

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 48 (1957)  
**Heft:** 25  
  
**Rubrik:** Mitteilungen SEV

### **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:** 03.04.2026

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

des Bleches die Querinduktion gleich Null wird. Die Verluste werden dann:

$$q_w = \frac{1}{3} q_w' = \frac{\pi^2}{6 \rho \alpha h_0} \left( s \frac{f}{100} \cdot \frac{B_2}{10\,000} \right)^2 \quad [\text{W/cm}^3] \quad (12a)$$

Für den bereits erwähnten Stator aus Segmentblechen mit  $h_0 = 25 \text{ cm}$ ,  $\varepsilon = 0,005 \text{ cm}$ ,  $s = 0,1 \text{ cm}$  und  $\alpha = 1,4 \text{ cm}^{-1}$  erhält man bei einer Induktion von  $B_2 = (1 - 0,34) 15\,000 = 9900 \text{ Gs}$ :

$$q_w = 0,000235 \text{ W/cm}^3 \text{ oder } 0,235/7,8 \approx 0,03 \text{ W/kg}$$

Dieser Wert ist kaum wahrnehmbar wegen der sehr geringen Querinduktion. Der Mittelwert beträgt nach Gl. (2) nur 35 Gs. Weiter ist zu beachten, dass die Verluste in einer Fuge von der Länge  $h_0$  unabhängig sind. Man kann also die Verluste nach der Zahl der Stossfugen berechnen. Allerdings ist die in Fig. 1 gezeigte Fuge doppelt, da die Verluste sowohl auf der Strecke  $h_0$ , aber auch ausserhalb dieser in gleicher Grösse auftreten.

Weitere Zusatzverluste entstehen dadurch, dass die Längsinduktion, wegen der Fugen, nicht

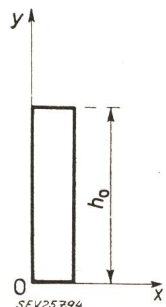


Fig. 5  
Achsenrichtungen für GL (13)

konstant ist. Die Querinduktion ist mit den Achsen nach Fig. 5:

$$B_q = B_{qs} \frac{\cosh(1+j)\alpha(y-h_0/2)}{\cosh(1+j)\alpha h_0/2} \quad (13)$$

Die Längsinduktion beträgt bei Vernachlässigung von  $B_1$ :

$$B_l = \frac{2}{s} \int_0^y B_q dy = \frac{2 B_{qs}}{s \alpha (1+j)} \cdot \frac{\sinh(1+j)\alpha(y-h_0/2) + \sinh(1+j)\alpha h_0/2}{\cosh(1+j)\alpha h_0/2} \quad (14)$$

Der quadratische Mittelwert der Längsinduktion ist:

$$B_{lm}^2 = \frac{1}{h_0} \int_0^{h_0} B_l^2 dy = B_2^2 \left[ 1 + \frac{1}{\alpha h_0} \cdot \frac{\sinh \alpha h_0 - \sin \alpha h_0}{\cosh \alpha h_0 - \cos \alpha h_0} \right] = B_2^2 \left[ 1 + \frac{1}{3} \varphi' \left( \frac{\alpha h_0}{2} \right) \right] \quad (15)$$

Die Funktion  $\varphi'(\alpha h_0/2)$  ist bekannt; sie kommt bei Untersuchung der Stromverdrängung in massiven Leitern vor. Bei  $\alpha h_0/2 = 0$  ist  $\varphi'(0) = 1$ , bei  $\alpha h_0/2 > 2$  kann man  $\varphi'(\alpha h_0/2) \approx 3/\alpha h_0$  setzen. Die Verluste durch das Längsfeld werden um das  $(1 + 1/\alpha h_0)$ -fache gegenüber den Verlusten bei konstanter Induktion erhöht. Die Zusatzverluste betragen damit den  $1/\alpha h_0$ -fachen Teil der gewöhnlichen Verluste. Bei  $\alpha = 1,4 \text{ cm}^{-1}$  und  $h_0 = 25 \text{ cm}$  sind die Zusatzverluste nur 3% der normal berechneten Eisenverluste. Die vernachlässigte Induktion  $B_1$  wirkt ausgleichend auf die Verteilung der Längsinduktion. Die Zusatzverluste werden dadurch noch kleiner als sie oben berechnet wurden.

**Literatur**

[1] Richter, Rudolf: Elektrische Maschinen. Bd. 1: Allgemeine Berechnungselemente. Die Gleichstrommaschinen. 2. Aufl. Basel: Birkhäuser 1951.

Adresse des Autors:  
Dr.-Ing. W. Schuisky, Gunnilbogatan 16A, Västerås, Schweden.

**Die Kraftwerkgruppe Valle di Lei—Hinterrhein**

Die Energielieferung der Kraftwerkgruppe wird von der Aufnahme des Teilbetriebs der Stufe Bärenburg-Sils im Jahre 1960 an gesteigert werden. Im Artikel über diese Kraftwerkgruppe, der im Bulletin SEV, Bd. 48(1957), Nr. 24, S. 1066... 1073 erschienen ist, sind auf der Seite 1073, Spalte rechts, Produktionsmöglichkeiten bei mittlerer Wasserführung von

1,16 Milliarden kWh in den Winterhalbjahren und von 1,39 Milliarden kWh in den Sommerhalbjahren angegeben. Die Leser dieser Projektbeschreibung werden darauf aufmerksam gemacht, dass diese Zahlen sich auf die vom Ende des 4. bis zum Anfang des 8. Baujahres zusammengefasste Zeit, also auf einen Zeitraum von 3 1/2 Jahren, beziehen.

**Technische Mitteilungen — Communications de nature technique**

**Commission Electrotechnique Internationale (CEI) <sup>1)</sup>**

Sitzungen in Moskau vom 2. bis 12. Juli 1957

*CE 9, Elektrische Traktion*

Nachdem der langjährige Vorsitzende des CE 9, Prof. Senzema (Italien), nach der letztjährigen Sitzung in München sein Amt niederlegte, wurde zu seinem Nachfolger Ingenieur D'Arbela (Italien) vorgeschlagen und vom Comité d'Action der CEI gewählt. Ingenieur D'Arbela wird als neuer Präsident

mit grosser Akklamation willkommen geheissen; unter seiner Leitung werden die 2 1/2 Tage dauernden Verhandlungen aufgenommen.

Die an der letztjährigen Tagung beratenen definitiven Entwürfe zu «Regeln für Hilfsmaschinen» und «Regeln für die elektrische Übertragung von Dieseltriebfahrzeugen» unterliegen inzwischen der 6-Monate-Regel. Innerhalb der angesetzten Frist sind einige Änderungsanträge eingegangen, welche teil-

<sup>1)</sup> siehe auch Bull. SEV Bd. 48(1957), Nr. 22, S. 984...987.

weise noch berücksichtigt werden konnten. Da die beiden bereinigten Regeln von den vorgelegten Entwürfen nur in unwesentlichen Punkten abweichen und deren Veröffentlichung dringend ist, wurden sie direkt dem CMT zur Gutheissung überwiesen.

Die Publikation 48 «Regeln für die Traktionsmotoren» ist revisionsbedürftig. Die Technik hat Fortschritte gemacht, so dass auch für Traktionsmotoren weitere Isolationsklassen zugelassen werden sollen. Es drängt sich auch auf, das Messen von Kollektortemperaturen mittels Thermoelementen künftig zuzulassen. Da aber mit dieser Messmethode andere Temperaturwerte angezeigt werden als mit dem bisher vorgeschriebenen Thermometer, müssen auch die zulässigen Temperaturgrenzen neu festgelegt werden. Dies ist auch darum nötig, weil in einzelnen Ländern neue Materialien beim Bau von Kollektoren angewendet werden. Für die Neufestsetzung der Temperaturgrenzen sind noch einige Versuche erforderlich. Dieses Traktandum konnte nicht abschliessend behandelt werden.

Schon in München lag ein erster Entwurf zu «Regeln für die Prüfung abnahmebereiter Triebfahrzeuge» vor, konnte aber damals wegen Zeitmangels noch nicht behandelt werden. Zu diesem Entwurf sind so viele Bemerkungen und Änderungsanträge eingegangen, dass deren sofortige detaillierte Behand-

lung nicht zum Ziel geführt hätte. Es wurde daher beschlossen, die UIC, Sous-Commission de Traction Electrique, welche den ersten Entwurf redigiert hatte, zu beauftragen, einen neuen Entwurf auszuarbeiten, welcher den eingegangenen Anträgen möglichst Rechnung trägt.

*CMT, Comité Mixte International du Matériel de Traction Electrique*

Es ist Tradition, dass als Vorsitzender des CMT ein Vertreter des Gastlandes gewählt wird. Dementsprechend wird Prof. A. Alekseyev (Russland) vorgeschlagen und einstimmig gewählt. Das Sekretariat bleibt in den Händen von M. Garreau (Frankreich).

Die vom CE 9 zu Ende beratenen Entwürfe zu «Regeln für Hilfsmaschinen» und «Regeln für die elektrische Übertragung von Dieseltriebfahrzeugen» werden nach kurzer Diskussion genehmigt und zur Publikation freigegeben.

Von den übrigen Arbeiten des CE 9 wird in zustimmendem Sinn Kenntnis genommen.

Die nächsten Sitzungen des CE 9 und des CMT wurden für das Jahr 1959 vorgesehen. K. v. M.

**Fortschritte bei der Fehlerortung in Kabeln**

621.317.333.4 : 621.315.21

[Nach D. Erben: Fortschritte bei der Fehlerortung in Kabeln. ETZ-B Bd. 9(1957), H. 4, S. 109...111]

Gleich alt wie Kabelverteilanlagen ist auch das Problem der Fehlerortung bei Betriebsstörungen. Von Zeit zu Zeit tauchen, dem Fortschritt der elektrischen Messtechnik angepasste, neue Messmethoden und Messgeräte zur Fehlerortsbestimmung auf. Es ist dies ein Zeichen, dass es bis heute noch kein universales Fehlerortungsverfahren gibt. Die Fehlerortung setzt grosse Erfahrung voraus und man muss bei der Vielfalt der Fehlerarten und besonders bei dem in weiten Grenzen veränderlichen Fehlerwiderstand eine Auswahl aus verschiedenen Messmethoden und Messapparaturen treffen und Vor- und Nachteile in Kauf nehmen.

Ein neues Verfahren zum Orten von Fehlern in Starkstromkabeln sucht eine Vielfalt der Fehlerarten auf den gleichen Nenner zu bringen und stellt als Ausgangsbasis die Forderung, dass ein Ausbrennen des Kabelfehlers möglich sein soll. Es stützt sich auf 4 bereits bekannte, jedoch dem Zweck verfeinert angepasste Hilfsmittel, welche aus einem 45-kV-Gleichspannungs-Prüfgenerator, einem Ausbrenntransformator, einem Tongenerator und einem Suchgerät bestehen. Alle diese Geräte können in einem kleinen Fahrzeug transportiert werden.

Der Gleichspannungs-Prüfgenerator erlaubt das Anlegen der zulässigen Prüfspannung an das fehlerhaft gemeldete Kabel, bestimmt auf diese Weise ob und auf welcher Ader ein Fehler vorliegt und muss im Falle eines Isolationsfehlers dafür sorgen, dass ein Leckstrom von ca. 10 mA eingeleitet wird.

Der vollständig in Kunstharz vergossene, anzapfbare und mit sog. Schmorkontakten versehene Ausbrenn-Streu-Transformator von max. 3 kW Leistung weist 6 sekundäre Anzapfungen für Spannungen von 50...10 000 V auf. Der Strom durch die Fehlerstelle (max. 130 A) genügt, um diese satt durchzubrennen.

Ist dies erreicht, werden Tongenerator und Suchspule, wie sie im Prinzip von den üblichen Kabelsuchgeräten her bekannt sind, nach einem neuartigen Verfahren, das durch Fig. 1 veranschaulicht wird, eingesetzt. Der 2...3 kHz abgebende Tongenerator tastet selbsttätig in die 2 verschiedenen Stromkreise abwechselnd im Verhältnis 1 : 7 verschieden lange, eine Periode von 1 s aufweisende Stromimpulse. In beiden Schleifen muss der gleiche Strom fliessen, was durch ein Ampèremeter angezeigt wird.

Mit der auf Resonanz abgestimmten Suchspule schreitet man dem Kabeltrasse entlang. Die in dieser Spule induzierte Spannung wird in einem leichten selektiven Transistorverstärker verstärkt und einem Kopfhörer bzw. einem Anzeigementalstück zugeführt.

Punktzeichen werden nur unmittelbar über der Kabelmitte und nur in periodischen Abständen entsprechend der Schlaglänge der Verdrallung und vor allem nur zwischen

Einspeisepunkt und Fehlerort wahrgenommen. An der Fehlerstelle verschwindet das Punktzeichen und von der Fehlerstelle bis ans Kabelende bleibt nur mehr das Strichzeichen übrig. Dadurch wird die Fehlerstelle von aussen über der geschlossenen Kabeltrasse auf wenigstens 1 m genau bestimmt, ohne dass die gesamte Länge des Kabels bekannt sein muss.

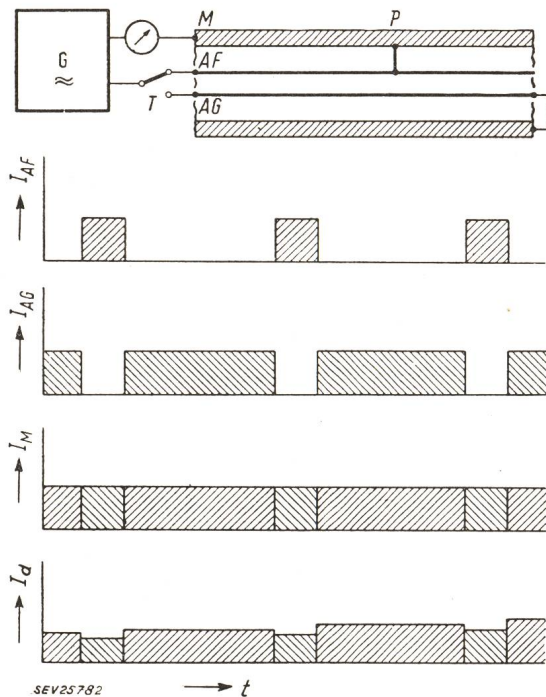


Fig. 1

**Prinzip der Tastung**

G Tongenerator; T Umtaster; M Mantel; P Fehlerstelle; AF fehlerhafte Ader; AG gesunde Ader;  $I_{AF}$ ,  $I_{AG}$ ,  $I_M$  Prüfstrom;  $I_d$  Differenzstrom; Überstreuen von «Punktenergie» in das «Strichgebiet» ändert den Charakter der Strichzeichen nicht; t Zeit

Bei geöffneter Trasse erlaubt die Spule ferner die Fehlerortsbestimmung auf den Punkt genau.

Für eine verlässliche Zeichenwiedergabe muss die Leistung des Tongenerators sehr hoch gewählt werden, Stromstärken von etwa 5 A stellen die untere Grenze dar.

Das gleiche Verfahren lässt sich auch für die eindeutige Kabelsuche und Kabelauslese in Kabelkanälen verwenden. An beiden Rändern des gesuchten Kabels entstehen Dauertöne, im Zentrum der Kabelachse entlang abwechselnd Punkt- und Strichsignale.

Das Verfahren verlangt keine besonderen technischen Vorkenntnisse oder einen ständigen Umgang mit Messgeräten und die Fälle, in denen das Verfahren nicht anwendbar ist, sind klar gezeichnet und von vorneherein leicht feststellbar.

G. Ding

### Drehzahlregelung von Asynchronmotoren mit Sättigungsdrosselspulen

621.313.333.077.7

[Nach P. L. Alger und Y. H. Ku: Speed Control of Induction Motors Using Saturable Reactors. Electr. Engng. Bd. 76(1957), Nr. 2, S. 136...140]

Zur genauen und stufenlosen Drehzahlregelung von elektrischen Antrieben werden heute meist Gleichstrommotoren mit Ankerspannungs- oder Feldregelung oder Asynchronmotoren mit Wirbelstromkupplungen oder sonstigen Variatoren verwendet. Eine neue Möglichkeit, die Drehzahl von Asynchronmotoren stufenlos zu regeln, bietet die Einschaltung von Sättigungsdrosselspulen in den Primärkreis oder — bei gewickelten Schleifringläufern — in den Sekundärkreis des Motors.

Wird bei einem Kurzschlussankermotor eine Drosselspule mit der Statorwicklung in Serie geschaltet, so vermindert sich die Klemmenspannung des Motors um den Spannungsabfall in der Drosselspule. Jedem Wert der vorgeschalteten Reaktanz  $X_e$  entspricht daher eine andere Drehmomentcharakteristik des Motors (Fig. 1). Die Reaktanz der Drosselspule kann durch eine Gleichstrom-Vormagnetisierung in weiten Grenzen variiert werden. Treibt der so gesteuerte Motor beispielsweise einen Ventilator an, dessen Drehmomentkennlinie der Kurve F in Fig. 1 entspricht, so können auf diese Weise stabile Arbeitspunkte bei verschiedenen Drehzahlen erreicht werden. Durch Rückführung der Motordrehzahl mittels Tachometerdynamo und Verstärker auf die Vormagnetisierung der Drosselspule (geschlossener Regelkreis) kann die Stabilität auch bei ungünstigen Drehmomentkurven der Belastungsmaschine gewährleistet werden. Der Nachteil dieser Schaltung besteht in dem nur geringen erreichbaren Drehmoment bei niedrigen Drehzahlen, bei gleichzeitig starker Verschlechterung des Leistungsfaktors und des Wirkungsgrades.

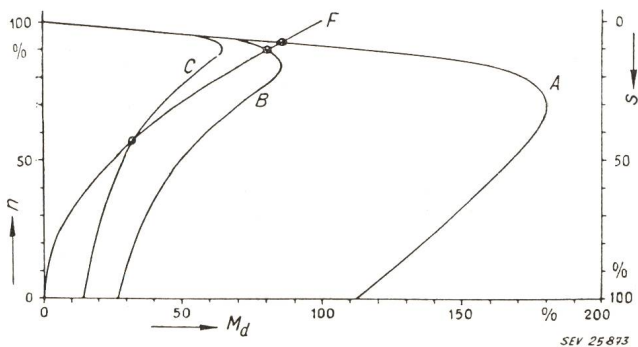


Fig. 1

Ventilatorantrieb mit drosselspulegesteuertem Kurzschlussankermotor

$n$  Drehzahl;  $M_d$  Drehmoment;  $s$  Schlupf

Kurve A:  $X_e = 0$  (Drosselspule unendlich gesättigt); Kurve B:  $X_e = 30\%$  der Motorreaktanz; Kurve C:  $X_e = 50\%$  der Motorreaktanz; Kurve F: Ventilatorcharakteristik

Wird auch bei kleinen Drehzahlen ein hohes Drehmoment verlangt, so muss ein Schleifringankermotor verwendet werden. Durch eine geeignete Kombination von Widerständen und Drosselspulen im Rotorkreis, evtl. zusätzlich zu der oben beschriebenen Stator-drosselspuleschaltung, kann hier bei jeder Drehzahl ein beliebiges Drehmoment innerhalb der durch die Maschinendimensionen festgelegten Grenzen erreicht werden. Die Rückkopplung der Motordrehzahl auf die Vormagnetisierung der Drosselspulen bewirkt in diesem Falle eine weitgehende Lastunabhängigkeit der eingestellten Drehzahl. Mit Hilfe des Ersatzschaltbildes für Asynchronmotoren können die für einen bestimmten Arbeitspunkt benötigten Werte von Widerstand und Induktivität leicht berechnet werden.

Eine Verfeinerung dieser Schaltung, welche sich besonders für den Antrieb von Zugbrücken und Hebezeugen eignet, ermöglicht die Einhaltung der eingestellten Drehzahl auch bei Leerlauf und bei negativem Drehmoment (Bremsbetrieb), was eine der Ward-Leonard-Schaltung ebenbürtige Charakteristik ergibt. Zu diesem Zweck wird die Statorwicklung des Motors in zwei gleiche Hälften aufgeteilt, wobei jede Wicklungshälfte durch eine besondere Vorschalt-drosselspule gesteuert wird. Im normalen Motorbetrieb bei Vollast sind beide Wicklungshälften im gleichen Sinn parallel ans Netz geschaltet. Sinkt das Drehmoment nun auf etwa 20% des Vollastwertes, so wird die eine Wicklungshälfte rewersiert. Die Ströme der beiden Hälften werden so geregelt, dass das resultierende Drehmoment dem gewünschten Wert entspricht. Beim Erreichen eines Bremsmomentes von etwa 20% des Nennwertes wird auch die zweite Wicklungshälfte rewersiert. Fig. 2 zeigt die gemessenen Charakteristiken eines so gesteuerten 4poligen Schleifringankermotors von 18,5 kW (25 PS).

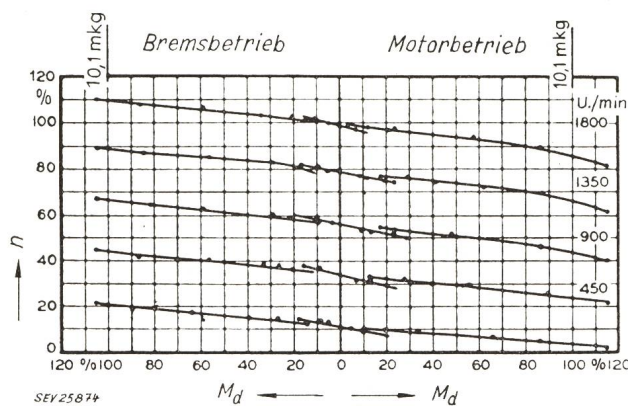


Fig. 2

Drehmomentkennlinien eines drosselspulegesteuerten Zweiwicklungs-Schleifringankermotors von 18,5 kW bei 220 V, 60 Hz  
 $n$  Drehzahl;  $M_d$  Drehmoment

Die totale Scheinleistung der benötigten Drosselspulen beträgt für eine solche Schaltung etwa 80% der aufgenommenen Nenn-Scheinleistung des Motors. Die erforderliche Gleichstromleistung liegt bei 1...2% der Motorleistung. Sie kann durch einen Transduktor geliefert werden, welcher gleichzeitig als Regelverstärker dient. Gegenüber einem Gleichstromantrieb gleicher Leistung besitzt der hier beschriebene Regelantrieb einen etwas geringeren Wirkungsgrad; dafür fällt die dort benötigte Gleichstromquelle grosser Leistung (Kollektormaschinen oder Hochleistungsrohren) weg.

C. W. Lüdeke

### Kurznachrichten über die Atomwirtschaft

621.039.4

[Nach: Atomwirtschaft Bd. 2(1957), Nr. 6, S. 203]

Am 21. Juli 1955 wurde in den USA mit dem Bau eines dritten Unterseebootes «Skate» angefangen. Das Schiff lief am 16. Mai 1957 vom Stapel. Es wird mit einem Druckwasserreaktor betrieben. Die Schiffsbesatzung besteht aus 83 Mann. Die gesamten Kosten des Schiffes betragen 45 Millionen Dollar und diejenigen des Reaktors etwa 6 Millionen Dollar.

Am 25. Mai 1957 wurde in der Gegend des Wannsees der Grundstein für das Institut für Kernforschung Berlin gelegt. Als erster Schritt soll das Institut für Kernchemie mit einem 50-kW-Forschungsreaktor erstellt werden.

Grossbritannien baut an Land einen Prototyp-Reaktor für das erste britische Unterseeboot.

Mitte Mai 1957 wurde in Grossbritannien eine 400-kV-Röntgen-Anlage errichtet. Mit ihr können Schweissnähte von Reaktordruckkesseln von 75 mm Dicke untersucht werden.

Der von den USA für die holländische Ausstellung in Amsterdam gelieferte Swimmingpool-Reaktor von 10 kW Leistung wurde am 21. Mai 1957 kritisch.

Der erste ungarische Forschungs-Reaktor, der in diesem Jahr fertiggestellt werden sollte, kann seinen Betrieb erst 1958 aufnehmen. Als Gründe dafür werden die Folgen der Revolution angegeben. Der 2000-kW-Forschungsreaktor soll von der Sowjetunion geliefert werden. Er ist vom Swimming-pool-Typ, arbeitet mit 10 % durch U-235 angereichertem Uran und benützt als Kühlmittel und Moderator Wasser.

Statt dem defekt gewordenen Borax-3 (Boiling Reaktor Experiment) wurde in den USA eine neue Reaktorart, Borax-4, in Betrieb genommen. In diesem Siedewasser-Reaktor werden keramische Brennstoffelemente aus Uran- und Thoriumoxyd verwendet, welche sich gegen hohe Temperaturen und Korrosion als widerstandsfähig erwiesen haben und sich bisher sehr gut bewährten.

Nach amerikanischen Angaben ist die Wiederaufbereitung von bestrahltem Uran mit hohem Aufwand verbunden. Eine fernbediente Uranaufbereitungsanlage erfordert für die Aufbereitung des verbrauchten Brennstoffes eines schnellen Brutreaktors von 500 MW 1,7 Millionen Dollar Baukosten und 1,3 Millionen Dollar Betriebskosten pro Jahr. Die Aufbereitungskosten stellen sich auf etwa 79 Dollar pro kg Urangelalt.

In den USA wurden erfolgreiche Versuche durchgeführt, um den Energieinhalt von Dieselöl mittels radioaktivierter Kohle zu erhöhen. Bei den erfolgreichen Versuchen wurde dem Öl ca. 5 % feinsten durchstrahlter Kohlenstaub beigegeben. Auch die Verbrennungsgeschwindigkeit kann mit bestrahlten Materialien beeinflusst werden, was bei gleicher Leistung kleinere Dimensionen von Motoren erlaubt. Versuche ergaben, dass die Gamma-Strahlung eines kleinen Stückes radioaktiven Goldes die Verbrennungsgeschwindigkeit in einer Verbrennungskammer um 59 % steigern können. *Schi.*

## Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

### Ein neues Farbfernseh-Wiedergabesystem

621.397.9

[Nach R. G. Clapp, E. M. Creamer, S. W. Moulton, M. E. Par-tin und J. S. Bryan: A New Beam-Indexing Color Television Display System. Proc. IRE Bd. 42(1956), Nr. 9, S. 1108...1114]

#### Einleitung

Bei dem neuen Farbfernseh-wiedergabesystem werden die drei verschiedenfarbigen Leuchtphosphore von einem einzigen Elektronenstrahl angeregt. Der Elektronenstrahl wird gleichmässig über die verschiedenfarbigen Phosphore hinwegbewegt, wobei er in seiner Helligkeit so gesteuert wird, dass er die richtige Farbe an der richtigen Stelle in der richtigen Helligkeit erzeugt.

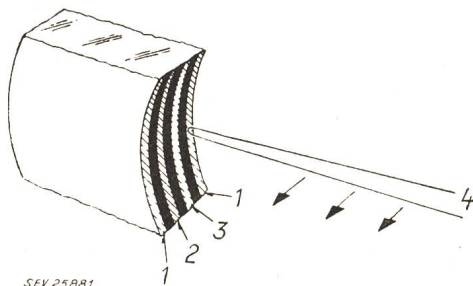


Fig. 1

#### Anordnung der Leuchtphosphore

1 roter Phosphor; 2 grüner Phosphor; 3 blauer Phosphor;  
4 Elektronenstrahl

Fig. 1 zeigt die Anordnung der drei verschiedenen Farbphosphore auf der Innenseite der Bildröhre. Der Leuchtschirm ist bedeckt von sehr schmalen vertikalen, farbigen Phosphorstreifen, abwechselungsweise rot, grün und blau. Sie sind durch schwarze, nichtlumineszierende Streifen voneinander getrennt.

Der Elektronenstrahl, der gleichmässig von links nach rechts wandert, trifft zeitlich gestaffelt auf die verschiedenen Leuchtstreifen. Es handelt sich demnach bei diesem neuen System, dem Apple-System, um ein Sequenzverfahren.

Ein weiteres wichtiges Merkmal des Apple-Systems besteht darin, dass durch ein elektrisches Indexsignal die Lage des Schreibstrahles ständig nach aussen gemeldet wird.

#### Herstellung des Indexsignals

Das Indexsignal wird wie folgt gewonnen (Fig. 2): Hinter jedem roten Phosphorstreifen ist ein sog. Indexstreifen angebracht, der ein relativ grosses Sekundärelektronenemissionsvermögen besitzt. Jedesmal wenn der Elektronenstrahl, der mit konstanter Geschwindigkeit von links nach rechts

schreibt, einen solchen Indexstreifen kreuzt, werden viele Sekundärelektronen herausgeschlagen, die sofort vom Anodenbelag abgesaugt werden. So entsteht ein Wechselstrom, der verstärkt und anschliessend als Referenz der Lage des Schreibstrahles verwendet wird.

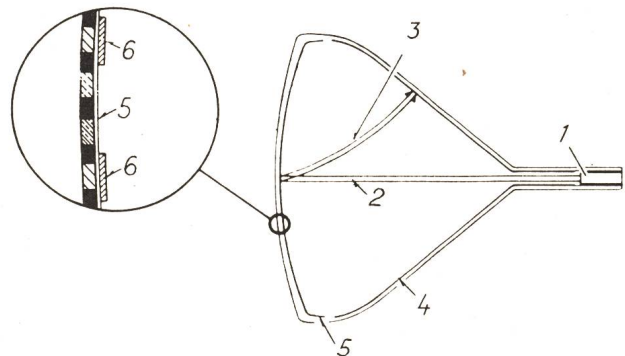


Fig. 2

#### Gewinnung des Indexsignals

Links: vergrösserter Ausschnitt des Bildschirmes

1 Elektronenkanone; 2 Schreib- und Indexstrahl; 3 Sekundärelektronenstrahl; 4 Anodenbelag, 30 kV; 5 Schirm (Aluminium), 27 kV; 6 Indexstreifen

Da nun aber der Schreibstrahl nicht eine konstante Amplitude besitzt (gemäss dem Zeileninhalt des Bildes), ist dem Sekundärelektronenstrom eine Wechselkomponente überlagert, welche die Phase des Sekundärelektronenstromes verfälscht.

Aus diesem Grund hat man einen zweiten Elektronenstrahl, den sog. Steuerstrahl, eingeführt. Dieser Steuerstrahl wird mit einer konstanten Wechselspannung, der Steuerträgerfrequenz, moduliert. Im vorliegenden Fall beträgt diese Frequenz 41,7 MHz, sie liegt über der Video- und Farbträgerfrequenz. Die Farbträgerfrequenz liegt bei 6,4 MHz, gemäss der Anzahl der Indexstreifen auf dem Bildschirm, der Zeilenzahl und der Anzahl der Bildwechsel pro Sekunde.

Der Sekundärelektronenstrahl (= Indexsignal) besitzt daher eine Trägerfrequenz von 41,7 MHz, die mit 6,4 MHz moduliert ist. Mit andern Worten: das Indexsignal besteht aus dem Träger 41,7 MHz, den beiden Seitenbändern  $41,7 + 6,4 = 48,1$  MHz und  $41,7 - 6,4 = 35,3$  MHz. Da beide Seitenbänder die gleiche Information enthalten, wird nur eines der beiden als Referenzspannung herangezogen. Der Steuerstrahl (Indexstrahl) wird zusammen mit dem Schreibstrahl abgelenkt. Es treffen also immer beide auf den gleichen Farbstreifen. Der Indexstrahl, der mit einer konstanten Amplitude auf den

Bildschirm fällt, wird daher eine konstante Aufhellung derselben verursachen und so den Kontrast ganz leicht heruntersetzen.

*Wirkungsweise des Apple-Systems*

Am einfachen Beispiel des homogen einfarbig ausgeleuchteten Bildschirmes soll die Wirkungsweise des Apple-Systems erläutert werden. Das für diesen Fall vereinfachte Blockschema des neuen Farbfernseh wiedergabesystems ist in Fig. 3 wiedergegeben.

Ein 41,7-MHz-Steuer-Oszillator arbeitet auf das Gitter des Indexstrahles. Gemäss der obigen Betrachtungen verursacht der Steuerstrahl im Zusammenhang mit den Indexstreifen ein Indexsignal an der Anode, das die Frequenzen 41,7, 48,1 und 35,3 MHz enthält. In einem selektiven Verstärker wird das obere Seitenband herausgefiltert und verstärkt. Dieses verstärkte Signal gelangt jetzt in eine Mischstufe, deren zweite Eingangsspannung vom 41,7-MHz-Oszillator kommt. Von den entstehenden Ausgangsfrequenzen wird nur das 6,4-MHz-Signal herausgefiltert und verstärkt (48,1 — 41,7 = 6,4 MHz).

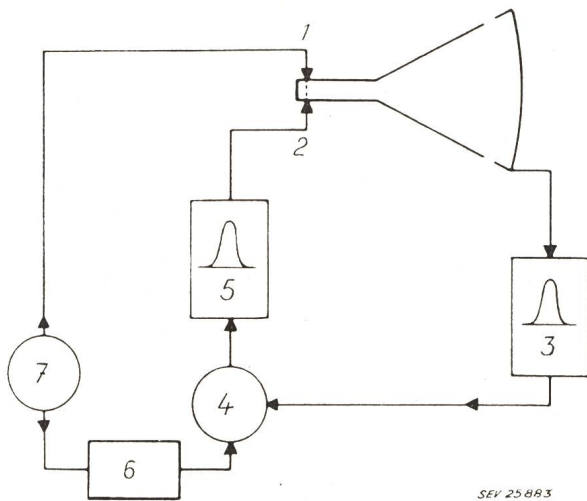


Fig. 3

**Blockschema des Apple-Systems**

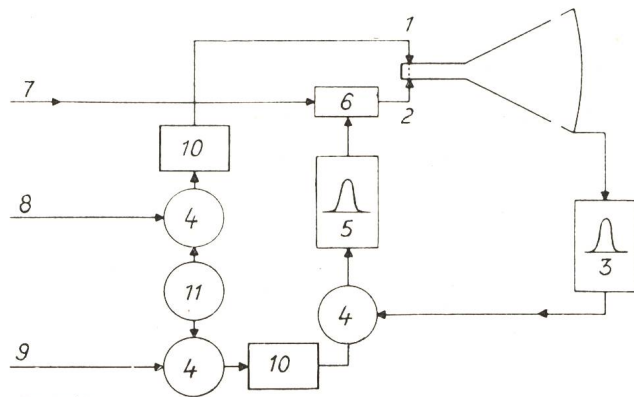
wenn der Bildschirm homogen einfarbig ausgeleuchtet ist  
 1 Indexstrahlgitter; 2 Schreibstrahlgitter; 3 Seitenbandverstärker, 48,1 MHz; 4 Mischung; 5 selektiver Endverstärker, 6,4 MHz; 6 Phasenschieber; 7 Steuersoszillator, 41,7 MHz

Das 6,4-MHz-Signal steuert das Gitter des Schreibstrahles, der immer gerade dann maximalen Strom aufweist, wenn er auf die gleichfarbigen Phosphorstreifen trifft, z. B. auf die roten (es sind je gleich viele rote, blaue und grüne Streifen vorhanden wie Indexstreifen). Der Bildschirm erscheint gleichmässig rot. Wird nun mittels eines Phasenschiebers die Phase des Signals, das vom Oszillator in den Modulator geht, z. B. um 120° vorgedreht, so eilt nach der Mischung das 6,4-MHz-Signal um 120° nach. Der Strahlstrom erreicht sein Maximum erst 120° der Periode später als im vorangehenden Fall. Bei einer Farbstreifenreihenfolge rot — grün — blau — rot usw. wird darum immer nur der blaue Streifen angeregt, der Bildschirm leuchtet gleichmässig blau auf.

Das Prinzip dieser Steuerungsart beruht also darauf, dass bei einer Mischung neben den beiden Additions- und Subtraktionsfrequenzen auch die Phasen der beiden Eingangssignale addiert oder subtrahiert werden. Da nun das Indexsignal immer konstante Phase aufweist, wird die Leuchtfarbe des Bildschirmes nur durch die Einstellung am Phasenschieber beeinflusst, während die Helligkeit durch die Amplitude der Oszillatorspannung bestimmt wird.

Anhand von Fig. 4 lässt sich nun die Wirkungsweise des Apple-Systems bei einem vollständigen Farbsignal ableiten. Das vollständige Videosignal enthält neben den Synchronzeichen folgende Informationen: Das Helligkeitssignal  $y$  wird als Mittelwert der Helligkeiten der drei Grundfarben eines Bildelementes gebildet. Das Helligkeitssignal erstreckt sich über einen Frequenzbereich von 0...3,5 MHz und entspricht dem Videosignal bei Schwarz-Weiss-Technik. Die Farbinformation steckt im phasen-amplituden-modulierten Hilfsträger von 3,58 MHz. Damit dieser modulierte Träger in jedem

Empfänger farbtreu demoduliert werden kann, muss man einen Referenzträger mit übermitteln, der während des Zeilenrücklaufes einen Lokaloszillator synchronisiert. Diese drei Signale werden im Blockschaltbild zugeführt. Der Phasenschieber und der Oszillator von Fig. 3 befinden sich jetzt also im Sender. Dieser schreibt ja Helligkeit, Farbton und Sättigung jedes einzelnen Bildelementes vor.



SEV 25 884

Fig. 4

**Blockschema des Apple-Systems**

bei einem vollständigen Farbvideosignal

1 Indexstrahlgitter; 2 Schreibstrahlgitter; 3 Seitenbandverstärker, 48,1 MHz; 4 Mischung; 5 selektiver Verstärker, 6,4 MHz; 6 additive Mischung; 7 Helligkeitssignal  $y$ ; 8 Referenzträger, 3,58 MHz; 9 phasen-amplituden-moduliertes Farbsignal, 3,58 MHz; 10 Filter, 41,7 MHz; 11 Oszillator, 38,1 MHz

Ein Oszillator der Frequenz 38,12 MHz arbeitet auf zwei Modulatoren. Der erste Modulator hat als zweites Eingangssignal den 3,58 MHz Referenzträger. Er gibt am Ausgang nach der Filtrierung eine phasenstarke Frequenz von  $38,12 + 3,58 = 41,7$  MHz ans Gitter des Indexstrahles ab.

Der zweite Modulator erhält als zweites Eingangssignal den amplituden-phasenmodulierten Farbstreifer, der nach der Filtrierung zum amplituden-phasenmodulierten Signal von 41,7 MHz wird. Der weitere Vorgang ist genau derselbe wie in Fig. 3. Zum phasenamplitudenmodulierten 6,4-MHz-Signal, das für die Farbinformation verantwortlich ist, wird noch das Helligkeitssignal  $y$  gemischt, das ein gewöhnliches Schwarz-Weiss-Bild erzeugt.

Das Apple System scheint anderen Farbfernseh-Systemen (Dreistrahlröhre mit Abdeckmaske, Lawrence-Röhre) in bezug auf Aufwand und Einfachheit der Einstellungen und Abgleiche überlegen zu sein.

Immerhin sei noch bemerkt, dass für eine gute farbtreue Wiedergabe die folgenden Forderungen erfüllt sein müssen: sehr gute horizontale Linearität, exakte Bildbreite, kleine Strahldurchmesser. Schreib- und Indexstrahl müssen immer sehr genau den gleichen Farbstreifen treffen.

F. von Ballmoos

**Subminiaturfunkbake für ferngelenkte Geschosse**

621.396.962.38 : 623.451-519

[Nach M. Cohen und D. Arany: Subminiature Beacon for Guided Missiles. Electronics Bd. 30(1957), Nr. 4, S. 144...147]

Die in ein ferngelenktes Geschoss eingebaute Funkbake erzeugt ein verstärktes Echo für das steuernde Radargerät und ein NF-Signal, das für die Abstimmung der Brennstoffzufuhr verwendet werden kann.

Der Apparat hat einen Durchmesser von 6,3 cm und eine Länge von 15 cm. Er enthält eine Röhre und 13 Transistoren, wiegt ca. 1,25 kg, arbeitet in einem Temperaturbereich von 0...70 °C in Höhen bis über 30 km und erträgt Beschleunigungen von über 100 g.

Die Einheit besteht aus Antennenweiche, Empfänger, Modulator, Sender und Energieversorgungsteil. Sende- und Empfangsfrequenz liegen zwischen 2700...2950 MHz. Die Empfindlichkeit des Empfängers ist besser als — 35 db. Der Sender, welcher eine fest abgestimmte UHF-Oszillator-Triode mit Hohlraumresonator enthält, gibt an 50 Ω eine Leistung von

1...10 W ab. Als Antennenweiche werden zwei abgestimmte Leitungen verwendet.

Zur Befragung des Empfängers werden von der Bodenstation aus HF-Impulspaare im Abstand von 3 μs gesendet. Nach Demodulation und Begrenzung der Amplitude gelangen die Impulse auf den Empfänger. Dieser enthält sechs Transistoren und verstärkt ca. 100 db. Spezielle Schaltungsmassnahmen und die Wahl geeigneter Transistoren gewährleisten eine getreue Übertragung der empfangenen Impulse. Die dem Empfänger folgende Koinzidenzschaltung enthält eine offene Verzögerungsleitung von 1,5 μs Länge, welche den ersten Impuls mit gleicher Polarität reflektiert. Ein 3 μs später eintreffender Impuls koinzidiert mit dem reflektierten Impuls. Die Addition der beiden Spannungen ergibt einen genügend hohen Wert, um einen nachfolgenden Transistor zum Leiten zu bringen. Dieser Transistor bestimmt den Schwingeneinsatz eines Sperrschwingers, welcher seinerseits das Gitter der Sendetriode tastet und die Abgabe eines Antwortimpulses bewirkt.

Im Stromversorgungsteil werden zwei Leistungstransistoren verwendet, welche im Gegentakt mit einer Frequenz von 1 kHz schwingen. Die erzeugten Gleichspannungen werden teilweise mit Zenerdioden stabilisiert. Die Leistungsaufnahme des Gerätes beträgt ca. 2 W. Der Empfänger benötigt einen Strom von nur 2 mA bei einer Speisespannung von 4,5 V. Die Lebensdauer der Batterie beträgt ca. 30 min. T. Brenig

### Der Gyrator, ein elektrisches Netzwerkelement

621.372.2

[Nach B. D. H. Tellegen: Der Gyrator, ein elektrisches Netzwerkelement. Philips techn. Rdsch. Bd. 18(1956/57), Nr. 3, S. 88...93]

Dem Techniker, der mit Netzwerken zu tun hat, für deren Aufbau ihm Widerstände, Spulen und Kondensatoren zur Verfügung stehen, liegt die Frage nahe, was für Beziehungen zwischen Strömen und Spannungen an den Klemmen zu erwarten sind. Er möchte die allgemeinste Form dieser Beziehungen kennen, um alle Möglichkeiten, welche die erwähnten Schaltelemente (Netzwerkelemente) bieten, ausschöpfen zu können. Für den Fall von Zweipolen hat Brune gezeigt, dass sich die Kombinationen von Beziehungen stets auf lineare Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten zurückführen lassen. Im Fall von passiven Netzwerken ergeben sich zusätzliche Bedingungen für die Vorzeichen der Koeffizienten. Der Einfachheit halber seien diese Beziehungen linear, konstant und passiv genannt. Führt man mehr als zwei Klemmenpaare ein, so zeigt es sich, dass noch die Reziprozitätseigenschaft als einschränkende Bedingung hinzukommt. Die Reziprozität kommt bei einem Vierpol in den folgenden Ausdrücken zur Geltung: Ist gemäss den Bezeichnungen in Fig. 1

$$U_1 = Z_{11} I_1 + Z_{12} I_2$$

$$U_2 = Z_{21} I_1 + Z_{22} I_2$$

die Spannung am Ein- und Ausgang eines Vierpoles, so gilt stets

$$Z_{21} = Z_{12}$$

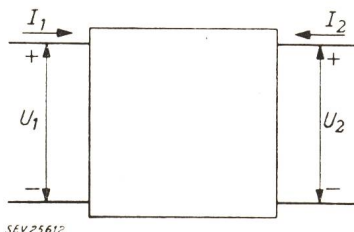


Fig. 1

Netzwerk mit zwei Klemmenpaaren  
Bezeichnungen siehe im Text

Schreibt man den Eingangsstrom und die Ausgangsspannung als Funktion der Eingangsspannung und des Ausgangsstromes

$$I_1 = \frac{1}{Z_{11}} U_1 - \frac{Z_{12}}{Z_{11}} I_2$$

$$U_2 = \frac{Z_{21}}{Z_{11}} U_1 + \frac{Z_{11} Z_{22} - Z_{12} Z_{21}}{Z_{11}} I_2$$

so findet die Reziprozität ihren Ausdruck in der Gleichheit der Beträge der Koeffizienten von  $I_2$  in der ersten Zeile und  $U_1$  in der zweiten und in der Verschiedenheit ihrer Vorzeichen.

M. Bayard und andere haben gezeigt, dass sich jede lineare, konstante, passive Kombination von Beziehungen, welche der Reziprozitätsforderung genügt, durch ein Netzwerk mit Widerständen, Spulen und Kondensatoren verwirklichen lässt. Damit ist die Frage des Technikers befriedigend beantwortet. Der Wissenschaftler aber geht weiter. Er betrachtet den Fragenkomplex noch von anderen Seiten, um seine Erkenntnisse zu vertiefen. Im vorliegenden Fall hat sich B. D. H. Tellegen die Frage gestellt, was für Eigenschaften Netzwerkelemente haben müssten, um ein Netzwerk mit einem oder mehreren Klemmenpaaren zu bilden, das durch lineare, konstante, passive Kombination von Beziehungen zu beschreiben ist. Die Antwort findet man, indem die einfachsten Netzwerke bzw. die einfachsten Beziehungen gesucht werden.

Systematisch lassen sich die Netzwerke nach folgenden drei Kriterien ordnen:

	Klemmenpaare	Ordnung der Differentialgleichung	Dissipation (Verluste)
1.	1	0	0
2.	1	0	+
3.	1	1	0
4.	1	1	+
5.	2	0	0

usw.

Diese Netzwerke führen zu folgenden Beziehungen:

1.  $u_i = 0$

Dies bedeutet: offenes oder kurzgeschlossenes Klemmenpaar.

2.  $u = i a \quad a > 0$

Diese Beziehung wird durch einen Ohmschen Widerstand  $a = R$  erfüllt.

3.  $a \frac{di}{dt} + b i = c \frac{du}{dt} + d u$

Dieses System stellt nur ein verlustloses Netzwerk dar, wenn  $b = c = 0$  oder  $a = d = 0$ . Es bleiben daher zwei Möglichkeiten:

$$a \frac{di}{dt} = d u \quad \frac{a}{d} > 0$$

und  $b i = c \frac{du}{dt} \quad \frac{c}{b} > 0$

Man erkennt leicht, dass die erste Möglichkeit auf die Induktivität  $a/d = L$  und die zweite auf die Kapazität  $c/b = C$  führt.

4. Da 4. eine Kombination von 2. und 3. ist, bringt diese Variante nichts Neues.

5.  $i_1 u_1 + i_2 u_2 = 0$

mit dem gleichen Zählsinn wie in Fig. 1. Auch hier gibt es zwei Möglichkeiten:

$$-\frac{i_1}{i_2} = \frac{u_2}{u_1} = n$$

und

$$-\frac{u_1}{i_2} = \frac{u_2}{i_1} = s$$

Die erste Möglichkeit ergibt ein weiteres bekanntes Netzwerkelement, den idealen Transformator, während die zweite auf etwas Neues führt, für das der Name Gyrator vorgeschlagen wurde.

Fortsetzung des allgemeinen Teils auf Seite 1139  
Es folgen «Die Seiten des VSE»

Fortsetzung von Seite 1126

## Wirtschaftliche Mitteilungen

### Unverbindliche mittlere Marktpreise

je am 20. eines Monats

#### Metalle

		November	Vormonat	Vorjahr
Kupfer (Wire bars) <sup>1)</sup>	sFr./100 kg	228.—	223.—	340.—
Banka/Billiton-Zinn <sup>2)</sup>	sFr./100 kg	900.—	900.—	1025./1010.—
Blei <sup>1)</sup>	sFr./100 kg	101.—	107.—	147.50
Zink <sup>1)</sup>	sFr./100 kg	85.—	88.—	126.50
Stabeisen, Formeisen <sup>3)</sup>	sFr./100 kg	67.50	67.50	65.50
5-mm-Bleche <sup>3)</sup>	sFr./100 kg	73.—	73.—	69.—

<sup>1)</sup> Preise franko Waggon Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 50 t.

<sup>2)</sup> Preise franko Waggon Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 5 t.

<sup>3)</sup> Preise franko Grenze, verzollt, bei Mindestmengen von 20 t.

#### Flüssige Brenn- und Treibstoffe

		November	Vormonat	Vorjahr
Reinbenzin/Bleibenzin <sup>1)</sup>	sFr./100 kg	40.—	40.—	42.—
Diesöl für strassenmotorische Zwecke	sFr./100 kg	40.10 <sup>2)</sup>	40.10 <sup>2)</sup>	40.50 <sup>2)</sup>
Heizöl Spezial <sup>2)</sup>	sFr./100 kg	20.30	21.10	21.40
Heizöl leicht <sup>2)</sup>	sFr./100 kg	19.50	20.30	20.60
Industrie-Heizöl mittel (III) <sup>2)</sup>	sFr./100 kg	15.75	16.55	16.85
Industrie-Heizöl schwer (V) <sup>2)</sup>	sFr./100 kg	14.55	15.35	15.65

<sup>1)</sup> Konsumenten-Zisternenpreis franko Schweizergrenze, verzollt, inkl. WUST, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca. 15 t.

<sup>2)</sup> Konsumenten-Zisternenpreise (Industrie), franko Schweizergrenze Buchs, St. Margrethen, Basel, Genf, verzollt, exkl. WUST, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca. 15 t. Für Bezug in Chiasso, Pino und Iselle reduzieren sich die angegebenen Preise um sFr. 1.—/100 kg.

#### Kohlen

		November	Vormonat	Vorjahr
Ruhr-Breckkoks I/II	sFr./t	149.—	149.—	133.—
Belgische Industrie-Fettkohle				
Nuss II	sFr./t	135.50	135.50	121.—
Nuss III	sFr./t	135.50	135.50	121.—
Nuss IV	sFr./t	135.50	135.50	121.—
Saar-Feinkohle	sFr./t	102.50	102.50	89.50
Französischer Koks, Loire	sFr./t	155.50	155.50	139.50
Französischer Koks, Nord	sFr./t	149.—	149.—	129.50
Polnische Flammkohle				
Nuss I/II	sFr./t	136.—	136.—	117.50
Nuss III	sFr./t	133.50	133.50	115.—
Nuss IV	sFr./t	133.50	133.50	115.—

Sämtliche Preise verstehen sich franko Waggon St. Margrethen, verzollt, bei Lieferung von Einzelwagen an die Industrie, bei Mindestmengen von 15 t.

### Der Gyrator, ein elektrisches Netzwerkelement (Fortsetzung)

Dieses Netzwerkelement hat die Eigenschaft, eine an die Ausgangsklemmen angeschlossene Impedanz  $Z$  in  $s^2/Z$  an den Eingangsklemmen umzuwandeln. Zwei ideale Gyrateure geben in Serie geschaltet einen idealen Transformator. Eine bemerkenswerte Eigenschaft hat die Zusammenschaltung nach Fig. 2a oder b. Es ist

$$u_1 = Ri_1 + (R - s)i_2$$

$$u_2 = (R + s)i_1 + Ri_2$$

Wählt man  $R = s$ , so wird die Eingangsimpedanz unabhängig vom Ausgangsstrom. Dies kommt der Feststellung gleich, dass die angegebene Schaltung vom Ausgang her nichts zum Eingang durchlässt. Der Gyrator ist auf Grund der gemachten Überlegungen rein theoretisch definiert worden, ohne dass nach der Möglichkeit seiner Realisierbarkeit gefragt worden

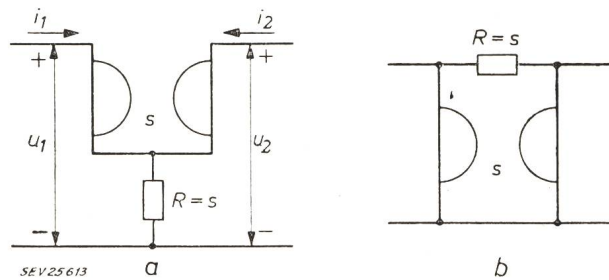


Fig. 2

Kombination eines Gyrateurs mit einem Widerstand

$s$  Gyrationswiderstand;  $R$  Ohmscher Widerstand

Weitere Bezeichnungen siehe im Text

wäre. In der Zwischenzeit hat man aber mit Ferriten Vierpole realisiert, welche die genannte Eigenschaft besitzen.

G. Wohler

## Miscellanea

### Persönliches und Firmen

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht)

**Generaldirektion der PTT, Bern.** J. Kaufmann, Mitglied des SEV seit 1944, zurzeit Vizedirektor der TT-Abteilung, wurde zum Chef der Forschungs- und Versuchsanstalt der PTT gewählt.

**Kriegstechnische Abteilung des EMD, Bern.** C. Lüthy, Mitglied des SEV seit 1947, Mitglied der Unterkommission 40-2, HF-Übertragungsleitungen und Zubehör, bisher Ingenieur I der Kriegstechnischen Abteilung, wurde zum II. Sektionschef dieser Abteilung befördert.

**Telephondirektion Thun, Thun.** W. Küber, zurzeit technischer Inspektor bei der Generaldirektion der PTT, wurde zum Telephondirektor von Thun gewählt.

**Sprecher und Schuh A.-G., Aarau.** Die Firma hat im Zuge einer organisatorischen Änderung drei weitgehend selbständige Fabriken geschaffen, wovon jede neben den Werkstätten die entsprechenden technischen Abteilungen umfasst<sup>1)</sup>. Direktor E. Scherb, Mitglied des SEV seit 1940, hat die Leitung der Niederspannungsfabrik und der Schalttafelabrik übernommen, während A. W. Roth, Mitglied des SEV seit

<sup>1)</sup> Vgl. Bull. SEV Bd. 48(1957), Nr. 23, S. 1077...1078.

## Energiewirtschaft der SBB im 2. Quartal 1957

620.9 : 621.33(494)

Erzeugung und Verbrauch	2. Quartal (April—Mai—Juni)					
	1957			1956		
	GWh	in % des Totals	in % des Gesamttotals	GWh	in % des Totals	in % des Gesamttotals
<b>A. Erzeugung der SBB-Kraftwerke</b>						
Kraftwerke Amsteg, Ritom, Vernayaz, Barberine, Massaboden sowie Nebenkraftwerke Göschenen und Trient						
Total der erzeugten Energie ... ..	207,8		70,8	175,6		61,8
<b>B. Bezogene Energie</b>						
a) von den Gemeinschaftswerken Etzel und Rapperswil-Auenstein ... ..	52,7	61,3	17,9	65,9	60,8	23,2
b) von fremden Kraftwerken (Miéville, Mühleberg, Spiez, Gösgen, Lungernsee, Seebach und Küblis)	33,1	38,7	11,3	42,5	39,2	15,0
Total der bezogenen Energie ... ..	85,8	100,0	29,2	108,4	100,0	38,2
Gesamttotal der erzeugten und der bezogenen Energie (A + B) ... ..	293,6		100,0	284,0		100,0
<b>C. Verbrauch</b>						
a) für den Bahnbetrieb ... ..	236,7 <sup>1)</sup>	80,6		225,4	79,5	
b) Eigenverbrauch sowie Übertragungsverluste ...	40,4	13,8		36,5	12,8	
c) Abgabe an Dritte ... ..	9,5	3,2		10,0	3,5	
d) Abgabe von Überschussenergie ... ..	7,0	2,4		12,1	4,2	
Total des Verbrauches (C) ... ..	293,6	100,0		284,0	100,0	

<sup>1)</sup> Der Mehrverbrauch von 11,0 GWh gegenüber dem Vorjahr entspricht einer Zunahme von 5,0%, die auf den Personen- und Güterverkehrszuwachs sowie auf die vermehrte Benützung der elektrischen Zugheizung zurückzuführen ist. Dies war vor allem im Mai mit seinen ungewöhnlich tiefen Temperaturen der Fall.

1950, die Leitung der Hochspannungsfabrik übertragen wurde. Dieser wurde gleichzeitig zum Vize-Direktor befördert.

Escher Wyss A.-G., Zürich. Zu Oberingenieuren wurden ernannt G. Burkhard, R. Hohl, N. Meystre und Dr. W. Spillmann.

Electravia S. A., Genf. Diese neu gegründete Gesellschaft hat die Einrichtungen der Service-Station und der Verkaufsabteilung der Lear S. A. auf dem Flughafen Genf-Cointrin erworben. Ferner übernimmt sie, ausser dem Verkauf von elektronischen Mess- und Kontrollapparaten der Firma Lear, auch den Vertrieb anderer Markengeräte für Luftfahrt und Industrie. Für den Verkauf zeichnen der Leiter E. Koessler als Prokurist und sein Assistent J.-J. Péclard als Handlungsbevollmächtigter. Für den technischen Dienst ist H. Fayet, Prokurist, verantwortlich.

Radium-Elektrizitäts-Gesellschaft mbH, Wipperfürth (Deutschland). Direktor Eugen Kersting, Mitinhaber der Firma, wurde von der Bergakademie Clausthal zum Doktor-Ingenieur Ehren halber ernannt «in Anerkennung seiner Verdienste um die Metallurgie und die Verarbeitung von Wolfram und Molybdän».

### Kleine Mitteilungen

Jahrestagung der Lichttechnischen Gesellschaft, Deutschland. Die nächste Jahrestagung der Lichttechnischen Gesellschaft e. V. (LiTG) findet vom 19. bis 22. März 1958 in Mannheim statt. Neben einem Festvortrag, betitelt «Ein Blick hinter die Kulissen» (im neuen Mannheimer Nationaltheater), sind etwa 20 Fachvorträge über folgende Gebiete vorgesehen:

Elektrolumineszenz, Kinoprojektion, lichttechnische Probleme des Fernsehens, Licht bei der Pflanzenzucht, Kunst-

stoffe in der Lichttechnik, neuere Beleuchtungsgläser, Bewertung der Tagesbeleuchtung, Blendungsbewertung, Verkehrsbeleuchtung u. a.

Ein Festabend mit künstlerischen Darbietungen und verschiedene Exkursionen sind ebenfalls vorgesehen.

Monthly Bibliographical Bulletin on Computers. Das «Bureau of Technical Information», London, gibt ein neues Dokumentationsbulletin für das Gebiet der Rechengeräte heraus. Das Bulletin erscheint monatlich und enthält eine möglichst vollständige Rundschau über alle Bücher, Artikel, Patente, Berichte, Firmendruckschriften, Kongresse und Ausstellungen, welche Rechengeräte betreffen. Das Jahresabonnement beträgt £ 6.6.0. Anfragen sind zu richten an: The Bureau of Technical Information, Iota Services Ltd., 38 Farringdon Street, London E. C. 4.

E. R. A. Weekly Abstracts Lists. Die bisher nur für Mitglieder der Electrical Research Association (E. R. A.), England, erhältlichen «E. R. A. Weekly Abstracts Lists» werden jetzt auf Abonnementsbasis allen Interessenten zugänglich gemacht. Diese Listen enthalten durchschnittlich 30 Zusammenfassungen pro Woche aus etwa 400 technischen Zeitschriften und anderen Veröffentlichungen. Das Jahresabonnement beträgt £ 5.5.0. Anfragen sind zu richten an: The Electrical Research Association, Thorncroft Manor, Dorting Road, Leatherhead (Surrey), England.

### Weltausstellung Brüssel 1958

Die Weltausstellung, die von April bis Oktober 1958 ihre Tore geöffnet hält, und an der 51 Länder teilnehmen, wird während ihrer Dauer Brüssel zum internationalen Brennpunkt wissenschaftlicher Tätigkeit erheben. So wird der Ausschuss

für Post- und Fernmeldewesen der Brüsseler Weltausstellung 1958 eine internationale Tagung veranstalten, die dem Thema «Physik der festen Körper und ihre Anwendungen im Gebiet der Elektronik und der Fernmeldetechnik» gewidmet ist. Diese Tagung wird in den Räumen der Freien Universität Brüssel vom 2. bis 7. Juni 1958 stattfinden.

Folgende drei Hauptthemen werden im Laufe der Tagung behandelt werden: Halbleiter — Magnetische Stoffe — Licht- und leuchttempefindliche Stoffe.

Sachbearbeiter, die in den nachfolgenden Sondergebieten eine Abhandlung zu unterbreiten wünschen, sind gebeten, sich möglichst umgehend an die Veranstalter der Tagung zu wenden:

- *Herstellung von Halbleitern und deren Eigenschaften.*  
Der durch Unvollkommenheiten in der Beschaffung der Kristalle bedingte Einfluss auf die Eigenschaften von Halbleitern (Dioden, Transistoren u. a.); ihre Anwendungsgebiete.
- *Ferrite, hexagonale Oxyde und andere magnetische Stoffe,* deren magnetische Eigenschaften, Supraleitfähigkeit, magnetische Verstärker, Umschalter, Mikrowellenapparate, Masers, und ihre Anwendungsmöglichkeiten.
- *Strahlenempfindliche Materialien,* Leuchtstoffe, elektro-leuchtende Stoffe, Infrarotgeräte, Lichtverstärker, Bildverstärker usw.

Den Vorrang werden solche Abhandlungen haben, die von grundlegenden Forschungen im Zusammenhang mit Anwendungen auf den Gebieten der Elektronik und des Fernmeldewesens berichten, oder auch solche, die die Weiterentwicklung von Apparaten und Methoden, die auf neuesten Fortschritten und Erkenntnissen auf diesem Gebiet beruhen, beschreiben. Die Titel der Abhandlungen müssen bis zum 1. Januar 1958 den Veranstaltern der Tagung bekannt gegeben werden und deren Zusammenfassungen, etwa 500 Worte, müssen vor dem 1. März 1958 eingereicht werden. Die offiziellen Sprachen des Kongresses sind Deutsch, Englisch und Französisch.

Anfragen sind zu richten an: Secrétaire Général de la Société Belge de Physique, 18, route de Philippeville, Lovreval, Belgien.

## 50 Jahre Therma

Am 18. Oktober 1957 feierte die Therma A.-G. in Schwanden ihr 50jähriges Bestehen. Sie ist eines der bedeutendsten schweizerischen Unternehmen in der Fabrikation elektrothermischer Apparate. Die Zahl der Angestellten und Arbeiter beträgt rund 1000; davon sind 100 Personen in den Niederlassungen tätig, die sich in allen grösseren Städten der Schweiz befinden. Die Zahl der im Gebrauch stehenden grossen und kleinen Therma-Apparate wird auf 4 Millionen geschätzt.

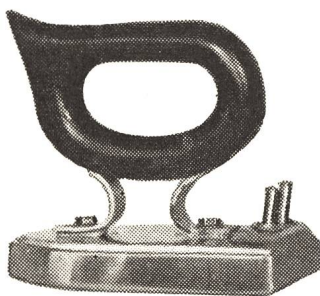


Fig. 1

### 50 Jahre Therma-Bügeleisen

rechts: automatisches Reglereisen, Modell 1957

links: Bügeleisen aus dem Jahre 1907



### Fabrikationsprogramm

Das Fabrikationsprogramm der Therma A.-G. umfasst die mannigfaltigsten Anwendungen der elektrothermischen Technik, vom Kleinapparat bis zur Grossküche und Kühlanlage. Bekannt sind unter den Kleinapparaten vorab die Bügeleisen und Reglereisen mit automatischem Temperaturregler, Kocher mit Temperaturbegrenzer oder mit Temperatursicherung, Filter-Kaffeemaschinen und Brotröster. An elektrischen Kochherden besteht eine grosse Auswahl, von der einfachen Kochstelle bis zum Herrschaftsherd mit vier feinregulierbaren Kochplatten, Fischplatte und Grillrost sowie ein bis zwei

Backöfen mit automatischer Temperaturregulierung, die auf Wunsch auch mit Infrarot-Grill ausgestattet werden.

An Heizapparaten werden in der Therma Kaminstrahler, Schnellheizer, Wand- und Rippenöfen gebaut. Heisswasserspeicher werden in mehreren Grössen als Wandheisswasserspeicher mit einer Fassungskraft von 8 bis 150 l und als Stehheisswasserspeicher bis zu 5000 l Inhalt hergestellt. Der Therma-Haushalt-Kühlschrank wird in zwei Ausführungen mit 120 und 180 l Inhalt angeboten.

Das Fabrikationsprogramm der Therma erstreckt sich auch auf Gross- und Spezialapparate aller Art, die besonders in der elektrischen Grossküche als Restaurations- und Hotelherde mit runden und viereckigen Kochplatten, Bratpfannen, Kippkessel, Standkessel, Brat- und Patisserieöfen, Wärmeschränke u. a. m. Anwendung finden. Der Lebensmittelbranche dienen Koch- und Kühleinrichtungen; auch Industrie, Wissenschaft und Landwirtschaft bedienen sich immer mehr der künstlichen Kälte, für welche die Therma eine Vielfalt von Apparaten und Anlagen herstellt.

### Fabrikrundgang

Ein Rundgang durch die Fabrikanlagen lässt erkennen, dass im Laufe der letzten Jahre offensichtlich grosse Investitionen vorgenommen wurden, um durch bauliche Anpassungen, Maschinenanschaffungen und entsprechende Organisation der Fabrikationsabläufe den Betrieb leistungsfähig zu erhalten. Dies fällt besonders auf beim Betreten der grossen, ca. 200 m langen Maschinenhalle für die Bestandteil-Fabrikation.

Der Beschaffenheit ihrer Apparatekonstruktionen entsprechend ist die Therma speziell für die Bearbeitung, d. h. für die Verformung von Blechteilen, eingerichtet. Eine Ausnahme bildet die Abteilung für die Bearbeitung der Bestandteile für Kältekompressoren. Hier sieht man die in der Schweiz üblichen Metallbearbeitungsverfahren für hohe Präzision (Toleranz  $\pm 5$  Tausendstel mm).

Mit der gleichen Zielsetzung sind die Montageabteilungen organisiert, wo Haushaltapparate, insbesondere Bügeleisen und Kaffeemaschinen, elektrische Schnellheizöfen, Kochherde, Warmwasserboiler und Kühlschränke in Serien auf Montagebändern zusammengestellt werden. Ein breiter Raum wird durch die Fabrikation und den Zusammenbau moderner Küchenkombinationen eingenommen.

Die Bearbeitung der Kompressoren, Elemente und Aggregate für Kühlanlagen erfolgt in besonderen Betriebsabteilungen, während das Werk Au ausschliesslich als Spezialwerkstätte für Grossküchenapparate eingerichtet ist.

Als Hilfsbetriebe verdienen die Phosphatieranlagen, die Malerei und Spritzlackiererei, die galvanische Abteilung für die Vernicklung und die Verchromung, sowie das Emaillierwerk, in welchem 4 Emaillieröfen in Betrieb stehen, besondere Erwähnung.

Der Forschung und Entwicklung dient ein physikalisches Laboratorium, das gegenwärtig vergrösserte Arbeitsräume bezieht. Darin wird auf dem Gebiet der elektrischen Wärme und Kühlung, sowie neuerdings auch der Hochfrequenz, bemerkenswerte Arbeit geleistet.

Im Laboratorium wurde den Jubiläumsgästen die Versuchsanlage des ersten schweizerischen *Elektronenherdes* demonstriert. Er entstand in Zusammenarbeit mit der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, die die Senderöhre entwickelt hat. Die hochfrequente Schwingungsenergie (mit einer Wellenlänge von 12 cm) wird von der Röhre über einen Wellen-

leiter in den Kochraum geführt, der einem Backofen ähnlich sieht. Im sog. dielektrischen Verfahren setzt sich hier hochfrequente Schwingungsenergie in Wärme um. Der Ofen selbst bleibt kalt; die Wände aus Aluminiumblech reflektieren die Kurzwellen, erwärmen sich daher nicht; dagegen erwärmt sich einzig das Kochgut in der Mitte. Es entsteht auch praktisch keine Abfallwärme. Die Erhitzung des Kochguts erfolgt sofort nach dem Einschalten des dielektrischen Feldes.

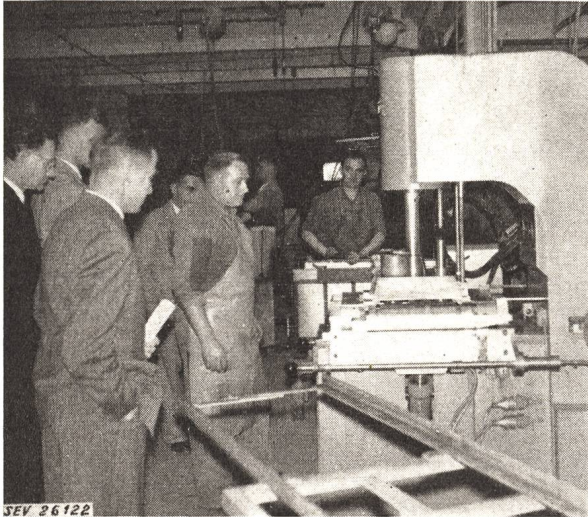


Fig. 2  
Blechbearbeitung

Die Vorteile, die eine solche Anlage bietet, sind in erster Linie in der Verkürzung der Kochzeit auf  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{10}$  der normalen, also auf Sekunden oder wenige Minuten zu erblicken; diese Dauer erhöht sich nur dort etwas, wo ausgesprochen trockenes Kochgut zu erwärmen ist. Der Elektronenherd bringt eine ausserordentlich grosse Mengenleistung zustande. Er dürfte sich in erster Linie dort am besten eignen, wo zahlreiche Mahlzeiten in kurzer Frist zubereitet werden müssen, z. B. in Grossrestaurants.

Eine Besonderheit des Kochens mit dielektrischer Wärme liegt darin, dass die Wärme im Kochgut selber erzeugt wird. Die Schnelligkeit, mit der die Erhitzung sich vollzieht, bedeutet auch äusserste Schonung der im Kochgut enthaltenen Vitamine. Weder Anbrennen noch Anbraten sind möglich; was die besondere Eignung des Elektronenherdes für die Diätküche ausmacht.

Die Versuchsanlage der Therna leistet im jetzigen Zustand 300...400 W hochfrequenter Energie. In Vorbereitung befinden sich jedoch Röhren, die 1 kW und mehr Leistung ergeben.

#### Wie die Therna entstand

Der Standort Schwanden muss allein aus der Tatsache erklärt werden, dass die Therna hier im Jahre 1907 gegründet wurde.

Der Gründer, *Samuel Blumer*, wurde als Bürger von Schwanden 1881 geboren. Er stammte aus einfachen Verhältnissen. Schon mit sechzehn Jahren musste er im elterlichen Nähmaschinen- und Fahrradgeschäft den früh verstorbenen Vater ersetzen. Ein Buch über Elektrotechnik stillte seinen ersten Wissensdurst. Bald verstand er es, ohne weitere Anleitung eine alte Dynamomaschine zu installieren und mit deren

Hilfe eine zur elterlichen Liegenschaft gehörende Wasserkraft auszunützen und selber Elektrizität zu erzeugen. Er bastelte an Bügeleisen, Réchauds und Kochgefässen, die immer besser funktionierten.

Sein Onkel Niklaus Zweifel, der in Diesbach an der Klausenstrasse ein Hotel betrieb, liess ihm Geld, so dass er 1904 in Schwanden — im Alter von 23 Jahren — eine kleine Fabrik eröffnen konnte. Diese stellte für die übrigen Fabrikanten ähnlicher Artikel bald eine ernsthafte Konkurrenz dar. Das Geschäft musste auf eine breitere Grundlage gestellt werden. Daher wurde im Jahre 1907 eine Aktiengesellschaft mit einem Kapital von einer Viertelmillion Franken gegründet. (Das Kapital beläuft sich heute auf 6 Millionen Franken.) Der Ortsgeistliche prägte den aus dem griechischen Wortstamm «therm» abgeleiteten Namen «Therna», der dann bald zu einer weltbekannten Marke und zu einem Begriff werden sollte.

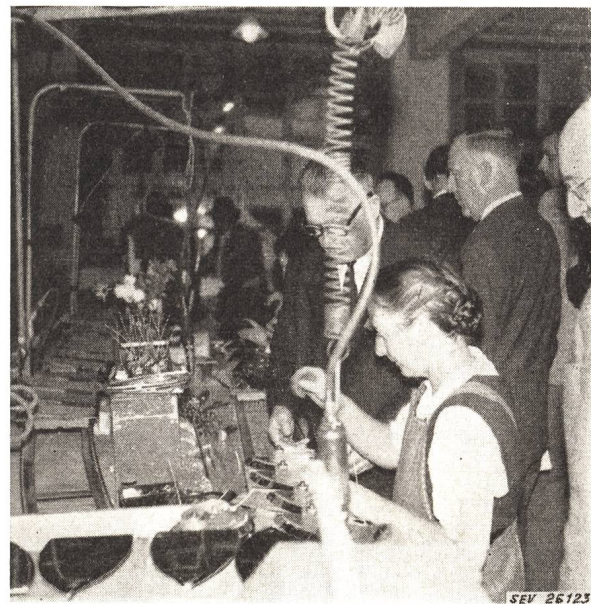


Fig. 3  
Montage von Bügeleisen

Samuel Blumer, der seit einer Reihe von Jahren den wohlverdienten Ruhestand geniesst, verfolgt den Lauf der Welt und auch die Entwicklung seines Lebenswerkes aus nächster Nähe mit wachem Auge.

#### Die menschliche und soziale Seite

Für ein gutes, fruchtbares Verhältnis zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmern in der Therna hat schon der Gründer, Samuel Blumer, gesorgt, und seine Nachfolger haben diese Tradition stets aufrecht erhalten. Im Jahre 1918 entstand ein Arbeiterverein, aus dem sich 1939 die Arbeiterkommission entwickelte. Die Regelung von Lohn und Ferien erfolgt nach den Grundsätzen des Friedensabkommens in der Metall- und Uhren-Industrie.

Von sozialen Werken ist die 1917 gegründete Hilfskasse zu nennen, der 1938 eine Spar- und Todesfallversicherung an die Seite trat. Die 1913 gegründete, in dem modernen Neubau, im «Erlenhof» untergebrachte Kantine dient zugleich als Demonstrationsobjekt und Musterbetrieb einer Grossküche. Sh.

## Literatur — Bibliographie

517.63 : 621-53

Nr. 11 302

**Die Laplace-Transformation und ihre Anwendung in der Regelungstechnik.** Vorträge, gehalten an der 1. Tagung des Fachausschusses Regelungsmathematik der Gesellschaft für angewandte Mathematik und Mechanik in Essen vom 6. bis 8. Oktober 1954, zusammengest. von *R. Herschel*.

München, Oldenbourg, 1955; 8°, 142 S., 71 Fig., Tab. — Beihefte zur Regelungstechnik. — Preis: geb. DM 12.80; für Bezieher der «Regelungstechnik» und Mitgl. der Gesellschaft f. angew. Math. und Mechanik DM 10.40.

Das Buch enthält 12 Beiträge über die regeltechnischen Anwendungen der Laplace-Transformation und wendet sich

somit an den mit der Regelungstechnik vertrauten Leser.

Der erste Beitrag von *W. Oppelt* ist eine Einführung in die Ableitung der Gleichungen eines Regelvorganges aus dem technischen Aufbau einer Regelanlage. Als Beispiel wird die Spannungsregelung einer Gleichstrommaschine behandelt. Der nächste Beitrag von *G. Doetsch* stellt eine ausgezeichnete, im knappen aber klaren Stil verfasste Einführung in die Laplace-Transformation dar.

Die folgenden drei Beiträge von *R. Herschel*, *H. Schottländer* und *J. Dörr* sind dem Einüben der Laplace-Transformation anhand eines Beispiels gewidmet. Als Beispiel wird die von *Oppelt* behandelte Spannungsregelung einer Gleichstrommaschine verwendet. Der erste der drei Beiträge behandelt einzelne Gleichungen, der zweite Systeme von Gleichungen und der dritte passt das bisher untersuchte System mehr der Wirklichkeit an, indem ein weiterer Parameter berücksichtigt wird.

Im Beitrag von *A. Leonhard* wird die Anwendung der Frequenzgangdarstellung behandelt, gezeigt an einem Beispiel eines Regelvorganges. Der Autor zeigt, wie auch aus experimentell aufgenommenen Frequenzgängen mit Hilfe von graphischen Verfahren das Einschwingverhalten untersucht werden kann. Sodann geht *O. Schäfer* auf einen besonderen Vorteil der Laplace-Transformation ein, nämlich dass die Anfangsbedingungen schon in den Lösungsansatz eingebaut werden, während bei der klassischen Methode der Differentialgleichungen erst die allgemeine Lösung gefunden und diese den Anfangsbedingungen angepasst werden muss.

Im nächsten Beitrag behandelt *K. Kämpfmüller* Regelvorgänge mit Laufzeit. Als Beispiel nimmt er ein Regelsystem, dessen Übergangsfunktion nach einer endlichen Laufzeit nach einem Potenzgesetz entsprechend ansteigt und untersucht seine Eigenschaften in bezug auf Stabilität, dynamischer Regelfehler und Einschwingverhalten.

Im Beitrag von *R. C. Oldenbourg* wird das Beispiel von *Oppelt* wieder behandelt, aber diesmal wird eine Nichtlinearität in den Regelkreis eingeführt. Sodann folgt ein Beitrag von *H. F. Schwenkhagen*, «Zur anschaulichen Deutung der Laplace-Transformation».

Im letzten Beitrag von *J. Peters* wird das Beispiel der Spannungsregelung einer Gleichstrommaschine in noch allgemeinerer Form behandelt, indem es vom Nachrichtentechnischen Standpunkt aus betrachtet wird. Der Autor zeigt, wie die mathematischen Methoden der Regelungstechnik und die der Nachrichtentechnik mit Hilfe der Laplace-Transformation ineinander überführbar sind. *R. Shah*

681.142-523.8

Nr. 90 048,4

**Elektronische Rechenmaschinen und Informationsverarbeitung.** = Electronic Digital Computing and Information Processing. Braunschweig, Vieweg, 1956; 4°, VIII, 229 S., Fig., Tab. — Nachrichtentechnische Fachberichte, Beihefte der NTZ, Bd. 4 — Preis: brosch. DM 26.—

Der 4. Band der «Nachrichtentechnischen Fachberichte» ist eine Sammlung von Vorträgen, welche an der internationalen Fachtagung «Elektronische Rechenmaschinen und Informationsverarbeitung» (Darmstadt, Oktober 1955) gehalten wurden. Die Niederschriften sind in der Sprache des betreffenden Vortrages abgefasst (deutsch, englisch oder französisch); zudem ist jedem Bericht eine anderssprachige Zusammenfassung beigegeben.

Das Buch bietet eine äusserst vielseitige Übersicht über den derzeitigen Stand der Wissenschaft, es soll jedoch keine elementare Einführung in das Gebiet der elektronischen Rechenautomaten sein. Behandelt werden ausschliesslich die digitalen (d. h. ziffernmässig arbeitenden) Geräte.

In den 7 Hauptvorträgen wird von berufenen Leuten die Bilanz aus der 10jährigen Erfahrung mit Rechenautomaten gezogen und ein Blick auf die Zukunft geworfen. Dabei kommen verschiedene Gesichtspunkte zur Geltung: Der ständig wachsende Umfang der mathematischen Probleme; das Gebiet der Datenverarbeitung; kritische Betrachtung der verschiedenen Schaltelemente; Ein- und Ausgabemedien; der Wunsch nach Massnahmen, welche das Programmieren erleichtern; Auswirkungen der Rechenautomaten auf die numerische Mathematik.

57 Kurzvorträge berichten über Entwicklungen an Hochschulen und in der Industrie aus aller Welt und sind wie folgt

zu Gruppen zusammengefasst: Rechenautomaten-Entwicklungen; Bauelemente, Schaltkreis- und Speichertechnik; Programmieren; Numerische Mathematik; Spezielle Fragen und Abstrakte Schaltkreistheorie. *P. Läubli*

621.398

Nr. 90 048,7

**Fernwirktechnik.** Braunschweig, Vieweg, 1957; 4°, II, 34 S., 65 Fig. — Nachrichtentechnische Fachberichte, Beihefte der NTZ, Bd. 7 — Preis: brosch. DM 6.—

Band 7 der Nachrichtentechnischen Fachberichte ist der Fernwirktechnik gewidmet und umfasst 7 Fachberichte der Nachrichtentechnischen Fachgesellschaft im VDE, welche im Rahmen der 49. VDE-Hauptversammlung vom 9. bis 15. September 1956 in Frankfurt a. M. gehalten wurden. *A. Dennhardt* beleuchtet einleitend den Aufgabenbereich der Fernwirktechnik in der Elektrizitätsversorgung, um anschliessend unter Berücksichtigung der kontinuierlichen und diskontinuierlichen Verfahren die Systematik der Anwendung im Verbundbetrieb und der Energieverteilung, sowie die Grenzen dieser Technik, aufzuzeigen. Drei Aufsätze von *F. Braun* und *H. Lautenschach* und *F. v. Grundherr* geben Beispiele praktischer Anwendung der Fernwirktechnik in Wasserkraftanlagen. Ein Beitrag von *K. Thalhofer* zeigt, wie andersartig die fernwirktechnischen Aufgaben in der Gasversorgung gelagert sind, mit Rücksicht auf das im Gegensatz zur Elektrizität trägheitsbehaftete Medium. Ein grundverschiedenes Anwendungsgebiet, dasjenige der Streckensicherung und Gleisbildstellwerke bei der Deutschen Bundesbahn behandeln die Aufsätze von *W. Schmitz* und *V. F. Kümmell*.

Das Heft gibt einen guten Überblick über den derzeitigen Stand der Fernwirktechnik in Deutschland, die nach dem Zusammenbruch von 1945 heute das technische Niveau anderer Länder wieder erreicht hat. *A. de Quervain*

656.2 (∞)

625.1 (∞)

Nr. 90 051,1956

**World Railways 1956—57.** A worldwide survey of railway operation and equipment. Ed. and compiled by *Henry Sampson*. London, Sampson Low, 4th ed. 1956; 4°, X, 502 p., fig., tab., maps — Price: cloth £ 4.4.—

Das in erster Linie als grossangelegtes Nachschlagewerk gedachte Handbuch gliedert sich in folgende 3 Hauptabschnitte: Der erste (Locomotive and rolling stock builders) enthält die Konstruktionsfirmen für Eisenbahnfahrzeuge in Europa, Nordamerika (Canada und USA), Asien (Japan) und Australien, wobei diese ihre Beiträge begreiflicherweise nicht einheitlich und nicht gleich ausführlich gehalten haben. Diese Beiträge sind illustriert. Dann folgt der grösste Abschnitt des Buches mit dem Titel «Railway Systems», aufgeteilt nach Europa, Nordamerika (Canada, Mexico, USA), Zentral- und Südamerika, Afrika, Asien und Australien. Jeder dieser Unterabschnitte beginnt mit einer tabellarischen Zusammenstellung mit den üblichen statistischen Daten der einzelnen Bahnverwaltungen (staatlichen und privaten) in den einzelnen Ländern, dann folgen illustrierte Beiträge, wobei Bilder des Rollmaterials dominieren. Eine gewisse Doppelspurigkeit mit dem ersten Abschnitt ist damit allerdings unvermeidbar geworden. Dann folgt ein gleichfalls reich illustrierter Abschnitt über Dieselmotoren für Bahnfahrzeuge, den wieder die Lieferfirmen in den verschiedenen Ländern beigezeichnet haben, und zum Schluss folgt je ein sehr kurz gehaltener Abschnitt über die Verwendung des Radios in der heutigen Eisenbahnpraxis, über Leichtgewichtsfahrzeuge, über die Fortschritte in der Verwendung geschweisster Schienen grosser Länge und deren Befestigung und schliesslich über maschinellen Geleiseunterhalt. Das Werk enthält eine Fülle von Material, das sonst nur zerstreut zu finden ist, und kann als Nachschlagewerk bestens empfohlen werden. *K. Sachs*

621.313.045 : 621.313.061

Nr. 122 003

**76 Wicklungs-Schaltbilder.** Ausg. B. Von *Fritz Raskop*. Berlin, Cram, 1957; 4°quer, 28 Bl. mit Fig. u. 8 S. Text in Mappe — Preis: DM 32.—

Die vorliegende Sammlung von Wicklungs- und Schalt-schemata umfasst meistens Anordnungen mit irgend einer

kleinen Abweichung vom bekannten Normalfall, der wohl in der vorangehenden Ausgabe A genügend behandelt ist. Neben den Wicklungsschemata sind einige Blätter eingelegt, in denen nur die Verbindungen der Polspulen schematisch dargestellt sind.

Schaltbilder 1...6 zeigen Einphasenwicklungen mit den verschiedenen Aufteilungen für Haupt- und Hilfsphase. Die Bilder 7...30 und 45...58 befassen sich mit den Drehstrombruchlochwicklungen und geben für einige Nuten- und Polzahlen die geeigneten Wicklungsschemata. Hier ist zu bemerken, dass Blatt 13/14 zwei sehr gefährliche Wicklungen darstellt, indem der Winkel zwischen den drei Resultierenden der Phasen vom richtigen Wert  $120^\circ$ el. wesentlich abweicht und Ausgleichströme geben muss. Derartige Wicklungen

dürften wohl nur bei ganz kleinen Maschinen in Frage kommen.

Die Schaltbilder 63...68 zeigen Wicklungen für polumschaltbare Motoren, wobei neben der üblichen Dahlanderschaltung für das Polzahlverhältnis 1 : 2 auch der seltene Fall von Wicklungen für 4 und 6 Pole, sowie 2, 4, 6 und 8 Pole behandelt ist. Die Bilder 71...76 zeigen Wicklungsschemata für Gleichstrom mit Reihen-Parallel-, d. h. doppelter Wellenwicklung für 2 Spulenseiten pro Nut.

Die klare, geschickte Darstellung der Wicklungsschemata lässt auch den, der Wicklungsgesetze Unkundigen brauchbare Wicklungen entwerfen; die Tabellen werden in den Wicklereiwerkstätten sicher von grossem Nutzen sein. E. Dünner

## Mitteilungen aus den Technischen Prüfanstalten des SEV

### Schutz-, Betriebs- und Sondererdungen als Schutzmassnahmen in den elektrischen Erzeugungs- und Verteilanlagen

Mitgeteilt vom Starkstrominspektorat (D. Brentani)

621.316.99  
Seit der Publikation des Artikels über die «Schutz-, Betriebs- und Sondererdungen als Schutzmassnahmen in den elektrischen Erzeugungs- und Verteilanlagen» im Bulletin des SEV Bd. 39(1948), Nr. 3, S. 65...71, wurden dem Starkstrominspektorat verschiedene Anfragen zugestellt, die sich insbesondere auf die Ausführung der Sondererdung gemäss Abschnitt 1c dieser Veröffentlichung beziehen und auf die Forderung, die im Art. 18 der Starkstromverordnung (St. V.) über die Anwendung einer Prüfspannung von 4000 Volt für die Isolation gegenüber der Schutzerdung der Niederspannungsanlageteile im Bereiche von Hochspannungsanlagen enthalten ist.

Am Schlusse des Abschnitts 1c der erwähnten Publikation ist der Fall von Industrieanlagen besprochen, für welche die Transformatorenstation im Fabrikgebäude untergebracht ist. In diesen Fällen wird allgemein als gemeinsame Erdelektrode für die Schutz- und Betriebserdung, sowie für die Sondererdung ein vorhandenes, ausgedehntes Wasserleitungsnetz benützt, sofern ihr Erdungswiderstand, gemäss Art. 21, Ziffer 1 der St. V. *dauernd kleiner* als  $2 \Omega$  ist. Eine zweite Bedingung ist die, dass die Erdleitung für die allgemeine Schutz- und Betriebserdung *getrennt* von der Erdleitung für die Sondererdung an einer anderen Stelle an der Hauptwasserleitung angeschlossen werden muss. Ein Abstand von mindestens 2 m zwischen den Anschlussbriden der Erdleitungen an die gemeinsame Wasserleitung, ist notwendig. Trotz dem Anschliessen der beiden Erdleitungen an die gleiche Erdelektrode ist diejenige für die Sondererdung bis zu ihrer Anschlußstelle an die Wasserleitung für eine Prüfspannung von mindestens 4000 V isoliert auszuführen.

Im allgemeinen wird für diese Erdleitung ein isoliertes Einleiterkabel verwendet. Kunststoffisolation wie Sucoten oder Polyäthylen ist zulässig, sofern das im Erdboden verlegte Kabel gegen mechanische Beschädigungen geschützt ist.

Nun ist aber auch die Frage der Isolation gegen Erde der im Niederspannungsstromkreis enthaltenen Apparate und Messinstrumente in diesem besonderen Fall zu erörtern, und zwar im Hinblick darauf, dass für den Anschluss der Erdleitung sowohl für die allgemeine Schutz- und Betriebserdung als auch für die Sondererdung, ein gemeinsames Wasserleitungsnetz benützt wird.

Die Prüfspannung von Apparaten und Messinstrumenten für Niederspannungsnetze gegen ihre Gehäuse, beträgt im allgemeinen 2000 V. Nur spezielle Fabrikate werden für eine Prüfspannung von 4000 V gebaut. Aus diesem Grund ist in dem Abschnitt 1c der genannten Veröffentlichung erwähnt, dass alle Niederspannungsstromkreise und alle zugehörigen Apparate gegenüber den schutzgeerdeten Anlageteilen für 4000 V Prüfspannung isoliert werden müssen. Im Falle der Benützung einer gemeinsamen Erdelektrode, d. h. einer Wasserleitung, erscheint aber diese Forderung als zu weit gehend, und zwar aus folgenden Überlegungen.

Erfolgt von der Hochspannungsseite her ein Überschlag auf die Schutzerdung, so fliesst über die Erdung ein kapazitiver einpoliger Erdschlußstrom. Die vorliegende Betrachtung bezieht sich nur auf Hochspannungsnetze mit isoliertem Nullpunkt mittlerer Betriebsspannung (16 kV). Das Potential der Erdungsanlage (im vorliegenden Fall das der Wasserleitung) wird gegenüber dem Erdpotential um ein vielfaches gehoben und zwar um das Produkt: Erdungswiderstand der Wasserleitung in  $\Omega$  mal Erdschlußstrom in A. Dieses Potential gegenüber der Erde wird von der gemeinsamen Erdelektrode übernommen; es dehnt sich längs der Wasserleitung aus bis zu der Stelle, wo der nach Erde fließende Erdschlußstrom auf Null sinkt. Auf alle Fälle wird das Potential der Wasserleitung in einem Abstand von 2 m von der Erdungsstelle (Erdbride) der Erdleitung für die Betriebs- und Schutzerdung praktisch nur wenig verschieden sein vom maximalen Potential, auf welches die ausgedehnte Erdelektrode (Wasserleitungsnetz) gegenüber der Erde gebracht wird.

Der Nulleiter des Niederspannungsnetzes und mit ihm die Polleiter, sowie sämtliche an diesen angeschlossene Apparate, nehmen das gleiche Potential gegen Erde ein. Es besteht also zwischen dem an der Schutz- und Betriebserdung angeschlossenen Gehäuse der Niederspannungsapparate und deren Stromkreisen, die mit dem Nulleiter und den Polleitern verbunden sind, praktisch nur eine geringe Spannungsdifferenz, die zu allfälligen Überschlägen zwischen den Apparategehäusen und ihren Wicklungen nicht führen kann. Eine Prüfspannung von 2000 V erscheint demnach als ausreichend. Die Zulassung einer geringeren Prüfspannung als 4000 V für die Stromkreise der Niederspannungsmessinstrumente gegenüber ihren Gehäusen, die an der allgemeinen Schutz- und Betriebserdung angeschlossen sind, ist somit technisch begründet. Das Starkstrominspektorat hat sich demnach in allen Fällen, in denen für die Schutz- und Betriebserdung, sowie für die Sondererdung ein im Sinne des Art. 21, Ziffer 1 der St. V. ausgedehntes Wasserleitungsnetz benützt wird, mit einer zulässigen Prüfspannung von 2000 V für die im Bereiche der Hochspannungsanlage befindlichen Instrumente, deren Gehäuse mit dem Schutz- und Betriebserdungssystem der Anlage verbunden sind, einverstanden erklärt.

Gemäss Art. 23 der St. V. muss der *Erdungswiderstand jedes  $m^2$*  der nach Art. 22 minimal verlangten wirksamen Erdelektrodenoberfläche so klein sein, dass der einpolige Erdschlußstrom keine grössere Spannungsdifferenz als 50 V zwischen der Zuleitung zur Erdelektrode und der Erde hervorrufen kann. Die im Art. 22 erwähnte wirksame Oberfläche ist für die Schutz- und Betriebserdung *zusammenzurechnen*. Besteht in der Transformatorenstation nur eine *Schutzerdung*, so darf die Spannungsdifferenz zwischen der Erdelektrode der Schutzerdung und der Erde 100 V betragen (maximal zulässiger Erdungswiderstand der Schutzerdung 20  $\Omega$ ). In allen Fällen, wo ein ausgedehntes Wasserleitungsnetz für die Schutz-, Betriebs- und Sondererdung benützt werden darf, kann die auftretende Spannungsdifferenz zwischen der Wasserleitung und dem Erdpotential auf Grund folgender Faustregel *geschätzt* werden. Der einpolige, kapazitive Erdschlußstrom eines Freileitungsnetzes mit isoliertem Nullpunkt ergibt sich aus:

$$\text{Betriebsspannung in kV} \times \text{Leitungslänge in km}$$

300

Für Kabelnetze ist die mittels dieser Formel gerechnete Erdschlußstromstärke mit dem Faktor 25 zu multiplizieren.

Wir betrachten Erdungswiderstände von Wasserleitungen zwischen 0,5 und 2  $\Omega$ .

Die zugehörigen Werte des einpoligen Erdschlußstromes bei Schutz- und Betriebserdung, sowie die Länge von Freileitungs- und Kabelnetzen sind in Tabelle I angegeben.

*Erdschlußströme und Länge der Netze in Funktion des Erdungswiderstandes von Wasserleitungen*

Erdungswiderstände von Wasserleitungen		0,5	1	max. 2
		$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$
Maximal zulässiger einpoliger Erdschlußstrom bei Schutz- und Betriebserdung	A	100	50	25
Maximal zulässiger einpoliger Erdschlußstrom bei Schutz- und Betriebserdung allein	A	200	100	50
Länge eines 16-kV-Netzes mit isoliertem Nullpunkt bei Schutz- und Betriebserdung in der Transformatorstation	km	1870	935	462
Länge eines Hochspannungskabelnetzes bei Schutz- und Betriebserdung in der Transformatorstation	km	75	37	18

Demnach ist besonders bei Hochspannungsnetzen, die ausschliesslich aus Kabeln bestehen, darauf zu achten, dass eine sofortige Ausschaltung des mit einem einpoligen Erdschluss behafteten Polleiters des Hochspannungs-Netzes erfolgt. In den meisten praktischen Fällen tritt auch bei einer geringeren einpoligen Erdschlussstromstärke als 100 bzw. 200 A eine automatische Abschaltung der kranken Hochspannungsanlagenteile ein, aber es sind zahlreiche Fälle bekannt, in denen der einpolige Erdschlussstrom infolge der zu geringen Ausdehnung des Hochspannungsfreileitungsnetzes nicht genügt, um eine sofortige Abtrennung der fehlerhaften Leitung zu bewirken.

In diesen Fällen muss die im Art. 23 der St. V. minimal zugelassene Spannungsdifferenz von 50 bzw. 100 V zwischen der Erdungsanlage der Transformatorstation und der Erde strikte eingehalten werden. Die Benützung eines ausgedehnten Wasserleitungsnetzes mit höchstens 2  $\Omega$  Erdungswiderstand für den Anschluss der Betriebs- und Schutz- und der Sondererdung ist also nur zulässig, wenn der einpolige Erdschlussstrom des Hochspannungsnetzes kein höheres Potential zwischen der Wasserleitung und der Erde als 50 V bzw. 100 V hervorruft.

Ist im Niederspannungsverteilungsnetz die Nullung gemäss Art. 26 der St. V. als Schutzmassnahme eingeführt, so muss man in jedem Fall mit einer Erhöhung des Erdpotentials der Wasserleitung bis auf maximal 50 V rechnen, da die mit dem Nulleiter des Netzes verbundenen und geschützten Metallteile der Energieverbraucher dasselbe Potential wie das der Wasserleitung annehmen. Wird die maximal zulässige Spannungserhöhung der Erdelektrode (Wasserleitung) überschritten, so ist dafür zu sorgen, dass der Betriebszustand nicht länger als einige Sekunden (1...2 s) andauern kann (Ansprechen der Schutzrelais innert weniger Sekunden).

Es sei dabei bemerkt, dass die Ausdehnung des Potentials längs einer solchen Wasserleitung, d. h. die im Art. 13, Ziffer 2 der St. V. erwähnte «Ausdehnung des Wirkungsbereiches des Schutz- und Betriebserdungssystems», beschränkt und in erster Linie von der Grösse der die Erdungsanlage belastenden einpoligen Erdschlussstromstärke bedingt ist. Es ist praktisch unmöglich, über die Ausdehnung des Wirkungsbereiches (im vorliegenden Fall die Länge) auch nur eine approximative Zahl anzugeben, wenn Wasserleitungen als Erdelektroden benützt werden. Je verzweigter ein solches Wasserleitungsnetz ist, um so schwieriger wird eine rechnerische Erfassung dieses Problems sein. Versuche in dieser Richtung führen leichter zu annehmbaren Werten.

In Figur 1 ist das Erdungsschema einer einfachen Orts-transformatorstation dargestellt, deren Betriebs- und Schutz-erdleitung und die Sondererdleitung an ein gemeinsames Wasserleitungsnetz mit weniger als 2  $\Omega$  Erdungswiderstand angeschlossen sind.

Der Apparat 9 repräsentiert verschiedene Instrumente, z. B. Zähler, Schaltuhren, Voltmeter und dergleichen, deren Wicklungen gegenüber den Gehäusen mit einer Spannung von 2000 V geprüft sind. Bei einem Überschlag in E zwischen der Hochspannungsleitung und der Betriebs- und Schutz-erde fliesst über die Erdleitung und über eine gewisse Strecke der Wasserleitung der einpolige kapazitive Erdschlussstrom  $I_E$ . Der Wirkungsbereich der Schutz-erdung (Wasserleitung) wird sich bis zur Stelle ausdehnen, wo  $I_E = 0$  ist. Längs dieser Strecke wächst das Potential gegenüber der Erde von 0 bis auf das zulässige Maximum von (50 V (bzw. 100 V bei Schutz-erdung allein) im Hoch- und im

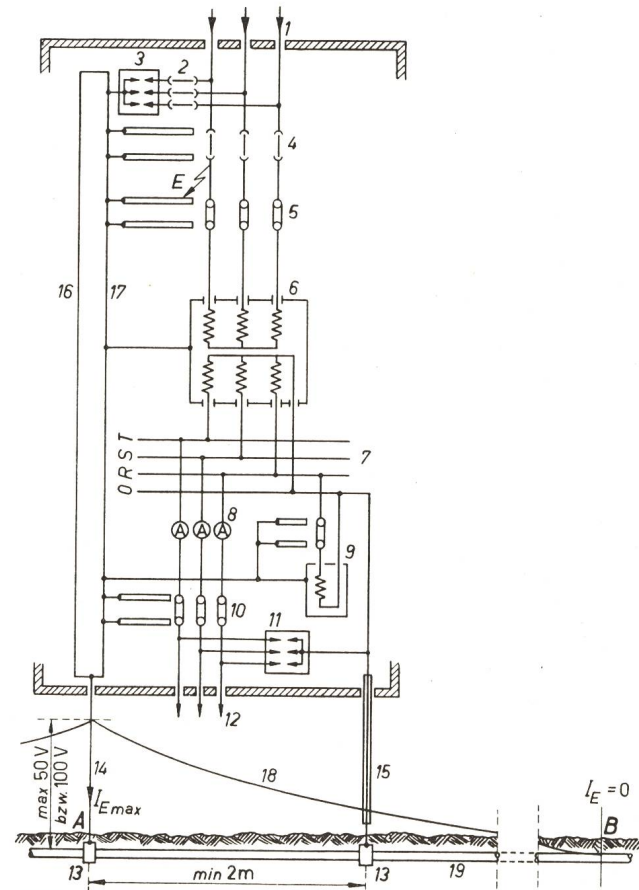


Fig. 1  
Erdungsanlage einer Ortstransformatorstation und Potentialverlauf Wasserleitung—Erde  
1 Hochspannungseinführung; 2, 4 Trenner; 3 Überspannungsschutz-Apparate; 5 Überstromschutz des Transformators; 6 Transformator; 7 Niederspannungs-Sammelschienen; 8, 9 Niederspannungs-Apparate; 10 Niederspannungs-Sicherungen; 11 Niederspannungs-Überspannungsapparate; 12 abgehende Niederspannungs-Stränge; 13 Erdbriden; 14 Erdleitung der Schutz- und Betriebserdungsanlage; 15 Erdleitung der Sondererdung, isoliert; 16, 17 Erdleitungen der Schutz- und Betriebserdungsanlage; 18 approximative Kurve des Potentialverlaufs längs der Wasserleitung; 19 Wasserleitung;  $I_E$  Erdschlussstrom; A—B Ausdehnung des Wirkungsbereiches der Erdungsanlage ausserhalb der Station; E Erdschluss, Überschlag von einem Polleiter auf Eisenträger

Niederspannungsnetz. Dieser Wert tritt an der Anschlussstelle der Erdleitung an die Wasserleitung auf. (Erdungsbride der Schutz- und Betriebserde.) In einem Abstand von 2 m befindet sich die Anschlussbride der Sondererdung. Der Nulleiter des Netzes nimmt ein Potential an, das kleiner als 50 V bzw. 100 V sein wird. Wenn in einem genullten Niederspannungsnetz der maximal zulässige Wert von 50 V überschritten wird, müssen die vor den Fehlerstellen in die Hochspannungszuleitung eingebauten Schutz- und Sicherungseinrichtungen innert einiger Sekunden ansprechen. Weist die Transformatorstation nur eine Schutz-erdung auf (wenn Überspannungsschutz-Apparate fehlen) und ist im Niederspannungsverteil-

netz die Schutzerdung (§ 17 der HV) eingeführt, so darf die maximale Potentialerhöhung an der Bride Pos. 13 bis auf 100 V ansteigen.

Die vorliegenden Ausführungen beziehen sich nur auf den einpoligen Erdschluss von Hochspannungsleitungen mittlerer Betriebsspannungen mit isoliertem Nullpunkt, die die weit verbreiteten Ortstransformatorenstationen im Sinne von Art. 61 der St. V. speisen.

Die Schutz- und Betriebserdungsanlage einer solchen Ortstransformatorenstation kommt aber nicht nur bei jedem einpoligen Erdschluss in der Anlage zur Wirkung, sondern auch bei *doppelpoligen* Erdschlüssen. Eignet sich ein einpoliger Erdschluss in einer Ortstransformatorenstation und erfolgt gleichzeitig ein zweiter einpoliger Erdschluss an einer anderen Stelle, auf einem anderen Polleiter des Hochspannungssystems, so fliesst über die Schutz- und Betriebserdungsanlage bei der Ortstransformatorenstation die Stromstärke des doppelpoligen Erdschlusses. Diese ist allein von den im Zug der fraglichen Hochspannungsleitungen enthaltenen Impedanzen abhängig und kann dementsprechend sehr hohe Werte annehmen.

Das Potential der Wasserleitungen gegen Erde, mit welchen die Schutz- und Betriebserdungen der Ortstransformatorenstationen verbunden sind, werden bei doppelpoligem Erdschluss, bei dem die verkettete Spannung des Hochspannungsnetzes in Betracht kommt, auf höhere Werte gebracht. Bei 16-kV-Leitungen kann dieser Wert bis ca. 8 kV ansteigen, wenn die beiden Erdschlußstellen gleiche Erdungswiderstände aufweisen. Die Polleiter und die Nulleiter der Niederspannungsnetze nehmen das gleiche Potential gegen Erde an wie die Schutz- und Betriebserdung. Es muss daher im Falle des doppelpoligen Erdschlusses eine sofortige Abschaltung durch die im Zuge der Hochspannungsleitungen enthaltenen Überstromschutzapparate erfolgen, da mit den Erdungsanlagen das Anwachsen des Potentials über das zulässige

Mass von 50 bzw. 100 V nicht verhindert werden kann. Es ist somit unerlässlich, die Werte des doppelpoligen Erdschlußstromes des in Frage kommenden Hochspannungssystems zu kennen und zu prüfen, ob in allen Fällen die Erdschlußstromstärke des doppelpoligen Erdschlusses genügt, um die sofortige Abschaltung der kranken Anlagenteile zu bewirken. Die extrem ungünstigsten Fälle ergeben sich, wenn die möglichen Erdschlußstellen sich sehr weit voneinander befinden, d.h. wenn der Stromkreis des doppelpoligen Erdschlusses hohe Impedanzen enthält.

In der Fachliteratur sind verschiedene Abhandlungen über die Berechnung des doppelpoligen Erdschlusses in Hochspannungsnetzen erschienen (siehe untenstehende Literaturhinweise).

#### Literatur

- [1] *Wild Jakob*: Die Ortskurven der elektromotorischen Kräfte der Polleiter gegen Erde und der Erdschlußströme für erdschlussbehaftete Drehstrom-Hochspannungsnetze mit isoliertem Sternpunkt. Bull. SEV Bd. 28(1937), Nr. 25, S. 641...654.
- Wild, Jakob*: Die Ortskurven der Spannungen gegen Erde und des Erdschlußstromes bei direktem Erdschluss in einem Drehstrom-Hochspannungsnetz mit Löschspule. Bull. SEV Bd. 45(1954), Nr. 2, S. 25...30.
- [2] *Koch Walter*: Erdungen in Wechselstromanlagen über 1 kV. Berechnung und Ausführung. 2. Aufl. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1955. (Kap. B: Der Erdschlußstrom.)
- [3] *Waters, M. und R. Willheim*: Neutral Grounding in High-Voltage Transmission. New York: Elsevier 1956.
- [4] *Moeller, Franz*: Taschenbuch für Elektrotechniker. Bd. 2: Anwendungen. Stuttgart: Teubner 1955. (S. 431: Berechnung des Erdschlußstromes.)
- [5] *Miesner, Erich W.*: Die Berechnung der Kurzschlußströme in Drehstrom-Niederspannungs-Anlagen. Elektro-Technik Bd. 37(1955), Nr. 51/52, S. 450...451.
- [6] *Buchhold, Th. und H. Happoldt*: Elektrische Kraftwerke und Netze. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1952.
- [7] *Anonym*: Perturbazioni nelle reti a neutro isolato e sistemi di protezione. Quad. Studi e Notizie Bd. 9(1953), Nr. 138, S. 26...31.

## Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV

### IV. Prüfberichte

P. Nr. 3568.

Gültig bis Ende Juli 1960.

Gegenstand:

**Grill**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 33700 vom 31. Juli 1957.

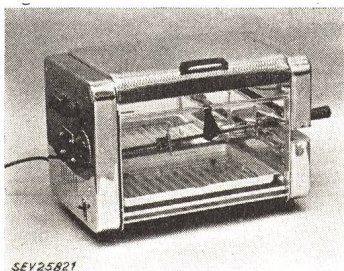
Auftraggeber: MIGROS-Genossenschaftsbund,  
Limmatstrasse 152, Zürich.

Aufschriften:

R O T O V I T  
220 V~ 1300 W/50 Hz  
SEV geprüft Fabr. Nr. 30450  
GENOSSENSCHAFT MIGROS  
SOC. COOP. MIGROS

Beschreibung:

Grill gemäss Abbildung, mit drehbarem Spiess und Gitterrost. Wärmeplatte oben unter dem Deckel. Verchromtes Blechgehäuse mit Glastüre. Heizstab mit Metallmantel oben eingebaut. Selbstanlaufender Einphasen-Kurzschlussankeromotor für



den Antrieb des Bratspiesses. Zeitschalter sowie Kipphebel-schalter eingebaut. Bedienungsgriffe aus Isolierpreßstoff. Dreiadrige Zuleitung mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen.

Der Grill hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden.

Gültig bis Ende Juli 1960.

P. Nr. 3569.

Gegenstand: **Strahlungs-Heizkörper**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 33537 vom 25. Juli 1957.

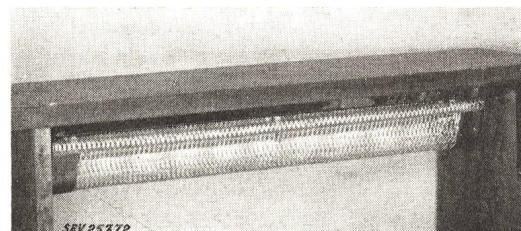
Auftraggeber: D. Kirchhoff, Fabrik elektr. Apparate «Calmo»,  
Steinhaldenstrasse 36, Zürich.

Aufschriften:

CALMO-ZÜRICH  
No. 100808 380 Volt  
Mod. 975 300 Watt

Beschreibung:

Strahlungs-Heizkörper gemäss Abbildung, für Montage an Kirchenbänken und dergleichen. Heizwiderstand in Quarzrohr von 9 mm Durchmesser und 900 mm Länge eingezogen. Reflektor aus Aluminiumblech von 80 mm Breite und 900 mm Länge waagrecht über dem Quarzrohr. Schutzgitter aus



Streckmetall. Klemmen 2 P + E oben an beiden Stirnseiten, durch verschraubte Deckel geschützt. Stopfbüchseinführungen. Grösste Abmessungen: Länge 1000 mm, Breite 133 mm, Höhe 150 mm.

Der Heizkörper hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: mit Belastungen bis 300 W/m Heizkörperlänge.

## Vereinsnachrichten

In dieser Rubrik erscheinen, sofern sie nicht anderweitig gezeichnet sind, offizielle Mitteilungen des SEV und der gemeinsamen Organe des SEV und VSE

### Totenliste

Am 20. Februar 1957 starb, wie wir erst jetzt vernehmen, im Alter von 62 Jahren in San Remo (Italien), wo er zur Kur weilte, *Henry Pourcher*, Mitglied des SEV seit 1943, Direktor der Cie des Produits Electrochimiques et Electrometallurgiques S.A. in Bex (VS). Wir entbieten der Trauerfamilie und dem Unternehmen, das er leitete, nachträglich unser herzliches Beileid.

Am 9. August 1957 starb in Zürich im Alter von 78 Jahren *Fritz Häberli*, Baden (AG), Ingenieur im Ruhestand, Mitglied des SEV seit 1924. Wir entbieten der Trauerfamilie unser herzliches Beileid.

Am 6. November 1957 starb in Karlsruhe (Deutschland) im Alter von 80 Jahren Dr.-Ing. h. c. *Rudolf Richter*, Mitglied des SEV seit 1931, Ehrenmitglied des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE). Dr. Richter war der elektrotechnischen Fachwelt nicht nur als Dozent an der Technischen Hochschule Karlsruhe, sondern vor allem als Autor seines mehrbändigen, wissenschaftlichen Werkes über die elektrischen Maschinen bekannt. Wir entbieten der Trauerfamilie und der Technischen Hochschule Karlsruhe, deren Akademischer Ehrenbürger er war, unser herzliches Beileid.

### Th. Boveri 65 Jahre alt

Am 27. November 1957 beging Dr.-Ing. h. c. *Theodor Boveri*, Delegierter des Verwaltungsrates der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, seinen 65. Geburtstag. Dr. Boveri ist seit 1924 Mitglied des SEV und wurde vom Vorstand seinerzeit zum Freimitglied ernannt. Dem SEV diente er während vieler Jahre als sehr geschätztes Mitglied des Vorstandes, als Mitglied des Nationalkomitees der CIGRE und als Mitglied der Kommission für die Dozler-Stiftung. Seit 1949 ist er Ehrendoktor der Technischen Hochschule Karlsruhe.

### Vorstand des SEV

Der Vorstand des SEV hielt am 22. Oktober 1957 unter dem Vorsitz seines Präsidenten, H. Puppikofer, Zürich, seine 154. Sitzung ab. Der Vorsitzende orientierte u. a. über die Absichten, die Schweizerische Elektrowärme-Kommission zu reorganisieren und über die in Aussicht genommene Gründung einer Schweizerischen Gesellschaft für Kernenergie. Sodann befasste sich der Vorstand in einer eingehenden Diskussion mit der Aufstellung neuer Vorschläge über die Erhöhung der Jahresbeiträge. Ferner setzte er eine bereits früher begonnene Aussprache über die Beziehungen zwischen dem SEV und dem VSE fort. *W. Nägeli*

### Fachkollegium 40 des CES

#### Bestandteile für elektronische Geräte

##### Unterkommission 40-1, Kondensatoren und Widerstände

Die Unterkommission 40-1, Kondensatoren und Widerstände, des FK 40 hielt am 22. August 1957 unter dem Vorsitz ihres Präsidenten, Prof. Dr. W. Druey, in Praz ihre 10. Sitzung ab. Zur Diskussion stand eine Reihe internationaler Dokumente der Traktandenliste für die nächste internationale Zusammenkunft des SC 40-1 der CEI im Oktober 1957 in Zürich. Zu einer längeren und prinzipiellen Auseinandersetzung führte lediglich das Dokument 40-1 (United Kingdom) 16, British proposal for preferred values for close-tolerance resistors and capacitors, nachdem ein Mitglied der UK einen wertvollen und sorgfältig ausgearbeiteten Gegenvorschlag unterbreitet hatte. Es wurde beschlossen, diesen Gegenvorschlag zu einem schweizerischen Dokument auszuarbeiten, welches international zu verteilen ist. Gegenüber dem britischen Vorschlag besitzt die vorgeschlagene neue Wertreihe den Vorteil der sauberen Kontinuität und der grundsätzlichen Übereinstimmung mit dem Aufbau der Wertreihen der ISO, dagegen

werden jedoch 4 Ziffern pro Nennwert benötigt, gegenüber nur 3 Ziffern im britischen Vorschlag, was aber von untergeordneter Bedeutung ist. *E. Ganz*

##### Unterkommission 40-2, HF-Kabel und Steckkontakte

Unter dem Vorsitz ihres Präsidenten, Professor Dr. W. Druey, führte die UK 40-2, HF-Kabel und Steckkontakte, am 5. September 1957 in Zürich die 4. Sitzung durch. Sie nahm Kenntnis von verschiedenen von der Forschungs- und Versuchsanstalt (FVA) der Generaldirektion PTT unterbreiteten Berichten, ferner von Arbeiten der internationalen Arbeitsgruppe des SC 40-2, in welcher die Schweiz durch Dr. G. Epprecht von der FVA vertreten ist. Die UK 40-2 nahm sodann im Hinblick auf die vom 8. bis 11. Oktober 1957 in Zürich stattfindenden Sitzungen des Sous-Comités 40-2 der CEI Stellung zu verschiedenen Dokumenten. Sie diskutierte insbesondere britische Vorschläge für CEI-Datenblätter für Radiofrequenz-Kabel des Typs CEI 50-7-3, ferner einen Entwurf zu einem Anhang zu den CEI-Spezifikationen für Radiofrequenz-Kabel, der zusätzliche Messmethoden enthält. Die Sitzung schloss mit der Bestimmung der Mitglieder der Delegation, die an den Sitzungen des SC 40-2 in Zürich teilnehmen wird. *H. Lütolf*

##### Unterkommission 40-3, Piezoelektrische Kristalle

Die Unterkommission 40-3, Piezoelektrische Kristalle, trat am 12. September 1957 in Bern zur 1. Sitzung zusammen. Der Präsident des FK 40, Professor Dr. W. Druey, eröffnete die Sitzung durch einen Überblick über die Tätigkeit der CEI und über die Art, wie die Arbeiten in der CEI und im CES durchgeführt werden. Die UK 40-3 wählte hierauf einstimmig als Präsidenten Dipl. Ing. *H.-U. Menzi*, Fachlehrer für Hochfrequenz- und Fernmeldetechnik am Technikum Burgdorf, und als Protokollführer Dipl. Ing. *St. Giudici*, Philips A.-G., Zürich.

Unter dem Vorsitz von H.-U. Menzi sichtete die Unterkommission hierauf die auf der Traktandenliste des Sous-Comité 40-3 der CEI für die Sitzungen vom 8. bis 11. Oktober 1957 in Zürich aufgeführten Dokumente. Die Durchsicht erfolgte in Anbetracht des sehr kurzfristig unterbreiteten umfangreichen Aktenmaterials vorwiegend zum Zwecke der Information und des Meinungsaustausches zur Abklärung grundsätzlicher schweizerischer Standpunkte, doch führte sie auch auf Detailprobleme, die an den internationalen Sitzungen vorgelegt werden sollten. Im Anschluss wurden die Delegierten an die Sitzungen des SC 40-3 in Zürich bestimmt. *H. Lütolf*

##### Unterkommission 40-5, Grundlagen für Prüfverfahren

Die Unterkommission 40-5, Grundlagen für Prüfverfahren, des FK 40 hielt am 22. August 1957 unmittelbar im Anschluss an die Sitzung der UK 40-1 unter dem Vorsitz ihres Präsidenten, Prof. Dr. W. Druey, in Praz ihre 6. Sitzung ab. Zur Diskussion stand insbesondere das Dokument 40-5 (Secretariat) 16, Interim report on the meeting of the ISO Co-ordinating Committee on Atmospheric Conditioning for Testing (ISO/ATCO). Die Unterkommission konnte sich mit den neuen Empfehlungen für eine relative Luftfeuchtigkeit von 65 % bei 20 °C und/oder 27 °C nicht befreunden, unterstützt jedoch den vorgeschlagenen Wert 50 % bei 23 °C. Einerseits erscheint es unlogisch, zwei verschiedene Werte für die Luftfeuchtigkeit für verschiedene genormte Umgebungstemperaturen festzulegen, andererseits erscheint der Wert 65 % als zu hoch, weil stark feuchtigkeitsempfindliche Bauelemente bei dieser Luftfeuchtigkeit merkbare Schädigungen infolge Feuchtigkeitsaufnahme erleiden können. Es wurde deshalb beschlossen, an der nächsten internationalen Zusammenkunft des SC 40-5 im Oktober 1957 in Zürich für die Prüfung von Bauelementen den Wert 50 % für die relative Luftfeuchtigkeit für alle 3 in Frage kommenden normalen Prüftemperaturen 20, 23 und 27 °C zu vertreten. *E. Ganz*

## Studienkommission für die Regelung grosser Netzverbände

Die Studienkommission für die Regelung grosser Netzverbände (St.K.Reg.) trat am 29. Oktober 1957 in Bern unter dem Vorsitz ihres Präsidenten, Prof. Dr. E. Juillard, zur 29. Sitzung zusammen. Vorerst prüfte sie die Möglichkeiten, die bereits in Lausanne mit Erfolg durchgeführten Messungen in andern Energieverteilnetzen zu wiederholen. Sie nahm mit Interesse davon Kenntnis, dass das Elektrizitätswerk der Stadt Genf mit der Durchführung von Messungen in seinem Netz einverstanden ist. Die Studienkommission setzte hierauf die Vorbereitung der auf den Frühling 1958 vorgesehenen Tagung «Regelung grosser Netzverbände» fort. An dieser Tagung sollen ausser den prinzipiellen Darlegungen über die Regelung von Verbundnetzen Angaben aus der Praxis und Resultate der Tätigkeit der Studienkommission mitgeteilt werden, die vor allem die Elektrizitätswerke interessieren. So wurden z. B. Messungen auf Verbindungsleitungen gemacht, um Grösse und Natur der Leistungs-Fluktuationen (Rauschen) auf solchen Leitungen experimentell zu ermitteln. Diese Messungen sollen noch an weitem Netzstellen wiederholt werden unter Verwendung sehr empfindlicher Registrierinstrumente, die im Laboratorium des Vorsitzenden an der Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne für ihre besonderen Aufgaben umgebaut wurden. Die St.K.Reg. nahm sodann Kenntnis von einer englischen Übersetzung der von ihr geschaffenen «Leitsätze für die Drehzahlregelung von Wasserturbine—Generator-Gruppen», die von einem englischen Fachmann aus eigener Initiative ausgeführt worden war. Schliesslich setzte sie die Diskussion über das Problem der Leistungs-Fluktuationen in Verbindungsleitungen fort. Diese Fluktuationen, die sich deutlich in solche von kurzer Schwingungsdauer (Grössenordnung von einer Sekunde) und solche von längerer

Schwingungsdauer (Grössenordnung von einigen Minuten) unterscheiden, bilden den Gegenstand gegenwärtiger Untersuchungen, die an den folgenden Sitzungen fortgesetzt werden sollen.  
R. Comtat

## Anmeldungen zur Mitgliedschaft des SEV

Seit 1. Oktober 1957 sind durch Beschluss des Vorstandes neu in den SEV aufgenommen worden:

### a) als Einzelmitglied:

Bollag Gaston, dipl. Ing. ETH, Altstetterstrasse 155, Zürich 9/48.  
Gros André, ing. électr. EPUL, Avenue Chailly 39, Lausanne.  
Hohl Henri, ing. électr. EPUL, directeur des Services industriels, Bulle (FR).  
Jäggi Heinz, dipl. Elektrotechniker, Imfangring 4, Luzern.  
Jampen Louis, Elektroingenieur, Eichenstrasse 1, Muri (BE).  
Kamber Fredy, Elektrotechniker, Untergrundstrasse 80, Olten (SO).  
Kessi Erich, Elektrotechniker, Hofstattmattenweg 15, Suhr (AG).  
Roesch Armin, dipl. Elektroing. ETH, Sulgenrain 4, Bern.  
Schmid Max, dipl. Elektrotechniker, Herzbergstrasse 11, Aarau.  
Schneider Ernst, Elektrotechniker, Blumensteinweg 34, Solothurn.  
Schöbi Hans, Elektriker, Bodenstrasse, Ober-Ohringen (ZH).

### b) als Kollektivmitglied:

H. Eckert, Entreprise électrique, La Chaux-de-Fonds (NE).  
Technolux AG., Beleuchtungen, Seestrasse 330, Zürich 2/38.

## Arbeitszeit der Institutionen des SEV

Die Bureaux und Laboratorien der Institutionen des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, bleiben vom 25. Dezember 1957 bis und mit 29. Dezember 1957 geschlossen.

## Regeln für Wechselstrom-Hochspannungs-Sicherungen

Der Vorstand des SEV veröffentlicht im folgenden den Entwurf der Regeln für Wechselstrom-Hochspannungs-Sicherungen. Der Entwurf wurde vom Fachkollegium 17A, Hochspannungsschaltapparate, des CES<sup>1)</sup> ausgearbeitet und vom CES genehmigt.

Der Vorstand lädt die Mitglieder ein, den Entwurf zu prüfen und allfällige Bemerkungen dazu bis spätestens 31. Dezember 1957 in doppelter Ausfertigung dem Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, einzureichen. Sollten keine Bemerkungen eingehen, so würde der Vorstand annehmen, die Mitglieder seien mit dem Entwurf einverstanden. Er würde dann auf Grund der ihm von der 68. Generalversammlung vom 14. Juni 1952 in Fribourg erteilten Vollmacht über die Inkraftsetzung beschliessen.

<sup>1)</sup> Das Fachkollegium 17A, Hochspannungsschaltapparate, setzt sich gegenwärtig folgendermassen zusammen:

Puppikofer, H., Direktor, Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich 50 (Präsident)  
Meyer, H., Dr. sc. techn., Vizedirektor, A.-G., Brown, Boveri & Cie., Baden (Protokollführer)  
Berger, K., Prof. Dr., Versuchsleiter der FKH, Seefeldstr. 301, Zürich 8  
Gantenbein, A., OBERINGENIEUR, Materialprüfanstalt des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8  
Hartmann, H., dipl. Elektrotechniker, Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G., Baden  
Jean-Richard, Ch., Ingenieur, Bernische Kraftwerke A.-G., Viktoriaplatz 2, Bern  
Ruegg, G. F., Direktor, Rauscher & Stöcklin A.-G., Sissach  
Scherb, E., Direktor, Sprecher & Schuh A.-G., Aarau  
Schiller, H., Vizedirektor, Motor-Columbus A.-G., Baden  
Vénard, R., Ingenieur, 6, rue du Montoz, Biel  
Wanger, W., Dr., Vizedirektor, A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden  
Wettler, J., Sektionschef für Kraftwerkbetrieb der Abteilung Kraftwerke der SBB, Bern  
Widmer, R., OBERINGENIEUR, Gardy S. A., Genève  
Wild, R. M., Ingenieur, Elektro-Watt A.-G., Talacker 16, Zürich  
Marti, H., Sekretär des CES, Seefeldstrasse 301, Zürich 8  
Bearbeitender Ingenieur ist R. Shah, Sekretariat des SEV

## Entwurf

### Regeln für

## Wechselstrom - Hochspannungs - Sicherungen

(Diese Regeln sind in Anlehnung an die Publikation Nr. 0186 des SEV, «Regeln für Wechselstrom-Hochspannungsschalter», aufgestellt worden.)

### Vorwort

Die Regeln für Wechselstrom-Hochspannungs-Sicherungen wurden in mehrjähriger Arbeit aufgestellt vom Fachkollegium 17A des CES (Hochspannungsschalter), bzw. von einer besonderen Arbeitsgruppe, bestehend aus den Herren G. F. Ruegg (Vorsitz), A. Gantenbein, H. Meyer, E. Scherb, R. Widmer.

Diese Regeln sind in Anlehnung an die Publikation Nr. 0186 des SEV, «Regeln für Wechselstrom-Hochspannungsschalter», entstanden und weisen eine ähnliche Gliederung auf. Sie enthalten die notwendigen Definitionen zur Kennzeichnung der Netze im Kurzschluss und zur Kennzeichnung des Verhaltens von Sicherungen, sie umfassen ferner Bestimmungen über Aufbau und Verwendung der Sicherungen und zählen die Prüfungen auf, die zwecks einwandfreien Betriebsverhaltens der Sicherungen empfohlen werden.

Um die Freiheit der Konstruktion und die Anpassung an den Fortschritt der Technik zu wahren, wurden die Schmelzcharakteristiken, Ausschaltströme und Dimensionen von Sicherungspatronen und Untersätzen nicht genormt.

## I. Geltungsbereich

1. Diese Regeln gelten für Wechselstrom-Hochspannungssicherungen der strombegrenzenden Bauart nach Ziff. 2 für stationäre Schaltanlagen bis zu Höhenlagen von 1000 m ü. M. und für Spannungen über 1000 V. Für Schalt-Sicherungen sind diese Regeln zusammen mit den Regeln für Wechselstrom-Hochspannungsschalter (Publikation Nr. 0186 des SEV) soweit als möglich sinngemäss anzuwenden.

## II. Definitionen

### A. Bauarten

2. Sicherungen sind Apparate, bei welchen der durchfließende Strom sich durch Schmelzen und Verdampfen der eingebauten Stromleiter selbsttätig unterbrechen kann. Sicherungen dienen also zur selbsttätigen Unterbrechung von Überströmen bis zu dem auf der Sicherung angegebenen Nennauschaltstrom.

a) **Strombegrenzungs-Sicherungen** sind Sicherungen, die einen Kurzschlußstrom nicht erheblich über den Wert ansteigen lassen, den er beim Zerfall des Schmelzleiters hat und die dadurch den Kurzschlußstrom begrenzen.

b) **Schalt-Sicherungen** sind Sicherungen, die einen Kurzschlußstrom annähernd auf die volle Grösse ansteigen lassen und dann nach Art eines Schalters, beim natürlichen Nulldurchgang des Wechselstromes, in einer Flüssigkeit oder Reaktionsmasse, oder durch eine aus festen oder flüssigen Stoffen erzeugte Gasströmung, unterbrechen. Dabei kann unter Umständen die Elektrodendistanz durch die entstehende Gasströmung zwecks Löschung des Lichtbogens vergrößert werden.

c) **Sicherungs-Patronen** sind der austauschbare Teil der Sicherung, in welchem der Ausschaltvorgang stattfindet.

d) **Sicherungs-Untersätze** sind die festen Unterteile, die zur Aufnahme der Sicherungs-Patronen bestimmt sind.

Bei herausgenommenen Sicherungs-Patronen kann der Sicherungs-Untersatz wie ein Trenner dem Schutz der Bedienungsmannschaft dienen, wenn der Stromkreis in allen Leitern zuverlässig erkennbar und mit genügendem Isoliervermögen unterbrochen ist.

Es werden nach dem Aufstellungsort unterschieden:

e) **Sicherungen für Innenraum**, d. h. für Verwendung in geschlossenen, trockenen Räumen, und

f) **Sicherungen für Freiluft**, d. h. für Verwendung im Freien.

### B. Elektrische Grössen zur Kennzeichnung der Netze und Prüfkreise im Kurzschluss

3. Der **Kurzschlußstrom** eines Netzes ist der Strom, der bei Kurzschluss zur Fehlerstelle fließt. Da der Kurzschlussstrom bei seinem Auftreten in der Regel asymmetrisch zur Zeitachse verläuft, wird er in eine Wechselstromkomponente und in eine Gleichstromkomponente aufgeteilt. Beide Komponenten klingen mit der Zeit ab, die Gleichstromkomponente bis auf Null; der Kurzschlußstrom geht dabei vom Anfangskurzschlußstrom allmählich über in den Dauerkurzschlußstrom.

Bestimmung aus Oszillogrammen (Fig. 1):

Es werden die beiden Hüllkurven  $h_1$  und  $h_2$  zur Stromkurve  $i_c$  und die Mittellinie  $m$  gezeichnet. Der Effektivwert

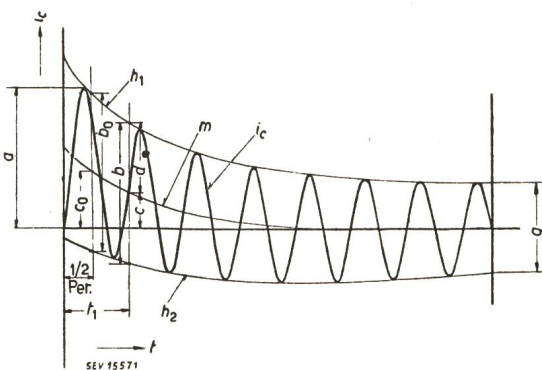


Fig. 1

Oszillogramm eines Kurzschlußstromes  $i_c$

- |   |   |
|---|---|
| a Kurzschlußstoßstrom   | $c_0$ Gleichstromkomponente                     |
| b doppelte Amplitude des Kurzschlußstromes zur Zeit $t_1$             | nach $1/2$ Periode                              |
| $b_0$ doppelte Amplitude des Kurzschlußstromes zur Zeit $1/2$ Periode | d Wechselstromkomponente zur Zeit $t_1$         |
| c Gleichstromkomponente zur Zeit $t_1$                                | g doppelte Amplitude des Dauerkurzschlußstromes |
|   | m Mittellinie                                   |
|   | $h_1, h_2$ Hüllkurven                           |

der Wechselstromkomponente des Stromes  $i_c$  zur Zeit  $t_1$  ist gleich

$$I_{c\sim} = \frac{b}{2\sqrt{2}} = \frac{d}{\sqrt{2}}$$

Die Gleichstromkomponente zur selben Zeit ist

$$I_{c-} = c$$

4. Der **Kurzschlußstoßstrom** ist der höchste Momentanwert des Stromes nach Eintreten des Kurzschlusses. Es wird als Scheitelwert angegeben. Je nach der Phase und der Asymmetrie des Stromes kann es sich um die erste oder zweite Stromamplitude handeln.

Bestimmung aus Oszillogrammen (Fig. 1):

Der Kurzschlußstoßstrom ist gleich dem Scheitelwert  $a$  der grössten Stromwelle.

5. Der **Anfangskurzschlußstrom** ist der Kurzschlussstrom gemäss Ziff. 3 nach Ablauf einer halben Periode nach Eintreten des Kurzschlusses. Er zerfällt ebenfalls in eine Wechsel- und in eine Gleichstromkomponente.

Bestimmung aus Oszillogrammen (Fig. 1):

Im Zeitabstand  $t = 1/2$  Periode wird eine parallele Gerade zur Ordinatenachse bis zum Schnitt mit den beiden Hüllkurven  $h_1$  und  $h_2$  und der Mittellinie  $m$  gezogen. Die Bestimmung der Wechsel- und der Gleichstromkomponente erfolgt aus den Abschnitten  $b_0$  und  $c_0$  gemäss Ziff. 3.

6. Der **Dauerkurzschlußstrom** ist der Effektivwert des Kurzschlussstromes nach Verschwinden der Gleichstromkomponente und nach Abklingen der Wechselstromkomponente auf einen konstanten Wert.

Bestimmung aus Oszillogrammen (Fig. 1):

$$\text{Dauerkurzschlußstrom} = \frac{g}{\sqrt{2}}$$

7. Die **Anfangs-Kurzschlussleistung eines Netzes bei einer bestimmten Betriebsspannung** ist das Produkt aus dem Mittelwert der Wechselstromkomponenten der Anfangskurzschlußströme der verschiedenen Pole, der Betriebsspannung und dem Systemfaktor  $k$ . Dabei ist

$$\begin{aligned} \text{bei Einphasenstrom} & k = 1 \\ \text{bei Dreiphasenstrom} & k = \sqrt{3} \end{aligned}$$

#### Bemerkung:

Es ist zu jeder Kurzschlussleistungsangabe stets die Spannung, für welche sie gilt, anzugeben.

Die Wechselstromanteile und die Spannung sind als Effektivwerte einzusetzen.

8. Der **Leistungsfaktor eines Kurzschlusskreises** ist das Verhältnis des Wirkwiderstandes zum Scheinwiderstand des Kreises im Moment des Kurzschlussbeginns.

$$\text{Leistungsfaktor } (\cos \varphi) = \frac{R}{Z}$$

**Erläuterung:** Bei Schaltern wird der Leistungsfaktor des Kurzschlusskreises auf den Moment der Kontakttrennung bezogen; bei Sicherungen der hier betrachteten strombegrenzenden Bauart wäre diese Bestimmung aber sinnlos, und es ist zweckmässig, den Leistungsfaktor für den Moment des Kurzschlussbeginns anzugeben. (Siehe Publ. Nr. 0186 des SEV, Ziff. 17.)

#### Bestimmung des Leistungsfaktors eines Prüfkreises

Der Einfachheit halber wird an Stelle des Wirkwiderstandes der mit Gleichstrom gemessene Widerstand  $R$  in die Rechnung eingesetzt. Wenn eine Transformierung im Kurzschlusskreis erfolgt, so müssen die Widerstände auf die Spannung an der unterbrechenden Sicherung reduziert werden nach der Formel

$$R = R_2 + R_1 \ddot{u}^2,$$

wo

- $R_1$  Widerstand des primären Kreises
- $R_2$  Widerstand des sekundären Kreises
- $\ddot{u}$  Übersetzungsverhältnis des Transformators

Der Scheinwiderstand  $Z$  bestimmt sich aus der Formel

$$Z = \frac{U}{k I}$$

$U$  und  $I$  werden als Effektivwerte eingesetzt.  
 $U$  Spannung vor dem Kurzschluss  
 $I$  Wechselstromanteil des Anfangskurzschlußstromes  
 $k$  Systemfaktor

**C. Elektrische Grössen zur Kennzeichnung des Verhaltens der Sicherung**

9. Der Ausschaltstrom einer Sicherung beim Ausschalten eines Kurzschlusses wird als Effektivwert der Wechselstromkomponente des Anfangskurzschlußstromes nach Ziff. 5 bezeichnet, welcher an der betrachteten Netzstelle bei metallischer Überbrückung der Sicherung auftreten würde.

Erläuterung: Dieser Ausschaltstrom ist nicht zu verwechseln mit dem bei einer Ausschaltung eines Kurzschlusses durch eine Sicherung der strombegrenzenden Bauart tatsächlich auftretenden höchsten Momentanwert gemäss Ziff. 13.

10. Der untere Grenzstrom einer Sicherung ist der Effektivwert des grössten Stromes, den eine Sicherung, ohne zu schmelzen, beliebig lange aushalten kann.

11. Der obere Grenzstrom einer Sicherung ist der Effektivwert des kleinsten Stromes, bei dem eine Sicherung gerade noch schmilzt.

12. Der Schmelzstrom  $I_s$  einer Sicherung ist der Effektivwert des Kurzschlußstromes während der Zeit zwischen Beginn des Kurzschlusses und Ende des Schmelzens des Schmelzleiters.

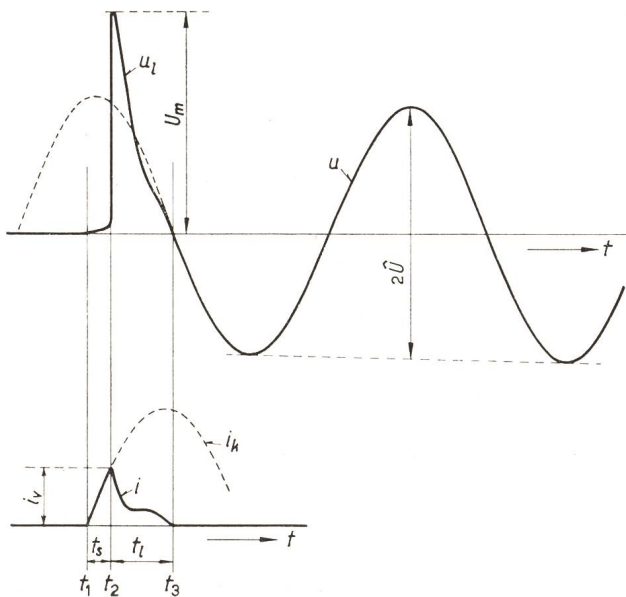


Fig. 2

Oszillogramm der Kurzschlussunterbrechung einer Sicherung strombegrenzender Bauart

- $t_1$  Beginn des Kurzschlusses
- $t_2$  Ende der Schmelzzeit und Beginn der Verdampfung
- $t_3$  Stromunterbrechung vollzogen
- $t_s = t_2 - t_1$  Schmelzzeit
- $t_l = t_3 - t_2$  Lichtbogenzeit
- $u$  Zeitlicher Verlauf der betriebfrequenten wiederkehrenden Spannung
- $u_l$  Zeitlicher Verlauf der Lichtbogenspannung
- $i$  Zeitlicher Verlauf des Stromes während der Ausschaltung
- $i_k$  Zeitlicher Verlauf des Kurzschlußstromes bei überbrückter Sicherung
- $i_v$  Spitzenwert des durch die Sicherung unterbrochenen Kurzschlußstromes
- $U_m$  Schaltüberspannung
- $2U$  zweifacher Scheitelwert der betriebfrequenten Spannung

$$I_s = \sqrt{\frac{\int_{t_1}^{t_2} i^2 dt}{t_s}}$$

13. Der Spitzenwert  $i_v$  des durch eine Sicherung unterbrochenen Kurzschlußstromes ist der höchste Momentanwert des Schmelzstromes. Er ist als Scheitelwert anzugeben.

14. Die betriebfrequente wiederkehrende Spannung ist der Effektivwert der Grundwelle der Spannung, die an den Kontakten der durchgeschmolzenen Sicherung erscheint.

15. Die Schaltüberspannung  $U_m$  ist der grösste während des Ausschaltvorganges an der Sicherung auftretende Momentanwert der Spannung.

16. Die Nennspannung ist der Effektivwert der Spannung, für welche die Sicherung bemessen, und nach der sie benannt ist.

17. Der Nennstrom ist der Effektivwert des Stromes, für welche die Sicherung bemessen, und nach dem sie benannt ist.

18. Der Nennausschaltstrom einer Sicherung ist der grösste Ausschaltstrom nach Ziff. 9, für den sie bei Nennspannung bemessen, und nach dem sie benannt ist.

19. Die Nennausschaltleistung einer Sicherungspatrone ist das Produkt aus dem Nennausschaltstrom nach Ziff. 18 und der Nennspannung nach Ziff. 16.

**Bemerkung:**

Die Nennausschaltleistung einer Gruppe von je einer Sicherungspatrone pro Polleiter ist das Produkt aus dem Nennausschaltstrom nach Ziff. 18, der Nennspannung und der Verkettungszahl  $k$ . Dabei ist

- bei Einphasenstrom:  $k = 1$
- bei Dreiphasenstrom:  $k = \sqrt{3}$

**D. Zeitgrössen**

20. Die Schmelzzeit ist die Zeit zwischen dem Auftreten des zur Schmelzung führenden Kurzschlußstromes und dem Beginn des Lichtbogens.

21. Die Lichtbogendauer ist die Zeit zwischen dem Ende des Schmelzens der Sicherung und dem endgültigen Erlöschen des Lichtbogens.

22. Die Ausschaltzeit einer Sicherung ist die Summe von Schmelzzeit und Lichtbogendauer.

23. Die Ausschaltstrom-Zeitcharakteristik gibt den Zusammenhang zwischen dem Ausschaltstrom (bei gegebenem Einschaltmoment und  $\cos \varphi$ ) und der Schmelzzeit, ausgehend vom kalten Zustand ( $20 \pm 5^\circ \text{C}$ ) der Sicherungspatrone.

24. Die Schmelzstrom-Zeitcharakteristik gibt den Zusammenhang zwischen dem Schmelzstrom und der Schmelzzeit, ausgehend vom kalten Zustand ( $20 \pm 5^\circ \text{C}$ ) der Sicherungspatrone.

**Bemerkung:**

Für Schmelzzeiten, die grösser als 0,02 s sind, fallen die Zeitcharakteristiken der Ziff. 23 und 24 praktisch zusammen. Man beachte, dass nach Ziff. 22 für die Zeit bis zur vollständigen Unterbrechung des Stromkreises zur Schmelzzeit noch die Lichtbogendauer von höchstens einer Halbwelle hinzukommt.

**III. Bestimmungen über Aufbau und Verwendung**

**E. Allgemeine Bestimmungen für Sicherungen**

25. Die Nenngrössen der Sicherungen und Sicherungsuntersätze (Spannung, Strom und Frequenz), müssen den genormten Werten entsprechen, die in der Publ. 0159.1957 des SEV, «Genormte Werte der Spannungen, Frequenzen und Ströme für elektrische Netze und elektrisches Material» angegeben sind.

26. Der Nennausschaltstrom und jeder darunter liegende Wert des Ausschaltstromes muss von der Sicherung bei allen Spannungen zwischen 100 und 115 % der Nennspannung beherrscht werden.

27. Werden die Schmelzzeiten einer Sicherung bekanntgegeben, so soll dies in Form von Kennlinien mit Angabe der Streuung geschehen.

28. Sicherungen müssen mit Kennzeichen zum Anzeigen des erfolgten Ansprechens versehen sein.

#### IV. Prüfbestimmungen

##### F. Spannungsprüfung bei Industriefrequenz von 50 Hz

29. Die Sicherungs-Untersätze sind einer Spannungsprüfung bei Industriefrequenz von 1 min Dauer bei einer Prüfspannung nach Tabelle I zu unterziehen. Dabei dürfen weder Überschläge noch Durchschläge auftreten. Die Prüfung ist als Stückprüfung am trockenen Prüfling und bei Freiluftmaterial ausserdem als Typenprüfung unter Regen durchzuführen<sup>1)</sup>.

Prüfspannung der Sicherungs-Untersätze bei Industriefrequenz  
Tabelle I

Höchste Betriebsspannung $U_m$ (Effektivwert) kV	Prüfspannung $U_p$ [«Effektivwert» <sup>1)</sup> ] kV	
	volle Isolation kV	reduzierte Isolation kV
3,6	21	—
(7,2)	(27)	—
12	35	—
(17,5)	(45)	—
24	55	—
36	75	—
52	105	—
72,5	140	—
123	230	185
170	325	275
245	460	395
(300)	—	(460)
420	—	630

<sup>1)</sup> d. h. Scheitelwert/ $\sqrt{2}$ .  
**Bemerkung:** Die reduzierte Isolation darf nur in Netzen mit wirksam geerdetem Nullpunkt verwendet werden.  
 ( ) Die eingeklammerten Werte sollen so weit wie möglich vermieden werden.

Die Prüfspannung ist anzulegen:

a) an allen Leitern gegen Erde bei eingesetzten Sicherungspatronen. Die Prüfung erfolgt gleichzeitig an allen miteinander verbundenen Sicherungen;

b) am Leiter der mittleren Pole gegen die geerdeten Leiter der beiden äusseren Pole bei eingesetzten Sicherungspatronen;

c) zwischen den einseitig geerdeten Kontakten der Sicherungs-Untersätze bei herausgenommener Patrone. Die Prüfung kann gleichzeitig an allen miteinander verbundenen Polen erfolgen.

##### G. Spannungsprüfung mit Stoßspannung<sup>2)</sup>

30. Alle Prüfungen mit Stoßspannungen sind Typenprüfungen.

31. Die Sicherungsuntersätze werden mit Spannungstößen von der Form  $1/50$  und einem Scheitelwert gemäss Tabelle II geprüft. Die in Tabelle II angegebenen Werte der Stosshaltespannung sind dabei entsprechend der beim Versuch vorhandenen Luftdichte und Luftfeuchtigkeit zu reduzieren. Es wird sowohl mit positiver, als auch mit negativer Polarität folgende Prüfung durchgeführt:

Zunächst werden 5 Stösse auf den Prüfling gegeben. Wenn dabei weder Durchschläge noch Überschläge vorkommen, so gilt die Prüfung als bestanden. Ereignet sich ein Durchschlag oder mehr als ein Überschlag, so hat der Prüfling die Prüfung nicht bestanden. Tritt nur ein Überschlag auf, so sind 10 weitere Stösse auf den Prüfling zu geben, wobei weder ein Überschlag, noch ein Durchschlag auftreten darf.

<sup>1)</sup> Regeln für Spannungsprüfungen, Publ. Nr. 173 des SEV.  
<sup>2)</sup> Vgl. Regeln und Leitsätze für die Koordination der Isolation in Wechselstrom-Hochspannungsanlagen, 2. Auflage, Publ. 0183.1957 des SEV.

Diese Prüfspannungen sind anzulegen für die beiden Anordnungen gemäss Ziff. 29, Absatz a) und b).

##### Stosshaltespannung der Sicherungen

Tabelle II

Höchste Betriebsspannung $U_m$ (Effektivwert) kV	Stosshaltespannung $\hat{u}_h$ (Scheitelwert) kV	
	volle Isolation kV	reduzierte Isolation kV
3,6	45	—
(7,2)	(60)	—
12	75	—
(17,5)	(95)	—
24	125	—
36	170	—
52	250	—
72,5	325	—
123	550	450
170	750	650
245	1050	900
(300)	—	(1050)
420	—	1425

**Bemerkung:** Die reduzierte Isolation darf nur in Netzen mit wirksam geerdetem Nullpunkt verwendet werden.  
 ( ) Die eingeklammerten Werte sollen so weit wie möglich vermieden werden.

32. In Abweichung von den allgemeinen Regeln gelten für die Stossprüfung der geöffneten Trennstrecken von offenen Sicherungshaltern die Werte der Stosshaltespannung in Tabelle III. Auch diese Werte sind entsprechend der beim Versuch vorhandenen Luftdichte und Luftfeuchtigkeit zu reduzieren.

##### Stosshaltespannung der geöffneten Trennstrecken von offenen Sicherungshaltern

Tabelle III

Höchste Betriebsspannung $U_m$ (Effektivwert) kV	Stosshaltespannung $\hat{u}_s$ (Scheitelwert) kV	
	volle Isolation kV	reduzierte Isolation kV
3,6	50	—
(7,2)	(75)	—
12	95	—
(17,5)	(125)	—
24	165	—
36	230	—
52	340	—
72,5	450	—
123	760	620
170	1040	880
245	1460	1230
(300)	—	(1460)
420	—	2000

**Bemerkung:** Die reduzierte Isolation darf nur in Netzen mit wirksam geerdetem Nullpunkt verwendet werden, und auch dann nur, wenn für das übrige Material der Anlage ebenfalls reduzierte Isolation verwendet wird.  
 ( ) Die eingeklammerten Werte sollen so weit wie möglich vermieden werden.

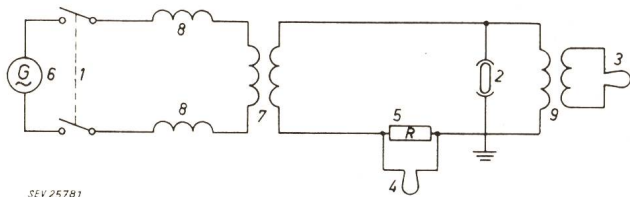
##### H. Prüfung des Ausschaltstromes von Sicherungen

33. Die Prüfung der Sicherung auf Ausschaltstrom ist eine Typenprüfung.

34. Bei der Prüfung auf Ausschaltstrom wird vom kalten Zustand ( $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ) der Sicherungspatronen ausgegangen. Sicherungen sind einpolig bei Nennspannung zu prüfen.

35. Der Prüfstromkreis für die Prüfung des Ausschaltstromes einer Sicherung soll im wesentlichen dem Schema Fig. 3 entsprechen.

Die Strombegrenzung durch die Drosselspulen erfolgt derart, dass bei überbrückter Sicherung ein dem garantierten Ausschaltstrom der Sicherung entsprechender Kurzschlussstoßstrom auftritt.



SEV 25781

Fig. 3

Prüfstromkreis für die Prüfung des Ausschaltstromes der Sicherungen

- 1 Schalter
- 2 Sicherung
- 3 Spannungsschleife des Oszillographen
- 4 Stromschleife des Oszillographen
- 5 Shunt
- 6 Generator
- 7 Transformator
- 8 Luftdrosselspule
- 9 Spannungswandler

Die Energiequelle muss so bemessen und eingestellt werden, dass die unmittelbar nach dem Stromunterbruch wiederkehrende Spannung zwischen 0,9 und 1,0 mal Nennspannung beträgt. Der Leistungsfaktor  $\cos \varphi$  des gesamten Prüfkreises soll unter 0,15 liegen.

36. Zum Nachweis des betriebssicheren Arbeitens der Sicherungen sind folgende Ausschaltversuche durchzuführen:

a) Für das Gebiet der Überlast:

3 Prüflinge werden mit demjenigen Strom belastet, bei dem die Schmelzzeit mindestens 5 min beträgt.

b) Für den garantierten Ausschaltstrom:

3 Prüflinge werden auf den garantierten Nennausschaltstrom eingeschaltet. Der Einschaltmoment soll zwischen  $0^\circ$  und  $60^\circ$  vor dem Spannungsmaximum liegen.

Wenn die genau gleiche Sicherungspatronen-Konstruktion für Schmelzleiter verschiedener Nennstromstärken verwendet wird, so sind die Prüfungen a) und b) für die kleinste und grösste Nennstromstärke der betreffenden Reihe durchzuführen.

37. Der Nachweis des betriebssicheren Arbeitens der Sicherung gilt als erbracht, wenn

a) die Patronen den Stromkreis ordnungsgemäss und so unterbrechen, dass weder ein dauernder Lichtbogen entsteht, noch eine die Bedienung gefährdende Zertrümmerung eintritt, noch Gase oder Flüssigkeiten ausgestossen werden, welche an spannungsführende Teile oder Erde gelangen, oder die Umgebung und Bedienung gefährden;

b) das Kennzeichen die Unterbrechung einwandfrei anzeigt.

38. Müssen Schmelzzeiten einschliesslich ihrer Streuung garantiert und müssen sie nachgeprüft werden, so sind mindestens 6 Prüflinge für jede Nennstromstärke über den Bereich der Schmelzzeiten von 1...2 h bis etwa 0,02 s gleichmässig verteilt durchzuschmelzen.

Die Schmelzzeiten sind vom kalten Zustand ( $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ) aus zu bestimmen.

Schmelzzeiten von mehr als 10 s können mit Kleinspannung bestimmt werden.

Für die Ermittlung der Schmelzzeiten können auch die Prüfergebnisse gemäss Ziff. 36 herangezogen, und es kann dabei die eingangs vorgesehene Prüflingszahl entsprechend herabgesetzt werden.

Die ermittelten Schmelzzeiten müssen innerhalb der garantierten Streuung liegen.

39. Die Erwärmungsprüfung ist eine Typenprüfung.

40. Grenzerwärmungen. Jeder Sicherungstyp muss auf Erwärmung im Sicherungs-Untersatz bei Nennstrom geprüft werden. Die Grenzerwärmungen gelten für eine höchste Lufttemperatur des umgebenden Raumes von  $40^\circ\text{C}$ . Der Versuch ist so lange weiterzuführen, bis die Temperatur nicht mehr als  $2^\circ$  pro h zunimmt. Die Erwärmung wird mit Thermometern gemessen und darf die Grenzwerte der Tabelle IV nicht überschreiten.

Grenzerwärmungen von Sicherungen

Tabelle IV

Apparateteil	Grenzerwärmung $^\circ\text{C}$
Sicherungsrohr aus keramischem Isolierstoff oder Glas	165
Sicherungsrohr aus nicht keramischem Material <sup>1)</sup>	65
Kontaktstücke massiv silber silberplattiert galvanisch versilbert	65

<sup>1)</sup> Wenn das Sicherungsrohr aus nicht keramischem Werkstoff besteht, so ist der Nachweis zu erbringen, dass bei Dauerbelastung mit dem 1,25fachen Nennstrom keine nachteiligen Veränderungen auftreten.

V. Bezeichnung

41. Auf den eingesetzten Sicherungspatronen müssen vorn sichtbar folgende Bezeichnungen in dauerhafter Weise gut leserlich angebracht sein:

- Fabrikmarke .....
- Typ .....
- Nennspannung ..... kV
- Nennstrom ..... A
- Nennausschaltstrom ..... kA
- Frequenz ..... Hz

42. Die Sicherungs-Untersätze sind folgendermassen zu bezeichnen:

- Fabrikmarke .....
- Typ .....
- Nennspannung ..... kV
- Nennstrom ..... A

Dieses Heft enthält die Zeitschriftenrundschau des SEV (57...61)

Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, herausgegeben vom Schweizerischen Elektrotechnischen Verein als gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE). — Redaktion: Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, Telephon (051) 34 12 12, Postcheck-Konto VIII 6133, Telegrammadresse Elektroverein Zürich. Für die Seiten des VSE: Sekretariat des VSE, Bahnhofplatz 3, Zürich 1, Postadresse: Postfach Zürich 23, Telephon (051) 27 51 91, Telegrammadresse Electrunion, Zurich, Postcheck-Konto VIII 4355. — Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet. — Das Bulletin des SEV erscheint alle 14 Tage in einer deutschen und in einer französischen Ausgabe, ausserdem wird am Anfang des Jahres ein «Jahresheft» herausgegeben. — Den Inhalt betreffende Mitteilungen sind an die Redaktion, den Inseratenteil betreffende an die Administration zu richten. — Administration: Postfach Hauptpost, Zürich 1 (Adresse: A.-G. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Stauffacherquai 36/40, Zürich 4), Telephon (051) 23 77 44, Postcheck-Konto VIII 8481. — Bezugsbedingungen: Alle Mitglieder erhalten 1 Exemplar des Bulletins des SEV gratis (Auskunft beim Sekretariat des SEV). Abonnementspreis für Nichtmitglieder im Inland Fr. 50.— pro Jahr, Fr. 30.— pro Halbjahr, im Ausland Fr. 60.— pro Jahr, Fr. 36.— pro Halbjahr. Abonnementsbestellungen sind an die Administration zu richten. Einzelnummern Fr. 4.—.

Chefredaktor: H. Leuch, Ingenieur, Sekretär des SEV.

Redaktoren: H. Marti, E. Schiessl, H. Lütolf, R. Shah, Ingenieure des Sekretariates.