Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 47 (1956)

Heft: 8

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: 01.10.2025

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

Als wichtige repräsentative Grösse der nach dem Strom-Nulldurchgang sich abspielenden Vorgänge wäre die schaltereigene, d. h. nur vom Schalter und Ausschaltstrom abhängige Restleitfähigkeit zu betrachten. Diese könnte z. B. praktisch nach der Unterbrechung des Stromes bestimmt werden, wenn die wiederkehrende Spannung möglichst klein gehalten, und über die Schaltstrecke aus fremder Spannungsquelle eine hochfrequente kleine Spannung angelegt wird [2].

β) Beim Kesselölschalter variierten Grösse und Dauer des Nachstromes in grösseren Grenzen als beim ölarmen Schalter und vor allem viel mehr als beim Druckluftschalter. Die beim Kesselölschalter bei schweren Schaltungen gemessenen verhältnismässig kleinen Nachströme mit kurzen Nachstromdauern zeigen, dass bei Eigenfrequenzen unter 5000 Hz auch bei diesem Schalter ein dämpfender Einfluss der Restleitfähigkeit auf die nach den Kurzschlußschaltungen wiederkehrende Spannung nicht mit Sicherheit vorhanden ist.

γ) Die beim Druckluftschalter gemessenen sehr kleinen Nachströme und Nachstromdauern bestätigen die bereits bekannte Tatsache der sehr raschen Wiederverfestigung der Schaltstrecke, wodurch ein rasches, eindeutiges und sauberes Schalten auch bei extremen Schaltfällen mit grosser Spannungsbeanspruchung ermöglicht wird.

δ) Die komplizierten Zusammenhänge zwischen Lichtbogenstrom, Lichtbogenspannung, Reststrom, wiederkehrender Spannung, thermischer Ionisation usw. zeigen, dass man bei indirekten Prüfverfahren, z. B. mit getrennten Hochstrom- und Hochspannungskreisen, äusserst sorgfältig vorgehen muss, indem sowohl der Stromverlauf als auch die wiederkehrende Spannung vor und während des Strom-Nulldurchganges in Amplitude und zeitlichem Verlauf genau der Wirklichkeit entsprechen müssen; andernfalls ist die indirekte Prüfung nicht schlüssig.

ε) Die sog. Elementenprüfung bei Schaltern mit Mehrfachunterbrechung besteht darin, eine Unterbrechungsstelle mit voller Ausschaltleistung zu prüfen, und hieraus das Ausschaltvermögen des Schalters durch Umrechnung unter Berücksichtigung der Spannungsverteilung zu bestimmen. Diese Methode ist dann einwandfrei, wenn die Spannungsverteilung über die Unterbrechungsstellen, beim Ansteigen der wiederkehrenden Spannung, genau definiert und bekannt ist. Beim Druckluftschalter ist eine Beeinflussung der Spannungsverteilung durch die Restleitfähigkeit dank der raschen Entionisierung praktisch nicht vorhanden, während bei Schaltern mit grosser und lange dauernder Restleitfähigkeit, welche wegen des grossen Streubereiches in jeder Unterbrechungsstelle in Grösse und Verlauf verschieden sein kann, eine ungleichmässige Beeinflussung der Spannungsverteilung möglich ist. Bei solchen Schaltern ist die Methode der Elementenprüfung daher nicht ohne weiteres zulässig.

Literatur

[1] *Cassie, M. A.:* Théorie nouvelle des arcs de rupture et de la rigidité des circuits. Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques (CIGRE), Paris 1939, Bd. 1, Rapp. 102, 16 S.

[2] *Cassie, A. M., F. O. Mason* und *L. H. Orton:* Measurement of Rapidly Varying Resistance in an Arc Gap near Current Zero. Electrician Bd. 122(1939), Nr. 3168, S. 206.

[3] *Mayr, O.:* Über die Theorie des Lichtbogens und seiner Löschung. ETZ Bd. 64(1943), Nr. 49/50, S. 645...652.

[4] *Boehne, E. W.:* The Geometry of Arc Interruption II. Current-Zero Phenomena. Trans. AIEE Bd. 63(1944), Juni, S. 375...386; 447...450.

[5] *Hammarlund, P.:* Transient Recovery Voltage. Handl. Proc. Bd. -(1946), Nr. 189, S. 182 ff.

[6] *Lewis, L. J.:* Circuit-Breaker Current Measurements During Reignitions and Recovery. Trans. AIEE Bd. 66(1947), S. 1253...1257.

[7] *Browne, T. E.:* A Study of A.C. Arc Behaviour near Current Zero by Means of Mathematical Models. Trans. AIEE Bd. 67(1948), Part. 1, S. 141...153.

[8] *Teszner, S., A. Guillaume, P. Fourmarier, J. Blase* und *P. Walch:* Contribution à l'étude des courants post-arc dans les interrupteurs à haute tension. Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques (CIGRE), Paris 1952, Bd. 2, Rapp. 130, 21 S.

[9] *Hochrainer, A.:* Der Nachstrom in Leistungsschaltern. ETZ Bd. 73(1952), Nr. 19, S. 627...629.

[10] *Mason, F. O.:* Gas Blast Circuit Breakers. Recording of Current in A. C. Power Arcs near Current Zero. Engr. Lond. Bd. 193(1952), 23. Mai, S. 686...689.

[11] *Teszner, S.* und *J. Blase:* Nouvelle Contribution à l'étude des courants post-arc dans les interrupteurs à haute tension. Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques (CIGRE), Paris 1954, Bd. 2, Rapp. 145, 29 S.

[12] *Baltensperger, P. und P. Schmid:* Lichtbogenstrom und Überspannungen beim Abschalten kleiner induktiver Ströme in Hochspannungsnetzen. Bull. SEV Bd. 46(1955), Nr. 1, S. 1...13.

Adresse der Autoren:

Dr. sc. math. *P. Baltensperger,* Hönggerstrasse 22, Unterengstringen (ZH); *P. Schmid,* dipl. Physiker, Gottesgraben 3, Wettingen (AG).

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Nachträgliches aus den Mustermesse-Ständen

Hasler A.-G., Bern und Zürich

(Halle 3, Stand 706; Halle 11, Stand 4139.) Die Firma zeigt an der diesjährigen Mustermesse eine Vielzahl von Apparaturen aus dem Gebiet der *Fernmeldetechnik* nebst einer sorgfältigen Auslese interessanter mechanischer Erzeugnisse aus dem Bereich der *Präzisionsmechanik.*

Die moderne Übertragungstechnik hat einen gewaltigen Aufschwung zu immer neuen Anwendungen genommen. So wurde der drahtlose Telexverkehr mit Übersee erst möglich durch die *TOR-Apparaturen zur automatischen Fehlerkorrektur,* wovon 1 Schrank ausgestellt ist. — Zur Verbesserung des Empfanges der Rundspruch-Programme der Landessender wird gegenwärtig in der Schweiz ein UKW-Netz aufgebaut. Daran ist die Firma massgeblich beteiligt durch die Lieferung einer Serie von *FM-UKW-Sendern,* von denen einer ausgestellt ist (Fig. 1). Unter C-Trägersystemen sind den Fachleuten die neuentwickelten *trägerfrequenten Telephonsysteme zu 5 + 5 Kanäle* bekannt, die besonders für kleine Distanzen entwickelt worden sind. Zwei Buchten, die in Betrieb gezeigt werden, enthalten die nötigen Trägerfrequenz- und Linienausrüstungen (Fig. 2). Weiter entwickelt mit neuer Phasen-Modulation wurden die *drahtlosen Telephonanschlüsse.* Dadurch besitzen Klubhütten, Berggasthöfe usw. trotz allfälliger Lawinen und Steinschläge stets eine sichere Verbindung mit dem öffentlichen Telephonnetz. Bei dem von der Firma entwickelten *Autoruf* ist der Aufbau eines Empfängers mit Gehäuse aus transparentem Material sichtbar gemacht.

Direktionstelephone (welche die Auszeichnung «Die gute Form 1955» tragen) und der einplätzige *Hotel-Vermittler* fal-

len durch sehr ansprechende Gestaltung und gediegene Ausführung angenehm auf. Die Reihe der bewährten Hasler *Haus-Telephonzentralen* wurde durch die Relaisautomaten mit 1 Amtslinie und 6 internen Anschlüssen und jenen mit 2 bis 5 Amtsleitungen und 14 internen Sprechstellen sowie

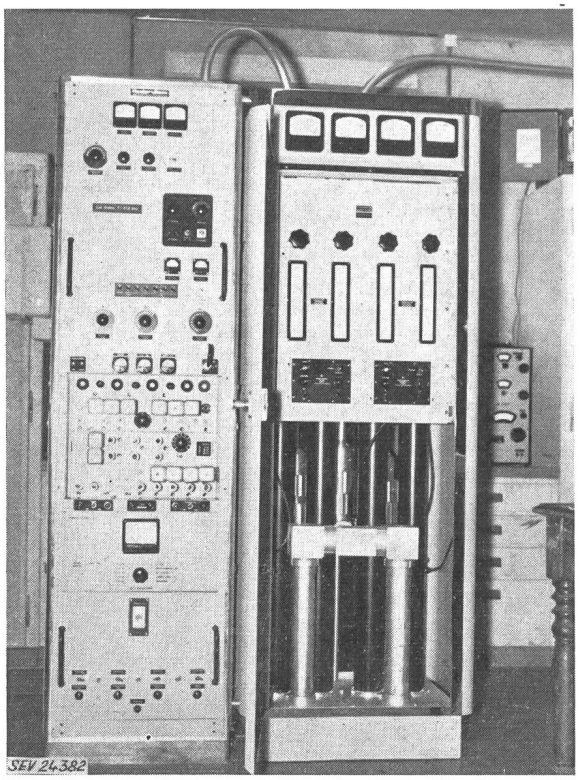


Fig. 1
Frequenzmodulierter UKW-Sender

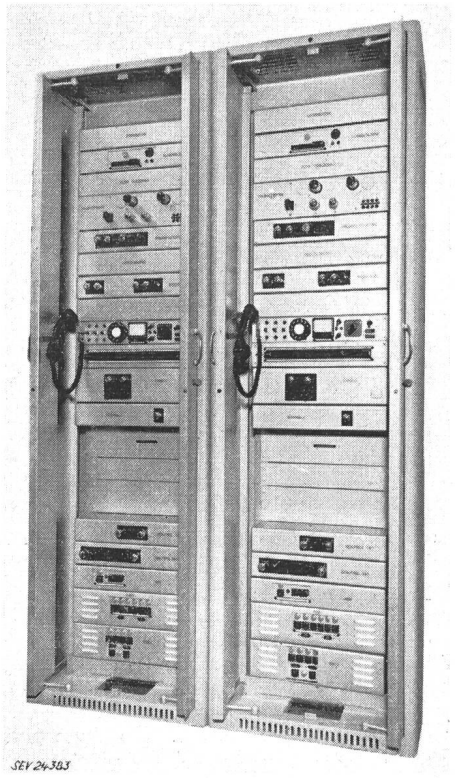


Fig. 2
Einseitenbandgeräte zur Übertragung von 2 Sprechkanälen und überlagerten Fernwirksignalen

durch die rein internen Anlagen für 12, 27 oder 45 Anschlüsse erweitert, die zum Teil besonders für den Export entwickelt worden sind.

Unter Auswertung aller bisher gesammelten Erfahrungen wurden die feinmechanischen Erzeugnisse wie *Geschwindigkeitsmesser* für Schienen- und Strassenfahrzeuge sowie die *Mess- und Kontrollapparate* für die Textil- und andere Industrien weiter entwickelt. Das Äussere dieser Apparate hat sich dabei kaum geändert, wohl aber werden den Fachmann verschiedene technische Fortschritte und neue Anwendungen interessieren.

Die Modelle der weltbekannten *Frankiermaschine*, die als privates Postamt in Industrie und Handel die Postabfertigung wesentlich vereinfachen, sowie für fiskalische Zwecke (Umsatzsteuer, Versicherungszahlungen usw.) eine neue Anwendung gefunden haben, werden in der Halle 11, Stand 4139 gezeigt.

Peravia A.-G., Bern

(Halle 3, Stand 706.) Diese Spezialfirma für *Bordinstrumente und Apparate für die Aviatik* stellt ihre Produkte im Stand der Herstellerfirma Hasler A.-G. aus.

Die Präzision und Qualität der *Bordinstrumente* konnte erneut weiter erhöht werden. Dies besonders bei den neuesten Modellen der Beschleunigungsmesser, künstlicher Horizonte, elektrischer Wendezeiger, Fern-Drehzahlmesser, Höhenschreiber, Motographen und Kugelkompasse. Die beiden elektrischen Kreiselgeräte für Gleichstrombetrieb, Wendezeiger und Horizont sind mit Radiostörschutz ausgerüstet.

Besondere Beachtung verdienen der *Fern-Drehzahlmesser* zur Überwachung von Propeller- und Turbinentriebwerken sowie der *Beschleunigungsmesser* mit Warnkontakt, der den Piloten bei den auftretenden hohen Beschleunigungen durch akustische und optische Signale auf die Überschreitung der zulässigen Werte aufmerksam macht.

Die ausgestellten Apparate geben einen guten Überblick über die neueste Entwicklung der Geräte für Flugsicherheit und Flugüberwachung.

SODECO, Société des Compteurs de Genève, Genève

(Halle 3, Stand 752 und 761.) Seit ihrem Bestehen hat sich SODECO mit der Fabrikation von *Elektrizitätszählern* befasst. Die Auswahl der an der Mustermesse 1956 ausgestellten Apparate ist ein Beweis der stetigen Entwicklung des Betriebes und seines Fabrikationsprogramms.

Auf dem Gebiete der Elektrizitätszähler treten immer mehr die hochüberlastbaren Messgeräte in den Vordergrund des Interesses. Die Einphasen-Ausführung kann dauernd bis 300 % (Grenzlast 400 %), die Dreiphasen-Ausführung bis 200 % (Grenzlast 300 %) der Nennstromstärke überlastet werden. — Zu den Elektrizitätszählern kommen die *Gesprächszähler* für Telephon-Zentralen sowie die Gebührenzähler «Teletaxe». Diese ermöglichen die sofortige Kontrolle der Kosten jedes Telephongesprächs sowie des Totals der Einzelgespräche über einen beliebigen Zeitabschnitt. Die Gebührenzähler werden von den Kreisdirektionen der PTT in Miete an die Abonnenten abgegeben.

Der SODECO-*Nummernschalter*, der soeben mit einer neuen beweglichen Scheibe ausgerüstet wurde und der neuen PTT-Tischstation genauestens angepasst ist, sei hier ebenfalls erwähnt. Dank der Verwendung von Speziallagern und einer zweckmässigen Bremse haben Temperaturschwankungen keinen Einfluss auf seine Arbeitsweise. — Ausserdem fabriziert SODECO verschiedene *Kontrollapparate* wie Impulsfernzähler, Betriebsstundenzähler und mechanische Zähler für die Zählung und Rationalisierung der Produktion in der Industrie.

Die SODECO-*Automaten* sind am Stand 761 ausgestellt. Heute ist die SODECO in der Lage, die folgenden Typen anzubieten: Briefmarken- und Postkartenautomaten, Automaten für Billette, Ansichtskarten- und Warenautomaten, sowie Glühlampen- und Sicherungspatronenautomaten (Fig. 1).

Die ständigen Kunden der SODECO kennen auch den elektromagnetischen *Massageapparat* «Vibrosan», der heute in verstärkter Ausführung gebaut wird und sich besonders eignet, wo eine Massage mit grossen Tiefenwirkungen erwünscht ist.

Zu den kleinen 4- und 5stelligen *Impulsfernzählern*, hauptsächlich für Industrie und Forschung (Atomenergie) geschaffen, sind neuentwickelte Typen hinzugekommen. Die neuen kleinen 6stelligen Einbauzähler mit mechanischer oder elektrischer Nullrückstellung (Fig. 2) haben die gleichen

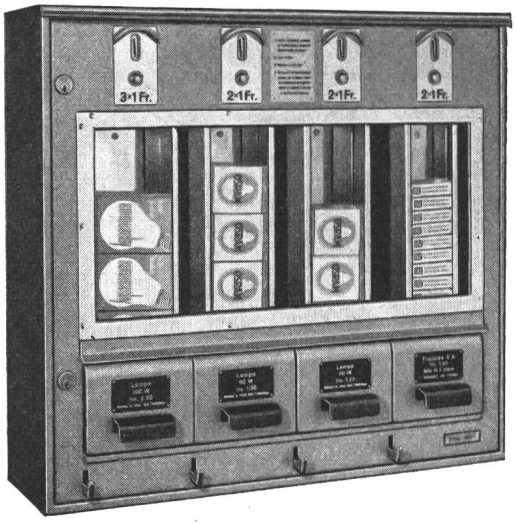


Fig. 1
Glühlampen- und Sicherungspatronenautomat

technischen Daten wie die wohlbekannten 5stelligen Zähler des gleichen Typs. Sie können bis 25 Impulse pro Sekunde registrieren. Dauerversuche haben 100 Millionen Impulse weit überschritten. Neue technische Vervollkommnungen an der elektrischen Nullrückstellung erlauben über 500 000 Nullrückstellungen. Diese Zähler sind für Schalttafeleinbau vorgesehen und können mit oder ohne Staubschutzdeckel geliefert werden. Die Maßskizzen stimmen mit denjenigen der 5stelligen Typen TCeZ5E und TCeF5E überein. — Um den verschiedenen Anfragen gerecht zu werden hat SODECO zwei neue *Zähler in verkürzter Ausführung*, die Typen TCeBZ4E und TCeBZ5E mit mechanischer Nullrückstellung entwickelt. Die Zähler können entweder für Gleichstrom oder für Wechselstrom vorgesehen werden. Sie registrieren bis zu 25 Impulsen pro Sekunde und haben eine lange Lebensdauer. Diese Zähler werden nur für Einbau und mit Staubschutzdeckel geliefert (Einbautiefe 50 mm).

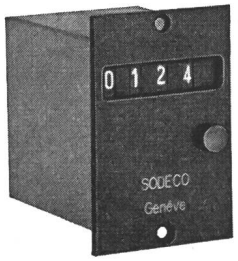


Fig. 2
Kleiner Impulsfernzähler

Am Stand wird ein kleiner, *elektromagnetischer Zähler* mit einer einzigen Dekade vorgeführt. Die Zahlenrolle dieses Zählers wird von zwei elektromagnetischen Systemen angetrieben und erlaubt eine Zählung in zwei Richtungen (vor- und rückwärts). Zwei Kontakte, von welchen der eine bei der Stellung null, der andere bei der Stellung neun der Zahlenrollen geschlossen ist, vervollständigen diesen Apparat. Die periodische *Fernübertragung einer Verbrauchszunahme* zeigt 8 derartige Zähler im Betrieb. Eine Zählung wird in Form von Impulsen auf die ersten vier Dekadenzähler (Sende-Dekaden) gegeben. Beim Übergang von neun auf null wird die Dekade elektrisch mit der nächst höheren gekuppelt, usw. Zu einem gegebenen Zeitpunkt werden die Sende-Dekaden nacheinander mit einer entsprechenden Zahl von Empfänger-Dekaden verbunden. Die Impulse, die während der Übertragung vom Primärzähler her eintreffen, werden auf einem speziellen Register gespeichert und nach beendeter Übertragung auf die Sende-Dekaden gegeben. Es ist auch wichtig zu wissen, dass der Empfänger hintereinander mehrere Sendungen empfangen und summieren kann.

Schweizerische Wagons- und Aufzügefabrik A.-G., Schlieren-Zürich

(Halle 9, Stand 3441.) Dieser Stand ist unterteilt in eine Gruppe für *Vertikal-* und eine Gruppe für *Horizontalbeförderung.*

Der Besucher kann unter anderem einen kompletten *Aufzugsmaschinenraum* in Betrieb besichtigen. Nachdem sich die raumsparende *Schlieren-«Portaflex»*-Türe auf ein Druckknopfsignal lautlos geöffnet hat, tritt man in eine moderne Aufzugskabine.

Die Abteilung für *Wagonbau* wird beherrscht von einem eindrucksvollen Laufdrehgestell. Auch die in Betrieb gezeigte *Vierflügeltüre* (für Hand- und Fernbetätigung kombiniert) ist ein interessantes Beispiel der ständigen Entwicklung im Wagonbau.

—

Erni & Co., Brüttisellen (ZH)

(Halle 3b, 1. Stock, Stand 2508.) Das *Kleinrelais* J 53, dessen hohe Qualitäten ihm in vielen Industriezweigen dauernden Eingang verschafften, wird auch dieses Jahr in seinen verschiedensten Ausführungen für Stark- und Schwachstrom gezeigt. Dieses Schaltelement hat eine grosse Verbreitung in Steuerungsanlagen erlangt, insbesondere dort, wo Zuverlässigkeit und hohe Lebensdauer auch bei schlechten Umgebungs-Bedingungen verlangt werden. Einige Anwendungsbeispiele werden gezeigt.

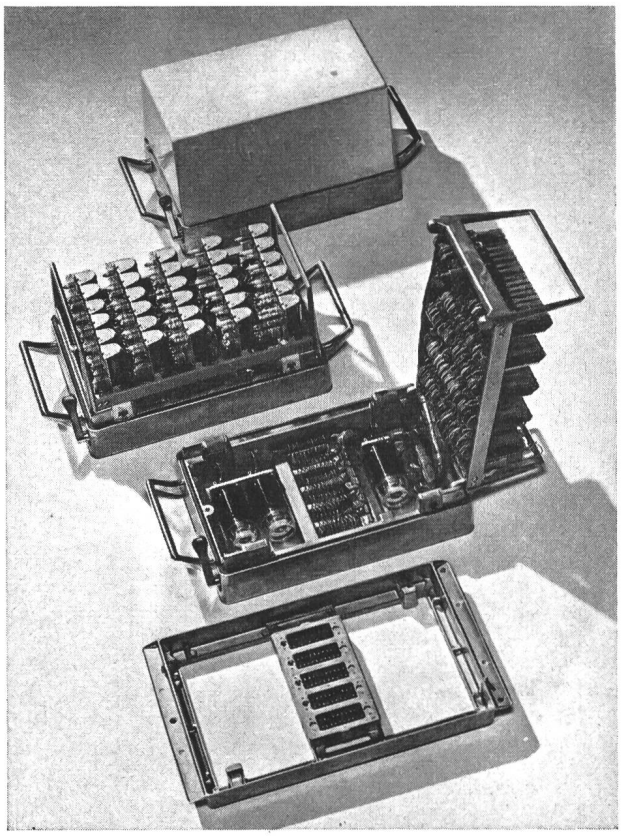


Fig. 1
Relais-Steuerung im steckbaren «Lix»-Einheitsgehäuse
Im Vordergrund der Einbau-Rahmen mit Steckdosen, darüber zwei «Lix»-Relais-Einheiten mit ausgedrehtem und geschlossenem Relais-Rahmen, oben eine fertige «Lix»-Einheit mit Deckel, bereit zum Einstecken in den Einbau-Rahmen

Unter dem Namen *«Servo-Balance»* tritt ein Gerät neu in Erscheinung, das seiner vielseitigen Anwendbarkeit wegen berufen ist, bei der Kontrolle, Messung, Regelung, automatischen Kombination und Servo-Steuerung vieler physikalischer Grössen gute Dienste zu leisten. «Servo-Balance» dient zum zuverlässigen Regeln, Steuern, Messen von mechanischen Bewegungen, elektrischen Grössen, thermischen Vorgängen, hydraulischen Funktionen in der Automatisierung, in der Fernmess- und Regelungstechnik.

Erstmals zeigt die Firma im zu diesem Zwecke erweiterten und neugestalteten Stand ein universell verwendbares Apparate-Gehäuse-System, das *«Lix»-Gehäuse für die Schal-*

tungstechnik. Das vollständig aus Leichtmetall-Spritzguss hergestellte, steckbare Gehäuse eignet sich ebensogut zur Einzelverwendung, z. B. für dezentralisierte Maschinensteuerungen elektromagnetischer oder elektronischer Art, als auch für den Zusammenbau von zentralisierten Anlagen jeder Grösse, was im Stand sichtbar gemacht ist.

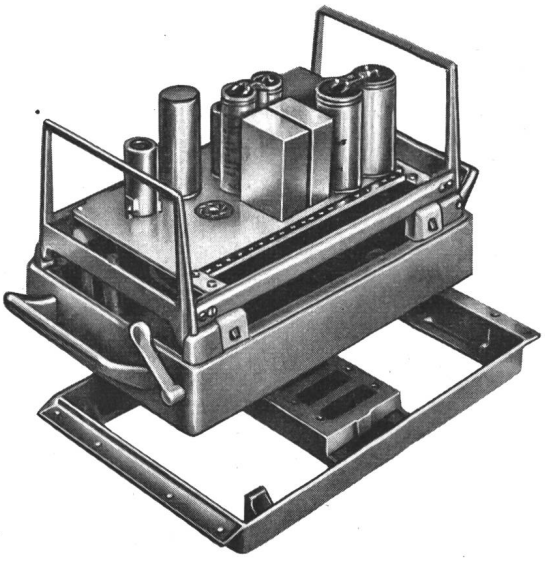


Fig. 2
«Servo-Balance»
Elektronisches Regel-Organ für physikalische und elektrische Grössen, eingebaut in steckbares «Lix»-Einheitsgehäuse

---

Fremdschichtüberschlag

621.317.333.015.52 : 621.315.62

[Nach *H. von Cron:* Der Fremdschichtüberschlag. Siemens-Z. Bd. 29(1955), Nr. 10, S. 427...434, und Nr. 11, S. 475...483]

Die sich auf der sauberen Isolatorfläche bildende Ablagerung von Staub aller Art — Flugasche und Zement usw. in Industriegegenden und Blütenstaub in ländlichen Gegenden — wird als Fremdschicht bezeichnet. Diese kann Wasser aufnehmen und so einen leitenden Belag bilden. Der Einfluss eines künstlich erzeugten leitenden Belages auf die Überschlagspannung von Freiluftisolatoren wurde näher untersucht. Vorerst kann experimentell nachgewiesen werden, dass auf *sauberen* Isolatoren selbst durch Besprengung mit einem Elektrolyten die Überschlagspannung nicht so stark gesenkt werden kann, dass schon bei Betriebspannung ein Überschlag zu erwarten wäre. Mit einer wasserbildenden Fremdschicht jedoch kann die Überschlagspannung unter die Phasenspannung abgesenkt werden. Je grösser die Leitfähigkeit des Belages ist, desto kleiner ist die Haltespannung des Isolators.

In Fig. 1 ist das Verhalten von 2 Stützisolatoren mit verschiedenen Schirmausbildungen gezeigt. Der Nebeltyp mit dem langen Kriechweg — doppelte Schirmzahl — verhält sich günstiger als der Normaltyp. Seine Überschlagspannung sinkt selbst bei starker Verschmutzung nicht unter die verkettete Betriebspannung. Dabei ist zu bemerken, dass der Widerstand der abgewickelten Fläche massgebend ist, dass also weit ausladende Schirme den Widerstand wieder verkleinern können. Da nur Feuchtigkeit haltende Fremdschichten den Überschlag einleiten können, ist die Bildung dieser Feuchtigkeitsschicht z. B. an unterkühlten Isolatoren oder bei Tau wichtig. An Isolatoren unter Betriebspannung wird die Bildung der Feuchtigkeitsschicht durch die hervorgerufene Erwärmung verzögert, doch scheint dadurch die Höhe der Überschlagspannung nicht beeinflusst zu werden. Der Überschlag bildet sich schliesslich so aus, dass einzelne Stellen mit hoher Stromdichte abtrocknen. An diesen Stellen bilden sich Funken, welche schliesslich zum Vollüberschlag führen. Sog. Nebeltypen, bestimmt für staubgefährdete Gegenden werden einer andern Prüfmethode unterworfen als die Normalisolatoren, für welche die bekannte Regenüberschlagspannung massgebend ist. Es muss für diese Isolatoren nachgewiesen werden, dass sie in verschmutztem und betautem Zustande eine Prüfspannung, die etwas höher liegt als die Betriebspannung, noch halten können. Auf kurzzeitige Schaltüberspannungen ist dabei keine Rücksicht zu nehmen, weil bis zur Ausbildung eines Überschlags eine längere Zeit notwendig ist, als solche Überspannungen in der Regel dauern.

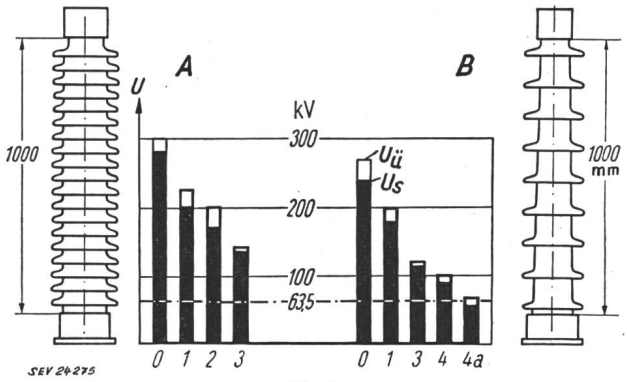


Fig. 1
Isoliervermögen von Stützern mit betauten Fremdschichten
A Nebeltype mit langem Kriechweg für 110 kV
B Normaltype für 110 kV
U Spannung; *Uü* Überschlagsspannung; U_s Stespannung; *0* sauberer Isolator; *1, 2, 3, 4* Isolator mit 1-, 2-, 3- und 4facher Fremdschicht; *4a* Isolator mit zusätzlich 1 % Salz in der Fremdschicht

Bemerkung des Referenten

In der Schweiz sind bis auf wenige Orte in der Nähe von Zementfabriken keine schädlichen Fremdschichten zu befürchten. Deshalb stellt sich in unserem Lande das Fremdschichtproblem nur für die Exportindustrie. Um so wertvoller sind für uns diese Untersuchungen, weil sie Wege zeigen, wie im Prüffeld Anordnungen geschaffen werden können, um das Verhalten der Isolatoren in schmutzgefährdeten Gegenden voraus zu bestimmen. *H. Kläy*

Elektrische und magnetische Messungen im Prüffeld und in der Fabrikation

621.317.3/.4

[Nach *D. Edmundson:* Electrical and Magnetic Measurements in an Electrical Engineering Factory. Proc. Instn. Electr. Engrs. Bd. 102(1955), Part B, Nr. 4. S. 427...441]

Elektronische Messgeräte wurden noch vor wenigen Jahren von Starkstrommesstechnikern mit Misstrauen betrachtet. Inzwischen liess sich, vor allem durch Einführung der Gegenkopplung, die Verstärkertechnik so weit vervollkommnen, dass elektronische Messgeräte die Sicherheit, Stabilität und Genauigkeit aufweisen, dass sie auch im Prüffeld und bei der Fabrikation von elektrischen Maschinen und ihren Teilen Eingang gefunden haben. Im folgenden wird über ein elektronisches Wattmeter berichtet, für das es in der Starkstrommesstechnik zahlreiche Anwendungen gibt.

Ein zweites Element, das sich für Starkstrommessungen als äusserst wertvoll erwiesen hat, ist das polarisierte Relais, das sich durch grosse Empfindlichkeit auszeichnet, und das sich bis zu einer Frequenz von 500 Hz als mechanischer Gleichrichter, Umformer und zur Aufladung von Kondensatoren eignet. Die Mess- und Prüfgeräte, die mit dem elektronischen Wattmeter und dem polarisierten Relais gebaut wurden, zeichnen sich durch Einfachheit und Robustheit aus. Sie lassen sich mit normalen Bestandteilen ausführen, und ihre Herstellung und Bedienung bietet keinerlei Schwierigkeiten.

1. *Das elektronische Wattmeter*

Eine der wichtigsten Forderungen, denen ein Messgerät entsprechen muss, ist die, dass es den Messkreis nicht belastet. Diese Forderung kann auch schon in der Starkstrommesstechnik Schwierigkeiten bereiten; z. B. bei Messungen an kleinen Motoren, Glühlampen und dergleichen. Bei Leistungsmessungen treten auch dann Schwierigkeiten auf, wenn die Spannung, an die der Verbraucher angeschlossen wird, klein ist. Diesen beiden Schwierigkeiten kann mit dem elektronischen Wattmeter begegnet werden.

Fig. 1 zeigt das Schema des elektronischen Wattmeters. Auf die Vorverstärkerröhren V1 und V2 folgt der Kathodenverstärker V3. Der vom Kathodenverstärker gelieferte Wechselstrom I fliesst durch die Spannungsspule des Wattmeters. Der Widerstand R_B dient zur Gegenkopplung. Der Gleichstrom der Röhre V3 fliesst über die Tetrode V4, die für die Wechselspannung einen grossen Widerstand darstellt und Amplitude und Phase der Kathodenspannung der Röhre V3 in keiner Weise beeinflusst. Die Stabilisatorröhre V5 hält die Schirmgitterspannung der Röhren V1 und V2 auf einen konstanten Wert. Diese Massnahmen in Verbindung mit der grossen Gegenkopplung haben zur Folge, dass die Fehler des Verstärkers, was Amplitude und Phase der verstärkten Spannung betrifft, kleiner als 0,1% bleiben.

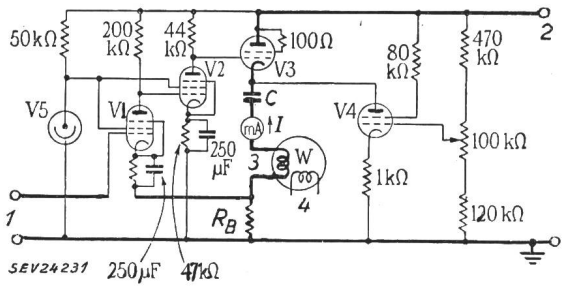


Fig. 1
Schema des elektronischen Wattmeters
1 Eingang; *2* stabilisierte Anodenspannung 350 V; *3* Drehspule; *4* Feldspule; *I* Wechselstrom des Kathodenfolgers V3

Die Messbereiche des elektronischen Wattmeters liegen zwischen 0,3...30000 W, wobei die Spannungen zwischen 1...1000 V und die Ströme zwischen 0,3...30 A variieren können. Für die Spannungseinstellung dient ein Spannungsteiler mit einem Widerstand von 10 kΩ/V, während für die Stromeinstellung ein Stromtransformator mit angezapfter Primärwicklung dient.

2. *Die Maxwellsche Kommutatorbrücke*

In der Brückenschaltung nach Fig. 2 hat der Brückenzweig, in dem der Kondensator C liegt, einen Widerstand

$$R = \frac{1}{n\,C} - R_k \tag{1}$$

Dabei bedeutet n die Anzahl Umschaltungen des polarisierten Relais pro Sekunde und R_k den Ohmschen Widerstand zwischen den Anschlüssen des Kondensators C, wenn das polarisierte

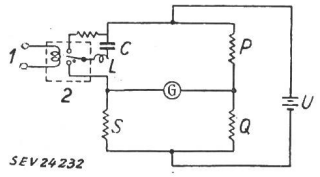


Fig. 2
Prinzipschema der Maxwellschen Kommutatorbrücke
1 zu messende Frequenz
2 polarisiertes Relais

Relais den Kondensator in die Brücke schaltet. Wenn P, Q und S die Brückenwiderstände bedeuten und G den Innenwiderstand des Galvanometers, so erhält man:

$$R_k = \frac{\left(\frac{P\,Q}{P+Q} + G\right) S}{\frac{P\,Q}{P+Q} + G + S} \tag{2}$$

Bei diesen Gleichungen ist vorausgesetzt, dass sich der Kondensator jedesmal vollkommen aufladet; d. h. dass $R_k \ll 1 / n\,C$. Wenn die Brücke im Gleichgewicht ist, ist $R / P = S / Q$. Wenn die Brücke bei einer Umschaltfrequenz n_0 im Gleichgewicht ist, dann ist der Strom durch das Galvanometer bei einer beliebigen Frequenz n

$$I_G = U \frac{Q}{(G+S)(P+Q) + P\,Q}\left(1 - \frac{n}{n_0}\right) \tag{3}$$

worin U die Brückenspeisespannung bedeutet.

Die Maxwellsche Kommutatorbrückenschaltung kann auf zwei Arten verwendet werden: Mit Nullanzeige des Galvanometers oder mit Skalenwerten. Der Galvanometerstrom verläuft, wie aus Gleichung (3) zu ersehen ist, mit der Frequenz linear. Die Messgenauigkeit der Brücke hängt von der Genauigkeit der Widerstände und von der Stabilität des Kondensators ab. Eine Genauigkeit von 0,1% lässt sich unschwer erreichen.

3. *Anwendungsmöglichkeiten*

Das elektronische Wattmeter wurde speziell für die Messung der magnetischen Eigenschaften von Transformatorblechen gebaut. Es lassen sich mit ihm z. B. die Verluste und die Permeabilität des Bleches messen. Fig. 3 zeigt das Schema

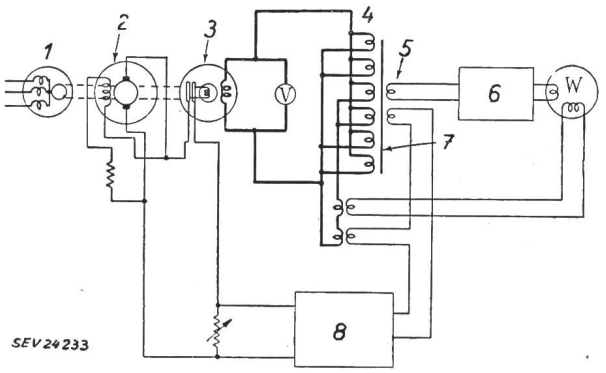


Fig. 3
Prinzipschema für die kontinuierliche Verlustmessung ganzer Transformatorblechtafeln
1 Motor; *2* Erregermaschine; *3* Wechselstromgenerator; *4* Primärwicklungen; *5* Sekundärwicklungen; *6* elektronisches Wattmeter (siehe Fig. 1); *7* Prüfling; *8* automatischer Spannungsregler

für die Verlustmessung. Die Meßspannung liefert ein Wechselstromgenerator, der von einem Motor angetrieben und von einer Erregermaschine über einen automatischen Spannungsregler gespeist wird. Die erzeugte Wechselspannung wird sechs parallel geschalteten Spulen zugeführt, die so aufgebaut sind (siehe Fig. 4), dass die zu messenden Blechtafeln ohne Unterbrechung durch sie hindurchgehen und dass die Induktion in der Spulenmitte definiert und angenähert konstant ist. Die

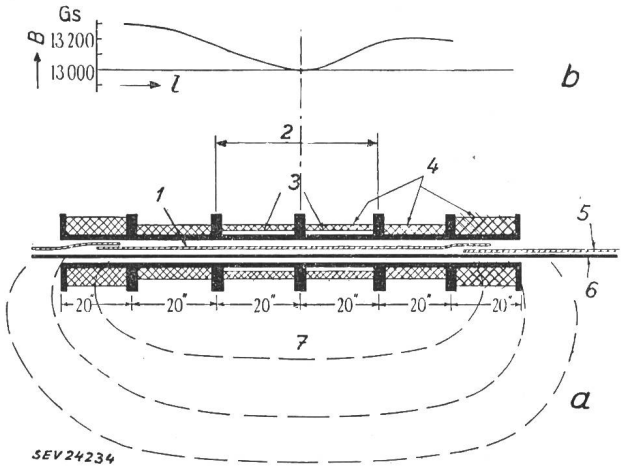


Fig. 4
Aufbau und Wirkung der Spulen für die kontinuierliche Messung der Verluste von Transformatorblechtafeln
a Spulenaufbau; *b* Verlauf der Induktion in der Blechtafel; *B* Induktion in Gauss; *l* Weg durch den Prüfling; *1* Prüfling; *2* Messbereich; *3* zwei Sekundärwicklungen; *4* sechs parallel geschaltete Primärwicklungen; *5* Transformatorblechtafeln; *6* Transportband; *7* magnetischer Fluss

Verluste werden mit einem elektrodynamischen Messgerät bestimmt. Unter den mittleren beiden Spulen in Fig. 4 liegen zwei Sekundärwicklungen. Die an diesen liegenden Spannungen werden einerseits über den Messverstärker einer Wicklung des Messgerätes, anderseits dem Spannungsregler für den Wechselstromgenerator zugeführt. An der zweiten Spule des Messgerätes liegt eine Spannung, die dem Strom durch die mittleren

Primärwicklungen proportional ist. Besondere Massnahmen wurden getroffen, dass Unterschiede der Blechdicke das Messresultat nicht beeinflussen, und dass das elektrodynamische Messgerät nicht überlastet wird.

Mit dem polarisierten Relais lassen sich unter anderem Frequenzen, Geschwindigkeiten, Drehzahlen, Drehzahlschlupf, Netzfrequenzen, B/H-Kurven von Transformatorblechen und kapazitive Verluste messen. *H. Gibas*

Massenspektroskopie

621.384.8

[Nach *H. Hintenberger:* Die Massenspektroskopie und ihre Anwendungen. VDI-Z. Bd. 97(1955), Nr. 24, S. 817...822]

1. Erzeugung von Massenspektren

Die Massenspektroskopie befasst sich mit der Untersuchung gerichtet bewegter, elektrisch geladener Masseteilchen. Solche sog. Ionenstrahlen lassen sich auf die gebräuchlichste Art dadurch erzeugen, dass die zu untersuchende Substanz in Form von hochverdünntem Gas Elektronenstössen ausgesetzt wird, worauf die dabei ionisierten Teilchen in einem elektrischen Feld von einigen Tausend Volt beschleunigt und schliesslich zu einem scharfen Strahlenbündel ausgeblendet werden.

In ein homogenes Magnetfeld senkrecht zu den Kraftlinien alle mit gleicher kinetischer Energie eingeschossene Ionen werden auf Kreisbahnen gezwungen, deren Radius r (in cm) mit der Masse der Ionen M (in Atomgewichtseinheiten), ihrer Beschleunigungsspannung U (in Volt) und der magnetischen Feldstärke H (in Gauss) durch folgende Beziehung verknüpft ist:

$$r = 858 \frac{\sqrt{M\,U}}{H}$$

Das heisst also: bei konstanter Stärke des homogenen magnetischen Feldes und bestimmter Beschleunigungsspannung der Ionen ist das Ablenkungsmass der letzteren allein von ihrer Masse abhängig. Auf dieser Beziehung beruht der Massenspektrograph. Schematisch ist ein solcher in seiner einfachsten Form in Fig. 1 wiedergegeben. Der Ionenstrahl b mit dem

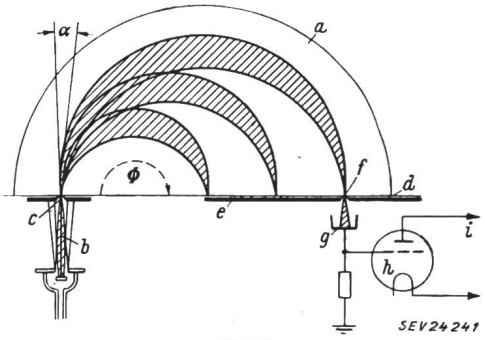


Fig. 1
Einfacher Massenspektograph bzw. Massenspektrometer

a homogenes Magnetfeld; *b* Ionenstrahl; *c* Schlitz, durch den die Ionen unter verschiedenem Winkel α in das Magnetfeld eintreten; *d* Ebene, in der die Ionen nach einem Ablenkwinkel von $\Phi = 180°$ an verschiedenen Stellen entsprechend ihrer verschiedenen Masse gesammelt werden; *e* Metallschirm in der Ebene *d*; *f* Schlitz im Metallschirm; *g* Ladungsempfänger hinter *f*; *h* Elektrometerröhre; *i* zum Verstärker

Öffnungswinkel α tritt durch den engen Schlitz c in das homogene Magnetfeld a ein und wird dort im Mittel um 180° abgelenkt. Teilchen gleicher Energie, die innerhalb des Winkels α mit etwas verschiedener Richtung einfallen, werden dabei fokussiert. Partikel verschiedener Massen erfahren eine Ablenkung auf Kreisbahnen mit unterschiedlichen Radien, so dass in der Fokussierebene d ebenso viele scharfe Bilder des Eintrittsspaltes c entstehen, wie Ionenarten verschiedener Masse im Strahl b enthalten sind. Bringt man in die Ebene d eine photographische Platte, so lässt sich aus den darauf entwickelten Spaltbildern nicht nur ein qualitativer Rückschluss auf die Massen der verschiedenen Ionenarten ziehen, sondern aus den Schwärzungsintensitäten der verschiedenen Linien auch eine Folgerung über die relative Menge der einzelnen Ionenarten herleiten. Anstatt mit der Photoplatte des Massenspektrographen kann die qualitative und quantitative Registrierung der aufgespaltenen Ionenstrahlen auch auf elektrischem Wege vorgenommen werden, indem hinter einen Austrittsschlitz f ein Ladungsempfänger mit Verstärker angeordnet ist. Man spricht dann von einem Massenspektrometer. An Stelle eines Magnetfeldes, das den Ionenstrahl um 180° ablenkt, kann unter bestimmten Bedingungen auch ein magnetisches Sektorfeld mit kleinerem Ablenkwinkel benützt werden.

Massenspektrographen der vorerwähnten Art sind geeignet zur Trennung von Ionen mit etwa ganzzahligen und grösseren Unterschieden ihrer Massezahlen. Ist die Trennung von nahezu gleichschweren Ionen beabsichtigt, die sich nur um grössenordnungsmässig $^1/_{100}$ der Masseneinheit unterscheiden, was beispielsweise zum Nachweis von Massendefekten erforderlich sein kann, dann sind höhere Anforderungen an das Auflösevermögen der Massenspektrographen zu stellen. Voraussetzung zur Steigerung des Auflösevermögens ist eine möglichst gleichmässige kinetische Energie der in das Magnetfeld eintretenden Ionen. Diese Bedingung ist im Ionenstrahl, stammend aus den gebräuchlichen Elektronenstoss-Ionenquellen,

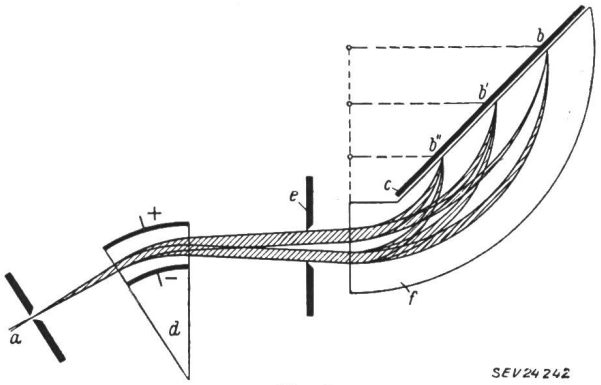


Fig. 2
Doppelfokussierender Massenspektograph
(Nach Mattauch und Herzog)

a Schlitzblende für das Ionenstrahlbündel; *b*, *b'*, *b''* Fokussierungspunkte der Ionen nach ihren verschiedenen Massen, die mit etwas verschiedenen Energien und in verschiedenen Richtungen bei *a* in den Apparat eintreten; *c* photographische Platte; *d* elektrisches Radialfeld; *e* Energieblende; *f* magnetisches Feld

nur annähernd aber nicht hinreichend erfüllt. Die dem Ionenstrahl innewohnende Energieinhomogenität lässt sich beseitigen, indem er in einem elektrischen Radialfeld aufgespalten wird, wobei Ionen gleicher Energie und verschiedener Masse zu getrennten Teilstrahlen gebündelt werden. Durch geeignete gegenseitige Anordnung und Bemessung des elektrischen Radialfeldes und des Magnetfeldes lassen sich die im elektrischen Radialfeld aufgespaltenen Teilstrahlen im Magnetfeld wieder massenrichtig fokussieren, und ausserdem lässt sich auch eine Divergenz des primären Ionenstrahlbündels ausgleichen. Ein solchermassen doppelfokussierender Massenspektrograph ist schematisch in Fig. 2 dargestellt. Es lassen sich damit Massenspektren mit sehr scharfen und gleichwohl intensiven Linien erhalten.

2. Anwendungen der Massenspektroskopie

Die Massenspektroskopie liefert den direkten Beweis dafür, dass die meisten chemischen Elemente aus verschiedenen Atomarten gleichen chemischen Verhaltens aber verschiedener Masse, sog. Isotopen, bestehen, indem die Spektren solcher Elemente aufgespalten sind in eine Anzahl Linien, jede einer einzelnen Atomart desselben Elements mit verschiedenem Atomgewicht zugehörig. Aus den Intensitätsunterschieden der Linien lassen sich die relativen Häufigkeiten der Isotopen ermitteln. In erster Näherung unterscheiden sich die Isotopenmassen voneinander um ganzzahlige Differenzen, wenn als Einheit die Masse des Wasserstoffatoms angenommen wird. Bei genauerer Betrachtung von Massenspektren hoher Trennschärfe zeigen sich allerdings kleine Abweichungen von der Ganzzahligkeit der Isotopengewichte, die ihre Ursache in den beim Aufbau der Atomkerne aus Protonen und Neutronen

sich ergebenden Massendefekte haben und welche Rückschlüsse zulassen auf die Bindungsenergien im Inneren des Atomkerns. Auch zur Lösung anderer kernphysikalischer Fragen dient die Massenspektroskopie, insbesondere dort, wo durch Neutronenbestrahlung sich Kernumwandlungen ohne Bildung radioaktiver Umwandlungsprodukte ergeben.

Die auf massenspektroskopischem Wege gewonnenen Einblicke in das Mischungsverhältnis von Isotopen erlauben eine geologische Altersbestimmung von Gesteinen, sofern sich darin bestimmte Isotope als Endprodukte radioaktiver Zerfallsketten vorfinden. Auf diese Weise lässt sich das Alter von Uranmineralien aus deren Gehalt an den Bleiisotopen mit den Massen 206 und 207 ermitteln.

Die bedeutsamste technische Anwendung findet die Massenspektroskopie als analytisch-chemische Hilfsmethode. Massenspektrometer zur Gasanalyse sind vielerorts im Gebrauch. Hervorstechendste Eigenschaften sind dabei die erreichbare hohe Nachweisempfindlichkeit und der beträchtlich verminderte Zeitaufwand im Vergleich zu andern Verfahren. Es lassen sich noch quantitative Analysen mit Gasmengen von 0,02 bis 0,1 cm³ (0 °C, 760 Torr), in Grenzfällen mit weit weniger ausführen. Insbesondere eignet sich die Massenspektrometrie zur Analyse von komplexen Mehrstoffsystemen aus Kohlenwasserstoffen. Deren einzelne Komponenten werden unter den Ionisationsbedingungen in Bruchstücke verschiedener Masse und Häufigkeit aufgespalten, wobei, konstante Bedingungen in der Ionenquelle vorausgesetzt, Art und Häufigkeit der Bruchstücke charakteristisch für jede einzelne Komponente sind und deren Spektren sich rein additiv überlagern. Auch organische Isomere lassen sich auf Grund ihrer Massenspektren unterscheiden. Massenspektrometrische Analysen dienen zu Studien biologischer Vorgänge, z. B. zur Untersuchung der Atemluft, oder bei der Verfolgung von Stoffwechselreaktionen am lebenden Organismus mit durch Einbau eines besonderen Isotops markierten Verbindungen.

Auf massenspektroskopischem Wege wurden Isotopentrennungen in wägbaren Mengen durchgeführt, deren folgenschwerste die Isolierung des Urans 235 war. *H. Preis*

Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

Dynamische Geräuschbegrenzung bei der Aufnahme und Wiedergabe von Tönen

621.84.087.27 : 621.396.822

[Nach *G. Zanarini:* Suppresseur dynamique des bruits et troubles dans l'enregistrement et la reproduction des sons. Elettronica Bd. —(1955), Nr. 1/2, S. 1...8]

Moderne Tonaufnahme- und Wiedergabegeräte gestatten die Übertragung eines sehr breiten Frequenzbandes. Infolgedessen treten auch die Störgeräusche vermehrt in Erscheinung. Erfahrungsgemäss sind diese nicht allein proportional zur Bandbreite, sondern sind im untern und obern Hörbereich dank der Eigenschaften der Übertragungsapparate verstärkt vorhanden. Selbstverständlich bemüht man sich, diese Geräusche an der Quelle zu bekämpfen. Wo hohe Qualitätsanforderungen gestellt werden, müssen aber noch andere Mittel herangezogen werden, um den Störgeräuschabstand bei der Wiedergabe zu verbessern.

H. H. Scott hat mit seinem dynamischen Suppressor mit horizontaler Wirkung in dieser Hinsicht einen Weg gezeigt, der in den folgenden Betrachtungen weiter verfolgt wird.

Der Suppressor ist ein Filter mit veränderlicher Bandbreite und zugehöriger Regeleinrichtung, welche die Bandbreite beeinflusst in Abhängigkeit von der Amplitude und der spektralen Verteilung des Signals. Seine Wirkung beruht auf dem akustischen Verdeckungseffekt: Ein starkes Signal vermag eine in der Frequenz benachbarte, schwächere Störung für das menschliche Ohr völlig zu verdecken. Da sich die Energie im Fortissimo eines Orchesters über den ganzen Hörbereich verteilt vorfindet und somit die Störgeräusche überall maskiert, darf in einem solchen Augenblick ein sehr breites Frequenzband wiedergegeben werden. Im Pianissimo hingegen kann die Energie der Störungen vornehmlich in den äusseren Bereichen diejenige des Signals übersteigen. Dann überträgt man ein beidseitig beschnittenes Frequenzband ohne Verlust an möglicher Wiedergabetreue. Wird die Bandbreite abhängig von Amplitude und Frequenz der Signale geregelt, so findet man einen optimalen Kompromiss zwischen Wiedergabetreue und Störgeräuschabstand.

Das Filter veränderlicher Bandbreite

Dieses wichtigste Element wird mit Hilfe von vormagnetisierten Induktivitäten realisiert, ähnlich den bei magnetischen Verstärkern verwendeten. Der Kern besteht aus magnetischem Material hoher Permeabilität. Kleiner Verzerrungen wegen arbeitet man in einem annähernd linearen Gebiet der Magnetisierungscharakteristik, also mit geringer Feldstärke. Fig. 1 zeigt die erreichbare relative Änderung der Induktivität in Funktion der aufgewendeten Gleichstrom-Ampèrewindungen.

Der Aufbau eines Filters mit regelbarer Bandbreite verursachte einige Schwierigkeiten, weil sich die charakteristische Impedanz von klassischen Schaltungen mit der Änderung der Induktivität auch verschiebt. Das Netzwerk musste deshalb für diesen Zweck experimentell gefunden werden. Es ist dargestellt in Fig. 2 und besteht aus einem Bandfilter mit den Kapazitäten C_1, C_2, C_3 und der veränderlichen Induktivität L_1 und aus einem Tiefpass mit C_2 und den veränderlichen Induktivitäten L_2 und L_3. Die beiden Grenzfrequenzen können unabhängig voneinander verschoben werden. L_1 regelt die obere, L_2 und L_3 die untere Grenze. Die erreichten Filterkur-

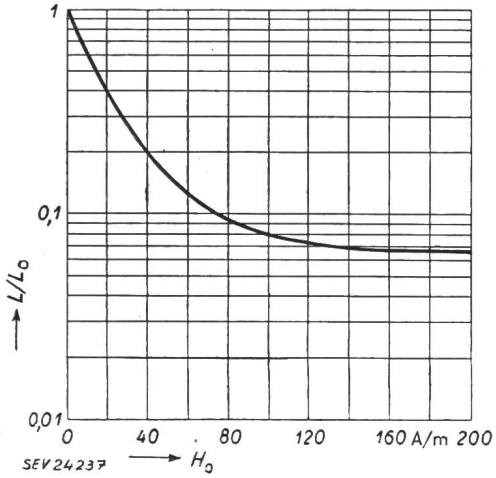


Fig. 1

Relative Induktivität L/L_0 einer vormagnetisierten Spule mit Kern hoher Permeabilität in Funktion des angelegten Gleichfeldes H_0

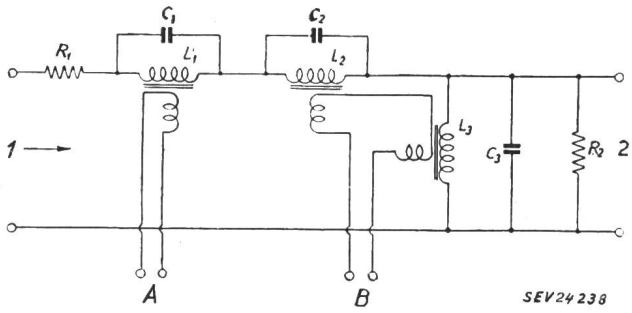


Fig. 2

Prinzipschema eines variabeln Bandpasses mit unabhängig verschiebbaren Grenzfrequenzen

Bandpass mit elektrisch regelbaren vormagnetisierten Induktivitäten

1 Eingang; *2* Ausgang; *A* Regelung der oberen Grenzfrequenz; *B* Regelung der unteren Grenzfrequenz

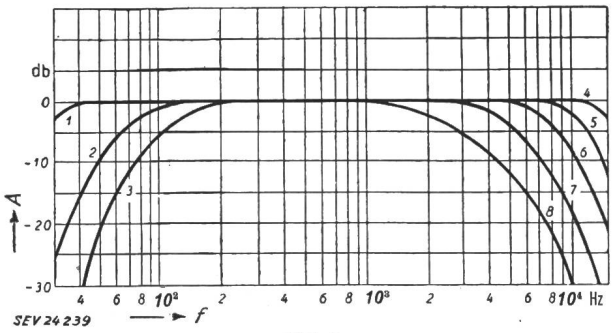


Fig. 3

Frequenzgang eines Filters nach Fig. 2 mit einigen Werten der Regelströme an beiden Grenzen als Parameter

A relative Amplitude; *f* Frequenz; *1...8* Werte der Regelströme

Gebiet oberhalb 4000 Hz können also die Verschiebung der obern Bandgrenze nicht beeinflussen.

Da dieses zur Regelung herangezogene Frequenzband relativ tief liegt, kann es unter Umständen eine zu weite Ausdehnung der nützlichen Bandbreite gestatten. Dann werden vorübergehend hohe Störgeräusche hörbar. Abhilfe schafft ein Hochpass, dessen Grenzfrequenz im Bereich 1000 bis 4000 Hz verschoben wird, gleichzeitig mit der Verschiebung der oberen Bandgrenze des variablen Filters im Übertragungskanal. Wiederum dient eine vormagnetisierte Induktivität dazu, deren Regelstrom beiden Filtern gemeinsam ist. Man erreicht so, dass die Grösse dieses Stromes abhängig wird von der Frequenz des Signals, das ihn bewirkt. Bei geeigneter Auslegung verschieben sich die Grenzfrequenzen beider Filter proportional.

Der Rundspruch und das Fernsehen Italiens (Radiotelevisione Italiana) benützen solche Geräte zur Verbesserung der Übertragungsqualität reproduzierter Musik. *H. Neck*

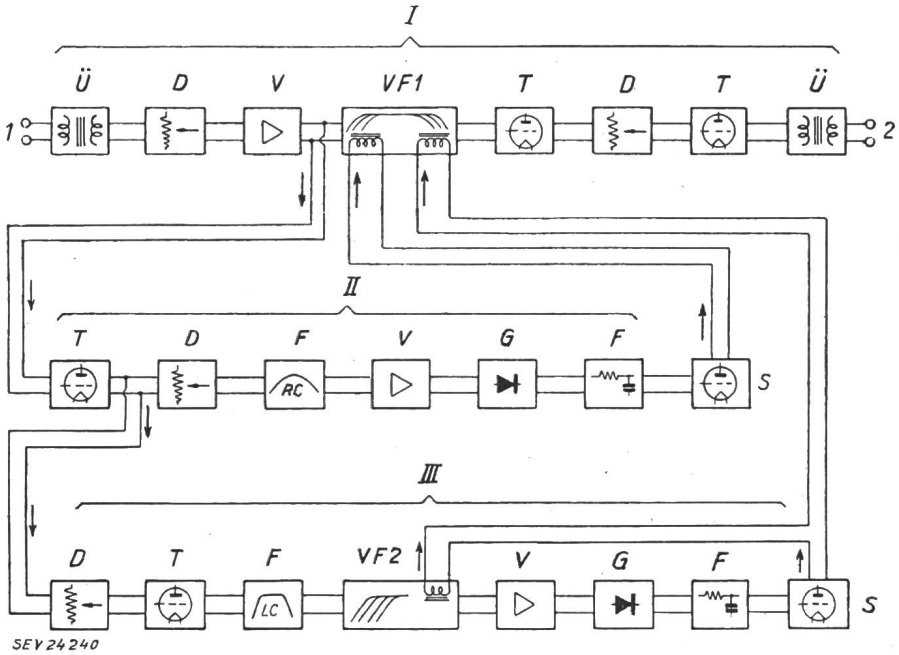


Fig. 4

Prinzipschema des Gerätes zur dynamischen Geräuschbegrenzung

(Hergestellt für Radiotelevisione Italiana)

I Tonkanal; *II* Regelkanal für die untere Grenzfrequenz; *III* selbstbegrenzender Regelkanal für die obere Grenzfrequenz; *1* Eingang; *2* Ausgang; *D* Dämpfungsregler; *F* Filter; *G* Gleichrichter; *S* Steuerstufe; *T* Trennstufe; *V* Verstärker; *Ü* Übertrager; *VF 1* variabler Bandpass; *VF 2* variabler Hochpass

ven sind dargestellt in Fig. 3, worin jede Kurve einer bestimmten Vormagnetisierung der Induktivitäten entspricht.

Die Zeitkonstanten der Regelung betragen für die obere Bandgrenze 30 ms, für die untere 100 ms. Die beim Regeln entstehende Übergangsstörung liegt bei etwa —60 db, bezogen auf die maximale Signalamplitude. Unter normalen Betriebsverhältnissen bleibt die Verzerrung unter 0,2 % im ganzen Übertragungsbereich.

Die Regelung der Bandbreite

Das Blockschema Fig. 4 zeigt die Anordnung der Übertragungs- und Regelkanäle. Wesentliche Voraussetzung für die Realisierung der Regelglieder ist die Forderung, dass die Störamplituden die Bandbreite nicht beeinflussen dürfen. Im Regelkanal für die untere Bandgrenze wird deshalb das tiefe Gebiet grosser Störamplituden — Frequenzen unter etwa 150 Hz — durch ein *RC*-Filter abgeschnitten. Die Bandmitte liegt bei 300 Hz, die obere Grenze bei 800 Hz. So wird verhindert, dass hohe Frequenzen die untere Bandgrenze beeinflussen, denn sie würden ja den gewünschten Verdeckungseffekt der Brummfrequenzen nicht bringen. Ferner fallen die Harmonischen der tiefen Töne, die im allgemeinen gross sind, in das Durchlassgebiet und werden zur Regelung herangezogen. Mit ihrer Hilfe trägt also auch der tiefe Ton zur erlaubten Erweiterung des Bandes nach unten bei.

Der Regelkanal für die obere Bandgrenze siebt die Frequenzen zwischen 1000 und 4000 Hz über ein *LC*-Bandfilter aus. Oberhalb dieses Bereiches gibt es praktisch nur noch Harmonische und Störfrequenzen. Da die Harmonischen an die Existenz einer Grundwelle gebunden sind, kann die letztere allein zur Regelung benutzt werden. Die Störfrequenzen im

Ein Ultraschall-Echolotgerät für die Materialprüfung

531.719.35 : 620.179.16

[Nach *E. Ptacknik:* Ein Ultraschall-Echolotgerät für die Materialprüfung. Elektronik Bd. 4(1955), Nr. 2, S. 28...32]

Für die Prüfung von Werkstücken auf innere Fehler wie Lunker, Risse und Fremdeinschlüsse usw. bedient man sich heute weitgehend des Ultraschalls. Wird Ultraschall in ein Werkstück eingestrahlt und befindet sich in letzterem ein Fehler, so wird ein Teil der Ultraschallenergie durch den Fehler reflektiert. Die Grösse der Reflexion ist im wesentlichen vom Produkt ϱ mal v, welches als Wellenwiderstand Z für die Longitudinalwelle bezeichnet wird, abhängig, wobei ϱ die Dichte und v die Schallgeschwindigkeit bedeuten. Die Wellenwiderstände sind z. B. für Stahl $450 \cdot 10^4$, für Luft $0{,}004 \cdot 10^4$ und Blei $250 \cdot 10^4$ [$g \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$].

Das prozentuale Reflexionsvermögen R einer Grenzschicht zwischen zwei Medien 1 und 2 berechnet sich zu

$$R = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \cdot 100$$

für Stahl / Luft also zu ca. 100% und Stahl /Blei zu ca. 29%. Ein Riss, der mit Luft gefüllt ist, reflektiert in einem Werkstück aus Stahl praktisch 100%, d. h. die Amplitude der reflektierten Welle ist gleich gross wie die Amplitude der einfallenden Welle. Bei Stahl/Blei beträgt die Amplitude der reflektierten Welle nur 29%.

Grundsätzlich sind Echolotgeräte wie folgt aufgebaut. Ein Hochfrequenzgenerator (Fig. 1) wird so ausgetastet, dass er in gewissen Zeitabständen (z. B. alle $^1/_{50}$ s) kurzzeitig anschwingt. Der kurze HF-Impuls — bei vielen Gerätetypen auch nur ein Entladeimpuls eines Kondensators — gelangt auf

den Sendequarz, welcher dadurch kurzzeitig zu Schwingungen angeregt wird. Diese Schwingungen werden über eine Koppelsubstanz, z. B. Öl, in das Werkstück eingestrahlt, wo sie als Druckwelle kurzer Dauer an das Ende des Prüflings wandern

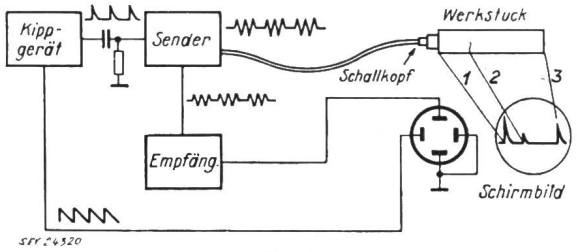


Fig. 1

Blockschema der Ultraschall-Materialprüfanlage

1 Sendeimpuls; *2* Fehlerimpuls; *3* Bodenecho

und von dort zurück zum Quarz reflektiert werden, wobei dieser unterdessen auf den Eingang eines Empfangsverstärkers geschaltet wurde. Der Quarz wird durch die zurückkehrende Druckwelle in Schwingungen versetzt, gibt dadurch eine HF-Spannung ab, die nach Verstärkung auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre (KO) zur Anzeige gelangt. Die Kippablenkung wird so gesteuert und eingestellt, dass der Lichtpunkt des KO gerade gleichzeitig mit dem Ultraschallimpuls im Prüfling zu laufen beginnt, und ferner das Echo vom

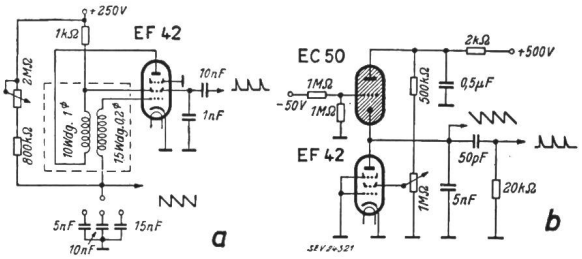


Fig. 2

Erzeugung der Kippspannung

a durch einen Sperrschwinger; *b* durch ein Stromtor

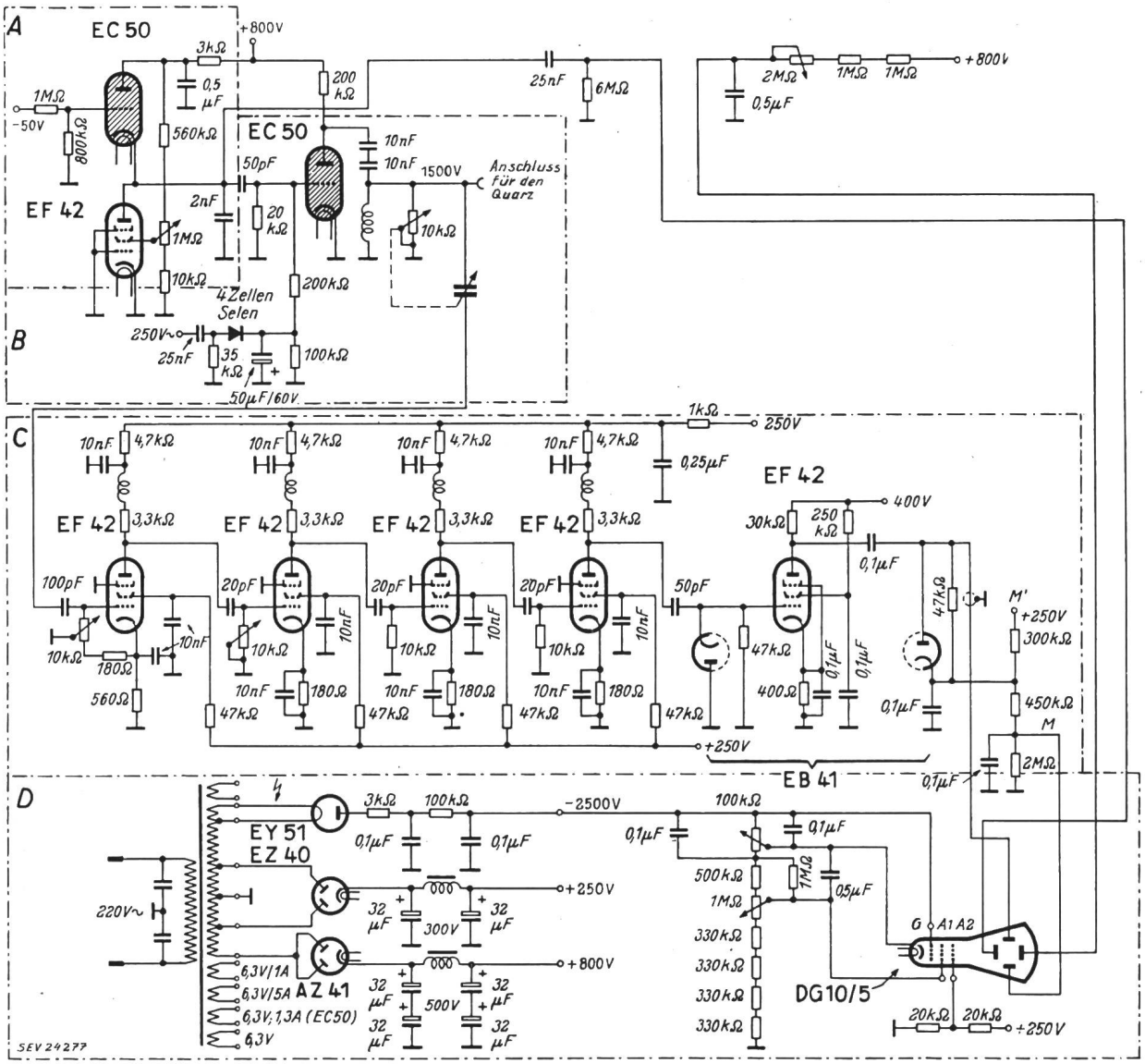


Fig. 3

Gesamtschaltung der Ultraschall-Echolot-Anlage

A Kippteil; *B* Sendeteil; *C* Empfängerteil; *D* Anzeige- und Netzteil

Prüflingsende noch rechts auf dem KO abgebildet wird. Die Startzeit wird zudem durch kurzzeitige Ablenkung des Lichtpunktes nach oben (Fig. 1, rechts), markiert. Reflexionen von allfälligen Fehlstellen im Prüfling treffen vor dem sog. End- oder Bodenecho ein und gelangen zwischen dem Startimpuls

und dem Endecho auf dem KO zur Anzeige. Die Tiefe des Fehlers im Prüfling kann dann berechnet werden, da zwischen dem KO-Bild und der geometrischen Lage des Fehlers im Prüfling — lineare Ablenkung des Lichtpunktes vorausgesetzt — lineare Zusammenhänge bestehen.

Ein Ultraschallgerät moderner Bauart liefert einerseits eine Schall-Leistung, die genügend gross ist, um in Stahl Fehler auf 10 m Distanz zu erkennen, deren rückstrahlende Fläche kleiner als 1 mm² beträgt, anderseits aber auch noch Fehler anzeigt, die direkt unter der Oberfläche des Werkstückes liegen. Hiezu bedarf es eines ausserordentlichen kurzen Sendeimpulses, womit zusätzlich ein gutes Auflösungsvermögen für nahe hintereinanderliegende, diskrete Fehler erreicht wird. Die Prüffrequenz muss zudem von ca. 0,5...6 MHz in Stufen einstellbar sein, um den unterschiedlichen Verhältnissen der Gefügeeinflüsse bei Stahl oder Guss usw. Rechnung tragen zu können. Die Kippspannung wird auf konventionelle Art durch Sperrschwinger (Fig. 2*a*) oder Stromtore (Fig. 2*b*) erzeugt. Zur elektromechanischen Umformung des elektrischen Impulses in eine mechanische (Ultra-) Schallschwingung und umgekehrt kann eine Quarz- oder Bariumtitanatscheibe ($BaTiO_3$) verwendet werden. Für Quarz ist die Anpassung an den Generator auf einige kΩ, für Bariumtitanat auf ca. 50...70 Ω vorzusehen. Quarz ist abriebfester als Bariumtitanat, dafür ist Bariumtitanat hinsichtlich Wirkungsgrad in der elektromechanischen Umformung günstiger.

Der Aufbau des vorliegenden Ultraschallgerätes für die Materialprüfung lehnt sich im wesentlichen an die moderne Schaltungstechnik elektronischer Geräte an und macht von den Erkenntnissen der Impulssende- und Breitbandverstärkertechnik weitgehenden Gebrauch (Fig. 3). *E. Beusch*

Ein Präzisions-Gleichstromstabilisator

621.316.721

[Nach *M. W. Jervis:* A Precision Direct-current Stabilizer. Proc. Instn. Electr. Engrs. Bd. 102(1955), Part B, Nr. 3, S. 274...277]

Der Stabilisator wurde entworfen für die Speisung einer magnetischen Linse eines Elektronenmikroskops, welche eine Last von 3000 Ω darstellt, mit einem konstanten Strom von max. 150 mA. Die Stromschwankungen sollen weniger als $\pm 4 \cdot 10^{-6}$ innerhalb einer Stunde betragen.

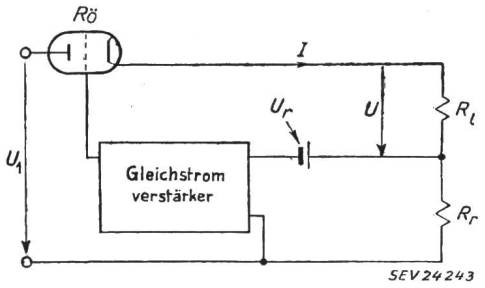


Fig. 1
Prinzipschaltung des Gleichstromstabilisators
I Gleichstrom durch die Last; R_l Lastwiderstand; R_r Bezugswiderstand; *Rö* Regelröhre; U_1 Speisespannung; U_r Bezugsspannung

Der Stabilisator arbeitet nach dem Gegenkopplungsprinzip (Fig. 1). Der Spannungsabfall an einem Bezugswiderstand R_r, der in Serie mit der Last R_l liegt, wird verglichen mit einer Bezugsspannung U_r. Die Differenzspannung U_d wird auf einen Gleichstromverstärker gegeben; die verstärkte Ausgangsspannung $U_g = v\,U_d$ steuert die mit der Last in Serie liegende Regelröhre. Indem man die Verstärkung v hinreichend gross macht, erreicht man leicht die verlangte Unabhängigkeit von Speisespannung und Last. Dagegen ist es schwierig, die Schwankungen zu verhüten, die von Quellen im Rückkopplungskreis selber herrühren können.

Der Ausgangsstrom ist direkt abhängig vom Wert der Bezugsspannung und des Bezugswiderstandes. Dieser ist daher aus Maganindraht ausgeführt, jene wird einer Batterie von Quecksilberelementen entnommen. Beide sind in einem Thermostaten untergebracht.

Schwankungen in Kontaktpotentialen, insbesondere der Röhren des gewöhnlichen Gleichstromverstärkers wirken sich

Fortsetzung auf Seite 350

Wirtschaftliche Mitteilungen

Unverbindliche mittlere Marktpreise

je am 20. eines Monats

Metalle

		März	Vormonat	Vorjahr
Kupfer (Wire bars) [1]	sFr./100 kg	520.—[4]	520.—[5]	415.—
Banka/Billiton-Zinn [2]	sFr./100 kg	975.—	1005.—	878.—
Blei [1]	sFr./100 kg	147.—	144.—	126.—
Zink [1]	sFr./100 kg	125.—	122.50	113.—
Stabeisen, Formeisen [3]	sFr./100 kg	63.—	63.—	58.50
5-mm-Bleche [3]	sFr./100 kg	65.—	65.—	59.—

[1]) Preise franko Waggon Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 50 t.
[2]) Preise franko Waggon Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 5 t.
[3]) Preise franko Grenze, verzollt, bei Mindestmengen von 20 t.
[4]) Mai/Juni-Verschiffung.
[5]) März/April-Verschiffung.

Flüssige Brenn- und Treibstoffe

		März	Vormonat	Vorjahr
Reinbenzin/Bleibenzin [1]	sFr./100 kg	42.—	42.—	43.—[3]
Dieselöl für strassenmotorische Zwecke [1]	sFr./100 kg	39.30[3]	39.85[3]	38.15
Heizöl Spezial [2]	sFr./100 kg	19.30[3]	19.30[3]	17.—
Heizöl leicht [2]	sFr./100 kg	18.30[3]	18.30[3]	15.50
Industrie-Heizöl (III) [2]	sFr./100 kg	14.70[3]	14.70[3]	12.30
Industrie-Heizöl (V) [2]	sFr./100 kg	13.50[3]	13.50[3]	11.90

[1]) Konsumenten-Zisternenpreis franko Schweizergrenze, verzollt, inkl. WUST, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca. 15 t.
[2]) Konsumenten-Zisternenpreise (Industrie), franko Schweizergrenze Buchs, St. Margrethen, Basel, Chiasso, Iselle und Pino, verzollt, exkl. WUST, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca. 15 t. Für Bezug in Genf ist eine Vorfracht von sFr. 1.—/100 kg hinzuzuschlagen.
[3]) Konsumenten-Zisternenpreise (Industrie), franko Schweizergrenze Buchs, St. Margrethen, Basel und 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.
[4]) Konsumnten-Zisternenpreise (Industrie), franko Schweizergrenze Buchs, St. Margrethen, Basel sowie Iselle verzollt, exkl. WUST, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca. 15 t. Für Bezug in Genf ist eine Vorfracht von sFr. 1.—/100 kg hinzuzuschlagen. Für Bezug in Chiasso oder Pino reduzieren sich die angegebenen Preise um sFr. —.50/100 kg.

Kohlen

		März	Vormonat	Vorjahr
Ruhr-Brechkoks I/II	sFr./t	108.—	108.—	108.—
Belgische Industrie-Fettkohle				
Nuss II	sFr./t	110.—	110.—	84.—
Nuss III	sFr./t	107.50	107.50	81.—
Nuss IV	sFr./t	104.—	104.—	80.—
Saar-Feinkohle	sFr./t	85.—	85.50	81.—
Saar-Koks	sFr./t	108.—	108.—	116.—
Französischer Koks, metallurgischer, Nord	sFr./t	107.—	107.—	107.—
Französischer Giesserei-Koks	sFr./t	103.50	103.50	99.—
Polnische Flammkohle				
Nuss I/II	sFr./t	102.—	102.—	90.—
Nuss III	sFr./t	99.50	99.50	85.—
Nuss IV	sFr./t	99.50	99.50	83.—

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

wie Schwankungen der Bezugsspannung aus. Es ist daher nötig, Verstärker vom Galvanometer- oder Zerhacker-Typ zu verwenden; letzterer wurde vorgezogen. Der Kontakt des Zerhackers formt das Gleichstrom-Eingangssignal in eine Rechteckwelle um. Diese durchläuft einen Röhrenverstärker und ergibt nach Gleichrichtung das Gleichstrom-Ausgangssignal. Diese Anordnung verwendet die Röhren als Wechselstromverstärker, die Ausgangsspannung ist daher unabhängig von Kontaktpotentialen.

Der Zerhacker-Verstärker hat indessen folgende Nachteile: 1. Das Ausgangssignal ist überlagert von einer Brummspannung, enthaltend die Zerhackerfrequenz und Oberwellen; 2. die Verstärkung fällt mit steigender Frequenz rasch ab, was grosse Phasenverschiebung und Schwingneigung zur Folge hat. Man hilft sich mit einem Wechselstromverstärker, der parallel zum Gleichstromverstärker geschaltet und so ausgelegt ist, dass die Kombination einen erweiterten, langsam abfallenden Frequenzgang aufweist. Die Schwingneigung wird dadurch beseitigt und der Brumm wirksam unterdrückt.

Der Ausgangsstrom lässt sich grob regulieren durch Änderung des Bezugswiderstandes R_r. Die Feinregulierung wird im Prinzip durch Verschiebung eines Abgriffs auf dem Bezugswiderstand vorgenommen.

Zur Prüfung wurde der Spannungsabfall an einem weiteren Bezugswiderstand der Spannung eines Weston-Elementes entgegengestellt und die Differenz mittels eines Galvanometerverstärkers auf einem Registrierinstrument aufgezeichnet. Die Messungen ergaben die geforderte Stabilität. Ausserdem wurde eine Stromänderung von $0{,}04 \cdot 10^{-6}$ bei 1% Änderung der Speisespannung und von $0{,}3 \cdot 10^{-6}$ bei 1% Änderung des Lastwiderstandes festgestellt. Der Brummanteil wurde zu $1{,}2 \cdot 10^{-6}$ bestimmt. *M. Morgenthaler*

Energiewirtschaft der SBB im 4. Quartal 1955

620.9 : 621.33(494)

Erzeugung und Verbrauch	4. Quartal (Oktober — November — Dezember) 1955 GWh	1955 in % des Totals	1955 in % des Gesamttotals	1954 GWh	1954 in % des Totals	1954 in % des Gesamttotals
A. Erzeugung der SBB-Kraftwerke						
a) Speicherwerke	99,2	61,4	33,9	65,8	41,3	23,4
b) Laufwerke	62,5	38,6	21,3	93,8	58,7	33,3
Total der erzeugten Energie	161,7	100,0	55,2	159,6	100,0	56,7
B. Bezogene Energie						
a) vom Etzelwerk	34,8	26,5	11,9	37,8	31,0	13,4
b) vom Kraftwerk Rupperswil-Auenstein	18,4	14,0	6,3	29,6	24,3	10,5
c) von anderen Kraftwerken	78,1	59,5	26,6	54,4	44,7	19,4
Total der bezogenen Energie	131,3	100,0	44,8	121,8	100,0	43,3
Gesamttotal der erzeugten und der bezogenen Energie ($A+B$)	293,0		100,0	281,4		100,0
C. Verbrauch						
a) für den Bahnbetrieb	288,7[1])	98,5		275,9	98,0	
b) Abgabe an Dritte	2,8	1,0		2,8	1,0	
c) für die Speicherpumpen	0,1	0,0		0,7	0,3	
d) Abgabe von Überschussenergie	1,4	0,5		2,0	0,7	
Total des Verbrauches (C)	293,0	100,0		281,4	100,0	

[1]) Der Mehrverbrauch von 12,8 GWh gegenüber dem Vorjahr entspricht einer Zunahme von 4,6 %, die auf die Speisung der Linie Basel Bad. Bf.—Freiburg i. Br. und auf den Personen- und Güterverkehrszuwachs zurückzuführen ist.

Miscellanea

Persönliches und Firmen

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht)

Eidgenössische Wasserwirtschaftskommission (Abteilung Energiewirtschaft). *A. Winiger*, dipl. Ing. ETH, Mitglied des SEV seit 1919 (Ehrenmitglied), Delegierter des Verwaltungsrates der Elektro-Watt, Elektrische und Industrielle Unternehmungen A.-G., Zürich, wurde zum neuen Mitglied gewählt.

—

Telephondirektion St. Gallen. H. Brunner, administrativer Dienstchef I, wurde zum Stellvertreter des Telephondirektors von St. Gallen befördert.

—

Kraftwerk Rupperswil-Auenstein A.-G., Aarau. Kollektivunterschrift zu zweien wurde Dr. M. Sulser erteilt.

—

Elektrizitätswerk Uznach A.-G., Uznach. Kollektivunterschrift zu zweien wurde E. Sturzenegger, Betriebsleiter, erteilt.

Société Genevoise d'instruments de physique S. A., Genève. Procuration collective à deux a été conférée à M. P. Bourcart.

—

Elcalor A.-G., Fabrik für elektro-thermische Apparate, Aarau. *W. Aeschbach*, Mitglied des SEV seit 1942, bisher Prokurist, ist zum Vizedirektor ernannt worden.

—

SOLIS Apparatefabriken A.-G., Zürich. Unter dieser Firma besteht auf Grund der Statuten vom 16. Februar 1956 eine Aktiengesellschaft. Der Verwaltungsrat besteht aus drei Mitgliedern. Dem Verwaltungsrat gehören an: *W. Schaufelberger*, Mitglied des SEV seit 1925, als Präsident mit Einzelunterschrift; F. Schaufelberger als weiteres Mitglied mit Einzelunterschrift, und Dr. K. Scherrer als weiteres Mitglied ohne Zeichnungsbefugnis. Direktoren sind O. Schumacher und A. Anderwert. Kollektivprokura wurde erteilt H. Eichholzer, S. Rossi und A. Minder.

—

A.-G. für Technische Neuheiten, Binningen. C. O. Knell ist Delegierter des Verwaltungsrates und Direktor. Die bisherigen Prokuristen H. Streller und E. Blaser sind zu stell-

vertretenden Direktoren ernannt worden. Kollektivprokura zu zweien wurde W. Wirz und A. Wohnlich erteilt.

—

A.-G. Hunziker & Cie., Zürich. Kollektivunterschrift zu zweien wurde erteilt an Dr. H. U. Baumgartner.

—

TRAFAG Transformatorenbau A.-G., Zürich. Kollektivprokura zu zweien wurde G. Bloch erteilt.

Kleine Mitteilungen

Alexandre Manduit †. Am 10. Februar 1956 verschied in Paris im Alter von 82 Jahren Professor Alexandre Manduit, Président d'honneur de la Société Française des Electriciens, Professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Nancy, Directeur honoraire de l'Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique de Nancy. Professor Manduit war als hoch angesehener Wissenschafter eine in der technischen Welt bekannte Persönlichkeit von internationalem Ruf.

Literatur — Bibliographie

621.395.822.1 *Nr. 524 031*

Die Theorie des Nebensprechens auf Leitungen. Von *Wilhelm Klein.* Berlin, Springer, 1955; VIII, 135 S., 55 Fig. — Preis: brosch. DM 18.—.

Durch die Einführung des Frequenzmultiplex-Prinzips in der drahtgebundenen Übertragungstechnik auf grosse Distanzen konnten die Leitungskosten von Nachrichtenkanälen in den letzten Jahren bedeutend gesenkt werden. Dabei hängt der Grad der Mehrfachausnützung und damit die Wirtschaftlichkeit im wesentlichen von der praktisch realisierbaren Bandbreite, d.h. von der höchsten noch übertragbaren Frequenz ab. Diese ist begrenzt einerseits durch die Dämpfung, hauptsächlich jedoch durch das Nebensprechen; denn beide nehmen bei symmetrischen Leitungen mit wachsender Frequenz zu. Während jedoch die Dämpfung durch geeigneten Einsatz von Verstärkern weitgehend kompensiert werden kann, helfen beim Nebensprechen nur noch gründliche Kenntnisse der Entstehungsursachen weiter. Die Anforderungen an die Nebensprechdämpfung sind beim heutigen Stande der Technik sehr gross, fussen doch die Pflichtwerte bei Fernkabeln nach CCIF auf Planungsdistanzen von 2500 km! Der Theorie des Nebensprechens auf Leitungen kommt deshalb erhebliche praktische und wirtschaftliche Bedeutung zu. Es ist daher sehr zu begrüssen, wenn der Verfasser — ein bekannter Fachmann der Leitungstechnik — das reichlich vorhandene, jedoch weit verstreute Schrifttum gesichtet und durch einige eigene, noch unveröffentlichte Arbeiten ergänzt im vorliegenden Buch zusammenfassend dargestellt hat.

In der Einleitung werden zunächst die von der Praxis gestellten Aufgaben erläutert. Ausserdem finden wir einige interessante geschichtliche Bemerkungen über die Theorie des Nebensprechens auf Leitungen. Der anschliessende erste Teil des Werkes ist der Berechnung der Kopplungen aus den geometrischen Anordnungen und den Abmessungen der Leiter gewidmet.

Folgerichtig auf den Resultaten des ersten Teiles aufbauend, wird im zweiten Teil gezeigt, wie aus der gegebenen Kopplungsverteilung längs der Leiter die Spannung am Anfang und Ende der gestörten Leitung ermittelt und damit das Nah- und Fernnebensprechen berechnet werden kann.

Im dritten Teil kommen die Anwendungen der theoretischen Erkenntnisse auf praktische Fälle zur Sprache. Behandelt werden u.a. das pupinisierte Niederfrequenzkabel, die Doppeldrehkreuzlinien, gekreuzte Paralleldrahtleitungen sowie das Imvierer-Fernnebensprechen im Trägerfrequenzkabel. Zum Vergleich werden die theoretischen Ergebnisse mit Messungen verglichen und so die Tragfähigkeit der Rechnungen unter Beweis gestellt. Einige praktisch wichtige Fälle wie z.B. das Nebensprechen zwischen den Nebenvierern eines Trägerfrequenzkabels sind theoretisch noch nicht befriedigend geklärt und werden daher nicht behandelt. Auch über die Entstehung des Tauscheffektes gehen die Meinungen zur Zeit noch auseinander.

Eine Formelübersicht sowie ein ausführliches Literaturverzeichnis ergänzen das Dargebotene in wertvoller Weise. Das Buch gibt einen vorzüglichen Überblick über den heutigen Stand der Theorie des Nebensprechens auf symmetrischen ober- und unterirdischen Leitungen. Die klare, den Bedürfnissen des Praktikers angemessene Darstellung der Materie wird den Fachleuten wertvolle Dienste leisten und dem Werk eine gute Aufnahme sichern. *F. Locher*

537.525.3 *Nr. 533 009*

Die negative Koronaentladung in der Spitze-Platte-Funkenstrecke. Von *Rudolf W. Guck.* Karlsruhe, Müller, 1955; 8°, 107 S., Fig., Tab. — Abh. des Instituts für Elektrische Anlagen und Hochspannungstechnik Nr. 1 — Preis: brosch. DM 11.—.

L'explication du phénomène de la décharge électrique qui se produit, dans l'air, entre 2 électrodes soumises à une différence de potentiels suffisante, présente encore de nombreuses lacunes. Malgré les études très poussées réalisées jusqu'à ce jour dans ce domaine, de nombreux points restent à éclaircir.

Le travail présenté par l'auteur de ce volume se rapporte essentiellement à l'éclateur pointe-plaque, la pointe en platine étant portée sous tension continue négative par rapport à la plaque reliée à la terre. L'influence du diamètre de la pointe (0,012 à 0,2 cm) dont l'extrémité est arrondie et celle de la distance séparant les électrodes (0,5 à 4 cm) sur l'allure de la caractéristique tension-courant de la décharge ont été décelées systématiquement au moyen d'un oscillographe cathodique et d'instruments de haute précision. Par ailleurs, les effets lumineux qui accompagnent le phénomène ont été enregistrés à l'aide d'un microscope spécial. Enfin, quelques mesures destinées à fixer l'influence de la pression barométrique furent également exécutées.

Les résultats obtenus sont précieux, en ce sens qu'ils complètent judicieusement les connaissances acquises dans ce domaine par les études antérieures. L'auteur a accordé une attention particulière à la plage de la caractéristique tension-courant dans laquelle apparaissent de brusques et courtes décharges appelées impulsions de Trichel. Cette plage de la caractéristique de l'éclateur succède à celle du courant croissant régulièrement en fonction de la tension et précède celle du courant continu constant qui se maintient jusqu'au claquage. Le domaine d'existence des impulsions de Trichel s'étend jusqu'à des courants de l'ordre de 10^{-4} A et peut être représenté par l'équation générale suivante:

$$I = c(U - U_e)^m$$

dans laquelle

U_e tension critique des impulsions de Trichel

m exposant dépendant du rayon de l'extrémité de la pointe et de la distance pointe-plaque

c facteur dépendant du rayon de l'extrémité de la pointe, de la distance pointe-plaque et de la pression barométrique.

Une loi analogue régit la relation existant entre le courant et la fréquence des impulsions de Trichel, fréquence qui dépend uniquement du courant et du rayon de l'extrémité de la pointe et non pas de la distance entre électrodes.

De nombreux graphiques, tableaux et photos illustrent utilement l'étude présentée. Les lois expérimentales déterminées par l'auteur constituent sans doute un élément nouveau qui intéressera certainement tous ceux que préoccupent les problèmes abordés dans ce livre, dont nous recommandons volontiers la lecture. *E. Seylaz*

Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV

Vertragsänderung

Die Firma

Bender & Wirth, Elektrotechnische Fabrik, Kierspe-Bahnhof,

bisher vertreten durch die Firma

Regent A.-G., Basel,

wird jetzt vertreten durch die Firma

Kontakt A.-G., Hofwiesenstrasse 226, Zürich.

Vertragslöschung

Der Vertrag betr. das Recht zur Führung des Qualitätszeichens des SEV für Fluoreszenzlampenfassungen der Firma

Ingste-Vertriebs-A.-G., Zürich

ist wegen Auflösung dieser Gesellschaft gelöscht worden.

I. Qualitätszeichen

B. Für Schalter, Steckkontakte, Schmelzsicherungen, Verbindungsdosen, Kleintransformatoren, Lampenfassungen, Kondensatoren

ASEV } **Für isolierte Leiter**

ASEV **Für isolierte Leiter mit Längsfalz**

Kleintransformatoren

Ab 15. Februar 1956.

Usines Philips Radio S. A., La Chaux-de-Fonds.

Fabrikmarke: PHILIPS

Niederspannungs-Kleintransformator.

Verwendung: ortsfest, in trockenen Räumen.

Ausführung: kurzschlußsicherer Einphasen-Transformator mit eingebautem Stabilisierungswiderstand, Klasse 2a, Sonderausführung für Einbau in Ozongeräte «Philips». Blechgehäuse. Klemmen und Lampenfassung E 14 an den Stirnseiten.

Primärspannung: 110...250 V.
Sekundärspannung: 115 V.
Sekundärstrom: 0,38 A.

Lampenfassungen

Ab 1. Februar 1956.

Roesch A.-G., Koblenz (AG).

Fabrikmarke:

Lampenfassungen E 27.

Verwendung: in trockenen Räumen.

Ausführung: Fassungseinsatz aus Steatit. Fassungsboden und Fassungsmantel aus Isolierpreßstoff. Ohne Schalter.

Nr. 2510: mit Nippelgewinde M 10 × 1; Mantel glatt.
Nr. 2512: mit Nippelgewinde G 1/4"; Mantel glatt.
Nr. 2515: zum Anschrauben; Mantel glatt.
Nr. 2520: mit Nippelgewinde M 10 × 1; Mantel mit Aussengewinde.
Nr. 2522: mit Nippelgewinde G 1/4"; Mantel mit Aussengewinde.
Nr. 2525: zum Anschrauben; Mantel mit Aussengewinde.
Nr. 2530: mit Nippelgewinde M 10 × 1; Mantel mit Aussengewinde; mit Kappenrand 46 mm ⌀.

Isolierte Leiter

Ab 1. Februar 1956.

S. A. des Câbleries et Tréfileries, Cossonay-Gare.

Kennzeichnung durch Farbaufdruck:

Firmenkennzeichen: COSSONAY

Qualitätszeichen: ASEV

1. Installationsleiter, Typ T.
2. verstärkt isolierte Installationsleiter, Typ Tv.
3. wärmebeständige Installationsleiter, Typ Tw.

Ab 15. Februar 1956.

Dätwyler A.-G., Altdorf.

Firmenkennfaden: gelb-grün verdrillt, schwarz bedruckt.

Hitzebeständig isolierter Kupferleiter, steife Einleiter 0,75 bis 6 mm² Kupferquerschnitt mit Isolation auf Teflon-Glasfaser-Basis (Sonderausführung).

III. Radioschutzzeichen des SEV

Auf Grund der bestandenen Annahmeprüfung gemäss § 5 des «Reglements zur Erteilung des Rechts zur Führung des Radioschutzzeichens des SEV», [vgl. Bull. SEV Bd. 25 (1934), Nr. 23, S. 635...639, u. Nr. 26, S. 778] wurde das Recht zur Führung des SEV-Radioschutzzeichens erteilt:

Ab 1. März 1956.

PRECISA A.-G., Zürich.

Fabrikmarke: PRECISA

Rechenmaschine PRECISA
110...220 V ~, 100 W.

IV. Prüfberichte

[siehe Bull. SEV Bd. 29(1938), Nr. 16, S. 449.]

Gültig bis Ende Januar 1959.

P. Nr. 2972.

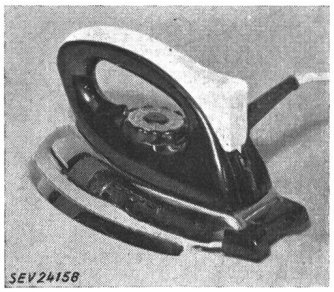
Gegenstand: **Bügeleisen**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 30114b vom 18. Januar 1956.

Auftraggeber: Friedrich von Känel, Ostring 30, Bern.

Aufschriften:

GROSSAG
220 V 750 W
Type Nr. 500 M 2,2 kg
Nur für Wechselstrom.



Beschreibung:

Bügeleisen mit Temperaturregler, gemäss Abbildung. Heizwiderstand mit Glimmerisolation. Anschlussklemmen und Signallampe im Handgriff aus Isolierpreßstoff eingebaut. Dreiadrige Rundschnur mit 2 P + E-Stecker seitlich in den Handgriff eingeführt. Das Bügeleisen ist derart gebaut, dass es in den Arbeitspausen senkrecht gestellt werden kann. Gewicht ohne Zuleitung 2,2 kg.

Das Bügeleisen entspricht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Bügeleisen und Bügeleisenheizkörper» (Publ. Nr. 140). Es hat die Prüfung hinsichtlich Radiostörung bestanden. Verwendung: in Verbindung mit vorschriftsgemässem Bügeleisenständer.

Fortsetzung des allgemeinen Teils auf Seite 365
Es folgen «Die Seiten des VSE»

Fortsetzung von Seite 352

Prüfberichte (Fortsetzung)

Gültig bis Ende Januar 1959.

P. Nr. 2973.

Gegenstand: **Waschmaschine**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31384 vom 12. Januar 1956.
Auftraggeber: Haushalt-Furrer, Hintere Vorstadt 26, Aarau.

—

Aufschriften:

WASCHAUTOMAT FURRER
Aarau Tel. 064/2 42 15
Typ FAH 7,5 Nr. 6083

	Volt	Amp.	kW	PS	Umdr.	
Motor	3 × 380	0,8	0,33	½	410	50 Hz
Motor	3 × 380	1,3	0,55	¾	2800	50 Hz
Heizung	3 × 380	12	7,5	—	—	

Beschreibung:

Automatische Waschmaschine gemäss Abbildung mit Heizung und eingebautem Heisswasserspeicher. Wäschetrommel aus rostfreiem Stahl, angetrieben durch Drehstrom-Kurzschlussankermotor für zwei Geschwindigkeiten. Zwei Heizstäbe im Laugebehälter, einer im Heisswasserspeicher. Temperaturregler, elektromagnetische Wasserventile und Schwimmerschalter vorhanden. Steuerung des aus Waschen, Spülen und Zentrifugieren bestehenden Waschprogramms durch Zeitschalter. Zuleitung vieradrige Doppelschlauchschnur, fest angeschlossen.

Die Waschmaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Sie entspricht dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117). Verwendung: in nassen Räumen, mit festmontierten Zuleitungen.

Gültig bis Ende Januar 1959.

P. Nr. 2974.

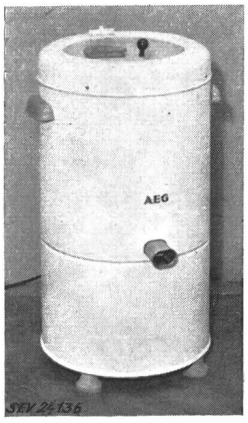
Gegenstand: **Wäschezentrifuge**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31702 vom 10. Januar 1956.
Auftraggeber: ELEKTRON A.-G., Seestrasse 31, Zürich 2.

—

Aufschriften:

AEG
Pl. Nr. 247575 F. Nr. 017229
V~ 220 W 150
Nur für Wechselstrom 25/60 Hz



Beschreibung:

Transportable Wäschezentrifuge gemäss Abbildung, mit konischer Trommel aus Kupferblech. Antrieb durch offenen Einphasen-Seriemotor. Dieser ist von den übrigen Metallteilen isoliert. Zuleitung zweiadrige Gummiaderschnur mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen. Gehäuse unten durch Blech abgeschlossen. Handgriffe isoliert. Automatische Bremse für die Trommel vorhanden.

Die Wäschezentrifuge hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Sie entspricht dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117). Verwendung: in nassen Räumen.

Gültig bis Ende Januar 1959.

P. Nr. 2975.

Gegenstand: **Zwei Heizelemente**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31579 vom 12. Januar 1956.
Auftraggeber: Eugen Hilti, Elektr. Heizkörper und Apparate, Dufourstrasse 56, Zürich 8.

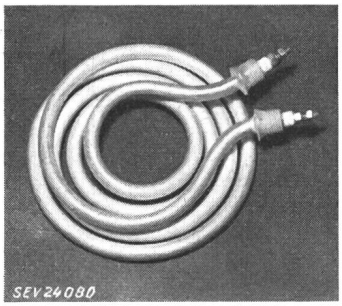
—

Aufschriften:

Prüf-Nr. 1: 220 V 1500 W 2065
Prüf-Nr. 2: 220 V 2000 W 2085

Beschreibung:

Heizelemente gemäss Abbildung, zum Einbau in Kaffeemaschinen und dergleichen. Heizstab mit Kupfermantel von 8,5 mm Durchmesser und ca. 1 m Länge zu einer Spirale



gebogen und an den Enden in je einem 14-mm-Gewindenippel gefasst. Anschlussbolzen mit 4-mm-Gewinde, durch keramisches Material isoliert.

Die Heizelemente haben die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden.

Gültig bis Ende Januar 1959.

P. Nr. 2976.

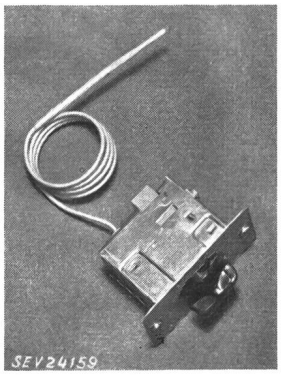
Gegenstand: **Verdampfer-Thermostat**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31211 vom 18. Januar 1956.
Auftraggeber: Werner Kuster A.-G., Basel.

—

Aufschriften:

Danfoss D S
NORDBORG DENMARK
6 A 250 V~ 0,5 A 250 V=
TYPE U. 50-000



Beschreibung:

Thermostat gemäss Abbildung, für den Einbau in Kühlschränke. Temperatur mittels Drehknopf einstellbar. Einpoliger Schalter mit Silberkontakten. Momentschaltung. Sockel und Drehknopf aus Isolierpreßstoff, Gehäuse aus vernickeltem Messingblech.

Der Verdampfer-Thermostat hat die Prüfung in Anlehnung an die Schaltervorschriften bestanden (Publ. Nr. 119).

Gültig bis Ende Januar 1959.

P. Nr. 2977.

Gegenstand: **Ozonapparat**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31526 vom 9. Januar 1956.
Auftraggeber: Dr. H. Trüb, Kapfsteig 3, Zürich.

Aufschriften:

AIRCO

Dr. H. Trüb, Zürich
220 V 5 W 50 ~
Nr. A 11845
Pat. angem. Swiss made

Beschreibung:

Ozonapparat gemäss Abbildung, mit Gehäuse aus Isolierpreßstoff, für Wandmontage. Hochspannungstransformator mit getrennten Wicklungen. Der Ozongenerator besteht aus einem Glasrohr mit Elektroden. Regulierwiderstand für die Ozonerzeugung. Schutz gegen Überlastung durch Kleinsicherung im Primärstromkreis. Zuleitung zweiadrige Flachschnur mit Stecker, fest angeschlossen.

Der Apparat hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Er entspricht dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117). Verwendung: in trockenen Räumen.

Gültig bis Ende Januar 1959.

P. Nr. 2978.

Gegenstand: **Kaminthermostat**

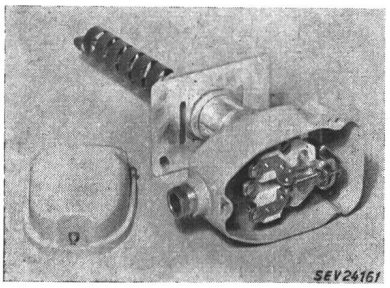
SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31421/II vom 18. Januar 1956.
Auftraggeber: Fr. Sauter A.-G., Basel.

Aufschriften:

FR. SAUTER A.G. BASEL, SCHWEIZ
Typ TCHC 7 V 380 ~ A 4
Nr. .... 220 = A 0,15

Beschreibung:

Kaminthermostat gemäss Abbildung, mit einpoligem Umschalter mit Tastkontakten aus Silber. Momentschaltung. Sockel aus Steatit in Leichtmetall-Gussgehäuse. Erdungsschraube im Innern des Gussgehäuses.



Der Kaminthermostat hat die Prüfung in Anlehnung an die Schaltervorschriften bestanden (Publ. Nr. 119). Verwendung: in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen.

Gültig bis Ende Januar 1959.

P. Nr. 2979.

Gegenstand: **Anlegethermostat**

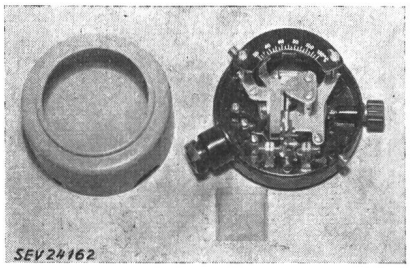
SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31458/I vom 18. Januar 1956.
Auftraggeber: Fr. Sauter A.-G., Basel.

Aufschriften:

FR. SAUTER S. A. BALE, SUISSE
Type TAC V 380 ~ A 6/2
No. .... 220 = A 0,3

Beschreibung:

Anlegethermostat gemäss Abbildung, mit einpoligem Umschalter mit Tastkontakten aus Silber. Momentschaltung durch permanenten Magnet bewirkt. Sockel aus Isolierpressstoff, Kappe aus Messingblech. Schalttemperatur mittels Drehknopf einstellbar. Erdungsschraube an den Metallteilen des Schaltmechanismus.



Der Anlegethermostat hat die Prüfung in Anlehnung an die Schaltervorschriften bestanden (Publ. Nr. 119). Verwendung: in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen.

P. Nr. 2980.

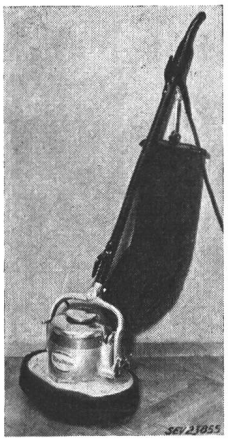
Gegenstand: **Bodenreinigungsmaschine**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 30751a vom 9. Januar 1956.
Auftraggeber: TURISSA-Nähmaschinenfabrik A.-G., Dietikon (ZH).

Aufschriften:

Roll-o-Matic
Model III
M/c Nr. 557352/3 A
Volts 220 Amps. 2,5
Watts 400/500 RPM 7000/10000
Rating Cont. Ph 1 Cyc. 0-60
Universal AC/DC

Beschreibung:



Blocher mit Staubsauger gemäss Abbildung. Zwei flache Bürsten von 140 mm Durchmesser und Zentrifugalgebläse, angetrieben durch ventilierten Einphasen-Seriemotor. Motoreisen von den berührbaren Metallteilen isoliert. Letztere zur Erdung eingerichtet. Ende der Antriebswelle für die Bürsten aus Isoliermaterial. Hebel zum Auskuppeln der Bürsten vorhanden. Zweipoliger Kipphebelschalter im Isolierhandgriff eingebaut. Zuleitung dreiadrige Doppelschlauchschnur mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen.

Die Maschine entspricht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Staubsauger» (Publ. Nr. 139) und dem «Radioschutzzeichen-Reglement des SEV» (Publ. Nr. 117).

Gültig bis Ende Januar 1959.

P. Nr. 2981.

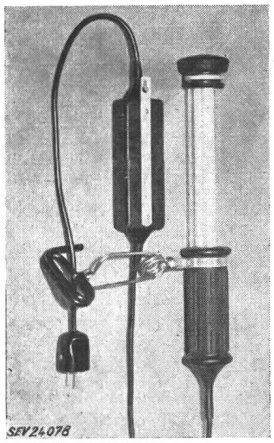
Gegenstand: **Zwei Handlampen**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31555 vom 9. Januar 1956.
Auftraggeber: E. H. B. Erzer, Hofer & Balzer, Leonhardstrasse 38, Basel.

Aufschriften:

EHB

Elektr. Apparate für Industrie & Gewerbe, Basel
220 Volt 2 × 6 Watt 50 Hz
bezw. 2 × 8 Watt



Beschreibung:

Handlampen gemäss Abbildung, mit zwei 6-W- bzw. 8-W-Fluoreszenzlampen. Lampen und Blechreflektor in Plexiglasrohr von 340 mm bzw. 410 mm Länge eingeschoben. Glimmstarter und Störschutzkondensator in Handgriff aus Kunstgummi (Neopren) eingebaut. Plexiglasrohr durch Kunstgummikappe abgeschlossen. Lampen mit festangeschlossenen Leitern. Vorschaltgerät mit Kunstgummihülle und Aufhängevorrichtung in zweiadrige Zuleitung eingebaut. Stecker 2 P + E. Befestigungsklammer aus Rundstahl.

Die Handlampen haben die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen.

Gültig bis Ende Januar 1959.

P. Nr. 2982.

Gegenstand: **Thermostate**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 30390b vom 6. Januar 1956.

Auftraggeber: Roth & Co., Ingenieurbureau, Niederuzwil (SG).

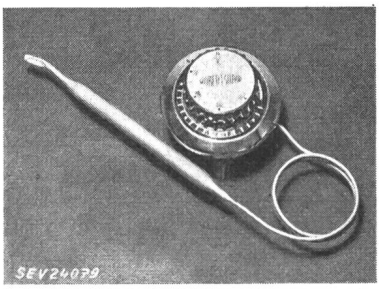
—

Aufschriften:

ROBERTSHAW
Modell EA
15 A 500 V~
Vertr.: Roth & Co. Uzwil/Schweiz

Beschreibung:

Thermostate gemäss Abbildung, mit einpoligem Ausschalter mit Silberkontakten. Kontaktsockel aus schwarzem Isolierpreßstoff, Gehäuse aus Stahlblech. Lötanschlüsse. Schalttemperatur mittels Drehknopf aus Isolierpreßstoff einstellbar.



Die Thermostate haben die Prüfung in Anlehnung an die Schaltervorschriften bestanden (Publ. Nr. 119).

Gültig bis Ende Januar 1959.

P. Nr. 2983.

Gegenstand: **Schweisselektrodenhalter**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31754 vom 24. Januar 1956.

Auftraggeber: FRABA-Vertrieb, Franz Anhorn, Dorfstrasse, Baar (ZG).

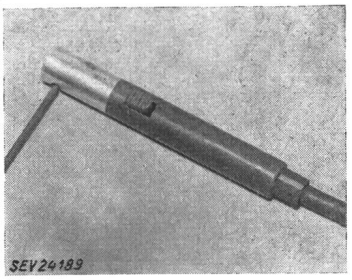
—

Aufschriften:

F R A B A
220 V

Beschreibung:

Schweisselektrodenhalter gemäss Abbildung. Elektroden-Klemmvorrichtung in zylindrischem Aluminiumgehäuse, welches von den spannungführenden Teilen isoliert ist. Schaft aus Hartpapier. Klemmtaste aus Hartgewebe. Die Elektroden können seitlich und oben eingesetzt werden.



Der Elektrodenhalter hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden.

Gültig bis Ende Januar 1959.

P. Nr. 2984.

Gegenstand: **Grill**

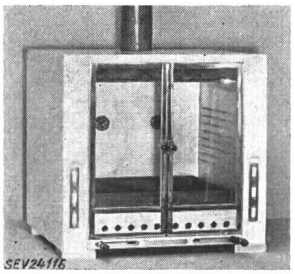
SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31088b vom 12. Januar 1956.

Auftraggeber: Engler Ltd., Stadthausquai 7, Zürich.

—

Aufschriften:

ENCO Elektro-Holzkohlen-Rost
Fabr. No. 101 2 × 220 Volt 3220 Watt 50 Hz



Beschreibung:

Grill für Restaurants, gemäss Abbildung. Beheizung mit Holzkohle oder elektrisch. Blechgehäuse mit Abzugrohr, 2 Glastüren und 2 herausnehmbaren Heizeinsätzen. Keramikstäbe mit Widerstandswendeln. Berührungsschutz durch Stäbe und Drahtgitter. Ein flacher Gitterrost oder zwei sich drehende, geteilte Körbe zur Aufnahme des Backgutes. Antrieb derselben durch selbstanlaufenden Einphasen-Kurzschlussankermotor über Getriebe. Heizelemente für Ober- und Unterhitze je zwischen einem der beiden Phasen- und dem Nulleiter angeschlossen. Bedienungsgriffe isoliert. Vieradrige Zuleitung mit 3 P + N + E-Stecker, fest angeschlossen.

Der Grill hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: auf feuersicherer Unterlage.

P. Nr. 2985.

Gegenstand: **Staubsauger**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 30625a vom 23. Januar 1956.

Auftraggeber: SIEMENS Elektrizitätserzeugnisse A.-G., Löwenstrasse 35, Zürich 1.

—

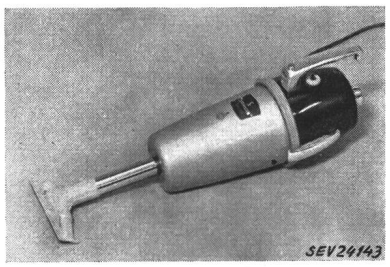
Aufschriften:

SIEMENS RAPID
Siemens - Schuckert
Typ VSt 101 f Nr. 3510
220 V Aufn. 220 W~

Beschreibung:

Staubsauger gemäss Abbildung. Zentrifugalgebläse, angetrieben durch Einphasen-Seriemotor. Motoreisen von den berührbaren Metallteilen isoliert. Apparat mit Rohren und verschiedenen Mundstücken zum Saugen und Blasen ver-

wendbar. Kipphebelschalter eingebaut. Zuleitung zweiadrige Gummiaderschnur mit 2 P-Stecker, fest angeschlossen.



Der Staubsauger entspricht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Staubsauger» (Publ. Nr. 139) und dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117).

Gültig bis Ende Januar 1959.

P. Nr. 2986.

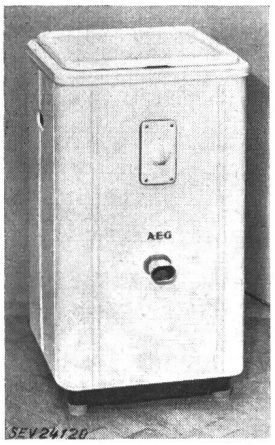
Gegenstand: **Wäschezentrifuge**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31653 vom 21. Januar 1956.
Auftraggeber: Elektron A.-G., Seestrasse 31, Zürich.

—

Aufschriften:

AEG
Pl.Nr. 247570 c F.Nr. 25369
V~ 220 W 150
Nur für Wechselstrom 25/60 Hz



Beschreibung:

Transportable Wäschezentrifuge gemäss Abbildung mit konischer Trommel aus Kupferblech. Antrieb durch offenen Einphasen-Seriemotor. Dieser ist von den übrigen Metallteilen isoliert. Zuleitung zweiadrige Gummiaderschnur mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen. Maschine mit doppelter Isolation, deshalb nicht geerdet. Gehäuse unten durch Blech abgeschlossen. Automatische Bremsvorrichtung vorhanden.

Die Wäschezentrifuge hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Sie entspricht dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117). Verwendung: in nassen Räumen.

P. Nr. 2987.

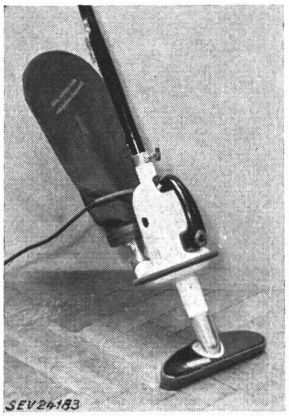
Gegenstand: **Staubsauger**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 30039a vom 20. Januar 1956.
Auftraggeber: Elektron A.-G., Seestrasse 31, Zürich.

—

Aufschriften:

AEG
Vampyrette
AEG Typ Vampyrette Nr. 551
Pl Nr. 52/0540-3 doppelt isoliert
220 V ~ Aufn. 140 W 25—60 Hz



Beschreibung:

Staubsauger, gemäss Abbildung. Zentrifugalgebläse, angetrieben durch ventilierten Einphasen-Seriemotor. Motoreisen gegen berührbare Metallteile isoliert. Handgriff aus Isoliermaterial. Führungsstange aus Holz. Apparat mit Verlängerungsrohr und verschiedenen Mundstücken zum Saugen und Blasen verwendbar. Kipphebelschalter im Handgriff. Zuleitung zweiadrige Gummiaderschnur mit 2 P-Stecker, fest angeschlossen.

Der Staubsauger entspricht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Staubsauger» (Publ. Nr. 139) und dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117).

P. Nr. 2988.

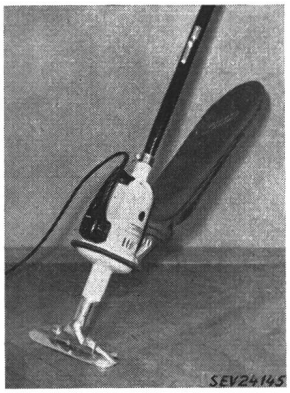
Gegenstand: **Staubsauger**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31608 vom 20. Januar 1956.
Auftraggeber: Elektron A.-G., Seestrasse 31, Zürich.

—

Aufschriften:

AEG
Vampyrette
AEG Typ Vampyrette Nr. 5510
Pl Nr. 52/0550-3 doppelt isoliert
220 V ~ Aufn. 180 W 0—60 Hz



Beschreibung:

Staubsauger, gemäss Abbildung. Zentrifugalgebläse, angetrieben durch ventilierten Einphasen-Seriemotor. Motoreisen gegen berührbare Metallteile isoliert. Motor für zwei Geschwindigkeiten umschaltbar. Handgriff aus Isoliermaterial. Führungsstange aus Holz. Apparat mit Verlängerungsrohr und verschiedenen Mundstücken zum Saugen und Blasen verwendbar. Regulierschalter im Handgriff. Zuleitung zweiadrige Gummiaderschnur mit 2 P-Stecker, fest angeschlossen.

Der Staubsauger entspricht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Staubsauger» (Publ. Nr. 139) und dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117).

P. Nr. 2989.

Gegenstand: **Vorschaltgerät**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31629 vom 1. Februar 1956.
Auftraggeber: H. Leuenberger, Fabrik elektr. Apparate, Oberglatt (ZH).

—

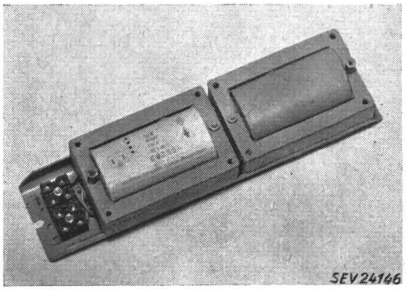
Aufschriften:

Typ E
80 W 0,83 A 220 V 50 Hz
608290
H. Leuenberger Fabrik elektr. Apparate Oberglatt/Zürich

Beschreibung:

Vorschaltgerät für 80-W-Fluoreszenzlampen, gemäss Abbildung, ohne Starter. Symmetrisch geschaltete Wicklung aus emailliertem Kupferdraht auf zwei getrennten Eisenkernen

verteilt. Grundplatte aus Aluminiumblech. Gerät ohne Deckel für Einbau in Beleuchtungskörper. Klemmen auf Isolierpreßstoff mit Unterlage aus Presspan.



Das Vorschaltgerät hat die Prüfung in Anlehnung an die «Kleintransformatoren-Vorschriften» (Publ. Nr. 149) bestanden. Verwendung: in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen.

Apparate in dieser Ausführung tragen das Qualitätszeichen des SEV; sie werden periodisch nachgeprüft.

P. Nr. 2990.

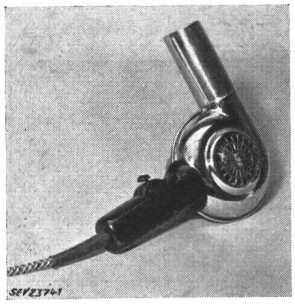
Gegenstand: **Heissluftdusche**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31139 vom 20. Januar 1956.

Auftraggeber: Elektron A.-G., Seestrasse 31, Zürich.

Aufschriften:

AEG
Pl-Nr. 247346
220 V 460 W
15511



Beschreibung:

Heissluftdusche gemäss Abbildung. Antrieb durch ventilierten Einphasen-Seriemotor. Motoreisen gegen berührbare Metallteile isoliert. Widerstandswendel auf Körper aus keramischem Material gewickelt und vor zufälliger Berührung geschützt. Gehäuse aus vernickeltem Blech, in der Nähe des Heizwiderstandes mit Glimmer ausgekleidet. Regulierschalter im Handgriff aus Isolierpreßstoff eingebaut. Zuleitung dreiadrige Rundschnur mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen.

Die Heissluftdusche entspricht den «Vorschriften und Regeln für Apparate für Haarbehandlung und Massage» (Publ. Nr. 141) und dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117).

Gültig bis Ende Januar 1959.

P. Nr. 2991.

Gegenstand: **Dampfbügeleisen**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31582 vom 25. Januar 1956.

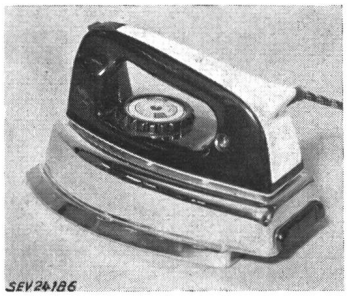
Auftraggeber: Jura, Elektroapparate-Fabriken, L. Henzirohs A.-G., Niederbuchsiten (SO).

Aufschriften:

Tp 1355 5k91583
220 V ~ 1000 W

Beschreibung:

Dampfbügeleisen mit Temperaturregler, gemäss Abbildung. Das Heizelement besteht aus einem in der Leichtmetallsohle eingegossenem Heizstab mit Metallmantel und Masseisolation. Wasserbehälter und Ventil für Dampf- oder Trockenbetrieb eingebaut. Anschlussklemmen und Signallampe im Handgriff aus Isolierpreßstoff. Dreiadrige Rundschnur mit 2 P + E-Stecker seitlich eingeführt. Das Bügeleisen ist derart gebaut, dass es in den Arbeitspausen senkrecht gestellt werden kann. Gewicht ohne Zuleitung 1,8 kg.



Das Bügeleisen entspricht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Bügeleisen und Bügeleisenheizkörper» (Publ. Nr. 140). Es hat die Prüfung hinsichtlich Radiostörung bestanden. Verwendung: in Verbindung mit vorschriftsgemässem Bügeleisenständer.

Gültig bis Ende Januar 1959.

P. Nr. 2992.

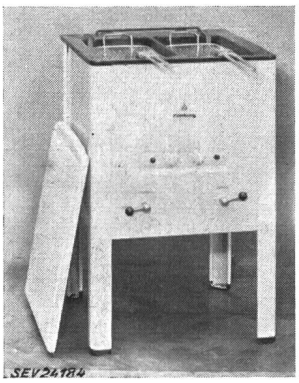
Gegenstand: **Backapparat**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 30895a vom 30. Januar 1956.

Auftraggeber: E. Hilti, Dufourstrasse 56, Zürich 8.

Aufschriften:

Lenking
Hildesheim
Nur für Wechselstrom
E 242 380 V ~ 8000 W
Anschluss für Drehstrom R — S — T
Anschluss für Wechselstrom R — (S+T)



Beschreibung:

Apparat gemäss Abbildung, zum Frittieren von Kartoffeln, Fleisch usw. Emailliertes Blechgehäuse mit 2 eingebauten Ölbehältern aus Stahl. Das Öl wird durch Tauchsieder erhitzt. Zwei zweipolige Temperaturregler und Signallampen vorn im Gehäuse eingebaut. Ölablaufrohre mit Hahn. Bedienungsgriffe isoliert. Anschlussklemmen und Erdungsklemme vorhanden.

Der Apparat hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden.

Gültig bis Ende Februar 1959.

P. Nr. 2993.

Gegenstand: **Lampe für Maschinen**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31533a vom 20. Februar 1956.

Auftraggeber: Marius Cominoli, 74, route de Chêne, Genf.

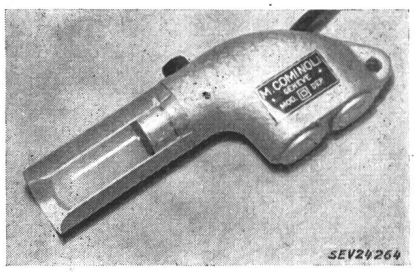
Aufschriften:

M. COMINOLI
GENEVE
MOD. □ DEP.

Beschreibung:

Lampe gemäss Abbildung, für Magnetbefestigung an Maschinen. In einem Gusskörper aus Anticorodal mit 2 permanenten Magneten befindet sich eine Lampenfassung E 14 aus Isolierpreßstoff mit eingebautem Drehschalter. Drehbarer Reflektor aus emailliertem Stahlblech. Doppelschlauchleiter Td 2 × 0,75 mm² mit Stecker 2 P oder 2 P + E. Die Zuleitung ist an der Einführungsstelle durch eine Isoliertülle geführt und ist ausserdem von der Anschlußstelle der Lampenfassung

bis etwa 10 cm ausserhalb des Gusskörpers mit einem zusätzlichen Isolierschlauch versehen. Zugentlastung durch Druckschraube aus Isoliermaterial.



Die Lampe hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen für Spannungen bis 250 V.

Gültig bis Ende Februar 1959.

P. Nr. 2994.

Gegenstand: **Lichtreklameapparat**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31401 vom 4. Februar 1956.

Auftraggeber: Neon Licht A.-G., Limmattalstrasse 340/42, Zürich.

Aufschriften:

NEON-LICHT AG. Zürich
220 V 50 Hz 60 W 180 VA

Beschreibung:

Lichtreklameapparat gemäss Abbildung, für Montage im Freien. In einem Rahmen aus Leichtmetall sind zwei beschriftete Glasscheiben eingelassen. Als Lichtquelle dient eine Leuchtröhre, welche über einen Hochspannungskleintransformator am Netz angeschlossen wird. Bei Demontage des Rahmens wird der Primärstromkreis durch zwei Druckkontakte zwangsläufig unterbrochen. Erdungsklemme vorhanden.

Der Lichtreklameapparat hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: im Freien.

Gültig bis Ende Februar 1959.

P. Nr. 2995.

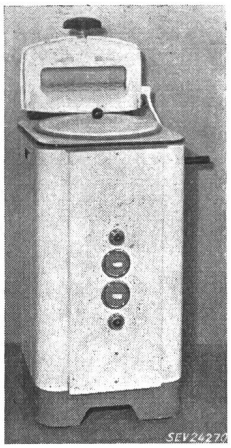
Gegenstand: **Waschmaschine**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31610 vom 10. Februar 1956.

Auftraggeber: Ernst Oeschger, Elektro-Apparate- und Metallwarenfabrik, Reinach (BL).

Aufschriften:

ERNST OESCHGER Reinach/BL
Elektro-Apparate und Metallwaren-Fabrik
No. 4413 Heizung 380 V W 2100
Typ 1055 Motor 220 V W 94 50 Hz
Patente im In- und Ausland angemeldet



Beschreibung:

Waschmaschine gemäss Abbildung, mit Heizung. Heizstab mit Metallmantel unten im emaillierten Wäschebehälter. Die Waschvorrichtung besteht aus einem Rührwerk, welches Drehbewegungen in wechselnder Richtung ausführt. Antrieb durch ventilierten Einphasen-Kurzschlussankermotor mit Hilfswicklung und Kondensator, welche ständig eingeschaltet sind. Schalter für Motor und Heizung, sowie Signallampen eingebaut. Vieradrige Zuleitung (2 P + N + E) mit 3 P + N + E-Stecker, durch Stopfbüchse eingeführt. Mange für Handbetrieb vorhanden. Die gleiche Waschmaschine wird auch mit Heizung für 220 V und dreiadriger Zuleitung geliefert.

Die Waschmaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in nassen Räumen.

Gültig bis Ende Februar 1959.

P. Nr. 2996.

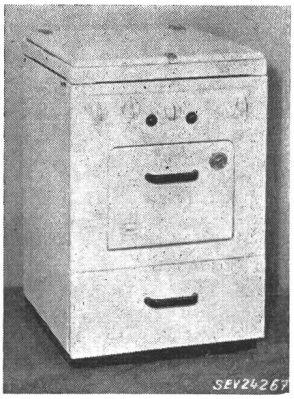
Gegenstand: **Kochherd**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 31761 vom 11. Februar 1956.

Auftraggeber: Commercial Corporation S. A., 92, rue du Rhône, Genève.

Aufschriften:

COMCOR
Commercial Corporation S. A.
Genève
Type 381/3 No. 5034
Volts 380 KW 6,8
Seulement pour courant alternatif



Beschreibung:

Kochherd gemäss Abbildung, mit drei Kochstellen, Backofen, Deckel und Schublade. Kochplatten von 145, 180 und 220 mm Durchmesser mit Rand aus rostfreiem Stahlblech fest montiert. Platte von 180 mm Durchmesser mit «EGO-Wart» ausgerüstet. Herd mit fester Schale. Backofenheizkörper für Ober- und Unterhitze ausserhalb des Backraumes angeordnet. Gemeinsame Regulierung derselben durch einen Temperaturregler. Anschlussklemmen für verschiedene Schaltungen eingerichtet. Handgriffe aus Isoliermaterial.

Der Kochherd entspricht in sicherheitstechnischer Hinsicht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Kochplatten und Kochherde» (Publ. Nr. 126).

Vereinsnachrichten

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

Dr. Rodolphe Stadler 65jährig

Dr. *R. Stadler,* Delegierter des Verwaltungsrates der S. A. des Câbleries et Tréfileries de Cossonay, Ehrenmitglied des SEV seit 1949, vollendete am 4. April 1956 sein 65. Lebensjahr. Dr. Stadler ist lic. éc. der Universität Lausanne, die ihm den Titel eines Dr. h. c. verlieh. Er betätigte sich zuerst im Lehrfach, war von 1915 bis 1922 kaufmännischer Direktor der Metallwerke Dornach und alsdann Generaldirektor der S. A. des Câbleries et Tréfileries de Cossonay; seit 1946 ist er Vizepräsident und Delegierter des Verwaltungsrates dieser Unternehmung. Mit den Metallwerken Dornach ist er verbunden geblieben durch seine Stellung als Vizepräsident und Delegierter des Verwaltungsrates. Dr. Stadler ist weit-

herum bekannt geworden, als er während des zweiten Weltkrieges an der Spitze der Sektion für Metalle des Kriegs-Industrie- und -Arbeitsamtes stand. Dort hatte er eine ausserordentlich schwierige und wenig dankbare Aufgabe vor sich, die er mit starker Hand löste. Seine unermüdliche Arbeitskraft und seine Aufgeschlossenheit haben dazu geführt, dass seine Mitarbeit sowohl im Inland, als auch im Ausland geschätzt und gesucht wurde. Dr. Stadler bekleidet das Amt des Vizepräsidenten des Verwaltungsrates der SBB; der Association des Industries Vaudoises steht er seit vielen Jahren als Präsident vor und kürzlich wurde er zum Präsidenten des Comptoir Suisse ernannt.

Wir beglückwünschen den rastlos tätigen Jubilar zu seinem Geburtstag, den er in bewundernswerter Frische und bei voller Spannkraft begehen durfte, und wünschen ihm noch recht viele Jahre fruchtbarer Wirksamkeit.

Commission Internationale de l'Eclairage (CIE)

Die Berichte über die 13. Plenarversammlung der CIE werden wie üblich in zwei Bänden herausgegeben, deren jeder etwa 800 Seiten umfasst, sowie 300 schwarz-weisse und 12 farbige Bilder enthalten wird. Der 1. Band wird die Berichte über die Vollversammlungen und einige Vorträge allgemeiner Art wiedergeben. Die Sekretariatsberichte und die übrigen Vorträge werden in einem Band vereinigt sein und zwar werden die Vorträge, die Protokolle der Komitee-Sitzungen und die Empfehlungen den Sekretariatsberichten über die betreffenden Gebiete beigefügt. In einer besonderen Brochure werden die Empfehlungen herausgegeben, um den Überblick über den Stand der Arbeiten auf jedem Gebiet zu erleichtern, sowie zur Orientierung von Behörden und Institutionen, für welche die vollständigen Berichte zu weit führen würden.

Die zwei Haupt-Bände sind im März 1956, in englischer, französischer und deutscher Sprache erschienen. Ihr Preis beträgt, in Leinen gebunden, für Mitglieder der CIE 14 $ und durch den Buchhandel bezogen 20 $. Die Auflage wird auf 700 Exemplare beschränkt bleiben. Bestellungen sind direkt an das Zentralbureau der CIE, 57, rue Cuvier, Paris 5°, zu richten. Die Bestellungen werden in der Reihenfolge ihres Eingangs vollzogen. Zahlungen können in jeder Währung an die Twentsche Bank, Konto K, den Haag, Niederlande, geleistet werden.

Fachkollegium 17B des CES

Niederspannungsschalter

Das FK 17B trat unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Direktor G. F. Ruegg, am 15. März 1956 in Zürich zur 6. Sitzung zusammen. Das Haupttraktandum war die Durchberatung und die Feststellung der schweizerischen Stellungnahme zu den internationalen Dokumenten «Proejt de Règles de la CEI pour l'appareillage électrique à basse tension. 1re Partie: Contacteurs. 2e Partie: Sectionneurs, interrupteurs et disjoncteurs». Diese umfangreiche Materie wurde vorgängig in getrennten Sitzungen der Arbeitsgruppen A1, Motorschutzschalter und Schütze (Vorsitz: E. Baumberger), A2, Leitungsschalter (Vorsitz: P. Maier) und A3, Luft- und Kriechstrecken (Vorsitz: H. Thommen) beraten und in Anträgen an das FK 17B zusammengefasst. Dank dieser sorgfältigen Vorbereitung konnte die schweizerische Stellungnahme zu den vorliegenden internationalen Dokumenten speditiv behandelt werden. Diese Dokumente stehen an der diesjährigen Tagung der CEI in München zur Diskussion.

Am Sitzungsnachmittag konnten die Anträge der Arbeitsgruppe A2, Leitungsschutzschalter, in den 2. Entwurf der «Vorschriften und Regeln für Niederspannungs-Schalter» eingegliedert werden und der 3. Entwurf der «Regeln für die Bemessung der Mindestwerte von Luft- und Kriechstrecken», der von der Arbeitsgruppe A3, Luft- und Kriechstrecken, gemeinsam mit Arbeitsausschüssen der FK 12 und 13 ausgearbeitet wurde, dem Fachkollegium zur Kenntnis gebracht werden.

Da A. Bernardsgrütter infolge Erreichens der Altersgrenze in den Ruhestand tritt und damit leider auch im FK 17B zurückzutreten wünscht, verdankte der Vorsitzende im Namen aller Mitglieder dem scheidenden HK-Vertreter seine wertvolle und sympathische Mitarbeit auch in diesem Kreise.

G. F. Ruegg

Jahresversammlung 1956 des SEV und VSE

Die nächste Jahresversammlung des SEV und VSE wird in einfachem Rahmen am 6. Oktober 1956 in Solothurn stattfinden. Am Vortag werden verschiedene Besichtigungen durchgeführt werden.

Vocabulaire Electrotechnique International

2. Auflage

Soeben ist eine neue Gruppe der 2. Auflage des Vocabulaire Electrotechnique International in Form einer CEI-Publikation erschienen:

N° 50(11) – Convertisseurs statiques.

Der Preis der Publikation beträgt Fr. 5.—. Sie kann bei der Gemeinsamen Verwaltungsstelle des SEV und VSE, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, bezogen werden.

Zulassung von Elektrizitätsverbrauchsmessersystemen zur amtlichen Prüfung

Auf Grund des Artikels 25 des Bundesgesetzes vom 24. Juni 1909 über Mass und Gewicht und gemäss Artikel 16 der Vollziehungsverordnung vom 23. Juni 1933 betreffend die amtliche Prüfung von Elektrizitätsverbrauchsmessern hat die Eidgenössische Mass- und Gewichtskommission die nachstehenden Verbrauchsmessersysteme zur amtlichen Prüfung zugelassen und ihnen die beifolgenden Systemzeichen erteilt.

Fabrikant: *A.-G. Emil Pfiffner & Cie., Hirschthal*

S 39 Öl-Spannungswandler,
Typen EM 6, EM 10, EM 20, EM 30
für die Frequenz 50 Hz

Fabrikant: *Landis & Gyr A.-G., Zug*

Zusatz zu Wicklungsstromwandler mit Giessharzisolation

S 83 Typ TCB 1.1
für Primär-Nennstromstärken von 5 A...30 A
(für übrige Angaben siehe Zulassung vom 25. Oktober 1955)

Fabrikant: *Trüb, Täuber & Co. A.-G., Zürich*

Zusatz zu Ringkern-Stromwandler in Isolierpreßstoffgehäuse

S 78 Typ JLSr 4
Nennspannung 0,5 kV
Prüfspannung 4 kV
Primärnennströme 5 A bis 600 A
Sekundär-Nennstrom 5 A
Nennfrequenz 50 Hz

Fabrikant: *Trüb, Täuber & Co. A.-G., Zürich*

S 84 Schachtelkern-Stromwandler in Isolierpreßstoffgehäuse
Typ JLS 4
Nennspannung 0,5 kV
Prüfspannung4 kV
Primärnennströme 80 A bis 600 A
Sekundärnennstrom 5 A
Nennfrequenz 50 Hz

Fabrikant: *Société des Compteurs de Genève*

an Stelle der bisherigen Kennzeichnung der Zähler mit Rücklaufhemmung durch die Aufschrift
«Mit Rücklaufhemmung» oder
«Cliquet contre la marche arrière»
kann in Zukunft bei sämtlichen zur amtlichen Prüfung zugelassenen Zählertypen der Buchstabe «h» an die normale Typenbezeichnung angefügt werden.
Beispiel:

An Stelle der Typenbezeichnung 4 Cl plus separates Schild
«Mit Rücklaufhemmung»
kann die Typenbezeichnung abgeändert werden in 4Clh.

Bern, den 18. Februar 1956.

Der Präsident
der Eidgenössischen Mass- und Gewichtskommission:
K. Bretscher

Leitsätze «Nomenklatur der Regelungstechnik»
Recommandations pour une Terminologie en matière de réglage

Der Vorstand des SEV veröffentlicht im folgenden den Entwurf zu Leitsätzen «Nomenklatur der Regelungstechnik». Der Entwurf wurde von der Unterkommission «Nomenklatur» [1]) der Studienkommission für die Regelung grosser Netzverbände des SEV ausgearbeitet. Er enthält die drei ersten Kapitel dieser Arbeit, die im Laufe der Jahre noch durch weitere ergänzt werden sollen. Da die drei vorliegenden Kapitel den wesentlichen Inhalt der Nomenklatur umfassen, werden sie schon heute veröffentlicht.

Der Vorstand lädt die Mitglieder ein, den Entwurf zu prüfen und Bemerkungen dazu bis *spätestens Samstag, den 5. Mai 1956, in doppelter Ausfertigung,* dem Sekretariat des SEV, Seefeldstr. 301, Zürich 8, einzureichen. Sollten keine Bemerkungen eingehen, so würde der Vorstand annehmen, die Mitglieder seien mit dem Entwurf einverstanden. Er würde dann über die Inkraftsetzung beschliessen.

Entwurf

Vorwort

Die vorliegenden Leitsätze «Nomenklatur der Regelungstechnik» wurden von der Unterkommission «Nomenklatur» der Studienkommission für die Regelung grosser Netzverbände (St.K.Reg.) des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) aufgestellt. Diese Unterkommission setzte sich aus Mitgliedern der St.K.Reg. und aus Vertretern des Vereins schweizerischer Maschinen-Industrieller (VSM) zusammen; es war in ihr auch die Wissenschaft vertreten.

Als die St.K.Reg. an den Leitsätzen für die Drehzahlregelung von Wasserturbine-Generator-Gruppen arbeitete, empfand sie es oft als sehr erschwerend, dass keine vom SEV anerkannte Nomenklatur für die Regelungstechnik vorlag; es entstand daher der Wunsch nach einer solchen Nomenklatur in deutscher und in französischer Sprache. Ähnliche Wünsche hatten die dem VSM angehörenden Hersteller von Reglern. Auf Grund einer Vereinbarung zwischen dem SEV und dem VSM entstand dann im Jahre 1950 die genannte Unterkommission «Nomenklatur». Die zu schaffende Nomenklatur musste über die Bedürfnisse der St.K.Reg. hinausgehen; sie sollte den Anforderungen aller genügen, die Regler herstellen oder verwenden.

Die Unterkommission sammelte und verglich die in der Schweiz üblichen Benennungen und die ausländischen Nomenklaturen und Nomenklatur-Entwürfe. Sie ersetzte in ihrem Nomenklatur-Entwurf bisher in der Schweiz übliche Benennungen nur dann durch andere Benennungen, wenn sie nach gründlicher Aussprache von der Zweckmässigkeit der Änderung überzeugt war. Delegierte der Unterkommission besprachen die abweichenden Ansichten und Benennungen mit dem Arbeitsausschuss «Regelungstechnik» im Deutschen Normenausschuss. Mit Ausnahme von einigen Benennungen, die der deutsche Arbeitsausschuss unverändert beibehielt, die Unterkommission des SEV aber ebenso fest ablehnte, stimmen nun die vorliegende Nomenklatur und die deutsche Norm DIN 19226 vom Januar 1954 im wesentlichen überein.

Préface

Les présentes «Recommandations pour une Terminologie en matière de réglage» ont été élaborées par la «Sous-commission de Terminologie» de la Commission d'études pour le réglage des grands réseaux de l'Association Suisse des Electriciens (ASE). Cette Sous-commission se composait de membres de la Commission d'études et de représentants de la Société suisse des constructeurs de machines (VSM); la science y était également représentée.

Lors de l'élaboration des Recommandations au sujet du réglage de vitesse des groupes turbine hydraulique — alternateur, la Commission d'études s'était souvent heurtée à des difficultés, du fait qu'il n'existait pas de terminologie en matière de réglage approuvée par l'ASE; l'élaboration d'une telle terminologie, en langues française et allemande, était donc très désirable. Ce désir était également exprimé par les fabricants de régulateurs faisant partie de la VSM. A la suite d'une entente entre l'ASE et la VSM, la dite Sous-commission de Terminologie fut instituée en 1950. La terminologie à élaborer devait dépasser les besoins de la Commission d'études, de manière à satisfaire aux exigences de tous ceux qui fabriquent ou utilisent des régulateurs.

La Sous-commission a collationné les expressions utilisées en Suisse et celles des terminologies ou projets de terminologies de l'étranger. Dans son projet, elle n'a substitué d'autres expressions à celles en usage en Suisse qu'après avoir nettement constaté que cela était nécessaire, à la suite d'un examen approfondi. Des délégués de la Sous-commission se sont également entretenus avec des membres de la sous-commission allemande de la technique du réglage, au sujet de points de vue et d'expressions qui différaient. A part quelques expressions que la sous-commission allemande entend maintenir, mais que la Sous-commission de l'ASE se refuse d'adopter, la présente terminologie correspond d'une manière générale à la Norme allemande DIN 19226, de janvier 1954.

[1]) Die Zusammensetzung der Unterkommission «Nomenklatur», welche den vorliegenden Entwurf der Leitsätze «Nomenklatur der Regelungstechnik» ausarbeitete, war folgende:

Dr. *H. Oertli*, Oberingenieur, Bernische Kraftwerke A.-G., Bern (Präsident)
B. Junker, Ingenieur, Fr. Sauter A.-G., Basel (Protokollführer ab 1954)
P. Dumur, Ingenieur, S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse, Lausanne
D. Gaden, Ingenieur, Direktor, Ateliers des Charmilles S. A., Genève, Professor an der Ecole Polytechnique der Universität Lausanne
Dr. *F. Galavics*, Landis & Gyr A.-G., Zug
A. Gantenbein, Stellvertr. Direktor, Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich-Oerlikon
M. Hirt, Chef der Abteilung Reglerbau, Escher Wyss A.-G., Zürich
F. Hug, Oberingenieur, Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G., Baden
Prof. Dr. *E. Juillard*, Ingenieur, Ecole Polytechnique der Universität Lausanne, Lausanne
R. Keller, Oberingenieur, A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden
W. Kuert, Chef des VSM-Normalienbüros, Zürich
H. Lütolf, Ingenieur, Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8
Privat-Dozent Dr. *P. Profos*, Gebrüder Sulzer A.-G., Winterthur
H. Schiller, Oberingenieur, Motor-Columbus A.-G., Baden
E. Spahn, Betriebsleiter, Trüb, Täuber & Co. A.-G., Hombrechtikon (Protokollführer bis 1954)
H. Bolleter, Dipl. Elektrotechniker, Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich-Oerlikon
G. Courvoisier, Ingenieur, A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden
W. Frey, dipl. Mathem. ETH, A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden
F. Seeberger, Ingenieur, Escher Wyss A.-G., Zürich

Bei der Bearbeitung der Nomenklatur wurde neben dem deutschsprachigen Text fortlaufend auch die französische Fassung geprägt. Da die vorliegende Nomenklatur nun zweisprachig ist, sollte sie entsprechend mehr zur internationalen Normung der Terminologie der Regelungstechnik beitragen.

Weil das Bedürfnis nach der Nomenklatur dringend ist, wird sie hiermit bereits veröffentlicht, trotzdem sie noch unvollständig ist. Es fehlt noch das Kapitel *Aufbau und Einteilung der Regler*. Es sind auch Hinweise auf andere Nomenklaturen und ein alphabetisches Stichwortverzeichnis vorgesehen. Diese Ergänzungen zu den Leitsätzen sollen so bald wie möglich folgen.

Inhaltsverzeichnis:

1 Allgemeine Begriffe und Bezeichnungen

101 Regelung
102 Regeleinrichtung
103 Regler
104 Geregelte Anlage (Regelstrecke)
105 Regelkreis
106 Regelgrösse
107 Stellgrösse
108 Unabhängige Grössen
109 Istwert
110 Messwert
111 Einstellwert
112 Einstellbereich
113 Sollwert
114 Idealwert
115 Regelabweichung
116 Wirksame Regelabweichung

2 Aufbau des Regelkreises

201 Messort
202 Stellort
203 Messorgan
204 Verstärkerorgan
205 Servomotor, Stellmotor
206 Stellorgan
207 Korrekturorgan

Allgemeine Beispiele zu den Kapiteln 1 und 2

3 Verhalten des Regelkreises und seiner Elemente

31 Allgemeines

311 Eingangs- und Ausgangsgrössen
312 Übertragungsverhalten
313 Mittel zur Darstellung des Übertragungsverhaltens

32 Geregelte Anlage

321 Eingangs- und Ausgangsgrössen der geregelten Anlage
322 Übertragungsverhalten der geregelten Anlage

33 Regeleinrichtung

331 Eingangs- und Ausgangsgrössen der Regeleinrichtung
332 Übertragungsverhalten der Regeleinrichtung

34 Regelkreis

341 Regelvorgang — Regelablauf
342 Stabilität und Dämpfung
343 Regelgüte
344 Übertragungsverhalten des Regelkreises

La terminologie en langue française a été établie en même temps que celle en langue allemande. Cette terminologie bilingue contribuera ainsi plus efficacement à la normalisation internationale dans ce domaine.

Vu l'urgence de cette terminologie, sa publication ne pouvait pas être remise à plus tard, bien qu'elle soit encore incomplète. Il manque le chapitre consacré à la *construction et à la classification des régulateurs*. Il est également prévu de publier des renseignements au sujet d'autres terminologies, ainsi qu'un index alphabétique. Ces compléments aux Recommandations seront publiés aussitôt que possible.

Table des matières

1 Notions et définitions générales

101 Réglage
102 Equipement de réglage
103 Régulateur
104 Installation réglée
105 Circuit de réglage
106 Grandeur réglée
107 Grandeur de réglage
108 Grandeurs indépendantes
109 Valeur instantanée
110 Valeur mesurée
111 Valeur de consigne
112 Domaine d'ajustement
113 Valeur prescrite
114 Valeur de régime
115 Ecart de réglage
116 Ecart actif de réglage

2 Constitution du circuit de réglage

201 Lieu de mesure
202 Lieu de réglage
203 Organe de mesure
204 Amplificateur
205 Servomoteur
206 Organe de réglage
207 Organe correcteur

Exemples d'ensemble pour les chapitres 1 et 2

3 Comportement du circuit de réglage et de ses éléments

31 Généralités

311 Grandeurs d'entrée et de sortie
312 Comportement au transfert
313 Modes de représentation du comportement au transfert

32 Installation réglée

321 Grandeurs d'entrée et de sortie de l'installation réglée
322 Comportement au transfert de l'installation réglée

33 Equipement de réglage

331 Grandeurs d'entrée et de sortie de l'équipement de réglage
332 Comportement au transfert de l'équipement de réglage

34 Circuit de réglage

341 Processus du réglage — Déroulement du réglage
342 Stabilité et amortissement
343 Qualité du réglage
344 Comportement au transfer du circuit de réglage

1 – Allgemeine Begriffe und Bezeichnungen [1])

101 – Regelung

Die Regelung ist eine Folge von Vorgängen zum Zwecke der Herstellung und Aufrechterhaltung bestimmter verlangter Werte einer Grösse; sie erfolgt immer auf Grund einer Messung dieser Grösse (siehe Fig. 1).

Die Regelung wird durch eine Reihe von Elementen verwirklicht, welche in einer bestimmten Richtung derart aufeinander einwirken, dass ein geschlossener Kreis entsteht.

Die Regelung erfolgt automatisch, wenn sie ohne menschliches Zutun abläuft.

Es können auch mehrere untereinander in Zusammenhang stehende Grössen geregelt werden.

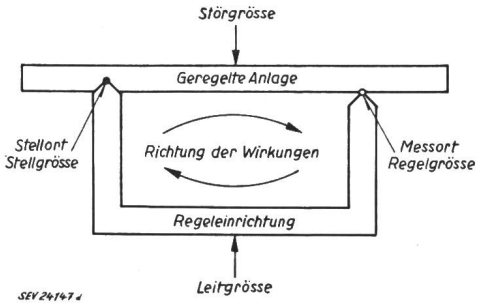


Fig. 1
Schema des Regelkreises

Bemerkung:

Die Einteilung der Regelungen wird in der Praxis nach verschiedenen Gesichtspunkten vorgenommen, z. B. nach den Ursachen, die den Regelvorgang am häufigsten auslösen, nach der Art der Einstellwertbildung oder nach dem Anwendungsgebiet.

Für die Einteilung nach den Ursachen, die den Regelvorgang am häufigsten auslösen, bestehen französische Vorschläge. Danach wird unterschieden zwischen «Réglage de maintien» und «Réglage de correspondance». Bei «Réglage de maintien» wird der Regelvorgang in erster Linie durch Änderungen der Störgrössen ausgelöst, während der Einstellwert nur selten verändert wird. Bei «Réglage de correspondance» erfolgt die Auslösung des Regelvorganges vorwiegend durch Änderungen der Leitgrösse; Änderungen der Störgrössen spielen dabei nur eine untergeordnete Rolle.

Für die Einteilung nach Art der Einstellwertbildung wird in den deutschen Normen DIN 19226 unterschieden zwischen «Festwertregelung», «Zeitplanregelung» und «Folgeregelung». Bei der «Festwertregelung» wird der Einstellwert fest eingestellt, wobei er durch die Bedienung verstellt werden kann. Bei der «Zeitplanregelung» wird der Einstellwert nach einem vorgegebenen Zeitplan automatisch geändert. Bei der «Folgeregelung» folgt der Einstellwert einer Leitgrösse.

An Stelle der Bezeichnung «Zeitplanregelung» wird in der Praxis auch der Ausdruck «Programmregelung» verwendet. Es ist noch darauf hinzuweisen, dass die planmässige Änderung des Einstellwertes auch nach anderen Variablen als nach der Zeit erfolgen kann. Anderseits wird der Begriff «Folgeregelung» in der Praxis sowohl auf den Fall angewendet, wo die Leitgrösse nach einem vorgegebenen Programm variiert [2]), als auch dann, wenn sie in unvorhersehbarer Weise ändert [3]).

Die Einteilung nach dem Anwendungsgebiet ist vornehmlich im englischen Sprachgebiet üblich, wo unterschieden wird zwischen Regelungen im Maschinenbau (Automatic regulators, Governors), Verfahrensregelungen (Process control), Lageregelungen und Servo-Mechanismen (Position control, Kinetic control, Servomechanisms).

[1]) Allgemeine Beispiele siehe am Schluss des Kapitels 2.
[2]) z. B. automatische Kopierfräsmaschine.
[3]) z. B. Nachlaufregelung bei automatisch gerichteter Fliegerabwehrkanone.

1 – Notions et définitions générales [1])

101 – Réglage

Le réglage est un ensemble d'opérations qui tendent à donner et à conserver des valeurs prescrites déterminées à une certaine grandeur; il utilise toujours la mesure de cette grandeur (voir fig. 1).

Le réglage est réalisé par une série d'éléments dont les opérations se succèdent dans un ordre déterminé et forment un circuit fermé.

Le réglage est automatique lorsqu'aucune des opérations qu'il comporte ne fait appel à une intervention humaine.

Il peut aussi se faire que plusieurs grandeurs, liées les unes aux autres, doivent être simultanément réglées.

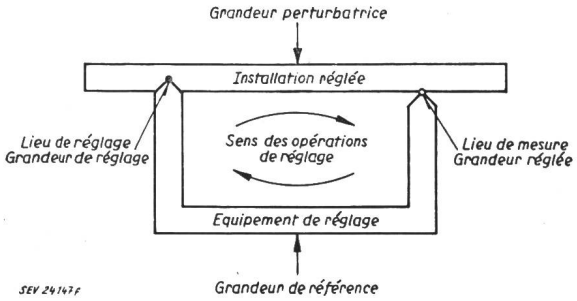


Fig. 1
Schéma du circuit de réglage

Remarque:

En pratique, la classification des réglages peut être établie à partir de différents points de vue. On peut, par exemple, considérer les causes qui le plus souvent déclenchent le processus du réglage, la façon dont est fixée la valeur de consigne de la grandeur réglée ou le domaine d'utilisation du réglage.

En vue de la classification d'après les causes qui le plus souvent déclenchent le processus du réglage, on distingue selon des propositions françaises, le «Réglage de maintien» et le «Réglage de correspondance». Dans le «Réglage de maintien», le processus de réglage est le plus souvent déclenché par des variations des grandeurs perturbatrices, tandis que la valeur de consigne n'est que rarement modifiée. Dans le «Réglage de correspondance», le processus de réglage est principalement déclenché par des variations de la grandeur de référence, tandis que les variations des grandeurs perturbatrices ne jouent pas un rôle prépondérant.

En vue de la classification d'après la façon dont est fixée la valeur de consigne, on distingue, selon les normes allemandes DIN 19226, le «Réglage à valeur de consigne constante» (Festwertregelung), le «Réglage à programme fonction du temps» (Zeitplanregelung) et le «Pilotage» (Folgeregelung). Dans le «Réglage à valeur de consigne constante» cette valeur de consigne est fixée à une valeur déterminée manuellement ajustable. Dans le «Réglage à programme fonction du temps» la valeur de consigne est automatiquement modifiée selon une loi prédéterminée fonction du temps. Dans le «Pilotage», la valeur de consigne suit les variations d'une grandeur de référence.

A la place de l'expression «Réglage à programme fonction du temps» on utilise également dans la pratique celle de «Réglage à programme». Il y a lieu de remarquer à ce propos que la valeur de consigne peut alors être aussi automatiquement modifiée en fonction d'une autre variable que le temps. Par ailleurs, on utilise en pratique, l'expression de «Pilotage» aussi bien dans le cas où la grandeur de référence varie selon une loi prédéterminée [2]) que dans celui où ses variations sont imprévisibles [3]).

La classification d'après le domaine d'utilisation du réglage est de préférence employée dans les pays de langue anglaise. On distingue alors les réglages de machines motrices (Automatic regulators, Governors), les réglages pour la mise en œuvre d'un procédé de fabrication (Process control), les réglages de position et les servomé-

[1]) Pour les exemples d'ensemble, voir à la fin du chapitre 2.
[2]) p. ex. Fraiseuse automatique à copier.
[3]) p. ex. Pointage automatique d'un canon contre avions.

Da alle Regelungen, wie sie auch eingeteilt seien, auf den gleichen regeldynamischen Grundlagen beruhen, ist trotz der praktischen Unterschiede eine gemeinsame Nomenklatur möglich. Die vorliegende Nomenklatur ist auf dieses Ziel hin ausgearbeitet.

Beispiele zu 101:

a) Einzeln arbeitende Maschinengruppe, bestehend aus einer Wasserturbine und einem Drehstromgenerator, der die von ihm erzeugte elektrische Energie in ein unabhängiges Verbrauchsnetz liefert. Die Drehzahl der Maschinengruppe, die möglichst genau einen bestimmten verlangten Wert haben soll, neigt zu Schwankungen z. B. infolge Belastungsänderungen.

Sie wird auf Grund der Messung der Drehzahl *geregelt*, entweder automatisch mit einem Drehzahlregler, der die Drehzahl misst und den Turbinenleitapparat verstellt, oder von Hand, wobei der Bedienungsmann den Drehzahlmesser beobachtet und den Turbinenleitapparat verstellt, wenn die Drehzahl zu hoch oder zu tief ist.

b) Die Temperatur eines Raumes, die von Schwankungen der Aussentemperatur beeinflusst wird, soll möglichst genau auf einem bestimmten verlangten Wert gehalten werden.

Die Raumtemperatur wird *geregelt*, wenn diese Temperatur gemessen und danach die Heizleistung für den Raum eingestellt wird.

canismes (Position control, Kinetic control, Servomechanisms).

Quel que soit le mode de classification adopté en pratique pour les réglages, leur comportement repose toujours sur les mêmes lois fondamentales et il est donc possible de leur appliquer la même terminologie. C'est dans ce sens qu'a été élaborée celle faisant l'objet du présent document.

Exemples pour 101:

a) Groupe générateur, composé d'une turbine hydraulique et d'un alternateur, fonctionnant isolément et fournissant la puissance électrique nécessaire à un réseau de distribution indépendant. La vitesse de rotation du groupe doit autant que possible conserver une valeur prescrite déterminée; elle tend à varier notamment du fait des fluctuations de la consommation.

La vitesse de rotation du groupe est *réglée*, soit automatiquement au moyen d'un régulateur de vitesse qui mesure la valeur de la vitesse et régit, en conséquence, l'ouverture du vannage de la turbine, soit à la main, le mécanicien de service observant l'indicateur de vitesse et manœuvrant le vannage selon que la vitesse est trop haute ou trop basse.

b) La température d'un local doit autant que possible conserver une valeur prescrite déterminée; elle tend à varier du fait des fluctuations de la température extérieure.

La température du local est *réglée* lorsque sa valeur est mesurée et que l'intensité du chauffage est régie en conséquence.

Fig. 2

Regelung der Raumtemperatur

a Raumtemperatur
b Messung der Abweichung der Raumtemperatur
c Aenderung der Heizleistung
d Korrektur der Raumtemperatur

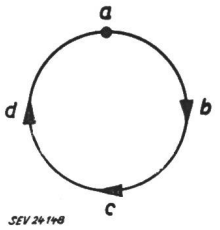


Fig. 2

Réglage de la température d'un local

a Température du local
b Mesure de l'écart de température du local
c Modification de l'intensité du chauffage
d Correction de la température du local

Die Wirkungen sind in der Fig. 2 schematisch dargestellt; sie bilden einen geschlossenen Kreis.

c) Eine aus einer Entnahme-Dampfturbine und einem Generator bestehende Gruppe speise im Alleinbetrieb ein unabhängiges elektrisches Energieverbrauchsnetz.

Einerseits soll die Drehzahl der Gruppe einen bestimmten verlangten Wert möglichst genau einhalten; dieser Forderung wirken vor allem die Belastungsschwankungen im Netz entgegen.

Anderseits soll der Entnahmedruck der Turbine einen bestimmten verlangten Wert möglichst genau einhalten; dieser Forderung wirken vor allem die Schwankungen im Dampfverbrauch entgegen.

Die Drehzahl und der Dampfdruck werden *geregelt*, wenn sie gemessen und sowohl das Dampf-Einlassventil wie auch das Dampfentnahmeventil der Turbine entsprechend eingestellt werden.

Die Drehzahlregelung wirkt damit auf die Dampfdruckregelung und umgekehrt; die beiden geregelten Grössen stehen untereinander in Zusammenhang.

102 – Regeleinrichtung

Die Regeleinrichtung ist die gesamte Einrichtung, die die Regelung bewirkt. Sie umfasst Messorgan (siehe Ziff. 203), Stellorgan (siehe Ziff. 206) und alle dazwischen in der Richtung der Wirkungen liegenden Organe.

103 – Regler

Der Regler ist eine Baueinheit und umfasst entweder die gesamte Regeleinrichtung oder nur einen Teil derselben, mindestens aber die Elemente zur Bildung der wirksamen Regelabweichung (siehe Ziff. 116).

Bemerkung:

Im Wasserturbinenbau ist es gebräuchlich, die Baueinheit mit Regler zu bezeichnen, wenn sie den Steuer-

Le schéma des opérations de réglage est représenté par la fig. 2; elles constituent un circuit fermé.

c) Groupe générateur composé d'une turbine à vapeur à prise intermédiaire et d'un alternateur, fonctionnant isolément et fournissant la puissance électrique nécessaire à un réseau de consommation indépendant.

D'une part, la vitesse de rotation du groupe doit autant que possible conserver une valeur prescrite déterminée; elle tend à varier notamment du fait des fluctuations de la consommation de puissance électrique.

D'autre part, la pression de vapeur à la prise intermédiaire de la turbine, doit autant que possible conserver une valeur prescrite déterminée; elle tend à varier notamment du fait des fluctuations de la consommation de vapeur.

La vitesse de rotation du groupe et la pression de vapeur sont *réglées* lorsque leurs valeurs sont mesurées et que la soupape d'entrée de vapeur à la turbine ainsi que la soupape de la prise intermédiaire sont manœuvrées en conséquence.

Le réglage de la vitesse réagit sur celui de la pression de vapeur et réciproquement; ce sont deux grandeurs réglées liées l'une à l'autre.

102 – Equipement de réglage

L'équipement de réglage est constitué par l'ensemble des éléments qui engendrent l'action du réglage. Il comprend l'organe de mesure (voir chiffre 203), l'organe de réglage (voir chiffre 206) ainsi que tous les éléments compris entre le premier et le second dans l'ordre des opérations de réglage.

103 – Régulateur

Le régulateur est constitué par une série d'éléments qui, du point de vue constructif, forment une unité; il s'étend à tout l'équipement de réglage ou n'en constitue qu'une partie. Il comporte au moins les éléments servant à former l'écart actif de réglage (voir chiffre 116).

Remarque:

Dans le domaine des turbines hydrauliques, on désigne habituellement par régleur l'appareil qui ne com-

schieber des Servomotors nicht umfasst, und mit Regulator, wenn die Baueinheit auch diesen Steuerschieber oder den Steuerschieber und den Servomotor umfasst.

104 – Geregelte Anlage (Regelstrecke [4])

Die geregelte Anlage ist das Objekt, auf welches die Regelung angewendet wird. Sie umfasst unter Ausschluss der Regeleinrichtung alle Teile, die einen Einfluss auf den Regelvorgang (siehe Ziff. 341) ausüben.

Die geregelte Anlage kann sich sowohl über den Messort (siehe Ziff. 201) als auch über den Stellort (siehe Ziff. 202) hinaus erstrecken.

Beispiel zu 104:

Bei der Drehzahlregelung einer aus Wasserturbine und Generator bestehenden Gruppe umfasst die geregelte Anlage in erster Linie die Turbine und den Generator, an deren Welle die Drehzahl gemessen wird. Sie dehnt sich aber über die Turbine auch auf Druckleitung, Wasserschloss, Zulaufstollen und Staubecken und über den Generator auf das von ihm gespeiste Verteilnetz aus.

105 – Regelkreis

Die geregelte Anlage und die Regeleinrichtung bilden zusammen den Regelkreis (siehe Fig. 1). Sie berühren sich im Messort (siehe Ziff. 201) und im Stellort (siehe Ziff. 202).

Es können auch mehrere zusammenhängende Regelkreise vorhanden sein (siehe Ziff. 101, Beispiel *c*).

106 – Regelgrösse

Die Regelgrösse ist die Grösse, die zu regeln ist (siehe Ziff. 101). Sie wird am Eingang der Regeleinrichtung durch das Messorgan (siehe Ziff. 203) gemessen.

107 – Stellgrösse [5]

Die Stellgrösse ist jene Grösse der geregelten Anlage, die am Ausgang der Regeleinrichtung unmittelbar durch das Stellorgan (siehe Ziff. 206) verstellt wird.

108 – Unabhängige Grössen

Die unabhängigen Grössen sind jene Grössen, deren Änderungen einen Regelvorgang auslösen, ohne dass dieser auf sie rückzuwirken vermag. Sie sind der eigentliche Grund für die Anwendung von Regelungen.

1081 – Leitgrösse. Die Leitgrösse ist eine unabhängige Grösse, die den Einstellwert (siehe Ziff. 111) der Regelgrösse festsetzt. Sie wirkt auf die Regeleinrichtung ein und kann konstant oder eine Funktion anderer, ausserhalb des Regelkreises liegender Grössen sein (Beispiel: Programmregelung). Sie kann auch Ausgangsgrösse eines Elementes sein, das einem andern Regelkreis angehört.

1082 – Störgrösse — Störung. Eine Störgrösse ist eine unabhängige Grösse, deren Änderungen, Störungen genannt, den Istwert der Regelgrösse zu verändern suchen. Im praktischen Fall wirkt die Störgrösse vorwiegend auf die geregelte Anlage ein.

109 – Istwert

Der Istwert einer Grösse ist ihr wirklicher Wert im betrachteten Zeitpunkt.

110 – Messwert

Der Messwert einer Grösse ist der Wert, der von ihrem Messgerät im betrachteten Zeitpunkt festgestellt wird.

111 – Einstellwert [5]

Der Einstellwert der Regelgrösse ist ihr am Regler eingestellter Wert; er ist durch die Leitgrösse gegeben (siehe Ziff. 1081).

[4]) Der Ausdruck «Regelstrecke» ist in der neueren deutschen Literatur gebräuchlich (siehe auch DIN 19226).

[5]) Man beachte den Unterschied zur Definition im deutschen Normblatt DIN 19226.

prend pas le tiroir de distribution du servomoteur et par régulateur l'appareil qui comprend ce tiroir soit que le servomoteur demeure séparé, soit qu'il en fasse également partie.

104 – Installation réglée

L'installation réglée est constituée par l'ensemble des éléments qui subissent l'action du réglage. Elle comprend, à l'exclusion de l'équipement de réglage, tous les éléments qui exercent une influence sur le processus du réglage (voir chiffre 341).

L'installation réglée peut s'étendre de part et d'autre au-delà des lieux de mesure (voir chiffre 201) et de réglage (voir chiffre 202).

Exemple pour 104:

Dans le réglage de vitesse d'un groupe générateur composé d'une turbine hydraulique et d'un alternateur, l'installation réglée comporte cette turbine et cet alternateur sur l'arbre desquels la vitesse est mesurée. Toutefois, elle s'étend également aux ouvrages d'amenée d'eau à la turbine (conduite forcée, chambre d'équilibre, galerie d'amenée, bassin d'accumulation), puis au réseau de distribution que l'alternateur alimente.

105 – Circuit de réglage

L'installation réglée et l'équipement de réglage forment ensemble le circuit de réglage (voir fig. 1). Ils se raccordent en deux points, le lieu de mesure (voir chiffre 201) et le lieu de réglage (voir chiffre 202).

Il peut se faire que plusieurs circuits de réglage soient reliés entre eux et dépendent ainsi les uns des autres (voir chiffre 101 et son exemple *c*).

106 – Grandeur réglée

La grandeur réglée est la grandeur qui constitue l'objet du réglage (voir chiffre 101). Elle est mesurée, à l'entrée de l'équipement de réglage, par l'organe de mesure (voir chiffre 203).

107 – Grandeur de réglage [5]

La grandeur de réglage est celle de l'installation réglée, à la sortie de l'équipement de réglage, dont l'organe de réglage (voir chiffre 206) régit directement la valeur.

108 – Grandeurs indépendantes

Les grandeurs indépendantes sont des grandeurs dont les variations provoquent le fonctionnement du réglage sans que ce fonctionnement puisse en retour agir sur les dites grandeurs. Elles constituent la raison d'être du réglage automatique.

1081 – Grandeur de référence. La grandeur de référence est une grandeur indépendante de commande qui fixe la valeur de consigne (voir chiffre 111) de la grandeur réglée. La grandeur de référence exerce son effet sur l'équipement de réglage. Elle peut être constante ou fonction d'autres grandeurs étrangères au circuit de réglage (par exemple: réglage à programme). Elle peut aussi être la grandeur de sortie d'un élément appartenant à un autre circuit de réglage.

1082 – Grandeur perturbatrice — Perturbation. Une grandeur perturbatrice est une grandeur indépendante dont les variations, appelées perturbations, tendent à modifier la valeur instantanée de la grandeur réglée. En pratique, les perturbations exercent dans la plupart des cas leur effet sur l'installation réglée.

109 – Valeur instantanée

La valeur instantanée d'une grandeur est la vraie valeur de cette grandeur à l'instant considéré.

110 – Valeur mesurée

La valeur mesurée d'une grandeur est la valeur de cette grandeur telle qu'elle résulte à l'instant considéré de l'indication de son appareil de mesure.

111 – Valeur de consigne [5]

La valeur de consigne de la grandeur réglée est celle pour laquelle le régulateur est ajusté. Elle est fixée par la grandeur de référence (voir chiffre 1081).

[5]) Remarquer la différence avec la définition des Normes allemandes DIN 19226.

112 – Einstellbereich

Der Einstellbereich ist der Bereich, innerhalb dessen der Einstellwert eingestellt werden kann.

112 – Domaine d'ajustement

Le domaine d'ajustement est le domaine à l'intérieur duquel la valeur de consigne peut être choisie.

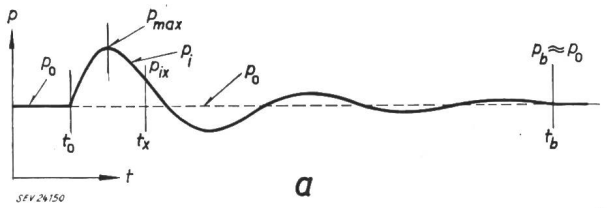


Fig. 3a

Druckregelung eines Dampfnetzes (ohne bleibende Statik)

Istwertänderung des Dampfdruckes bei einer plötzlichen Verminderung der durchgehenden Dampfmenge (Dampfdurchsatz)

p_o: Einstellwert gleich Sollwert gleich Idealwert
p_i: Istwert

Die Regelabweichung beträgt:

im Zeitpunkt t_o: 0
im Zeitpunkt t_x: $p_{ix} - p_o$ (vorübergehend)
im Zeitpunkt t_b: ≈ 0

Fig. 3a

Réglage de pression d'un réseau de distribution de vapeur (sans statisme permanent)

Modification de la valeur instantanée de la pression lors d'une diminution brusque de la consommation de vapeur

p_o: Valeur de consigne égale à la valeur prescrite et à la valeur de régime
p_i: Valeur instantanée

L'écart de réglage s'élève:
au temps t_o: à 0
au temps t_x: à $p_{ix} - p_o$ (momentané)
au temps t_b: à ≈ 0

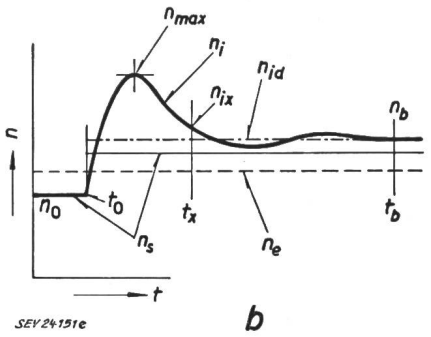


Fig. 3b und 3c

Drehzahlregelung einer Kraftmaschine mit bleibender Statik

Ist-, Soll- und Idealwertänderung der Drehzahl bei einer plötzlichen Leistungsverminderung

Fall 1: Statik verlangt (Fig. 3b)

n_e Einstellwert
n_s Sollwert
n_{id} Idealwert
n_i Istwert

Fall 2: Statik unerwünscht (Fig. 3c)

n_e Einstellwert gleich Sollwert n_s
n_{id} Idealwert
n_i Istwert

Die Regelabweichung beträgt in beiden Fällen:

im Zeitpunkt t_o: $n_o - n_e$
im Zeitpunkt t_x: $n_{ix} - n_e$ (vorübergehend)
im Zeitpunkt t_b: $n_b - n_e \approx n_{id} - n_e$ (bleibend)

Die grösste Regelabweichung beträgt:

$$n_{max} - n_e$$

Die Differenz zwischen Idealwert n_{id} und Sollwert n_s wird durch den Unterschied zwischen verlangter Statik (gleich Null im Fall 2) und tatsächlich vorhandener Statik gegeben, entspricht also einem Statikfehler (siehe Ziff. 3433).

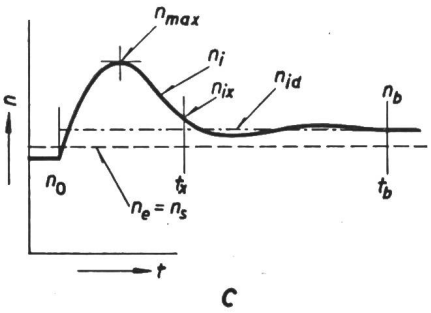


Fig. 3b et 3c

Réglage de vitesse d'une machine motrice (avec statisme permanent)

Modification de la valeur instantanée, de la valeur prescrite et de la valeur de régime de la vitesse, lors d'une diminution brusque de la charge

1) avec statisme permanent exigé (fig. 3b)

n_e Valeur de consigne
n_s Valeur prescrite
n_{id} Valeur de régime
n_i Valeur instantanée

2) avec statisme permanent non désiré (fig. 3c)

n_e Valeur de consigne égale à la valeur prescrite n_s
n_{id} Valeur de régime
n_i Valeur instantanée

L'écart de réglage s'élève dans les deux cas:
au temps t_o: à $n_o - n_e$
au temps t_x: à $n_{ix} - n_e$ (momentané)
au temps t_b: à $n_b - n_e \approx n_{id} - n_e$ (permanent)

Le plus grand écart de réglage s'élève à:

$$n_{max} - n_e$$

L'écart entre la valeur de régime n_{id} et la valeur prescrite n_s provient de la différence entre le statisme désiré (statisme nul dans le cas 2) et le statisme réellement existant; cet écart correspond donc à une inexactitude de statisme (voir chiffre 3433).

113 – Sollwert [5)]

Der Sollwert der Regelgrösse ist jener Wert, den der Regler unter Berücksichtigung einer eventuell verlangten Statik (siehe Ziff. 3321) einregeln soll. In diesem Fall ist der Sollwert eine Funktion der Stellgrösse. Bei einem Regler ohne verlangte bleibende Statik stimmt er mit dem Einstellwert überein.

113 – Valeur prescrite [5)]

La valeur prescrite de la grandeur réglée est celle que le réglage doit établir au régime considéré supposé permanent, ceci compte tenu du statisme (voir chiffre 3321) si celui-ci est exigé. Dans ce cas la valeur prescrite est fonction de la grandeur de réglage. Si aucun statisme permanent n'est exigé, la valeur prescrite est égale à la valeur de consigne.

114 – Idealwert

Der Idealwert der Regelgrösse ist jener Wert, auf den eine unendlich empfindliche Regeleinrichtung im Beharrungszustand einregeln würde, dies unter Berücksichtigung einer eventuell vorhandenen bleibenden Statik, unabhängig davon ob diese verlangt oder nicht verlangt ist.

115 – Regelabweichung

Die Regelabweichung ist die Differenz *Istwert der Regelgrösse* minus *Einstellwert.*

Die *vorübergehende Regelabweichung* ist die Regelabweichung während des Regelvorganges.

Die *bleibende Regelabweichung* ist die Regelabweichung nach beendetem Regelvorgang.

Beispiele zu 115:

Siehe Fig. 3*a*, 3*b* und 3*c*.

116 – Wirksame Regelabweichung

Die wirksame Regelabweichung ist die Differenz *Istwert der Regelgrösse* minus *Idealwert.*

Beispiel zu 116:

Für das in Fig. 3*b* angeführte Beispiel beträgt die wirksame Regelabweichung:

im Zeitpunkt t_0: 0
im Zeitpunkt t_x: $n_{ix} - n_{id}$
im Zeitpunkt t_b: $n_b - n_{id} \approx 0$

2 – Aufbau des Regelkreises [6])

Der in Ziffer 105 definierte und in Fig. 1 dargestellte Regelkreis umfasst:

Geregelte Anlage (Regelstrecke) siehe Ziff. 104
Regeleinrichtung siehe Ziff. 102

201 – Messort

Messort ist jener Ort der geregelten Anlage, wo die Regelgrösse, eine Komponente oder eine zeitliche Funktion derselben durch ein Messorgan (siehe Ziff. 203) der Regeleinrichtung gemessen wird.

Es können mehrere Messorte vorhanden sein.

202 – Stellort

Stellort ist der Wirkungsort eines Stellorganes (siehe Ziff. 206) in der geregelten Anlage.

Es können mehrere Stellorte vorhanden sein.

203 – Messorgan

Ein Messorgan misst die Regelgrösse, eine Komponente oder eine zeitliche Funktion derselben.

Es können mehrere Messorgane vorhanden sein.

204 – Verstärkerorgan

In den Fällen, wo das Arbeitsvermögen eines Organes nicht genügt, um seine Funktion auszuüben, wird ihm ein Verstärkerorgan nachgeschaltet.

205 – Servomotor, Stellmotor

Ein Servomotor ist im allgemeinen Endglied eines Verstärkerorgans. Ein Servomotor, der das Stellorgan betätigt, wird auch als Stellmotor bezeichnet.

206 – Stellorgan

Das Stellorgan ist das Endglied der Regeleinrichtung und beeinflusst unmittelbar die Stellgrösse.

Eine Regeleinrichtung kann mehrere Stellorgane haben.

207 – Korrekturorgan

Ein Korrekturorgan ist jener Teil der Regeleinrichtung, der ihrem Übertragungsverhalten (siehe Ziff. 332) die Eigenschaften verleiht, welche dem Regelvorgang den gewünschten Ablauf geben. Stellorgane werden nicht zu den Korrekturorganen gerechnet. Mess- und Verstärkerorgane können manchmal die Funktion von Korrekturorganen übernehmen.

Beispiele zu 207:

Siehe Kapitel 4 [7]).

[6]) Allgemeine Beispiele siehe am Schluss des Kapitels 2.
[7]) In Vorbereitung.

114 – Valeur de régime

La valeur de régime de la grandeur réglée est celle qui serait établie au régime considéré supposé permanent par un équipement de réglage infiniment sensible. La valeur de régime tient compte du statisme permanent éventuel existant, indépendamment du fait que celui-ci est ou non exigé.

115 – Ecart de réglage

L'écart de réglage de la grandeur réglée est la différence entre sa *valeur instantanée* et sa *valeur de consigne.*

L'écart de réglage momentané est celui qui a lieu pendant le processus du réglage.

L'écart de réglage permanent est celui qui subsiste une fois le processus du réglage terminé.

Exemples pour 115:

Voir fig. 3*a*, 3*b* et 3*c*.

116 – Ecart actif de réglage

L'écart actif de réglage de la grandeur réglée est la différence entre sa *valeur instantanée* et sa *valeur de régime.*

Exemple pour 116:

Dans le cas de la fig. 3*b*, l'écart actif de réglage s'élève:

au temps t_0 à: 0
au temps t_x à: $n_{ix} - n_{id}$
au temps t_b à: $n_b - n_{id} \approx 0$

2 – Constitution du circuit de réglage [6])

Le circuit de réglage défini au chiffre 105 et représenté par le schéma de la fig. 1 comporte:

l'installation réglée voir chiffre 104
l'équipement de réglage voir chiffre 102

201 – Lieu de mesure

Un lieu de mesure est un lieu de l'installation réglée où est mesurée, par l'organe de mesure (voir chiffre 203) de l'équipement de réglage, soit la grandeur réglée, soit une composante ou une fonction par rapport au temps de cette grandeur.

Il peut exister plusieurs lieux de mesure.

202 – Lieu de réglage

Un lieu de réglage est un lieu de l'installation réglée où un organe de réglage (voir chiffre 206) exerce son action sur la dite installation.

Il peut exister plusieurs lieux de réglage.

203 – Organe de mesure

Un organe de mesure mesure soit la grandeur réglée, soit une composante ou une fonction par rapport au temps de cette grandeur.

Il peut exister plusieurs organes de mesure.

204 – Amplificateur

Dans le cas où le travail de réglage qu'un organe est susceptible de fournir est insuffisant pour lui permettre de remplir sa fonction, un amplificateur lui est adjoint.

205 – Servomoteur

Un servomoteur est en général le dernier élément d'un amplificateur.

206 – Organe de réglage

L'organe de réglage est le dernier élément de l'équipement de réglage et régit directement la grandeur de réglage.

Un équipement de réglage peut comporter plusieurs organes de réglage.

207 – Organe correcteur

Un organe correcteur d'un équipement de réglage est un organe destiné à conférer au comportement du dit équipement (voir chiffre 332) certaines propriétés, grâce auxquelles le processus du réglage bénéficie des qualités requises. Les organes de réglage ne comptent pas parmi les organes correcteurs. Les organes de mesure et les amplificateurs peuvent parfois jouer le rôle d'organe correcteur.

Exemples pour 207

Voir chapitre 4 [7]).

[6]) Pour les Exemples d'ensemble, voir à la fin du chapitre 2.
[7]) En préparation.

Allgemeine Beispiele zu den Kapiteln 1 und 2

Beispiel 1: Regelung der Zulufttemperatur eines künstlich gelüfteten Raumes (Fig. 4).

Ein Ventilator *B* saugt Frischluft aus dem Freien *A* an und drückt sie über die Wärmeaustauscher — Luftkühler *C* und Lufterhitzer *D* — in das Kanalsystem *E* der Lüftungsanlage, von wo die auf vorgeschriebene Temperatur erwärmte oder gekühlte Luft den einzelnen zu belüftenden Räumen zugeführt wird. Die Regelung der Zulufttemperatur geschieht automatisch mit Hilfe des Temperaturreglers *FGHI*, des Heizventils *KLM* und des Kühlventils *NOP*. Diese beiden Ventile arbeiten nacheinander gestaffelt, d. h. das Kühlventil *N* öffnet erst, wenn das Heizventil *K* geschlossen hat und umgekehrt.

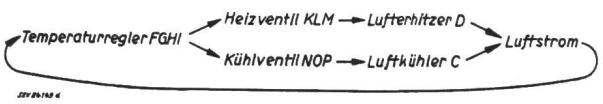
Wenn die Temperatur bei *F* beispielsweise über den Sollwert ansteigt, erhöht sich der Dampfdruck des im System *FG* enthaltenen Füllmediums und drückt den Schalter *I* nach oben. In dieser Stellung des Schalters wird, wie in der Fig. 4 schematisch angedeutet, das Heizventil *K* zugesteuert oder (wenn *K* schon geschlossen ist) das Kühlventil *N* geöffnet. Bei zu tiefer Temperatur an der Stelle *F* geschieht das Umgekehrte.

Die Regeleinrichtung (102) erstreckt sich vom Temperaturfühler *F* über Metallbalg *G*, Einstellfeder *H*, Schalter *I*, bis zu den beiden Ventilen *K* und *N* (inklusive deren Antriebsmotoren *L* und *O*).

Der Regler (103) umfasst den Temperaturfühler *F* mit dem Metallbalg *G*, die Einstellfeder *H* und den Schalter *I*. Diese Teile sind konstruktiv in einem einzigen Apparat vereinigt.

Die geregelte Anlage (104) wird im Kühlbetrieb gebildet durch den Luftkühler *C*, den Lufterhitzer *D* und den Lüftungskanal zwischen *C* und dem Fühler *F*, im Heizbetrieb durch den Lufterhitzer *D* und den Lüftungskanal zwischen *D* und dem Fühler *F*.

Der Regelkreis (105) ist somit gegeben durch:



Exemples d'ensemble pour les chapitres 1 et 2

Exemple 1: Réglage de la température de l'air d'alimentation pour la ventilation artificielle d'un local (fig. 4).

Un ventilateur *B* aspire de l'air frais, de l'extérieur *A*, et le refoule à travers des échangeurs de chaleur — réfrigérant *C* et réchauffeur *D* — dans un canal de ventilation *E* par lequel l'air refroidi ou réchauffé est conduit, à la température prescrite, vers le local à ventiler. Le réglage automatique de la température de l'air d'alimentation est assuré par le régulateur de température *FGHI*, la vanne de réchauffage *KLM* et la vanne de réfrigération *NOP*. Ces deux vannes sont commandées l'une après l'autre en ce sens que la vanne de réfrigération *N* ne commence à ouvrir que lorsque la vanne de réchauffage *K* a été fermée et réciproquement.

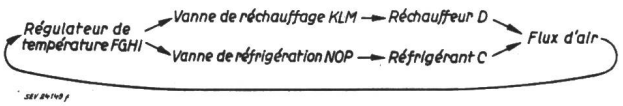
Quand la température en *F* s'élève par exemple au-dessus de la valeur prescrite, la pression de vapeur du fluide contenu dans la sonde thermométrique *FG* augmente et enclenche l'interrupteur *I* dont le contact supérieur se ferme. Comme indiqué schématiquement sur la Fig. 4, dans cette position de l'interrupteur *I*, la vanne de réchauffage *K* est actionnée vers la fermeture ou (si *K* est déjà fermée) la vanne de réfrigération *N* est actionnée vers l'ouverture. Quand la température en *F* est trop basse, c'est le processus inverse qui a lieu.

L'équipement de réglage (102) s'étend du bulbe *F* de la sonde thermométrique jusqu'à et y compris les deux vannes *K* et *N*; il comprend la capsule métallique *G*, le ressort d'ajustement *H*, l'interrupteur *I* et les moteurs d'entraînement *L* et *O*.

Le régulateur (103) comprend le bulbe *F* de la sonde thermométrique avec sa capsule métallique *G*, le ressort d'ajustement *H* et l'interrupteur *I*; ces éléments font constructivement partie d'un unique appareil.

L'installation réglée (104) est constituée dans le cas de fonctionnement avec réfrigération, par le réfrigérant *C*, le réchauffeur *D* et le canal d'air entre *C* et le bulbe *F*, dans le cas de fonctionnement avec réchauffage, par le réchauffeur *D* et le canal d'air entre *D* et le bulbe *F*.

Le circuit de réglage (105) est formé par:



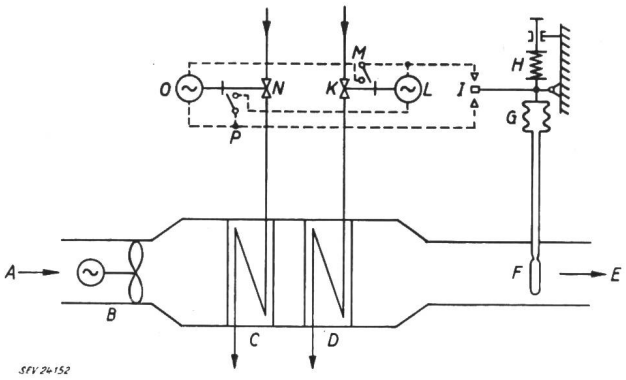


Fig. 4

Zulufttemperaturregelung einer Lüftungsanlage

A	Aussenluft	*H*	Einstellfeder
B	Ventilator	*I*	Schalter
C	Luftkühler	*K*	Heizventil
D	Lufterhitzer	*L*	Antriebsmotor zu *K*
E	Frischluftkanal	*M*	Endschalter zu *K*
F	Temperaturfühler (Verdampfungsfühler)	*N*	Kühlventil
		O	Antriebsmotor zu *N*
G	Metallbalg	*P*	Endschalter zu *N*

Fig. 4

Réglage de la température de l'air d'alimentation d'une installation de ventilation

A	Air extérieur	*K*	Vanne de réchauffage
B	Ventilateur	*L*	Moteur d'entraînement de *K*
C	Réfrigérant	*M*	Interrupteur de fin de course de *K*
D	Réchauffeur	*N*	Vanne de réfrigération
E	Canal d'air frais	*O*	Moteur d'entraînement de *N*
F	Bulbe de la sonde thermométrique à pression de vapeur	*P*	Interrupteur de fin de course de *N*
G	Capsule métallique		
H	Ressort d'ajustement		
I	Interrupteur		

Regelgrösse (106) ist die Zulufttemperatur im Kanal *E*, gemessen an der Stelle *F*.

Stellgrösse (107) ist im Kühlbetrieb die hydraulisch wirksame Öffnung des Kühlventils *N*, im Heizbetrieb die hydraulisch wirksame Öffnung des Heizventils *K*.

Die Leitgrösse (1081) wird durch die Vorspannung der Einstellfeder *H* gegeben.

Störgrössen (1082) sind mehrere vorhanden, nämlich Temperatur und Menge der Frischluft, welche bei *C* bzw. *D* in das Lüftungssystem eintritt, ferner Druck und Temperatur im Kalt- bzw. Warmwassernetz.

Messort (201) ist die Einbaustelle des Temperaturfühlers *F*.

Stellort (202) ist die Einbaustelle des Ventils *K* (bei Heizbetrieb) bzw. des Ventils *N* (bei Kühlbetrieb).

Als Messorgan (203) dient im gewählten Beispiel der Temperaturfühler *F* mit dem damit durch ein Kapillarrohr verbundenen Metallbalg *G*. Der im Innern dieses geschlossenen Systems bestehende Dampfdruck des Füllmediums ist ein Mass für die Temperatur bei *F* und wird durch die Kraft der Einstellfeder *H* ausgewogen.

Als Verstärkerorgan (204) wirkt der Schalter *I* zusammen mit den beiden Ventilantriebsmotoren *L* und *O*, welche die Funktion eines Servomotors (205) ausüben.

Stellorgane (206) sind die beiden Ventile *K* und *N*.

Beispiel 2: Wasserstandsregelung in einem Ausgleichsbecken (Fig. 5).

Von einem grossen Speicherbecken *A* wird über die Leitung $C_1 C_2$ das Ausgleichsbecken *B* gespeist. Aus diesem führt eine Verteilleitung *D* über verschiedene Abzweigleitungen *E* das Wasser zu den Verbrauchern. Der Wasserstand im Ausgleichsbecken *B* soll konstant gehalten werden.

Zu diesem Zweck ist in die Leitung $C_1 C_2$ eine Drosselklappe *V* eingebaut, welche vom Regler *R* betätigt wird. Die Wasserstandsmessung erfolgt pneumatisch, indem ein Luftkompressor *F* durch eine Druckluftleitung *G* und ein Tauchrohr *T* Luft ins Wasser ausbläst. Ein Manometer *M* misst den Luftdruck in der Druckluftleitung *G*, welcher vom Abstand zwischen der Wasseroberfläche und dem offenen Ende des Tauchrohrs *T* abhängt. Der Regler *R* reagiert auf Abweichungen in der Anzeige des Manometers *M* gegenüber einem festen Wert und korrigiert entsprechend die Stellung der Drosselklappe *V*. Die Höhe des im Ausgleichs-

La grandeur réglée (106) est la température de l'air d'alimentation dans le canal *E*, laquelle est mesurée en *F*.

La grandeur de réglage (107) est la section libre offerte à l'écoulement soit dans la vanne de réfrigération *N*, soit dans la vanne de réchauffage *K* selon que le fonctionnement a lieu avec réfrigération ou avec réchauffage.

La grandeur de référence (1081) est donnée par la tension initiale du ressort d'ajustement *H*.

Les grandeurs perturbatrices (1082) sont multiples. Ce sont la température et le débit de l'air frais qui arrive aux échangeurs *C* ou *D*, la pression et la température de l'eau froide et de l'eau chaude d'alimentation des échangeurs de chaleur.

Le lieu de mesure (201) est l'emplacement du bulbe *F* de la sonde thermométrique.

Le lieu de réglage (202) est l'emplacement de la vanne *K* lors du fonctionnement avec réchauffage ou celui de la vanne *N* lors du fonctionnement avec réfrigération.

L'organe de mesure (203) est constitué dans l'exemple en question par la sonde thermométrique dont le bulbe *F* est relié à la capsule métallique *G* par un tube capillaire. La pression de vapeur du fluide contenu dans la sonde donne la mesure de la température en *F*; l'effet de cette pression est équilibré par la force du ressort d'ajustement *H*.

L'ensemble de l'interrupteur *I* et des deux moteurs d'entraînement *L* et *O*, qui remplissent chacun la fonction d'un servomoteur (205), est un amplificateur (204).

Les deux vannes *K* et *N* sont des organes de réglage (206).

Exemple 2: Réglage de niveau (fig. 5).

A partir d'un grand bassin amont *A*, une conduite $C_1 C_2$ alimente un bassin aval *B*. De ce bassin part une conduite de distribution *D* munie de différentes dérivations *E* vers les consommateurs d'eau. Le niveau du bassin *B* doit être maintenu constant.

A cet effet, une vanne papillon *V* est insérée dans la conduite d'alimentation $C_1 C_2$; sa lentille est commandée par un régulateur *R*. La mesure du niveau dans le bassin *B* est assurée par un dispositif pneumatique; le compresseur d'air *F* refoule par une conduite *G* et un tube plongeur *T* sous le niveau du bassin *B*. Un manomètre *M* mesure la pression d'air dans la conduite de refoulement *G*, pression qui est fonction de la distance verticale entre le plan d'eau et l'extrémité ouverte du tube plongeur *T*. Le régulateur *R* réagit aux écarts des indications du manomètre *M* par rapport à une pression de valeur fixe et il corrige en conséquence la position de la lentille de la vanne-papillon *V*. La valeur pres-

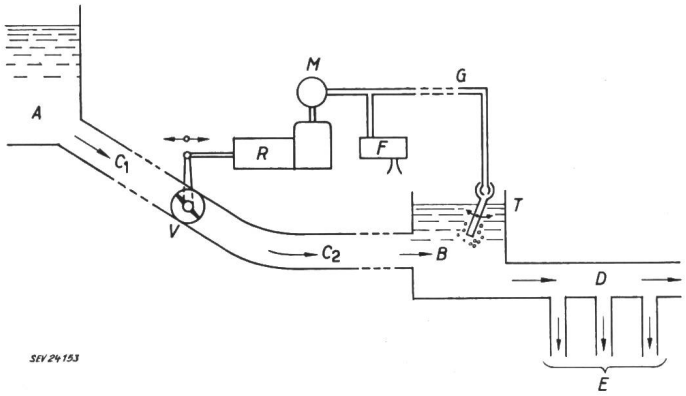


Fig. 5

Wasserstandsregelung in einem Ausgleichsbecken

A	Speicherbecken	*V*	Drosselklappe
B	Ausgleichsbecken	*R*	Regler
C_1, C_2	Speiseleitung	*F*	Luftkompressor
D	Verteilleitung	*G*	Druckluftleitung
E	Ausgänge zu den Verbrauchern	*T*	Tauchrohr (einstellbar)
		M	Luftdruckmanometer

Fig. 5

Réglage de niveau d'eau

A	Bassin amont	*R*	Régulateur
B	Bassin aval	*F*	Compresseur d'air
C_1, C_2	Conduite d'alimentation (amont et aval)	*G*	Conduite d'air comprimé
D	Conduite de distribution	*T*	Tube plongeur (ajustable)
E	Dérivations vers les consommateurs	*M*	Manomètre de mesure de la pression d'air
V	Vanne papillon		

becken *B* einzuhaltenden Wasserstandes kann durch Drehen des Tauchrohrs *T* eingestellt werden.

Die Regeleinrichtung (102) erstreckt sich vom Tauchrohr *T* über Luftdruckmanometer *M* und Regler *R* bis zur Drosselklappe *V*.

Der Regler (103) umfasst das Manometer *M* und den die Drosselklappe *V* betätigenden Servomotor, sowie alle dazwischen liegenden Organe. Konstruktiv bilden diese Elemente eine Einheit im Gegensatz zum Kompressor *F*, der Druckluftleitung *G* und dem Tauchrohr *T*.

Die geregelte Anlage (104) wird gebildet durch die Leitungsabschnitte C_1 und C_2, das Ausgleichsbecken *B*, die Verteilleitung *D* mit den Abzweigungen *E* und die daran angeschlossenen Verbraucher.

Alle oben im Zusammenhang mit der Regeleinrichtung und der geregelten Anlage aufgezählten Elemente bilden zusammen den Regelkreis (105).

Regelgrösse (106) ist der Wasserstand im Ausgleichsbecken *B*.

Stellgrösse (107) ist die hydraulisch wirksame Öffnung der Drosselklappe *V*.

Leitgrösse (1081) ist die Stellung des Tauchrohrs *T*, genauer gesagt, die Lage seines untern offenen Endes.

Als Störgrösse (1082) tritt die bei *E* den Verbrauchern zuströmende Wassermenge auf.

Messort (201) ist die Eintauchstelle des Tauchrohrs *T*.

Der Stellort (202) wird durch die Lage der Drosselklappe *V* in der Leitung C_1C_2 gegeben.

Das Messorgan (203) wird durch die gesamte pneumatische Messeinrichtung gebildet, nämlich: Luftkompressor *F*, Druckluftleitung *G*, Tauchrohr *T* und Luftdruckmanometer *M*.

Als Stellorgan (206) wirkt die Drosselklappe *V*.

Beispiel 3: Druckregelung in einem Dampfnetz (Fig. 6).

Der im Dampfkessel *A* erzeugte Dampf wird zunächst auf das Verteilnetz *B* abgegeben, von wo er über die Ventile *C* und *D* zu den Heizdampfverbrauchern *E* und *F* und über die Einlassventile *G* und *H* zu den Turbinen *I* und *K* strömt. Der überschüssige Dampf gelangt über das Überströmventil *P* in das Niederdruck-Netz *L*. Der Druck im Dampfnetz *B* wird durch das Manometer *M* gemessen und auf den Regler *N* übertragen, wo der so erzeugte Impuls mit dem Einstellwert verglichen und die wirksame Regelabweichung gebildet wird. Diese wird auf den Servomotor *O* übertragen, welcher seinerseits das Überströmventil *P* betätigt. Steigt beispielsweise der Druck im Dampfnetz *B*, so wird die Regeleinrichtung in der Weise betätigt, dass sich das Überströmventil *P* weiter öffnet. Dadurch strömt vermehrt Dampf aus dem Netz *B* ins Niederdruck-Netz *L* ab, wodurch der Dampfdruck im Netz *B* in den gewünschten Grenzen gehalten werden kann. Bei sinkendem Druck im Netz *B* wird unter dem Einfluss der Regelung das Überströmventil *P* stärker geschlossen.

Die Regeleinrichtung (102) beginnt an der Entnahmestelle des Dampfdruckes im Netz *B* und endigt mit dem Überströmventil *P*. Sie umfasst Manometer *M*, Regler *N*, Servomotor *O* und Überströmventil *P*, sowie die zwischen diesen Teilen liegenden Übertragungsorgane.

Die geregelte Anlage (104) umfasst alle Teile der Dampfanlage, welche bei einer Veränderung der Stellung des Überströmventils *P* einen Einfluss auf den zeitlichen Verlauf des Druckes im Netz *B* ausüben. Hiezu gehört neben dem Dampfnetz *B* selber mit den Anschlussleitungen zum Kessel und zu den Verbrauchern vor allem auch der Kessel *A*. Zur Entscheidung der Frage, ob die Heizdampfverbraucher *E* und *F* noch zur geregelten Anlage zu zählen sind oder nicht, ist das Druckverhältnis am Dampfabgabeventil *C* bzw. *D* massgebend. Ist es unterkritisch (Ventil *C*), so muss auch der Heizdampfverbraucher *E* in die geregelte Anlage einbezogen werden, während bei überkritischem Druckverhältnis

crite de l'altitude du niveau dans le bassin *B* peut être ajustée en basculant le tube plongeur *T*.

L'équipement de réglage (102) s'étend du tube plongeur *T* jusqu'à et y compris la vanne-papillon *V*; il comprend le régulateur *R* et son manomètre *M*, puis le compresseur *F*, la conduite de refoulement *G* et le tube plongeur *T*.

Le régulateur (103) s'étend du manomètre *M* au servomoteur actionnant la vanne-papillon *V*, y compris tous les organes intermédiaires; ces éléments font constructivement partie d'un unique appareil, contrairement à ce qui est le cas du compresseur *F*, de la conduite de refoulement *G* et du tube plongeur *T*.

L'installation réglée (104) comprend la conduite amont C_1, la conduite aval C_2, le bassin aval *B*, la conduite de distribution *D* avec ses dérivations *E* et les consommateurs qu'elles alimentent.

Le circuit de réglage (105) est formé par tous les éléments ci-dessus énumérés à propos de l'équipement de réglage et de l'installation réglée.

La grandeur réglée (106) est l'altitude du niveau dans le bassin aval *B*.

La grandeur de réglage (107) est la section libre offerte à l'écoulement dans la vanne-papillon *V*.

La grandeur de référence (1081) est la position du tube plongeur *T*, plus exactement l'altitude de son extrémité inférieure ouverte.

Les grandeurs perturbatrices (1082) sont les débits d'eau utilisés par les différents consommateurs.

Le lieu de mesure (201) est l'emplacement du tube plongeur *T*.

Le lieu de réglage (202) est l'emplacement de la vanne-papillon *V* dans la conduite C_1C_2.

L'organe de mesure (203) est constitué par l'ensemble du dispositif pneumatique comprenant notamment le compresseur *F*, la conduite de refoulement *G*, le tube plongeur *T* et le manomètre *M*.

L'organe de réglage (206) est la vanne-papillon *V*.

Exemple 3: Réglage de pression d'un réseau de distribution de vapeur (Fig. 6).

La vapeur engendrée dans la chaudière *A* est distribuée par l'intermédiaire du réseau haute pression *B* d'une part aux consommateurs de vapeur *E* et *F* par les vannes *C* et *D*, puis d'autre part aux turbines *I* et *K* par les soupapes de réglage *G* et *H*. Le surplus de vapeur s'écoule par la soupape de décharge *P* dans le réseau basse pression *L*. La pression de vapeur du réseau *B* est mesurée par le manomètre *M* dont les indications sont transmises au régulateur *N*; ces indications y sont comparées avec la valeur de consigne de la pression et l'écart utile de réglage est ainsi formé. C'est en fonction de la valeur de cet écart que le servomoteur *O* commande la soupape de décharge *P*. Si par exemple la pression de vapeur dans le réseau *B* croît, le régulateur agit de façon à augmenter l'ouverture de la soupape de décharge *P*; le débit de vapeur s'écoulant du réseau *B* vers le réseau basse pression *L* augmente en conséquence, si bien que la pression de vapeur dans le réseau *B* est maintenue dans les limites désirées. Si la pression de vapeur dans le réseau *B* décroît, l'ouverture de la soupape de décharge *P* est réduite par l'action du réglage.

L'équipement de réglage (102) commence à la prise de pression du manomètre *M* sur le réseau *B* et s'étend jusqu'à et y compris la soupape de décharge *P*. Il comprend le manomètre *M*, le régulateur *N*, le servomoteur *O* et la soupape de décharge *P*, ainsi que les organes de liaison situés entre ces divers éléments.

L'installation réglée (104) s'étend à tous les éléments du système de distribution de vapeur qui, lors d'une modification de l'ouverture de la soupape de décharge *P*, exercent une influence sur l'évolution, en fonction du temps, de la pression de vapeur dans le réseau *B*. Outre le réseau *B* lui-même, ainsi que ses conduites de communication avec la chaudière et les consommateurs, l'installation réglée comprend aussi avant tout la chaudière *A*. Pour juger si les consommateurs de vapeur *E* et *F* sont ou non à inclure dans l'installation réglée, il y a lieu de considérer les conditions d'écoulement dans les vannes d'alimentation *C* et *D*. Si, comme c'est le cas de la vanne *C*, ces conditions d'écoulement sont subsoniques, le consommateur de vapeur *E* appartient à l'installation réglée. Si, comme c'est le cas de la vanne *D*, ces conditions d'écoulement sont supersoniques,

(Ventil *D*) sich die geregelte Anlage nur bis zum Ventil erstreckt. Ähnliches gilt für das Niederdruck-Netz *L*, das zur geregelten Anlage gerechnet werden muss, wenn das Druckverhältnis im Überströmventil *P* unterkritisch ist, dagegen nicht bei überkritischen Druckverhältnissen.

l'installation réglée se termine à la vanne *D*. Pour juger si le réseau basse pression *N* est ou non à inclure dans l'installation réglée, il suffit de raisonner d'une façon analogue et de considérer les conditions d'écoulement subsoniques ou supersoniques dans la soupape de décharge *P*.

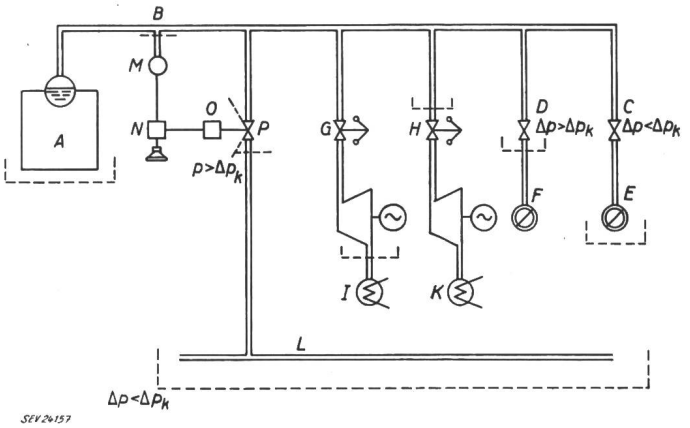


Fig. 6

Druckregelung eines Dampfnetzes

A	Dampfkessel
B	Dampfverteilnetz, in welchem der Druck zu regeln ist
C, D	Ventile für die Dampfabgabe an Heizdampfverbraucher
E, F	Heizdampfverbraucher
G, H	Einlassventile für Dampfturbinen
I	Turbogeneratorgruppe, auf ein im Verbundbetrieb arbeitendes Netz geschaltet
K	Turbogeneratorgruppe zur Speisung eines autonomen Verbrauchers (zum Beispiel Hausturbine)
L	ND-Netz mit weiteren Dampfverbrauchern
M	Manometer
N	Regler mit Verstellvorrichtung für den Einstellwert
O	Hydraulischer Servomotor
P	Überströmventil

Fig. 6

Réglage de pression d'un réseau de distribution de vapeur

A	Chaudière à vapeur
B	Réseau de distribution de vapeur haute pression, dans lequel la pression doit être réglée
C, D	Vannes d'alimentation des consommateurs de vapeur
E, F	Consommateurs de vapeur
G, H	Soupapes de réglage des turbines
I	Groupe turbo-générateur fonctionnant en parallèle avec de nombreux autres
K	Turbo-générateur fonctionnant isolément (par exemple groupe d'alimentation des services auxiliaires d'une centrale)
L	Réseau basse pression comprenant d'autres consommateurs de vapeur
M	Manomètre
N	Régulateur, avec dispositif d'ajustement de la valeur de consigne
O	Servomoteur hydraulique
P	Soupape de décharge

Von den Turbosätzen *I* und *K* ist jedenfalls die im Verbundbetrieb arbeitende Maschine *I* (bzw. deren Einlassorgan) in die geregelte Anlage einzubeziehen, da beim Verbundbetrieb Druckschwankungen im Netz *B* sich auch auf die von der Maschine *I* aufgenommene Leistung auswirken. Dagegen ist die von der auf einen autonomen Verbraucher arbeitenden, mit Drosselregelung ausgerüsteten Turbine *K* aufgenommene Dampfmenge in erster Näherung nicht vom Druck im Netz *B* abhängig, vielmehr nur von der vom Verbraucher konsumierten Leistung. Diese Gruppe ist also praktisch nicht mehr zur geregelten Anlage zu rechnen.

Regelgrösse (106) ist der Dampfdruck im Netz *B* an der Entnahmestelle für das Messorgan.

Stellgrösse (107) ist die hydraulisch wirksame Öffnung des Überströmventils *P*.

Leitgrösse (1081) ist die Grösse, welche durch den von Hand eingestellten Einstellwert des Druckes im Netz *B* gegeben ist.

Störungen (1082) sind die Änderungen der zu- oder abströmenden Dampfmengen, hervorgerufen beispielsweise durch Änderungen der Feuerleistung des Dampfkessels *A*, des Dampfdruckes im Heizdampfverbraucher *E*, der Öffnung des Ventils *D* für die Dampfabgabe an den Verbraucher *F*, der Frequenz, bzw. der Belastung der Netze, auf welche die Turbogeneratorgruppen *I* und *K* arbeiten, sowie eventuell des Dampfdruckes im Niederdruck-Netz *L*.

Messort (201) ist die Druckentnahmestelle im Netz *B* für das Manometer *M*.

Stellort (202) ist der Drosselquerschnitt des Überströmventils *P*.

En ce qui concerne les groupes turbo-générateurs *I* et *K*, celui *I* fonctionnant en parallèle avec de nombreux autres, doit être compris avec sa soupape de réglage dans l'installation réglée, car dans ce genre de fonctionnement les variations de pression dans le réseau *B* influencent la puissance fournie par ce groupe. Par contre, le débit de vapeur absorbé par le groupe *K*, muni d'un réglage par laminage de vapeur et fonctionnant isolément, est en première approximation indépendant de la pression du réseau *B*; il n'est essentiellement influencé que par la charge consommée par la clientèle du réseau isolé. Ce groupe *K* ne doit donc pratiquement pas être inclus dans l'installation réglée.

La grandeur réglée (106) est la pression de vapeur dans le réseau *B* à la prise du manomètre *M*.

La grandeur de réglage (107) est la section libre offerte à l'écoulement dans la soupape de décharge *P*.

La grandeur de référence (1081) est donnée par la valeur de consigne, ajustée à la main, de la pression de vapeur dans le réseau *B*.

Les perturbations (1082) correspondent aux variations des quantités de vapeur engendrées ou débitées, variations provoquées par exemple par des modifications de l'intensité du chauffage de la chaudière *A*, de la pression de vapeur du consommateur *E*, de l'ouverture de la vanne d'alimentation *D* du consommateur de vapeur *F*, de la fréquence du groupe turbo-générateur *I*, de la charge consommée par la clientèle du réseau sur lequel travaille le groupe turbo-générateur *K*, ainsi qu'éventuellement de la pression de vapeur dans le réseau basse pression *L*.

Le lieu de mesure (201) est l'emplacement de la prise de pression sur le réseau *B* du manomètre *M*.

Le lieu de réglage (202) est l'emplacement de la soupape de décharge *P*.

Messorgan (203) ist das Manometer *M*.
Stellorgan (206) ist das Überströmventil *P*.

3 – Verhalten des Regelkreises und seiner Elemente

31 – Allgemeines

311 – Eingangs- und Ausgangsgrössen

Die Elemente des Regelkreises sind dynamische Systeme. Sie werden in der Richtung der Wirkungen im Regelkreis durch ihre *Eingangsgrösse* beeinflusst und erzeugen die *Ausgangsgrösse*, die von der Eingangsgrösse gesetzmässig abhängt. Die Ausgangsgrösse wirkt als Eingangsgrösse auf das nachfolgende Element ein. Ein Element kann mehrere Eingangs- und Ausgangsgrössen aufweisen.

Eingangs- und Ausgangsgrösse sind physikalische Grössen, wie Stellung, Kraft, Spannung, Temperatur, Menge, Konzentration usw.

312 – Übertragungsverhalten

Das Übertragungsverhalten ist der funktionelle Zusammenhang zwischen dem zeitlichen Verlauf von Eingangs- und Ausgangsgrösse, sowohl bei einzelnen Elementen als auch bei Kombinationen derselben.

Das Übertragungsverhalten eines Systems kann statisch oder astatisch sein. Ein statisches Übertragungsverhalten liegt dann vor, wenn nach einer Änderung der Eingangsgrösse von einem konstanten Wert auf einen andern die Ausgangsgrösse einem neuen Beharrungswert zustrebt. Andernfalls ist das Übertragungsverhalten astatisch.

313 – Mittel zur Darstellung des Übertragungsverhaltens

Mittel zur Darstellung des Übertragungsverhaltens sind vor allem:

3131 – Differentialgleichung. Der funktionelle Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsgrösse und deren zeitlichen Ableitungen kann durch eine Differentialgleichung dargestellt werden.

3132 – Übergangsfunktion. Die Übergangsfunktion stellt den zeitlichen Verlauf der Ausgangsgrösse nach einer sprunghaften Änderung der Eingangsgrösse dar. Diese Darstellungsart ist nur erschöpfend für lineare Systeme.

3133 – Frequenzgang. Der Frequenzgang ist das frequenzabhängige komplexe Verhältnis zwischen Eingangs- und Ausgangsgrösse bei harmonischer Erregung der Eingangsgrösse, in stationärem Zustand. Diese Darstellungsart ist nur erschöpfend für lineare Systeme.

Der Frequenzgang kann graphisch zum Beispiel in einem Polardiagramm dargestellt werden. Die Eingangsgrösse hat dabei die Grösse 1 und den Phasenwinkel 0. Der geometrische Ort der Vektorspitzen der Ausgangsgrösse wird dann als *Gangkurve* bezeichnet und ist mit den Werten der Kreisfrequenz zu kotieren.

Die Bestimmung des Frequenzganges erfolgt (analytisch oder experimentell) so, dass bei jeweils bestimmter Frequenz der Erregung der Eingangsgrösse Amplitudenverhältnis und Phasenverschiebung zwischen Ausgangs- und Eingangsschwingung im quasistationären Zustand ermittelt werden. Zur vollständigen Erfassung des Frequenzganges müsste diese Bestimmung für alle Kreisfrequenzen ω von $0 \ldots \infty$ durchgeführt werden. Praktisch genügt meist ein beschränkter Frequenzbereich.

3134 – Zeitkenngrössen. Gewisse gegebene Typen des Übertragungsverhaltens können zahlenmässig durch Zeitkenngrössen charakterisiert werden. Dieses gebräuchliche Verfahren eignet sich vornehmlich für einfache lineare Typen.

L'organe de mesure (203) est le manomètre *M*.
L'organe de réglage (206) est la soupape de décharge *P*.

3 – Comportement du circuit de réglage et de ses éléments

31 – Généralités

311 – Grandeurs d'entrée et de sortie

Les éléments d'un circuit de réglage sont en général soumis à des effets transitoires. Dans le sens des opérations de réglage on rencontre, pour chaque élément du circuit, d'une part une *grandeur d'entrée*, puis d'autre part une *grandeur de sortie*. La grandeur d'entrée joue le rôle de cause dans le fonctionnement de l'élément; la grandeur de sortie correspond à son résultat. La grandeur de sortie d'un élément sert de grandeur d'entrée à l'élément suivant. Un élément peut avoir plusieurs grandeurs d'entrée et plusieurs grandeurs de sortie.

Les grandeurs d'entrée et de sortie sont des grandeurs physiques, comme un déplacement, une force, une tension, une température, une quantité, une concentration, etc.

312 – Comportement au transfert

Le comportement au transfert est défini par la relation fonctionnelle existant entre une évolution, dans le temps, de la grandeur d'entrée et l'évolution qui en résulte pour la grandeur de sortie. Ce comportement peut avoir trait à un seul élément ou à une combinaison de plusieurs éléments.

Le comportement au transfert d'un élément ou d'une combinaison de plusieurs éléments peut être statique ou astatique. Le comportement est statique lorsque la grandeur d'entrée ayant passé d'une valeur constante à une autre, la grandeur de sortie tend vers une nouvelle valeur d'équilibre. Dans le cas contraire, le comportement est astatique.

313 – Modes de représentation du comportement au transfert

Les modes de représentation du comportement au transfert sont principalement les suivants.

3131 – Equation différentielle. La relation fonctionnelle entre les grandeurs d'entrée et de sortie, ainsi que leurs dérivées par rapport au temps, peut être exprimée par une équation différentielle.

3132 – Réponse indicielle. La réponse indicielle est la fonction définissant la variation, par rapport au temps, de la grandeur de sortie, provoquée par une variation instantanée (saut brusque) de la grandeur d'entrée. Ce n'est que dans le cas d'éléments linéaires que ce mode de représentation est pleinement satisfaisant.

3133 – Réponse harmonique. La réponse harmonique est définie par le rapport complexe (transmittance isochrone) existant entre la grandeur de sortie et la grandeur d'entrée, en régime harmonique sinusoïdal entretenu. La réponse harmonique est fonction de la fréquence du régime. Ce n'est que dans le cas d'éléments linéaires que ce mode de représentation est pleinement satisfaisant.

La réponse harmonique peut être traduite graphiquement, par exemple au moyen d'un diagramme polaire, dans lequel la grandeur d'entrée est choisie comme unité et origine de phase. Le lieu de l'extrémité du vecteur représentatif de la grandeur de sortie est alors la *courbe de comportement fréquentielle* de l'élément considéré; elle est cotée en pulsations.

La détermination de la réponse harmonique s'effectue (analytiquement ou expérimentalement) en considérant, pour chaque fréquence du régime, le rapport (module) de l'amplitude de la grandeur de sortie à celle de la grandeur d'entrée, ainsi que le déphasage (argument) existant entre les deux grandeurs. Pour que la détermination de la réponse harmonique soit complète, elle doit s'étendre de la pulsation $\omega = 0$ à la pulsation $\omega = \infty$. Pratiquement, il suffit le plus souvent de considérer un domaine de pulsations limité.

3134 – Temps caractéristiques. Pour certains types d'éléments déterminés, le comportement au transfert peut être défini par la valeur numérique de temps caractéristiques. Ce mode de faire, couramment employé, est particulièrement applicable à des éléments linéaires simples.

Ein statisches System erster Ordnung kann durch die sogenannte *Zeitkonstante* T_C charakterisiert werden (siehe Tabelle I).

Gewisse astatische Systeme werden durch die sogenannte *Anlaufzeit* gekennzeichnet.

3135 – Übertragungsfaktor. Bei statischen Systemen ist im Beharrungszustand jedem Wert der Eingangsgrösse ein bestimmter Wert der Ausgangsgrösse zugeordnet. Der Übertragungsfaktor ist der Differentialquotient der Funktion, welche durch diese Abhängigkeit der Ausgangsgrösse von der Eingangsgrösse gegeben ist.

Beispiel zu 3135:

Bei einem dampfbeheizten Lufterhitzer ist der Hub des Dampfregelventils die Eingangsgrösse, die Temperatur der austretenden Luft die Ausgangsgrösse. Im Beharrungszustand sei die Zuordnung dieser Grössen durch eine Kurve nach Fig. 7 gegeben.

Un élément statique du premier ordre peut être caractérisé par sa constante de temps T_C (voir Tableau I).

Certains éléments astatiques peuvent être caractérisés par leur temps de lancer.

3135 – Facteur de transfert statique. Dans le cas d'un élément statique ou d'un ensemble d'éléments statiques à chaque valeur constante de la grandeur d'entrée correspond, en régime permanent, une valeur déterminée de la grandeur de sortie. Le facteur de transfert statique est la dérivée de la fonction reliant la valeur de la grandeur de sortie à celle de la grandeur d'entrée.

Exemple pour 3135:

Dans le cas d'un réchauffeur d'air, la grandeur d'entrée est la course de la soupape d'arrivée de vapeur et la grandeur de sortie la température de l'air rechauffé. La fonction reliant ces deux grandeurs est donnée par la courbe de la fig. 7.

Fig. 7

Bestimmung des Übertragungsfaktors

x Eingangsgrösse: Ventilhub in mm

y Ausgangsgrösse: Lufttemperatur in °C

Wert des Übertragungsfaktors an der Stelle x_1 : $\Delta y/\Delta x$ in °C/mm

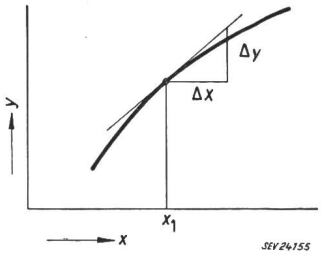


Fig. 7

Détermination du facteur de transfert statique

x Grandeur d'entrée: course de la soupape en mm

y Grandeur de sortie: température de l'air en °C

Valeur du facteur de transfert statique pour la course x_1: $\Delta y/\Delta x$ en °C/mm

Beispiele zu 312 und 313:

Siehe Tabellen I und II.

32 – Geregelte Anlage

321 – Eingangs- und Ausgangssgrössen der geregelten Anlage

Stellgrössen sind immer Eingangsgrössen einer geregelten Anlage; Störgrössen können weitere Eingangsgrössen sein. Regelgrössen sind immer Ausgangsgrössen. Daneben können weitere Ausgangsgrössen vorhanden sein.

322 – Übertragungsverhalten der geregelten Anlage

Der funktionelle Zusammenhang zwischen dem zeitlichen Verlauf einer bestimmten Eingangsgrösse (Stell- oder Stör-

Exemples pour 312 et 313:

Voir Tableaux I et II.

32 – Installation réglée

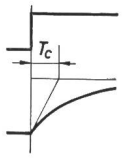
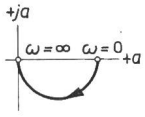
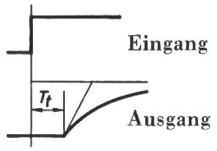
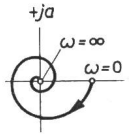
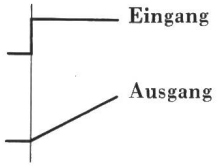
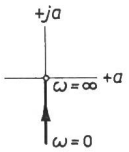
321 – Grandeurs d'entrée et de sortie de l'installation réglée

Les grandeurs de réglage sont toujours des grandeurs d'entrée de l'installation réglée. Les grandeurs perturbatrices peuvent aussi être considérées comme des grandeurs d'entrée. Les grandeurs réglées sont toujours des grandeurs de sortie de l'installation réglée. Il peut exister d'autres grandeurs de sortie.

322 – Comportement au transfert de l'installation réglée

Le comportement au transfert de l'installation réglée, pour telle grandeur d'entrée (grandeur de réglage ou gran-

Einige wichtige Formen des Übertragungsverhaltens [9]) *geregelter Anlagen* — **Tabelle I**

Verhalten der geregelten Anlage	Verlauf der Ausgangsgrösse bei plötzlicher Änderung der Eingangsgrösse (Übergangsfunktion)	Frequenzgang (Gangkurve in Polardarstellung)	Ausführungsbeispiele [idealisiert] [9])
statisch, mit Zeitkonstante T_C			Generator (Erregung/Spannung) Gasnetz (Zufluss/Druck)
statisch, mit Totzeit T_t			Mischbehälter (Chemikalienzufluss/Konzentration) Heizungssystem (Feuerintensität/Raumtemperatur)
astatisch			Flüssigkeitsbehälter (Zufluss/Niveau) Turbine (Beaufschlagung/Drehzahl) Schiff (Ruderstellung/Kurs)

[9]) Die angeführten Beispiele weisen das zugeordnete einfache Übertragungsverhalten im allgemeinen nur unter bestimmten Voraussetzungen auf.

grösse) und einer bestimmten Ausgangsgrösse (zum Beispiel Regelgrösse) ist das Übertragungsverhalten der geregelten Anlage für die betrachteten Grössen. Es muss im allgemeinen als gegeben angesehen werden.

Bei nichtlinearen Systemen mit mehreren Eingangs- und Ausgangsgrössen ist eine getrennte Behandlung der einzelnen Übertragungsverhalten streng nicht möglich.

Beispiele zu 32:

Siehe Tabelle I.

33 – Regeleinrichtung

331 – Eingangs- und Ausgangsgrössen der Regeleinrichtung

Regelgrössen sind immer Eingangsgrössen einer Regeleinrichtung; Leitgrössen können weitere Eingangsgrössen sein. Stellgrössen sind immer Ausgangsgrössen.

332 – Übertragungsverhalten der Regeleinrichtung

Der funktionelle Zusammenhang zwischen dem zeitlichen Verlauf einer bestimmten Eingangsgrösse (Regelgrösse oder Leitgrösse) und einer bestimmten Ausgangsgrösse (Stellgrösse) ist das Übertragungsverhalten der Regeleinrichtung für die betrachteten Grössen. Es ist dem Übertragungsverhalten der geregelten Anlage anzupassen.

Bei nichtlinearen Systemen mit mehreren Ein- und Ausgangsgrössen ist eine getrennte Behandlung der einzelnen Übertragungsverhalten streng nicht möglich.

3321 – Statik. Bei statischen Regeleinrichtungen ist im Beharrungszustand jedem Wert der Regelgrösse ein bestimmter Wert der Stellgrösse zugeordnet. Das Verhältnis einer Änderung der Regelgrösse zur zugeordneten Änderung

deur perturbatrice) et telle grandeur de sortie (grandeur réglée) est défini par la relation fonctionnelle existant entre une évolution, dans le temps, de la dite grandeur d'entrée et l'évolution qui en résulte pour la dite grandeur de sortie. Le comportement au transfert de l'installation réglée doit en général être considéré comme une donnée du problème de réglage.

Dans le cas d'installations réglées, dont le fonctionnement correspond à des équations non linéaires et qui possèdent plusieurs grandeurs d'entrée et de sortie, il n'est pas rigoureusement possible de distinguer un comportement au transfert particulier à telle grandeur de sortie et à telle grandeur d'entrée.

Exemples pour 32:

Voir Tableau I.

33 – Equipement de réglage

331 – Grandeurs d'entrée et de sortie de l'équipement de réglage

Les grandeurs réglées sont toujours des grandeurs d'entrée de l'équipement de réglage. Les grandeurs de référence peuvent aussi être considérées comme des grandeurs d'entrée. Les grandeurs de réglage sont toujours des grandeurs de sortie de l'équipement de réglage.

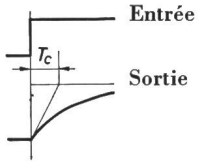
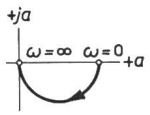
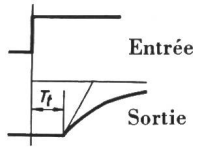
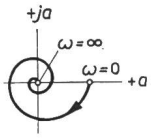
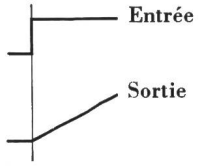
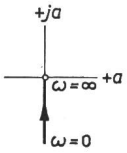
332 – Comportement au transfert de l'équipement de réglage

Le comportement au transfert de l'équipement de réglage pour telle grandeur d'entrée (grandeur réglée ou grandeur de référence) et telle grandeur de sortie (grandeur de réglage) est défini par la relation fonctionnelle existant entre une évolution, dans le temps, de la dite grandeur d'entrée et l'évolution qui en résulte pour la dite grandeur de sortie. Le comportement au transfert de l'équipement de réglage doit être adapté à celui de l'installation réglée.

Dans le cas d'équipements de réglage dont le fonctionnement correspond à des équations non linéaires et qui possèdent plusieurs grandeurs d'entrée et de sortie, il n'est pas rigoureusement possible de distinguer un comportement au transfert particulier à telle grandeur de sortie et à telle grandeur d'entrée.

3321 – Statisme. Dans le cas d'un équipement de réglage statique, à chaque valeur constante de la grandeur réglée correspond, en régime permanent, une valeur déterminée de la grandeur de réglage. Le statisme est le rapport entre un accroissement de la grandeur réglée et l'accroissement cor-

Quelques exemples de comportement au transfert [9]) *d'installation réglées* — Tableau I

Comportement de l'installation réglée	Evolution de la grandeur de sortie provoquée par une variation instantanée de la grandeur d'entrée (réponse indicielle)	Réponse harmonique (courbe de comportement fréquentielle en coordonées polaires)	Exemples d'exécutions [simplifiés] [9])
Statique T_c = constante de temps			Alternateur (excitation/tension) Réseau de distribution de gaz (alimentation/pression)
Statique Intervention d'un retard T_t dans le comportement			Bac de mélange (alimentation en solution saline/titre du mélange) Chauffage d'un local (intensité du chauffage/température du local)
Astatique			Réservoir pour liquide (alimentation/niveau) Turbine (ouverture du vannage/vitesse) Navire (position du gouvernail/route du navire)

[9]) Dans les exemples mentionnés, les installations réglées ne réalisent en général les comportements au transfert simplifiés correspondant aux figures que sous certaines hypothèses.

der Stellgrösse wird als Statik bezeichnet (Näheres siehe Kapitel 4 [8]).

respondant de la grandeur de réglage (pour plus de précisions voir chapitre 4 [8]).

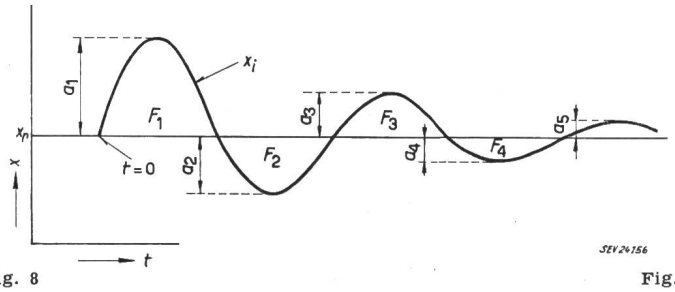


Fig. 8
Beispiel zur Bewertung der Regelgüte

x Regelgrösse
x_i Istwert
x_r Idealwert
t Zeit
a_1 Maximaler Regelfehler

Regelfläche = $|F_1| + |F_2| + |F_3| + \ldots$

Amplitudenverhältnis zur Charakterisierung der Dämpfung:
z. B: $a_4/a_2 = a_5/a_3$

Fig. 8
Exemple de critères de la qualité du réglage

x Grandeur réglée
x_i Valeur instantanée
x_r Valeur de régime
t Temps
a_1 Valeur maximum de l'écart de réglage momentané

$F_1, F_2, F_3 \ldots$
Surfaces dont il y a lieu de faire la somme

$a_4/a_2 = a_5/a_3$
Rapport des amplitudes caractérisant l'amortissement

Beispiele zu 33:
Siehe Tabelle II.

34 – Regelkreis

341 – Regelvorgang — Regelablauf

Der *Regelvorgang* umfasst das regeldynamische Verhalten aller Elemente des Regelkreises bei Änderung der Leitgrösse

[8]) In Vorbereitung.

Exemples pour 33:
Voir Tableau II.

34 – Circuit de réglage

341 – Processus du réglage — Déroulement du réglage

Le *processus du réglage* s'étend au comportement, en fonction du temps, de l'ensemble des éléments du circuit, lors d'une variation de la grandeur de référence ou lors

[8]) En préparation.

Wichtigste Formen des Übertragungsverhaltens [10]) *von Regeleinrichtungen* — Tabelle II

Bezeichnung der Regeleinrichtung [siehe Kapitel 4[11])]	Verlauf der Ausgangsgrösse bei plötzlicher (Übergangsfunktion) oder stetiger Änderung der Eingangsgrösse	Frequenzgang (Gangkurve in Polardarstellung)
Proportional-Regler (statischer Regler)	Eingang / Ausgang	$+ja$; $\omega=0\ldots\infty$; $+a$
Integral-Regler (astatischer Regler)	Eingang / Ausgang	$+ja$; $\omega=\infty$; $+a$; $\omega\to 0$
Proportional-Integral-Regler Regler mit vorübergehender Statik T_i = Integralzeit	Eingang / Ausgang; T_i	$+ja$; $\omega=\infty$; $+a$; $\omega\to 0$
Differential-Regler	Eingang / Ausgang	$+ja$; $\omega\to\infty$; $\omega=0$; $+a$
Proportional-Differential-Regler T_d = Differentialzeit	Eingang / Ausgang; T_d	$+ja$; $\omega\to\infty$; $\omega=0$; $+a$
Proportional-Integral-Differential-Regler	Eingang / Ausgang	$+ja$; $\omega\to\infty$; $+a$; $\omega\to 0$

[10]) Praktische Regeleinrichtungen weisen das angegebene einfache Übertragungsverhalten im allgemeinen nur angenähert auf.
[11]) In Vorbereitung.

oder bei einer Störung. Unter dem *Regelablauf* versteht man den zeitlichen Verlauf der Regelgrösse bei einem Regelvorgang.

342 – Stabilität und Dämpfung

Eine Regelung ist *stabil*, wenn unter der Voraussetzung, dass alle unabhängigen Grössen konstant bleiben, die Abweichung der Regelgrösse von ihrem Beharrungswert mit der Zeit abklingt. Der Regelablauf ist dann gedämpft.

Ein Mass für die *Dämpfung* ist bei linearen Systemen das logarithmische Dekrement, bzw. der Dämpfungsfaktor. Bei periodischem Regelablauf kann sie oft auch durch das Verhältnis einer Amplitude der wirksamen Regelabweichung zur unmittelbar vorangehenden, gleichsinnigen Amplitude charakterisiert werden (siehe Fig. 8). Nichtlineare Systeme bedingen oft eine besondere Definition des Dämpfungsmasses.

Bei Regelkreisen, in welchen eine Grösse nur bestimmte (diskrete) Werte annehmen kann, muss der Begriff der Stabilität oft verallgemeinert werden.

343 – Regelgüte

Die Qualität einer Regelung ist durch gewisse Kriterien charakterisiert, nach denen der Regelablauf beurteilt werden kann. Solche Kriterien sind z. B.:

die Regelfläche (siehe in Fig. 8 die Summe $|F_1|+|F_2|+|F_3|+\ldots$)

die Dämpfung, ermittelt aus dem Amplitudenverhältnis (siehe Ziff. 342 und in Fig. 8 das Verhältnis: $a_4/a_2 = a_5/a_3$)

die Regelzeit (siehe Ziff. 3431)

d'une perturbation. On entend par *déroulement du réglage* l'évolution, en fonction du temps, de la grandeur réglée au cours d'un processus du réglage.

342 – Stabilité et amortissement

Un réglage est *stable* quand la valeur instantanée de la grandeur réglée tend avec le temps vers une valeur d'équilibre, ceci naturellement en l'absence de toute variation des grandeurs indépendantes. Le déroulement du réglage est alors amorti.

Si le circuit ne comprend que des éléments linéaires, *l'amortissement* peut être caractérisé par le décrément logarithmique, voire par le facteur d'amortissement. Quand le déroulement du réglage est périodique, l'amortissement peut souvent être aussi caractérisé par le rapport d'une amplitude de l'écart actif de réglage à celle de même sens qui la précède (voir fig. 8). Lorsque le circuit comprend des éléments non linéaires, l'amortissement doit être souvent défini d'une façon spéciale.

Dans le cas où une grandeur du circuit ne peut prendre qu'un nombre limité de valeurs (valeurs discrètes), la notion de stabilité doit être souvent généralisée.

343 – Qualité du réglage

La qualité du réglage est caractérisée par certains critères qui permettent de juger du déroulement du réglage. Ce peuvent être, par exemple:

la somme des surfaces F_1, F_2, F_3 ...selon fig. 8

l'amortissement mesuré par le rapport des amplitudes de l'écart actif de réglage (voir chiffre 342 et fig. 8: $a_4/a_2 = a_5/a_3$)

la durée du réglage (voir chiffre 3431)

Genres les plus importants de comportement au transfert [10]) *d'équipement de réglage* — Tableau II

Caractère de l'équipement de réglage [voir chapitre 4[11])]	Evolution de la grandeur de sortie provoquée par une variation instantanée de la grandeur d'entrée (réponse indicielle) ou par une variation à vitesse constante de cette grandeur	Réponse harmonique (courbe de comportement fréquentielle en coordonnées polaires)
Régulateur *P* — Statique	Entrée Sortie	$+ja$ $\omega=0\ldots\infty$ $+a$
Régulateur *I* — Astatique	Entrée Sortie	$+ja$ $\omega=\infty$ $+a$ $\omega\to 0$
Régulateur *PI* — Statisme momentané T_i = temps caractéristique	Entrée Sortie T_i	$+ja$ $\omega=\infty$ $+a$ $\omega\to 0$
Régulateur *D*	Entrée Sortie	$+ja$ $\omega\to\infty$ $\omega=0$ $+a$
Régulateur *PD* T_d = temps caractéristique	Entrée Sortie T_d	$+ja$ $\omega\to\infty$ $\omega=0$ $+a$
Régulateur *PID*	Entrée Sortie	$+ja$ $\omega\to\infty$ $+a$ $\omega\to 0$

[10]) D'une façon générale, dans les exemples mentionnés, les équipements de réglage ne réalisent, en pratique, les comportements au transfert simplifiés correspondant aux figures que d'une façon approximative.

[11]) En préparation.

die Regelunempfindlichkeit (siehe Ziff. 3432)
der Regelfehler (siehe Ziff. 3433), dessen Maximalwert (z. B. in Fig. 8: a_1), oder dessen Mittelwert (siehe Ziff. 3434)
die mittlere wirksame Regelabweichung (siehe Ziff. 3435)

Je nach dem vorliegenden Fall können eines oder mehrere dieser Kriterien ausgewertet werden.

3431 – Regelzeit. Die Regelzeit ist die Zeit, die vom Einwirken einer bestimmten, meist sprunghaften Änderung einer der unabhängigen Grössen an verstreicht, bis der dadurch ausgelöste Regelvorgang auf einen festgesetzten Grenzwert abgeklungen ist. Die Regelzeit ist abhängig davon, welche unabhängige Grösse den Regelvorgang auslöst und von der Art und Grösse ihrer Änderung.

3432 – Regelunempfindlichkeit. Die Regelunempfindlichkeit ist der Wert, welchen die wirksame Regelabweichung in positivem und negativem Sinn höchstens annehmen kann, ohne dass dadurch eine Bewegung des Stellorgans ausgelöst wird. Sie kann für verschiedene Werte der Stellgrösse verschieden sein.

Sie wird zum Beispiel durch Reibung, Spiel in mechanischen Übertragungselementen, Hysteresis, Schaltsprung, elektrische Widerstände usw., verursacht.

3433 – Regelfehler. Der Regelfehler ist die Differenz zwischen dem Istwert der Regelgrösse und ihrem Sollwert.

Während des Regelvorganges setzt sich der Regelfehler zusammen aus dem Statikfehler (Idealwert minus Sollwert, siehe Fig. 3*b* und3*c*) und der wirksamen Regelabweichung (siehe Ziff. 116). Im Beharrungszustand besteht er aus dem Statikfehler und der Unempfindlichkeit.

In der Praxis wird oft der Maximalwert des Regelfehlers während des Regelvorganges als Gütekriterium verwendet.

3434 – Mittlerer Regelfehler. Der mittlere Regelfehler ist der quadratische Mittelwert des Regelfehlers, bestimmt über eine festzusetzende Beobachtungsdauer. Er ist abhängig von Grösse und Art der Änderungen der unabhängigen Grössen.

3435 – Mittlere wirksame Regelabweichung. Die mittlere wirksame Regelabweichung ist der quadratische Mittelwert der wirksamen Regelabweichung, bestimmt über eine festzusetzende Beobachtungsdauer. Sie ist abhängig von Grösse und Art der Änderungen der unabhängigen Grössen.

Die mittlere wirksame Regelabweichung unterscheidet sich vom mittleren Regelfehler um den Betrag des Statikfehlers. Sie kennzeichnet deshalb in vielen Fällen das dynamische Verhalten der Regelung besser als der mittlere Regelfehler.

344 – Übertragungsverhalten des Regelkreises

Das Übertragungsverhalten des Regelkreises lässt sich sowohl für den geschlossenen als auch für den aufgeschnittenen Regelkreis definieren. Es lässt sich in beiden Fällen aus den Übertragungsverhalten der geregelten Anlage und der Regeleinrichtung ermitteln.

l'insensibilité du réglage (voir chiffre 3432)
l'erreur de réglage (voir chiffre 3433), sa valeur maximum (voir fig. 8: a_1) ou sa valeur moyenne (voir chiffre 3434)
la valeur moyenne de l'écart actif de réglage (voir chiffre 3435)

Selon le cas considéré, un ou plusieurs de ces critères peuvent être utilisés.

3431 – Durée du réglage. La durée du réglage est celle qui s'écoule entre le début d'une variation déterminée — le plus souvent de la forme d'un saut brusque — d'une des grandeurs indépendantes et le moment où le processus du réglage ainsi déclenché peut être considéré comme terminé à une certaine approximation près. La durée du réglage dépend du choix de la grandeur indépendante qui déclenche le processus du réglage (grandeur de référence ou grandeur perturbatrice), de la forme et de l'importance de sa variation, puis de l'approximation admise pour considérer le processus comme pratiquement terminé.

3432 – Insensibilité du réglage. L'insensibilité du réglage est la valeur maximum que l'écart actif de réglage peut atteindre, soit dans le sens positif, soit dans le sens négatif, sans déclencher un mouvement de l'organe de réglage. Elle peut ne pas être la même pour toutes les valeurs de la grandeur de réglage.

Les causes de l'insensibilité du réglage sont par exemple: un frottement, le jeu d'une transmission mécanique, une hysteresis, la course morte d'un contacteur électrique, une résistance électrique, etc.

3433 – Erreur de réglage. L'erreur de réglage de la grandeur réglée est la différence entre sa valeur instantanée et sa valeur prescrite.

Au cours du processus du réglage, l'erreur de réglage se compose de l'inexactitude de statisme (valeur de régime moins valeur prescrite, voir fig. 3*b* et 3*c*) et de l'écart actif de réglage (voir chiffre 116). En régime permanent établi, elle se compose de l'inexactitude de statisme et de l'insensibilité de réglage.

En pratique, on utilise souvent comme critère de qualité, la valeur maximum atteinte par l'erreur de réglage au cours d'un processus de réglage.

3434 – Valeur moyenne de l'erreur de réglage. La valeur moyenne de l'erreur de réglage est la moyenne quadratique temporelle de cette erreur, moyenne évaluée sur une durée d'observation à fixer. Elle dépend de la forme et de l'importance des variations des grandeurs indépendantes.

3435 – Valeur moyenne de l'écart actif de réglage. La valeur moyenne de l'écart actif de réglage est la moyenne quadratique temporelle de cet écart, moyenne évaluée sur une durée d'observation à fixer. Elle dépend de la forme et de l'importance des variations des grandeurs indépendantes.

La valeur moyenne de l'écart actif de réglage diffère de la valeur moyenne de l'erreur de réglage du fait de l'inexactitude de statisme. C'est pour cette raison que dans bien des cas la valeur moyenne de l'écart actif caractérise mieux le comportement dynamique du réglage.

344 – Comportement au transfert du circuit de réglage

Le comportement au transfert du circuit de réglage peut être défini aussi bien pour le circuit fermé que pour le circuit ouvert. Dans les deux cas, il se déduit des comportements au transfert de l'installation réglée et de l'équipement de réglage.

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). — 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: AG. 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. 45.— pro Jahr, Fr. 28.— pro Halbjahr, im Ausland Fr. 55.— pro Jahr, Fr. 33.— pro Halbjahr. Abonnementsbestellungen sind an die Administration zu richten. Einzelnummern im Inland Fr. 3.—, im Ausland Fr. 3.50.

Chefredaktor: **H. Leuch,** Ingenieur, Sekretär des SEV.
Redaktoren: **H. Marti, E. Schiessl, H. Lütolf, R. Shah,** Ingenieure des Sekretariates.