

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 56 (1965)  
**Heft:** 13  
  
**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:** 17.02.2026

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

## Literatur — Bibliographie

413.2 : 621.3.07

**Elsevier's Fachwörterbuch der Regelungstechnik.** Hg. von W. E. Clason. München, Oldenbourg 1963; 8°, 211 S. — Preis: geb. DM 38.—.

Umfang und Bedeutung der Regelungs- und Steuerungstechnik und die Tatsache, dass die meisten Publikationen über dieses Gebiet in englischer und russischer Sprache erscheinen, haben schon lange die Herausgabe eines mehrsprachigen Fachwörterbuchs als dringendes Anliegen erscheinen lassen. Ein solches Wörterbuch zu schaffen, stellt indes eine sehr schwierige und mühevolle Aufgabe dar, vor allem deshalb, weil sehr oft eine genaue Entsprechung zu technischen Fachwörtern der einen Sprache in der andern gar nicht vorhanden ist. Eine wirklich saubere Übertragung ist daher in solchen Fällen nur möglich, wenn dem Fachwort auch die jeweilige Definition beigegeben wird.

In diesem Sinne kann bedauerlicherweise das vorliegende Fachwörterbuch nicht als befriedigend gelten. Einmal fehlt eine Reihe wichtiger Bezeichnungen, wie etwa Nachstellzeit, Führungsgrösse, Steuerschieber. Ferner sind so unpräzise Wortbildungen wie «ungedämpfte Frequenz» aufgenommen worden, welche doch wohl durch die gewonnene Kürze nicht mehr zu rechtfertigen sind. Vor allem aber ist festzustellen, dass der einangs erwähnten Schwierigkeit der abweichenden Sinngebung allzuoft nicht Rechnung getragen worden ist. So dürfte etwa «Regelkreis» nicht mit «control system» oder «Selbstregelung» nicht durch «automatisme» übersetzt werden. Auch die Übertragung von «process control» in «Verfahrenskontrolle» oder von «feedback control system» in «Regelungssystem mit Rückführung» wird der jeweiligen Sinngebung nicht gerecht. Die automatische Benützung des Wörterbuches bei Übersetzungsarbeiten — was doch wohl der Hauptzweck sein dürfte — muss bei derart unpräzisen Zuordnungen sehr oft zu mehr oder weniger groben Umdeutungen und Missverständnissen führen.

SEV Nr. A 40

Es wäre sehr zu wünschen, dass bei einer neuen Auflage diese Mängel behoben würden. Auch eine etwas stärkere Berücksichtigung der hydraulischen und pneumatischen Regelungstechnik neben der jetzt ganz im Vordergrund stehenden elektrischen Seite wäre wünschenswert, wenn der Inhalt dem Titel des Buches voll entsprechen sollte.

P. Profos

536.53

**Temperaturmesstechnik.** Von Heinrich Lindorf. AEG Berlin 1965. 8°, 72 S. 57 Fig. und 18 Tab. — AEG-Sonderdruck — Preis: bro. Fr. 6.65.

Die kleine Schrift gibt einen sehr guten Überblick über die in der Technik üblichen Temperaturmessverfahren mit käuflichen Apparaturen. Die in wissenschaftlichen und Prüfungslaboren verwendeten und ständig weiterentwickelten Präzisionsmethoden werden dagegen nicht behandelt, auch nicht neuere Verfahren wie etwa die Verwendung von Halbleiterdioden als Messfühler. Besprochen werden Flüssigkeits- und Federthermometer, Festkörper-Ausdehnungsthermometer, Widerstandsthermometer, Thermoelemente und die verschiedenen Varianten der Pyrometer.

Ein zweiter Teil handelt von den Anwendungen dieser Instrumente, den zu treffenden Vorsichtsmassregeln und der erzielbaren Messgenauigkeit. Wohltuend wirkt das gepflegte korrekte Deutsch sowie die Tatsache, dass die Firma, welcher der Verfasser angehört, nicht über Gebühr hervortritt, wie das sonst in Firmenschriften häufig der Fall ist. Hervorzuheben ist ferner die in jeder Hinsicht ausgezeichnete Qualität der vielen Abbildungen und die sehr übersichtliche Textgestaltung. In Normungsfragen wird ausschliesslich auf die entsprechenden DIN-Blätter Bezug genommen.

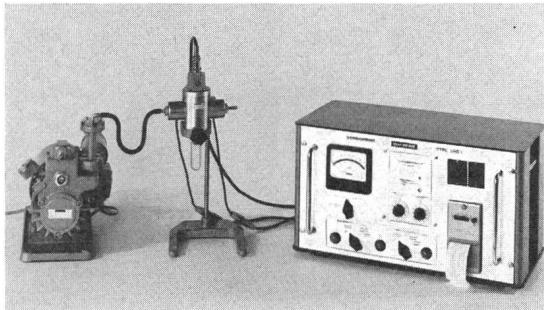
W. Lotmar

## Technische Neuerungen — Nouveautés techniques

Ohne Verantwortung der Redaktion — Cette rubrique n'engage pas la rédaction

**Ein Gerät zur Messung heterogener Gasprozesse.** Die Balzers AG in Balzers bringt ein neues Gerät auf den Markt, das zur kontinuierlichen Messung heterogener Gasprozesse mit digitaler Messzeitausgabe dient, insbesondere für: *Adsorptionsprozesse*, isobare Messung der Adsorptions- bzw. Desorptionsgeschwindigkeit sowie Bestimmung adsorbiert oder desorbiert Gasmengen; *Permeationsprozesse*, Bestimmung der Durchbruchzeiten und Messung diffundierter Gasmengen; *Trocknungsprozesse*, Bestimmung des Lösungsmittelgehaltes und Messung der Trocknungs geschwindigkeit; *BET-Isothermen*, Bestimmung spezifischer Oberflächen.

33'985



Der Apparat arbeitet nach einem einfachen Messprinzip und registriert die Messwerte automatisch, so dass tagelang Messungen ohne Beaufsichtigung und Wartung des Gerätes durchführbar sind.

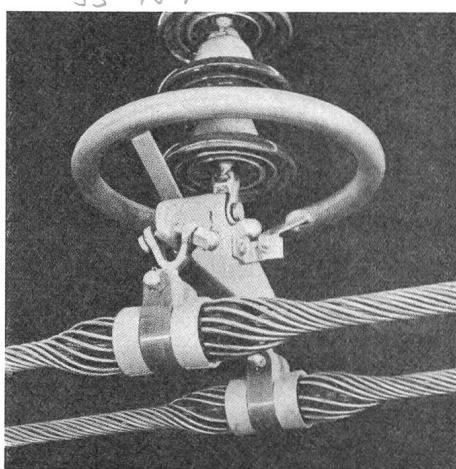
**Field Plotter FP 144.** Mit dem field plotter FP 144 lassen sich auf einfachste Weise Feldprobleme in der Elektro- und Magnetostatik, Mechanik sowie Strömungsprobleme von Flüssigkeiten und Gasen u. dgl. mehr darstellen und lösen. Das Gerät entspricht in seiner Wirkungsweise dem bekannten elektrolytischen Trog, arbeitet aber mit Widerstandspapier, wodurch die Messung trocken und sauber durchgeführt werden kann. Als weiterer Vorteil dieses Verfahrens kann das gesuchte und gemessene Feld direkt auf das leitende Papier aufgetragen werden, das Resultat liegt also sofort in graphischer Darstellung vor. Neben seinen vielfältigen Einsatzmöglichkeiten in der Industrie eignet sich das Gerät besonders für Demonstrations- und Lehrzwecke an technischen Instituten, Fachschulen usw. Es ist eine netzgespeiste Ausführung und eine etwas einfacher batteriebetriebene Version lieferbar.

(Omni Ray AG, Zürich)

**Spezialaufhängung für Freileitungen.** Eine verbesserte Aufhängevorrichtung für Hochspannungsleitungen wurde für den schwedischen Teil der neuen 250-kV-Leitung des Konti-Skan-Projektes gewählt. Das Projekt ist die erste Hochspannungs-Direktverbindung zwischen Skandinavien, Kontinentaleuropa und Grossbritannien. Diese Leitung soll noch in diesem Jahr in Betrieb genommen werden und den Energieaustausch in beiden Richtungen ermöglichen.

Unter Verwendung eines Kernstücks aus Neoprene-Synthesekautschuk verteilt und verringert die Spezialaufhängung die einwirkenden statischen und dynamischen Kräfte, die vorwiegend

durch Wind hervorgerufen werden. Jeder Leiter ist an den Aufhängungspunkten gepolstert und auf beiden Seiten in einiger Länge zusätzlich verstärkt. Ein seitlich geschlitztes und aluminiumverstärktes Kernstück aus Neoprene wird am Aufhängungspunkt um den Leiter herum befestigt. Auf beiden Seiten wird es dann ungefähr auf eine Länge von 1,8 m mit einer vorgeformten Drahtarmierung aus einer Aluminium-Legierung umwickelt. Ein Aluminiumgehäuse und ein Metallband werden dann um den gepolsterten und verstärkten Leiter gelegt. Abschliessend wird diese Aufhängung am Isolator des Mastes befestigt.



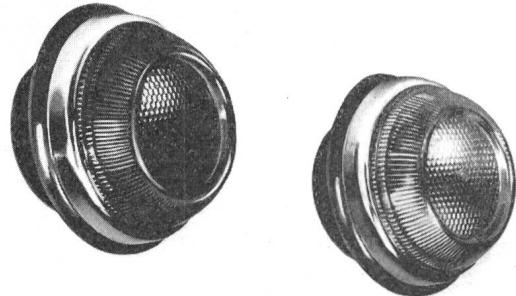
Die Überlandleitung mit der neuen neoprenegepolsterten Aufhängevorrichtung wird sich von der deutsch-dänischen Grenze bis hinauf nach Jütland im Norden Dänemarks erstrecken. Unterwasserkabel vervollständigen die Direktverbindung im Kattegat, mittels der ein Energieaustausch zwischen so entfernten Punkten wie Gotland und dem Westen Englands möglich wird.

Bis Ende 1965 sollen in Europa insgesamt vier Hochspannungs-Verbindungsleitungen in Betrieb sein: Die Leitung zwischen dem schwedischen Festland und der Insel Gotland (20 MW, 100 kV), die 1964 in Betrieb genommen wurde; die Verbindung von England mit Frankreich quer durch den Kanal (160 MW, 200 kV), die 1961 eingeweiht wurde; sowie die Leitung zwischen Italien und Sardinien (200 MW, 200 kV) und das Konti-Skan-

Projekt (250 MW, 250 kV), die beide 1965 in Betrieb genommen werden sollen. (*Du Pont de Nemours International S.A., Genève*)

**Neue Einbauleuchten.** Zwei neue Einbauleuchten wurden in das Lieferprogramm der *Robert Bosch GmbH* aufgenommen. Als Brems-Schlussleuchte mit rotem Lichtfenster und als Blinkleuchte mit gelbem Lichtfenster unterscheiden sie sich zwar nach der Funktion, sind jedoch form- und einbaugleich und eignen sich deshalb besonders gut für den paarweisen Einbau, wie er im modernen Karosseriebau aus Stilgründen oft angewendet wird. Die Leuchten sind sehr robust ausgeführt. Die Lichtfenster sind in einem verchromten Zierring eingebördelt, ein Schutzgehäuse aus Stahlblech schützt die Leuchten vor Beschädigungen an der Rückseite. Der Spiegel hat ein hohes Reflektionsvermögen, so dass zusammen mit dem Linsensystem der Lichtfenster eine ausgezeichnete Signalwirkung erreicht wird, wie sie bei der heutigen

331986



Verkehrsdichte unerlässlich ist. Für die einfache Montage wird eine Bohrschablone mitgeliefert.

**Turbinen-Durchflussmesser in englischen Polaris-Unterseebooten.** Die britische Admiralität hat Rotron-Turbinen-Durchflussmesser der *Elliott-Automationsgruppe* zum Messen der Durchflussmengen von Salzwasser in den Steuer- und Ballastsystemen der atomgetriebenen Polaris-Unterseeboote bestellt. Eine genaue Messung dieser Durchflussmengen ist für die Sicherheit des Unterseebootes entscheidend. Eine absolute Betriebssicherheit — auch im schwersten Einsatz — ist die Voraussetzung.

## Mitteilungen — Communications

### In memoriam

**Ernst Moll** †. In Bern ist am 26. April 1965 Dr. iur. und Dr. rer. pol. h. c. Ernst Moll, Mitglied des SEV seit 1912 (Freimüllig), ehemaliger Direktionspräsident der Bernischen Kraftwerke AG (BKW), im Alter von 86 Jahren verschieden. Ernst Moll trat als Direktionssekretär im Jahre 1907 in den Dienst der BKW ein. 1914 wurde er zum Adjunkten, 1916 zum Vizedirektor und 1919 zum administrativen Direktor befördert. Am 1. Juli 1926 erfolgte sodann seine Wahl zum Direktionspräsidenten der BKW, von welchem verantwortungsvollen Posten er Ende Dezember 1951 zurücktrat.

Während voller 45 Jahre stand somit der ehemalige Direktionspräsident im Dienste der bedeutenden bernischen Elektrizitätsunternehmung, davon während 32 Jahren in leitender Stellung. Dr. Moll stellte ferner zahlreichen andern Werken und Unternehmungen seine Arbeitskraft zur Verfügung; in diesem Zusammenhang seien seine Verdienste um die Gründung und Entwicklung der Kraftwerke Oberhasli AG besonders hervorgehoben. Im Jahre 1937 wurde er von dieser Tochtergesellschaft der BKW zum Präsidenten des Verwaltungsrates gewählt. In souveräner Weise leitete er die Geschicke der KWO bis zu seinem Rücktritt als Präsident im Jahre 1952 und als Beauftragter für die Geschäftsführung 1952...1955.

Durch seine erfolgreiche Tätigkeit, sein umfassendes juristisches und fachliches Wissen, seinen grossen Weitblick und durch seine beispielhafte, treue Pflichterfüllung erwarb sich der nun Heimgegangene bleibende Verdienste und trug Entscheidendes

zur Entwicklung der Bernischen Kraftwerke und der gesamten schweizerischen Elektrizitätswirtschaft bei. Dank seinem Weit-



Ernst Moll  
1879—1965

blick erkannte er frühzeitig die Notwendigkeit der Einführung einheitlicher Frequenz und Spannung in der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft. Er förderte nach Kräften den Übergang von 40 auf 50 Hz und die Einführung der Normalspannung

380/220 V in den Verteilnetzen. Auch Organisations- und Personalfragen widmete er, bei aller übrigen grossen Arbeitslast, sein Interesse und konnte gelegentlich recht hart werden, wenn Mitarbeiter zögerten, seinen weitsichtigen Ideen genügend rasch zu folgen. Weite Reisen führten ihn ins Ausland; aber er kehrte gerne zu ausgedehnten Bergwanderungen und zu seinen geliebten Büchern zurück. Für all sein Wirken gebührt Dr. Moll Anerkennung und Dank; er wird unvergessen bleiben. Me.

## Persönliches und Firmen — Personnes et firmes

**Schweizerische Elektrizitäts- und Verkehrsgesellschaft, Basel.** Der Verwaltungsrat hat P. Naf und V. Oehninger zu Handlungsbewollmächtigten ernannt.

**Otto Fischer AG, Zürich.** R. O. Fischer ist als Direktor in das Unternehmen eingetreten.

**Gebr. Sulzer AG, Winterthur.** Vom Verwaltungsrat wurden zu Vizedirektoren ernannt: G. Anderes, F. Iten, F. Oederlin, H. Ringgenberg, U. Ritter und M. Zwicky.

**Ciba AG, Basel.** Der Verwaltungsrat hat mit Wirkung auf den 1. April 1965 folgende Beförderungen vorgenommen. Zu stellvertretenden Direktoren wurden ernannt: R. W. Bichsel, Dr. G. Huber, Dr. K. Meyerhans und Dr. M. Spillmann; zu Vize-Direktoren: W. Roth, Dr. A. Schürch, Dr. R. Witschi und R. Zerr; zu Prokuristen: W. U. Ammann, Dr. J. Annen, E. E. Bernet, Dr. A. Fasciati, Dr. E. Forster, O. Frei, Dr. J. Herndl, D. R. Hess, Dr. F. Knüsöl, Dr. A. Krauer, Dr. J. Perich, Dr. W. Rockenbauer, F. Röösli und F. Schiesser.

## Verschiedenes — Divers

### Neueste Vermessung der Milchstrasse

Nachdem die Menschen entdeckt hatten, dass ihr Planetensystem ein wenn auch äusserst minimaler Teil der Milchstrasse ist, tauchte der Wunsch auf, sich eine Vorstellung, ein räumliches Modell von diesem Sternenband am Nachthimmel machen zu können.

Man weiss bereits seit einiger Zeit, dass die so «riesige Sonne» in Wirklichkeit nur ein verhältnismässig unbedeutender Fixstern mittlerer Grösse ist, und dass es noch hunderte von Billionen anderer Sonnen in der Milchstrasse und der unendlichen Tiefe des Weltalls gibt. Man weiss ferner, dass die gesamte Milchstrasse rotiert — eine Umdrehung dauert rund 200 Millionen Jahre — und in dieser Drehbewegung Sonne und Erde mit einer Geschwindigkeit von einer Million Kilometern pro Stunde mitgeführt werden. Trotz dieser unvorstellbaren Geschwindigkeit ist Eigenbewegung der Fixsterne für unser Empfinden so langsam, dass z. B. das Sternbild des «Grossen Bären» für das blosse Auge zur Zeit der alten Ägypter nahezu genau so war, wie es heute ist. Erst in einem Zeitraum von mehreren zehntausend Jahren ändern die Sternbilder merkbar ihre Form.

Die ersten Eigenbewegungen von Sternen wurden vor rund 250 Jahren durch Vergleich der damaligen Sternpositionen mit Positionsmessungen der alten Griechen entdeckt. Seitdem hat man wiederholt mit Meridiankreisen die Positionen vieler Sterne so gemessen, wie es die jeweilige Technik erlaubte, und dadurch recht genaue Eigenbewegungen vieler tausend Sterne abgeleitet.

Die Sternwarte Hamburg hat in diesem Zusammenhang die wichtige Aufgabe zur Erstellung eines neuen Sternkataloges übernommen. Eine deutsche Arbeitsgruppe wird in der Sternwarte Perth (West-Australien) etwa 25 000 Sterne achtmal nacheinander vermessen. Dazu wird der Repsold-Meridiankreis von Hamburg-Bergedorf, ein Fernrohr mit 19-cm-Objektiv und 2,6 m Brennweite, modernisiert. Die Sterndurchgänge werden hierbei nicht mehr wie bisher vom Menschen beobachtet, sondern von

einer elektrischen Photozelle. Was sie «sieht», wird mit grosser Genauigkeit in elektrische Signale umgesetzt. Die anschliessende Auswertung dieser Signale ist ebenfalls automatisiert, um menschliche Fehler auszuschliessen und die Fachleute von zeitraubender Routinearbeit zu entlasten.

Hierfür hat das Institut für Automation der *Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft* (AEG) in Zusammenarbeit mit dem Observator an der Hamburger Sternwarte eine automatische Messeinrichtung entwickelt, mit der die Intensität eines Sternes gemessen wird, wenn er im Fernrohr über bestimmte schmale Spalten «hinwegläuft» und sein Licht nur zeitweise durch einen Spalt die Photozelle erreicht. Die Intensität wird zehnmal pro Sekunde gemessen und elektronisch gezählt. Die Ergebnisse werden sofort in einem Schnellocher auf Lochstreifen übertragen und für die wissenschaftliche Verwertung festgehalten.

Mit diesem lichtelektrischen Mikrometer lassen sich Sterne messen, die vierzigmal schwächer sind als solche, die gerade noch mit blossem Auge wahrnehmbar sind. Die Lochstreifen werden am nächsten Tag mit elektronischen Rechenmaschinen ausgewertet, um so die genaue Sternposition zu erhalten.

**Britische Regierung unterstützt Übernahme des metrischen Maßsystems.** Das metrische Gewichts- und Maßsystem soll in Grossbritannien schrittweise eingeführt werden. Diese Ankündigung machte Handelsminister Douglas Jay am 24. Mai 1965 in einer schriftlichen Antwort an das Unterhaus.

Wörtlich heisst es darin: «Die Regierung ist beeindruckt von den Argumenten, die die Vertreter der Industrie zugunsten einer umfassenderen Übernahme des metrischen Gewichts- und Massystems vorgebracht haben. Länder, in denen dieses System gilt, nehmen jetzt mehr als die Hälfte unserer Exporte ab, und der Gesamtanteil des nach metrischen Einheiten abgewickelten Welthandels wird zweifellos weiter steigen.

Vor diesem Hintergrund hält es die Regierung für wünschenswert, dass britische Industrien das metrische System auf immer breiterer Front Branche für Branche übernehmen, bis es zu gegebener Zeit das primäre Gewichts- und Maßsystem für das ganze Land sein wird.

Praktische, mit der Umstellung verbundene Schwierigkeiten bedeuten natürlich, dass sich dieser Vorgang schrittweise vollziehen muss, aber die Regierung hofft, dass innerhalb von zehn Jahren die meisten britischen Industrien die Umstellung vollzogen haben werden.

Zu diesem Zweck schlägt sie die Bildung eines kleinen gemeinsamen Sondierungsausschusses mit Vertretern von Regierungsstellen und aus der Industrie vor, der die Beseitigung von Hindernissen erleichtern und die erzielten Fortschritte ständig überwachen soll.»

### Internationale Farbtagung 1. bis 4. Juni 1965 in Luzern

Auf Grund von Anregungen aus Kreisen der Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) führte die Schweizerische Beleuchtungs-Kommission in Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Lack- und Farbenfabrikanten-Verband und massgebenden Firmen der chemischen Industrie vom 1. bis 4. Juni 1965 eine Internationale Farbtagung durch, zu der sich über 450 Fachleute aus folgenden Ländern einfanden: Vereinigte Arabische Republik, Argentinien, Belgien, Dänemark, Deutschland, England, Frankreich, Italien, Japan, Jugoslawien, Kanada, Niederlande, Österreich, Polen, Schweden, Spanien, Tschechoslowakei, Türkei, Vereinigte Staaten von Nordamerika, Ungarn und Schweiz. Die Zusammenkünfte fanden im Kunst- und Kongresshaus Luzern statt und mussten, um alle Referenten zu Worte kommen zu lassen, während aller vier Tage stets in drei Parallel-Vorträgen geführt werden, denen jeweils eine angemeldete, öfters auch spontane Diskussion auf dem Fusse folgte. Die wichtigsten Themenkreise betrafen: Die Farbsehfunktion des Auges, die Farbsysteme (die auf den Definitionen der CIE aufbauen), die industrielle Anwendung und Verwendung der Farbe, Erziehung und Schulung im Gebiet der Farbe und nicht zuletzt die Anwendung der Farbe und ihre Beziehung zur menschlichen Psyche.

Neben den Vorträgen der anerkannten in- und ausländischen Farbspezialisten erfreute sich eine mit den neuesten Apparaten

für Farbanalyse und Farbsynthese, sowie mit Spezialleuchten bestückte Ausstellung eines ungeahnten Interesses. Alle Vorträge und Berichte werden innert Jahresfrist beim Musterschmidt-Verlag in Göttingen in den drei Kongress-Sprachen Deutsch, Englisch und Französisch erscheinen. Die Kongressarbeit war durch gediegene gesellschaftliche Anlässe, teilweise mit besonderem Damenprogramm umrahmt. Präsident des Organisations-Komitees war Dr. Walter Muri, Präsident des Verwaltungsrates der Philips AG, Zürich. Die organisatorische Arbeit wurde weitgehend von Dr. H. Schindler, Sekretär der Schweizerischen Beleuchtungs-Kommission, und Fräulein van Gerven betreut, während Dr. E. Straub die Finanzen überwachte; in die übrigen Chargen teilten sich Mitglieder der SBK und der andern beteiligten Institutionen.

W. Flückiger

Die **Schweizerische Fernseh-, Elektronik- und Radio-Ausstellung (fera) 1965** wird vom 26. bis 31. August 1965 in den Räumlichkeiten des Kongresshauses Zürich stattfinden.

Auskunft erteilt Walther von Liliencron, Strassburgstrasse 15, 8021 Zürich.

Das **Comptoir Suisse** in Lausanne findet vom 11. bis 26. September 1965 statt.

Die **50. Schweizer Mustermesse (MUBA)** wird vom 16. bis 26. April 1966 durchgeführt. Im Turnus der technischen Fach-

gruppen wird an ihr auch die industrielle Elektronik vertreten sein.

Die **Internationale Fachmesse für die kerntechnische Industrie «nuclex 66»** findet vom 8. bis 14. September 1966, in den Hallen der Schweizerischen Mustermesse, Basel, statt.

Auskunft erteilt das Sekretariat «nuclex 66», 4000 Basel 21.

Die **Nachrichtentechnische Gesellschaft im VDE** organisiert folgende Veranstaltungen:

«Tagung Kiel 1965» über Kybernetik, vom 31. August bis 3. September 1965;

«Weltweiter Fernsprechverkehr», vom 15. bis 17. September 1965 in München;

«Stand und Entwicklung auf dem Gebiet der Elektronenröhren», vom 29. September bis 1. Oktober 1965 in Ulm.

Auskunft erteilt die Nachrichtentechnische Gesellschaft im VDE, Stresemann-Allee 21, Frankfurt/Main S 10, Deutschland.

Les prochaines **Journées de la Lumière** de l'Association Française de l'Eclairage auront lieu à Montpellier du 1<sup>er</sup> au 4 juin 1966.

Renseignements: Association Française de l'Eclairage, 52 Boulevard Malesherbes, Paris.

## Vereinsnachrichten

In dieser Rubrik erscheinen, sofern sie nicht anderweitig gezeichnet sind, offizielle Mitteilungen des SEV

### Sitzungen

#### Sicherheitsausschuss des CES

Der Sicherheitsausschuss trat am 2. und 13. April 1965 in Bern bzw. Zürich unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Direktor W. Werdenberg, zur 9. und 10. Sitzung zusammen. Er behandelte den vom FK 211, Wärmeapparate, aufgestellten Entwurf über die «Allgemeinen Bestimmungen» zu Sicherheitsvorschriften für elektrische Koch- und Heizapparate. Die sicherheitstechnische Beurteilung des sehr umfangreichen Entwurfes, der sich in materieller Hinsicht, aber auch bezüglich Aufbau weitgehend an die sich in Revision befindliche CEE-Publ. 11, Anforderungen an elektrische Koch- und Heizgeräte, anlehnt, erfordert eine weitere Sitzung des Sicherheitsausschusses.

M. Schadegg

#### Fachkollegium 13C des CES

##### Elektronische Messgeräte

Das FK 13C hielt am 29. April 1965 unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Prof. H. König, seine erste Sitzung ab. Sie diente vor allem der Vorbereitung der Sitzungen des SC 13C vom 14. bis 18. Juni 1965 in Den Haag. Das Dokument *13C(Secrétaire)13*, IEC Recommendations for safety requirements for electronic measuring apparatus, gab zur Feststellung Anlass, dass hier mangelnde Koordination mit dem SC 12B vorliege, das sich mit Sicherheitsvorschriften für Radioverbindungsgeräte befasst. Das Fachkollegium beschloss, eine Stellungnahme auszuarbeiten und auf diesen Punkt nachdrücklich hinzuweisen. Auch zum Dokument *13C(Secrétaire)12*, Projet de recommandations pour la documentation fournie avec les appareils de mesure électroniques (Manuel d'instructions) Premier projet, wurde eine Stellungnahme eingereicht und darin hervorgehoben, dass es nicht primär Sache der CEI ist, Anleitungen für Gebrauchsanweisungen herauszugeben. Der Wert einer solchen Liste ist unbestritten, sollte aber den Charakter eines Berichtes bewahren und nicht in den Rang einer Recommandation erhoben werden.

Am Sitzungsort konnte weder die Wahl eines Protokollführers vorgenommen, noch eine entsprechende Schweizer Delegation für Den Haag nominiert werden.

A. Diacon

#### Fachkollegium 50 des CES

##### Klimatische und mechanische Prüfungen

##### UK 50B, Klimatische Prüfmethoden

Die UK 50B des FK 50 hielt am 26. März 1965 im Anschluss an die Sitzung des FK 50 in Bern ihre 6. Sitzung ab. An Stelle des verhinderten Präsidenten, Prof. Dr. W. Druey, übernahm A. Klein den Vorsitz. Zu Handen des CES wurde die kommentarlose Zustimmung zu den der 6-Monate-Regel unterstehenden Dokumenten *50B(Bureau Central)121*, Additif à l'essai A: Froid, de la Publication 68-2, und *50B(Bureau Central)122*, Additif à l'essai B: Chaleur sèche, de la Publication 68-2, empfohlen. Das Dokument *50B(Secretariat)120*, Requirements for humidity enclosures with forced-circulation (injection type), wurde ziffernweise durchgesprochen. Der Inhalt, welcher auf einer britischen Norm basiert, wurde im Prinzip als gut und zweckmäßig befunden; durch einen schweizerischen Kommentar hiezu sollen aber noch einige Wünsche zur besseren Präzisierung des Geltungsbereiches und einiger Prüfbestimmungen international vorgeschlagen werden.

E. Ganz

#### Fachkollegium 200 des CES

##### Hausinstallation

Das FK 200 hielt am 30. März 1965 in Bern unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Direktor W. Werdenberg, die 21. Sitzung ab. Es behandelte den aus der letzten Sitzung hervorgegangenen neuen 4. Entwurf von Beispielen und Erläuterungen zu Ziffer 41 212.4 der Hausinstallationsvorschriften (HV) unter dem Abschnitt Wahl und Anordnung des Schutzleiters, vor allem hinsichtlich der Benützung der Konstruktionsteile von Objekten und Schalt- und Verteilanlagen als Schutzleiterverbindungen.

Zum Problem der Bemessung und des Überstromschutzes von Leitern bzw. der Zuordnung der Nennauslösstromstärke der Überstromunterbrecher zu den Polleiterquerschnitten (Ziff. 42 511 und 42 512 der HV), insbesondere im Hinblick auf die Belastbarkeit von Leitern mit einem Querschnitt von über 95 mm<sup>2</sup> bei intermittierendem Betrieb, wird beschlossen, eine Arbeitsgruppe für das gründliche Studium der damit verbundenen Fra-

gen zu bilden. Mit dieser Aufgabe wurde die UK 200 betraut.

Ferner wurde zu einem Einwand auf die Veröffentlichung der ersten Beispiele und Erläuterungen zu den HV bezüglich der empfehlenswerten Polleiterfarben Stellung genommen und daran festgehalten, die empfohlene Kennzeichnung der Polleiter für feste Verlegung schwarz-rot-weiss für die Phasen R-S-T, die sich einerseits auf die bereits stark verbreitete Anwendung dieser Polleiterfarben in der Praxis stützt, und andererseits auf den seinerzeit im Bulletin des SEV veröffentlichten Vorschlag für die Einführung einer einheitlichen Polleiterkennzeichnung, beizubehalten.

M. Schadegg

## Weitere Vereinsnachrichten

### Inkraftsetzung der Änderungen und Ergänzungen der Regeln und Leitsätze für Buchstabensymbole und Zeichen

Im Bulletin des SEV 1965, Nr. 6, wurde den Mitgliedern des SEV der Entwurf der Änderungen und Ergänzungen der Regeln und Leitsätze für Buchstabensymbole und Zeichen (8b – Besondere Liste von Buchstabensymbolen für die Hochfrequenz- und die Fernmeldetechnik) zwecks Stellungnahme unterbreitet.

Da innerhalb des angesetzten Termins keine Bemerkungen eingingen, hat der Vorstand des SEV, auf Grund der ihm von der 62. Generalversammlung (1947) erteilten Vollmacht, den Entwurf als Publikation 0192.1965 des SEV auf den 1. Juni 1965 in Kraft gesetzt.

Damit tritt die Liste 8b der Publ. 0192.1959 (Seiten 54...60) ausser Kraft.

Die Publikation kann bei der Verwaltungsstelle des SEV, (Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich), zum Preise von Fr. 9.— (Mitglieder Fr. 6.—) bezogen werden.

## Neue Mitglieder des SEV

Durch Beschluss des Vorstandes sind neu in den Verein aufgenommen worden:

### 1. Als Einzelmitglieder des SEV

#### a) Jungmitglieder

Alberts Willem, Elektrotechniker, Tirlisweg, 7324 Vilters.  
Benz Konrad, dipl. Elektroingenieur ETH, Pizolstrasse, 7320 Sargans.  
Böhringer Peter, Ingenieur HTL, Kirchbreite 194, 6033 Buchrain.  
Brüderlin René, dipl. Elektroingenieur ETH, Waidstrasse 38, 8037 Zürich.  
Diem Bruno, dipl. Elektroingenieur ETH, Schaufelbergstrasse 19, 8055 Zürich.  
Fankhauser Adolf, stud. el. techn., Rechweg 8, 8600 Dübendorf.  
Henzi Rolf, dipl. Elektroingenieur ETH, Scheuchzerstrasse 47, 8006 Zürich.  
Hungerbühler Emil, dipl. Elektrotechniker, Albert-Zwyssigstrasse 53, 5430 Wettingen.  
Jungkurth Ewald, Elektroingenieur HTL, Lüfternweg 23, 3052 Zollikofen.  
Küpfer René, dipl. Fernmeldetechniker, Pilatusstrasse 12, 6312 Steinhausen.  
Monsch Peter, Elektroingenieur ETH, Hofstettenstrasse 14, 9012 St. Gallen.  
Mottaz Claude, techn. électr. dipl., 13, chemin des Aubépines, 1000 Lausanne.  
Mühlenthaler Peter, stud. techn. Ergolzstrasse 1, 4402 Frenkendorf.  
Niederhauser Klaus, Ing. techn. HTL, Thunstrasse 96, 3000 Bern.  
Pfeiffer Walter, lic. oec. HHS, Rüslarstrasse 8, 5432 Neuenhof.  
Turrian Jean-Paul, étudiant, 13, avenue Alfred Cortot, 1260 Nyon.  
Zingg Robert, Elektroingenieur HTL, Bachstrasse 68, 9202 Gossau.

#### b) Ordentliche Einzelmitglieder

Baillod Frédéric, Fabricant, 2, Quai Suchard, 2000 Neuchâtel.  
Brack Hans, Fernmeldetechniker, Schweiz. Radio- und Fernsehgesellschaft, Radio Zürich, Brunnenhofstrasse 22, 8042 Zürich.  
Capol Bruno, dipl. Elektroingenieur ETH, Fuhrstrasse 43, 8820 Wädenswil.  
Duvosin Philippe, mécanicien-électricien, 1411 Bonvillars.  
Metzger Rolf, Dr. sc. techn., dipl. Elektroingenieur ETH, Aegertli-strasse 19, 8800 Thalwil.  
Moser Hans-Peter, dipl. Elektroingenieur ETH, im Rain 18, 8654 Jona.

Oberholzer Raimund, Prof., Elektroingenieur, Maihofstrasse 74, 6000 Luzern.

Roffler Christian, dipl. Elektroingenieur ETH, Buchenstrasse 40, 8212 Neuhausen am Rheinfall.

Rosser Albert, eidg. dipl. Elektroinstallateur, Lagerstrasse 55, 8004 Zürich.

Schmid Bernhard, Elektrotechniker, Rebbergstrasse 50, 8049 Zürich.  
Serex René, technicien, 33, chemin du Vieux-Vésenaz, 1222 Vésenaz.

### 2. Als Kollektivmitglieder des SEV

Patek Philippe & Cie S.A., Manufacture d'horlogerie, 41, rue du Rhône, 1200 Genève.

## Neue Publikationen der Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

46	<b>Modification N° 1 à la Publication 46 (2<sup>e</sup> édition – 1960) Recommendations concernant les turbines à vapeur. – 2<sup>e</sup> partie: Règles pour les essais de réception.</b> (1 <sup>re</sup> édition, 1965)	Preis Fr. 1.50
50(25)	<b>Vocabulaire Electrotechnique International. 2<sup>e</sup> édition Groupe 25: Production, transport et distribution de l'énergie électrique.</b> (1 <sup>re</sup> édition, 1965)	Preis Fr. 1.50
56–4	<b>Modification N° 1 à la Publication 56–4 (1<sup>re</sup> édition, 1959) Règles pour les disjoncteurs à courant alternatif. — Chapitre III: Règles relatives à l'isolement. — Chapitre IV: Règles pour le choix des disjoncteurs selon le service. — Chapitre V: Règles pour l'installation et l'entretien des disjoncteurs en service.</b> (1 <sup>re</sup> édition, 1965)	Preis Fr. 1.50
86–3	<b>Piles électriques 3<sup>e</sup> partie: Organes de connexion</b> (1 <sup>re</sup> édition, 1965)	Preis Fr. 15.—
92–3	<b>Installations électriques à bord de navires 3<sup>e</sup> partie: Câbles (construction, essais et installations)</b> (3 <sup>e</sup> édition, 1965)	Preis Fr. 95.—
92–4	<b>Installations électriques à bord des navires 4<sup>e</sup> partie: Appareillage, protection électrique, distribution et appareils de commande</b> (2 <sup>e</sup> édition, 1965)	Preis Fr. 45.—
162	<b>Appareils d'éclairage pour lampes tubulaires à fluorescence</b> (1 <sup>re</sup> édition, 1965)	Preis Fr. 42.—
166	<b>Condensateurs fixes au papier métallisé pour courant continu</b> (1 <sup>re</sup> édition, 1965)	Preis Fr. 30.—
169–1	<b>Connecteurs pour fréquences radioélectriques 1<sup>re</sup> partie: Règles générales et méthodes de mesure</b> (1 <sup>re</sup> édition, 1965)	Preis Fr. 36.—
179	<b>Sonomètres de précision</b> (1 <sup>re</sup> édition, 1965)	Preis Fr. 15.—
183	<b>Guide au choix des câbles à haute tension</b> (1 <sup>re</sup> édition, 1965)	Preis Fr. 9.—
199	<b>Dimensions des batteries d'accumulateurs au plomb pour scooters</b> (1 <sup>re</sup> édition, 1965)	Preis Fr. 3.—
201	<b>Sources d'alimentation des appareils portatifs de prospection de matières radio-actives</b> (1 <sup>re</sup> édition, 1965)	Preis Fr. 3.—

## Sonderdruck

Von den Vorträgen und Diskussionsbeiträgen der Diskussionsversammlung des SEV über Wasserkraftanlagen mit künstlicher Speicherung (erschienen im Bulletin des SEV 1965, Nrn. 3...11) wurde ein Sonderdruck erstellt.

Dieser kann bei der Verwaltungsstelle des SEV (Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich) zum Preise von Fr. 24.— (für Mitglieder Fr. 16.50) bezogen werden.

# Leitsätze für die Drehzahlregelung von Wasserturbine-Generator-Gruppen

Die auf den 1. September 1956 in Kraft gesetzten Leitsätze für die Drehzahlregelung von Wasserturbine-Generator-Gruppen wurden von der Studienkommission für die Regelung grosser Netzverbände (St.K.Reg.) revidiert. Die Revision brachte materielle Änderungen der Kapitel I, Einleitung, II, Antrieb oder Speisung des Reglers, VII, Unempfindlichkeit und dynamische Ungenauigkeit der Regelung, und VIII, Parallelbetrieb. Es ist vorgesehen, den revidierten Text unter Einbezug der 1959 erschienenen Änderungen und Ergänzungen zur 1. Auflage als 2. Auflage der Leitsätze herauszugeben. In Anpassung an die Neuordnung des Publikationenwerkes wird bei dieser Gelegenheit die Nummer der Leitsätze von 205 auf 4018 geändert.

Der Vorstand des SEV veröffentlicht im folgenden die gegenüber der 1. Auflage geänderten Kapitel I, II, VII und VIII. Er lädt die Mitglieder ein, sie zu prüfen und eventuelle Bemerkungen dazu bis *spätestens Samstag, den 17. Juli 1965, schriftlich in doppelter Ausfertigung* dem Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich, einzureichen. Sollten bis zu diesem Termin keine Bemerkungen eingehen, so würde der Vorstand annehmen, die Mitglieder seien mit dem Text einverstanden, und auf Grund der ihm von der 76. Generalversammlung 1960 erteilten Vollmacht die 2. Auflage in Kraft setzen.

## Entwurf

### Leitsätze für die Drehzahlregelung von Wasserturbine-Generator-Gruppen

#### I. Einleitung

Hauptzweck dieser Leitsätze ist, zur Zusammenarbeit zwischen den Kraftwerken und den Lieferfirmen anzuregen, um die Probleme zu lösen, welche die Regelung von Wasserturbine-Generator-Gruppen stellt. Diese Zusammenarbeit muss sich sowohl auf Elektrofirmen wie auch auf Maschinenfabriken erstrecken; die Leitsätze zeigen die hauptsächlichsten Fragen auf, welche zu studieren sind, und machen die Kraftwerke auf die Punkte aufmerksam, die bei der Beschaffung der elektro-mechanischen Ausrüstung ihrer Anlagen beachtet werden müssen. Endlich erlauben sie, sich Rechenschaft zu geben über wünschbare Weiterentwicklungen zu bessern Lösungen der Regelprobleme und damit zu einer besseren Wirtschaftlichkeit des Netzbetriebes.

#### II. Antrieb oder Speisung des Reglers

Im Wasserturbinenbau versteht man unter «Regler» jenen Teil des Regulators welcher im wesentlichen nur das Messorgan und die Stabilisierungs- und Einstellvorrichtungen, sowie den ersten Verstärker umfasst. Der Regler enthält weder den Servomotor des Stellorganes (Leitapparat) noch dessen Steuerschieber.

In einem mechanischen Regler ist das Messorgan ein Pendel, in einem elektrischen ein Frequenzmeter.

Beim heutigen Stand der Technik kommen für Antrieb bzw. Speisung des Reglers zwei Arten in Frage:

##### 1. Antrieb oder Speisung, ausgehend von der Turbinenwelle aus

Der Antrieb eines mechanischen Reglers kann mechanisch erfolgen, z. B. mittels eines Riemens, oder elektrisch mittels eines von der Welle der Gruppe angetriebenen Hilfsgenerators, der den Pendelmotor speist. Dieser Hilfsgenerator kann auch zur Speisung eines elektrischen Reglers dienen. Aus Sicherheitsgründen soll er für keinen andern Zweck verwendet werden. Die von ihm abgegebene Spannung darf keinen höheren Anteil an Harmonischen aufweisen, als vom Konstrukteur des Regulators angegeben wurde.

Um die Vorteile dieser elektrischen Antriebsart auszunützen, ist der Hilfsgenerator entweder:

- a) mit permanenten Magneten, oder
- b) mit einer während des Anlaufes fremderregten Feldwicklung zu versehen; hat die Gruppe eine genügende Drehzahl erreicht, so kann die Erregerwicklung des Hilfsgenerators in Nebenschluss geschaltet werden (der Generator liefert dann seinen Erregerstrom selbst).

Ausserdem müssen der Hilfsgenerator und der Pendelmotor derart dimensioniert sein, dass der Antrieb des Reglers

von den ersten Umdrehungen der Gruppe an gewährleistet ist. Die Spannung, welche der Hilfsgenerator erzeugt, muss auf  $\pm 20\%$  genau linear mit der Drehzahl zusammenhängen.

**Vorteile:** Unter diesen Umständen wirkt die automatische Drehzahlregelung schon vom Beginn des Anlaufens an und zwar, ob der Hauptgenerator erregt ist oder nicht. Dieser Vorteil besteht beim elektrischen Regler nicht, da er nur richtig arbeitet, wenn die Spannung des Hilfsgenerators mindestens 80 % ihres Nennwertes erreicht. Für den Anlauf muss deshalb in diesem Fall eine Hilfsspannungsquelle zur Verfügung stehen.

Jedenfalls ist der Antrieb oder die Speisung des Reglers unabhängig von der Spannung des Hauptgenerators; der Regler wird damit durch Störungen im Hauptstromkreis nicht beeinflusst.

**Nachteil:** Beim Auftreten von Drehschwingungen, deren Ursache in der Rotorbewegung des Hauptgenerators liegt, kann der Antrieb eines mechanischen oder die Speisung eines elektrischen Reglers von der Welle aus das Abklingen dieser Schwingungen, besonders der Druckschwankungen wegen, ungünstig beeinflussen, was stehende und sogar angefachte Schwingungen zur Folge haben kann (siehe Kapitel VIII, 2b und 2c). Diese Erscheinung tritt im Einzelbetrieb einer Gruppe nicht auf, sondern nur im Parallelbetrieb mit andern Gruppen auf ein grosses Netz.

##### 2. Antrieb oder Speisung durch den Hauptgenerator

Diese Art der Speisung des Pendelmotors eines mechanischen Reglers oder des elektrischen Reglers erfolgt im allgemeinen unter Zwischenschaltung eines besondern Transformators. Die Drehzahl, welche das Messorgan des Reglers misst, entspricht dabei der Frequenz der erzeugten Spannung und nicht mehr der momentanen Drehzahl der Welle der Gruppe, deren entsprechende Frequenz im Parallelbetrieb infolge von Rotorschwingungen von jener der erzeugten Spannung verschieden sein kann.

**Vorteil:** Weil sich die Rotorschwingungen nicht auf den Regler übertragen, wird ihre Dämpfung durch die Drehzahlregelung nicht verschlechtert<sup>2)</sup>.

**Nachteile:** Beim Anfahren überträgt sich die Drehzahl auf den Regler erst genau, wenn sie ca. 70 % der Nenndrehzahl erreicht hat, weil Generatoren üblicher Konstruktion erst von dieser Drehzahl an durch ihre eigene Erregermaschine erregt werden. Da der Antrieb oder die Speisung des Reglers von der Generatorenspannung abhängt, muss eine elektrische Schutzvorrichtung in der Speiseleitung des Pendelmotors eingebaut werden, durch welche die Gruppe bei zu stark verminderter oder gar ausfallender Spannung stillgesetzt werden kann, beispielsweise im Falle eines Kurzschlusses. Um die Folgen eines eventuellen Versagens dieser Schutzvorrichtung auszuschalten, ist es empfehlenswert, daneben ein *mechanisches Sicherheits-Pendel* vorzusehen.

Die beiden Speisungsarten des Pendelmotors (durch einen Hilfsgenerator oder durch den Hauptgenerator) können selbstverständlich in der Weise kombiniert werden, dass die eine oder die andere verwendet werden kann.

<sup>2)</sup> Ausgenommen sind Frequenzschwingungen, welche die Folge langer Übertragungsleitungen mit ungenügender Stabilität sind.

## VII. Unempfindlichkeit und dynamische Ungenauigkeit der Regelung

Die Schwankungen des Istwertes der Drehzahl um ihren Idealwert<sup>4)</sup> ergeben sich ihrem Wesen nach aus der Unempfindlichkeit und der Ungenauigkeit der Regelung.

### 1. Unempfindlichkeit der Regelung

Als *Unempfindlichkeit* der Drehzahlregelung bei einem bestimmten Betriebszustand wird die Hälfte des grössten Drehzahlunterschiedes bezeichnet, um den zwei Drehzahlen auseinander liegen können, ohne dass sich das Stellorgan (Regelorgan) bewegt.

Im Bereich der Unempfindlichkeit der Regelung können also Schwankungen des Istwertes der Drehzahl vorkommen, ohne korrigiert zu werden, da sie keine Bewegung des Stellorgans bewirken.

Die Unempfindlichkeit der Regelung kann bei verschiedenen Betriebszuständen, das heisst bei verschiedenen Stellungen des Stellorgans verschieden sein.

Die Unempfindlichkeit der Regelung, von der hier die Rede ist, ist diejenige der ganzen Regeleinrichtung, die beim Drehzahl-Messorgan beginnt, nach dem Stellorgan endet und alle andern Elemente zwischen diesen zwei Organen umfasst. Das Drehzahl-Messorgan kann beispielsweise ein mechanisches Fliehkraftpendel oder ein elektrisches Frequenzmeter sein; das Stellorgan kann beispielsweise ein Francisturbinen-Leitapparat sein. Die zwischen diesen beiden Organen gelegenen Elemente umfassen namentlich die Korrektur- und Verstärkerorgane, besonders den Servomotor, der das Stellorgan betätigt.

Die Kontrolle der Unempfindlichkeit kann durch Messen der Drehzahlabweichungen und der Stellungen des Stellorgans (Leitapparat) durchgeführt werden. Oft ist es praktisch nicht möglich, auf dem Tachographenstreifen neben den Drehzahlabweichungen gleichzeitig die Stellungen des Stellorgans zu registrieren. Wenn in einem solchen Fall nicht die Stellungen des Stellorgans registriert werden, sondern der Servomotorhub (Stellmotorhub), muss geprüft werden, ob der Servomotorhub wirklich ein genügend geraues Bild der Stellorgan-Stellungen gibt. Weist das Verbindungsstäbe zwischen Servomotor und Stellorgan Spiel auf, so wäre dies tatsächlich nicht der Fall; dies ist besonders bei Versuchen an abgenutzten Turbinen zu berücksichtigen.

Um die Unempfindlichkeit der Regelung bei der Belastung  $P_1$  (von Leerlauf bis Vollast) zu prüfen, müssen mit einem Registrierapparat die Drehzahlabweichungen und gleichzeitig die Stellungen des Stellorgans (oder des Servomotors) aufgezeichnet werden. Die Drehzahl der Maschinengruppe muss soweit erhöht und dann soweit gesenkt werden, bis die zwei Grenzdrehzahlen festgestellt werden können, die eine Bewegung des Stellorgans bewirken.

In der Praxis wird der leichteren Ausführung wegen im allgemeinen eines der folgenden Versuchsverfahren vorgenommen.

#### a) Erstes Verfahren

Die Maschinengruppe wird auf ein Netz geschaltet und die Statik des Regulators für diesen Versuch auf mindestens 2 % eingestellt.

Die Drehzahl-Einstellvorrichtung des Regulators muss in eine bestimmte Stellung, die während des Versuchs nicht verändert werden darf, gebracht werden. Dieser Stellung entsprechen für die Nennfrequenz  $f_n$  eine Last  $P_1$  und ein Hub  $x_1$  des Stellorgans, welcher nicht genau bekannt zu sein braucht. Dann wird der Hub  $x \neq x_1$  des Stellorgans in Funktion der Netzfrequenz  $f \neq f_n$ , die grösser oder kleiner als die Nennfrequenz sein kann, aufgenommen, jedoch erst, nachdem sich der Hub des Stellorgans während 10 s nicht mehr verändert hat, anschliessend an eine genügend lange

<sup>4)</sup> Der Sollwert der Drehzahl ist jener Wert, den der Regulator unter Berücksichtigung einer eventuell verlangten Statik einregeln soll. In diesem Fall ist der Sollwert eine Funktion der Stellung des Stellorgans. Wird keine bleibende Statik verlangt, so stimmt der Sollwert mit der am Regler eingestellten Drehzahl überein.

Der Idealwert der Drehzahl ist jener Wert, auf den eine unendlich empfindliche Regeleinrichtung unter bestimmten, als bleibend angenommenen Verhältnissen einregeln würde, dies unter Berücksichtigung einer eventuell vorhandenen bleibenden Statik, die verlangt oder nicht verlangt sein kann. Wird eine bleibende Statik verlangt, so soll der Idealwert gleich dem Sollwert sein.

Zeit, während der die neue Frequenz unverändert geblieben ist<sup>5)</sup>.

Die gemessenen Werte werden in ein Diagramm (Fig. 5) eingetragen mit dem Hub  $x$  des Stellorgans als Abszisse und der Frequenz  $f$  als Ordinate.

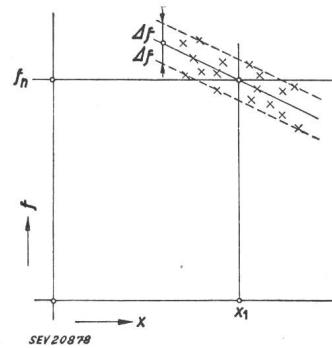


Fig. 5  
Bestimmung der Unempfindlichkeit der Regelung bei Belastung  
Frequenz  $f$  in Funktion des Hubes  $x$  des Stellorgans  
 $f_n$  Nennfrequenz  
 $\Delta f$  Maximale Frequenzabweichung  
 $x_1$  Hub des Stellorgans beim betrachteten Betriebszustand

Als Unempfindlichkeit der Regelung im Bereich der Belastung  $P_1$  kann die auf die Nennfrequenz  $f_n$  bezogene vertikale, halbe Breite des Bandes betrachtet werden, innerhalb der die gemessenen Punkte liegen. Diese Unempfindlichkeit  $\Delta f$  der Regelung soll für den Wert der Unempfindlichkeit zwischen Null und Maximalleistung kleiner sein als der garantierte Wert s.

Die Neigung des in Frage stehenden Bandes ist proportional zur lokalen Statik<sup>6)</sup> bei der Belastung  $P_1$ , das heisst beim Hub  $x_1$ . Der reziproke Proportionalitätsfaktor ist die Neigung der Kurve der Turbinenleistung in Funktion des Hubes des Stellorgans bei der Belastung  $P_1$ .

Da die Unempfindlichkeit je nach der Belastung verschieden sein kann, werden mehrere Versuche mit verschiedenen Stellungen der Drehzahl-Einstellvorrichtung vorgenommen.

#### b) Zweites Verfahren

Verfügt man nicht über ein Netz, dessen Frequenz über gewisse Zeiten genügend konstant ist und in dem doch genügend grosse Frequenzunterschiede zwischen verschiedenen Zeitpunkten vorkommen, so kann der Versuch eventuell mit Belastung auf einen Wasserwiderstand durchgeführt werden, wobei die Versuchsgruppe und eine zweite Gruppe von ungefähr gleicher Leistung parallel geschaltet werden müssen und

a) der Drehzahleinstellwert der Versuchsgruppe während des Versuches nicht verändert werden darf;

b) der Regulator der zweiten Gruppe durch die Hand-Regelvorrichtung (Öffnungsbegrenzung) blockiert werden muss, damit sie an der Regelung nicht teilnimmt. Die Öffnung ihres Stellorgans ist im Laufe des Versuches zu verändern, um die Frequenz der beiden Maschinengruppen zu ändern.

Ein Wasserwiderstand darf zur Kontrolle der Unempfindlichkeit der Regelung unter Last erst verwendet werden, nachdem der Nachweis erbracht ist, dass er eine genügende Stabilität der aufgenommenen Leistung aufweist. Zu diesem Zweck wird eine der beiden Gruppen mit dem Widerstand belastet, aber mit konstanter Öffnung ihres Stellorgans, wobei die Drehzahl- (oder Frequenz-) Abweichungen kleiner als 0,1 % sein müssen und keinesfalls einen schwingungsförmigen Charakter mit einer Frequenz grösser als 0,02 Hz aufweisen dürfen.

## 2. Dynamische Ungenauigkeit der Regelung<sup>7)</sup>

Überschreitet die Amplitude der Schwankungen des Istwertes der Drehzahl die Grenzen des Unempfindlichkeitsbereiches der Regelung, so werden Bewegungen des Stellorgans ausgelöst, die den Drehzahlenschwankungen entgegenwirken. Immerhin ist die Korrektur wegen der begrenzten Reaktionsgeschwindigkeit des Regulators nicht vollständig.

Diese Schwankungen des Istwertes der Drehzahl haben ihre Ursache in zeitlichen Veränderungen des Turbinen-Dreh-

<sup>5)</sup> Diese Vorsichtsmassnahme ist nötig, damit die Messungen wirklich im Beharrungszustand und nicht während eines Regelvorganges vorgenommen werden.

<sup>6)</sup> siehe Kapitel IV, Statik.

<sup>7)</sup> Die dynamische Ungenauigkeit der Regelung ist nicht dasselbe wie die statische Ungenauigkeit. Die statische Ungenauigkeit ist die Differenz zwischen dem zeitlichen Mittelwert der Drehzahl (während ungefähr 10 Minuten) und ihrem Sollwert. Sie kann die Folge einer ungenauen Eichung oder falschen Einstellung der Drehzahl-Einstellvorrichtung sein oder vom Einfluss der Temperatur herrühren.

moments (bei konstanter Öffnung des Leitapparates) und des Generator-Drehmoments, welche die Schwungmassen der Gruppe oder der Gruppen beeinflussen.

Die dynamische Ungenauigkeit der Regelung ist definiert durch den quadratischen Mittelwert der Drehzahlabweichungen, die vom zeitlichen Mittelwert der Drehzahl aus gemessen und auf diesen Mittelwert bezogen werden. Die Ungenauigkeit der Regelung ist über einen Zeitraum von mehreren Minuten zu messen; die Dauer ist genau anzugeben. Während dieser Zeit müssen die Änderungen der Last (zu- und abnehmende Last) und damit jene des Generator-Drehmoments klein<sup>8)</sup> sein, so dass der Einfluss der Statik vernachlässigt und der zeitliche Mittelwert der Drehzahl gleich dem Idealwert<sup>9)</sup> angenommen werden kann.

#### a) Ungenauigkeit der Regelung im Leerlauf

Bei dieser Betriebsart röhrt das Generator-Drehmoment im wesentlichen von der Reibung und der Ventilation her und kann deshalb als konstant angenommen werden. Die Drehzahlschwankungen können daher nur von Veränderungen des Turbinen-Drehmomentes herrühren, die durch Unregelmäßigkeiten der Strömung im Laufrad verursacht werden. Die Größe der Drehzahlschwankungen hängt von der Größe der Schwungmassen der Gruppe ab.

Bei Peltonturbinen, bei Francisturbinen kleiner oder mittlerer spezifischer Drehzahl und selbst bei Kaplan-turbinen sind die oben erwähnten Unregelmäßigkeiten der Strömung klein. Infolgedessen ist der quadratische Mittelwert der Drehzahlschwankungen bei konstant gehaltener Öffnung des Leitapparates im allgemeinen von der Größenordnung 0,07 % (größte Amplitude  $\pm 0,1\%$ ). Wird der Regulator in Betrieb genommen, zum Beispiel um die Gruppe parallel zu schalten, so beträgt die Ungenauigkeit der Regelung unter diesen Umständen 0,15 bis 0,2 %. Sie unterscheidet sich damit sehr wenig von der Unempfindlichkeit, so dass es praktisch nicht möglich ist, die beiden Werte durch gewöhnliche Messmethoden voneinander zu unterscheiden.

Bei Propellerturbinen kann die Begrenzung des quadratischen Mittelwertes der Drehzahlschwankungen auf 0,07 % bei blockiertem Leitapparat und mit dem Schwungsmoment, das in dieser Hinsicht für eine Kaplan-turbine genügen würde, nicht aufrecht erhalten werden. Die Ungenauigkeit ist in diesem Fall bedeutend größer als die Unempfindlichkeit. Kann diese weniger befriedigende Ungenauigkeit der Regelung nicht angenommen werden, so muss ein größeres Schwungmoment  $GD^2$  der Maschinengruppe in Kauf genommen werden.

#### b) Ungenauigkeit der Regelung unter Last

Bei Belastung ist die Strömung im Laufrad regelmässiger als im Leerlauf, weshalb die Schwankungen des Turbinen-Drehmoments kleiner sind. Die Drehzahlschwankungen sind hier im wesentlichen hervorgerufen durch die Veränderungen des Generator-Drehmoments, das von der Belastung des Netzes abhängt, die sich mit der Zeit verändert. Die Ungenauigkeit der Regelung ist alsdann abhängig von der Form und der Größe der Belastungsänderungen des Netzes und ist kein Kriterium für die Qualität der Regeleinrichtung.

Um die Qualität der Regelung beurteilen zu können, muss das Verhältnis zwischen den quadratischen Mittelwerten der gleichzeitigen Schwankungen der Drehzahl und der Belastung, bezogen auf den Mittelwert der Drehzahl und der Belastung, in Betracht gezogen werden. Dies ist die relative Ungenauigkeit der Regelung. Sie gestattet, das Resultat der Regelung zu beurteilen, das nicht nur von der Qualität der Regeleinrichtung, sondern auch von der geregelten Anlage, besonders von der Größe des Schwungmoments  $GD^2$  der Turbine-Generator-Gruppen und der Arbeitsmaschinen, die das Netz enthält, abhängt.

Soll die Ungenauigkeit der Regelung bei konstantem Generator-Drehmoment geprüft werden, so ist vorerst nachzuweisen, dass eine für diese Prüfung genügend gleichmässige Belastung erreicht werden kann. Die in Kraftwerken vorhandenen Wasserwiderstände entsprechen nicht immer den Anforderungen, die für diese Prüfung zu stellen sind<sup>10)</sup>.

<sup>8)</sup> Der Fall grosser Laständerungen wird im Kapitel V behandelt.

<sup>9)</sup> Die auf diese Weise definierte Ungenauigkeit der Regelung entspricht dem zeitlichen quadratischen Mittelwert der wirksamen Regelabweichung (Differenz zwischen Istwert und Idealwert), siehe Publ. 0208.1960 des SEV, Leitsätze «Nomenklatur der Regelungstechnik», Ziffern 116 und 343.5.

<sup>10)</sup> Über die Eigenschaften und die Einstellung des Spannungsreglers bei Belastung auf Wasserwiderstand siehe Kapitel VI, Stabilität der Regelung.

## VIII. Parallelbetrieb

### 1. Allgemeines

Die elektrische Energie wird zum grössten Teil in Synchron- und seltener in Asynchrongeneratoren erzeugt. Beide Maschinentypen weisen ein grundsätzlich verschiedenes elektromechanisches Verhalten auf.

Ein eigentlicher *Asynchrongenerator* (ohne Fremderregung des Rotors oder des Stators) kann auf die Dauer nur Leistung abgeben, wenn er auf ein Netz arbeitet, dessen Spannung und Frequenz durch andere Maschinen gehalten werden. Er kann deshalb nur mit Synchronmaschinen parallel arbeiten.

Die von einem Asynchrongenerator gelieferte Energie wird an ein Netz mit der Frequenz dieses Netzes abgegeben, wobei dieses als genügend gross vorausgesetzt ist.

Im Gegensatz zum Asynchrongenerator kann ein *Synchrongenerator* Leistung sowohl im Einzelbetrieb wie auch im Parallelbetrieb mit andern Maschinen abgeben.

Im Einzelbetrieb ist die von einem Synchrongenerator abgebene Leistung in jedem Moment durch den elektrischen Verbrauch gegeben. Damit die Frequenz aufrecht erhalten werden kann, muss die Drehzahl der Gruppe durch das Stellorgan ihrer Turbine geregelt werden.

Beim Parallelbetrieb auf ein grosses Netz wird die vom Synchrongenerator gelieferte Energie wie bei einem Asynchrongenerator mit der vom Netz aufgedrückten Frequenz abgegeben, wenn dieses genügend gross ist.

Fig. 6

Mechanisches Analogon eines Schwingungssystems, bestehend aus einem Synchrongenerator und einem grossen Netz

$$T = \text{Schwingungsdauer} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{c}}$$

c Federkonstante

m Masse

Immerhin nimmt eine drehzahlgeregelte Gruppe, welche einen Asynchron- oder einen Synchrongenerator enthalten kann, und welche parallel mit andern Gruppen auf ein grosses Netz arbeitet, an den Änderungen der gesamten produzierten Leistung, welche durch den Verbrauch bestimmt wird, teil, und infolgedessen auch an der Aufrechterhaltung der gemeinsamen Frequenz.

Zwischen den zwei Maschinenarten besteht indessen ein tiefgreifender Unterschied. Während das Gegendrehmoment eines Asynchrongenerators bei konstanten Werten der elektrischen Größen eine Funktion des Schlupfes ist [ $M = f(s)$ ], ist dasjenige eines Synchrongenerators eine Funktion des Winkels  $\psi$ , welcher von der Polachse und der Drehfeldachse des Ankers eingeschlossen wird.

Fig. 7

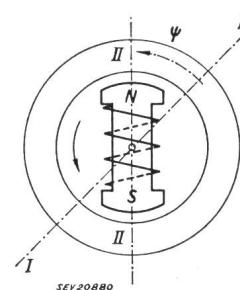
Prinzipschema des schwingungsfähigen Systems, bestehend aus einem Synchrongenerator und einem grossen Netz

$$M = f(\psi)$$

I — I Drehfeldachse des Ankers

II — II Polachse

$\psi$  Winkel zwischen diesen zwei Achsen



Der auf ein grosses Netz geschaltete Synchrongenerator stellt also, im Gegensatz zu einem Asynchrongenerator, ein schwingungsfähiges System dar mit dem Rotor als Masse und dem winkelabhängigen elektrischen Drehmoment als Feder (Fig. 6 und 7). Da die gelieferte Leistung in jedem Augenblick vom genannten Winkel  $\psi$  abhängt, kann diese Leistung (wie auch die Drehzahl der Gruppe) bei konstanter Öffnung der Turbine schwingen.

Durch die Schwingungen entstehen in den Dämpfungsvorrichtungen des Rotors eines Synchrongenerators Verluste, die das Abklingen der Schwingungen bewirken.

Die Schwingungsdauer  $T_0$  lässt sich approximativ wie folgt bestimmen:

$$T_0 = \frac{1}{f_0} = \sqrt{2\pi} \sqrt{\frac{T_a}{f}} \sqrt{\frac{P_n \cdot X_q + X_e}{S_n \cdot 100}}$$

wobei:

$f_0$  Schwingungsfrequenz

$f$  Netzfrequenz

$T_a$  Anlaufzeit der Schwungmassen der Gruppe, d.h. die Zeit, in welcher diese Schwungmassen unter dem Einfluss des Nenndrehmomentes vom Stillstand auf die Nenndrehzahl beschleunigt werden<sup>12)</sup>

$S_n$  Nennscheinleistung des Generators

$P_n$  Nennwirkleistung der Gruppe

$X_q$  Synchrone Reaktanz der Querachse des Generators in %

$X_e$  Äussere Reaktanz zwischen Generatorklemmen und starrem Netz, in % auf  $S_n$  bezogen.  $X_e$  ist zur Hauptsache die Kurzschlussreaktanz des Transformators. Ist die Kurzschlussleistung  $P_c$  des Netzes an den Generatorklemmen bekannt, so ist

$$X_e = 100 \frac{S_n}{P_c}$$

Dieser Ausdruck für  $T_0$  hat zur Voraussetzung, dass das Netz unendlich gross ist, d.h. dass seine Frequenz absolut konstant bleibt, welches auch die Schwingungen der vom Generator produzierten Leistung sind. Wird  $f = 50$  Hz gesetzt, so wird:

$$T_0 = 0,355 \sqrt{T_a} \sqrt{\frac{P_n \cdot X_q + X_e}{S_n \cdot 100}}$$

Die Anlaufzeit der Schwungmassen rechnet sich aus:

$$T_a = \frac{GD^2 \cdot n^2}{365 P_n}$$

$n$  Drehzahl in U./min

$GD^2$  Schwungmoment in  $\text{tm}^2$

$P_n$  Turbinenleistung in kW

Damit wird die Schwingungsdauer:

$$T_0 = 0,0185 \sqrt{\frac{GD^2 \cdot n^2}{S_n} \cdot \frac{X_q + X_e}{100}}$$

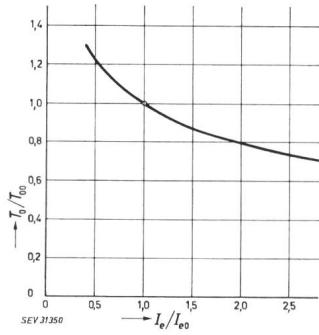


Fig. 8

Angenäherter Zusammenhang zwischen Schwingungsdauer und Erregerstrom des Generators

$T_0$  Schwingungsdauer bei beliebigem Belastungszustand mit Erregerstrom  $I_e$

$T_{00}$  Schwingungsdauer im Leerlauf

$I_{e0}$  Erregerstrom im Leerlauf bei Nennspannung

<sup>11)</sup> Diese Formeln für die Periodendauer  $T_0$  der Polrad-Schwingungen gelten nur, wenn der Ohmsche Widerstand der Statorwicklung des Generators sowie jener der Verbindungs-elemente mit dem Netz gegenüber den entsprechenden Reaktanzen vernachlässigbar sind.  $T_0$  hat im allgemeinen die Grössenordnung 1 s.

<sup>12)</sup> In der amerikanischen Literatur wird an Stelle dieser Anlaufzeit  $T_a$  oft die «inertia constant»  $H$  verwendet, welche der Quotient der den Schwungmassen bei der Nenndrehzahl innewohnenden kinetischen Energie und der Scheinleistung des Generators in  $\frac{\text{kW}}{\text{kVA}}$  ist. Zwischen der Anlaufzeit  $T_a$  und der «inertia constant»  $H$  besteht die Beziehung

$$T_a = \frac{2 H \eta_g}{\cos \varphi}$$

worin  $\eta_g$  den Wirkungsgrad des Generators und  $\cos \varphi$  den Leistungsfaktor bedeuten.

Die für  $T_0$  angegebenen Formeln gelten nur für eine stromlose Maschine mit schwacher Dämpfung (Polgitter oder massive Pole). Bei starker Dämpfung (vollständige Dämpferwicklung mit grossem Kupferquerschnitt) kann die Schwingungsdauer bis zu 15 % kleiner sein. Bei Betriebszuständen, die eine gegenüber dem Leerlauf erhöhte Erregung bedingen, nimmt die Schwingungsdauer ebenfalls etwas ab. Die Abnahme ist praktisch nur vom Erregerstrom abhängig und kann aus Fig. 8 entnommen werden.

## 2. Schwingungen unter dem Einfluss der Drehzahlregelung

Die Dauer  $T$  dieser Schwingungen liegt sehr nahe der oben erwähnten Eigenschwingungsdauer  $T_0$ , welche praktisch von der Grössenordnung einer Sekunde ist, was eine Frequenz von der Grössenordnung 1 Hz<sup>13)</sup> ergibt. Es ist deshalb leicht, sie von Schwingungen zu unterscheiden, die von einem Ungenügen der in Kapitel VI behandelten Stabilität herrühren. Solche Schwingungen treten im allgemeinen im Einzelbetrieb auf und haben eine viel kleinere Frequenz, nämlich 0,05 bis 0,1 Hz. Für ihr Abklingen sind die Dämpfungsvorrichtungen des Generators ohne Einfluss.

Die Rotschwingungen eines auf ein grosses Netz arbeitenden Synchrongenerators, deren Frequenz relativ hoch ist, können infolge elektrischer, hydraulischer oder mechanischer Ursachen ungenügend abklingen, bestehen bleiben oder sogar zunehmen. Die hydraulischen und mechanischen Ursachen können im allgemeinen nur auftreten, wenn der Regler von der Welle der Gruppe aus angetrieben wird (Kapitel II). Diese drei Arten von Ursachen wirken dann zusammen.

### a) Elektrische Ursachen

Sie bestehen in einer ungenügenden Dämpfung des Generators, welche sich im Zusammenhang mit den Eigenschaften der elektrischen Verbindungselemente mit dem Netz, wie Transformator, Kupplungsleitung, störend auswirken kann. Die Frequenz und die Dämpfung solcher Schwingungen ändern mehr oder weniger mit der Stärke der Erregung.

Bei der Bestimmung der Wirksamkeit der Dämpfung bzw. des Dämpfungs-Koeffizienten eines Generators durch Versuche empfiehlt es sich, folgende Bedingungen einzuhalten:

1. Der zu prüfende Generator ist auf ein Netz von solcher Leistung zu schalten, dass das Produkt aus resultierender Anlauf-Zeitkonstante  $T_{at}$  und totaler Leistung  $P_{nt}$  der in diesem Netz wirksamen Generatoren mindestens das 5fache des Produktes der zu prüfenden Maschine ausmacht, d.h.

$$T_{at} P_{nt} \geq 5 (T_a P_n)$$

2. Die Messungen sind im Leerlauf der Gruppe durchzuführen, wobei darauf zu achten ist, dass das von der Turbine entwickelte Drehmoment konstant bleibt, was durch Blockieren der Turbinen-Öffnung erreicht wird (Drehzahlregler ausgeschaltet).

3. Die Erregung wird von Hand so eingestellt (Spannungsregler ausgeschaltet), dass die Klemmenspannung des Generators gleich der anstehenden Netzspannung ist.

4. Die beim Versuch vom Stator des Generators zufolge der Rotschwingung aufgenommene oder abgegebene elektrische Leistung wird mittels eines Registrer-Wattmeters aufgenommen, dessen Eigenfrequenz mindestens 4 Hz beträgt. Die Rotschwingungen werden durch eine absichtlich ungenaue Parallelschaltung angeregt, und zwar so, dass die Maschine bei möglichst genauer Phasen-Koinzidenz, aber mit einer gewissen Frequenz-Differenz (ca. 0,3 %, d.h. ungefähr 1 Umdrehung des Synchronoskopzeigers in 6 s) zugeschaltet wird, um einen Leistungsstoss von ca. 30 % der Turbinenleistung  $P_n$  zu erzielen.

5. Vom registrierten Leistungs-Diagramm sind nur jene Schwingungen auszuwerten, welche eine einwandfreie, sinusförmige, gedämpfte Leistungsschwingung darstellen. Die erste Halbwelle der Leistungsschwingung wird nicht berücksichtigt, weil diese zufolge eines eventuell vorhandenen Phasenfehlers beim Zuschalten unrichtige Resultate liefern würde. Daraus wird aus zwei aufeinanderfolgenden Amplituden gleicher Polarität das Verhältnis  $\varepsilon < 1$  ermittelt (Fig. 9).

6. Im Bereich kleiner Schlupfwerte ist das von den Dämpferorganen des Rotors entwickelte asynchrone Drehmoment proportional der Grösse des Schlupfes. Die Wirksamkeit der Dämpferanordnung des Generators wird durch die Konstante

<sup>13)</sup> Nur wenn der Generator durch eine sehr lange Leitung mit dem Netz verbunden ist, wird die Schwingungsfrequenz in der Nähe der Grenze der elektrischen Stabilität viel kleiner.

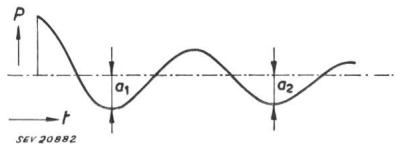


Fig. 9

**Definition des Verhältnisses  $\varepsilon$  zwischen zwei aufeinanderfolgenden gleichsinnigen Amplituden**

$$\varepsilon = \frac{a_2}{a_1}$$

$C_a$  charakterisiert, welche folgendermassen definiert ist:  $C_a$  ist das asynchrone Drehmoment, das bei einem Schlupf von 1 % entsteht und in Prozenten des Normaldrehmomentes, berechnet aus Nennleistung und Nenndrehzahl, ausgedrückt wird.

Zwischen dem Koeffizienten  $C_a$ , dem Verhältnis  $\varepsilon$ , der Anlaufzeitkonstante  $T_a$  und der Eigenfrequenz  $T_0$  der Schwingung besteht folgende Beziehung:

$$C_a = -2 \frac{T_a}{T_0} \ln \varepsilon$$

Fig. 10 enthält für ein  $C_a = 5\%$  die auf Grund der obigen Beziehung resultierenden Werte für  $\varepsilon$  in Abhängigkeit von der Eigenfrequenz  $T_0$  der Schwingung für die drei Werte der Anlaufzeitkonstanten  $T_a = 4, 6$  und  $8\text{ s}$ .

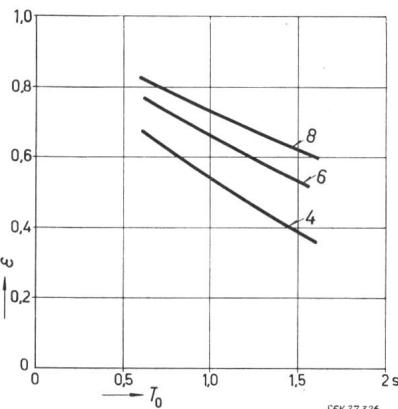


Fig. 10

**Abklingverhältnis  $\varepsilon$  in Funktion der Schwingungsdauer  $T_0$**

für  $C_a = 5\%$

- 8 Anlaufzeitkonstante  $T_a = 8\text{ s}$
- 6 Anlaufzeitkonstante  $T_a = 6\text{ s}$
- 4 Anlaufzeitkonstante  $T_a = 4\text{ s}$

Der für eine genügende Dämpfung der Reglerschwingungen bei automatischer Drehzahlregelung zulässige Minimalwert von  $C_a$  hängt von der Charakteristik der Turbine und des Zuleitungssystems ab [siehe Ziff. 2b, Hydraulische Ursachen].

Je nachdem ob diese Charakteristiken für die Regelung günstig sind oder nicht, kann der kritische Wert von  $C_a$  kleiner als 5 % sein, oder aber den Betrag von 15 % erreichen.

Die ungünstigsten Fälle sind die folgenden:

**Kleine Gefälle:** Turbinen, die im Leerlauf verglichen mit Vollast einen relativ grossen Wasserkonsum haben.

**Mittlere und hohe Gefälle:** Druckleitungen mit einer Eigenfrequenz, die in der Nähe der Eigenfrequenz des am Netz angeschlossenen Generators liegt.

Vollständige Dämpferwicklungen (Dämpferkäfig), welche einen Wert von  $C_a$  von ungefähr 25 % sichern, bereiten bis zu Drehzahlen von etwa 250 U./min keine konstruktiven Schwierigkeiten, wenigstens dann nicht, wenn es sich um Maschinen bedeutender Leistung handelt (von 10 MW an).

Bei Maschinen mittlerer Leistung und um so mehr bei solchen kleiner Leistung liegt diese Grenze bedeutend über 250 U./min.

### b) Hydraulische Ursachen

Als hydraulische Ursache kommt besonders der Druckstoss in Frage.

Prägt der Drehzahlregulator, beeinflusst durch die Drehschwingungen des Generators, dem Stellorgan Öffnungs- schwingungen relativ hoher Frequenz auf, so ergibt sich für die Abweichung des von der Turbine erzeugten Drehmomentes im Vergleich zur selben Abweichung, die ohne Druckstoss vorhanden ist (in diesem Falle ist die Drehmomentabweichung in Phase mit der Öffnungsabweichung, sofern man den Einfluss der Drehzahl vernachlässigt):

1. ein Nacheilen, welches sich dem Wert  $180^\circ$  nähern oder ihn sogar erreichen kann,

2. eine Vergrösserung der Amplitude, die sich dem doppelten Wert nähern oder ihn sogar erreichen kann.

Diese Umstände erschweren das Abklingen der Schwingungen und machen es bisweilen sogar unmöglich (bei im Betrieb stehendem Regulator). Sie können deshalb je nach der Neigung der Anlage zu Druckstößen eine Änderung des Reglerantriebes (Kapitel II) oder eine Verstärkung der Rotor- dämpfung bedingen.

### c) Mechanische Ursachen

Sie beruhen auf der Verspätung in der Wirkung der Geleirichtung und im besonderen auf der im Bereich hoher Frequenzen, wie sie hier vorkommen, auftretenden Phasenverschiebung zwischen den an der Welle der Gruppe tatsächlich auftretenden Drehzahländerungen und jenen, die aus der Messung durch den mechanischen Regler resultieren und in der Folge in Form von Regelbefehlen dem Regulator übermittelt werden. Die Phasennacheilung hat überdies zur Folge, dass kleinere Drehzahlschwankungen der Gruppe gemessen werden, als tatsächlich vorhanden sind.

Im Fall eines mechanischen Reglers entsteht die Verspätung hauptsächlich im Übertragungssystem zwischen der Welle der Gruppe und dem Regler (Kapitel II).

Diese Verspätung äussert sich in einer Phasennacheilung des Turbinendrehmomentes, zu welcher die vom Druckstoss hervorrührende hinzukommt [siehe b)]. Je nach dem Ausmass der Reduktion der Drehzahlamplituden kann diese Phasennacheilung das Abklingen der in Frage stehenden Drehzahl- schwankungen verzögern oder beschleunigen.

## Regeln für die Prüfung von Isolierteilen an elektrischem Material für Betriebsspannungen bis 1000 V

Für die interessierten Fachkollegien bestimmte Basisregeln

Der Vorstand des SEV veröffentlichte im Bulletin 55(1964)20 vom 3. Oktober 1964 zu Handen der Mitglieder des SEV den von der Expertenkommission für Kriechwege und Luftdistanzen (EK-KL) ausgearbeiteten Entwurf zu Regeln für die Prüfung von Isolierteilen an elektrischem Material für Betriebsspannungen bis 1000 V. Wie das bei derartigen Basisregeln zu erwarten war, wurden auf die Aus-

schreibung hin verschiedene Bemerkungen eingereicht. Der Inhalt dieser Rückäusserungen wurde von der EK-KL in Anwesenheit der Einsprecher geprüft. Dies führte zu materiellen Änderungen der Ziffern 1, 5.6 und 6.3 des Entwurfs, die insbesondere eine bessere Übereinstimmung mit der Publ. 112 der CEI, Méthode recommandée pour déterminer l'indice de résistance au cheminement des matériaux isolants

solides dans des conditions humides, und den entsprechenden Arbeiten der CEE bringen. Die Änderungen wurden vom CES genehmigt.

Der Vorstand veröffentlicht im folgenden die gegenüber der 1. Ausschreibung geänderten Textstellen. Er lädt die Mitglieder ein, sie zu prüfen und eventuelle Bemerkungen dazu bis spätestens Samstag, den 17. Juli 1965, in

doppelter Ausfertigung dem Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich, zu unterbreiten. Sollten keine Bemerkungen eingehen, so würde der Vorstand annehmen, die Mitglieder seien mit den Änderungen einverstanden. Er würde dann auf Grund der ihm von der 75. Generalversammlung 1959 erteilten Vollmacht die Regeln in der geänderten Fassung in Kraft setzen.

## Entwurf

# Regeln für die Prüfung von Isolierteilen an elektrischem Material für Betriebsspannungen bis 1000 V

## 1

### Einführung

Die vorliegenden Regeln sind eine Zusammenstellung von grundlegenden Bestimmungen, nach denen sich beurteilen lässt, ob Isolierteile an elektrischem Material den an sie gestellten Anforderungen genügen. Sie wurden aufgestellt, um eine Einheitlichkeit in der diesbezüglichen Beurteilung des Materials zu erreichen. Prüfungen an fertigen Isolierteilen haben sich als nötig erwiesen, da reine Werkstoffprüfungen eine eindeutige Beurteilung der Eignung von Isolierteilen nicht erlauben, indem z. B. die Auswirkungen der Formgebung nicht erfasst werden.

Diese Regeln können im allgemeinen nicht allein, sondern nur im Zusammenhang mit anderen Bestimmungen für das betreffende Material angewendet werden. Bei der Aufstellung von Vorschriften, Regeln und Leitsätzen des SEV darf von diesen Regeln nur dann abgewichen werden, wenn zwingende Gründe vorliegen.

#### Bemerkung:

Als zwingender Grund gilt z. B. die Anpassung an internationale Empfehlungen.

## 5.6

### Kriechwegfestigkeit

#### 5.6.1

#### Anforderungen

Isolierteile, deren Kriechwegfestigkeit beansprucht wird, müssen je nach der konstruktiven Gestaltung (Länge und Form der Kriechstrecke) und entsprechend ihrer Einsatzart verschiedenen hohen Anforderungen genügen. Die Isolierteile müssen bei der Tropfenprüfung die in Tabelle II festgelegten Bedingungen erfüllen.

#### Prüfspannung und Mindesttropfenzahl

Tabelle II

Klasse der Kriechwegfestigkeit	50-Hz-Prüfspannung V	Mindesttropfenzahl (siehe Ziff. 5.6.2)
0	500 ± 10	> 50
1	250 ± 5	> 50
2	140 ± 5	> 50
3	keine Prüfung verlangt	

#### Bemerkung:

Der Zusammenhang zwischen der konstruktiven Gestaltung und den Anforderungen ist in der Publ. 3017 des SEV, Regeln für die Bemessung und Beurteilung von Luft- und Kriechstrecken, dargelegt. Diese Publikation teilt die Isolierstoffe in vier Klassen (0, 1, 2 und 3) ein.

## 5.6.2

### Prüfbestimmungen

Die Prüfung wird mit der in Ziff. 6.3 beschriebenen Prüfeinrichtung durchgeführt.

Die Schneiden der Prüfeinrichtung werden sorgfältig auf eine ebene und horizontal liegende Fläche des Isolierteils aufgesetzt, wobei darauf zu achten ist, dass sie auf ihrer ganzen Breite auf dem Prüfling aufliegen. Die Prüfspannung gemäß Tabelle II wird

an die Elektroden angelegt. Zwischen ihre Schneiden werden in Abständen von  $30 \pm 5$  mm aus einer Höhe von 30...40 mm Tropfen von je  $20 \pm 5$  mm<sup>3</sup> einer 0,1%igen wässrigen Ammoniumchloridlösung fallen gelassen. Dieses Auftröpfen wird so lange fortgesetzt, bis entweder das Überstromrelais den Stromkreis unterbricht oder bis die Mindestzahl von 50 Tropfen erreicht ist. Die Tropfenzahl bis und mit dem Ansprechen des Überstromrelais, bzw. die Mindestzahl 50, ist das Ergebnis einer einzelnen Prüfung.

Die Gesamtprüfung gilt als bestanden, wenn die Prüfung an 3 Stellen des Prüflings ausgeführt und die Mindesttropfenzahl 50 in allen 3 Fällen erreicht wird. Im Zweifelsfalle ist die Gesamtprüfung an einem neuen Prüfling zu wiederholen.

### 6.3 Einrichtung für die Bestimmung der Kriechwegfestigkeit

(siehe Ziff. 5.6)

Die Prüfeinrichtung gemäß Fig. 2a besteht aus zwei Platin-elektroden entsprechend Fig. 2b, die am unteren Ende geschliffen sind. Die Elektroden sind in Haltern mit Stromzuführungen derart

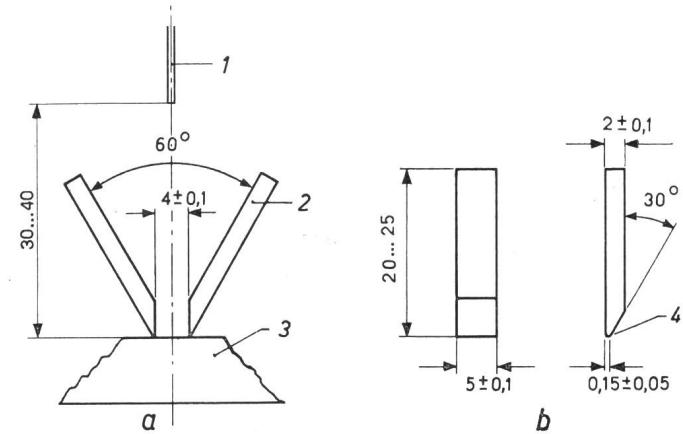


Fig. 2

#### Einrichtung für die Bestimmung der Kriechwegfestigkeit

a) Anordnung der Elektroden; b) Elektroden  
1 Tropfengeber; 2 Elektrode; 3 Prüfling; 4 leicht gerundete Kante  
Masse in mm

befestigt, dass ihre unteren Kanten genau horizontal und parallel und auf der ganzen Breite mit einer Kraft von je 1 N<sup>3</sup>) aufgelegt werden können. Da ihre Kanten durch Abbrand Schaden nehmen, sind sie periodisch nachzuschleifen. Zwischen den Elektroden befindet sich in einer Höhe von 30...40 mm über dem Prüfling die Öffnung des Tropfengebers.

Der Kurzschlussstrom des die Spannung liefernden Transformators ist durch einen mit der Kriechstrecke in Serie geschalteten Widerstand auf  $1 \pm 0.1$  A begrenzt. Ein Relais mit einem Ablösestrom von 0,5 A und einer Verzögerung von 0,5...2 s schaltet die Spannung bei Bildung eines Kriechweges ab. Zweckmässigerweise wird eine Glühlampe angebracht, die anzeigt, wenn die Elektroden unter Spannung stehen.

#### Bemerkung:

Die Prüfeinrichtung stimmt im wesentlichen mit jener der Publ. 112 der CEI, Méthode recommandée pour déterminer l'indice de résistance au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides, überein.

<sup>3)</sup> 1 N (1 Newton) = 0,102 kg

# Regeln für hochstabile Schichtwiderstände für Elektronik und Nachrichtentechnik

Der Vorstand des SEV hat am 23. März 1965 beschlossen, den Mitgliedern des SEV die 1. Auflage (1959) der Publikation 115 mit Nachtrag 1 (1963) der Commission Electrotechnique Internationale (CEI) im Hinblick auf die beabsichtigte Inkraftsetzung in der Schweiz zur Prüfung zu unterbreiten. Diese Publikation, betitelt «Recommandations pour résistances fixes non bobinées Type I, destinées aux appareils électroniques» enthält den französischen und den englischen Wortlaut in Gegenüberstellung. An der Ausarbeitung waren die im Schweizerischen Elektrotechnischen Komitee (CES) vertretenen Fachleute massgebend beteiligt, insbesondere die Mitglieder des FK 40, Kondensatoren und Widerstände für Elektronik und Nachrichtentechnik.

Der Vorstand und das CES vertreten die Ansicht, es sollte auf die Ausarbeitung besonderer schweizerischer Regeln verzichtet werden, um sowohl zur internationalen Vereinheitlichung der Regeln beizutragen, als auch die finanziellen Aufwendungen, die bei der Herausgabe besonderer schweizerischer Regeln nötig wären, zu ersparen.

Immerhin hat es sich als nötig erwiesen, «Zusatzbestimmungen» auszuarbeiten, die als SEV-Publikation erscheinen und die Publikation 115 mit Nachtrag 1 im Vorschriftenwerk vertreten und als Beilage zu ihr als «in der Schweiz in Kraft

## Entwurf

### Regeln für hochstabile Schichtwiderstände für Elektronik und Nachrichtentechnik<sup>1)</sup> Zusatzbestimmungen zur 1. Auflage (1959) der Publikation 115 mit Nachtrag 1 (1963) der CEI, Recommandations pour résistances fixes non bobinées Type I, destinées aux appareils électroniques

Die Publikation 115, 1. Auflage (1959), der CEI mit Nachtrag 1 (1963), Recommandations pour résistances fixes non bobinées

<sup>1)</sup> Der Titel weicht in zwei Punkten vom Titel der französischen und der englischen Fassung der CEI-Publikation ab. An Stelle von «Type I» wurde «hochstabile» gesetzt, da Ziff. 1.3.1 der Publ. 115 als Widerstand des Typs I einen solchen definiert, der sich zur Anwendung in Stromkreisen eignet, für welche hohe Widerstandsstabilität wesentlich ist. Ferner wurde die Schwierigkeit der Übersetzung von «résistances non bobinées / non wirewound resistors» durch die Wahl der Bezeichnung «Schichtwiderstand» umgangen. Die Berechtigung dafür wurde in der Tatsache gesehen, dass es keine anderen hochstabilen «nicht drahtgewickelten» Widerstände gibt als Schichtwiderstände. Massewiderstände z. B. sind bis heute nicht hochstabil.

#### Herausgeber

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich.  
Telephon (051) 34 12 12.

#### Redaktion:

Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich.  
Telephon (051) 34 12 12.

«Seiten des VSE»: Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, 8001 Zürich.  
Telephon (051) 27 51 91.

#### Redaktoren:

Chefredaktor: **H. Marti**, Ingenieur, Sekretär des SEV.  
Redaktor: **E. Schiessl**, Ingenieur des Sekretariates.

stehend» legitimieren. Der Entwurf zu diesen «Zusatzbestimmungen» ist im folgenden wiedergegeben.

Da der wirtschaftliche Vorteil der Übernahme einer CEI-Publikation nicht mehr gegeben wäre, wenn ihr Text gesetzt und im Bulletin veröffentlicht würde, verzichtet der Vorstand auf einen Abdruck. Mitglieder des SEV, welche die Publikation 115 und den Nachtrag 1 noch nicht kennen, sich für die Materie jedoch interessieren, werden deshalb eingeladen, sie bei der Verwaltungsstelle des SEV, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich, zum Preise von Fr. 10.—, bzw. Fr. 1.90 zu beziehen.

Der Vorstand lädt die Mitglieder ein, den folgenden Entwurf der Zusatzbestimmungen und die dazu gehörige CEI-Publikation mit Nachtrag zu prüfen und eventuelle Bemerkungen dazu bis spätestens *Samstag, den 17. Juli 1965, schriftlich in doppelter Ausfertigung* dem Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich, einzureichen. Sollten bis zu diesem Termin keine Bemerkungen eingehen, so würde der Vorstand annehmen, die Mitglieder seien mit dem Entwurf der «Zusatzbestimmungen» und dem Text der Publikation 115 der CEI und des Nachtrags 1 einverstanden. Er würde in diesem Fall auf Grund der ihm von der 78. Generalversammlung 1962 erteilten Vollmacht über die Inkraftsetzung beschliessen.

binées Type I, destinées aux appareils électroniques, gilt in der Schweiz mit den folgenden Abweichungen:

#### Zu Ziff. 1.1 — Geltungsbereich

Gemäss dem Geltungsbereich der Publ. 115 der CEI sind die vorliegenden Regeln in Verbindung mit den CEI-Publikationen 62, 63 und 68 anzuwenden<sup>2)</sup>.

In Abweichung hieron sind an Stelle der Publikationen 62 und 63 der CEI folgende Publikationen des SEV massgebend:

Publ. 3041.1964, Regeln für Wahl und Angabe von Nennwerten und Toleranzen von Bauelementen der Elektronik und Nachrichtentechnik (erweiterte schweizerische Fassung der Publ. 63 der CEI),  
Publ. 3046.1964, Regeln für Farbkennzeichnung fester Widerstände (schweizerische Fassung der Publ. 62 der CEI).

Ferner wird für die Publikation 68 deren 2. Auflage als verbindlich erklärt:

Publ. 68 der CEI, Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique recommandés pour les pièces détachées pour matériel électronique, bestehend aus:

Publ. 68-1 (1960), 1<sup>re</sup> partie, Généralités, avec les Modifications N° 1 (1963) et N° 2 (1964), und

Publ. 68-2 (1960), 2<sup>e</sup> partie, Essais.

<sup>2)</sup> Publ. 62, Code des couleurs pour résistances fixes,  
Publ. 63, Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs.

#### Inseratenannahme:

Administration des Bulletins SEV, Postfach 229, 8021 Zürich.  
Telephon (051) 23 77 44.

#### Erscheinungsweise:

14täglich in einer deutschen und in einer französischen Ausgabe.  
Am Anfang des Jahres wird ein Jahresheft herausgegeben.

#### Bezugsbedingungen:

Für jedes Mitglied des SEV 1 Ex. gratis. Abonnements im Inland: pro Jahr Fr. 73.—, im Ausland pro Jahr Fr. 85.—. Einzelnummern im Inland: Fr. 5.—, im Ausland: Fr. 6.—.

#### Nachdruck:

Nur mit Zustimmung der Redaktion.

**Nicht verlangte Manuskripte werden nicht zurückgesandt.**