Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 56 (1965)

Heft: 5

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: 08.07.2025

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

röster, Wärmeplatten, Kleidertrockner und dgl. Mit Rücksicht auf die Verschiedenheit der im Geltungsbereich dieses Kapitels zusammengefassten Apparate folgte man einer Empfehlung, dieses Kapitel in 3 Abschnitte wie folgt zu unterteilen:

a) Apparate zum Erhitzen von Flüssigkeit,
b) Apparate zur trockenen Speisebereitung,
c) Kleidertrockner.

Das Sekretariat wird beauftragt, für die nächste Sitzung, die vom 7. bis 10. Mai 1965 in München stattfinden wird, drei neue Entwürfe gemäss der empfohlenen Aufteilung auszuarbeiten.

C. Bacchetta

Plenarversammlung

Die Plenarversammlung, unter dem Vorsitz von P. D. Poppe, wurde in einer 2-tägigen Sitzung knapp mit der Beratung der vorgesehenen Traktanden fertig, da ausser mehreren organisatorischen und administrativen Fragen sowie einigen technischen Problemen von allgemeinem Interesse noch je ein Entwurf zu Anforderungen und zu Empfehlungen und zwei Ergänzungs- und Bereinigungstexte zu bereits genehmigten Entwürfen zu beraten waren.

Der Präsident der CEE, P. D. Poppe (Norwegen) und der Vizepräsident, J. Smoes (Belgien) wurden einstimmig für eine weitere Periode von 3 Jahren in ihren Ämtern bestätigt. In der Frage, ob der von der CEE neu genormte Netzstecker für sonderisolierte Apparate (Klasse II) an Radioempfangsapparaten verwendet werden dürfe, wurde zwischen der CEE und der CEI seit der letzten Tagung der CEE in Stockholm keine Einigung erzielt. Da die CEE auf der Forderung erhöhter Prüfspannungen und Luft- und Kriechstrecken für mit diesem Stecker ausgerüstete Apparate beharren will, wurde beschlossen, eine CEE/CEI Arbeitsgruppe zu bilden, um diese Frage weiter zu erörtern.

Der vom technischen Komitee 31 zur Genehmigung unterbreitete Schlussentwurf zur Revision der Allgemeinen Bestimmungen der CEE-Publikation 10, *Geräte mit elektromotorischem Antrieb,* wurde von den meisten Ländern nochmals sehr eingehend kommentiert. Das norwegische Nationalkomitee, das das Präsidium und Sekretariat dieses technischen Komitees innehat, fasste alle Bemerkungen in einer übersichtlichen Liste zusammen, was die Behandlung wesentlich erleichterte. Von den ca. 150 schriftlich eingereichten Bemerkungen wurden eine grosse Zahl an das Redaktionskomitee überwiesen, während viele andere, welche eine noch nähere Anpassung an den bereits verabschiedeten Revisionsentwurf für Koch- und Heizapparate zum Zwecke hatten, meist diskussionslos angenommen wurden. Der Entwurf soll analog jenem zur CEE-Publikation 11 für Koch- und Heizapparate zur Drucklegung gelangen, ohne dass die Revision der Sonderbestimmungen für die verschiedenen Apparatearten abgewartet wird.

Das Redaktionskomitee beantragte einige geringfügige Änderungen zu dem bereits an der letzten Plenarversammlung genehmigten Schlussentwurf für die Revision der Allgemeinen Bestimmungen der CEE-Publikation 11, *Elektrische Koch- und Heizgeräte;* diese Änderungen wurden diskussionslos gutgeheissen. Auf die vom deutschen Komitee nachträglich verlangten Präzisierungen wurde aus Zeitgründen nicht näher eingetreten. Man leitete dieselben an das Redaktionskomitee zur definitiven Erledigung weiter.

Die von einigen Ländern anlässlich der Schlussberatung des Revisionsentwurfes für die CEE-Publikation 15, *Kleine Schutztransformatoren,* an der letzten Plenarversammlung gemachten Vorbehalte führten dazu, dass dieser Entwurf nochmals der Plenarversammlung vorgelegt wurde. Deutschland, Norwegen und England begründeten ihre Vorbehalte, worauf versucht wurde, sich im Interesse einer für alle Länder annehmbaren CEE-Publikation auf Kompromisse zu einigen; dies gelang leider nicht in allen Fällen. Die noch offenen Fragen werden nach Behandlung durch das technische Komitee 43, gegebenenfalls in Form eines Nachtrages zur zweiten Ausgabe der CEE-Publikation 15, veröffentlicht.

In der Frage der *Farbkennzeichnung* des Nulleiters in ortsveränderlichen Leitern konnte man sich weder auf den früheren deutschen Vorschlag (schwarz mit weissen Tupfen) noch auf den andern (grau oder weiss) einigen. Es wurde beschlossen, den aus dieser Situation heraus von der deutschen Delegation gemachten Vorschlag: einzige schwarze Ader in mehradrigen Leitern, die im Bedarfsfalle als Nulleiter verwendet werden soll, allen Ländern zur eingehenden Prüfung zu empfehlen und die Frage in der nächsten Sitzung der Plenarversammlung wieder vorzulegen.

Der vom Redaktionskomitee vorgelegte Entwurf zu Empfehlungen über *Luft- und Kriechstrecken* konnte wegen Zeitmangels nicht ausgiebig durchberaten werden. Trotzdem wurde er verabschiedet, das Redaktionskomitee jedoch gebeten, bei der endgültigen Fassung die nicht behandelten Änderungsanträge der einzelnen Länder soweit als möglich zu berücksichtigen. In der Kernfrage dieser Empfehlungen, nämlich der Stufung der Wertereihen hinsichtlich Verschmutzung, Gefahr bei Stromübertritt und Kriechwegfestigkeit, besteht immer noch ein allgemeines Unbehagen, weil die Anwendung dieser Stufung noch recht unklar ist; auch bezüglich der Beurteilung und Klassifizierung der Isolierstoffe hinsichtlich Kriechwegfestigkeit bestehen noch Lücken und Unsicherheiten. Das Komitee für allgemeine Anforderungen wurde daher beauftragt, die Weiterbehandlung der Luft- und Kriechstrecken im Sinne einer Ergänzung und Präzisierung des jetzt verabschiedeten Entwurfes baldmöglichst zu beginnen.

Die nächste Frühjahrstagung der CEE wurde auf Einladung des deutschen Nationalkomitees vom 3. bis 13. Mai 1965 in München festgelegt. Ausser der die Tagung abschliessenden Sitzungen der Plenarversammlung werden Sitzungen der technischen Komitees für Temperaturregler, für Motorapparate, für Wärmeapparate und für isolierte Leiter, sowie des Zulassungsbüros der CEE abgehalten werden.

A. Tschalär

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Inbetriebnahme der ersten schweizerischen Energieübertragung mit 380 kV

621.315.1 : 621.3.027.838

Am 20. November 1964 erfolgte die reguläre Betriebsaufnahme der ersten schweizerischen 380-kV-Energieübertragung zwischen Tavanasa bzw. Sils im Kanton Graubünden und dem Unterwerk Breite bei Winterthur.

Anlässlich der Presseorientierung, welche die Nordostschweizerische Kraftwerke AG (NOK) im Unterwerk Breite bei Nürensdorf veranstaltete, richtete der Präsident des Verwaltungsrates der NOK, Altregierungsrat Meierhans, das Wort an die geladenen Gäste und legte die vielfältigen Probleme dar, welche eine Elektrizitätsgesellschaft bei der Bereitstellung und Verteilung der verlangten elektrischen Energie zu lösen hat. Anschliessend gab F. Aemmer, Direktor der NOK, eine ausführliche technische Orientierung über die bestehende 380-kV-Übertragungsleitung sowie über den Bau neuer Leitungen dieser Spannung, der zum Teil bereits im Gang oder aber in nächster Zeit vorgesehen ist. Die elektrische Energieübertragung wurde bis anhin in der Schweiz mittels Leitungen der Spannung 130 bzw. 150 kV und 220 kV betrieben. Mit der Inbetriebnahme ihrer ersten 155 km langen 380-kV-Energieübertragung folgte die Schweiz dem Beispiel anderer Staaten. 1952 erstellte Schweden eine 954 km lange 380-kV-Leitung von Nordschweden zum Versorgungsgebiet im Raume von Stockholm. Deutschland folgte 1957 mit einer 340 km langen Leitung derselben Spannung, welche das Braunkohlegebiet westlich von Köln mit Süddeutschland verbindet. Frankreich, Finnland und vor kurzem auch Italien haben seither solche Leitungen in Betrieb genommen.

Der Einführung der 380-kV-Übertragung in der Schweiz liegen verschiedene Gesichtspunkte von Bedeutung zu Grunde. Die Übertragungskapazität einer doppelsträngigen Leitung von 380 kV mit einer Leistung von 1200 MW ist rund 6mal grösser als bei

Fig. 1
380-kV-Verbindung Deutschland–Schweiz
∘ Unterwerk ▒ Versorgungsgebiet der NOK

150 kV, wobei der Platzbedarf des Leitungstrasses in der Breite bei dieser Leistung rund knapp 25 % desjenigen bei 150 kV und rund 40 % desjenigen bei 220 kV beträgt. Diese Tatsache trägt auch der Forderung des Heimatschutzes Rechnung.

Solche leistungsfähige Energieübertragungsleitungen erfordern leistungsfähige Unterwerke. Diese bilden Knotenpunkte beim Zusammentreffen verschiedener Leitungsstrecken. Sie sind oft auch mit Transformatoren ausgerüstet, welche den Energieaustausch der verschiedenen Übertragungssysteme gewährleisten oder die Energieabgabe an Verteilnetze kleinerer Spannung ermöglichen.

Beim Unterwerk Breite handelt es sich zur Zeit um den vorübergehend nördlichsten Endpunkt dieser 380-kV-Verbindung. Es ist vorgesehen, die bestehende 220-kV-Leitung von Breite über Beznau nach Thiengen, einem Unterwerk der Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk AG (RWE), nächstens ebenfalls mit 380 kV in Betrieb zu nehmen. Die Verbindung Breite—Thiengen bildet den Zusammenschluss der schweizerischen 380-kV-Anlage mit dem deutschen Übertragungssystem dieser Spannung. Es entsteht damit eine leistungsfähige Energieübertragung zwischen den Braunkohle-Produktionszentren des Rheinisch Westfälischen Industriegebietes im Norden mit der hydraulischen Energie des Kantons Graubünden im Süden.

Neben der soeben in Betrieb genommenen 380-kV-Leitung Bonaduz—Breite, der Kunkelsleitung, wird im Laufe des Jahres 1965 eine zweite 380-kV-Verbindung Tavanasa—Breite, die Vorableitung, folgen.

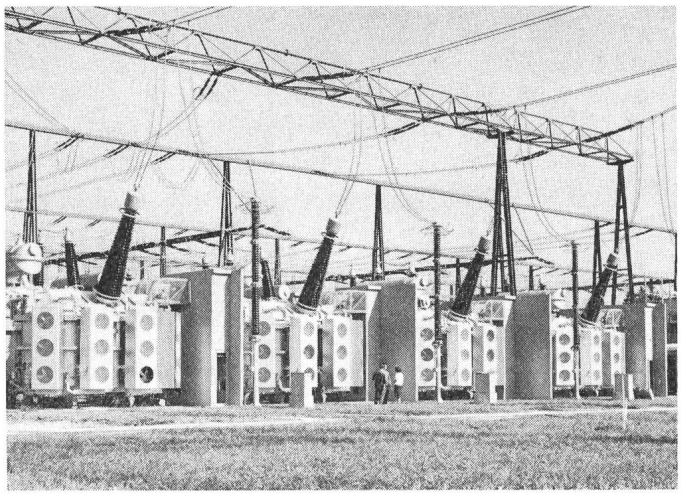


Fig. 2
380/220-kV-Transformatorengruppe im Unterwerk Breite
Nennleistung 600 MVA
Die vierte Einheit dient als Reserve

Das Unterwerk Breite besteht aus drei Teilanlagen, nämlich einem 380-, einem 220- und einem 150-kV-Teil, jeder als Doppelsammelschienensystem disponiert und über Transformatoren miteinander gekuppelt. Der 380-kV-Anlageteil verfügt über 5 Leitungsfelder und ein Transformatorenfeld mit den dazugehörigen Leistungsschaltern, Trennern und den für die Mess- und Schutzeinrichtungen nötigen Strom- und Spannungswandlern. Eine 600-MVA-Transformatorengruppe verbindet die 380- mit der 220-kV-Anlage, die ihrerseits für 5 Leitungsfelder und 3 Transformatorfelder mit den zugehörigen Leistungsschaltern, Trennern und Messwandlern ausgebaut ist. Der Transformierung von 220 und 150 kV dienen zwei Transformatorgruppen von je 125 MVA Leistung. Der 150-kV-Teil mit seinen vier Leitungs- und zwei Transformatorenfeldern erscheint neben den grossen Apparaten der 380-kV-Anlage wie eine Miniaturausführung. Zur Blindleistungsregulierung sind zwei Phasenschieber, im Zentrum der Anlage in einem Gebäude untergebracht, vorgesehen. Sie werden an die Tertiärwicklung der 600-MVA-Transformatoren-

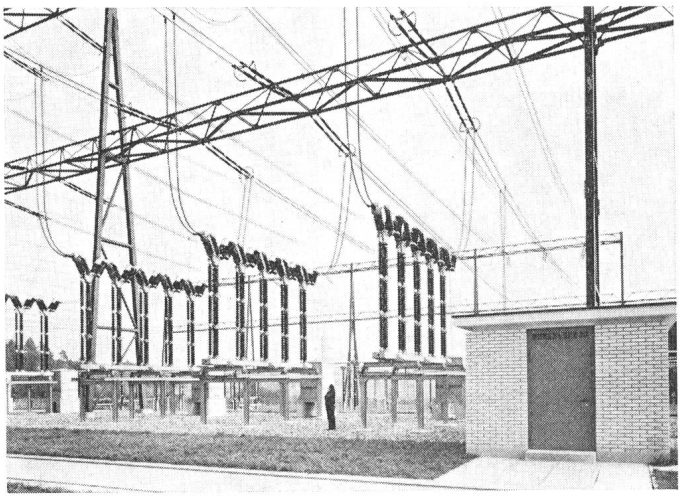


Fig. 3
380-kV-Höchstspannungs-Ölstrahlschalter im Unterwerk Breite

gruppe angeschlossen. Im gleichen Gebäude ist auch die Eigenbedarfsanlage angeordnet. Zur Kompensation der kapazitiven Blindleistung der Leitungen dient zusätzlich noch eine Drosselspule für eine Blindleistung von 60 MVar. *M. Schnetzler*

Kaltleiter zur Überwachung der Kühlluft

621.316.825 : 621–712

[Nach *H. Glenk:* Kaltleiter zur Überwachung der Kühlluft. ETZ-B 16(1964)26, S. 768]

Überall dort, wo eine forcierte Kühlung notwendig ist, z. B. bei Transformatoren, elektronischen Bauelementen hoher Leistung usw., kann diese durch einen Luftstrom erfolgen. Die Luft wird von einem Ventilator durch einen Filter angesaugt, um dann durch die zu kühlenden Apparate hindurch wieder ins Freie gedrückt zu werden. Die strömende Luft nimmt einen Teil der beim Betrieb entstehenden Verlustwärme auf und verhindert damit eine unzulässige Erwärmung.

Ein Versagen der Kühlung hätte schwerwiegende Schäden in den zu kühlenden Apparaten zufolge. Es ist daher wichtig, dass die Herabsetzung der Kühlwirkung (z. B. durch zum Teil verstopfte Filter) oder ihr gänzlicher Ausfall rechtzeitig bemerkt und die zu schützenden Apparate spannungslos gemacht werden. Dies kann auf einfache Weise mit einem Kaltleiter — einem Halbleiterwiderstand —, der in dem kühlenden Luftstrom aufgehängt wird, durchgeführt werden. Der Widerstand des Kaltleiters nimmt oberhalb seiner Übergangstemperatur stark zu. Sollte z. B. dem Kaltleiter ein Schütz in Serie geschaltet sein, so ist dieser infolge des niedrigen Widerstandes des Kaltleiters bei normalen Betriebsbedingungen ständig unter Spannung und kann damit die zu schützende Apparatur in Betrieb halten. Versagt aber die Kühlung

und wird der Kaltleiter wegen Wegbleiben des Luftstromes wärmer, so erhöht sich sein Widerstand so stark, dass der Schütz abfällt und damit die zu schützende Apparatur bei gleichzeitiger Alarmgebung ausschaltet.

33'650

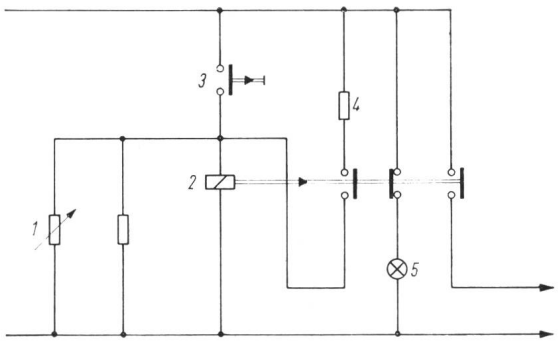


Fig. 1
Schaltung der Überwachungsanlage
1 Stellwiderstand; *2* Relais; *3* Druckknopfschalter; *4* Kaltleiter; *5* Alarmgerät

Fig. 1 zeigt die Schaltung einer solchen Überwachungsapparatur. Die Kosten der Anlage sind gering, so dass sich eine Anschaffung gegebenenfalls sehr lohnen kann. *Schi.*

Die Integration der Kernenergie in die nationale Energieproduktion

620.93 : 621.039

[Nach Nucleonics Report on Geneva 1964: Integrating Nuclear Power into National Grids. Nucleonics 22(1964)10, S. 58...63]

Anlässlich der Genfer Konferenz ist den Nationen, welche heute die Integration der Kernenergie in ihre Versorgungsnetze studieren und planen, eine Fülle von Erfahrungen und Ratschlägen vermittelt worden.

Das erste Kernkraftwerk in einem nationalen Netz wird meistens nicht aus Gründen der besseren Wirtschaftlichkeit, sondern weil eigene Energiequellen in der nächsten Zukunft zur Neige gehen, als Abschreckung gegen eine weitere Verteuerung konventioneller Brennstoffe, zur Gewinnung von Betriebserfahrungen im Hinblick auf einen zukünftigen Grosseinsatz der Kernenergie oder um der eigenen Industrie Erfahrungen in der Fabrikation zu vermitteln, projektiert und gebaut. Als Ausnahme gelten hier die Inder, die der Ansicht sind, dass, sobald konventionelle Brennstoffkosten 0,3 $/10^6$ BThU übersteigen, der Einsatz von Kernkraftwerken gerechtfertigt sei (Brennstoffpreise in Tarapur: Kohle 5,85 mill/kWh, nuklear 2,1...2,62 mill/kWh).

Die Grösse der Einheiten wird bestimmt durch die Gegenüberstellung von kleineren Kapitalkosten pro kW bei grossen Einheiten mit der notwendigen Reserveleistung bei Ausfall (Unterhalt, Notabschaltung). Die Transportprobleme für schwere und grosse Anlageteile limitieren oft die Grösse des Kraftwerkes.

Der Natur-Uran-Brennstoffzyklus ist immer noch zugkräftig; eigene Uranlager — auch bei noch relativ kostspieligem Abbau — mögen im Sinne der Sicherheit der Verfügbarkeit des Brennstoffes wertvoller erscheinen, als das niedrigere Angebot des Weltmarktes oder ein Brennstoffvertrag mit einem ausländischen Lieferanten; eine Wiederaufbereitung kann zudem wegfallen und die Brennstoffkosten sind unabhängig vom Plutonium-Markt.

Bei der Wahl der Reaktortypen stehen die erprobten Reaktorkonzepte mit Garantien im Vordergrund. Die bestehenden Möglichkeiten sind nicht sehr gross: der gasgekühlte Natururan-Reaktor der Engländer und Franzosen und die Leicht-Wasser-Reaktoren mit angereichertem Uran (BWR und PWR) der Amerikaner und Russen gelten heute als erprobt. Die drei fortschrittlichen Reaktorkonzepte: der gasgekühlte Hochtemperatur-Reaktor, der Schwerwasser-Druckreaktor und der Natrium-Graphit-Reaktor, bieten für Nationen, die auf nuklearem Gebiet erst am Anfang der Entwicklung stehen, noch zu grosse Risiken.

Gemäss den Erfahrungen aus den *USA* ist es heute technisch möglich und wirtschaftlich tragbar, in ca. 60 % der amerikanischen Versorgungsnetze die Kernenergie zu integrieren (z. B. in Oyster Creek wurden für die Kernenergie — verglichen mit Anlagen, die auf fossilen Brennstoffen basieren — um 16 % höhere Kapitalkosten aber um 45 % kleinere Brennstoffkosten errechnet).

Die Energiequalität von Atomanlagen ist derjenigen aus konventionellen Kraftwerken überlegen, da das Lastfolge- und Startvermögen besser ist (z. B. Shippingport: Lastwechsel mit 24 MW/min; Dresden: Start (0...Nennlast, wenn über Nacht abgestellt) in 100 min, Kaltstart in 3,5 h). Der Brennstoffwechsel ist zeitlich nicht ausgedehnter als die regulären Unterhaltsarbeiten an konventionellen Kraftwerken. Mit zunehmender Automation und Überwachung der Anlage durch Elektronenrechner werden die Vorteile in den Brennstoffkosten bei nuklearen Anlagen noch ausgeprägter. Die Tendenz zu grossen Grundlasteinheiten, ergänzt durch Spitzenlastwerke (speziell die Pumpspeicherung wird immer populärer: niedrige Kapitalkosten von 80...100 $/kW und Wirkungsgrad von 67 %), sowie die zunehmende Opposition gegen konventionelle Kraftwerke (die Reinigung der Abgase ist wohl möglich, verteuert aber den Prozess) begünstigen die Atomenergie. Als wesentlicher Vorteil der klassischen Kraftwerke wird die 80jährige Erfahrung mit fossilen Brennstoffen angeführt.

In *Argentinien,* einem Land mit hohen Energiekosten und einer jährlichen Energie-Zuwachsrate von 7...8 %, besteht eine grosse Notwendigkeit zu Expansionen der Energieproduktion, die der grossen Distanzen zu den Verbrauchszentren wegen nur zu kleinen Teilen durch die Ausnützung der Wasserkräfte erfolgen kann. Die Verfügbarkeit von ausländischen Geldern, die speziell zum Bau von Kernkraftwerken zur Verfügung stehen, wird die zukünftige Politik in der thermischen Energieerzeugung weitgehend beeinflussen.

Australien mit einer jährlichen Zuwachsrate von 9,7 % beurteilt den Einsatz von Kernkraftwerken in nächster Zukunft als noch nicht lohnend, da Kohle, Öl, Erdgas und Wasserkraft bis ca. 1975 billigere Energie erzeugen. Für die Entwicklung stark abgeschiedener Gegenden scheint die nukleare Energie zukünftig eine wichtige Rolle zu spielen.

Indien muss damit rechnen, dass im Jahre 1986 die Einwohnerzahl die 700-Millionen-Grenze erreichen wird und die jährlichen Energiebedürfnisse bis zu diesem Zeitpunkt auf $6 \cdot 10^{11}$ kWh ansteigen werden. Da nur rund ein Drittel dieses Bedarfes durch hydroelektrische Energieerzeugung gedeckt werden kann und die nur auf einige Regionen konzentrierten Kohlenvorkommnisse in den kohlenarmen Gegenden zu hohen Brennstoffkosten für konventionelle Kraftwerke führen, wird Indien zukünftig zur Hauptsache von der Atomenergie abhängig sein. Das nukleare Energieprogramm ist sehr zielbewusst und sieht bis 1986 eine Installation von 20 000 MW vor. Schon heute ist der Einsatz von Kernkraftwerken in Regionen mit hohen Kohlenpreisen wirtschaftlich: zwei 200-MW-Reaktoren vom Typ BWR in Tarapur und eine 200-MW-Einheit vom Typ CANDU in Rana Pratap Sagar (Rajasthan) sind im Bau und eine 2 × 200-MW-Anlage in Kalpakkam ist geplant.

Trotz der reichen Vorkommnisse an konventionellen Energieträgern besitzt *Kanada* ein sehr anspruchsvolles, nukleares Energieprogramm; es scheint aber, dass der mögliche Ausbau der Wasserkräfte und die Entwicklung auf dem Gebiet der klassisch-thermischen Energieerzeugung anfänglich unterschätzt worden ist (Inbetriebnahme von 735-kV-Übertragungsleitungen, Ausbau der Naturgasverbundnetze, kein Ansteigen der Kohlenpreise, Verfügbarkeit von klassisch-thermischen Einheiten bis 500 MW). Die Kanadier sind überzeugt, dass die nukleare Energie trotzdem wirtschaftlicher sein wird (heutige Energiegestehungspreise im südlichen Ontario: 3,5 mill/kWh für eine Anlage vom Typ CANDU mit vier Reaktoren zu je 457 MW und 3,0 mill/kWh für eine solche mit 2 × 750 MW). Durch eine Steigerung des Abbrandes und des Anlagewirkungsgrades, sowie durch Kostenverminderung bei der Brennelementfabrikation und der D_2O-Gewinnung kann für die Zukunft noch eine weitere Energiepreissenkung herbeigeführt werden .

Portugal mit einer jährlichen Zuwachsrate von 11 % will eine erste Einheit von 250 MW im Jahre 1975 in Betrieb nehmen.

Obwohl der Energiebedarf in *Russland* noch für lange Zeit durch organische Brennstoffe und unter Ausnützung der Wasserkraft gedeckt werden kann, erfordert die ungleichmässige Verteilung dieser natürlichen Energiequellen und die daraus folgen-

den hohen Brennstoffkosten (z. B. im europäischen Russland) den Einsatz grosser wirtschaftlicher Kernkraftwerke. Nur die schnellen Natrium-Reaktoren scheinen das für die Zukunft gesteckte Ziel in wirtschaftlicher Hinsicht zu erfüllen. Entgegen den Kanadiern sind die Russen der Ansicht, dass Atomanlagen dort eingesetzt werden sollten, wo eine kombinierte Erzeugung von elektrischer Energie und einer Weiterverwertung der Kondensatorwärme zu Heizzwecken und industriellen Anwendungen möglich ist.

In *Spanien* ist die hydraulische Energieerzeugung der jährlichen Zuwachsrate von 11 % nicht gewachsen. Da einerseits die fossilen Brennstoffe relativ teuer (heutiges Mittel 0,53 $/10⁶ BThU) und anderseits bedeutende eigene Uranlager vorhanden sind, rechnen die Spanier damit, bis 1967 450 MW und bis 1972 1050 MW zu installieren. Die erste Ausbauperiode wird sich nur auf erprobte Reaktorkonzepte erstrecken. *K. Küffer*

Wärmeverhalten von Kondensator-Papier

621.315.614.6 : 621.319.4

[Nach *W. T. Renne* und *G. P. Ssoja:* Untersuchung der Wärmebeständigkeit von Kondensator-Papier, Elektritschestwo —(1964)9, S. 76...80]

Die Frage nach der Wärmebeständigkeit des Kondensatorpapieres erhob sich noch bis vor kurzem nur im Zusammenhang mit der verhältnismässig kurzen Einwirkungsdauer höherer Temperaturen während des Trocknungs- und Imprägniervorganges. Diese Trocknungstemperaturen, denen das Papier nur während weniger Tage ausgesetzt wird, entsprechen heute der oberen Grenze der Betriebstemperatur von Papierkondensatoren, die jahrelang aufrechterhalten bleiben kann. Es ist deshalb äusserst wichtig, das Wärmeverhalten von Kondensatorpapieren bestimmen zu können.

Die Zerstörung der α-Zellulose, die den Hauptbestandteil von Kondensatorpapier bildet, unter der Einwirkung hoher Temperaturen (Zerfall der Molekül-Struktur) kann vor allem durch unmittelbare thermische Zersetzung (Pyrolyse) erfolgen. Allerdings nimmt der Prozess der reinen Pyrolyse, die bei Bedingungen eines hohen Vakuums unter Ausschluss von Feuchtigkeit und von Spuren saurer Produkte erfolgt, erst bei Temperaturen von etwa 250...275 °C einen intensiven Charakter an. Bei 230 °C beobachtet man eine allmähliche Abnahme des Polymerisationsgrades, begleitet von einer Abnahme der mechanischen Festigkeit, jedoch erfolgt noch kein Zerfall des Stoffes. Bei Überschreitung von 275 °C findet jedoch auch in hohem Vakuum ein rascher thermischer Zerfall der α-Zellulose statt. Bei einem solchen Zerfall der Baumwolle erhält man z. B.: H_2O — 34,5 %; CO_2 — 10,35 %; CO — 4,5 %; CH_3COOH — 1,39 %; organische Flüssigkeiten — 5,14 %; Teer — 4,18 % und Kohlenstoff — 38,8 %.

Enthält das Papier Restfeuchtigkeit oder Spuren von Säure, so kann auch bei niedrigeren Temperaturen der Prozess eines hydrolytischen Zerfalls (Hydrolyse) eingeleitet werden, der an Stellen der Sauerstoffbindungen zwischen den Molekülgliedern stattfindet. Dabei findet wie im Anfangsstadium der Pyrolyse eine Abnahme des Polymerisationsgrades statt, begleitet von einer Minderung der mechanischen Festigkeit. Erst im Grenzfall bei der Zerstörung aller Sauerstoffbindungen führt die Hydrolyse zur Umwandlung der Zellulose in einen anderen Stoff — die Glykose. Es ist recht schwer, die Temperatur genau festzustellen, bei der eine intensive hydrolytische Zerstörung des Papiers stattfindet, weil dieser Temperaturwert von den Aufheizbedingungen und von dem Gehalt an Feuchtigkeit und Säurespuren im Papier abhängig ist. Bei den üblichen Trocknungsverhältnissen für Papier-Kondensatoren mit einem Restdruck von etwa 0,1 bis 0,01 mm Hg und bei normaler Qualität des Papieres hinsichtlich des Gehaltes an anorganischen Verunreinigungen liegt der gefährliche Temperaturwert bei etwa 150 °C.

Der dritte Zerstörungsmodus von Zellulose, mit dem man bei der Betrachtung der Wärmebeständigkeit von Papier zu rechnen hat, ist der Oxydationsprozess. In seinem Endstadium führt dieser Prozess zum völligen Zerfall der Zellulose unter Bildung von Kohlendioxyd und Wasser. Praktisch hat man jedoch nur mit den Anfangsstadien des Prozesses zu tun, der bei Atmosphärendruck bereits bei 60...70 °C einsetzen kann. In seinem Anfangsstadium ist der Oxydationsprozess nicht mit einer Zerstörung der Moleküle verbunden, sondern führt zu einer teilweisen Oxydation der Hydroxylgruppen OH und zur Bildung innerhalb des Moleküls von Carboxylgruppen COOH, die für organische Säuren charakteristisch sind. In diesem Stadium ist eine gewisse Oxydation der Zellulose für das Kondensatorpapier sogar nützlich, weil dadurch die Zeitkonstante der Kondensatoren erhöht wird und ihre Lebensdauer bei Gleichspannung ansteigt. Dies lässt sich offenbar auf eine Vergrösserung der Reaktionsfähigkeit der Zellulose in Bezug auf Ionenaustausch und die damit verbundene Leitfähigkeitsabnahme des Imprägniermittels im fertigen Kondensator zurückführen. In den weiteren Stadien der Oxydation kann die steigende Anzahl der Carboxylgruppen den Prozess der Hydrolyse unterstützen, der zum Bruch der Molekülketten führt. Ausserdem kann die Oxydation einen weitergehenden Zerfall der Grundstruktur im Zellulosemolekül verursachen.

Aus der grundsätzlichen Betrachtung der möglichen Zerstörungsvorgänge von Zellulose bei ihrer Erhitzung kann geschlossen werden, dass diese Zerstörung im wesentlichen mit dem Bruch der langen Molekülketten beginnt. Dieser Prozess der Depolymerisation bedingt eine Herabsetzung der mechanischen Festigkeit des Papieres, während seine elektrischen Eigenschaften praktisch nicht schlechter zu werden brauchen. In bestimmten Grenzen kann sogar eine gewisse Verbesserung der elektrischen Eigenschaften beobachtet werden.

Infolgedessen wurde bereits vor vielen Jahren vorgeschlagen, die Wärmebeständigkeit von Papier nach der Änderung der mechanischen Eigenschaften in Abhängigkeit von der Heizdauer bei verschiedenen Temperaturen zu beurteilen. Üblicherweise wurde zu diesem Zwecke die Zerreissfestigkeit bestimmt. Ein wesentlicher Nachteil dieser Charakteristik liegt in der grossen Streuung der Messwerte, die mit zunehmender Intensität der Wärmebehandlung und entsprechend anwachsendem Zerstörungsgrad des Papieres stark ansteigt. Bedeutend bessere Resultate erlaubt die Bestimmung der Berstfestigkeit des Papieres mit Hilfe von Druckluft, wobei die Werte erheblich weniger streuen. Einen weiteren wesentlichen Vorteil bietet die Anwendung dieser Methode dadurch, dass es nicht notwendig ist, Muster bestimmter Form zuzuschneiden. Sie eignet sich deshalb besonders gut für Reihenuntersuchungen.

Bei den in einer dafür entwickelten Apparatur (Fig. 1) durchgeführten Untersuchungen über die Berstfestigkeit des Papieres wurde die Druckanstiegsgeschwindigkeit mit 100 g/cm² · s gewählt. Zur Kennzeichnung der Berstfestigkeit galt für jedes untersuchte Muster der Mittelwert aus 50 Messwerten. Auf Grund eingehender Vorversuche wurde die Temperatur von 175 °C, bei der eine stetige Abnahme der Festigkeit mit der Zeit erfolgt, den weiteren Versuchen zu Grunde gelegt.

Die Ergebnisse der Untersuchung über die Abhängigkeit des Berstdruckes von der Heizdauer bei 175 °C für eine Reihe von Papieren verschiedener Herkunft sind in Fig. 2 angeführt.

Die besten Resultate hinsichtlich des Absolutwertes der Berstfestigkeit ergab das japanische Papier *1* von 10 µm und einer hohen Dichte von etwa 1,3 g/cm³; die Papiere gleicher Dicke von 10 µm der Firma A *2* und der Firma B *3* ergaben eine merklich

33731-732

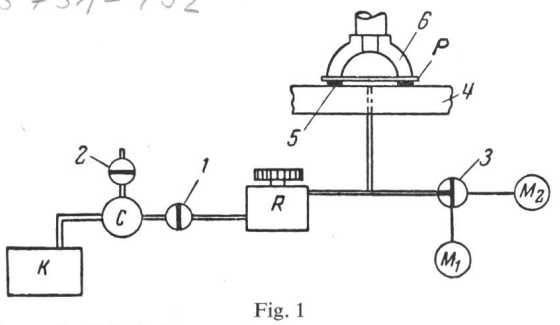


Fig. 1

Schema der Prüfeinrichtung für die Untersuchung der Berstfestigkeit dünner Papiere

1, 2, 3 Hähne; *4* Prüftisch; *5* Gummidichtung; *6* halbkugelförmige Einspannvorrichtung; *K* Kompressor; *C* Windkessel; *R* Druckreduktionsventil; M_1 Manometer bis 1 kg/cm²; M_2 Manometer bis 2,5 kg/cm²; *P* Papiermuster

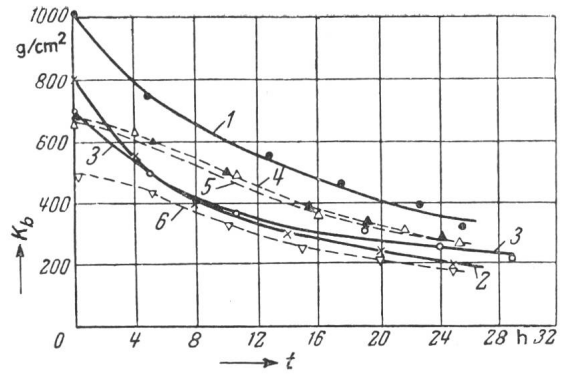


Fig. 2

Berstfestigkeit K_b verschiedener Papiere in Abhängigkeit von der Heizdauer t bei 175 °C

1 japanisches Papier 10 µm; *2* finnisches Papier der Firma A 10 µm; *3* französisches Papier der Firma B 10 µm; *4* russisches Papier, Qualität KON-II 9,5 µm; *5* russisches Papier, Qualität KON-II 8 µm; *6* russisches Papier, Qualität KON-II 6 µm

niedrigere Berstfestigkeit. Russische Papiere der Qualität KON-II mit einer Dicke von 9,5 µm *4* und von 8 µm *5* nahmen eine mittlere Lage zwischen den anderen Papieren ein; die Kurve *6* gilt für ein russisches 6-µm-Papier und liegt bei dieser geringen Dicke erwartungsgemäss am niedrigsten.

Der steile Anfangsabfall der ausgezogenen Kurven für das nicht russische Papier hängt wohl damit zusammen, dass die angewandte Aufbereitungsmethode der Zellulose einen höheren Gehalt hochmolekularer Anteile gewährleistet, was eine erhöhte Anfangsfestigkeit ergibt, aber gleichzeitig zu einem schnelleren Festigkeitsverlust am Anfang der Beheizung führt, weil die Zerstörung der längeren Moleküle schneller vor sich geht als bei den kürzeren.

Die ermittelten Werte entsprechen einer Beheizung des nicht imprägnierten Papieres unter Luftzutritt. Erwünscht wäre eine ergänzende Untersuchung der Berstfestigkeit in Abhängigkeit der Heizdauer bei imprägnierten Papieren. In erster Linie interessieren Imprägniermittel wie Mineralöl und Askarels, die u. U. verschiedenen Verlauf des Berstdruckes in Funktion der Heizdauer ergeben. Diese Untersuchungen sollen in nächster Zeit durchgeführt werden.

G. v. Boletzky

Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

Mikrowellenempfänger als Navigationshilfsgerät

621.396.62 : 621.3.029.63

[Nach *E. O. Frye:* Microwaves for remote sensing. Electronics 37(1964)28, S. 66...70]

Jeder Stoff, dessen Temperatur über dem absoluten Nullpunkt liegt, sendet Mikrowellen aus, deren Energie von der Temperatur und von der Emissionsfähigkeit des Stoffes abhängt. Nun ist es möglich, für diese Mikrowellen Empfänger zu bauen, Radiometer genannt, und mit ihrer Hilfe Informationen über die Natur des Stoffes, der die Mikrowellen aussendet, seine Temperatur und seinen Standort im Vergleich zum Empfängerstandort zu erhalten. Die Mikrowellenradiometrie wurde bis heute im Vergleich zu Infrarotmessmethoden noch wenig angewendet. Um die Anwendungsmöglichkeit eines Radiometerempfängers zu untersuchen, wurde ein solches Gerät für eine Wellenlänge von 5,5 mm, die einer Frequenz von rund 60 GHz entspricht, gebaut. Die Frequenz von 60 GHz wurde gewählt, weil die atmosphärischen Verluste durch die Resonanz der Sauerstoffmoleküle in diesem Frequenzgebiet einen maximalen Wert erreichen. Die Mikrowellenenergie wird in einem Reflektor mit einem Durchmesser von 15 cm empfangen. Die Ausgangsleistung des Empfängers ist ein Mass für die empfangene Leistung, die von der Antenne auf den Empfängereingang kommt, und für die Rauschleistung, die im Empfänger selbst entsteht. Häufig ist das Eigenrauschen des Empfängers wesentlich stärker als das empfangene Signal. Um in solchen Fällen das Eingangssignal besser messen zu können, wird der Empfängereingang abwechslungsweise auf die Antenne und auf einen Widerstand, dessen Grösse der Antennenimpedanz entspricht, umgeschaltet (Fig. 1). Man kann diesen Widerstand auch Kunstantenne nennen. Durch das Umschalten von der Kunstantenne auf die Antenne kommen auf den Empfängereingang abwechslungsweise Signale, die einmal dem Rauschen der Antennenimpedanz und einmal dem Antennenrauschen plus dem von der Antenne empfangenen Signal entsprechen. Der Phasendetektor am Ausgang des Empfängers gibt eine schwankende Gleichspannung ab. Die Differenz der Gleichspannungsamplituden ist proportional der Differenz der Spannungen, die von der Kunstantenne und von der Empfangsantenne auf den Empfängereingang treffen.

33'779

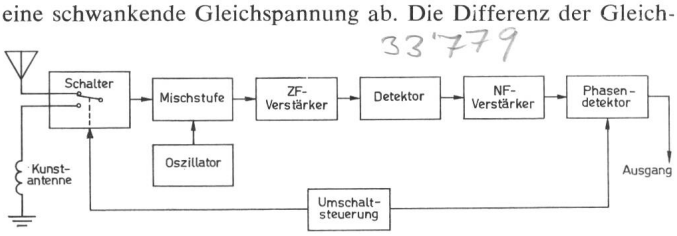


Fig. 1

Blockschema eines Radiometers

Um das von der Antenne empfangene Signal genauer messen zu können, wird der Empfängereingang von der Empfangsantenne auf eine Kunstantenne umgeschaltet

Die mit dem Radiometer durchgeführten Versuche haben ergeben, dass es sich für die Anwendung als Navigationshilfsgerät eignet. Zum Beispiel kann man mit dem Radiometer in einem Flugzeug in allen Lagen der Maschine genau die Vertikale bestimmen. Die Genauigkeit der Messung, die in der Grössenordnung von einigen Bogenminuten liegt, steigt mit der Flughöhe. Die Messgenauigkeit des Radiometers ist unabhängig von den Beschleunigungen, denen der Flugkörper ausgesetzt ist. Der Venussatellit Mariner 2 wurde mit zwei Radiometern versehen einem für eine Wellenlänge von 1,35 cm und einem für 1,9 cm. Mit dem 1,35-cm-Gerät möchte man den Wasserdampfgehalt der Atmosphäre der Venus ermitteln. Die Absorption durch den Wasserdampf erreicht bei einer Wellenlänge von 1,35 cm ein Maximum. Mit dem 1,9-cm-Gerät soll die Temperatur der Oberfläche des Planeten gemessen werden. Es wird auch die Möglichkeit untersucht, mit dem Radiometer Luftwirbel im Luftraum der Erde, die für schnellfliegende Flugzeuge sehr gefährlich sein können, zu lokalisieren und dem Piloten zur Kenntnis zu bringen. Dem Piloten soll auf diese Weise die Möglichkeit geboten werden, Lufträume mit turbulenter Luftzirkulation zu umfliegen und so einer Gefahrenzone auszuweichen.

H. Gibas

Seltene Erden-Verbindungen für Laser

621.375.029.6 : 535.2

Die Entwicklung von Aluminium und seltenen Erde-Kristallen ermöglicht die Herstellung von Festkörper-Laser, die ununterbrochen bei Raumtemperatur arbeiten können. Der neue Laser kann mit einer gewöhnlichen Wolfram-Lampe bei relativ geringer Leistung gepumpt werden. Bei einer Pumpleistung von 360 W konnte in einem mit Neodym gedopten Yttrium-Aluminium-Kristall eine Wellenlänge von 10 600 Å bei Raumtemperatur beobachtet werden. Aus vorhergehenden Untersuchungen wird geschlossen, dass unter optimalen Bedingungen der Pump-Schwellwert auf 200 oder sogar 100 W gesenkt werden kann; ebenso wird vermutet, dass bei höheren Pumpleistungen eine kontinuierliche Ausgangsleistung von mehr als 0,5 W erreicht werden kann.

Ausser Yttrium-Aluminium-Kristallen wurden auch Yttrium-Gallium- und Gadolinium-Gallium-Kristalle untersucht, die entweder aus dem Schmelzfluss gewachsen waren oder aus einem solchen gezogen wurden. Alle diese Kristalle sind chemisch stabil und fest, und können mit irgendeinem Element der seltenen Erden gedopt werden. Wird Neodym in einem solchen Kristall eingebaut, so kann eine besonders schmale fluoreszierende Linie beobachtet werden, und die Absorptions-Linien des Neodym sind besonders

gut angepasst dem Spektrum, das durch eine Wolfram-Lampe erzeugt wird. Diese Eigenschaften bedingen den niedrigen Schwellwert, der für einen kontinuierlichen Betrieb bei Raumtemperatur notwendig ist. *G. Maus*

Eigenschaften und Anwendung der Thyristoren

621.314.632 – 519

[Nach *Karl-Heinz Ginsbach* und *Rudolf Swoboda:* Eigenschaften und Anwendungen der Thyristoren, ETZ B, 16(1964)23, S. 673...676]

Der Thyrastor hat eine ähnliche Wirkungsweise wie das Thyratron, weist aber dem letzteren gegenüber folgende Vorteile auf: Kompakte Bauform, Unempfindlichkeit gegenüber mechanischer Beanspruchung, hohe Lebensdauer bei Verwendung innerhalb der vorgeschriebenen Grenzwerte, sofortige Betriebsbereitschaft, bessere Frequenzeigenschaften und geringere Verlustleistung. Wie bei den meisten Halbleiter-Elementen ist auf Schutz gegen strom- und spannungsmässige Überlastung zu achten.

Den Hauptverwendungsgebieten entsprechend werden heute hauptsächlich zwei Gruppen von Thyristoren konstruiert:

1. Verwendung im 50-Hz-Bereich bei möglichst hoher Sperrspannung (periodisch zulässig bis zu 1000 V) und guten Durchlasseigenschaften bei hohen Grenzwerten.
2. Verwendung für höhere Frequenzen. Charakteristische Eigenschaften sind die Freiwerdezeiten und die möglichst hoch liegenden Spannungs- und Stromanstiegswerte.

Die Belastbarkeit reicht von einigen Bruchteilen von einem Ampère bis über 200 A Mittelwert und die Durchgangsspannnungen in gezündetem Zustand liegen gegenüber Silizium-Leistungsdioden beim 1- bis 1,5fachen Wert. Von den Kühlungsbedingungen hängen die zulässigen Strommittelwerte ab. Wenn die Wärme über das Chassis des Gerätes abgeführt wird, sollte die Temperatur mittels eines Thermofühlers — im Boden des Thyristors ist dafür eine Bohrung vorgesehen — in Abhängigkeit von der Belastung gemessen werden. In der positiven Sperr-Richtung steigt mit wachsender Temperatur der Sperrstrom an und von einem bestimmten Punkt an nimmt zusätzlich die Nullkippspannung schnell ab. Treten an der Schaltung grosse dU/dt-Werte auf, werden Thyristoren mit 200 V/µs bei einer höchsten Schichttemperatur von 125 °C verwendet. Normalerweise gelangen Werte von 20...25 V/µs zur Anwendung. Die Freiwerdezeiten für Frequenzen von mehreren hundert bis zu einigen Kilohertz betragen je nach Typ 10 bis 20 µs.

Die Anwendung der Thyristoren ist vielseitig. In Regelkreisen ersetzen sie z. B. in Stellgliedern die Transistoren, deren Verwendung nicht mehr wirtschaftlich ist, wenn eine gewisse Arbeitsspannung und Leistung überschritten wird. Je nach Schaltung können Schweissmaschinen, Heizöfen, Beleuchtungen, Gleichrichter, Gleichstrom- und Asynchronmotoren geregelt werden. Das

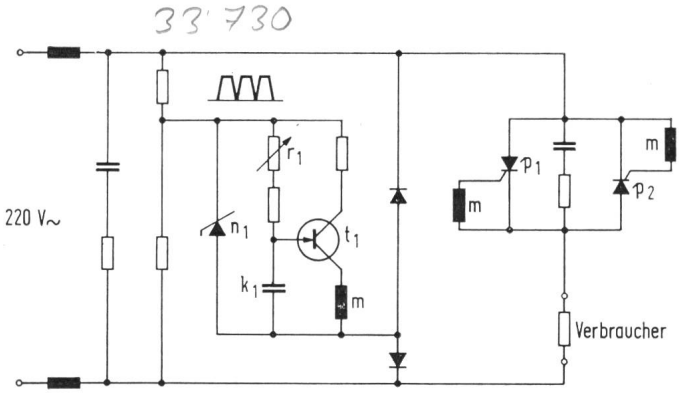


Fig. 1

Vorschaltgerät zum Steuern von Wechselstromverbrauchern mit Thyristoren

k_1 Ladekondensator; n_1 Zenerdiode; m Steuer-Induktivitäten; p_1, p_2 Thyristoren in Antiparallelschaltung; r_1 Ladewiderstand; t_1 Unijunctionstransistor

Schema Fig. 1 zeigt die einfache Ausführung eines Vorschaltgerätes mit grossem Verstellbereich unter Ausnützung beider Halbwellen. Über einen Unijunctionstransistor t_1 werden die Thyristoren p_1 und p_2 (in Antiparallelschaltung) angesteuert- Mit r_1 kann die Ladezeitkonstante k_1 und somit die Zündfolge verändert werden. Ein verhältnismässig grosser Steuerbereich wird mittels der Zenerdiode n_1 und der von ihr bewirkten Abflachung der Speisespannungshalbwellen erreicht.

Auf dem Markt sind — speziell von amerikanischen Firmen — Steuergeräte mit Thyristoren vorhanden, die sich in Haushaltungsgeräte einbauen lassen, um die Drehzahl der eingebauten Motoren von Hand zu verstellen. Hier ist die Verwendung der Thyristoren hauptsächlich eine Frage der preisgünstigen Zündimpulsgeräte. *R. Baldauf*

Laser mit thermoelektrischer Kühlung

621.375.029.6 : 535.2

Von den RCA-Laboratorien wurde vom erfolgreichen Betrieb eines vollständigen Halbleiter-Lasers berichtet. Es wurde ein GaAs-Dioden-Laser zusammen mit einer Halbleiter-Kühlung benützt. Die neue Entwicklung ist ein wichtiger Schritt zur Konstruktion von Laser-Geräten ohne umfangreiche und komplizierte Kühlsysteme mit flüssigem Stickstoff. Die GaAs-Diode war in einem dreistufigen thermoelektrischen Kühlsystem aus Wismuth-Tellur untergebracht. Es konnte eine Kühltemperatur von —90 °C erreicht werden. Natürlich ist diese Temperatur für Kühlzwecke noch nicht ausreichend; es ist aber ein bedeutsamer Beginn. *G. M.*

Literatur — Bibliographie

621.313.2 SEV Nr. A 14

Gleichstrommaschinen. Herausgegeben von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft. 2. Auflage. Berlin 1964. 8°, 181 S. AEG-Handbücher Bd. 2. — Preis krt. Fr. 12.50.

Beim vorliegenden Handbuch handelt es sich um ein praktisches, leicht verständliches Nachschlagewerk für den Ingenieur, der in der Planung oder im Betrieb tätig ist und der Gleichstrommaschine sowie ihren Steuer- und Regulierproblemen oft begegnet.

In den ersten Kapiteln, welche Wirkungsweise, Eigenschaften und konstruktiven Aufbau der Gleichstrommaschine behandeln, erhält der Leser die Zusammenfassung der notwendigen Kenntnisse, die zum Verständnis des betrieblichen Verhaltens der Gleichstrommaschine unerlässlich sind. Dabei werden Motoren und Generatoren — soweit möglich — gemeinsam behandelt und die charakteristischen Eigenschaften, die die Gleichstrommaschine auszeichnen und von anderen Maschinen unterscheiden, betont. Der Text ist mit sauberen Schaltplänen und Diagrammen ergänzt, mathematische Formulierungen sind auf das notwendigste Minimum beschränkt.

Fortsetzung auf Seite 181

Anschliessend folgt ein Überblick der Anwendungsgebiete. Die Kapitel «Gleichstrommotoren für Industriebetriebe», «Gleichstrommaschinen für elektrische Bahnen» und «Gleichstrommaschinen auf Schiffen» bilden, dank ihrer zahlreichen Beispiele und Bilder, einen aufschlussreichen Teil des Buches, der sowohl für den Praktiker, wie auch für den Studierenden von Interesse ist. Der neuzeitlichen Entwicklung auf dem Gebiete der Steuerung, Regelung und Automatisierung, soweit die Gleichstrommaschine dabei zur Anwendung gelangt, trägt das Buch voll Rechnung.

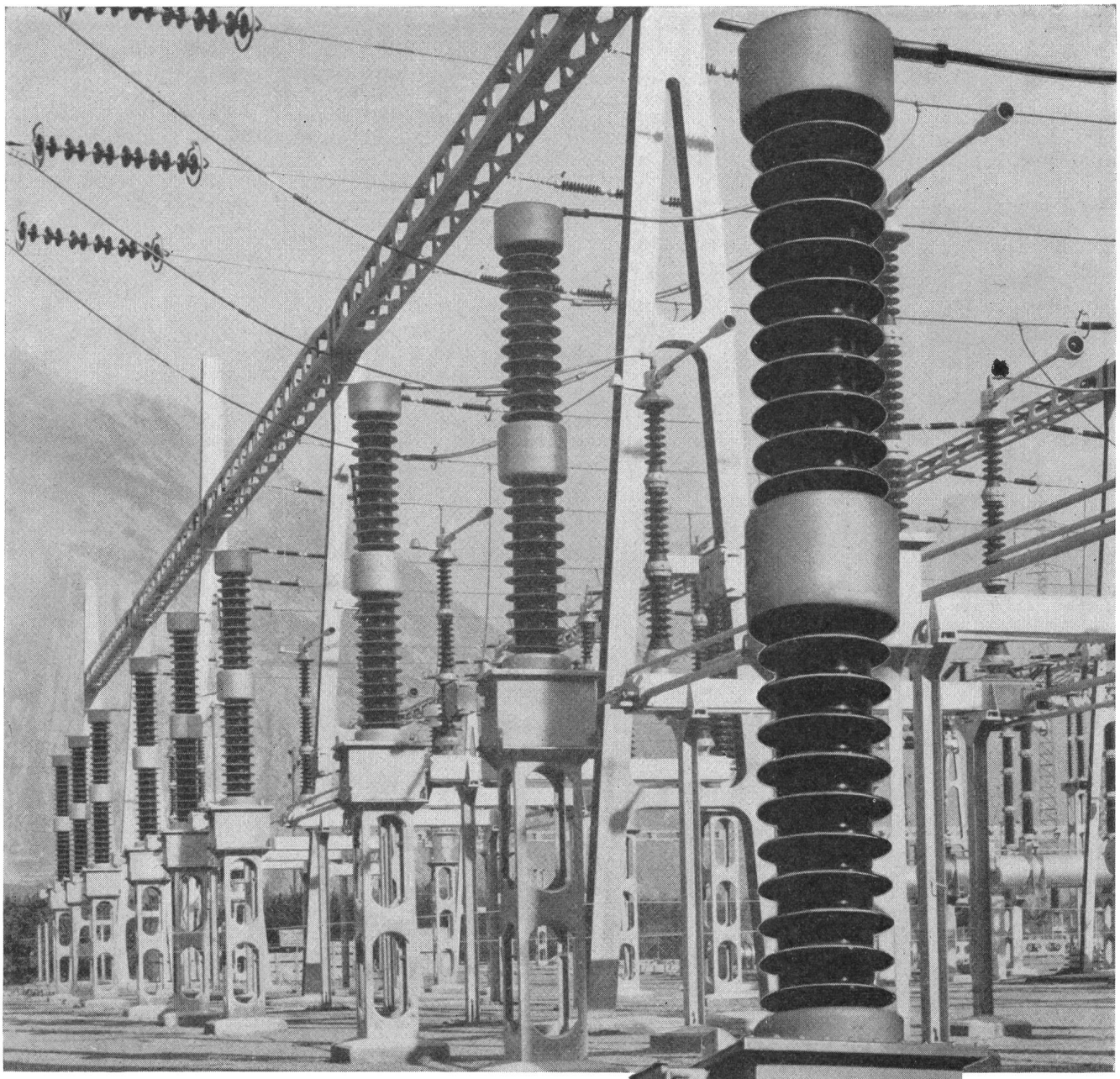
Das folgende Kapitel behandelt verschiedene, für den Betriebsingenieur wichtige Fragen im Zusammenhang mit Inbetriebsetzung, Betrieb, Wartung, Behebung von Störungen etc.

Das Literaturverzeichnis fasst die in den AEG-Mitteilungen in den letzten 10 Jahren erschienenen Publikationen über Gleichstrommaschinen, ihre Anwendungen in der Antriebstechnik, ihre Steuerung und Regulierung sowie div. Bücher der einschlägigen deutschsprachigen Literatur zusammen.

Das Buch ist empfehlenswert für den Ingenieur, der sich mit Planung oder Betrieb von Gleichstromantrieben befasst.

T. Bánki

Suite voir page 181



Kapazitive Spannungswandler

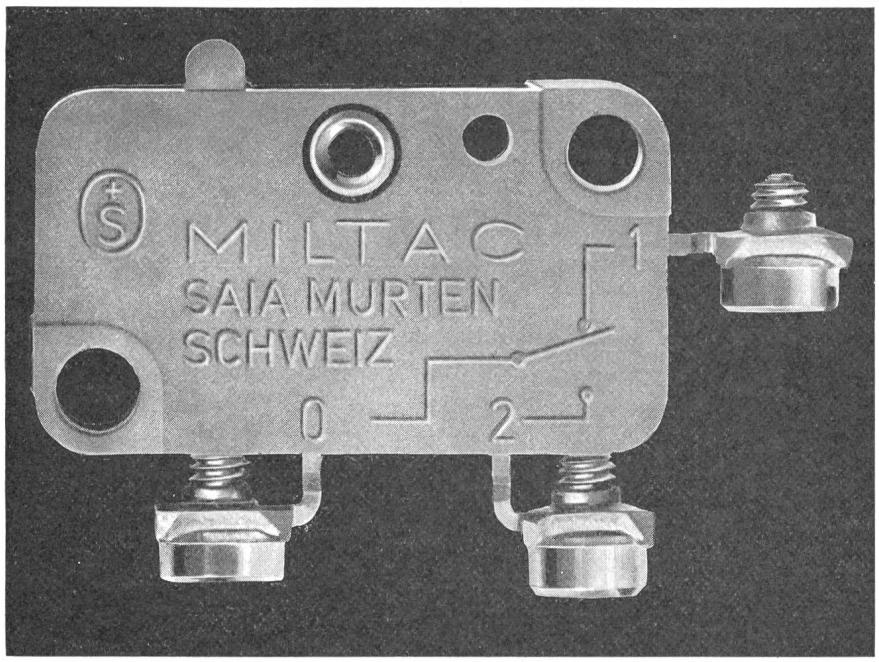
Nebst Tausenden von Kopplungskondensatoren sind bereits grosse Serien unserer kapazitiven Spannungswandler in Europa und Übersee in Betrieb. Nennspannung 73...750 kV. Nennkapazität 10000...2000 pF. Messleistung 200 VA, Klasse 0,5.

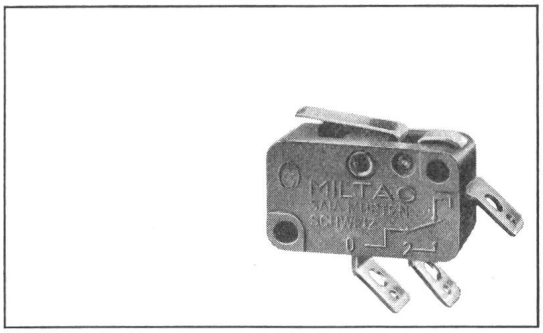
Bild oben: Kapazitive Spannungswandler vom Typ WP 300 R1 im Unterwerk von Chamoson (E.O.S.). 220 kV Betriebsspannung.

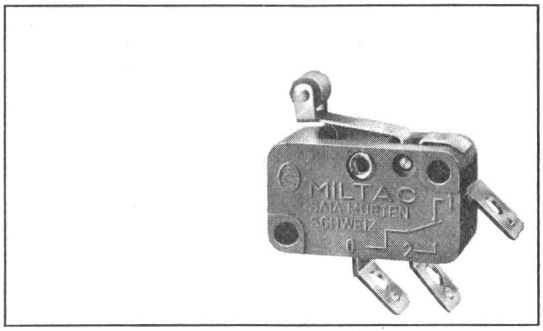
Verlangen Sie bitte zu Ihrer Dokumentation unseren Prospekt 106 SB

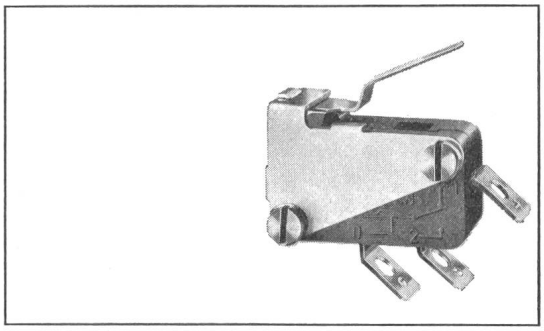
Micafil AG Zürich

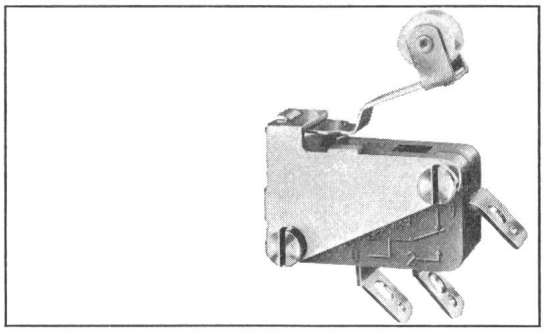
Miltac XF für mehr als 10 Millionen Schaltungen

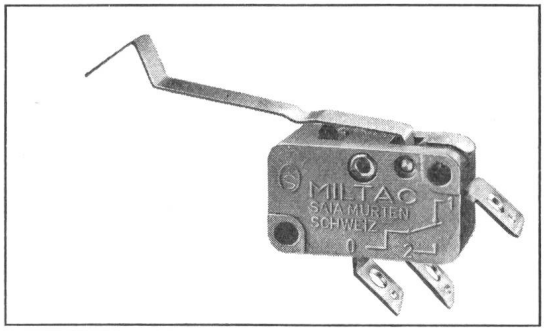


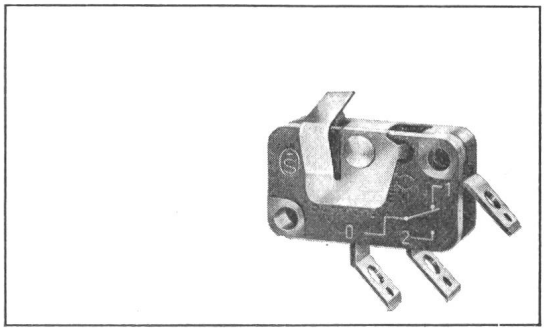












Mit der neuesten Entwicklung unseres Mikroschalter-Programms, dem Miltac XF, können wir Ihnen ein Schaltelement anbieten, das durch seine kleinen Abmessungen, seine hohe Schaltleistung und durch seine vielseitigen Betätigungsvorrichtungen einen besonders weiten Anwendungsbereich erschliesst.
Abmessungen: 27,8 × 15,9 × 10,3 mm
Isolierpresstoffgehäuse
Silbertastkontakt, einpolig umschaltend
Schaltleistung: 6 A 220 V~ / 4 A 380 V~
Mechanische Lebensdauer über 10 Mio Schaltungen.

SAIA AG
Fabrik elektrischer Apparate
Murten/Schweiz
Telefon 037 7 31 61

SAIA