Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 62 (1971)

Heft: 20

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: 09.07.2025

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

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Elektrische Energie-Technik und -Erzeugung
Technique et production de l'énergie

Versuche zur Erhöhung der Betriebssicherheit von Hochspannungs-Leistungsschaltern

621.316.5.027.3 : 62–192

[Nach *R. Michaca* und *C. Bourrouilh-Parege:* Essais destinés à améliorer la fiabilité des disjoncteurs à haute tension. Rev. Gén. Electr. 80(1971)4, S. 276...281]

Aus dem Netzbetrieb und Versuchen können sich wertvolle Gesichtspunkte zum Problem der Erhöhung der Betriebssicherheit von Leistungsschaltern ergeben. Durch ausgewählte Versuche können die während einer bestimmten Dauer im praktischen Betrieb auftretenden Schalterbeanspruchungen reproduziert und weiter verwertet werden. Hier treten nun einige Faktoren in Erscheinung. Die Erfahrung zeigt nämlich, dass z. B. die Alterung und ihr zeitlicher Ablauf eine wesentliche Auswirkung auf die charakteristischen Schaltereigenschaften haben kann. Eine von der Electricité de France (E.d.F.) in den letzten 8 Jahren durchgeführte Analyse ergibt, dass rein elektrische Störungen an Schaltern im Spannungsbereich von 72,5...420 kV sehr selten waren, was eine Bestätigung der zweckentsprechenden Prüfungsnormen bedeutet. Anders verhält es sich mit den mechanischen Schaltereigenschaften, auf welche 80 % der in diesem Zeitraum beobachteten Störfälle entfielen. Die diesbezüglichen Prüfvorschriften scheinen also den tatsächlichen Anforderungen nur unzureichend zu genügen.

Neue Untersuchungsmethoden waren zu studieren, um zu höherer mechanischer Betriebssicherheit zu gelangen. Dieses Vorgehen erforderte zunächst eine statistische Auswertung aufgetretener Störungen nach Art und Ursache sowie nach Häufigkeit, um in erster Linie diejenigen auszuwählen, die als relevant zu werten sind. Es waren dies z. B. Brüche von Antriebselementen, Haltestiften, Achsen, Rohren, Federn oder Versagen von Porzellan-Halterungen, Abdichtungen infolge Wärmeeinwirkung, ferner Schäden durch Feuchtigkeit, Öl- oder Druckgasverluste.

Die heutigen nationalen und internationalen Normen gelten für Versuche an fabrikneuen, sauberen Prüfobjekten. Man kennt jedoch keine Versuchsmethode, welche auch den Nachweis erbringen würde, dass der Schalter noch nach 20 oder 30 Betriebsjahren die gleichen Ansprüche erfüllen kann. Der einzige auf rein mechanisches Verhalten abgestellte Versuch sieht 1000 Ein- und Ausschaltungen im stromlosen Zustand vor, eine Zahl, die praktischen Erfahrungen nicht immer gerecht wird. Es wurden deshalb für die mechanische Dauerhaftigkeit neue Versuche vorgeschlagen, so z. B. mit erhöhten Schaltzahlen bis 10 000 und Temperaturgrenzen von –25 °C und +40 °C.

Von Bedeutung ist auch die Reihenfolge der Versuche. Ein entsprechendes, streng definiertes Programm nach Vorschlag der EdF wurde an je einem dreipoligen, ölarmen Schalter, einem ölarmen Einzelpol sowie einem Druckluftschalterpol, deren langjähriges Betriebsverhalten bekannt war, ausprobiert. Ein wichtiges Ergebnis war die Tatsache, dass die Versuche keinerlei Fehler zutage förderten, die nicht schon unter Betriebsverhältnissen aufgetreten waren. Daraus lässt sich folgern, dass dieses Versuchsprogramm die in langjährigem Betrieb vom Schalter auszuhaltenden Beanspruchungen am besten zu reproduzieren erlaubt und somit als Ausgangsbasis für eine weitere Vervollkommnung dieser Prüfungsmethode dienen kann. *M. Schultze*

Elektrische Maschinen — Machines électriques

Elektronikmotoren für industrielle Anwendungen

621.313.2 : 538.632

[Nach *F. Kappius* und *M. Liska:* Elektronikmotoren für industrielle Anwendungen. Siemens-Z. 4/71, S. 206...208]

Ein Motor mit den charakteristischen Merkmalen des Gleichstrommotors jedoch ohne Bürsten und Kollektor kann dank elektronischen Hilfsmitteln realisiert werden.

Im nutenlosen Stator des Motors eingebaute Hall-Elemente melden die momentane Lage des Permanentmagnet-Rotors und steuern über Verstärker die entsprechenden Stränge der Statorwicklung an. Für drehzahlgeregelte Antriebe kann der Drehzahl-Istwert aus der Gleichrichtung der in den Wicklungen induzierten Spannungen abgeleitet werden. So aufgebaute Kleinantriebe von wenigen Watt Leistung sind heute schon in Geräten der Unterhaltungselektronik anzutreffen. Dank seinen speziellen Vorteilen wie Wartungsfreiheit, Explosionssicherheit, hoher Drehzahlbereich findet neuerdings der Elektronikmotor auch auf industriellem Gebiet Anwendung, z. B. bei Ein- und Ausgabegeräten von Computern und bei kleinen Apparaten der Textilindustrie.

Neben einem hochwertigen mechanischen Aufbau muss ein solcher Motor auch eine verfeinerte Steuerung aufweisen. Während bei den Geräten der Standardklasse der Kommutierungspunkt aus dem Kriterium der Spannungsgleichheit der Hall-Elemente gewonnen wird, muss für Motoren grösserer Leistung der Kommutierungsbefehl aus einem Kriterium gewonnen werden, das vom Absolutwert der Spannung der Hall-Elemente unabhängig ist, um Drehmomentschwankungen, hervorgerufen durch eine Verschiebung der Kommutierungsachse, zu vermeiden. Abhilfe schafft hier eine Aufbereitung des Kommutierungsbefehls aus dem Nulldurchgang der Hall-Spannung, was eine um 45° versetzte Anordnung der Hall-Elemente bedingt. Hingegen bringt der Übergang von einer vierpulsigen auf eine sechspulsige Kommutierung nur eine unbedeutende Verbesserung des mittleren Drehmoments, so dass auch für industrielle Anwendungen die vierpulsige Schaltung vorgezogen wird.

Die Typenreihe umfasst zur Zeit Motoren von 3,6...168 W bei Wirkungsgraden von 30 bis 75 %.

Ein interessanter Aspekt ist die Möglichkeit, mehrere Motoren synchron zu betreiben. Die Statoren der Motoren werden zu diesem Zweck parallel geschaltet und aus einer in der Leistung entsprechend angepassten gemeinsamen Kommutationselektronik versorgt. Drehrichtungsumkehr und Widerstandsbremsung sind in konventioneller Art und Weise möglich. *P. Strauss*

Energie-Umformung
Transformation de l'énergie

Ein parametrischer Transformator als Filter und Spannungsstabilisator

621.314.21 : 621.372.54

[Nach *R. J. Spreadbury:* A new parametric device for filtering and voltage stabilization. Westinghouse Eng., 31(1971)2, S. 42...45]

Wenn ein Dreischenkel-Transformatorkern auf den beiden äusseren Schenkeln mit Wicklungen versehen wird, wobei die Primärwicklung auf einem vollen Kern sitzt, während sich die Sekundärwicklung auf einem Kern mit Luftspalt befindet, ergeben sich, bei Schaltung nach Fig. 1, einige ganz besondere Eigenschaften.

Wegen der hohen Reluktanz des Luftspaltes wird der Primärfluss bei Steigerung der Primärspannung von Null bis zur Sätti-

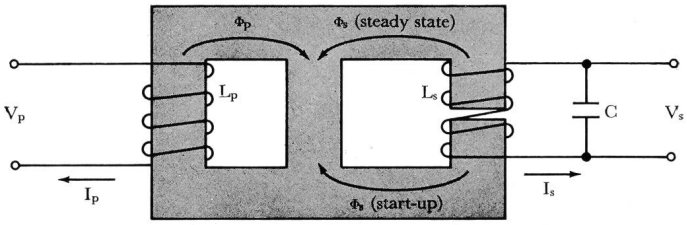


Fig. 1
Prinzipschema des parametrischen Transformators

V_p Primärspannung; V_s Sekundärspannung; $\varnothing_p$ Primärfluss; $\varnothing_s$ Sekundärfluss stationär; $\varnothing_s$ Sekundärfluss beim Start; I_p Primärstrom; I_s Sekundärstrom; L_p Primärinduktivität; L_s Sekundärinduktivität; C Sekundärkapazität

gung nur durch den mittleren Schenkel fliessen. Bis zu dieser Spannung wird an der Sekundärwicklung mangels Verkettung gar keine Spannung auftreten. Bei weiterer Steigerung der Primärspannung entsteht eine Sekundärspannung, und der sekundärseitig angeschlossene Kondensator unterstützt durch seine Rückwirkung auf den Sekundärfluss den weiteren Anstieg der Sekundärspannung. Ungleich einem konventionellen Dreischenkel-Transformator überträgt der parametrische Transformator im stationären Zustand keine Energie von primär auf sekundär durch direkte Kopplung mit dem Primärfluss, sondern er überträgt die Energie parametrisch, d. h. durch periodisches varieren (pumpen) eines Kreisparameters, in diesem Fall der Induktivität. Im stationären Zustand variert die Reluktanz des mittleren Schenkels mit der doppelten angelegten Frequenz, da die Permeabilität sich mit der Induktion stark ändert.

Wie die Sekundärspannung erst bei Überschreitung eines bestimmten Mindestwertes der Primärspannung einsetzt, so setzt sie auch bei Unterschreitung eines gewissen Wertes aus, welcher noch von der Belastung abhängt. Bei primären Spannungsschwankungen von ± 10 % bleibt die Sekundärspannung auf ± 1 % konstant und der Spannungsabfall beträgt von Leerlauf bis Vollast etwa $\pm 1{,}5$ %.

Da die Primär- und Sekundärwicklungen nur während etwa 30^0 jeder Halbperiode direkt miteinander gekoppelt sind, bedeutet dies eine starke Entkopplung, wodurch sich die gute Filterwirkung erklärt. Ausserdem sind die parametrischen Bauteile bekannt für ihre hervorragende Eigenschaft nur bei einer bestimmten Frequenz zu arbeiten. Die typische Dämpfung von transienten Spannungsvorgängen übersteigt 63 dB, und auch für hochfrequente Schwingungen besteht kein erkennbarer Durchgriff. Die Ausgangsspannung ist sinusförmig, unabhängig davon, ob die Eingangsspannung rechteckförmig, mit Harmonischen verzerrt oder mehrfach impulsförmig ist, solange nur die Eingangsfrequenz korrekt ist.

Die Anwendungen des parametrischen Transformators liegen hauptsächlich dort, wo vom gleichen Netz mit gestörten Verhältnissen empfindliche Apparate wie Computer, photographische Vergrösserungsapparate oder medizinische Instrumente versorgt werden müssen. Lichtregelungen mit Phasenanschnittsteuerung, die über den parametrischen Transformator versorgt werden, stören das Netz nicht, und in Wechselrichtern besorgt er die automatische Erzeugung der Sinusspannung. *A. Baumgartner*

Elektrische Lichttechnik, Lampen
Technique de l'éclairage, lampes

Die Lebensdauer luftleerer Miniaturglühlampen bei Gleichstrombetrieb

621.326–181.4 «401.7» : 621.3.024

[Nach *N. P. Demas:* Direct Current Life of Subminiature Vacuum Incandescent Lamps. Illum. Engng. 66(1971)4 I, S. 264...269]

Die Verwendung von Miniaturglühlampen hat innerhalb weniger Jahre stark zugenommen; in vielen Anlagen, z. B. in Nummernanzeigern, werden sie mit Gleichstrom gespeist. In manchen Fällen hat die optimistische Erwartung einer Lampenlebensdauer von 50 000 h mit bloss 1000 h geendet. Es trifft zu, dass das Leben einer Glühlampe im allgemeinen bei Speisung mit Wechsel- oder Gleichstrom etwa gleich lang ist. Beträgt der Durchmesser des Wolframleuchtdrahtes nur 18 µm (1 mg für einen Drahtabschnitt von 200 mm Länge) oder weniger, dann ist die Lebensdauer von der speisenden Stromart sehr abhängig.

Der Leuchtdrahtbruch wird durch Temperaturinstabilitäten hervorgerufen, die ihrerseits durch Ungleichheiten des Drahtdurchmessers infolge Verdampfung des Wolframs entstehen. Der Drahtbruch kann aber unter bestimmten Voraussetzungen auch durch örtliche Temperaturerhöhungen auftreten, die durch Abbau des Wolframs infolge Elektronentransportes bewirkt werden. Über diese Erscheinung ist schon 1938 berichtet worden und in neuerer Zeit auch wieder, doch wurde sie von den Lampenherstellern bei Festlegung der Konstruktionsdaten kaum berücksichtigt, so dass manche Lampen bei Gleichstrombetrieb die berechnete Lebensdauer nicht erreichten.

Neueste Untersuchungen an luftleeren Lampen bestätigen, dass auf Leuchtdrähte verschiedenen Durchmessers, die bei unterschiedlichen Temperaturen und Prüfdauern betrieben wurden, bei hoher Leuchtdrahttemperatur die speisende Stromart praktisch ohne Einfluss ist und der Abbau des Drahtes vor allem durch Verdampfung des Wolframs entsteht. Bei Gleichstrombetrieb wird der Wolframschwund infolge Elektronentransportes durch den Verdampfungsverlust weit übertroffen. Wenn aber der Leuchtdraht einer luftleeren Lampe eine Temperatur unter 2300 ^{0}K aufweist, spielt die speisende Stromart eine erhebliche Rolle: an Wechselspannung gehen die Lampen wegen Verdampfung des Wolframs zugrunde, an Gleichspannung, weil der Drahtquerschnitt infolge Elektronentransportes ungleichmässig abgebaut wird.

Die Lebensdauer mit gleichstrombetriebenen, luftleeren Lampen und einem Leuchtdraht kleinen Durchmessers lässt sich mit einer mathematischen Gleichung, welche den Drahtdurchmesser und die Betriebstemperatur enthält, vorausberechnen. *J. Guanter*

Elektronik, Röntgentechnik — Electronique, radiologie

Computer mit neuer Aufbaustruktur

681.31–4

[Nach *K. J. Berkling:* A Computer Machine Based On Tree Structures, IEEE Trans. on Computers, Vol C-20, S. 404...418]

Verbesserungsmöglichkeiten heutiger Computersysteme liegen darin, sie schneller und billiger zu gestalten. Die modernste elektronische Technologie ermöglicht dies weitgehend, jedoch beträgt der Hardwareanteil nur rund 20 % an den Gesamtkosten eines betriebsfähigen Systems. Weitergehende Verbesserungsmöglichkeiten liegen im Bereich der Software, der Betriebssysteme und der Programmiersprachen. Sie können erreicht werden, indem der strukturelle Aufbau des gesamten Systems modifiziert und verbessert wird.

Die Einführung von baumartigen Strukturen, im Gegensatz zu den heute gebräuchlichen linearen Anordnungen bringt zusätzliche Verarbeitungsmöglichkeiten.

Die wichtigste Eigenschaft eines binären Baumes liegt in der Rekursion (= Definition einer Funktion durch sich selbst) seiner Struktur. Er wird bestimmt durch einen Wurzelknoten, einen rechten und einen linken Ast. Die rekursive Definition eines Baumes entspricht der Beschreibung zu dessen Durchlaufen. Diese umfasst sechs Permutationen und enthält so mehr Möglichkeiten als ein konventionelles System. Die Anwendung von Baumstrukturen für den Aufbau von Adressen, Befehlen, Operanden und Daten, für Kernspeicher und Register, sowie für ganze Programme und Compilatoren, ermöglicht eine Reduktion des Software und Compilationsaufwandes, eine vereinfachte Programmierung, sowie eine verbesserte Anpassungsfähigkeit an grosse, dynamische Systeme. Ein derart ausgebautes System kann bezüglich Geschwindigkeit und Möglichkeiten die Umwandlungsregeln des Lambda-Calculus wesentlich erweitern und entspricht in seiner Maschinensprache einer Mischung zwischen ALGOL und LISP.

Der grössere Kernspeicherbedarf und die für vergleichbare Verarbeitungen bis zur zweifachen Anzahl notwendigen Kernspeicherzyklen werden dabei durch die erwähnten Vorteile und die heute verfügbaren, extrem schnellen Hardwareelemente mehr als wettgemacht. *Chr. Pauli*

Für wen lohnt sich die Eigenfertigung von Hybridschaltungen

621.3.049.75–405.5

[Nach *A. Lewicki:* Hybridschaltungen — für wen lohnt sich die Eigenfertigung. Elektronik 20(1971)4, S. 117...121]

Der Aufwand für die Fertigung integrierter Schaltungen in Dickschicht-Hybridtechnik ist geringer als der Aufwand monolithischer integrierter Schaltkreise. Trotzdem sind die Einrichtungen für die Produktion von Dickschichtschaltungen nicht als vernachlässigbar anzusehen. Die finanziellen und personellen Anfor-

derungen der Dickfilmfabrikation wollen vor ihrer Einführung in einem Betrieb genau überlegt sein.

Man kann drei Arten von Dickschicht-Fertigungsstätten unterscheiden: Das Prototypenlaboratorium mit bis zu 5 Mitarbeitern, die Mittelserienfertigung mit 5...20 Personen und einer Tagesproduktion von einigen 100 Stück sowie die Großserienfertigung mit 20...50 und mehr Personen und einer Tagesproduktion von einigen 1000 Stück und darüber. Für den Aufwand dieser drei Fertigungsstätten muss man für die ersten zwei Jahre mit rund 0,6 Mill. DM für das Prototypenlabor, mit 2 Mill. DM für die Mittelserienfertigung und mit 5 Mill. DM für die Großserienfertigung rechnen. Diese Richtwerte gelten für die Anwendung billiger Löttechnik, ohne ultrareine Atmosphäre und für einfache kommerzielle Qualität. Für militärische Elektronik können die notwendigen Investitionen einen wesentlich höheren Aufwand erfordern. Der Übergang von der Herstellung gedruckter Schaltungen zu Dickschicht-Hybridschaltungen ist ein grosser Schritt. Die Drucktechnik stellt, was die Präzision und Deckungsgenauigkeit anbelangt, wesentlich höhere Anforderungen. Extreme Staubfreiheit der Atmosphäre und Reinheit der Werkzeuge ist Bedingung. Die Hochtemperaturtechnologie verlangt den Einsatz von Öfen mit exakt geregelten Temperaturzonen und Gasschleusen. Die Montage und Kontaktierung haben mit Mikroskopen und Mikromanipulatoren zu erfolgen. Die Kontrolle der fertigen Baugruppen verlangt teure elektronische Geräte und gut ausgebildete Prüffeldtechniker. Für die Fabrikanten elektronischer Geräte — also Firmen, die nicht auf die Fabrikation von Bauteilen oder Halbleitern spezialisiert sind — kann über die Rentabilität der Eigenfertigung von Dickschichtbauteilen folgendes gesagt werden: Für Kleinbetriebe kommt die Herstellung von Dickfilmschaltungen nicht in Frage. Für sie ist auch das Prototypenlabor unrentabel. Selbst für Mittelbetriebe eignet sich das Prototypenlabor unter günstigen Umständen nur für die Militär-, Luft- und Raumfahrtelektronik. Die Mittelserienfertigung ist in den meisten Fällen unrentabel, und die Großserienfertigung wird finanzielle Probleme aufwerfen. Grossbetriebe können die Dickfilmfertigung einrichten, in erster Linie für den eigenen Bedarf. Für die Konsumelektronik kann es sich um eine Großserienfertigung und für die qualitativ besseren Baugruppen um eine Mittelserienfertigung handeln.

H. Gibas

Verschiedenes — Divers

Dielektrische Eigenschaften von elektrotechnisch wichtigen Kunststoffen

621.315.616.9 : 621.3.011.5

[Nach *K. Bergmann:* Dielektrische Eigenschaften von elektrotechnisch wichtigen Kunststoffen in einem weiten Frequenzbereich. Kunststoffe 61(1971)4, S. 226...231]

Die relative Dielektrizitätskonstante ε_r und der dielektrische Verlustfaktor tg δ einer Reihe von elektrotechnisch wichtigen Kunststoffen wurden im Temperaturbereich —30...+90 °C und im Frequenzbereich von $10^2...10^9$ Hz untersucht, wobei eine grobe Einteilung in zwei Klassen erfolgte:

1. Schwachpolare Stoffe mit tg $\delta < 10^{-3}$.
2. Starkpolare Stoffe mit tg $\delta > 10^{-3}$.

Zur 1. Gruppe gehören Polyäthylen, Polypropylen, Polystyrol und Modifikationen. Sie besitzen praktisch unpolare Struktur, werden aber stark durch polare Zusätze wie Stabilisatoren, Gleitmittel usw., auch in geringer Konzentration, beeinflusst.

So erhöhen z. B. beim Polyäthylen Antioxydantien den tg δ um $0{,}5 \cdot 10^{-4}$, ebenso zeigt sich an einem Copolymerisat des Äthylens mit Vinylacetat durch seine polaren COO-Gruppen ein erheblicher Einfluss auf die bei etwa 10^7 Hz auftretenden Maxima um ca. 1½ Zehnerpotenzen.

Polypropylen ist verlustarm, doch zeigt sich der Einfluss von Stabilisatoren als polarer Zusatz in einer Verschiebung des β-Maximums mit zunehmender Temperatur nach höheren Frequenzen. Auch die bei 65 % relative Feuchtigkeit erfolgte Wasseraufnahme von weniger als 0,01 % bewirkt eine merkliche Erhöhung des tg δ.

Beim Polystyrol zeigt sich durch kleine Zusätze polarer Stoffe, z. B. Schmiermittel, sowie durch absorbiertes Wasser von nur 0,01 % eine Erhöhung des tg δ um $1 \cdot 10^{-4}$.

Bei Acrylnitril-Copolymerisaten des Styrols bzw. Modifikationen mit Acrylesterelastomeren wird die Dielektrizitätskonstante temperatur- und frequenzabhängig.

Bei den zur 2. Gruppe gehörenden polaren Kunststoffen, wie z. B. den ungesättigten Polyesterharzen, beeinflussen die COO- oder OH-Endgruppen den tg δ, der bei 10^7 Hz ein β-Maximum durchläuft. Glasfasern bewirken als «Verdünnungseffekt» eine Verringerung des tg δ im gesamten Temperatur- und Frequenzbereich um bis zu 50 %.

Polyamide sind auf Grund ihrer polaren Struktur stark frequenz- und temperaturabhängig, ausserdem ist der tg δ ziemlich hoch, so dass Stabilisatoren und Schmiermittel kaum von Einfluss sind.

Von der Gruppe Polyvinylchloride wurde ein Suspensionspolymerisat untersucht und festgestellt, dass die Verlustfaktorkurve bei 10^5 Hz ein breites Maximum besitzt, das sich mit steigender Temperatur nach höheren Frequenzen hin verschiebt. Die Wasseraufnahme vom reinen bzw. weichgemachten PVC ist gering und verändert die dielektrischen Eigenschaften nicht.

Zur Messtechnik ist zu bemerken, dass bei $10^2...10^5$ Hz das Messprinzip von *Hartshorn, Ward* und *Lynch* in Verbindung mit kommerziellen Apparaturen benutzt wurde, bei höheren Frequenzen wurde mit entsprechend modifizierten Kondensatoren nach dem Resonanzverfahren gearbeitet.

Die Temperatur der Proben wurde durch Einblasen eines geheizten oder gekühlten Stickstoffstroms in das Abschirmgehäuse reguliert.

E. Müller

20 Jahre Hochspannungsforschung

621.315.051.024 : 061.6 (430.1)

[400 kV-Forschungsgemeinschaft e.V., Heidelberg: Ein Rückblick zum 20jährigen Bestehen. Bericht Nr. 27, März 1971]

Ende 1970 hat die 400-kV-Forschungsgemeinschaft in Heidelberg ihr zwanzigjähriges Bestehen gefeiert. In der Gemeinschaft arbeiten Hochschulen, Stromversorgungsunternehmen und Elektroindustrie zusammen. Die Gemeinschaft wurde gegründet, um praktische Versuche über die zweckmässige Auslegung der 400-kV-Drehstrom-Freileitungen für ein 400-kV-Verbundnetz durchzuführen.

Im Jahre 1957 wurde in Westdeutschland die erste 400-kV-Leitung mit Erfolg in Betrieb genommen, die auf Grund der Forschungsarbeiten der Gemeinschaft erstellt worden war. Damit war die erste Aufgabe der Gemeinschaft so gut wie abgeschlossen. In dieser Zeit entstand auch der Plan, die in früheren Jahren begonnenen und dann wieder unterbrochenen Arbeiten auf dem Gebiete der Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) fortzusetzen. Die Aufgabe sollte sein, vollständige HGÜ-Anlagen, die Fernübertragung, Mehrpunktverbindung, asynchrone Netzkupplung und Parallelbetrieb mit Drehstromnetzen technisch und wirtschaftlich optimal planen und errichten zu können. Dazu mussten Stromrichter und Regeleinrichtungen entwickelt werden. Einrichtungen für Versuche mit Leitungen mit ±450 kV im zweipoligen Betrieb und +700 kV oder —700 kV im einpoligen Betrieb wurden gebaut. Wichtig waren auch die praktischen Versuche mit Leitungen und Kabeln. Galt es doch, die höheren Stationskosten der HGÜ-Technik durch niedrigere Kosten der Übertragungsleitungen auszugleichen.

Die Grundeinheit einer HGÜ bilden sechs steuerbare Gleichrichterventile, die in einer Brücke angeordnet sind. Sie formen in der Gleichrichterstation den Drehstrom in hochgespannten Gleichstrom um und erzeugen in der Wechselrichterstation wieder Drehstrom. Früher verwendete man für die Ventile Quecksilberdampfgleichrichter. Inzwischen hat die Halbleitertechnik so grosse Fortschritte gemacht, dass heute Thyristoren hoher Spannungsfestigkeit und Strombelastbarkeit zur Verfügung stehen. In jeden Zweig der Brücke muss wegen der hohen zu verarbeitenden Spannung eine Reihe von Thyristoren eingebaut werden. Die praktische Arbeit mit den ersten Thyristormustern begann im Jahre 1967. Auch die in der Hochspannungstechnik eingesetzten Isolatoren bildeten Gegenstand eingehender Untersuchungen, wofür ebenfalls spezielle Prüf- und Messeinrichtungen geschaffen werden mussten. In den Siebzigerjahren soll die erste durch die Gemeinschaft entwickelte HGÜ-Anlage ihren Betrieb aufnehmen.

H. Gibas

Fortsetzung auf Seite 993

Suite à la page 993

Wir haben in der Nachrichtentechnik etwas zu sagen.

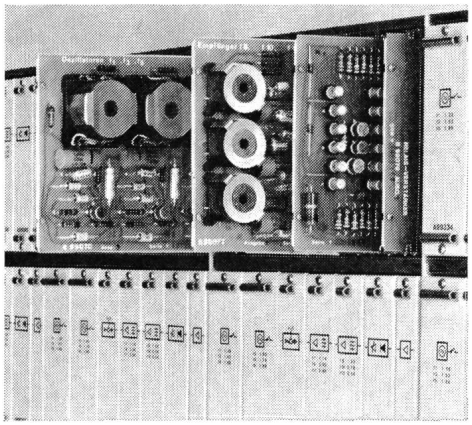
Mehrfrequenzcode-Signalisierung

Drehwählersysteme in Telephon-
zentralen sind im Unterhalt anspruchs-
voll. Deshalb haben wir ab 1966 in
enger Zusammenarbeit mit den schwei-
zerischen PTT-Betrieben die soge-
nannten PENTACONTA-Koordinaten-
schalter eingeführt: Kurze Schaltwege
ermöglichen nun hohe Durchschalte-
geschwindigkeiten, und der Anrufer
wird schneller mit seinem Gesprächs-
partner verbunden. Zudem arbeiten
diese neuen Schalter erschütterungsfrei
und sehr geräuscharm. Sie haben
nur wenige bewegliche Teile und sind
deshalb auch minim störanfällig.

Doch bald stellte sich die Frage,
ob zwischen so modernen Schalt-
zentralen die Signale in hergebrachter
Art und Weise als Impulse übertragen
werden sollten (nur ca. eine Ziffer
pro Sekunde), oder ob es nicht möglich
wäre, diese langsame und störanfällige
Impulswahl durch eine neuzeitliche
Methode zu ersetzen. Vor diese Aufgabe
gestellt, hatten wir als erste den Mut,
eine neue Signalisierungsart einzu-
setzen, die damals durch Anregung der
Schweizer PTT auf internationaler
Ebene erst zur Diskussion stand.

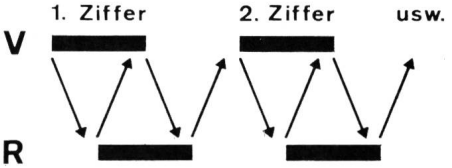
Die Lösung: MFC
Mehrfrequenzcode-Signalisierung

Die Zeichen zur Übermittlung
werden aus tonfrequenten Signalen
gebildet. Zur Verfügung stehen
12 Frequenzen. Sechs davon (1380 ...
1980 Hz) dienen als Vorwärts-, die
restlichen sechs (540 ... 1140 Hz) als
Rückwärtssignale. Jedes Zeichen
wird durch 2 von 6 Frequenzen dar-
gestellt, daher: 2-von-6-Code (selbst-
prüfender Code). Dieses System
ermöglicht die Übertragung von je 15
verschiedenen Zeichen in beiden
Richtungen. Die Übertragungs-
geschwindigkeit dieser Signale ist etwa
vier- bis fünfmal grösser als beim
alten Impulssystem, das heisst ca.
5 Ziffern pro Sekunde. Beim Ver-
bindungsaufbau von einem Teilnehmer
zum andern regt der Sender in der
Zentrale A den elektronischen Signal-
satz dazu an, die entsprechende
Frequenzkombination nach der Zen-
trale B auszusenden. Das Signal
wird im Register des Empfängers
gespeichert und in der Folge durch den
Signalsatz in B mit einem Rückwärts-
signal quittiert.



Offene Einschübe eines MFC-Signalsatzes

Mit dieser Quittung wird das
Vorwärtssignal unterbrochen, worauf
auch das Rückwärtssignal aufhört
(Zwangslauf-Verfahren). Jetzt kann der
nächste Signalzyklus beginnen.
Dabei gibt das Rückwärtssignal stets
an, welche Ziffer oder Angabe als
nächste vorwärts gesendet werden soll.
Diese Steuerbefehle des Quittungs-
signals erlauben es, Ziffern oder ganze
Zifferngruppen zu wiederholen.
Transitämter empfangen nur noch so
viele Ziffern, wie sie für die Durch-
schaltung benötigen. Die restlichen
Ziffern der Teilnehmernummer laufen
dann vom Anfang bis zum Ende der
Verbindung durch. Die Signale
gelangen so über grosse Distanzen,
ohne unterwegs umgesetzt, verzögert
oder gar verfälscht zu werden.
Durch dieses System werden überdies
die Steuer-Stromkreise rascher für
den Aufbau neuer Verbindungen frei.



MFC-Signalzyklus
V Vorwärtssignale
R Rückwärtssignale

Die Anzahl der bei MFC-Signalisierung möglichen Signale ist wesentlich grösser als bei Impulssystemen. Ausser der Teilnehmernummer und den Steuerkriterien für den Sender können Befehle zur Einleitung der Identifizierung des Anrufers, Teilnehmerkategorien, Taxkennzeichen für die internationale Teilnehmerselbstwahl usw. übertragen werden. Es ist also wohl kein Zufall, dass das MFC-System unterdessen auch auf internationaler Ebene eingeführt wurde.

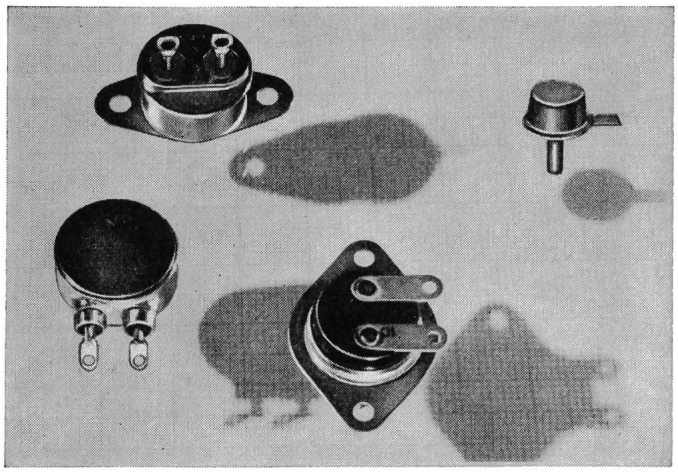
Die Ersetzung der Impulswahl durch MFC-Signalisierung ist nur eines der vielen nachrichtentechnischen Probleme, das wir als erste in der Schweiz gelöst haben. Wir werden auch bei der Lösung zukünftiger Probleme etwas zu sagen haben.

Standard Telephon und Radio AG
8038 Zürich und 8804 Au-Wädenswil

STR
Ein ITT-Unternehmen

KLIXON®

Präzisions-Thermostate



- kleine Abmessungen, grosse Ansprechgeschwindigkeit
- grosse Ansprechgenauigkeit
- kippende Schaltcharakteristik
- explosionssichere Ausführungen

Typen	minimales Schalt-Differential	verwendbar von bis	Schalt-vermögen	Schalt-funktion
M1	5 °C	-55 °C 260 °C	220 V 4 A	r, a
C4344	5 °C	-55 °C 260 °C	220 V 4 A	r, a
C4391	6 °C	-55 °C 200 °C	220 V 8 A	r, a, u
M2	3 °C	-20 °C 200 °C	220 V 1 A	r, a,
2862	3 °C	-20 °C 130 °C	220 V 1,5 A	r, a
3BT u. 4BT	18 °C	-20 °C 175 °C	125 V 1 A	r, a

- einfacher, robuster Aufbau
- technische Beratung und Datenblatt durch:

FABRIMEX

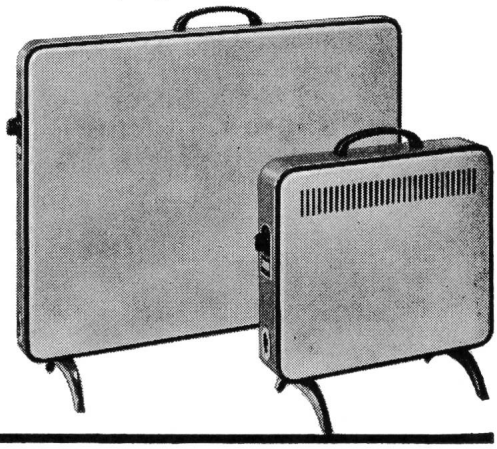
Fabrimex AG · Kirchenweg 5 · 8032 Zürich · Tel. 051/47 06 70

Accum

Heizwände und Camerad-Oefen

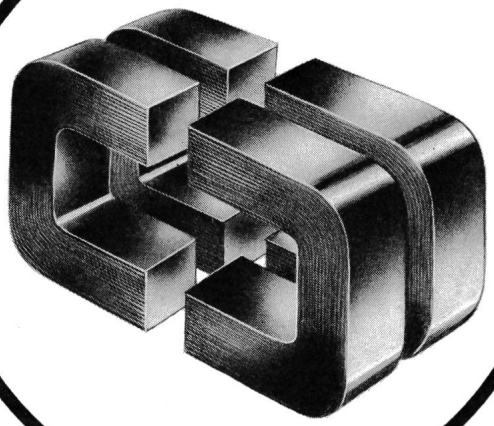
mit praktischem Traggriff und zweifarbiger Lackierung. Zeitlose Formen, in alle Räume passend, leichtes Gewicht, angenehme Heizwirkung

Accum AG Gossau ZH



6.3.4

Standard-Schnittband-Kerne



Abmessungen DIN und HWR – kurzfristig ab Lager Zürich oder ab Werk – ermöglichen Ihnen für Ihren Trafobau

- kleine und einfache Lagerhaltung
- kleinere Dimensionen
- Zeitersparnis beim Zusammenbau
- Raum- und Gewichtsersparnis

Reichhaltiges Lager an Zubehörmaterial.
Verlangen Sie Prospekte und Preisofferten

WALTER BLUM

Hönggerstrasse 115 8037 Zürich Tel. (01) 42 23 42