

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 60 (1969)
Heft: 21

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: 11.02.2026

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

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Grundlagen und Theorie Techniques de base, théorie

Ersatzschaltungen für piezomagnetische Wandler

621.3.012.8:538.653

[Nach Z. Jagodzinski: On the adequacy of equivalent circuits for piezomagnetic transducers. Acustica 21(1969)5, S. 283...287]

In Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet von Ultraschall und Vibrationen wird meistens mit elektrischen Ersatzschaltungen für elektromechanische Wandler gearbeitet. Diese Ersatzschaltungen bestehen aus Serie- und Parallelkreisen elektrischer Schaltelemente, welche den mechanischen und den elektrischen Teil des Wandlers darstellen. Wenn dabei der mechanische Teil als Serienkreis dargestellt wird, liegt der elektrische Treiberkreis parallel dazu; wird der mechanische Teil als Parallelkreis angenommen, ist der elektrische Teil dazu in Serie zu schalten. Für piezoelektrische Wandler wird meistens ein Serie-Parallelkreis angenommen. Für piezomagnetische Wandler dagegen finden sich sowohl Parallel-Serien-Schaltungen wie auch dazu duale Serie-Parallel-Schaltungen in der Literatur. Dadurch können Missverständnisse entstehen. Beim Parallel-Serie-Kreis ist die mechanische Ersatzschaltung als Parallelkreis unterhalb der mechanischen Resonanzfrequenz induktiv, darüber kapazitiv. Der elektrische Treiberkreis dagegen ist induktiv. Damit liegt die elektromechanische Resonanzfrequenz oberhalb der mechanischen. Dagegen sind die Verhältnisse bei der Serie-Parallel-Schaltung gerade umgekehrt. Es kann aber gezeigt werden, dass beim piezomagnetischen Wandler die elektromechanische Resonanzfrequenz immer höher liegt. Nur wenn der Wandler als Zweipol betrachtet wird, sind beide Ersatzschaltungen äquivalent. Ein solcher Wandler muss aber als Vierpol aufgefasst werden. Durch Messung der mechanischen und der elektromechanischen Resonanzfrequenz, sowohl von der mechanischen wie auch von der elektrischen Seite her, erhält man das gleiche Ergebnis, nämlich dass die mechanische Resonanzfrequenz tiefer liegt als die elektromechanische. Somit kann nur die Parallel-Serie-Ersatzschaltung, in welcher die mechanischen Eigenschaften durch einen Parallelkreis mit dem elektrischen Teil in Serie dargestellt werden, den wirklichen Verhältnissen gerecht werden.

D. Kretz

Übertragung, Verteilung und Schaltung Transmission, distribution et couplage

Ergebnis über die Kontrolle von Fehlerstromschutzschaltern im Verteilgebiet der Centralschweizerischen Kraftwerke

621.316.9

Die Centralschweizerischen Kraftwerke, Luzern, haben im Jahre 1962 im Dorf Aesch, Kanton Luzern, in jeder Liegen-

schaft versuchsweise je einen Fehlerstromschutzschalter eingebaut. Die ersten Resultate sind im Bulletin des SEV 1964, Nr. 4 festgehalten.

Im Jahre 1968/69 wurden an 111 von 131 eingebauten Schaltern die Auslösungen und deren Ursachen statistisch erfasst. Die Ergebnisse sind in Tabelle I zusammengestellt und dürften von allgemeinem Interesse sein.

Nicht kontrolliert wurden 22 Ferienhäuser, die nicht immer zugänglich und deshalb in der Auswertung nicht enthalten sind. Wegen Ausschaltungen während der Abwesenheit der Ferienhausbesitzer gingen keine Meldungen ein.

Anlässlich von Gewittern wurden 74 Ausschaltungen registriert. In allen Fällen waren die Einschaltungen wieder möglich. Die Hausbesitzer konnten beruhigt sein; die elektrischen Installationen hatten die Gewitter schadlos überstanden.

Die 26 Auslösungen infolge von Defekten an elektrischen Installationen ereigneten sich bei 8 Abonmenten. Nachstehende Ursachen führten dazu:

- a) Im schutzgeordneten Netz wurde bei Installationserweiterungen der Nulleiter als Schutzeleiter benutzt;
- b) Fehlerhafte, ortsvoränderliche Leitungen;
- c) Isolationsdefekte in Rohrleitungen;
- d) Erdchluss an einem «Nass-Schalter» infolge mangelhaften Anschlusses.
- e) In einem Fall wurde bei Vornahme von Schreinerarbeiten ein Nagel durch ein Tdc-Kabel getrieben.

Bei den 97 Auslösungen wegen defekten Apparaten lag die Ursache in den meisten Fällen bei den Kochplatten infolge ungenügenden Isolationswiderstandes. In Aesch handelt es sich in der Hauptsache um landwirtschaftliche Betriebe, wo viele kombinierte Herde eingebaut sind und vom elektrischen Herd da und dort während längerer Zeit nur ein Teil des Kochherdes in Gebrauch stand. Nach Einschaltung von nur zeitweise benutzten Kochplatten traten zu hohe Ableitströme auf, die zu Auslösungen führten.

Bei den 111 Funktionskontrollen wurden drei Versager festgestellt, und zwar lag der Fehler nicht etwa beim Differenzialteil, sondern in einem Fall bei der mangelhaften Tasterkonstruktion, also im Auslöse-Mechanismus. Infolge Unterbruchs des Prüfwiderstandes traten zwei Störungen auf; sie wurden bei ein und demselben Fabrikat festgestellt. Da die Mängel bekannt sind, werden die Schalter nach und nach durch neue Modelle, die den sicherheitstechnischen Anforderungen besser genügen, ersetzt.

Es darf festgestellt werden, dass nach dem siebenjährigen Einsatz der Fehlerstromschutzschalter die Abonnenten dieses Schutzsystems schätzen, weil die Fehlerquellen, die durch mannigfaltige Art entstehen können, unverzüglich gemeldet werden. Nur drei Abonnenten konnten sich damit nicht befrieden, aber nicht wegen des Fehlerstromschutzschalters selbst, sondern wegen des Montageortes. Um Erfahrungen zu sammeln, wurden

Auslösungen von Fehlerstromschaltern und deren Ursache

Tabelle I

Herstellerfirma	Schalttyp	Anzahl der Schalter	Ausschaltungen infolge			Funktionskontrolle		Mit Schutzsystem nicht einverstanden
			Blitzschlag	Installationsdefekt	Apparatedefekt	In Ordnung	Defekt	
A	25 A	1						
B	40 A	7	4		10	7		
C	40 A	73	42	23	55	71	3	3
A	40 A	2	2		1	2		
C	60 A	24	22	3	24	24		
A	60 A	1			1	1		
C	100 A	1	2		3	1		
A	100 A	2	2		3	2		
Total		111	74	26	97	108	3	3

Bemerkung: Beim grössten Teil der Schalter beträgt der Fehlerauslösestrom 0,5 A.

die betreffenden Gebäude nur je mit einem Schalter ausgerüstet und zwar unmittelbar nach der Hausanschluss-Sicherung. Man wollte die Hausleitung, die in landwirtschaftlichen Betrieben je nach der Länge manchmal besonders gefährdet ist, in das Schutzsystem einbeziehen. Gegebenenfalls lässt sich die Montage der Schutzschalter auch bei der Verteilanlage, weil besser zuverlässig, verantworten.

Die Aufzeichnungen zeigen eindrücklich, dass die Fehlerstromschutzschalter die ihnen zugewiesenen Überwachungsfunktionen erfüllen. Der grösste Teil der registrierten Defekte wäre bei Anwendung der Nullung oder Schutzerzung kaum so rasch zum Vorschein gekommen.

Die schweizerischen Sicherheitsvorschriften sind in Anlehnung an die europäischen Vorschriften in Vorbereitung. Diese werden dazu beitragen, die Sicherheit der Fehlerstromschutzschalter noch wesentlich zu erhöhen.

F. Hofer, Luzern

Elektrische Messtechnik, elektrische Messgeräte Métrieologie, appareils de mesure

Abstandmessgerät

531.717.14:621.317.335.2

[Nach B. E. Noltingk: A novel proximity gauge. J. Sc. Instr. 2,2(1969)4, S. 356...360]

Eine bessere Linearität als bei einem herkömmlichen, nach dem Prinzip eines Plattenkondensators wirkenden Messumformer zur Bestimmung von Abständen lässt sich mit einem neuartigen kapazitiven Abstandmessgerät erzielen, bei dem zwischen zwei Messelektroden ein geerdeter Schirm angeordnet ist. Zur Ermittlung des Abstandes zwischen den Messelektroden einerseits und einer ihnen gegenüberliegenden Fläche andererseits wird die Kapazität zwischen den beiden Elektroden gemessen. Diese Kapazität ist nämlich dem Abstand proportional.

Neben einer verhältnismässig guten Linearität — es können Abstände von 3,5...7,5 mm mit 1 % Genauigkeit gemessen werden — bietet das neuartige Abstandmessgerät auch den Vorteil, dass das Messergebnis bei Anwendung einer geeigneten Auswerteschaltung durch die Kapazitäten der Anschlussleitungen nicht beeinflusst wird.

Gewisse Schwierigkeiten ergeben sich bei dem neuen Messgerät dadurch, dass die dem zu ermittelnden Abstand proportionale Kapazität sehr klein ist und nur einen Bruchteil von 1 pF beträgt. Es bedarf daher moderner Brückenschaltungen, z. B. einer Wayne-Kerr-Messbrücke, zur Auswertung der Kapazitätsänderungen.

Das Abstandmessgerät kann rechteckförmige, in einer Ebene liegende Messelektroden enthalten oder eine rotationssymmetrische Ausführung des Elektrodensystems aufweisen. Im letzteren Falle ist zwischen einer inneren kreiszylindrischen Elektrode und einer äusseren kreiszylindrischen Elektrode ein geerdetes Rohr als Schirm angeordnet. Diese Ausführung des Abstandmessgerätes lässt sich verhältnismässig einfach herstellen.

Ein besonderer Vorteil des neuen Abstandmessgerätes ist darin zu sehen, dass sich durch Wahl einer bestimmten Grösse und Gestalt der Messelektroden sowie ihres gegenseitigen Abstandes und durch Ausgestaltung des Schirmes Empfindlichkeit, Linearität und Messbereich den jeweiligen Erfordernissen anpassen lassen.

D. Krause

Elektrische Traktion — Traction électrique

Temperaturüberwachung der Achslagerbüchsen der neuen Tokaido-Linie von Japan

536.521.2:621.822:625.2

[Nach H. Tohara u. a.: Hot Journal Box Detecting System for the New Tokaido Line. Sumitomo El. Techn. Rev. (1968)11, S. 112...119]

Auf der neuen Tokaido-Linie der nationalen japanischen Eisenbahnen ist eine Anlage eingerichtet worden, welche die Temperatur der Achslagerbüchsen des vorbeifahrenden Zuges zu messen

und registrieren gestattet. Diese Anlage besteht aus einer Zugsannäherungsvorrichtung, welche die Mess- und Registriereinrichtung in Betrieb setzt, zwei Temperaturdetektoren, welche die Infrarotstrahlung der Achslagerbüchsen messen, und einem Auswert- und Aufzeichnungsgerät sowie der Alarmvorrichtung.

Gegen die von der Sonne einfallende Strahlung ist der Temperaturdetektor durch den Zug geschützt, und die Verwechslung mit anderen heissen Stellen des Zuges wird vermieden, indem die Temperaturanzeige nur dann ausgewertet wird, wenn eine Radüberwachung auf photoelektrischem und piezoelektrischem Prinzip bestätigt, dass sich eine Achslagerbüchse genau im Blickfeld des Temperaturdetektors befindet. Sobald eine Temperatur gemessen wird, welche höher ist als der eingestellte Wert, wird Alarm ausgelöst. Auf einem Magnetband werden auf zwei Spuren die Temperaturen aller linken bzw. rechten Achslagerbüchsen und die Nummer des Zuges festgehalten und auf einen Registrierstreifen geschrieben. Sobald der Zug vorbei ist, wird die Messanlage automatisch geeicht und das Magnetband wieder zurückgespult. Sofern kein Alarm ausgelöst wurde, d. h. alles in Ordnung ist, wird die Aufzeichnung bei der nächsten Messung gelöscht, andernfalls bleibt sie bestehen.

Auch bei Zuggeschwindigkeiten von 210 km/h arbeitet die Anlage bei jedem Wetter einwandfrei; grosse, gegen die Messeinrichtung gewehte Schneemengen werden durch eine eingebaute Heizung weggeschmolzen. Einzig vom fahrenden Zug aufgewirbelter Staub und Flugrost müssen monatlich von Hand von den Linsen entfernt werden. Die Genauigkeit der Temperaturnmessung beträgt im Bereich von 40...50 °C : ± 10 °C und im Bereich von 60...70 °C : ± 5 °C, was für eine zuverlässige Aussage über heissgelaufene Achslagerbüchsen vollständig ausreicht.

A. Baumgartner

Neubau von Eisenbahnsignalanlagen bei den British Railways

656.25

[Nach: Resignalling the Midland Main Lines. Railway Gazette June 6, 1969, S. 425...431]

Die Erneuerung der Signalanlagen auf den Hauptlinien zwischen den Industriezentren Sheffield, Nottingham, Derby und Birmingham wurde im Jahre 1967 begonnen; die Inbetriebsetzung der nach modernsten Gesichtspunkten projektierten Fernstellwerken in Trent, Derby und Saltley soll noch gegen Ende 1969 erfolgen.

Der überwachte Raum erstreckt sich von Chesterfield, Nottingham und Loughborough im Nordosten bis nach Birmingham, Blackwell und Leamington Spa im Südwesten und umfasst 242 Meilen mehrheitlich doppelspurige Strecke oder 597 Meilen Gleis. Die drei Fernsteuer- und Fernüberwachungszentren Trent, Derby und Saltley ersetzen 180 mechanische Stellwerke; 157 davon werden vollständig aufgehoben, während 23 in Ortsrangierstellwerke umgewandelt werden. Im Zuge der Rationalisierung wurden drastische Vereinfachungen der Gleisanlage vorgenommen, was sich jedoch dank der modernen Signaltechnik auf den Betrieb keineswegs einschränkend auswirkt. Veränderungen in der Verkehrsstruktur haben zur Folge, dass gewisse Schnell- und Personenzuglinien zu reinen Güterzuglinien degradiert werden.

Die Gebäude der drei genannten Zentralen weisen folgendes Grundkonzept auf: Im 1. Stock die Betriebsräume, im Erdgeschoss die Fernsteuerungs- und Sicherungsanlagen, eine Werkstatt, Lager- und Batterieräume und ein Aufenthaltslokal für das Unterhaltspersonal.

Die grösste der drei Panorama-Streckentafeln von 17 × 2,35 m² befindet sich in Trent. Auf ihr sind nebst der Gleis- und Streckenanlage die Signale, Weichen und die durch Schienenstromkreise überwachten Abschnitte dargestellt. Jeder Zug wird durch seine Nummer charakterisiert, die ihn von Blockabschnitt zu Blockabschnitt — entsprechend seinem Fahrweg — begleitet. Bei den Anlagen kam die Spurplantechnik nach Normen der British Railway zur Anwendung. Im Gegensatz zur heute üblichen Technik mit Fernstellzentren und lokalen Satellitenstellwerken (wie sie z.B. auch in Derby angewendet wird) sind in den beiden Räumen Trent und Saltley alle elektrischen Abhängigkeiten und Verschlüsse, die zur Fahrstrasseneinstellung und -über-

wachung benötigt werden, zentralisiert, so dass die örtlichen Stellwerke eingespart werden können. Diese bedeutende Entwicklung ist dank der Anwendung von Trägerfrequenzsystemen möglich geworden, die hiemit zum ersten Mal als Glieder der Stellwerkapparatur im engeren Sinne arbeiten. Die Energieversorgung der Anlagen erfolgt im Normalfall aus dem öffentlichen Netz, im Störungsfall durch ein Diesel-Notstromaggregat. Besondere Bedeutung kommt der Ausbildung und Umschulung des Personals zu. Das vorgesehene Instruktionsprogramm umfasst in vier fünf-wöchigen Kursen die folgenden Themen: Theoretische Grundlagen der Elektronik, elektrische Stellwerktechnik (Spurplantechnik), Fernwirkechnik, Zugnummernmelde- und Zuglenkeinrichtungen.

Durch die drei Grossanlagen werden insgesamt 560 Beamten- und Wärterstellen eingespart.

M. Neuhaus

Ein Transportsystem mit Rendez-vous-Technik

656.072.23

[Nach P. I. Klein: A System of Transportation Applying Rendezvous Technology. IEEE Transactions on Vehicular Technology. VT 18(1969)1, S. 12...16]

Ein Hauptproblem im Städteverkehr mit schienengebundenen Fahrzeugen besteht im Übergang zwischen Schnellzügen und Lokalbahnen. Während die Fahrzeit von Stadt zu Stadt ständig verkürzt wird, muss oft der selbe oder sogar ein höherer Zeitaufwand für das Erreichen einer Station der Schnellverbindung eingesetzt werden. Das krasseste Beispiel bilden wohl die Zufahrten mittels Bahn, Tram, Bus, Taxi, von und zu Flugplätzen.

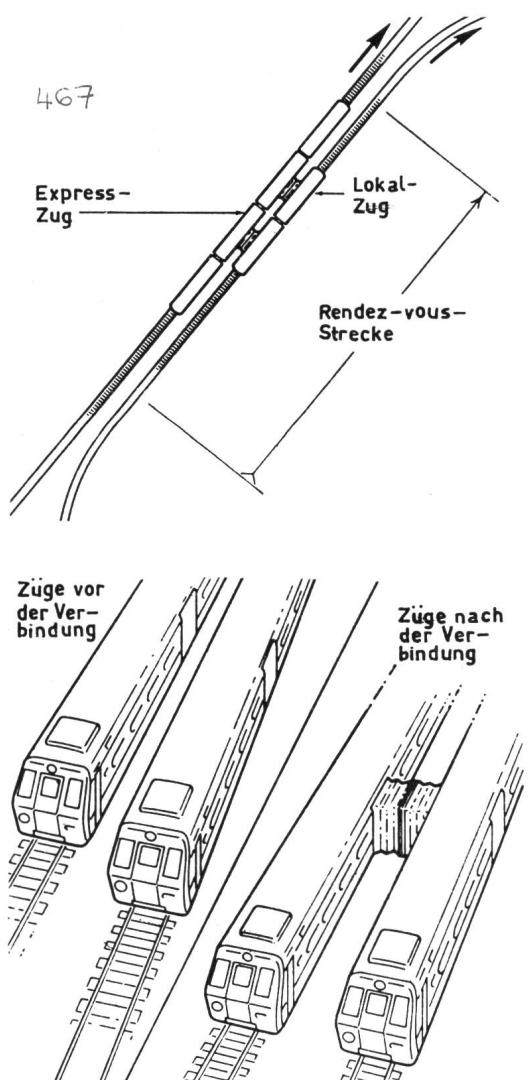


Fig. 1

Schema des Rendez-vous-Systems

Umsteigen und Umladen während paralleler Fahrt

Mit Hilfe der Rendez-vous-Technik kann dieser Übergang zwischen verschiedenen Transportsystemen viel wirkungsvoller gestaltet werden. Die Steuerung für ein System mit einem Freiheitsgrad beim Seite-an-Seite-Rendez-vous zwischen zwei fahrenden Zügen dürfte technisch nicht sehr schwierig sein. In der Tat wird das System mit drei Freiheitsgraden beim Auftanken im Flug schon seit längerer Zeit erfolgreich praktiziert.

Der Austausch von Passagieren und Fracht zwischen Stadtschnellzug und Lokalzug findet während der Fahrt auf parallelen Gleisen statt (Fig. 1). Die beiden Züge werden hierzu auf identische Geschwindigkeit und Position gebracht und dann mit Balentunnels seitlich verbunden. Nur in Notfällen werden die beiden Fahrzeuge vollständig angehalten.

Gegenüber dem bisherigen Umsteigen und Umladen bietet dieses Verfahren ganz wesentliche Vorteile: Durch den Wegfall von Brems-, Warte- und Beschleunigungs-Zeiten wird die Durchschnittsgeschwindigkeit der Fahrzeuge wesentlich gesteigert. Ebenso tritt eine Verminderung des Spitzenstromes sowie des Energiebedarfs ein, und die Züge können auf geschlossenen Schleifen verkehren.

Wenn in einer weiteren Entwicklungsphase auch Autobusse und Flugzeuge in das Rendez-vous-Verfahren einbezogen werden, kann man sich die Zeitersparnis und die grösere Bequemlichkeit drastisch vorstellen. Für die Reisenden von morgen fallen umständliche Anschlussfahrpläne, Wartezeiten und Spaziergänge auf Haltestellen und Bahnsteigen dahin.

M. S. Buser

Elektrische Schwingungs- und Verstärkertechnik Technique des oscillateurs et des amplificateurs

Tonhöhenempfindungen von Sinustönen

534.321

[Nach K. Walliser: Über die Abhängigkeit der Tonhöhenempfindung von Sinustönen vom Schallpegel, von überlagertem drosselndem Störschall und von der Darbietungsdauer. Acustica 21(1969)4, S. 211...221]

Die Zuordnung von Frequenz und Tonhöhenempfindung eines Sinustons wird als Tonheit bezeichnet und kann z. B. durch Halbierung der Tonhöhenempfindung ermittelt werden. Dabei zeigt sich, dass die Tonheit bis ca. 500 Hz der Frequenz proportional ist, darüber aber logarithmisch mit der Frequenz verbunden ist. Aber nicht nur die Frequenz beeinflusst die Tonhöhenempfindung, sondern diese ist auch vom Pegel des Tons und vom Pegel eines allenfalls dem Testton überlagerten Störschalls, dagegen nicht von der Darbietungsdauer abhängig.

Da die Tonheitskala eine physiologische Bedeutung hat (sie hängt mit der Frequenzteilung der Basilmembran im Innenohr zusammen), muss bei der Untersuchung der Zusammenhänge mit Versuchspersonen gearbeitet werden, die eine gewisse Übung im Erkennen und Beurteilen der Tonhöhenempfindung haben.

Zur Bestimmung der Pegelabhängigkeit der Tonhöhenempfindung wird der Versuchsperson abwechselungsweise der Testton mit konstanter Frequenz, jedoch unterschiedlichem Pegel und der Vergleichston mit konstantem Pegel dargeboten. Die Versuchsperson muss nun die Frequenz des Vergleichstons so regulieren, dass sie von beiden Tönen die gleiche Tonhöhenempfindung hat. Aus den Versuchen geht hervor, dass die Tonhöhenempfindung bei hohen Frequenzen mit steigendem Pegel zunimmt; der Ton wird höher empfunden. Bei tiefen Frequenzen dagegen sinkt die Tonhöhe mit steigendem Pegel. In einem mittleren Frequenzbereich zwischen etwa 700 Hz und 3 kHz bleibt sie praktisch vom Pegel unabhängig. Damit wird deutlich, dass die Tonhöhenempfindung im Ohr nicht mit Hilfe der Schwingungszahl erklärt werden kann, denn die Frequenz bleibt bei der Änderung des Pegels konstant. Die empfundenen Tonhöhenänderungen können bei hohen Frequenzen bis zu 10 % betragen.

Um die Änderung der Tonhöhenempfindung bei gleichzeitiger Darbietung von drosselndem Störschall festzustellen, wird der Versuchsperson abwechselnd der Testton zusammen mit Störschall und der Vergleichston vorgeführt. Auch in diesem Fall stellt die Versuchsperson die Frequenz des Vergleichstons auf gleiche Empfindung ein. Als Störschall wird weisses Rauschen verwendet. In einer ersten Versuchsreihe wird die Tonhöhenänderung in Funktion des Grades der Drosselung durch das Rauschsignal festgestellt. Dazu muss zuerst die Mithörschwelle der Versuchsperson, d.h. jenes Pegelverhältnis zwischen Rauschen und Testton, bei welchem der Testton gerade im Rauschen erkannt wird, festgestellt werden. Der Testton wird mit konstantem Pegel dargeboten und das Rauschen in Stufen gedämpft. Je stärker der Testton vom Störschall gedrosselt wird, umso grösser ist die empfundene Zunahme der Tonhöhe. Unterhalb 500 Hz ist kein Einfluss des Rauschens auf die Tonhöhenempfindung festzustellen. Mit steigender Frequenz nimmt die Erhöhung stetig zu.

Da das Störrauschen aber auch gleichzeitig die Lautheit des Testtons drosselt und vorher die Pegelabhängigkeit der Tonhöhenempfindung nachgewiesen wurde, muss abgeklärt werden, wie beide eine Änderung der Tonhöhenempfindung erzeugenden Effekte zusammenwirken. Es kann gezeigt werden, dass dabei eine Überlagerung auftritt. Wenn zuerst die Lautheit des Testtons mit dem Vergleichston abgeglichen wird und erst anschliessend der Testton durch Rauschen gedämpft wird, lässt sich der Effekt der Erhöhung durch den Pegel eliminieren und nur die durch den Störschall hervorgerufene Wirkung feststellen.

Weitere Untersuchungen zeigen, dass praktisch keine Unterschiede in den Ergebnissen auftreten, ob weisses Rauschen, Schmalbandrauschen, Hoch- oder Tiefpassrauschen als maskierender Störschall verwendet wird. Das legt die Vermutung nahe, dass die Bandbreite des Störschalls keine entscheidende Rolle spielt. In der Tat zeigt ein Versuch, bei dem als Störsignal ein Sinuston gleicher Intensität verwendet wird, den gleichen Effekt. Je mehr sich die Störfrequenz der Testfrequenz nähert, umso stärker wird die Tonhöhenänderung empfunden.

Die Untersuchungen über die Abhängigkeit der Tonhöhenempfindung von der Darbietungsdauer sind recht schwierig, da jedes Störgeräusch, wie Schaltknacke usw., sorgfältig eliminiert werden muss. Bei mit der nötigen Sorgfalt ausgeführten Versuchen kann kein Einfluss der Darbietungsdauer festgestellt werden.

D. Kretz

Format betrachtet, oder wenn das räumliche Bild von mehreren Personen gleichzeitig aufgenommen werden soll, wird das Problem schwierig. Eine Möglichkeit der Trennung der beiden Teilbilder bieten Ausblendraster. In ihrer einfachsten Form von parallelen senkrechten Abdeckstreifen lassen sich zwar beliebig grosse stereoskopische Bilder darstellen, aber nur für eine sehr kleine Anzahl von Betrachtern. Sobald auch diese Anforderung erfüllt werden soll, kommt man zu sehr komplizierten und praktisch nicht realisierbaren Rastern. Demgegenüber besticht das Anaglyphen-Verfahren, bei dem zwei verschiedenenfarbige Teilbilder durch entsprechende Farbfilter einer Brille getrennt werden, durch seine Einfachheit. Allerdings lassen sich damit nur einfarbige Bilder vermitteln und zudem ermüden die verschiedenen Farben der Teilbilder die Augen rasch. Eine Abwandlung davon ist das Polarisationsverfahren, bei dem die Teilbilder verschieden polarisiert werden. Damit lassen sich auch Farbbilder erzeugen. Aber auch hier muss der Betrachter eine Brille tragen.

Beim Fernsehen lässt sich das Rasterverfahren verwirklichen, da hier selten eine grössere Zuschauerzahl vorhanden ist. Das wäre das einzige Verfahren, das ohne Brille auskommt. Ob allerdings der Nachteil der Brille die Komplizierung durch die notwendige exakte Justierung der Raster aufwiegt, ist fraglich. Auch das Polarisationsverfahren ist anwendbar, indem zwei Bildröhren mit entsprechenden Polarisationsfiltern versehen und die beiden Teilbilder über einen halbdurchsichtigen Spiegel vereinigt werden. Auch auf dem Prinzip der Lochmaskenröhre wäre eine Lösung denkbar.

Die stereoskopische Fernsehübertragung weist drei Problemkomplexe auf: Aufnahme, Übertragung und Wiedergabe. Die Aufnahme bietet an und für sich keine Probleme. Es muss mit zwei Aufnahmekameras gearbeitet werden. Die Wiedergabe wurde bereits kurz gestreift. Das Hauptproblem bietet die Stereoübertragung. In Anbetracht der knappen zur Verfügung stehenden Übertragungskanäle muss ein kompatibles Verfahren gewählt werden, das mit den üblichen Videobandbreiten von 5 MHz auskommt. Im Prinzip ist ein ähnliches Übertragungsverfahren wie beim Farbfernsehen denkbar. Das eine Teilbild erhält die volle Videobandbreite von 5 MHz, mit dem zweiten Teilbild wird ein bei 5 MHz liegender Hilfsträger multiplikativ moduliert. Das zweite Teilbild erhält somit eine maximale Videobandbreite von 2,5 MHz. Eine andere Möglichkeit besteht darin, beide Teilbilder mit nur 2,5 MHz Bandbreite zu übertragen. Mit der Crispening-Technik könnte dennoch eine ausreichende Bildqualität erreicht werden.

Eine Farbstereoübertragung mit einem 5 MHz breiten Videokanal ist wesentlich schwieriger. Hier liesse sich ein Frequenzverschachtelungsverfahren anwenden. Damit wäre allerdings keine gute Schwarzweisskompatibilität möglich. Dafür ist ein dem Sécam ähnliches sequentielles Verfahren geeignet. Ein eventuell geeignetes Verfahren entstammt einem russischen Vorschlag, wonach es für befriedigende Stereofarbbilder genügt, ein Teilbild nur als Leuchtdichtensignal in voller Bandbreite zu übertragen, und das andere farbig mit verringelter Bandbreite, mit welchem ein Hilfsträger moduliert wird.

D. Kretz

Elektrische Nachrichtentechnik — Télécommunications

Stereoskopisches Fernsehen

621.397.13:612.843.721

[Nach N. Mayer und R. Sand: Stereoskopisches Fernsehen. Rundfunktechn. Mitt. 13(1969)3, S. 123...134]

Nachdem sich das Schwarzweiss — wie auch das Farbfernsehen in seiner Technik einer weitgehenden Perfektion nähert, beschäftigt logischerweise die Übertragung von Fernsehbildern mit räumlicher Wirkung die Entwicklungingenieure. In früheren Jahren wurde die stereoskopische Wiedergabe von Bildern mit grossem Interesse verfolgt. Auch die Filmindustrie sah darin eine neue Belebungsmöglichkeit und ein wirksames Mittel gegen die immer grösser werdende Konkurrenz des Fernsehens. Der erhoffte Erfolg blieb allerdings aus.

Um einen stereoskopischen Effekt hervorrufen zu können, muss jedem Auge ein geringfügig verschiedenes Bild übermittelt werden, das den verschiedenen Blickwinkeln, unter denen das Augenpaar eine räumliche Szene erfasst, entspricht. Man muss auf irgendeine Weise dafür sorgen, dass jedes Auge nur das ihm zugeordnete Bild empfängt. Beim kleinen Format der frühen Stereobilder ist das leicht möglich. Sobald aber ein grösseres

Aktive RC-Filter für jede Anwendung

621.372.57

[Nach J. W. Mullaney: Active filters: part 11, Varying the approach, Electronics 42(1969)15, S. 86...93]

Aktive RC-Filter haben heute einen Entwicklungsstand erreicht, der es gestattet, sie praktisch ohne Unterschied mit ihren passiven RCL-Gegenspielern zu vergleichen. Vor allem sind sie kleiner, benötigen kleinere Leistungen, ergeben eine bessere Stabilität und Selektivität und sind frei von störenden Kopplungs- und Induktionseffekten. Zudem sind sie einfach abzugleichen und können, da sie keine Spulen enthalten, als billige integrierte Schaltungen hergestellt werden.

Durch verschiedenartige Anordnungen von kaskadengeschalteten aktiven *RC*-Netzwerken kann man praktisch alle wünschbaren Charakteristika erzielen. Es stellt sich damit die Frage, welche Kombination die besten Resultate ergibt?

Einer der meistverwendeten Filtertypen kann mit der Übertragungsfunktion

$$G(s) = \frac{K(s\omega_0)^n}{(s/\omega_0)^2 + sQ\omega_0 + 1} = \frac{N}{D}$$

beschrieben werden, in welcher ω_0 die Resonanz-Kreisfrequenz, Q den Gütefaktor und n im Zahlenwert 0, 1 oder 2 den Faktor zur Bestimmung eines Tiefpass-, Bandpass- oder Hochpassfilters darstellen.

Da der Nenner der Formel ein Polynom zweiter Ordnung enthält, kann die Funktion nur durch zwei Widerstände und zwei Kapazitäten bestimmt werden, was gegenüber handelsüblichen aktiven Filtern mit drei und mehr gleichen Elementen die Berechnung wesentlich vereinfacht.

Durch verschiedenartige Anordnung dieser 4 Elemente in zwei- und dreistufigen Verstärkerschaltungen mit positiver, negativer oder ohne Rückkopplung, lassen sich beispielsweise 24 verschiedene Filtertypen aufbauen, die als Tief-, Band- oder Hochpass mit kleinem oder grossem Q und Spannungs- oder Stromverstärkungseigenschaften ausgebildet werden können. Nebst einer ausgezeichneten Frequenzstabilität und kleiner Beeinflussbarkeit durch Speisespannungsschwankungen, weisen solche Filter gute Eigenschaften in Bezug auf Temperaturschwankungen auf und können, im Gegensatz zu *RCL*-Kombinationen, viel besser kompensiert werden, da sich nebst Kondensatoren mit negativem Temperaturkoeffizienten auch Widerstände mit gleicher Verhaltensweise einsetzen lassen, was bei *RCL*-Filtern nur bedingt möglich ist.

Chr. Pauli

Vergrabene Tiefseekabel

621.315.28

[Nach C. C. Duncan: Plowing Cables Under the Sea, Transactions on Communication Technology IEEE, COM-17(1969)2, S. 74...82]

Die Erfahrungen mit interkontinentalen Tiefseekabeln zeigen, dass die Ausfälle weit weniger durch elektrische Defekte als vielmehr durch äussere Einflüsse (Zerstörung durch Eisberge und Schleppnetze von Fischerbooten) herrühren. Die Wahl der Verlegungsroute ist daher insbesondere innerhalb der flachen, dem Festland vorgelagerten Schelfen von besonderer Bedeutung. Besonders geschützt als mit Bleimantel und Stahleinlagen sind Kabel, welche direkt in den Meeresgrund eingegraben sind. Für diese Verlegungsart wurden spezielle pflug-ähnliche Einrichtungen entwickelt, welche auch die von den Leitungsverstärkern herrührenden verschiedenen Kabeldurchmesser zu vergraben gestatten. Da beim Verlegen Kräfte von einigen Tonnen überwunden werden müssen, kommt ein selbst angetriebenes Fahrzeug nicht in Betracht. Der Pflug wird von einem leicht manövrierfähigen Kabelschiff über den Grund hinweggezogen und mit Hilfe der durch TV-Kameras und weiteren Messgeräten gelieferten Daten ferngesteuert.

Das Vergraben von Tiefseekabeln weist einige bestechende Vorteile auf gegenüber dem konventionellen Verlegen; so können trotz des erhöhten Aufwandes beim Vergraben die Kosten gesenkt werden durch Verzicht auf den Bleimantel. Ferner können die Verlegungsrouten über die kürzesten Verbindungen gewählt werden und nicht durch gegenwärtig oder in Zukunft schwach befahrene Fischereiegebiete. Die erhöhte Lebenserwartung steigert schlussendlich die Rentabilität der Anlage. Durch das Vergraben der TAT-5, der neuen Kabelverbindung zwischen den USA und Spanien, konnten auf diese Weise 200 Seemeilen oder rd. 3 Mill. \$ eingespart werden.

H. Schlaepfer

Briefe an die Redaktion — Lettres à la rédaction

Kunststoff-Filme in Leistungs-Kondensatoren

[Bull. SEV 60(1969)14, S. 630...634]

Zuschrift:

Zu dem erwähnten vorzüglichen Artikel haben wir folgende Bemerkungen:

1. Kunststoff-Filme, Seite 630.

Im deutschen Sprachgebrauch ist ein «Film» definiert, a) durch die Anwendung, z. B. in der Photographie, b) durch die Aufbringung, z. B. in der Elektrotechnik.

Zu b) ergibt sich in der Praxis der Isolierstofftechnik ein Grundmaterial, dem ein Lack- oder Kunststoff-Film aufgebracht ist. Andererseits ist der Begriff «Folie» im Kondensatorenbau der Starkstromtechnik bisher der Belagfolie vorbehalten geblieben. Erst die Schwachstromtechnik bediente sich beim Übergang auf Kunststoffe der Begriffe, wie Plastikfolie, Plastikfilm, Kunststofffolie oder Kunststofffilm. Bei den Starkstrom-Kondensatoren sollte man sich weiterhin auf die Begriffe aus der Papiertechnik beziehen:

Dielektrikum = Papier, Kunststoff usw.
Beläge = Folie oder metallisiert.

«Film-Condensers» aus dem amerikanischen Sprachgebrauch verfälschten von vornherein die Begriffsbestimmung. Die ist leicht aus der Tabelle I zu erkennen, wo der Verfasser unter «Filmmaterial» Papier und Imprägniermittel aufführt. Das Material gehört eindeutig zum Begriff «Dielektrikum», gemäß dem üblichen Sprachgebrauch.

2. Tabelle I, Seite 630.

Der Verfasser kann feststellen, dass verschiedene Definitionen in seiner Tabelle fehlen (Frequenzen und Temperaturen), so dass die Gleichschaltung von Polystyrol und Polypropylen bei der Verlustziffer $\varepsilon \tan \delta$ zu einer Fehleinschätzung führt. Bezogen auf 800 Hz, worauf unsere Vergleichswerte basieren, muss sich ein Faktor von rund 1 : 2 zwischen Polystyrol und Polypropylen in der Verlustziffer ergeben.

3. Abschnitt 4, Seite 631.

Hier spricht der Verfasser von Papierbahnen und Film. Warum kann man nicht auch von Kunststoffbahnen Gebrauch machen?

4. Abschnitt 7.1, Seite 632.

Die Schlussfolgerung bezüglich Verlustziffer ist nicht exakt, wie unter Ziff. 2 dieses Schreibens ausgeführt.

5. Abschnitt 7.2, Seite 632.

«Glimmeinsatzspannung». Es erhebt sich die Frage, ob der Glimmeinsatz von Kanten oder Flächen bestimmt wird. Der Verfasser geht von Flächen aus, die «durchimprägniert» werden. Dieser Theorie können wir uns nicht anschliessen. Nicht «durchimprägnierte» Kunststoffbahnen haben bei entsprechenden Voraussetzungen in bezug auf Vakuum, Imprägniermittel usw. gleiche Glimmeinsatzwerte wie das beschriebene Polypropylen, weil die Kantenwirkungen der leitenden Beläge beherrscht werden.

6. Abschnitt 7.3, Seite 632.

Die Messung von Verlustfaktoren ist vielen Faktoren unterworfen. Sie sind als Absolutwerte nur sehr kritisch zu betrachten, sofern keine kalorimetrische Messung zum Vergleich herangezogen wird. Allgemein kann man über den Verlustfaktor nur mit Relativwerten arbeiten, wenn man in den beschriebenen Bereich von 0,7...0,8 % bei 50 Hz und über 1 kV kommt. In der Fig. 3 sind fälschlicherweise % anstelle von % aufgeführt.

Die Erklärung mit der nicht abgeschlossenen Durchimprägnierung des Dielektriks für das Absinken des Verlustfaktors erscheint uns bei den hohen Wickelspannungen und Feldstärken sehr theoretisch. Wo liegt die Grenze zwischen abgesunkenem Glimmeinsatzspannung und zugelassenem Formierungseffekt?

7. Abschnitt 7.4, Seite 632.

Die Tabelle I ist insofern zu ergänzen, als die Dauertemperatur für Papier in Abhängigkeit von der Zerfallszeit mit 80...120 °C angegeben werden kann. Dagegen handelt es sich bei der Angabe der Temperaturen für Kunststoffe um absolute Grenzwerte.

Der Vergleich der Temperaturbeiwerte für Papier- und Plastik-Kondensatoren ist abzulehnen, weil der Verfasser nicht den Aufbau nach Fig. 2 seines Aufsatzes berücksichtigt. Das Papier als «Tränkmittel-Sauger» ist im sogenannten «Filmkondensator» genauso dem elektrischen Feld und der Temperaturbeeinflussung unterworfen, wie bei einem reinen Papier-Aufbau.

Es muss noch darauf hingewiesen werden, dass zwischen $-900 \cdot 10^{-6}$ und $-700 \cdot 10^{-6}$ kein signifikanter Unterschied vorhanden ist. Eine Bewertung ist somit nicht möglich.

8. Abschnitt 7.5, Seite 633.

Der Verfasser gibt an, dass gemessene Glimmeinsatzspannungen über dem Doppelten der Nennspannung keine Seltenheit seien. Daraus ist also der Schluss zu ziehen, dass sich der Hauptteil der geprüften Kondensatoren nach CEI, SEV oder VDE bereits im Glimmbereich befindet, weil die anzulegende Wechselspannung mit $2,15 \times$ Nennspannung vorgeschrieben ist. Hier sollte ein Vergleich der Beständigkeit gegenüber Glimmen nicht fehlen. Was nutzt z. B. eine erhöhte Glimmeinsatzspannung, wenn der Kunststoff schneller zerstört wird. Die Problematik der «Ionisationsmessung» braucht nicht besonders hervorgehoben werden, so dass man mit Angaben über gemessene Glimmspannungen sehr vorsichtig sein sollte.

9. Abschnitt 7.6, Seite 633.

Aus einer Annahme (kleine Versuchsreihen) wird bezüglich des Exponenten für die Lebenserwartung am Schluss des Abschnittes eine Behauptung aufgestellt und ein Exponent von 7,7 mit einer ungenauen Angabe von 5 bis 6 verglichen. Derartige Unwägbarkeiten gehören unseres Erachtens in einen Werbeprospekt.

10. Abschnitt 7.7, Seite 633.

Die Festlegung der Dielektrikumsstärken für Papier-Kondensatoren dürfen individuell bedingt sein. Man kann die getroffenen Festlegungen deshalb nur auf eine Firma, aber nicht auf den derzeitigen Stand der Technik abstimmen. Es ist bekannt, dass Papier-Kondensatoren mit 1200 V Wickelspannung, imprägniert mit versetzten Chlordiphenylen, mit 3 Lagen 18 µm herstellbar sind. Bezieht man sich auf die Preisübersicht nach Tabelle I und die Misch-Dielektrizitätskonstanten der Dielektrika, so würde der Vergleich nach Fig. 4 ganz anders ausfallen.

11. Abschnitt 7.8, Seite 633/34.

Während auf Seite 632 unter Abschnitt 7.3 die Verluste von Papier und Kunstfolie mit 1,8 % und 0,7...0,8 % angesetzt werden, geht der Verfasser in der Wirtschaftlichkeitsberechnung von 1,9 und 0,7 % aus. Wir sind der Ansicht, dass derartige Manipulationen nicht in eine objektive Berichterstattung gehören.

Abschliessend dürfen wir zum Ausdruck bringen, dass das beschriebene Thema von höchster Aktualität ist und der Verfasser Anerkennung verdient.

Ero-Starkstrom Kondensatoren GmbH., Landshut

Antwort:

Der Verfasser begrüßt die Zuschrift im Sinne einer Ergänzung der gemachten Ausführungen und als Gelegenheit, auf gewisse Zusammenhänge hinzuweisen zu können:

1. Begriffe, die sich über die Grenzen der Länder hinweg prägen, sind systematisch oft schwer zu fassen. So sei bei den Definitionen noch der «Film» als dünne Flüssigkeitshaut nachgetragen (Filmkondensation, Schmierfilm).

2. Das überwiegende Schwergewicht der Leistungskondensatoren erarbeitet bei den Industriefrequenzen 50 und 60 Hz. Vergleichsweise Betrachtungen bei 800 Hz betreffen deshalb andere Gebiete.

4. Siehe Ziff. 2.

5. Der Hinweis darauf, dass der Glimmeinsatz bei den Kanten seinen Ausgang nimmt, kann bestätigt werden. Immerhin sprechen Liebscher und Held [2] auf S. 245 von «an Schwachstellen und am Folienrand verursachten Glimmentladungen». Der Einsatz ist indessen eine Funktion des Dielektrikummaterials und seines Zustandes. Der Bemerkung, dass die Fehlerfreiheit eines Films im Kantenbereich eine belanglose Voraussetzung sei, weil die Kantenwirkung das Problem beherrsche, kann nicht zugestimmt werden.

6. Die gemessenen niedrigen Werte des Verlustfaktors sind mit Vorsicht beschrieben worden. Sie werden von der neuen Publikation [4] bestätigt.

Im zweiten Teil dieses Absatzes interpretiert der Einsender die Berichterstattung nicht richtig. Die Glimmeinsatzspannung ist nicht abgesunken. Sie wird im Verlaufe des Imprägnierprozesses successive aufgebaut.

7. Hier muss ein Irrtum vorliegen. Der «Filmkondensator» war nach Fig. 2 aufgebaut, die angegebenen Werte sind gemessene Werte, die systemeigen reproduzierbar sind. Ob nur signifikante Unterschiede — als solche werden offenbar nur wesentlich mehr als 20 % anerkannt — eine Bewertung ermöglichen, bleibe dahingestellt.

8. Der Einwand ist unvollständig. Nach CEI usw. ist nicht nur als anzulegende Prüfspannung Wechselspannung mit $2,15 \times$ Nennspannung vorgeschrieben, sondern in freier Wahl ebenso Gleichspannung mit $4,3 \times$ Nennspannung. Die Zusammenhänge Prüfwechselspannung — Glimmeinsatz — Prüfgleichspannung sind nicht mit wenigen Worten darzulegen. So erfahrene Autoren wie Liebscher und Held [2] widmen sich auf den Seiten 243...246 sehr ausführlich diesem Thema. Nicht ohne guten Grund kommen sie zum Schluss, «sie (die Prüfgleichspannung) ist wirksamer als die Prüfwechselspannung und schon deshalb vorzuziehen. Darüber hinaus hat die Prüfung mit Gleichspannung den Vorteil, dass mit Sicherheit schädliche Glimmentladungen vermieden werden». Wenn jeder Papier-Chlordiphenyl-Kondensator die Wechselspannungsprüfung problemlos passieren würde, wie der Einsender zwar nicht ausspricht, aber implizite doch durchblicken lässt, würden Liebscher und Held niemals zu dieser Schlussfolgerung gelangen.

Unter dem folgenden Absatz 10 führt der Einsender als bekannt an, «dass Papierkondensatoren mit 1200 V Wickelspannung imprägniert mit versetzten Chlordiphenylen, mit drei Lagen 18 µm herstellbar sind». Dazu seien Liebscher und Held [2] auf S. 245 abermals zitiert. «Bestünde die Absicht, die Betriebsfeldstärke über 20 V/µm (der Einsender postuliert 22 V/µm als bekannt) hinaus zu steigern, ergäbe sich von neuem die Gefahr einer Schädigung bei der Prüfung mit 2,15 U_N.»

9. Ob man bei einer anlaufenden Technik die Eingrenzung eines Lebensdauerexponenten zwischen die Zahlen 5 und 6, also verglichen mit der demjenigen der vorangegangenen ausgefeilten Technik um eine Dezimale ungenauer, als Unwägbarkeit bezeichnen will, ist eine Sache des individuellen Geschmackes, über den bekanntlich nicht zu rechten ist.

10. Dass die Festlegung der Dielektrikumsstärken individuell variiert, ist zu bestätigen. Immerhin bewegt sich die Praxis bei gleichen preislichen Voraussetzungen des Rohmateriale aus rein wirtschaftlichen Gründen in einem nicht sehr breiten Bereich. Die erwähnten drei Lagen 18 µm an 1200 V führen zu einer sehr hohen Beanspruchung und liegen über diesem Bereich. Wie in Absatz 8 nachgewiesen, ist eine Prüfung mit Wechselspannung bereits nicht mehr zulässig. So lassen sich solche Kondensatoren auch nur für einen ausgesprochenen Sonder Einsatz heranziehen, der mit dem Feldeinsatz in den Netzen der Elektrizitätsunternehmungen nicht zu vergleichen ist. Er ist geprägt durch Innenraum-Aufstellung, künstliche Kühlung durch Luft oder Wasser, durch Betrieb bei reduzierter Spannung während eines grossen Teiles der Betriebszeit und vor allem durch erheblich geringere Ansprüche an die Lebensdauererwartung. Für eine solche Betriebsweise kann aber ein Kondensator mit Filmdielektrikum auch höher beansprucht werden. Der Einwand ist daher nicht stichhaltig.

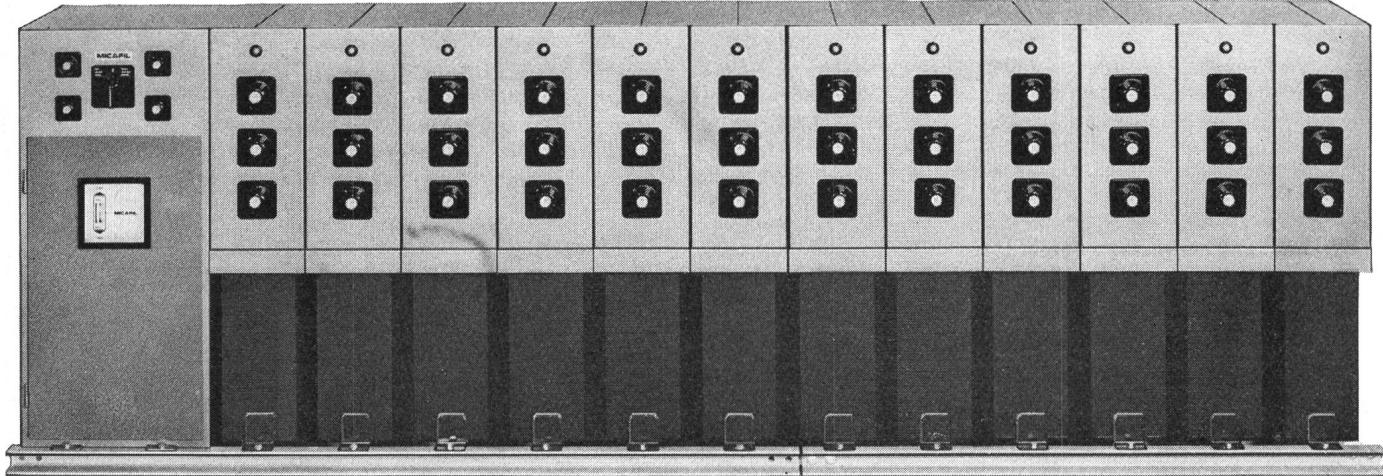
11. 1,8 % betragen günstigstenfalls die Verluste eines Papier-Chlordiphenyl-Dielektriks im optimalen Bereich zwischen 60 und 80 °C. In gemässigten Breiten beträgt nach CEI das Mittel der Umgebungstemperatur über ein Jahr aber nur 20 °C. Die Dielektrikumstemperaturen erreichen damit nicht mehr den optimalen Bereich niedrigster Verlustfaktoren. Eine bescheidene Erhöhung auf 1,9 % trägt diesem Umstand Rechnung. Es ist einzuräumen, dass es nützlich gewesen wäre, diesen Gedankengang bereits anfänglich darzulegen, womit ein Einwand entfallen wäre.

Abschliessend verweist der Verfasser auf den soeben in «Technische Rundschau» [4] erschienene Aufsatz, der seine Darlegungen bestätigt.

Literatur

- [4] G. Marcier und R. D. McClain: Leistungskondensatoren mit Polypropylenfilm. Technische Rdsch. 61(1969)30, S. 13.

G. Georg, Zürich



**Ob Sie
25, 300 oder 3000 kvar
Blindleistung
kompensieren müssen,
mit einer**

MICOMAT

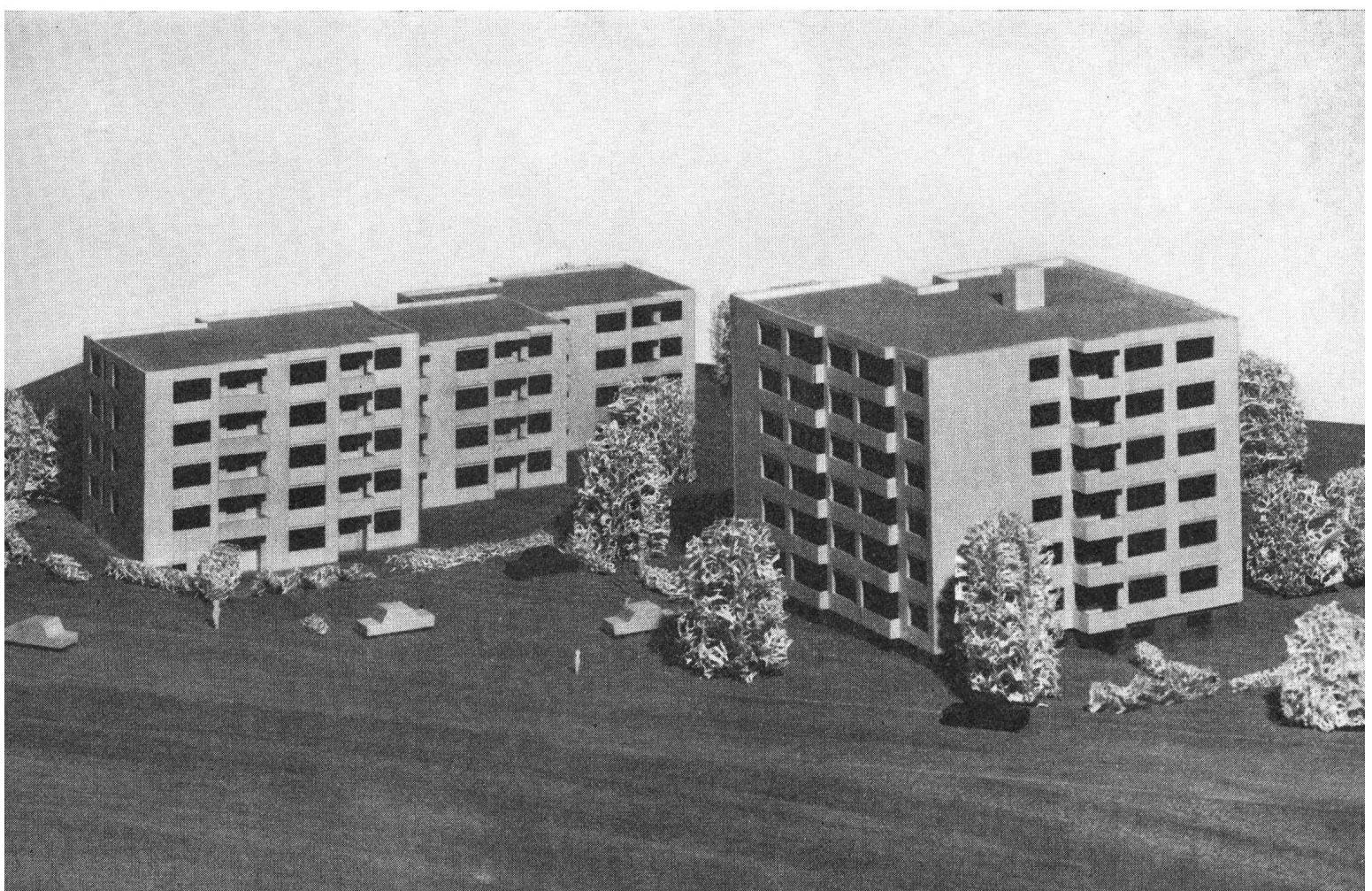
**-Kondensatorenbatterie
haben Sie immer die Gewähr,
eine Anlage
mit 3facher
Sicherheit zu besitzen**



Sie ist selbstverständlich nach dem Baukastenprinzip in kürzester Zeit montiert oder erweitert. Die MICOMAT-Kondensatorenbatterien sind kompakt und formschön gebaut. Verlangen Sie bitte unsere ausführlichen Prospektunterlagen oder den unverbindlichen Besuch unserer Spezialisten.

**Diese Grossüberbauung wird vollelektrisch
beheizt**

**Beheizen auch Sie Ihre Überbauungen
vollelektrisch mit Star-Unity-Apparaten!**



(Projektierung und Ausführung der Elektro-Heizanlage Star Unity AG, Fabrik elektrischer Apparate, Zürich, in Au/ZH)

Wünschen auch Sie eine **Wärmebedarfs-Berechnung?**

Seit Januar 1969 arbeiten wir mit **IBM-Computer** (System IBM 360/IBM 1050/55)

Weshalb dieser Durchbruch zur Spitze:
Um noch genauere Berechnungen anzustellen —
Um noch speditiver zu arbeiten —
Um Ihnen mühsame Berechnungen zu ersparen —
Um noch bessere Lösungen Ihrer Heizprobleme zu errechnen —
Um Ihnen noch besser zu dienen!



Star Unity AG

**Fabrik elektrischer Apparate
Büro und Fabrik in 8804 Au/ZH**

**8053 Zürich
Tel. 051/75 04 04**

Besuchen Sie uns an der Olma Halle 2 Stand 231