

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 60 (1969)  
**Heft:** 1  
  
**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:** 04.04.2026

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

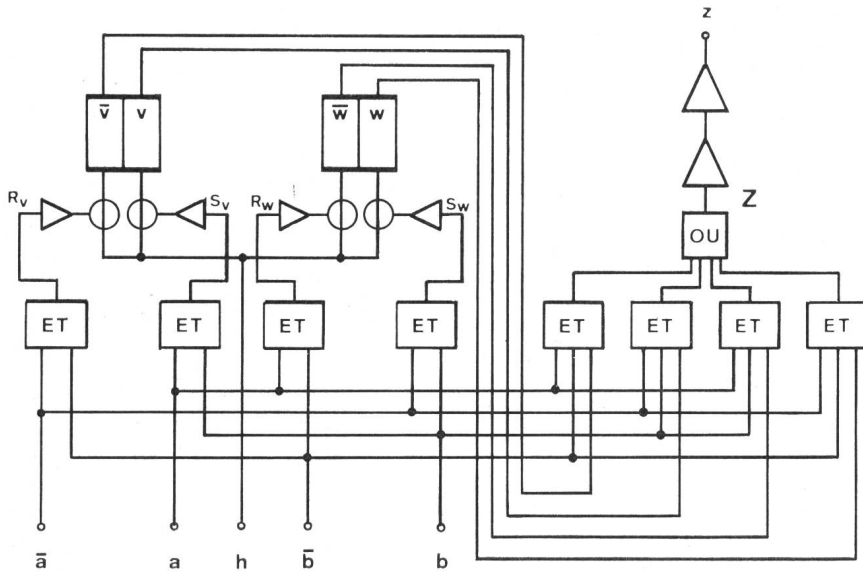


Fig. 5  
Schéma du discriminateur de sens de rotation utilisant deux bascules bistables de type S-R-h comme organes de mémorisation

$a, b$  variables d'entrée du discriminateur (compléments  $\bar{a}$  et  $\bar{b}$ );  $z$  fonction de sortie ( $Z$  avant régénération);  $h$  variable de synchronisation (impulsions d'horloge);  $v, w$  sorties des deux bascules bistables (organes de mémoire);  $R_v, S_v, R_w, S_w$  compléments des entrées d'inhibition des bascules  $v$  et  $w$ ; ET, OU circuits logiques élémentaires suivis d'inverseurs logiques (triangles)

On en déduit les expressions suivantes:

$$\begin{cases} S_v = ab \\ R_v = \bar{a}\bar{b} \\ S_w = \bar{a}b \\ R_w = a\bar{b} \end{cases}$$

On étudiera séparément la fonction combinatoire  $Z$  de sortie:

$$Z = \bar{a}\bar{b}w + \bar{a}bv + ab\bar{w} + a\bar{b}\bar{v}$$

Cette solution est représentée schématiquement par la fig. 5.

On peut procéder d'une manière analogue, à partir de la table des variations (tableau XVI), pour obtenir des schémas utilisant tout autre type de bascule bistable synchronisée, par exemple J-K-h, ou T-h, ...

#### Bibliographie

- [1] D. A. Huffman: The synthesis of sequential switching circuits. J. Franklin Inst. 257(1954), p. 161...190.
- [2] J. Florine: La synthèse des machines logiques et son automatisations. Paris, Dunod/Bruxelles, presses académiques européennes, 1964.

#### Adresse de l'auteur:

Prof. Dr J. Florine, Université libre de Bruxelles, Bruxelles.

Tableau XVIIb

$R_v R_w$	$ab$			
	00	01	11	10
00	--	-0	0-	--
01	-0	-0	-0	-1
11	10	00	00	01
10	1-	00	0-	01
$v w$				

tableau de correspondance relatif à la bascule S-R-h (tableau XIV) de construire les tables de définition combinatoires (tableaux XVII) de chacune des fonctions d'entrée  $S_v, R_v, S_w$  et  $R_w$  dans les deux bascules de sortie  $v$  et  $w$ .

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Thyristor-Entwicklung macht weitere Fortschritte

621.314.632

[Nach D. Cooper: SCR's and Triacs — the revolution continues. Electronics Wld. 80(1968)2, S. 25...28]

Die heute erreichbare hohe Präzision bei der Fertigung von Halbleitermaterialien- bauelementen hat sich auch bei der Fabrikation der Thyristoren insofern sehr vorteilhaft ausgewirkt, als dadurch Thyristoren mit erheblich günstigeren Eigenschaften als noch vor wenigen Jahren (höhere Strombelastbarkeit, höhere Spannung und bessere Schalteigenschaften) ganz erheblich billiger hergestellt werden können. Ausserdem gestatten die heutigen Fertigungsverfahren, Thyristoren mit den zu ihrer Steuerung benötigten Schaltungsanordnungen als einen zusammenhängenden Baustein zu fertigen, wodurch sich der Einsatz von Thyristoren noch weiter verbilligt.

Ein weiterer Fortschritt in der Entwicklung von Thyristoren ergab sich dadurch, dass man von dem mit einem Gewindebolzen zum Befestigen an einer Metallplatte versehenen Gehäuse abging und ein Gehäuse schuf, das die Wärme erheblich besser abgibt. Dadurch konnte die maximale Belastbarkeit ein und desselben Silizium-Stückes um 60 % gesteigert werden.

Die modernen Thyristoren haben bei Geräten zur statischen Leistungssteuerung zu einer gewissen Revolution geführt. Beispielsweise lässt sich bei Klimaanlage mit von einem Rechner gesteuerten Thyristoren eine so grosse Präzision erreichen, dass

sogar Änderungen der Aussentemperatur infolge kurzzeitig die Sonne verdeckender Wolken berücksichtigt werden.

Auch bei statischen Wechselrichtern, wie sie z. B. zur Versorgung von Fluoreszenzlampe, Induktionsöfen, Ultraschallgeneratoren, usw. benötigt werden, haben sich die modernen Thyristoren gut bewährt. Ferner werden sie in Gleichstrom-Chopperr eingesetzt, um beispielsweise die Speisung eines Motors aus einer Gleichspannungsquelle möglichst verlustfrei steuern zu können.

D. Krause

### Stossfestigkeit zusammengesetzter Dielektrika

621.315.61:621.317.333.82

[Nach D. D. Rumianzew und N. M. Torbin: Über die elektrische Festigkeit der kombinierten Isolation «Luft-Transformatoröl», Elektrotechnika (russ.) 39(1968)9, S. 46...47]

In der Regel ist die Durchschlagfestigkeit einer zusammengesetzten Isolation (gasförmiges, flüssiges und festes Dielektrikum) höher als die Summenfestigkeit der einzelnen Komponenten. Es wurde daher die dielektrische Festigkeit der Serieschaltung von Luft (2...50 mm) und Transformatoröl (10...60 mm) bei verschiedenen Elektrodensystemen untersucht («Spitze—Platte», «Spitze—Spitze» und «12,5-cm- $\phi$ -Kugel—Platte»). Die Untersuchung erfolgte mit Spannungsstössen der Form  $1,5|40 \mu s$ .

Als Spannungsquelle diente ein Stoßspannungs-Prüfgenerator von 1000 kV mit einer Stosskapazität von  $C_s = 22\ 500 \text{ pF}$ . Die Spannung wurde mit Hilfe eines kapazitiven Spannungsteilers und eines Kathodenstrahloszillographen registriert.

In der Anordnung «Spitze—Platte», bei der im Falle der Serieschaltung Luft-Mineralöl die Spitze in der Luft lag und die Luftschicht unverändert mit 10 mm beibehalten wurde, ergab sich für dieses stark inhomogene Feld eine Durchschlagspannung der kombinierten Isolation, die doppelt bis dreimal so gross war wie bei reiner Öldistanz. Wird hingegen in derselben Anordnung «Spitze—Platte» die Ölschicht mit 30 mm konstant gehalten, so bleibt die Durchschlagfestigkeit der kombinierten Isolation bei Vergrößerung der Luftschicht im Bereich von 2 bis zu 50 mm unverändert.

Bei Anwendung verschiedener Elektrodensysteme ergibt sich, dass die Durchschlagfestigkeit einer kombinierten Isolation von der Form der Elektrode in Luft unabhängig ist (sei es «Spitze» oder «12,5-cm-Kugel»). In der Anordnung «Spitze—Spitze» ist die Festigkeit der kombinierten Isolation praktisch die gleiche wie bei reiner Öldistanz (in stark inhomogenem Feld) von der Grösse der Ölschicht in der Luft-Öl-Kombination.

Der Durchschlagmechanismus der Luft-Öl-Kombination kann wie folgt dargestellt werden: Der Hochspannungsschlag erzeugt an der Elektrode in Luft Teilentladungen, deren Verzweigungen die Öberfläche erreichen. Diese Stoskorona bildet in der Luftschicht eine Raumladung derselben Polarität wie der Stoss, wodurch die Gradienten des Feldes zwischen der Spitzenelektrode und der Öberfläche zusammenbrechen und das Feld im Mineralöl gleichmässiger wird.

Bei Steigerung der Spannung bildet sich ein hochionisierter leitender Kanal zwischen der Spitzenelektrode und der Öberfläche, wobei die Feldkonzentration an der Spitze des Kanals gross genug werden kann, um Ionisationsprozesse im Öl einzuleiten. Die weitere Entwicklung eines leitenden Kanals in der Isolierflüssigkeit führt schliesslich zum vollständigen Durchbruch der kombinierten Isolation.

Um die kritische Feldstärke an der Oberfläche des Öls zu erreichen, muss die Raumladung an der Öberfläche überwunden werden, so dass die aufzudrückende Spannung wesentlich höher sein muss als die Spannung, bei der Entladungen an einer Spitzenelektrode im Öl eingeleitet werden können (Analogie zum «Barriren-Effekt»). Daraus wird gefolgert, dass die Festigkeit der Abstände im Transformatoröl (bzw. in anderen Isolierflüssigkeiten) bei inhomogenem Feld dadurch wesentlich vergrössert werden kann, dass die Elektrode mit dem kleineren Krümmungsradius oberhalb des Ölniveaus in der Luft (bzw. anderem Isoliergas) angeordnet wird.

Diese Methode kann insbesondere in Apparaten und Konstruktionen mit Nutzen angewandt werden, die Stossüberspannungen ausgesetzt sind.

G. von Boletzky

## Projektierung und Betrieb von Verteilnetzen in den USA

621.316.1(73)

[Nach F. C. van Wormer: Progettazione e funzionamento delle reti di distribuzione locali. *Eletrificazione* (1968)7, S. 359...362]

Die Probleme bei der Projektierung lokaler Verteilnetze liegen meist darin, dass vielfach grosse, konzentrierte Verbraucher, wie z. B. Spitäler, grosse Handelszentren, Warenhäuser usw. die Kontinuität und Qualität der Belieferung mit elektrischer Energie garantiert bekommen müssen. Dies führt zu Verteiltransformatoren grosser Leistung, wodurch es zu entsprechend hohen Kurzschlussströmen kommt. Als Niederspannung werden in den USA das 120/208-V-System oder das 277/480-V-System gewählt. Jenes hat den Vorteil der Selbstlösung von Lichtbogenkurzschlüssen, dieses den der geringeren Leitungsquerschnitte. Das 277/480-V-System setzt sich immer mehr durch.

Fig. 1 zeigt den typischen Aufbau eines Verteilnetzes. Eine durch Leistungsschalter unterteilte 13,8-kV-Mittelspannungsschiene speist mehrere Hauptleitungen. An ihrem Ende befinden sich die 13,8 kV/480-V-Verteiltransformatoren, die parallel die 480-V-Niederspannungssammelschiene speisen. Von dieser Schiene zweigen die einzelnen Verbraucher als Radialleitungen ab. Bei Störung einer Hauptleitung veranlasst das Kurzschlussrelais am Anfang die speiseseitige Abtrennung. Für die Unterbrechung der Rückwärtsspeisung von der 480-V-Sammelschiene her sorgt ein gerichtetes Maximalstromrelais, ein «Maschennetzrelais». Versagt dieses Relais oder der zugeordnete Schalter, so schaltet die «speiseseitige Sicherung» selektiv ab, da sie die Summe der

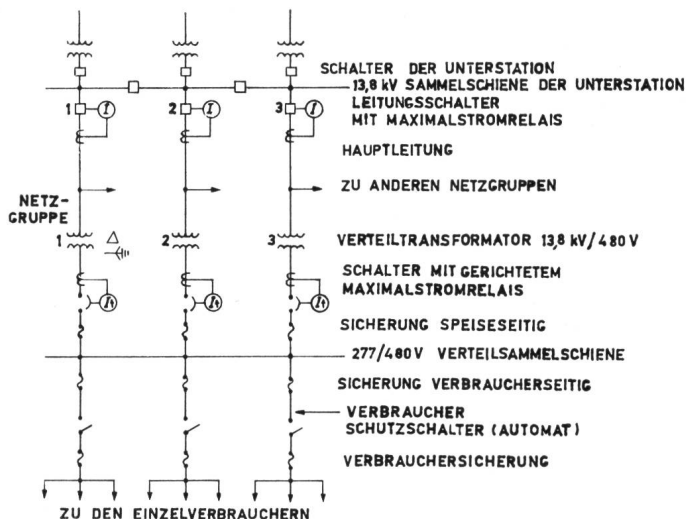


Fig. 1  
Typischer Aufbau eines Verteilnetzes

Kurzschlussströme aller parallelen gesunden Hauptleitungen erhält.

Da ein Kurzschluss auf der 480-V-Schiene zu einem Totalausfall aller Einzelverbraucher führt, wird diese Schiene konstruktiv besonders kurzschlussicher ausgeführt. Dies wird durch eine phasenweise Kapselung erreicht, wodurch die Ausfallsicherheit auf 99,44 % erhöht wird.

Die Verbraucherleitungen sind doppelt abgesichert, wobei die dem Verbraucher zugeordnete «Verbrauchersicherung» durch Wahl einer flinken Kennlinie stets vor der «Sicherung verbraucherseitig» der 480-V-Schiene abschmilzt. Durch diese Selektivität muss der Verbraucher im Störfalle nicht das Elektrizitätswerk bemühen, sondern kann selbst den nötigen Sicherungswechsel im Hause vornehmen.

A. Kolar

## Methode für wirtschaftliche Lastverteilung in elektrischen Netzen

621.311.16

[Nach D. W. Wells: Method for economic secure loading of a power system. *Proc. IEE* 115(1968)8, S. 1190...1194]

Die automatische Lastverteilung in elektrischen Netzen besteht darin, eine ökonomisch-optimale Aufteilung auf die Generatoren zu finden. Dieses Problem kann in die folgenden zwei Teilaufgaben unterteilt werden. Zunächst muss über die Netzkonfiguration und die Inbetriebnahme der Generatoren entschieden werden. Dies wird täglich ungefähr zweimal durchgeführt und kann deshalb einige Rechenzeit in Anspruch nehmen. Das zweite Problem besteht darin, die gesamte Lastanforderung auf die einzelnen zur Verfügung stehenden Generatoren aufzuteilen. Da dieses Problem öfters gelöst werden muss, soll die Rechenzeit einige wenige Minuten nicht übersteigen.

Die Lösung des zweiten Problems beruht auf der Methode des linearen Programmierens. Dabei muss die Annahme gemacht werden, dass die Ströme in allen Abschnitten des Netzes und die Kostenfunktion linear von den Leistungen der Generatoren abhängen. Obwohl diese Bedingungen nie genau erfüllt sind, werden doch gute Resultate erzielt, wenn eine Gleichstrom-Approximation für die Netzwerkgleichungen benützt und die Kostenfunktion der Generatoren stückweise linearisiert wird. Konventionelle Methoden beanspruchen eine lange Rechenzeit und ein übermässiges Speichervermögen des Computers. Diese Schwierigkeiten werden durch eine Modifikation des Simplex-Algorithmus überwunden. In einem Netz mit  $n$  freien veränderlichen Grössen und  $m$  Bedingungen, die als Ungleichungen formuliert sind, ist die Kostenfunktion dann minimal, wenn von den  $m$  Bedingungen der beste Satz bestehend aus  $n$  Bedingungen als Gleichungen erfüllt ist. Die optimale Auswahl der besten  $n$  Bedingungen wird mit einem Iterationsverfahren durchgeführt. Sorgfältige Organisation des Rechenablaufes und geschickte Programmierung erlauben, die optimale Lastverteilung in einem Netz mittlerer Grösse innerhalb weniger Minuten zu finden.

E. Handschin

## Einige Aspekte elektrischer Maschinen mit offenen Magnetkreisen

### Magnetkreisen

621.3.042:621.313:621.314

[Nach E. R. Laithwaite: Some aspects of electrical machines with open magnetic circuits. Proc. IEE 115(1968)9, S. 1275...1283]

Gute elektrische Maschinen weisen einen niedrigen elektrischen und magnetischen Widerstand auf, wobei dieser im allgemeinen durch die Verwendung von Eisenteilen erreicht wird. Muss der Magnetfluss einen relativ langen Luftweg überwinden, kann der höhere magnetische Widerstand, der dabei entsteht, gegebenenfalls durch einen grossen Querschnitt des Flussweges wieder gesenkt werden.

Transformatoren mit Stabkern benötigen keinen so hohen Magnetisierungsstrom, wie man oft annehmen würde. Beispielsweise hat ein lamellierter Eisenkern ( $900 \times 25,4 \times 25,4$  mm) mit einer 127 mm langen Spule den gleichen Magnetisierungsstrom wie ein Ringkern desselben Querschnitts mit einem Luftspalt von 1,5 mm. Trotz des gegenüber eisengeschlossenen Transformatoren grösseren Magnetisierungsstromes und des höheren Gewichtes kann ein geschickt berechneter Stabkerntransformator wegen seiner einfachen Konstruktion annehmbar sein.

Der lineare Induktionsmotor ist in den letzten Jahren für verschiedene Transportaufgaben wieder interessant geworden. Ist die Statorwicklung schmaler als die angetriebene Schiene und nur an

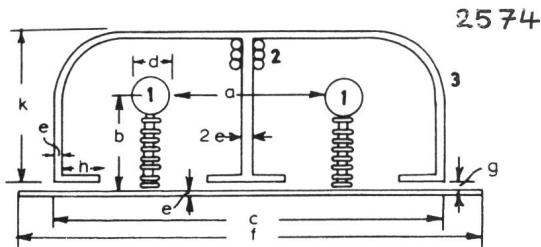


Fig. 1

### Kontaktlose Energieübertragung

a 40 cm; b 25 cm; c 120 cm; d 10 cm; e 1 cm; f 100 cm; g Luftspalt; h 12 cm; k 40 cm; 1 Primärwicklung; 2 Sekundärwicklung; 3 Eisenkern

einer Seite derselben angeordnet, so treten in der Schiene vertikale Hubkräfte auf. Das Verhältnis von Schubkraft zur Vertikalkraft nimmt mit der Dicke der angetriebenen Schiene rasch ab.

Eine Forschungsgesellschaft baut gegenwärtig einen grossen eisenlosen Unipolarmotor. Er besteht aus einer aus supraleitendem

2575

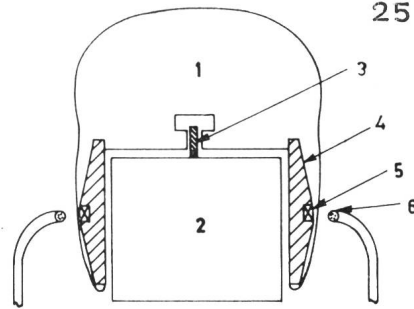


Fig. 2

### Luftkissenfahrzeug mit kontaktloser Energieübertragung

1 Fahrzeug; 2 Tragbalken; 3 Reaktionsschiene für linearen Motor; 4 Transformerkern; 5 Sekundärwicklung; 6 Primärwicklung

Material aufgebauten Magnetspule geringer Länge mit einer konzentrischen Scheibe in der Ebene der Magnetspule als Rotor. Bei diesem wird mittels Hochstrombürsten der Strom auf der einen Seite zu-, auf der anderen abgeführt. Da keine Beschränkung des Magnetflusses durch Eisen besteht, kann die Leistung um eine Grössenordnung über der von normalen Motoren gleicher Baugrösse liegen.

Die kontaktlose Energieübertragung auf elektrische Triebfahrzeuge kann mittels eines Transformators erfolgen, dessen eine Wicklung feststeht und dessen zweite sich mit dem Triebfahrzeug bewegt. Am Massachusetts Institute of Technologie (MIT) in den USA wurde ein derartiges System entwickelt. Die Einrichtung ist in Fig. 1 im Querschnitt dargestellt. Die Hauptdaten sind Frequenz: 18 kHz, Leistung: 2,5 MW, Spannung an der Primärwicklung 100 kV, Abstand der Speisepunkte: 30...100 km.

Bei einem anderen Vorschlag für die Energieversorgung eines Luftkissenfahrzeuges besteht die Primärwicklung aus je einem Leiter entlang den beiden Seiten der Gleisstrecke. Die Sekundärwicklung liegt an der Aussenseite von Eisenplatten. Dieses System arbeitet mit höherem Strom und niedrigerer Spannung bei einer Frequenz von 250...400 Hz. Die kurzen Abschnitte der Primärwicklung können vom Fahrzeug aus eingeschaltet werden, so dass sie nur kurzfristig Strom führen. Beispiel: Primär 100 Windungen mit einer Stromdichte von  $31 \text{ A/mm}^2$  für eine Leistung von 2 MVA bei 6,6 kV und 250 Hz, gesamte Kernfläche:  $500 \text{ cm}^2$ . In Fig. 2 ist der Querschnitt dieser Anordnung skizziert. G. Tron

## Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

### Photozellen

621.383

[Nach J. G. Rabinowitz: Photocells. Electronics Wld. 80(1968)2, S. 23...26 und 76]

Die heute gebräuchlichsten Photozellen lassen sich in drei Gruppen unterteilen, nämlich in photogalvanische und photoleitende Zellen sowie in Zellen mit Photoemission.

Die Zellen mit Photoemission bestehen bekanntlich aus evakuierten oder gasgefüllten Röhren, in denen beim Einfall von Licht mit einer bestimmten Photonen-Mindestenergie aus der Kathode Elektronen freigesetzt und infolge einer positiven Anodenspannung von der Anode aufgesogen werden. Evakuierte Photoröhren, zu denen auch die Photomultiplier zu rechnen sind, zeichnen sich durch hohe Linearität und sehr kurze Ansprechzeiten aus, weisen aber den Nachteil auf, dass ihre Empfindlichkeit niedrig ist. Gasgefüllte Photoröhren hingegen zeigen eine verhältnismässig grosse Empfindlichkeit, dafür aber eine schlechtere Linearität und längere Ansprechzeiten.

Bei den photogalvanischen Zellen handelt es sich um Bauelemente mit einer inneren Sperrschicht, bei denen bei Belichtung an der Sperrschicht eine Spannung auftritt. Diese Zellen sind daher gut zur Umwandlung von Licht in elektrische Energie geeignet. Heute werden hauptsächlich Silizium-Zellen verwendet, da diese einen erheblich grösseren Umwandlungswirkungsgrad als die früher meist gebräuchlichen Selen-Zellen haben.

Photoleitende Zellen sind Schaltungselemente, deren Leitfähigkeit bzw. Widerstand sich in Abhängigkeit von der Lichtbestrahlung ändert. Diese Zellen lassen sich unterteilen in solche mit Sperrschicht (z. B. Phototransistoren) und solche ohne Sperrschicht. Bei diesen handelt es sich um Zellen, die eine auf einem keramischen Substrat aufgebrachte dünne Schicht aus photoempfindlichem Material aufweisen. Über oder unter der Schicht sind die Elektroden angeordnet, deren räumliche Zuordnung zueinander von grossem Einfluss auf das photoelektrische Verhalten der Zelle ist.

D. Krause

## Geschwindigkeitsmessungen von Strömungen mit Laserstrahlen

532.574.7:621.375.826

[Nach D. H. Thompson: A tracer-particle fluid velocity meter incorporating a laser. J. Sc. Instr. 2,1(1968)9, S. 929...931]

Durch Verwendung eines Lasers lässt sich eine Messordnung zur Ermittlung der Geschwindigkeit von Strömungen gewinnen, die in vorteilhafter Weise ohne ein Messorgan in der Strömung auskommt und ohne eine komplizierte elektronische Schaltung die jeweilige Geschwindigkeit direkt zu bestimmen gestattet.

Bei der neuartigen Messanordnung wird der von einem Helium-Neon-Laser ausgehende, nahezu parallele Lichtstrahl mittels eines Prismas in zwei parallele Lichtstrahlen aufgespalten. Die beiden Lichtstrahlen durchdringen die Strömung im rechten Winkel zur Strömungsrichtung und sind in der Mitte der Strömung derart fokussiert, dass sie dort einen bestimmten Abstand voneinander haben. Auf der von dem Laser abgewandten Seite des die Strömung leitenden Rohres sind Öffnungen zum Austritt der Laserstrahlung vorgesehen, die jedoch keinen Durchgang für die direkten Laserstrahlen bilden, sondern nur gestreutes Licht austreten lassen. In Richtung der Laserstrahlen hinter den Öffnungen ist eine Sammellinse angeordnet, die das von den Laserstrahlen herrührende Streulicht auf zwei Spalte einer vor einem Photomultiplier liegenden Blende lenkt.

Zur Messung der Geschwindigkeit werden in der Strömung naturgemäß vorhandene Partikel verwendet. Wird nämlich ein Partikel entlang der Mittellinie des Rohres von der Strömung mitgerissen, dann ergibt sich im Bereich der Messanordnung auf Grund der Streuung des ersten Laserstrahles ein erster Impuls im Photomultiplier und kurz danach durch Streuung des zweiten Laserstrahles ein zweiter Impuls. Durch Messung des Zeitintervalls kann unter Berücksichtigung des Abstandes der beiden Laserstrahlen in der Rohrmittle die Geschwindigkeit direkt bestimmt werden.

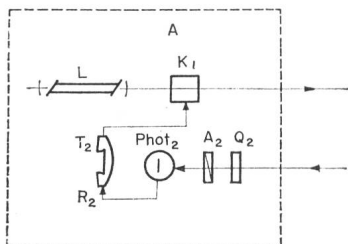
D. Krause

## Optische Zweiweg-Nachrichtenverbindung mit nur einem Laser

621.391.63:621.375.826

[Nach Y. Hasegawa u. a.: The Folded-Back Light Communication System Utilizing Polarization Characteristics. IEEE Journal of Quantum Electronics 4(1968)5, S. 245...248]

Die Nachrichtenübermittlung durch moduliertes Licht ist eine der wichtigsten Anwendungen des Lasers. Normalerweise funktioniert die Verbindung nur in einer Richtung; für Zweiwegverbindungen sind zwei Laser erforderlich. Ein neues, in Japan entwickeltes System kommt nur mit einem Laser aus. Für die beiden Richtungen wird das Licht verschieden polarisiert. Fig. 1 zeigt schematisch das Übermittlungssystem. Nur in Station A ist ein Gaslaser



2579

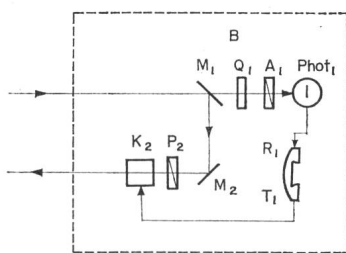


Fig. 1

Schematischer Aufbau des Zweiweg-Nachrichtenverbindungssystems  
Bezeichnungen siehe im Text

vorhanden. Im Kristall  $K_1$  wird das Licht elektrooptisch moduliert und gebündelt ausgesendet. In Station B wird das ankommende Licht in einem halbdurchlässigen Spiegel  $M_1$  in zwei Richtungen aufgeteilt. Ein Teil erreicht durch ein Lambdaviertel-Plättchen  $Q_1$  und einen Analysator  $A_1$  den Photomultiplier  $Phot_1$ , wird demoduliert und dem Hörer  $R_1$  zugeführt. Der andere Teil des Lichtes wird nach einer Totalreflexion am Spiegel  $M_2$  im Polarisator  $P_2$  in eine andere Richtung polarisiert und dann im Kristall  $K_2$  durch das vom Mikrophon  $T_1$  stammende Signal elektrooptisch moduliert. Der Empfangsteil in A ist der gleiche wie in B.

Das Übersprechen zwischen den beiden Signalen wird durch den Polarisationswinkel von  $P_2$  bestimmt. Bei richtiger Einstellung ist es vernachlässigbar klein. Bei Experimenten wurde ein Geräuschabstand von 32 dB erreicht, bei einem Modulationsgrad von 20 %.

H. P. von Ow

## Halbleiter mit Metall-Isolator-Silizium-Struktur

621.382:620.197.6

[Nach G. H. Schneer u. a.: A Metal-Insulator-Silicon Junction Seal. IEEE Trans. on Electron Devices, ED-15(1968)5, S. 290...293]

Das Hauptproblem bei der Herstellung zuverlässiger Halbleiter-Bauteile besteht darin, den Kristall vor dem Eindringen von Fremdionen zu schützen. Die herkömmliche Bauweise besteht im Aufbringen einer passivierenden  $SiO_2$ -Schicht, welche die empfindlichen P-N-Übergänge schützt. Die einzelnen Zonen werden

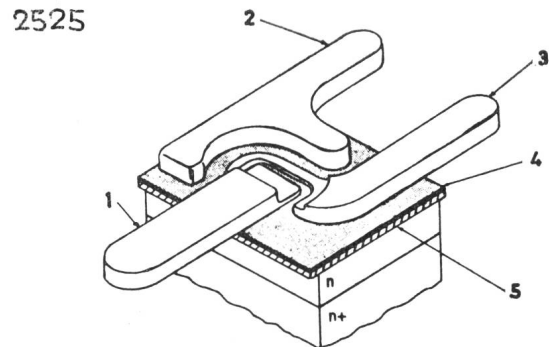


Fig. 1

## MIS-Transistor in Beam-lead-Technik

Der Oberflächenschutz besteht aus  $SiO_2$ , überdeckt mit Silizium-Nitrid. Die Zuführungen zu den metallisierten Kontakten bestehen aus Gold 1 Emitter-Kontakt; 2 Kollektor-Kontakt; 3 Basis-Kontakt; 4 Silicon-Nitrid; 5  $SiO_2$

durch herausgeätzte Fenster metallisch (Al) kontaktiert. Ein vakuumdichtes Gehäuse, meist ein Kovar/Glas-Verbund, dient der Beibehaltung der nötigen Mikro-Umgebung. Diese «Verpackung» ist am Preis des Endproduktes meistens wesentlich beteiligt und verhindert die preiswerte Kontaktierung mittels der Beamlead-Methode (Fig. 1).

Man ist deshalb seit Jahren auf der Suche nach einem Oberflächenschutz, der die Vakuum-Verpackung erübrigt, die Beamlead-Technik erlaubt, und trotzdem eine hohe Zuverlässigkeit des Halbleiters garantiert.

2526

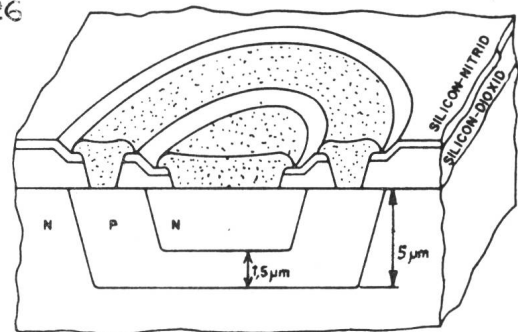


Fig. 2

## MIS-Transistor (planar epitaxial) im Querschnitt

Die punktierten Zonen stellen die Kontakte aus  $Pt_5Si_2$ -Ti-Pt-Au dar

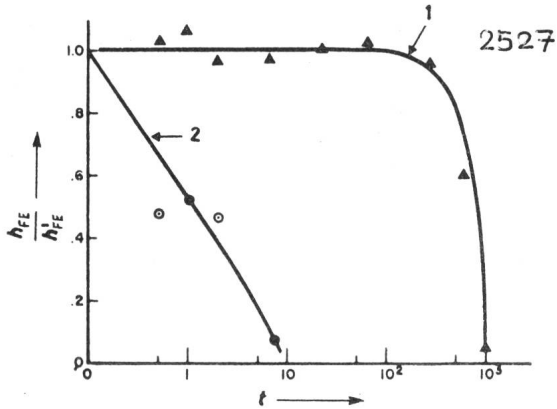


Fig. 3

**Künstliche Alterung von SiO<sub>2</sub>-passiviertem und MIS-Transistor**

Relative Stromverstärkung zwischen Na-verunreinigter und neutraler Atmosphäre (90 % N<sub>2</sub>, 10 % H<sub>2</sub>). Als Verunreinigung wurden 10<sup>17</sup> Atome Natrium pro cm<sup>2</sup> auf den Kristall gebracht. Die Junction-Temperatur T<sub>j</sub> beträgt 300 °C

1 MIS-Transistor; 2 SiO<sub>2</sub>-passivierter Transistor; t Prüfzeit

Mit der Metall-Isolator-Silizium-Struktur (MIS) ist nun ein solches Verfahren gefunden worden. Als Versuchsobjekt wurden Si-Kristalle epitaxialer Planartransistoren verwendet. Wie der Name «MIS» besagt, besteht die Abdeckung der Oberfläche aus Isolator und Metall. Als Isolator auf den PN-Übergängen dient wie herkömmlich eine SiO<sub>2</sub>-Schicht, deren geringe Dichte an Oberflächenzuständen für gute Transistordaten hauptverantwortlich ist. Über dieser SiO<sub>2</sub>-Schicht wird nun durch Pyrolyse eine amorphe Schicht von Silizium-Nitrid deponiert. Dieses Material besitzt eine ausgezeichnete Sperrwirkung gegenüber Drift und Diffusion von Metallionen.

Als Kontaktmetall wird in den herausgeätzten Fenstern Pt<sub>5</sub>Si<sub>2</sub>-Ti-Pt-Au verwendet, das ebenfalls eine gute Barriere gegenüber Fremddionen darstellt. Die elektrischen und mechanischen Verbindungen zu diesen Kontaktinseln werden in Beam-lead-Technik mit Goldleitern ausgeführt (Fig. 2).

Das ausgezeichnete Verhalten eines MIS-Transistors gegenüber einem analogen Kristall mit SiO<sub>2</sub>-Passivierung bei künstlicher Alterung ist aus Fig. 3 ersichtlich. M. S. Buser

**Einfacher magnetischer Mehrimpuls-Zähler**

621.374.32

[Nach H. H. Ho: Simple multipulse magnetic counter. Electronics Engng. 40(1968)485, S. 407...409]

Die Anwendung von magnetischen Kernen mit rechteckigen Hysteresisschleifen in digitalen Rechnern und Steuerungen ist heute beinahe alltäglich. Dabei besitzen diese Kerne nicht nur die Fähigkeit, binäre Informationen durch Rechteck-Magnetisierung zu verarbeiten, sondern auch das Spannungs-Zeit-Integral, welches durch den Magnetflussverlauf in der Hysteresisschleife bestimmt wird. Fig. 1 zeigt eine typische Zählschaltung, die nur aus

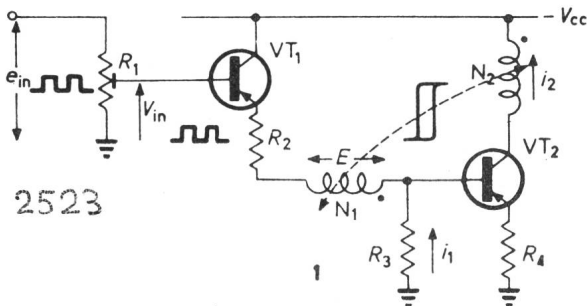


Fig. 1

**Vereinfachte Zählschaltung**

E in der Wicklung N<sub>1</sub> induzierte Spannung; e<sub>in</sub> Eingangsimpuls beliebiger Spannung und Zeitdauer; i<sub>1</sub>, i<sub>2</sub>, Magnetisierungsstrom; R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> Schaltungswiderstand; N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> Wicklung des Magnetkerns; V<sub>in</sub> Eingangsimpuls am Transistor VT<sub>1</sub>; V<sub>cc</sub> Speisespannung; VT<sub>1</sub>, VT<sub>2</sub> Schalttransistor

einem Kern mit rechteckiger Magnetisierungskurve, zwei Transistoren und vier Widerständen besteht.

Zur Erläuterung des Zählvorganges wird angenommen, dass sich die beiden Transistoren VT<sub>1</sub> und VT<sub>2</sub> im gesperrten, nichtleitenden Zustand befinden und der Magnetkern eine negative Remanenz-B<sub>r</sub> aufweist (Fig. 2). Wird nun ein negativer Eingangsimpuls V<sub>in</sub> der Basis von VT<sub>1</sub> zugeführt, so wird dieser leitend und ein Strom i<sub>1</sub> beginnt durch die Windung N<sub>1</sub> zu fließen, der eine Magnetisierung des Kerns in positiver Richtung bewirkt (Wert a).

Weitere Eingangsimpulse treiben nun den Kern sukzessive bis in eine positive Sättigung B<sub>s</sub>. Damit entsteht eine positive Remanenz + B<sub>r</sub>.

Bei Erreichen von B<sub>s</sub> verschwindet das positive Potential an der Basis von VT<sub>2</sub>. Dieser beginnt zu leiten und bewirkt einen Stromfluss i<sub>2</sub> durch die Windung N<sub>2</sub>, was eine Rückstellung des

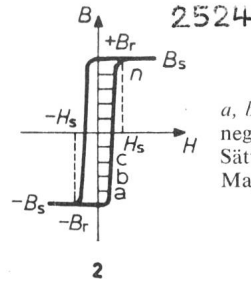


Fig. 2

**Ideale Hysteresisschleife**

a, b, c Teilinduktion pro Zählimpuls; -B<sub>r</sub>, +B<sub>r</sub> negative und positive Remanenz; -B<sub>s</sub> negative Sättigung; H Magnetisierung; -H<sub>s</sub> negative Magnetisierung; n Induktionswert nach dem n-ten Zählimpuls

Kerns in seinen negativen Sättigungszustand bewirkt. Beim Übergang vom positiven in den negativen Zustand wird in beiden Wicklungen eine Spannungsspitze induziert, die mittels einer separaten Wicklung als Ausgangsinformation des Zählers verwertet werden kann.

Die sehr einfach aufzubauende Schaltung ermöglicht es, eine Dekaden-Zählschaltung mit dem erwähnten Material zu erhalten, wogegen vergleichsweise für eine Binär-Zählkette mindestens acht Transistoren benötigt werden. Chr. Pauli

**Radar mit sich sprunghaft ändernder Frequenz**

621.396.96.029

[Nach N. Backmark, u. a.: Radar mit sich sprunghaft ändernder Frequenz. Philips Techn. Rdsch. 28(1967)11/12, S. 335...340]

Ein scharf gebündelter Radarstrahl ermöglicht die Bestimmung der Lage des angepeilten Objektes. Das Quantum der zur Radarantenne zurückreflektierten Hochfrequenzenergie hängt unter anderem von der Form des angepeilten Objektes und von der Winkelstellung der reflektierenden Flächen ab. Eine geringe Lageänderung des Objektes kann grosse Schwankungen der Amplitude des zur Radarantenne reflektierten Signals zur Folge haben. Unter Umständen kann das Objekt für kurze Zeit «unsichtbar» werden. Die Ursache dafür liegt in Interferenzerscheinungen zwischen verschiedenen vom Objekt reflektierten Radarstrahlen. Diese und andere Störeffekte hängen von der Frequenz des vom Radargerät ausgesendeten Signals ab. Eine Möglichkeit, die Störerscheinungen zu eliminieren, ist dadurch gegeben, dass man die Frequenz des Radargerätes nicht konstant hält, sondern sprunghaft ändert. In diesem Falle hat jeder vom Radargerät ausgesendete Impuls eine andere Frequenz. Der Mittelwert der vom Radargerät empfangenen reflektierten Signale wird dann keinen grossen Schwankungen mehr unterworfen sein.

Die Frequenzänderung kann eine rotierende, mit breiten Schlitzen versehene Scheibe bewirken, die in dem Magnetron des Radargerätes eingebaut ist. Die Zahl der Schlitze des Rotors stimmt mit der Zahl der Resonanzkammern im Anodenblock des Magnetrons überein. Die periodische Frequenzvariation des Magnetrons ist durch den sinusähnlichen Kurvenzug in Fig. 1 dargestellt. Die Periodendauer der Frequenzänderung beträgt in diesem Falle ≈ 1 ms. Die Zeitdauer T zwischen zwei aufeinanderfolgenden Radarimpulsen ist etwas kürzer als 1 ms, so dass die Frequenz bei jedem ausgesendeten Impuls einen anderen Wert hat.

Es besteht die Möglichkeit, dass man die Frequenz der einzelnen Radarimpulse nach einem vorher festgelegten Programm

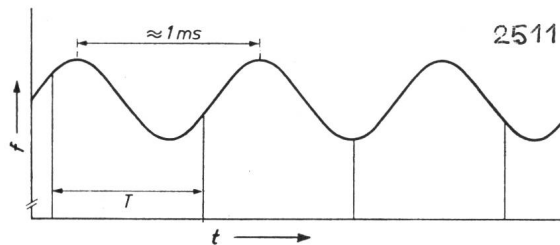


Fig. 1  
**Frequenzänderung  $f$  des Magnetrons mit geschlitztem Rotor in Abhängigkeit von der Zeit  $t$**   
 $T$  zeitlicher Abstand der einzelnen Radarimpulse

ändert. Eine interessante Anwendung für ein Radargerät, in dem sich die Frequenz sprunghaft ändert, besteht darin, dass man eine Antenne verwendet, deren Strahlungsrichtung von der Frequenz abhängt. Mit einer solchen Antenne kann man einen Raumsektor abtasten, ohne dass man die Strahlrichtung der Antenne durch eine mechanische Bewegung ändern muss. Dies ermöglicht die Verwendung einer hohen Abtastfrequenz, wodurch man ein ruhiges und klares Bild auf dem Radarschirm erhält.

H. Gibas

### Nonpolare Elektrolytkondensatoren

621.319.45

[Nach J. C. W. Kruisshoop: Nonpolare Elektrolytkondensatoren. Philips Techn. Rdsch. 29(1968)1/2, S. 17...21]

Elektrolytkondensatoren haben zwei Elektroden in einem Elektrolyten; die eine ist mit einer dünnen Oxydschicht bedeckt, die andere dient nur als Kontakt für den Aussenanschluss. Dank dem kleinen Abstand der beiden «Kondensatorplatten» (0,01...1  $\mu\text{m}$ ) hat der Elektrolytkondensator eine sehr grosse Kapazität pro Volumeneinheit. Die geeignetsten Materialien für die oxydierte Elektrode sind Aluminium und Tantal. Durch eine wesentlich über der Betriebsspannung liegende Spannung werden Metallionen zur Wanderung durch die, schon von Natur aus vorhandene, Oxydschicht veranlasst. Sie verbinden sich mit dem Sauerstoff des Elektrolyten. Dadurch kann die Oxydschicht bis zur gewünschten Dicke vergrössert werden. Für Feldstärken unterhalb  $5 \cdot 10^6$  V/cm ist der Leckstrom und das Anwachsen der Schicht vernachlässigbar, d. h. der Oxydfilm bleibt stabil und kann als Dielektrikum verwendet werden. Die maximal zulässige Feldstärke ist ungefähr zehnmal grösser als bei andern Materialien, was bedeutet, dass die Kapazität bei gleicher Spannungsfestigkeit und gleicher Oberfläche zehnmal grösser gemacht werden kann. Die Isolierschicht ist selbstheilend. Bei Beschädigung bildet sich durch Oxydation sofort wieder eine neue Schicht.

Der normale Elektrolytkondensator ist polar. Wird er mit verkehrter Polarität betrieben, dann fliesst schon bei kleinen Feldstärken ein grosser Leckstrom, welcher dem Oxydfilm bleibenden Schaden zufügt und schliesslich zum Kurzschluss führt. Für bipolare Anwendungen werden zwei normale Elektrolytkondensatoren entgegengesetzt gepolt in Serie geschaltet. Dieser sog. bipolare ist nicht mit dem nachfolgend beschriebenen nonpolaren Elektrolytkondensator zu verwechseln. Er hat nur eine halb so grosse Kapazität pro Volumeneinheit.

Bei verkehrter Polung eines normalen Elektrolytkondensators wandern Wasserstoffionen durch das Oxyd zum Metall und werden dort entladen. Nach einiger Zeit wird die Oxydschicht durch das entstehende  $\text{H}_2$ -Gas gesprengt. Durch den entstehenden Kurzschluss wird der Kondensator meistens explosionsartig zerstört. Wenn man einen Elektrolyten, der keine Lösungen mit Wasserstoffionen enthält, verwendet, dann lässt sich dieser Effekt vermeiden. Nach langen Versuchen wurde gefunden, dass sich Lösungen von Calcium- oder Magnesiumnitrat in Dimethylazetamid dafür eignen. Der Elektrolyt muss sowohl bestimmte oxydierende Kationen wie Anionen enthalten für die Selbstheilung von Durchschlägen bei beiden Polaritäten. Bei Aluminium hat sich diese Lösung bestens bewährt. Die Kondensatoren vertragen für beide Polaritäten nahezu die gleichen Feldstärken.

H. P. von Ow

### Messung der Elektronendichte der Ionosphäre mit einer Radiofrequenzsonde

551.51c.535:551.594.12

[Nach P. Brusaglioni u. a.: Una sonda a radiofrequenza per misure di densità elettronica nella ionosfera. Alta Frequenza 37(1968)7, S. 647...654]

Die für die Weltraumforschung interessierende Elektronendichte der Ionosphäre, d. h. der in einer Höhe zwischen 100...200 km gelegenen D-, E- und  $F_1$ -Schicht, wurde bisher mit elektrostatischen Sonden gemessen. Um die damit gefundenen Resultate kontrollieren zu können, wurde vom Centro Microonde del C.N.R. in Florenz eine Sonde entwickelt, die die Elektronendichte aus der Änderung der Dielektrizitätskonstante einer von einer «kurzen Antenne» gebildeten Kapazität ermittelt.

Die Messung beruht auf dem 1957 von Jackson und Pickar entdeckten Erscheinung, dass eine in einem ionisierten Plasma eingetauchte Antenne ihre Eingangsreaktanz in Abhängigkeit von der Elektronendichte des Plasmas ändert. Die erste Versuchsausführung lieferte schlechte Ergebnisse, da die zu hoch gewählte Antennenspannung eine die Messresultate fälschende Zusatzionisierung brachte. Die definitiv gewählte Ausführung vermeidet diesen Fehler durch Wahl von 1,5 V als Antennenspannung. Die Dipolantenne ist 3 m lang und senkrecht zur Raketenachse montiert. Ihre Kapazität liegt zwischen 4...12 pF, wobei sich die mit 7 MHz gewählte Messfrequenz pro pF um 50 Hz ändert. Dies geschieht durch Einwirken auf die Schwingfrequenz eines Oszillators. Die Messfehler der Einrichtung liegen mit  $\pm 15\%$  innerhalb der zulässigen Grenzen. Zur Weltraumprobung wird die Sonde auf einer Nike-Apache-Rakete montiert werden.

A. Kolar

### Der «Illiac IV»-Computer

681.3:51

[Nach G. H. Barnes u. a.: The ILLIAC IV Computer. IEEE Trans. Computers, C-17(1968)8, S. 746...757]

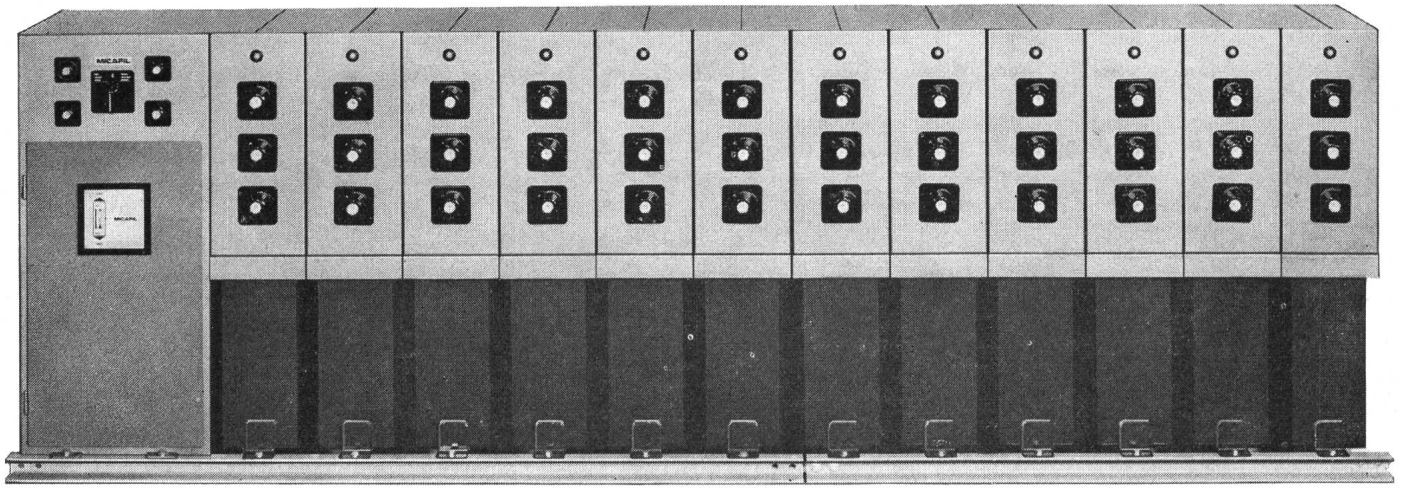
Eine Anzahl von Problemen sind heute zwar mathematisch formuliert, aber wegen des hohen Rechenaufwandes noch nicht zu lösen. Zu diesen Aufgaben gehören z. B. die Behandlung sehr grosser Matrizen (lineare Programmierung), die Lösung von Systemen partieller Differentialgleichungen (Wettermodelle) oder extrem rasche Datenkorrelationen. Nur Rechengeschwindigkeiten, deren Grössenordnungen über denjenigen heutiger Computer liegen, versprechen Aussicht auf Fortschritte auf diesen Gebieten.

Andererseits bildet die Ausbreitungsgeschwindigkeit elektrischer Signale eine nicht zu umgehende Grenze für sequentiell arbeitende Rechner. Parallel arbeitende Systeme erlauben, die Geschwindigkeit linear mit der Anzahl der Torschaltungen zu erhöhen. Dieses Prinzip wurde 1962 im Solomon-Rechner angewendet. Ein einziges Befehlswerk steuerte eine ganze Reihe von Rechenwerken, so dass ein einzelner Strom von Befehlen die Verarbeitung einer ganzen Reihe von Datenströmen beeinflusste.

Der Solomon-Computer hat gezeigt, dass diese Methode der Parallelarbeit möglich und auf vielen Gebieten anwendbar ist. Zudem stehen heute Torschaltungen mit Schaltzeiten von 2...5 ns in «large scale» integrierter Schaltungstechnik zur Verfügung. Damit sollten Rechner des Solomon-Typs mit bis zu  $10^9$  Wortoperationen pro Sekunde möglich werden. Zudem erlaubt die Technik der Speicherschaltungen heute die Herstellung von Speichern für  $10^6$  Worte bei 200...500 ns Zykluszeit mit tragbaren Kosten. Diese Überlegungen bildeten die Grundlage für den Entwurf des Illiac IV-Rechners der Universität Illinois.

Der Computer besteht aus 256 einzelnen Rechenwerken, die in 4 Systemen des Solomon-Typs gruppiert sind. Die Rechenwerke haben Additionszeiten von 240 ns und Multiplikationszeiten von 400 ns für Operanden von 64 bit. Jedes Rechenwerk ist mit Dünnspeichern für 2048 Worte und 240 ns Zykluszeit ausgerüstet. Ein Rechenwerk weist etwa 10 000 Torschaltungen auf, und das ganze System wird rund  $3 \cdot 10^6$  Tore umfassen. Es soll im Frühjahr 1970 in Betrieb genommen werden.

P. H. Merz



Ob Sie  
25, 300 oder 3000 kvar  
Blindleistung  
kompensieren müssen,

mit einer

# MICOMAT

-Kondensatoren-batterie

haben Sie immer die Gewähr,  
eine Anlage  
mit 3facher

Sicherheit zu besitzen

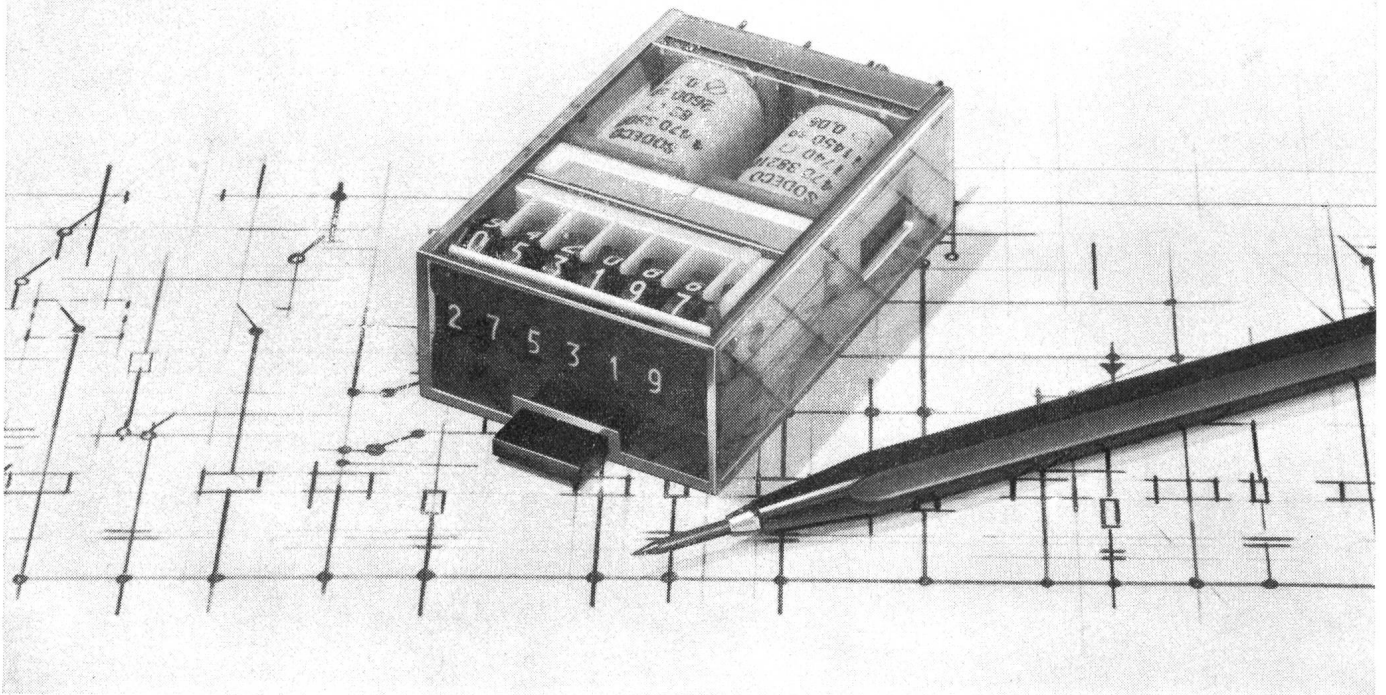
MICOMAT  
= 3fache Sicherheit

1. Wickelsicherungen
2. Gruppensicherungen
3. Unbrennbares  
Imprägniermittel

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

MICAFIL AG 8048 Zürich – Abteilung Kondensatoren

# Neuzeitlich, formschön und zweckmässig



## Impulszähler Typ RG

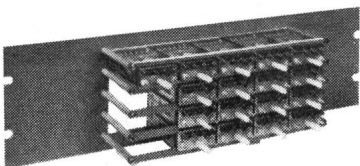
- kleine, nach DIN genormte Abmessungen: 48 x 24 x 72 mm
- ausgezeichnete Lesbarkeit der Zahlen: 4 x 2 mm
- hohe Zählgeschwindigkeit: 60 Impulse pro Sekunde mit grosser Betriebssicherheit
- steckbar: müheloses Auswechseln der Zähler
- lange Lebensdauer: über 200 Millionen Impulse

Wo Betriebssicherheit zählt, zählt

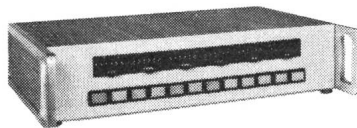
# SODECO

Grand Pré 70  
1211 Genf 16 (Schweiz)  
Tel. (022) 33 55 00 Telex 22 333

Einbau eines Zählblocks,  
von hinten mit Gegensteckern befestigt



Apparat zur statistischen Überwachung  
mit eingebauten RG-Zählern



RG-Zähler mit Einbaurahmen und  
Befestigungsbügel

