

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 59 (1968)  
**Heft:** 23  
  
**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:** 03.04.2026

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

## Sport in Innenanlagen im dritten Lichtzeitalter

628.977.7 : 725.85

[Nach H. G. Williams: Sports indoors . . . in the third age of light. Light 37(1968)1, S. 14...19]

Die Lichtquellen und technischen Geräte des dritten Lichtzeitalters bieten für Sportanlagen in Innenräumen manche Vorteile. Die neuen Entladungslampen hoher Lichtstärke [high intensity discharge (H.I.D.) lamps], wozu Natrium-Hochdrucklampen, Metallhalogen-Lampen mit mehreren Komponenten und Quecksilber-Leuchtstofflampen mit erhöhtem Rotanteil gehören, aber auch Halogen-Glühlampen zu zählen sind, eignen sich vor allem, wenn sie sich in beträchtlicher Höhe über dem Spielfeld befinden.

Grosse Sporthallen, in denen innerhalb kurzer Zeitspannen die verschiedensten Sportarten zur Austragung gelangen, müssen wie eine Bühne geplant werden. Neben engstrahlenden Leuchten, welche eine verhältnismässig kleine Spielfläche intensiv von oben beleuchten, sind breiter strahlende Leuchten erforderlich, wenn das Spielfeld einen grossen Teil der Hallenfläche umfasst. Die Kombination von H.I.D.-Lampen mit Halogen-Glühlampen ist aus zwei Gründen erforderlich: Bei bestimmten Vorführungen kann eine Regulierung der Beleuchtungsstärke erwünscht sein, und dazu sind Glühlampen besonders geeignet. Ferner brennen Glühlampen nach Netzunterbrüchen sofort wieder, wogegen Entladungslampen, auch nach ganz kurzen Unterbrüchen, eine Wiederzündzeit von 1...10 min benötigen.

In Schulsporthallen mit geringerer Deckenhöhe liefern Fluoreszenzlampen oder auch H.I.D.-Lampen in breitstrahlenden Leuchten die Grundbeleuchtung; zusätzliche Lichtquellen sind für besondere Sportarten, die höhere Beleuchtungsstärken erfordern, einzurichten. Zweckdienlich ist es auch, zwei Beleuchtungsstärken-niveaus vorzusehen, das eine für den Sportbetrieb, das andere für Vorführungen.

Fernsehaufnahmen in Sporthallen sind jetzt allgemein üblich; für farbige Aufnahmen ist eine Vertikalbeleuchtungsstärke von 1500...2500 lx notwendig. Wird die Spielfläche ausschliesslich von oben beleuchtet, dann sind derart hohe vertikale Beleuchtungsstärkekomponenten nur erzielbar, wenn die horizontale Beleuchtungsstärke 3000...6000 lx beträgt. Darum ist zweckmässiger, Lichtquellen vorzusehen, welche ihr Licht seitlich unter etwa 45° auf der Spielfläche einstrahlen. Im allgemeinen werden für Fernsehaufnahmen Halogen-Glühlampen mit Farbtemperaturen von 3000...3200 °K bevorzugt; die Erfahrung zeigt indessen, dass das Licht aller Entladungslampen Fernsehbilder mit annehmbarer Farbwiedergabe ermöglicht, wenn es einen angemessenen Anteil an Glühlampenlicht enthält.

### Kosten und Eigenschaften neuzeitlicher Lampen für die Beleuchtung von Sporthallen

Tabelle 1

Lampenart	Relative jährliche Kosten <sup>1)</sup>			Wiederzündzeit der Lampen min	Farbwiedergabe
	Einrichtung	Betrieb	Total		
Natrium-Hochdrucklampen	1,0	1,0	1,0	1	annehmbar
Metallhalogenlampen	1,2	1,4	1,3	10	gut
Quecksilber-Leuchtstofflampen	1,1	1,6	1,4	7	gut
Fluoreszenzlampen	1,0	1,6	1,3	0	gut bis ausgezeichnet
Halogen-Glühlampen	1,2	3,5	2,6	0	ausgezeichnet

<sup>1)</sup> Diese relativen Jahreskosten gelten nur für ganz bestimmte Voraussetzungen.

Die Lichtquellen des dritten Lichtzeitalters könnten dank ihren Vorzügen für Spieler und Zuschauer bewirken, dass Sportarten, wie Fussball und Baseball, die jetzt noch im Freien ausgetragen werden, künftig in grossen Sporthallen zur Austragung gelangen.

Über die heutigen Einrichtungs- und Betriebskosten und über zwei wichtige Eigenschaften neuzeitlicher Lichtquellen gibt Tabelle I Auskunft.

J. Guanter

## Zurück zur Glühlampe?

628.972.041.6

[Nach: Zurück zur Glühlampe? Internationale Licht Rdsch. 19(1968)1, S. 26...27]

Mit Glühlampenlicht lässt sich eine stimmungsvollere Beleuchtung erzielen als mit dem Licht von Fluoreszenzlampen. Das liegt an der Schattenwirkung, welche infolge der «Punktförmigkeit» der Glühlampen betonter ist und damit die Körperlichkeit der Gegenstände stärker hervorhebt als das Licht der grossflächigen Fluoreszenzlampen. Bis vor kurzem lag es aber auch an der unterschiedlichen Lichtfarbe beider Lichtquellen.

Von der Beleuchtung am Tage mit oft sehr diffusem natürlichem Licht ist man an eine andere Lichtverteilung gewöhnt als am Abend mit künstlichem Licht, das eine kontrastreichere Beleuchtung bewirkt. Das Tageslicht enthält aber vielfach auch einen Teil an direkten Sonnenstrahlen, welche stärkere Kontraste verursachen. Eine ähnliche Lichtstimmung lässt sich mit punktförmigen Glühlampen oder röhrenförmigen Fluoreszenzlampen ebenfalls erzeugen, wenn die Lichtquellen so angebracht sind, dass ihr Licht vorzugsweise nach erfolgter Reflexion an Decken, Wänden oder Gardinenflächen in den Raum gelangt. Um die behagliche Stimmung zu erzielen, braucht es zusätzliche Farb- und Leuchtdichteakzente, die am besten mit mehreren Steh-, Tisch- oder Wandleuchten erzeugt werden.

Arbeitsräume bedürfen, um lichtklimatisch angenehm und arbeitsfördernd zu wirken, keiner «stimmungsvollen» Beleuchtung; im Gegenteil, zu starke Schatten und Kontraste werden als störend empfunden. Das ist ja auch der Grund, weshalb Fluoreszenzlampen in Arbeitsräumen schnell Eingang gefunden haben.

Die bläuliche Lichtfarbe der Fluoreszenzlampen aus der Erstlingszeit ist noch heute ein nicht überwundenes Vorurteil, das ihre Anwendung in Wohn- und Stimmungsräumen erschwert, trotzdem es jetzt eine grosse Auswahl an Lichtfarben von Blauweiss (Farbtemperatur 6500 °K) bis Warmrot (2800 °K) gibt, und auch solche Fluoreszenzlampen zu haben sind, deren Lichtfarbe sich von dem der Glühlampen kaum unterscheidet.

Bei den heute üblichen Beleuchtungsniveaus in Arbeitsräumen von etwa 500...1000 lx spielt die Wärmestrahlung der Lichtquellen eine wichtige Rolle. Die Glühlampe liefert schon bei 200...300 lx zu viel Wärmestrahlung; diese sollte ca. 50 W/m<sup>2</sup> nicht übersteigen. Mit der Glühlampe kommt man für 100 lx schon auf 25...30 W/m<sup>2</sup>; mit der Fluoreszenzlampe aber nur auf 6...10 W/m<sup>2</sup>. Ohne Klimaanlage können mit Fluoreszenzlampen Beleuchtungsstärken von 500...800 lx erreicht werden, mit Glühlampen dagegen bloss 200 lx.

Trotz dieser Erkenntnisse sind vornehmlich aus ästhetischen Erwägungen in Arbeitsräumen Anlagen mit Glühlampen und sehr hohem Beleuchtungsniveau erstellt worden. Bekannte Beispiele sind das Bankgebäude der First National City Bank in Houston, Texas (USA) und aus letzter Zeit die Commerzbank in Düsseldorf. Dabei wird im Winter der grosse Wärmeanteil der Gesamtstrahlung der Glühlampen zur Beheizung der Arbeitsräume ausgenutzt und im Sommer in der Klimaanlage in Kälte umgewandelt.

J. Guanter

## Der magnetische Stromkomparator

621.314.224.8

[Nach E. Tosato und A. Zanini: Sui comparatori magnetici di corrente. L'Elettrotecnica 40(1968)7, S. 488...495]

Zur Messung des Verhältnisses zweier sinusförmiger Ströme gleicher Frequenz benützt man in herkömmlicher Weise Stromwandler oder — falls eine hohe Genauigkeit verlangt wird — spezielle Eichstromwandler. Diese erfordern besondere Materialien und Wickelanordnungen, wodurch sie teuer werden. Trotzdem lassen sich aber nur Genauigkeiten von  $10^{-3}$  bis  $10^{-4}$  erzielen.

Durch den ursprünglich vom National Research Council of Canada entwickelten magnetischen Stromkomparator lassen sich ohne besonderen technischen Aufwand Genauigkeiten bis zu  $10^{-7}$  erreichen. Dieser magnetische Stromkomparator besitzt vier gleichmässig über einen Ringkern verteilte Wicklungen, wovon zwei Hauptwicklungen und zwei Hilfswicklungen sind. Den beiden Hauptwicklungen werden die zu vergleichenden Ströme zugeführt. Im abgeglichenen Zustand besteht Ampèrewindungsgleichgewicht zwischen beiden. An die 1. Hilfswicklung wird ein empfindliches Voltmeter hoher Eingangsimpedanz angeschlossen, durch welches feststellbar ist ob der Magnetfluss im Ringkern null ist. Um diese ideale Abgleichbedingung zu erreichen müssen die Magnetisierungsampèrewindungen kompensiert werden. Dafür dient die 2. Hilfswicklung, der ein nach Phase und Amplitude veränderbarer Strom zugeführt werden kann. Da der Magnetfluss gleich Null ist, und ebenso der Magnetisierungsstrom, werden die Fehler der herkömmlichen Stromwandler vermieden. Die einzige Forderung für das Magneteisen ist die einer hohen Anfangspermeabilität.

Der Fehler für den Stromkomparator besteht aus drei Anteilen:

1. Fehler zufolge ungenügender Voltmeterempfindlichkeit;
2. Fehler zufolge kapazitiver Ströme Wicklung—Wicklung und Wicklung—Masse—Wicklung;
3. Fehler, der durch ungleiche Streuung der einzelnen Wicklungen entsteht. Dieser Fehler lässt sich theoretisch einwandfrei ableiten und formelmässig darstellen.

Durch seine hohe Genauigkeit verbunden mit grosser Wirtschaftlichkeit hat der magnetische Komparator in der Praxis eine vielfache Anwendung gefunden: Eichung von Stromwandlern, Impedanz- und Kapazitätsmessungen bis in den Tonfrequenzbereich, durch Zusatzmodulator Vergleich von Gleichströmen, Messung von Ohmschen Widerständen mittels Gleichstrom, Stromvergleich bis zu 20 000 A. Für Serimessungen werden die Schaltungen hiebei vielfach selbstabgleichend ausgeführt. A. Kolar

## Probleme bei der Speisung eines Wechselstromnetzes aus einem Gleichstromnetz über Wechselrichter

621.316.14

[Nach A. Brandolini und E. Campanari: Possibilità e problemi legati all'uso di impianti ondulatori. L'Energia Elettrica 45(1968)7, S. 502...517]

Die Länge von mit Wechselstrom betriebenen Übertragungsleitungen ist aus Stabilitätsgründen beschränkt. Die Grenze liegt bei Freileitungen bei 800...1000 km, bei Kabeln bereits bei 70...80 km. Für längere Übertragungsleitungen ist Gleichstrom geeigneter.

Umgekehrt hat Gleichstrom eine Reihe von Nachteilen, wie vor allem die fehlende Transformierbarkeit. Aus diesem Grunde gewinnt das Studium von mit Gleichstrom über Wechselrichter gespeisten Wechselstromnetzen an Bedeutung. Bei einfachster Ausbildung ist die Ausgangsspannung eines Wechselrichters rechteckförmig. Die Analyse des Stromes ergibt bei Ohmscher Belastung eine gleiche Kurvenform wie die der Spannung, bei induktiver einen dreieckförmigen Verlauf. Damit ergibt sich ein reicher Gehalt an Oberharmonischen. Gleiches gilt für die Leistung. Bei der Messung dieser sind zwecks Erhalt brauchbarer

Messresultate die in letzter Zeit entwickelten thermischen Wattmeter zu benutzen, die von 0...10<sup>4</sup> Hz einwandfreie Messungen gestatten. Durch einen Zusatzintegrator sind sie auch für reine Wirk- oder Blindleistungsmessung geeignet. Da die Oberwellen in Motoren und Transformatoren Zusatzverluste erzeugen, ist es vorteilhaft, die Kurvenform durch Filter zu verbessern.

Die ausführliche mathematische Analyse unter Berücksichtigung der Oberwellen zeigt, dass bei einem solchen Gleich-/Wechselstromnetz die Formeln für Wirk- und Blindleistung analog wie bei einem mit sinusförmiger Spannung gespeisten Netz aufgebaut sind. Daraus lässt sich herleiten, dass die Schwierigkeiten für den Austausch von Blindleistungen zwischen solchen Netzen nicht grösser als die bei reinen Wechselstromnetzen sind.

Ein Vorteil solcher Gleich-/Wechselstromnetze ist übrigen, dass drehzahlveränderliche Motoren durch Variation der Frequenz des Wechselstromnetzes direkt steuerbar sind. A. Kolar

## Neuere Entwicklungen in der Meteorologie und die weltweite Wetterbeobachtung

551.501

[Nach B. J. Mason: Recent developments in meteorology and the World Weather Watch. Proc. IEE, 115(1968)9, S. 1319...1331]

Die Wetterbeobachtung beruht auf genormten Messungen, die an verschiedenen Orten der Erdoberfläche gleichzeitig durchgeführt werden, um eine dreidimensionale Darstellung der atmosphärischen Bedingungen zu erhalten. Diese Messungen müssen dann zwischen verschiedenen Stationen so schnell wie möglich ausgetauscht werden, um Karten des Luftdruckes, der Temperatur und der Winde auf der Erdoberfläche und in festgelegten Höhen zeichnen zu können. In der herkömmlichen Wettervoraussage wird auf Grund wissenschaftlicher Methoden sowie Erfahrung und Eingabe beurteilt, wie sich das Wetter in den nächsten 24 oder 36 Stunden verändern wird.

Für eine objektive Wettervoraussage mit Hilfe eines Computers wird ein Modell für die mathematische Beschreibung der Atmosphäre benützt. Die resultierenden partiellen Differentialgleichungen müssen jedoch vereinfacht werden, um eine numerische Lösung zu ermöglichen. In den heutigen, automatisch gezeichneten Wetterkarten müssen deshalb Einzelheiten wie Regen, Schnee oder Nebel nachträglich mit konventionellen Methoden eingetragen werden.

Mit der stetigen Verbesserung der Computer wird es aber möglich sein, immer genauere Modelle zu benützen, die mehr und mehr Details enthalten. Die zukünftige Entwicklung zielt darauf ab, zuverlässige Voraussagen über mehrere Tage zu ermöglichen. Dazu werden aber viel mehr Beobachtungen benötigt. Zudem müssen die Fernmeldeverbindungen zur Übertragung dieser Daten schneller und zuverlässiger gemacht werden.

Die heute benützten Wettersatelliten messen die Intensität, Polarisation und spektrale Veränderung der Ausstrahlung der Erde oder übermitteln Bilder von Wolkenformationen sowie der Verteilung von Eis auf dem Meer und Schnee auf dem Festland. Eine weltweite Überdeckung kann mit drei bis vier Synchronsatelliten sowie zwei Satelliten mit polarer Umlaufbahn erzielt werden. Die so erhaltenen Messwerte sind weitgehend qualitativ und können noch nicht direkt in mathematischen Modellen benützt werden. Mit Hilfe neuer, in Satelliten eingebauten Geräten wird es möglich sein, Informationen über die atmosphärische Temperatur und Zusammensetzung sowie über die Winde zu erhalten. Da bei wird es unerlässlich, ein Netz automatischer Wetterstationen auf dem Land und zur See einzurichten, um die von Satelliten aufgefangenen Meldungen weiterzuleiten.

Eine zuverlässige Vorhersage auf Grund weltweiter Wetterbeobachtungen hat eine grosse wirtschaftliche Bedeutung wie z. B. für die Landwirtschaft, die Energieversorgung und die Hochseeschifffahrt. E. Handschin

## Transistor mit schwingender Gate-Elektrode

621.382.323

[Nach *W. E. Newell*: Resonant gate transistor. Electronic Components 9(1968)7, S. 808...810]

Ein neues Produkt der molekularen Elektronik-Technologie stellt ein Transistor dar, der als eine Abart bzw. Weiterentwicklung des bekannten MOS-Feldeffekttransistors aufgefasst werden kann. In Abweichung von diesem bekannten Transistor enthält nämlich der neue Transistor eine schwingungsfähige Gate-Elektrode, die von einem winzigen, metallischen Schwingarm gebildet ist. Der Schwingarm stellt einen mechanischen Resonator mit hoher Resonanzschärfe dar, dessen Eigenfrequenz von den geometrischen Abmessungen bestimmt ist. Durch diesen Resonator erhält der neuartige Transistor ein Frequenzverhalten, das dem eines üblichen LC-Kreises ähnlich ist.

Der mechanische Resonator wird durch eine von der Eingangsspannung des Transistors hervorgerufene elektrostatische Kraft in Schwingungen versetzt. Da diese Kraft der Eingangsspannung nicht direkt proportional ist, wird zur Linearisierung die Eingangsspannung einer Gleichspannung (Polarisationsspannung) überlagert. Durch die Polarisationsspannung wird aber die Resonanzfrequenz des Schwingarmes beeinflusst, da durch das Polarisationfeld eine zusätzliche Federkonstante erzeugt wird. Dies führt zu einer gegenüber der Eigenfrequenz etwas niedrigeren Resonanzfrequenz. Dieser Effekt lässt sich in vorteilhafter Weise durch Wahl einer geeigneten Polarisationsspannung zur Feinabstimmung des Transistors ausnützen.

Der neuartige Transistor lässt sich im Frequenzbereich zwischen 500 Hz und 50 kHz einsetzen, wobei die obere Grenze durch die kleinsten technisch erreichbaren Abmessungen des Schwingarmes und die untere Grenze durch die zulässige Empfindlichkeit gegen Vibrationen bestimmt ist.

*D. Krause*

## Das Reed-Relais in der Telephonie

621.318.56 - 213.34

[Nach *T. M. Schuringa*: Reed switches for telephony switching. Philips Telecommunication Review 27(1968)3, S. 105...123]

In Telephonzentralen gibt es zwei Arten von Schaltern, diejenigen, die den Sprechpfad bilden, und solche in der Kontrolleinheit, welche die Relais im Sprechpfad steuern. Die Kontrolleinheit kann gut mit Transistoren gebaut werden. Leider ist es infolge der Dämpfungsanforderungen vorläufig noch nicht möglich, die mechanischen Schalter im Sprechpfad durch Halbleiterschalter zu ersetzen. Das Reed-Relais mit seiner gegenüber dem konventionellen Relais kurzen Schaltzeit (1 ms) wurde entwickelt, um die Geschwindigkeit des mechanischen Teils derjenigen des viel schnelleren elektronischen Teils anzunähern.

Der Reedschalter (auch Schutzrohrkontakt genannt) besteht aus zwei sehr genau hergestellten Zungen aus einer Eisen-Nickel-Verbindung mit speziellem Kontaktmaterial an den Enden, die in ein gasgefülltes Glasröhrchen eingeschmolzen sind. Mehrere Reedschalter werden zusammen in eine Spule montiert und ergeben so ein Reed-Relais. Das magnetische Feld der stromdurchflossenen Spule bewirkt das Schliessen der Kontakte. Die Abmessungen ergeben sich aus einem Kompromiss zwischen Herstellungskosten des Reedschalters (je kleiner, desto teurer) und der Grösse und dem Energieverbrauch der Magnetspule (je grösser, desto teurer). Gebräuchliche Schalter haben eine Länge von 20 mm, der Kontaktabstand (offen) beträgt 0,1 mm und der Kontaktdruck im geschlossenen Zustand 4 g. Infolge der möglichen Überspannungen auf Telephonleitungen (Blitzschlag usw.) muss die Durchbruchspannung des Schalters grösser als 900 V sein. Die Glasröhrchen werden daher mit Stickstoff unter einem Druck von 1,1 atü gefüllt. Die Zuverlässigkeitsanforderungen sind sehr hoch. Während der erwarteten Lebensdauer von 25 Jahren rechnet man mit einem Ausfall pro Jahr und pro 100 000 Schalter. Die Reedschalter werden vollautomatisch hergestellt. Die Herstellungstoleranzen sind sehr eng, die Feldstärke für Anzug, Halten und Lösen ist genau vorgeschrieben. Auch der Kontaktübergangswiderstand muss sehr klein und möglichst konstant sein. Während eines gewöhnlichen Ortsgesprächs sind ungefähr 20 Reedschalter in Serie geschaltet.

Schwankende Übergangswiderstände würden daher zusätzliche Geräusche ergeben.

In Telephonzentralen werden Reed-Relais in Matrizen angeordnet. Beim Durchschalten eines Sprechpfades muss das Relais im Schnittpunkt einer bestimmten Spalte und Kolonne durchschalten. Am vorteilhaftesten ist die Spannungskoinzidenzmethode. Das Relais spricht nur dann an, wenn der Steuerdraht der Spalte und der Kolonne gleichzeitig Spannung führen.

*H. P. von Ow*

## Nachrichtenverbindungen über seismische Wellen

621.396.945 : 550.344.4

[Nach *K. Ikrath* und *W. A. Schneider*: Communications Via Seismic Waves Employing 80-Hz Resonant Seismic Transducers. IEEE Trans. on Communication Techn. 16(1968)3, S. 439...444]

Nach neuesten Forschungen ist eine langsame Nachrichtenübertragung über seismische Wellen möglich für Fälle, in denen man Radio- oder Kabelverbindungen nicht anwenden kann oder will. Durch elektromagnetische Wandler werden die Wellen erzeugt und am Empfangsort durch ähnliche, auf die entsprechende Resonanzfrequenz abgestimmte Wandler empfangen.

Bei der Wahl der Übertragungsfrequenz musste man einen Kompromiss schliessen. Je höher die Frequenz ist, desto grösser wird der Strahlungswirkungsgrad und die übertragene Information. Dagegen werden tiefe Frequenzen auf dem Übertragungsweg weniger stark gedämpft, die Kopplung mit der Atmosphäre, d. h. die Hörbarkeit ist kleiner, aber die Energiewandlung wird schwieriger. Frequenzen von 50 und 60 Hz sollten wegen Starkstromstörungen vermieden werden. Die Übertragungsfrequenz soll daher im Band 70...100 Hz liegen.

Der Wandler besteht aus einer Art elektromagnetischem Lautsprecher, einer Stahlröhre mit seitlichen Schlitzen zur Energieübertragung und Impedanzanpassung auf einen Kolben, welcher die Wellen auf den Boden überträgt. Je nach Bodenart werden Leistungen von 10...200 W verwendet. Der Strahlungswirkungsgrad beträgt im Maximum ungefähr 25 %. Als Empfänger wird ein im Prinzip gleich gebauter Wandler verwendet. Durch einen mechanischen Trimmer wird die Resonanzfrequenz des Systems auf die Sendefrequenz abgestimmt.

Ausbreitungsversuche wurden mit verschiedenen Wandlern bei allen möglichen Bodenarten durchgeführt. Heute beträgt die maximal mögliche Übertragungsdistanz etwa 2 km. Bei sandigem Terrain erreichte man 600 m mit 12 W, bei felsigem Boden 1...2 km mit 60 W. Signale von der Erdoberfläche ins Erdinnere konnten bis in Tiefen von 400 m registriert werden. Zum Vergleich zwischen Theorie und Praxis wurden auch Versuche auf gefrorenen Seen durchgeführt. Gerichtete Wellenausbreitung ist möglich durch Ansteuerung mehrerer Wandler mit phasenverschobenen Signalen.

Dem Empfangssignal sind störende Geräusche natürlichen oder menschlichen Ursprungs (Autos, Düsenflugzeuge usw.) überlagert. Je nach Bodenart variiert die Ausbreitungsgeschwindigkeit zwischen 200...5000 m/s. Die Verzerrung des Signals durch Interferenz der direkten und der reflektierten Wellen ist das Hauptproblem bei der Anwendung. Die Verhältnisse sind stark von der örtlichen Bodenbeschaffenheit abhängig, so dass die Codierung und die Modulationsart des Trägers von Fall zu Fall entschieden werden muss.

Das Ziel dieser Forschungen ist die Entwicklung eines seismischen Nachrichtenübertragungssystems mit Verstärkern für militärische Zwecke.

*H. P. von Ow*

## Messung sehr kleiner thermischer Ausdehnungen

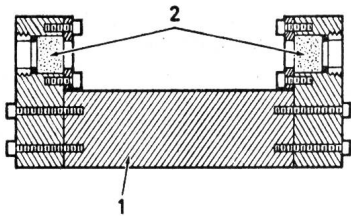
536.41.082.54 : 621.375.826 : 038.823

[Nach *J. D. Foster* und *I. Finnie*: Method for Measuring Small Thermal Expansion with a Single Frequency Helium-Neon Laser. Rev. of Scientific Instr. 39(1968)5, S. 654...657]

Die Messung sehr kleiner thermischer Ausdehnungen, wie sie bei Materialien mit extrem kleinen Temperaturkoeffizienten auftreten, lässt sich sehr genau unter Verwendung eines Helium-Neon-Lasers durchführen.

Der Laser bildet einen Teil einer neuartigen Messanordnung, die als weitere wesentliche Bestandteile ein sphärisches Interferometer (Fig. 1) und ein Oszilloskop enthält. Der Laser, dessen einer Spiegel 2 zur Modulation der Ausgangsfrequenz des Lasers an einem mit einer Sägezahnspannung angesteuerten, piezoelektrischen Element befestigt ist, gibt eine Strahlung ab, die über einen Strahlenteiler zu einem Teil dem Interferometer und zum anderen Teil einer Photodiode zugeführt wird.

Das Interferometer enthält das hinsichtlich seiner thermischen Ausdehnung zu untersuchende Werkstück 1, das an seinen beiden Enden mit einem Laser-Spiegel versehen ist. Befindet sich das



2451  
Fig. 1  
Sphärisches Interferometer  
1 Werkstück; 2 Laser-Spiegel

Interferometer auf Grund der Längenabmessung des Werkstücks bei der Wellenlänge der einfallenden Laserstrahlung in Resonanz, dann durchläuft der Laserstrahl das Interferometer nahezu ungeschwächt. Mittels einer weiteren Photodiode wird aus diesem Laserstrahl ein elektrisches Signal gewonnen, das den vertikalen Ablenkplatten des Oszilloskopes zugeführt wird. An diese Platten ist auch ein zweites elektrisches Signal angeschlossen, das von der zuerst genannten Photodiode aus dem anderen Teil der Laserstrahlung gebildet wird.

Dieses zweite elektrische Signal dient zur Eichung der Frequenzskala auf der horizontalen Achse des Oszilloskops. Den horizontalen Ablenkplatten wird nämlich die Sägezahnspannung zugeführt, die zur Ansteuerung des piezoelektrischen Elementes des Lasers dient.

Praktisch liessen sich mit der neuen Messanordnung thermische Ausdehnungen mit einer Genauigkeit von  $\pm 3,5 \cdot 10^{-7}$  bestimmen.  
D. Krause

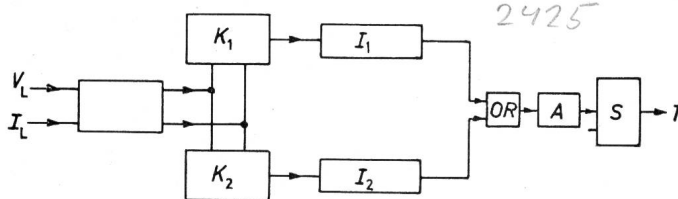
### Distanzrelais

621.316.925.45

[Nach M. Venugopal u. a.: New static dual comparators. Int. J. Electronics 1, 23(1968)6, S. 555...559]

Es ist bekannt, bei Distanzrelais zur Vermeidung von Fehlauflösungen durch abklingende Gleichstromvorgänge im Leitungsstrom der zu überwachenden Starkstromleitung zwei Komparatoren vorzusehen. Jedem der beiden Komparatoren werden zwei in einem Eingangsmesskreis aus dem Leitungsstrom und der Leitungsspannung gebildete Meßspannungen zugeführt, aus denen in den Komparatoren Rechteckimpulse gebildet werden. Die Länge dieser Impulse ist durch die Koizidenzzeit von Halbwellen gleicher Polarität bestimmt. Dabei sind die Komparatoren so ausgeführt, dass von dem einen nur Halbwellen der einen Polarität und von dem anderen nur Halbwellen der anderen Polarität der Meßspannungen ausgewertet werden. Die Rechteckimpulse der beiden Komparatoren werden bei bisher gebräuchlichen Distanzrelais in relativ aufwendigen Schaltungen weiterverarbeitet, wodurch diese Distanzrelais nicht nur störanfällig, sondern auch verhältnismässig teuer sind.

Diesbezüglich bietet ein neuartiges Distanzrelais Vorteile, bei dem jedem Komparator ein Integrator nachgeordnet ist, der aus



2425  
Fig. 1  
Distanzrelais

$V_L$  Leitungsspannung;  $I_L$  Leitungsstrom;  $K_1, K_2$  Komparatoren;  $I_1, I_2$  Integratoren; OR OR-Gatter; A Amplitudendiskriminator; S Synchronisierschaltung; T Auslösesignal

den Rechteckimpulsen eine Dreieckspannung mit einer der Länge der Rechteckimpulse proportionalen Amplitude bildet. Beide Integratoren werden in jeder Periode des Leitungsstromes über einen Schaltverstärker und einen Löschkreis jeweils am Ende der Rechteckimpulse eines Komparators wieder in ihre Ausgangslage gebracht. Die Dreieckspannungen der beiden Integratoren werden einem mit einem UND-Gatter ausgerüsteten Amplitudendiskriminator zugeführt, der nur dann ein Auslösesignal abgibt, wenn beide Ausgangsgrößen der Integratoren eine vorgegebene Amplitude überschreiten.

Bei einer anderen vorteilhaften Schaltung für ein Distanzrelais (Fig. 1) sind die beiden Integratoren ausgangsseitig an ein OR-Gatter angeschlossen. Dieses Gatter ist seinerseits mit einem Amplitudendiskriminator verbunden, dem eine mit einem UND-Gatter versehene Impuls-Synchronisierschaltung folgt. Von dem Diskriminator werden schmale Impulse an die Synchronisierschaltung abgegeben, die nur dann ein Auslösesignal erzeugt, wenn Impulse aus beiden Komparatoren innerhalb einer bestimmten zeitlichen Folge auftreten.  
D. Krause

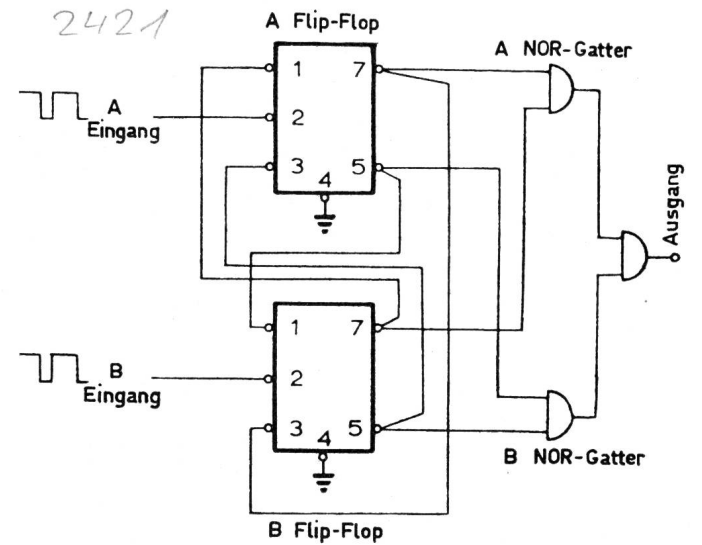
### Linearer Phasendetektor mit integrierten Schaltungen

621.317.77 : 621.38-181.4

[Nach K. A. Steele: Application of digital integrated circuits to linear phase detection. Electronic Engineering, 40(1968)483, S. 240...241]

Das Ausgangssignal eines einfachen digitalen Phasendetektors ist normalerweise zweideutig. Zwischen einem Prüfsignal, das der Referenz um denselben Betrag des Phasenwinkels vor- oder nach-eilt, kann nicht unterschieden werden. Zudem erstreckt sich der Detektionsbereich auf einen Winkel von nur  $180^\circ$ .

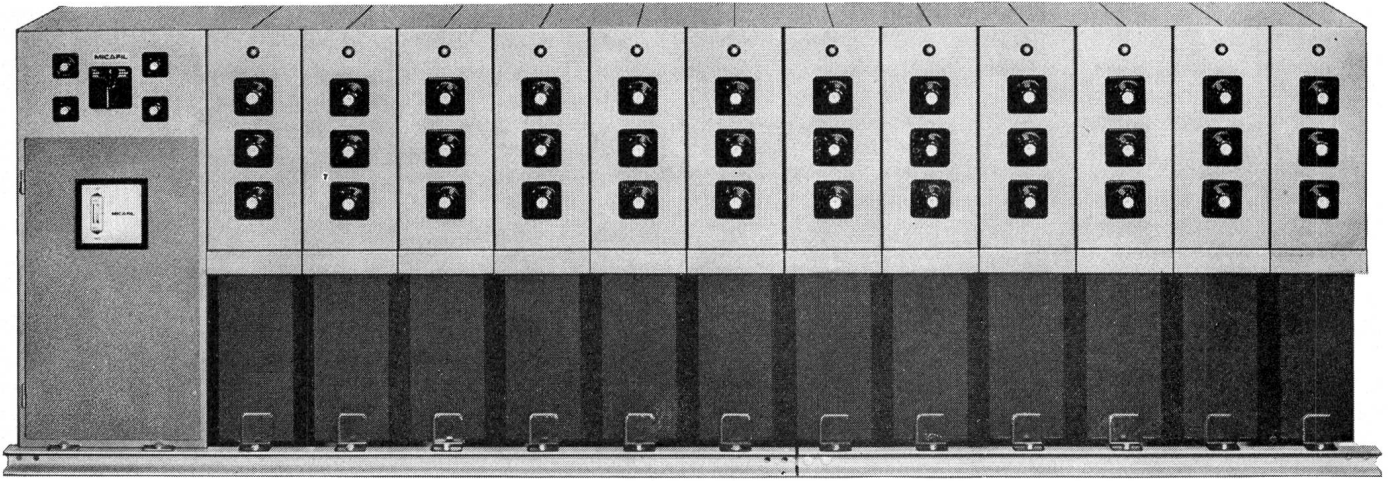
Mit folgender Schaltung wird der Bereich auf  $360^\circ$  erweitert, und das Ausgangssignal gegenüber der Bezugsphase eindeutig festgelegt. Diese Relation wird weder durch den zeitweiligen Ausfall



2421  
Fig. 1  
Schema des Phasendetektors mit Flip-Flops und Nor-Gatter  
1...7 Anschlüsse der integrierten Schaltungen

des einen oder anderen Signals an A oder B zerstört noch hängt sie vom Anfangszustand beim Einschalten ab.

Natürlich kann der Detektionsbereich durch vorgeschaltete Binärteiler um Zweierpotenzen von  $360^\circ$  erweitert werden. Spezielle Vorsicht ist geboten, wenn der Betrag der Phasendifferenz zwischen den beiden Signalen bei A und B nahezu  $0^\circ$  beträgt. Die Kreuzkopplung der beiden Flip-Flops, welche zur Festlegung der eindeutigen Phasenbeziehung dient, bewirkt hier durch den Einfluss der Propagationszeiten einen falschen Modus. Der nach einem Tiefpass am Ausgang der Schaltung gewonnene DC-Mittelwert entspricht dann demjenigen, der auch durch eine Phasendifferenz von  $180^\circ$  zustande kommt, nur wird er von einem Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 1:1 und halber Eingangsfrequenz erzeugt. Der Phasenwinkel des Detektionsbereichs wird somit um den der Verzögerungszeit der Flip-Flops entsprechenden Winkel verkürzt  
M. Buser



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.



Hat es  
bei Ihnen  
eingeschlagen?

**TUS**  
weiss sofort Antwort

Ihrem Betrieb ist nichts passiert. Der Strom ist nicht ausgefallen; die Pumpen laufen noch. Nirgends züngeln kleine Flammen. Auch im Kühlhaus ist's noch kühl.

Kleine Ursachen haben nicht grosse Wirkung, wenn wichtige Objekte oder kritische Vorgänge mit dem tonfrequenten Übertragungssystem der Autophon überwacht werden.

Es kann Informationen übermitteln. Wohin Sie wollen: zur Feuerwehr, zur Polizei, in Ihre Wohnung.

Es tut dies über bestehende Telefonleitungen, ohne den Sprechverkehr zu beeinträchtigen; sekundenschnell und völlig automatisch.

Umgekehrt lassen sich mit dem TUS auch Fernsteuerbefehle übertragen, das «Ausgeführt» wird Sekunden später angezeigt.

Orientieren Sie sich über das tonfrequente Übertragungssystem bei Ihrer nächsten Autophon-Niederlassung.

**autophon**

Zürich, Lessingstrasse 1-3	051 / 27 44 55
St. Gallen, Teufenerstrasse 11	071 / 23 35 33
Basel, Peter-Merian-Strasse 54	061 / 34 85 85
Bern, Belpstrasse 14	031 / 25 44 44

TELEPHONIE SA	
Lausanne, 50, av. de la Gare	021 / 23 86 86
Genève, 25, route des Acacias	022 / 42 43 50
Sion, 54, route de Lausanne	027 / 25 75 57