Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 59 (1968)

Heft: 15

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: 10.07.2025

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

passung an eine bereits bestehende Publikation der CEI angesehen werden kann, wurde die erneute Verteilung des Dokumentes unter der 2-Monate-Regel als nicht nötig angesehen und das Dokument mit dem korrigierten Wert zur Veröffentlichung freigegeben. Durch Dokument *50B(Secretariat)141,* Test Cb, Damp heat, steady state, wurde eine neue Variante einer weniger strengen Prüfmethode vorgeschlagen (40 °C und 82 ± 3 % relative Feuchtigkeit gegenüber 40 °C und 90...95 % r.F. bei der bisherigen Prüfung C gemäss Publ. 68–2–3). Da verschiedene Delegationen (inklusive der schweizerischen) die Notwendigkeit einer solchen nur leicht abgeschwächten Prüfmethode bezweifelten, anderseits aber die deutsche Delegation sich dafür vehement einsetzte, wurde die Beschlussfassung über das Dokument auf die nächste internationale Zusammenkunft vertagt und das deutsche Nationalkomitee aufgefordert, in der Zwischenzeit seine Argumente in einer deutschen Stellungsnahme zusammenzufassen. Zur äusserst lebhaften Auseinandersetzungen führte die Diskussion des Dokumentes *50(Secretaritt)140,* Test Dc, Damp heat, cyclic (8+8 hours). Insbesondere die Delegierten Frankreichs, Schwedens und der Schweiz vertraten die Ansicht, diese auf amerikanischen Militärnormen (MIL) basierende Methode sei wegen ihrer schlechten Reproduzierbarkeit nicht normungswürdig und deshalb grundsätzlich abzulehnen. Demgegenüber wurde das Dokument von den Delegierten Deutschlands, Grossbritanniens, der Niederlande und den USA mit dem Argument verteidigt, die Methode habe sich im Militärbereich, z. B. der NATO, millionenfach bewährt und sei somit in der westlichen Welt schon weitgehend eingeführt, so dass die Normung durch die CEI in den der NATO angeschlossenen Ländern lediglich noch einer Bestätigung der bereits herrschenden Situation entspreche. Man kam schliesslich doch überein zu versuchen, die Festlegungen so zu verbessern, dass bei Beibehaltung des Prüfprinzipes die bestmögliche Reproduzierbarkeit der Prüfresultate gewährleistet wird. Es wurde zu diesem Zweck eine ad-hoc-Arbeitsgruppe gebildet (der Berichterstatter wurde zum Mitglied ernannt). Das der 6-Monate-Regel unterstehende Dokument *50B(Bureau Central)142,* Essai Db, Essai cyclique de chaleur humide (Cycle de 24 heures), wurde gleichzeitig zusammen mit dem Dokument *50B(Secretariat)139,* Test Da, Damp heat cyclic (16+8 hours), behandelt. Von verschiedenen Ländern (auch von der Schweiz) wurde beanstandet, dass sich die in diesen Dokumenten beschriebenen Prüfmethoden kaum voneinander unterscheiden, und es wurde vorgeschlagen, es solle nur eine der beiden Methoden genormt werden. Die Diskussion zeigte aber, dass es im Prinzip doch zweckmässig sein dürfte, zwei derartige Methoden beizubehalten, und zwar Methode Db mit einem symmetrischen Temperaturzyklus, insbesondere für Apparate, und die bisherige Methode gemäss Prüfung D der Publ. 68–2–4 mit einem unsymmetrischen Temperaturzyklus insbesondere für Bauelemente. Letztere Methode soll aber in Zukunft als Prüfung Da bezeichnet werden. Dementsprechend wurde beschlossen, das Dokument *50B(Bureau Central)142* zur Veröffentlichung freizugeben und das Dokument *50B(Secretariat)139* zurückzuziehen und nicht mehr weiter zu bearbeiten.

Zum Dokument *50B(Germany)120,* Proposal of the German National Committee for a guidance on change of temperature tests, wurden von verschiedenen Ländern (auch von der Schweiz) zum Teil umfangreiche Stellungnahmen und Gegenvorschläge eingereicht. Da nicht mehr genügend Zeit zur Verfügung stand, um diese Einsprachen im einzelnen durchbesprechen zu können, anderseits aber das Dokument dringend verabschiedet werden sollte, wurde der folgende, etwas ungewöhnliche Beschluss gefasst: Das Sekretariat soll unter Berücksichtigung der eingereichten Stellungnahmen und nötigenfalls nach Konsultation der entsprechenden Nationalkomitees einen neuen Entwurf ausarbeiten, der direkt unter der 6-Monate-Regel laufen soll.

Als Abschluss der Diskussionen wurde noch das Problem der Prüfung von Schutzarten gegen eindringendes Wasser (Tropfwasser, Spritzwasser, Strahlwasser usw.) aufgeworfen. Insbesondere auf Antrag der Schweizerdelegation wurde beschlossen, die Publikation 68 solle diesbezüglich so weit als möglich mit der vom SC 17B ausgearbeiteten Publikation 144, Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension, in Übereinstimmung gebracht werden. Zu diesem Zweck wurde eine neue Arbeitsgruppe gegründet, in der die folgenden Länder vertreten sein werden: Deutschland, Frankreich, Grossbritannien, Schweden, Schweiz, USA. Ebenfalls auf Antrag der Schweizerdelegation soll die erste Sitzung dieser neuen Arbeitsgruppe entweder in Zürich oder Arnhem vorgesehen werden, um den Mitgliedern die vom SC 17B bzw. von der CEE genormten Prüfeinrichtungen entweder in der Materialprüfanstalt des SEV oder bei der KEMA in Arnhem vordemonstrieren zu können. Durch dieses Vorgehen soll eine Koordination der bereits bestehenden diesbezüglichen Normen mit den derzeitig laufenden Arbeiten im Rahmen der CEI und der CEE angestrebt werden. Die Arbeitsgruppe erhielt auch den Auftrag, die in Stockholm von Deutschland vorgeschlagene völlig neuartige Methode zur Prüfung der Tropfwasser- und Regensicherheit grösserer elektrischer Apparate zu beurteilen.

E. Ganz

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Halbleiterstromrichter für die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung

621.314.632

[Nach *E. Anwander* u. a.: Halbleiterstromrichter für die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung. ETZ-A, 89(1968)8, S. 183...189]

Eines der wichtigsten Bauelemente der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) sind die Ventile. Als 1954 in Deutschland die ersten Überlegungen zur HGÜ-Entwicklung angestellt wurden, kannte man ausser den Quecksilberdampfgefässen keine andere Möglichkeit. Als 1960 dann die Entwicklung einsetzte, war der Leistungs-Thyristor immer noch unbekannt. Inzwischen hat sich aber die Auffassung durchgesetzt, dass sich dies Element für die Übertragung grosser Leistungen besser eigne als das Quecksilberdampfgefäss.

Beide Ventilarten weisen gewisse Vorteile auf; so treten beim Hg-Gefäss beim Zünden und Einschalten keine Schwierigkeiten auf, während bei den Halbleitern keine Sperrversager (Rückzündungen) entstehen und die Betriebstemperatur praktisch nur nach oben begrenzt ist, was einen Kaltstart ermöglicht. Bei den Thyristoren sind die Durchlassverluste höher als bei Hg-Gefässen; umgekehrt sind bei diesen die Verluste der Steuerung und Kühlung grösser.

Unter Zugrundelegung der in der Niederspannungstechnik seit Jahren bewährten Thyristorelemente lässt sich die HGÜ mit einer Vielfachschaltung in Serie und parallel lösen. Damit die dynamischen Spannungsverhältnisse beherrscht werden können, muss eine wirksame kapazitive Steuerung der Spannungsverteilung vorgesehen werden. Unter Umständen können auch gegeneinander geschaltete Dioden mit kontrolliertem Lawinen-Verhalten den Schutz der Thyristoren übernehmen. Drosselspulen begrenzen den Stromanstieg, da bei den Thyristoren wegen der endlichen Stromausbreitungsgeschwindigkeit (0,1 bis 0,2 mm/µs) sonst örtlich zu hohe Stromdichten resultieren würden. Ausserdem reduzieren die Drosselspulen den Spannungsanstieg an spätzündenden Thyristoren.

Bekanntlich werden Niederspannungs-Thyristoren mit Steuerimpulsen über Impulsübertrager gezündet. Sobald aber die Thyristoren einer HGÜ-Anlage in einer Serieschaltung auf ganz unterschiedlichem Potential liegen, muss die Zündung auf andere Weise erfolgen. Untersucht werden heute vor allem die optische Übertragung des Steuerimpulses, wofür aber noch lichtstärkere Lampen von längerer Lebensdauer entwickelt werden müssen. Eine andere Möglichkeit stellt die magnetische Zündung dar, welche im wesentlichen aus einem Zündkabel in Form einer Kondensatordurchführung besteht.

Zum Schutz der Halbleiter gegen atmosphärische Überspannungen dienen äussere Überspannungsableiter. Ausserdem

sind die Halbleiter selber so bemessen, dass eine reichliche Reserve an innerer Spannungsfestigkeit besteht. Gegen Überströme, welche in erster Linie aus Kurzschlüssen auf der Gleichstromleitung bestehen, schützt man die Anlage, indem die Stromregelung den Kurzschlußstrom auf solche Werte begrenzt, dass man den Dauerstrom der Ventile auf 75 % ihres Nennstromes ansetzen kann.

An den drei bisher gebauten Versuchsmustern wurden das dynamische Verhalten, die Spannungsbeanspruchung und das Kühlverhalten untersucht. Ausserdem wurde versucht den Schaltungs- und Steueraufwand und damit die Verluste und den Platzbedarf zu verringern und die Betriebssicherheit zu erhöhen.

A. Baumgartner

Klima-Simulator für Untersuchungen der elektrischen Raumheizung

697.27:551.58.001.57

[Nach: Ein Klima-Simulator für die Untersuchung der elektrischen Heizung. Techn. Inf. Blatt (1968)1, S. 16...19]

Wenn die Entwicklung der elektrischen Raumheizung nicht von Anfang an in die richtige Bahn gelenkt wird, so besteht die Gefahr, dass für Energieerzeuger und -verbraucher technische und wirtschaftliche Schwierigkeiten enstehen, welche hätten vermieden werden können. Daher hat die Forschungsdirektion der Electricité de France der 1963 neugeschaffenen Abteilung «Anwendungen der elektrischen Energie» als erstes Problem die Aufgabe gestellt, die Klimatisierung der Räume und besonders die elektrische Heizung dieser zu studieren.

In Anbetracht der vielen Parameter des Klimas, der Lage, des Sonneneinfalles, sowie der Wärmeisolierung nach allen Seiten können einzig Untersuchungen an einem Raum von natürlicher Grösse zuverlässige Ergebnisse liefern. Zu diesem Zweck wurde ein Laboratorium, das sog. «Climatron» gebaut, welches aus zwei Zellen von 5×4×3 m besteht. An 5 von 6 Seiten jeder Zelle können verschiedene Klimabedingungen geschaffen werden, indem in den Aussenräumen Lufttemperatur- und -feuchtigkeit, Luftbewegung, Regen und Sonneneinstrahlung variiert werden. Verschiedene Heizungstypen und Heizkörper mit und ohne Wärmespeicherung sollen unter stationären Aussenbedingungen erprobt und ihr Einfluss auf den Raumkomfort ermittelt werden. Rasche Veränderungen der Aussentemperatur erlauben die Anpassungsfähigkeit verschiedener Raumisolationen festzustellen. Endziel ist den Weg aufzufinden, welcher bei geringstem Aufwand für Wärmeisolierung und niedrigsten Heizungskosten zum höchsten Wohnkomfort führt.

A. Baumgartner

Statistische Linearisierung zweiwertiger Relais mit regellosem Eingangssignal

62–501.12:621.318.5

[Nach *W. Fieguth* und *D. P. Atherton:* Double-valued relays with random inputs. Proc. IEE 115(1968)2, S. 355...361]

Die analytische Behandlung eines Regelsystems erfordert eine lineare Annäherung der nichtlinearen Glieder. Die Beschreibungsfunktion ist ein wirksames Hilfsmittel zur Lösung des Linearisierungsproblemes, sofern das Eingangssignal sinusförmig ist. Ist dieses jedoch ein regelloses Signal, so muss die statistische Linearisierung benutzt werden. Die beste lineare Annäherung wird dabei so definiert, dass das mittlere Fehlerquadrat zwischen tatsächlichem und angenähertem Ausgangssignal minimal ist. Das Relais mit Hysteresis und Totzone ist ein nichtlineares Element, das in mancher Anwendung auftritt. Die Linearisierung wird auch dadurch kompliziert, dass das Ausgangssignal im Bereich der Hysteresis zweiwertig ist.

Das Relais wird häufig als eine Funktion des Eingangssignales sowie dessen erster Ableitung nach der Zeit beschrieben. Eine solche Annäherung ist aber nicht exakt und für einen weiten Amplitudenbereich des Eingangssignales unbefriedigend, da das mittlere Fehlerquadrat mit einem neuen Verfahren verkleinert werden kann. Tatsächlich wird eine wesentliche Verbesserung erzielt, wenn man direkt die nichtlineare Charakteristik des Relais benutzt. Das führt zu einem äquivalenten Verstärkungsfaktor mit Real- und Imaginärteil, dessen Bestimmung aber ebenfalls nur annäherungsweise möglich ist. Der experimentelle Versuch bestätigt jedoch die theoretisch voraussagbare Verbesserung gegenüber den bisher benutzten Methoden bezüglich Genauigkeit und einfache Anwendung. Ein weiterer Unterschied zu früheren Methoden besteht darin, dass der komplexe, äquivalente Verstärkungsfaktor nun vom Spektrum des Eingangssignales abhängt. Sein Imaginärteil ist klein und kann, verglichen mit dem Realteil, bei den meisten Anwendungen vernachlässigt werden.

E. Handschin

Elektrogasdynamische Energie-Umwandlung

621.311.29 : 538.4

[Nach *E. M. Walsh:* Electrogasdynamic energy conversion. IEEE spectrum 4(1967)12, S. 57...62]

Ein erster bedeutsamer Versuch, im grosstechnischen Rahmen zur Gewinnung elektrischer Energie eine direkte Energie-Umwandlung vorzunehmen, war die sog. magnetohydrodynamische (MHD)-Energie-Umwandlung. Bei diesem Verfahren strömt ein heisses, ionisiertes Gas oder ein flüssiges Metall in einem Rohr quer zur Richtung eines Magnetfeldes, wodurch an voneinander isolierten Elektroden des Rohres elektrische Spannungen entstehen.

Die praktische Durchführung der MHD-Energie-Umwandlung stiess bislang auf viele Schwierigkeiten. Verwendet man nämlich als strömendes Medium ein heisses Gas, dann weist dieses bei gebräuchlichen Temperaturen von etwa 1000 °K eine zu geringe elektrische Leitfähigkeit auf. Selbst Gase mit einer Temperatur von 2500 °K sind diesbezüglich noch unbefriedigend und müssen deshalb Zusätze aufweisen, wodurch dieses Verfahren wirtschaftlich ungünstig wird.

Diese Schwierigkeiten sind zwar bei Verwendung von flüssigem Metall vermieden, jedoch stellen sich dadurch andere Probleme ein. Diese ergeben sich beispielsweise dadurch, dass meist mit einem aus zwei Materialien (Dampf, Flüssigkeit) bestehenden, strömenden Medium gearbeitet wird, was eine nachträgliche, komplizierte Trennung der beiden Materialien erforderlich macht.

Die Nachteile der MHD-Energie-Umwandlung lassen sich zu einem grossen Teil durch die elektrogasdynamische (EGD)-Energie-Umwandlung vermeiden, bei der ein Gas während der Expansion in einem sehr engen Rohrstück beispielsweise durch Glimmentladung ionisiert wird. Die schweren, positiv geladenen Gasionen werden von dem Gasstrom aus dem Rohrstück in ein angeschlossenes Konverter-Rohr mitgerissen, so dass zwischen einer Kollektor- und einer Attraktor-Elektrode des Konverter-

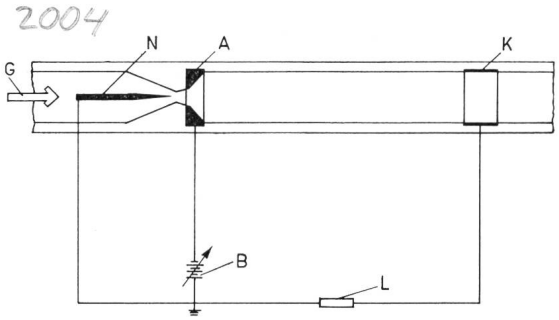


Fig. 1
Schema eines EGD-Konverters
G Gasfluss; *N* Nadel; *A* Attraktor-Elektrode; *K* Kollektor-Elektrode; *B* Stromversorgung für Glimmentladung; *L* elektrische Last

Rohres eine elektrische Spannung entsteht (Fig. 1). An die beiden Elektroden ist die zu speisende Last angeschlossen.

Technische Ausführungsformen von EGD-Systemen können mit offenem oder geschlossenem Kreislauf für das strömende Medium versehen sein. Ein System mit offenem Kreislauf enthält einen Luftkompressor mit nachgeordnetem Brenner, dem fossile Brennstoffe zugeführt werden. Ein EGD-System mit geschlossenem Kreislauf kann in sehr vorteilhafter Weise als Wärmequelle einen gasgekühlten Kernreaktor enthalten.

D. Krause

Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

Elastisches keramisches Material für Mikroschaltkreise

621.38–181.4:669.018.95

[Elastic Ceramic Material Has Multi Microcircuit Uses. International Electronics 14(1968)1, S. 15]

Ein neuartiger, keramischer Werkstoff, der aus einer Mischung von leitendem Titanat, leitendem Zirkonat und aus Borsilikat-Glas besteht, stellt ein gutes Isoliermaterial dar und zeichnet sich durch eine ungewöhnliche Elastizität sowie durch eine kleine Dielektrizitätskonstante aus.

Wegen seiner guten Isolationseigenschaft und seiner geringen Porosität ist der neue Werkstoff vorzüglich als Schutzüberzug für mikroelektronische Schaltkreise geeignet. Dabei macht sich besonders vorteilhaft bemerkbar, dass sich in einem solchen Überzug keine Risse bilden, was bei bisher zu diesem Zweck verwendeten Werkstoffen aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Schutzüberzuges und der zu schützenden Anordnung der Fall war. Dieses vorteilhafte Verhalten des neuen Werkstoffes ist auf seine eigentümliche Eigenschaft zurückzuführen, sich bei einer nach Erwärmung auf 700...900 °C folgenden Abkühlung nur bis zum Erreichen eines kritischen Temperaturbereichs von etwa 300...500 °C zusammenzuziehen und sich beim Durchlaufen dieses Temperaturbereichs ganz unerwartet wieder auszudehnen. Erst unterhalb von etwa 300 °C schrumpft der Werkstoff wieder und bildet bei Raumtemperatur einen festen, harten Schutzüberzug für die mikroelektronischen Schaltkreise.

Auch zur Herstellung gedruckter Dickschicht-Kondensatoren ist der neuartige Werkstoff, der eine Dielektrizitätskonstante von etwa 10...100 aufweist, gut geeignet; denn es lassen sich damit Kondensatoren herstellen, deren Kapazität und Verlustfaktor sich im Temperaturbereich zwischen 0 und 100 °C sowie im Frequenzgebiet zwischen 100 Hz und 100 MHz um weniger als 5 % ändern.

Wegen seiner elastischen Eigenschaften ist der neue, keramische Werkstoff auch zur Verbindung von metallischen mit keramischen Werkstücken geeignet. Unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten der miteinander zu verbindenden Werkstücke wirken sich bei der Verwendung des neuen Werkstoffes nicht nachteilig auf die Verbindung aus. *D. Krause*

Analog-Magnetbandspeicher

681.327.64

[Nach *H. W. Fricke:* Der Analog-Magnetbandspeicher — eine bedeutungsvolle Ergänzung moderner Registrierverfahren. Regelungstechn. Praxis 10(1968)2, S. 45...53]

Das Magnetband als Zwischenspeicher in der modernen Messtechnik gestattet die Anpassung von Systemen verschiedener Geschwindigkeiten und Kapazitäten. Auf bis zu 14 Spuren, notfalls in mehrfach Ausnutzung, in einem Bandbreitenbereich von 0 Hz bis in das Megahertzgebiet liegen die Aufzeichnungen bereits in elektrischer Form, jederzeit abrufbereit für die Weiterverarbeitung auch in Zeitraffung oder Zeitdehnung vor. Das Band als Speicher kann gelöscht und wieder verwendet werden.

In ihrer Arbeitsweise weichen die für die Messtechnik wichtigen Analog-Magnetbandspeicher erheblich von den für die Datenverarbeitung bekannten Digitalgeräten ab. Ihr hoher Preis ergibt sich aus den ungleich höheren Präzisionsanforderungen verglichen mit konventionellen Bandgeräten für Rundfunkstudios, Fernsehen und Heim, mit denen sie nur noch das Grundprinzip und den Namen gemeinsam haben. Bandgeschwindigkeiten höchster Genauigkeit erfordern einen Antrieb in geschlossener Schleife, dessen Tonrolle von einem Gleichstrom-Spezialmotor mit einem Läufer in gedruckter Schaltung und Quarz gesteuerter Drehzahlüberwachung angetrieben wird. Eine Servosteuerung für Vorrats- und Aufwickelspule sorgt für eine konstante Bandspannung. Mit einer zusätzlichen Korrektur durch ein vom Quartzoszillator abgeleitetes, mitregistriertes Bezugssignal werden Bandgeschwindigkeitsdifferenzen in sehr engen Grenzen (0,01...0,001 %) zwischen Aufnahme und Wiedergabe gehalten.

Bei dem einfacheren Direktverfahren für Aufnahme und Wiedergabe, vor allem geeignet zur Registrierung hochfrequenter Störsignale, wird das Signal dem hochfrequenten Träger von gewöhnlich 1 MHz (40 oder 70 kHz bei üblichen Heim-Tonbandgeräten) hinzuaddiert. Sind Signale mit Gleichstrominformationen zu speichern oder kommt es auf exakte Beibehaltung von Phasenbeziehungen an, eignet sich das Frequenzmodulationsverfahren. Verfälschung der Ausgangsamplitude durch Inhomogenitäten der Magnetschicht oder die Stärke der Vormagnetisierung treten dabei nicht mehr auf, das Problem verlagert sich auf Unregelmässigkeiten des Bandantriebes. Der grosse Frequenzhub von bis zu 20 kHz erfordert bei der Wiedergabe eine Präzisions-Demodulation wie sie in der Messtechnik häufig anzutreffen ist. Für die Wiedergabe der gespeicherten Daten können die Kanäle gleichzeitig oder einzeln nacheinander abgefragt werden, wobei das mitgespeicherte Eichsignal den Zeitvergleich ermöglicht. Frequenz-Transponierung erlaubt die Verarbeitung mit relativ langsamen Schreibern. Im Zeitmultiplexverfahren kann mit einem einzigen Analog-Digital-Umsetzer auch ein Drucker betätigt werden. Mit reduzierter Bandbreite können im Direktverfahren bis zu 13 Messkanäle pro Spur mit frequenzmultiplexer Mehrfachausnützung beschrieben werden. *H. Baumann*

Computer—Zinnbad—Glas

666.151

[Nach: Molten Tin under Glass. IBM computing report, März (1968) 4(1968)2, S. 3...5]

Die amerikanische Ford Company hat für ihren Riesenbedarf an Autoscheiben eine neue Glasfabrik in Dearborn aufgestellt. Die Glasproduktion erfolgt dort buchstäblich am Laufmeter im Dauerbetrieb, und man rechnet, dass die Anlage erst in drei Jahren zur Überholung kurz stillgelegt werden muss. Bis dahin produziert sie täglich ein Band von 2,5 m Breite und 13 km Länge Planglas, das nicht mehr weiter geschliffen werden muss.

Zwei Gründe sind für diesen enormen Ausstoss verantwortlich: Aus England wurde ein Produktionsverfahren übernommen, bei welchem die Glasschmelze auf ein flüssiges Zinnbad gegossen wird. Die schwimmende Glashaut nimmt durch langsame Abkühlung dessen ideale Oberfläche an, die in nachfolgenden «Kühlöfen» erhärtet wird.

Des weiteren wird der gesamte Produktionsverlauf durch ein Datensammel- und Kontrollsystem geregelt und überwacht. Der Computer nimmt aufgrund der eintreffenden Informationen von etwa 700 Kontrollpunkten direkten Einfluss auf Stell- und Regelglieder. Entsprechend der einzuhaltenden Toleranzen werden die Meßstellen in mehr oder weniger raschem Rhythmus abgefragt und danach auf Sollwert korrigiert. Beim Überschreiten von weniger kritischen Parametern gibt der Computer bloss ein Alarmzeichen und zeigt die Fehlerquelle auf einem Betriebsschema an.

Auf diese Weise hofft man bis zur nächsten Revision ein fehlerfreies, etwa 15 000 km langes Glasband herzustellen.

M. S. Buser

Thyristorwechselrichter für den Bahnbetrieb

621.314.57:621.314.632

[Nach *F. Ludwig:* Thyristorwechselrichter für die Berliner U-Bahn. Bauelemente und ihre Anwendungen, S. 132...135]

Leuchtstofflampen haben für die Innenbeleuchtung von elektrischen Bahnen gegenüber Glühlampen zwei grosse Vorteile. Sie haben einen besseren Wirkungsgrad und sind unempfindlich gegen Erschütterungen. Am wirtschaftlichsten ist die Speisung der Leuchtstofflampen mit Wechselstrom, da bei Wechselstromspeisung die Verluste in den Strombegrenzungsgliedern klein sind.

Die Zugbeleuchtung muss auch dann funktionieren, wenn die Fahrdrahtspannung ausfällt und wenn der Umformer stillsteht.

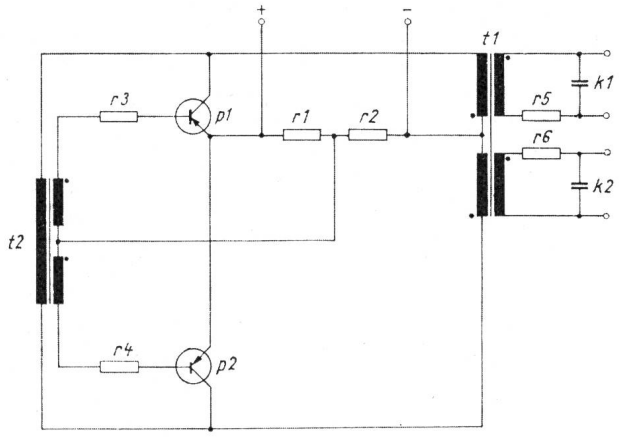


Fig. 1
Steuerteil des Thyristorwechselrichters
k1, k2 Kondensator; *p1, p2* Transistor; *r1, r2, r3, r4, r5, r6* Widerstand; *t1, t2* Transformator
Erklärungen siehe im Text

Die Gleichspannung einer Akkumulatorenbatterie muss dann in Wechselspannung umgeformt werden. Dazu dient ein Wechselrichter, der aus der 110-V-Gleichspannung eine Wechselspannung von 230 V mit einer Frequenz von 100 Hz erzeugt. Diese Frequenz wird im Bahnbetrieb mit Vorteil verwendet, da bekanntlich Leuchtstofflampen bei tiefen Frequenzen flimmern.

Für die Beleuchtung eines Wagens der Berliner U-Bahn werden 20 Leuchtstofflampen zu je 20 W und 18 Leuchtstofflampen zu je 25 W benötigt. Die Lampen benötigen also eine Gesamtleistung von 850 W. Die Wechselspannung erzeugt ein Wechselrichter mit zwei Thyristoren. Ein Steuerteil (Fig. 1) liefert die Steuerspannung für die Thyristoren. Am Widerstand r1 des Spannungsteilers r1—r2 liegt eine Gleichspannung, die den Basisanschlüssen der beiden Transistoren p1 und p2 zugeführt wird und die beide Transistoren leitend macht. Kleine Unsymmetrien der Bauteile bewirken, dass beim Anschliessen der Gleichspannung an das Steuerteil nur einer der Transistoren leitend und der andere Transistor durch die im Transformer t2 erzeugte Gegenspannung gesperrt wird. Wenn der Transformator t2 seinen Sättigungszustand erreicht, wird der leitende Transistor gesperrt und der gesperrte Transistor leitend usw. So entsteht am Ausgangstransformator t1, dessen beide Aussenanschlüsse mit den Kollektoren der Transistoren p1 und p2 verbunden sind, eine Wechselspannung. Die Widerstände r3 und r4 begrenzen die Basisströme der Transistoren. Die an den beiden Ausgängen des Transformators t1 liegenden Wechselspannungen dienen zur wechselweisen Einschaltung der Thyristoren des Wechselrichters. Die Widerstände r5 und r6 begrenzen die Gateströme der Thyristoren. Die Kondensatoren k1 und k2 reduzieren den Oberwellengehalt der Ausgangsspannungen. Die Speisespannung des Steuerteils wird durch eine Zenerdiode stabilisiert, damit die Frequenz der im Steuerteil erzeugten Wechselspannung möglichst unabhängig von den Schwankungen der Batteriespannung bleibt. Die Umgebungstemperatur des Gerätes kann bis zu 60 °C betragen. Der Wechselrichter kann eine Leistung von 1500 VA bei einem cos φ von 0,9...1,0 abgeben; sein Wirkungsgrad beträgt 0,88. *H. Gibas*

Theorie, Entwurf und Messung induktiver Spannungsteiler

621.317.727.1

[Nach *J. J. Hill* und *T. A. Deacon:* Theory, design and measurement of inductive voltage dividers. Proc. IEE, 115(1968)5, S. 727...735]

Mehrdekadige, induktive Spannungsteiler spielen eine wichtige Rolle bei genauen elektrischen Messungen. Dank der verbesserten Genauigkeit können heute dort Wechselstrommessungen benützt werden, wo früher Gleichstrommethoden unerlässlich waren. Industriell werden solche induktive Spannungsteiler hergestellt, deren Fehler im Teilungsverhältnis kleiner als 10^{-4} % ist. Um solche Geräte zuverlässig kalibrieren zu können, müssen Eichmethoden zur Verfügung stehen, bei denen der Fehler in der Grössenordnung von 10^{-6}...10^{-7} % liegt.

Um so genaue Geräte entwickeln zu können, müssen zunächst durch theoretische Untersuchungen die Fehler isoliert und auf ihre Ursache hin geprüft werden. Bei Mehrfachdekaden ergeben sich dabei die beiden folgenden Gruppen:

1. Fehler, die innerhalb einer Dekade auftreten;
2. Fehler, die durch die Verbindung mehrerer Dekaden entstehen.

Dabei ist vor allem die erste Gruppe wichtig, während die zweite nur bei sehr tiefen Frequenzen in Erscheinung tritt. Die Fehler bei hohen Frequenzen werden um so geringer, je kleiner die Admittanzen des Systems gemacht werden können, ohne gleichzeitig die Leckimpedanzen zu vergrössern.

Um diesen Effekt erreichen zu können, müssen beim Entwurf kleinere magnetische Kerne und/oder weniger Wicklungen verwendet werden. Allerdings wird dadurch der Fehler bei tiefen Frequenzen vergrössert und so besteht wohl die beste Methode darin, ein Isoliermaterial zu verwenden, das eine geringere Dielektrizitätskonstante als das heute verwendete Email aufweist. In diesem Fall wird es möglich, induktive Spannungsteiler mit der geforderten Genauigkeit bis zu 10 kHz zu bauen.

Die meisten Methoden zur Messung des Teilungsfehlers beruhen auf einem Vergleich mit einem geeichten Spannungsteiler. Man kann aber auch die etwas kompliziertere Kapazitäts-Brückenmethode benützen. Der wichtigste Vorteil der Brückenmethode liegt darin, dass damit Genauigkeiten bis zu $2 \cdot 10^{-7}$ % erreicht werden können. *E. Handschin*

Eine schnelle Schreibfeder für Registrierinstrumente

621.3.087.61

[Nach *P. Ribarich:* Eine Schreibfeder für Registrierinstrumente mit verhältnismässig kleinem Drehmoment und kurzer Einstellzeit. Techn. Inform. –(1967)2, S. 1...4]

Von einem Registrierinstrument wird folgendes verlangt: Schnell veränderliche Grössen sollen einwandfrei aufgezeichnet werden. Der Linienzug des registrierten Messwertes darf keine Unterbrechungen aufweisen. (Die Ursache der Unterbrechungen liegt in der Rauhigkeit der Papieroberfläche, vorausgesetzt dass der Tintenfluss einwandfrei funktioniert.) Die Masse der Feder muss klein sein, damit sie bei einer schnellen Änderung des Messwertes, also bei einer schnellen Bewegung, die Papieroberfläche nicht verlässt. Die Feder muss den Unebenheiten der Papieroberfläche gut folgen können.

Bei Drehspulschreibern mit einer Schreibbreite von 100... 120 mm und einer Leistung von 50...100 mW kann die Beruhigungszeit sehr klein sein und kann bei einer Gleitrohrfeder von 3 mg einen Wert von 0,3 s erreichen. Der bewegliche Teil einer solchen, neu entwickelten Feder besteht aus einem Kapillarröhrchen aus rostfreiem Stahl mit einem Innendurchmesser von 0,22 mm (Fig. 1). Bei der Bewegung des Schreibers über die Papieroberfläche muss sich nur die Schreibkapillare den Unebenheiten des Papieres anpassen. Die Kapillare ist in zwei Steinen gelagert und wird durch die spiralförmige Innenfeder, die sich zwischen der Kapillare und dem Innenzylinder befindet, gegen die Papieroberfläche gedrückt. Durch den Kunststoffkörper fliesst die Tinte zur Kapillare. Der Kunststoffkörper ist durch einen Gummischlauch mit dem Tintenreservoir verbunden. Durch diese Konstruktion wurde eine vollkommene Trennung zwischen dem Tintenschlauch und dem Schreiberröhrchen erreicht. *H. Gibas*

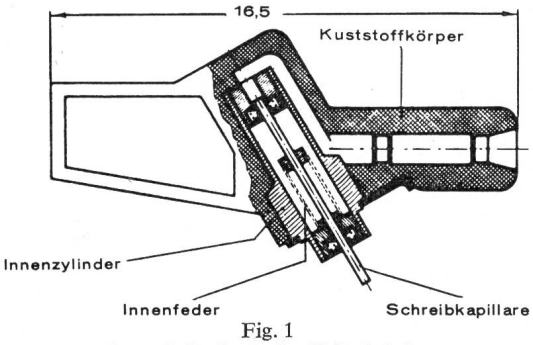
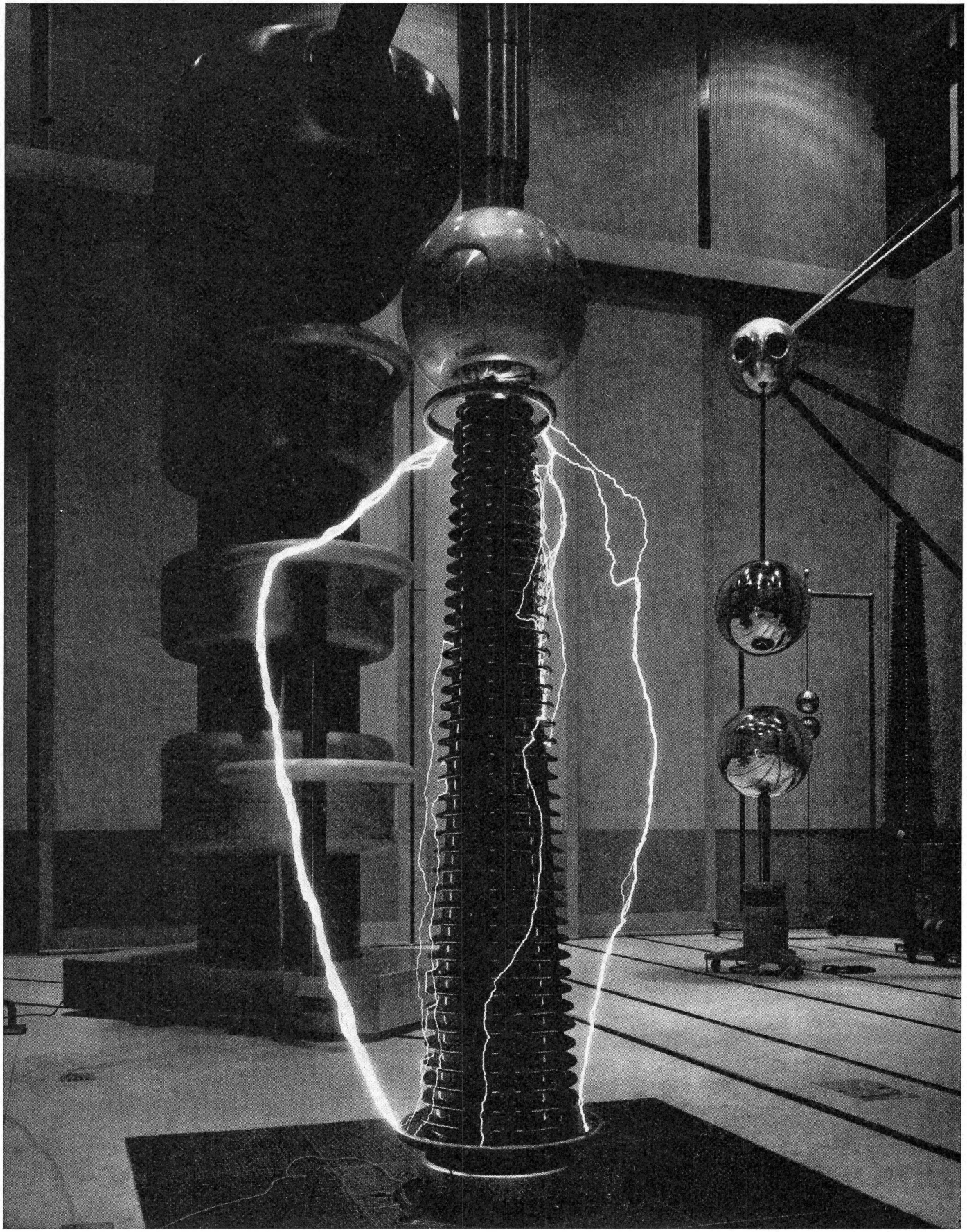


Fig. 1
Querschnitt durch die Gleitrohrfeder
Durch den Kunststoffkörper fliesst die Tinte zur Schreibkapillare; nur diese muss den Unebenheiten des Papiers folgen; sie wird durch die Innenfeder, die zwischen Innenzylinder und Schreibkapillare liegt, gegen die Papieroberfläche gedrückt

Fortsetzung auf Seite 707
Suite voir page 707



Dieses Bild zeigt eine 710-kV-Transformatordurchführung während der Bestimmung der 50-Hz-Überschlagsspannung. Der Überschlag erfolgt bei 1 Million Volt.

Zehntausende von MICAFIL-Durchführungen mit Nennspannungen von 24...750 kV sind in allen Erdteilen seit Jahrzehnten betriebssicher im Einsatz. Seit zwei Jahren stellt die Micafil AG in Zürich 750-kV-Durchführungen serienweise her. Verlangen Sie unsere Dokumentation. **Micafil AG Zürich**

Wechselspannungs-
Prüfanlagen

V 4159

Siehe Artikel von Prof. B. Staub Bangkok, in diesem Heft, Seite

Dreistufige Wechselspannungs-Prüfanlage, bestehend aus drei Einheiten von je 250 kV, 75 kVA in Kaskadenschaltung für 750 kV, mit Kommandopult und Scheitelspannungsmessgerät 750 kV. Die Kaskaden-Bauart von zwei oder drei Einheiten erlaubt eine grosse Variation von Prüfschaltungen. Die Einheiten lassen sich auch parallel schalten oder für Dreiphasen-Versuche verwenden.

Eine zweistufige Prüfkaskade von 500 kV, 250 kVA wurde von uns neben anderen Prüfeinrichtungen sowie einer Wanddurchführung für 420 kV, BIL 1550 kV, an die **Universität Chulalongkorn** in **Bangkok,** Thailand, geliefert.

EMIL HAEFELY & CIE AG BASEL