

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 48 (1957)  
**Heft:** 25  
  
**Rubrik:** Communications ASE

### **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:** 15.01.2026

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

des Bleches die Querinduktion gleich Null wird. Die Verluste werden dann:

$$q_w = \frac{1}{3} q_w' = \frac{\pi^2}{6 \varrho \alpha h_0} \left( s \frac{f}{100} \cdot \frac{B_2}{10\,000} \right)^2 \quad [\text{W/cm}^3] \quad (12a)$$

Für den bereits erwähnten Stator aus Segmentblechen mit  $h_0 = 25$  cm,  $\varepsilon = 0,005$  cm,  $s = 0,1$  cm und  $\alpha = 1,4$  cm<sup>-1</sup> erhält man bei einer Induktion von  $B_2 = (1 - 0,34) 15\,000 = 9900$  Gs:

$$q_w = 0,000235 \text{ W/cm}^3 \text{ oder } 0,235/7,8 \approx 0,03 \text{ W/kg}$$

Dieser Wert ist kaum wahrnehmbar wegen der sehr geringen Querinduktion. Der Mittelwert beträgt nach Gl. (2) nur 35 Gs. Weiter ist zu beachten, dass die Verluste in einer Fuge von der Länge  $h_0$  unabhängig sind. Man kann also die Verluste nach der Zahl der Stossfugen berechnen. Allerdings ist die in Fig. 1 gezeigte Fuge doppelt, da die Verluste sowohl auf der Strecke  $h_0$ , aber auch ausserhalb dieser in gleicher Grösse auftreten.

Weitere Zusatzverluste entstehen dadurch, dass die Längsinduktion, wegen der Fugen, nicht

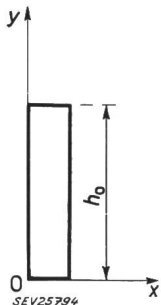


Fig. 5  
Achsenrichtungen für GL (13)

konstant ist. Die Querinduktion ist mit den Achsen nach Fig. 5:

$$B_q = B_{qs} \frac{\cosh(1+j) \alpha (y - h_0/2)}{\cosh(1+j) \alpha h_0/2} \quad (13)$$

Die Längsinduktion beträgt bei Vernachlässigung von  $B_1$ :

$$B_l = \frac{2}{s} \int_0^y B_q dy = \frac{2 B_{qs}}{s \alpha (1+j)} \cdot \frac{\sinh(1+j) \alpha (y - h_0/2) + \sinh(1+j) \alpha h_0/2}{\cosh(1+j) \alpha h_0/2} \quad (14)$$

Der quadratische Mittelwert der Längsinduktion ist:

$$B_{lm}^2 = \frac{1}{h_0} \int_0^{h_0} B_l^2 dy = B_2^2 \left[ 1 + \frac{1}{\alpha h_0} \cdot \frac{\sinh \alpha h_0 - \sin \alpha h_0}{\cosh \alpha h_0 - \cos \alpha h_0} \right] = B_2^2 \left[ 1 + \frac{1}{3} \varphi' \left( \frac{\alpha h_0}{2} \right) \right] \quad (15)$$

Die Funktion  $\varphi'(\alpha h_0/2)$  ist bekannt; sie kommt bei Untersuchung der Stromverdrängung in massiven Leitern vor. Bei  $\alpha h_0/2 = 0$  ist  $\varphi'(0) = 1$ , bei  $\alpha h_0/2 > 2$  kann man  $\varphi'(\alpha h_0/2) \approx 3/\alpha h_0$  setzen. Die Verluste durch das Längsfeld werden um das  $(1 + 1/\alpha h_0)$ -fache gegenüber den Verlusten bei konstanter Induktion erhöht. Die Zusatzverluste betragen damit den  $1/\alpha h_0$ -fachen Teil der gewöhnlichen Verluste. Bei  $\alpha = 1,4$  cm<sup>-1</sup> und  $h_0 = 25$  cm sind die Zusatzverluste nur 3 % der normal berechneten Eisenverluste. Die vernachlässigte Induktion  $B_1$  wirkt ausgleichend auf die Verteilung der Längsinduktion. Die Zusatzverluste werden dadurch noch kleiner als sie oben berechnet wurden.

#### Literatur

- [1] Richter, Rudolf: Elektrische Maschinen. Bd. 1: Allgemeine Berechnungselemente. Die Gleichstrommaschinen. 2. Aufl. Basel: Birkhäuser 1951.

Adresse des Autors:

Dr.-Ing. W. Schuisky, Gunnilbogatan 16A, Västerås, Schweden.

## Die Kraftwerkgruppe Valle di Lei—Hinterrhein

Die Energielieferung der Kraftwerkgruppe wird von der Aufnahme des Teilbetriebs der Stufe Bärenburg-Sils im Jahre 1960 an gesteigert werden. Im Artikel über diese Kraftwerkgruppe, der im Bulletin SEV, Bd. 48(1957), Nr. 24, S. 1066... 1073 erschienen ist, sind auf der Seite 1073, Spalte rechts, Produktionsmöglichkeiten bei mittlerer Wasserführung von

1,16 Milliarden kWh in den Winterhalbjahren und von 1,39 Milliarden kWh in den Sommerhalbjahren angegeben. Die Leser dieser Projektbeschreibung werden darauf aufmerksam gemacht, dass diese Zahlen sich auf die vom Ende des 4. bis zum Anfang des 8. Baujahres zusammengefasste Zeit, also auf einen Zeitraum von 3 1/2 Jahren, beziehen.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Commission Electrotechnique Internationale (CEI) <sup>1)</sup>

Sitzungen in Moskau vom 2. bis 12. Juli 1957

#### CE 9, Elektrische Traktion

Nachdem der langjährige Vorsitzende des CE 9, Prof. Semenza (Italien), nach der letztjährigen Sitzung in München sein Amt niederlegte, wurde zu seinem Nachfolger Ingenieur D'Arbela (Italien) vorgeschlagen und vom Comité d'Action der CEI gewählt. Ingenieur D'Arbela wird als neuer Präsident

<sup>1)</sup> siehe auch Bull. SEV Bd. 48(1957), Nr. 22, S. 984...987.

mit grosser Akklamation willkommen geheissen; unter seiner Leitung werden die 2 1/2 Tage dauernden Verhandlungen aufgenommen.

Die an der letztjährigen Tagung beratenen definitiven Entwürfe zu «Regeln für Hilfsmaschinen» und «Regeln für die elektrische Übertragung von Dieseldieseltriebfahrzeugen» unterliegen inzwischen der 6-Monats-Regel. Innerhalb der angesetzten Frist sind einige Änderungsanträge eingegangen, welche teil-

weise noch berücksichtigt werden konnten. Da die beiden bereinigten Regeln von den vorgelegten Entwürfen nur in unwesentlichen Punkten abweichen und deren Veröffentlichung dringend ist, wurden sie direkt dem CMT zur Gutheissung überwiesen.

Die Publikation 48 «Regeln für die Traktionsmotoren» ist revisionsbedürftig. Die Technik hat Fortschritte gemacht, so dass auch für Traktionsmotoren weitere Isolationsklassen zugelassen werden sollen. Es drängt sich auch auf, das Messen von Kollektortemperaturen mittels Thermoelementen künftig zuzulassen. Da aber mit dieser Messmethode andere Temperaturwerte angezeigt werden als mit dem bisher vorgeschriebenen Thermometer, müssen auch die zulässigen Temperaturgrenzen neu festgelegt werden. Dies ist auch darum nötig, weil in einzelnen Ländern neue Materialien beim Bau von Kollektoren angewendet werden. Für die Neufestsetzung der Temperaturgrenzen sind noch einige Versuche erforderlich. Dieses Traktandum konnte nicht abschliessend behandelt werden.

Schon in München lag ein erster Entwurf zu «Regeln für die Prüfung abnahmebereiter Triebfahrzeuge» vor, konnte aber damals wegen Zeitmangels noch nicht behandelt werden. Zu diesem Entwurf sind so viele Bemerkungen und Änderungsanträge eingegangen, dass deren sofortige detaillierte Behand-

lung nicht zum Ziel geführt hätte. Es wurde daher beschlossen, die UIC, Sous-Commission de Traction Electrique, welche den ersten Entwurf redigiert hatte, zu beauftragen, einen neuen Entwurf auszuarbeiten, welcher den eingegangenen Änderungen möglichst Rechnung trägt.

### CMT, Comité Mixte International du Matériel de Traction Electrique

Es ist Tradition, dass als Vorsitzender des CMT ein Vertreter des Gastlandes gewählt wird. Dementsprechend wird Prof. A. Alekseyev (Russland) vorgeschlagen und einstimmig gewählt. Das Sekretariat bleibt in den Händen von M. Garreau (Frankreich).

Die vom CE 9 zu Ende beratenen Entwürfe zu «Regeln für Hilfsmaschinen» und «Regeln für die elektrische Übertragung von Dieseldieselfahrzeugen» werden nach kurzer Diskussion genehmigt und zur Publikation freigegeben.

Von den übrigen Arbeiten des CE 9 wird in zustimmendem Sinn Kenntnis genommen.

Die nächsten Sitzungen des CE 9 und des CMT wurden für das Jahr 1959 vorgesehen.

K. v. M.

### Fortschritte bei der Fehlerortung in Kabeln

621.317.333.4 : 621.315.21

[Nach D. Erben: Fortschritte bei der Fehlerortung in Kabeln. ETZ-B Bd. 9(1957), H. 4, S. 109...111]

Gleich alt wie Kabelverteilanlagen ist auch das Problem der Fehlerortung bei Betriebsstörungen. Von Zeit zu Zeit tauchen, dem Fortschritt der elektrischen Messtechnik angepasste, neue Messmethoden und Messgeräte zur Fehlerortsbestimmung auf. Es ist dies ein Zeichen, dass es bis heute noch kein universales Fehlerortungsverfahren gibt. Die Fehlerortung setzt grosse Erfahrung voraus und man muss bei der Vielfalt der Fehlerarten und besonders bei dem in weiten Grenzen veränderlichen Fehlerwiderstand eine Auswahl aus verschiedenen Messmethoden und Messapparaturen treffen und Vor- und Nachteile in Kauf nehmen.

Ein neues Verfahren zum Orten von Fehlern in Starkstromkabeln sucht eine Vielfalt der Fehlerarten auf den gleichen Nenner zu bringen und stellt als Ausgangsbasis die Forderung, dass ein Ausbrennen des Kabelfehlers möglich sein soll. Es stützt sich auf 4 bereits bekannte, jedoch dem Zweck verfeinert angepasste Hilfsmittel, welche aus einem 45-kV-Gleichspannungs-Prüfgenerator, einem Ausbrenntransformator, einem Tongenerator und einem Suchgerät bestehen. Alle diese Geräte können in einem kleinen Fahrzeug transportiert werden.

Der Gleichspannungs-Prüfgenerator erlaubt das Anlegen der zulässigen Prüfspannung an das fehlerhaft gemeldete Kabel, bestimmt auf diese Weise ob und auf welcher Ader ein Fehler vorliegt und muss im Falle eines Isolationsfehlers dafür sorgen, dass ein Leckstrom von ca. 10 mA eingeleitet wird.

Der vollständig in Kunstharz vergossene, anzapfbare und mit sog. Schmorkontakten versehene Ausbrenn-Streu-Transformator von max. 3 kW Leistung weist 6 sekundäre Anzapfungen für Spannungen von 50...10 000 V auf. Der Strom durch die Fehlerstelle (max. 130 A) genügt, um diese satt durchzubrennen.

Ist dies erreicht, werden Tongenerator und Suchspule, wie sie im Prinzip von den üblichen Kabelsuchgeräten her bekannt sind, nach einem neuartigen Verfahren, das durch Fig. 1 veranschaulicht wird, eingesetzt. Der 2...3 kHz abgebende Tongenerator tastet selbsttätig in die 2 verschiedenen Stromkreise abwechselnd im Verhältnis 1 : 7 verschieden lange, eine Periode von 1 s aufweisende Stromimpulse. In beiden Schleifen muss der gleiche Strom fliessen, was durch ein Ampèremeter angezeigt wird.

Mit der auf Resonanz abgestimmten Suchspule schreitet man dem Kabeltrasse entlang. Die in dieser Spule induzierte Spannung wird in einem leichten selektiven Transistorverstärker verstärkt und einem Kopfhörer bzw. einem Anzeigegerät zugeführt.

Punktzeichen werden nur unmittelbar über der Kabelmitte und nur in periodischen Abständen entsprechend der Schlaglänge der Verdrallung und vor allem nur zwischen

Einspeisepunkt und Fehlerort wahrgenommen. An der Fehlerstelle verschwindet das Punktzeichen und von der Fehlerstelle bis ans Kabelende bleibt nur mehr das Strichzeichen übrig. Dadurch wird die Fehlerstelle von aussen über der geschlossenen Kabeltrasse auf wenigstens 1 m genau bestimmt, ohne dass die gesamte Länge des Kabels bekannt sein muss.

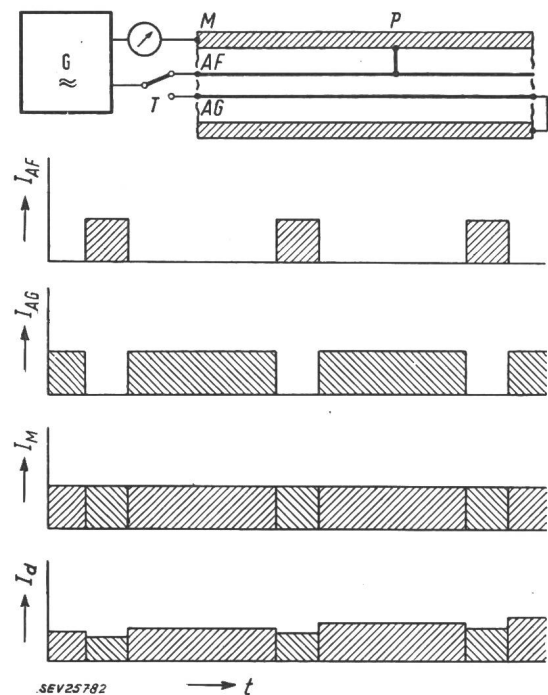


Fig. 1

#### Prinzip der Tastung

G Tongenerator; T Umschalter; M Mantel; P Fehlerstelle; AF fehlerhafte Ader; AG gesunde Ader;  $I_{AF}$ ,  $I_{AG}$ ,  $I_M$  Prüfstrom;  $I_d$  Differenzstrom; Überstreuen von «Punktenergie» in das «Strichgebiet» ändert den Charakter der Strichzeichen nicht; t Zeit

Bei geöffneter Trasse erlaubt die Spule ferner die Fehlerortsbestimmung auf den Punkt genau.

Für eine verlässliche Zeichenwiedergabe muss die Leistung des Tongenerators sehr hoch gewählt werden, Stromstärken von etwa 5 A stellen die untere Grenze dar.

Das gleiche Verfahren lässt sich auch für die eindeutige Kabelsuche und Kabelauslese in Kabelkanälen verwenden. An beiden Rändern des gesuchten Kabels entstehen Dauertöne, im Zentrum der Kabelachse entlang abwechselnd Punkt- und Strichsignale.

Das Verfahren verlangt keine besonderen technischen Vorkenntnisse oder einen ständigen Umgang mit Messgeräten und die Fälle, in denen das Verfahren nicht anwendbar ist, sind klar gezeichnet und von vorneherein leicht feststellbar.

G. Ding

## Drehzahlregelung von Asynchronmotoren mit Sättigungsdrosselspulen

621.313.333.077.7

[Nach P. L. Alger und Y. H. Ku: Speed Control of Induction Motors Using Saturable Reactors. Electr. Engng. Bd. 76(1957), Nr. 2, S. 136...140]

Zur genauen und stufenlosen Drehzahlregelung von elektrischen Antrieben werden heute meist Gleichstrommotoren mit Ankerspannungs- oder Feldregelung oder Asynchronmotoren mit Wirbelstromkupplungen oder sonstigen Variatoren verwendet. Eine neue Möglichkeit, die Drehzahl von Asynchronmotoren stufenlos zu regeln, bietet die Einschaltung von Sättigungsdrosselspulen in den Primärkreis oder — bei gewickelten Schleifringläufern — in den Sekundärkreis des Motors.

Wird bei einem Kurzschlussankermotor eine Drosselspule mit der Statorwicklung in Serie geschaltet, so vermindert sich die Klemmenspannung des Motors um den Spannungsabfall in der Drosselspule. Jedem Wert der vorgeschalteten Reaktanz  $X_e$  entspricht daher eine andere Drehmomentcharakteristik des Motors (Fig. 1). Die Reaktanz der Drosselspule kann durch eine Gleichstrom-Vormagnetisierung in weiten Grenzen variiert werden. Treibt der so gesteuerte Motor beispielsweise einen Ventilator an, dessen Drehmomentkennlinie der Kurve F in Fig. 1 entspricht, so können auf diese Weise stabile Arbeitspunkte bei verschiedenen Drehzahlen erreicht werden. Durch Rückführung der Motordrehzahl mittels Tachometerdynamo und Verstärker auf die Vormagnetisierung der Drosselspule (geschlossener Regelkreis) kann die Stabilität auch bei ungünstigen Drehmomentkurven der Belastungsmaschine gewährleistet werden. Der Nachteil dieser Schaltung besteht in dem nur geringen erreichbaren Drehmoment bei niedrigen Drehzahlen, bei gleichzeitig starker Verschlechterung des Leistungsfaktors und des Wirkungsgrades.

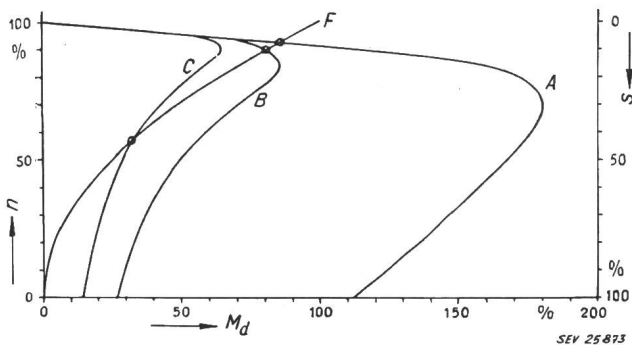


Fig. 1

Ventilatorantrieb mit drosselspulegesteuertem Kurzschlussankermotor

$n$  Drehzahl;  $M_d$  Drehmoment;  $s$  Schlupf

Kurve A:  $X_e = 0$  (Drosselspule unendlich gesättigt); Kurve B:  $X_e = 30\%$  der Motorreaktanz; Kurve C:  $X_e = 50\%$  der Motorreaktanz; Kurve F: Ventilatorcharakteristik

Wird auch bei kleinen Drehzahlen ein hohes Drehmoment verlangt, so muss ein Schleifringankermotor verwendet werden. Durch eine geeignete Kombination von Widerständen und Drosselspulen im Rotorkreis, evtl. zusätzlich zu der oben beschriebenen Stator-drosselspuleschaltung, kann hier bei jeder Drehzahl ein beliebiges Drehmoment innerhalb der durch die Maschinendimensionen festgelegten Grenzen erreicht werden. Die Rückkopplung der Motordrehzahl auf die Vormagnetisierung der Drosselspulen bewirkt in diesem Falle eine weitgehende Lastunabhängigkeit der eingestellten Drehzahl. Mit Hilfe des Ersatzschaltbildes für Asynchronmotoren können die für einen bestimmten Arbeitspunkt benötigten Werte von Widerstand und Induktivität leicht berechnet werden.

Eine Verfeinerung dieser Schaltung, welche sich besonders für den Antrieb von Zugbrücken und Hebezeugen eignet, ermöglicht die Einhaltung der eingestellten Drehzahl auch bei Leerlauf und bei negativem Drehmoment (Bremsbetrieb), was eine der Ward-Leonard-Schaltung ebenbürtige Charakteristik ergibt. Zu diesem Zweck wird die Statorwicklung des Motors in zwei gleiche Hälften aufgeteilt, wobei jede Wicklungshälfte durch eine besondere Vorschalt-drosselspule gesteuert wird. Im normalen Motorbetrieb bei Vollast sind beide Wicklungshälften im gleichen Sinn parallel ans Netz geschaltet. Sinkt das Drehmoment nun auf etwa 20% des Vollastwertes, so wird die eine Wicklungshälfte reversiert. Die Ströme der beiden Hälften werden so geregelt, dass das resultierende Drehmoment dem gewünschten Wert entspricht. Beim Erreichen eines Bremsmomentes von etwa 20% des Nennwertes wird auch die zweite Wicklungshälfte reversiert. Fig. 2 zeigt die gemessenen Charakteristiken eines so gesteuerten 4poligen Schleifringankermotors von 18,5 kW (25 PS).

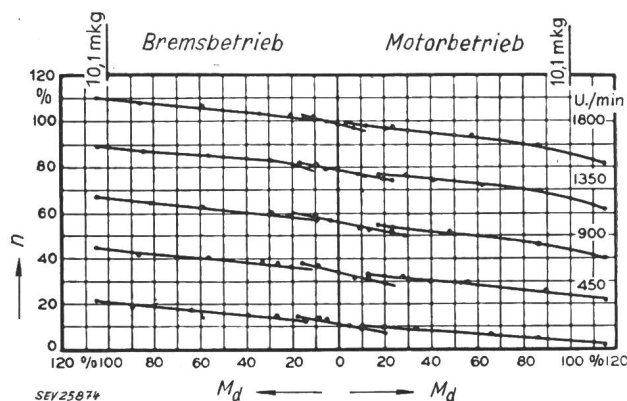


Fig. 2

Drehmomentkennlinien eines drosselspulegesteuerten Zweiwicklungs-Schleifringankermotors von 18,5 kW bei 220 V, 60 Hz  
 $n$  Drehzahl;  $M_d$  Drehmoment

Die totale Scheinleistung der benötigten Drosselspulen beträgt für eine solche Schaltung etwa 80% der aufgenommenen Nenn-Scheinleistung des Motors. Die erforderliche Gleichstromleistung liegt bei 1...2% der Motorleistung. Sie kann durch einen Transduktor geliefert werden, welcher gleichzeitig als Regelverstärker dient. Gegenüber einem Gleichstromantrieb gleicher Leistung besitzt der hier beschriebene Regelantrieb einen etwas geringeren Wirkungsgrad; dafür fällt die dort benötigte Gleichstromquelle grosser Leistung (Kollektormaschinen oder Hochleistungsröhren) weg.

C. W. Lüdeke

## Kurznachrichten über die Atomwirtschaft

621.039.4

[Nach: Atomwirtschaft Bd. 2(1957), Nr. 6, S. 203]

Am 21. Juli 1955 wurde in den USA mit dem Bau eines dritten Unterseebootes «Skate» angefangen. Das Schiff lief am 16. Mai 1957 vom Stapel. Es wird mit einem Druckwasserreaktor betrieben. Die Besatzung besteht aus 83 Mann. Die gesamten Kosten des Schiffes betragen 45 Millionen Dollar und diejenigen des Reaktors etwa 6 Millionen Dollar.

Am 25. Mai 1957 wurde in der Gegend des Wannsees der Grundstein für das Institut für Kernforschung Berlin gelegt. Als erster Schritt soll das Institut für Kernchemie mit einem 50-kW-Forschungsreaktor erstellt werden.

Grossbritannien baut an Land einen Prototyp-Reaktor für das erste britische Unterseeboot.

Mitte Mai 1957 wurde in Grossbritannien eine 400-kV-Röntgen-Anlage errichtet. Mit ihr können Schweißnähte von Reaktordruckkesseln von 75 mm Dicke untersucht werden.

Der von den USA für die holländische Ausstellung in Amsterdam gelieferte Swimmingpool-Reaktor von 10 kW Leistung wurde am 21. Mai 1957 kritisch.

Der erste ungarische Forschungs-Reaktor, der in diesem Jahr fertiggestellt werden sollte, kann seinen Betrieb erst 1958 aufnehmen. Als Gründe dafür werden die Folgen der Revolution angegeben. Der 2000-kW-Forschungsreaktor soll von der Sowjetunion geliefert werden. Er ist vom Swimmingpool-Typ, arbeitet mit 10 % durch U-235 angereichertem Uran und benützt als Kühlmittel und Moderator Wasser.

Statt dem defekt gewordenen Borax-3 (Boiling Reaktor Experiment) wurde in den USA eine neue Reaktorart, Borax-4, in Betrieb genommen. In diesem Siedewasser-Reaktor werden keramische Brennstoffelemente aus Uran- und Thoriumoxyd verwendet, welche sich gegen hohe Temperaturen und Korrosion als widerstandsfähig erwiesen haben und sich bisher sehr gut bewährten.

Nach amerikanischen Angaben ist die Wiederaufbereitung von bestrahltem Uran mit hohem Aufwand verbunden. Eine fernbediente Uranaufbereitungsanlage erfordert für die Aufbereitung des verbrauchten Brennstoffes eines schnellen Brutreaktors von 500 MW 1,7 Millionen Dollar Baukosten und 1,3 Millionen Dollar Betriebskosten pro Jahr. Die Aufbereitungskosten stellen sich auf etwa 79 Dollar pro kg Urangelalt.

In den USA wurden erfolgreiche Versuche durchgeführt, um den Energieinhalt von Dieselöl mittels radioaktivierter Kohle zu erhöhen. Bei den erfolgreichen Versuchen wurde dem Öl ca. 5 % feinsten durchstrahlter Kohlenstaub beigegeben. Auch die Verbrennungsgeschwindigkeit kann mit bestrahlten Materialien beeinflusst werden, was bei gleicher Leistung kleinere Dimensionen von Motoren erlaubt. Versuche ergaben, dass die Gamma-Strahlung eines kleinen Stückes radioaktiven Goldes die Verbrennungsgeschwindigkeit in einer Verbrennungskammer um 59 % steigern können. *Schi.*

## Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

### Ein neues Farbfernseh-Wiedergabesystem

621.397.9

[Nach R. G. Clapp, E. M. Creamer, S. W. Moulton, M. E. Par-tin und J. S. Bryan: A New Beam-Indexing Color Television Display System. Proc. IRE Bd. 42(1956), Nr. 9, S. 1108...1114]

#### Einleitung

Bei dem neuen Farbfernseh-Wiedergabesystem werden die drei verschiedenfarbigen Leuchtphosphore von einem einzigen Elektronenstrahl angeregt. Der Elektronenstrahl wird gleichmässig über die verschiedenfarbigen Phosphore hinwegbewegt, wobei er in seiner Helligkeit so gesteuert wird, dass er die richtige Farbe an der richtigen Stelle in der richtigen Helligkeit erzeugt.

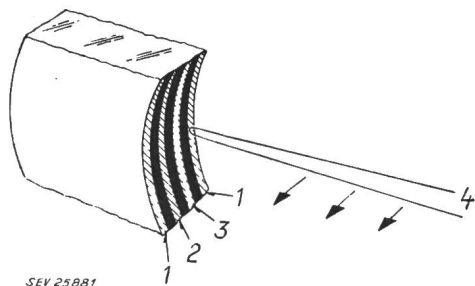


Fig. 1

#### Anordnung der Leuchtphosphore

1 roter Phosphor; 2 grüner Phosphor; 3 blauer Phosphor;  
4 Elektronenstrahl

Fig. 1 zeigt die Anordnung der drei verschiedenen Farbphosphore auf der Innenseite der Bildröhre. Der Leuchtschirm ist bedeckt von sehr schmalen vertikalen, farbigen Phosphorstreifen, abwechselungsweise rot, grün und blau. Sie sind durch schwarze, nichtlumineszierende Streifen voneinander getrennt.

Der Elektronenstrahl, der gleichmässig von links nach rechts wandert, trifft zeitlich gestaffelt auf die verschiedenen Leuchtstreifen. Es handelt sich demnach bei diesem neuen System, dem Apple-System, um ein Sequenzverfahren.

Ein weiteres wichtiges Merkmal des Apple-Systems besteht darin, dass durch ein elektrisches Indexsignal die Lage des Schreibstrahles ständig nach aussen gemeldet wird.

#### Herstellung des Indexsignals

Das Indexsignal wird wie folgt gewonnen (Fig. 2): Hinter jedem roten Phosphorstreifen ist ein sog. Indexstreifen angebracht, der ein relativ grosses Sekundärelektronenemissionsvermögen besitzt. Jedesmal wenn der Elektronenstrahl, der mit konstanter Geschwindigkeit von links nach rechts

schreibt, einen solchen Indexstreifen kreuzt, werden viele Sekundärelektronen herausgeschlagen, die sofort vom Anodenbelag abgesaugt werden. So entsteht ein Wechselstrom, der verstärkt und anschliessend als Referenz der Lage des Schreibstrahles verwendet wird.

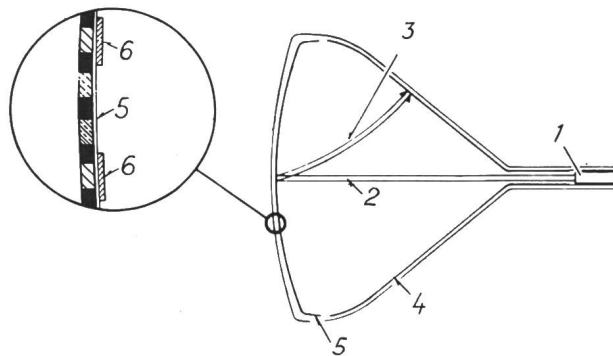


Fig. 2

#### Gewinnung des Indexsignals

Links: vergrösserter Ausschnitt des Bildschirms

1 Elektronenkanone; 2 Schreib- und Indexstrahl; 3 Sekundärelektronenstrahl; 4 Anodenbelag, 30 kV; 5 Schirm (Aluminium), 27 kV; 6 Indexstreifen

Da nun aber der Schreibstrahl nicht eine konstante Amplitude besitzt (gemäss dem Zeileninhalt des Bildes), ist dem Sekundärelektronenstrom eine Wechselkomponente überlagert, welche die Phase des Sekundärelektronenstromes verfälscht.

Aus diesem Grund hat man einen zweiten Elektronenstrahl, den sog. Steuerstrahl, eingeführt. Dieser Steuerstrahl wird mit einer konstanten Wechselspannung, der Steuerträgerfrequenz, moduliert. Im vorliegenden Fall beträgt diese Frequenz 41,7 MHz, sie liegt über der Video- und Farbträgerfrequenz. Die Farbträgerfrequenz liegt bei 6,4 MHz, gemäss der Anzahl der Indexstreifen auf dem Bildschirm, der Zeilenzahl und der Anzahl der Bildwechsel pro Sekunde.

Der Sekundärelektronenstrahl (= Indexsignal) besitzt daher eine Trägerfrequenz von 41,7 MHz, die mit 6,4 MHz moduliert ist. Mit andern Worten: das Indexsignal besteht aus dem Träger 41,7 MHz, den beiden Seitenbändern  $41,7 + 6,4 = 48,1$  MHz und  $41,7 - 6,4 = 35,3$  MHz. Da beide Seitenbänder die gleiche Information enthalten, wird nur eines der beiden als Referenzspannung herangezogen. Der Steuerstrahl (Indexstrahl) wird zusammen mit dem Schreibstrahl abgelenkt. Es treffen also immer beide auf den gleichen Farbstreifen. Der Indexstrahl, der mit einer konstanten Amplitude auf den



Bildschirm fällt, wird daher eine konstante Aufhellung der selben verursachen und so den Kontrast ganz leicht heruntersetzen.

#### Wirkungsweise des Apple-Systems

Am einfachen Beispiel des homogen einfarbig ausgeleuchteten Bildschirmes soll die Wirkungsweise des Apple-Systems erläutert werden. Das für diesen Fall vereinfachte Blockschema des neuen Farbfernseh wiedergabesystems ist in Fig. 3 wiedergegeben.

Ein 41,7-MHz-Steuer-Oszillator arbeitet auf das Gitter des Indexstrahles. Gemäss der obigen Betrachtungen verursacht der Steuerstrahl im Zusammenhang mit den Indexstreifen ein Indexsignal an der Anode, das die Frequenzen 41,7, 48,1 und 35,3 MHz enthält. In einem selektiven Verstärker wird das obere Seitenband herausgefiltert und verstärkt. Dieses verstärkte Signal gelangt jetzt in eine Mischstufe, deren zweite Eingangsspannung vom 41,7-MHz-Oszillator kommt. Von den entstehenden Ausgangsfrequenzen wird nur das 6,4-MHz-Signal herausgefiltert und verstärkt (48,1 — 41,7 = 6,4 MHz).

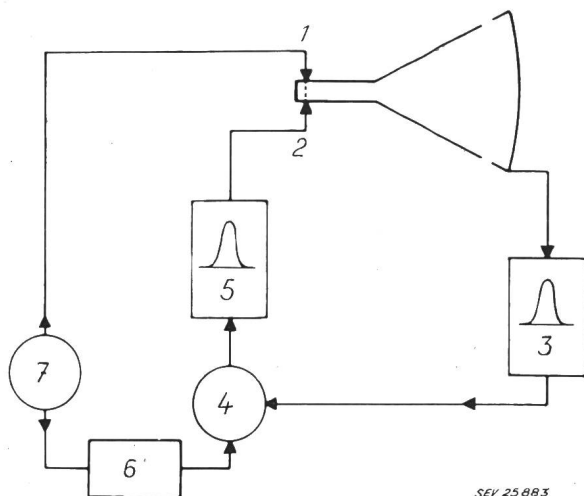


Fig. 3

#### Blockschema des Apple-Systems

wenn der Bildschirm homogen einfarbig ausgeleuchtet ist  
1 Indexstrahlgitter; 2 Schreibstrahlgitter; 3 Seitenbandverstärker, 48,1 MHz; 4 Mischung; 5 selektiver Endverstärker, 6,4 MHz; 6 Phasenschieber; 7 Steueroszillator, 41,7 MHz

Das 6,4-MHz-Signal steuert das Gitter des Schreibstrahles, der immer gerade dann maximalen Strom aufweist, wenn er auf die gleichfarbigen Phosphorstreifen trifft, z. B. auf die roten (es sind je gleich viele rote, blaue und grüne Streifen vorhanden wie Indexstreifen). Der Bildschirm erscheint gleichmässig rot. Wird nun mittels eines Phasenschiebers die Phase des Signals, das vom Oszillator in den Modulator geht, z. B. um 120° vorgedreht, so ilt nach der Mischung das 6,4-MHz-Signal um 120° nach. Der Strahlstrom erreicht sein Maximum erst 120° der Periode später als im vorangehenden Fall. Bei einer Farbstreifenreihenfolge rot — grün — blau — rot usw. wird darum immer nur der blaue Streifen angeregt, der Bildschirm leuchtet gleichmässig blau auf.

Das Prinzip dieser Steuerungsart beruht also darauf, dass bei einer Mischung neben den beiden Additions- und Subtraktionsfrequenzen auch die Phasen der beiden Eingangssignale addiert oder subtrahiert werden. Da nun das Indexsignal immer konstante Phase aufweist, wird die Leuchtfarbe des Bildschirmes nur durch die Einstellung am Phasenschieber beeinflusst, während die Helligkeit durch die Amplitude der Oszillatorspannung bestimmt wird.

Anhand von Fig. 4 lässt sich nun die Wirkungsweise des Apple-Systems bei einem vollständigen Farbsignal ableiten. Das vollständige Videosignal enthält neben den Synchronzeichen folgende Informationen: Das Helligkeitssignal  $y$  wird als Mittelwert der Helligkeiten der drei Grundfarben eines Bildelementes gebildet. Das Helligkeitssignal erstreckt sich über einen Frequenzbereich von 0...3,5 MHz und entspricht dem Videosignal bei Schwarz-Weiss-Technik. Die Farbinformation steckt im phasen-amplituden-modulierten Hilfsträger von 3,58 MHz. Damit dieser modulierte Träger in jedem

Empfänger farbtreu demoduliert werden kann, muss man einen Referenzträger mit übermitteln, der während des Zeilenrücklaufes einen Lokalsozillator synchronisiert. Diese drei Signale werden im Blockschaltbild zugeführt. Der Phasenschieber und der Oszillator von Fig. 3 befinden sich jetzt also im Sender. Dieser schreibt ja Helligkeit, Farbton und Sättigung jedes einzelnen Bildelementes vor.

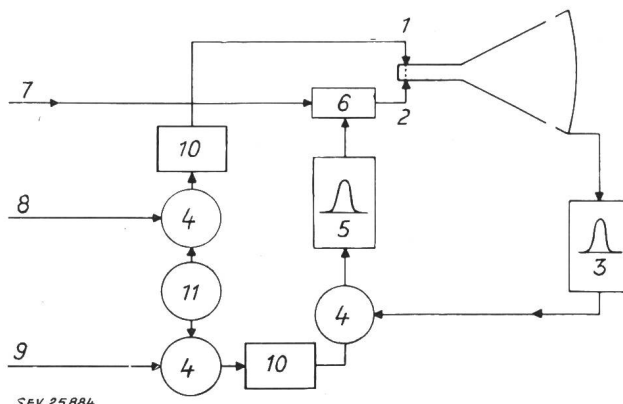


Fig. 4

#### Blockschema des Apple-Systems

bei einem vollständigen Farbvideosignal

1 Indexstrahlgitter; 2 Schreibstrahlgitter; 3 Seitenbandverstärker, 48,1 MHz; 4 Mischung; 5 selektiver Verstärker, 6,4 MHz; 6 additive Mischung; 7 Helligkeitssignal  $y$ ; 8 Referenzträger, 3,58 MHz; 9 phasen-amplituden-moduliertes Farbsignal, 3,58 MHz; 10 Filter, 41,7 MHz; 11 Oszillator, 38,1 MHz

Ein Oszillator der Frequenz 38,12 MHz arbeitet auf zwei Modulatoren. Der erste Modulator hat als zweites Eingangssignal den 3,58 MHz Referenzträger. Er gibt am Ausgang nach der Filtrierung eine phasenstarke Frequenz von  $38,12 + 3,58 = 41,7$  MHz ans Gitter des Indexstrahles ab.

Der zweite Modulator erhält als zweites Eingangssignal den amplituden-phasenmodulierten Farbtträger, der nach der Filtrierung zum amplituden-phasenmodulierten Signal von 41,7 MHz wird. Der weitere Vorgang ist genau derselbe wie in Fig. 3. Zum phasenamplitudenmodulierten 6,4-MHz-Signal, das für die Farbinformation verantwortlich ist, wird noch das Helligkeitssignal  $y$  gemischt, das ein gewöhnliches Schwarz-Weiss-Bild erzeugt.

Das Apple System scheint anderen Farbfernseh-Systemen (Dreistrahlröhre mit Abdeckmaske, Lawrence-Röhre) in bezug auf Aufwand und Einfachheit der Einstellungen und Abgleiche überlegen zu sein.

Immerhin sei noch bemerkt, dass für eine gute farbtreue Wiedergabe die folgenden Forderungen erfüllt sein müssen: sehr gute horizontale Linearität, exakte Bildbreite, kleine Strahldurchmesser. Schreib- und Indexstrahl müssen immer sehr genau den gleichen Farbstreifen treffen.

F. von Ballmoos

#### Subminiaturfunkbake für ferngelenkte Geschosse

621.396.962.38 : 623.451-519

[Nach M. Cohen und D. Arany: Subminiature Beacon for Guided Missiles. Electronics Bd. 30(1957), Nr. 4, S. 144...147]

Die in ein ferngelenktes Geschoss eingebaute Funkbake erzeugt ein verstärktes Echo für das steuernde Radargerät und ein NF-Signal, das für die Abstimmung der Brennstoffzufuhr verwendet werden kann.

Der Apparat hat einen Durchmesser von 6,3 cm und eine Länge von 15 cm. Er enthält eine Röhre und 13 Transistoren, wiegt ca. 1,25 kg, arbeitet in einem Temperaturbereich von 0...70 °C in Höhen bis über 30 km und erträgt Beschleunigungen von über 100 g.

Die Einheit besteht aus Antennenweiche, Empfänger, Modulator, Sender und Energieversorgungsteil. Send- und Empfangsfrequenz liegen zwischen 2700...2950 MHz. Die Empfindlichkeit des Empfängers ist besser als — 35 db. Der Sender, welcher eine fest abgestimmte UHF-Oszillator-Triode mit Hohlraumresonator enthält, gibt an 50 Ω eine Leistung von

1...10 W ab. Als Antennenweiche werden zwei abgestimmte Leitungen verwendet.

Zur Befragung des Empfängers werden von der Bodenstation aus HF-Impulspaare im Abstand von  $3\mu\text{s}$  gesendet. Nach Demodulation und Begrenzung der Amplitude gelangen die Impulse auf den Empfänger. Dieser enthält sechs Transistoren und verstärkt ca. 100 db. Spezielle Schaltungsmassnahmen und die Wahl geeigneter Transistoren gewährleisten eine getreue Übertragung der empfangenen Impulse. Die dem Empfänger folgende Koinzidenzschaltung enthält eine offene Verzögerungsleitung von  $1,5\mu\text{s}$  Länge, welche den ersten Impuls mit gleicher Polarität reflektiert. Ein  $3\mu\text{s}$  später eintreffender Impuls koinziiert mit dem reflektierten Impuls. Die Addition der beiden Spannungen ergibt einen genügend hohen Wert, um einen nachfolgenden Transistor zum Leiten zu bringen. Dieser Transistor bestimmt den Schwingeneinsatz eines Sperrschwingers, welcher seinerseits das Gitter der Sendetriode tastet und die Abgabe eines Antwortimpulses bewirkt.

Im Stromversorgungsteil werden zwei Leistungstransistoren verwendet, welche im Gegentakt mit einer Frequenz von 1 kHz schwingen. Die erzeugten Gleichspannungen werden teilweise mit Zenerdioden stabilisiert. Die Leistungsaufnahme des Gerätes beträgt ca. 2 W. Der Empfänger benötigt einen Strom von nur 2 mA bei einer Speisespannung von 4,5 V. Die Lebensdauer der Batterie beträgt ca. 30 min. T. Brenig

## Der Gyrator, ein elektrisches Netzwerkelement

621.372.2

[Nach B. D. H. Tellegen: Der Gyrator, ein elektrisches Netzwerkelement. Philips techn. Rdsch. Bd. 18(1956/57), Nr. 3, S. 88...93]

Dem Techniker, der mit Netzwerken zu tun hat, für deren Aufbau ihm Widerstände, Spulen und Kondensatoren zur Verfügung stehen, liegt die Frage nahe, was für Beziehungen zwischen Strömen und Spannungen an den Klemmen zu erwarten sind. Er möchte die allgemeinste Form dieser Beziehungen kennen, um alle Möglichkeiten, welche die erwähnten Schaltelemente (Netzwerkelemente) bieten, ausschöpfen zu können. Für den Fall von Zweipolen hat Brune gezeigt, dass sich die Kombinationen von Beziehungen stets auf lineare Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten zurückführen lassen. Im Fall von passiven Netzwerken ergeben sich zusätzliche Bedingungen für die Vorzeichen der Koeffizienten. Der Einfachheit halber seien diese Beziehungen linear, konstant und passiv genannt. Führt man mehr als zwei Klemmenpaare ein, so zeigt es sich, dass noch die Reziprozitätseigenschaft als einschränkende Bedingung hinzukommt. Die Reziprozität kommt bei einem Vierpol in den folgenden Ausdrücken zur Geltung: Ist gemäss den Bezeichnungen in Fig. 1

$$\begin{aligned} U_1 &= Z_{11} I_1 + Z_{12} I_2 \\ U_2 &= Z_{21} I_1 + Z_{22} I_2 \end{aligned}$$

die Spannung am Ein- und Ausgang eines Vierpoles, so gilt stets

$$Z_{21} = Z_{12}$$

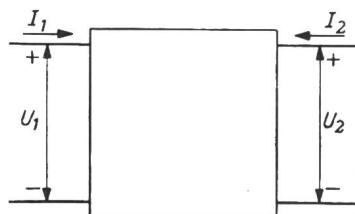


Fig. 1  
Netzwerk mit zwei Klemmenpaaren  
Bezeichnungen siehe im Text

Schreibt man den Eingangsstrom und die Ausgangsspannung als Funktion der Eingangsspannung und des Ausgangsstromes

$$I_1 = \frac{1}{Z_{11}} U_1 - \frac{Z_{12}}{Z_{11}} I_2$$

$$U_2 = \frac{Z_{21}}{Z_{11}} U_1 + \frac{Z_{11} Z_{22} - Z_{12} Z_{21}}{Z_{11}} I_2$$

so findet die Reziprozität ihren Ausdruck in der Gleichheit der Beträge der Koeffizienten von  $I_2$  in der ersten Zeile und  $U_1$  in der zweiten und in der Verschiedenheit ihrer Vorzeichen.

M. Bayard und andere haben gezeigt, dass sich jede lineare, konstante, passive Kombination von Beziehungen, welche der Reziprozitätsforderung genügt, durch ein Netzwerk mit Widerständen, Spulen und Kondensatoren verwirklichen lässt. Damit ist die Frage des Technikers befriedigend beantwortet. Der Wissenschaftler aber geht weiter. Er betrachtet den Fragenkomplex noch von anderen Seiten, um seine Erkenntnisse zu vertiefen. Im vorliegenden Fall hat sich B. D. H. Tellegen die Frage gestellt, was für Eigenschaften Netzwerkelemente haben müssten, um ein Netzwerk mit einem oder mehreren Klemmenpaaren zu bilden, das durch lineare, konstante, passive Kombination von Beziehungen zu beschreiben ist. Die Antwort findet man, indem die einfachsten Netzwerke bzw. die einfachsten Beziehungen gesucht werden.

Systematisch lassen sich die Netzwerke nach folgenden drei Kriterien ordnen:

	Klemmenpaare	Ordnung der Differentialgleichung	Dissipation (Verluste)
1.	1	0	0
2.	1	0	+
3.	1	1	0
4.	1	1	+
5.	2	0	0

usw.

Diese Netzwerke führen zu folgenden Beziehungen:

1.  $u i = 0$

Dies bedeutet: offenes oder kurzgeschlossenes Klemmenpaar.

2.  $u = i a \quad a > 0$

Diese Beziehung wird durch einen Ohmschen Widerstand  $a = R$  erfüllt.

3.  $a \frac{di}{dt} + b i = c \frac{du}{dt} + d u$

Dieses System stellt nur ein verlustloses Netzwerk dar, wenn  $b = c = 0$  oder  $a = d = 0$ . Es bleiben daher zwei Möglichkeiten:

$$a \frac{di}{dt} = d u \quad \frac{a}{d} > 0$$

und  $b i = c \frac{du}{dt} \quad \frac{c}{b} > 0$

Man erkennt leicht, dass die erste Möglichkeit auf die Induktivität  $a/d = L$  und die zweite auf die Kapazität  $c/b = C$  führt.

4. Da 4. eine Kombination von 2. und 3. ist, bringt diese Variante nichts Neues.

5.  $i_1 u_1 + i_2 u_2 = 0$

mit dem gleichen Zehlsinn wie in Fig. 1. Auch hier gibt es zwei Möglichkeiten:

$$-\frac{i_1}{i_2} = \frac{u_2}{u_1} = n$$

und

$$-\frac{u_1}{i_2} = \frac{u_2}{i_1} = s$$

Die erste Möglichkeit ergibt ein weiteres bekanntes Netzwerkelement, den idealen Transformator, während die zweite auf etwas Neues führt, für das der Name Gyrator vorgeschlagen wurde.

Fortsetzung des allgemeinen Teils auf Seite 1139

Es folgen «Die Seiten des VSE»