

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 57 (1966)
Heft: 1

Rubrik: Mitteilungen SEV

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.03.2025

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

Anwendung von Mikrowellen in Fernmessanlagen

(Übersetzung)

621.317.083.7 : 621.3.029.65

Der Fernmessingenieur ist einer Unzahl von offenen Fragen gegenübergestellt; sie können von Problemen der Miniaturisierung auf dem Gebiet der Biologie bis zu den Ölbohranlagen im Meer reichen. Den meisten Anwendungen gemeinsam ist jedoch die Unzugänglichkeit der Grössen, die ferngemessen werden sollen, wobei die zuvor erwähnten Anwendungsbeispiele auf dem Gebiet der Medizin und der Ölgewinnung nur zwei von vielen darstellen.

Welche sind nun die Anforderungen, die man an eine Fernmess-Übertragungsanlage stellt?

Die Anlage muss in erster Linie *einfach aufgebaut* und leicht bedienbar sein. Der Benützer einer solchen Anlage ist an einem «elektronischen Spielzeug» überhaupt nicht interessiert.

Die zweite erstrebenswerte Eigenschaft einer Fernmess-Übertragungsanlage ist die *Zuverlässigkeit*; sie ist oft eine Folge der Einfachheit. Die Zuverlässigkeit kann nicht oft genug betont werden.

Weitere wichtige Forderungen sind:

- Einstellung und Einregulierung der Anlagen in der Fabrik selbst;
- Wartungsfreier Betrieb;
- Leichte Instandhaltung;
- Kompakte Bauweise und geringes Gewicht;
- Robustheit;
- Geringer Energiebedarf.

Unter Berücksichtigung dieser Forderungen wurde im Januar 1961 eine neuartige Fernmess- und Fernregelungsanlage für das vor der Küste gelegene Umm-Shaif-Ölfeld erstellt.

Die Funkanlage ist pulsmoduliert. Die herkömmlichen Übertragungsanlagen eignen sich nur schlecht zur Übertragung der zahlreichen An- und Abschaltungen. Das pulsmodulierte Mikrowellen-Übertragungssystem lässt dagegen ein schnelles Schalten ohne weiteres zu und arbeitet über längere Zeit mit wenig Fehlern.

Als weiterer Vorteil ergibt sich, dass zwischen der eigentlichen Digital-Anlage und dem Mikrowellenteil kein Umsetzer erforderlich ist, da die Mikrowellenanlage durch die Digitalanlage unmittelbar gesteuert (getriggert) werden kann.

Die Anwendung eines Zeitmultiplex-Digitalsystems zur Datenverarbeitung hat natürlich gewisse Vorzüge gegenüber einem entsprechenden Frequenzmultiplex-System; dies sind insbesondere die Verwendung nur einer einzigen Trägerfrequenz, die Möglichkeit der Unterscheidung zwischen gleichzeitigen Alarmmeldungen, Unempfindlichkeit gegenüber Funkstörungen und Anspruchslosigkeit gegenüber den Toleranzwerten der Funkverbindung.

Die Fernmessanlage umfasst in jeder Station einen Sender, einen Empfänger und die dazugehörigen Antennen. Am Ausgang der Datenverarbeitungsanlage stehen dem Sender Impulse von -10 V mit einer Impulsdauer von $400\ \mu\text{s}$ und einer Impulsfrequenz von maximal 1200 Hz bis zu einigen wenigen Hertz zur Verfügung.

Den Forderungen nach geringem Energiebedarf und Betrieb mit 24 V Gleichstrom wurde entsprochen. Jeder Eingangsimpuls erzeugt am Senderausgang einen HF-Impuls von $0,4\ \mu\text{s}$ Dauer mit einer Spitzenleistung von $2,5\text{ kW}$ bei einer Nennfrequenz von 9550 MHz . Die Energieaufnahme bei 24 V Gleichstrom beträgt 2 A für sehr niedrige Impulsfrequenzen und $2,25\text{ A}$ für die höchste Impulsfrequenz.

Die eingebaute transistorisierte Energieversorgung liefert sämtliche erforderlichen Heiz-, Anoden-, Gitter- und Hochspannungen. Schutzschaltungen sowie eine besondere Hochspannungsverzögerung in Verbindung mit einem einfachen Hochspannungsstabilisator gleichen sowohl Schwankungen der 24-V -Versorgung, als auch die unterschiedliche Belastung bei den verschiedenen Impulsfrequenzen aus.

Die besondere Konstruktion des Senderteils benötigt wenig Einstellungen und Wartung. Es ist lediglich einmal eine Grundeinstellung erforderlich; ein Nachstimmen des Senders ist nur nach Auswechseln eines wesentlichen Bauelementes, wie z. B. des Magnetrons, notwendig.

Die Anzahl der erforderlichen Prüfgeräte ist auf ein Minimum beschränkt; eine künstliche Belastung in Wellenleiterausführung, ein elektrisches Vielfachmessgerät, ein transistorisierter Impulsgenerator (Impulsfrequenz 600 Hz , Impulsdauer $400\ \mu\text{s}$, Impulsspannung -10 V) und ein einfacher Oszillator.

Ein wesentlicher Vorteil, der sich aus der Anwendung des beschriebenen Impulssenders ergibt, ist die Möglichkeit, einen Videoempfänger mit direkter HF-Gleichrichtung durch einen Kristalldetektor zu benutzen. Ein Überlagerungsempfang mit Überlagerer, automatischer Scharfabstimmung usw. ist nicht erforderlich.

Der Video-Kristalldetektor ist von Natur aus breitbandig. Um eine genügende Selektivität zu erzielen, ist dem Detektor ein dreistufiger, festabgestimmter HF-Bandpass in Hohlleiterausführung vorgeschaltet. Der Detektorkristall ist für Kleinsignale im X-Band ausgelegt; einen optimalen Geräuschabstand erhält man durch das Einstellen eines geringen Durchlaßstromes. Der Ausgangsimpuls wird alsdann in einem fünfstufigen, rückgekoppelten Videoverstärker in Festkörpertechnik mit siliziumdiffundierten Mesatransistoren verstärkt. Eine konventionelle Flip-Flop-Schaltung erzeugt schliesslich die Ausgangsimpulse von $400\ \mu\text{s}$ Impulsdauer und -10 V Impulsspannung, die dann der Datenverarbeitungsanlage zugeführt werden.

Die Gesamtempfindlichkeit beträgt etwa -40 dB (dB bezogen auf 1 mW) für 14 dB Geräuschabstand; die Impulsgenauigkeit ist besser als $1:10^6$. Die durch den Empfänger aufgenommene Gesamtleistung beträgt etwa $0,5\text{ W}$ bei 24 V Gleichspannung.

Eine zweite Technik, mit der man sich in Grossbritannien befasst hat, ist die Ausdehnung der Festkörpertechnik auf die Energieversorgungseinrichtungen ferngesteuerter und wartungsfreier Mikrowellenverbindungen. Auf dem Gebiet der Datenverarbeitung ist die Verwendung von Festkörperschaltungen heute weit verbreitet, da sie zu höchst zuverlässigen wartungsfreien Einrichtungen von langer Lebensdauer führt. Das Aufkommen von Vervielfachern mit Kapazitätsdioden hat dazu beigetragen, die

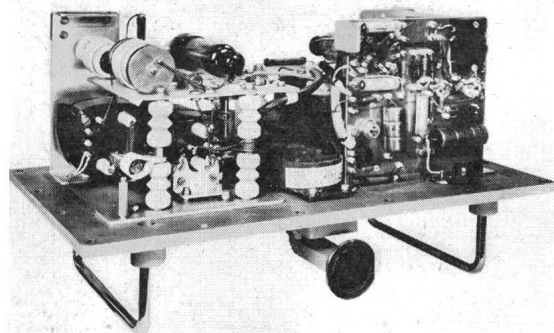


Fig. 1
Sender

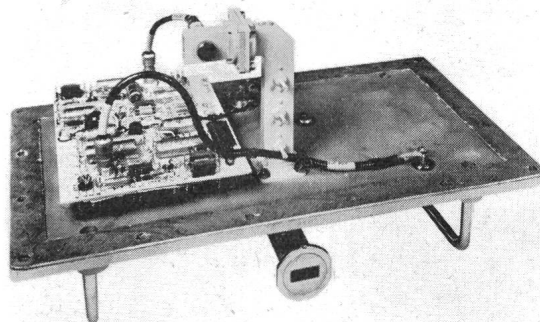


Fig. 2
Empfänger

Zukunft von Mikrowellen-Fernmeldeeinrichtungen in Festkörpertechnik zu sichern.

Der Energiebedarf eines Fernmess- und Fernsteuersystems in vollständiger Festkörpertechnik ist natürlich geringer als der einer Anlage mit konventioneller Röhrenbestückung. Aber selbst die Bereitstellung kleiner Energiemengen in Fernmessanlagen bedeutet immer noch ein schwieriges Problem in abgelegenen Gebieten.

Die Silizium-Solarzelle kann diesem Bedürfnis entsprechen. Der höchsterreichbare theoretische Wirkungsgrad bei der Umformung von Sonnenenergie in elektrische Energie beträgt annähernd 22 %; in der Praxis werden z. Zt. 12 % erreicht. Obgleich das Hauptanwendungsgebiet von Solarzellen die Satellitentechnik ist, sind diese Zellen wegen ihrer langen Lebensdauer auch für den irdischen Einsatz von grossem Interesse.

Wenn die Belastung so gewählt wird, dass im Mittel pro Stunde die Belastung 0,16 A nicht überschreitet, so ist mit diesen Zellen ein durchgehender Betrieb von 24 h möglich. Weitere Berechnungen haben ergeben, dass mit etwa 1500 MS40-Zellen eine durchgehende Energieversorgung von 100 W bei 24 V sichergestellt werden kann.

Erste Kostenberechnungen haben ergeben, dass über eine Zeitspanne von fünf Jahren für Fernmessanlagen eine Solarbatterie den konventionellen Energiequellen durchaus ebenbürtig ist. Die Anwendung einer Sonnenbatterie zur Energieversorgung beeinflusst jedoch die Gesamtstruktur einer Mikrowellenverbindung in Festkörpertechnik. Aus Fig. 4 ist erkennbar, dass es im Hinblick auf minimale Gesamtkosten der Anlage eine optimale Senderausgangsleistung gibt. Dabei ist es gleich, ob mit oder ohne Raumdiversity, Frequenzdiversity und mit oder ohne Anwendung von Tunnelioden in den Empfängern gearbeitet wird — alle Systeme weisen hinsichtlich der Mikrowellen-Senderleistung ein Optimum auf, wenn die Energieversorgung durch Solarbatterien erfolgt.

Weitere Forschungen auf dem Gebiet des Fernmessens befassten sich mit einer dritten Technik — der Oberflächenwellenleitung. Zur Herstellung einer Nachrichtenverbindung mit einem in Fahrt befindlichen Verkehrsmittel benützt man eine erzwungene Verbindung längs der Fahrstrecke. Diese Verbindung erreicht man mit einer Oberflächenwellenleitung. Dabei besteht der Wellenleiter aus einem Leiter mit einer dielektrischen Umhüllung; die drei Parameter — Leiterdurchmesser, Durchmesser der dielektrischen Umhüllung und Dielektrizitätskonstante — bestimmen die Feldverteilung um den Leiter.

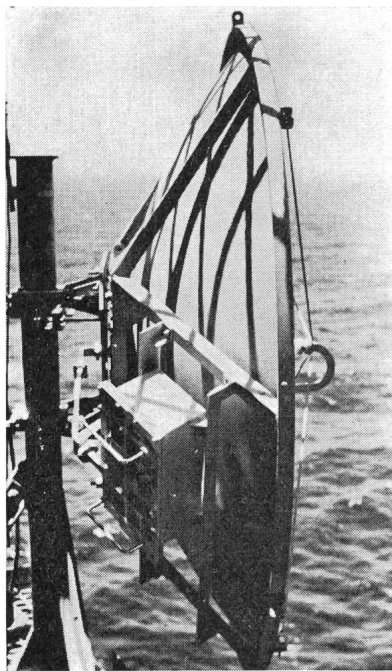


Fig. 3
Parabolantenne an einem Bohrturm mit anmontierten Sender- und Empfängereinheiten

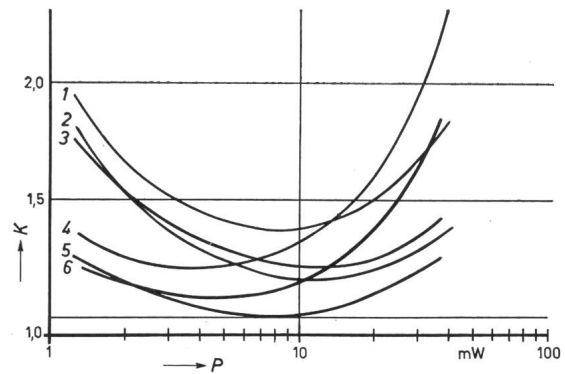


Fig. 4
Kurven für günstigste Kosten K und Senderausgangsleistung P für Mikrowellen-Verbindungen in Festkörpertechnik
1 Frequenz-Diversity; 2 Raum-Diversity; 3 ohne Diversity; 4 Frequenz-Diversity mit HF-Verstärkung; 5 ohne Diversity, jedoch mit HF-Verstärkung; 6 Raum-Diversity mit HF-Verstärkung

Eine solche Übertragungsleitung kann in allergrösster Nähe der Fahrstrecke des Verkehrsmittels montiert werden, beispielsweise am Rande einer Fahrbahn, Rollbahn oder Eisenbahnstrecke. Die Leitung kann zur Übermittlung von Informationen von einer Leitstelle an das Fahrzeug oder zwischen verschiedenen Fahrzeugen dienen. Das Ankoppeln an die Leitung kann mit Hilfe kontaktloser, richtungsempfindlicher Ankopplungsspulen oder abgestimmter Antennen erfolgen. Neben dem Vorteil der kontaktlosen Ankopplung besitzt ein solches System den Vorzug einer äusserst geringen Störanfälligkeit. Anregungselemente, Ankopplungseinheiten, Endeinrichtungen und die Leitung selbst können leicht so konstruiert werden, dass die Übertragungsleitung gleichzeitig für verschiedene Informationszwecke benützt werden kann.

Ein weiterer Vorteil für solche Anlagen besteht darin, dass die Leitung kaum Energie abstrahlt und infolgedessen von benachbarten Fernmelde- oder sonstigen elektronischen Anlagen weder gestört werden noch diese selbst stören kann.

Die aufgeführten Beispiele zeigen, wie wichtig es für den Fernmessingenieur ist, für jedes einzelne Fernmessproblem die wesentlichen Forderungen zu erforschen, bevor er sich an eine Lösung des Problems begibt.

E. Jamieson, Edinburgh

Brennstoffzellen zum elektrischen Antrieb von Fahrzeugen

621.352.6

[Nach T. G. Kirkland u. a.: Hydrocarbon-Air Fuel Cell Electrical Propulsion Systems. IEEE Transactions on Industrial Electronics and Control Instrumentation, March 1965, S. 14...20]

Der elektrische Antrieb hat gegenüber dem thermischen verschiedene Vorteile. Er ist sauber, leise, wirtschaftlich und zuverlässig. Ein kompliziertes Kraftübertragungssystem ist nicht notwendig. Der Antrieb erfolgt direkt an den Rädern. Die Bedienung ist einfach, weil verschiedene Kontrollfunktionen automatisiert werden können.

Batterien sind sehr schwer und haben einen schlechten Wirkungsgrad. Da sie immer wieder aufgeladen werden müssen, ist der Operationsbereich beschränkt. Vielversprechende Möglichkeiten bietet die Verwendung von Brennstoffzellen. Sie haben einen guten Wirkungsgrad, verglichen mit anderen Energieumformern wie z. B. Benzinmotor, Gasturbine etc. und arbeiten leise und sauber. Es sollte mit fortschreitender Entwicklung möglich sein, das heute noch grosse Leistungsgewicht auf dasjenige eines konventionellen Benzinmotors zu reduzieren.

Brennstoffzellen verwandeln die, bei der Oxydation einer Kohlenwasserstoffverbindung (z. B. Benzin) freiwerdende Energie ohne den Umweg über die thermische direkt in elektrische Energie. Im am weitesten entwickelten Verfahren wird der Brennstoff zuerst in H_2 und CO_2 aufgespalten. CO_2 wird abgetrennt und H_2 zusammen mit Luft in die Brennstoffzelle geleitet. Der Prozess kann als inverse Elektrolyse bezeichnet werden. Im äusseren Kreis beginnt ein Strom zu fließen, die Zelle gibt elektrische Energie ab.

Als Antriebsmotor wird man denjenigen Typ wählen, der folgende Anforderungen in optimaler Weise erfüllt: grosser Wirkungsgrad, klein, leicht und einfach in der Regulierung. Die Drehmoment-Drehzahlcharakteristik ist für die Wahl des Motors kein Kriterium mehr. Mittels Regelung lassen sich mit Gleich- und Wechselstrommotoren jedes beliebige Drehmoment und jede beliebige Drehzahl einstellen, die innerhalb der thermischen und festigkeitsmässigen Grenzen des Motors liegen. Wechselstrommotoren erlauben höhere Drehzahlen, grössere Überlastung; sie sind nur $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ so schwer wie Gleichstrommotoren. Zurzeit bietet der Asynchronmotor die meisten Vorteile zum Fahrzeugantrieb.

In den Entwicklungslaboratorien der amerikanischen Armee wird ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug entwickelt, das durch Brennstoffzellen mit elektrischer Energie versorgt wird. Im Geschwindigkeitsbereich 8...75 km/h beträgt die mechanische Leistung 40 PS. Die Energieumformung erfolgt in 4 Blöcken mit je 66 Brennstoffzellen. Jeder Block erzeugt 28 V bei einem Strom von 360 A. Die Spannung einer einzelnen Brennstoffzelle ist 0,85 V bei einer Nennstrombelastung von 0,2 A/cm². Das Gesamt-

gewicht der Brennstoffzelleneinheit beträgt 800 kg. Der projektierte Wirkungsgrad ist 32 %. Jedes Rad wird einzeln angetrieben durch einen Asynchronmotor über ein Untersetzungsgetriebe 1 : 50. Die vierpoligen Motoren wurden speziell konstruiert für die hohen Drehzahlen von 3000...24 000 U./min. Ihr Wirkungsgrad ist 92 % bei der Nennleistung von 20 PS. Das Anfahrtdrehmoment pro Rad beträgt 250 mkg. Die Bremsung erfolgt elektrisch. Für den Stillstand und für Notfälle ist eine mechanische Bremse vorgesehen. Der DC-AC-Umformer erzeugt 3 um je 120° verschobene Spannungen, deren Frequenz von 0...800 Hz variiert werden kann. Abhängig von den Steuerbefehlen und der Geschwindigkeit kontrolliert eine Automatik die Spannung und die Frequenz. Die grobe Spannungsregelung erfolgt durch Serie- und Parallelschalten der einzelnen Blöcke, die Feinregelung mittels Puls-längemodulation. Weil kein Differentialgetriebe vorhanden ist, da jedes Rad einzeln angetrieben wird, muss die Geschwindigkeit der beiden Antriebsräder abhängig vom Steuerwinkel reguliert werden. Das Fahrzeug kann im Stillstand auch als Notstromgruppe benutzt werden, welche Gleichspannung oder zwei unabhängige Wechselspannungen verschiedener Frequenz liefert.

H. von Ow

Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

Der Feldeffekt als Grundlage besserer integrierter Schaltkreise

621.382.323

[Nach D. E. Farina: MOS integrated circuits save space and money. Electronics 38(1965)20, S. 84...95]

Die integrierte Bauweise wird heute hauptsächlich bei logischen Schaltungen angewandt, die sich bekanntlich aus wenigen, einfachen Grundschaltungen zusammensetzen. Diese Grundschaltungen bestehen wiederum aus einzelnen Elementen, wie Transistoren, Dioden und Widerständen. Die Integrierung besteht darin, dass alle Elemente samt Verbindungsleitungen nach dem gleichen Verfahren, das von der Transistorherstellung her bekannt ist, in einem einzigen Kristallplättchen zusammengefasst werden. Die bisher meist angewandte Methode besteht im sog. doppeldiffundierten Planar-Epitaxial-Verfahren. Durch das Vordringen eines neuen Halbleitertyps, des Feldeffekt-Transistors, ist nun auch dessen Anwendung in den integrierten Schaltkreisen aktuell geworden. Grosse Vorteile verspricht man sich dabei wegen des gewaltig reduzierten Platzbedarfes einer Schaltung. Feldeffekt-Transistoren belegen nur noch einige Prozent an Oberfläche, die ein üblicher Transistor beansprucht. Hochohmige Widerstände lassen sich durch Feldeffekt-Transistoren ersetzen und ergeben damit eine weitere Platzersparnis von etwa 1 : 300. Ausserdem fallen die Isolationsabstände zwischen den einzelnen Elementen weg, weil Feldeffekt-Transistoren nur im Sperrgebiet der P-N-Übergänge arbeiten. Als Resultat dieser starken Komprimierung lassen sich auf einem Kristallplättchen ganze Baugruppen, wie z. B. Schieberegister, realisieren. Die Anzahl Zwischenverbindungen wird damit gewaltig reduziert, da nur noch wenige der teuren Ein- und Ausgänge vorhanden sind. Man rechnet mit einer Kosteneinsparung im Verhältnis von etwa 1 : 10.

Ein weiterer Vorteil liegt in der reduzierten Leistungsaufnahme, begründet durch die erreichbaren hochohmigen Widerstände. Zum Beispiel lässt sich ein kleiner Navigationsrechner statt mit 26 W Leistung bereits mit 1 W betreiben.

Nachteilig ist zur Zeit noch der Umstand, dass bis jetzt erst wenig Angaben über die Zuverlässigkeit solcher Schaltungen vorliegen. Es scheint jedoch, dass die Ausfallraten mindestens so klein sind wie bei den üblichen integrierten Schaltungen. Umfangreiche Testprogramme sind zur Zeit im Gange.

Die weitere Entwicklung hat zum Ziel, die Anzahl der pro Kristallplättchen unterbringbaren Feldeffekt-Transistoren zu steigern. In naher Zukunft rechnet man die Anzahl auf Tausend bringen zu können.

H. Engel

Neue Prüfmethode in der elektrotechnischen Fertigung

658.562.012.7 : 621.3

Aus dem Gebiet der elektrotechnischen Fertigung werden zwei neue Prüftechniken bekannt, welche nicht nur die Prüfmethodik verbessern, sondern auch aus der Sicht einer wirtschaftlichen Arbeitsdurchführung von angemessenem Interesse sind.

Die früher übliche Verdrahtung der Rundfunk- und Fernempfänger wird seit einigen Jahren durch gedruckte Schaltplatten ersetzt. Diese werden mit Siebdruck- oder photographischen Verfahren vervielfältigt. Wenn nun die auf der Druckschaltungsplatte befindlichen Leiterbahnen besonders fein ausgeführt sind, ist die sorgfältige Kontrolle für eine gleichmässige Qualität der Geräte unerlässliche Voraussetzung. Besonders schmale Leiterbahnen ergeben sich bei gedruckten Spulen, wie sie von den elektrotechnischen Werken für die Bild-Zwischenfrequenzverstärker in den Fernsehgeräten verwendet werden. Die Kontrolle geschah bisher mit Hilfe starker Lupen, um Unterbrechungen der Leiterbahnen oder deren unerwünschte Überbrückung durch Fremdkörper festzustellen.

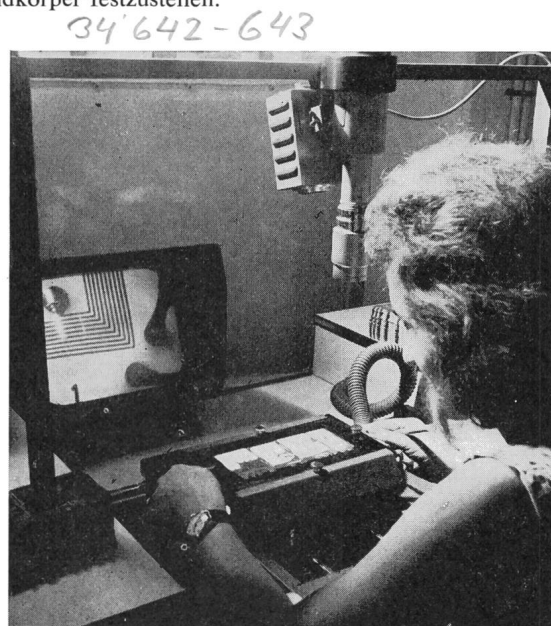


Fig. 1
Fernseh-Prüfanlage kontrolliert gedruckte Spulen



Fig. 2

Einstecken einer Kontaktplatte in den Schlitz der Abgleichanlage

Diese ermüdende Prüfarbeit wird jetzt durch eine neue Fernseh-Prüfanlage erheblich erleichtert (Fig. 1). Ein «Fernauge» wird an dem Prüfplatz so angeordnet, dass es die von unten beleuchtete Druckschaltungsplatte mittels einer stark vergrößernden Optik betrachtet. Das Fernsehbild erscheint danach auf dem Bildschirm in einer Klarheit, die jede Ermüdung des Prüfenden ausschliesst. Die Fernseh-Prüfanlage verwendet eine Bildauflösung von 875 Zeilen. Dadurch sind keine Fernsehzeilen mehr erkennbar und auf dem Bildschirm ist die Wirklichkeit mit dokumentarischer Treue zu erkennen. Die zu prüfenden Stellen der Druckschaltungsplatte mit der Feinstruktur werden durch eine sinnreiche Kulissenführung schnell und lückenlos vor das Gesichtsfeld des Fernauges gerückt, so dass täglich eine grosse Anzahl der benötigten Schaltplatten mit den gedruckten Spulen überprüft werden kann.

Eine weitere neue Prüfmethode, die einer Automatisierung im Prüffeld gleichkommt, wird in Fig. 2 dargestellt.

Das sog. Abgleichen von fertigmontierten Rundfunkempfängern, also die bestmögliche Einstellung der einzelnen Schwingkreise in der Schaltung, kann nicht durch Maschinen erfolgen, wenn zahlreiche Typen mit verschiedenen Wellenbereichen gleichzeitig gefertigt werden. Hier ist der Mensch unentbehrlich. Um jedoch bei diesen Abgleicharbeiten Fehler auszuschalten, werden neuerdings den Mitarbeiterinnen eine Anzahl Platten in die Hand gegeben, die unterschiedliche Kontaktbrücken aufweisen. Jede dieser Platten enthält jeweils das Programm der Abgleichfrequenzen für einen bestimmten Empfängertyp. In den meisten Werken der Elektroindustrie werden jedoch gleichzeitig zahlreiche Typen hergestellt, die verschiedene Abgleichfrequenzen benötigen. Je nachdem welcher Gerätetyp vom automatischen Transportband zu den Arbeitsplätzen der Prüferinnen kommt, haben sie eine besondere Kontaktplatte zur Verfügung. Es ist also

nicht von Bedeutung, wenn sie zuerst eine Anzahl Transistorempfänger mit den drei Wellenbereichen UKW, Mittel und Lang abgleichen sollen und danach solche mit mehreren Kurzwellenbereichen oder gar Exportgeräte mit wiederum abweichenden Frequenzbändern.

Die Kontaktplatte wird in den Schlitz der Abgleichanlage gesteckt. Jetzt hat die Abgleicherin alle geforderten Frequenzen aus dem grossen Angebot des zentralen Abgleichsenders sofort zur Hand. Ein Gerät benötigt im Durchschnitt nur acht von den 36 Frequenzen dieses Senders. Eine kleine Kontaktplatte trifft die richtige Auswahl und verhindert Fehlableiche und damit Störungen der Arbeit.

W. K. Sterling

Gleichstromverstärker mit Feldeffekt-Transistoren

621.375.024 : 621.382.323

[Nach J. C. S. Richards: Field Effect Transistors in D. C. Amplifiers. Electronic Engng. 37(1965)447, S. 302...305]

Mit Feldeffekt-Transistoren lassen sich Gleichstromverstärker mit hoher Eingangsimpedanz ohne Anwendung der Chopper-technik bauen. Beim Aufbau eines solchen Gleichstromverstärkers ist auf zwei Punkte besonders zu achten: 1. lässt sich der Temperatureinfluss durch besondere Dimensionierung der Schaltung klein halten und 2. muss die Speisespannung ausserordentlich stabil sein. Durch kompensierende Schaltungsmassnahmen kann man erreichen, dass der Drift der Ausgangsspannung in Abhängigkeit von der Temperatur sehr kleine Werte annimmt.

Ein Schaltungsbeispiel ist in Fig. 1 wiedergegeben. Am Eingang des Verstärkers liegt ein System von Spannungsteilern, mit denen die verschiedenen Messbereiche eingestellt werden können. Für die erste Verstärkerstufe ist ein Feldeffekt-Transistor vorgesehen. Die zweite und dritte Stufe sind als Differentialverstärker mit normalen Transistoren ausgebildet. An die dritte Stufe ist eine Emitter-Ausgangsstufe angeschlossen. Die Ausgangsspannung kann ± 1 V an einem Widerstand von 1000 Ω betragen. Die Gesamtverstärkung ist ohne Gegenkopplung grösser als 3000. Die gewünschte Verstärkung kann mit Hilfe der Gegenkopplung, die vom Emitterwiderstand der letzten Stufe zum Eingang des Verstärkers führt, eingestellt werden. Die Widerstände $R_1...R_5$ werden dem verwendeten Feldeffekt-Transistor angepasst dimensioniert. Die Basiswiderstände der zweiten Stufe sind so dimensioniert, dass eine möglichst grosse Stabilität der Verstärkung erreicht wird. Die obere Grenzfrequenz des Verstärkers ist von der Verstärkung abhängig und liegt zwischen 1 und 10 kHz. Mit dem Kondensator C_1 wird die gewünschte Zeitkonstante des Verstärkers eingestellt.

Die Stabilität eines so dimensionierten Verstärkers ist befriedigend. Als Verstärker für einen Kathodenstrahl-Oszillographen mit einer Empfindlichkeit von 1 mV/cm ergibt ein Transistorverstärker mit einem Feldeffekt-Transistor als Eingangsstufe keine grössere Unstabilität als ein normaler Oszillographen-Verstärker mit einer Empfindlichkeit von 100 mV/cm. Was heute noch gegen den Feldeffekt-Transistor spricht, ist die grosse Streuung seiner elektrischen Daten. Beim Bau eines Laboratoriumsgerätes ist dies kein grosses Hindernis. Es ist in vielen Fällen notwendig, den für eine Schaltung am besten geeigneten Feldeffekt-Transistor aus einer grösseren Stückzahl auszulesen. An die Produktion

einer grösseren Geräteserie mit Feldeffekt-Transistoren ist aber unter diesen Umständen heute noch kaum zu denken.

H. Gibas

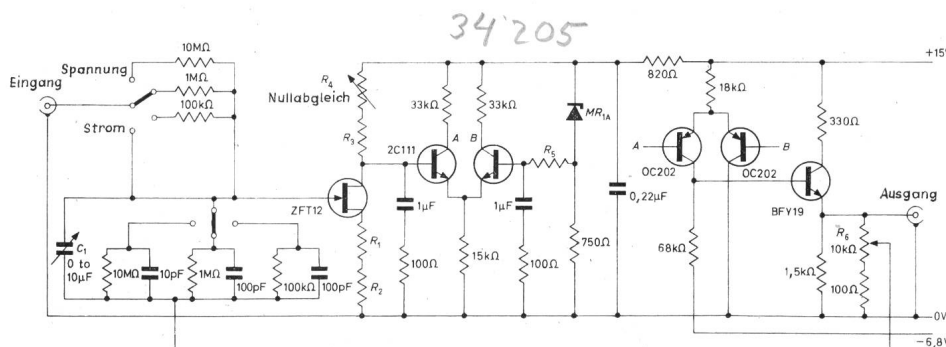


Fig. 1

Schema eines Gleichstromverstärkers mit einem Feldeffekt-Transistor als Vorstufe
Erklärungen siehe im Text

Wickelmaschinen Wickelmaschinen Wickelmaschinen Wickelmaschinen Wickelmaschinen Wickelmaschinen

Micafil-Wickelmaschinen für Drähte und Isolationen besitzen seit Jahrzehnten in der Elektro-Industrie Weltruf – Teilen Sie uns Ihre Wickelprobleme mit, wir werden Ihnen gerne und für Sie unverbindlich eine optimale Fabrikationseinrichtung vorschlagen – Besitzen Sie schon unseren neusten Übersichtskatalog X 116 SB für Wicklereimaschinen und -Einrichtungen? Wir senden Ihnen auf Wunsch gerne ein Exemplar zu. **Micafil AG Zürich**



NEU!



**Treppen-
haus-
automat G3**

Beleuchten Sie wirtschaftlich?

Oder haben Sie das Gefühl, der Aufwand an Strom (und damit auch an Geld) sei unverhältnismässig gross? Dann versuchen Sie es doch einmal mit einem Treppenhausautomaten.

Aber nicht mit irgendeinem, sondern mit dem neuen SAIA-Treppenhausautomaten **G3**. Er beschränkt in den nur kurzzeitig zu beleuchtenden Räumen die Beleuchtungsdauer je nach Wunsch auf 2, 3 oder 4 Minuten. Der Treppenhausautomat **G3** ist in verschiedenen Ausführungen erhältlich: Mit Schliess- oder Umschaltkontakt, 6 A, 220V; mit Handschalter für Kurz- und Dauerbeleuchtung oder Sperrung.



**SAIA AG
Murten
Tel. 037 7 31 61**