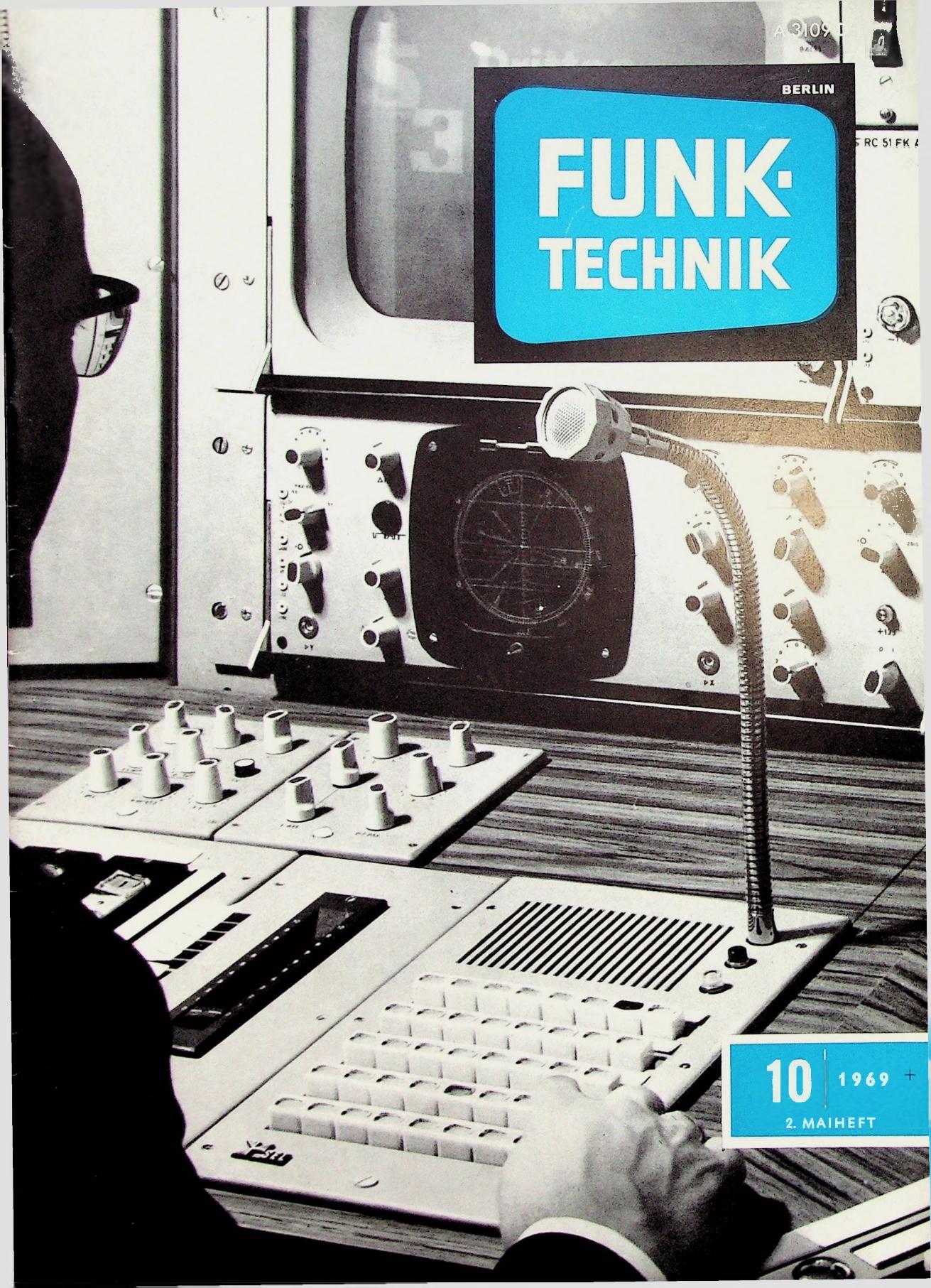


A 3109 D

BERLIN

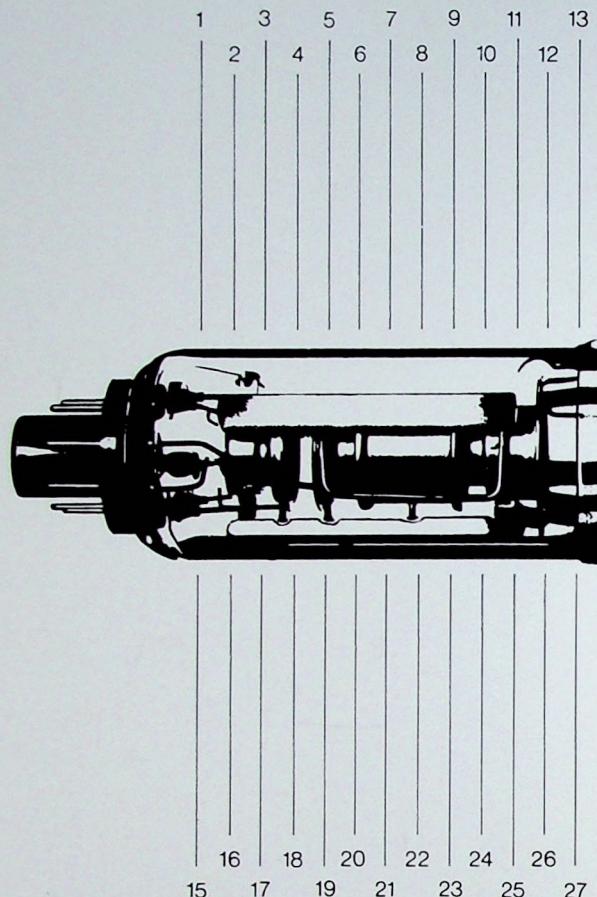
FUNK- TECHNIK

RC SIFKA



10 | 1969 +

2. MAIHEFT



Eine prächtige Kanone hat die SEL-Bildröhre

Und ganz neu. Mit vielen interessanten Einzelheiten. Brillante Schärfe, hohe Lebensdauer, optimale Zuverlässigkeit.

Kathode und Elektronenoptik wurden bedeutend verbessert. Eine brillante Bildschärfe ist das Ergebnis. 27fach wird jedes Strahlerzeugungssystem vermessen und geprüft. Das gibt eine Qualität, die selbst Optimisten bisher nicht für möglich hielten. Dazu die neue SELBOND®-Technik. Insgesamt, wertvolle Verkaufsargumente für Sie. Und neue Kaufvorteile für Ihre Kunden.

Unsere Ingenieure sind gerne bereit, Ihnen nähere technische Einzelheiten zu geben.

Standard Elektrik Lorenz AG
Geschäftsbereich Bauelemente
Vertrieb Röhren
7300 Esslingen, Fritz-Müller-Straße 112
Telefon: (0711) 35141, Telex: 07-23 594

Im weltweiten **ITT** Firmenverband


SEL

gelesen · gehört · gesehen	372
FT meldet	374
Forschungsstrategie der Nische · Ein Programm für Europäer	375
Praktische Anwendungen des Lasers	377
Persönliches	381
Fernsehen	
Electronic-Tuner „ET 100“	382
Ausfallgesichertes Realzeit-Doppelrechnersystem auf dem Rhein-Main-Flughafen	384
Farbfernsehen	
Thyristorstabilisiertes Farbfernsehnetzteil mit Anschnittsteuerung	385
Von Ausstellungen und Tagungen	
Neue Halbleiterbauelemente auf dem Pariser Bau-elemente-Salon 1969	388
Internationale Ela-Ausstellung Paris 1969	391
Meßgeräte für den Funktechniker auf dem Salon elektro-nischer Bauelemente Paris 1969	393
Dreistufiger 175-MHz-Sendeverstärker	395
Rundfunk	
Eingebaute Ferritanenne verbessert UKW-Empfang	397
Angewandte Elektronik	
Vereinfachter Analog-Digital-Wandler für Sortieranlagen für eine oder zwei Kettengrößen	398
Für den jungen Techniker	
Der Oszillograf in der Service-Werkstatt	399
Für Werkstatt und Labor	
Auslöten von integrierten Schaltkreisen aus Printplatten ..	401

Unser Titelbild: Beim Südwestfunk verbindet eine Sprechanlage „Dirigent-Studio“ die verschiedenen Arbeitsgruppen wie Bild-, Ton-, Licht- und Senderegie, Schaltraum, Magnetbandaufzeichnung, Filmgeber, Studios, Künstlergarderoben usw. untereinander. Die Anlage erlaubt Einzel- und Gruppengespräche mit hoher Sprachqualität. Das Foto zeigt die Bild-Endkontrolle, bei der die Sprechstelle in den Regiestuhl eingebaut ist. (Aufnahme SEL)

Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1 Berlin 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141–167. Tel.: (03 11) 4 12 10 31. Telegramme: Funktechnik Berlin. Fernschreiber: 01 81 632 vrkt. Chefredakteur: Wilhelm Roth; Stellvertreter: Albert Jänicke; Techn. Redakteure: Ulrich Radke, Fritz Gutschmidt, sämtlich Berlin. Chefforrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Bartsch; Anzeigenleitung: Marianne Weidemann; Chegraphiker: B. W. Beerwirth. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH. Postcheck: Berlin West 7664 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis laut Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Druck: Druckhaus Tempelhof

TELEFUNKEN



TELEFUNKEN- Tonregie-Anlagen sind Individualisten.

TELEFUNKEN - Tonregie-Anlagen stehen in den Funkhäusern der ARD, des ZDF und in vielen ausländischen Rundfunkanstalten*. Man findet sie in Schallplatten-Produktionsstätten ebenso wie in Theatern und privaten Tonstudios auf allen Kontinenten.

Ihre Vorteile: Individuelle Konzeption
Kompaktbauweise
Ideale Raumausnutzung
Volltransistorisierte Steckkarten-Verstärker (V-300-Technik)
Standardisierte Steckeinsätze
Übersichtlicher Aufbau
Problemloser, schneller Service

Tonregie-Anlagen nach Maß von TELEFUNKEN

* TELEFUNKEN-Tonregie-Anlagen arbeiten u. a. in Ägypten, Belgien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Guinea, Holland, Indonesien, Island, Italien, Japan, Luxemburg, Malawi, Norwegen, Polen, Schweden, Sudan, Togo, Türkei, Tunis, UdSSR, Ungarn, Venezuela.





gelesen · gehört · gesehen · gelesen · gehört · gesehen · gelesen · gehört · gesehen



Internationale Funkausstellung 1971 in Berlin?

Wie aus Meldungen der Berliner Tagespresse zu entnehmen ist, soll das geplante Kongreßzentrum nicht am Hammarskjöld-Platz gegenüber dem Haus des Rundfunks in der Masurenallee entstehen, sondern am Messedamm. Man hat sich zu diesem Schritt entschlossen, um die für 1971 in Berlin geplante Funkausstellung durch die Bauarbeiten nicht zu gefährden. Diese Funkausstellung soll die erste Funkausstellung in Deutschland mit internationaler Beteiligung werden.

Kombinierter PAL-Secam-Decoder

Zum Empfang von Farbfernsehersendungen nach dem PAL- und Secam-System entwickelte ITT einen kombinierten PAL-Secam-Decoder. Bei diesem Decoder wurde die Anzahl der Spulen und Abgleichstellen weitgehend verringert. Die wenigen, unumgänglich notwendigen Spulen sind dabei in gedruckter Technik ausgeführt. Um hohe Zuverlässigkeit bei der Umschaltung zu gewährleisten, erfolgen alle Normumschaltungen innerhalb des Videoteils mit Silizium-Schalterdioden. Infolge Ausnutzung vieler Transistorstufen für beide Farbfernsehersysteme ist der kombinierte Decoder sehr wirtschaftlich und betriebssicher.

Farbbildröhre A 63-200 X in Durchstecktechnik

Mit der A 63-200 X stellt SEL jetzt auch eine 63-cm-Permacolor-Farbbildröhre in Durchstecktechnik vor. Während die Vierpunkt-Aufhängung der Lochmaske bei jeder Betriebstemperatur optimale Farbwiedergabe gewährleistet, werden durch neue Farbstoffe mehr Helligkeit sowie naturgetreue und warme Farbtöne erreicht.

UKW-Sender Würzburg II strahlt Stereo-Sendungen aus

Seit dem 18. April 1969 übernimmt der UKW-Sender Würzburg II (Kanal 7-, 89,0 MHz) die Stereo-Programme des Bayerischen Rundfunks. Damit haben jetzt zehn Sender des II. UKW-Sendernetzes des Bayerischen Rundfunks die Möglichkeit, stereophone Sendungen auszustrahlen.

Integrierter Schaltkreis LM 370 für Rauschunterdrückung mit automatischer Verstärkungsregelung

Mit dem neuen integrierten Schaltkreis LM 370 für Rauschunterdrückungen mit automatischer Verstärkungsregelung von National Semiconductor (Deutsche Vertretung: Neumüller & Co. GmbH, München) sind die Probleme der Dynamikkompression und -expansion leicht zu lösen. Die Betriebsspannung kann 4,5...24 V betragen, wobei der Leistungsbedarf nur 18 mW bei 4,5 V Betriebsspannung ist. Die Regelschwelle (Verstärkungsbereich 80 dB) läßt sich mit einem externen Widerstand einstellen. Der Baustein, der zwei Eingänge für automatische Verstärkungsregelung mit zusätzlicher Fernbedienung oder Einstellung von Hand hat, eignet sich auch als NF-Generator mit konstantem Ausgangspegel, als Tonbandgeräteverstärker mit Übersteuerungsschutz, als Gleichstromverstärker mit einstellbarem Verstärkungsfaktor in Analog-Datenverarbeitungsgeräten, als ferngesteuerter NF-Verstärker für Rundfunkanlagen, als Sender- oder Tonbandgeräte-einschalter und als Einschalter für Mikrofone mit wählbarer Zeitkonstante.

Fernsprechseekabel Deutschland—Schweden

Das Seekabel zwischen Deutschland und Schweden, mit dessen Auslegung von Burg auf Fehmarn nach Malmö jetzt begonnen wird, kann 480 Telefongespräche gleichzeitig übertragen. Das 120 Seemeilen (222 km) lange Kabel, das mit den Abschlußeinrichtungen und Verstärkern rund 7 Mill. DM kostet, soll schon am 1. August dieses Jahres den Betrieb aufnehmen. Es enthält in gleichmäßigen Abständen 17 transistorbestückte Unterwasserstärker, die äußerlich als etwa 3 m lange Verdickungen (Durchmesser 30 cm) wahrnehmbar sind. Den Verstärkern wird die Betriebsspannung vom Festland her über den Innenleiter des Kabels zugeführt.

Wobbel-Reflektometer „GR 1641“

Das Wobbel-Reflektometer „GR 1641“ von General Radio erlaubt die Messung von Stehwellenverhältnissen sowie von Reflexions- und Durchgangsdämpfungen mit hoher Genauigkeit im Frequenz-

VOGT BAUTEILE

FERROCART
FERROLARIT

Abgleichkerne
Schalenkerne
Stab- u. Rohrkerne
Ringkerne
E- und El-Kerne
Ul- und L-Kerne

Sonderformen
nach Ihren Wünschen

Spezialformen
aus Ferrit und
Carbonylenzen
für die Industrielle
Elektronik

Spulenkörper und
Kunststoffspitze

Abgleichkerne
Schalenkerne
Stab- u. Rohrkerne
Ringkerne
E- und El-Kerne
Ul- und L-Kerne

Sonderformen
nach Ihren Wünschen

Spezialformen
aus Ferrit und
Carbonylenzen
für die Industrielle
Elektronik

Spulenkörper und
Kunststoffspitze

VOGT & CO. KG
FABRIK FÜR ELEKTRONIK-BAUTEILE
8391 ERLAU ÜBER PASSAU
TELEFON 08591 335* Tx. 057869

ROKA TRANSISTOR- NETZTEIL

Die billige Dauerstromquelle für Kofferradios und andere Gleichstromverbraucher zwischen 7,5 V und 9 V Eingangsspannung. Max. Ausgangsstrom 0,3 A. Primär und sekundär abgesichert. Brummfreier Empfang. Umschalter für Netzbetrieb 220 V / 110 V. Elegantes zweifarbiges Kunststoffgehäuse

8 Adapter erlauben den Anschluß
des Roka-Transistor-Netzteils an
fast jedes Kofferradio. Cassette-
Tonbandgerät

ROBERT KARST · 1 BERLIN 61

GNEISENAUSTRASSE 27 · TELEFON 66 56 36 · TELEX 018 3057

bereich von 20 MHz bis 7 GHz bei festen oder gewobbelten Frequenzen. Die Anzeige erfolgt auf einem eingebauten Zeigerinstrument oder mit einem angeschlossenen Oszilloskop. Das Gerät stellt ein vollständiges Meßsystem dar. Es enthält alle wichtigen Bauteile wie Richtkoppler, Detektoren und Abschlüsse. Nur das Testobjekt wird zur Messung angeschlossen.

Einbaumeßinstrumente ohne Meßwerk-Ausbuchtung

Die Weston-Einbaumeßinstrumente „521“ und „531“, die Schlimberger auf den Markt bringt, sind nur 17 mm tief, und die Montage erfordert lediglich zwei Frontplatten-Löcher von 9,5 mm Durchmesser. Das bewährte Drehspul-Kernmagnetmeßwerk hat eine hohe Empfindlichkeit und eine Klassengenauigkeit von 1,5. Die Linearität entspricht der üblicher Instrumente. Die Modelle „521“ und „531“ werden für die Standard-Meßbereiche von 5 mV-bis 500 V-, 150 mV- bis 300 V- und 100 μ A- bis 10 A- geliefert. In die Wechselspannungsinstrumente ist ein Meßgleichrichter eingebaut. Der Innenwiderstand beträgt 1000 Ohm/V. Auf Wunsch können auch niedrigere Meßbereiche und Sonder Skalen gefertigt werden. Die Gehäuse sind wohlweise aus durchsichtigem Kunststoff oder schwarzem Preßstoff lieferbar.

Hochohmmeter „4329 A“

Das Hochohmmeter „4329 A“ von Hewlett-Packard hat insgesamt 30 Bereiche von $1 \cdot 10^0$ bis $1 \cdot 10^{16}$ Ohm. Der Gesamtbereich der Anzeige reicht dabei von $5 \cdot 10^0$ bis $2 \cdot 10^{16}$ Ohm. In Skalenmitte beträgt der maximale Meßfehler $\pm 5\%$. Zusätzlich arbeitet das Gerät noch als pA-Meter mit acht Bereichen von $2 \cdot 10^{-5}$ bis $2 \cdot 10^{-12}$ Ampere. Die abzulesenden Skalen werden von Leuchtpfeilen angezeigt, und auch die jeweiligen dekadischen Multiplikationsfaktoren erscheinen neben der Skala als leuchtende Ziffern. Mit einem Schalter können sieben Prüfspannungen von 10 bis 1000 V eingestellt werden. Für das Gerät ist eine Widerstands-Meßzelle lieferbar, mit deren Hilfe spezifische Oberflächen- und Materialwiderstände gemessen werden können, wobei durch die Form der Elektrode eine hohe Reproduzierbarkeit gewährleistet ist.

Neue Sende- und Empfangseinrichtungen für Nordrhein-Westfalens Landeplätze

Das Land Nordrhein-Westfalen rüstet noch vor Beginn der diesjährigen Flugsaison acht seiner insgesamt achtzehn größeren Landeplätze mit neuen Sende- und Empfangseinrichtungen aus. Anfang Februar wurde die erste der acht Rohde & Schwarz-Flugfunk-Bodenanlagen „NU 001/2501“ ausgeliefert. Der Sendeteil besteht aus dem neu entwickelten, mit Transistoren bestückten 7-W-Sender „SU 001/2501“, einem Bedienfeld und Kommandoerstärker. Die VHF-Simultan-Empfangseinrichtung „EU 2503/4“ setzt sich aus drei Ein-Kanal-Empfängern, einem Trennerstärker und Kontrollfeld zusammen. Sämtliche Geräte sind in zwei 19-Zoll-Kästen auf kleinstem Raum untergebracht.

Induktive Wechselsprechanlage für Kräne

Für ausgedehnte Kran- und Verladeanlagen hat Siemens eine elektronisch umsteuerbare Wechselsprechanlage entwickelt, mit der von drei Leitständen aus bis zu sechs Kräne selektiv angesprochen werden können. Die Übertragung erfolgt im Tonfrequenzbereich über eine entlang der Kranbahn verlegte Induktionsschleife. Die Gespräche werden über eine Sprechfaste gesteuert, die für die Dauer einer Durchsage abwechselnd vom Kranführer beziehungsweise vom Bodenpersonal zu drücken ist. Die ortsfesten Leitstände haben jedoch Vorrang gegenüber den Durchsagen von den Kränen.

Datenstation für jedermann

Auf der Hannover-Messe stellte die Bundespost in einer Sonderausstellung unter dem Titel „Dateldienste“ ein neues Datenübertragungsgerät (Modem) vor, das zur Verwendung an Fernsprechanschlüssen bestimmt ist und demnächst eingeführt werden soll. Das neue System „D 20 P“ arbeitet nach dem Parallelübertragungsverfahren und bietet die Möglichkeit, Daten zu niedrigen Kosten zwischen Fernsprechanschlüssen zu übertragen. Der Modem wird dem Fernsprechnehmer als postelige Zusatzeinrichtung angeboten. Die Übertragungsgeschwindigkeit beträgt 20 Zeichen/s, unter bestimmten Voraussetzungen auch 40 Zeichen/s.

unser



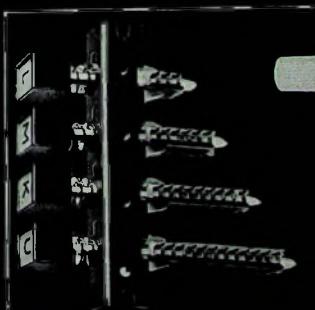
miniatur-schiebeschalter typ 434
ist ein

tiefstapler

er löst jede schaltaufgabe auf kleinstem raum



drehschalter typ 438



drucktastenschalter 438



schoeller & co.
elektrotechnische fabrik
frankfurt am main-süd
mörfelder landstr. 115-119

373



Funksprech-Meßplatz

0,4 ... 490 MHz

- Rationeller Meßplatz für Anlagen und Geräte beweglicher Funkdienste (entspricht allen Pflichtenheftforderungen)
- Meßsender + Frequenzkontroller + Leistungsmeßadapter
- Empfangsteil-Messungen quarzgesteuert, Auflösung 100 Hz
- Sendeteil-Messungen: Leistung, Frequenz, Frequenzhub

Meßsender SMDF: 0,4 ... 227 MHz und 404 ... 490 MHz (mobil Landfunk) oder SMDA: 0,4 ... 404 MHz (Flugfunk). Die volltransistorisierten Meßsender eignen sich besonders gut für Entwicklung, Prüfung und Service von Funksprechgeräten. Hohe Frequenzkonstanz (besser $5 \cdot 10^{-6}$ /15 min ohne, $2 \cdot 10^{-7}$ /h mit Frequenzkontroller) und großer Rauschabstand gestatten Messungen auch an Empfängern mit kleinem Kanalabstand. Die Frequenz ist ohne Drehrichtungsumkehr durchstimmbar, die Feinverstimmung in kHz geeicht.



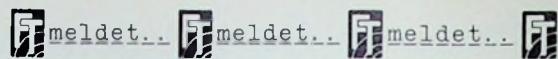
Frequenzkontroller (im Bild oben) für höchste Ansprüche an Frequenzkonstanz und Genauigkeit. Die Senderfrequenz wird quarzgenau gesteuert und digital siebenstellig angezeigt (Auflösung 100 Hz oder 10 Hz unter 100 MHz, Fehlergrenzen des Zählers $< 5 \cdot 10^{-8}$ /Monat, Inkonstanz der synchronisierten Meßsenderfrequenz $< 2 \cdot 10^{-7}$). Zusätzlich sind Hub- und Frequenzmessungen am Sendeteil des Funksprechgerätes durchführbar (Hubmeßbereiche 5 und 20 kHz; Meßausgang für Störhubmessungen).

Leistungsmeßadapter (im Bild unten) zur schnellen und einfachen Umschaltung aller Betriebsarten bei Sende- und Empfangsteilmessungen und zur Messung von Leistungen bis 20 W in drei Bereichen (0,2/2/20 W).

Verlangen Sie bitte das Applikationsblatt SMDF/SMDA mit ausführlicher Beschreibung der universellen Meßmöglichkeiten

ROHDE & SCHWARZ

8 München 80, Mühldorfstraße 15, Telefon (0811) 401981, Telex 5-23703



Neue Grundig-Niederlassung in Mannheim

Aus Teilgebieten der Grundig-Niederlassungen Frankfurt a. M., Köln und Nürnberg sowie der Werksvertretung Stuttgart wurde die neue Niederlassung Mannheim der **Grundig-Verkaufs-GmbH** gebildet. Ihre Leitung wurde dem bisherigen Verkaufsleiter der **Grundig-Niederlassung** in Düsseldorf, **Fritz Meyer**, übertragen. Verwaltungsleiter ist **Paul Kögel** (bisher Verwaltungsleiter Frankfurt) und Verkaufsleiter **Willi Haase**, der bereits mehrere Jahre in Mannheim Filialeiter der **Grundig-Werksvertretung** war.

Verkaufsbüro der Trio Kenwood Electronics S.A.

Um der steigenden Nachfrage zu genügen, hat die **Trio Kenwood Electronics S.A.**, die Hi-Fi-Geräte herstellt, am 1. April 1969 ein eigenes Verkaufsbüro in Frankfurt a. M., Rheinstraße 17, eröffnet. Dem Verkaufsbüro ist eine Service-Abteilung angeschlossen.

PE-Werksvertretung in Mannheim

Die Werksvertretung von **Perpetuum-Ebner** für das Gebiet Mannheim mit den Kreisen Heidelberg, Sinsheim, Mosbach, Buchen und Tauberbischofsheim hat jetzt die **Walter Hans Kurz KG**, 68 Mannheim 1, Friedrichsplatz 8, übernommen.

Produktionsrekord im Olympia-Hauptwerk Wilhelmshaven

Nach rund 17jähriger Produktion von Rechenmaschinen im Hauptwerk der **Olympia Werke AG** in Wilhelmshaven-Roffhausen ist hier die beachtliche Stückzahl von einer Million erreicht worden. In dieser Zahl ist die Produktion der Olympia-Rechenmaschinenfertigung in Braunschweig nicht enthalten.

Expansion bei der Motorola Halbleiter GmbH

Der Marktanteil der **Motorola Halbleiter GmbH** auf dem deutschen Halbleitermarkt konnte mit dem Ausbau der Vertriebsorganisation zwischen 1967 und 1968 mehr als verdoppelt werden. Während der Umsatz im Jahre 1967 nur 6,5 Mill. DM betrug, stieg er 1968 um über 240 % auf 22 Mill. D-Mark. Weitere, wenn auch nicht mehr so erhebliche Steigerungen, können auf Grund der derzeitigen positiven Auftragslage in der Elektronik-Industrie für 1969 erwartet werden.

Audio Magnetics International

Die **Audio Magnetics Corp.**, Southern California, die Tonbänder herstellt, hat die im Januar 1969 zur Koordinierung ihrer ausländischen Produktionsstätten gegründete Gesellschaft **Audio International** jetzt in **Audio Magnetics International** umbenannt. Präsident der neuen Gesellschaft ist **George Abitboul**.

SGS baut Werk in Singapur

Die **SGS**-Firmengruppe baut in Singapur ein Werk für die Herstellung von Halbleiter-Bauelementen. Das neue Werk kommt insbesondere als Lieferant für den Markt im Fernen Osten in Betracht, ist jedoch auch für den Markt in Nordamerika von Bedeutung. Die Produktion von Transistoren und integrierten Schaltungen wird schon im dritten Quartal dieses Jahres in provisorischen Gebäuden aufgenommen. Das geplante Werk (zunächst mit einer Fläche von rund 10 000 m²) soll bis Mitte 1970 fertiggestellt sein.

Neue Motorola-Gesellschaft in Großbritannien

Die **Motorola Inc.**, Franklin Park (Ill.), gründete in Stotford, Bedfordshire (Großbritannien), die **Motorola Automotive Products, Ltd.** Die neue Gesellschaft wird sich der Produktion und dem Vertrieb von 8-Spur-Stereo-Autobandgeräten widmen.

In fünf Jahren

Computer im Werte von 200 Mill. Pfund verkauft

Mit bereits mehr als 1000 ausgelieferten Einheiten nähern sich die Verkäufe der Computer-Serie „1900“ der **International Computer Ltd.** der 1500-Marke. Der Gesamtwert der Aufträge beläuft sich auf rund 200 Mill. Pfund. Bei der jüngsten Lieferung handelte es sich um einen Computer „1900 A“ im Wert von 63 500 Pfund für das Technologische Institut der Universität Nancy in Frankreich.

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

RUNDFUNK
FERNSEHEN
PHONO
MAGNETTON
HI-FI-TECHNIK
AMATEURFUNK
MESSTECHNIK
HALBLEITER
ELEKTRONIK

FUNK-TECHNIK

J. ROTTGARDT

Forschungsstrategie der Nische — Ein Programm für Europäer

Historisch gesehen haben politische, weltanschauliche und religiöse Ideen, Konstruktionen oder Formen das Leben der Menschheit selten erleichtert oder gar fortschrittlicher gestaltet. Religionen kämpften gegeneinander, Reiche entstanden und zerfielen, Regierungsformen änderten sich. Sie alle kamen mit großen Ankündigungen und Versprechungen, und sie vergingen meist unter großen Leiden der Menschheit. Lediglich die Tätigkeit des Ingenieurs, der die auf Naturerkennnis beruhende Technik schuf, brachte der Menschheit einen wirklich messbaren, materiellen Fortschritt und erleichterte ihr Los in den Jahrtausenden ihres Seins.

Die moderne Verhaltensforschung gibt einen Hinweis auf diese offensichtliche Diskrepanz im Fortschritt der Menschheit. Bei der Lösung von Problemen des sozialen Zusammenlebens hat die Menschheit wohl deswegen bisher weitgehend versagt, weil die soziale Intelligenz dem Anschein nach vorwiegend im Erbgut programmiert ist. Da sie offenbar seit Jahrtausenden durch Mutationen nicht wesentlich verändert wurde, verhält sich der Mensch im sozialen Bereich im Prinzip noch so wie sein Vorfahr in der Steinzeit. Dagegen scheint die Werkzeugintelligenz — und das damit verbundene abstrakte Denkvermögen — frei programmierbar zu sein. Und diese Tatsache erklärt dann auch den ungeheuerlichen technischen Fortschritt, der in erster Linie auf der Werkzeugintelligenz des Menschen beruht.

Die Technik hat erreicht, daß der Mensch heute in den Industriekulturen unabhängig von den politischen, rassischen und geografischen Gegebenheiten unter ganz verwandten Bedingungen lebt.

Der messbare Fortschritt der Menschheit beruht also auf der Tätigkeit von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren, auf Erfindungen neuer und Verbesserungen vorhandener Werkzeuge, Geräte, Einrichtungen und technologischer Verfahren. Sieht man von den großen Erfindungen in den Anfängen der Menschheit ab, so stellt vor allem in den vergangenen 500 Jahren die Erfindung einer geeigneten Kombination von naturwissenschaftlichen und technischen Ergebnissen zu etwas Neuem — oft überraschend Neuem — dar. Erfindungen werden gemacht, wenn Bedürfnisse der Menschheit danach verlangen. Diese Bedürfnisse können aus wirtschaftlicher Betätigung herrühren, aus dem Streben nach hohen Zielen („der erste Mensch auf dem Mond soll ein Amerikaner oder ein Sowjetbürger sein“) hervorgehen oder von dem Wunsche bestimmt sein, der Menschheit zu helfen, beispielsweise ein Mittel gegen die Schlafkrankheit zu finden. Doch erst das Umsetzen in ein verwendbares Produkt, die sogenannte Innovation, macht eine Erfindung zum technischen Fortschritt. Zwischen Erfindung und Innovation liegen mit Entwicklung und Produktion weitere Ingenieurätigkeiten und die kommerzielle Aktivität der Vermarktung.

Der technische Fortschritt ist in unserer heutigen Zeit eine zwingende gesellschaftliche Notwendigkeit geworden. Er wird durch die industrielle Tätigkeit in Gang gehalten. In den Industrieländern hat er den allgemeinen Wohlstand so weit gesteigert, daß die Befriedigung der elementaren Lebensbedürfnisse eine Selbstverständlichkeit wurde. Angesichts der unheimlichen Zuwachsraten des menschlichen Wissens drängt sich der Gedanke auf, daß die Unruhe unter der Jugend aller Industriekulturen und ihre im Grunde negative Einstellung zu dem technischen Fortschritt und der industriellen Tätigkeit möglicherweise die Rückstellgröße in dem gesellschaft-

Direktor Dr. Jürgen Rottgardt ist Leiter der Zentralen Entwicklung und stellvertretendes Vorsitzendes des Vorstandes der Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart; Vortrag auf der SEL-Fachpressekonferenz am 26. April 1969 in Hannover

lichen Regelkreis darstellt, die den Fortschritt auf ein meisterbares Maß zurückzuschrauben will.

Seit einiger Zeit wird nun viel über den technologischen Vorsprung der USA vor den europäischen Ländern gesprochen, den diese aufholen müßten, wenn sie weiterhin am technischen Fortschritt teilhaben wollen. Dazu sind viele Lösungsvorschläge gemacht worden. Obwohl viele Faktoren zur amerikanischen Überlegenheit beitragen, gelten in der Öffentlichkeit noch immer die größeren Forschungsaufwendungen der USA als Hauptursache. Und man glaubt, die technologische Lücke schließe sich sozusagen von selbst, wenn nur mehr Geld ausgegeben werde für die Forschung allgemein und speziell auf jenen Gebieten, auf denen die USA und die UdSSR große Aufwendungen treiben. Dem seien die Behauptungen entgegengestellt:

1. Erforderlich ist ein eigenständiges Ziel, das Begeisterung erweckt und eine Nation — vor allem ihre Jugend — mobilisieren kann. „Nachmachen“ oder „Einholen“ setzt als Ziel keine Kräfte frei.

2. Erforderlich ist eine „Forschungsstrategie der Nische“ mit dem Programm

a) keine eigene Grundlagenforschung auf Gebieten zu betreiben, auf denen die beiden größten Industriekulturen beträchtliche Vorsprünge haben, sondern alle dort erarbeiteten Technologien ohne Emotionen zu übernehmen und, wo nötig, besser anzuwenden, b) die geistige und finanzielle Potenz auf die von den USA und der Sowjetunion vernachlässigten Forschungsgebiete zu konzentrieren.

3. Auf diese Weise läßt sich eine — dem Weltfrieden förderliche — internationale „Arbeitsteilung der Forschung“ erreichen.

Die im Auftrag der Wissenschaftsminister der OECD-Staaten angefertigte Studie „Technological Gaps, their Nature, Causes and Effects“ stellt eine Reihe von bemerkenswerten Tatsachen zur Unterstützung dieser Behauptungen fest:

► Die USA haben ein relativ größeres Reservoir und eine größere Zunahme an universitätsgezulassen Menschen aller Fakultäten; vor allem haben sie einen gut ausgebildeten Stab von Managern in der Privatindustrie. Ihre Hochschulabsolventen streben mehr nach Managementpositionen als ihre Kollegen in Europa. Aber der Vorsprung der USA ist weniger markant, wenn man die technischen Fakultäten für sich allein betrachtet.

► Von 140 untersuchten Innovationen der letzten Jahre stammten 60% aus den USA, 14% aus Großbritannien und 9% aus der Bundesrepublik Deutschland (BRD). Die USA dominieren vor allem in „jungen“ Industriezweigen wie Rechnerelektronik, Titanherstellung, Satellitenforschung usw., während Europas Stärke in Bereichen liegt, die vor 30 bis 50 Jahren „jung“ waren, zum Beispiel in der pharmazeutischen und der Kunststoff-Industrie, aber auch in der konventionellen Erzeugung und Verteilung von elektrischer Energie und der Konsumgüterelektronik.

► In Großbritannien wie in den USA werden für alle forschungsintensiven Industrien (Luft- und Raumfahrt, Elektrotechnik einschließlich Elektronik, Chemie einschließlich Erdöl und Pharmazie) Aufwendungen — teilweise staatlich hoch subventioniert — gemacht, dagegen in der BRD und in Japan nur für Elektrotechnik und Chemie bei geringen staatlichen Subventionen.

Es ist sehr aufschlußreich, die Wirtschaftsstärke dieser Länder zu vergleichen. Großbritannien hat seit Jahren Währungsschwierigkeiten, Japan dagegen erzielt die stärksten Steigerungsraten des Bruttonsozialproduktes. In der folgenden Tabelle sind die Anteile der USA, der BRD und Großbritanniens (UK) am Weltexport und

an den von der OECD untersuchten 140 Innovationen einander gegenübergestellt:

	USA	UK	BRD	
Anteil der Innovationen	60	14	9	Prozent
Anteil am Weltexport	30	14	22	Prozent

Daraus zieht der OECD-Bericht die Schlußfolgerung, daß die Unterschiede zwischen den Ländern in der Anzahl erstellter Innovationen ihr wirtschaftliches Wachstum nicht maßgeblich beeinflussen. Wie Japan beweist, das seine technologische Rückständigkeit in den Jahren 1950 bis 1967 durch 4135 Lizenzimporte (60% aus den USA, 10,8% aus der BRD, 7,4% aus der Schweiz und 5,6% aus Großbritannien) aufholte, kann eine Industriation ihre Wirtschaftsstärke auch steigern und erhalten, wenn sie die bei anderen eingeführten Neuerungen übernimmt. Bemerkenswerterweise haben die USA, die viele europäische Forschungs- und Entwicklungsergebnisse übernommen, in der Vergangenheit von allen Nationen absolut die meisten Erfindungen anderer erfolgreich in Produkte umgesetzt und kommerzialisiert. Heute liegt aber Japan an der Spitze aller Länder in der Anzahl übernommener Innovationen.

Somit gefährdet die „Forschungsstrategie der Nische“ mit der Forderung „keine Forschung treiben auf Gebieten, auf denen die USA uneinholbar voraus sind, sondern die Technologien übernehmen“ keineswegs die künftige wirtschaftliche Stellung eines Landes in der Welt. Die Frage ist nur, ob man die Technologien am besten durch die Etablierung multinationaler Unternehmen oder durch Lizenz- und Know-how-Abkommen überträgt. Bei multinationalem Unternehmen ist zugleich von Vorteil, daß sie außerdem verbesserte Managementmethoden in Europa einführen, aber auch die einfachste und billigste Know-how-Übertragung gewährleisten. Nun hat sich aber in der letzten Zeit — wohl ausgelöst durch das sich ausgezeichnete Buch von Servant-Schreiber „Die amerikanische Herausforderung“ — in manchen Kreisen Europas ein neuer Nationalismus, ein Wirtschafts-Nationalismus, eingebürgert. Der Verbraucher kennt diesen Nationalismus nicht; er kümmert sich keinesweg darum, ob die gekauften Waren in einem europäischen Unternehmen produziert wurden, dessen Aktien sich zwar in Händen von Ausländern befinden, dessen Manager und Belegschaft aber Europäer sind.

Das Problem ist Europas Unfähigkeit, sein vorhandenes wissenschaftliches und technologisches Potential in einen entsprechenden industriellen und wirtschaftlichen Fortschritt umzusetzen. Und dabei können multinationale Firmen die amerikanischen Fähigkeiten, Erfindungen in Innovationen umzusetzen, leicht auf die jungen Europäer übertragen.

Die Menschen in den beiden größten Nationen glauben an den technischen Fortschritt. In der UdSSR verbindet man damit Gefüle wie „Zukunft, Hoffnung, Sieg“, in den USA solche wie „wirtschaftlicher Erfolg, Prestige, verbesserte Lebensbedingungen, Beseitigung der Armut, Möglichkeiten der Demokratie“. Dagegen wehrt sich in Europa die von Prof. Steinbuch so klar definierte „Hinterwelt“ gegen die Erkenntnis, Fortschritt sei bedingt durch Naturwissenschaft und Technik. Hier gibt es als Folge einer antitechnischen und antinaturwissenschaftlichen Ideologie bemerkenswerte irrationale Vorurteile. So gilt heute noch weitgehend in verschiedenen Gesellschaftskreisen mangelndes Verständnis und sogar Ablehnung von Naturwissenschaft und Technik nicht als geistiger Mangel, sondern sogar als Zeichen einer „vornehmen“, humanistisch orientierten Einstellung.

Daß in der Menschheitsgeschichte der Krieg tatsächlich oft der Vater aller Dinge war und den Fortschritt der Technik beschleunigte, ist nicht primär Schuld der Naturwissenschaftler und Techniker, sondern vielmehr der Politiker und Ideologen, welche die Ergebnisse der Technik statt zum Wohle der Menschheit zum Ausbau der eigenen Machtstellung verwendeten. Trotz allem müssen die Industrieländer Europas und speziell die Bundesrepublik eigene Forschung betreiben, denn auf die Dauer kann man nicht alle neuen Technologien nur von anderen übernehmen.

Bemerkenswert ist, daß die breite ungezielte Forschungsförderung nun sogar bei den Giganten USA und UdSSR in Kritik gerät. In den USA wurden die gesamten staatlichen Ausgaben für Forschungen im letzten Jahr nur noch um 0,6% gesteigert und dabei die Aufwendungen für die freie Grundlagenforschung besonders reduziert. Ebenso beginnt in der UdSSR die Kritik an Forschungsprojekten, die keine Umsetzung in Produkte ermöglichen.

Die beschränkten Mittel der deutschen Forschung machen eine wohlabgewogene Strategie notwendig, doch wird leider in weiten Kreisen der Öffentlichkeit noch immer daran gezweifelt, daß die Forschung mit wissenschaftlichen Methoden geplant werden kann. Hier setzt die „Strategie der Nische“ mit der zweiten Forderung an: Forschung in solchen naturwissenschaftlich-technischen Bereichen,

in denen die USA und die UdSSR nicht oder nur unbedeutend tätig sind. Wie das japanische Beispiel zeigt, kann man durch Konzentration des Mitteleinsatzes und durch Übernahme von technischem Know-how sehr viel erreichen. Ähnliche Bestrebungen des Forschungsministeriums sollten durch positive Vorschläge unterstützt werden, die darauf abzielen, Produkte zur Befriedigung materieller Bedürfnisse der Menschheit zu schaffen.

Sinnvoll angewendet, kann die „Strategie der Nische“ Europa in die Lage versetzen, auf zukunftsreichen technischen Gebieten wieder eine führende Rolle zu übernehmen und Know-how sowie Lizenz zu exportieren.

Vielleicht können die programmatischen Sätze der Zukunftsprognose von Prof. Frh. von Weizsäcker Gebiete aufzeigen, denen sich das Interesse im Rahmen einer „Strategie der Nische“ zuwenden sollte. Vier der acht Sätze lauten:

a) Diejenige Wirtschaft wird dominieren, welche die Bewußtseinstufe des Computers erreicht.

b) Die Biologie wird die Welt in noch stärkerem Maße verändern als die Physik.

c) Eine Hungerkatastrophe in den Entwicklungsländern wird in den nächsten Jahrzehnten unvermeidbar sein.

d) Der Weltfriede bedarf einer Sicherung (nicht wörtlich zitiert).

Für Konsequenzen aus der ersten These gibt es wertvolle Ansätze in der staatlichen Förderung des deutschen Wissenschaftsministeriums. Vor allem sollte innerhalb der Datenverarbeitung in Deutschland die Software-Entwicklung staatlich gefördert werden, weil man hier schnell zur Front der Weltgeltung vorstoßen kann. In diesen Rahmen gehört beispielsweise das dem Forschungsministerium von SEL unterbreitete Projekt „Deutsches nationales Zentrum für die Entwicklungsaufmatisierung“. Bei schneller Durchführung kann hiermit sowohl die gesamte deutsche Industrie einen entscheidenden Vorsprung vor den übrigen Ländern erreichen als auch ein Vorbild für die übrigen industriellen Länder werden. Die Förderung neuerlicher Entwicklungen sollte aber alle industriellen Entwicklungsteams in Deutschland einschließen. Die Sorge, daß dann mit deutschen Steuergeldern in multinationalem Unternehmen entstandenes Know-how in andere Länder fließt, ist ein emotionales und deshalb unwirtschaftliches Denken, denn auf der anderen Seite fließt über die deutschen Glieder dieser Firmen auch durch ausländische Steuergelder ermöglichtes Know-how der deutschen Volkswirtschaft zu.

Die zweite These von Weizsäcker müßte im Konzept der „Strategie der Nische“ Anlaß zur starken Förderung der biologischen und biotechnischen Forschung geben, weil die Bundesrepublik hier noch nicht so hoffnungsvoll hinter den USA und der UdSSR zurückliegt. Selbst für ein nachrichtentechnisches Unternehmen sind gerade von der biologischen Forschung neue Technologien zu erwarten. Man denke daran, daß ein Gerät mit 1000 Funktionen in der klassischen Schaltungsweise etwa 3600 cm³ Raum einnahm. In der gegenwärtig meist gebräuchlichen Druckplattentechnik mit Halbleiter-Bauelementen noch etwa 500 cm³ Raum beansprucht, die Natur in den lebenden Organismen aber diese Aufgabe mit Gebilden löst, die kleiner als ein tausendstel Kubikzentimeter sind. Die Zuverlässigkeit komplizierter Anordnungen ist von der Natur in den lebenden Organismen zum Extrem getrieben, und hier läßt sich vielleicht von der Natur lernen, wie bei Ausfall einer Nachrichtenbahn eine andere, ursprünglich hierfür gar nicht vorgesehene Bahn die Aufgabe übernehmen kann.

Wie bereits erwähnt, darf beim Planen der Forschungsstrategie die Erzeugung der notwendigen Begeisterung vor allem in der Jugend einer Nation, also die Motivation durch eine große eigenständige Aufgabenstellung, nicht vergessen werden. Kennedys Forderung, daß die Amerikaner als erste auf dem Mond gelandet sein müßten, ist ein Beispiel für Zielsetzungen, die ungeheure Energien auslösen.

Wenn man unter diesem Gesichtspunkt die beiden weiteren Thesen von Weizsäckers von der bevorstehenden Hungerkatastrophe und der Gefährdung des Weltfriedens betrachtet, ergeben sich Ansatzpunkte für ein naturwissenschaftlich-technisches Forschungsprogramm „Sicherung des Weltfriedens“. Bei dessen Aufstellung sollten nicht Honoratiorenklubs, sondern ein kompetentes Beratergremium mitwirken, bestehend aus einer Gruppe vollamtlich tätiger, naturwissenschaftlich-technisch orientierter Forscher, Ingenieure und Manager mit bestimmten Fähigkeiten und Qualifikationen. An diesem Programm müßten neben der Physik die Chemie, ferner die Biologie, vor allem für Ernährungsfragen, sowie die Zoologie für die Verhaltensforschung beteiligt sein, darüber hinaus die technische Forschung auf den Gebieten der Kommunikation, Information und Bildung, alle ausgerichtet und koordiniert auf das eine große gemeinsame Ziel. Und als Ergebnis würden wiederum neue Technologien und damit Produkte und Produktionen zum Nutzen der Welt entstehen.

Praktische Anwendungen des Lasers

1. Allgemeines

Die erste experimentelle Verwirklichung des Laserprinzips ist nun acht Jahre her. Allein in den Vereinigten Staaten von Amerika sind im vergangenen Jahr schätzungsweise 100 Millionen Dollar für die Laserforschung aufgewendet worden, und man erwartet, daß diese Summe sich in der kommenden Dekade noch um jährlich rund 50 % erhöht. Die Laserforschung hat in Tausenden von wissenschaftlichen Veröffentlichungen ihren Niederschlag gefunden. Auch stehen bereits zahlreiche Fachbücher zur Verfügung, in denen auf die Theorie der Laser und technologische Fragen ausführlich eingegangen wird [1, 2, 3, 4]. Über mögliche Anwendungen des Lasers ist anfangs viel spekuliert worden, doch gibt es heute kaum ein Fachbuch, das über alle Anwendungen umfassend berichtet, die sich tatsächlich verwirklichen ließen. Nur wenige Übersichtsberichte liegen vor [5, 6, 7]. Umwälzende technologische Fertigungsverfahren hat die Erfindung des Lasers bisher nicht eingebracht, doch schälen sich einige Anwendungsgebiete heraus, auf denen sich der Laser durchgesetzt hat oder auf denen er sich in Zukunft durchsetzen könnte. Viele dieser praktischen Anwendungen, die hier aufgezählt werden sollen, sind noch in der Entwicklung begriffen.

2. Laserarten

2.1. Übersicht

Mittlerweile hat jedermann eine vage Vorstellung von der Funktionsweise eines Lasers. Zumindest weiß jeder hieran interessierte Techniker, daß ein Laser monochromatisches Licht hoher spektraler Reinheit liefert, das in einen dünnen Strahl gebündelt ist und sehr intensiv sein kann. Manche Laser können außerordentlich kurze Impulse liefern. Diese und andere Eigenschaften

findet man bei etwa 50 verschiedenen Lasertypen; die wichtigsten heute bekannten Grundtypen sind mit ihren Hauptdaten in Tab. I aufgeführt. Die Lasertypen unterscheiden sich in der Wellenlänge ihrer Strahlung, in der Arbeitstemperatur, im Wirkungsgrad, in der Art der Anregung und in anderen Merkmalen.

Man kann die Laser in drei Hauptklassen einteilen:

1. Laser, die vom Verfahren des optischen Pumpens Gebrauch machen;
2. Gaslaser, die durch eine elektrische Gasentladung angeregt werden;
3. Halbleiterlaser.

Die Laser in jeder Klasse können auf verschiedene Art und Weise verwirklicht werden.

2.2. Pumplaser

Bei optisch gepumpten Lasern ist das aktive Medium normalerweise ein fluoreszierender Festkörper, doch sind auch Flüssigkeiten und Gase verwendet worden. Die Anregungsquelle, die die Besetzungsumkehr und die damit verknüpfte stimulierte Emission ins Leben ruft, ist hier eine Pumplampe. Unter den erprobten Festkörpern, die Laserwirkung erlauben, haben sich drei als besonders wichtig erwiesen: Rubin, mit Neodym gedoptes Glas und mit Neodym gedopter Yttrium-Aluminium-Granat (YAG). Sowohl mit Rubin als auch mit Neodymglas läßt sich eine kontinuierliche Arbeitsweise erreichen, doch werden diese Laser hauptsächlich zur Erzeugung kurzer Impulse entworfen. Neodym-YAG eignet sich für Impulsbetrieb und für kontinuierliche Arbeitsweise gleich gut. Mit Rubin- und Glaslasern können Impuls-Spitzenleistungen bis zu etwa 1000 MW erzeugt werden. Der YAG-Laser liefert mit Leichtigkeit eine Dauerstrichleistung von einigen Watt.

2.3. Gaslaser

Gaslaser, die mittels einer elektrischen Gasentladung angeregt werden, sind mit einer Fülle von Gasen und Gas-Kombinationen verwirklicht worden. Die erhaltenen Wellenlängen sind zahllos und reichen vom Ultravioletten bis zum Infrarotbereich.

Der Helium-Neon-Laser wird meistens bei einer Wellenlänge von 0,63 μm verwendet, da diese Strahlung sichtbar ist und Experimente sich infolgedessen leichter verfolgen lassen; er liefert in seiner gewöhnlichen kontinuierlichen Arbeitsweise eine Dauerstrichleistung von einigen Milliwatt.

Ebenso wichtig ist der Argonlaser, der als aktives Medium einfachionisiertes Argongas verwendet und gleichzeitig bei verschiedenen Wellenlängen emittiert. Die vorherrschenden Emissionsfarben sind Grün, Blaugrün und Violett, und die stärkste Emission findet bei 0,4880 μm und bei 0,5145 μm statt. Argonlaser können kontinuierlich oder im Impulsbetrieb arbeiten. Im ersten Fall kann die Ausgangsleistung mehrere Watt sein. Wird der Laser für die Emission von Impulsfolgen ausgelegt, dann kann er Durchschnittsleistungen zwischen Milliwatt und Watt abgeben.

Dem Argonlaser ähnlich ist der Kryptonlaser. Er macht von einfachionisiertem Krypton Gebrauch und liefert zusätzliche Wellenlängen, die im Argon-Spektrum nicht enthalten sind. Seine Emission ist etwas schwächer als die des Argonlasers.

Ein typischer Vertreter der Gruppe von Gaslasern, die Gasgemische enthalten, ist der CO₂-Laser. Durch das Zuminischen von Gasen wird sein Wirkungsgrad heraufgesetzt. Letzterer ist hier 10...15 %, bei anderen Lasern dagegen nur 0,01...1 %. Der CO₂-Laser sticht außerdem noch dadurch hervor, daß er die ziemlich lange Wellenlänge von 10,6 μm liefert. Er wird fast immer für kontinuierlichen Betrieb eingesetzt, und

Tab. I. Eigenschaften einiger Laser-Grundtypen

Aktives Lasermaterial	Materialart	Wellenlänge μm	Kontinuier- liche Leistung W	Spitzen- leistung bei Q-Schaltung MW	Übliche Moden- energie Joule	Impulslänge μs	Impulsmodulation		Durch- schnitts- leistung mW	Etwaiger Strahlwinkel 10 ⁻³ Winkel- grade
							Impulsfolge- frequenz Imp/s	Durch- schnitts- leistung mW		
He-Ne	Gas	0,6328 1,15 3,30	0,001...0,1							1
Ar ⁺	Gas	0,4880 0,5145	1...10			10...100	50...1000	1...100		1
Kr ⁺	Gas	0,6471 0,5681 0,5208 0,4762	0,5			10...100	50...1000	0,5...50		1
CO ₂	Gas	10,6	10...1000	0,01						1
N ₂	Gas	0,3371		0,1						2 × 20
Rubin	Festkörper	0,6943	1	10...1000	1...500	1000	1	25 000		1...10
Nd-Glas	Festkörper	1,06		10...1000	1...1500	0,020	1...10	100...1000		1...10
Nd-YAG	Festkörper	1,06	1...100	1...10	0,1...1	0,010	1...50	100...5000		2...5
GaAs	Festkörper (Halbleiter)	0,84...0,9	1...10			0,050	100...1000	100...1000		20 × 400

seine Dauerstrichleistung kann dann einige Watt oder sogar über ein Kilowatt sein.

Ebenfalls wichtig ist der Stickstofflaser. Dieser Laser ist interessant, weil er direkt im Ultravioletten bei einer Wellenlänge von $0,3371 \mu\text{m}$ emittiert. Er liefert Impulsfolgen mit Spitzenleistungen von etwa 0,1 MW.

2.4. Halbleiterlaser

Beim Halbleiterlaser entsteht die Anregung durch Elektronen, die über die Übergangszone fließen. Unter allen erprobten Halbleiterlasern hat sich der Galliumarsenidlaser als der praktischste erwiesen. Wird er mit flüssigem Stickstoff gekühlt, dann liefert dieser Laser eine Wellenlänge von etwa $0,84 \mu\text{m}$; bei Zimmertemperatur liegt die Wellenlänge seiner Strahlung bei rund $0,9 \mu\text{m}$. Ein gekühlter Galliumarsenidlaser kann kontinuierlich arbeiten oder Impulsfolgen liefern, wobei 1 bis 10 W Durchschnittsleistung typisch sind. Bei Zimmertemperatur ist Kurzimpuls-Betriebsweise erforderlich mit Impulsfolgefrequenzen von etwa 1 kHz; die Spitzenleistung ist dann 10 bis 30 W.

3. Ultrakurze Laserimpulse

Um ultrakurze Laserimpulse zu erzeugen, wendet man die Güteschaltung (Q-Schaltung) an. Während Impuls-laser bei normaler Betriebsweise Impulse von 10 bis 1000 μs Länge abgeben, liefern güteschaltete Laser Impuls-längen im Bereich 10 ... 100 ns. Der Güteschalter (Drehspiegel, Kerrzelle, Pockelszelle, sättigbarer Absorber, akustischer Schalter oder sonstiger aktiver Schalter) wird in den Resonator eingefügt und bewirkt, daß die Energie eine Zeitlang im Laserstab gespeichert wird, bevor sie in Form eines sehr kurzen Riesenimpulses abgegeben wird. Auf diese Weise lassen sich Spitzenleistungen von etwa 1 MW bis etwa 10 GW erreichen. Besonders interessant ist die Güteschaltung mit Hilfe der Sättigung absorbierender Materialien. Während der Einwirkung des Pump-impulses absorbiert das Material zunächst stark, so daß entlang dem Laserstab kaum Verstärkung auftritt und es zu einer kräftigen Besetzungsumkehr kommt. Nähert sich der Pump-impuls seinem Ende, dann verringert sich die Absorption des Materials beträchtlich; der Lichtweg zwischen den Resonatorspiegeln ist wieder frei, und der Laser kann feuern.

Impulsserien können mit optisch gepumpten Lasern durch Anwendung eines als Modenkopplung bezeichneten Verfahrens erzeugt werden. Um Modenkopplung herbeizuführen, wird in einem gütemodulierten Laser der Schalter periodisch moduliert, und zwar mit einer Frequenz, die der Differenz zwischen zwei Moden des Fabry-Perot-Resonators entspricht. Mehrere Resonatormoden schwingen dann zugleich, und zwar so, daß das Fourierspektrum der Resultierenden einer Impulsserie entspricht, wobei die Impulse sich mit der Frequenz des Modenabstands wiederholen (typisch: einige 100 kHz).

Bemerkenswert ist, daß durch diese Technik Impulse mit einer Dauer in der Größenordnung von Pikosekunden

hergestellt werden können. Da die zeitliche Dauer jedes Impulses der Linienbreite der emittierten Energie umgekehrt proportional ist, lassen sich die kürzesten Impulse mit Lasermaterialien erreichen, die eine breite Emissionslinie aufweisen. Da optisch gepumpte Festkörperlaser eine größere Linienbreite als Gaslaser haben, eignen sie sich für diesen Zweck am besten. Spezielle Anwendungen für diese überaus kurzen Impulse hat man sich bisher jedoch noch nicht ausgedacht.

4. Anwendungen des Lasers

4.1. Möglichkeiten und Grenzen

Zumindest in der Forschung hat sich der Laser bisher als ein äußerst nützliches Instrument erwiesen, aber auch in der Technik zeichnen sich vielversprechende Anwendungsmöglichkeiten ab. In den Anfangstagen der Lasertechnik war man sehr enthusiastisch, und es wurden zahlreiche phantasievolle und unrealistische Anwendungen für den Laser vorgeschlagen. In manchen Laboratorien stellte man bald fest, daß mittels Laserstrahlung kleine Metallmengen verdampft werden können. Daß diese Fähigkeit nicht notwendigerweise einschließt, daß mit dem Laser eine neue Zerstörungswaffe für die Zivilverteidigung geboren wurde, merkten viele lange Zeit nicht. Als man nach und nach feststellte, daß sich viele Anwendungsvorschläge in der Praxis nicht verwirklichen ließen, machte der anfängliche Enthusiasmus einer weltweiten Ernüchterung Platz. Man fragte sich oft, ob der Laser überhaupt einen praktischen Wert habe und vor allem, ob die gewaltige finanzielle Förderung der Laserforschung ins Leere getroffen sei. Heute ist offenkundig, daß dem Laser eine ganze Reihe von nutzbringenden Anwendungsmöglichkeiten offenstehen; einige typische Anwendungsbereiche sind in Tab. II zusammengefaßt. Manche dieser Anwendungen sind bereits ziemlich ausgereift, andere – wie beispielsweise die optische Nachrichtentechnik oder die optische Datenverarbeitung – liegen noch in ferner Zukunft.

Bisher ist es nicht gelungen, die mögliche Energie eines Laser-Riesenimpulses von 1 GW und mehr auf die theoretisch kleinste Fläche von einer Quadratwellenlänge¹⁾ zu konzentrieren, doch werden solche extrem hohen Energiedichten wie 500 TW/cm^2 (1 Terawatt = 10^{12} Watt) bereits erreicht. Das bedeutet, daß ein elektrisches Wechselfeld von etwa $0,3 \text{ GV/cm}$ und ein magnetisches Wechselfeld von rund 1 MG im Spiel sind. Solche enormen Feldstärken eignen sich hervorragend zum Studium nichtlinearer Effekte, die im Bereich optischer Wellenlängen auftreten können. Tatsächlich ist die nichtlineare Optik ein ganz neues Forschungsgebiet und erst durch den Laser ermöglicht worden.

Die Erzeugung von Harmonischen der Grundfrequenz ist eine wohlbekannte Technik und wird seit langem für Radiofrequenzen und Mikrowellen verwirklicht; im optischen Frequenzbereich war sie vor der Erfindung des Lasers

¹⁾ Quadrat, dessen Kantenlänge gleich der Laser-Wellenlänge ist

Tab. II. Anwendungen des Lasers

1. Wissenschaftliche Anwendungen

- Nichtlineare Optik
- Ramanpektroskopie
- Infrarotspektroskopie
- Chemische Emissionsspektroskopie
- Demonstrationsgerät
- Krebsforschung

2. Meßtechnik

- Vermessungstechnik
- Radar
- Gyroskop
- Oberflächenbeschaffenheit
- Oberflächenspannungen
- Reflexion an heißen Körpern
- Wärmeleitfähigkeit heißer Körper
- Geschwindigkeit
- Turbulenzen in Gasen und Flüssigkeiten
- Elektrische Starkströme
- Vibrationen

3. Ausnutzen der Strahlleistung

- Bohren
- Schweißen
- Schneiden
- Augenoperationen
- Erzeugen von Ionen- und Elektronenwolken
- Verdampfung chemischer Proben
- Einleiten fotochemischer Reaktionen

4. Nachrichtentechnik

- Weltraum-Nachrichtenübertragung
- Breitbandsysteme
- Verbindung von Computern

5. Datenverarbeitung

- Optische Datenverarbeitung
- Optische Datenspeicherung
- Optische Zeichenerkennung

6. Sonstige Anwendungen

- Holografie
- Fotografie
- Maschinensteuerung

jedoch nur im Prinzip möglich. Heute ist man in der Lage, durch Harmonischenerzeugung die Anzahl der verfügbaren optischen Wellenlängen auszudehnen. Selbstverständlich sind die so erzeugten optischen Harmonischen ebenfalls kohärent wie die Laserstrahlung selbst. Auch andere nichtlineare optische Effekte lassen sich ausnutzen. Durch nichtlineares Mischen von kohärentem Laserlicht unterschiedlicher Wellenlänge kann man Strahlung von der Summen- oder Differenzfrequenz erhalten. Da im optischen Frequenzbereich parametrische Schwingungserzeugung und Verstärkung ebenfalls möglich sind, kann man die Anzahl der verfügbaren Wellenlängen noch weiter heraussetzen, indem man den Laser als Pumpquelle benutzt. Weitere Möglichkeiten bietet der Raman-Effekt, der bei der Wechselwirkung von elektrischer Strahlung mit bestimmten Materialien beobachtet wird. Die einfallende Laserstrahlung wird nichtlinear mit Vibrationsfrequenzen gemischt, die dem Medium eigen sind; aus dem Medium tritt dann Strahlung von der Summen- und der Differenzfrequenz aus. Oberhalb einer bestimmten Strahlungsintensität kann man den stimulierten Raman-Effekt beobachten, der sich durch eine außerordentlich monochromatische Austrittsstrahlung auszeichnet. Mehr noch, Raman-Spektren können in Bruchteilen von Sekunden fotografisch aufgenommen werden, wenn ein Laser als Beleuchtungsquelle Verwendung findet. Werden gewöhnliche Lichtquellen eingesetzt, dann kann eine Belichtungszeit von Stunden er-

forderlich sein, bevor ein Film fertiggestellt ist. Schwache Ramanlinien, die man vorher überhaupt nicht sehen konnte, sind mit Hilfe des Lasers entdeckt worden.

Schließlich sei noch erwähnt, daß man auch Kombinationen von nichtlinearen Phänomenen dazu verwenden kann, neue Wellenlängen zu erzeugen. Beispielsweise kann man die 0,69- μm -Strahlung eines Rubinlasers dazu benutzen, in Dimethylsulfoxid stimulierter Ramanlinien bei 0,87 μm zu erzeugen; tritt diese Strahlung dann durch einen Harmonischen erzeugenden Kristall, dann tritt eine Strahlung bei 0,43 μm auf.

4.2. Spektroskopie

Der Laserstrahl kann mit Vorteil bei der chemischen Emissionspektroskopie angewandt werden. Da der Laserstrahl auf einen kleinen Punkt fokussiert werden kann, braucht man sich nur einer kleinen Menge des zu untersuchenden Materials zu bedienen. Auch ist die erzeugte Temperatur gewöhnlich höher als die von der Strahlung einer Bogenlampe erzeugte. Außerdem wird wegen der Verwendung eines Lasers die Gefahr der Kontamination verringert.

Der Laserstrahl kann auch Ionen aus der Oberfläche eines Feststoffes ablösen, und dieser Fähigkeit kann man sich beim Entwurf eines Flugzeit-Massenspektrometers bedienen. Der Laserstrahl verdampft dann zu vorgegebenen Zeiten die Materialprobe und liefert auf diese Weise Ionen für das Spektrometer.

4.3. Einleitung foto-chemischer Reaktionen

Es ist ebenfalls möglich, mit Hilfe eines Laserimpulses fotochemische Reaktionen einzuleiten. Bei dieser Anwendung ist die hohe Energie des Laserimpulses vorteilhaft. Wegen der zeitlichen Kürze des Impulses kann der zeitliche Ablauf der Reaktion genau studiert werden, und wegen der spektralen Reinheit des Laserimpulses kann die Abhängigkeit der Reaktion von der Wellenlänge untersucht werden.

4.4. Plasmaerzeugung

Mit Hilfe eines Lasers kann man Plasmaeffekte in Gasen erzeugen; das resultierende Plasma kann eine Elektronendichte von 10^{18} je cm^3 aufweisen.

4.5. Temperatur- und Wärmeleitfähigkeitsmessungen

Es ist naheliegend, die Reflexion an einem glühenden Körper mit Hilfe eines Lasers zu messen, da wegen der hohen Intensität der Laserstrahlung das reflektierte Licht leicht vom leuchtenden Hintergrund des glühenden Körpers unterscheidbar ist. Das gleiche gilt für die Reflexion an einem extrem heißen Plasma.

Der Laser läßt sich auch zur Messung der Wärmeleitfähigkeit von Materialien anwenden. Diese Anwendung ist besonders dann vorteilhaft, wenn das Material heiß ist. Dabei schickt man einen zeitlich genau definierten Laserimpuls in das Material und mißt den zeitlichen Verlauf der Wärmeausbreitung.

4.6. Materialbearbeitung

Mit Hilfe von Laserstrahlen kann man Bohren, Punktschweißen und Schneiden. Zum Bohren und Punktschweißen eignen sich optisch gepumpte Laser, die lange Einzelimpulse aussenden. Beim Bohren läßt sich die Lochtiefe durch Einstellen der Impulsenergie regeln. Wird an Stelle einer einfachen Linse ein Mikroskop verwendet, dann können haarefeine Löcher mit einem Durchmesser von nur 10 μm hergestellt werden.

Es ist möglich, mit Hilfe eines Lasers Diamantschablonen für die Herstellung feiner Drähte von etwa 0,1 mm Durchmesser, wie sie für Miniaturschaltkreise benötigt werden, anzuverfertigen. Derart feine Drähte zieht man gewöhnlich mittels einer Diamantschablone. Die herkömmliche Methode zur Erzeugung von Bohrungen in Diamant ist jedoch eine zeitraubende Schleiftechnik; oft dauert es 24 Stunden, bis ein Loch in der Schablone fertiggestellt ist. Der Laser benötigt für die gleiche Arbeit nur Minuten. Man kann den Laser auch dazu verwenden, abgenutzte Bohrungen zu korrigieren.

Der gleiche Laserimpuls erzeugt in verschiedenen Materialien nicht gleich große Bohrungen. Wie sich die Abmessungen der Bohrung von Material zu Material ändern, ist bisher kaum systematisch untersucht worden. In manchen Materialien, wie beispielsweise in Gußeisen, erzeugt die Laserstrahlung Löcher mit einem großen Tiefe-Durchmesser-Verhältnis; bei manchen anderen Materialien ist dieses Verhältnis viel kleiner. Auch sind Rundheit und Gleichmäßigkeit materialabhängig.

Die Benutzung eines Lasers zum Bohren empfiehlt sich oft aus verschiedenen Gründen. Erstens fällt das Abbrechen und Abnutzen von Stahlbohrern weg. Das Werkstück wackelt ferner beim Bohren nicht mehr und braucht nicht arretiert zu werden. Das ermöglicht eine Zeitsparnis im Fall von Massenproduktionen. Da die für das Bohren benötigte Zeitspanne bei Verwendung eines Lasers äußerst kurz ist, darf sich das Werkstück während des Bohrprozesses ruhig bewegen, wodurch sich eine weitere Möglichkeit zur Zeiteinsparung ergibt. Der Bohrprozeß geht so blitzschnell vorstatten, daß während dieser kurzen Zeit überhaupt keine Wärme abgeleitet wird; daher fällt die Beschädigung des Werkstücks in Bohrungsnähe infolge von Hitze fort. Ferner ist es möglich, die zum Auffinden und Vergrößern der Bohrmarkierung verwendete Optik auch zum Fokussieren des Laserstrahls zu verwenden.

Soll das Material nur geschmolzen, aber nicht verdampft werden, dann muß die Leistungsdichte des Laserstrahls am Einwirkungsort reduziert werden. Das ist beim Punktschweißen erforderlich. Man kann die Leistung des Lasers vermindern oder eine Linse mit einer langen Brennweite einsetzen. Auch läßt sich das Werkstück ein bißchen vom Brennpunkt der Linse wegrücken. Eine gute Schweißung erfordert eine lange Impulsdauer. Für die meisten Metalle ge-

nügen 5 ms, bis die durch Oberflächenabsorption der Laserstrahlung erzeugte Hitze tief genug in das Material eindringt und eine ausreichende Menge geschmolzenen Materials bereitstellt. Die zum Punktschweißen benutzten Impulsgeräte unterscheiden sich von den zum Bohren verwendeten nur darin, daß die Pumpquelle von Schweißlasern ein impulsformendes elektrisches Netzwerk aufweist, das für eine Verlängerung und eine Abflachung des Laserimpulses sorgt.

Die Verwendung von Lasern zum Punktschweißen hat mehrere Vorteile. Einmal fällt das Auswechseln von Elektroden weg. Zum anderen kann das Schweißen in Luft, im Vakuum oder unter Druck erfolgen. Es lassen sich sehr kleine Schweißungen anfertigen, und oft ist es möglich, mit Hilfe eines Lasers eine Schweißung an einer Stelle herzustellen, die mit einem herkömmlichen Schweißapparat nicht zugänglich ist. Beispielsweise hat man mit einem Laser fehlerhafte Elektrodenröhren repariert, und zwar wurden durch den Glaskolben hindurch im Inneren Drähte zusammengeschweißt. Schweißungen an Thermoplasten können mit Hilfe von kontinuierlich arbeitenden Lasern durchgeführt werden, doch ist dieser Möglichkeit bisher wenig Aufmerksamkeit gewidmet worden.

Zum Schneiden von Materialien eignet sich der leistungsstarke kontinuierlich arbeitende CO_2 -Laser. Die maximale Ausgangsleistung dieses Lasers ist seiner Länge direkt proportional. Ein 150-W- CO_2 -Laser ist etwa 180 cm lang; ein 1-kW- CO_2 -Laser hat schon eine Länge von 15 m. Gegenwärtig versucht man, eine Methode herauszufinden, die das Zusammenfallen der Laserröhre gestattet, so daß sich günstigere Gesamtabmessungen für den Laser ergeben. Die Strahlung des CO_2 -Lasers kann mit Hilfe von gebogenen Spiegeln, die einen dünnen goldenen Reflexionsbelag haben, fokussiert werden. Auch ist es möglich, Linsen zu verwenden, die aus einem Material hergestellt sind, das infrarotdurchlässig ist, wie beispielsweise Germanium. Luft hat bei 10,6 μm eine äußerst geringe Absorption, so daß wenig Strahlungsleistung verlorenginge. Materialien, die bei 10,6 μm stark absorbieren, sind Glas, Quarzglas, Keramik und die meisten Kunststoffe sowie organische Materialien. Metalle reflektieren die 10,6- μm -Strahlung stark, so daß ihre Bearbeitung schwieriger ist. Die Schneidwirkung kann jedoch durch intensive Sauerstoffzufuhr beträchtlich erhöht werden; der Laser schneidet dann auch dicke Metallplatten.

Der CO_2 -Laser als Schneidewerkzeug hat folgende Vorteile. Das Werkstück muß nicht arretiert werden, wodurch Zeit eingespart wird. Der Laserstrahl kann blitzschnell umgelenkt werden, und die Strahlbewegung kann durch Steuern der Spiegel automatisch erfolgen. Auf diese Weise ist es möglich, ein Werkstück auf Länge zu schneiden, ohne daß seine Bewegung unterbrochen wird. Es können hohe Schneidraten erreicht werden. Beim Schneiden von Kunststoffen wird das lästige Aufwerfen der Schneidränder beträchtlich vermindert. Die Schnitttiefe läßt sich schnell durch Ändern der Laserleistung variieren.

Die Anwendungsmöglichkeiten von CO_2 -Lasern sind noch lange nicht ausgeschöpft, und es liegt noch keine ausführliche Studie über alle zur Bearbeitung in Frage kommenden Materialien vor. Ein CO_2 -Laser mit einer Dauerstrichleistung von 100 W wird seit kurzem zum Beispiel von Siemens geliefert; es handelt sich um das Modell „LG 106“, dessen Betriebskosten mit 0,35 DM je Stunde recht niedrig liegen.

4.7. Vermessungstechnik

Zwar hat der Helium-Neon-Laser eine geringe Ausgangsleistung, doch ist sein Ausgangsstrahl scharf gebündelt. Dieser Laser kann beispielsweise als Richtungsnormal beim Tunnelbau dienen. Da der Strahl des Helium-Neon-Lasers außerordentlich monochromatisch ist, können mit ihm Interferenzen mit Strahlen erzeugt werden, die von verhältnismäßig weit voneinander entfernt liegenden Flächen zurückgeworfen werden. Diese Fähigkeit bietet sich zur interferometrischen Regelung von Werkzeugmaschinen an. Weiterhin erweist sich dieser Gaslaser als ein nützliches und genaues Instrument in der Vermessungstechnik; durch Laserinterferometrie können nun viel größere

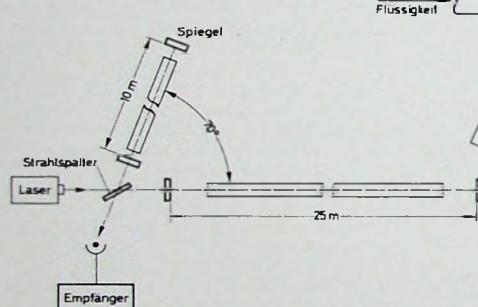


Bild 1. Prinzipieller Aufbau des in der Big-Blue-Schachtanlage (Kernville, Kalifornien, USA) installierten Laser-Interferometers, das in der Lage ist, seismologische Störungen zu registrieren

Abstände bedeutend genauer gemessen werden, als es mit herkömmlichen Methoden der Fall war.

Verschiedene Instrumente sind gebaut worden, die es erlauben, seismologische Störungen durch Laserinterferometrie zu registrieren (Bild 1). Solche Anwendungen sind beispielsweise im Steinkohlenbergbau interessant. Auch die Fertigungskontrolle von optischen Linsen, Prismen und anderen Komponenten wird durch Laserinterferometrie erleichtert. Ferner läßt sich der Laser für militärische Vermessungszwecke ausnutzen. So kann man beispielsweise einen kurzen Lichtimpuls von einem gütegeschalteten Laser absenden und die Zeit messen, die der Impuls für Hin- und Rückweg zum und vom Ziel benötigt.

4.8. Geschwindigkeits- und Beschleunigungsmessungen

Da Laserstrahlen monochromatisch sind, lassen sie sich für Präzisionsinstrumente ausnutzen, die auf dem Dopplereffekt beruhen. Hierbei wird der reflektierte oder gebeugte Strahl mit dem Primärstrahl gemischt, der als Referenz dient. Die Mischung erfolgt in

einer Photoröhre oder einer Photodiode, an deren Ausgang dann eine Wechselspannung von der Differenzfrequenz auftritt. Auf diesem Wege kann man beispielsweise die Geschwindigkeit einer Flüssigkeit, die durch ein transparentes Rohr strömt, messen (Bild 2).

Man kann auch sehr kleine Volumina im Strömungsquerschnitt untersuchen und so Strömungsgradienten und Turbulenzen studieren. Auf die gleiche Weise läßt sich die Geschwindigkeit von abrollenden Papierbändern und Metallfolien messen. Auch die Vibration von Maschinenteilen und anderen Gegenständen ist zu messen.

Ein Laser-Geschwindigkeitsmesser kann durch Differenzieren der Instrumentanzeige in einen Beschleunigungsmesser umgewandelt werden. Wird der Laserstrahl in den Laser zurückgekoppelt

die Anwendung bei Trainingsgeräten an, bei denen ein Objekt dreidimensional simuliert werden soll. Ferner kann man dieses Verfahren zur Herstellung von Masken für die Belichtung von Photowiderständen in der Mikroelektronik heranziehen, und es besteht auch die Möglichkeit, durch Holografie kleine Oberflächenspannungen an Maschinenteilen zu orten.

4.10. Fotografie

Auch andere Gebiete der Fotografie haben vom Laser profitiert. Wegen der hohen Strahlintensität eignen sich Laser als Lichtquellen für Schlierenkameras. Der kurze intensitätsstarke Impuls eines gütegeschalteten Lasers bietet sich ebenfalls gut für die Hochgeschwindigkeitsfotografie an.

Eine ausgefeilte Technik ist entwickelt worden, bei der kurze Laserimpulse zur Beleuchtung und Fotografie von Objekten benutzt werden, die von der Beobachtungsstelle durch lichtstreuende Medien wie Seewasser, Rauch oder Staub getrennt sind. Die Kamera ist hierbei mit einem Schnellverschluß,

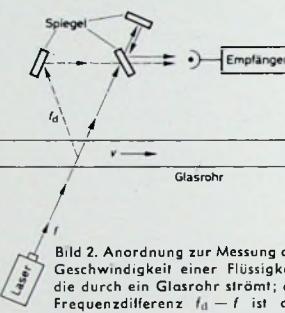


Bild 2. Anordnung zur Messung der Geschwindigkeit einer Flüssigkeit, die durch ein Glasrohr strömt; die Frequenzdifferenz $f_d - f$ ist der Geschwindigkeit v proportional

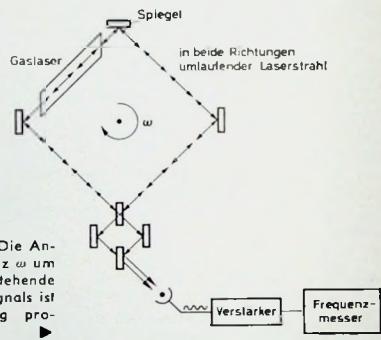


Bild 3. Prinzip des Lasergyroskops. Die Anordnung rotiert mit der Kreisfrequenz ω um eine senkrecht zur Papierebene stehende Achse; die Frequenz des Empfangssignals ist der Kreisfrequenz der Anordnung proportional

pelt, so daß ein geschlossener Strahlkreis entsteht, dann ergibt sich ein hochempfindliches Gyroskop (Bild 3). Die Rotationsgeschwindigkeit wird durch Messen der Dopplerverschiebung zwischen den im Uhrzeigersinn und im Gegenuhrzeigersinn umlaufenden Wellen festgestellt.

4.9. Holografie

Ein Anwendungsgebiet, das schon vor der Erfindung des Lasers bekannt war, aber erst nach der Erfindung des Lasers in Schwung geriet, ist die optische Holografie. Ein Hologramm läßt sich unter anderem herstellen, indem der Bildgegenstand und ein Referenzspiegel gleichzeitig mit Laserlicht beschienen werden. Zur Aufnahme des Interferenzmusters, das vom Gegenstand und vom Spiegel kommende Licht hervorruft, benutzt man einen fotografischen Film. Nach der Entwicklung des Films kann man das Hologramm mit monochromatischem Licht beleuchten; es wird dann ein dreidimensionales Bild des ursprünglichen Gegenstandes sichtbar. Zur Beleuchtung des Hologramms braucht nicht unbedingt Laserlicht verwendet zu werden.

Die Holografie eignet sich nicht nur zum Beispiel zur Anwendung in der Leuchtreklame, sondern sie kann auch unter anderem bei der dreidimensionalen Darstellung von Computerresultaten nützlich sein; auch bietet sich

zum Beispiel einer Kerrzelle oder einer Pockelszelle, ausgerüstet. Der Verschluß ist mit dem Laserimpuls synchronisiert und wird verzögert, so daß er nicht öffnet, bevor das vom Objekt zurückgeworfene Licht die Kamera erreicht. Während dieses Zeitintervalls passiert das vom störenden Medium gestreute Licht die Kamera und beeinflußt den in ihr befindlichen Film nicht. Diese Technik erfordert schnelle elektronische Schaltkreise, läßt sich jedoch für Distanzen von nur einem Meter, entsprechend einer Gesamt-Impulslaufzeit von 7 ns, mit zufriedenstellendem Erfolg durchführen.

4.11. Messung großer elektrischer Ströme

Mit Hilfe eines Lasers kann man auch die elektrischen Ströme in 500-kV-Übertragungsleitungen messen. Dazu wird ein Leiter mit einem Stück Flintglas umgeben (Bild 4). Der Laserstrahl tritt an einer Seite des Glasstückes ein und an der anderen Seite wieder aus. Die Stromstärke wird dadurch ermittelt, daß der Betrag der Rotation, die die Polarisationsebene des Laserstrahls im Glas erfährt, gemessen wird. Der Rotationswinkel ist der Stromstärke direkt proportional. Die Messung des Rotationswinkels erfolgt durch Vergleich mit dem Primärstrahl. Hierfür sind zwei Spiegel in der Nähe der Hochspannungsleitung unumgänglich.

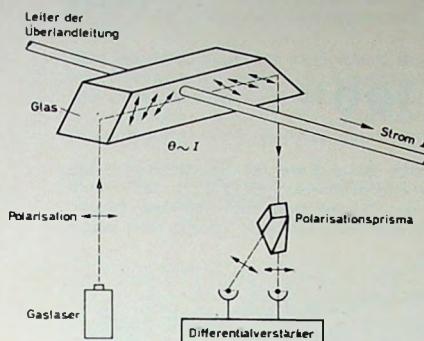


Bild 4. Anordnung zur Überwachung des Stromes I in einer Hochspannungs-Übertragungsleitung; der Rotationswinkel θ des Polarisationsvektors ist dem Strom I proportional

lich. Alle anderen Instrumententeile, wie der Photodetektor und der verwendete Helium-Neon-Laser, können jedoch in einiger Entfernung aufgestellt werden und haben mit der auszumessenden Leitung keinerlei Kontakt, was recht vorteilhaft ist. Die Anordnung ist mit Stromstärken von 10 kA und 1,5 MV getestet worden, und ihre Ansprechzeit betrug nur ein paar Mikrosekunden. Man kann auf diese Weise Ströme zwischen 30 A und 30 kA messen. Der Vorteil des Verfahrens ist hauptsächlich das Wegfallen des bei herkömmlichen Methoden verwendeten Stromwandlers und erlaubt eine kompakte Instrumentierung.

4.12. Medizin

Auch in der Medizin findet der Laser Anwendungen. Beispielsweise kann er bei Augenoperationen Hilfe leisten. Zahlreiche Untersuchungen befassen sich ferner mit der Anwendung des Lasers in der Krebsforschung. In manchen Experimenten wurden kleine Stellen auf großen bösartigen Tumoren in Hamstern und Mäusen einer Laserstrahlung ausgesetzt, und man beobachtete, daß der Tumor danach zu verschwinden schien. Derartige Untersuchungen sind jedoch noch im Gange, und über die tatsächliche Wirkung der Laserstrahlung läßt sich hier noch wenig sagen.

Es sollte an dieser Stelle daran erinnert werden, daß die Laserstrahlung auch Gefahren in sich birgt. Intensitätsstarke Laserstrahlung, die in ein menschliches Auge eintritt, kann dieses zum Erblinden bringen. Wenn menschliche Haut starker Laserstrahlung ausgesetzt ist, können Verbrennungen auftreten. Vom 2. bis zum 4. Juli 1969 findet in der Medical School des Middlesex Hospital von London die Konferenz „Lasers in Medicine“ statt, auf der diese Fragen auf der Tagesordnung stehen. Erwähnt sei noch, daß der Laser ebenfalls als Zahnbohrer vorgeschlagen worden ist.

4.13. Nachrichtentechnik

Die Anwendung des Lasers in der Nachrichtentechnik ist noch ungewiß. Es läßt sich heute noch keineswegs voraussagen, ob der Laser einmal die herkömmlichen Methoden der elektrischen Nachrichtentechnik verdrängen wird. Da Laserstrahlung eine Frequenz von über 100 THz aufweist, ist die In-

formationskapazität sehr groß im Vergleich mit beispielsweise Mikrowellen-systemen, die von Frequenzen um 10 GHz Gebrauch machen. Bevor optische Nachrichtensysteme konkurrenzfähig werden können, müssen breitbandige Modulatoren, Leitungen, Verstärker und Empfänger für Laserlicht verwirklicht werden. Die Entwicklung solcher Systembausteine schreitet vorwärts, und möglicherweise können Laser in Zukunft dem Nachrichtenverkehr im Weltenraum dienen.

4.14. Datenverarbeitung

Ebenso schwierig ist es, etwas über die zukünftige Anwendung des Lasers in der Datenverarbeitung auszusagen. Es läßt sich allerdings zeigen, daß mit Laserstrahlen logische Operationen durchführbar sind. Der Strahl eines Neodymglaslasers kann dazu benutzt werden, die Ausgangsstrahlung eines zweiten Neodymglasers zu unterbinden. Theoretisch könnte man durch Benutzen derartiger Bausteine einen optischen Computer aufbauen; es ist jedoch kaum denkbar, daß ein solcher Computer mit dem herkömmlichen Computer konkurrieren kann.

Laser sind in der heutigen Datenverarbeitung jedoch dort anzuwenden, wo die modernen Computer Schwächen zeigen, so zum Beispiel bei der Auswertung großer Mengen fotografischen Materials, wie es von Wettersatelliten geliefert wird. Es ist einleuchtend, daß ein optisches Analysationsverfahren hier angebrachter ist als die Punkt-für-Punkt-Auswertung, bei der nach Korrelationen zwischen den Aufzeichnungen geforscht wird. Doch auch diese Anwendung befindet sich noch im Diskussionsstadium.

4.15. Radar

Mit gütegeschalteten Lasern lassen sich Radaranlagen betreiben. Diese Möglichkeit kann zur Ortung künstlicher Erdsatelliten ausgenutzt werden. Wenn ein Laser-Radarstrahl an einem klaren Tag in die Atmosphäre gerichtet wird, dann wird manchmal ein Reflexionssignal bemerkt. Solche Echosignale werden von Inhomogenitäten

und Turbulenzen in der Atmosphäre hervorgerufen, die Flugzeuge gefährlich werden können. Es ist daher nahe liegend, Flugzeuge mit Laser-Radar auszurüsten. Derartige Experimente sind im Gange.

Laser-Radar kann auch zur Aufspürung und Messung von Luftverunreinigungen herangezogen werden. Ferner lassen sich mit Hilfe kleiner Halbleiterlaser Instrumente bauen, die Blinde vor Hindernissen warnen können. Solche Geräte zeichnen sich durch hohe Empfindlichkeit aus und können auch kleine Bodenunebenheiten aufspüren.

4.16. Motorsteuerungen

Mitunter kommt es vor, daß ein Laser bei der Überwachung eines Fertigungsprozesses wertvolle Hilfe leisten kann. Dies ist beispielsweise beim Wickeln von Zylinderfedern der Fall. Hier kann der Abstand zwischen den Windungen mit Hilfe eines Helium-Neon-Lasers überwacht werden. Wird die Feder mit Laserlicht beleuchtet, dann entsteht ein Brechungsmuster, das aus parallelen Linien besteht. Der Abstand zwischen diesen Linien ist dem Windungsabstand umgekehrt proportional. Durch Ausnutzen dieses Zusammenhangs kann man den Fertigungsprozeß auch automatisch regeln.

Schrifttum

- [1] • Yariv, A.: *Quantum Electronics*. New York 1967, Wiley
- [2] • Lengyel, B. A.: *Introduction to laser physics*. New York 1966, Wiley
- [3] • Röss, D.: *Laser-Lichtverstärker und -Oszillatoren*. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt a. M. 1966
- [4] • Möllwo, E., u. Kaule, W.: *Maser und Laser*. Mannheim 1966, Bibliographisches Institut
- [5] Haun, R. D.: *Laser applications*. IEEE Spectrum Bd. 5 (1968) Nr. 5, S. 82-92
- [6] Mainman, T. H.: *Laser applications*. Physics Today Bd. 20 (1967) Nr. 7, S. 24-28
- [7] Ready, J. F.: *Properties and applications of lasers*. The Physics Teacher Bd. 20 (1968) Nr. 10, S. 344-351

Persönliches

Hohe Auszeichnung für K. Hertenstein

Das vom Bundespräsidenten dem Hauptgeschäftsführer der Deutschen Philips GmbH, Dipl.-Ing. Kurt Hertenstein, verliehene Große Verdienstkreuz des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland wurde ihm von Senator Wilhelm Eckström am 21. April 1969 im Rahmen einer Feierstunde im Schäfersaal der Handelskammer Hamburg überreicht. K. Hertenstein erhielt diese hohe Auszeichnung vor allem für seine Verdienste um die Entwicklung der deutschen Rundfunk- und Fernsehwirtschaft.

W. Jacobi 65 Jahre

Dr. phil. Werner Jacobi, Generalbevollmächtigter und Leiter des Werkes für Röhren der Siemens AG, vollendete am 31. März 1969 sein 65. Lebensjahr. Dr. Jacobi trat nach Abschluß seines

Studiums an der Universität München 1929 in das damalige Zentrallaboratorium von Siemens & Halske ein. Nach dem Kriege war er maßgeblich am Wiederaufbau des Röhrenwerkes beteiligt. Dank seiner unternehmerischen Initiative wurde der Anschluß an den internationalen Standard wieder schnell gefunden.

E. Windthorst im SEL-Vorstand

Dr. rer. nat. Elmar Windthorst, Generalbevollmächtigter der Standard Elektrik Lorenz AG, wurde mit Wirkung vom 1. April 1969 zum stellvertretenden Vorstandsmitglied des Unternehmens berufen. Zum gleichen Zeitpunkt übernahm er die Leitung des Zentralbereichs Marketing mit den Vertrieben Inland und Export. Dr. Windthorst, der 1962 bei SEL eintrat, leitete bis 1966 das Erzeugnisgebiet Funktechnik und danach den Geschäftsbereich Kabel und Leitungen.

Electronic-Tuner „ET 100“

Technische Daten

Eingang UHF und VHF:

60 Ohm unsymmetrisch,

mit Antennenplatte

240 Ohm symmetrisch

Leistungsverstärkung V_L :

Bereiche I und III: $> 27 \text{ dB}$

UHF-Bereich: $> 30 \text{ dB}$

Rauschzahl F :

Bereiche I und III: $3 \dots 7 \text{ kT}_0$

UHF-Bereich: $4 \dots 10 \text{ kT}_0$

ZF-Sicherheit in allen Bereichen:

$> 40 \text{ dB}$

Regelumfang

Bereiche I und III: $> 40 \text{ dB}$

UHF-Bereich: $> 35 \text{ dB}$

Abmessungen:

105 mm \times 90 mm \times 25 mm

triebssicherheit und Stabilität, Servicefreundlichkeit und rationelle Fertigungsmöglichkeit auszeichnet. Der „ET 100“ wird in den neuen Schwarz-

lötet. Bis auf wenige Handlötstellen am vorverdrahteten UHF-Teil ist durch diese Konzeption eine 100%ige Tauchlötung des gesamten Tuners und somit

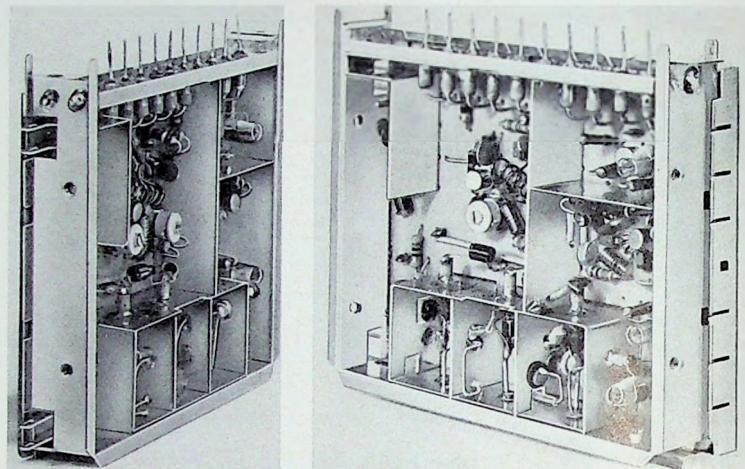


Bild 1. Ansichten des bestückten Tuners (ohne Schiebedeckel)

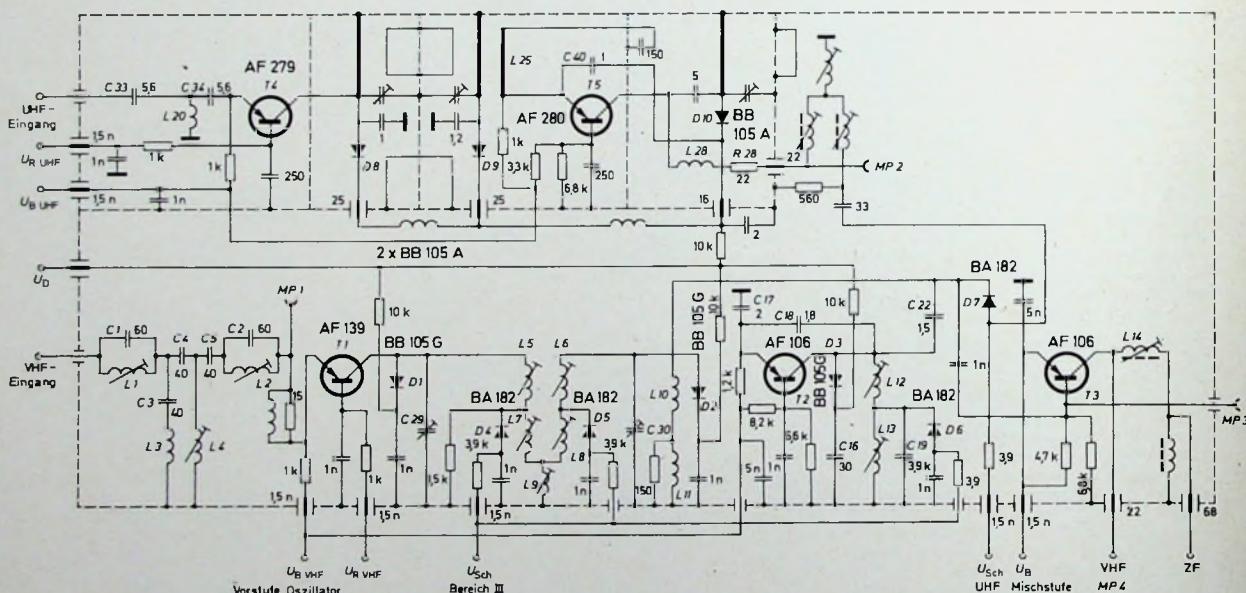


Bild 2. Schaltung des mit Kapazitätsdioden abgestimmten Electronic-Tuners „ET 100“

elektrischen als auch von der fertigungstechnischen Seite her interessante Eigenschaften aufweist. Hauptziel dieser Entwicklung war es, einen Tuner zu schaffen, der sich durch hohe Be-

Weiß-Geräten der „Elektronik“-Serie im Kuba- und im Imperial General-Electric-Programm 1969 eingesetzt.

1. Aufbau

Alle elektrischen und mechanischen Bauteile sind steckbar auf einer einseitig kaschierten Leiterplatte angeordnet. Nach der Bestückung der Leiterplatte wird die Schaltung tauchge-

eine sichere und rationelle Fertigung möglich. Die Abschirmung des Tuners erfolgt auf der Bestückungsseite durch einen Schiebedeckel; auf die Lötseite wird ein Schnappdeckel aufgesetzt.

Als elektrische Anschlüsse dienen Dukkostifte, die im Rastermaß angeordnet sind. Der Tuner „ET 100“ kann wie ein Filterbecher auf die Chassisplatine ge- steckt und tauchgelötet werden. Ge-

Ing. Günther Luber leitet die Tuner-Entwicklung in der Fernsehgeräteentwicklung der Kuba-Imperial GmbH, Wolfsbüttel.

windelöcher im Tunerrahmen ermöglichen aber auch eine Schraubbefestigung.

Alle Bauteile sind gut zugänglich und im Servicefall leicht auszuwechseln. Um besonders hohe Betriebssicherheit zu erreichen, wurden keine Trimmerpotentiometer und Rohrtrimmer ver-

Bereich als ZF-Verstärker. Die Stufe ist mit einem AF 106 bestückt und wird in Emitterschaltung betrieben. Dadurch ergibt sich bei niedrigen VHF-Frequenzen eine höhere Stufenverstärkung als in Basisschaltung.

Als mittlere Stufenverstärkung werden bei optimaler Mischspannung 15 dB er-

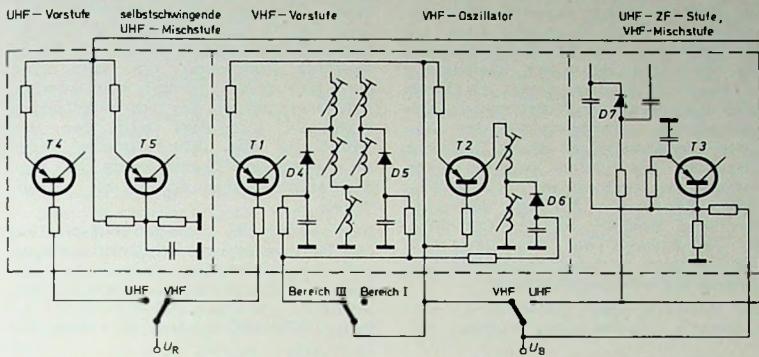


Bild 3. Prinzipschemu der Bereichsumschaltung

wendet. Lediglich das VHF-Bandfilter wird durch Scheibentrimmer abgeglichen.

2. VHF-Schaltung

Das Antennensignal gelangt über den 60-Ohm-VHF-Eingang zum Vorkreis, der aus zwei UKW-Spikkreisen C1, L1, C2, L2, einem ZF-Saugkreis C3, L3 und einem Bereich-I-Hochpaß C4, C5, L4 besteht (Bild 2). Mit dieser Schaltung wird eine ZF-Absebung >40 dB und eine UKW-Unterdrückung >30 dB erreicht. Die Vorstufe ist mit einem AF 139 bestückt und arbeitet in Basisschaltung mit Aufwärtsregelung. Am Kollektor des Transistors T1 liegt ein Bandfilter, das im Bereich III induktiv und im Bereich I über L9 fußpunktgekoppelt ist. Als Kreiskapazitäten dienen die Dioden D1, D2 und die Trimmer C29, C30. Die Bereich-I-Spulen sind L5, L7 sowie L6, L8. Mit den Schaltdioden D4 und D5 werden die Spulen L7 und L8 bei Bereich-III-Betrieb kurzgeschlossen. Die 3-dB-Bandbreite des Bandfilters liegt zwischen 8 und 12 MHz. Damit entspricht die Bandfilterselektion der von konventionellen Tunern. Die Schaltung hat eine Stufenverstärkung von etwa 12 dB. Der Serienwiderstand der Kapazitätsdiode bewirkt im Bereich III einen Verstärkungsunterschied zwischen den Bereichsenden von maximal 2 dB. Er wird durch eine frequenzabhängige Dimensionierung der Mischspannung kompensiert.

Die Oszillatorenstufe mit dem Transistor AF 106 (T2) arbeitet wie die Vorstufe in Basisschaltung. Im Bereich I bilden die Spulen L12 und L13 die Kreisinduktivitäten. L13 ist bei Bereich-III-Betrieb kurzgeschlossen. Mit dem kapazitiven Spannungsteiler C17, C18 wird eine gleichmäßige Schwingamplitude über den gesamten Abstimmbereich erreicht. Der Gleichlauf bewirkt C16 im Bereich III und C19 im Bereich I. Die Auskopplung der Oszillatorenspannung erfolgt über C22. Der Transistor T3 arbeitet in den VHF-Bereichen als Mischstufe und im UHF-

reicht. Im Bereich I besteht der Eingangskreis der Mischstufe aus L10 und L11. Da sich durch die niederohmige Spule L11 bei Bereich-III-Betrieb kein nennenswerter Verstärkungsverlust ergibt, wurde auf den Einsatz einer Schaltdiode zum Umschalten der Ankopplung verzichtet. Über die Diode D7 liegt das UHF-ZF-Bandfilter dem Eingangskreis von T3 parallel. Bei VHF-Betrieb ist die Diode gesperrt und damit eine ausreichende Entkopplung der UHF-ZF gegeben. Bei UHF-Betrieb gelangt das UHF-ZF-Signal über die durchgeschaltete Diode D7 zum Emitter von T3, der dann als UHF-ZF-Verstärkerstufe arbeitet, um die geringere Verstärkung des UHF-Teils auszugleichen. Auf diese Weise erhält man auch einen gemeinsamen ZF-Ausgang für alle Empfangsbereiche. Dieser ZF-Ausgang liegt im Kollektorkreis von T3. Die Spule L14 bildet den Primärkreis eines Bandfilters mit kapazitiver Fußpunktgekoppfung. Mit dieser Schaltung läßt sich eine sehr niedrige Störstrahlung am ZF-Ausgang erreichen.

3. UHF-Schaltung

Über den 60-Ohm-UHF-Eingang gelangt das UHF-Signal zu dem Hochpaß C33, C34, L20, dessen Grenzfrequenz bei 440 MHz liegt. Als Vorstufentransistor T4 findet der Typ AF 279 Verwendung, der besonders günstige HF-Eigenschaften hat. Die Eingangswerte für Rausch- und Leistungsanpassung liegen näher zusammen als bei Transistoren im Metallgehäuse. Außerdem entfällt die Gehäusetransformation, so daß sich bessere Dimensionierungsmöglichkeiten ergeben. Die Stufe wird in Basisschaltung mit Aufwärtsregelung betrieben. Am Kollektor des Transistors liegt das HF-Bandfilter. Die Leistungskreise sind in $\lambda/4$ -Technik ausgeführt. Zur Abstimmung dienen die Kapazitätsdioden D8, D9. Die Änderung der Diodengüte über den Abstimmungsbereich wird durch eine frequenzabhängige Kopplung weitgehend kompensiert. Das HF-Bandfilter hat

bei 3 dB eine Bandbreite zwischen 10 und 16 MHz.

Die selbstschwingende Mischstufe T5 ist mit einem AF 280 bestückt und arbeitet in Basisschaltung. Am Kollektor liegt der ebenfalls in $\lambda/4$ -Technik ausgeführte Oszillatorkreis. Die Ankopplung des HF-Signals erfolgt über L25. Diese Koppelschleife wirkt außerdem als induktive Rückkopplung. Um stabile Schwingbedingungen zu erhalten, ist als zweiter Rückkopplungsweg C40 erforderlich. Hinter der Spule L28 und dem Entkopplungswiderstand R28 wird die Zwischenfrequenz abgenommen. Die UHF-Durchlaßkurve kann am Meßpunkt MP2 oszillografisch dargestellt werden.

Um ein günstiges Temperaturverhalten zu erreichen, wurden für den UHF-Abgleich ebenfalls keine Potentiometer oder keramischen Trimmer verwendet. Der Abgleich der oberen Eckfrequenz erfolgt mit Drahttrimmern, die über die Kapazitätsdiode gezogen werden.

4. Bereichsumschaltung und Spannungsversorgung

Aus Bild 3 ist die Bereichsumschaltung des „ET 100“ ersichtlich. Die Dioden D4, D5 und D6 sind in Stellung Bereich III, die Diode D7 ist in Stellung UHF durchgeschaltet. In den anderen Bereichen sind die Dioden gesperrt. Die Betriebsspannung kann auch als Schaltspannung verwendet werden, ohne daß eine nennenswerte Frequenzablage auftritt. Außerdem ergibt sich im Bereich I durch Gleichrichtung der Oszillatorenspannung eine negative Spannung für die Schaltdioden D4, D5 und D6, so daß eine zusätzliche Sperrspannung nicht erforderlich ist. Daher benötigt man als Tuner-Versorgungsspannungen neben der Regelspannung U_R (1...9 V) nur die Abstimmspannung U_D (2...30 V) und die Betriebsspannung U_B = 12 V.

5. Spannungserzeugung im Gerät

Die Spannungserzeugung für den neuen Tuner „ET 100“ ist im Bild 4 dargestellt. Durch den Einsatz der

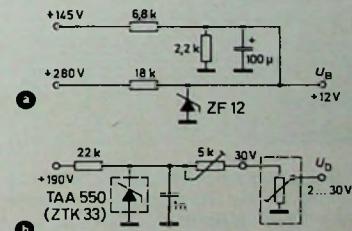


Bild 4. Spannungserzeugung für Betriebsspannung U_B (a) und Abstimmspannung U_D (b)

temperaturkompensierte Z-Diode TAA 550 (integrierte Schaltung) beziehungsweise ZTK 33 wird eine besonders hohe Temperaturunabhängigkeit der Abstimmspannung erreicht. Außerdem wurde der Tuner an der temperaturmäßig günstigsten Stelle auf dem Chassis untergebracht. Die Frequenzabweichungen liegen bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C nach einständigem Betrieb in den VHF-Bereichen bei 80 kHz, und im UHF-Bereich bei 150 kHz.

Ausfallgesichertes Realzeit-Doppelrechnersystem auf dem Rhein-Main-Flughafen

Nach anfänglichem Versuchsbetrieb wird seit einiger Zeit auf dem Frankfurter Flughafen Rhein-Main ein Teil der Flugsicherungsaufgaben über einen „TR 4“-Rechner abgewickelt. Es handelt sich um all die Aufgaben, die mit der Bearbeitung von Flugplänen und Wettermeldungen sowie dem anschließenden Zusammenstellen und Ausdrucken der daraus resultierenden Flugsicherungskontrollstreifen zusammenhängen. Ferner wird der Auskundendienst für Flugzeugführer (die „Nachrichten für Luftfahrer“) auf den neuesten Stand gebracht und in gedruckter Form verteilt.

Ein neues Doppelrechnersystem mit zwei Großrechnern „TR 4“, das AEG-Telefunken am 24. Februar 1969 an die Bundesanstalt für Flugsicherung (BFS) übergeben hat, ermöglicht es jetzt, die automatisierten Funktionen gleichzeitig in zwei gleichartigen Rechnern ausfallgesichert zu bearbeiten.

Das Doppelrechnersystem hat derzeit im wesentlichen zwei Aufgaben zu er-

system, die Forderung nach erhöhter Ausfallsicherheit und die Forderung nach einem 24-Stunden-Betrieb, der auch im Wartungsfall keine Betriebsunterbrechung zuläßt, führte zum Aufbau des Doppelrechnersystems „TR 4“. Den Kern bilden zwei Telefunken-Großrechner „TR 4“, die im Realzeitbetrieb arbeiten.

Ein Rechnersystem arbeitet im Realzeitbetrieb, wenn es in der Lage ist, alle Anfragen und Eingabemeldungen von mehreren Benutzern gleichzeitig zu bearbeiten, und zwar innerhalb einer vorgegebenen Reaktionszeit, der sogenannten „Antwortzeit“ des Systems. Die Antwortzeit ist die Zeit vom Aussenden des letzten Zeichens einer Meldung an den Rechner, bis zum Eintreffen des ersten Zeichens der Antwort vom Rechner an der Endstelle. Die Antwortzeit des Doppelrechnersystems liegt je nach Belastung des Systems bei wenigen Sekunden.

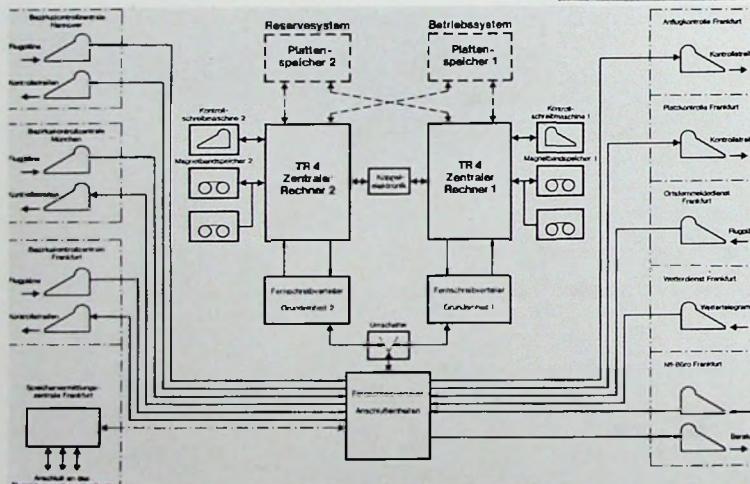
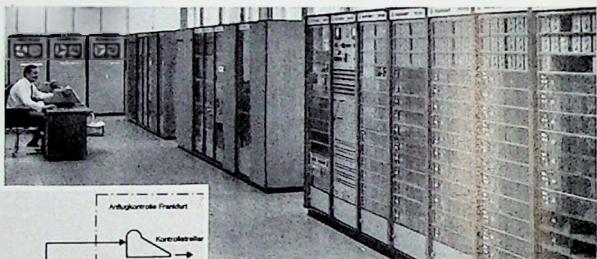
Alle Realzeitsysteme haben einen nur in Details abweichenden Aufbau. Sie

Als Peripheriegeräte benutzen die beiden Rechenanlagen gegenwärtig je zwei Magnetbandgeräte, die dem System als Datenbank für die „Nachrichten für Luftfahrer“ dienen und je eine Kontrollschriftenmaschine zur Korrespondenz mit dem Operateur.

Das Datenübertragungsnetz besteht zur Zeit aus 32 Fernschreibleitungen mit einer Datenübertragungsgeschwindigkeit von 75 und 100 Baud. Das Übertragungsnetz wird durch Anschluß weiterer Endstellen, die dann über ganz Deutschland verteilt sein werden, auf insgesamt 63 Fernschreibleitungen erweitert. Außerdem wird der Anschluß an das internationale Fernschreibnetz der Flugsicherung über eine 600-Baud-Übertragungsleitung vorbereitet.

Nun bildet die Anlagenkonfiguration (die Hardware) zwar die Voraussetzung für das zuverlässige Arbeiten eines solchen Realzeitsystems, gelöst werden jedoch die einzelnen Arbeiten durch die Programme, die sogenannte Software

Ansicht und Funktionschema des Doppelrechnersystems (1. Ausbaustufe des Systems)



füllen: 1. die Bearbeitung der Kontrollstreifen, 2. die Bearbeitung der „Nachrichten für Luftfahrer“.

Diese beiden Aufgabenstellungen unterscheiden sich in ihrer Funktionsweise wesentlich voneinander. Für die Bearbeitung der Kontrollstreifen ist das Rechnersystem ein reines Informationsverarbeitungssystem, das auf Grund der eingegebenen Flugpläne und Wettermeldungen die Kontrollstreifen errechnet und ausdrückt. Bei den „Nachrichten für Luftfahrer“ arbeitet es als zentrales Auskundensystem, das die auf den Magnetbändern gespeicherten „Notams“ immer auf dem neuesten Stand hält und dem Benutzer auf Anforderung zur Verfügung stellt.

Die Zusammenfassung dieser beiden Aufgaben in einem Datenverarbeitungs-

bestehen im wesentlichen aus drei Teilsystemen: dem zentralen Rechnersystem mit den rechneigenen Peripheriegeräten, dem Datenübertragungsnetz und dem System der Endstellen, über die der Benutzer mit dem Rechnersystem verkehren kann. Die zwei Großrechner „TR 4“ im zentralen Rechnersystem sind über eine Koppelelektronik miteinander verbunden. Beide Rechner verarbeiten die über Fernschreibleitungen eintreffenden Meldungen parallel, während die Ausgaben auf die Fernschreibleitungen nur von einem Rechner, und zwar dem Aktiv-Rechner des Systems, ausgegeben werden. Durch diese Arbeitsweise wird bei Ausfall des Aktiv-Rechners die extrem kurze Umschaltzeit von weniger als $1/10$ Sekunde erreicht.

des Systems. Die Programme sind im Kernspeicher der zentralen Rechner gespeichert. Die Software für dieses Realzeitsystem wurde in enger Zusammenarbeit zwischen der Bundesanstalt für Flugsicherung und AEG-Telefunken in etwa $1\frac{1}{2}$ Jahren entwickelt. Man unterscheidet bei der Software eines Systems zwischen den Anwendungsprogrammen und dem Systemprogramm. Die Anwendungsprogramme (im vorliegenden Fall etwa 20 000 Befehle) führen die vom Benutzer der Anlage gestellten Aufgaben durch. Das Systemprogramm (hier etwa 13 000 Befehle) steuert den Ablauf der Anwendungsprogramme gemäß ihrer Priorität, regelt den Verkehr der Peripheriegeräte mit dem Rechner, korrespondiert über die Kontrollschriftenmaschine mit dem Operateur, führt eine gegenseitige Rechnerüberwachung durch und schaltet beim Auftreten einer Rechnerstörung automatisch auf den intakten Rechner um. Die Rechnerüberwachung wird durch Prüfprogramme und durch einen ständigen gezielten Datenaustausch zwischen den beiden Rechnern durchgeführt.

Der Inbetriebnahme des Doppelrechnersystems „TR 4“ ging eine mehrmonatige Testphase voraus, in dem das System mit echten Betriebsdaten „gefüttert“ wurde und in der die Hard- und Software unter Betriebsbedingungen getestet und betriebsreif gemacht wurde. Der bisherige Betrieb hat trotz der zu erwartenden Einführungsschwierigkeiten eine Ausfallsicherheit von mehr als 99,5 % gebracht.

(Nach AEG-Telefunken-Unterlagen)

Thyristorstabilisiertes Farbfernsehnetzteil mit Anschnittsteuerung

Bei den ersten Nordmende-Farbfernsehgeräten wurde die Betriebsspannung mit einer Längsröhre stabilisiert. Der folgende Bericht beschreibt eine neue Schaltung von Nordmende, bei der ein Thyristor die Netzspannung herabsetzt, gleichrichtet und stabilisiert. Gegenüber der Röhrenstabilisierung spart man dabei 50 W, die sonst in Wärme umgesetzt werden. Da auch zwei Röhren entfallen, wird die Zuverlässigkeit erhöht und weniger Platz beansprucht, so daß die neuen Gehäuse kleiner gebaut werden konnten. Wegen der geringeren Wärmeentwicklung erhöht sich außerdem die Zuverlässigkeit der anderen Bauelemente.

1. Warum stabilisiertes Netzteil?

Die Farbfilteröhre liefert wegen des Lochmaskenprinzips (auch wenn sie mit maximaler Schirmleistung betrieben wird) eine geringere Helligkeit als Schwarz-Weiß-Bildröhren. Die ständig verbesserten Leuchtstoffe führen jedoch dazu, daß jetzt auch am Tage das Farbbild genügend hell erscheint, vorausgesetzt, daß der Hochspannungsgenerator die volle Ausnutzung der Röhrendaten (25 kV, 1,5 mA) erlaubt.

Als Zeilen-Endröhre steht zur Zeit die PL 509 zur Verfügung. In einer kombinierten Hochspannungsverzeugungs-Zeilenablenk-Stufe muß sie drei Aufgaben erfüllen:

- den Ablenkstrom liefern,
- die Hochspannung erzeugen (25 kV, 1,5 mA),
- Netzspannungsänderungen ausgleichen.

Wenn die PL 509 alle drei Aufgaben gleichzeitig erfüllen soll, wird sie überlastet. In üblichen Schaltungen beschränkt man sich daher auf zwei Aufgaben, zum Beispiel Zwei-Transformatoren-Schaltung (a, c) und (b, c), Ballaströhrenschaltung (a, b) und Pumpenschaltung (zwei Pentoden für a, b, c). Gegen die immer wieder aufkommende Meinung, in einer besonderen Schaltung (zum Beispiel Kaskaden-Gleichrichtung oder 5-H-Konzeption) sei die PL 509 dennoch in der Lage, alle drei Aufgaben voll zu erfüllen, spricht folgende Überlegung: Wird die Endröhre in einer Schaltung für gemeinsame Ablenkung und Hochspannungsverzeugung (25 kV, 1,5 mA) an einer stabilisierten Speisespannung betrieben, so beträgt die Anodenverlustleistung 20...25 W. Die Gesamtaufnahme der Endstufe - ohne Schirmrichter- und Heizleistung - ist etwa 100 W. Soll eine solche Stufe mit unstabilisierter Speisespannung betrieben werden, so müßte sie auch bei Netzunterspannungen von beispielsweise 15 % noch einwandfrei arbeiten. Bei dieser Spannung würde dann die Röhre 20...25 W Anodenverlustleistung haben und die ganze Stufe rund 100 W aufnehmen.

Ing. Hermannus Schat ist Leiter der Abteilung Impulsstufen der Fernsehgeräteentwicklung der Norddeutschen Mende Rundfunk KG, Bremen.

Bei einer Überspannung von 10 % darf die Stufe jedoch keine höhere Hochspannung abgeben. Die absolute Grenze für Farbfilteröhren ist zwar 27,5 kV, die Spanne von 2,5 kV wird aber für Einstellstreuungen, Meßfehler, Defekte im Regelkreis usw. voll in Anspruch genommen. Da auch der Ablenkstrom nicht zunehmen darf, bleibt der der Netzspeisequelle entnommene Strom ebenfalls gleich.

Steigt bei gleichem Strom die Spannung um 25 % (von -15 auf +10 %), so steigt die vom Netzteil abgegebene Leistung um 25 % $\Delta 25$ W (eigentlich 29 W). Nur die Zeilen-Endröhre kann

Leistung gar nicht erst dem Netz entnommen wird. Deshalb braucht sie auch nicht in Röhren oder Transistoren vernichtet zu werden. Dies spart - vor allem bei Netzüberspannung - viel in Wärme umgesetzte Leistung.

2. Spannungsversorgung im Farbfernsehgerät

Wie Bild 2 zeigt, stehen für die Versorgung der Röhrenstufen und der Transistorstufen stabilisierte Spannungen zur Verfügung. Das 24-V-Netzteil liefert dabei die Referenzspannung für das Hochvoltnetzteil (320 V). Die stabilisierte Spannung führt nicht nur in der Zeilen-Endstufe und den drei Video-Endstufen zu Netzspannungsunabhängigkeit und hoher Betriebssicherheit infolge geringerer Wärmeentwicklung. Außerdem ist jetzt eine besonders einfache und übersichtliche Video-Endstufenschaltung möglich, und die Klemmschaltung kann entfallen. Die Höhe der Betriebsspannung wurde mit 320 V so gewählt, daß beim Einsatz von Elektrolytkondensatoren mit 400/450 V ein großer Sicherheitsabstand besteht, daß handelsübliche und zuverlässige Thyristoren verwendet werden können und daß man Zeilen- und Bild-Endstufe mit hoher Betriebsspannung betreiben kann, so daß die Endröhren geringe Verlustleistungen und daher eine hohe Lebenserwartung haben.

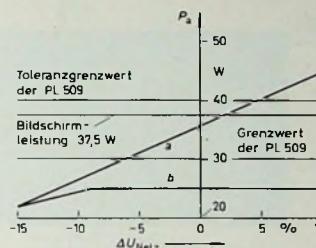


Bild 1. Anodenverlustleistung P_a der Zeilen-Endröhre als Funktion der Netzspannungsänderung ΔU_{Netz} in einer Ein-Transformator-Schaltung unter Ausnutzung der maximalen Bildröhrendaten bei unstabilisiertem Netzteil (a) und bei Betrieb mit dem Thyristornetzteil (b)

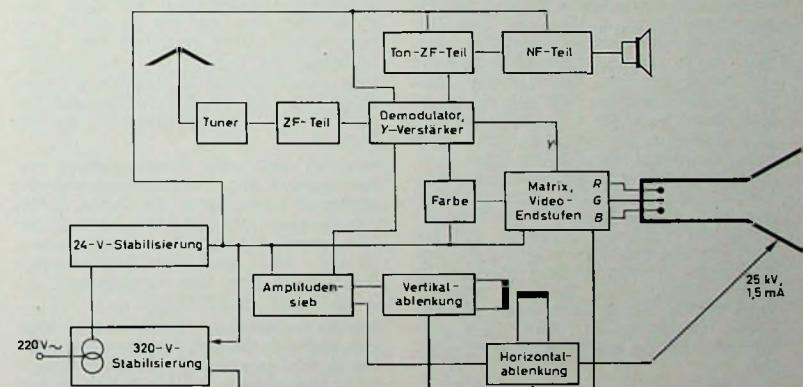


Bild 2. Blockschaltung der Spannungsversorgung im Farbfernsehgerät

diese durch Vergrößern der Katoden-Anoden-Spannung zusätzliche Leistung aufzunehmen. Die Röhre wird also bei Netzüberspannung mit 45...50 W Verlustleistung betrieben. Die Grenzdaten der Zeilen-Endröhre PL 509 sind jedoch: $P_a = \text{max. } 30 \text{ W}$, Toleranzgrenzwert $P_a = \text{max. } 40 \text{ W}$ (Bild 1).

Bei Geräten mit unstabilisiertem Netzteil muß man daher, um eine Überlastung der PL 509 zu vermeiden und eine gute Lebensdauer zu erreichen, die Bildschirmleistung erheblich reduzieren, zum Beispiel auf 25 W bei 220 V~. Ein Vorteil des thyristorstabilisierten Netzteils ist, daß die nicht benötigte

3. Leistungsteil des 320-V-Netzgerätes

Im Bild 3 ist der für die Stromerzeugung wichtige Schaltungsteil dargestellt. Wird zunächst der Thyristor D 530 als normale Diode betrachtet, so erkennt man, daß es sich bei dem dicker gezeichneten Teil um eine Spannungsverdopplerschaltung handelt. Die erreichbare Gleichspannung wird durch die Anzapfung am Autotransformator bestimmt. An der Thyristoranode steht eine Spannung mit gleicher Amplitude wie an der Anzapfung, jedoch liegt der negative Scheitelpunkt der Spannungskurve wegen C 528 und D 529 auf 0 V (Bild 4a).

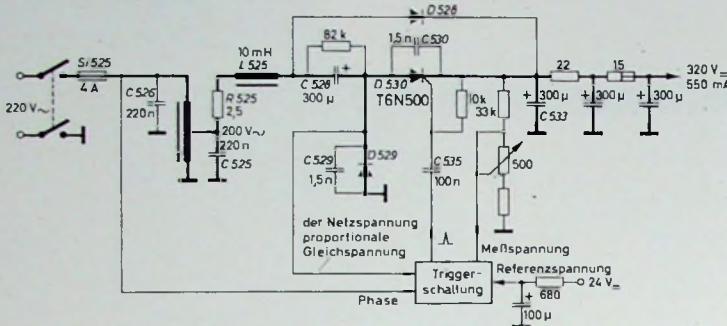


Bild 3. Schaltung des Leistungsteils des 320-V-Netzgerätes

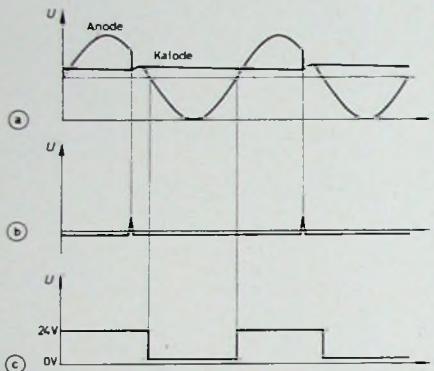


Bild 4. a) Spannungen an der Anode und Kathode des Thyristors, b) Steuerimpulse am Gate, c) Spannungsverlauf am Punkt a in der Triggerschaltung nach Bild 6

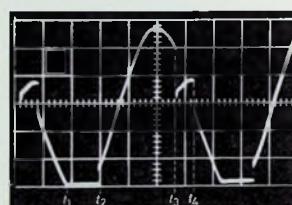


Bild 5. Oszilloskopgramm der Spannung an der Thyristoranode

Betrachtet man jetzt D 530 wieder als Thyristor und führt der Steuerelektrode (Gate) eine Impulsfolge nach Bild 4b zu, dann wird der Thyristor immer erst beim Eintreffen der Steuerimpulse leitend. C 533 kann also nur bis zu der Spannung aufgeladen werden, die in diesem Augenblick noch an der Anode herrscht. Durch Verschieben des Zündzeitpunktes lässt sich die Spannungshöhe an C 533 beeinflussen. Diese Beeinflussung ist allerdings nur dann möglich, wenn die Zündimpulse nach dem Maximalwert der Spannung eintreffen, das heißt, der Thyristor darf nur auf der abfallenden Flanke der Spannung gezündet werden. Würden Zündimpulse den Thyristor auf der ansteigenden Flanke leitend machen, so würde C 533 immer bis zum Scheitelpunkt der Spannung aufgeladen werden. Eine Beeinflussung der erzeugten Gleichspannung wäre dann nicht möglich.

Der Thyristor verliert die Leitfähigkeit, wenn sein Durchlassstrom einen minimalen Stromwert – den Haltestrom – unterschreitet. Das ist schon kurz nachdem der Thyristor leitend geworden ist der Fall, da die Spannung am Ladekondensator C 533 (Kathodenspannung) schnell ansteigt und die Netzspannung fällt. R 525 und L 525 begrenzen den Spitzstrom, der sonst sowohl für den Schubkondensator C 528 als auch für den Thyristor zu hoch wäre. Die Stromflusszeit ist jetzt 2 ms; das entspricht einem Stromflusswinkel von 36°.

Die Drossel begrenzt außerdem die Stromansteigergeschwindigkeit durch den Thyristor. Ein steiler Stromanstieg würde nämlich viele Oberwellen erzeugen. Die trotzdem noch entstehenden

Oberwellen der Netzfrequenz werden durch L 525, R 525, die Drosselwirkung der Transistorwicklung und die Kondensatoren C 525 und C 526 wirkungsvoll unterdrückt. Mit C 529 und C 530 wird ebenfalls das Auftreten von Oberwellen verhindert. Das sind Maßnahmen, die bereits bei der Einführung des Si-Netzgleichrichters in Fernsehgeräte angewandt wurden und die auch beim Thyristornetzteil ausreichen.

Bild 5 zeigt ein Oszilloskopgramm der Spannung an der Thyristoranode. Während $t_1 - t_2$ leitet die Diode D 529, von $t_3 - t_4$ ist der Thyristor leitend; der Zündpunkt ist t_3 . Die Wirkung der Drossel L 525 und des Widerstandes R 525 ist an dem Spannungssprung bei t_3 und t_4 gut zu erkennen.

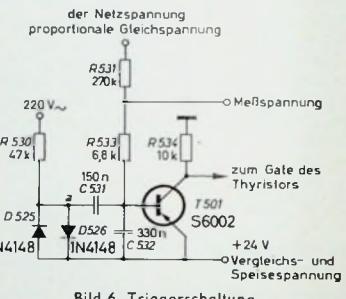
Die Steuerimpulse des Thyristors können erst erzeugt werden, nachdem sich die Betriebsspannung für die Triggerschaltung aufgebaut hat. Daher treten erst etwa 10 Perioden nach dem Einschalten des Gerätes die ersten Triggerschaltungen ein. Der Schubkondensator C 528 ist jedoch schon nach einer Periode auf 90 % der Spitzenspannung ($200 \cdot \sqrt{2} = 282$ V) aufgeladen, während C 533 noch keine Spannung hat. Einige Perioden lang würde der Thyristor mit der gefährlich hohen Sperrspannung von $200 \cdot 2 \cdot \sqrt{2} = 564$ V belastet werden, wenn nicht die Diode D 528 den Ladekondensator C 533 gleichzeitig auf $200 \cdot \sqrt{2} = 282$ V aufladen würde. Wenn der Thyristor leitend wird, ist der Ladekondensator also bereits auf 282 V aufgeladen, so dass der Einschaltstromstoß nicht sehr groß wird. Trotzdem ist der Thyristor für die stoßweise Aufladung von C 533 von 0 V ab dimensio-

niert. Dauerversuche an vielen Exemplaren haben das erwiesen. Die gewonnene Gleichspannung an C 533 wird durch die anschließende Siebkette geglättet. Als Schutz gegen Überlastung und Kurzschlüsse hat einer der Siebwiderstände eine Auslösersicherung.

4. Triggerschaltung

In der Starkstromtechnik, in der Thyristoren bisher weitaus am meisten angewandt werden, arbeitet man mit sehr umfangreichen Triggerschaltungen. Für die Aufgaben Impulserzeugung, Istwert-Sollwert-Vergleich, Phasenbeeinflussung und Thyristoransteuerung werden oft viele Transistoren eingesetzt, und der Thyristor wird meistens über einen Transformator angesteuert.

Für die Anwendung in einem Fernsehgerät schien dieser Aufwand unnötig hoch. In den Nordmende-Labors wurde daher eine Schaltung entwickelt, die mit wenigen Bauteilen auskommt und sehr übersichtlich ist (Bild 6). Die Dioden D 525 und D 526 begrenzen die Spannung an a auf etwa 0 und +24 V (Bild 4c). Die Phase entspricht der Phase der Netzspannung. Die Kondensatoren C 531 und C 532 sind als kapazitiver Spannungsteiler für diese Wechselspannung vorgeschaltet, weil die Spannung von 24 V die zulässige Basis-



Emitter-Spannung des Transistors T 501 übersteigt. Während der negativen Netzhälbwelle, wenn also die Spannung an a etwa Null ist, leitet die Basis-Emitter-Strecke, und die Kollektorspannung ist dann rund 24 V. Wird die Spannung an a nun plötzlich um 24 V positiver, dann wird die Basis von T 501 ebenfalls positiver, aber wegen des Teilers C 531, C 532 nur um etwa 5 V. Über R 533 fließt die Ladung von C 531 und C 532 zu dem einstellbaren Spannungsteiler für die Ist-Spannung (Meßspannung) ab. Die Meßspannung ist dort etwa 20 V. R 533 würde die Basis von T 501 auf diese Spannung bringen, wenn nicht beim Unterschreiten der Emitterspannung (24 V) die Basis-Emitter-Diode leitend werden würde. Diese Diodenstrecke wird über R 533 leitend gehalten, bis wieder ein positiver Spannungssprung am Punkt a auftritt.

Die Zeit vom Sperren bis zum Leiten der Basis-Emitter-Diode hängt von der Meßspannung ab. Wenn die Basis-Emitter-Diode leitend wird, schaltet der Transistor durch, und am Kollektor tritt ein Spannungssprung von 24 V auf. Dieser Impuls gelangt über einen Kondensator zum Gate des Thyristors, so dass der Thyristor zündet. Sinkt infolge einer Lastzunahme oder Netz-

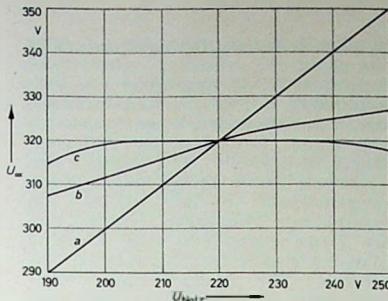


Bild 7. Wirkung der Regelschaltung. a unstabilisiert; b stabilisiert, ohne Kompensation der Netzspannungsschwankungen; c stabilisiert, mit Kompensation der Netzspannungsschwankungen

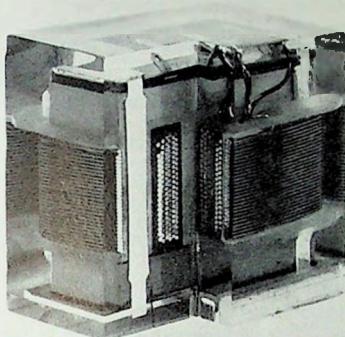


Bild 8. Aufbau der Drossel L 525; die „Über alles“-gewickelten Streufeldkompensations-Windungen sind im Schnittbild deutlich erkennbar

spannungsänderung die Spannung an C 533 (Bild 3), so sinkt auch die Meßspannung, und der Transistor wird dann früher wieder leitend. Daher zündet der Thyristor ebenfalls früher, und zwar zu einem Zeitpunkt, in dem die Anodenspannung des Thyristors weniger weit abgesunken ist. Dies wirkt dem Absinken der Spannung entgegen.

Um einen besseren Ausgleich von Netzspannungsschwankungen zu erhalten, als es allein durch diese Regelung möglich ist, wird der Basis von T 501 außerdem über R 531 eine der Netzspannung proportionale Komponente zugeführt. Diese Spannung enthält naturgemäß eine größere Information als die Meßspannung, so daß im interessierenden Bereich eine gute Netzspannungsunabhängigkeit erreicht werden kann (Bild 7).

Diese Schaltung hat gegenüber einigen anderen den Vorteil, daß der Transistor als Impulserzeuger arbeitet. Beim Ausfall des Transistors (durch Unterbrechung oder Kurzschluß) fallen die Zündimpulse fort, und es treten keine Folgefehler auf. Wäre der Transistor jedoch als regelbarer Widerstand eingesetzt, wie es bei einigen anderen Schaltungen der Fall ist, so könnte ein Kurzschluß oder eine Unterbrechung des Transistors eine zu niedrige Ist-Spannung vortäuschen. Das würde dann eine Hochregelung weit über die Sollspannung hinaus zur Folge haben, wodurch andere Stufen des Fernsehgerätes beschädigt werden könnten.

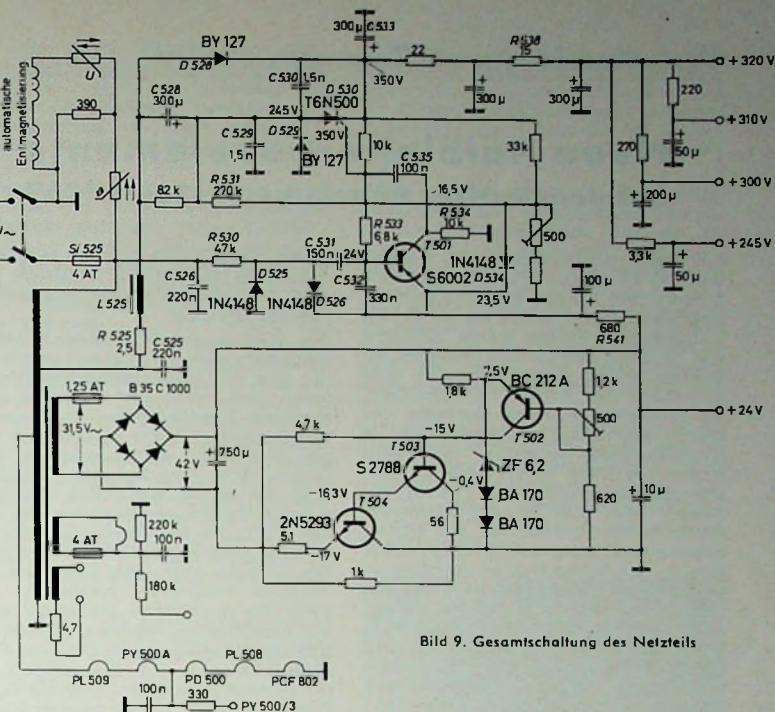


Bild 9. Gesamtschaltung des Netzteils

5. Vorschaltdrossel

Von der Schaltungsidee bis zur Fertigungsreife müssen viele Probleme oft auf ganz neue Art gelöst werden. Als Beispiel hierfür sei die Drossel L 525 näher beschrieben. Die Drossel hat folgende Funktionen: Begrenzung des Einschaltstroms, Verringerung des Betriebsstroms und Verhinderung des Eindringens von Störstrahlung ins Netz. Bei den hohen periodischen Spitzenströmen und besonders bei dem noch höheren Einschaltstrom wird trotz des Luftpalts von $2 \times 0,5$ mm die Sättigung des Eisens nahezu erreicht. Daher streut die Drossel bei der normalen EI-Bauform sehr. Obwohl die Bildröhre eine magnetische Abschirmhaube hat, gibt es innerhalb des Fernsehgerätegehäuses keinen Platz, an dem das sich schnell ändernde Feld der Drossel das Bild nicht störend beeinflußt.

Das Streufeld der Drossel läßt sich zwar durch einen Eisenblechkasten abschirmen, jedoch wird diese Abschirmung durch das Magnetfeld periodisch angezogen und in mechanische Schwingungen versetzt. Man hört dann einen starken Brummtont, der sich nur beseitigen läßt, wenn man den Kasten mit der darin untergebrachten Drossel mit Kunsthärz füllt. Der Kasten verhält sich jetzt zwar ruhig, aber das Harz verhindert eine gute Wärmeabgabe, so daß die Kupfertemperatur übermäßig ansteigt. Deshalb wurde nach neuen Abschirmmethoden gesucht. Die gefundene Lösung besteht aus einer außen um die Drossel gelegten Wicklung (Bild 8), die vom Drosselstrom durchflossen wird und ein Gegenfeld zum Streufeld erzeugt. Diese beiden Felder heben sich nach außen hin auf.

6. Gesamtschaltung des Netzteils

Bild 9 zeigt als Ausschnitt aus dem Empfängerschaltbild die Gesamtschaltung

des Netzteils. In diesem Schaltbild können einige Sicherheitsmaßnahmen besser übersehen werden. Die Diode D 534 schützt den Transistor T 501 gegen Basis-Emitter-Durchbrüche, wenn das 24-V-Netzteil ausfällt. Sollte der Kondensator C 535 durchschlagen, so könnte die 350 V hohe Spannung über die Gate-Katoden-Strecke des Thyristors D 530 und die eventuell dann kurzschließende Kollektor-Emitter-Strecke von T 501 auf die 24-V-Leitung gelangen und Transistoren in anderen Stufen gefährden. Der Widerstand R 541 (680 Ohm) begrenzt diesen Strom unter den Wert, der von den 24-V-Stufen aufgenommen wird. Die 24-V-Spannung kann also auch dann nicht hochlaufen. Die Kurzschlußsicherheit des Netzteils bei Kurzschlüssen der 320-V-Spannung wird mit der Netz Sicherung Si 525 erreicht. Bei Überlastungen spricht die Widerstandssicherung R 538 an. Die technischen Daten des 320-V-Netzteils und des Thyristors sind in Tab. I zusammengestellt.

Tab. I. Technische Daten des 320-V-Netzteils und des Thyristors

320-V-Netzteil	
Ausgangsspannung:	320 V
Ausgangsstrom:	550 mA
Brummspannung	2,2 V _{ss}
Thyristor T 6N 500	
Zündstrom:	20 mA
Zündspannung:	2 V
Verlustleistung (in der beschriebenen Schaltung):	1,6 W
Haltestrom:	60 mA
periodischer Spitzenstrom:	12 A
Netzstrom:	2,3 A _{eff}
Zündwinkel differenz zwischen Minimum und Maximum der Netzspannung:	10°

Neue Halbleiterbauelemente auf dem Pariser Bauelemente-Salon 1969

Der Salon International des Composants Electroniques (Paris, 26. März bis 2. April 1969) brachte auf dem Halbleitergebiet weniger Neuheiten als in den Vorjahren. Trotzdem waren deutliche und wichtige Weiterentwicklungen zu beobachten, die darauf hinzuweisen, dem Anwender die Arbeit zu erleichtern, die Halbleiter in immer weiteren Gebieten einsatzfähig zu machen und die Herstellungskosten durch rationellere Produktion oder weitgehendere Integration zu senken. Der Bericht behandelt neue diskrete und integrierte Halbleiterbauelemente für die Unterhaltungselektronik und für einige industrielle und kommerzielle Anwendungen. Für die zuletzt genannten Gebiete enthält ein Aufsatz in der Internationalen Elektronischen Rundschau¹⁾ weitere Einzelheiten (Transistoren und Halbleiterdioden, integrierte Logik-Schaltungen, integrierte Schaltungen für lineare Anwendungen, Opto-Elektronik).

Rundfunkanwendungen

Der Planartransistor in Kunststoffumhüllung ist auch weiterhin das für Kleinleistungsanwendungen bevorzugte Bauteil, und eine Weiterentwicklung



Bild 1. Niedrig unvergossene Plastiktransistoren von AEG-Telefunken im Vergleich zu einer Nadelspitze (etwa sechsfache Vergrößerung). Das eigentliche Transistorssystem ist auf dem einen Anschlußleiter befestigt und mittels haarrfeiner Drähte mit den anderen Anschlußleitern verbunden



Bild 2 (oben rechts). Streifenweise gefertigt, werden die (im Bild 1 vergrößert gezeigten) Systeme (hier in etwa natürlicher Größe) zunächst vergossen (Mitte), dann stanzt man die Fixierstreifen zwischen den Anschlußdrähten aus (unten)

zeichnet sich nur auf dem Gebiet der Doppeltransistoren ab, die Sprague als Differentialtypen, Komplementärpaare oder Darlingtonsschaltungen liefert. Die

¹⁾ Schreiber, H.: Halbleiterbauelemente auf dem Salon International des Composants Electroniques 1969. Internat. Elektron. Rdsch. Bd. 23 (1969) Nr. 5, S. 135 bis 137

Bilder 1 und 2 erläutern ein besonders rationelles Herstellungsverfahren, das AEG-Telefunken für seine Plastiktransistoren anwendet.

Die kostensparende Kunststoffumhüllung setzt sich auch mehr und mehr bei den Silizium-Leistungstransistoren durch. Tab. I gibt eine Übersicht über in dieser Technik hergestellte Komplementärpaare. Mit den angegebenen Typen lassen sich Sprechleistungen von 10 bis 100 W erreichen. Als Vergleich zeigt Tab. II die Kenndaten von integrierten Leistungsverstärkern, bei denen die Typen von Bendix hybride, die anderen monolithische Schaltkreise sind. Die Tabelle zeigt, daß besonders bei letzteren zahlreiche zusätzliche diskrete Zusatzelemente notwendig sind. Die angegebenen Zahlen umfassen die Koppelkondensatoren für Ein- und Ausgang, nicht aber den Lautsprecher. In den meisten Fällen wird auch ein Kühlkörper benötigt, so daß der integrierte Schaltkreis keine wesentliche Platzersparnis mit sich bringt. Sein Einsatz ist also hauptsächlich eine Frage des Preises, die aber zumindest noch nicht

in allen Fällen zufriedenstellend gelöst ist.

Integrierte NF-Vorverstärker von Mallory liefern an PNP-Leistungstransistoren in A-Vorverstärkern einen Basisstrom von 45 mA. Besonders für Autoempfänger entwickelte RTC (Valvo) den TA 435 als Vorverstärker für das Komplementärpaar AD 161, AD 162. Ein rauscharmer Verstärker TAA 500 dieser Firma eignet sich zum Anschluß piezoelektrischer und dynamischer Mikrofone. Für Magnetbandverstärker entwickelte Mallory Einfach- und Doppelschaltungen mit einer Spannungsverstärkung von 57 bis 63 dB bei 9 bis 24 V Betriebsspannung und mehr als 20 kOhm Eingangswiderstand. Ein Vierfachverstärker von RCA hat 2 dB Rauschfaktor und 53 dB Spannungsgewinn je Kanal.

Im TAA 500 (RTC, Valvo) werden frequenzmodulierte Signale bis 12 MHz verstärkt und in einer Quadraturschaltung demoduliert, die nur einen einzigen Schwingkreis benötigt. Außerdem enthält dieser Schaltkreis einen NF-Vorverstärker mit Lautstärkeregelung mittels einer veränderbaren Gleichspannung. Eine Einkreisfrequenzdemodulation wird auch in einem ZF-Verstärker von Sprague angewandt. Die Serie der FM-Verstärker von RCA wurde um ein Modell mit 35 dB Leistungsgewinn für 10,7 MHz erweitert.

Fernsehanwendungen

Das Flachgehäuse mit sternförmig seitlich herausgeführten Anschlüssen wird

Tab. I. Komplementäre Silizium-Leistungstransistoren in Kunststoffgehäusen

NPN-Typ	PNP-Typ	Stromverstärkung B bei I_C in A	U_C max in V	I_C max in A	P_{tot} in W bei Gehäusetemperatur in °C	Hersteller	Be-merkmungen
TIP 29	TIP 30	40...200/0,2*	40	1	30/25	Texas-Instrum.	* >10/1
TIP 29 A	TIP 30 A	40...200/0,2*	60	1	30/25	Texas-Instrum.	* >10/1
BD 135	BD 136	40...250/0,15	45	1,5	4/80+	Siemens, Valvo	+ 7/50
BD 137	BD 138	40...160/0,15	60	1,5	4/80+	Siemens, Valvo	+ 7/50
2 N 4921	2 N 4918	20...100/0,5*	40	3	30/25	Motorola	* >10/1
2 N 4922	2 N 4910	20...100/0,5*	60	3	30/25	Motorola	* >10/1
2 N 4923	2 N 4920	20...100/0,5*	80	3	30/25	Motorola	* >10/1
TIP 31	TIP 32	20...100/1*	40	3	40/25	Texas-Instrum.	* >8/3
TIP 31 A	TIP 32 A	20...100/1*	60	3	40/25	Texas-Instrum.	* >8/3
2 N 5190	2 N 5193	25...100/1,5	40	4	35/25	Motorola	$f_t > 4$ MHz
2 N 5191	2 N 5194	25...100/1,5	60	4	35/25	Motorola	$f_t > 4$ MHz
2 N 5192	2 N 5105	25...100/1,5	80	4	35/25	Motorola	$f_t > 4$ MHz
TIP 33	TIP 34	25...125/1*	40	10	80/25	Texas-Instrum.	* >12/3,
TIP 33 A	TIP 34 A	25...125/1*	60	10	80/25	Texas-Instrum.	* >4/10
TIP 35	TIP 36	20...100/5	40	25	90/25	Texas-Instrum.	* >10/15,
TIP 35 A	TIP 36 A	20...100/5	60	25	90/25	Texas-Instrum.	* >5/25

Tab. II. Kenndaten von integrierten NF-Leistungsverstärkern

Typenbezeichnung	TAA 300	PA 234	BHA 0001	PA 237	BHA 0004	PA 246	BHA 0002
Betriebsspannung in V	9	24	14	24	14	34	30
Ausgangsleistung in W	1	1	2	2	5	5	15
Verlustleistung in W	—	1,4 ²⁾	12 ²⁾	2,3 ²⁾	15 ²⁾	5 ²⁾	30 ²⁾
Wirkungsgrad in %	58	45	20	52	65	58	60
Ruhestrom in mA	8	<15	700	15	20	10	7
Frequenzband in Hz/kHz	70/000	30/100	40/10	25/55	30/15	30/100	25/20
Rauschpegel in dB	—	—80	—50	—75	—65	—70	—70
Eingangsspannung in mV	10	600	5	8	20	12...200	350
Eingangswiderstand in kOhm	>10	100	0,3	40	20	—	18
Ausgangswiderstand in Ohm	—	2	—	0,86	—	0,6	—
Lastwiderstand in Ohm	8	22	10	16	3	16	3,2
Klirrgrad bei 1 kHz in %	8 ¹⁾	3	5 ¹⁾	0,5	<1	0,7	<1
Zusätzliche Bauteile	8	7...11	3 ²⁾	12	5	14	8
Hersteller	RTC Valvo	GE Bendix	GE Bendix	GE Bendix	GE Bendix	GE Bendix	GE Bendix

¹⁾ <1% bei 0,8 W. ²⁾ Bei 50 °C an der Kühlleiste. ³⁾ Bei 100 °C an der Grundfläche. ⁴⁾ Zusätzlich Ausgangstransistor. ⁵⁾ Bei 25 °C an der Grundfläche; Normalbetrieb ohne Kühlkörper bis 30 °C Umgebungstemperatur möglich. ⁶⁾ Bei 70 °C an den Kühlleisten

jetzt auch bei RTC, Valvo für UHF-Transistoren verwendet. Die damit gebogene Verkürzung der Zuleitungen gleicht weitgehend die bei Diodenabstimmung entstehenden Verluste aus.

Zur Bildablenkung empfiehlt die Firma einen NPN-Transistor für 800 V, 250 mA und 8 W Verlustleistung bei 95 °C. Für Horizontalablenkenschaltungen nach dem Pumpptransistorprinzip (ohne Netztransformator anwendbar) entwickelte Siemens die Typen BU 110 (8 A, 25 W, U_{CE} 0 = 150 V) und BU 111 (4 A, 20 W, U_{CE} 0 = 300 V) mit 1 μ s Abschaltzeit. Die Abschaltzeit ist 0,75 μ s bei einem PNP-Germaniumtransistor für 10 A, 320 V von Ates, der sich ebenfalls für Zeilen-Endstufen eignet.

Für Farbfernseher entwickelte RTC, Valvo eine integrierte Schaltung, die aus den Luminanz- und Chrominanzsignalen die drei Farbsignale entschlüsselt und die den Arbeitspunkt festlegenden Gleichspannungen an die Ausgangsstufen liefert. Ähnliche IS wurden auch bei Sprague und Plessey angekündigt.

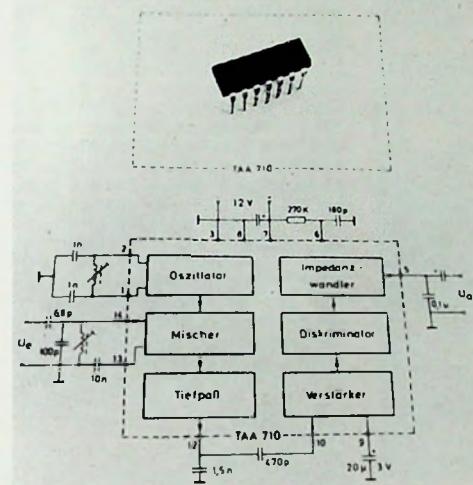


Bild 3 zeigt Form und Blockschaltung einer integrierten Schaltung von Intermetal, in der der Fernsehton aus dem Intercarriersignal aufbereitet wird. Der Diskriminator arbeitet mit Impulsintegration. Zur Steuerung von Abstimmtdioden entwickelte diese Firma einen Schaltkreis, der wie eine temperaturkompensierte Z-Diode arbeitet und bei einem Innenwiderstand von 12 Ohm eine Referenzspannung von 33 V mit einem Temperaturkoeffizienten von $2 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ abgibt. Ein ähnliches Halbleiterbauelement wird auch von RTC, Valvo gefertigt.

Neben den VHF-UHF-Abstimmtdioden BB 141 und BB 142 mit großem Kapazitätshub und nur 2,5 nH Zuleitungsinduktivität zeigte Intermetal neue Schaltdioden für 50 ... 1000 MHz mit 2 pF Kapazität und $< 0,5 \text{ Ohm}$ (BA 243) oder $< 1 \text{ Ohm}$ (BA 244). Reihenwiderstand. Bei einer Clampingdiode (400 V, 100 mA) dieser Firma werden 0,4 μ s Erholzeit angegeben.

Hochspannungsgleichrichter zeigte RTC, Valvo für 12,5 kV, 2,5 mA. Ausgehend

von einer 8,5-kV-Spannung am Zeilentransformator, liefert ein Vervielfachermodul von General Instruments die für Farbfernsehöhren benötigte Betriebsspannung von 25 kV. AEG-Telefunken zeigte eine Boosterdiode für 7 kV, 250 mA.

Halbleiter-Vidikons wurden von RCA und auch von Texas Instruments angekündigt. Auf einer einzigen Quadratzentimeter großen Platte werden mehrere hunderttausend Photodioden isoliert voneinander angebracht (s. a. Funk-Technik Heft 3/1969, S. 82). Wie beim klassischen Vidikon erfolgt das Auslesen durch einen Katodenstrahl. Die Empfindlichkeit ist jedoch bedeutend höher, da der Quantenwirkungsgrad etwa 50 % beträgt. Trotzdem sind bei der neuen Bildaufnahmeröhre, die auch für Infrarot bis 1,1 μm brauchbar ist, Beschädigungen weder durch einen zu hohen Strahlstrom noch durch eine zu starke Belichtung möglich. Zusammen mit Halbleiter-Abfrageeinrichtungen integrierte Matrizen von Photodioden kann man bisher nur mit etwa bis zu 10 Diodenzeilen herstellen (LTT).

Von General Instruments wurde eine integrierte Schaltung für Kraftfahrzeuge entwickelt, die sicheres Bremsen bei Glätte ermöglicht, indem man mit ihrer Hilfe die Bremskraft in Abhängigkeit von der Radgeschwindigkeit regelt.

Bild 5 zeigt Form und Schaltbild einer integrierten Schaltung von Intermetal, die für die Uhrentechnik bestimmt ist. Mit einem 1,5-V-Element betrieben, liefert sie eine auf 1 % stabilisierte Ausgangsspannung von 1,1 V. Mit 2,5 bis 4,5 V wird der monolithische TAA 780 von RTC, Valvo betrieben; mit Hilfe eines Photowiderstands steuert er über ein Relais die Belichtungszeit eines Fotoapparates zwischen 2 ms und 2 s.

Für Anwendungen im Haushalt und im Handwerk eignen sich Thyristoren in Kunststoffgehäusen, die BBC für 1,25 A, 100 ... 1000 V und General Electric für 8 A, 50 ... 400 V fertigt. Letztere Firma zeigte auch Triacs für 6 und 10 A in Plastikumhüllung.

Bild 3. Form und Blockschaltung der integrierten Schaltung für die Fernsehtongewinnung von Intermetal

Bild 4. Diese monolithische IS (Ales) im TO-5-Gehäuse dient zur helligkeitsabhängigen Steuerung der Kfz-Beleuchtung

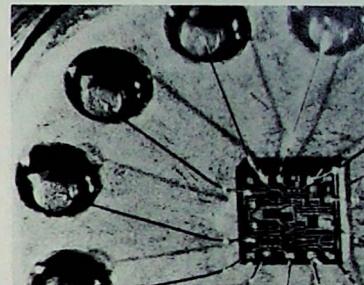
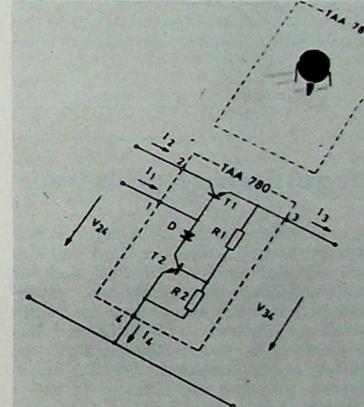


Bild 5. Integrierte Schaltung von Intermetal zum Stabilisieren der Betriebsspannung elektrischer Uhren



Man hofft jedoch, diese bisher nur zur Erkennung von Schriftzeichen benutzten Schaltkreise auch bis zu 625 Zeilen erweitern zu können.

Weitere Verbraucheranwendungen

Immer mehr dringen die Halbleiterbauelemente auch auf Gebiete vor, die nicht der Unterhaltung dienen, aber auch nicht als industriell bezeichnet werden können, da sie den Privatverbraucher direkt angehen. Dazu gehört die Automobiltechnik, für die, besonders im Hinblick auf die in Italien zahlreichen Straßentunnel, Ates einen integrierten Schaltkreis (Bild 4) entwickelt hat, der die Fahrzeugbeleuchtung in Abhängigkeit vom Außenlicht steuert. Intermetal zeigte einen Schaltkreis für 9 ... 15 V Betriebsspannung, der zum Steuern von Blinklampen an Kraftfahrzeugen dient. Die Blinkfrequenz wird durch ein äußeres RC-Glied festgelegt und verdoppelt sich, wenn eine der Lampen ausfällt. Ein Warnsignal kann durch den gleichzeitigen Betrieb sämtlicher Blinklampen erhalten werden.

Industrielle Anwendungen

Wesentliche Weiterentwicklungen von Transistoren wurden nur auf dem Gebiete der UHF-Leistungsverstärkung beobachtet, wo RCA und TRW bis zu 10 W bei 1 GHz erreichten. Mit Galliumarsenidvaraktoren erhält RTC 60 mW bei 36 GHz. Eine auf $\pm 0,2 \%$ lineare Frequenzmodulation über 2 bis 4 GHz gelang Hewlett-Packard mit Hilfe eines Yttrium-Kristalls bei 10 mW Ausgangsleistung und $< 1,5 \text{ dB}$ Amplitudenschwankung.

Westinghouse berichtete über Versuche, Dünnschichttransistoren mit isolierter Steuerelektrode auf biegsamen Unterlagen (Mylar, Zelloid, Papier) herzustellen (s. a. Funk-Technik 4/1969).

S. 120). Man hofft, in diesem Verfahren Transistoren kleiner Leistung und mittlerer Frequenzeigenschaften sowie entsprechende integrierte Schaltungen sehr preisgünstig fertigen zu können.

Für die Computer-Elektronik entwickelte **Siemens** eine bis 6 V störsichere Serie von Schaltkreisen. Den Aufbau einer 150-MHz-Zähldekade gestatten neue 5-ns-Schaltkreise der Firma **Motorola**, die auch Torschaltungen mit 2 ns Schaltgeschwindigkeit anbietet. Nachdem es möglich wurde, mehr als hundert bipolare Transistoren und Widerstände auf ein Siliziumplättchen zu integrieren, zeigten mehrere Firmen Zähldekaden bis 15 MHz, die teilweise auch zum Vor- und Rückwärtszählen geeignet sind und sich auf eine beliebige Ausgangsstellung zurückführen lassen. In der MOS-Technik werden bis zu 5000 Transistoren für Informationsspeicher und Schieberegister integriert. Für Lumineszenz-Ziffernanzeigeröhren mit 7 Segmenten fertigt **General Instruments** eine MOS-Schaltung, die die Zähl-Decodier- und Steuerschaltung enthält und mit 27 V betrieben wird.

Auf dem Gebiet der linearen Schaltkreise zeigte **Siemens** neben einem 40-MHz-Impulsverstärker (Verstärkung 40 dB) einen Operationsverstärker mit 82 dB Leistungsgewinn, dessen Ausgangstrom von 60 mA die direkte Ansteuerung eines Relais ermöglicht. Bei einem Differenzverstärker mit 300 MOhm Eingangswiderstand von **Fairchild** bewirkt eine eingegebene Temperaturregelung eine Drift von weniger als 0,6 μ V/ $^{\circ}$ C. Diese Firma zeigte auch einen Videoverstärker, dessen Phasendrehung nur 2° bei 120 MHz beträgt. Monolithische Spannungsregler werden von **Transitron** und **Fairchild** für Spannungen bis 38 V, Ströme bis etwa

0,2 A, Innenwiderstände um 50 mOhm, Schwankungsdämpfungen bis zu 10^{-4} und Temperaturkoeffizienten von $30 \times 10^{-6}/^{\circ}$ C gefertigt. Bei einem ähnlichen Schaltkreis von **National Semiconductor** (0...40 V, 12 mA) ändert sich die Ausgangsspannung nur um 1 mV zwischen Leerlauf und Vollast. Die hybride Integration verwendet **Bendix** für Spannungsregler (6...28 V, 1 A), die Verlustleistungen bis 25 W haben, weitere Regeltoleranzen aufweisen, aber auch ohne die bei den monolithischen Kreisen nötigen 4 bis 6 diskreten Zusatzelemente auskommen. Die letzte genannte Firma zeigte auch hybride integrierte Darlingtonsschaltungen bis 80 V, 10 A und mit Logikschaltungen kompatible Leistungsstufen bis 300 W Schaltleistung.

Eine neue Art der Ziffernanzeige erprobte **Hewlett-Packard** mit einer 4 mm \times 30 mm \times 10 mm großen Matrix aus 5 \times 7 Lumineszenzdioden, die zusammen mit einer Steuerschaltung aus 256 Transistoren und 400 Widerständen integriert werden. Zum maschinellen Lesen von Schriftzeichen entwickelte **AEG-Telefunken** eine integrierte Schaltung, die eine Reihe von 50 Photodioden auf einem 17 mm langen Siliziumkristall trägt.

Neben einem Darlington-Phototransistor mit 100 mA $mW^{-1} cm^{-2}$ Empfindlichkeit zeigte **RTC** eine Photodiode mit 0,5 ns Schaltgeschwindigkeit und 10 μ A $mW^{-1} cm^{-2}$ Empfindlichkeit. Ähnlich schnelle Photodioden von **CGE** erreichen im Lawineneffekt Multiplikationsfaktoren bis 200 bei einem Quantenwirkungsgrad von 50 %. Die genannten Dioden dienen besonders zu breitbandigen optischen Übertragungen mittels Laser oder Lumineszenzdioden.

H. Schreiber

Organische Halbleiter

In den letzten Jahren beschäftigten sich verschiedene Institute intensiv mit der Erforschung der Eigenschaften von organischen Halbleitersubstanzen. Im Gegensatz zu den schon bekannten Halbleiterbauelementen aus anorganischen Materialien wie Germanium, Silizium, Galliumarsenid usw. bestehen die neuen Materialien aus organischen chemischen Verbindungen.

Die Anzahl organischer Verbindungen mit halbleitenden Eigenschaften ist sehr groß, so daß noch eine umfangreiche Forschungstätigkeit zur Klärung der Zusammenhänge zwischen der chemischen Struktur und den physikalischen Eigenschaften der Stoffe zu bewältigen ist, bevor mit praktischen Anwendungen in großem Umfange zu rechnen ist. Bisher hat man beispielsweise Photodioden und Photoelemente aus Phthalocyanin, Triphenylmethanfarbstoffen, Phthaleinen usw. hergestellt. Ein Gemisch aus polykristallinem Cu-Phthalocyanin und metallfreiem Phthalocyanin

mit Silber- beziehungsweise Aluminiumkontakteierung ergab eine Diode mit einem Verhältnis des Durchlaßstroms zum Sperrstrom von 3000:1 und war bis zu 10 kHz brauchbar. Interessant sind auch Theorien, denen zufolge es möglich sein müßte, mit Hilfe organischer Verbindungen supraleitende Materialien herzustellen, die nicht erst wie Metalle – in der Nähe des absoluten Nullpunkts, sondern schon bei Raumtemperaturen und darüber Supraleiteigenschaften zeigen.

Auch kennt man organische Verbindungen (Polyäthylen-Einkristalle, Polymere auf Silikonbasis), die eine Strom-Spannungs-Kennlinie mit negativem Abschnitt (ähnlich wie bei einer Tunneldiode) zeigen. Es gibt auch organische Substanzen, die unter dem Einfluß eines elektrostatischen Feldes oder bei Elektronenbeschluß Lichtdurchlässigkeit oder Farbe ändern.

Schließlich eröffnen sich auch neuartige Perspektiven hinsichtlich der Erforschung der Energie- und Nachrichtenübertragung in lebenden Organismen mit Hilfe von organischen Halbleitersubstanzen.

Gu.

(Nach Bucker, W.: Organische Halbleiter. Elektronik-Anzeiger Bd. 1 (1969) Nr. 4, S. 69-73)

6. Internationales Fernseh-Symposium in Montreux (Schweiz)

Montreux (Schweiz) wird zwischen dem 19. und 23. Mai 1969 erneut Treffpunkt der Fernsehtechniker und -ingenieure sein, wenn dort zum 6. Male das Internationale Fernseh-Symposium – wiederum verbunden mit einer Fachausstellung – stattfindet. Diese alle zwei Jahre durchgeführte Veranstaltung gibt den Fachleuten aus aller Welt, neben den durch Vorträge gebotenen Information über den letzten Stand der Entwicklung, Gelegenheit zum Meinungs- und Gedankenaustausch.

Das sehr vielseitige Programm nennt Referenten aus rund einem Dutzend Ländern und etwa 70 Vorträge zu allen aktuellen Fernsehfragen. Unter den „offiziellen“ Vorträgen am 19.5. befaßt sich das Hauptreferat anläßlich der Eröffnung mit dem Satelliten-Fernsehen. Den Stand des Fernsehens in ihren Ländern nach dem ersten Jahr zeichnen am Montagnachmittag (19.5.) je ein Redner aus Großbritannien, Frankreich und Deutschland. Im Rahmen der Ver teilprobleme kommen am Dienstag (20.5.) die Projekte für einen Euro visionssatelliten sowie das deutsch französische Satellitenvorhaben „Symphonie“ zur Sprache. Den Fernsehversuchen im Zentimeterbereich (Band VI) der Deutschen Bundespost in Berlin, dem niederländischen Drahtfernsehprojekt und neuen transistorisierten Empfangsantennen gelten weitere Referate am 20.5. Als Novum findet am Mittwochvormittag (21.5.) eine Konferenz am runden Tisch statt, anläßlich der unter anderem die ergebnisbundene Fernsehverteilung mit Sendern, das Satelliten- und das Drahtfernsehen zur Sprache kommen werden. Die Vorträge über Bildaufzeichnung am Donnerstag (22.5.) werden eingeleitet mit einem Referat über die Elektronische Bildaufzeichnung auf Film (EVR). Zwei Vorträge sind dem Thema des Fernsehtelefons gewidmet.

Den Abschluß der Veranstaltung bildet ein Besuch der Teilnehmer in der Fernsehstation La Dôle. Anläßlich des offiziellen Banketts werden, wie schon bei den früheren Symposien, verdiente Pioniere und Fachleute ausgezeichnet und geehrt.

Die parallel stattfindende Fernsehausstellung wird vor allem das große Angebot an Ausrüstung aller Art für Fernsehstudios und -sender sowie der mannigfältigen Hilfseinrichtungen zeigen, wobei in diesem Jahr der Farbe vermehrte Bedeutung zukommt. Da sich an dieser Ausstellung nahezu alle führenden Unternehmen aus Deutschland, Frankreich, Großbritannien und den USA beteiligen, bietet sie eine erwünschte Gelegenheit, an einem Ort das internationale Angebot überblicken zu können.

Die Anwesenheit vieler Techniker und Ingenieure in Montreux wird zum Anlaß genommen, um dort parallel zum Symposium eine Tagung des Comité international spécial des perturbations radioélectriques (CISPR) und im Anschluß die Jahrestagung des europäischen Zweiges des Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) durchzuführen.

Internationale Ela-Ausstellung Paris 1969

Die diesjährige internationale Ela-Ausstellung, die wie alljährlich in Paris, an der Porte de Versailles, zusammen mit der Bauelemente-Ausstellung in der Zeit vom 28.3.-2.4.1969 stattfand, ließ erkennen, daß auf dem Ela-Gebiet heute ein derart hoher Stand erreicht wurde, der kaum noch irgendwelche sensationellen Neuheiten aufkommen läßt. Natürlich sah man an vielen Ständen sogenannte Neuheiten. Entweder handelt es sich aber dabei um etwas Neues bei nur einer bestimmten Firma, oder diese „Neuheiten“ sind Weiterentwicklungen bereits bekannter Modelle, die dann in neuem Gewand und unter neuer Typenbezeichnung angeboten werden.

Diese etwas spärliche Neuheitenausbeute erlaubt es dem Berichter, etwas näher auf bestimmte Geräte einzugehen. Allerdings ist auch dies oft mit großen Schwierigkeiten verbunden, da leider auf vielen Ausstellerständen über wirklich neue Geräte wenig technische Unterlagen vorlagen. Mit manchem Neuen wird eben auf Ausstellungen nur getestet, wie das Gerät beim Publikum ankommt.

Magnettongeräte

Beginnen wir hier mit Magnettongeräten, bei denen Nagra mit einer wirklichen Neuheit ein Gerät entwickelte, von dem man noch öfters hören wird. Die Firma zeigte in der Vorserie ein kleines Taschentonbandgerät unter der Typenbezeichnung „SN“, das nicht viel größer als eine Packung Zigaretten ist (Bild 1), dabei auch so flach, daß es bequem in jede Tasche gesteckt werden kann. Betrieben wird das Gerät mit nur zwei Mignonzellen von je 1,5 V. Benutzt werden hier Tonbänder, wie man sie in Kassetten verwendet, allerdings auf normalen Spulen und nicht in der Kassette. Das Gerät, das normalerweise mit einer Geschwindigkeit von 4,75 cm/s arbeitet, kann auch mit 9 cm/s oder anderen Bandgeschwindigkeiten geliefert werden. Bemerkenswert ist, daß bei der niedrigen Geschwindigkeit von 4,75 cm/s bereits eine obere Frequenz von 12 kHz aufgezeichnet wird, und zwar bei einem Signalaus-Rausch-Abstand von 55 dB. Dieser Wert sagt eigentlich viel mehr als die Bandbreite über die Qualität aus.

Eine andere bemerkenswerte Eigenschaft des Gerätes: Es arbeitet in Stereo mit getrennten Hör- und Sprechköpfen. Warum Stereo, so könnte man fragen, wenn es sich um ein derart

kleines Gerät handelt. Nun, ein Vertreter der Schweizer Firma begründete das nicht mit der Wiedergabequalität, sondern sagte, dies sei eine Vorsichtsmaßregel, um bei Ausfall einer Spur immer noch sicher zu sein, eine nicht zu wiederholende Aufnahme noch auf der zweiten Spur zu haben. Ein anderer Grund, der noch plausibler ist, könnte vielleicht sein, daß für Abhörzwecke (wofür zweifellos ein solches Gerät speziell interessant ist und wohl auch eingesetzt wird) die Sprachverständlichkeit bei Stereo-Aufnahme wesentlich besser ist, wohingegen bei Mono-Betrieb oft nur ein Stimmengewirr zu vernehmen ist. Zugunsten des sehr niedrigen Gewichtes von nur 600 g mußte man an einigen Stellen geizen; so ist zum Beispiel die Rückspulung nicht für Motorantrieb ausgelegt, sondern muß mittels Handkurbel erfolgen. Die Firma Automation, Heidelberg, zeigte ein Tonbandgerät, das für Spezialaufgaben im Rundfunk, aber auch im Schulwesen, in Medizin und Forschung von großem Interesse ist. Das unter der Bezeichnung „System 2002“ angebotene Gerät (Bild 2) ist ein Wiedergabegerät für normale Tonbänder, bei dem aber die Bandgeschwindigkeit stetig verändert werden kann,

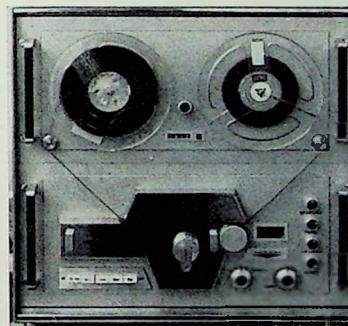


Bild 2. Tonbandmaschine „System 2002“ von Automation

ohne daß dabei eine Änderung der Tonhöhe eintritt; es kann aber auch die Tonhöhe stetig verändert werden, ohne daß dabei die Geschwindigkeit verändert wird. Beim Rundfunk ist natürlich die Anwendung bekannt, um die Programmzeiten genau einzuhalten. Weniger bekannt ist eine andere Einsatzmöglichkeit, nämlich im Blindenunterricht. Man konnte feststellen, daß Blinde (wohl infolge besserer Konzentration) im Mittel zweimal so schnell hören können wie Sehende. Auch für Abhörzwecke eignet sich das Gerät, weil man an unverständlichen Stellen entweder die Geschwindigkeit oder aber die Tonlage (wenn nicht sogar beide) so einstellen kann, daß sich eine maximale Verständlichkeit ergibt. Das volltransistorisierte Gerät ist in 19-Einschubtechnik ausgeführt und kann auf Wunsch mit jeder Spurlage geliefert werden. Die Grundwiedergabegeschwindigkeit ist 19 oder 38 cm/s. Die zu erreichende Geschwindigkeitsvariation umfaßt einen Bereich von 0,7:1 bis

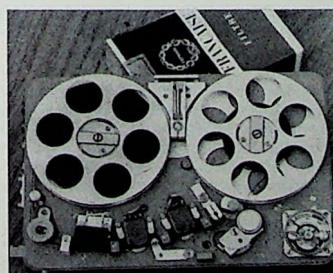


Bild 1. Mini-Tonbandgerät von Nagra

2:1. Die Tonhöhenvariationen umfassen $\pm 1/2$ Oktave, insgesamt also eine volle Oktave. Der Spulendurchmesser ist 19 cm. Technische Unterlagen standen leider nicht zur Verfügung; man konnte aber erfahren, daß im „System 2002“ die Veränderungen unter anderem mittels rotierender Tonköpfe und mit Hilfe von elektronisch geregelten Differential- und Kapstanantrieben erreicht werden.

Als Neuheit zeigte Telefunken das Studiotonbandgerät „M 10 A“ mit 8 Spuren, womit die „M 10“-Reihe vervollständigt wird. Daneben ist das Magnetophon „M 5 C“ jetzt in mehreren Ausführungen verfügbar, und zwar in Chassisform, als tragbares Gerät und in einer Spezialausführung auf Konsole.

Eine andere Neuheit wurde von der Schlumberger Instrumentation ausgestellt: ein Tonbandgerät für 16-mm-Band mit einer Perforationsreihe. Perforierte 16-mm-Tonbänder sind nichts Neues, und man verwendet sie zur exakten Synchronvertonung von Ton und Bild. Allerdings war bisher der Antrieb infolge der üblichen Verwendung von Zahntrommeln oft recht kostspielig und nicht so anpassungsfähig wie bei normalen Bandspielen. Die Geräte vom Typ „F 240“ sind nun normale Geräte, haben aber eine Abtastvorrichtung für die Perforation des Tonbands. Das so erhaltene Signal wird mit einem Pilotenignal verglichen, das gegebenenfalls von einer anderen Maschine geliefert werden, aber auch quarzgesteuert sein kann. Die sich ergebende Korrektionsgröße regelt den Kapstanantrieb und bewirkt so einen vollkommen synchronen Lauf. Als besondere Vorteile dieser Methode kann man die Leichtigkeit des schnellen Vor- und Rücklaufes sowie ein sehr schnelles Anlaufen anführen. Während der Anlauf mit klassischen Maschinen für perforiertes Tonband einige Sekunden in Anspruch nimmt, ist dieser Wert hier auf eine halbe Sekunde reduziert. Philips zeigte zum erstenmal in Frankreich ein neues Tonbandgerät für den anspruchsvollen Amateur, das aber auch im Studiobetrieb zu verwenden ist. Über dieses Gerät „PRO 12“ wurde bereits ausführlich berichtet¹⁾. Es hat die beiden Bandgeschwindigkeiten 9,5 und 19 cm/s und verwendet Spulen bis zu 18 cm Durchmesser. Seine beiden Spuren sind sowohl für Stereo- als auch für doppelten Mono-Betrieb einsetzbar. Das Gerät kann sowohl horizontal als auch vertikal betrieben werden, hat zwei VU-Meter und erlaubt Mischen, Multiplay, Echoeffekte und Überblendungen. Die Eingangsempfindlichkeit des Mikrofoneingangs ist kleiner als 1 mV (50 bis 2000 Ohm).

Phonogeräte

Bei den Plattenspielern und -wechslern felen vor allem zwei neue Geräte auf. Der neue Wechsler „Dual 1210“ als Nachfolger des bekannten Modells „1010“ präsentiert sich in völlig neuer Aufmachung als Gerät (Bild 3) mit einem Tonarm in neuer Form. Ganz aus Metall hergestellt, hat dieser Arm ein kantiges Profil. Die Aufhängung des Arms ist ebenfalls völlig neu und entspricht technisch gesehen der des „1015“ und „1019“. Weitere Feinheiten wie Ausgleichsge-

¹⁾ Hi-Fi-Tonbandgerät „PRO 12“. Funk Techn. Bd. 23 (1968) Nr. 18, S. 692-694



Bild 3. Der neue Plattenspieler und -wechsler „Dual 1210“



Bild 4. Plattenspieler „TD 125“ von Thorens

wicht und Tonarmlift machen dieses Gerät zu einem wertvollen Baustein für Anlagen der unteren und mittleren Preisklasse; technische Daten lagen noch nicht vor.

Thorens stellte eine Hi-Fi-Plattenspieler-Platine „TD 125“ (Bild 4) für höchste Ansprüche vor. Die Platine wird ohne Tonarm geliefert. Der Synchronmotorantrieb wird mit Hilfe einer Wienbrücke elektronisch gesteuert. Die Frequenz dieser Wienbrücke kann mit einem Umschalter auf die drei genormten Geschwindigkeiten umgeschaltet werden (die Umdrehungszahl 78 U/min ist nicht vorhanden). Der 16polige Synchronmotor läuft mit relativ niedriger Drehzahl zwischen 175 und 350 U/min. Ein Regelpotentiometer erlaubt noch eine Feinregelung der Drehzahl um $\pm 2\%$, was in den meisten Fällen wohl hinreichend sein dürfte. Ein eingebautes Stroboskop dient zur genauen Kontrolle der Drehzahl. Die Geschwindigkeitseinstellung und der Ein-Aus-Schalter werden mittels zwei breiter großer Tasten betätigt. Der Antrieb des Plattenstellers (Gewicht 3,2 kg) erfolgt über einen Treibriemen großer Länge, der eine gute mechanische Filterung darstellt. Die so erreichte Gleichlaufgenauigkeit liegt bei $\pm 0,08\%$. Der Geräuschenstand nach DIN 45 539 ist mit -48 dB sehr gut.

Lautsprecher

An Lautsprechern wird weiterhin experimentiert, und auf jeder Ausstellung wird das neueste Nonplusultra vorgestellt. In diesem Jahr war es die französische Firma Hi-Fox, die den sogenannten „Poly-Planar“-Lautsprecher vorstellte. Es handelt sich um einen Lautsprecher, der im Grunde nach dem gleichen Prinzip wie her-

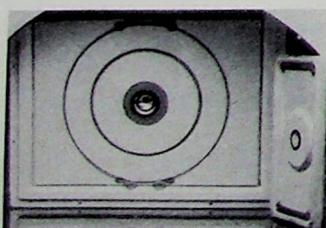


Bild 5. Flachlautsprecher „Poly-Planar“ für 20 W (Mitte) und für 5 W (rechts) von Hi-Fox

kommliche Membranlautsprecher arbeitet. An Stelle der Papiermembrane befindet sich jedoch eine flache Kunststoffplatte aus Polystyrolschaum; das Gewicht dieser Kunststoffplatte ist denkbar leicht. Diese Lautsprecher gibt es in zwei Modellen mit Leistungen von 5 und 20 W (Bild 5). Nach Herstellerangaben haben sie folgende elektrische Daten: Bereich: 40 ... 20 000 Hz, Empfindlichkeit 85 dB/m für ein Eingangssignal von 1 W, Impedanz 8 Ohm, Temperaturbereich $-7 \dots +80^\circ\text{C}$, Abmessungen des 20-W-Lautsprechers 36,5 mm \times 298,5 mm \times 373,5 mm (Tiefe \times Breite \times Höhe) bei einem Gewicht von 535 g.

Auf der Suche nach neuen Lautsprecherformen und Arten sah man unter anderem auch die sogenannten Tonstrahler von Elipson auf dem Stand der Firma l'Automatic. Es handelt sich hier um ein allseits geschlossenes zylinderförmiges Gehäuse, das an einem Ende einen Lautsprecher enthält und an anderer Ende einen abgestimmten Doppelresonator trägt. (Die Angaben des Herstellers enthalten das Paradoxon, daß der Tonstrahler eine Richtwirkung wie Tonsäulen haben soll, also keinen Lärmefekt kennt; gleichzeitig wird aber behauptet, daß keinerlei Richtwirkung besteht, wodurch der Ton in alle Richtungen gleichmäßig abgestrahlt wird.)

Um bei zylinderförmigen Lautsprechern zu bleiben, sei hier auf eine neue, kleine Kompaktbox von Audax hingewie-



Bild 6. Runde Kleinbox „Gyraudax 1“ von Audax

sen, die unter dem Namen „Gyraudax 1“ herausgekommen ist (Bild 6). Mit dieser Box wird allerdings nur hinsichtlich der dekorativen Wirkung ein anderer Weg beschritten, während die elektrischen und akustischen Werte einer normalen Kleinbox der gleichen Firma vollkommen entsprechen.

Mikrofone

Bei den Mikrofonherstellern gab es zwar einige Neuheiten, die hier aber nur schlicht genannt werden können, da irgendwelche Unterlagen nicht vorliegen. So fand man bei AKG das Modell „D 190“, ein dynamisches Richtmikrofon, und das „C 451“, ein Kondensatormikrofon mit Feldeffekttransistoren.

Beyer zeigte mit dem Modell „M 500“ ebenfalls eine Neuheit. Auch hier fehlen nähere Unterlagen.

Die französische Firma Melodium brachte das neue Bändchenmikrofon „RM 6“ auf den Markt, das einen eingebauten Umschalter für Einstellung auf verschiedene Entfernung enthält. Studer stellte das Mikrofon „Revox 3400“ vor, ein dynamisches Richtmikrofon hoher Güte, das speziell auf den

Eingang der „Revox“-Tonbandgeräte abgestimmt ist (Impedanz 500 Ohm bei 1 kHz). Die Richtwirkung ist nierenförmig. Der Frequenzbereich reicht bei einem Abfall von 3 dB von 30 bis 17 000 Hz; die Empfindlichkeit ist etwa 0,3 mV/ μbar .

Die französische Firma Elno bot neu ein dynamisches Differentialmikrofon an, das vor allem für Anwendungen bei Sprachübertragung in sehr lärmefüllter Umgebung vorgesehen ist. Bei einer Impedanz von 85 Ohm und einem Gewicht von nur 25 g hat es eine Empfindlichkeit von 8 $\mu\text{V}/\mu\text{bar}$ und einen Übertragungsbereich 200 bis 5000 Hz.

Verschiedenes

Das Angebot an Tunern und Verstärkern war zwar groß, rechtfertigt jedoch nicht eine Berichterstattung über diese Gerätegruppe, da der weitaus größte Teil der Geräte schon früher in Paris oder auf anderen Ausstellungen gezeigt wurde.

Zum Abschluß sei hier noch auf zwei Neuheiten eingegangen, die auf der Ausstellung gezeigt wurden. Einmal handelt es sich um ein tragbares Transistorischpult der Pariser Firma Frei, das sowohl für professionelle Anwendungen als auch für den ernsthaften Amateur entwickelt wurde. Trotz geringer Abmessungen enthält das Gerät bis zu 12 Kanäle (6×2 bei Stereo). Jeder Kanal hat einen Empfindlichkeitsumschalter für die Werte 0, -40 und -60 dB und Tonregler für Höhen und Tiefen mit $\pm 12\text{ dB}$ Anhebung oder Absenkung bei 40 und 12 000 Hz. Der Frequenzbereich ist 25 ... 15 000 Hz, der Signal-Rausch-Abstand besser als -116 dB . Das Gerät kann entweder am Wechselstromnetz oder mit fünf 4,5-V-Batterien betrieben werden, dabei ist im letzten Fall ein Betrieb für etwa 10 Stunden möglich.

Cabasse, außer Hersteller von Lautsprechern erster Qualität auch Fabrikant von Hi-Fi-Verstärkern, zeigte eine Neuheit, die etwas aus dem Rahmen fällt, aber zu einer Technik gehört, die gegenwärtig stark im Kommen ist: eine Lichteckanlage (Bild 7). Unterlagen

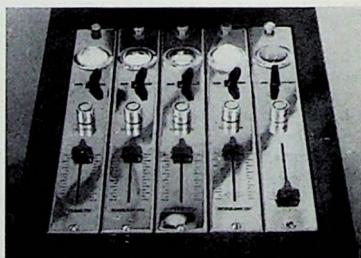


Bild 7. Lichteckpult von Cabasse

waren leider auch hier nicht greifbar. Es soll aber soviel gesagt werden, daß mit dieser Anlage die elektronische Steuerung von Lampen, die meistens in verschiedenen Farben gewählt werden, vorgenommen wird. Die Steuerung kann mit Hilfe einer Tonmodulation erfolgen, wodurch Licht-Begleiteffekte erreicht werden, die besonders bei moderner, funktioneller und elektronischer Musik eine Reihe von Anwendungsbereichen finden.

W. S.

Meßgeräte für den Funktechniker auf dem Salon elektronischer Bauelemente Paris 1969

Nachdem im vergangenen Jahr die Hersteller von Meßgeräten nicht auf der Ausstellung vertreten waren, stellte diesmal auch diese Branche wieder in Paris aus. Bei dem sehr umfassenden Angebot an Meßgeräten für viele Zwecke (auch für die Kerntechnik, die Raumforschung, ferner im Hinblick auf die stärker werdende Verbreitung von integrierten Schaltungen – für viele neue Gebiete also, die in die praktische Phase eintreten und für die daher in zunehmendem Maße die entsprechenden Meßgeräte benötigt werden) wäre es natürlich vermessen, hier eine auch nur einigermaßen vollständige Übersicht zu geben. Jedoch ist es ein Spezialgebiet, das von der fortschrittlichen Technik gerade auf diesem Sektor profitiert, nämlich die Meß- und Prüfgeräte, die der Funk- und Fernsehtechniker tagaus, tagbei bei seiner Arbeit benötigt. Wenn solche Geräte oftmals auf Ausstellungen auch in der Masse verschwinden, so dürften sie doch, was die Stückzahl angeht, mit an erster Stelle der Produktion stehen, auch wenn wertmäßig andere Objekte vielleicht stärker ins Gewicht fallen.

Die diesjährige Pariser Ausstellung kann in gewissem Sinn in dieser Beziehung als besonders markant angesehen werden. Es ist nicht das erste Mal, daß digitale Meß- und Prüfgeräte in starkem Umfang angeboten wurden; das war auch schon früher der Fall. Zum ersten Male brachte man aber jetzt in verstärktem Maße entsprechende Geräte heraus, die für die Alltagspraxis des Funktechnikers bestimmt sind, sowohl in bezug auf Ausstattung als auch vor allem in bezug auf den Preis. Freilich, wenn man Preisvergleiche beispielsweise mit normalen Vielfachinstrumenten anstellt, die in den vergangenen Jahren recht preiswert wurden, so liegt immer noch ein Unterschied von 1:3 bis 1:5 vor. Aber das ist schon ein bedeutender Fortschritt, der vor allem durch die Verwendung von integrierten Schaltungen ermöglicht wurde, die ja preislich in ganz entscheidendem Maße gesunken sind. Also auch hier gehen die Impulse ganz eindeutig von der Entwicklung auf dem Halbleitersektor aus.

Digitale Meß- und Prüfgeräte

Mit dem digitalen Vielfachinstrument „Digitest 500“ (Bild 1) zeigte Schneider (Frankreich) zum ersten Male ein kleines, leichtes und recht preisgünstiges Gerät für den täglichen Einsatz in Werkstätten und Labors. Das Gerät ist für nachstehend genannte Meßbereiche ausgelegt. Gleichspannungen: 50 mV bis 500 V (dabei liegt die Eingangsimpedanz im ersten Bereich bei 1 MΩ, erreicht in den anderen Bereichen, aber bis zu 100 MΩ); Gleichströme: 50 μA; Wechselspannungen: 50 mV ... 300 V in fünf Bereichen; Wechselströme: 50 μA; Widerstände in fünf Bereichen von 50 Ohm bis 500 kΩ. Die Anzeige wird



Bild 1. Kleines digitales Vielfachmeßgerät für den Service, das „Digitest 500“ von Schneider

mit drei Zifferanzeigeröhren vorgenommen. In jedem Meßbereich sind maximal 500 Meßwerte unterscheidbar. Eine Leuchtanzeige zeigt an, ob die Polarität des Gerätes umgekehrt werden muß. Ein anderes Leuchtsignal leuchtet auf, sobald die Eingangsspannung dem Endwert des eingeschalteten Bereichs nahekommt.

Neben diesem Modell brachte Schneider noch eine ganze Reihe anderer Geräte dieser Art mit gesteigerten Möglichkeiten auf den Markt, darunter das ebenfalls neue „MN 124“ mit 17 Bereichen (mit jeweils maximal 2000 unterscheidbaren Meßwerten), das allerdings im Preis entsprechend höher liegt. Daneben sei noch ein reines digitales Voltmeter erwähnt, das für Gleichspannungen in fünf Bereichen von 0,2 bis 1000 V ausgelegt ist.

Der Originalität halber und nicht, weil man es bald in den Werkstätten antreffen wird, sei noch ein sprechendes Voltmeter derselben Firma erwähnt, ebenfalls mit digitaler Anzeige. Hier wird die Anzeige durch ein Umsetzungssystem noch in Worte umgesetzt, die auf einer Magnetfolie aufgezeichnet sind und innerhalb von vier bis fünf Sekunden angesagt werden. Das Gerät kann für bis zu drei Sprachen ausgelegt werden. Hier wird also eine Messung gebracht, die es dem Personal ermöglicht, anderen Aufgaben nachzugehen. Auch für telefonische Übertragung dürfte ein solches Gerät vorzüglich geeignet sein.

Die französische Firma Metrix ist ebenfalls auf diesem Sektor nicht untätig geblieben und zeigte mit dem Modell

„Digimetrix DX 703 A“ (Bild 2) ein Gerät, das 25 Meßbereiche von 100 mV Gleichspannung an aufweist, dabei eine Eingangsimpedanz von 10 MΩ hat und daneben noch eine Analoganzeige enthält, die allerdings nicht zur Messung, sondern zur augenblicklichen Endwertanzeige dient. Vier Anzeigeröhren werden benutzt; die Anzeige ist also 3 Digit + eine Stelle hinter dem Komma. Bereiche: 100 mV ... 1000 V Wechsel- und Gleichspannung, 120 μA bis 1200 mA Wechsel- und Gleichstrom, Widerstandsmessung 120 Ohm bis 1200 kΩ.

Mit dem Modell „DX 106 A“ (Bild 3) führt Metrix unter anderem noch ein Digitalvoltmeter mit fünf Bereichen vor



Bild 2. „Digimetrix DX 703 A“, ein digitales Werkstatt-Vielfachgerät von Metrix

(200 mV ... 2000 V). Dieses Gerät, das natürlich schon gehobenen Ansprüchen gerecht wird, hat zusätzlich noch einen Ausgang für Registrierung.

Auch Philips bot unter der Typenbezeichnung „PM 2420“ ein neues digitales Vielfachgerät an, das ebenfalls eine Anzeige von 3 Digit + eine Stelle hinter dem Komma hat. Die Gleichstrombereiche gehen hier sogar bis zu 1 A; die Widerstandsmessung erlaubt das Messen von Widerständen bis zu 1 MΩ.

Vielfach-Zeigermeßgeräte

Neben den digitalen Geräten, die also jetzt volkstümlich werden, seien aber die herkömmlichen Vielfachgeräte nicht vergessen, vor allem, weil hier ebenfalls ein umfassendes Angebot zu sehen war.

Ein Spezialist auf diesem Gebiet ist zweifellos die Firma Pekly (Frankreich), die gleich vier Neuheiten zeigte. Besonders interessant ist hier das Modell „897“ mit einem Innenwiderstand von 40 000 Ohm je Volt sowie das „898“ mit 100 000 Ohm je Volt. In beiden Fällen handelt es sich um leichte, kleine und handliche Geräte mit Schutzvorrichtungen gegen Überlastungen und falsche Handhabung.

Chinaglia (Italien) brachte ebenfalls ein umfassendes Programm von Geräten, die vor allem auch durch ihre Preise von Interesse sind. Als Neuheit sah man hier das Modell „Cortina“ mit einem Innenwiderstand von 20 000 Ohm je Volt. Es hat 57 Meßbereiche und erlaubt beispielsweise Widerstandsmessungen von 0,05 Ohm bis 100 MΩ. Die Bereichsumschaltung erfolgt mit einem einzigen Drehschalter. Für das Gerät gibt es noch Zubehör zur Verwendung als Signalverfolger mit Grundfrequenzen von 1 kHz und 500 kHz, also für Anwendungen bei HF und NF. Die Harmonische 500 MHz ist noch gut zu



Bild 3. Gleichspannungsvoltmeter von Metrix mit digitaler Anzeige

verwenden, so daß also bis in den UHF-Bereich gearbeitet werden kann. Trotz dieser Vielzahl von Möglichkeiten sind die Abmessungen nur $15,6 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}$ bei einem Gerätewicht von nur 650 g.

Chauvin-Arnoux zeigte beispielsweise den „Polycontrol 97“, ein batteriegepeistes Gerät mit einer Betriebsfähigkeit je Batteriesatz von einem Jahr und einem Innenwiderstand von 100 M Ω je Volt.

Oszilloskopen

Auch bei den Oszilloskopen war ein reichhaltiges Angebot zu sehen, wobei festzustellen ist, daß man auch viele Geräte hoher Leistung in recht geringen Abmessungen vorstellt, die größtenteils bereits mit Transistoren und integrierten Schaltungen aufgebaut sind. Ein Eingangsteil werden vielfach Feldeffekttransistoren verwendet.

Bei Centrad fand man so das neue Gerät „879“ (Bild 4) in Einschubtechnik



Bild 4. Oszilloskop „879“ von Centrad, ein neues Gerät in Einschubtechnik, das trotz der kleinen Abmessungen große Möglichkeiten bietet

(mit rechteckiger Röhre $56 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$ und Nachbeschleunigung). Die Bandbreite ist $0 \dots 25 \text{ MHz}$, der Ablenkkoefizient 10 mV/cm und die Anstiegszeit 15 ns . Die Eingangsspannung kann bis zu 600 V betragen. Ein Einschub für $0 \text{ bis } 100 \mu\text{Hz}$ mit einer Empfindlichkeit von $200 \mu\text{V}$ sowie ein solcher für die Verwendung als Zweistrahlgerät mittels elektronischen Schalters sind in Vorbereitung. Der Oszilloskop wird auch in Kürze mit Batteriespeisung geliefert werden können.

Die Firma Katji brachte mit dem Modell „310“ ein einfaches Gerät heraus, das vor allem für Demonstrationszwecke in Schulen und Lehrwerkstätten bestimmt ist. Es handelt sich hier also vor allem um die Sichtbarmachung von grundlegenden Vorgängen, die nicht die Anforderungen beanspruchen, die sonst an solche Geräte gestellt werden.

Radio-Contrôle, Lyon, stellte als Neuheit einen Zweistrahlzosilloskop vor, der vollkommen mit Halbleitern bestückt ist. Er arbeitet mit einem Bildschirm von 13 cm und hat eine Bandbreite bis zu 10 MHz sowie eine Anstiegszeit von $0,06 \mu\text{s}$. Der Oszilloskop wurde besonders im Hinblick auf Anwendungen im Farbfernseherservice entwickelt.

Mit dem „MINI 76“ (Bild 5) hat Unitron einen neuen flachen Oszilloskop mit

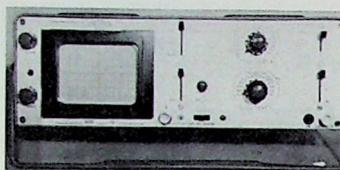


Bild 5. „Mini 76“, ein besonders kleiner Oszilloskop von Unitron

9-cm-Bildröhre im Lieferprogramm. Bei einem Gewicht von 5 kg hat das Gerät 10 MHz Bandbreite und einen Ablenkkoefizienten von 1 mV/cm . Die Speisung erfolgt aus dem Netz, wobei eine automatische Umschaltung entsprechend der Netzspannung erfolgt.

Meß- und Prüfgeräte für den Fernseherservice

Bildmustergeneratoren für Schwarz-Weiß- und Farbfernsehern wurden bei verschiedenen Firmen in mehreren Modellen präsentiert. Es war festzustellen, daß die entsprechenden Schwarz-Weiß-Geräte jetzt so ausgelegt werden, daß sich mit ihnen auch viele Arbeiten an Farbfernsehempfängern ausführen lassen. Dazu gehören natürlich Konvergenzgitter, die anscheinend in bezug auf Stabilität den Herstellern viel zu schaffen machten. Dies Problem scheint nun zur Zufriedenheit gelöst zu sein. Daneben bringen viele Geräte eine Grautreppe zur besten Weiß-Einstellung der Farbbildröhren. Diese Vorteile kommen natürlich auch dem Service von Schwarz-Weiß-Empfängern zugute.

Sider-Ondyne zeigte einen Bildmustergenerator, der für die französischen Normen und für die CCIR-Norm sowohl in VHF als auch in UHF geeignet ist. Sämtliche Kanäle sind quarzgesteuert. Ein anderes Modell („671 A“) ist bereits mit modernen Transistoren bestückt.

Die ausgestellten Bildmustergeneratoren für Farbe, die entscheidende Fortschritte erkennen ließen, sind natürlich für das französische System ausgelegt, so daß der deutsche Techniker weniger daran interessiert ist.

Gerade für den Farbservice sind zwei weitere Geräte interessant. Ein Differenzverstärker „901“ (Bild 6) von Centrad ist als Vorsatz für Oszilloskopen



Bild 6. Differenzverstärker „901“ von Centrad für Anwendungen mit Einstrahlzosilloskopen

gedacht und hat ein eigenes Speiseteil. Die Verstärkung ist 1 im Bereich 0 bis 5 MHz . Die Eingangsimpedanz ist $1 \text{ M}\Omega$ (40 pF). Die Eingangsspannung kann bis zu 200 V_p betragen. Die Synchronisation erfolgt durch einen Begrenzerverstärker, der mittels eines Umschalters auf die Kanäle A und B ge-

legt werden kann. Als Hauptanwendungsgebiete wurden genannt: Farbfernsehen, NF-Anwendungen (Kontrolle der Phasengleichheit von Lautsprechern, Analyse von Verzerrungen in beiden Stereo-Kanälen) sowie natürlich alle Gebiete der industriellen Elektronik. Die beiden Eingänge des Gerätes haben frequenzkompensierte Abschwächer und arbeiten auf Feldeffekttransistoren, die bis zu 500 V Überspannung geschützt sind.

Bei Katji war auch ein elektronischer Schalter „3100“ zu sehen, der ebenfalls für den Farbservice besonders geeignet scheint. Die Umschaltfrequenz ist einstellbar. Das Gerät enthält einen Synchronisationsverstärker und hat eine Bandbreite von 10 kHz . Die Stromversorgung erfolgt aus zwei normalen $4,5 \text{ V}$ -Batterien.

Stromversorgungsgeräte

Sehr großes Interesse fanden auch die stabilisierten Speisegeräte, die besonders für den Service von Transistorgeräten interessant sind. Allerdings scheinen die Hersteller mehr an professionelle Anwendungen als an die Werkstatt zu denken, denn die meisten der gezeigten Geräte haben eine Ausstattung, die den Preis recht hoch treibt.

Die Fortschritte der Elektronik in den letzten Jahren, vor allem auf dem Gebiet der Halbleiter und der integrierten Schaltungen, finden also ihren Niederschlag gerade auf dem Sektor des Meßwesens und ergeben die Möglichkeit zum Bau kleinerer, leichterer und trotzdem oft vollkommenen Meßgeräte zu erschwinglichen Preisen, die die moderne Ausstattung aller Servicewerkstätten nicht nur ermöglichen, sondern vielfach vereinfachen.

W. S.

INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSTAU

bringt im Maiheft 1969 unter anderem folgende Beiträge:

Die automatische Herstellung von Verdrahtungsplänen und Leitungsführungen auf gedruckten Schaltungsplatten
Technische Perspektiven des Festkörper-Radars

Kontaktlose Inkremental-Drehgeber mit gedruckten Schaltungen

Ein lineares Tor mit hoher Auflösung

Halbleiterbauelemente auf dem Salon des Composants Electroniques 1969

Leipziger Frühjahrsmesse 1969 · Datenverarbeitung und Prozeßautomatisierung

Elektronik in aller Welt · Angewandte Elektronik · Persönliches · Neue Bücher · Neue Erzeugnisse · Industriedruckschriften · Kurznachrichten

Format DIN A 4 · monatlich ein Heft
Preis im Abonnement 12,30 DM vierteljährlich,
Einzelheft 4,20 DM

Zu beziehen
durch jede Buchhandlung im In- und Ausland,
durch die Post oder direkt vom Verlag

VERLAG FÜR
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH
1 Berlin 52 (Borsigwalde)

Dreistufiger 175-MHz-Sendeverstärker

Der beschriebene Sendeverstärker benutzt die neuen HF-Leistungstransistoren 2 N 5422, 2 N 5423 und 2 N 5424 von Intermetal. Diese speziell für mobile Sprechfunkgeräte entwickelten Transistoren haben eine sehr niedrige Sättigungsspannung, so daß es möglich ist, einen Sender mit 10...15 W Ausgangsleistung bei etwa 150 MHz direkt aus der 12-V-Autobatterie zu speisen. Eine geschickt aufgebaute gedruckte Schaltung sowie mit Hilfe der Großsignal-Impedanzparameter dimensionierte Anpassungsnetzwerke gewährleisten einen hohen Wirkungsgrad des Verstärkers, der auch ohne prinzipielle Umdimensionierungen im 2-m-Amateurbereich eingesetzt werden kann.

1. Einleitung

Kürzlich hat Intermetal eine neue Serie von 12-V-HF-Leistungstransistoren auf den Markt gebracht, die vorzugsweise für Anwendung im VHF-Bereich bestimmt sind. Die Reihen umfassen die Typen 2 N 5421 und 2 N 5422 im TO-39-Gehäuse, geeignet für 1 beziehungsweise 2 W Ausgangsleistung, sowie die Typen 2 N 5423 und 2 N 5424 im Gehäuse TO-60, vorgesehen für 5 beziehungsweise 13 W Ausgangsleistung. Bei den TO-60-Typen ist mit

demonstriert, wurde ein Verstärker entworfen, der drei der neuen HF-Transistoren in einer relativ schmalbandigen dreistufigen Anordnung enthält. Diese Anordnung wäre denkbar als FM-Sendevertärker für Sprechfunk im Frequenzbereich 150...175 MHz.

2. Betrachtungen zur Dimensionierung

Für den ersten Versuch wurde die klassische Anordnung mit einer unterteilten Abschirmbox, einlagigen Zylinderspu-

neten Werte der Anpassungsnetzwerke ziemlich exakt waren und optimale Anpassung ergaben. Nachträgliche Schaltungsänderungen waren nicht erforderlich, und der Verstärker ließ sich gut abstimmen.

Bei der Schaltung nach Bild 2a betrug der Abstimmungsbereich 130...180 MHz. Die erreichte Ausgangsleistung war 14,5 W bei 175 MHz und einer Bandbreite von 8 MHz.

An Hand von Bild 3 werden als Beispiele die Gleichungen gezeigt, mit deren Hilfe das erste Anpassungsnetzwerk bestimmt wurde. Der Eingang des Transistors 2 N 5422 mit einer Großsignal-

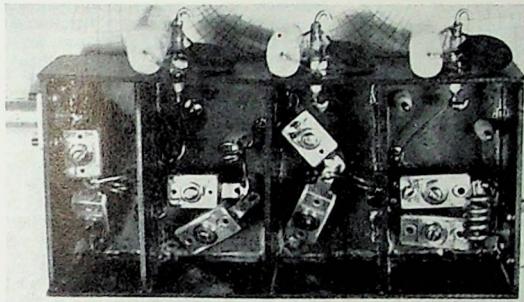


Bild 1. Ansicht des konventionell aufgebauten 175-MHz-Sendevertäkers

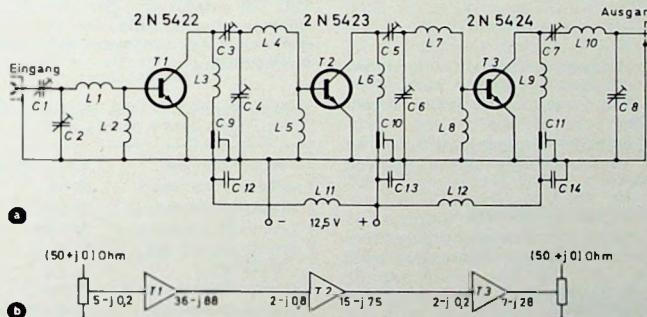


Bild 2. Schaltbild (a) des Verstärkers und Blockschaltbild (b) mit Großsignal-Impedanzen

dem Gehäuse der Emitter verbunden, bei den TO-39-Typen der Kollektor.

Die kleine Kollektorsättigungsspannung dieser Transistoren ermöglicht es, die damit aufgebauten Sendevertäker direkt aus der 12-V-Autobatterie zu speisen; das bedeutet für mobile Sprechfunkanlagen einen großen Vorteil.

2. Schaltungskonzeption

2.1. Allgemeines

Um die Anwendung dieser Transistoren in einer praktischen Schaltung zu

W. P. Heitzman ist Applikationsingenieur bei der ITT-Semiconductors, West Palm Beach, Florida, USA; der Aufsatz wurde von Ing. Rudolf Sydow, Intermetal GmbH, Freiburg i. Br., übersetzt.

len und dergleichen gewählt, wie sie Bild 1 zeigt. Basierend auf den gemessenen Großsignal-Impedanzparametern der Transistoren und der geforderten Bandbreite, wurde festgestellt, daß induktive Anpassungsnetzwerke ausreichend sein würden. Der Verstärker soll mit 50 Ohm Generator- und Lastwiderstand arbeiten.

Die Dimensionierung der Anpassungsnetzwerke wurde mit den üblichen und in früheren Veröffentlichungen [1] zu findenden Gleichungen errechnet. Bild 2a zeigt die komplette Schaltung des Verstärkers, Bild 2b ein Blockschaltbild der aneinander anzupassenden Großsignal-Impedanzen. Es war interessant, festzustellen, daß die mit Hilfe der in den Transistordatenblättern angegebenen Großsignal-Impedanzparameter errech-

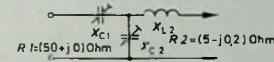


Bild 3. Ersatzschaltbild des ersten Anpassungsnetzwerks

Impedanz von $(5-j 0,2)$ Ohm wird von einem Generator mit $Z = (50+j 0)$ Ohm Innenwiderstand angesteuert. Es ist

$$X_{L1} = Q_{L1} \cdot R_2 = 5 \cdot 5 = 25 \text{ Ohm},$$

wobei die Güte Q_{L1} der Spule L_1 zu 5 angenommen ist. Weiterhin ergibt sich

$$\begin{aligned} X_{C1} &= R_1 \sqrt{\frac{R_2 \cdot (Q_{L1}^2 + 1)}{R_1} - 1} \\ &= 50 \sqrt{\frac{5 \cdot (5^2 + 1)}{50} - 1} \text{ Ohm} \\ &= 80 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} X_{C2} &= \frac{R_2 \cdot (Q_{L1}^2 + 1)}{Q_{L1}} \left(\frac{1}{1 - \frac{X_{C1}}{Q_{L1} \cdot R_1}} \right) \\ &= \frac{5 \cdot (5^2 + 1)}{5} \cdot \left(\frac{1}{1 - \frac{80}{5 \cdot 50}} \right) \text{ Ohm} \\ &= 38 \text{ Ohm}. \end{aligned}$$

Daraus resultieren für das Anpassungsnetzwerk $L_1 \approx 20 \text{ nH}$, $C_1 \approx 12 \text{ pF}$ und $C_2 \approx 23 \text{ pF}$.

Alle Spulen in den Basis- und Kollektorleitungen sind auf Ferritkerne gewickelt und haben geringe Güte. Sie sind nützlich für die Unterdrückung niederfrequenter Schwingungen. So war es überflüssig, Gegenkopplungen zu Hilfe zu nehmen. Dabei ist es natürlich wichtig, alle Verbindungen so kurz als möglich zu halten und Erdpunkte am Emitter zusammenzufassen. Da der Emitter der Typen 2 N 5423 und 2 N 5424 intern mit dem Gehäuse verbunden ist, werden fingerförmige

Masseringe benutzt, die jedes der beiden TO-60-Gehäuse direkt mit Masse verbinden. Das gewährleistet eine konstante, sehr kleine Induktivität der Emitterzuleitung und daraus resultierend maximale Verstärkung sowie eine Stabilität, die wirklich beachtlich ist. Sowohl die HF-Eingangsspannung als auch die Betriebsspannung können von Null bis zum Nennwert variiert werden, ohne daß irgendeine Schwingneigung auftritt.

Tab. I. Nennwerte des Sendeverstärkers nach Bild 1 bei $U_B = 12,5$ V

Frequenzbereich	150 ... 175 MHz
Ausgangsleistung	10 W
Eingangsleistung	75 mW
Leistungsverstärkung	21,3 dB
Wirkungsgrad der Endstufe	91 %
Gesamtwirkungsgrad	65,3 %
Bandbreite	8 ... 10 MHz

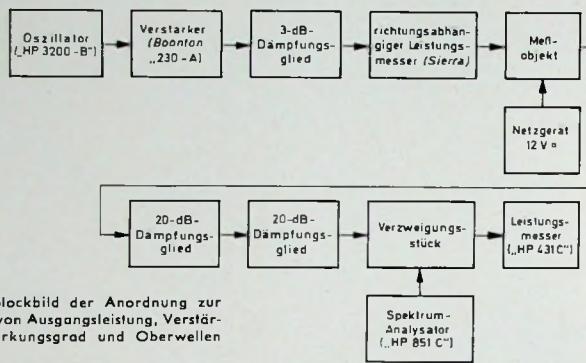


Bild 4. Blockbild der Anordnung zur Messung von Ausgangsleistung, Verstärkung, Wirkungsgrad und Oberwellen

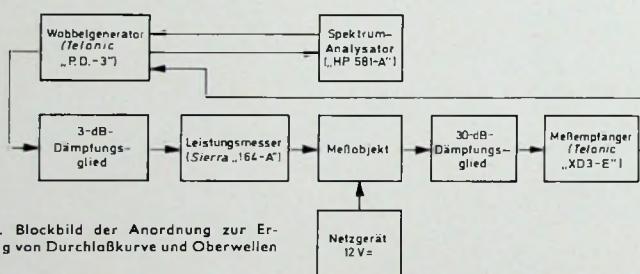


Bild 5. Blockbild der Anordnung zur Ermittlung von Durchlaßkurve und Oberwellen

Die Messungen mit dem Aufbau nach Bild 4 ergaben, daß alle Oberwellen gegenüber der Grundwelle um mehr als 30 dB gedämpft sind. Die Durchlaßkurve, aufgenommen mit dem Meßaufbau nach Bild 5, ist auch noch beträchtlich jenseits der 3-dB-Punkte symmetrisch, abgesehen von dem üblichen Abfall, der verursacht wird durch die mit steigender Frequenz abnehmende Stromverstärkung der Transistoren.

Die vorgenommenen Messungen ergeben für den Verstärker nach Bild 1 die in Tab. I zusammengefaßten Eigenschaften.

Die optimale Ausgangsleistung ist 14,5 W bei einer Eingangsleistung von 140 mW.

3. Endgültige Ausführung

Die mit dem ersten Aufbau erreichten Resultate schienen erfolgversprechend

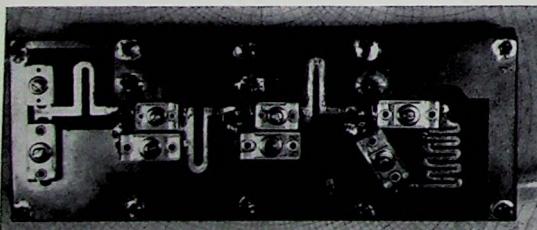


Bild 6. Ansicht des in gedruckter Technik aufgebauten 175-MHz-Sendeverstärkers

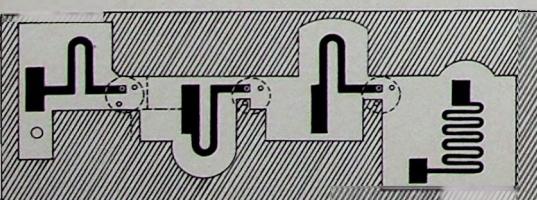


Bild 7. Maske für die Herstellung der gedruckten Schaltung

genug, um einen eleganteren Aufbau zu erproben. Daher wurde eine neue Konzeption ausgearbeitet, die sich einer gedruckten Schaltung und einer Art stripline-Technik bedient. Den neuen Aufbau zeigt Bild 6. Grundsätzlich, vom elektrischen Standpunkt her gesehen, gleicht er dem ersten Aufbau nach Bild 2.

Die Haarnadel- und Mäanderlinien, die Induktivitäten bilden, können errechnet werden. Im vorliegenden Fall wurden sie empirisch gewählt und nach Messungen mit einer Boonton-RX-Brücke abgeglichen.

Der vollständige dreistufige Verstärker ist auf einer Printplatte von etwa 65 mm \times 165 mm untergebracht. Bild 7 zeigt die Maske (etwa halbe Größe der Printplattengröße) für die Herstellung der gedruckten Schaltung, die mit Hilfe eines Fotoprozesses auf die Printplatte übertragen wurde. Die Rückseite dieser Platte, auf der auch die Transistoren sitzen, ist geerdet. Für die beiden Transistoren im Gehäuse TO-60 wurde aus 2-mm-Kupferblech ein gemeinsamer Kühlkörper angefertigt. Er hat die Form eines flachen U, dessen Basis ebenso breit ist wie die Printplatte. Es wäre denkbar, den gesamten Sendeverstärker zwischen den Schenkeln des U anzurücken. Das ergäbe einen sehr raumsparenden, kompakten Aufbau.

Bei der Dimensionierung des neuen Modells wurde den Berechnungen eine Ausgangsleistung von 13 W zugrunde gelegt. Mit den schon beschriebenen Maßnahmen ergaben sich die in Tab. II zusammengefaßten Werte.

Die optimale Ausgangsleistung ist 17 W bei einer Eingangsleistung von 140 mW. Tab. III enthält die für den Nachbau interessanten Einzelheiten der Dimensionierung des Aufbaues mit gedruckter Schaltung.

Tab. II. Nennwerte des Sendeverstärkers nach Bild 6 bei $U_B = 12,5$ V

Frequenzbereich	130 ... 180 MHz
Ausgangsleistung	13 W
Eingangsleistung	70 mW
Leistungsverstärkung	22,7 dB
Wirkungsgrad der Endstufe	91 %
Gesamtwirkungsgrad	67 %
Oberwellengehalt	< 30 dB (für jede Harmonische)
Stromaufnahme der Eingangsstufe	78 mA
Stromaufnahme der Zwischenstufe	310 mA
Stromaufnahme der Endstufe	1,15 A
gesamte Stromaufnahme	1,538 A
Bandbreite	≈ 8 MHz

Tab. III. Werte der Bauelemente für den 13-W-175-MHz-Verstärker nach Schaltung Bild 2a

C 1, C 3, C 5	3 ... 35 pF
C 2, C 4, C 6, C 7	7 ... 100 pF
C 8	14 ... 150 pF
C 9, C 10, C 11	1500 pF, Durchführungs kondensatoren
C 12, C 13, C 14	10 nF, keramisch
L 1	20 nH (Haarnadelleitung)
L 2, L 5, L 8	1 Wdg. auf Ferritmateriale „4 B“
L 3, L 6, L 9, L 11, L 12	2 Wdg. auf Ferritmateriale „4 B“
L 4, L 7	10 nH (Haarnadelleitung)
L 10	65 nH (Mäanderleitung)

4. Schlußbetrachtung

Es sei festgestellt, daß auch der Wirkungsgrad des in gedruckter Schaltungstechnik nach Bild 6 aufgebauten Verstärkers gut ist. Tatsächlich ist der Gesamtwirkungsgrad dieses Verstärkers etwas besser als der des konventionell nach Bild 1 aufgebauten Verstärkers. Das röhrt von der etwas besseren Anpassung zwischen zweiter und dritter Stufe her. Für die gedruckte Schaltung wurde glasfaser verstärktes Epoxidharz verwendet.

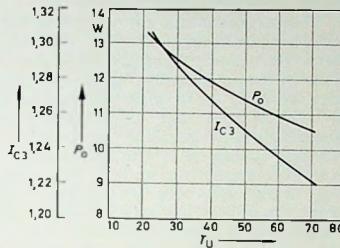


Bild 8. Ausgangsleistung P_0 und Kollektorschichtstrom I_{C3} der Endstufe in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur T_U bei 12,5 V Betriebsspannung und konstanter Eingangsleistung

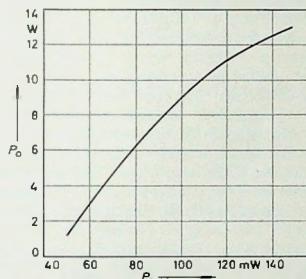


Bild 9. Ausgangsleistung P_0 in Abhängigkeit von der Eingangsleistung P_I bei 175 MHz und 25 °C Umgebungstemperatur

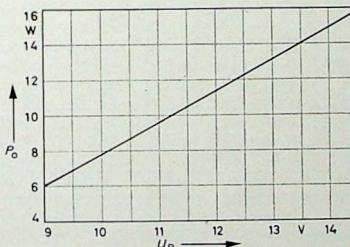


Bild 10. Ausgangsleistung P_0 in Abhängigkeit von der Betriebsspannung U_B bei 175 MHz und 25 °C Umgebungstemperatur

Von Interesse ist noch, daß der Verstärker bei höherer Umgebungstemperatur weder Anzeichen von Instabilität zeigte noch in der Ausgangsleistung wesentlich abfiel. Das zeigen, neben anderen Eigenschaften, die in den Bildern 8 bis 10 dargestellten Kurven.

Schrifttum

- [1] Tatum, J. G.: VHF/UHF power transistor amplifier design. Applikationschrift der ITT Semiconductors, West Palm Beach, Florida, USA, bestehend aus den Teilen: I. Fundamental theoretical considerations; II. RF power transistor characteristics related to circuit performance; III. Circuit considerations; IV. Matching networks (kann bei Intermetall angefordert werden).

Rundfunk

Eingebaute Ferritantenne verbessert UKW-Empfang

Daß auch im UKW-Bereich (86 bis 108 MHz) mit einer eingebauten Ferritantenne ein ebenso guter Rundfunkempfang möglich ist wie mit den gebräuchlichen Ferritantennen im Mittel- und Langwellenbereich, wurde von Dr. G. Schiefer und A. Lens im Philips-Zentrallaboratorium in Aachen nachgewiesen.

Der Verwendung von eingebauten Ferritantennen im UKW-Bereich standen bis jetzt folgende Hindernisse im Wege:

- Es gab keine für diese hohen Frequenzen geeigneten Ferritmaterialeien.
- Die Antenne muß mit abgestimmt werden, da sie sonst nicht den ganzen UKW-Bereich überstreichen kann.

Durch folgende Entwicklungen spielen diese Nachteile nun keine Rolle mehr:

- Im Philips-Forschungslaboratorium in Eindhoven vervollkommen die Gruppe von Dr. Stuyts eine Methode für das Heißsintern von Nickelzinkferrit, ein Material das sich für dieses Frequenzgebiet gut eignet.
- Die zusätzliche Abstimmung, die wegen der großen Selektivität der Ferritantenne erforderlich ist, sieht man heute nicht mehr bloß als Nachteil, sondern als eine Notwendigkeit an, da der UKW-Bereich jetzt dicht mit Sendern belegt ist.
- Diese Antennenabstimmung und die der zugehörigen HF-Vorstufe (Tuner) ist durch die Entwicklung von Abstimmindioden sehr einfach geworden.

Bild 1 zeigt eine Laborausführung einer UKW-Ferritantenne mit einer Abstimmleinheit (Tuner), die für Prüfzwecke in verschiedene gängige Rundfunkgeräte eingebaut wurde. Der Ferritstab ist etwa 18 cm lang und in der Mitte zum Anbringen einer Koppelschleife geteilt. Mit dieser Konstruktion erreicht man eine für das Signal-Rausch-Verhältnis optimale Anpassung an den Eingangstransistor. Die „Antennenspule“ besteht aus einer einzigen breiten Winding aus Kupferblech. Die Abstimmkondensatoren (drei feste Kondensatoren und zwei Abstimmindioden) sind dieser Spule parallel geschaltet. Der Tuner wird gleichlaufend mit dem Antennenkreis ebenfalls mit Dioden abgestimmt.

Mit dieser Anordnung wurde nahezu die gleiche Empfangsqualität wie mit einer (nicht eingebauten) Teleskop- oder Zimmerantenne erreicht. Für dieses günstige Ergebnis sind noch maßgebend:

- Im Gegensatz zum elektrischen Dipol empfängt die senkrechte Ferritantenne aus allen Richtungen gleichermaßen gut.
- Die Ferritantenne ist nahezu unempfindlich gegenüber elektrischer Abschirmung durch benachbartes Metall und zeigt keinen Handeffekt.

Mit diesen Versuchen wurde gezeigt, daß es technisch möglich ist, in jedes Rundfunkgerät eine Antenne einzubauen, die auch im UKW-Bereich ohne umständliche Bedienung einen guten Empfang garantiert. Selbstverständlich kann auch ein Anschluß für eine

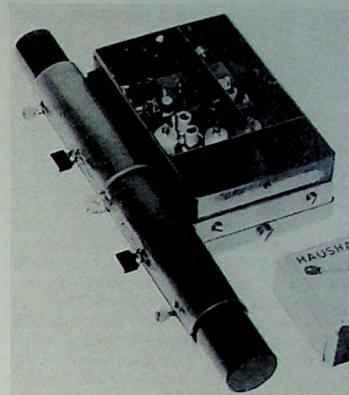


Bild 1. Abgestimmte UKW-Ferritantenne

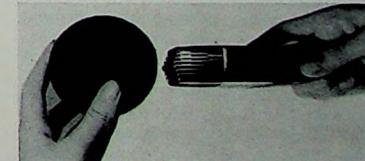
Außenantenne vorgesehen werden, wo bei der Vorteil der hohen Eingangsselektivität erhalten bleibt. Die industrielle Nutzung des hier beschriebenen Forschungsergebnisses wird davon abhängen, ob es gelingt, die Kosten der Herstellung der benötigten Ferrite wesentlich zu reduzieren.

Magnetton

Windschutz für Mikrofone

Auch Tonband-Amateure halten heute einen Windschutz für ein unbedingt notwendiges Mikrofonzubehör. Einwandfreie Aufnahmen im Freien oder bei Nahbesprechung, bei Explosivlauten und dergleichen sind eigentlich nur dann möglich, wenn das Mikrofon durch einen Windschutz ergänzt wird. Die Industrie bot zwar bisher auch dieses Zubehör an, aber nicht für Mikrofone der unteren Preisklassen.

Beyer dachte an die über 160 000 Besitzer der beiden Tonband-Mikrofon-Typen „M 55“ und „M 80“, als mit Be-



ginn der Großserienfertigung des dynamischen Tonband-Richtmikrofons „M 81“ auch der Schaumnetz-Windschutz „WS 81“ (10,- DM zuzüglich Mehrwertsteuer) herausgebracht wurde, der nicht nur für das „M 81“, sondern auch für die beiden Mikrofone „M 55“ und „M 80“ sowie für das Studio-Mikrofon „M 67 N“ verwendet werden kann.

Auch für sein Studio-Mikrofon-Programm bringt Beyer als Ablösung des bisherigen Universal-Windschutzes „WS 84“ in Drahtkorbauform je einen preisgünstigen Schaumnetz-Windschutz unter der Bezeichnung „WS 260“ und „WS 69“ heraus.

Vereinfachter Analog-Digital-Wandler für Sortieranlagen für eine oder zwei Kenngrößen

Bei vielen industriellen Überwachungs- und Sortieraufgaben wird von einer analog-digitalen Umwandlung nur verlangt, mit einer Genauigkeit von einigen Prozent den Bereich anzugeben, in dem die zu messende Größe liegt. Als Beispiel sei eine Sortieranlage genannt (für die die beschriebenen Schaltungen entwickelt wurden), die mit weiten Toleranzen gelieferte Transistoren nach sechs Stromverstärkungsgruppen und gleichzeitig nach fünf Gruppen der Kollektordurchbruchspannung (also in insgesamt 30 Sortierfächern) sortiert. Die beiden Kennwerte des Prüflings werden dazu im 50-Hz-Rhythmus nacheinander gemessen und in zwei Gleichspannungen von 5 ... 25 V verwandelt,

tragen, besonders wenn die Bereiche genau begrenzt sein sollen. Bei hohen Anforderungen kann der Temperaturgang der Gate-Katoden-Diode des Thyristors durch die Diode D 1 im Bild 2 kompensiert werden.

2. Sortieranlage für zwei Kenngrößen

Um ein Sortierfach anzugeben, das zwei gleichzeitig durch Gleichspannungen dargestellten Kenngrößen entspricht, wird eine Lampenmatrix (Bild 3) verwendet. Die fünf waagerechten Lampenreihen A ... E liegen an den Ausgängen des Wandlers für die Eingangsgröße I, die senkrechten Reihen 1 ... 6 sind an den Wandler für die Eingangsgröße II geschaltet.

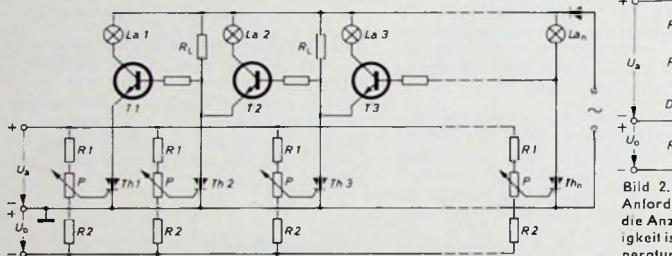


Bild 1. In dieser Anzeigeschaltung leuchtet immer nur die Signallampe auf, die von zwei in verschiedenem Zustand befindlichen Thyristoren gesteuert wird

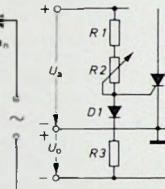


Bild 2. Bei hohen Anforderungen an die Anzeigegenauigkeit ist eine Temperaturkompensation durch die Diode D 1 nötig

die den zu messenden Größen oder deren Logarithmen proportional sind. Beschrieben wird im folgenden nur die universell anwendbare Anzeigeschaltung.

1. Sortieranlage für eine Kenngröße

Im Bild 1 ist U_a die Steuerspannung, die eine Funktion der zu messenden Größe darstellt. U_o ist eine stabilisierte Hilfsspannung, deren Höhe etwa der Hälfte des Maximalwertes U_a entspricht. Über die Spannungsteiler R_1 , P , R_2 liegt U_a an den Steuerelektroden einer Reihe von Thyristoren. Die Potentiometer P werden so eingestellt, daß bei steigender Spannung U_a zunächst Th_1 und dann nacheinander die folgenden Thyristoren leitend werden. Zwischen den Lastwiderständen R_L zweier aufeinanderfolgender Thyristoren liegen Transistoren, die die Signallampen La_1 ... La_n (oder Relais) steuern. Von diesen Transistoren kann immer nur einer leitend sein, und zwar der, dessen emitterseitiger Thyristor Strom führt, während der basisseitige noch gesperrt ist. Es leuchtet also nur diejenige Signallampe auf, die dem Spannungsbereich entspricht, in dem U_a im betrachteten Zeitpunkt liegt.

Da der von der Spannungsquelle U_a gelieferte Strom mit der Anzahl der angeschalteten Spannungsteiler steigt, dürfte eine Ausdehnung dieses Prinzips auf mehr als zehn Bereiche nur wirtschaftlich sein, wenn man Thyristoren verwendet, die einen sehr niedrigen Gatestrom zum Zünden benötigen. Der Strom in den Spannungsteilern kann dann niedriger sein. Er muß jedoch ein Vielfaches des Gatestroms be-

Der im Bild 3 unten dargestellte Wandler entspricht der Schaltung im Bild 1 bis auf die Vorstufe T_1 , T_2 , die den Eingangswiderstand auf etwa 1 MΩ erhöht. Wenn Thyristoren mit Anoden gate zur Verfügung stehen, dann kann der Wandler für die Eingangsgröße I exakt komplementär zu dem für die Eingangsgröße II aufgebaut werden. Andernfalls kann die im Bild 3 oben dargestellte Schaltung verwendet werden, bei der jeweils ein zusätzlicher PNP-Transistor die zum Ansteuern der Matrix benötigte Polarität liefert.

Die Wechselspannung zur Speisung der 12-V-Lampen beträgt 15 V, da nur eine Halbwelle benutzt wird. Der angezeigte Meßwert kann beliebig lange gespeichert werden, wenn man die Speisung der Thyristoren auf Gleichspannung umschaltet. Die Anzeige bleibt dann bestehen, wenn sich die Steuerspannung verringert, sie ändert sich aber noch, wenn sich die Steuerspannung erhöht. Damit ist es möglich, nur die Maximalwerte einer Meßreihe festzuhalten.

Die Spannungs- und Widerstandswerte im Bild 3 gelten für Steuersignale von 5 bis 25 V und für Thyristoren, die bei $< 100 \mu A$ Gatestrom zünden. Eine nicht eingezeichnete Signallampe leuchtet auf, wenn in einem der Wandler kein Thyristor leitend wird. Diese zusätzliche Anzeige verhindert, daß beim Ausfall einer Lampe der Matrix ein den Kenndaten entsprechender Prüfling als Ausschuß betrachtet wird. Auf dem Prüfpult wurde jede der Lampen neben der Öffnung eines Rohres angebracht, in dem die geprüften Transistoren in das zugehörige Sortierfach gleiten.

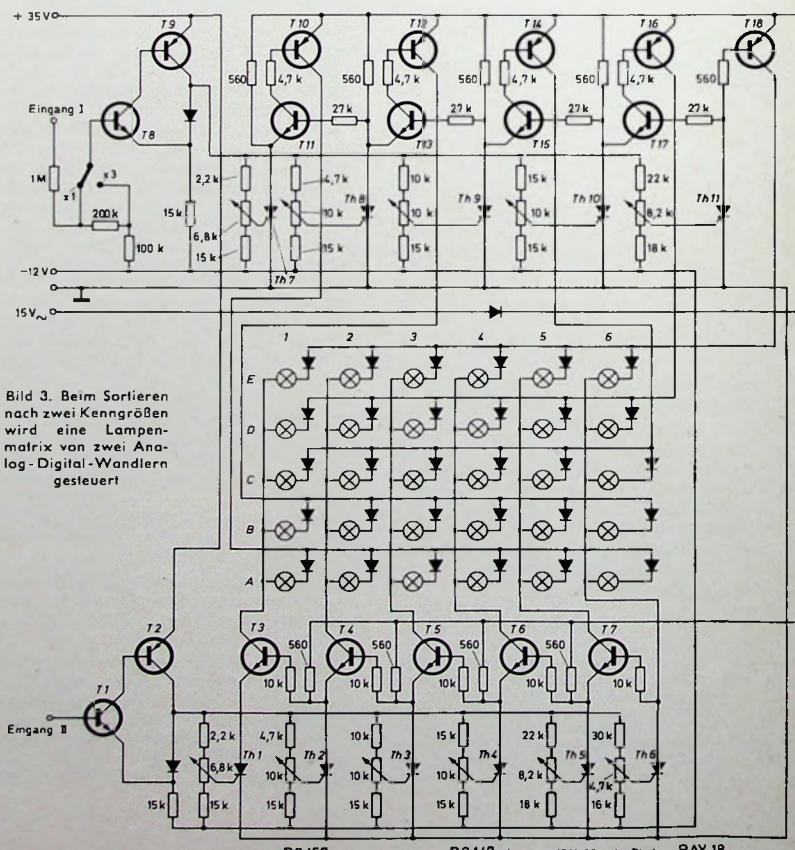


Bild 3. Beim Sortieren nach zwei Kenngrößen wird eine Lampenmatrix von zwei Analog-Digital-Wandlern gesteuert



Der Oszillograf in der Service-Werkstatt

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 24 (1969) Nr. 9, S. 358

4.1.2. Oszillografische Analyse von Störerscheinungen

Fehlerhafte Tonabnehmersysteme können bei bestimmten Frequenzen Eigenresonanzen zeigen, aber auch nichtlineare Verzerrungen hervorrufen. In diesem Fall tastet man mit der Anordnung nach Bild 82 (s. Heft 9/1969, S. 358) eine Heulton-Schallplatte ab. Zeigen sich dann bei bestimmten Frequenzwerten Resonanzspitzen oder wird die Kurve plötzlich verzerrt, so sollte man zunächst mit einem bestimmt einwandfreien Tonabnehmer nachprüfen, ob bei der betreffenden Meßschallplatte die gleichen Erscheinungen auftreten. Ist das nicht der Fall, so liegt ein Fehler im Prüfling vor. Auch diese Erscheinungen sind mit dem Oszillografen besser als mit einem Zeigerinstrument zu erkennen. Das gilt auch für zusätzliche Störgeräusche, die unter Umständen auftreten können und nicht immer ihren Grund in der verwendeten Meßschallplatte haben.

Bei stetiger Betrachtung des Oszillogramms kann man auch durch Verändern der Auflagekraft sofort feststellen, welchen Einfluß diese Maßnahme auf das Ergebnis hat. Ein Zeigerinstrument gestattet solche Untersuchungen nur recht unvollkommen, insbesondere da es auf Verzerrungen nicht anspricht.

4.1.3. Oszillografische Gleichlaufprüfungen

Für eine einwandfreie Schallplattenwiedergabe ist der gleichförmige Lauf des Plattenstellers unbedingte Voraussetzung. Man kann das zwar mit der stroboskopischen Methode überprüfen, genauer jedoch ist es, wenn man einen Oszillografen verwendet, wobei man die Meßschaltung nach Bild 83 zugrunde legt. Der Y-Anschluß des Oszillografen wird aus einem Tongenerator gespeist, während der Tonabnehmer über einen Verstärker an den X-Anschlüssen liegt. Man verwendet eine Meßschallplatte mit konstanter Frequenz, die sich auch am Tongenerator einstellen lassen muß. Nun regelt man den Tongenerator so ein, daß beide Frequenzen genau übereinstimmen, daß sich also je nach Phasenlage ein Kreis, eine Ellipse oder ein Strich auf dem Leuchtschirm ergibt. Unter der Voraussetzung einer absolut konstanten Frequenz des Tongenerators bedeutet jede Bewegung des entstehenden Leuchtschirmbildes eine Schwankung der Geschwindigkeit des Plattenstellers. Die bei dieser Bewegung der Leuchtschirmfigur auftretende Durchlaufrichtung hängt davon ab, ob die abgetastete Frequenz höher oder tiefer als die des Tongenerators ist. Ein einfacher Versuch zeigt sofort, ob sich Gleichlaufschwankungen im Sinne einer Verkleinerung oder Vergrößerung der Plattenstellersgeschwindigkeit ergeben. Daraus kann man wiederum Rückschlüsse auf das Laufwerk ziehen, insbesondere beobachten, ob die Plattenstellersgeschwindigkeit langsam und stetig abnimmt oder zunimmt oder ob nur bei bestimmten Stellungen des Tonabnehmers solche Schwankungen auftreten. Auch hier zeigt sich wieder der Vorteil des oszillografischen Verfahrens: Man kann unter ständiger Beobachtung des Leuchtschirmbildes Eingriffe in den Antrieb vornehmen und so den Grund der Störung näherkommen. Bei dieser Gelegenheit sei auch erwähnt, daß auch das berüchtigte Rumpeln des Plattenstellers gut darstellbar ist. Es äußert sich dann in entsprechenden Schwankungen oder in einer Amplitudenmodulation des Gesamtoszillogramms.

Auf dem Umweg über die Frequenz kann man aus der Geschwindigkeit, mit der sich das Leuchtschirmbild bei nicht vollkommenem Gleichlauf bewegt, auch ausrechnen, wie groß die Abweichung der Plattenstellersgeschwindigkeit ist. Für den Service haben solche Untersuchungen jedoch kaum Interesse.

4.2. Anwendungen bei Tonbandgeräten

Tonbandgeräte bestehen im wesentlichen aus drei Grundbaugruppen: dem mechanischen Teil, dem Verstärkerteil und dem Löschgenerator. In diesem Abschnitt soll gezeigt werden, daß der Oszillograf auch bei der Untersuchung dieser Baugruppen nützlich ist.

4.2.1. Oszillogramme bei Löschgeneratoren

Der Löschgenerator liefert eine Spannung mit einer über dem Hörbereich liegenden Frequenz zwischen etwa 30 und 70 kHz. Die Kurve einer solchen Schwingung ist leicht mit normalen Oszillografen darzustellen. Bild 84 deutet einen Transistoroszillator für die Löschfrequenz an und zeigt, an welchen Anschlüssen man zweckmäßigerverweise die Spannung des Löschgenerators oszillografiert. Grundsätzlich wird die Spannung an die Y-Platten geschaltet; die Zeitablenkung des Oszillografen arbeitet mit Eigensynchronisation. Am Anschluß a mißt man die Spannung an der Basis des Transistors, am Anschluß b die Spannung am Kollektor. Die Kurvenform an der Basis sagt jedoch nichts oder nur

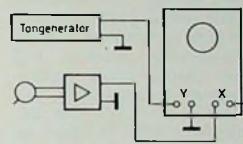
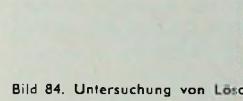
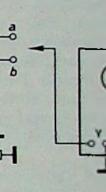
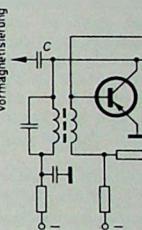


Bild 83. Zur Untersuchung des Gleichlaufes von Schallplattenmotoren



Vormagnetisierung



Eigensynchronisation

Bild 84. Untersuchung von Löschgeneratoren

sehr wenig über die Kurvenform der Spannung aus, die man am heißen Punkt des Schwingkreises auskoppelt. Am Punkt b also ist die Aufnahme des Oszillogramms am sinnvollsten. Dieser Punkt ist allerdings meistens ziemlich hochohmig, so daß man zweckmäßigerverweise mit dem Tastkopf arbeiten sollte.

Die Untersuchung erstreckt sich im allgemeinen nur auf die Betrachtung der Kurve und die mehr oder weniger subjektive Beurteilung ihrer Verzerrungsfreiheit. Man kann natürlich auch den im Löschkopf fließenden Hochfrequenzstrom messen, indem man mit dem Löschkopf einen möglichst kleinen ohmschen Widerstand in Reihe schaltet und den daraus auftretenden Spannungsabfall, der dem Strom proportional ist, oszillografiert. Die Form des Löschkopfstroms weicht häufig von der Form der Löschspannung ab, wobei die Löschkopfstromkurve maßgebend ist. Deshalb sind Untersuchungen nach Bild 84 nicht ganz eindeutig. Besser ist stets die Messung des Löschkopfstroms, wobei man beachten muß, daß der Löschkopf selbst häufig die Induktivität des des Frequenz bestimmenden Löschgenerator-Schwingkreises darstellt. Man muß hier das Serviceschaltbild zu Rate ziehen, um keine Fehlmessung zu machen.

4.2.2. Oszillogramme im Verstärkerteil

Der Verstärkerteil eines Tonbandgerätes weicht prinzipiell nicht vom Niederfrequenzteil eines Rundfunkempfängers ab, wenn man von der andersartigen Frequenzkurve, die durch die Sprech- und Hörförkoeffizienten und die Bandgeschwindigkeit bedingt ist, absieht. Die schon im Abschnitt 1. besprochenen Untersuchungsmethoden für solche Verstärker können daher ohne weiteres auf Tonbandverstärker übertragen werden. Dazu gehören vor allem die Ausführungen im Abschnitt 1.1. Besondere Aufmerksamkeit erfordert die Form der Frequenzkurve. Es ist zwar nicht unbedingt erforderlich, aber mitunter doch nützlich, diese Kurve oszillografisch darzustellen. Man wendet dann die Methoden an, die sich bei der oszillografischen Untersuchung von Niederfrequenzteilen eingebürgert haben und die wir im Abschnitt 4.3. noch besprechen werden. Es sei daher jetzt auf diese Ausführungen verwiesen.

Zum Verstärkerteil kann man noch die Sprech- und Hörförkoeffizienten Kombiköpfe zählen. Besteht der Ver-

dacht, daß sich ihre elektrischen Eigenschaften geändert haben, so ist eine oszillografische Untersuchung durch Strom-, Spannungs- und Phasenmessung (s. Bild 3) möglich. Aus Strom, Spannung und ohmschem Widerstand läßt sich leicht die Induktivität berechnen und mit den Angaben des Herstellers vergleichen. Ist U (in V) die gemessene Spannung, I (in A) der gemessene Strom, R (in Ohm) der ohmsche Widerstand und f (in Hz) die Meßfrequenz, so ist die Induktivität (in H) stets

$$L = \sqrt{\frac{U^2}{I^2} - R^2} \cdot \frac{1}{2\pi \cdot f}. \quad (12)$$

Selbstverständlich sind an Hör- und Sprechkopf auch Strommessungen mit der Ersatzwiderstands-Methode möglich, die schon öfter erwähnt wurde.

4.2.3. Oszillogrammanalyse auf typische Tonbandfehler

Besonders ältere Tonbänder zeigen mitunter typische „Aussetzer“ (drop-outs), die besonders bei langsamem Bandgeschwindigkeiten auftreten. Auch bei der Feststellung solcher Fehler bewährt sich der Oszilloskop, denn das kurzzeitige Springen der Amplitude ist auf dem Leuchtschirm sehr deutlich zu sehen. Häufig ist es noch mit kleinen Störimpulsen überlagert, und die Erscheinung wird um so ausgeprägter, je langsamer das Tonband läuft. Solche Aussetzer können allerdings auch bei verschmutzten Tonköpfen auftreten. Auf jeden Fall hat man es aber in der Hand, durch oszillografischen Vergleich mit dem Verhalten eines anderen, garantiert einwandfreien Bandes zu entscheiden, ob das betreffende Tonband die Störung verursacht oder ob diese an anderer Stelle gesucht werden muß. Die Aussetzer-Erscheinungen zeigen sich im Oszilloskop so deutlich, daß sie sich jedem einprägen, der sie einmal gesehen hat.

4.2.4. Oszillografische Untersuchungen der Gleichlaufeigenschaften

Gute Gleichlaufeigenschaften des mechanischen Teils eines Tonbandgerätes bestimmen in hohem Maße dessen Qualität. Man unterscheidet dabei kurzzeitige Gleichlaufschwankungen und solche, die sich über den ganzen Ablauf eines Bandes erstrecken und entweder zu einer kontinuierlichen Erhöhung oder Verkleinerung der Bandgeschwindigkeit führen. In beiden Fällen lassen sich diese Abweichungen registrieren und auch meßtechnisch erfassen. Hierfür genügt für Servicezwecke die schon bei Bild 83 besprochene, mit einem Tongenerator arbeitende Einrichtung. An Stelle des Tonabnehmers tritt hier natürlich der Ausgang des Tonbandverstärkers im Wiedergabebetrieb. Zunächst zeichnet man die Spannung des Tongenerators auf einem Probe-Tonband bei der Geschwindigkeit auf, bei der man prüfen will. Diese Aufzeichnung sollte sich über einen Zeitraum von mehreren Minuten erstrecken, damit man in Ruhe die Prüfungen durchführen kann. Will man die Gleichlaufprüfungen vom Beginn bis zum Ende eines handelsüblichen Tonbandes durchführen, so muß natürlich das ganze Tonband mit der Meßfrequenz besprochen werden.

Nach beendeter Aufzeichnung wird das Band zurückgespult und nunmehr, ohne die Frequenz des Tongenerators zu verändern, in der Prüfschaltung nach Bild 83 abgespielt. Bei idealem Gleichlauf erhält man über das ganze Band hinweg eine stillstehende Leuchtschirmfigur. Praktisch ist das aber nie der Fall. Das Oszilloskopogramm wird sich im allgemeinen rhythmisch hin- und herbewegen, also um den Gleichlaufpunkt schwanken. Aus der Zahl der vollen Umdrehungen des Oszilloskopograms kann man unmittelbar den zahlenmäßigen Wert der Gleichlaufschwankung berechnen. Wenn die Bandgeschwindigkeit langsam, aber gleichförmig zu- oder abnimmt, wird es sich immer in derselben Richtung langsam bewegen. Die Bewegungsgeschwindigkeit kann zunehmen, aber auch abnehmen. Das hängt von den Verhältnissen im Laufwerk ab. Im übrigen gelten auch hier die schon bei der Gleichlaufuntersuchung von Phonogeräten erwähnten Vorteile der oszillografischen Darstellung: Bei Beobachtung des Oszilloskopograms läßt sich sofort die Auswirkung eines Eingriffes in den mechanischen Antrieb beurteilen.

4.2.5. Oszillografische Kontrolle der Vormagnetisierung

Die Vormagnetisierung erfolgt während der Aufnahme im allgemeinen durch einen in den Aufnahmekopf eingespeisten konstanten Strom, wofür man einen hohen kapazitiven

Widerstand verwendet. Das ist zum Beispiel im Bild 84 der Kondensator C . Man kann den Oszilloskop unmittelbar hinter dem Kondensator, also an der Seite des Aufnahmekopfes, anschließen und die überlagerte Schwingung beobachten, die sich ergibt, wenn dem Aufnahmekopf gleichzeitig Niederfrequenz zugeführt wird. Auf diese Weise läßt sich leicht das Verhältnis zwischen der Niederfrequenzspannung und der überlagerten Hochfrequenz ermitteln. Mit Zeigerinstrumenten ist das nicht oder nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich, da ein Zeigerausschlag allein keine Aussage über die Zusammensetzung der resultierenden Spannung gestattet. Im übrigen sei darauf hingewiesen, daß in den Serviceschaltbildern der Hersteller stets Meßpunkte angegeben sind, an die man Oszilloskop oder Instrumente anzuschließen hat, um die vorgeschriebenen Spannungen festzustellen.

4.3. Anwendung bei Hi-Fi-Anlagen

Auch bei Hi-Fi-Anlagen kommen die Untersuchungsmethoden zur Anwendung, die wir im Abschnitt 1.1. ausführlich dargestellt haben. Sie müssen allerdings im allgemeinen verfeinert und verschärft zum Einsatz kommen, weil die Beurteilung, die Prüfung und das Einstellen hochwertiger Anlagen kritischer ist.

In Betracht kommt die oszillografische Prüfung des Verstärkerteils mit Rechteckspannungen, die sogar eine sehr große Rolle spielt. Weniger Bedeutung hat der Oszilloskop bei Symmetrieprüfungen von Stereo-Anlagen sowie bei der oszillografischen Prüfung von Lautsprechern und Mikrofonen. Wegen der Bedeutung, die einem einwandfreien Frequenzgang gerade in diesen Anlagen zukommt, kann man unter Umständen an die oszillografische Aufnahme der Wobbelkurve des NF-Teils denken. Weniger Bedeutung dagegen hat der Oszilloskop bei der Ermittlung linearer und nichtlinearer Verzerrungen. Alle diese Punkte sollen nachstehend kurz erörtert werden.

4.3.1. Oszillografische Prüfung von Hi-Fi-Verstärkern mit Rechteckspannungen

Die grundsätzliche Methode dieses Prüfverfahrens haben wir bereits sehr ausführlich an Hand der Bilder 23 bis 30 besprochen, so daß wir uns hier kurz fassen können. Die Anforderungen sowohl an den Rechteckspannungsgenerator als auch an den Oszilloskop sind besonders hoch, weil das Frequenzband von Verstärkern, die der Hi-Fi-Norm DIN 45 500 entsprechen, außerordentlich breit ist. Das gilt vor allem für die untere Grenzfrequenz. Die obere Grenzfrequenz verhält sich in dieser Hinsicht weniger kritisch, weil die Anstiegssteilheiten der Rechteckspannungen sowie die Bandbreite der handelsüblichen Service-Oszilloskop fast immer ausreichen. Sobald jedoch die Grundfrequenz der Rechteckspannung unter etwa 50 Hz sinkt, wird es sehr schwer, Dachsrägen zu vermeiden. Im allgemeinen braucht man aber mit derart tiefen Frequenzen auch gar nicht zu arbeiten, weil schon höhere Frequenzen oberhalb 100 Hz eine ausreichende Beurteilung des Verstärkers im Bereich der tiefen Grenzfrequenz ermöglichen. Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß man die Folgefrequenz f der Rechteckspannung etwa so wählt, daß sie in die geometrische Mitte des Arbeitsfrequenzbereiches fällt. Es gilt also die einfache Beziehung

$$f = \sqrt{f_u \cdot f_o}. \quad (13)$$

Darin bedeutet f_o die obere und f_u die untere Grenzfrequenz.

Die Prüfung mit Rechteckschwingungen ist bei Hi-Fi-Verstärkern deshalb so wichtig, weil sie nicht nur Aussagen über die Grenzfrequenzen, sondern auch über das Überschwingen gestattet. Solche Überschwingerscheinungen machen sich nämlich akustisch in hochwertigen Anlagen unter Umständen recht störend bemerkbar. Um sie zu beiseitigen, muß man im allgemeinen die Überschwingfrequenz kennen. Dazu braucht man nur auf dem Leuchtschirm des Oszilloskop eine Periode der gedämpften Schwingung, die das Überschwingen repräsentiert, geometrisch auszumessen und ins Verhältnis zu der geometrischen Länge zu setzen, die einer vollen Periode der Rechteckschwingung entspricht. Die Eigenfrequenz der gedämpften Schwingung ist dann der Reziprokwert dieses Verhältnisses.

Die entstehenden Leuchtschirmbilder bei hoher tiefer und zu niedriger oberer Grenzfrequenz haben wir bereits früher besprochen. Zu beachten ist, daß zwischen der Form

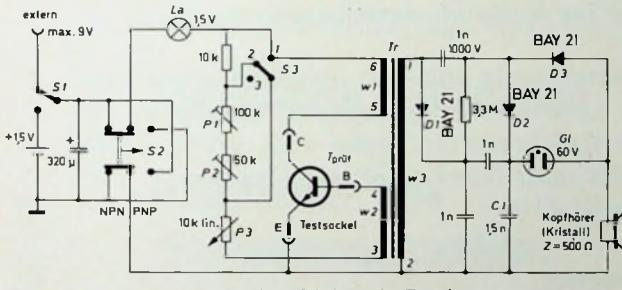
des Frequenzgangen des betreffenden Verstärkers und der Form der Verzerrungen, die sich in der ausgangsseitigen Rechteckspannung zeigen, gewisse Beziehungen bestehen. Deshalb ist eine Prüfung mit Rechteckschwingungen nie ein absolutes Maß. Eine quantitative Auswertung ist nur möglich, wenn man den Frequenzgang des Verstärkers zahlenmäßig kennt und sich bei den Rechteckprüfungen dann darauf auch bezieht. Immerhin ist die Anwendung der Rechteckspannungsmethode stets dann vorteilhaft, wenn man eine Art „Normverstärker“ hat und diesen als Vergleichsnorm heranzieht. Es muß sich dabei natürlich um einen Verstärker mit besonders guten Eigenschaften handeln. Ein Vergleich der Ausgangsspannungskurven, die dieser Verstärker liefert, mit denen des zu prüfenden Verstärkers läßt dann wenigstens qualitative Rückschlüsse auf die Güte des Prüflings zu.

Selbstverständlich muß man bei der Anschaltung des Prüflings an den Rechteckgenerator streng darauf achten, daß dieser richtig abgeschlossen ist. Noch kritischer ist in dieser Hinsicht der richtige Abschluß des zu prüfenden Verstärkers selbst. Fehlt beispielsweise der Ausgangswiderstand oder ist dieser zu groß, so kann sich unter Umständen ein sehr störendes Überschwingen zeigen, das Verhältnisse vortäuscht, die in Wirklichkeit nicht existieren. Sobald der Verstärker mit seinem richtigen Widerstand abgeschlossen ist, kann dieses Überschwingen gänzlich verschwinden. Erfahrungsgemäß beruhen viele Fehlurteile auf der Unkenntnis dieser Zusammenhänge. (Fortsetzung folgt)

Berichtigungen

Ein Transistortester in Taschenformat. Funk-Techn. Bd. 24 (1969) Nr. 6, S. 217-18

Die im Bild 1 auf Seite 217 dargestellte Schaltung hat den Nachteil, daß der Transistor T_1 nur in der Schalterstellung „NPN“ von S_2 verstärkt, weil in der Stellung „PNP“ die Betriebsspannung für T_1 verpolt wird. Soll die Verstärker-



Abgeänderte Schaltung des Transistorstesters

wirkung von T_1 aufrechterhalten bleiben, dann muß man seine Betriebsspannungszuführung schon vor S_2 abgreifen. Noch einfacher ist die obenstehende vom Autor vorgeschlagene Schaltungsvariante, bei der auf den Verstärkertransistor ganz verzichtet wird.

Durchbrucheffekte bei Halbleitern. Funk-Techn. Bd. 24 (1969) Nr. 8, S. 276-278.

Die auf der Seite 277 unter dem Bild 1 angegebene Nährungsformel für die Durchbruchspannung U_{CER} muß richtig lauten

$$U_{CER} = U_{CBO} \left(1 - \frac{h_{FB} \cdot R_{BE}}{R_{BE} + R_E} \right)^{\frac{1}{m}}$$

Für Werkstatt und Labor

Auslöten von integrierten Schaltkreisen aus Printplatten

Fest in eine Printplatte üblicher Art eingelötete integrierte Schaltkreise lassen sich praktisch nicht mehr auslöten. Steckverbindungen ersetzen dagegen das Gerät und verringern seine Zuverlässigkeit, da ein Ausfall durch einen oxydierten Steckkontakt statistisch viel häufiger ist, als ein Schaden im Schaltkreis.

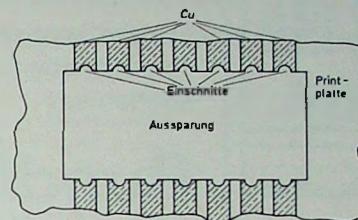


Bild 1. Die Lötfähnen des Schaltkreises werden in die Einschnitte am Rand der Aussparung eingesetzt

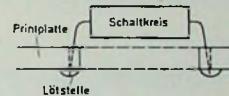


Bild 2. Beim Auslöten biegt man die Lötfähnen nach innen

Es ist jedoch durchaus möglich, einen Schaltkreis so in eine Printplatte einzulöten, daß er sich leicht wieder auslöten läßt. Dazu kann man (Bild 1) in der Printplatte eine Aussparung vorsehen, die etwas größer ist als der Schaltkreis. An den Seiten der Aussparung befinden sich Halbkreis- oder U-förmige Einschnitte, in die (Bild 2) die Lötfähnen des Schaltkreises eingesetzt und mit den üblichen Verfahren verlötet werden. Beim Auslöten kann man dann die Lötfähnen einzeln in Richtung auf die Mitte der Aussparung zurückbiegen. Am besten bringt man dazu den Lötkolben von unten an die Printplatte, damit das Lötzinn ablaufen kann.

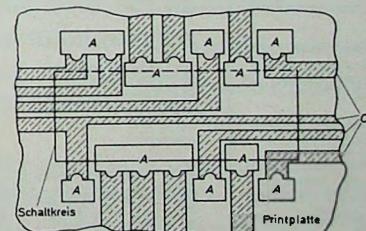


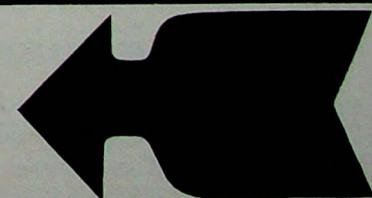
Bild 3. Verbindungen unter dem Schaltkreis sind möglich, wenn mehrere Aussparungen A vorgesehen werden

Wenn auch die unter dem Schaltkreis liegende Fläche der Printplatte zur Leitungsführung benutzt werden soll, so kann man mehrere Aussparungen A (Bild 3) vorsehen. Je nach der Richtung, in der die Lötfähnen an die Kupferstreifen Cu angeschlossen sind, werden diese beim Lösen nach innen oder nach außen abgebogen. Der durch die Aussparungen verursachte Raumverlust dürfte geringer sein als der, den man bei einer Steckverbindung in Kauf nehmen muß.

H. Schreiber



zeninger
SERVIX



Preiswerte Halbleiter 1. Wahl

AA 117	DM .55
AC 122	DM 1,25
AC 187/188 K	DM 3,45
AD 133 III	DM 6,95
AD 148	DM 3,95
AF 118	DM 3,55
BA 170	DM .60
BA 170	DM .75
BC 107	DM 1,20 10 DM 1,10
BC 108	DM 1,10 10 DM 1,-
BC 109	DM 1,20 10 DM 1,10
BC 170	DM 1,05 10 DM .95
BF 224	DM 1,75 10 DM 1,65
BRY 39	DM 5,90 10 DM 5,50
ZG 2,7 ... ZG 33	je DM 2,20
1 N 4148	DM .85 10 DM .75
2 N 708	DM 2,15 10 DM 2,-
2 N 2218	DM 2,85 10 DM 2,70
2 N 2219 A	DM 3,50 10 DM 3,30

Kostenl. Bauteile-Liste anfordern.

NN-Versand
M. LITZ, elektronische Bauteile
7742 St. Georgen, Gartenstraße 4
Postfach 55, Telefon (07724) 71 13

RIM+ SÖRLER

HF/NF-Baugruppen

nach dem letzten Stand der Technik
für Werkstätten - Labors - Amateure.

Verlangen Sie Angebot „RIM- und
Görler-Bausteine“!

RIM-Bausteinfibel - eine moderne
Schaltungssammlung von HF/NF-
Baugruppen mit Beschreibungen und
Bildern.

Schutzgebühr DM 3,50; Nachn. Inland
DM 5,20

RADIO-RIM Abt. F. 2
8 München 15 • Postfach 275
Tel. 557221 - FS 05-28166 rrim-d

Kaufgesuche

Röhren und Transistoren aller Art
kleine und große Posten gegen Kasse
Röhren-Müller, Keilheim/Ts., Parkstr. 20

Spezialröhren, Rundfunkröhren, Transistoren, Dioden usw., nur fabrikneue
Ware. In Einzelstücken oder größeren
Partien zu kaufen gesucht

Hans Kaminzky
8 München-Solln
Spindlerstraße 17

Labor-MeBinstrumente aller Art. Char-
lottenburger Motoren, Berlin 30

Mitarbeiter für Kundendienst- Reparaturabteilung

Für die zentrale Reparaturabteilung des Kundendienstes unseres
Geschäftsbereiches Rundfunk, Fernsehen, Phono in Pforzheim
suchen wir

Rundfunk- und Fernsehtechniker

Fachkräfte, die in der Lage sind, selbständig Reparaturen an
Rundfunk-, Phono- und Fernsehgeräten auszuführen, finden interessante
Einsatzmöglichkeiten in den verschiedenen Reparatur-
werkstätten. Interne Schulungsmöglichkeiten sind gegeben. Bei
Bedarf und entsprechender Eignung ist nach eingehender Einar-
beitung auch ein Einsatz bei Auslandsvertretungen möglich.

Bitte senden Sie Ihre Bewerbung mit den üblichen Unterlagen
an die Standard Elektrik Lorenz AG, Zentralstelle Pforzheim, Per-
sonalabteilung, Östliche Karl-Friedrich-Straße 132. Wir erwarten
auch gerne Ihren Besuch oder Ihren telefonischen Anruf unter
der Nummer 6901, Apparat 410.

Im weltweiten **ITT** Firmenverband



Aufstrebendes Unternehmen der Elektronikbranche (drahtlose Fernsteuerungen für alle Industriebereiche)
sucht zum baldigen Eintritt

HOCHFREQUENZ-INGENIEUR

für Entwicklungsaufgaben. Die Stellung ist sehr ausbaufähig und ermöglicht ein selbständiges Entfalten
eigener Ideen. Unser Unternehmen liegt in einer Industriestadt Unterfrankens. Bei der Wohnungsbeschaf-
fung sind wir behilflich. Die Dotierung behandeln wir großzügig nach Ihrem Leistungsniveau.

Bewerbung erbeten unter F. J. 8525

EDV-Technik

Warum strebsame
**Nachrichtentechniker
Radartechniker
Fernsehtechniker
Elektromechaniker**

ihre Zukunft in der EDV sehen

Nicht nur, weil sie Neues lernen oder mehr Geld verdienen wollen, sondern vor allem, weil sie im Zentrum der stürmischen technischen Entwicklung leben und damit Sicherheit für sich und ihre Familien erarbeiten können (sie können technisch nicht abhängig werden!).

In allen Gebieten der Bundesrepublik warten die Mitarbeiter unseres Technischen Dienstes elektronische Datenverarbeitungsanlagen. Anhand ausführlicher Richtlinien, Schaltbilder und Darstellungen der Maschinenlogik werden vorbeugende Wartung und Beseitigung von Störungen vorgenommen.

Wir meinen, diese Aufgabe ist die konsequente Fortentwicklung des beruflichen Könnens für strebsame und lernfähige Techniker. Darüber hinaus ergeben sich viele berufliche Möglichkeiten und Aufstiegschancen.

Techniker aus den obengenannten Berufsgruppen, die selbständig arbeiten wollen, werden in unseren Schulungszentren ihr Wissen erweitern und in die neuen Aufgaben hineinwachsen. Durch weitere Kurse halten wir die Kenntnisse unserer EDV-Techniker auf dem neuesten Stand der technischen Entwicklung.

Wir wollen viele Jahre mit Ihnen zusammenarbeiten; Sie sollten deshalb nicht älter als 28 Jahre sein. Senden Sie bitte einen tabellarischen Lebenslauf an

Remington Rand GmbH Geschäftsbereich Univac
6 Frankfurt (Main) 4, Neue Mainzer Straße 57,
Postfach 4165

UNIVAC

Elektronische Datenverarbeitung

Wir suchen

Ingenieure, Techniker

sowie

Rundfunk- und Fernsehmechaniker

für Entwicklung, Herstellung und Wartung von Flugfunk- und Navigationsgeräten.

Geboten werden besonders aufgeschlossenes Betriebsklima sowie leistungsgerechte Bezahlung.

Bitte senden Sie uns Ihre Bewerbungsunterlagen.

Becker Flugfunkwerk GmbH, 757 Baden-Baden
Flugplatz, Telefon 61008/9

Elektrotechniker,

zur Wartung und Reparatur, hauptsächlich von Diktier- und Tonbandgeräten, jedoch auch für Radio-, Fernseh- und Hi-Fi-Geräte, sofort gesucht. Bewerbungen an:

Fa. Stumpf, Bonn, Beethovenstr. 22

„So wirbt Ihr Kollege“

heißt die ausgezeichnete Informationsquelle mit den neuesten Anzeigen der Elektro- und Rundfunkgeschäfte aus vielen Städten. Ein GRATISHEFT mit den günstigen Bezugsbedingungen liefert
ANZEIGEN-SAMMELDIENST, 1 Berlin 37 (Zehlendorf)
Milinowskistraße 22 F.

Für unseren Fertigungsbetrieb

Stuttgart, Löwentorstraße (Nähe Nordbahnhof)
suchen wir bei besten Verdienstmöglichkeiten tüchtige

Fernmeldemontoure Elektroinstallateure

für Bau und Montage von elektroakustischen Anlagen im gesamten Bundesgebiet u. im Ausland.

Bitte vereinbaren Sie telefonisch oder schriftlich einen Vorstellungstermin.

STRÄSSER

7 Stuttgart, Königstraße 46

(Milnachtbau)

Eingang Büchsenstraße

Telefon (07 11) 29 18 83, 29 56 34,
22 45 68, 29 18 50, 29 18 84

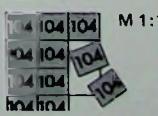
Temperaturmessung



schnell, einfach und nachweisbar



Selbstklebende Anzeigetafeln mit Farbumschlagspunkten zum Messen und Registrieren von Oberflächentemperaturen. Ideal für Forschung, Labor, Kontrolle, zur Garantieüberwachung und vieles mehr.



TEMP-PLATE®

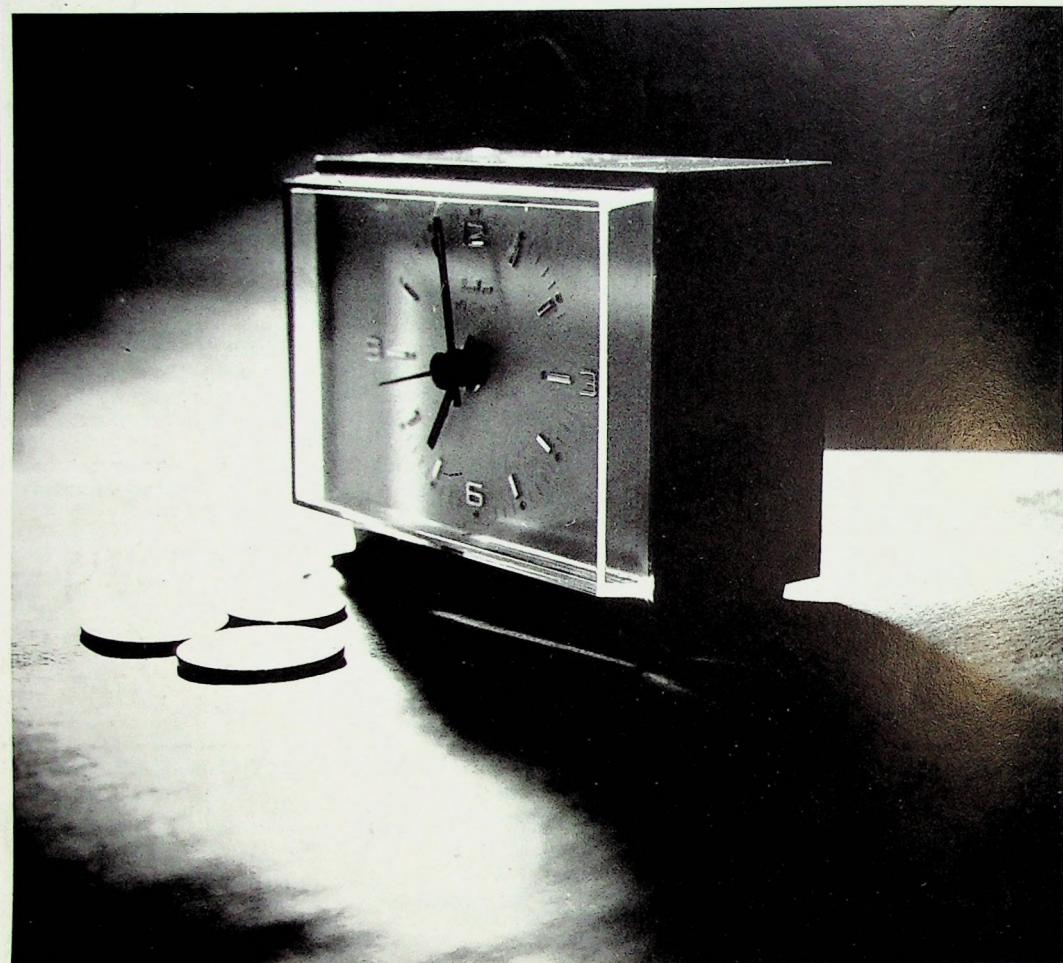
Hochwertige, versiegelte Ausführung, speziell für komplizierte Anwendungen. 37 bis 600 °C.

TEMP-SPY®

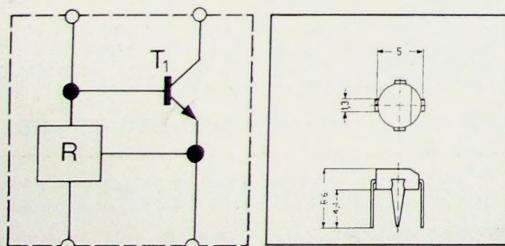
Preiswerte Ausführung für trockene Umgebung.
Temperaturbereich von 43 bis 260 °C.

Hans G. Werner + Co.

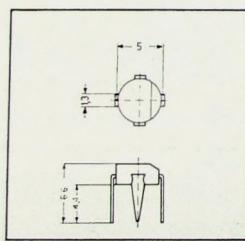
7 Stuttgart 1
Postfach 2867



Modernste Halbleitertechnik in einer Uhr



T_1 = Arbeitstransistor
 R = Regelschaltung



Gewicht ca. 20 mp
 Maße in mm

Die neue Integrierte Schaltung TAA 780 enthält eine spezielle Regelschaltung zur Stabilisierung der Ausgangsspannung auf 1,1 V. In einem Uhrwerk wird damit die Ganggenauigkeit unabhängig vom Entladungszustand der Batterie. TAA 780 ist auch für andere Stabilisierungsaufgaben, z.B. zur Arbeitspunktstabilisierung in Transistororschaltungen, hervorragend geeignet.

Besondere Vorteile:
 Nur noch ein Bauelement – statt mehreren – im raumsparenden und leichten Kunststoffgehäuse.

Hohe Zuverlässigkeit und hohe Lebensdauer durch Silizium-Planar-Technik.

Hoher Stabilisierungsfaktor.

Großer Betriebstemperaturbereich von -20 bis $+60$ °C.

Bitte verlangen Sie Datenunterlagen von der nächsten SEL-Geschäftsstelle oder direkt von uns.

INTERMETALL 78 Freiburg Postfach 840
 Telefon (07 61) ** 51 71 Telex 07-72 716

E.-Thalmann-Str. 56

INTERMETALL Halbleiterwerk der Deutsche ITT Industries GmbH

10001

12.1

ITT