

A 3109 D

BERLIN

FUNK- TECHNIK

16 | 1972

2. AUGUSTHEFT

Zum Saisonbeginn erscheint das VDRG-HANDBUCH

Herausgegeben vom Verband
Deutscher Rundfunk- und Fernseh-
Fachgroßhändler (VDRG) e. V.



Bearbeitet von der Redaktion
der FUNK-TECHNIK



Das HANDBUCH wird auf 552 Seiten technische Daten, Bilder und, soweit kartellrechtlich zugelassen, auch Preisangaben für Geräte folgender Gruppen enthalten:

Farbfernsehempfänger
Schwarz-Weiß-
Fernsehempfänger
Rundfunk-
Tischempfänger
Kombinierte
Rundfunkempfänger
Stereo-Steuengeräte
Hi-Fi-Tuner
Hi-Fi-Verstärker
Hi-Fi-Lautsprecher
Kofferempfänger
Taschenempfänger
Autoempfänger
Omnibusempfänger

Autoantennen
Phonogeräte
Tonabnehmer
Phonomöbel
Cassetten-
Tonbandgeräte
Spulen-Tonbandgeräte
Video-Recorder
Ton- und Videobänder
Spulen und Cassetten
Antennen
Röhren
Halbleiterdioden
Transistoren
Halbleitergleichrichter

Das HANDBUCH ist ausschließlich für den persönlichen Gebrauch
der Angehörigen der Rundfunk- und Fernsehwirtschaft bestimmt

**VERLAG FÜR RADIO-
FOTO-KINOTECHNIK
G M B H**

1 Berlin 52, Eichborndamm 141-167
Telefon: (03 11) 4 12 10 31 · Telex: 01 81 632 vrfkt

gelesen · gehört · gesehen	572
FT meldet	574
Höhere Verkehrssicherheit bei der Bundesbahn – Funkverbindungen zu allen Zügen	575
Farbfernsehen	576
Fünf Jahre Farbfernsehen in Europa	576
1000 Fernseh-Füllsender für das 2. Programm	576
Erste kombinierte Stereo-Rundfunk- und Fernseh-sendung einer Oper	576
Europas größte Kurzwellen-Antennenanlage	576
Kommerzielle Funktechnik	577
Die Schaltungstechnik des neuen 70-cm-Sprechfunk-geräts von SEL	577
Elektroakustik	581
Testbericht: Elektretmikrofon „ECM-22P“	581
Elektromedizin	583
Elektronische Hilfsmittel für Diagnostik und Therapie	583
Persönliches	587
Technik von morgen	588
Nachrichtenübertragung über Glasfasern	588
Walter-Schottky-Preis für Festkörperforschung gestiftet	588
Stromversorgung	589
Elektronischer Spannungsteiler	589
Meßtechnik	591
Kompakter AM-Prüfgenerator	591
Digital-Universalmeßgerät mit automatischer Bereichswahl	595
Hi-Fi-Meßtechnik bei Verstärkern und Tonbandgeräten	597
Für Werkstatt und Labor	594
Vielfach-Meßinstrument „VOA 3350“	594
Elektro-Kleinwerkzeug „Rotron“	594
Abziehbare Klebe-Bänder und -Symbole	594
Prüfkabel für den Übergang von koaxialen auf symmetrische Leitungen	594
Lötkolben mit sehr niedrigem Leckstrom	594
„Soder-Wick“-Entlüftlitzten	594
„Lärmzeugnis“ für Flugzeuge	596
Ausbildung	601

Unser Titelbild: Einige Antennenmaste mit den dazwischen aufgehängten Antennen und ein Teil des Boden-Einspeisystems mit Phasenschiebern, Antennenschaltern usw. der Kurzwellen-Antennenanlage im Wertachthal (s.a.S. 576) Aufnahme: BBC

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

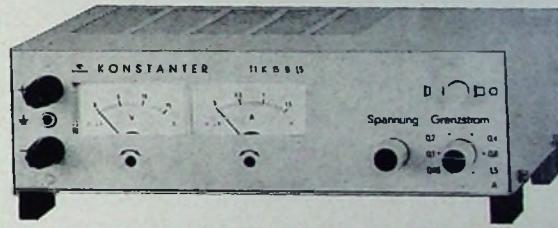
VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1 Berlin 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141-167. Tel. (03 11) 4 12 10 31. Telex: 01 81 632 vrkt. Telegramme: Funktechnik Berlin. Chefredakteur: Wilhelm Roth; Stellvertreter: Albert Jänicke, Ulrich Radke; Techn. Redakteur: Wolfgang Kamecke, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigeneitung: Marianne Weidemann. Stellvertreter: Dietrich Gebhardt; Chefgraphiker: Bernh. W. Beerwirth. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH. Postscheck-Konto: Berlin West 76 64 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 3,- DM. Auslandspreise lt. Preisliste (auf Anforderung). Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck - auch in fremden Sprachen - und Vervielfältigungen (Foto-kopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Satz und Druck: Druckhaus Tempelhof.



KONSTANTER T1

stabilisierte Stromversorgungsgeräte für

LABOR PRAKTIKUM SERVICE



242 x 85 x 160 mm

KONSTANTER T 1 – Serie
vier stapelbare kleine Stromversorgungsgeräte

Ausgangsspannung/Ausgangstrom

- O ... 8 V / max. 2,5 A
- O ... 15 V / max. 1,5 A
- O ... 30 V / max. 0,8 A
- 2 x 0 ... 20 V / max. je 0,5 A *

Elektronische Strombegrenzung, von ca. 5...100% des max. Ausgangstromes stufig einstellbar.

Bei dem Doppelgerät * ist die Strombegrenzung fest eingestellt.

Informieren Sie sich über unser umfangreiches KONSTANTER-Programm. Fordern Sie bitte unsere KONSTANTER-Liste an.

GOSSEN GMBH
Telefon (09131) 827-1

8520 Erlangen
Telex 629845

12. photokina Köln 1972

Die 12. photokina in Köln vom 23. September bis 1. Oktober 1972 wird – das ist schon jetzt erkennbar – ein Großangebot aus allen Photoindustrieländern bringen und sich mehr denn je als Trend-Messe der internationalen Branche zeigen, die über alle jetzigen und auch die kommenden Tendenzen optimal informiert.

Funkamateure-Lehrgänge an der Münchener Volkshochschule

Die Münchener Volkshochschule veranstaltet wieder (in der Innenstadt Süd, Klenzestr. 48, Klenzeschule) Vortrags- und Übungskurse zum Erwerb einer Sende- und Empfangslizenz für Kurzwellenamateure. Leiter dieser Kurse ist Dipl.-Geophysiker H. Pratsch, DL 9 PR. Die Kurse können bei den Annahmestellen der Münchener Volkshochschule oder an den Kursabenden belegt werden.

1. Kurs: Der Funkamateure auf Kurz- und Ultrakurzwelle I
Für Anfänger – mit Gerätovorführungen; Wegweiser zum Ablegen der fachlichen Prüfung bei der Bundespost zum Erwerb einer „Sende- und Empfangsgenehmigung für eine Amateurfunkstelle“. Kursplan: betriebliche Kenntnisse (zum Beispiel Sender, Empfänger, Antennen), Vorschriften (AFuG, DVO, VO-Funk, VDE usw.).

15. Abende, jeweils montags 17.40 bis 19.10 Uhr; Beginn 9. Oktober 1972, Ende 12. Februar 1973

2. Kurs: Der Funkamateure auf Kurz- und Ultrakurzwelle II
Für Fortgeschrittene; Vertiefung der Kenntnisse aus Kurs I.

15. Abende, jeweils montags 19.10 bis 20.40 Uhr; Beginn 9. Oktober 1972, Ende 12. Februar 1973

Ab 26. August: „Olympiawelle“

Der Bayerische Rundfunk produziert und sendet im Auftrag der ARD vom 26. August bis 10. September 1972 im Rahmen der XX. Olympischen Spiele in München die sogenannte Olympiawelle. Die Sendungen beginnen morgens 6.00 und enden nachts 24.00 Uhr. Das tägliche Programm umfaßt Originalberichte und -reportagen von allen Wettkampfstätten, Zusammenfassungen mit Interviews und Kommentaren, Nachrichten in Deutsch, Englisch, Französisch und Spanisch sowie Musikprogramme, die dem internationalen Charakter der Spiele angepaßt sind. Mit allen technischen Möglichkeiten ist dafür gesorgt, daß möglichst viele Kurzinformationen live gesendet werden, wobei die bisher üblichen Sportreportagen weitgehend vermieden werden. Programmblöcke unter dem Titel „Direkt dabei“ vermitteln dem sportinteressierten Hörer eine ausführliche Berichterstattung über die jeweiligen Tagesereignisse. Aktuell und kurz informieren den eiligen Hörer dreimal täglich die Zusammenfassungen des „Studioreports“.

VCR-Standardisierung in Japan und den USA vorgeschlagen

Um zu einer Standardisierung des VCR-Systems auch in den Ländern zu gelangen, die Farbsendungen nach dem NTSC-System ausstrahlen, sind Philips und die Shiba Electronic Co., Tokio, übereingekommen, daß Shiba beim japanischen E.I.A.J.-Standardisierungskomitee einen offiziellen Antrag auf Standardisierung der NTSC-Version des VCR-Systems einbringt. In den USA hat die North American Philips Corporation bei der Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) den gleichen Antrag eingereicht.

HF-Transistoren 2N3866 und 2N4427 für Funksprechgeräte

Zwei neue HF-Leistungstransistoren von SGS/Ates sind für die Anwendung im Senderteil von UKW- und UHF-Funksprechgeräten bestimmt. Der 2N3866 (BFR 97) arbeitet im Frequenzbereich bis zu 500 MHz und höher. Bei dieser Frequenz kann er eine maximale HF-Ausgangsleistung von 1 W abgeben. Beim Einsatz als Endverstärker können Versorgungsspannungen von 28 V und 12 V benutzt werden. Als Treiber lassen sich mit dem 2N3866 Leistungstransistoren mit Ausgangsleistungen bis zu 25 W ansteuern.

Der 2N4427 (BFR 98) ist für den UKW-Bereich vorgesehen. Bei einer Frequenz von 160 MHz und einer Betriebsspannung von 12 V liefert er als Endstufe eine Ausgangsleistung von 1 W und kann als Treiber mit einer Betriebsspannung von 12 V Leistungstransistoren mit Ausgangsleistungen bis zu 25 W ansteuern.

Integrierte Schaltung MM5311 für Digitaluhren

Die MM5311, eine monolithische MOS-Schaltung der *National Semiconductor Corp.*, enthält alle Stufen, die zum Aufbau einer am Netz betriebenen Digitaluhr erforderlich sind. Der Baustein arbeitet mit einer Versorgungsspannung von $14 \text{ V} \pm 20\%$, mit Eingangs frequenzen von 50 oder 60 Hz und mit 4- beziehungsweise 6stelliger Anzeige, für die BCD- und 7-Segment-Multiplexausgänge zur Verfügung stehen. Da die interne Decodierung über ein ROM erfolgt, können auf Wunsch auch andere Ausgangscodes programmiert werden. Die Uhr läßt sich über drei Stelleneingänge sehr einfach stellen. Die MM5311 wird in einem 28poligen Dual-in-line-Gehäuse geliefert.

Monolithisch integrierter Kleinstsender

In einer vierseitigen DIN-A 4-Druckschrift sind Schaltung und Funktion der von der *Lithic-Systems Inc.* (deutsche Vertretung: *Spezial Electronic GmbH*, 8 München 70, Orléansstraße 8) angebotenen integrierten Schaltung LP 2000 (Microtransmitter) beschrieben. Die integrierte Schaltung ist in einem 10poligen TO-5-Gehäuse untergebracht. Als Anwendungsbeispiele sind ein 27-MHz-AM-Sender (Dauerstrichleistung 100 mW) und ein 72-MHz-PM-Telemetriesender (Dauerleistung 40 mW) näher erläutert.

Reinigungscassette „461“

Zur Reinigung der Tonköpfe von Cassettenrecordern liefert *Grundig* die Reinigungscassette „461“. Sie wird jeweils nach 50 ... 100 Betriebsstunden des Recorders im Wiedergabebetrieb „abgespielt“, wobei das Reinigungsbändchen auf Grund seiner speziellen Oberflächenbeschichtung an den Köpfen und Bandführungsteilen angesetzten Rückstände schonend beseitigt. Die Laufzeit des Bandes beträgt rund 5 min.

Fortschrittliche Computer-Verkehrssteuerung

Obwohl die Verkehrssteuerung durch Computer nicht neu ist und in vielen Städten angewendet wird, verdient ein neues System, das jetzt in Washington, D. C., USA, eingesetzt wird, Beachtung. Etwa 450 Autobusse werden mit Geräten ausgerüstet, die sie über Funk mit einem zentralen Computer verbinden. Will der Autobusfahrer für sein Fahrzeug eine „grüne Welle“ haben, so gibt er diesen Wunsch als Signal drahtlos an den Computer. Dieser ist über die Verkehrslage auf den Straßen und Kreuzungen durch in die Fahrbahn eingelassene Sensoren, die über Telefonleitung mit dem Computer verbunden sind, laufend unterrichtet. Je nach Verkehrslage wird auf „grün“ geschaltet, oder die Anfrage wird ignoriert.

Großgemeinschafts-Antennenanlage für die Neue Messe Düsseldorf

Eine *Siemens*-Großgemeinschafts-Antennenanlage (GGA) versorgt das gesamte Gelände der Neuen Messe Düsseldorf. Die Anlage überträgt alle am Aufstellort der Antenne mit ausreichender Energie einfallenden Hörfunksender im KML- und UKW-Bereich sowie die Stereo-Sendungen der Sender Langenberg und Linn. Zu den Fernsehsendungen der ARD und des ZDF sowie des 1. und 2. holländischen Fernsehprogramms können noch sechs interne Programme eingespeist werden.

„Goldener Merkur“ für Zettler

Den Mercurio d’Oro, der in Italien alljährlich für vorbildliche wirtschaftliche Leistungen auf dem europäischen Markt an nur wenige ausgewählte Firmen verliehen wird, erhielt für den Sektor Elektrotechnik die Tochtergesellschaft *Zettler-Appliances Elettrici S.p.A.* der Zettler-Firmengruppe. Die Gruppe ist heute mit eigenen Produktions- und Vertriebsstätten in Belgien, der Bundesrepublik, Frankreich, Holland, Italien, Österreich, Spanien und der Schweiz vertreten.

allegretto ts 2020 - komplett mit Boxen.

Weil der Inclusiv-Preis sich besser verkauft.



allegretto ts 2020

Stereo-Steuergerät mit 2 Kompakt-Boxen
(Zwei-Wege-System). 4 Wellenbereiche. AFC.
2 x 20 Watt Musikleistung. Mit beleuchteten
Tasten und Funktionsskala: nur der eingeschal-
tete Bereich leuchtet auf. Holzgehäuse Nuß-
baum hellmatt oder perlweiß.

Immer das alte Lied: Erst sagt der Kunde Ja.
Aber 5 Minuten später ist er anderer Meinung.
Weil die separat angebotenen Lautsprecher
seinen Traum vom »preiswerten Stereo«
zerstören. Deshalb: Machen Sie von Anfang an
ein Inclusiv-Angebot. Sagen Sie Ihrem Kunden, was
die ganze Anlage kostet – komplett mit Boxen.
TELEFUNKEN hilft Ihnen dabei mit dem Musik-
paket »allegretto ts 2020«. Da gibt es nur einen
Preis: Den günstigen Inclusiv-Preis.

Alles spricht für TELEFUNKEN

TELEFUNKEN





Abkommen der UdSSR mit AEG-Telefunken unterzeichnet

Das Staatskomitee des Ministerrats der UdSSR für Wissenschaft und Technik und die *Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken*, Berlin/Frankfurt a. M., haben eine wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit vereinbart. Ein entsprechendes Rahmenabkommen wurde während der Fachausstellung „Elektro 72“ am 18. Juli in Moskau unterzeichnet. Das Rahmenabkommen sieht unter anderem den Austausch von wissenschaftlich-technischen Informationen, den gegenseitigen Besuch von Spezialisten sowie Konsultationen und Unterstützung bei der Bewältigung technischer Probleme vor und bildet die Basis für gesonderte Verträge über Lizenz- und Know-how-Austausch sowie für neue Fertigungs- und Produktionstechniken.

VCR-Abkommen zwischen Philips und der 3M-Company

Philips und die *Minnesota Mining and Manufacturing Company (3M)*, St. Paul (USA), haben ein Abkommen über das von *Philips* entwickelte Video-Cassetten-Recorder-System (VCR) geschlossen. Danach wird die *3M-Company* VCR-Geräte in Europa und anderen Ländern vertreiben, in denen das PAL- oder Secam-Farbfernsehensystem benutzt wird. Außerdem wird die *3M-Company* ein von ihr entwickeltes High-energy-Videoband in VCR-Cassetten auf den Markt bringen. *Philips* hat die Absicht, dieses Band zusätzlich zum Chromdioxidband zu verwenden, das die bereits jetzt auf dem Markt befindlichen VCR-Cassetten enthalten.

Kapitalerhöhung bei Saba

Das Stammkapital der *Saba Schwarzwälder Apparate-Bau-Anstalt August Schwer Söhne GmbH* wurde von 16 Mill. DM auf 37 Mill. DM erhöht. Das Beteiligungsverhältnis zwischen den beiden Gesellschaftern des Unternehmens, der *GTE International* und Dipl.-Kfm. Hermann Brunner-Schweier, bleibt auch nach der Kapitalerhöhung unverändert. Das Unternehmen erreichte im Jahre 1971 einen Umsatz von 350 Mill. DM. Das erste Halbjahr 1972 verlief zufriedenstellend und brachte einen Umsatzzuwachs von rund 20 % gegenüber dem gleichen Zeitraum 1971.

Grundig-Fernsehgeräte erfolgreich

Die Anfang Februar auf den Markt gebrachten *Grundig*-Farbfernsehgeräte der „super-color“-Serie sind zu einem echten Verkaufsschlager geworden. Obwohl der Tagesausstoß des Nürnberger Werkes inzwischen auf mehr als 1000 Stück erhöht wurde, hat sich der Auftragsbestand weiter vergrößert. Die deutsche Produktion verbleibt nahezu ganz im Inland, während der Auslandsbedarf von den Werken in Wien und Rovereto gedeckt wird. Von der gesamten Farbfernsehgeräte-Fertigung des Konzerns werden zur Zeit rund 30 % im Ausland abgesetzt. Im Inland beträgt der Marktanteil jetzt mehr als 20 %.

Seiner richtungsweisenden Konzeption auf dem Gebiet der Farbfernsehgeräte hat *Grundig* seit einem Monat auch eine neue Entwicklung bei den Schwarz-Weiß-Fernsehgeräten folgen lassen. Die Geräte werden unter der Bezeichnung „super-electronic“ angeboten und stellen wegen ihres günstigen Preises eine echte Alternative zu den billigen Importgeräten dar.

In den übrigen Geschäftsbereichen war die Absatzentwicklung bei unterschiedlichen Tendenzen zufriedenstellend. Die Ergebnisse der ersten drei Monate (April bis Juni) lassen erwarten, daß die gesteckten Ziele bis Ende des Geschäftsjahres (31. 3. 73) erreicht werden.

Peerless-Verkaufsbüro in Wien gegründet

Am 1. August 1972 eröffnete die *Peerless Fabrikkerne A/S*, Kopenhagen, in Wien ein eigenes Verkaufsbüro. Die Gründung der Tochtergesellschaft war durch die starke Umsatzsteigerung in Österreich notwendig geworden. Geschäftsführer ist Ing. Hans K. Friedl.

Teletor mit neuer Konzeption

Mit der Übernahme der *Teletor*-Gruppe durch den *Mitsubishi*-Konzern wurde an die Firmenspitze der deutschen *Teletor* und gleichzeitig als Marketing-Direktor für Europa K. G. Kummer berufen. Wie Kummer mitteilt, stellt sich das Unternehmen auf eine Verdreifachung des Um-

satzes in den nächsten fünf Jahren ein. Dieses Umsatzziel soll außer durch die Aufnahme neuer Produktgruppen (audiovisuelle Anlagen und Mikrowellenöfen) durch eine konsequente Marktpolitik erreicht werden. So wird der Vertrieb auf den Fachhandel konzentriert, das Sortiment gestrafft und ein europäisches Design entwickelt. Die Geräte werden auch künftig vor allem in Japan und Taiwan gefertigt.

Neue Grundig-Niederlassung in Bremen

Im Zuge einer weiteren Straffung und Vertiefung der Vertriebsorganisation wird die *Grundig AG* im 2. Quartal 1973 eine Neugliederung ihrer Verkaufsgebietsgrenzen im nordwestdeutschen Raum vornehmen. Neben den bestehenden Niederlassungen und Werksvertretungen wird aus Teilen der Verkaufsbezirke Dortmund, Hannover und Bremen eine neue Niederlassung geschaffen. Ihr Sitz ist Bremen mit Filialen in Münster, Osnabrück und Oldenburg. Die Leitung der neuen Niederlassung übernimmt Direktor Wolf-Dietrich Mencke.

Rank Arena erweitert Vertriebsorganisation

Die *Rank Arena GmbH* in Hamburg, eine Tochtergesellschaft der internationalen *Rank*-Organisation, hat eine Neuorientierung des Vertriebsapparates vorgenommen. Neben der Umstrukturierung einiger Verkaufsgebiete wurden vier neue Gebietsverkaufsleiter eingestellt, und außerdem wurde eine weitere Verkaufsniederlassung in West-Berlin eröffnet. Damit wird das Bundesgebiet einschließlich West-Berlins jetzt von 14 Vertretungen betreut. Die Zentrale befindet sich nach wie vor in Hamburg. Neben der neuen Verkaufsniederlassung in Berlin wurde bereits im vergangenen Jahr eine Niederlassung in Karlsruhe eröffnet. Beide Niederlassungen haben werkseigene Kundendienst. Zum Ende dieses Jahres ist geplant, einen weiteren Stützpunkt mit eigenem Service im Raum Nordrhein-Westfalen (voraussichtlich in Bochum) zu errichten.

EMI plant Einrichtung eines europäischen Servicenetzes für elektronische Geräte

EMI Service, eine technische Serviceorganisation der *EMI*-Gruppe in Großbritannien mit einem Jahresumsatz von 8,5 Mill. DM, plant die Einrichtung örtlicher Servicezentren für elektronische Geräte in ganz Europa. Die Zentren werden entweder durch die Entwicklung örtlicher *EMI*-Niederlassungen oder durch die Zusammenarbeit mit einheimischen Unternehmen gebildet.

Wandel u. Goltermann übernahm Vertretung der Singer Company-Instrumentation Division und der Trend Communication Ltd.

Die seit einigen Jahren von *Wandel u. Goltermann*, Reutlingen, vertretenen Firmen *Alfred* und *Gertsch* gehören seit kurzem zur *Singer Company-Instrumentation Division*. Daraus ergab sich, daß *Wandel u. Goltermann* die Vertretung für die *Singer Company-Instrumentation Division*, zu der auch die Tochterfirmen *Panoramic*, *Stoddart*, *Sensitive Research Instr.* und *Empire* gehören, in der Bundesrepublik übernommen hat. Außerdem übernahm das Unternehmen die Vertretung der *Trend Communication Ltd.*, England, die Prüfgeräte für den industriellen und kommerziellen Bereich der Daten- und Telegrafietechnik liefert.

Neumüller GmbH hat jetzt zusätzliche Telefon-Sammelnummer

Die *Neumüller GmbH* in München hat jetzt neben der bisherigen Telefonanschluß-Sammelnummer (08 11) 59 24 21 auch noch die Sammelnummer (08 11) 59 28 61.

Export-Adressbuch 1972/73 der dänischen Elektronik-Industrie

Der Verband der Elektronikfabrikanten in Dänemark hat eine neue Ausgabe seines Exportkalenders herausgegeben (DIN A 4, 48 S.), der die Anschriften von 163 dänischen Herstellern elektronischer Anlagen, Geräte und Bauteile sowie Kurzangaben (in Englisch und Dänisch) über das jeweilige Produktionsspektrum enthält. Die Broschüre wird kostenlos von der Handelsabteilung der Dänischen Militärmmission, 1 Berlin 30, Tiergartenstr. 48, abgegeben.

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

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

**FUNK-
TECHNIK**

Höhere Verkehrssicherheit bei der Bundesbahn – Funkverbindungen zu allen Zügen

Telefon im Zug gibt es schon längere Zeit. Geschäftsleute, Manager usw. pflegen sich auf langen Bahnreisen oft mit Akten zu beschäftigen, um dringende Angelegenheiten zu bearbeiten oder um eine produktive Beschäftigung für die Reisedauer zu haben. Diese Beschäftigungsmöglichkeit fördern in einigen Zügen regelrechte Büros mit Schreibkraft. Man kann Briefe diktieren und Protokolle oder Berichte schreiben lassen. Diese Tätigkeiten regen oft zum Telefonieren an.

Wie die Statistik zeigt, kommt dem Telefonieren im Zug wachsende Bedeutung zu. Im Jahre 1969 führten Fahrgäste rund 30 000 Zugtelefongespräche im Bereich der Bundesrepublik. Ein Jahr später stieg die Zahl der Gespräche auf 40 000 an, und 1971 gab es sogar 50 000 Zugtelefone. Aus dieser Gesprächszunahme kann man erkennen, daß ein echtes Bedürfnis für dieses Kommunikationsmittel besteht. Zur Zeit sind insgesamt 24 Züge der Bundesbahn mit Zugtelefon ausgerüstet, und zwar die TEEs Blauer Enzian, Helvetia, Parsival, Rembrandt, Rheingold und Roland. Ferner haben auch die Intercity-Züge Gambinus, Hanseat, Kommodore, Patrizier, Rheinblitz und Rheinpeil Fernsprechanschluß.

Die Fernsprecheinrichtungen in Zügen sind ähnlich wie Automobile an den Öffentlichen beweglichen Landfunk der Bundespost angeschlossen. Wenn ein Zuggespräch geführt werden soll, muß die Zughostess eines der Vermittlungsbüros der Bundespost im UKW-Band anrufen. Von dort aus läuft das Gespräch über das öffentliche Fernsprechnetz der Post. Die Umstellung auf den Selbstwählendienst soll nach und nach erfolgen. Auch in diesem Falle gehen die Selbstwählimpulse – es handelt sich hier um Impulse von 40 ms Dauer, die von 60 ms langen Pausen unterbrochen sind – noch über die Vermittlungsbüros der Bundespost. Umgekehrt kann man auch, beispielsweise vom Geschäft oder von der Wohnung aus, Reisende in den genannten Funktelefon-Zügen anrufen. Allerdings sollte der Anrufer wissen, wo sich der Zug gerade befindet, denn die Reichweite der UKW-Funkbrücke zwischen Zug und Vermittlungsbüro ist begrenzt. Hinsichtlich der Stromversorgung gibt es beim Autotelefon und beim Zugtelefon keinen Unterschied: beide werden aus Batterien gespeist, und zwar beim Wagen aus der Autobatterie und beim Zug aus der Zuglichtbatterie.

Große Eisenbahnkatastrophen lassen mit Recht immer wieder Stimmen nach höherer Verkehrssicherheit der Bundesbahn laut werden. In letzter Zeit kam man zu der Auffassung, daß Funkverbindungen aller Züge mit einer Zentralstelle und die damit verbundene sofortige Kommunikationsmöglichkeit nicht nur viele Unglücksfälle und deren Auswirkungen vermeiden könnten, sondern auch zu gewissen betrieblichen Erleichterungen führen. Daher beabsichtigt die Bundesbahn, im Laufe der nächsten Jahre zu sämtlichen Zügen im gesamten Bundesbahnnetz Funkverbindungen einzurichten. Erste Versuche fanden auf der Geislinger Steige statt. Weitere Experimente begannen vor kurzem zwischen Bad Schwartau bei Lübeck und Puttgarden auf der Vogelfluglinie.

Bei einem solchen Verkehrsfunknetz kommt es auf höchste Betriebssicherheit an. Das Funkgespräch muß während der Fahrtzeit jederzeit möglich sein und darf außerdem nicht die Sicherheit des Betriebes beeinträchtigen. Ein solches Projekt ist jedoch nicht ohne Schwierigkeiten zu realisieren, denn das

Streckennetz der Bundesbahn hat eine Länge von 30 000 km. Auf den Schienen sind täglich rund 9000 Lokomotiven und Triebwagen unterwegs. Ferner kommt es darauf an, jedes Fahrzeug individuell anrufen zu können, wobei die Sprechverbindungen anderer Züge aber nicht gestört werden dürfen.

Ein neues von AEG-Telefunken und der Bundesbahn entwickeltes Zugtelefonsystem erfüllt die hohen Sicherheitsanforderungen. Damit kann der Sprechverkehr zwischen Zügen und ortsfesten Betriebsstellen abgewickelt werden. Außerdem lassen sich Meldungen und Aufträge auch codiert übermitteln. Schließlich ist sichergestellt, daß Funkgespräche nur eine bestimmte Lokomotive erreichen.

Bei diesem Zugtelefonsystem muß der Lokomotivführer auf einem Bedienungsgerät seine Zug-Rufnummer wählen. Unter dieser Kennung kann er auf der Fahrtstrecke stets erreicht werden. Wenn umgekehrt der Lokführer die Zugfunkzentrale anruft, wird dort automatisch die Zugnummer angezeigt. Im allgemeinen dürfte der Hauptanteil des Funkverkehrs auf Gespräche zwischen dem Lokführer und der Zugfunkzentrale entfallen. Der Lokführer kann aber auch mit dem nächsten örtlichen Fahrdienstleiter oder mit dem zuständigen Bahnbetriebswerk sprechen. Diese Möglichkeit ist bei betrieblichen oder technischen Unregelmäßigkeiten wichtig, wenn etwaige direkte Anweisungen nötig sind. In typischen Betriebsfällen wird die Kommunikation durch Leuchtzeichen wesentlich vereinfacht. Für Routineaufträge von der Zentrale an den Lokführer und für bestimmte Meldungen in umgekehrter Richtung genügt statt eines Gespräches ein Tastendruck. Die Übermittlung einfacher Dienstaufträge (zum Beispiel schneller fahren, sofort halten usw.) erfolgt mit Leuchtzeichen verschiedener Art auf dem Bedienungsgerät. Umgekehrt sind ebenfalls einfache Meldungen und Auftragsbestätigungen des Lokführers an die Zentrale durch Leuchtzeichen möglich.

Jeder Zentrale wird ein Streckenbereich von etwa 100 km zugeordnet. Ferner werden im Abstand von etwa 12 km Funkstellen eingerichtet, die innerhalb eines Streckenbereichs mit der Zentrale über Kabel verbunden sind, so daß auch bei ungünstigen Übertragungsbedingungen eine einwandfreie Verständigung sichergestellt ist. Sprach- und Codesignale werden über alle Funkstellen ausgestrahlt. Die Lok empfängt die Signale jedoch automatisch jeweils von der nächstgelegenen Funkstelle. Umgekehrt gelangen die Funksignale nur über die nächstgelegene Funkstelle auf dem Kabelweg zur Zentrale. Vier aufeinanderfolgende Funkstellen arbeiten jeweils mit verschiedenen Frequenzen. Die jeweils richtige Frequenz wählt die Anlage auf der Lok automatisch. Eine Handumschaltung auf einen anderen Funkkanal ist nur nötig, wenn die Lok in einen anderen Streckenbereich fährt.

Für das Zugfunknetz eignen sich Kanäle im 460-MHz-Bereich besonders gut. Da man mit Frequenzmodulation arbeitet, kommen die einzelnen Funkstellen mit etwa 6 W Sendeleistung aus. Die zugehörigen Richtantennen werden auf etwa 20 m hohen Masten angebracht. Bei etwaigen Störungen gibt eine automatische Überwachungseinrichtung sofort eine Störungsmeldung an die Zentrale. Im übrigen traf man alle erdenklichen Maßnahmen, um optimale Betriebssicherheit zu garantieren.

Werner W. Diefenbach

Fünf Jahre Farbfernsehen in Europa

Mit dem offiziellen Beginn des Farbfernsehens in der Bundesrepublik und in West-Berlin am 25. August 1967, dem Eröffnungstag der „25. Großen Deutschen Funkausstellung“ in Berlin, erreichte die Jahrzehntelange technische Entwicklung des Fernsehens in Deutschland und Europa einen neuen Höhepunkt. Fast zur gleichen Zeit – vor fünf Jahren – führten auch andere westeuropäische Länder das Farbfernsehen auf der Basis des von Prof. Dr.-Ing. E. h. Walter Bruch, Leiter der *Telefunk-Fernseh-Grundlagenentwicklung*, entwickelten Farbfernsehsystems PAL (Phase Alternation Line) ein.

Ein Blick auf die europäische Fernsehkarte läßt erkennen, daß in folgenden Ländern Farbprogramme nach dem PAL-System ausgestrahlt, übertragen und empfangen werden: Belgien, Bundesrepublik Deutschland, Dänemark, Finnland, Großbritannien, Jugoslawien, Niederlande, Österreich, Schweden und die Schweiz. Dagegen bedient sich Frankreich als einziges großes Land in Westeuropa des eigenen, von Henri de France entwickelten SECAM-Verfahrens. Außerdem wird SECAM in der DDR und auf Grund des 1965 zwischen Frankreich und der UdSSR abgeschlossenen Staatsvertrages in der Sowjetunion sowie in anderen ost-europäischen Staaten angewendet.

In Übersee haben Brasilien, Hongkong, Thailand und Singapur das Farbfernsehen nach dem PAL-System begonnen. Australien, Südafrika und Neuseeland trafen positive Entscheidungen für das deutsche Verfahren.

Aus der Fernsehstatistik für die wichtigsten europäischen Industriestaaten geht hervor, daß in Schweden bereits mehr als 17 % der Haushalte (das sind rund 460 000) Farbfernsehgeräte besitzen. Diese absolute Zahl ist allerdings bescheiden gegenüber den Angaben für Großbritannien und die Bundesrepublik. In Großbritannien mit mehr als 16,2 Mill. und in der BRD mit über 17,5 Mill. Fernsehteilnehmern liegen die Zahlen der in den Haushalten aufgestellten Farbfernsehgeräte bei knapp unter beziehungsweise bereits über 2 Mill. In beiden Ländern ist damit auch – ebenso wie in Schweden, den Niederlanden und der Schweiz – die kritische Phase der Markteinführung bei Farbfernsehgeräten überwunden. Voraussichtlich 1974 wird auf dem deutschen Markt die Zahl der verkauften Farbgeräte die der Schwarz-Weiß-Empfänger übersteigen. 1972 werden Prognosen zufolge 1,1 Mill. Farbfernsehempfänger in der Bundesrepublik abgesetzt werden.

Dagegen konnte sich Italien, dessen Industrie und andere einflußreiche Kreise aus technischer Überzeugung dem PAL-System den Vorzug geben, bisher weder überhaupt für die Einführung des Farbfernsehens noch end-

gültig für ein System entscheiden. (Allerdings soll bei dem Besuch des französischen Staatspräsidenten Pompidou in Italien zwischen der italienischen und der französischen Regierung eine prinzipielle Einigung darüber erreicht worden sein, daß Italien im Rahmen des technisch Möglichen auch das SECAM-System übernimmt.) Auch in Spanien und Portugal – beide Länder haben sich für PAL ausgesprochen – sowie in Griechenland werden noch keine Farbprogramme ausgestrahlt.

Diese Übersicht wäre unvollständig, ohne die USA und Japan zu erwähnen. Dort wird das amerikanische NTSC-System benutzt, dem sich aus verständlichem Grunde auch die Nachbarstaaten Nordamerikas, Kanada und Mexiko, angeschlossen haben. Während in den USA schon rund die Hälfte der 63 Mill. Fernsehteilnehmer Farbgeräte besitzen, nähert sich die Zahl der japanischen Farbfernsehgerätebesitzer stetig ebenfalls dem 50 %-Wert von insgesamt 23,3 Millionen Fernsehteilnehmern.

1000 Fernseh-Füllsender für das 2. Programm

Am 12. Juli 1972 nahm die Deutsche Bundespost den 1000. Fernseh-Füllsender für das 2. Programm in Betrieb. Der Sender steht in Freiburg-Günsterthal im Breisgau an der Zufahrtsstraße zum Schauinsland.

Die Bereitstellung von insgesamt 1872 Füllsendern für das 2. und 3. Fernsehprogramm innerhalb von 10 Jahren – davon allein in den letzten zwei Jahren 500 Sender für das 2. und 572 für das 3. Programm – muß auch als ein Erfolg des Fernmeldetechnischen Zentralamtes in Darmstadt betrachtet werden, das sich von Anfang an mit aller Intensität dem Aufbau der Sendernetze für diese TV-Programme gewidmet hat. Hierbei galt es zunächst, die industrielle Entwicklung geeigneter Frequenzumsetzer für die UHF-

Bereiche mit den dazu gehörenden Typengebäuden und Masten steuernd zu beeinflussen. Anfangs hat das FTZ auch die gesamte Planung und den Aufbau der Füllsender selbst durchgeführt. Nach der Erstellung entsprechender Richtlinien durch das FTZ konnten 1967 diese Aufgaben in die Zuständigkeit der Oberpostdirektionen (OPDn) übergehen. Seit dieser Zeit liegt beim FTZ nur noch die Steuerung und Koordinierung der Aufbauplanung der OPDn.

Außerdem veranlaßt das FTZ regelmäßige Expertengespräche mit europäischen Fernmeldeverwaltungen und Rundfunkinstituten, die die Aufgabe haben, Füllsenderplanungen der Nachbarländer hinsichtlich der gegenseitigen Verträglichkeit aufeinander abzustimmen. Indem es die vierteljährlich von den OPDn eingehenden Ergebnisse von Versorgungsmessungen mit Hilfe einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage auswertet, verschafft sich das FTZ laufend einen genauen Überblick über die Versorgungssituation und berät auf Grund der dabei gewonnenen Erkenntnisse die OPDn beim weiteren Netzausbau, bis eines Tages auch die letzte Versorgungslücke geschlossen sein wird.

Erste kombinierte Stereo-Rundfunk- und Fernsehsendung einer Oper

Der Bayerische Rundfunk führte vor kurzem erstmals die kombinierte Stereo-Rundfunk- und Fernsehsendung einer Oper durch. Das Zweite Deutsche Fernsehen (ZDF) und der Bayerische Rundfunk produzierten gemeinsam die Oper „Eugen Onegin“ von Peter I. Tschaikowsky und strahlten diese Produktion synchron-simultan aus, so daß das Publikum in Bayern die Möglichkeit hatte, zum Farbbild des zweiten Fernsehprogramms den Stereo-Ton des zweiten Hörfunkprogramms zu empfangen.

Die Hörerreaktion auf dieses Experiment war außerordentlich lebhaft und reichte von fast ausschließlich positiver Beurteilung bis zu heller Begeisterung und dem Wunsch, möglichst jede Art von klassischer Musik in die-
ser Weise darzubieten.

Europas größte Kurzwellen-Antennenanlage

Im Auftrage der Deutschen Bundespost wird bei Ettringen im Wertachtal die größte Kurzwellen-Sendestation Europas gebaut¹⁾. Für diese Sendestation entwickelte die Brown, Boveri & Cie AG (BBC), Mannheim, ein neues System von Sendeantennen, mit dem 12 Rundfunkprogramme gleichzeitig in 12 verschiedene Zielgebiete abgestrahlt werden können.

Die Kurzwellen mit dem jeweiligen Programm werden so stark gebündelt, daß mit der Sendeleistung von 500 kW ein genau bestimmtes Zielgebiet erreicht wird. Ein neues Prinzip, Strahlungsbündel zu schwenken, macht es möglich, Gebiete mit einer Breitenausdehnung von mehreren tausend Kilometern mit einer einzigen Antenne nacheinander zu versorgen.

Die Abmessungen der neuen Antennenanlage übertreffen mit einer Flächenausdehnung von 860 000 m² alle bisher üblichen Antennenanlagen. In diesem Zusammenhang sind die 25 weithin sichtbaren Stahlgittertürme mit Höhen bis zu 122 m (s. Titelbild) und 4500 t Beton in den Fundamenten nur Hülfeinrichtungen. Die aus komplizierten Drahtgebilden bestehenden Antennenwände selbst sind zwischen den Türmen ausgespannt. Sobald eine im Voralpengebiet zu erwartende starke Eisbildung Antennenwände und Stahlgittertürme über Gebühr zu belasten droht, senken automatisch arbeitende Winden die Antennen langsam ab.

¹⁾ Großsendestelle Wertachtal in Betrieb genommen. Funk-Techn. Bd. 27 (1972) Nr. 13, S. 488

Die Schaltungstechnik des neuen 70-cm-Sprechfunkgeräts von SEL

Technische Daten

Allgemeine Daten

Betriebsart: Wechselsprechen
Frequenzbereich: 450...470 MHz,
trimmbar
Kanalraster: 20 kHz
Schaltbandbreite: 1 MHz
Kanalzahl

der Feststation: 1
der Mobilstation: max. 4

Modulationsart: Phasen- oder
Frequenzmodulation (umlösbar)

Leistungsaufnahme: ≈ 3.5 W bei
Empfang ohne NF-Signal, ≈ 6.5 W
bei Empfang mit NF-Signal,
 ≈ 22 W bei Sendebetrieb
(5 W HF-Leistung)

Sender

Ausgangsleistung: 5 W

Nebenwellenleistung: $\leq 2 \cdot 10^{-7}$ W

Oberwellenleistung: $\leq 2 \cdot 10^{-5}$ W

Geräuschabstand: ≥ 40 dB

Frequenzhub: 2.8 kHz,

Begrenzung bei 4 kHz

Empfänger

Empfindlichkeit: 0.4 μ V für 20 dB

Signal-Rausch-Abstand bei 2.8 kHz

Hub mit 1000 Hz Modulationsfrequenz

Empfängerstrahlung: $\leq 2 \cdot 10^{-9}$ W
an 50 Ohm

Nebenempfangsstellenabschwächung:
 ≥ 70 dB

Interkanalmodulationsabschwächung:
 ≥ 60 dB

Nachbarkanalselektion: ≥ 100 dB
(statisch), ≥ 70 dB (dynamisch)

Spiegelselektion: ≥ 70 dB

Gerauschabstand: ≥ 40 dB bei 10 μ V
HF-Eingangsspannung

1. Zwischenfrequenz: 10.7 MHz

2. Zwischenfrequenz: 455 kHz

NF-Ausgang: max. 2 W an 4.5 Ohm,
 ≈ 850 mV an 600 Ohm

Klirrfaktor: $\leq 7\%$ bei 2.8 kHz Hub mit
1000 Hz Modulationsfrequenz

Die Überbelegung des 2-m-Bandes zwingt künftig dazu, vor allem in Großstädten den nichtbehördlichen Funkdiensten Frequenzen im 70-cm-Band zuzuweisen. Bei dem neuen für diesen Bereich konzipierten SEL-Sprechfunkgerät „SEM 57-4520 W4“ für mobilen Einsatz und bei der Feststation „SEF 57-4520 W1“ wird im Senderteil für die Frequenzaufbereitung eine Schaltungstechnik angewendet, die es ermöglicht, im Sender- und Empfängerteil mit einem gemeinsamen Steuerquarz je Kanal auszukommen. Die Geräte lassen sich mit Frequenz- oder Phasenmodulation betreiben und sind für die Betriebsart Wechselsprechen ausgelegt; sie senden und empfangen also auf der gleichen Frequenz (Transceiver). Das mit den Funk sprechgeräten aufgebaute Nachrichten netz kann entsprechend den Kundenwünschen auch für Selektivruf ausgelegt werden.

Egon Koch ist Mitarbeiter der Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart-Zuffenhausen.

Bei der mobilen Ausführung wurden zur leichteren Unterbringung der Anlage das Sende- und Empfangsteil und das Bedienteil (Bild 1) in getrennten Gehäusen untergebracht. Das Sende- und Empfangsteil wird beispielsweise im Kofferraum montiert, während das Bedienteil im oder unter dem Armaturenbrett Platz findet. Bei

Senderverstärker, Nachstimmungsschaltung mit Modulationsverstärker. Alle Baugruppen lassen sich im Reparaturfall leicht austauschen.

Empfangsteil

Das von der Antenne kommende Signal gelangt über das Eingangsbandfilter 1 zur Vorverstärkerstufe und

Bild 1. Bedienteil des Sprechfunkgeräts „SEM 57-4520 W4“ ▶



Bild 2. Besprechungsstelle der Feststation mit Selektivrufeinrichtung ▶

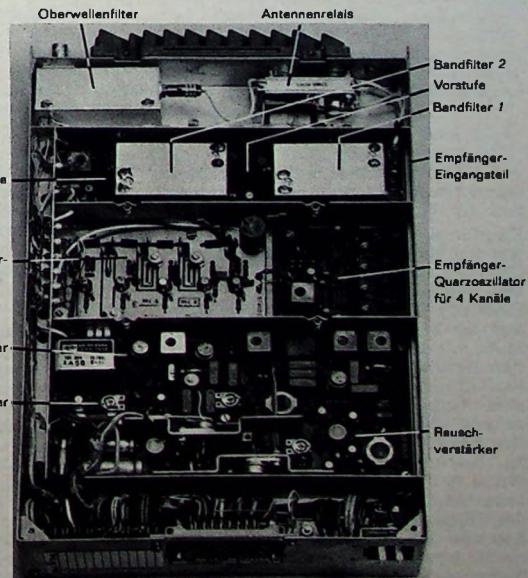


der Feststation tritt an die Stelle des Bedienteils die Besprechungsstelle (Bild 2).

Das Sprechfunkgerät umfaßt acht Baugruppen (Bilder 3 und 4): HF-Vorverstärker mit Mischstufe, ZF- und Empfänger-NF-Verstärker mit Rauschsperrre, Empfänger-Quarzoszillator, Frequenzvervielfacher, Trennverstärker, Senderoszillator,

über ein weiteres Bandfilter 2 zur Mischstufe. Dadurch ist eine gute Weitabselektion gesichert. Alle Schwingkreise sind in Leitungskreis-technik ausgeführt. Das Überlagerungssignal im Frequenzbereich von 439,3 bis 459,3 MHz wird am Emitter des bipolaren Mischtransistors eingekoppelt, so daß sich in dessen Kollektorkreis die erste Zwischenfrequenz

Bild 3. Sprechfunkgerät „SEM 57-4520 W4“ mit abgenommener Deckplatte (Empfängerseite) ▶



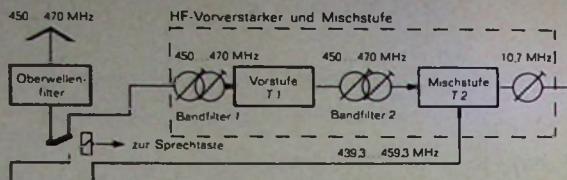


Bild 4. Blockschaltung des Fahrzeuggeräts

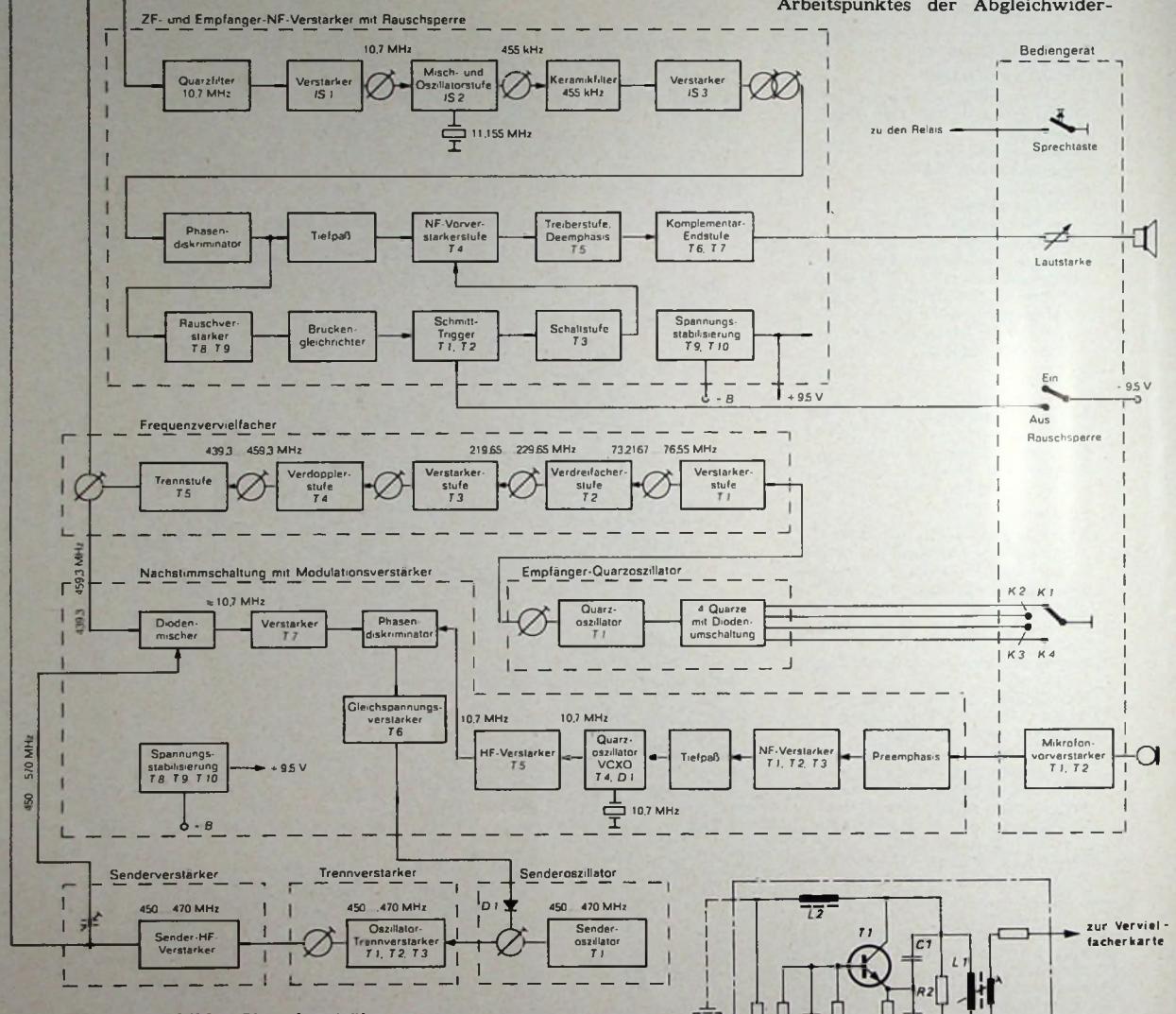


Bild 5. Schaltung des Empfänger-Quarzoszillators der Feststation

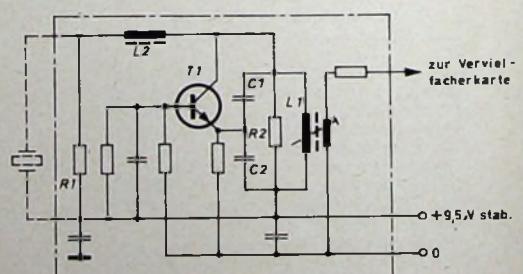
von 10,7 MHz bildet. Sie gelangt über einen kapazitiven Spannungsteiler zum ZF-Verstärker.

Empfangs- und auch Sendefrequenz werden durch einen Quarzoszillator (Bild 5) bestimmt, der je nach Kanal im Bereich 73.2167 bis 76,55 MHz schwingt. Der Schwingkreis besteht aus den Teilspulen L_1 und L_2 , die in Serie mit dem Quarz liegen, sowie aus den Kondensatoren C_1 und C_2 . Die Aufteilung der Induktivität bewirkt eine Aufspaltung des Schwingkreisstroms, so daß man in der Lage ist, den Stabilisationsfaktor des Quarzes zu bestimmen. Der Schwingkreisstrom darf nicht zu hoch werden, da man mit der abstimmbaren Spule L_1 den Quarz auf seine Sollfrequenz ziehen und dabei auch den Frequenzbereich erreichen muß. Der gesamte Schwingkreis ist durch den Wider-

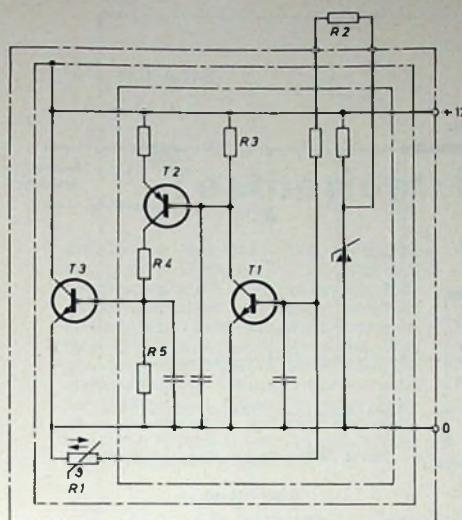
stand R_2 bedämpft, um einen Abfall der Ausgangsspannung im Ziehbereich zu vermeiden. Da sich der Serienwiderstand des Quarzes (sowohl der Real- als auch der Imaginärteil) im Ziehbereich verändert, verhindert der Quarz parallel geschaltete Widerstand R_1 das Einrasten auf eventuell vorhandene Nebenresonanzen.

Der Oszillatorkaustein ist in der Feststation in einem Wärmehalter untergebracht, der durch eine elektronische Regelschaltung (Bild 6) auf konstan-

ter Temperatur gehalten wird. Als Heizelement dient ein geregelter Leistungstransistor T_3 . Im Basisspannungsteiler des Transistors T_1 liegt als Temperaturfühler der NTC-Widerstand R_1 und zur Einstellung des Arbeitspunktes der Abgleichwider-



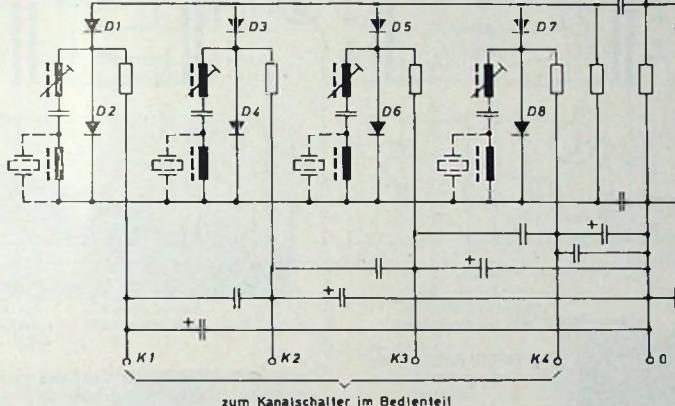
stand R_2 . Der Spannungsabfall am Kollektorwiderstand R_3 von T_1 steuert den Transistor T_2 , der durch Änderung der am Kollektorwiderstand R_4 , R_5 abfallenden Spannung den durch den Heiztransistor T_3 fließenden Strom regelt. Die vom Gehäuse von T_3 abgestrahlte Wärme bringt den Halter auf die vorgeschriebene konstante Temperatur. Durch den Wärmehalter läßt sich bei dem Feststationengerät eine Frequenzgenauigkeit von $\pm 1 \text{ kHz}$ im Temperaturbereich $-10 \dots +40^\circ \text{C}$ erreichen.



latorsignal verstärkt und seine Frequenz in der darauffolgenden Stufe auf 219,65...229,65 MHz verdreifacht. Nach weiterer Verstärkung und Frequenzverdopplung auf 439,30...459,30 MHz stehen über einen Spannungsteiler am Ausgang der Trennstufe die Signale für die Empfängermischstufe und die Nachstimmsschaltung des Senders zur Verfügung. Von der ersten Mischstufe gelangt das 10,7-MHz-ZF-Signal zu einem Quarzfilter, wird dann in der integrierten Schaltung IS 1 verstärkt und über einen

Um störende Geräusche (Rauschen, Zündfunkentstörungen) bei Empfangsbereitschaft unhörbar zu machen, ist das Gerät mit einer Rauschsperrre ausgerüstet. Die am LC-Tiepäß mit einer Resonanzspitze bei 6,5 kHz stehende Rauschspannung wird in zwei Stufen verstärkt (Bild 8). Der mit dem Kondensator C_3 abgestimmte Übertrager U_1 filtert ein sehr schmalbandiges Rauschspektrum heraus, das Siliziumdioden in Brückenschaltung gleichrichten. Die gewonnene Gleichspannung steuert den Schmitt-Trigger T_1, T_2 , der in Abhängigkeit von der an seinem Eingang liegenden Gleichspannung den Schalttransistor

Bild 6. Elektronische Regelschaltung des Wärmehalters



zum Kanalschalter im Bedienteil

Bei der Mobilstation können vier Quarze und somit vier Arbeitsfrequenzen mit Schaltdioden gewählt werden (Bild 7). Die Kanalumschaltung erfolgt mit einem im Bedienteil untergebrachten Schalter. Legt man eine positive Spannung an die Anschlußpunkte $K1 \dots K4$, dann werden über Dioden die nichtbenötigten Quarzschwingkreise abgeschaltet. Der Anschluß für die gewählte Kanalfrequenz liegt dagegen am Minuspol. Wird beispielsweise der Kanal $K1$ eingestellt, dann sind die Dioden $D2$, $D3$, $D5$ und $D7$ in Sperrrichtung und die Dioden $D1$, $D4$, $D6$ und $D8$ in Flußrichtung geschaltet.

Auf der sich anschließenden Vervielfacherkarte wird zunächst das Oszil-

Abstimmkreis der IS 2 zugeführt. Diese arbeitet als Mischер und Quarzoszillator auf der Frequenz 11,155 MHz, so daß sich nun die zweite Zwischenfrequenz mit 455 kHz bildet. Das über einen Abstimmkreis angepaßte Keramikfilter sorgt in Verbindung mit den bereits erwähnten Quarzfiltern für die Nahselektion. Die sich anschließende IS 3 verstärkt das ZF-Signal. Die Demodulation zur Gewinnung der NF-Spannung erfolgt mit einem Phasendiskriminator.

Ein LC-Tiepaß am NF-Verstärker eingang läßt nur den Sprachfrequenzbereich durch. Das Signal wird in drei Stufen verstärkt. Die Komplementär-Endstufe hat eine Ausgangsleistung von 2 W. Der NF-Frequenzgang läßt sich über eine Lötbrücke wunschgemäß auf Phasen- oder Frequenzmodulation einstellen.

T3 öffnet oder sperrt. Im durchgeschalteten Zustand – ohne Empfangssignal – liegt der Emitter des NF-Vorstufentransistor T4 auf +9,5 V. Da jetzt dessen Emitterpotential höher als das Basispotential ist, wird dieser Transistor gesperrt; zum Lautsprecher gelangt daher kein Signal. Mit dem Trimmwiderstand R2 lässt sich der Einsatzzpunkt der Rauschsperrre einstellen.

Auf dem Baustein ist außerdem noch die elektronische Spannungsstabilisierung für die 9,5-V-Betriebsspannung des Empfängerteils untergebracht.

Senderteil

Von besonderem Interesse ist die Schaltung zur Konstanthaltung der Sendefrequenz auf den Wert der Empfangsfrequenz. Während bisher die

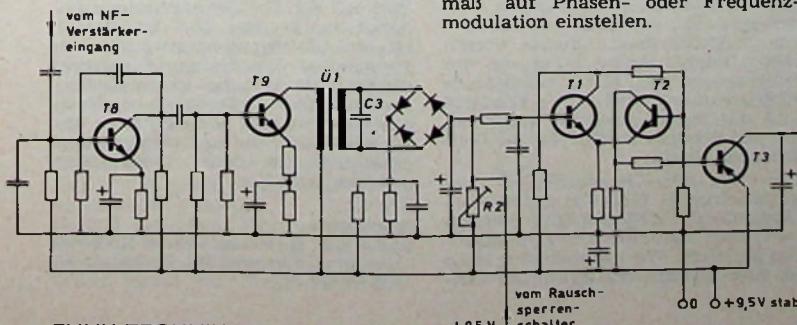


Bild 8. Schaltung der Rauschsperrre

von einem Quarzoszillator gelieferte Steuerfrequenz auf die endgültige Sende fquenz vervielfacht wurde [1], verwendet man bei den SEL-Funksprechgerten der Typenreihe

„SEM/F 57“ einen frei schwingenden Oszillator (Bild 9), der bereits auf der endgültigen Sende Frequenz arbeitet. Die Sende Frequenz wird auf ihrem Sollwert mit Hilfe einer Nachstimmsschaltung gehalten. Dabei steuert der Quarzoszillator des Empfängers den Senderoszillator auf die Empfangsfrequenz. Durch diese einfache Art der Signalaufbereitung und den Fortfall der Frequenzvervielfachung werden unerwünschte Frequenzen vermieden, die zu Störungen anderer Funkdienste führen könnten.

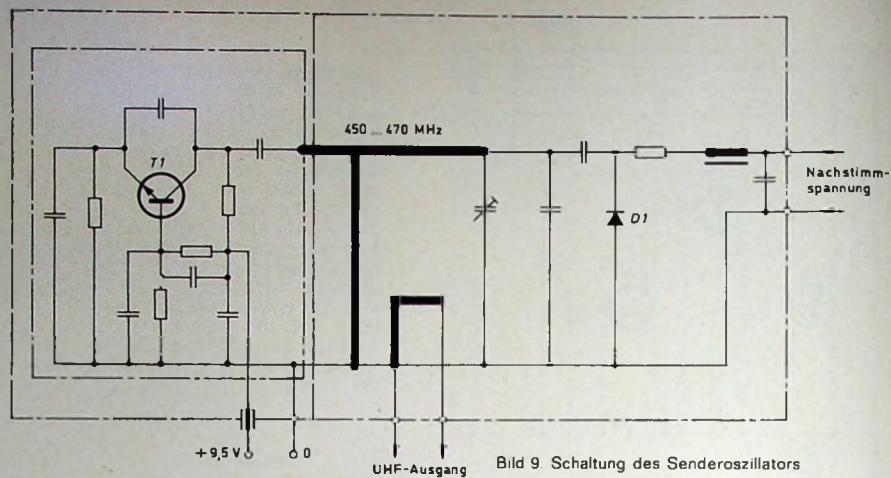


Bild 9 Schaltung des Senderoszillators

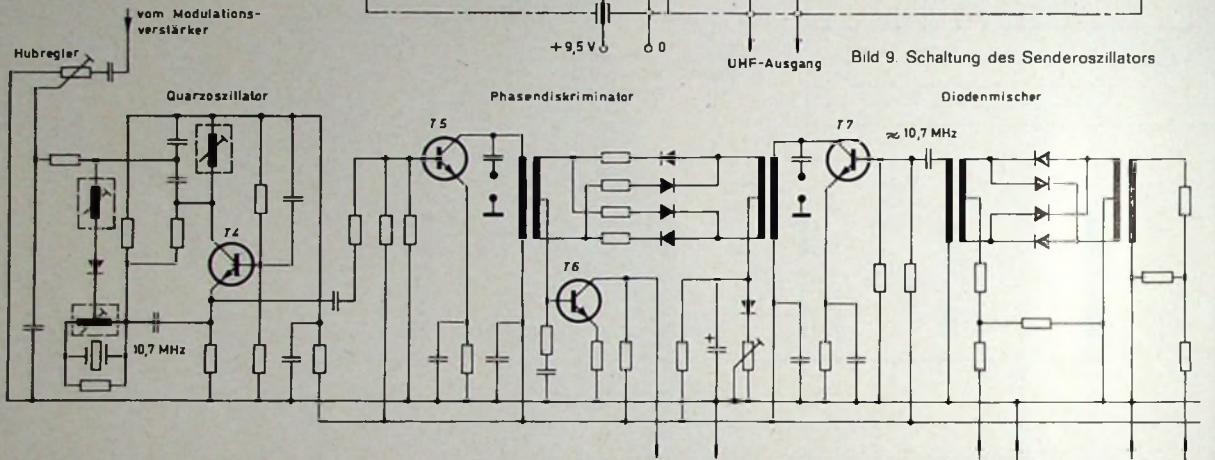
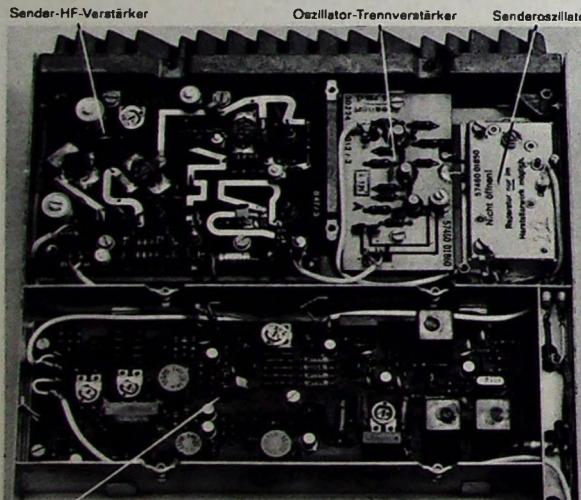


Bild 10 (oben). Schaltung der Sendernachstimmung



Nachstimmmechaltung und Modulationsverstärker

Bild 11. Blick auf den Senderverstärker mit den Leiterkreisen und auf den Nachstimmbaustein

Zur Gewinnung der Regelspannung führt man das Sendausgangssignal (450...470 MHz) und das Signal der Vervielfacherbaugruppe (439,3 bis 459,3 MHz) einem Diodenmischer zu, in dessen Ausgangskreis sich – wenn Sende- und Empfangsfrequenz gleich sind – die exakte Frequenz 10,7 MHz bildet (Bild 10). Bei einem frei schwingenden Oszillator ist das aber im allgemeinen nicht der Fall. Deshalb vergleicht man die durch die Mischung gewonnene Frequenz von etwa 10,7 MHz mit der eines 10,7-MHz-

Quarzoszillators. Beide Signale werden zunächst verstärkt und dann in einem Phasendiskriminator verglichen. Die bei Abweichung von der Sollfrequenz (10,7 MHz) entstehende Regelspannung wird mit T6 verstärkt und der Nachstimmdiode zugeführt, die den Senderoszillator auf die Sollfrequenz zieht.

Der 10,7-MHz-Quarzoszillator hat gleichzeitig die Funktion des Sendermodulators (VCXO = voltage controlled crystal oscillator). Die vom Mikrofon gelieferte Wechselspannung wird in drei Stufen verstärkt. Die NF-

Spannung gelangt zu der am Quarz liegenden Kapazitätsdiode D1 und moduliert den Oszillator. Die dabei entstehenden geringen Frequenzschwankungen setzt der Phasendiskriminator in eine schwankende Steuerspannung um, die der Nachstimmspannung überlagert wird und den Senderoszillator über dessen Nachstimmdiode moduliert.

Das Ausgangssignal des Senderoszillators gelangt zunächst zu einem dreistufigen breitbandig ausgelegten Trennverstärker. Es wird anschließend dem abstimmbaren Senderverstärker (Bild 11) mit gedruckten Leiterkreisen zugeführt, der eine Ausgangsleistung von 5 W an 50 Ohm hat. Die Umschaltung von Empfangs- auf Sendebetrieb erfolgt mit zwei Relais, von denen das eine das Antennensignal und das andere die Betriebsspannungen umschaltet. Das Funk- sprachgerät wird bei Mobilbetrieb direkt aus der 12-V-Wagenbatterie gespeist (bei 6- oder 24-V-Bordnetzen ist ein Gleichspannungswandler zu verwenden). Ein Netzgerät versorgt die Feststation, an die sich zur Sicherstellung des Funkbetriebes bei Netzausfall auch eine 12-V-Batterie anschließen lässt, die in Dauerladungserhaltung mit dem Stromversorgungsteil gepuffert ist.

Schrifttum

- [1] Koch, E.: Ein Funk- sprachgerät für das 70-cm-Band. Funk- schau Bd. 42 (1970) Nr. 10, S. 317-320

Testbericht: Elektretmikrofon „ECM-22P“

Bereits um das Jahr 1900 entdeckte Gentaro Eguchi, daß sich auf einem elektrisch nichtleitenden Material, nachdem es einem starken elektrischen Feld ausgesetzt wurde, eine remanente Ladung zeigte. Wegen der Schwierigkeit, die so erzeugte elektrostatische Ladung in gewünschter Stärke über einen längeren Zeitraum zu erhalten, hat sich der elektretische Effekt in der Praxis bisher kaum verwenden lassen.

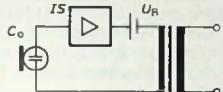


Bild 1. Prinzipschaltbild eines Elektret-Kondensatormikrofons

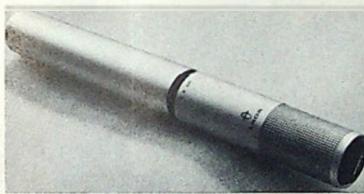


Bild 2. Sony-Elektretmikrofon „ECM-22P“

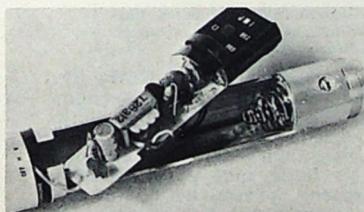


Bild 3. Aufbau des „ECM-22P“

Sony gelang es nun, nicht nur ausreichend hohe Ladungen auf sehr dünne, hochpolymere Kunststofffolien aufzubringen, sondern sie auch über einen langen Zeitraum konstant zu halten. Damit bahnte sich die Verwendung einer derart polarisierten Folie als Membran in einer Kondensatormikrofonkapsel an, da eine von außen zugeführte Membranvorspannung nicht mehr erforderlich ist (Bild 1). Da sich der Kapselaufbau von dem der bisher üblichen Konstruktionen von Kondensatormikrofonen nicht zu unterscheiden braucht, kann angenommen werden, daß sich die guten elektroakustischen Eigenschaften des Kondensatormikrofons auch auf das Elektretmikrofon übertragen lassen.

Das von Sony als professioneller Typ angebotene Modell „ECM-22P“ (Bild 2) hat einen Durchmesser von 24,5 mm, ist 200 mm lang und wiegt 150 g einschließlich Batterien. Unmittelbar hinter der Elektretmikrofon-

kapsel ist der Verstärker montiert (Bild 3). Dieser ist auf einer kleinen gedruckten Platine aufgebaut und enthält die im Bild 4 dargestellten Bauteile: eine integrierte Schaltung mit FET, ein mit Hilfe des Schalters $S1a$, $S1b$ umschaltbares Filter für Musik- (M) und Sprach- oder Geräusaufnahme (V), den sekundär-

seitig umschaltbaren Ausgangsübertrager \hat{U} für symmetrischen oder unsymmetrischen Ausgang sowie ein Netzwerk, das den wahlweisen Betrieb mit eingebauter 9-V-Batterie oder Phantomspeisung nach DIN 45 596 ermöglicht.

Der zulässige Speisespannungsbe- reich, für die im Studio übliche Phan-

Bild 4. Schaltung des eingebauten Verstärkers

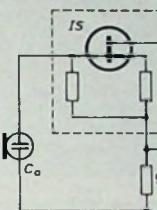
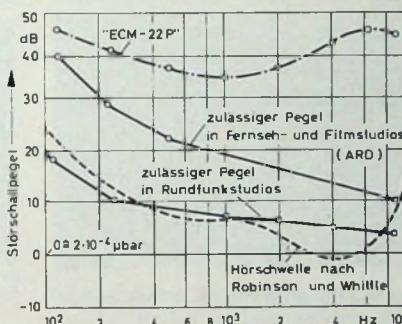


Bild 5 (unten). Zulässiger Störschallpegel in Rundfunk- und Fernsehstudios



tomspeisung, wird für das „ECM-22P“ mit 8,4...54 V angegeben. Zur Begrenzung einer nach dieser Methode eingespeisten Versorgungsspannung dienen D_3 , R_1 . Die Spannung der eingesetzten 9-V-Ra- batterie kann bei längerer Benutzungs- dauer bis auf 3,7 V absinken. Erst dann dürfte die dadurch beeinträchtigte Arbeitsweise der Verstärker- schaltung die Übertragungseigen-

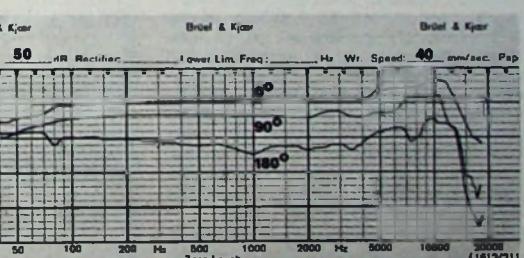


Bild 6. Frequenzgang des Übertragungsmaßes des „ECM-22P“ für die drei Schalleinfallsrichtungen

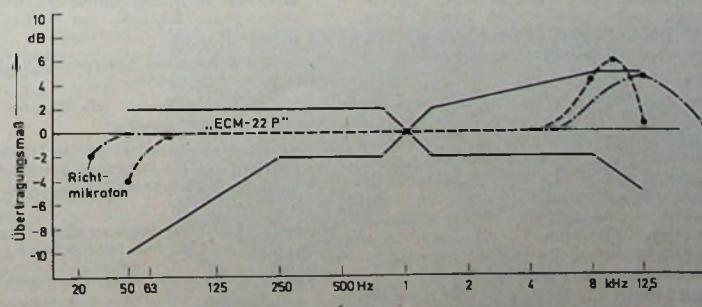


Bild 7. Toleranzfeld und Frequenzgang eines Richtmikrofons nach DIN 45500 und des „ECM-22P“

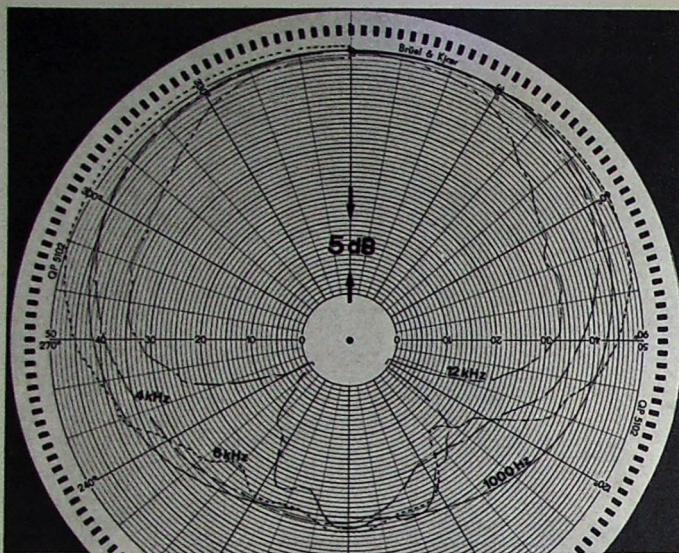


Bild 8. Richtdiagramm des „ECM-22P“ (gemessen im schalltoten Raum)

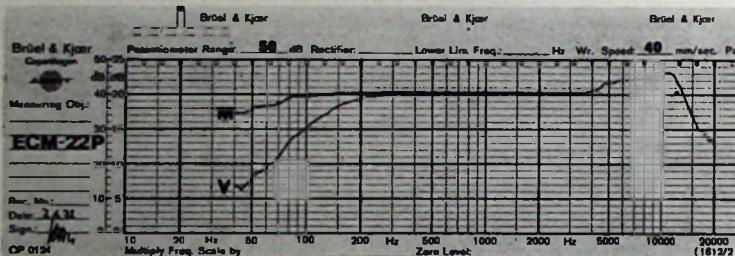


Bild 9. Wirkungsweise von S 1a, S 1b (im Bild 4) für die Stellungen Musik (M) und Geräusch (V)

schäften des Mikrofons akustisch deutlich stören. Da die Stromentnahme von etwa 0,6 mA während des Betriebes sehr gering ist, kann eine Batterielebensdauer von rund 2000 h angenommen werden. Die beiden Dioden D1 und D2 dienen zum Schutz gegen Verpolungen für beide Versorgungssarten. Der nach Lösen der unteren Mikrofonhülse zu betätigende Umschalter S2a, S2b ermöglicht die Umschaltung der Ausgangsimpedanz von 600 Ohm auf 250 Ohm.

Der Übertragungsfaktor ist 0,14 mV je μ b \pm 55 dBm bei einer Frequenz von 1 kHz und einer Last von 1 kOhm bei 250 Ohm Ausgangsimpedanz. Das ist verglichen mit Kondensatormikrofonen recht wenig und würde auch bei dynamischen Mikrofonen an der unteren Empfindlichkeitsgrenze liegen.

Die Ersatzlautstärke A_E (das ist der nach DIN 45 591 bewertete Ersatzschalldruck) läßt sich aus dem auf 94 dB (10 μ b) bezogenen Fremdspannungsabstand von 52 dB errechnen und beträgt $94 - 52 = 42$ dB. Sie liegt damit – im Vergleich zu anderen Spitzentmikrofonen – zu hoch, was unter anderem auf die geringe Empfindlichkeit zurückzuführen ist.

Bild 5 zeigt die Oktavsiebanalyse der Störspannung des „ECM-22P“ im Vergleich zu den zulässigen Störpe-

geln in Rundfunk-, Fernseh- und Filmstudios. Der vom Mikrofon erzeugte Störpegel überschreitet zum Teil erheblich die von den technischen Kommissionen der deutschen Rundfunkanstalten festgelegten frequenzabhängigen Grenzwerte und die von guten Kondensatormikrofonen erreichbaren Minimalwerte. Der Frequenzgang des Übertragungsmaßes ist aus Bild 6 für die drei Schalleinfallsrichtungen

0° , 90° und 180° zu erkennen. Im Frequenzbereich von 80 Hz bis 4 kHz verläuft dieser mit ± 1 dB sehr gerade. Die maximale Überhöhung von 6 dB bei 10 kHz erscheint zu hoch und sollte durch konstruktive Maßnahmen an der Kapsel reduziert werden.

Überträgt man den frequenzabhängigen Verlauf des Übertragungsmaßes des „ECM-22P“ in die Toleranzgrenzen nach DIN 45 500 (Bild 7), dann erkennt man, daß die Grenze bei 10 kHz um 1 dB nach oben überschritten wird. Nicht dieses eine dB ist zu bemängeln, sondern der mit 6 dB etwas zu starke Anstieg zwischen 4 und 10 kHz und der darauf folgende relativ steile Abfall von 12 dB zwischen 12 und 15 kHz.

Die Richtcharakteristik des „ECM-22P“ zeigt Bild 8. Sie deutet auf eine Cardioiden und läßt auch hier die recht geringe Rückwärtsdämpfung von nur 12 dB erkennen. Das Maximum der Auslösung liegt bei 120° und 240° für Frequenzen über 12 kHz. Die in Schalterstellung V eingeschaltete Tiefenabsenkung setzt gemäß Bild 9 bei etwa 300 Hz ein und erreicht bei 50 Hz einen Abfall von rund

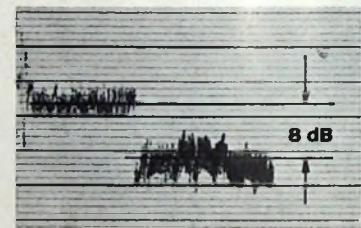


Bild 10. Wirkungsweise des aufgesteckten Windschutzes

20 dB, bezogen auf die M-Kurve. Die Wirkung des aufschiebbaren Schaumgummiwindschutzes zeigt Bild 10. Es ist zu erkennen, daß dieser eine Dämpfung von etwa 8 dB bewirkt. Nach den sorgfältig und unter DIN-Bedingungen ermittelten Untersuchungsergebnissen dürfte diesem Mikrofontyp (Serien-Nr. 1308) kaum die Hi-Fi- oder die Rundfunk-Studio-Qualifikation zuerkannt werden.

INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUND SCHAU

brachte im Juliheft 1972 unter anderem folgende Beiträge:

Methoden zur Multiplexbildung und Übertragung von Signalen mit Walshfunktionen

Drehzahlregler mit gesteuerter Verstärkung für Elektroautos

Ein 12-Kurvendrucker als Scanner für das „Partyline“-System

Annäherung an den absoluten Nullpunkt mit Hilfe von den Phononen-Tunneleffekt ausnutzenden Wärmeaustauschern

Direktanzeigendes Induktivitätsmeßgerät mit besonders großem Meßbereichsumfang

Meßtechnik, Elektronik, Automation in London

Elektronik in aller Welt · Angewandte Elektronik · Ausstellungen · Tagungen · Neue Bücher · Aus Industrie und Wirtschaft · Persönliches · ELRU-Informationen · ELRU-Kurznachrichten

Format DIN A 4 · Monatlich ein Heft · Preis im Abonnement 16,50 DM vierteljährlich einschließlich Postgebühren; Einzelheft 5,75 DM zuzüglich Porto

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

Elektronische Hilfsmittel für Diagnostik und Therapie

Bioelektrische Potentiale

Wohl das wichtigste diagnostische Hilfsmittel des Arztes ist die Aufzeichnung der sogenannten Biopotentiale, das heißt Spannungen, die mit der Aktion von Nerven und Muskeln verbunden sind [1]. Vor allem die Aufnahme des Elektrokardiogramms vermittelt bei genügender Registriertiefe Auskunft über die mehr oder weniger gute Funktion des Herzens. Diese Hilfe kann der Arzt für eine Diagnose heute nicht mehr entbehren. Auch Abweichungen in der zeitlichen Folge der Herzschläge (Arrhythmie) sind auf dem EKG mit einem Blick zu erkennen. Da sich am Herzen eine ganze Anzahl verschiedener elektrischer Erregungsvorgänge abspielt und der sich daraus zusammensetzende Gesamtvektor, die sogenannte Momentanachse, die Größe und Richtung dauernd verändert, müssen die Potentiale stets an genau bestimmten und immer gleichen Punkten der Körperoberfläche abgenommen werden. Seit W. Einthoven, dem Begründer der Elektrokardiographie, hat sich die Abnahme an den Extremitäten

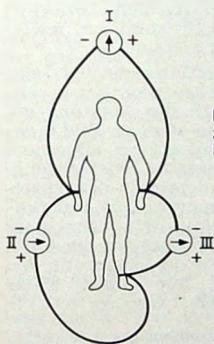


Bild 1. Extremitäten zur Abnahme der Potentiale für ein Elektrokardiogramm

(Bild 1) eingebürgert; aber auch Brustwandableitungen (nach Wilson) sind gebräuchlich.

Da die Registrierung nur einer einzigen Ableitung keine ausreichende Aussage liefert, haben einfache Kardiographen eine Umschaltvorrichtung, die es ermöglicht, die Ströme der einzelnen Ableitungen nacheinander aufzuzeichnen. Anspruchsvollere Geräte registrieren gleichzeitig auf mehreren Kanälen, was die zeitliche Zuordnung der in den Kurven zum Ausdruck kommenden Phänomene erleichtert.

Die an der Körperoberfläche abgenommene Spannung liegt größtenteils bei einigen Millivolt, und der zu übertragende Frequenzbereich beträgt 0,5 ... 300 Hz. Die relativ niedrige obere Grenzfrequenz erlaubt die

Professor Dr. Harald Beck ist freier Mitarbeiter in der Hauptabteilung Elektronik und Informatik des Batelle-Instituts, Frankfurt am Main.

Anwendung von Direktschreibverfahren. Üblich sind dabei Registrierung auf Pigmentpapier, Thermoschrift und neuerdings vielfach Tintenstrahlschreiber, die Frequenzen bis 800 Hz formgetreu registrieren. Die früher vielfach verwendeten Lichtschreiber, bei denen nachträglich, meistens naß, entwickelt werden mußten, sind heute kaum mehr zu finden.

Bei der Auslegung von EKG-Verstärkern ist besonders darauf zu achten, diese unabhängig von Störereinwirkungen zu machen, da relativ kleine Spannungen in einer meistens stark gestörten Umgebung aufgezeichnet werden müssen. Der Übergangswiderstand von der Haut zur Ableitelektrode ist zudem keineswegs konstant, wenn man auch bemüht ist, diesen Widerstand durch großflächige Elektroden und besondere Leitfähigkeitspasten niedrig zu halten. Jedenfalls sind spezielle Verstärker, meist Differenzverstärker mit hohem Eingangswiderstand und hoher Leistungsverstärkung, erforderlich; diese sind heute selbstverständlich ausschließlich mit Halbleitern bestückt. Die Stromversorgung erfolgt nur noch bei tragbaren Geräten durch Batterien. Bei Netzzuschluß sind neben sorgfältiger Ausschaltung des 50-Hz-Netzbrumms insbesondere die dem Schutz des Patienten dienenden Maßnahmen gemäß der VDE-Bestimmung 0750 notwendig.

Mehrkanal-Elektrokardiographen haben fast immer einige zusätzliche Anschlüsse, um außer der Herzaktion

auch andere physiologische Meßwerte registrieren zu können. Sehr oft wird der Herzschall aufgezeichnet. Der Mediziner spricht von den durch den natürlichen Rhythmus von Herzkammern und Herzklappen entstehenden „Herztönen“ und von den durch krankhafte Veränderungen verursachten sogenannten „Herzgeräuschen“. Diese Herzgeräusche liegen in erheblich höheren Frequenzbereichen (bis 800 Hz) als die Herztonen, in einem Bereich also, wo das menschliche Ohr besonders empfindlich ist. Bei Aufnahme des Herzschalls mit einem Körperschallmikrofon müssen die leistungsstärkeren niedrigen Frequenzen ausgefiltert werden, wenn die allein interessierenden höherfrequenten Anteile des Frequenzgemischs gut erkennbar sein sollen. Das erfolgt durch eine Reihe von Hochpaßfiltern (nach Maas und Weber).

Bild 2 zeigt einen modernen Einkanal-Elektrokardiographen, den der Arzt in der Aktenkarte zu Krankenbesuchen mitnehmen kann und der einschließlich Batterie nur 3,7 kg wiegt. Bild 3 dagegen zeigt ein großes, für klinischen Einsatz und Forschungszwecke geeignetes Gerät mit acht Kanälen und zwölf wählbaren Vorschubgeschwindigkeiten. Hier besteht auch die Möglichkeit, die Registrierungen auf Magnetband zu überspielen und später in einer Datenverarbeitungsanlage auszuwerten zu lassen. Für den Notfalleinsatz bei Unfällen wurde ein Elektrokardioskop entwickelt, bei dem auf Registrierung verzichtet wird, mit dem man aber sofort mehrere Einzel-EKG auf dem Bildschirm einer Oszilloskopröhre mit 8 cm Diagonale bekommen kann. Das Gerät (Gewicht 2 kg) wird mit einem Elektrodendreieck unmittelbar auf der Brust des Verunglückten aufgesetzt (Bild 4) und ist sofort betriebsbereit. Für spätere Dokumentation ist die Aufnahme des EKG auf einem Cassettenrecorder möglich.

Im Prinzip den Elektrokardiographen ähnlich sind die Geräte, die zur Aufnahme der Hirnaktivitätsströme dienen (Elektroenzephalographen für das EEG). Die Spannungen, die auf der Schädelaußenwand abgenommen wer-

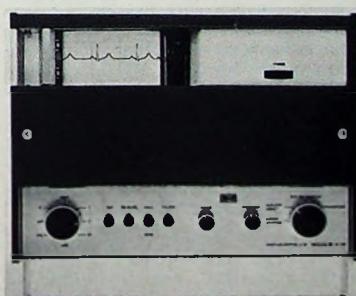


Bild 2. Einkanal-Elektrokardiograph für Batteriebetrieb (Hellige, Freiburg)



Bild 3. Vielkanal-Elektrokardiographiegerät für klinischen Einsatz mit Schirmbilddarstellung des momentanen EKG. Auf der Brust des Patienten das Herzschallmikrofon (Hellige, Freiburg) ▶



Bild 4. Elektrokardiograph mit Schirmdarstellung für den Noteneinsatz (Hugo Sachs Elektronik, Hugstetten)

den, sind allerdings erheblich kleiner und liegen im Mikrovoltbereich. Der Störfreiheit muß hier also noch größere Aufmerksamkeit geschenkt werden, und oft gelingt eine saubere Aufzeichnung nur in abgeschirmten Kabinen. Es wird dabei eine Vielkanalregistrierung vorgenommen, wobei acht Kanäle und im klinischen Gebrauch bis 16 Kanäle üblich sind.

Das EEG zeigt ausgeprägte Grundrhythmen (α -Welle 8...13 Hz; β -Welle 14...30 Hz usw.), deren Kenntnis diagnostisch wichtig ist. Diese Wellen sind im EEG nicht ohne weiteres zu erkennen, und man hat sich deshalb um selbsttätige Kurvenanalysen bemüht. Das erfolgt meistens durch Einspeisen der Daten in Rechner, die eine Fourieranalyse der einzelnen Kurvenzüge durchführen und die Frequenzanteile der verschiedenen Ableitungen zueinander in Beziehung setzen. Selbst mit schnellen Rechnern ist eine On-line-Durchführung solcher Analysen nicht möglich. Man nimmt das EEG zunächst auf Magnetband auf und wertet später aus. On-line-Analyse ist jedoch wünschenswert, um die Reaktion des Patienten zum Beispiel auf äußere Reize unmittelbar feststellen zu können. Hierfür werden spezielle Rechner verwendet, die durch wiederholtes Probenehmen (sampling) in einer phasenstarren Beziehung den Mittelwert des Signals bilden (averaging), während das nichtphasenfeste Rauschen unterdrückt wird. Besondere Zusätze gestatten Autokorrelation eines Signals oder Kreuzkorrelation zweier Signale, beispielsweise von den beiden Gehirnhälften, durchzuführen.

Eine andere Auswerthilfe arbeitet rein elektronisch. Es wird jeweils die Zeitdauer einer einzelnen Schwingung elektronisch gemessen und als frequenzproportionaler Impuls dargestellt. Man kann also mit einem Blick feststellen, welche Frequenzen in einem Frequenzgemisch besonders häufig auftreten. Im allgemeinen wird das so gemacht, daß in vier Bereichen gleichzeitig registriert wird. Man hat dadurch sofort einen Überblick über die Hirnaktivität im α -, β - usw. Bereich und stellt beispielsweise fest,

dass bei einer Blockierung des α -Bereichs verstärkte β -Tätigkeit einsetzt (Bild 5). Hieraus ergeben sich wichtige Hinweise für die Diagnostik von neuralen Störungen.

Es werden noch weitere Biosignale diagnostisch ausgewertet. Muskelaktionspotentiale (Elektromyogramm,

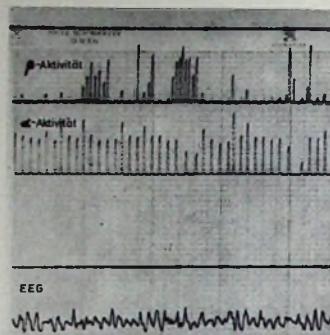


Bild 5. Originalregistrierung eines Intervall-Analysators für EEG-Auswertung (Fritz Schwarzer GmbH, München)

EMG) wurden schon eingangs erwähnt. Elektroretinogramme (ERG) geben Auskunft über den Sehvorgang (retina = Netzhaut) und dienen ebenfalls der Diagnose von neuralen Störungen. Sie werden durch eine auf den Augapfel aufgelegte Elektrode abgeleitet und mit normalen Elektro-encephalographen registriert.

Blutdruckmessung

Der arterielle Blutdruck wird praktisch bei jeder ärztlichen Untersuchung gemessen, und wohl jeder hat das Anlegen und Aufblasen der Oberarmmanschette schon einmal erlebt. Das Verfahren geht auf Riva-Rocci (1895) zurück und beruht darauf, daß der Blutstrom durch die Oberarmarterie zunächst völlig gestaut wird. Bei Nachlassen des stauenden Druckes, das an einem entsprechenden Manometer abzulesen ist, erfolgt ein Wiedereingrüssen des Blutes in das entleerte Gefäß, verbunden mit einem charakteristischen Geräusch (Korotkoff). Dieses Geräusch wird mit dem Stethoskop in der Armbüge abgehört. Das erstmalige Auftreten des Geräusches entspricht dem maximalen (systolischen) Wert des Blutdrucks, das Verschwinden bei weiterem Absinken des Manschetten-



Bild 6. Elektronisches Blutdruck- und Pulsfrequenz-Meßgerät. Rechts die Blutdruckanzeige und links die Pulsanzahlanzeige (Elag, Köln)

drucks und darauffolgender vollständiger Gefäßfüllung dem minimalen (diastolischen) Wert. Dieses Verfahren ist trotz einiger grundsätzlicher Mängel nicht zuletzt wegen des billigen Instrumentariums in der ganzen Welt in Gebrauch. Man hat bisher kein besseres Verfahren finden können, und hier wäre Raum für neue Ideen.

Immerhin haben sich Elektroniker bemüht, bei grundsätzlicher Beibehaltung des Prinzips die Handhabung zu erleichtern. Bild 6 zeigt ein Blutdruck- und Pulsfrequenz-Meßgerät. Die Aufnahme des Korotkoff-Geräusches erfolgt hier durch ein in die Manschette eingebautes Mikrofon und die Druckerzeugung mit einem motorisch betriebenen Kleinebläse. Einsetzen und Verschwinden des Geräuschkriteriums werden durch Signallämpchen angezeigt, und man kann den jeweiligen Druckwert ablesen.

Bei anderen Ausführungen wird der Druckzeiger elektromagnetisch angehalten, wodurch die Ablesung erleichtert wird. Bei dem im Bild 6 gezeigten Meßgerät erfolgt außerdem noch eine elektronische Pulsfrequenzanzeige durch Integration der einzelnen Korotkoff-Impulse. Das „Pulsfühlen“ entfällt somit. Oft kann über einen besonderen Ausgang die Pulsform, die auch für die Diagnostik von Wichtigkeit ist, mit einem EKG-Schreiber registriert werden.

Körpertemperaturmessung

Die Bestimmung der Körpertemperatur, insbesondere ihre Erhöhung gegenüber dem Normalwert von $37,2^{\circ}\text{C}$, hat beträchtlichen diagnostischen Wert; sogar der Laie mißt bei ersten Anzeichen einer Erkrankung „das Fieber“. Dazu dienen die bekannten speziellen Thermometer, die hinsichtlich Einfachheit der Handha-

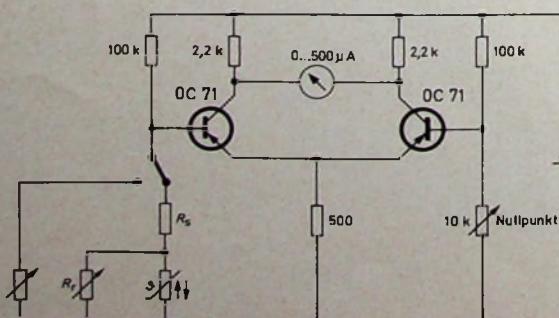


Bild 7. Prinzipschaltung einer Transistorbrücke zur Messung der Körpertemperatur mit einem Heißleiter als Meßfühler (nach Bley und Goldmann, 1963)

bung, Genauigkeit und Preisgünstigkeit kaum zu übertreffen sind. Aber auch hier hat der Elektroniker versucht, verbesserte Geräte zu entwickeln.

Meßheißleiter (Thermistoren) haben einen hohen Temperaturkoeffizienten und eine sehr geringe Wärmeträgheit. In einer Hülle aus dünnwandigem Stahlrohr eingeschlossen, haben sie eine Ansprechzeit (90 % des Endwertes) von knapp 10 s im Vergleich zu etwa 1 min eines üblichen Fieberthermometers. Der Heißleiter wird meist in einer Transistorbrücke (Bild 7) angeordnet, wobei Maßnahmen zur Linearisierung des Meßbereichs erforderlich sind. Der Meßbereich ist im allgemeinen 33...43 °C. Der Anzeigefehler muß den Bestimmungen der deutschen Eichordnung für medizinische Thermometer entsprechen und unter $\pm 0,1$ °C liegen.

Die kleinen Ausmaße der Heißleiterperle erlauben sogar die Unterbringung in einer nur 1 mm dicken Injektionsnadel, womit sich Messungen durch Einstechen in das Gewebe vornehmen lassen. Anders geformte Temperaturfühler werden einschließlich eines dünnen Kunststoffschlauchs verschluckt, wenn beispielsweise die Temperatur im Magen-Darm-Trakt bestimmt werden soll.

Wärmebild-Sichtgeräte sind wegen der hohen Kosten zwar nicht für die tägliche ärztliche Praxis geeignet, für den Elektroniker aber doch von Interesse. Mit Hilfe dieser Geräte ist es möglich, die Temperaturverteilung der gesamten Körperoberfläche oder auch begrenzter Teile davon, beispielsweise der weiblichen Brust, sichtbar zu machen. Lokale Temperaturerhöhungen verraten entzündliche Prozesse und können Frühformen von Krebs kenntlich machen. Um das zu ermöglichen, müssen allerdings Temperaturdifferenzen von etwa 0,1 °C innerhalb eng begrenzter Bereiche zu unterscheiden sein.

Diese nicht leichte Aufgabe wurde durch Ausnutzung der Wärmestrahlung des Körpers gelöst. Sie liegt im Infrarotgebiet mit einem Maximum bei 10 μ m und erfordert zum Nachweis spezielle Detektoren. Bild 8 zeigt das Prinzipschema einer Infrarotkamera. Ein Bild des aufzunehmenden Objektes (links vom Bild befindlich) wird mit einer Spiegeloptik auf den Detektor geworfen, der in diesem Fall aus Indium-Antimonid (InSb) besteht; er muß zum Erreichen ausreichender Empfindlichkeit mit flüssigem Stickstoff gekühlt werden.

Mit Hilfe eines Schwenkspiegels und eines rotierenden Prismas (aus Silizium, um die langwelligen Wärmestrahlen durchzulassen) wird das Bild vertikal und horizontal abgetastet, und die entstehenden Detektorsignale werden synchron auf einem Bildschirm dargestellt. Die Bildfrequenz ist Hz; 100 Zeilen mit etwa 100 aufgelösten Punkten entsprechen 10 000 Punkten im Gesichtsfeld von $5^\circ \times 5^\circ$. Temperaturunterschiede im Objekt zeigen sich als Graustufungen im Schirmbild. Gelegentlich wird auch farbig differenziert, was besonders bei Massenuntersuchungen in der Vorsorge-

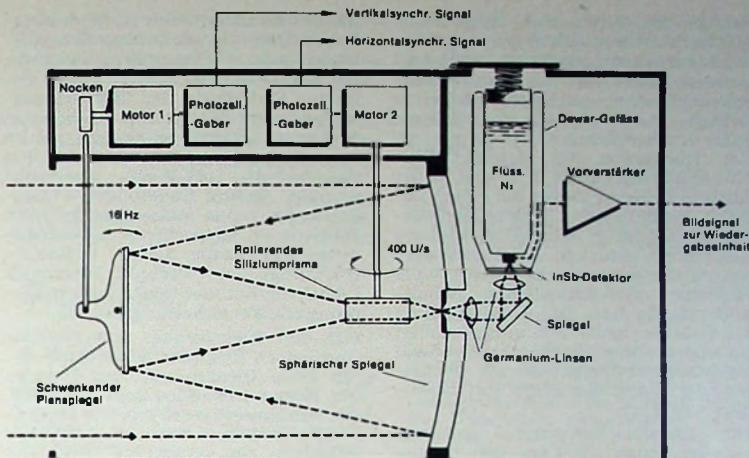


Bild 8. Prinzipschema einer Infrarotkamera (AGA-Thermovision, Lidingö, Schweden)

medizin von Vorteil sein kann. Derartige Geräte werden auch außerhalb des medizinischen Bereichs eingesetzt, beispielsweise um Wärmeverlustquellen in Kraft- und Heizwerken zu entdecken, um schadhaftes und sich dadurch zusätzlich erwärmende Teile von Hochspannungsfreileitungen vom Boden aus ohne Betriebsunterbrechung festzustellen usw.

Röntgen- und Ultraschalldiagnostik

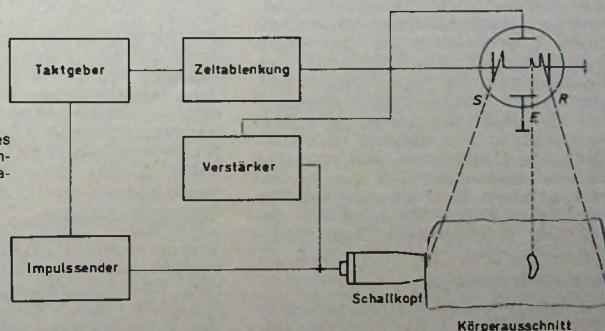
Die Röntgentechnik bedient sich heute in zunehmendem Maße der Elektronik. Eine eingehende Betrachtung ist hier nicht möglich; es sei nur erwähnt, daß an Stelle des alten Leuchtschirms, der eine gute Dunkeladaptation des Auges des beobachtenden Röntgenologen erforderte, heute Bildwandler-Systeme verwendet werden, die in Verbindung mit Fernsehdarstellungen des Röntgenbildes auch Beobachtungen im unverdunkelten Raum zulassen. Das ist von besonderem Vorteil etwa bei einem Konsilium mehrerer Ärzte oder bei Übertragung in einen größeren Raum für Unterrichtszwecke. Die Dokumentation erfolgt mit Bildspeicherung durch Videorecorder.

Steigende Bedeutung hat in letzter Zeit die Ultraschalldiagnostik erlangt, nicht zuletzt deshalb, weil Durchschaltungen im Gegensatz zu Röntgenaufnahmen beliebig oft ohne Schaden für den Patienten wiederholt werden können.

Die notwendige Schallfrequenz ergibt sich aus der gewünschten Auflösung. Es können nur Objekte erfaßt werden, die größer oder so groß wie die angewandte Wellenlänge sind. Bei einer mittleren Schallgeschwindigkeit von 1500 m/s in Körpergeweben entspricht eine Wellenlänge von 1,5 mm einer Frequenz von 1 MHz. Die maximale in der Ultraschalldiagnostik angewandte Frequenz liegt bei 15 MHz, entsprechend einer Wellenlänge von 0,1 mm. Das Arbeiten mit dieser Frequenz ergibt zwar eine sehr gute Auflösung, aber die Eindringtiefe ist in diesem Fall erheblich geringer, da das Absorptionsvermögen der Körperge webe frequenzabhängig ist. Ultraschalldiagnostikgeräte sind deshalb oft mit mehreren wählbaren Frequenzen sowie auswechselbaren Schallköpfen ausgerüstet.

Die Ultraschalldiagnostik arbeitet heute in Analogie zur Radartechnik meist nach dem Impulsechoverfahren. Dabei wird ein kurzer Ultraschallimpuls an Schichten wechselnden Schallwiderstandes reflektiert und vom Schallkopf, der als Impulsgeber und Empfänger dient, wieder aufgenommen. Sicherer Erkennen setzt voraus, daß der Sendeimpuls bei Ankunft des Echos völlig abgeklungen ist. Die Impulsdauer liegt größtenteils im Bereich einiger Mikrosekunden. Um derartig kurze Zeiten zu erreichen, muß der Ultraschallschwinger, der im allgemeinen aus Blei-Zirkon-Titanat ge-

Bild 9. Prinzip des Impulsechoverfahrens der Ultraschalldiagnostik



fertigt ist, durch eine aufgekittete Rückschicht von Schwermetallpulver in Epoxydharz zusätzlich bedämpft werden. Bild 9 zeigt das allen Impulsenchoverfahren zugrunde liegende Prinzip. Man sieht auf dem Schirm links den Sendeimpuls, rechts das von der Rückwand des durchschallten Körpers ausgesandte Echo und in der Mitte eine kleine Zacke, die einem Bereich abweichenden Schallwiderstandes entspricht. In Wirklichkeit ist das Schirmbild natürlich viel komplizierter, da der menschliche Körper viele Bereiche unterschiedlichen Schallwiderstands hat. Die Untersuchung wird daher meist auf einigermaßen homogene Bereiche beschränkt, wie zum Beispiel Weichteile wie die Leber, die Niere, das Auge und besonders das Hirn.

Die Echoencephalographie gestattet es, sehr genau die Lage der Trennfuge zwischen beiden Hirnhälften, die sogenannte Medianebene, festzustellen, deren Echo im Normalfall genau in der Mitte zwischen Sendeimpuls und dem Echo von der rückwärtigen Schädelwand erscheinen muß. Verlagerungen nach rechts oder links lassen auf einen raumfordernden Prozeß, beispielsweise einen Tumor oder eine nach einem Unfall aufgetretene Hirnblutung, schließen. Durchschallung des Auges gibt ebenfalls gut deutbare Echobilder. So kann man auch bei verwehrtem Einblick in das Auge (Hornhaut- oder Linsentrübung) beispielsweise eine Netzhautablösung diagnostizieren.

Breite Anwendung finden Ultraschallverfahren in der Gynäkologie und der Geburtshilfe, wo das Vermeiden einer Strahlenbelastung für Mutter und Frucht besonders vorteilhaft ist. Von großer Bedeutung war auch der Übergang vom eindimensionalen Echogramm zum flächenhaften sogenannten Schnittbild. Der Schallkopf wird dabei mäanderartig über das Untersuchungsobjekt geführt, wobei natürlich optimale Schallkopplung ohne Luftzwischenschichten wichtig ist. Der Elektronenstrahl der Bildröhre wird synchron zur Schallkopfbewegung geführt, und die Echos bewirken eine Helligkeitsmodulation. So kann man Größe und Lage der Frucht schon im Frühstadium feststellen und kann sogar die fötale Herzaktivität etwa vom 30. Schwangerschaftstag an nachweisen.

Das Echoverfahren wurde auch in der Kardiologie eingeführt. Man kann damit die Pulsation der Herzwand und ihre eventuellen krankhaften Veränderungen durch Messung der periodischen Lageverschiebung des Echos feststellen und zusammen mit dem EKG registrieren. Neuerdings ist man vom reinen Echoverfahren abgegangen und mißt statt dessen die Frequenzänderungen, die sich bei Reflexion des Ultraschalls an bewegten Trennschichten als Dopplerverschiebung ergeben. Es würde zu weit führen, hier auf diese für den Elektroniker sehr interessanten Entwicklungen einzugehen.

Endosondentechnik

Für den Arzt ist es wichtig, auch ohne operativen Eingriff Kenntnis von Vor-

gängen im Inneren des Körpers zu erhalten. Dazu dienen Endosonden (griechisch endo = innen). Eine bekannte, bei Patienten allerdings wenig beliebte Endosonde ist der Magenschlauch, mit dessen Hilfe Proben von Magensaft genommen werden, die im Laboratorium beispielsweise auf den Säuregehalt (pH-Wert) analysiert werden. Andere Endosonden ermöglichen über eine ausgeklügelte Optik Einblick in Körperhöhlen (beispielsweise Cystoskope für die Blasenbeobachtung). Die Technik biegsamer Lichtleiter hat hier in den letzten Jahren große Fortschritte gebracht.

Für den Elektroniker interessanter sind jedoch Endoradiosonden, mit deren Hilfe Information von Inneren des Körpers drahtlos gesendet wird. Am bekanntesten ist hier die Heidelberger Kapsel (Nöller, AEG-Telefunken), die verschluckt wird und während des Durchgangs durch den Magen-Darm-Trakt fortlaufend den pH-Wert mißt. Der sich ändernde pH-Wert beeinflußt die Sendefrequenz von 1,9 MHz um 10 kHz je pH-Einheit. Die Frequenz wird über eine um den Leib gelegte Antenne aufgenommen und im Empfänger unmittelbar als pH-Wert angezeigt beziehungsweise registriert. Die Kapsel ist für einmäliges Gebrauch gedacht. Die Kapsel hat bei 8 mm Durchmesser eine Länge von nur 8 mm, ist also kaum größer als eine übliche verschluckbare Medikamentenkapsel. Die Batterie für den Betrieb des Senders wird durch Einfüllen von physiologischer Kochsalzlösung kurz vor dem Verschlucken aktiviert. Kalibriert wird durch kurzzeitiges Eintauchen in eine Pufferlösung mit bekanntem pH-Wert. Da die Meßgenauigkeit der Heidelberger Kapsel außerhalb des Neutralpunktes relativ niedrig ist ($\pm 0,5$ pH), wird sie gelegentlich nur als Nullindikator bei Magentitration mit Bicarbonat verwendet.

In den USA hat Nöller seine Ideen bei Corning Electronics weitergeführt. So bestimmt man beispielsweise die Enzymaktivitäten bei der Verdauung, indem man eine Kapsel mit einer Dipolantenne aus leitendem enzymatisch abbaubarem Material in den Verdauungstrakt eingeht. Die Antenne wird infolge des Abbaus allmählich kürzer, womit sich die Sendefrequenz ändert. Eine andere Variante einer Sendekapsel enthält einen Geigerzähler im Miniatueraufbau, der die Einlagerung bestimmter radioaktiver Tracersubstanzen an spezifischen Stellen des Magen-Darm-Traktes verfolgt. Diese Sonde ist auch für die Krebsdiagnostik interessant. Die Betriebsspannung für das Zählrohr (800 V) wird einmalig einem hochisolierten Kondensator zugeführt und soll sich dort tagelang halten. Ähnliche Entwicklungen sind in der DDR durch M. v. A. R. denne gemacht worden.

Viele andere physiologische Kennwerte können durch Endoradiosonden gemessen werden. Temperaturnmessung kann durch Ausnutzung der Temperaturabhängigkeit des Sperrwiderstands eines Transistors erfolgen, und Druckmessungen werden mit Hilfe einer winzigen Druckmeßdose vorgenommen, deren Membran-

durchbiegung unterschiedliche Kapazitätswerte ergibt. Interessant ist auch der Nachweis von Blutungen im Magen-Darm-Trakt, der durch eine indirekte Messung erbracht wird. Eine Temperatursonde trägt am aktiven Ende eine Perle aus Natriumperchlorat, die durch Einwirkung von im Blut enthaltener Katalase unter Wärmeentwicklung gespalten wird. Die Temperaturerhöhung gibt eine Aussage über Vorhandensein und Stärke einer Blutung. Der Ort der Blutung wird durch die verbrauchte Länge eines an der Kapsel befestigten und mit ihr verschluckten Nylonfadens festgestellt.

Die Radiosondentechnik hat in letzter Zeit infolge der Miniaturisierung in der Elektronik große Fortschritte gemacht. Neben der Diagnostik werden telemetrische Verfahren ganz allgemein in der Medizin, insbesondere aber in der Arbeits- und Sportmedizin, der Verhaltensforschung und nicht zuletzt in der Patientenüberwachung (Intensivpflege) in zunehmendem Ausmaß eingesetzt.

Elektrotherapiegeräte

Die Reizstromtherapie, die unter anderem bei gelähmter Muskulatur eingesetzt wird, wurde schon eingangs erwähnt. Hier sei nur noch nachgefragt, daß man neuerdings auch versucht, nervöse Schlafstörungen durch eine Behandlung mit niederfrequenten Stromimpulsen zu beheben (Elektro-Sedierungsgerät „Dormed“ der Robert Bosch Elektronik GmbH). Ein derartiges Gerät sendet Rechteckimpulse von 1 ms Dauer mit großer Anstiegssteilheit aus, was etwa den Chronaxiezeiten des zentralen Nervensystems entspricht. Die Impulsfolgefrequenz ist zwischen 1,5 und 100 Hz stufenweise regelbar. Allgemein führen die niedrigen Frequenzen zu einer Dämpfung der neuronalen Aktivität, die höheren zu einer Steigerung. Die Zuführung des Stroms (2 mA Spitze) erfolgt über angefeuchtete Schwämmpchen, die in einer Schlafbrille auf den Augenlidern oder aber in der Schlafengegend angebracht werden.

Die Behandlung des menschlichen Körpers mit hochfrequenten Strömen hat eine Wärmewirkung, die je nach der Frequenz in unterschiedlicher Tiefe frei wird. Galvanische Ankopplung im Lang- und Mittelwellenbereich (Diathermie) wird heute nicht mehr angewendet, da die Belastung der Haut und des subkutanen Fettgewebes hoch und eine Tiefenwirkung nicht vorhanden ist. Dagegen wirken Kurzwellen (27,12 MHz) besonders auf tieferliegendes Muskelgewebe. Die Mikrowellen wiederum (≥ 2400 MHz) zeigen in erster Linie Oberflächenwirkung, während die neuerdings oft eingesetzten Dezimeterwellen (434 MHz) alle Gewebeeschichten ziemlich gleichmäßig durchwärmen. Je nach ärztlicher Indikation wird also die Frequenz zu wählen sein. Die Kurzwellenleistung wird meist kapazitiv, seltener induktiv ausgekoppelt. Bei kapazitiver Auskopplung besteht der Nachteil, daß Bewegungen des Patienten eine Verstimmung des Lastkreises verursachen, wodurch sich die in das Körperegewebe übertragene Leistung

verringert. Moderne Geräte haben deshalb eine Nachstimmautomatik. Bei Strahlungseinkopplung, die nur im hohen Frequenzbereich möglich ist, ist die Rückwirkung vom Patienten gering; allerdings wird ein erheblicher Teil der eingestrahlten Leistung vom Patientenkörper reflektiert und geht für die Therapie verloren. Die Schwingungserzeugung erfolgt ausnahmslos durch Röhren. Dabei ist zu beachten, daß die Bundespost nur bestimmte Frequenzen in einem relativ engen Bereich zuläßt und außerdem weitgehende Oberwellenfreiheit fordert. Einfache Rückkopplungsschaltungen vermögen diese Bedingungen bei den höheren Frequenzen nicht immer zu erfüllen; man muß gegebenenfalls Quarze zur Stabilisierung einsetzen. Die Ausgangsleistung beträgt im allgemeinen etwa 500 W. Mikrowellengeräte haben Magnetrons als Schwingungserzeuger. Wegen der relativ geringen Eindringtiefe genügt hier eine Leistung von etwa 200 W für eine wirkungsvolle Durchwärmung. Langfeldstrahler verteilen die Energie auf ausgedehnte Körperpartien (beispielsweise die Wirbelsäule), während Rundfeldstrahler für die lokale Applikation gedacht sind. Koaxialkabel oder bei höchsten Frequenzen biegsame Hohlleiter gestatten ausreichende Beweglichkeit.

Wenn die Fläche einer HF-führenden Elektrode immer mehr verringert wird, kommt es schließlich infolge der gesteigerten Stromdichte zu einem Verkochen und Verkohlen des Gewebes. Dieser Effekt wird zum Schneiden von Gewebe sowohl in der kleinen Chirurgie als auch im Operationsaal ausgenutzt. Die aktive Elektrode ist lanzett- oder schlängelförmig geformt und gelegentlich zur Blutstillung auch als Flächenelektrode ausgebildet.

Es ist auch möglich, die HF-Leistung durch Endoskope ins Körperinnere zu führen, um beispielsweise im Inneren der Blase einen Elektroschnitt durchzuführen. Umgedämpfte Schwingungen ergeben einen glatten Schnitt ähnlich dem des Messers, während stark gedämpfte Impulszüge stärkere Koagulation und damit eine bessere Blutstillung gewährleisten, was vor allem bei Weichteiloperationen wichtig ist. Moderne Geräte (Bild 10) ermöglichen beide Betriebsarten; Pendelrückkopplung bewirkt periodisches Aussetzen des Röhrengenerators, oder es erfolgt Impulstastung mit einer zwi-

schen 30 und 100 kHz einstellbaren Folgefrequenz. Die Ausgangsleistung beträgt maximal 400 W; sie ist in zehn Stufen regelbar. Die Frequenz liegt bei 1700 kHz.

Die Auswahl der hier besprochenen elektronischen Geräte mußte sich bewußt auf solche beschränken, die in der ärztlichen Praxis und in der Klinik im ständigen Einsatz sind. Für Forschungszwecke wird heute eine erstaunliche Vielfalt von elektronischen

Verfahren angewendet, daß der Elektroniker als Partner des Mediziners geradezu unerlässlich geworden ist. Es bietet sich hier für junge vorwärtsstrebende Techniker eine Fülle lohnender Aufgaben.

Schrifttum

- [1] Beck, H.: Elektronische Stimulation. Funk-Technik. Bd. 27 (1972) Nr. 7, S. 229-232
- [2] • Millner R., u. Richwien, R.: Grundlagen der medizinischen Elektronik. Frankfurt 1969, Akademische Verlagsgesellschaft

Persönliches

A. Heilandt 100 Jahre

Das 100. Lebensjahr vollendete am 31. Juli in Falkensee bei Berlin Dr.-Ing. Adolf Heilandt. Er ist der älteste Pensionär von AEG-Telefunken und leitete 25 Jahre lang die AEG-Werksschule in Berlin.

Dr. Heilandt wurde in Leipzig geboren und studierte an den Technischen Hochschulen München und Berlin Maschinenbau und Elektrotechnik. Am 1. Februar 1915 trat er in die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft als Leiter der Werksschule der AEG-Fabriken Brunnstraße ein. 1920 wurde unter seiner Leitung das gesamte Ausbildungswesen der Berliner AEG in der Holländerstraße in Reinickendorf zusammengefaßt. Bis zu seiner Pensionierung im Jahre 1940 hat sich Dr. Heilandt hier als Berufsausbilder einen Namen gemacht.

Im Deutschen Ausschuß für technisches Schulwesen (DATSCH) war Dr. Heilandt für die Ausbildung der gewerblichen Lehrlinge richtungweisend tätig. Auf seine Anregung hin wurde 1918 beschlossen, Ausbildungslehrgänge für Handwerksberufe auszuarbeiten. Bereits 1919 erschien der erste DATSCH-Lehrgang für Maschinenbauer. Weitere Lehrgänge folgten. Als Dr. Heilandt 1940 ausschied, lagen allein 275 Berufsbilder für Facharbeiterberufe und 209 für Anlernberufe vor.

J. A. Ruibing 65 Jahre

Am 1. August 1972 beginnt J. A. Ruibing, Mitglied der Geschäftsführung der Allgemeinen Deutschen Philips Industrie GmbH (Alldephi), Hamburg, seinen 65. Geburtstag. Ruibing trat als technischer Assistent in die Philips-Glühlampenfabrik in Eindhoven ein. Bereits 1927 wurde er in die Leitung der polnischen Philips-Gesellschaften berufen. Nach dem Kriege leitete er zunächst den Bereich Radioröhrenfertigung und wurde 1958 zum technischen Direktor dieser Hauptindustriegruppe ernannt. Bevor er 1967 als Mitglied der Alldephi-Geschäftsführung nach Hamburg kam, war er drei Jahre lang technischer Leiter der Hauptindustriegruppe Licht.

Neuer PR-Chef bei SEL

Dipl.-Volkswirt Martin Dürbaum, seit 1. April 1967 Leiter des Hauptbereichs Presse und Information (Public Relations) der Esso AG, Hamburg, übernimmt am 1. Oktober 1972 die Gesamtleitung der Öffentlichkeitsarbeit der Standard Elektrik Lorenz AG (SEL), Stuttgart. Die Position wird der Generaldirektion direkt unterstellt. Dürbaum, der vor kurzem mit der „Goldenen Brücke“ der Deutschen Public-Relations-Gesellschaft (DPRG) ausgezeichnet wurde, arbeitete früher als Wirtschaftsredakteur bei Tageszeitungen und beim Fernsehen. Er war unter anderem Begründer und erster Chef der ZDF-Wirtschaftssendung „Bilanz“.

D. Schwarz kaufmännischer Direktor der Berliner Ausstellungen

Am 1. Juni nahm Dipl.-Kfm. Dieter Schwarz seine Tätigkeit als kaufmännischer Geschäftsführer der Berliner Ausstellungen, Eigenbetrieb von Berlin, auf. Schwarz kommt aus dem Ausstellungs- und Messe-

wesen und bekleidete bisher eine Führungsposition bei der Düsseldorfer Messegesellschaft mbH, Nowea Düsseldorf. Sein Verantwortungsbereich wird die Sachgebiete Finanzen, Organisation, Verwaltung und Personal umfassen.

J. Graf v. Rittberg kaufmännischer Leiter bei Zettler

Bernhard v. Müller-Nordegg ist am 30. Juni 1972 als kaufmännischer Geschäftsführer der Alois Zettler Elektrotechnische Fabrik GmbH, München, ausgeschieden und wurde zum stellvertretenden Aufsichtsratsvorsitzenden berufen. Kaufmännischer Leiter ist jetzt sein bisheriger Stellvertreter, Dr. jur. Jochen Graf v. Ritterberg.

F.-F. Herzog zum Ehrensenator ernannt

Der Generaldirektor der NCR Deutschland, Friedrich-Franz Herzog, ist zum Ehrensenator der Ludwig-Maximilians-Universität in München ernannt worden. Die Ernennung erfolgte aus Anlaß der 500-Jahr-Feier der Universität im Rahmen einer Feierstunde im Maximilianeum in München.

Neuer Hauptgeschäftsführer für Plessey Deutschland

Heribert Nowak wurde zum Hauptgeschäftsführer Plessey (Deutschland) GmbH, Neuss, ernannt. Seit vielen Jahren Geschäftsführer der General Instrument GmbH, übernahm er nun die Gesamtverantwortung für die Weiterentwicklung der Firma Plessey in Deutschland und Österreich. Plessey ist speziell auf den Gebieten Fernmeldewesen, Industrie-Elektronik, Halbleiter und elektromechanische Bauelemente, Geräte und Systeme für Luft- und Raumfahrt sowie für Schiffahrt, Ölhydraulik und drahtlose Nachrichtentechnik tätig. Auf dem Sektor der Unterhaltungselektronik ist Plessey als Lieferant von Plattenspielen der „Garrard“-Serie bekannt.

Neuer Geschäftsführer der ZVEI-Fachverbände Schaltgeräte, Schaltanlagen sowie Meßtechnik und Prozeßautomatisierung

Zum neuen Geschäftsführer des Fachverbandes Schaltgeräte, Schaltanlagen im Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e. V. (ZVEI) wurde Dipl.-Ing. Horst Gollonka berufen. Er war seit Frühjahr 1963 in der Elektroindustrie tätig. Im Frühjahr 1971 trat er zur Entlastung des damaligen Geschäftsführers Dr. August Giese in den ZVEI ein, dessen Nachfolger er nun antrat.

Zum Geschäftsführer des Fachverbandes Meßtechnik und Prozeßautomatisierung wurde Wirtschaftsingenieur Erwin Ohlig berufen. Ohlig war von Februar 1962 bis März 1970 Referent in der Fachgemeinschaft Armaturen des VDMA und übernahm im April 1970 die Geschäftsführung der Arbeitsgemeinschaft Interkama, die sich mit Planung, Organisation und Durchführung dieser Messeveranstaltung befaßt. Diese Funktion wird er auch weiterhin ausüben.



Bild 10. Hochfrequenz-Elektrochirurgiegerät für Schneiden und Koagulieren

Nachrichtenübertragung über Glasfasern

Auf der Suche nach neuen Möglichkeiten der Nachrichtenübertragung beziehen die Wissenschaftler auch Lichtwellen in den Kreis ihrer Überlegungen ein. Neben der Nachrichtenübertragung mit Lichtstrahlen durch die freie Atmosphäre untersucht man auch ummantelte Wellenleiter aus Glasfasern. An diesem Aufgabenkomplex arbeiten im Rahmen des Förderungsprogramms „Neue Technologien“ die Firmen *AEG-Telefunken*, *Schott & Gen.* und *Siemens*.

lometern verstärken müssen, was aber mit Laser- und Photodioden zu realisieren ist. Neben der deutschen Arbeitsgemeinschaft arbeiten auch andere große Forschungslabors in der Welt an diesem Projekt. Die im Versuchsaufbau bei *Siemens* verwendete Glasfaser hat einen Durchmesser von $100\text{ }\mu\text{m}$. Der das Licht führende Kern der Faser hat einen etwas höheren Brechungsindex als der Mantel. An der Grenzfläche zwischen Kern und Mantel erfolgt längs der



Versuchsaufbau einer Glasfaser-Übertragungsstrecke für Bildfernsehbetrieb

Im Forschungslabor von *Siemens* wurden zwei Versuchsstrecken mit Übertragungskanälen aus 100 m langen Glasfasern für Bildfernsehbetrieb und Sprachübertragung aufgebaut. Als Lichtquelle wird eine Laserdiode verwendet, die modulierte Lichtwellen in eine Glasfaser einstrahlt. Diese Lichtsignale werden nach Durchlaufen der Faser mit einer

Faser Totalreflexion, so daß der Lichtstrahl auch bei Krümmungen immer wieder in den Kern zurückgeworfen wird. Mit der heute verwendeten Glasfaser kann man im Prinzip mehr als 50 Mbit/s übertragen; das entspricht etwa einem Fernseh-Bildkanal. Ein Mehrfaches davon wird in Zukunft möglich sein. Die zu übertragenden Bild- und Ton-

Der wesentliche Vorteil der dünnen Glasfasern ist, daß sie wahrscheinlich Nachrichten wirtschaftlicher übertragen können als die sehr viel schwereren Kupferdrähte einer Fernsprech-Teilnehmerleitung. Eine denkbare Anwendung dieses Verfahrens wäre zum Beispiel eine häusliche „Informationssteckdose“, die in Zukunft eine Fülle neuer Kommunikationsmöglichkeiten über Glasfasern bieten könnte. Neben zahlreichen Fernsehsendungen könnten auch Programme für die Weiterbildung, das Warenangebot des Supermarkts und Zeitungsseiten ins Haus übermittelt werden. Der Anschluß an Datenbanken wird genauso dazugehören wie der Zugriff zu vielfältigen Auskunftssystemen. Auch bei der Einführung des Bildtelefons, dessen Bildsignal eine Bandbreite benötigt, die der von 300 normalen Telefongesprächen entspricht, könnten Glasfasern helfen.

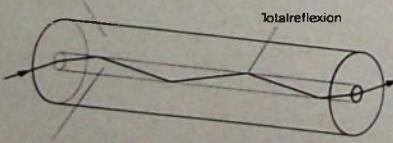
Walter-Schottky-Preis für Festkörperforschung gestiftet

Mit einem „Walter-Schottky-Preis für Festkörperforschung“ wird die Deutsche Physikalische Gesellschaft ab 1973 alljährlich hervorragende Arbeiten aus dem Gebiet der Festkörperforschung auszeichnen. Der Preis wurde zu Ehren von Prof. *Walter Schottky* (86), einem Altmaster der Theoretischen und Technischen Physik, gestiftet. *Siemens* hat die Patenschaft für den Preis übernommen. Die mit 5000 DM dotierte Auszeichnung ist als Anerkennung und Ansporn vor allem für jüngere Wissenschaftler gedacht.

Walter Schottky, Schüler der Nobelpreisträger *Max Planck* und *Wilhelm Wien*, hat die Entwicklung auf zahlreichen Teilgebieten der Physik entscheidend vorangetrieben und dabei manigfache neue Wege erschlossen. Viele der von ihm erarbeiteten Erkenntnisse zur Physik der Elektronen im Vakuum und in Festkörpern sowie zur Thermodynamik, aber auch zur Nachrichten- und Halbleitertechnik wurden richtungweisend für die nachfolgenden Physiker-Generationen.

Diese Synthese von Theorie und Praxis wirkte sich besonders fruchtbar aus während Schottkys Tätigkeit bei *Siemens*. Von 1915 bis 1919 war er in den Berliner Nachrichtenlabors von *Siemens & Halske* führend tätig. Nach Aufgabeseines Ordinariats an der Universität in Rostock seit 1927 wieder wissenschaftlicher Berater für *Siemens*, widmete er sich der Festkörperphysik, die er durch grundlegende Erkenntnisse bereichert hat. 1944 überstieß *Schottky* nach Pretzfeld (Fränkische Schweiz), wo eine kleine *Siemens*-Wissenschaftlergruppe nach dem Kriege ein Speziallabor für Halbleiterphysik aufbaute.

Mantel (niedriger Brechungsindex)



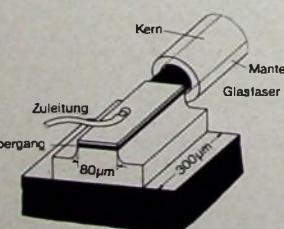
Führung eines Lichtstrahls in einer Glasfaser

Photodiode wieder in elektrische Signale umgewandelt.

Gegenüber der Übertragung durch die Atmosphäre erreicht ein geschlossenes Übertragungsmedium wie die Glasfaser die für die Nachrichtensysteme übliche Sicherheit. Allerdings bereitet hierbei die hohe Absorption der Lichtstrahlen im Glas Schwierigkeiten. Selbst die besten heute zur Verfügung stehenden Fasern haben so große Verluste, daß nach 1 km Leitungslänge nur noch 1 % der ursprünglichen Strahlungsenergie zur Verfügung steht. Man wird die Signale daher jeweils nach einigen Ki-

GaAs-Laserdiode mit angekoppelter Glasfaser

signale werden in amplitudenmodulierte Impulse mit einer Taktfrequenz von 2 MHz umgewandelt. Eine Gallium-Arsenid-(GaAs)-Laserdiode erzeugt daraus Lichtimpulse entsprechender Intensität, die in eine an die Laserdiode unmittelbar herangeführte Glasfaser stürmungseitig eintreten. Am Ende der Übertragungsstrecke wandelt eine Photodiode die Lichtimpulse wieder in Stromimpulse zurück. Nach Verstärkung und Demodulation erhält man dann wieder die ursprünglichen Nachrichtensignale.



Elektronischer Spannungsteiler

Technische Daten

Eingangsspannungsbereich: 5...25 V
 Eingangshilfsspannung: 20...40 V
 Ausgangsspannung (justierbar): $U_E/2$
 Maximaler Ausgangsstrom: 0,5 A
 Innenwiderstand (Betrieb): 2,5 mOhm
 Innenwiderstand (Überlast): >5 kOhm

Im allgemeinen benötigen Operationsverstärker zum Betrieb Spannungen, die zwischen ± 2 V und ± 18 V liegen. Die Erzeugung einer Spannung mit in der Mitte liegender Nullschiene für Versuchsaufbauten, beispielsweise mit Hilfe zweier Z-Dioden oder mittels Spannungsteilers, ist oft ungenügend und sicher nicht wirtschaftlich, da jede Schaltung damit ausgerüstet werden muß. Netzgeräte, die Spannungen mit symmetrischem Nullpunkt haben, sind meist nicht vorhanden und außerdem teuer, da sie Spezialgeräte sind. Integrierte Schaltungen zur Erzeugung einer positiven und einer negativen Spannung werden zur Zeit noch nicht preisgünstig angeboten.

Abhilfe schafft hier eine Einrichtung, die an jedes herkömmliche Netzgerät angeschlossen werden kann und exakt U/2 liefert. Ausreichende Belastbarkeit, niedrohmiger Ausgang

Ing. Heinrich Cap und Erich Gröbl sind Mitarbeiter in der Elektrischen Entwicklung von Eumig, Wien.

Schutz gegen Überlastung und Kurzschluß sowie großer Spannungsbereich sind Anforderungen, die an eine derartige Schaltung gestellt werden müssen, damit einwandfreier Betrieb auch unter extremen Bedingungen gewährleistet ist.

Der im folgenden beschriebene elektronische Spannungsteiler, der als Zusatzgerät für das unter [1] beschriebenen Labornetzgerät gedacht ist, entspricht diesen Anforderungen.

1. Schaltung

1.1. Erzeugung der Mittenspannung

Die Schaltung (Bild 1) arbeitet wie eine NF-Endstufe in Gegentakt-AB-Betrieb. Am Spannungssteiler $R1, R3$ wird die halbierte Spannung abgenommen. Mit Hilfe von $R2$ können die Toleranzen der beiden Widerstände ausgeglichen werden. Ist eine unsymmetrische Einstellung erwünscht, so muß $R2$ entsprechend vergrößert werden. Es ist allerdings darauf zu achten, daß die Spannung nicht kleiner als 2,5 V wird (gemessen von der Basis des Transistors $T3$ gegen die positive oder negative stabilisierte Eingangsspannung).

Der Verstärker T_3 , T_4 , T_7 steuert die Endtransistoren, und T_5 bildet eine Konstantstromquelle für den Differenzverstärker. Die Einstellung des Stromes erfolgt mit R_7 und $D1, D2$.

die gleichzeitig die Temperaturkompensation vornehmen. Um den gesamten Spannungsbereich ohne zu großen Stromänderungen an T_5 zu überstreichen, ist D_3 zur Vorstabilisierung für D_1 , D_2 eingesetzt, da Dioden in Durchlauffrichtung weitaus weniger steil sind als Z-Dioden.

R 8 muß einen Wert von 6,8 kOhm haben, wenn mit einer Hilfsspannung, wie sie beispielsweise in jedem Netzgerät auf der unstabilisierten Seite zur Verfügung steht, gearbeitet wird. Zieht man die zweifellos einfachere Lösung der Versorgung mit nur einer Spannung, eben der zwischen 5 und 25 V wählbaren stabilisierten vor (gestrichelt gezeichneter Kurzschlußbügel), wird R 8 mit 1,8 kOhm dimensioniert. Zu beachten ist aber, daß die stabilisierte Spannung dabei mit dem Eigenverbrauch der Schaltung belastet wird, was zu Meßfehlern bei der Strommessung führen kann. Es bleibt aber letztlich dem Anwender überlassen, die für ihn günstigste Schaltungsart zu wählen.

T7 und T8 sind ebenfalls Stromquellen, von denen mit T8 ein fester Strom und mit T7 ein steuerbarer Strom erzeugt wird. Die Transistoren T12, T14 in Darlingtonsschaltung und die Transistoren T13, T15 in Komplementärdarlingtonsschaltung bilden den Ausgangsteil. Ähnlich wie bei einer Endstufe, wird mit Hilfe von T9 ein temperaturkompensierter Ruhestrom erzeugt, um Spannungsänderungen infolge Temperaturschwankungen zu vermeiden. C2 und C4 sind zur Unterdrückung von Schwingungen notwendig und so geschaltet, daß die Grenzfrequenz des Regelverstärkers sehr hoch bleibt. Damit ist gutes dynamisches Verhalten gewährleistet.

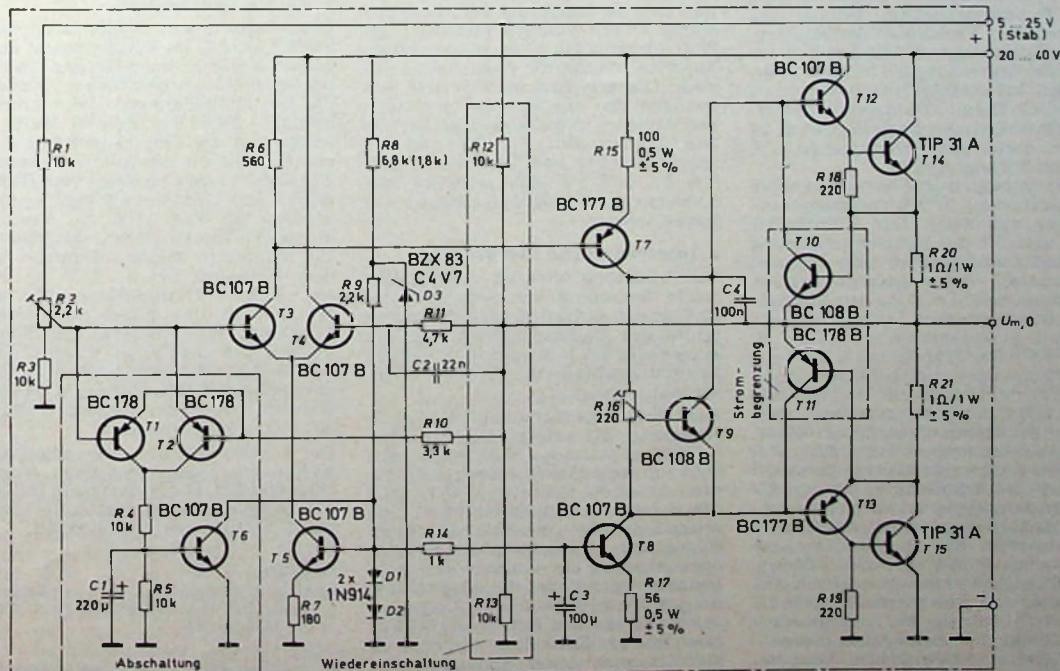


Bild 1 Schaltung des elektronischen Spannungsteilers

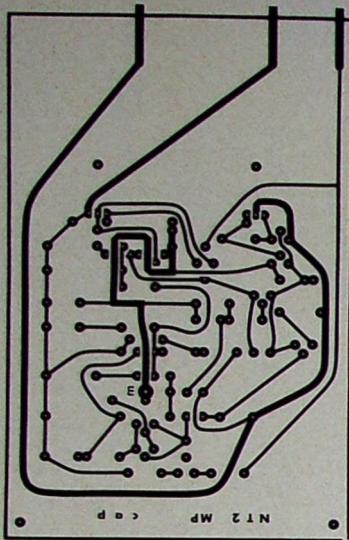


Bild 2. Printkarte (Maßstab 1:2)

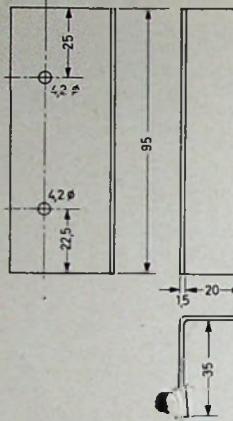


Bild 3. Maßskizze des Kühlkörpers (Aluminium, halbhart)

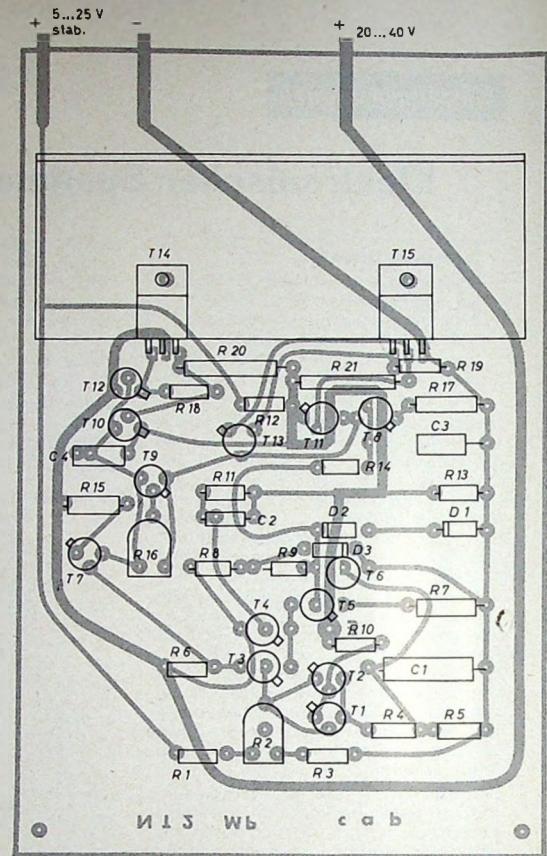


Bild 4. Bestückungsplan der Printkarte

1.2. Strombegrenzung

Ein Labornetzgerät ohne Strombegrenzung auszurüsten ist sinnlos. Die hier zur Strombegrenzung eingesetzte Schaltung mißt den positiven oder negativen Ausgangsstrom über R_{20} und R_{21} . Erreicht der durch den Ausgangstrom hervorgerufene Spannungsabfall an einem dieser Widerstände die Schwellenspannung von T_{10} oder T_{11} , dann steuern diese Transistoren durch, der Steuerstrom der Endtransistoren kann nicht weiter ansteigen, und der Ausgangsstrom bleibt konstant. Selbstverständlich erfolgt die Strombegrenzung, die etwa bei 0,5 A einsetzt, proportional mit der Steilheit der Diodenkennlinie der Transistoren T_{10} oder T_{11} . Als Beigabe erhält man bei dieser Methode den erwünschten Temperaturgang der Strombegrenzung. Infolge des thermischen Verhaltens der Emitter-Basis-Spannung von Transistoren erfolgt die Begrenzung bei höherer Temperatur bei niedrigerem Strom (etwa 3% je $^{\circ}\text{C}$). Damit nicht unendlich weiter Steuerstrom nachgeliefert wird, ist dieser durch die Stromquellen T_5 , T_7 und T_8 begrenzt.

Die Strombegrenzung hat eine erhöhte Verlustleistung in den Ausgangstransistoren zur Folge. Der Kühlkörper muß also für die Kurzschlußleistung dimensioniert werden, oder es muß elektronisch dafür gesorgt werden, daß diese hohe Leistung nur kurzzeitig auftreten kann.

1.3. Abschaltung

Die Strombegrenzung bei Überlastung bewirkt unter anderem eine Störung des Spannungsgleichgewichts zwischen der Referenzspannung (Spannungsteilermittelpunkt R_1 , R_2 , R_3) und der Ausgangsspannung. Zunächst müssen die Transistoren T_3 und T_4 an den Eingängen vor zu hoher negativer Spannung geschützt werden. Bei den meisten Transistoren ist eine $-U_{BE}$ von maximal 5 V zulässig. Gleichzeitig wird das Anwachsen dieser Spannung zum Ansteuern von T_1 und T_2 benutzt, die kollektorkverknüpft auf T_6 wirken und diesen verzögert durchsteuern. Das hat zur Folge, daß die Stromquellen T_5 und T_8 und daher auch T_7 ausge-

schaltet werden; der Ausgang wird hochohmig, und es fließt kein Strom durch die Ausgangstransistoren.

Bleibt die Überlastung bestehen, so hält sich die Schaltung in diesem Zustand. Durch völliges Entlasten des Null-Punktes ($R_1 > 100 \text{ k}\Omega$) kippt die Schaltung in die Betriebslage zurück. Die Widerstände R_{12} und R_{13} zwingen den nun extrem hochohmigen Ausgang in die Null-Lage zurück. Die Transistoren T_1 , T_2 und T_6 sperren wieder, und die Stromquellen T_5 , T_7 und T_8 (zum sicheren Anspringen der Schaltung verzögert) arbeiten wieder.

2. Inbetriebnahme und Prüfung

Die Schaltung wird an eine stabilisierte Spannung von beispielsweise 20 V gelegt. Zunächst wird der Ruhestrom der Endtransistoren mit R_{16} eingestellt. An R_{20} oder R_{21} muß ein Spannungsabfall von etwa 15 mV gemessen werden.

Das Einstellen der exakten Mittenspannung U_m erfolgt mit R_2 . Anschließend wird der Null-Punkt nach Plus hin, unter Beobachtung des Stromes, belastet. Bei etwa 0,55 A muß die Strombegrenzung einsetzen und kurze Zeit später die Abschaltung erfolgen. Die Begrenzung des Stromes erkennt man am Ändern der Ausgangsspannung, und die Abschaltung am abrupten Kippen der Ausgangsspannung auf den Extremwert (20 V). Nach völliger Entlastung von U_m muß die vorher gemessene Spannung wiederkehren. Der Vorgang wird unter Belastung des Ausgangs nach nega-

tiver Seite hin wiederholt; es müssen die gleichen Ergebnisse mit umgekehrter Polarität festzustellen sein.

3. Aufbau und Abgleich

Die Schaltung wurde auf einer Printkarte¹⁾ (Bild 2) im Europaformat aufgebaut. Veränderungen an der Platine sollten nicht vorgenommen werden, da sie Schwingungen hervorrufen könnten. Der Kühlkörper (Bild 3) wurde mit den Endtransistoren T_{14} und T_{15} auf die Printplatte montiert. T_{14} und T_{15} müssen dabei vom Kühlkörper mit Glimmerscheiben isoliert werden. Im Bild 4 ist der Bestückungsplan für die Platine dargestellt. Die Printkarte wurde zusammen mit dem Netzgerät für 5...25 V [1] auf ein Elmaset-Frontplattenprofil „1741-11“ montiert und bildet mit diesem zusammen ein Netzgerät für Spannungen von $\pm 2,5 \text{ V}$ bis $\pm 12,5 \text{ V}$. Der Abgleich der Schaltung sollte, da nur zwei einfache Einstellungen vorgenommen werden müssen, keine Schwierigkeiten bereiten.

Die Schaltung kann, wie schon erwähnt, mit jedem Netzgerät eingesetzt werden. Die Versorgung mit einer unstabilisierten Spannung von 5 bis 25 Volt ist ebenfalls möglich.

Schrifttum

[1] Cap, H. u. Scheiber, R.: Labornetzgerät für 5...25 V, 2 A. Funk-Techn. Bd. 27 (1972) Nr. 15, S. 551-553

¹⁾ Die Vorlage für die Printplatte im Maßstab 1:1 kann vom Verfasser, Ing. Heinrich Cap, A-1164 Wien, Postfach 14, bezogen werden.

Kompakter AM-Prüfgenerator

Technische Daten

Wellenbereiche:

MW: 470 ... 1760 kHz

LW: 150 ... 550 kHz

ZF: 400 ... 550 kHz

HF-Teil: zweistufig (Oszillator und Auskopplstufe)

Bereichsumschaltung: durch Drucktasten

Modulationsfrequenz: 800 Hz

AM-Modulator: NF-Generator und mehrstufiger Verstärker

Spannungsquelle: 9-V-Batterie oder externer 9-V-Netzteil

Stromaufnahme: 50 mA

HF-Generatoren werden täglich beim Service zum Prüfen und zum Abgleich eingesetzt, wobei besonders für den Außendienst oder auch für den Hobbyisten Geräte kleinen Ausmaßes von Vorteil sind. Diesen Anforderungen

berstufe, quasikomplementäre Endstufe) ausgelegt ist.

1. HF - Teil und Spulenplatine

Der Oszillator ist mit dem HF-Transistor T_1 (Bild 2) bestückt und arbeitet in Basissschaltung mit induktiver Kollektor-Emitter-Rückkopplung. Die Rückkopplungsspule (z. B. L 2 bei MW-Betrieb) liegt im Kollektorkreis. Der Abstimmkreis ist über den $0.1\mu F$ -Kondensator C_2 an den Emitter des Oszillatortransistors gekoppelt. Die Anzapfung der Oszillatortspule erfolgt etwa an der achtten bis zehnten Windung, vom kalten Ende aus gerechnet. Die Basis von T_1 liegt über C_1 hochfrequenzmäßig an Masse. Mit dem Spannungsteiler R_1, R_4 wird die Basisvorspannung von T_1 eingestellt. Die Auskopplungsstufe mit dem Transistor T_2 ist durch den Kopplungskondensator C_4 kapazitiv an

1.2. NF - Generator

Der NF-Generator mit den Transistoren T_3 und T_4 erzeugt durch das Phasenschiebernetzwerk mit Doppel-T-Glied (C 20, C 22, R 20, R 18, R 19, C 21) ein Sinussignal mit einer Frequenz von 800 Hz. Über R_{13} und R_{14} wird die NF-Spannung des Generators an den Verstärker gekoppelt. Mit R_{13} kann die NF-Spannung eingestellt werden. Der Vorwiderstand R_{14} verringert die Steuerspannung und verhindert Einwirkungen von R_{13} auf T_3 , dessen Arbeitspunkt mit

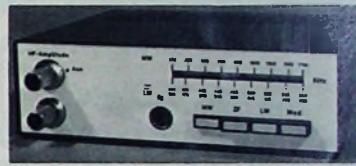


Bild 1. AM-Prüfgenerator

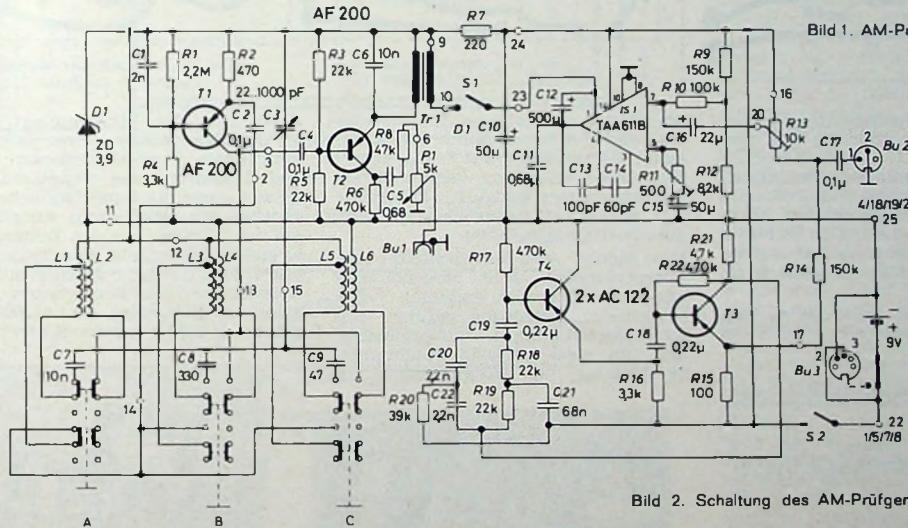


Bild 2. Schaltung des AM-Prüfgenerators

entspricht der im folgenden beschriebene AM-Prüfgenerator (Bild 1) für die Bereiche 470 ... 1760 kHz (MW), 150 ... 550 kHz (LW) sowie für den Zwischenfrequenzbereich von 400 bis 550 kHz.

1. Schaltung

Das Gerät enthält vier Bausteine: den HF-Teil, die Spulenplatine, den NF-Generator für 800 Hz und den Modulationsverstärker. Der HF-Teil besteht aus dem eigentlichen Oszillator und einer sich anschließenden Auskopplstufe, die etwaige Rückwirkungen vom Meßobjekt auf den Oszillator verhindern soll und den Modulation des Trägers dient. Der NF-Generator liefert das 800-Hz-Signal für den Modulationsverstärker, der dreistufig (Spannungsverstärker, Trei-

den Kollektor der Oszillatorstufe gekoppelt. Die Basisvorspannung wird mit dem Spannungsteiler R_3, R_5 erzeugt, und das Potentiometer P_1 ist als stetig regelbarer Ausgangsspannungsteiler angeordnet. Das Ausgangssignal wird über C_5, R_8 und P_1 der Buchse Bu_1 zugeführt. Die Modulationsspannung wird über S_1 und den Übertrager Tr_1 in den Emitter der Endstufe eingespeist. Die hochohmige Seite des Modulationsübertragers liegt im Emitterkreis von T_2 und ist somit auch als Emitterwiderstand wirksam. Um für die Hochfrequenz eine Stromgegenkopplung zu vermeiden, ist der Emitter des Transistors T_2 mit C_6 überbrückt, wodurch er hochfrequenzmäßig an Masse liegt. Mit S_1 kann das Modulationsignal ein- oder ausgeschaltet werden.

dem Widerstand R_{22} eingestellt wird. R_{15} dient zur Stabilisierung, und R_{17} legt den Arbeitspunkt von T_4 fest.

1.3. Modulationsverstärker

Die integrierte Schaltung IS_1 (TAA 611 B, Bild 3) ist ein vollständiger NF-Verstärker mit Spannungsverstärker, nachfolgender Treibereinstufe und quasikomplementärer Endstufe. Zur Erreichung eines hohen Eingangswiderstandes ist die Eingangsstufe als Darlingtonsschaltung mit den Transistoren T_5, T_6 ausgelegt. Der Transistor T_8 ist die Konstantstromquelle für die Differenzstufe T_6, T_7 . Die Konstantstromquelle T_9 , die durch den als Diode geschalteten Transistor T_{10} eingestellt wird, wirkt als hoher differenzialer Arbeitswiderstand und ermöglicht eine hohe Spannungsver-

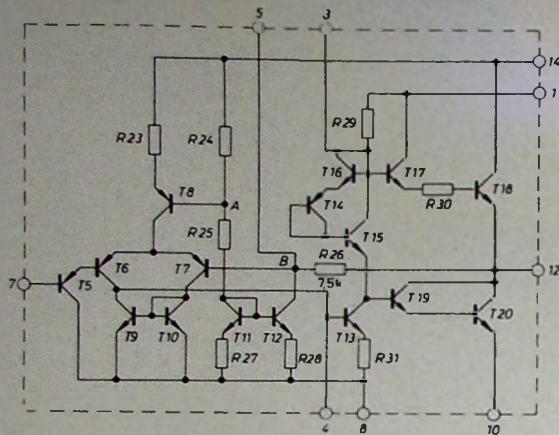


Bild 3. Schaltung der TAA 611 B

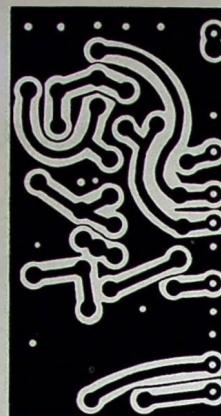
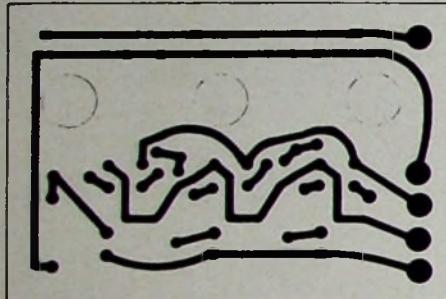


Bild 4. Leiterplatte des HF-Teils (Maßstab 1:1)



◀ Bild 5. Spulenplatine (Maßstab 1:1)

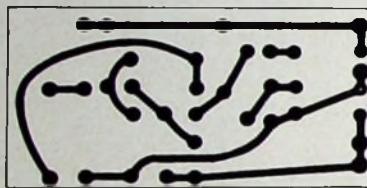


Bild 6. Leiterplatte des NF-Generators (Maßstab 1:1)

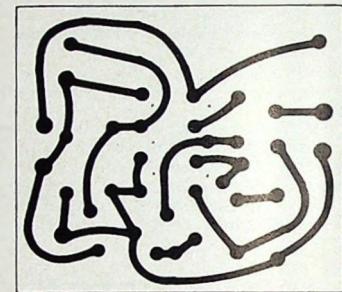


Bild 7. Leiterplatte des Modulationsverstärkers (Maßstab 1:1)

stärkung der Differenzstufe. Die quasikomplementäre Endstufe mit dem Transistorpaar T_{17} und T_{18} in Darlingtonsschaltung und dem Darlington-Compound-Paar T_{19} und T_{20} wird durch die Treiberstufe mit dem Transistor T_{13} angesteuert. Die Differenz der Basisspannungen der Darlingtontreiber T_{17} und T_{19} wird durch die

als Dioden geschalteten Transistoren T_{14} und T_{16} sowie durch den Transistor T_{11} konstant auf $3 \cdot U_{BE}$ gehalten. Diese Schaltung bestimmt den Ruhestrom der Endstufe. Transistor T_{15} garantiert zusätzlich eine sehr große Driftkompensation.

Das Signal wird am Schleifer des Potentiometers R_{13} abgenommen und über C_{16} zum Anschluß 7 der integrierten Schaltung geführt. Um Exemplarstreuungen auszugleichen und um eine optimale Spannungsverstärkung der Eingangsstufe zu

gewährleisten, liegt am Anschluß 7 der Spannungsteiler R_9 , R_{10} , R_{12} . Das RC -Glied R_{11} , C_{15} am Anschluß 5 bestimmt die untere Grenzfrequenz, wobei sich mit R_{11} die Verstärkung in weiten Grenzen regulieren lässt. Dabei wird jedoch der gesamte lineare Frequenzgang erheblich beeinflusst. C_{13} und C_{14} bestimmen die obere Grenzfrequenz. Die Endstufe ist an den Übertrager Tr_1 über C_{12} angepaßt, und C_{11} verhindert ein etwaiges Schwingen der Endstufe.

2. Aufbau

Die Baueinheiten sind auf gedruckten Leiterplatten aufgebaut. Die Bilder 4, 5, 6 und 7 zeigen die Platten im Maßstab 1:1. Sie können nach einem der üblichen Verfahren hergestellt

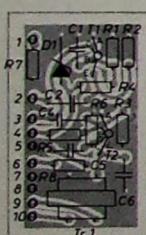


Bild 8. Anordnung der Bauelemente auf der HF-Platine

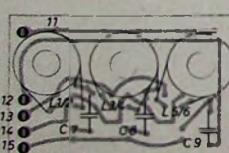


Bild 9 (oben). Anordnung der Bauelemente auf der Spulenplatine

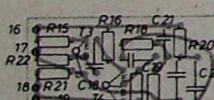


Bild 10. Anordnung der Bauelemente auf der NF-Platine

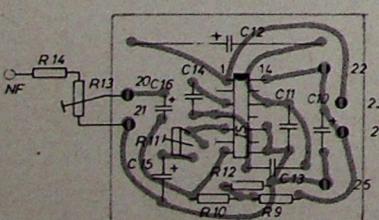


Bild 11. Anordnung der Bauelemente auf der Verstärkerplatine

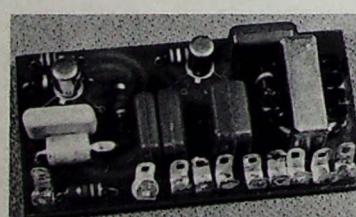
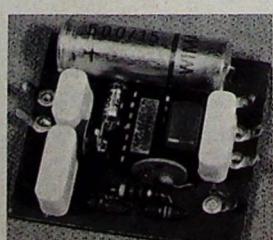
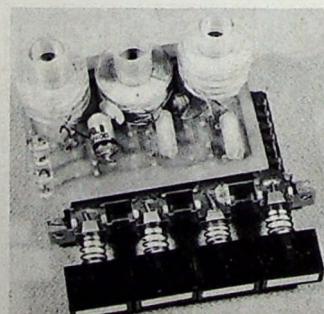


Bild 12. Bestückte HF-Platine



Bild 13. Bestückte Spulenplatine



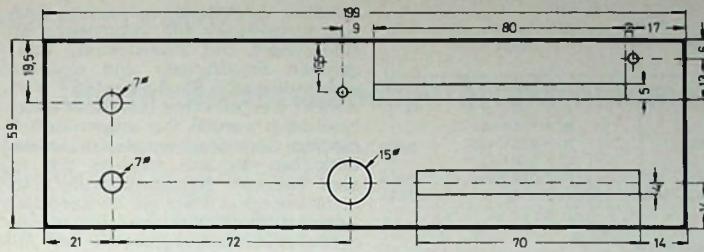


Bild 16. Bohrplan der Frontplatte

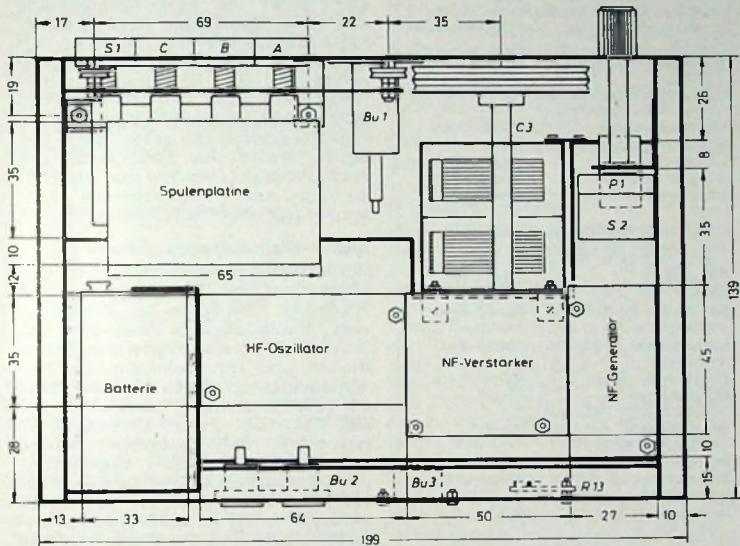


Bild 17. Aufbau der Bausteine auf der Bodenplatte

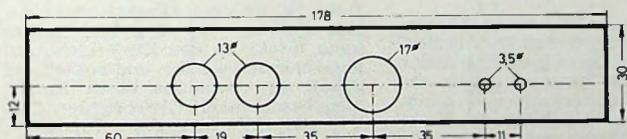


Bild 18. Bohrplan der hinteren Montageplatte

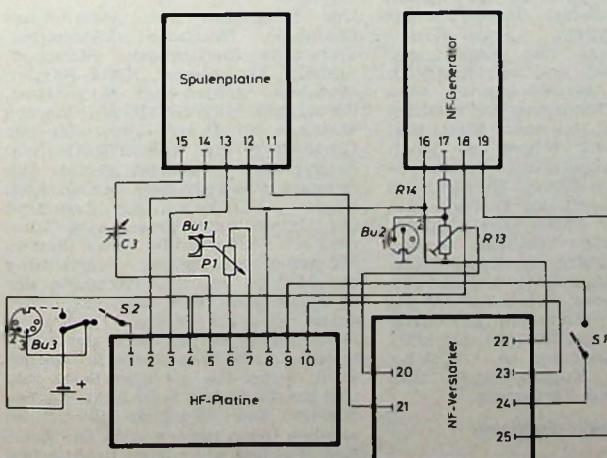


Bild 19. Verdrahtungsplan

14 und 15 zeigen die fertig bestückten Platinen.

3. Einbau in das Gehäuse

Als Gehäuse wurde ein Leistner-Kleingehäuse mit den Abmessungen 203 mm × 63 mm × 154 mm verwendet.

Man beginnt zunächst mit der Bearbeitung der Frontplatte (Bild 16). Links werden die Löcher für das Potentiometer P_1 und die Antriebsachse des Skalentriebs, und anschließend wird das Loch für Buchse $Bu 1$ gebohrt. Es folgen die Ausschnitte für das Drucktastenaggregat und die Skalenanzeige. Die Löcher für die Umlenkrollen müssen angesenkt werden, damit die Vorderseite für die Befestigung der Frontplatte glatt bleibt. Bild 17 zeigt das Chassis mit den notwendigen Ausschnitten für den Einbau der Bauteile und Bauelemente.

Der Skalenantrieb und die Skala müssen selbst angefertigt werden. Die Skalenchnur läuft über zwei Umlenkrollen, die mit Muttern und Beilagscheiben so befestigt werden, daß sie sich leicht drehen. Für die Halterung der Bedienungsachse wird ein Metallwinkel an das Chassis gelötet. Es ist darauf zu achten, daß der Halterwinkel parallel zur Frontplatte liegt, da der Skalentrieb sonst nicht einwandfrei läuft. Zum Ausgleich der Seilzugsspannung wird eine Stahlfeder in das zurückführende Seil zum Drehkondensator geknotet. Als Reflektor für den Skalenausschnitt wird ein einschichtiges Resopalbrettchen an den Schrauben der Umlenkrollen befestigt.

Das Drucktastenaggregat ist mit zwei Metallwinkeln an der Einschubseitenwand beziehungsweise an der Frontplatte zu befestigen. Man muß darauf achten, daß beide Winkel auf gleicher Höhe sind. Das Drucktastenaggregat würde sonst schief liegen. Die Buchse $Bu 1$ kann von rückwärts an die Frontplatte gelötet werden. Sie muß dabei in der Mitte des Ausschnittes liegen. Der Drehkondensator wird mit drei Winkeln befestigt und um etwa 4 mm in einen Chassisaußenschnitt versenkt. Die Lage der Winkel ist ebenfalls aus Bild 17 ersichtlich. Für die Befestigung des Potentiometers P_1 wird ein Winkel an die Seitenwand des Einschubes gelötet, ein anderer wird zur Halterung der Batterie auf das Chassis gelötet. Die Batteriekam-

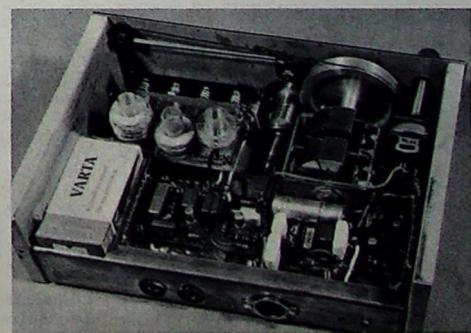


Bild 20. Ansicht des fertig montierten Gerätes

Tab. I. Spulendaten

Spule	Induktivität	Wdg.	Anzapfung Wdg.	Draht
L 1	140 μ H	90	8	20 \times 0,05 CuLS
L 2	50 μ H	40	—	20 \times 0,05 CuLS
L 3	300 μ H	120	10	20 \times 0,05 CuLS
L 4	145 μ H	80	—	20 \times 0,05 CuLS
L 5	1,2 mH	240	10	20 \times 0,05 CuLS
L 6	200 μ H	100	—	20 \times 0,05 CuLS

Spulenkörper „Sp 8/29-1541“ (Vogt) mit Kern „Gw 8/10 \times 0,75 Fi 6a6“ (Vogt)

mer wird mit Schaumgummi ausgekleidet. Bild 18 zeigt den Bohrplan der hinteren Montageplatte.

4. Inbetriebnahme und Abgleich

Ist das Gerät gemäß Bild 19 verdrahtet, so sollte zuerst eine genaue Kontrolle erfolgen. Dabei muß besonders darauf geachtet werden, daß alle Bausteine einwandfrei Masseverbindungen und keine Kurzschlüsse haben und daß die externen Bauelemente richtig verdrahtet sind. Nach dem ersten Einschalten ist darauf zu achten, daß die in den technischen Daten angegebene Stromaufnahme nicht überschritten wird. Neben dem genauen Einhalten der in Tab. I angegebenen Spulendaten ist auch die Arbeitspunktinstellung des Oszillatortransistors T 1 wichtig. Im Mustergerät war die Basisspannung -2,2 V, die Emitterspannung -1,8 V und die Kollektorspannung -2,3 V. Die Spannungen wurden mit einem Röhrenvoltmeter gegen Masse gemessen. Sollte wegen Bauelementetoleranzen der Oszillatortransistor nicht einwandfrei schwingen, kann der Basisspannungssteiler geringfügig in seinen Werten verändert werden. Mit dem Regler R 13 läßt sich der Modulationsgrad einstellen, der etwa 30 % betragen sollte.

Für Werkstatt und Labor

Vielfach-Meßinstrument „VOA 3350“

Mit dem neuen Vielfach-Meßgerät „VOA 3350“ von Nordmende steht dem Servicetechniker im Außendienst ein preisgünstiges und zuverlässig anzeigendes Meßgerät zur Verfügung, das sich wegen seines Innenwiderstandes von 10 kOhm/V im Gleichspannungsbereich besonders für den Einsatz im Rundfunk- und Fernsehservice eignet. Der besondere Schaltungsaufbau ermöglicht auch Gleichspannungsmessungen an Stufen mit Impulsüberlagerungen und an Regelspannungskreisen.

Prüfkabel für den Übergang von koaxialen auf symmetrische Leitungen

Meßaufgaben im Labor erfordern oft einen einfachen und zuverlässigen Übergang von koaxialen auf symmetrische Leitungen, zum Beispiel bei Verbindungen zwischen Geräten mit Koaxialsteckern und Geräten mit Bananenbuchsen, zum Anschluß symmetrischer Leitungen an Oszilloskopen usw. Für Verbindungen dieser Art liefert die Suhner-Elektronik GmbH, München, Prüfkabel, die in 20 verschiedenen Varianten angeboten werden. Das koaxiale Ende dieser Prüfkabel ist mit BNC- und TNC-Buchsen oder -Steckern nach MIL-C-39012 er-

Einzelteilliste

Widerstände, 0,3 W	(CRL-Dralowid)
Potentiometer	(CRL-Dralowid)
„55 U m. DS“, 5 k lin. (P 1)	(CRL-Dralowid)
Einstellregler, 10 k lin. (R 13)	(CRL-Dralowid)
Kondensatoren „MKS“.	(Wima)
100 V -	
Elektrolytkondensatoren (Wima)	
(C 10, C 12, C 15, C 16)	
Drehkondensator	(Radio-Rim)
Best.-Nr. 28-10-065,	
2 \times 520 pF	
Z-Diode ZD 3,9	(Siemens)
Übertrager „AT 2K/5“	(Radio-Rim)
(Tr 1)	
Drucktastenaggregat	(Schadow)
„1 \times D 17,5 DSA 4u +	
3 \times 17,5 DSA 4u EE“	
Gehäuse	(Leistner)
Buchse „700“ (Bu 2)	(Mentor)
HF-Buchse „36-60-060“	(Radio-Rim)
(Bu 1)	
Schaltbuchse „36-27-010“	(Radio-Rim)
(Bu 3)	
Drehknöpfe „490 6“	(Mentor)
Spulenkörper	(Vogt)
„Sp 8/29-1541“ (3 Stück)	
Gewindekern „Gw 8/10 \times	(Vogt)
0,75 Fi 6a6“ (3 Stück)	
Batterie „Pertrix 28“	(Varta)
Transistoren 2 \times AF 200.	(Siemens)
2 \times AC 122	
Integrierte Schaltung	(SGS)
TAA 611 B	
Bezug der angegebenen Bauelemente nur	
über den einschlägigen Fachhandel	

hällich. Bei der Standardausführung sind am symmetrischen Ende isolierte Krokodilklemmen angebracht. Außerdem sind Ausführungen mit 2- und 4-mm-Bananensteckern und 4-mm-Bananenbuchsen lieferbar. Die Kabellänge (ohne Steckerteil) ist 25 cm.

„Soder-Wick“-Entlötlitzen

Für Entlötarbeiten an gedruckten Schaltungen liefert die Neumüller GmbH, München, „Soder-Wick“-Entlötlitze, mit der Entlötzungen schnell, sauber und wirtschaftlich durchgeführt werden können. Eine nachträgliche Reinigung der Platinen ist überflüssig, da kein Flüssmittel verwendet wird. Wegen der hohen kapillaren Saugwirkung dieser speziell für diesen Zweck entwickelten Kupferlitze dauert das Entlöten einschließlich der Entfernung des Lötzinks nur wenige Sekunden, so daß eine zu große Hitze, die empfindliche Bauteile oder Materialien beschädigen könnte, nicht entstehen kann. Für die verschiedenen Anwendungsbereiche stehen sechs Litzenbreiten zur individuellen Anpassung an Lötfäche, Lötzinnmenge, Zugänglichkeit und Schnelligkeit zur Verfügung.

Lötkolben mit sehr niedrigem Leckstrom

Der Lötkolben „X.25“ der Antex (Electronics) Ltd, Plymouth, England,

hat einen Leckstrom von nur 3 ... 5 μ A und kann daher für Lötarbeiten an Schaltungen mit Transistoren, integrierten Schaltungen und anderen empfindlichen Bauelementen verwendet werden, ohne daß diese dabei beschädigt werden. Der ungewöhnlich niedrige Leckstrom wurde bei diesem Lötkolben dadurch erreicht, daß in dem äußeren Heizelementrohr aus nichtrostendem Stahl ein keramisches Innenrohr mit günstigen Isolationseigenschaften untergebracht ist. Jeder Lötkolben wird mit 1500 V Wechselspannung gegen Erde geprüft.

Der „X.25“ hat eine Nennleistung von 25 W, dabei aber eine Wärmekapazität, die der von Lötkolben mit sehr viel höherer Leistungsaufnahme entspricht. Die Heizelementhülzung gewährleistet den bestmöglichen Wärmeübergang vom Heizelement zur Lötkolben spitze. Die große Masse der Spitze bewirkt die Speicherung der rasch erzeugten Wärme und die Einhaltung einer angemessenen Lötte-temperatur ohne Überhitzung.

Elektro-Kleinwerkzeug „Rotron“

Zum Bohren von Platinen, zum Unterbrechen von Leiterbahnen, zum Ausfräsen von Ecken bei Kunststoff und Aluminium, zum Bearbeiten von Werkstücken an schwer zugänglichen Stellen und für viele sonstige Anwendungen eignet sich das neue Elektro-Kleinwerkzeug „Rotron“ der IBS-Elektronik GmbH, Dortmund. Es hat einen leistungsstarken, nahezu wartungsfreien 12-V-Gleichspannungsmotor, dessen Drehzahl von 0 bis 18 000 U/min regelbar ist. An seiner vorderen Achse ist ein Schnellspannfutter angebracht, das Werkzeuge wie Bohrer, Fräser, Schmiegelscheibe, Sandstein usw. mit einer Schaftdicke von 3 mm \varnothing aufnehmen kann. „Rotron“ ist in zwei Grundausführungen lieferbar. Der Typ „RT-220-12“ kann direkt an das 220-V-Lichtnetz angeschlossen werden und enthält im Schaft des Gehäuses einen Rundtransformator mit Gleichtrichter. Der Typ „RT-12V“ ist dagegen für 12-V-Gleichspannungsbetrieb bestimmt.

Abziehbare Klebe-Bänder und -Symbole

Das Programm von Mecanorma-Electronic (deutsche Vertretung: Tranchant Electronique, München) umfaßt abziehbare Klebe-Bänder, -Symbole, -Zahlen und -Buchstaben, die hauptsächlich zur Herstellung von Matrizen für Printplatten oder zur Herstellung und Beschriftung von Zeichnungen verwendet werden. Die Symbole für gedruckte Schaltungen haben eine Dicke von nur 12 μ m, und die Abmessungen weisen eine Toleranz von $\pm 0,05$ mm auf. Daher können bei der fotografischen Verarbeitung der Matrize keine Verformung der Symbole und keine Parallaxefehler entstehen. Zweiseitige gedruckte Schaltungen werden nach der sogenannten Rot-Blau-Methode hergestellt, wobei für die eine Seite rote und für die andere Seite blaue Klebe-Bänder und -Symbole verwendet werden. Interessenten steht ein 58seitiger Katalog mit vielen praktischen Hinweisen für die Anwendung und Verarbeitung zur Verfügung.

Digital-Universalmeßgerät mit automatischer Bereichswahl

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 27 (1972) Nr. 15, S. 557

3.10. Bereichswahldecoder und Anzeige

Der Bereichswahldecoder (Bild 8) hat die Aufgabe, zum eingestellten Bereich die Bewertung der Anzeige durch Kommasetzung vorzunehmen. Außerdem zeigt er die Einheit der gemessenen Größe an. Mit einer Kombination von UND- und ODER-Gattern werden der Bereich (über Relais B...F) und die Meßgröße (U, I, R, f) verknüpft und gelangen zur Anzeige. Der Decoder ist wegen der unterschiedlichen Kommafolge der einzelnen Bereiche notwendig, die in Tab. I aufgeführt sind.

Tab. I. Meßbereiche des Multimeters

<i>U</i>	<i>I</i>	<i>R</i>	<i>f</i>
1500 V	1500 mA	1500 kOhm	15,00 MHz
150,0 V	150,0 mA	15,0 kOhm	1,500 kHz
15,00 V	15,00 mA	1,500 kOhm	150,0 kHz
1,500 V	1,500 mA	1,500 kOhm	15,0 kHz
		150,0 Ohm	1,500 kHz

Es genügt hier die Betrachtung für einen Bereich, weil einer prinzipiell auf die anderen übertragbar ist. Es sei die *R*-Messung gewählt mit Relais *F* angezogen. Der Relaiskontakt *f* öffnet, und es fließt kein Strom mehr über *R* 14, *D* 10 und *R* 13, *D* 7 an Masse ab. An *D* 10 und *D* 7 liegt somit *L*. Da die *R*-Taste der Bereichswahl gedrückt ist, liegt auch *D* 8 auf *L*.

Dadurch liegt am Ausgang des UND-Gatters *D* 7, *D* 8 *L* und somit auch an *D* 28, *D* 30, *R* 40 und *T* 9. *T* 9 wird leitend, und die Kommaelektrode in *R* 2 leuchtet auf. Das *L* am UND-Gatter gelangt außerdem über *D* 39, *R* 34 an *T* 5 und steuert diesen durch. *T* 5 bringt eine Glimmlampe mit der Aufschrift Ω zum Leuchten. Das *L* an *D* 39 steuert weiterhin *T* 2 durch, wodurch *D* 38 auf *O* liegt. Die UND-Bedingung ist nicht erfüllt, und *T* 6 sperrt. So leuchten also nur eine Kommastelle und eine Einheitenlampe auf. Bild 9 zeigt die Schaltung des Stromversorgungssteils [5].

4. Fehlerbetrachtung

Die Größe des Meßfehlers ist in erster Linie von der Toleranz der Eingangsteiler (0,5 %) abhängig, da diese die Meßunsicherheit der umwandelnden Teile (etwa 0,05 %) wesentlich übersteigt. Zu dem Fehler der umwandelnden Teile von etwa 0,05 %, der im wesentlichen durch Ulinearität des *U/f*-Wandlers entsteht, kommt der durch den Zähler bedingte Quantisierungsfehler von ± 1 Digit. Er entsteht dadurch, daß die Torzeitsteuerung nicht von der zu messenden Frequenz getriggert wird und so die jeweils ersten und letzten Schwingungen der zu messenden Frequenz durch die Torzeit angeschnitten werden können. Zu kurze Impulse lassen den Zähler nicht

ansprechen, wodurch eine angeschnittene Schwingung nicht mitgezählt wird, das heißt, die Anzeige ist um eins zu klein. Werden die letzte und die erste Schwingung innerhalb einer Torzeit so angeschnitten, daß von beiden angeschnittenen Schwingungen ein Impuls an den Zähler gelangt und dort registriert wird, so ist die Anzeige um eins zu groß. Daraus ergibt sich ein Fehler von ± 1 Digit. Die Temperaturabhängigkeit des *U/f*-Wandlers beträgt etwa $0,04\text{ }^{\circ}\text{C}$, das heißt, bei Temperaturerhöhung um $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ wird bei gleicher Eingangsspannung die erzeugte Frequenz um etwa 0,04 % größer. Die Torzeit wird bei Temperaturerhöhung um $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ um 0,035 % kleiner. Dadurch wird eine um 0,04 % zu groÙe Frequenz in einer um 0,035 % zu kurzen Zeit ausgezählt. Die Temperaturabhängigkeit in beiden Fällen kompensiert sich zu etwa 0,005 %/°C.

5. Zeitmessung

Mit einer Zusatzausaltung (Bild 10) und einem Frequenznormal (etwa 100 kHz) ist zusätzlich eine Zeitmessung möglich. Es werden dabei so lange Impulse in den Zähler gezählt, wie am Eingang der externen Torzeitsteuerung eine positive Spannung von maximal 15 V liegt. Benutzt man als

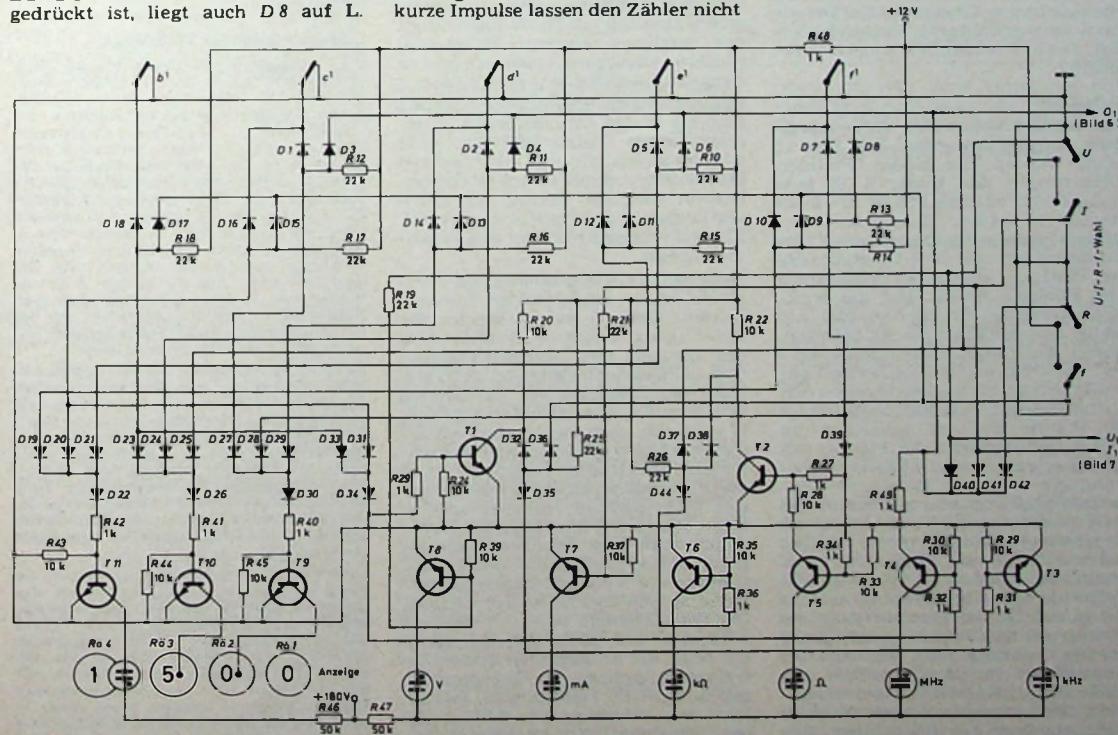


Bild 8. Bereichswahldecoder und Anzeige (*D* 1...*D* 44 sind Typ 1N4148, *T* 1...*T* 11 sind Typ BCY 59)

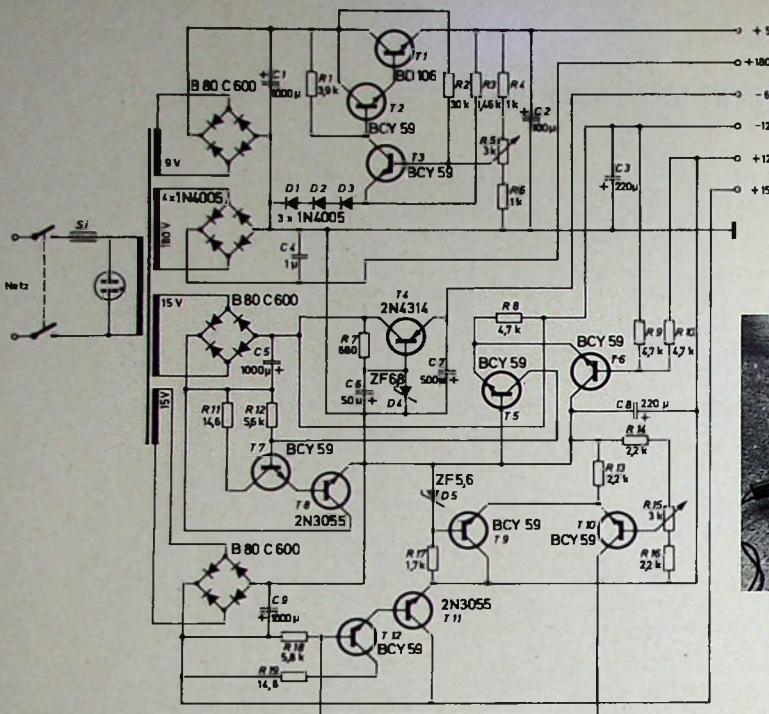


Bild 9. Netzteil des Multimeters

Zählfrequenz beispielsweise 10 Hz, so können Zeitmessungen bis zu $\frac{1}{10}$ s durchgeführt werden. Die Schaltung ermöglicht den Einsatz des Gerätes als ein normales Zählgerät. Dadurch werden auch Drehzahlmessungen usw. möglich.

6. Aufbau

Das Gerät kann relativ unproblematisch aufgebaut werden. Wie Bild 11 zeigt, werden die sieben Platinen (Schaltungen der Bilder 3...9) teils waagerecht, teils senkrecht in einem etwa 27 cm \times 14 cm \times 32 cm großen Gehäuse verschraubt. Dazu dienen Gewindestangen mit M 3-Gewinde, die die Platinen jeweils an mindestens drei Punkten halten. Für die senkrecht stehenden Platinen wurden am Boden des Gehäuses Bleche befestigt, woran die Platinen geschraubt werden. Die Platine mit dem Netzteil befindet sich an der Rückseite neben den Lüftungslöchern. In der Mitte hängt die Platine mit der Schaltung im Bild 3 und darunter die Platine mit der Schaltung im Bild 8. Die Bereichswahllogik mit den Relais zur Bereichseinstellung steht auf der linken Seite, und davon ist die Zählereinheit waagerecht befestigt. An der rechten Außenseite ist die Platine mit der Schaltung im Bild 4 an ein senkrecht stehendes Blech geschraubt, und auf der Innenseite des Bleches hängt die Platine mit der Steuerung im Bild 6. Die Verdrahtung wird bis auf den Eingang des Impedanzwandlers mit verflochtenen Kabelbäumen durchgeführt. Der Impedanzwandereingang muß unbedingt gut abgeschirmt sein (wenn möglich auch der Eingangss

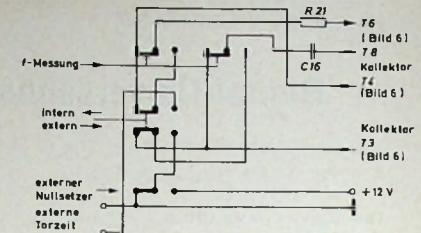


Bild 10. Erweiterung des Multimeters für Zeitmessungen

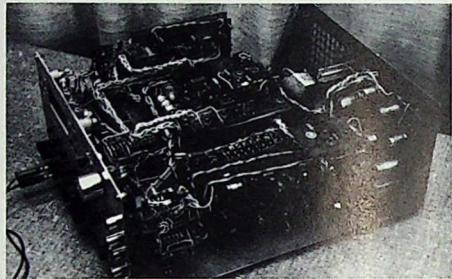


Bild 11. Innenansicht des Multimeters

stellt man durch öfteres Umpolen einer Batterie an $R3$ Gleichheit zwischen den Anzeigen für $+$ und $-$ ein. Schließlich wird der Ausgang des Impedanzwandlers angeschlossen, und die Eichspannungen werden an den Eingangsteiler gelegt. Mit $R1$ wird nun nochmal Plus-Minus-Gleichheit eingestellt und mit $R10$ die Anzeige einer definierten Eichspannung angeglichen.

„Lärmzeugnis“ für Flugzeuge

Zum erstenmal in der Geschichte der Fluglärm-Bekämpfung wurde eine Fluglärm-Meßanlage für die Lärmprüfung an neu zulassenden Flugzeugen gemäß den Richtlinien der Internationalen Zivilluftfahrt-Organisation ICAO errichtet. Die Anlage entstand in Südfrankreich in der Nähe von Marseille und wurde im Auftrag des französischen „Service Technique de la Navigation Aérienne“ (S.T.N.A.) von Rohde & Schwarz in Zusammenarbeit mit Brüel & Kjaer aufgebaut. Voraussichtlich wird diese französische Fluglärm-Meßanlage, deren Kosten bei etwa 1 Mill. DM lagen, für einige Zeit die einzige in Europa bleiben, und es ist anzunehmen, daß auch andere Länder sich ihrer bedienen, um das für die Zulassung neuer Flugzeugtypen notwendige Lärmperspektifat zu bekommen.

Das Meßsystem besteht aus vier fernsteuerbaren Meßstellen mit Präzisionsmikrofon, Terzpegel-Analysator und Datenübertragungseinrichtung, die in der Verlängerung der Startbahn-Mittellinie aufgestellt sind und den Schallpegel während des Landeanflugs sowie beim Start erfassen und analysieren. In digitaler Form gelangen die Meßwerte über Funk zu einer Zentrale, in der ein Prozeßrechner sofort das Ergebnis in Form des charakteristischen EPNL-Wertes (Effective Perceived Noise Level) ausgibt.

Extrem hohe Anforderungen wurden an die Meßgenauigkeit und Betriebssicherheit des gesamten Systems gestellt. Beispielsweise liegt der zulässige Meßfehler bei etwa $\pm 1 \text{ dB}$ und die Fehlerrate der Übertragungsstrecke bei $1 \cdot 10^{-6}$. In der Praxis bedeutet das, daß bei etwa 100 Testflügen ein falsches Bit auftritt. Zur Dokumentation der Meßflüge wird der Flugläng sowohl in analoger Form direkt in der Meßstelle auf Magnetband aufgezeichnet als auch in digitaler Form auf dem Magnetband des Rechners gespeichert.

Hi-Fi-Meßtechnik bei Verstärkern und Tonbandgeräten

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 27 (1972) Nr. 15, S. 560

1.3.2. Intermodulationsfaktor

Ebenso wie der Klirrfaktor ist auch der Intermodulationsfaktor ein Maß für die originalgetreue Wiedergabe von elektrisch übertragenen Informationen. Bei der Klirrfaktormessung werden die neu entstandenen Oberwellen bewertet, bei der Intermodulationsmessung dagegen die durch Mischung zweier Frequenzen neu entstehenden Mischprodukte. Diese Mischprodukte entstehen ebenfalls an nichtlinearen Übertragungskennlinien. Zur Messung des Intermodulationsfaktors ist der Verstärker, wie im Abschnitt 1.3.1. beschrieben, einzustellen und abzuschließen.

Bei der Intermodulationsmessung werden ein Signal mit niedriger Fre-

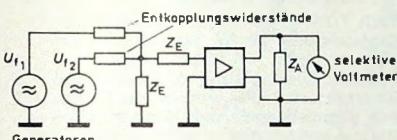
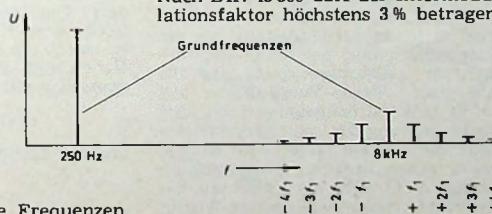


Bild 8. Meßanordnung zur Ermittlung des Intermodulationsfaktors

quenz f_1 und großer Amplitude U_1 sowie ein Signal mit hoher Frequenz f_2 und kleiner Amplitude U_2 entsprechend entkoppelt dem Eingang des zu prüfenden Verstärkers zugeführt (Bild 8). Enthält der Verstärker nichtlineare Glieder, so entstehen am Ausgang außer den ursprünglichen Si-

Bild 9. Die als Mischprodukt infolge Intermodulation entstehenden neuen Frequenzen



gnalen noch zusätzliche Frequenzen, darunter auch die hier zu bewerten den Intermodulationsfrequenzen.

Die Frequenzen f_1 und f_2 sind so zu wählen, daß die hohe Frequenz f_2 und die sich ergebenden Mischprodukte noch sicher im Übertragungsbereich liegen und daß die tiefere Frequenz f_1 und ihre Oberwellen nicht in den Bereich der Mischprodukte fallen. Zu tiefen Frequenzen hin wird die Frequenz f_1 durch die Steilheit des zur Messung verwendeten Filters begrenzt. Ein für diese Messung genormtes Frequenzpaar sind die Frequenzen $f_2 = 8000$ Hz und $f_1 = 250$ Hz. Das Verhältnis der Amplituden von f_2 und f_1 ist vorzugsweise mit 1:4 zu wählen. Bild 9 zeigt schematisch die sich als Mischprodukt ergebenden Frequenzen.

Beim Messen des Intermodulationsfaktors muß mit Rücksicht auf die richtige Aussteuerung die Summe der

Scheitelwerte der Spannung U_1 mit der Frequenz f_1 und der Spannung U_2 mit der Frequenz f_2 gleich dem Scheitelwert der Spannung gewählt werden, die auch für andere Messungen als Bezugs-Ausgangsspannung verwendet wird. Um das Amplitudenverhältnis

$$U_{f_2} : U_{f_1} = 4:1$$

zu erreichen, stellt man am Generator für die Frequenz f_1 die Verstärkerausgangsspannung auf 80 % des Nennwertes der Ausgangsspannung ein. Am Ausgang des Generators für die Frequenz f_2 wird dann ein Viertel der Spannung eingestellt, die am Ausgang des Generators für die Frequenz f_1 steht. Nach dieser Einstellung mißt man mit einem Frequenzanalysator (selektivem Voltmeter) mit genügend kleiner Bandbreite die Spannung U_2 sowie die Mischprodukte

$$U_{f_2 + f_1}, U_{f_2 + 2f_1}, U_{f_2 + 3f_1}, U_{f_2 + 4f_1} \dots$$

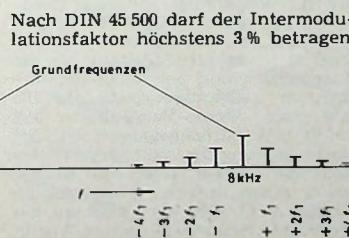
und

$$U_{f_2 - f_1}, U_{f_2 - 2f_1}, U_{f_2 - 3f_1}, U_{f_2 - 4f_1} \dots$$

Diese Meßreihe kann beliebig fortgesetzt werden, jedoch bringt eine Weiterführung kein wesentlich genaueres Ergebnis. Der Intermodulationsgrad m (in %) läßt sich dann mit folgender Formel berechnen:

$$m = \frac{\sqrt{(U_{f_2 + f_1} + U_{f_2 - f_1})^2 + (U_{f_2 + 2f_1} + U_{f_2 - 2f_1})^2 + (U_{f_2 + 3f_1} + U_{f_2 - 3f_1})^2 + \dots}}{U_{f_2}} \cdot 100\%$$

Nach DIN 45 500 darf der Intermodulationsfaktor höchstens 3 % betragen.



normmäßig angesteuerten Eingang oder Verstärkerkanal in einen anderen normmäßig abgeschlossenen Eingang oder Verstärkerkanal gelangen.

1.4.1. Übersprechen zwischen den Kanälen von Stereo-Geräten

Zur Messung des Übersprechens bei Stereo-Geräten wird ein Kanal bei aufgeregeltem Lautstärkersteller und Einstellung auf linearen Übertragungsbereich unter Berücksichtigung von normmäßigem Eingangs- und Ausgangsabschluß voll angesteuert. Am Ausgang des zweiten Kanals (der genauso eingestellt ist, jedoch ohne Ansteuerung durch den Generator betrieben wird) tritt dabei eine Span-

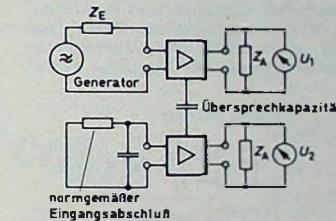


Bild 10. Anordnung zur Messung der Übersprechdämpfung

nung auf. Aus dem Verhältnis der Ausgangsspannungen U_1 und U_2 (Bild 10) läßt sich nach der Gleichung

$$\text{Übersprechdämpfungsmaß} =$$

$$20 \cdot \lg \frac{U_1}{U_2}$$

das Übersprechdämpfungsmaß (in dB) berechnen.

Das Übersprechdämpfungsmaß soll nach DIN 45 500 bei 1000 Hz mindestens 40 dB und zwischen 250 und 10 000 Hz mindestens 30 dB betragen. Zum Beispiel ergibt sich mit $U_1 = 10$ V und $U_2 = 0,05$ V

$$\text{Übersprechdämpfungsmaß} =$$

$$20 \cdot \lg \frac{10}{0,05} \approx 20 \cdot 2,3 \approx 46 \text{ dB.}$$

Werden infolge zu hohen Übersprechens die Informationen des rechten und des linken Kanals vermischt, so leidet der Stereo-Eindruck bei der Wiedergabe. Erfolgt dies vorwiegend in einem bestimmten Frequenzbereich, so entsteht der Eindruck des Hinüberwechsels von der einen Lautsprecherseite zur anderen während der Wiedergabe dieser Frequenzen. Werden die Werte nach der DIN 45 500 eingehalten, so ist gewährleistet, daß der Stereo-Eindruck nicht verschlechtert wird.

1.4.2. Übersprechen zwischen verschiedenen Eingängen

Bei Qualitätsgeräten muß selbstverständlich auch garantiert sein, daß zwischen den einzelnen Eingängen kein störendes Übersprechen auftritt. Die Einstellung des Verstärkers zur Messung ist die gleiche wie bei der Messung des Übersprechens von Stereo-Geräten. Alle Eingänge werden mit der Nennimpedanz der Tonfrequenzquellen abgeschlossen, für die diese Eingänge bestimmt sind. An einen Eingang wird der Generator mit derjenigen Spannung angeschlossen, die bei voll aufgeregtem Lautstärksteller Vollaussteuerung ergibt. Am Verstärker werden dann der Reihe nach alle anderen Eingänge eingeschaltet und die Ausgangsspannungen, die sich dabei ergeben, gemessen. Aus dem Verhältnis jeder dieser Ausgangsspannungen zur Ausgangsspannung für Vollaussteuerung läßt sich mit der im Abschnitt 1.4.1. angegebenen Gleichung das Übersprechdämpfungsmaß berechnen. Durch Speisung der anderen Eingänge und Wiederholung des beschriebenen Verfahrens erhält man sämtliche Übersprechdämpfungsmaße der Eingänge zuein-

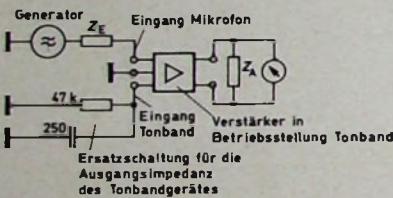


Bild 11. Messung der Übersprechdämpfung zwischen verschiedenen Eingängen eines Verstärkerkanals

ander. Im Bild 11 ist die Meßschaltung am Beispiel der Eingänge für Mikrofon und Tonband dargestellt.

Folgende Übersprechdämpfungsmaße müssen nach DIN 45 500 mindestens erreicht werden: ≥ 50 dB bei 1000 Hz und ≥ 40 dB zwischen 250 und 10 000 Hz.

1.5. Fremdspannungsabstand

Um Übertragungen frei von störenden Nebengeräuschen zu halten, die mit der Darbietung keinen ursächlichen Zusammenhang haben, also „fremd“ sind, wird ein gewisser Mindestabstand des Störsignals vom Nutzsignal – der Fremdspannungsabstand – gefordert.

DIN 45 500 sagt dazu folgendes: Der Fremdspannungsabstand beträgt bei Vorverstärkern mindestens 50 dB, bezogen auf Nennspannungspegel (bei gegebenenfalls vorhandenem Verstärkerssteller bezogen auf den jeweiligen durch die Nenneingangsspannung bei 1000 Hz erzeugten Ausgangspegel bis zur Stellerposition -20 dB).

Der Ausgang des Vorverstärkers wird mit der vorgesehenen Nennimpedanz belastet und am Eingang mit der Ersatzschaltung der betriebsmäßigen Quelle abgeschlossen. Die Fremdspannung wird am Ausgang gemessen und das Verhältnis Fremdspannung zu Nennspannungspegel (Ausgangsspan-

nung, bei der Vollaussteuerung erreicht ist) gebildet. Ist im Vorverstärker ein Verstärkerssteller vorhanden, so muß der Fremdspannungsabstand bis zu einer Einstellung des Verstärkersstellers von -20 dB bei 1 kHz mindestens 50 dB sein, wobei jeweils das Verhältnis Fremdspannung zu reduzierter Ausgangsspannung gebildet werden muß. Die Fremdspannung wird als „Spitzenwert“ gemessen.

Bei Leistungs- und Vollverstärkern bis 20 W sind wenigstens 50 dB Fremdspannungsabstand erforderlich, bezogen auf 100 mW Gesamtleistung (das heißt bei 4-Ohm-Ausgängen 2 mV monophon oder je 1,4 mV stereophon beziehungsweise bei 16 Ohm jeweils die doppelten Werte). Ein gegebenenfalls vorhandener Verstärkerssteller ist so einzustellen, daß die in DIN 45310 angegebenen Mindest-Eingangsspannungen den Bezugspegel (100 mW beziehungsweise 2×50 mW) ergeben. Für Verstärker über 20 W Gesamtleistung gelten gegenüber den genannten Werten proportional der Leistungszunahme (in dB) verringerte Werte. Die Nenneingangsspegel sind anzugeben.

Die Messung wird nach DIN 45 505 durchgeführt. Durch geeignete Maßnahmen (zum Beispiel Abschalten der gehörrechten Lautstärkeinstellung, Kompensation mit Baßsteller) müssen Abweichungen des Übertragungsmaßes von der Sollkurve von ± 4 dB, bezogen auf 1 kHz, bei voll aufgeregtem Lautstärksteller auch bis zur Stellerposition -20 dB beziehungsweise bis zu der für 2×50 mW eingeschalteten werden.

Zur Messung werden den jeweiligen Eingängen die Mindest-Eingangsspannungen nach DIN 45 310 – 500 mV für hochohmige Eingänge (Mindest-Eingangswiderstand 500 kOhm) – zugeführt. Der Lautstärksteller wird so lange zurückgestellt, bis die Ausgangsleistung bei Mono-Verstärkern am Leistungsausgang auf 100 mW, bei Stereo-Verstärkern auf 2×50 mW zurückgegangen ist. Bei dieser Stellung des Lautstärkstellers stellt man mittels Tasten oder Klangsteller einen linearen Frequenzgang ein, der nicht mehr als ± 4 dB um den Wert bei 1 kHz schwanken darf. Wurde bei der Linearisierung die Ausgangsspannung bei 1 kHz verändert, so muß der Lautstärksteller entsprechend nachgestellt werden. Nach dieser Einstellung wird der Verstärker mit der Ausgangs-Nennimpedanz des ihn normalerweise treibenden Generators abgeschlossen (s. Abschnitt 1.1). Das Verhältnis (in dB) der am Leistungsausgang auftretenden Fremdspannung zu der Ausgangsspannung für 50 mW beziehungsweise 100 mW ist der Fremdspannungsabstand.

Die Fremdspannung ist nach DIN 45 405 folgendermaßen definiert:

Die ohne Bewertung gemessene Spannung heißt Fremdspannung. Die Fremdspannung für elektroakustische Breitbandübertragung soll innerhalb des Frequenzbereiches von 31,5 Hz bis 20 kHz erfaßt werden.

Hat ein Verstärker eine größere Ausgangsleistung als 20 W, so darf der

Fremdspannungsabstand proportional zur Mehrleistung kleiner sein. Weist beispielsweise ein Verstärker eine Ausgangsleistung von 40 W auf (das entspricht einer Mehrleistung von 3 dB), so braucht der Mindest-Fremdspannungsabstand an Stelle der geforderten 50 dB nur 47 dB zu betragen.

1.6. Ausgangsleistung

Für Hi-Fi-Verstärker, die überwiegend zur Wiedergabe in Wohnräumen verwendet werden und dort aus Platzgründen oft mit kleinen Lautsprecherboxen mit geringem Wirkungsgrad betrieben werden, wird ein gewisses Mindestmaß an Ausgangsleistung gefordert. Gemessen wird die Ausgangsleistung bei der gleichen Einstellung des Verstärkers wie im Abschnitt 1.3. beschrieben. Die angegebene Nennausgangsleistung muß bei einem Klirrfaktor von $\leq 1\%$ erreicht werden. Das gleiche gilt für die Leistungsbandbreite. Hier muß bei 40 Hz und 12,5 kHz die halbe Ausgangsleistung bei einem Klirrfaktor von $\leq 1\%$ erreicht werden.

Nach DIN 45 500 ist die Mindestausgangsleistung 10 W bei Mono-Verstärkern und 2×6 W bei Stereo-Verstärkern. Die Leistung muß bei einem Sinuston von 1 kHz wenigstens 10 min lang abgegeben werden können (Umgebungstemperatur $+15 \dots +35^\circ\text{C}$; Netzspannung $220 \text{ V} \pm 1\%$, 50 Hz $\pm 1\%$).

Bei der Messung der Ausgangsleistung ist besonders auf den richtigen Abschluß zu achten. Der Lautsprecherausgang ist mit einem ohmschen Widerstand entsprechend der vorgeschriebenen Abschlußimpedanz abzuschließen, der möglichst genau sein muß und seinen Widerstandswert infolge der bei der Leistungsmessung auftretenden Wärme nicht ändern darf. Die Nennausgangsleistung P_A wird am Nennabschlußwiderstand R_N durch die Nennausgangsspannung U_A erzeugt. Für die Nennausgangsspannung gilt

$$U_A = \sqrt{P_A \cdot R_N}$$

und für die Nennausgangsleistung

$$P_A = \frac{U_A^2}{R_N}$$

Zur Angabe der Nennausgangsleistung gehört auch die Angabe der Frequenz und des Klirrfaktors, also zum Beispiel 10 W bei 1 kHz nach DIN 45 500 oder 10 W bei 1 kHz und 0,5 % Klirrfaktor oder 10 W im Bereich 20 Hz ... 20 kHz bei 0,5 % Klirrfaktor.

1.7. Dämpfungs faktor

Der Dämpfungs faktor sagt aus, welchen Innenwiderstand Leistungs- und Vollverstärker nach DIN 45 500 an ihrem Leistungsausgang aufweisen dürfen. Er ist im Frequenzbereich zwischen 40 Hz und 12,5 kHz definiert.

Der Dämpfungs faktor muß für Leistungs- und Vollverstärker mindestens 3 sein, das heißt $R_i \leq 1/3 R_o$, gemessen im Bereich 40 ... 12 500 Hz.

Man bestimmt den Dämpfungs faktor durch Messung der Ausgangsspannung im Leerlauf (kein Abschlußwiderstand) und der Ausgangsspannung

Hier ist die komplette Liste

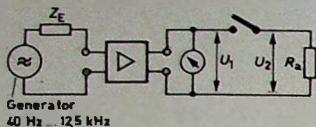
aller Farbfernsehgeräte

mit 110° Farbbildröhre, Volltransistor-Chassis,
Switch-Mode-Netzteil und Programm-Sensor:

1. Graetz Exzellenz color electronic 2348
2. —
3. —
4. —
5. —
6. —
7. —
8. —
9. —
0. —

Graetz bekennt sich zum
Fachhandel
Denn Graetz bekennt Farbe

Graetz



unter normmäßiger Belastung (R_a) in der Meßschaltung nach Bild 12. Sind die Leerlaufspannung U_1 und die Lastspannung U_2 bei den Frequenzen 40 Hz, 1 kHz und 12,5 kHz ermittelt, so kann der Innenwiderstand nach der Formel

$$R_i \approx R_a \cdot \frac{U_1 - U_2}{U_2}$$

berechnet werden. Für den Dämpfungsfaktor gilt dann

$$\text{Dämpfungsfaktor} = \frac{R_a}{R_i}.$$

Ist zum Beispiel $R_a = 4 \text{ Ohm}$, $U_1 = 7 \text{ V}$ und $U_2 = 6,3 \text{ V}$, so wird

$$R_i \approx 4 \cdot \frac{7 - 6,3}{6,3} = 0,445 \text{ Ohm}.$$

Damit erhält man

$$\text{Dämpfungsfaktor} = \frac{4}{0,445} = 9.$$

1.8. Eingangs- und Ausgangsbedingungen

Im Anhang zu DIN 45 500 sind allgemeingültige Bedingungen für die Eingangs- und Ausgänge von Verstärkern aufgeführt, die man hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Meßtechnik ebenfalls kennen sollte. Die hier genannten Eingangsspannungen beziehen sich auf den Nennausgangspegel. Der Nennausgangspegel ist bei Leistungsverstärkern die zur Erreichung der Nennausgangsleistung erforderliche Ausgangsspannung am Nennlastwiderstand. Sind den Eingängen Verstärkungsstufen nachgeschaltet, so muß sich die Nenneingangsspannung um 12 dB (etwa 1 : 4) erhöhen lassen, wobei der Klirrfaktor $k_g \leq 1\%$ sein muß.

Dabei wird der Lautstärkesteller so weit zurückgeregelt, daß sich die Nennausgangsspannung ergibt. Werden die niedrigere Nennausgangsspannungen angegeben, so soll die Übersteuerungssicherheit der Eingänge entsprechend größer sein, das heißt, es sollen die Absolutwerte von den in der Norm genannten um 12 dB erhöhten Eingangsspannungen mit einem Klirrfaktor $k_g \leq 1\%$ übertragen werden.

1.8.1. Lineare Eingänge

Die Nenneingangsspannung für lineare Eingänge soll $\leq 500 \text{ mV}$, der Eingangswiderstand $\geq 500 \text{ kOhm}$ sein. Die Kontaktbelegung der Eingangsbuchse (Bild 13) entspricht DIN 45 310.

1.8.2. Eingänge für magnetische Schallplattenabtaster

Die Nenneingangsspannung für Verstärker, die für magnetische Schallplattenabtaster entzerrt nach DIN 45 536, DIN 45 537, DIN 45 546 und DIN 45 547 ausgelegt sind, soll an einem Eingangswiderstand von 47 kOhm bei $1 \text{ kHz} \leq 5 \text{ mV}$ sein. Die Kontaktbelegung ist ebenso wie bei linearen Eingängen zu wählen.

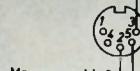
Bild 12. Meßanordnung
Ermittlung des
Dämpfungsfaktors

Bild 13. Kontaktbelegung von Eingangs- und Tonbandschlüsselelementen: a) Mono, b) Stereo, c) kombinierte Buchse für Tonbandaufnahme und -wiedergabe

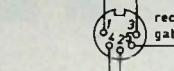
Anschluß des Wiedergabekanals



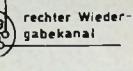
Anschluß des linken Wiedergabekanals



linker Aufnahmekanal



linker Wiedergabekanal



Anschluß des rechten Wiedergabekanals



rechter Aufnahmekanal

rechter Wiedergabekanal



Masse



1.8.3. Ausgänge

Zum Anschluß des Ausgangs von Verstärkern und des Ausgangs von Schalllaufnahmegeräten an Leistungsverstärker dienen Steckvorrichtungen nach DIN 41 524, zum Anschluß von Lautsprechern Lautsprecherbuchsen nach DIN 41 529. Die Buchse nach DIN 41 529 darf jedoch nur bis zu einer Spitzenspannung von 34 V an den Lautsprecherklemmen verwendet werden.

Die Ausgangsspannung von linearen Vorverstärkern (zum Beispiel Mikrofonverstärkern) und entzerrenden Vorverstärkern (zum Beispiel Verstärker für Magnetsysteme) soll $\geq 1 \text{ V}$ sein, und der Ausgangsscheinwiderstand soll $\geq 47 \text{ kOhm}$ sein. Die Kontaktbelegung entspricht der der linearen Eingänge.

1.8.4. Ausgang zum Anschluß von Aufzeichnungsgeräten

Die Ausgangsspannung für Aufzeichnungsgeräte (zum Beispiel Tonbandgeräte) soll $0,1 \dots 2 \text{ mV}$ je 1 kOhm Belastungswiderstand des Schalllaufnahmegeräts betragen. Dabei ist ein Belastungswiderstand bis zu 50 kOhm zulässig. Gefordert wird außerdem, daß die Mindestausgangsspannung, also $0,1 \text{ mV}$ je 1 kOhm , bei einer Spannung erreicht wird, die um 10 dB unter dem für den jeweiligen Eingang als Mindesteingangsspannung geforderten Wert liegt. Die Kontaktbelegung nach DIN 45 310 zeigt Bild 14.

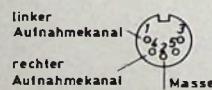


Bild 14. Ausgang zum Anschluß von Tonaufnahmegeräten

2. Messungen an Tonbandgeräten

2.1. Vollaussteuerung

Entgegen der in DIN 45 500, Blatt 4, angegebenen Reihenfolge der durchzuführenden Messungen empfiehlt es sich, mit der Messung der Vollaussteuerung zu beginnen, da auf diesem Wert die folgenden Bewertungen aufbauen und es von Vorteile ist, die Eingangs- und Ausgangsbedingungen für diesen Wert zu kennen. Die Vollaussteuerung ist ein Wert, der „über Band“ ermittelt wird. An Meßgeräten werden ein Sinusgenerator mit möglichst kleinem Klirrfaktor (notfalls Filter verwenden!), ein NF-Voltmeter und ein Klirrfaktormeßgerät benötigt, mit dem sich der Klirrfaktor k_g von 333 Hz messen läßt. Vom Sinusgenerator wird bei Einstellung des Tonbandgerätes auf

größte Verstärkung (eine eventuell vorhandene Pegelautomatik ist dabei außer Betrieb zu setzen) eine Eingangsspannung mit der Frequenz 333 Hz in den Aufnahmeeingang eingespeist. Wie hoch die Eingangsspannung sein muß, läßt sich zunächst nicht genau sagen. Einen gewissen Anhaltspunkt kann die Skala des Aussteuerungsmessers bieten. Aber auch eine überschlägliche Rechnung kann weiterhelfen. Dazu ermittelt man aus der Schaltung den ungefähren Eingangswiderstand des Rundfunkeingangs. Da die Norm eine Mindesteingangsspannung von $0,1 \text{ mV}$ je 1 kOhm Eingangswiderstand vorschreibt, ergibt sich: R_E (in kOhm) $\cdot 0,1 \text{ mV} \approx U_E$ (in mV) für Vollaussteuerung.

Steht die benötigte Eingangsspannung ungefähr fest, so wird mit dem Tonbandgerät unter Verwendung des Leerteils des jeweils vorgeschriebenen DIN-Bezugsbandes eine Aufnahme gemacht. Nach dem Zurückspulen spielt man diese Aufnahme ab, wobei an den Wiedergabeverstärker der Klirrfaktormesser angeschlossen sein muß. Vollaussteuerung ist dann erreicht, wenn der Klirrfaktor $k_g = 3\%$ ist. Gegebenenfalls ist die Eingangsspannung so lange zu verändern und der Aufnahme-Wiedergabevorgang so oft zu wiederholen, bis diese Bedingung erfüllt ist.

Diese Wiedergabespannung, bei der sich $k_g = 3\%$ ergibt, ist die Bezugsspannung für alle weiteren Messungen. Nach der Ermittlung dieses Wertes dürfen die Einstellregler für den NF- und HF-Strom nicht mehr verändert werden, da sich sonst der Klirrfaktor und damit die Bezugsspannung ändern würde.

2.2. Übertragungsbereich

Der Übertragungsbereich hat hier (anders als bei Verstärkern) nicht eine symmetrische Toleranzgrenze, sondern ein Toleranzfeld (Bild 15). Diese Art, die zulässige Grenze zu bestim-

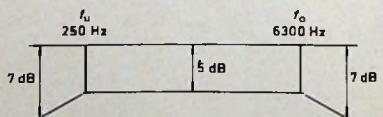


Bild 15. Toleranzfeld des Übertragungsbereichs

men, trägt den speziellen Frequenzgangentzerrungen Rechnung, die in Tonbandgeräten bei Aufnahme und Wiedergabe zur Erreichung eines möglichst linearen Übertragungsbereichs erforderlich sind. Die im Bild 15 angegebenen Eckfrequenzen sind auch hier wiederum Mindestforderungen, die in Richtung eines größeren

ren Übertragungsbereichs natürlich verschoben werden dürfen. Das Toleranzfeld gilt bei Eigenaufnahme und anschließender Wiedergabe sowie auch bei Wiedergabe des DIN-Bezugsbandes. In beiden Fällen muß der Frequenzgang innerhalb der im Bild 15 dargestellten Grenzen liegen.

Zur Messung des Übertragungsbereichs werden ein Sinusgenerator, ein DIN-Bezugsband (für die jeweilige Bandgeschwindigkeit) und ein NF-Röhrenvoltmeter benötigt. Der Sinusgenerator wird normgerecht (das heißt bei Eingang „Rundfunk“ über 470 kOhm, bei „Mikrofon“ über 10 kOhm und bei „Platte“ direkt) an den Aufnahmeverstärker des zu prüfenden Tonbandgerätes angeschlossen. Um dabei die Kapazität des üblicherweise an diesen Eingängen liegenden Kabels zu berücksichtigen, ist ein Kondensator von etwa 250 pF vom Verstärkereingang nach Masse zu legen. Dann schaltet man das Tonbandgerät auf „Aufnahme“ und stellt bei Geräten mit Pegelreglern diesen auf größte Verstärkung. Bei Geräten mit automatischer Pegelaussteuerung ist die Automatik außer Betrieb zu setzen. Hierzu sind die Anleitungen der Hersteller zu beachten.

Die Eingangsspannung wird nun so weit erhöht, bis Vollaussteuerung erreicht ist, und dann mit Hilfe des Pegelreglers um 26 dB abgesenkt (26 dB $\Delta 1 : 20$). Bei Automatik-Geräten kann das durch Anlegen einer konstanten Gleichspannung an das Stellglied oder durch Einschalten eines ohmschen Wi-

derstandes an Stelle des Automatik-Stellgliedes erreicht werden. Die Dämpfung von 26 dB ist nötig, um den Aufnahmeverstärker, der eine starke Höhen- und Tiefenanhebung enthält, bei der Messung nicht zu übersteuern. Auch hierbei sind die Anweisungen des Herstellers zu befolgen.

Nun wird eine Aufnahme auf dem Leerteil des DIN-Bezugsbandes mit beliebig vielen Einzelfrequenzen gemacht. Die anschließende Wiedergabe dieser Aufzeichnung über den Wiedergabeverstärker, an dessen Ausgang das NF-Röhrenvoltmeter angeschlossen ist, gibt Aufschluß über Frequenzgang und Übertragungsbereich des Tonbandgerätes bei Eigenaufnahme. Läßt sich der so ermittelte Übertragungsbereich im Toleranzfeld nach Bild 15 unterbringen, so entspricht das Gerät in diesem Punkt den Hi-Fi-Forderungen.

Da die Wiedergabeentzerrung normiert ist, um ein Abspielen von Aufnahmen verschiedener Tonbandgeräte bei gleichbleibender Qualität auf einem beliebigen Gerät zu ermöglichen, muß anschließend auch der Übertragungsbereich des Wiedergabeteils getestet werden. Dazu wird das für die jeweilige Bandgeschwindigkeit vorgeschriebene Bezugsband aufgelegt und dessen Frequenzgangteil über den Wiedergabeverstärker abgespielt. Der sich dabei ergebende Frequenzgang muß ebenfalls im Toleranzfeld nach Bild 15 liegen.

(Schluß folgt)

Ausbildung

Elektronik-Lehrgänge in Lübeck, Kiel und Neumünster

Im Winterhalbjahr 1972/73 führt die Elektronik-Schulungsstätte der Handwerkskammer Lübeck in Lübeck, Kiel und Neumünster folgende Elektronik-Lehrgänge durch:

Lübeck

Praktische Elektronik (Beginn: 1. 11. 1972)

Elektronische Grundlagen der Elektronik (Beginn: 6. 11. 1972)

Bauelemente der Elektronik (Beginn: 8. 1. 1973)

Grundschaltungen der Elektronik (Beginn: 9. 1. 1973)

Kiel

Elektronische Grundlagen der Elektronik (Beginn: 11. und 13. 9. 1972)

Bauelemente der Elektronik (Beginn: 11. und 12. 9. 1972)

Grundschaltungen der Elektronik (Beginn: 12. 9. 1972)

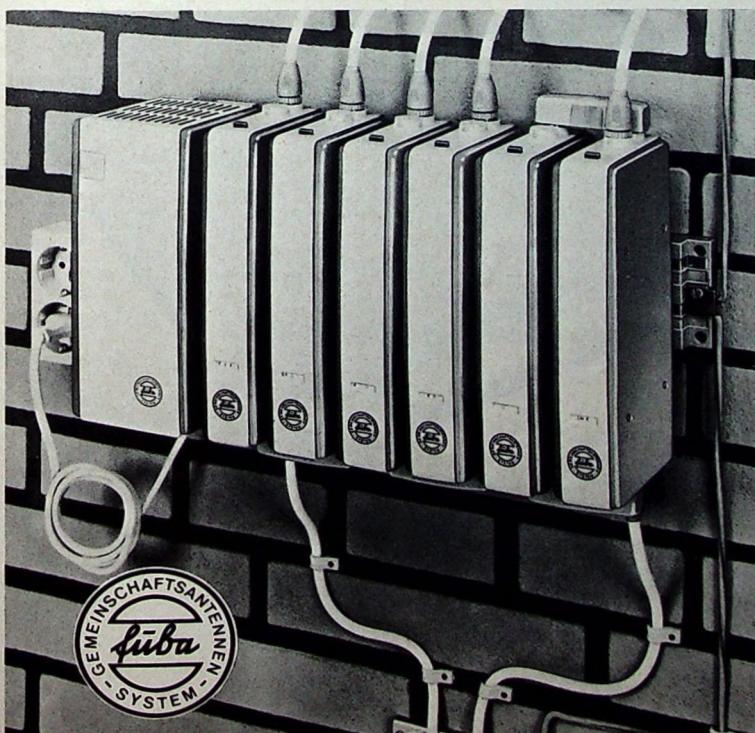
Neumünster

Elektronische Grundlagen der Elektronik (Beginn: 26. 10. 1972)

Grundschaltungen der Elektronik (Beginn: 30. 10. 1972)

Alle Lehrgänge werden im Abendunterricht zweimal wöchentlich mit je 3 bis 4 Unterrichtsstunden durchgeführt. Ausführliche Programme können bei der Elektronik-Schulungsstätte der Handwerkskammer Lübeck, 24 Lübeck, Breite Straße 10-12, Telefon: (04 51) 7 17 41-34, angefordert werden.

fuba GS 3000



Systemgerecht in jedem Detail!

fuba GS 3000, ein neues Verstärker-System, das dem heutigen Stand der Entwicklung entspricht. Es ist auf die Forderung der Zukunft abgestimmt, immer mehr Teilnehmer mit immer mehr Programmen zu versorgen. Praxisfreundliche Montage, höchste mechanische und elektrische Sicherheit sowie Zuverlässigkeit sind Kennzeichen dieses neuen zukunftssicheren Verstärker-Systems: fuba GS 3000.



Ihre Kunden stellen höchste Ansprüche an die Technik!

Warum nicht auch an die Form?

Bieten Sie Ihren Kunden eine Hi-Fi-Anlage, die genauso klingt, wie sie aussieht. Den Hi-Fi-Stereo-Set 1000 Quadrosound. Das ist der Anfang einer neuen Hi-Fi-Dimension. Perfekte Technik im neuen, unserer Zeit angepaßten Gewand. Und der Preis zeigt, daß besonderer Geschmack nicht immer teuer erkauft werden muß. Der Hi-Fi-Stereo-Set 1000 Quadrosound — bestehend aus dem



Hi-Fi-Stereo-Set 1000 Quadrosound

ELAC

volltransistorisierten Receiver 1000 T mit 2x30 Watt Musikleistung, 2 Lautsprecherboxen LK 1000 sowie 2 Quadrosound-Lautsprechern — kostet insgesamt 1560,- DM. Wenn Sie und Ihre Kunden mehr wissen wollen, schreiben Sie uns. Wir senden Ihnen gern ausführliche Prospekte.
ELAC ELECTROACUSTIC GMBH,
23 Kiel, Postfach.

Preiswerte Halbleiter 1. Wahl

AA 116	DM 0,50
AC 187/188 K	DM 3,45
AC 192	DM 1,20
AD 133 III	DM 6,95
AF 139	DM 2,80
AF 239	DM 3,60
BA 170	DM 0,25
BAY 18	DM 0,60
BC 107	DM 1,-
BC 108	DM 0,90
BC 109	DM 1,05
BC 170	DM 0,70
BC 250	DM 0,75
BF 224	DM 1,50
BF 245	DM 2,30
ZF 2,7 ... ZF 33	DM 1,30
1 N 4148	DM 0,30
2 N 708	DM 1,75
2 N 2219 A	DM 2,20
2 N 3055 (RCA)	DM 6,80

Alle Preise inkl. MWSt. Bauteile-Liste anfordern. NN-Versand

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

BLAUPUNKT Auto- und Kofferradios

Neueste Modelle mit Garantie. Einbauzubehör für sämtliche Kfz.-Typen vorrätig. Sonderpreise durch Nachnahmeversand. Radiogroßhandlung W. Kroll, 51 Aachen, Postfach 865, Tel. 7 45 07 — Liste kostenlos

FRANZ SCHUSTER electronic elemente

Aus unserem Programm:

10 Widerstände 0,5 W	DM 0,90
BC 148 A	DM 0,80
BCY 58 VIII	DM 1,20
Thyristoren 100 V 3A	DM 4,60
Thyristoren 400 V 3A	DM 6,50
Triac 400 V 6A	DM 9,50
Diode 400 V 2A	DM 2,50
Diode 100 V 1A	DM 0,60
BAY 18	DM 0,52

Printrelais
Leiterplatten
Kondensatoren

Laufend Sonderangebote!

Wir senden Ihnen gerne kostenlos Unterlagen. F. SCHUSTER
678 Pirmasens, Spitalstraße 5

Führendes Fabrikat der High-Fidelity sucht

für die Postleitzahlen
2, 3, 6, 7 und 8 seriöse
Stützpunktgrossisten, welche
den Hi-Fi-Fachhandel
beliefern. ZUSCHRIFTEN
ERBETEN UNTER F. M. 8553

KARLGUTH

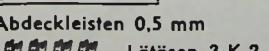
1 BERLIN 36



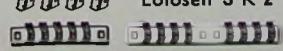
Dresdener Str. 121/122

STANDARD- LÖTÖSEN-LEISTEN

Abdeckleisten 0,5 mm



Lötosen 3 K 2



Lochmitte : Lochmitte 8 mm

Meterware: -selbst trennbar!

Als eingeführtes Unternehmen der Laborhandels-Branche vertreiben wir Analysengeräte und Automaten für das klinische Labor.

Zur Betreuung dieser interessanten Geräte und zur Leitung unserer im Aufbau befindlichen Service-Abteilung

stellen wir einen Mitarbeiter ein, der über fachliche Qualifikationen (Fernsehtechniker-HTL oder Abendschule) hinaus auch kaufmännisch-organisatorische Aufgaben wahrnehmen kann.

Dieser anspruchsvollen Aufgabe entsprechend, wird der neue Mitarbeiter zusätzlich zu Gehalt und Sozialleistungen am Erfolg der Kundendienstabteilung beteiligt.

Bewerber bitten wir neben den üblichen Unterlagen auch eine Kurzbeschreibung ihrer derzeitigen Tätigkeit unter Berücksichtigung der organisatorischen Aufgaben beifügen zu wollen. Bitte nennen Sie uns Ihren frühesten Einstellungstermin.

SHANDON LABORTECHNIK GMBH

6000 Frankfurt 50
Karl-von-Drais-Straße 18

Berlin

Zur Ergänzung unserer Redaktion
suchen wir einen

jüngeren Mitarbeiter

der Fachrichtung Hochfrequenztechnik.

Herren mit praktischen Erfahrungen in Wirtschaft oder Presse, die an einer entwicklungs-fähigen Dauerstellung interessiert sind, bitten wir um eine ausführliche Bewerbung mit Lebenslauf, Tätigkeitsnachweis und Gehaltsanspruch unter F. B. 8543

mascot

Stromversorgungs- einheiten



Netzteile für Batterie-Geräte

Typ	Eing.	Ausgang
684	220 V	7,5/9 V ... 0,5 W
704	220 V	45-12 V ... 2,4 W
696	220 V	7,5-15 V ... 4,8 W
682	220 V	6-12 V ... 12 W
710	220 V	8-16 V ... max. 2 A mit Instrument

Gleichspannungs- wandler

Typ	Eing.	Ausgang
692	6 V	12 V ... max. 2 A
695	24 V	12 V ... max. 1 A
707	6/12 V	12/24V ... max. 3/1.5 A
712	24 V	12 V ... max. 3 A

Minilader

Typ	Eing.	Ausgang
691	220 V	20 und 100 mA

Mascot - Stromversorgungseinheiten sind in ganz Skandinavien wegen ihrer großen Betriebssicherheit und guten Stabilität bekannt. Alle Netztransformatoren werden mit 4000 V, 50 Hz geprüft. Technische Daten sind auf Anfrage erhältlich.

NB. Für Großverbraucher können Spezialausführungen geliefert werden.



MASCOT ELECTRONIC A/S

Fredrikstad Norge — Telefon (031) 11 200

130 neue Elektronik- Bausätze

Hochinteressante Schaltungen
für Anfänger und fortgeschrittenen
Bastler! Katalog A8 kosten-
Technik-KG. 28 Bremen 33

Ich möchte Ihre überzähligsten

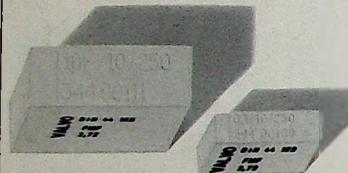
RÖHREN und TRANSISTOREN

in großen und kleinen Mengen kaufen
Bitte schreiben Sie an
Hans Kaminzy
& München-Solln - Spindlerstr. 17

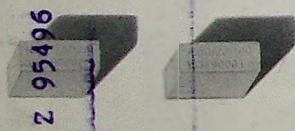
Valvo- Kunststofffolien- Kondensatoren.

Wir haben unser Angebot an Kunststofffolien-Kondensatoren für die Industrie- und Unterhaltungselektronik um sieben neue Bauformen erweitert.

MKT-344
für erhöhte Anforderungen
nach DIN 44122



KT-353
für erhöhte Anforderungen



MKT-359/7,5
folienumhüllte Kondensatoren
mit sehr geringen Abmessungen



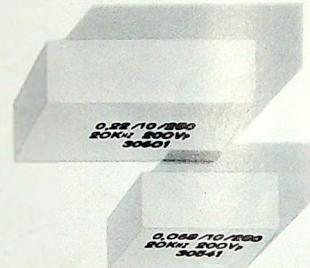
PKP-278
für hohe Spannungs- und
Strombelastungen



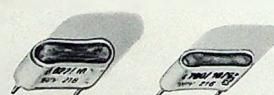
PKT-276
für Entstörzwecke



KP-357
für hohe Spannungs- und
Strombelastungen



KP-303
mit kleinem Verlustfaktor,
austauschbar gegen
KS-Kondensatoren



Sieben neue Bauformen.

93327

Unser Handbuch »Kunststofffolien-Kondensatoren 1972« erhalten Sie unter Bezug auf Nr. 1129 von

VALVO GmbH
2 Hamburg 1 Burchardstraße 19
Telefon (0411) 32 96 588



VALVO

Bauelemente
für die gesamte
Elektronik

A 07721129