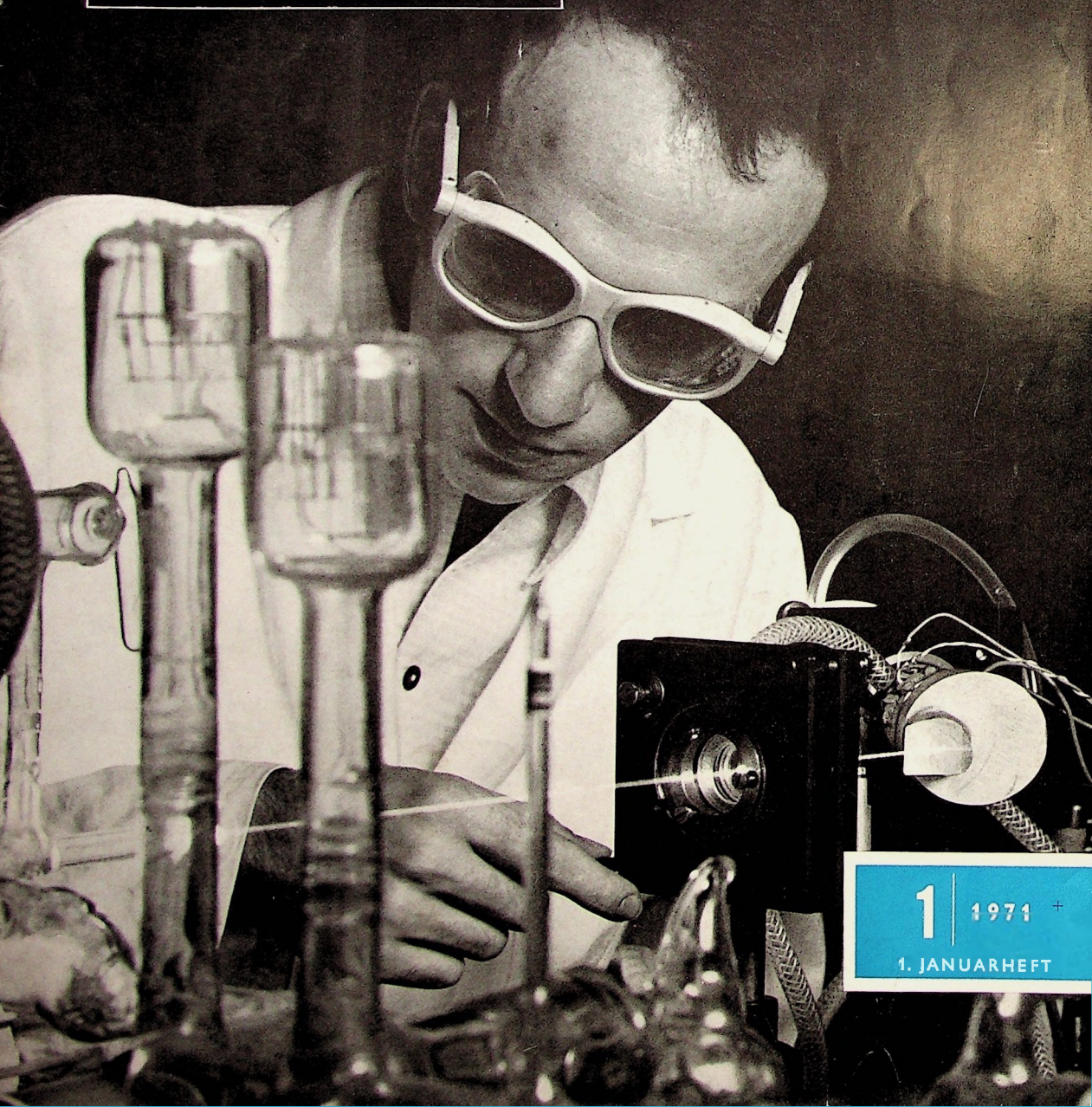


A 3109 D

BERLIN

FUNK- TECHNIK

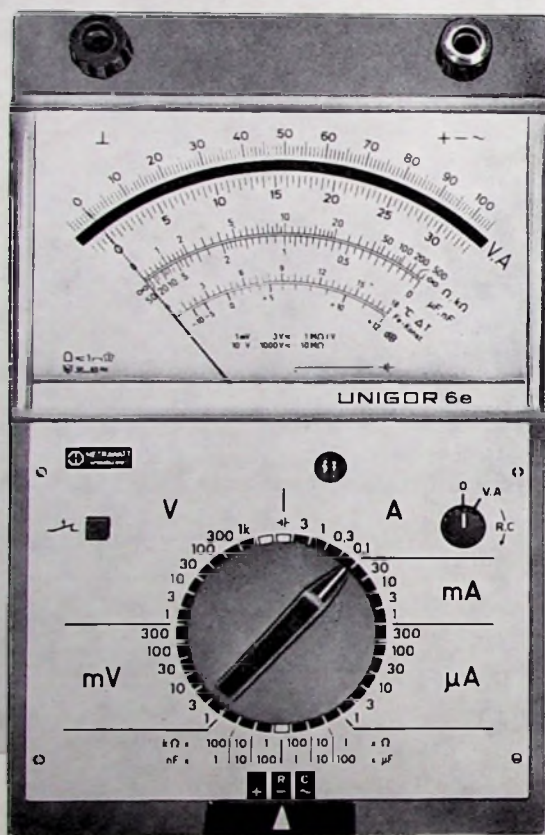


1 | 1971 +

1. JANUARHEFT

1.000.000

Ω/V



Der hohe Eingangswiderstand von $1\text{ M}\Omega/V$ bei Gleich- und Wechselstrom ermöglicht einen universellen Einsatz des neuen Vielfachmessers.

UNIGOR^{*} 6e

im Rundfunk- und Fernsehservice,
Prüf- und Labor.

Der große Meßbereichumfang

- 55 Gleich- und Wechselstrombereiche
- 13 dB-Meßbereiche
- 6 Widerstands-Meßbereiche
- 6 Kapazitäts-Meßbereiche
- 2 Temperatur-Meßbereiche

sowie die hohe Klassengenauigkeit von 1% in allen Meßbereichen geben dem Gerät eine Spitzenstellung in der bewährten UNIGOR-Typenreihe.

Weitere Vorzüge des UNIGOR 6e:

- Gemeinsame linear geteilte A-V-Skala für alle Gleich- und Wechselstrombereiche
- Überlastungsschutz
- Spannbändlagerung des Meßwerkes
- Driftfrei durch Zerhackerverstärker

- Echte Kapazitätsmessung über eingebauten Wechselspannungsgenerator
- Temperaturmeßbereiche mit Thermofühler Fe-Konst.
- Umpoler für Gleichstrom
- Übersichtliche Anordnung der Bedienungselemente



METRAWATT AG NÜRNBERG

Schoppershofstr. 50-54 • Tel. (0911) 51051 • FS 0622924

^{*} Ein Produkt der Goerz-Elektro GmbH, Wien, in Deutschland im Vertriebsprogramm der METRAWATT AG

gelesen · gehört · gesehen	4
FT meldet	6
Internationale Funkausstellung 1971 Berlin · Unterhaltungs- elektronik — erstmalig weltweit	7
Fernsehsatellitensysteme	8
Halbleiter	
Automatische Herstellung von Masken für integrierte Schaltungen	11
Persönliches	12
Farbfernsehen	
Aktive Konvergenzschaltung für 110°-Farbbildröhren	13
Neue Bücher und Broschüren	15
Fernsehen	
Übersicht über Tuner in Fernsehempfängern	16
Technik von morgen	
Verfahren zur Nachrichtenübertragung und Datenaf- zeichnung mit Lasern	19
Tagungs- und Ausstellungskalender	21
Lautsprecher	
Hi-Fi-Lautsprecher-Bausatz „50-4“	22
Bericht von der electronica 70	
Technik der Dickschicht- und Dünnschichtschaltungen	23
Angewandte Elektronik	
Einbruchs- und Überfall-Meldeanlagen	25
Meßtechnik	
Signalverfolger mit vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten	28
Einfacher Resonanz-Frequenzmesser	31
Verstärker	
NF-Verstärker mit integrierter Schaltung TAA 621 für 1,5 W Ausgangsleistung	32
Service-Technik	
Universal-Bowdenzug „965/DX“	33
Abgleichbesteck „800/NTX“	33
Der „Wassersack“ in Antennenanlagen	34
Unser Titelbild: Laboraufbau einer optischen Speichereinrichtung mit Ionen-Gaslaser (s. a. S. 19—21). Aufnahme: AEG-Telefunken	
Aufnahmen: Verleger, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser	

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1. Berlin 52
(Borsigwalde), Eichborndamm 141—147. Tel.: (0311) 4 12 10 31. Telex:
01 81 632 vrkt. Telegramme: Funktechnik Berlin. Chefredakteur: Wilhelm
Roth; Stellvertreter: Albert Jänicke, Ulrich Radke, sämtlich Berlin.
Chefredakteur: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigen-
leitung: Marianne Weidemann; Chelographiker: B. W. Beerwirth.
Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH.
Postcheck-Konto: Berlin West 76 64 oder Bank für Handel und Indus-
trie AG, 1. Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint
monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis laut Preisliste.
Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden.
Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Foto-
kopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen
daraus sind nicht gestattet. — Satz und Druck: Druckhaus Tempelhof



Neuerscheinung

WINFRIED KNOBLOCH

PRÜFEN · MESSEN · ABGLEICHEN

Service an Farbfernseh- empfängern

PAL · SECAM

Aus dem Inhalt:

Einleitung

- Blockschaltplan eines Schwarzweißfernsehempfängers
- Allgemeiner Blockschaltplan eines Farbfernsehempfängers
- Blockschaltplan eines NTSC-Farbfernsehempfängers
- Blockschaltplan eines PAL-Farbfernsehempfängers
- Blockschaltplan eines SECAM-Farbfernsehempfängers

Allgemeines über den Farbfernsehempfänger-Service

- Aufstellen eines Farbfernsehempfängers beim Kunden
- Werkstatt-Service

Bausteine der Farbfernsehempfänger

- Luminanzteil
- Chrominanzteil in PAL-Farbfernsehempfängern
- Chrominanzteil in SECAM-Farbfernsehempfängern
- Ablenkteile
- Netzteil

Sonderprobleme

- Simple-PAL-Empfänger

Weitere Hinweise für den PAL-Service

- FuBK-Testbild für Farbe und Schwarzweiß
- Allgemeine Abgleichhinweise

Wie wird sich der Farbfernsehempfänger-Service weiter entwickeln?

ISBN 3 87853 015 3

176 Seiten · 64 Bilder
Ganzleinen 23,— DM

*Zu beziehen durch jede Buchhandlung
im Inland und Ausland, durch Buchver-
kaufsstellen (Fachhandlungen mit Lite-
ratur-Abteilung) sowie durch den Verlag.*

**VERLAG FÜR
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH**

1 BERLIN 52 (Borsigwalde)



Kommission untersucht Möglichkeiten zur Abhilfe von schlechtem Funkempfang durch hohe Bauwerke

Im Bundespostministerium fand am 1. 12. 1970 die konstituierende Sitzung einer Kommission statt, die Lösungsvorschläge für die rechtliche Regelung der durch hohe Bauwerke verursachten Beeinträchtigungen des Ton- und Fernseh-Rundfunkempfangs erarbeiten soll. Die Beeinträchtigung des Rundfunkempfangs durch hohe Bauwerke nimmt in den letzten Jahren insbesondere in Großstädten immer mehr zu und ist vielerorts zu einem Problem geworden. Die Kommission setzt sich aus Mitgliedern des „Arbeitskreises Rundfunkempfangsantennen“ zusammen, dem Behörden, Rundfunkanstalten und Verbände angehören, die an Fragen des Rundfunkempfangs interessiert sind.

Rufzeichenliste der deutschen Amateurfunkstellen

Bestellungen von Funkamateuren und anderen Interessenten für die neue Rufzeichenliste der deutschen Amateurfunkstellen – Ausgabe 1970 – werden jetzt von allen Postämtern entgegengenommen. Abgabepreis: 6,- DM.

FTG-Tagung 1971 in Berlin

Die 19. Jahrestagung der Fernseh-Technischen Gesellschaft e. V. (FTG) findet im Anschluß an die Internationale Funkausstellung vom 7. bis 10. September 1971 in Berlin statt. Tagungsort ist der Große Hörsaal des Elektrotechnischen Instituts (HE 101) der Technischen Universität Berlin.

Ausstellung „Hobby 71“

Die vom 12.–20. 6. 1971 in den Karlsruher Kongreß- und Ausstellungshallen stattfindende Großausstellung „Hobby 71“ soll mit vielen neuen Anregungen nicht nur beispielsweise die „Bauherren“ von ferngelenkten Flug-, Schiffs-, Autobahn- oder Eisenbahn-Modellen ansprechen, sondern auch Amateurfunker.

Tonband-Weltstreit „Humor“

Zu einem internationalen Weltstreit ruft der Agfa-Gevaert-Tonbandclub in Mortsel (Belgien) Tonjäger aus dem In- und Ausland auf; das Thema: „Humor“. 10 000 belgische Fran-

ken (etwa 730,- DM) winken dem, dessen Band von einer internationalen Jury in bezug auf Originalität, Technik und künstlerischen Wert als das beste erkoren wurde. Bis zum 31. März 1971 müssen die Wettbewerbsarbeiten, die in den Sprachen Deutsch, Niederländisch, Englisch, Französisch und Spanisch eingereicht werden können, an den Veranstalter eingesandt werden. Wettbewerbsbedingungen und Teilnahmeformulare sind anzufordern beim Sekretariat des Veranstalters (J. Elsmoortel, Rombaut Keldermansstraat 8, 2520 Edegem/Belgien).

Neue Materialien für die Elektronik

Die Degussa, Frankfurt a. M., hat auf der electronica 70 erstmals auch organische Verbindungen von Edel- und Unedelmetallen in Form von Pulvern und Lösungen zur Herstellung von einbrennbaren Leiterbahnen und Widerständen angeboten. Außerdem hat das Unternehmen die für die Herstellung von Präparaten lieferbaren Edelmetallpulver um Legierungspulver aus Gold-Palladium und Silber-Palladium in verschiedenen Zusammensetzungen und um kupferfreie Silberpulver ergänzt.

Glasfaserkabel für optoelektronische Nachrichtensysteme

Die Standard Telecommunication Laboratories in Harlow (England) entwickelten ein Kabel, dessen haardünne Glasfaseradern wie Drahtadern mit Kunststoff umhüllt sind. Das Kabel ist flexibel und läßt sich in vorhandene Kabelschächte einziehen. Studien über ein optoelektronisches Nachrichtensystem für Glasfaserkabel mit Übertragungsgeschwindigkeiten von 100... 500 Mbit/s (1500... 7500 Sprechkanäle je Glasfaserpaar) versprechen gute Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu PCM-Systemen mit Koaxialkabeln. Eine Weiterentwicklung bis zu Geschwindigkeiten von 1... 2 Gbit/s ist zu erwarten. Die Fertigstellung des ersten funktionsfähigen Systems soll weniger als fünf Jahre beanspruchen.

Philips setzt Farbfernsehlehrgänge auch 1971 fort

Die Deutsche Philips GmbH wird 1971 weitere 40 Farbfernsehlehrgänge durchführen, wobei der Schwerpunkt auf der 110°-Ablenktechnik liegen wird. Je Kursus sind 28 Teilnehmerplätze vorhanden. Alle Kurse finden in Hamburg statt. Die Deutsche Philips GmbH stellt hierfür unter anderem kostenfreie Übernachtungen in Vertragshotels zur Verfügung. Anmeldungen über die Philips-Filialbüros sind noch möglich.

Fachlehrgang für Verkäufer im Radio-, Fernseh- und Phono-Fachhandel

Die Einzelhandels-Schulungsstätte in Springe führt in der Zeit vom 18. bis 23. Januar 1971 in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Radio- und Fernseh-Fachverband e. V. wieder einen Fachlehrgang durch, der ganz speziell auf das Verkaufspersonal ausgerichtet ist. Dieser Kursus eignet sich besonders für Verkäufer – nicht für Servicetechniker –, aber auch für befähigte Lehrlinge im 3. Lehrjahr. Die Kosten des 6tägigen Lehrganges betragen einschließlich Unterkunft und Verpflegung 185,- DM. Anmeldungen an: Einzelhandels-Schulungsstätte Springe, 3257 Springe, Kurzer Gring 47; Telefon (0 50 41) 20 03.

EDV-Schulung bei der NCR

Die NCR bietet Kurse an, die in die Programmierung und Datenverarbeitung einführen. Das Kursprogramm basiert auf dem Computer „NCR Century“. Alle Kurse werden in dem firmeneigenen EDV-Schulungs-Center in Augsburg abgehalten. Aus dem Kursprogramm einige Beispiele: zweitägige Seminare zur Einführung in die „NCR Century“-Serie: 9. Februar, 20. April und 22. Juni 1971 (für die Teilnahme an diesen Seminaren werden keine Gebühren erhoben); zweitägige Seminare über „NCR Century“-Programmiersprachen: 23. Februar, 27. April, 29. Juni 1971.

Auskunft über das gesamte Kursprogramm: NCR, EDV-Schulungs-Center, 89 Augsburg, Kobelweg 12½; Telefon (08 21) 40 85, Durchwahl 82 12.

Neue Fassung:

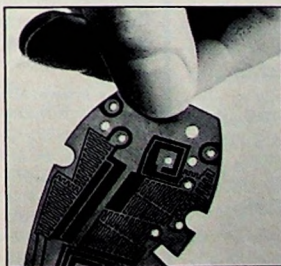
„Allgemeine Ton- und Fernseh-Rundfunkgenehmigung“

Der Bundesanzeiger vom 16. 12. 1970 enthielt eine neue Fassung vom 11. 12. 1970 für die „Allgemeine Ton- und Fernseh-Rundfunkgenehmigung“, die ab 1. 1. 1971 gilt. Gewiesen sei daraus unter anderem auf die Auflagen 1 bis 4 für die Erteilung der Genehmigung:

1. Ton- und Fernseh-Rundfunkempfänger müssen den „Technischen Vorschriften für Ton-Rundfunkempfänger“ und den „Technischen Vorschriften für Fernseh-Rundfunkempfänger“ in ihrer jeweils geltenden Fassung entsprechen.
Bei Änderungen der „Technischen Vorschriften“, die im Amtsblatt des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen veröffentlicht werden, finden die Änderungen auf schon errichtete und betriebene Ton- und Fernseh-Rundfunkempfänger keine Anwendung, solange durch den Betrieb der Rundfunkempfänger andere Fernmeldeanlagen nicht gestört werden.
2. Durch Ton- oder Fernseh-Rundfunkempfänger darf der Betrieb anderer Fernmeldeanlagen (einschließlich Rundfunkempfangsanlagen) nicht gestört werden.
3. Mit Ton- oder Fernseh-Rundfunkempfängern dürfen nur Sendungen des Rundfunks empfangen werden, andere Sendungen (z. B. des Polizeifunks, des öffentlichen beweglichen Landfunks) dagegen nicht.
Werden unbeabsichtigt andere Sendungen empfangen, so dürfen sie weder aufgezeichnet, noch anderen mitgeteilt, noch für irgendwelche Zwecke ausgewertet werden. Das Vorhandensein solcher Sendungen darf auch nicht anderen zur Kenntnis gebracht werden.
4. Wer auf Grund dieser Genehmigung einen Ton- oder Fernseh-Rundfunkempfänger betreibt, hat bei einer Änderung der kennzeichnenden Merkmale von Ton- oder Fernseh-Rundfunksendern (insbesondere bei Änderung des Sendeverfahrens oder bei Frequenzwechsel) die gegebenenfalls notwendig werdenden Änderungen an seiner Ton- oder Fernseh-Rundfunkempfangsanlage auf seine Kosten vornehmen zu lassen. Er hat Antennen, Erd- oder Anschlußleitungen auf seine Kosten zu ändern, wenn sie den Ausbau, die Änderung oder die Aufhebung von Fernmeldeanlagen, die öffentlichen Zwecken dienen, behindern.



Haargenau ist untertrieben



❖ Für die Präzision dieser Antennenweiche würde eher die Bezeichnung „mikrogenau“ zutreffen. Das ist nämlich eine kopierte Schaltung, hergestellt mit Kalle-Fotoresist. Die technischen Pluspunkte der Kalle-Fotoresists: schnell trocknend, Auflösung randscharf, leicht zu entschichten. Sie werden zur Herstellung von Leiterplatten für die Elektroindustrie ebenso erfolgreich verwendet wie zum Formteilätzen für Feinmechanik und Elektroindustrie. Außerdem überall dort, wo Bildelemente präzise

auf Werkstoffe übertragen und bearbeitet werden sollen. Kalle-Fotoresists bedeuten höchste Fertigungsgenauigkeit. Auf Wunsch ausführliche anwendungstechnische Vorführung - bitte schreiben Sie uns.

KALLE

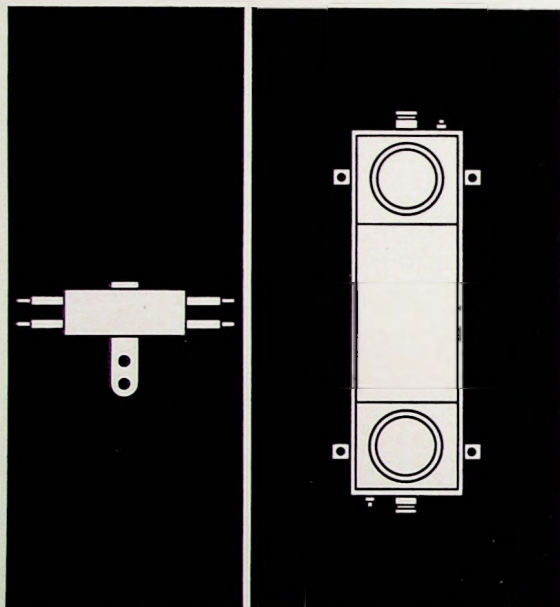
Kalle Aktiengesellschaft · D 6202 Wiesbaden-Biebrich

Kalle-Fotoresists



Hydra-
Kondensatoren

Funk- Entstörfilter

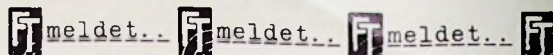


Entstörfilter im Metallrohr mit Befestigungslasche für die Funk-Entstörung von Geräten und Maschinen, die an 2-Phasen Wechselstromnetzen betrieben werden. Querkapazität 0,1 μ F; Schutzkapazität 2×2500 pF. Induktivitäten von 2×1 bis 2×6 mH. Betriebsströme von 1 bis 16 A. Entstörfunktion von 0,1 MHz bis 50 MHz. Der Dämpfungsbereich der Störspannung liegt zwischen 40 und 50 dB.

Entstörfilter als Vorschaltgeräte im Metallgehäuse mit HF-dichten Kammern. Zweileiter- und Vierleitertypen

- I) für Sammelsteuerungen (z. B. Aufzüge, Datenverarbeitungsanlagen usw.) wenn der Funkstörgrad „N“ gefordert wird.
Für Betriebsströme von 6 - 500 A.
- II) speziell für die Entstörung von gesteuerten Halbleitern (z. B. Wechselrichter und Gleichrichter).
Für Betriebsströme von 10 bis 35 A.
- III) für Anlagen und Geräte, wenn der Funkstörgrad „K“ gefordert wird. Ferner für die Netzverriegelung von Prüfkabinen sowie Meßkabinen für Technik und Medizin. Diese Entstörfilter weisen über einen weiten Frequenzbereich eine sehr hohe Störspannungsdämpfung auf und sind daher für höchste Anforderungen geeignet.
Für Betriebsströme von 6 bis 140 A.

Hydrawerk AG., 1 Berlin 65, Drontheimer Str. 28/34



Preisbindung für Farbfernsehergeräte aufgehoben

Die 4. Beschlußabteilung des Bundeskartellamtes hat am 1. Dezember 1970 durch Beschlüsse nach § 17 Abs. 1 GWB sämtliche Preisbindungen für Farbfernsehergeräte der Hersteller AEG-Telefunken, Blaupunkt, Philips, Imperial, Graetz, Grundig, Loewe Opta, Metz, Nordmende, Schaub-Lorenz, Siemens und Wega für unwirksam erklärt. Preisgebunden bleiben nur die Farbempfänger der Firmen Braun und Saba. Wega hat gegen den Beschluß des Bundeskartellamtes Beschwerde eingelegt, die aufschiebende Wirkung hat.

Entwicklung der AEG-Telefunken-Gruppe im Geschäftsjahr 1970

Die AEG-Telefunken-Gruppe wird im Geschäftsjahr 1970 einen gegenüber dem Vorjahr um rund 20 % erhöhten Weltumsatz von 9 Mrd. DM erreichen, während der Auftragszugang 9,5 Mrd. DM übersteigen und damit - trotz der deutlich erkennbaren Konjunkturabschwächung - ein zufriedenstellendes Niveau erreichen wird. Die Investitionen einschließlich des Sachanlagevermögens der Neuerwerbungen werden wiederum 0,5 Mrd. DM betragen, und die Abschreibungen werden in der Größenordnung von 300 Mill. D-Mark liegen. Die Fertigungskapazitäten der Fabriken sind überwiegend voll ausgelastet. Im Sektor Unterhaltungselektronik ist jedoch zur kurzfristigen Anpassung an marktbedingte Sonderentwicklungen eine zeitlich befristete Einschränkung der Beschäftigung vorgesehen.

Zusammenarbeit AEG-Telefunken und Zanussi

Die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken, Berlin/Frankfurt a. M., und die Industrie A. Zanussi S. p. A., Pordenone, beabsichtigen, ihre vor mehreren Jahren begonnene Zusammenarbeit durch die Gründung einer neuen Produktionsgesellschaft, die Zanussi Elettrodomestici S. p. A. mit Sitz in Pordenone, zu vertiefen. Die Industrie A. Zanussi S. p. A. wird unter Aufrechterhaltung ihrer Selbständigkeit ihre Fertigungskapazitäten im Hausgerätebereich auf diese neue Produktionsgesellschaft übertragen. Am Kapital dieser Gesellschaft werden die Industrie A. Zanussi S. p. A. mit 74,99 % und AEG-Telefunken mit 25,01 % beteiligt sein.

Erster EVR-Lizenzvertrag in Japan unterzeichnet

Die EVR-Partnership, London, und Hitachi Ltd., Tokio, haben ihren ersten Lizenzvertrag zur Fabrikation von EVR-Tele-Kassettenabspielgeräten in Japan und deren Vertrieb auf internationaler Ebene abgeschlossen. Die EVR-Partnership umfaßt die drei Firmen ICI, Columbia Broadcasting System und CIBA.

Überregionaler Distributor Celdis

Die Celdis Vertrieb Elektronischer Bauelemente GmbH, 8 München 80, Orleansplatz 5, die aus dem Zusammenschluß der Firma Wedi mit dem englischen Distributor Celdis entstand, arbeitet in der Bundesrepublik als überregionaler Distributor. 1971 wird ein Verkaufsbüro in Nürnberg eröffnet. Das Vertriebsprogramm umfaßt die Firmen: Deutsche Elco, Elma-Ryam, Fairchild, Fischer-Elektronik, Frako, Friedrich & Co., Hirschmann, Preh, Ruf, Sescosem, Siemens, Vitrohm, Wickman und Wima.

SGS-Verkaufsbüro in Stuttgart

Das Vertriebsnetz der SGS Deutschland GmbH wird ab Januar 1971 durch ein Verkaufsbüro in 7 Stuttgart-Möhringen, Filderbahnstr. 37, erweitert. Die Leitung des neuen Büros übernimmt Ing. (grad.) M. Neumann. Weitere SGS-Verkaufsbüros bestehen in München, Hannover und Berlin.

Neue Hauptabteilungen Verkauf und Technischer Vertrieb bei SGS

Mit Wirkung vom 1. Januar 1971 wurde bei der SGS Deutschland GmbH aus der Hauptabteilung Marketing eine Hauptabteilung Verkauf und eine weitere Hauptabteilung Technischer Vertrieb gebildet. Die Leitung der Hauptabteilung Verkauf hat A. Kulhaneck, bisher Verkaufsleiter für die Gruppe Industrie-Elektronik, übernommen, während die Hauptabteilung Technischer Vertrieb von R. Bladowski, bisher Leiter des Entwicklungs- und Applikationslabors, geleitet wird. Diese Hauptabteilung umfaßt die Abteilungen Product-Marketing, Presse und Werbung sowie Entwicklung und Applikation.

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

**FUNK-
TECHNIK**

Internationale Funkausstellung 1971 Berlin

H.-L. STEIN

Unterhaltungselektronik - erstmalig weltweit

Wenn am Abend des 26. August 1971, vom Zweiten Deutschen Fernsehen auf dem Messegelände live produziert und gesendet, eine ganz neuartige Farbrevue von Berlin aus ihren Weg über das internationale Eurovisionsnetz nimmt, gilt die erste internationale Funkausstellung auf deutschem Boden als eröffnet. Eine Funkausstellung, die zukunftsweisend sein wird für die größten Massenmedien unserer Zeit: für Rundfunk und Fernsehen.

Funkausstellungen haben von jeher einen doppelten Zweck. Sie eröffnen die beginnende Verkaufssaison mit der Präsentation des Gesamtangebots an Geräten und Zubehör aller Art — und sie führen den sonst nur passiven „Teilnehmer“ unmittelbar in das erregende Fluidum von Sendung und Wiedergabe. Daneben bieten sie der Fachwelt detaillierte Produktinformation und das so wichtige Kontaktgespräch mit- und untereinander. All dies wird nun in Berlin vom 27. August bis 5. September 1971 in einen internationalen Rahmen gestellt, zu einer internationalen Offerte erweitert. Man wird das bundesdeutsche mit dem ausländischen Angebot vergleichen, das weltweite Fachgespräch „von Mann zu Mann“ führen und Programmproduktionen internationalen Formats verfolgen können.

Die neugeschaffene „AMK Berlin, Ausstellungs- Messe- Kongreß-GmbH“, hervorgegangen aus den Berliner Ausstellungen und dem ADB Ausstellungs-Dienst-Berlin, bietet dazu nicht nur eines der schönsten Messegelände Deutschlands, sondern auch eine um 6000 m² auf 94000 m² erweiterte Ausstellungsfläche. Sechs neue Hallen, elegant wirkend und auf praktische Weise ineinander verschachtelt, erhöhen die Hallenzahl auf insgesamt 23. Sie sind nun derart verbunden, daß der Besucher „überdacht“ das gesamte Gelände durchwandern kann. Modernste Service-Einrichtungen, darunter ein Shopping-Center und über das Terrain verteilte anreihbare Ladeneinheiten, gewährleisten ausreichende Versorgung auch großer Besuchermassen.

Ausnahmslos alle bundesdeutschen Hersteller von Rundfunk-, Fernseh-, Phono- und Tonbandgeräten sowie Produzenten von Empfangsantennen, Schallplatten, Tonbändern und jeglichem Zubehör beteiligen sich, und zwar — wie erste Informationen erkennen lassen — mit zum Teil überaus attraktiven Hallen- und Standgestaltungen. Hinzu kommen Beteiligungen aus Dänemark, Frankreich, Großbritannien, Italien, Japan, den Niederlanden, Finnland. Die Deutsche Bundespost, die ein Sonderwertzeichen und einen Sonderstempel angekündigt hat, wird auf einer großzügigen Sonderschau Einblick in die Vielfalt ihrer funktechnischen Arbeit geben. Mit Sonderschauen werden auch andere Institutionen und Organisationen, so unter anderem das Deutsche Olympische Komitee und der Deutsche Amateur-Radio-Club (DARC), vertreten sein.

Besondere Bedeutung kommt der Teilnahme der Sendeanstalten zu. Sind sie es doch, die die Atmosphäre dieser ersten internationalen Funkausstellung in zahlreichen Fernseh- und Rundfunksendungen in Stadt und Land hinaustragen. Schauplatz großer und täglicher Produktionen im Beisein des Publikums ist die zu einem Fernsehstudio ausgebaut Halle 1. In anderen Hallen werden die Besucher Selbstdarstellungen der Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland (ARD) und des Zweiten Deutschen Fernsehens (ZDF) sowie Informationsstände der Landesrundfunkanstalten und der beiden Bundesrundfunkanstalten Deutschlandfunk und Deutsche Welle vorfinden. Soweit sich — was erwartet wird — Sendeanstalten aus dem Ausland beteiligen, werden sie von ARD und ZDF gemeinsam betreut. Beide Sendedienste verbreiten während der Ausstellungstage über die drei Stadtsender ein ganztägiges Farbfernsehprogramm. Alles in allem: Rundfunk und Fernsehen werden mit einem personellen und technischen Aufwand beteiligt sein, der jedes bisherige Ausmaß übertrifft.

Berlins Messegelände eignet sich hervorragend für Rahmenveranstaltungen unterhaltsamer Art. Besonders der inmitten des Areal gelegene Sommergarten mit seinen ausladenden Grünflächen, aber auch das elegante Palais am Funkturm bieten die Möglichkeit zu Darbietungen ganz unterschiedlicher Art. Darum auch wird das Rahmenprogramm dieser Funkausstellung sehr vielfältig sein. Schon jetzt steht fest, daß es Sport vieler Disziplinen, Modeschauen, Tanzevents, Militärkonzerte und ein Feuerwerk umfassen wird. Auch die schon traditionelle ADAC-Sternfahrt und der beliebte Fußball werden nicht fehlen. Darüber hinaus wird die ganze Stadt im Zeichen der Funkausstellung stehen. Theater, Konzerte, Hotels, Gaststätten, Amüsement — die „Welle des Frohsinns“ wird jung und Alt zehn beschwingte Tage beschenken.

Alle Verkehrsverbindungen nach Berlin, insbesondere die Fluglinien, werden beträchtlich verstärkt. Interessenten, die nicht in Berlin übernachten wollen, können nach der Devise „morgens rein, abends raus“ Ein-Tages-Flüge buchen, für die auch Charterflugzeuge eingesetzt werden.

Daß all dies schon neun Monate vor Ausstellungsbeginn festgelegt werden konnte, zeugt von der ausgefeilten Organisationsarbeit, für die gerade die Funkausstellungen seit langem bekannt sind. Sie wird in einem Ausstellungsausschuß geleistet, dem Vertreter der Industrieverbände und -unternehmen, der Sendeanstalten und Bundespost, der Stadtverwaltung und natürlich auch der Ausstellungs- und Messegesellschaft angehören.

So öffnet sich denn also im kommenden August das große, schöne und bewegende Schaufenster der Unterhaltungselektronik erstmals zu internationaler Weite. Daß dies gerade in der weltoffenen Millionenstadt Berlin geschieht, mag allen als gutes Omen erscheinen.

Horst-Ludwig Stein ist Geschäftsführer der AMK Berlin, Ausstellungs-Messe-Kongreß-GmbH, Berlin.

Fernsehsatellitensysteme

1. Vorteile eines Satellitensystems

Über die Vorteile, die eine direkte Fernsehversorgung durch stationäre Erdsatelliten hätte, wurde schon viel diskutiert. Ob eine Fernsehversorgung durch Satelliten wirtschaftlich günstiger wäre als die terrestrische Fernsehversorgung, hängt von der Größe und Topographie des versorgten Gebietes ab. Ein unbestreitbarer Vorteil der Satelliten-Fernsehversorgung ist es dabei, daß durch sie eine lückenlose Versorgung des gewünschten Gebietes mit weitgehend gleichbleibender Bildqualität erreicht werden kann. Die Rundfunkanstalten wissen, wie schwierig und teuer es bei der terrestrischen Fernsehversorgung ist, entlegene, gebirgige und dünn besiedelte Gebiete zu erreichen. Obwohl zum Beispiel für die Versorgung der Bundesrepublik Deutschland mit dem Zweiten Programm etwa 100 Grundsender und etwa 400 Füllsender eingesetzt sind, ist immer noch keine 100 %ige Versorgung erreicht; die letzten paar Prozent sind bekanntlich sehr kostspielig.

Die nachstehenden Ausführungen sollen zeigen, welche Möglichkeiten einer Fernsehversorgung durch Satelliten bestehen.

2. Spezieller Fall Mitteleuropa

2.1. Allgemeines

Im Gegensatz zu vielen Veröffentlichungen, in denen die Verhältnisse der USA oder von Indien zugrunde gelegt wurden, wurde versucht, eine Satelliten-Fernsehversorgung den europäischen Verhältnissen anzupassen. Eine Fernsehversorgung für das gesamte Europa scheitert nicht nur an den vielen verschiedenen Sprachen, sondern auch an den verschiedenen Fernsehnormen, ganz abgesehen davon, daß eine gesamteuropäische Programmgestaltung ziemliche Schwierigkeiten bereiten dürfte. Beim Versuch, wenigstens für einen Teil Europas einen gemeinsamen Nenner zu finden, stößt man auf das Gebiet von Mitteleuropa, in dem schon heute etwa 25 Millionen Fernsehgeräte existieren, deren Besitzer die deutsche Sprache verstehen. Bis auf eine Ausnahme, nämlich die DDR, haben sich all diese Länder auch für die PAL-Farbfernsehnorm entschieden. Wenn auch heute die Anzahl der Farbfernsehteilnehmer noch nicht überwiegt, so wird dies sicher der Fall sein zu einer Zeit, in der die Fernsehversorgung durch Satelliten erfolgen wird.

Um möglichst konkrete Voraussetzungen zu erhalten, sei davon ausgegangen, daß der Richtstrahl vom Satelliten auf das Gebiet von Mitteleuropa gerichtet ist, was natürlich nicht ausschließt, daß diese Sendungen auch in

den benachbarten Ländern empfangen werden können, soweit Fernsehgeräte der 5-MHz-Norm verwendet werden. Wegen der Bündelung der Sendeleistung des Satelliten auf ein relativ kleines Gebiet der Erdoberfläche ist die notwendige Sendeleistung nicht mehr so utopisch hoch, wie dies bei früheren Überlegungen der Fall war. Andererseits erfordert die genaue Ausrichtung des Richtstrahls auf das zu versorgende Gebiet eine sehr gute Lagestabilisierung des Satelliten.

2.2. Spezielle Ausleuchtzonen

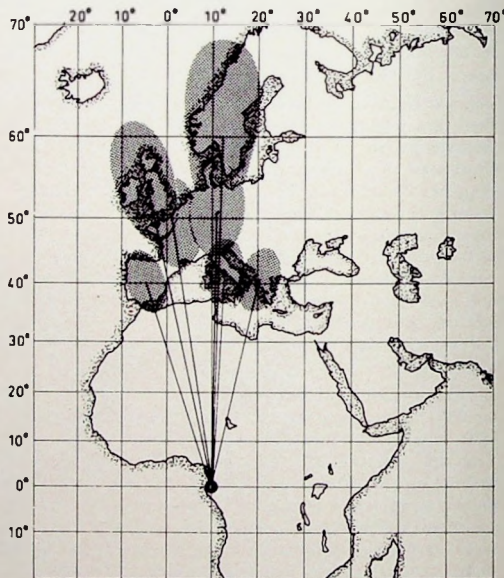
Im Bild 1 sind die verschiedenen Ausleuchtzonen dargestellt, die die Antenne eines stationären Satelliten bei einer Halbwertsbreite von $1,4^\circ$ auf der Erdoberfläche hervorruft. Die Elevation, unter der die Strahlung vom Satelliten in Deutschland einfallen würde,

ausgestrahlt werden. Technische Probleme entstehen hierbei nur auf der Sendeseite. Für Sendungen im 800-MHz-Bereich des Fernspectrumes V müßte die vom Satelliten abgestrahlte Sendeleistung etwa 1 kW betragen und die Satelliten-Sendeantenne einen Durchmesser von etwa 20 m haben.

3.2. Verfahren „RM 12000“

Da ein Fernsehkanal, der von einem Satellitensender benutzt wird, weder im Versorgungsbereich noch in den direkt benachbarten Gebieten noch einmal verwendet werden kann, entstehen schwerwiegende organisatorische und politische Probleme. Für den Fall, daß diese Probleme im Gegensatz zu den technischen nicht zu lösen sind, wurden auch zwei Möglichkeiten im 12-GHz-Bereich untersucht. Der einzige technische Vorteil, den die Benutzung von Frequenzen im 12-GHz-Bereich

Bild 1. Ausleuchtzonen von $1,4^\circ$ -Antennen



ist etwa 33° , also steil genug für die tiefsten Täler. Daß die Fernsehversorgung eines solchermaßen begrenzten Gebietes mit dem heutigen Stand der Technik bereits realisiert werden könnte, sollen die folgenden Ausführungen zeigen.

3. Mögliche Verfahren

3.1. Verfahren „RM 800“

Von den verschiedenen Möglichkeiten der Fernsehversorgung durch Satellitensender ist zweifellos diejenige die beste, bei der die schon existierenden 25 Millionen Fernsehempfänger des Versorgungsgebietes unverändert zum Empfang benutzt werden können. Dazu müßten die Sendungen in einem der heute üblichen Fernsehbander und mit Restseitenband-Amplitudenmodulation

bringt, sind die relativ kleinen Abmessungen der Sendeantenne des Satelliten (1,25 m Durchmesser). Nachteilig ist es, daß Sendungen im 12-GHz-Bereich bei Anwendung der Restseitenband-Amplitudenmodulation eine wesentlich höhere Sendeleistung im Satelliten erfordern und daß der Fernsehsehteilnehmer eine spezielle Empfangsanlage anschaffen müßte, mit der die Sendungen in einen der üblichen Fernsehbereiche umgesetzt werden.

3.3. Verfahren „FM 12000“

Wenn man FM anwendet, deren Mehrverbrauch an Frequenzband im 12-GHz-Bereich vorerst noch möglich wäre, sinkt zwar die Sendeleistung im Satelliten auf einen vernünftigen Wert, verlangt aber nun vom Fernsehsehteilnehmer

Konrad Pöbl, Dr. Horst Seunik und Herbert Strehl sind Mitarbeiter der Siemens AG, München.

Vortrag auf der 18. Jahrestagung der Fernseh-Technischen Gesellschaft (FTG) am 5. 10. 1970 in Mainz.

mer ein weiteres, nicht gerade billiges Zusatzgerät für die Modulationswandlung.

3.4. Gegenüberstellung der drei Möglichkeiten

In Tab. I sind die technischen Daten der drei Satellitensysteme aufgeführt.

Tab. I. Systemparameter eines Satellitensystems für direkten Fernsehempfang

Versorgungsbereich entsprechend einer Antennenbündelung auf $1,4^\circ$ ($G = 41,3$ dB)			
System	RM 800	RM 12000	FM 12000
Sendefrequenz	800 MHz	12 GHz	12 GHz
Funkausbreitungsdämpfung	182 dB	206 dB	206 dB
Gewinn der Empfangsantenne	18 dB	30,3 dB	30,3 dB
Funkfelddämpfung	122,7 dB	125,4 dB	125,4 dB
Modulationsart	RM	RM	FM
Bandbreite	5 MHz	5 MHz	25 MHz
Signal-Rausch-Abstand	40 dB	40 dB	45 dB
Träger-Rausch-Abstand	37 dB	37 dB	13 dB
Systemreserve	0 dB	0 dB	3 dB
Rauschtemp. d. Empfängers	1000 °K 500 °K	8000 °K 860 °K	8000 °K 860 °K
Satelliten-Sendeleistung	800 W 400 W	12 kW 1,3 kW	240 W 26 W

Gründe für die Sendeleistung von 12 kW beim System „RM 12000“ sind die gegenüber 800 MHz um 24 dB höhere Funkausbreitungsdämpfung und die wesentlich ungünstigere Rauschtemperatur des 12-GHz-Umsetzers. Dieser Verlust kann durch den etwa

4. Besondere Probleme auf der Empfangsseite

4.1. Allgemeines

Nachdem damit die Systemparameter der drei in Frage kommenden Möglichkeiten feststehen, soll im folgenden noch etwas auf die Lösung der tech-

daß dieses Verfahren nur für Gemeinschafts-Antennenanlagen in Frage kommt. In diesem Fall wird aber der größte Vorteil einer Satelliten-Fernsehversorgung, nämlich die 100%ige Fernsehversorgung, wieder nicht erreicht, da mehr als die Hälfte aller Fernsehsehteilnehmer nicht an Gemeinschafts-Antennenanlagen angeschlossen sind.

5. Besondere Probleme auf der Senderseite

5.1. Leistungsverstärker

Bei der Festlegung des notwendigen Aufwandes nimmt der Leistungsverstärker im Satelliten eine Schlüsselstellung ein. Er bestimmt den Leistungsbedarf und zusammen mit der Stromversorgung auch das Gewicht des Satelliten.

5.1.1. Senderöhren, allgemein

Derzeit und auch in den nächsten Jahren scheiden Transistoren infolge ihres kleinen Wirkungsgrades, der hohen Verlustleistung und der relativ niedrigen Ausgangsleistung auch in Parallel- oder Kaskadenschaltung (höhere Verstärkung) als Leistungsverstärker aus. In Frage kommen also gittergesteuerte Röhren (Trioden, Tetroden), Querfeldröhren, Wanderfeldröhren und Klystrons. Über 1 bis 2 GHz können höhere Leistungen mit gittergesteuerten Röhren wegen des dabei notwendigen sehr kleinen Katoden-Gitter-Abstandes nicht realisiert werden. Auch im Ku-Band (über 12 GHz) kann man einen weiteren Röhrentyp, die Querfeldröhre, ausschließen, da die kleinen Dimensionen der HF-Struktur (Verzögerungsleitung) bei diesen Frequenzen eine Grenze darstellen und das Problem der Wärmeverteilung und Wärmeabfuhr nicht mehr gelöst werden kann. Die geforderte Bandbreite ist kleiner als 1 %, so daß auch Wanderfeldröhren, die immer eine Bandbreite von mindestens 5 bis 10 % haben, als Lösung erscheinen, die nicht mit dem einfachsten Aufwand erkaufte wird.

Im allgemeinen müssen folgende Forderungen erfüllt werden:

- große Lebensdauer (20 000 bis 50 000 Stunden),
- größtmöglicher Gesamtwirkungsgrad,
- kleinstes Gewicht,
- kleinste Abmessungen,
- einfacher Aufbau,
- schwerelos arbeitende Wärmeabfuhr.

Bei der Anwendung als Fernsehsender muß bei Restseitenband-Amplitudenmodulation aus Linearitätsgründen die Betriebsleistung einige dB unter die Sättigungsleistung gelegt werden, bei FM kann die Röhre meist bis zur Sättigung angesteuert werden.

Im Schrifttum wurde auf diese Punkte bereits ausführlich eingegangen [1 bis 7]. Hier sollen daher nur zwei spezielle und originelle Lösungen von Leistungsverstärkern bei 800 MHz und 12 GHz dargestellt werden.

5.1.2. Senderöhre 800 MHz

Bei 800 MHz ist eine Ausgangsleistung von etwa 1 kW zu realisieren. Geeignete Sendenantennen sind bereits verfügbar (Bild 3).

nischen Probleme eingegangen werden, und zwar zunächst auf die für den Fernsehsehteilnehmer wichtigere Empfangsseite. Im Bild 2 sind die auf der Empfangsseite notwendigen Geräte schematisch für die drei Systeme dargestellt.

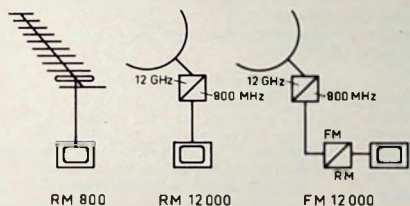


Bild 2. Fernsehempfangsanlagen für die vorgeschlagenen Systemkonzeptionen

21 dB höheren Gewinn der Empfangsantenne nicht ausgeglichen werden. Die niedrige Rauschtemperatur von 860 °K bei den 12-GHz-Systemen kann nur durch Tunneliodenvorstufen erreicht werden und ist mehr zu Vergleichszwecken angegeben, da sie aus Kostengründen für private Empfangsanlagen kaum in Frage kommen dürften. Anders ist es bei der Rauschtemperatur im 800-MHz-Bereich. Die 1000 °K entsprechen der Rauschtemperatur einer heute üblichen Empfänger-eingangsschaltung. Es bestehen aber gute Aussichten, daß in absehbarer Zeit sogar 500 °K erreicht werden.

Die um 5 dB verschiedenen Signal-Rausch-Abstände bei RM und FM sind notwendig, wenn man beim Farbfernsehen die gleiche Bildqualität erhalten will. Durch die dreieckförmige Rauschverteilung nach der FM-Demodulation wird nämlich die am oberen Bandende liegende Farbinformation des Fernsehbildes stärker beeinflusst als bei der gleichmäßigen Rauschverteilung der RM. Eine Systemreserve für einen Dämpfungsanstieg, wie er zum Beispiel bei starkem Regen auftreten kann, wurde nur für das System „FM 12000“ angesetzt, weil hier bei Unterschreiten des Schwellenwertes Bildausfall eintritt, während bei der Restseitenband-Amplitudenmodulation in solchen Fällen nur die Bildqualität kaum wahrnehmbar schlechter wird.

4.2. Verfahren „RM 800“

Für den Fall „RM 800“ benötigt der Fernsehsehteilnehmer nur eine weitere, auf den Satelliten ausgerichtete handelsübliche Yagi-Antenne mit etwa 16 dB Gewinn sowie eine Kanalweiche zur Einspeisung in das Niederführungskabel der anderen Antennen.

4.3. Verfahren „RM 12000“

Der Empfang von Sendungen im 12-GHz-Bereich erfordert eine Parabolantenne mit etwa 1 m Durchmesser sowie den in unmittelbarer Nähe der Antenne montierten Umsetzer, der die Signale vom 12-GHz-Bereich in den Fernbereich V umsetzt und so weit verstärkt, daß sie über eine Weiche in das Niederführungskabel eingespeist werden können.

4.4. Verfahren „FM 12000“

Für das System „FM 12000“ ist außerdem noch ein weiteres Vorsatzgerät am Fernsehempfänger notwendig, das die FM-Signale empfangen kann. Es muß mindestens enthalten: 800-MHz-Tuner, Breitband-ZF-Verstärker und Diskriminator.

Dieses Vorsatzgerät entspricht also dem kompletten HF-Teil eines üblichen Fernsehempfängers, ist aber komplizierter in der Ausführung. Die Kosten eines solchen Gerätes dürften selbst bei Serienproduktion noch so hoch sein,

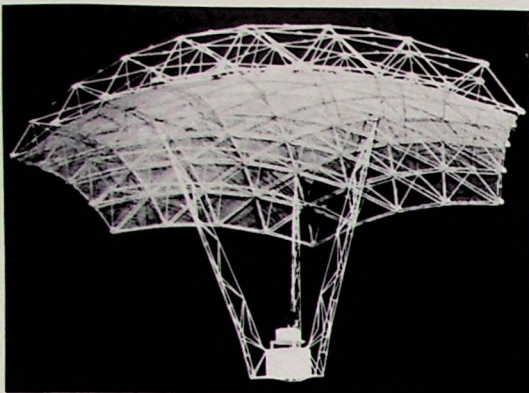


Bild 3. Entfaltbare Satelliten-Sendeantenne für den 800-MHz-Bereich

eine „heat pipe“ zu einer Strahlungsfläche von 175 cm^2 geführt werden.

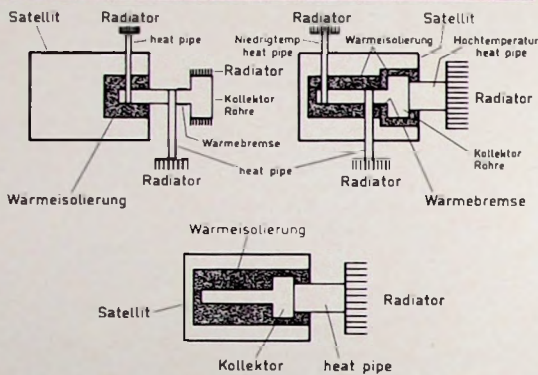


Bild 4. Drei prinzipielle Möglichkeiten der Wärmeabfuhr

Als Leistungsverstärker scheint wegen des günstigen Gesamtgewichtes von 15 kg und des erreichbaren Gesamtbetriebswirkungsgrades von 45 bis 50% (Bild und Ton getrennt) ein Stufenverstärker aus einer Triode (20 dB Verstärkung) und einer Tetrode (YL 1055, 16 dB Verstärkung) am vorteilhaftesten.

Für die schwerelos arbeitende Kühlung der Röhre sind im Bild 4 drei prinzipielle Möglichkeiten unter Verwendung von „heat pipes“ [8] angegeben.

5.1.3. Senderöhre 12 GHz

Bei 12 GHz scheidet die Möglichkeit mit Restseitenbandmodulation („RM $12\,000''$) als Folge der dabei notwendigen Sendeleistung von 12 kW derzeit und auch in nächster Zukunft aus. Die Stromversorgung kann in diesem Leistungsbereich nur noch durch nukleare Generatoren realisiert werden, wodurch dann das Gewicht des Satelliten in die Größenordnung von etwa 2 t kommt.

Die andere Möglichkeit mit FM („FM $12\,000''$) bereitet im Satelliten die wenigsten Schwierigkeiten. Die Größe der Stromversorgung würde etwa der von Intelsat 4 entsprechen. Der Durchmesser der Sendeantenne wäre bei einer Bündelung auf $1,4^\circ$ etwa $1,3 \text{ m}$. Die unter Einhaltung der Linearität auszustrahlende Sendeleistung ist in diesem Fall 240 W (bei gemeinsamer Übertragung von Bild und Ton).

5.1.3.1. Magnetisch fokussierte Klystrons für 12 GHz

Als Beispiel einer Leistungsröhre für 12 GHz soll ein für eine Sättigungsleistung von 1500 W dimensioniertes Kly-

stron dienen. Elektrostatisch fokussierte Klystrons scheiden bei dieser Frequenz für Sättigungsleistungen über 200 W Dauerstrich aus [9]. Die große Bandbreite von Wanderfeldröhren, die außerdem noch einen geringeren Wirkungsgrad haben, wird nicht benötigt, so daß magnetisch fokussierte Klystrons am vorteilhaftesten scheinen. Amerikanische Studien [3] propagieren ein elektromagnetisch fokussiertes Klystron. Die bei Siemens angewandte PPM-Fokussierung erlaubt jedoch ein Gesamtgewicht, das um den Faktor 6 bis 7 unter dem des elektromagnetisch fokussierten Klystrons liegt, wenn man auch das Gewicht des Netzgerätes für die Fokussierungsspule berücksichtigt.

Der Nachteil des geringeren Wechselwirkungsgrades beim PPM-fokussierten Klystron kann durch die vorteilhafte Kollektorauslegung (multistage) aufgehoben werden. Besonders vorteilhaft ist auch die Lösung der Wärmeabfuhr mittels Strahlungskollektor und „heat pipes“.

Der Kollektor aus Molybdän (Bild 5) hat einen Durchmesser von 28 cm und ist in der Lage, sofern er sich auf einer Temperatur von 577°C befindet, eine Verlustleistung von $3,5 \text{ kW}$ abzustrahlen. Zur Wärmeabfuhr der letzten beiden Klystronkammern (175 W) werden zwei „heat pipes“ verwendet, die zu einer Gesamtstrahlungsfläche von 1850 cm^2 führen. Die Größe dieser Fläche erklärt sich daraus, daß das Magnetsystem und somit die Temperatur dieser Strahlungsfläche maximal 100°C heiß werden darf. Genau das gleiche gilt für den Katodenraum, so daß die dort freiwerdenden 18 W über

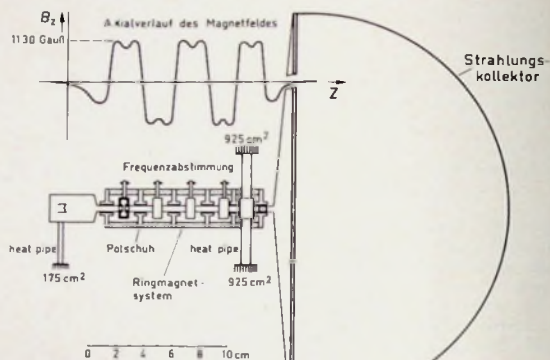


Bild 5. Schematische Gesamtdarstellung eines PPM-fokussierten Klystrons für 12 GHz mit Strahlungskollektor

Schrifttum

- [1] Sauseng, O. G., Basilius, A., und Tammaru, I.: Analytical study program to develop the theoretical design of traveling-wave tubes. HAC-EDD-W-2646, NASA CR-72450, Okt. 1968, Hughes Aircraft Co., Torrance, Calif.
- [2] Sauseng, O. G.: Octave bandwidth high power helix tubes with high efficiency using velocity resynchronization and axially slotted helix shields. Vortrag auf der Moga 70, Amsterdam, 7.-11. Sept. 1970
- [3] Branch, G. M. und Mihran, T. G.: Analytical design of a space-borne magnetically-focused klystron amplifier. NASA CR-72461, Okt. 1968, GE Co., Schenectady, N. Y.
- [4] Lien, E. L.: High efficiency klystron amplifier. Vortrag auf der IEEE International Conference on Electron Devices, Washington, D. C., 29.-31. Okt. 1969
- [5] Lien, E. L.: High efficiency klystron amplifier. Vortrag auf der Moga 70, Amsterdam, 7.-11. Sept. 1970
- [6] Ramins, P.: Tubes for high power microwave transmission in space. Vortrag auf der AIAA 3rd Communications Satellite Systems Conference, Los Angeles, 6.-8. April 1970
- [7] Day, W. R., und Luchsinger, T. H.: Analytical study program to develop the theoretical design of space borne electrostatically focused klystron amplifiers. NASA CR-72449, 1968, Litton Industries, San Carlos
- [8] Dutcher Jr., C. H., und Burke, M. R.: Heat pipes—a cool way to cool circuitry. Electronics Bd. 43 (1970) Nr. 4, S. 94-100; referiert in Funk-Techn. Bd. 25 (1970) Nr. 9, S. 345
- [9] Day, W. R., und Luchsinger, T. H.: New development in electrostatically focused klystrons. Microwave J., April 1970, S. 59-63

Automatische Herstellung von Masken für integrierte Schaltungen

Ein neuartiges Verfahren zur Herstellung von Masken für integrierte Schaltungen wird beschrieben. Hauptmerkmal ist dabei eine numerisch gesteuerte Maschine, die eine direkte Übertragung der Maskenzeichnung auf eine Fotoplatte gestattet. Durch den unmittelbar realisierbaren Maßstab von 10:1 entfällt die bisher notwendige Zwischenverkleinerung. Die Daten zur Steuerung der Maschine werden durch Übertragung der Zeichnungskordinaten auf Lochkarten mittels Koordinatenlesers erzeugt.

1. Einführung

Bei Entwurf und Herstellung integrierter Halbleiterschaltungen sind zahlreiche Optimierungsprobleme zu lösen. Für eine wirtschaftliche Herstellung wird für viele Schritte heute deshalb auch der Computer hinzugezogen [1]. Die für die Projektierung und Realisierung der Masken benötigte Zeit erhöht sich proportional mit der Komplexität der Schaltung. Dabei können Grenzwerte von einigen Monaten erreicht werden, so daß dieser Vorgang die längste Phase innerhalb des gesamten Prozesses darstellt. Um die für die Maskenherstellung benötigte Zeit zu reduzieren, ist daher der Einsatz weitgehend automatisierter Verfahren erforderlich. Als Ersatz für das derzeit gebräuchliche manuelle Verfahren mit den Phasen

- Erstellung der Maskenzeichnung auf Millimeterpapier,
- Schneiden der Masken in Mylar-Folie (Maßstab $\geq 200:1$),
- erste fotografische Verkleinerung (Maßstab 10:1),
- zweite fotografische Verkleinerung und gleichzeitige Vervielfachung (step and repeat)

wurden bisher verschiedene Methoden vorgeschlagen, die sich in zwei Kategorien unterteilen lassen:

- Schneiden der Masken auf einem numerisch gesteuerten Koordinatengrafen. Die dabei erreichbare Genauigkeit von 20 bis 40 μm erfordert Maßstäbe zwischen 100:1 und 200:1. Eine erste fotografische Verkleinerung ist damit nach wie vor erforderlich.
- Herstellung der Masken in dem Maßstab (im allgemeinen 10:1), der eine erste fotografische Verkleinerung und den damit verbundenen Auflösungsverlust vermeidet. Durch die Verwendung von Glassubstraten ist einerseits im Vergleich zur Mylar-Folie die Größenstabilität der Maske besser kontrollierbar. Andererseits stellt die hier notwendige Genauigkeit von etwa 1 μm höchste Anforderungen an die Konstruktion.

Trotz der konstruktiven Schwierigkeiten wurde die zweite Methode gewählt, da sie insgesamt das fortschrittlichere Verfahren darstellt und das derzeit maximal Mögliche an Genauigkeit und Geschwindigkeit bietet.

2. Beschreibung des Systems

Die Funktion der Maschine beruht auf dem Prinzip der Fotokomposition, bei der hier sämtliche Geometrien aus Rechtecken zusammengesetzt werden. Das Steuerungsprogramm für die Foto-

kompositionsmaschine ist so organisiert, daß eine schnellstmögliche Verarbeitung der Maskenkoordinaten gewährleistet wird.

Das gesamte System besteht im wesentlichen aus drei Teilen:

1. Koordinatenleser
Mit ihm werden die Koordinaten aus der auf Mylar-Folie ausgeführten Maskenzeichnung auf Lochkarten übertragen.
2. Zerlegungsprogramm
Es nimmt eine Zerlegung der durch ihre Koordinaten beschriebenen Maske in Rechtecke mit unterschiedlicher Größe und Richtung vor.
3. Fotokompositionsmaschine
Erzeugt die Maske im Maßstab 10:1 durch sequentielle Ablichtung der Rechtecke auf einer Fotoplatte.

2.1. Koordinatenleser

Der Koordinatenleser ermöglicht ein halbautomatisches Lesen der Geometriekoordinaten für jede einzelne der Masken, die auf Mylar-Folie entworfen sind. Das System ist so organisiert, daß sich Zeichnungen im Maßstab 500:1 am besten für eine Digitalisierung eignen. Es sind Zeichnungen bis zu 110 cm \times 115 cm zulässig. Obwohl die Auflösung 0,01 mm beträgt, werden alle Koordinaten auf ganze Millimeter auf beziehungsweise abgerundet. Dadurch können Positionierungsfehler des Operateurs eliminiert werden. Zur Markierung der Koordinaten X und Y eines Punktes dient ein Fadenkreuz, wonach die Übertragung der Daten auf Lochkarten (4 Stellen/Koordinate) durch die Betätigung einer Taste ausgelöst wird. Die Koordinaten werden für jede einzelne Maske getrennt registriert. Da bei der späteren Verarbeitung die Verbindung der nacheinander aufgenommenen Koordinaten die ursprüngliche Geometrie ergibt, muß auch das Lesen der Eckkoordinaten in der Reihenfolge ihres Auftretens auf dem Umriss der Geometrie erfolgen. Die Beendigung eines solchen Streckenzuges wird durch ein zusätzliches Codewort markiert. Es wird zuerst immer dem äußeren Umriss einer Geometrie gefolgt, bevor eventuell vorhandene innere Umrisse abgearbeitet werden. Jede Lochkarte enthält 10 Koordinatenpaare. Es besteht die Möglichkeit, wiederholt vorkommende, bereits einmal definierte Geometrien oder Gruppen von Geometrien nur durch ihre Bezugskordinaten und ihren Namen anzugeben.

2.2. Zerlegungsprogramm

Eine direkte Verarbeitung der vom Koordinatenleser gelieferten Daten durch die Fotokompositionsmaschine ist nicht möglich. Einmal sind die Formate nicht vereinbar, zum zweiten muß von der Darstellung der Geometrien durch

Streckenzüge auf eine Darstellung durch Rechtecke übergegangen werden.

Das Programm für die Zerlegung der Geometrien in Rechtecke wurde in FORTRAN geschrieben und kann von Rechnern mittlerer Größe bearbeitet werden. Es berücksichtigt nur solche Geometrien, die weder Kurvenelemente noch spitze Winkel beinhalten. Der Zerlegungsalgorithmus bezieht sich dabei auf Figuren mit zu den X-Y-Achsen parallelen Seiten, da in dieser Klasse der größte Teil aller der bei integrierten Schaltungen vorkommenden Geometrien enthalten ist. Kriterium für die Zerlegung bildet die Anzahl der zu jeder Koordinate parallelen Teilstrecken. Bei n parallelen Teilstrecken zur Y-Achse wird die Geometrie in $n-1$ Streifen, bei m parallelen Teilstrecken zur X-Achse jeder der Streifen in $m-1$ Rechtecke geteilt. Dadurch werden auch solche Rechtecke geschaffen, die nicht der Geometrie angehören. Um diese mit Hilfe einer einfachen Prüfung ausschließen zu können, ist die bereits erwähnte umrissorientierte Eingabe der Anfangsdaten erforderlich. Die Synthese der Geometrien erfolgt durch die Fusion von Rechtecken mit gleichen Seiten.

Mit Rücksicht auf die Masken für die Leitungsführung wurde eine Erweiterung der Klasse jener Geometrien, die in Rechtecke zerlegt werden können, vorgenommen. Es können außerdem solche Streifen berücksichtigt werden, die Flächenstücke mit willkürlicher Neigung enthalten.

Die Position der einzelnen Rechtecke wird beschrieben durch die X-Y-Koordinaten ihres Zentrums, der Länge der Seiten A und B sowie dem Winkel Z bezogen auf die X- beziehungsweise Y-Achse. Jede der für die Steuerung der Fotokompositionsmaschine notwendigen Lochkarten enthält die Daten von 10 Rechtecken.

2.3. Fotokompositionsmaschine

Bei der Konstruktion der Fotokompositionsmaschine, die sich derzeit im Stadium der Erprobung befindet, wurde die voraussichtliche Entwicklung der Technologien in den nächsten fünf Jahren berücksichtigt, das heißt die Realisierung sehr komplexer Schaltungen (large scale integration) zugrunde gelegt.

Bezogen auf den Maßstab 10:1, gelten für die Realisierung der Rechtecke folgende Daten:

- Maximalbereich: 6 mm \times 6 mm,
- Minimalinkrement für die Koordinaten X und Y: 0,5 μm ,
- Genauigkeit für die Koordinaten X und Y über den ganzen Bereich: $\pm 0,1 \mu\text{m}$,
- Bereich für die Längen A und B: 1 μm ... 300 μm $\pm 0,1 \mu\text{m}$,

G. Potenza ist Mitarbeiter des zentralen Forschungs- und Entwicklungslabors der SGS-Firmengruppe.

- Minimalzunahme für A und B: $0,5 \mu\text{m}$,
- Bereich für den Winkel Z: $0 \dots 90^\circ \pm 1'$,
- Minimalzunahme für Z: $6'$.

Die geringen Toleranzen der Fotokompositionsmaschine ermöglichen eine minimale Geometriebreite von $2 \mu\text{m}$.

Das Funktionsprinzip und die Ansicht der Fotokompositionsmaschine sind in den Bildern 1 und 2 dargestellt.

Der direkte Entwurf der Maske auf einer Fotoplatte mit hoher Auflösung wird erreicht durch aufeinanderfolgende Projektion eines Ausschnittes von der Größe des jeweiligen Rechtecks. Die Fotoplatte kann dabei nach zwei Achsen X und Y, die zueinander senkrecht und parallel zur Plattenebene angeordnet sind, bewegt werden. Die rechteckige Öffnung wird durch zwei übereinander, senkrecht zueinander liegende Schutzblenden mit variabler Breite realisiert. Sie kann außerdem jede beliebige Lage zu den beiden Achsen einnehmen. Die Projektion mit der gleichzeitigen Maßstabverkleinerung auf 10:1 erfolgt mit einem Objektiv, das bei einer maximalen Bildverzerrung von $1 \mu\text{m}$ eine Auflösung von 650 Linienpaaren je Millimeter aufweist. Diese Angaben beziehen sich auf die Verwendung einfarbigen grünen Lichtes. Die Belichtung selbst erfolgt nach der Einstellung und Positionierung jeweils eines Rechtecks durch ein elektronisches Blitzlicht. Die Tiefenschärfe ist wenig größer als die Dicke der Emulsion auf der Fotoplatte ($6 \mu\text{m}$). Diese Charakteristik erfordert sehr kleine Toleranzen hinsichtlich der Oberflächenebenheit der Fotoplatte, der Geradlinigkeit der Bewegung der Achsen X und Y sowie der Senkrecht zu diesen Achsen in bezug auf die optische Achse. Die notwendige Genauigkeit für die X-Y-Bewegungen konnte durch den Einsatz von Kugelführungen erreicht werden, und zwar mit einer Toleranz für den Kugeldurchmesser von $0,5 \mu\text{m}$.

Die X-Y-Bewegungen werden von Schrittmotoren ausgeführt, wobei das Getriebeispiel durch die Verwendung optischer Skalen mit einer Genauigkeit von $0,5 \mu\text{m}$ eliminiert wurde. Für die Einstellung von A, B und Z, die über spielfreie Antriebe vorgenommen wird, dienen ebenfalls Schrittmotoren. Zur Steuerung der Fotokompositionsmaschine, die vollkommen automatisch geschieht, wird ein Rechner vom Typ „PDP 8/L“ mit einem Speicher von 4 K Worten je 12 bit eingesetzt. Ungefähr die Hälfte des Speichers wird von dem Steuerprogramm belegt, während der restliche Teil zur Aufnahme von Daten zur Verfügung steht.

In Anlehnung an die diskrete beziehungsweise blockweise Dateneingabe über den Koordinatenleser ist auch eine entsprechende Verarbeitung bei der Fotokompositionsmaschine möglich. Das bedeutet entweder das Einlesen immer nur einer Lochkarte in deren Datenspeicher und anschließende Belichtung der 10 Rechtecke oder die Eingabe eines ganzen Blocks. Letzterer wird mit seinem Namen (Macroinstruktion) aus dem Speicher des Hauptrechners abgerufen. Bedingt durch den im Steuerrechner der Fotokompositionsmaschine verfügbaren Speicherplatz ist der Umfang eines Blocks auf 2000 Worte beschränkt. Da die Belichtungsfolge durch die Rei-

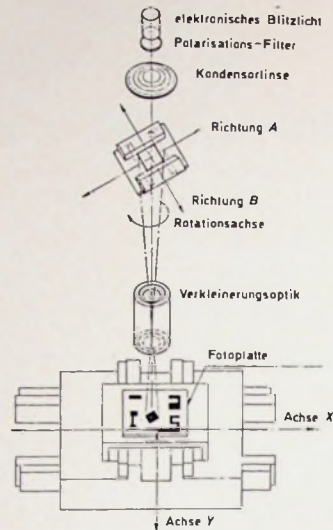


Bild 1. Schematische Darstellung der Hauptelemente der Fotokompositionsmaschine

henfolge der Rechtecke beziehungsweise deren Daten vorgegeben ist, wird eine Optimierung des Bewegungsablaufs im Hauptrechner vorgenommen. Die durchschnittliche Verarbeitungsgeschwindigkeit beträgt ein Rechteck je Sekunde.

Die unabhängige Steuerung in bezug auf alle fünf Achsen ist das besondere Merkmal der Fotokompositionsmaschine. Das ermöglicht eine vielseitigere Anwendbarkeit sowie einfachere Programmierung im Vergleich zu ähnlichen Systemen, die am Markt verfügbar sind.

3. Produktivität des Systems

Hinsichtlich der erreichbaren Abmessungen und Genauigkeit rechtfertigt die mit der Fotokompositionsmaschine erreichbare Verbesserung nicht den Aufwand, da sie in dieser Hinsicht mit anderen manuellen oder automatischen Systemen vergleichbar ist.

Von wesentlich größerer Bedeutung ist statt dessen die Arbeitsgeschwindigkeit dieses Systems. Verglichen mit den zwischen der Maskezeichnung und der Maske im Maßstab 10:1 liegenden Ausführungszeiten bei einem rein manuellen System ist eine Reduzierung um den Faktor 3 bis 15 möglich. Ausschlaggebend dafür ist, ob eine Maske aus neuen und unter sich völlig verschiedenen Elementen zusammengesetzt werden muß oder ob Strukturen mit einem höheren Wiederholungsgrad auftreten. Insgesamt ist die erreichte Leistungssteigerung jedoch unzureichend, da die meiste Zeit jetzt auf die halbautomatische Koordinatenlesung entfällt. Eine entscheidende Verbesserung ist daher nur möglich im Zusammenhang mit rechnergestützten Entwurfsverfahren (computer aided design), die sich derzeit in der Entwicklung befinden [1]. Auf der Basis eines derartigen Systems können die Zeiten für die manuelle Maskenherstellung mittels Koordinatografen und deren automatische Ausführung mit Hilfe der Fotokompositionsmaschine direkt ins Verhältnis gesetzt werden. Rein rechnerisch läßt sich damit der Zeitbedarf um den Faktor 50

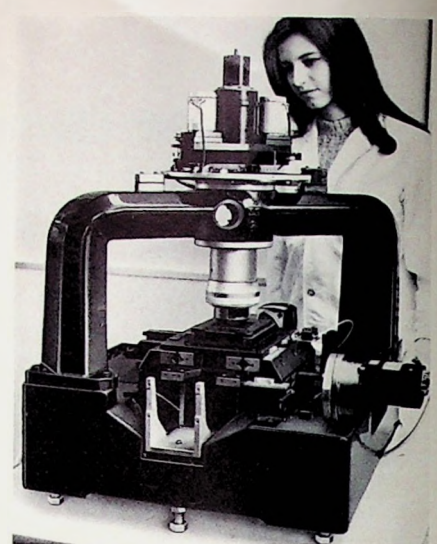


Bild 2. Ansicht der Fotokompositionsmaschine

bis 100 verringern. Verglichen mit einem automatischen Koordinatografen ist die Fotokompositionsmaschine mindestens um den Faktor 2 schneller.

Die Realisierung dieses Projekts wurde möglich durch die tatkräftige Zusammenarbeit mit R. Baldoni und V. Pellegrini in bezug auf die Fotokompositionsmaschine sowie mit L. Giulietti hinsichtlich des Zerlegungsprogramms für die Geometrien.

Schrifttum

- [1] Das CAD-System für die rechnergestützte Herstellung integrierter Schaltungen. Internat. Elektron. Rdsch. Bd. 24 (1970) Nr. 10, S. 259-260

Persönliches

W. Conrad 65 Jahre

Werner Conrad, Senior-Chief eines der bekannten Großunternehmen auf dem Gebiet des Vertriebs elektronischer Bauelemente sowie Geräten der Radio-, Fernseh- und Elektrobranche begeht am 10.1.71 seinen 65. Geburtstag.

Bereits seit 1923 in der Branche tätig, hat er mit Ehrgeiz, Idealismus und dem nötigen kaufmännischen Geschick in Berlin den Grundstein für das heutige Unternehmen gelegt. Nach der völligen Zerstörung im Jahr 1945 wurde der Betrieb in Hirschau/Opf. neu aufgebaut und hat sich bis zum heutigen Tage mit über 350 Beschäftigten zu einem in der Branche führenden Unternehmen entwickelt.

H. Mailandt 60 Jahre

Direktor Dr.-Ing. Hanspeter Mailandt, Leiter der Geschäftsstelle Hamburg für Nachrichten- und Datentechnik von AEG-Telefunken wurde am 27. November 1970 60 Jahre alt.

Dr. Mailandt, der nach seiner Promotion an der Technischen Hochschule Dresden 1936 bei Telefunken in Berlin seine berufliche Laufbahn als Vertriebsingenieur für Rundfunk- und Fernsehsender begann, kam 1945 nach Hamburg. Maßgeblichen Anteil hatte Dr. Mailandt 1945 zunächst an der Wiederinbetriebsetzung der Rundfunksender in der damaligen britischen Besatzungszone. In den folgenden Jahren war sein Name eng verknüpft mit dem Aufbau und der Weiterentwicklung des UKW-Sprechfunks, der Installation der ersten UKW-Rundfunk- und Fernsehsender beim früheren Nordwestdeutschen Rundfunk in Hamburg, der Einrichtung eines modernen Polizeifunks sowie einer Radarkette für den Hamburger Hafen.

Aktive Konvergenzschaltung für 110°-Farbbildröhren

Eine aktive Vertikal- und Horizontalkonvergenzschaltung wird beschrieben, bei der eine übersichtliche und getrennte Einstellung der einzelnen Bildschirmhälften möglich ist. Diese neuartige, zeitsparende Einstellung wird durch eine zeitliche Aufrennung der für die Konvergenz notwendigen Parabelströme erreicht. Die Schaltung wurde im Temperaturbereich $+5...+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ erprobt und zeigte gute Ergebnisse.

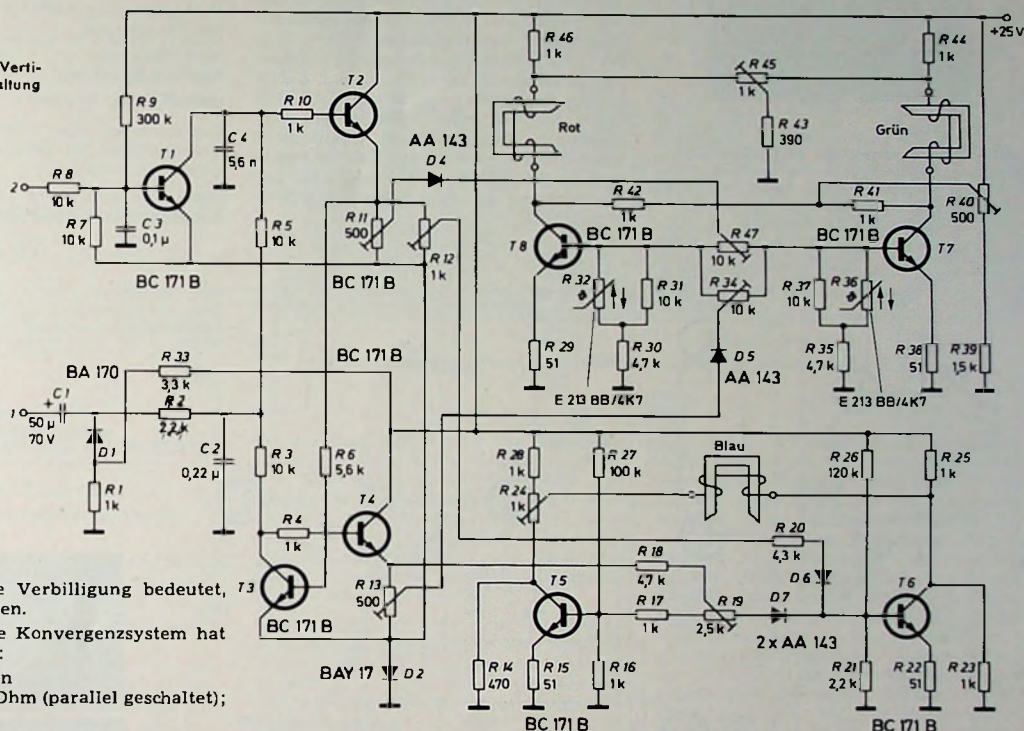
1. Einleitung

Auf die prinzipielle Wirkungsweise der Schaltung wurde vor einiger Zeit bereits ausführlich eingegangen [1]. Nachstehend soll daher das Prinzip der Schaltung nur kurz erläutert und die von [1] abweichende Schaltungstechnik, die eine Vereinfachung der Schaltung

rechten Hälfte, und damit auch die Konvergenz der einzelnen Bildschirmhälften getrennt einstellbar sind. In der bisherigen Ausführung der Konvergenzschaltung [1] wurden zur Aufteilung der Parabelspannung Schmitt-Trigger und elektronische Schalter verwendet. Bei der hier beschriebenen Schaltung wurde

Parabelspannung wird durch das Integrierglied R2, C2 etwas nachgeformt und über Widerstände den Emitterfolgern T2 und T4 zugeführt. Über die Widerstände R5 und R10 gelangt nur die rechte Hälfte der Parabelspannung an die Basis des Emitterfolgers T2, da während der linken Hälfte der Tran-

Bild 1. Aktive Vertikal-konvergenzschaltung



und damit eine Verbilligung bedeutet, behandelt werden.

Das verwendete Konvergenzsystem hat folgende Werte:

Horizontalspulen

0,36 mH, 1,85 Ohm (parallel geschaltet);

Vertikalspulen

1,15 H, 204 Ohm.

2. Schaltungsprinzip

Um eine getrennte und übersichtliche Konvergenzeinstellung zu erhalten, werden Signale benötigt, die nur in den jeweiligen Bildschirmhälften wirksam sind. Dazu werden horizontal- und vertikalfrequente Parabelspannungen von den jeweiligen Ablenkteilen abgenommen und mit elektronischen Schaltern zeitlich so aufgeteilt, daß jeweils eine linke und rechte Parabelhälfte zur Verfügung stehen. Diese Signale werden nach entsprechender Amplitudeneinstellung in den Endstufen addiert und den Konvergenzspulen zugeführt. Durch die Konvergenzspulen fließen dann Ströme in Form einer vollständigen Parabel, wobei die Amplituden der linken und

auf die Integrierbarkeit verzichtet, wodurch fünf Vorstufentransistoren und einige weitere Bauteile eingespart werden konnten.

Eine Schaltung, bei der die Parabelspannungshälften nicht durch Aufteilung gewonnen, sondern getrennt erzeugt werden, wurde vor einiger Zeit vorgeschlagen [2].

3. Vertikal-konvergenzschaltung

Die aus dem Vertikalablenkteil stammende Parabelspannung von etwa 10 V_{ss} wird der Schaltung nach Bild 1 über den Kondensator C1 zugeführt und ihr Scheitel mit Hilfe der Diode D1 auf das durch den Spannungsteiler R33 und R1 festgelegte Potential geklemmt. Dieses Potential wird so gewählt, daß während der Bildmitte kein Strom durch die Endstufen fließen und damit bei der Einstellung der dynamischen Vertikal-konvergenz keine statische Konvergenzverschiebung stattfinden kann. Die

sistor T1, der an seiner Basis von einer vertikalfrequenten Sägezahnspannung von etwa 10 V_{ss} angesteuert wird, leitet ist (Punkt 2 der Schaltung).

An die Basis des Emitterfolgers T4 gelangt über die Widerstände R3 und R4 nur die linke Hälfte der Parabelspannung, da der Transistor T3 während der rechten Hälfte leitet ist. Dazu wird an die Basis von T3 über R6 die rechte Hälfte der Parabelspannung gelegt, die am Emitter des Transistors T2 abgenommen wird. An den Emittoren der Transistoren T2 und T4 steht somit die aufgeteilte Parabelspannung zur Ansteuerung der Endstufen zur Verfügung.

Die Ausführung der Endstufen entspricht im Prinzip der in [1] gezeigten Schaltung. Lediglich die Basiswiderstände der Endstufentransistoren sind zur Temperaturkompensation aus der Kombination eines NTC-Widerstandes mit zwei Schichtwiderständen gebildet.

Ing. Günter Bertsch ist Projektleiter und Klaus Reh ist Mitarbeiter im Zentralen Applikationslaboratorium der ITT-Bauelementengruppe Europa - SEL, Esslingen.

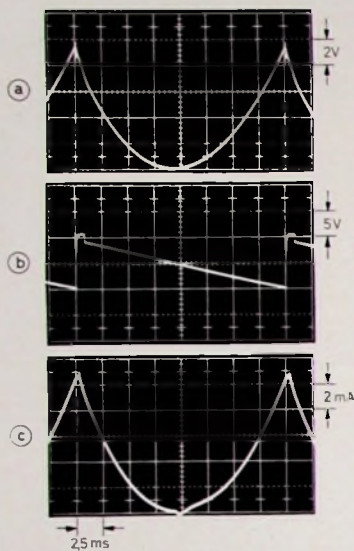


Bild 2. Oszillogramme der Vertikalkonvergenzschaltung; a) Parabelspannung am Punkt 1 der Schaltung, b) Sägezahnspannung am Punkt 2 der Schaltung, c) Strom durch die Rot-Vertikalkonvergenzspule der Schaltung

dergegeben. Bild 2a zeigt die vom Vertikalablenkteil abgenommene Parabelspannung und 2b die ebenfalls vom Ablenkteil stammende Sägezahnspannung. Den Strom durch die Rot-Vertikalkonvergenzspule zeigt Bild 2c.

4. Horizontalkonvergenzschaltung

Zur Aufteilung der horizontalfrequenten Parabelspannung wird nahezu die gleiche Schaltung wie in der Vertikalkonvergenzschaltung verwendet. Der Schaltung (Bild 3) wird im Punkt 3 eine Parabelspannung von etwa 150 V_{ss} zugeführt. Sie wird mit Hilfe der Diode D 8 auf den Parabelscheitel geklemmt und jeweils über ein Phasendrehglied und die elektronischen Schalter T 9, T 10 den Emittoren T 11, T 12 und T 13 zugeführt. Zur Temperaturkompensation ist in das Phasendrehglied, das zu den für die rechte Parabelhälfte zuständigen Emittoren führt, ein NTC-Widerstand geschaltet. Der Schaltertransistor T 9 wird von einer S-förmigen Spannung angesteuert, die mit Hilfe von R 55 und C 8 aus der Parabelspannung integriert wird. Somit steht am Emittor von T 12 und T 13 die rechte und an T 11 die linke Parabelhälfte zur Ansteuerung der Endstufen zur Verfügung.

Der Blau-Endstufentransistor T 14 wird über die Diode D 13 nur während der rechten Zeilenhälfte mit der rechten Parabelspannungshälfte angesteuert. Es fließt deshalb ein Strom in Form einer rechten Parabelhälfte durch die Konvergenzspule. Infolge der in dieser Zeit in der Spule gespeicherten Energie fließt dann über D 12, R 76 und R 86 während der linken Zeilenhälfte ein Strom in Form einer linken Parabelhälfte. Um eine bessere Deckung am linken äußeren Bildrand zu erreichen, wird T 14 über die Diode D 14 noch ein Rücklaufimpuls zugeführt.

Für die Endstufentransistoren der Horizontalkonvergenzschaltung gelten folgende Spezifikationen:

	Rot-Grün	Blau
Verlustleistung des Transistors	3,6 W	1,5 W
max. Kollektor-Emitter-Spannung	50 V	50 V
max. Kollektorstrom	0,6 A	0,6 A

Zur besseren Wärmeableitung sind die Transistoren auf entsprechende Kühlbleche zu montieren.

Zwei Oszillogramme der Horizontalkonvergenzschaltung zeigt Bild 4. Die

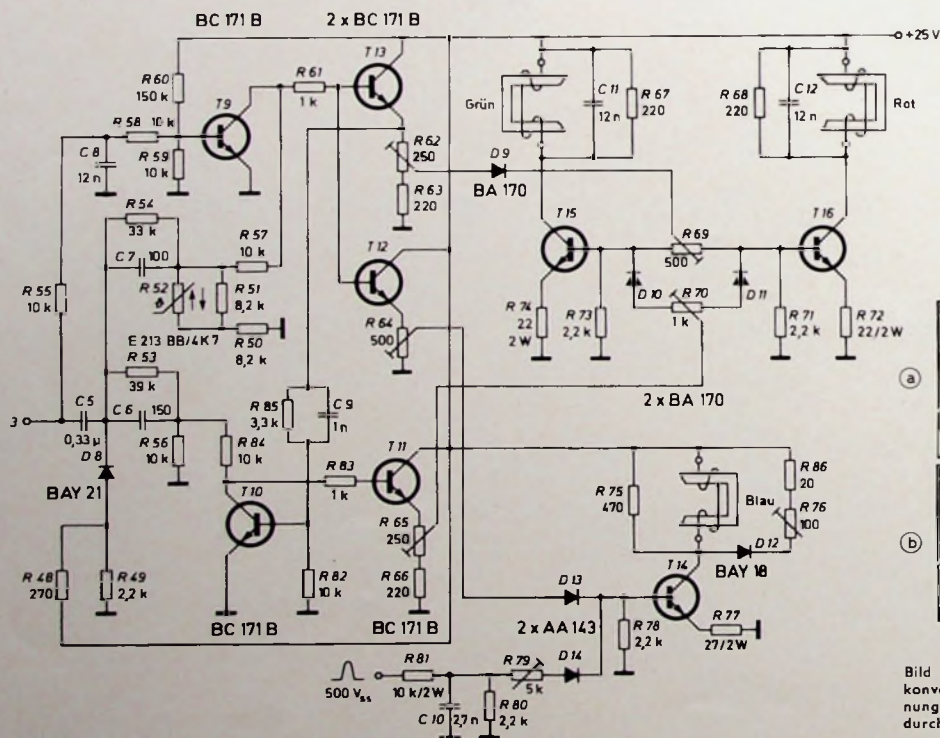


Bild 3. Aktive Horizontalkonvergenzschaltung

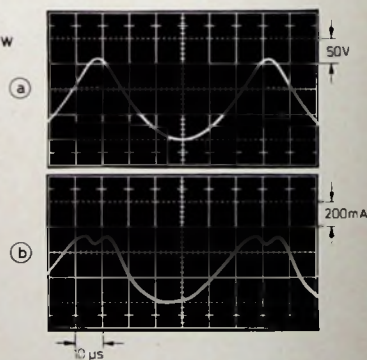


Bild 4. Oszillogramme der Horizontalkonvergenzschaltung; a) Parabelspannung am Punkt 3 der Schaltung, b) Strom durch die Rot-Vertikalkonvergenzspule

Die Vertikalkonvergenzspulen liegen, wie in [1] beschrieben, in einer Brückenschaltung, so daß eine statische Konvergenzeinstellung ohne Permanentmagnete möglich ist. Die an den Emittoren T 2 und T 4 anfallenden Parabelspannungshälften eignen sich außerdem sehr gut für die Ansteuerung einer Eckenkonvergenzschaltung.

Im Bild 2 sind einige Oszillogramme der Vertikalkonvergenzschaltung wie-

Die Rot-Grün-Endstufen sind gegenüber der in [1] beschriebenen Schaltung geändert worden. Dort wurden zwei parallel geschaltete Transistoren benutzt; die Addition der Parabelstromhälften erfolgte also an den parallel geschalteten Kollektoren. Hier wird zur Schaltungsvereinfachung je Endstufe nur ein Transistor entsprechender Leistung verwendet, und die Parabelspannungshälften werden an der Basis addiert.

vom Horizontalablenkteil stammende Parabelspannung ist im Bild 4a und der Strom durch die Rot-Vertikalkonvergenzspule ist im Bild 4b wiedergegeben. Die aktive Konvergenzschaltung wurde auf einer gedruckten Platine¹⁾ aufgebaut, deren Bestückungsplan im Bild 5 wiedergegeben ist.

¹⁾ Fotokopie der Vorlage für die gedruckte Schaltplatte im Maßstab 1:1 kann beim Verlag angefordert werden.

5. Konvergenzabgleich

Der statische Konvergenzabgleich erfolgt unabhängig voneinander für Rot-Grün mit R 40 und R 45, für Blau mit R 24 (Bild 1). Die Vertikalkonvergenz kann ebenfalls ohne gegenseitige Beeinflussung mit R 13 und R 34 für Rot-Grün (oben), mit R 19 für Blau (oben), mit R 11 und R 47 für Rot-Grün (unten) und mit R 12 für Blau (unten) eingestellt werden.

Der Abgleich der Horizontalkonvergenz (Bild 3) erfolgt zweckmäßigerweise zuerst für die rechte Bildschirmhälfte mit R 62 und R 69 für Rot-Grün und mit R 64 für Blau. Dann wird mit R 65 und R 70 in der linken Bildschirmhälfte Rot-Grün und mit R 76 Blau abgeglichen. Mit R 79 kann dann am linken äußeren Bildrand Blau nachkorrigiert werden.

6. Temperaturverhalten

Die Schaltung wurde in einem Temperaturbereich von $+5^{\circ}\text{C}$ bis $+60^{\circ}\text{C}$ erprobt und zeigte innerhalb dieses Bereiches keine nennenswerten Abweichungen.

Schrifttum

- [1] Bertsch, G.: Aktive integrierbare Konvergenzschaltung für 110° -Fernsempfänger. Funk-Techn. Bd. 25 (1970) Nr. 3, S. 87-91 (SEL Technische Mitteilung 45-70)
- [2] Hüfner, H., u. Wolf, H.: Konvergenzschaltung für Farbfernsehempfänger mit 110° -Lochmaskenbildröhren. Funk-Techn. Bd. 25 (1970) Nr. 5, S. 155 bis 156

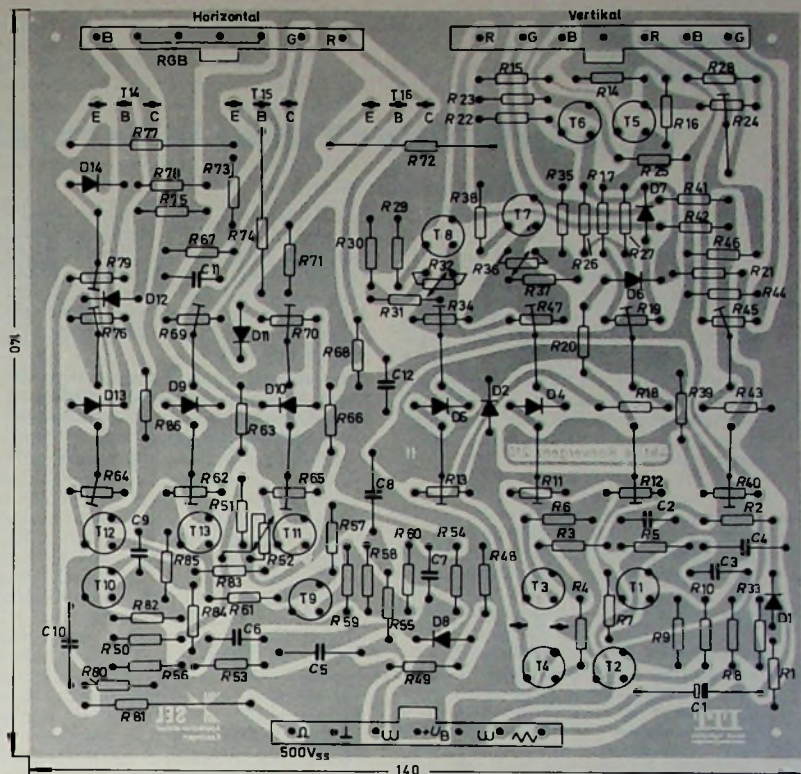


Bild 5. Bestückungsplan der aktiven Konvergenzschaltung: Ansicht von der Bauteileseite

Neue Bücher und Broschüren

Prüfen · Messen · Abgleichen

Service an Farbfernsehempfängern PAL · SECAM

Von Winfried Knobloch. Berlin 1970, VERLAG FÜR RADIO-FOTOKINOTECHNIK GMBH. 176 S. mit 64 Bildern. DIN A 5. Preis in Ganzln. geb. 23,- DM.

Als dritte Veröffentlichung in der Reihe „Prüfen · Messen · Abgleichen“ stellt der in Industrielentwicklung und -fertigung sowie im Service gleichermaßen langjährig erfahrene Autor sein neuestes Service-Fachbuch vor. Es enthält kurzgefaßt alles für den Servicetechniker Wichtige über den Umgang mit einwandfreien, fehlergestellten oder aber defekten Farbfernsehgeräten.

Trotz des sehr umfangreichen Themenkreises ist der Text klar und leichtverständlich geschrieben und durch zahlreiche Schaltdiagramme mit ausführlichen Erläuterungen ergänzt worden. Gegenüber ähnlichen Büchern hat es den Vorzug, daß alle Funktionen sowohl von PAL- als auch SECAM-Empfängern ausführlich beschrieben sind. Auch aus diesem Grunde ist es nicht nur als Werkstattbuch für den ausgebildeten Techniker, sondern auch für den Lernenden und Studierenden gut geeignet.

Nach einer ausführlichen Einleitung, in der die Stufenfolge der Farbfernsehempfänger aus der der Schwarz-Weiß-Empfänger entwickelt und erläutert wird, folgen allgemeine Hinweise über

Aufstellung und Service von Farbfernsehempfängern beim Kunden und in der Werkstatt. Anschließend sind alle Stufen der Farbfernsehempfänger einzeln beschrieben, ebenso wie ihre möglichen Fehler, deren Ursachen und ihre Beseitigung besprochen sind. Zu jedem dieser Abschnitte gehören allgemeine gültige Abgleichhinweise.

Sehr ausführlich sind auch die Stufen beschrieben, die wegen der höheren Einzelteilbelastung erfahrungsgemäß zu Ausfällen neigen, wie beispielsweise die Ablenkstufen und die Hochspannungserzeugung. Breiter Raum ist außerdem dem besonders wichtigen Kapitel der Konvergenzeinstellung gegeben.

Einheiten, Grundbegriffe, Meßverfahren der Nachrichten-Übertragungstechnik

Von M. Bidlingmaier, A. Haag und K. Kühnemann. Berlin/München 1969, Siemens AG. 215 S. m. 81 B. und zahlreichen Tabellen. Preis in Ganzln. geb. 20,- DM.

Das weitbekannte Siemens-Buch „Meßgeräte für die Nachrichtentechnik“ – den Nachrichtentechnikern der dreißiger Jahre noch unter dem Namen „Meßgeräte für die Fernmeldetechnik“ ein alter Bekannter – hat einen Anhang, in dem praxisnah Begriffe und Tabellen zusammengestellt sind, die der Techniker und der Ingenieur bei ihrer Alltagsarbeit benötigen. Dieser Anhang erschien 1963 erstmals als selbständige Broschüre und ist seit dieser Zeit ein fast unentbehrlicher Ratgeber für die-

sen Zweig der Meßtechnik geworden. Jetzt liegt er in neuer und wesentlich erweiterter Form vor und gewinnt dadurch noch besonders an Interesse, weil für die wichtigsten Begriffe jeweils die englischen Bezeichnungen angegeben sind. Nach einem einleitenden kurzen Abschnitt über Einheiten folgen Grundbegriffe der Meßtechnik und der Übertragungstechnik. Den Hauptteil des Buches nimmt das Kapitel über Allgemeine Meßverfahren, Meßverfahren der NF- und TF-Technik, der Richtfunktechnik sowie der Fernseh-Übertragungstechnik ein. Auf den abschließenden rund 40 Seiten findet man eine Vielzahl übersichtlich gestalteter Tabellen sowie ein gutes Stichwortverzeichnis, das den für ein Buch dieser Art ausschlaggebenden Zugang zur Information erleichtert.

-th

Die VDE-Prüfstelle

Herausgegeben von H. Walther. Heft 22 der VDE-Schriftenreihe. Berlin 1970, VDE-Verlag. 53 S. mit 7 B. DIN A 5, Preis kartoniert 6,50 DM.

Die aus Anlaß des 50jährigen Bestehens der Prüfstelle erschienene Druckschrift befaßt sich mit der Organisation und den Arbeitsgebieten der Prüfstelle, mit den verschiedenen VDE-Verbandszeichen und mit den Werk- und Marktkontrollen durch die VDE-Prüfstelle. In zusammenfassender Form werden Ratschläge für die Antragsteller von VDE-Zeichen erteilt. Weitere Kapitel berichten über die technischen Einrichtungen der Prüfstelle, die Zusammenarbeit mit anderen deutschen Organisationen und mit Prüfstellen des Auslandes.

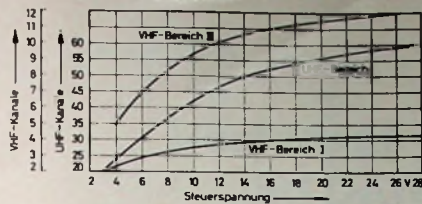


Bild 8. Eichkurven der Abstimmidiolen-Steuerspannung für den Tuner nach Bild 7

Die UHF-Tunerkonzeption nach Bild 6 ist in zweifacher Hinsicht bemerkenswert. Die Abstimmung erfolgt hier nicht mit Kapazitätsdioden, sondern mit Drehkondensatoren, und außerdem ist der Vorkreis abgestimmt. Diese einfache Ausführung eines transistorbestückten UHF-Tuners mit kapazitiver Abstimmung findet man heute bei verschiedenen preisgünstigen importierten Fernseh-Portables. Durch den abgestimmten Vorkreis wird die Spiegel Selektion um etwa 6 dB verbessert und die maximal zulässige Eingangsspannung um den Faktor 3 erhöht. Vier Abstimmkreise (Vorkreis, zwei Bandfilterkreise, Oszillatorkreis), jedoch in Kombination mit der Diodenabstimmung, werden auch bei einer Reihe marktgängiger UHF-Tuner angewendet.

2.4. Kombinationstuner

Bei den bisher beschriebenen VHF- und UHF-Tunern handelte es sich um ge-

trennte Bausteine, von denen man jeden im Service-Fall aus dem Empfänger ausbauen kann. Vielfach werden heute jedoch kompakte Allbereichstuner verwendet, bei denen in einem einzigen Baustein sämtliche für den Empfang der VHF- und UHF-Sender benötigten Bauteile zusammengefaßt sind. Ein Beispiel hierfür ist die im Bild 7 dargestellte Schaltung eines Grundig-Allbereichstuners. T1 ist für alle Bereiche gemeinsame Eingangstransistor. Für VHF ist ein trennschärferrhöhender abgestimmter Vorkreis wirksam, wie er im Zusammenhang mit Bild 5 beschrieben wurde. Die Abstimmung des VHF-Vorkreises erfolgt mit der Kapazitätsdiode D1. Sowohl für den VHF- als auch für den UHF-Bereich hat der Tuner zwischen dem Eingangstransistor T1 und dem Mischtransistor T2 das übliche zweikreisige abgestimmte Bandfilter. D2 und D3 sind die gemeinsamen Kapazitätsdioden zur Abstimmung der Primär- beziehungsweise Sekundärkreise der Bandfilter. T2 arbeitet bei UHF-Empfang als selbstschwingende Mischstufe. Der Oszillatorkreis für UHF hat eine eigene Abstimmidiode D4. Während der Transistor T3 ausschließlich als VHF-Oszillator arbeitet – der zugehörige Oszillatorkreis wird mit der Diode D5 abgestimmt –, wirkt T2 bei VHF-Empfang als Mischstufe. Bei diesem Tuner-Modell erfolgt die Bereichsumschaltung mittels mechanischer Kontakte. Bild 8 zeigt die Eichkurven der Abstimmidiolen-Steuerspannung für die Bereiche I, III und IV/V.

Eine noch einfachere Schaltungskonzeption als die im Bild 7 ist im Bild 9

wiedergegeben. Hierbei handelt es sich um eine Variante der Grundig-Allbereichstuner-Serie, bei der an Stelle der Abstimmidiolen Drehkondensatoren verwendet werden. Die Umschaltung der Bereiche erfolgt hier ebenfalls mit mechanischen Kontakten.

Die zuletzt genannten beiden Tunerkonzeptionen sind mit drei Transistoren bestückt, von denen zwei sowohl bei UHF- als auch bei VHF-Empfang arbeiten. Größer ist der Aufwand bei dem Allbereichstuner nach Bild 10, wie er in den Grundig-Farbfernsehempfängern eingesetzt ist. Der Tuner ist mit fünf Transistoren bestückt, von denen zwei nur bei UHF- und zwei nur bei VHF-Empfang arbeiten. Der fünfte, der VHF-Mischtransistor, wird bei UHF-Empfang für die ZF-Verstärkung ausgenutzt.

Durch den recht aufwendigen Einsatz sowohl von Abstimm- als auch von Schalterdioden erreicht man eine höhere Betriebssicherheit gegenüber den Ausführungen mit mechanischen Schaltkontakten. Außerdem ist man völlig unabhängig von der räumlichen Anordnung des Tuners innerhalb des Fernsehempfängers. Während bei den bisher beschriebenen Allbereichstunern wesentliche Bauelemente wie Transistoren und Abstimmidiolen für alle Bereiche gemeinsam waren, sind hier der VHF- und der UHF-Tuner schaltungstechnisch getrennt. Sie befinden sich lediglich in einem gemeinsamen Gehäuse. Im UHF-Teil wird, wie bei allen UHF-Tunern der letzten Jahre, die 1/4-Technik angewendet. Der VHF-Teil des Tuners arbeitet mit abgestimmtem Vorkreis. Neben hohen Selektions- und

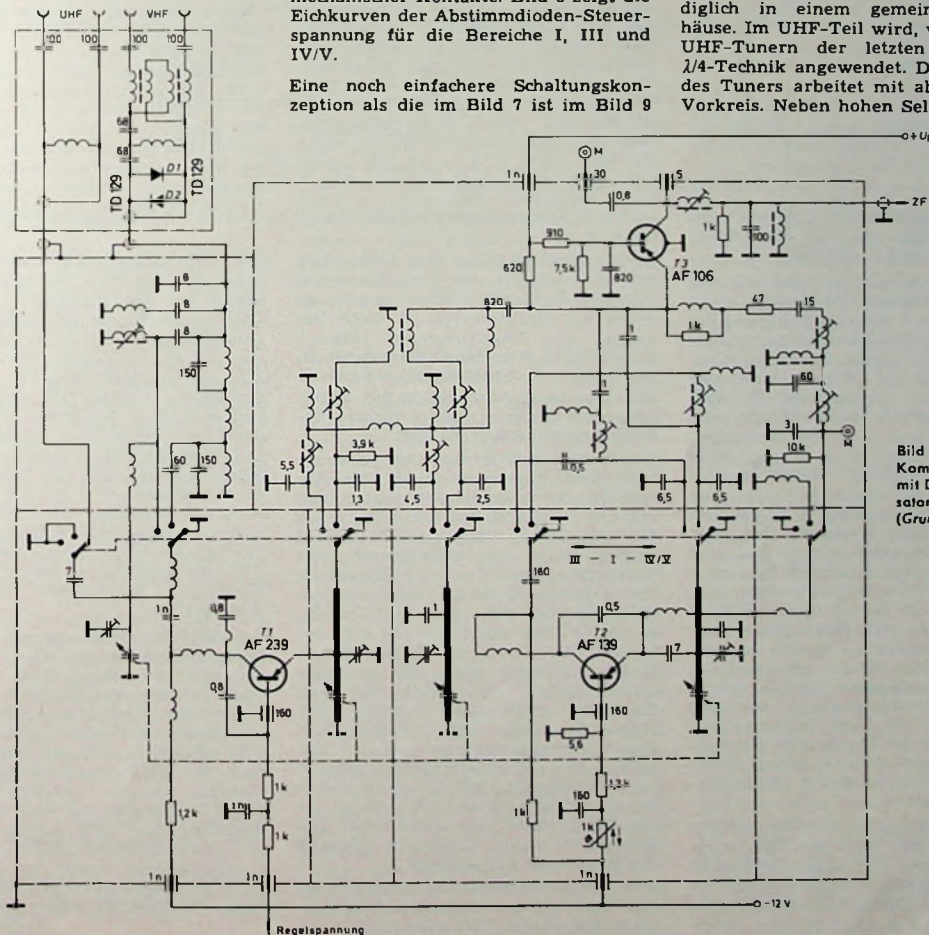


Bild 9. Kombinationstuner mit Drehkondensatorabstimmung (Grundig)

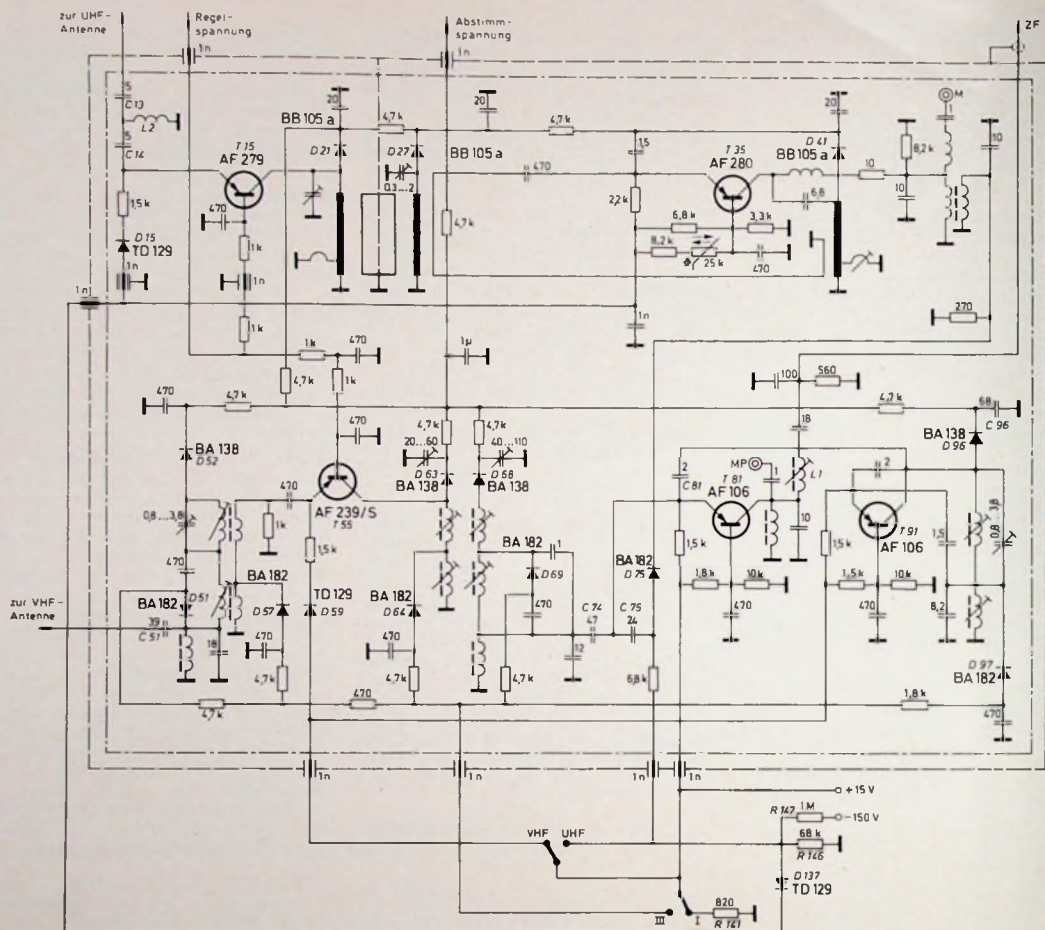


Bild 10. Kombinationstuner mit elektronischer Abstimmung und Bereichumschaltung (Grundrig)

günstigen Rauschwerten wird hier eine konstante Bandbreite über den gesamten Abstimmungsbereich erreicht.

Der VHF-Eingangsübertrager, der den 240-Ohm-Antenneneingang auf den unsymmetrischen 60-Ohm-Tunereingang transformiert, ist außerhalb des Tuners auf einer Anschlußplatte (s. a. Bild 9) angeordnet. Auf den Eingangsübertrager folgen ein VHF-Hochpaß, der alle Frequenzen unterhalb des VHF-Bereiches unterdrückt, und zwei Blitzschutzdioden, die den Tuner gegen etwaige Stoßspannungen schützen. Einen zusätzlichen Schutz bei durch Blitze hervorgerufenen Stoßspannungen bietet der bereits erwähnte Hochpaß. Das Frequenzspektrum eines Blitzes hat sein Spannungsmaximum nämlich bei wenigen MHz; bei höheren Frequenzen fällt es stark ab. Durch den Hochpaß wird also verhindert, daß Spannungsspitzen niedriger Frequenz und hoher Intensität zu den beiden Dioden gelangen. Die antiparallel geschalteten Dioden schneiden alle Spannungsspitzen oberhalb von 0,7 V ab. Die Anordnung schützt nach Angaben des Herstellers den Eingangstransistor selbst bei einem Überschuß von 25 kV auf die Antennen-Anschlußplatte.

Der Eingangskreis des VHF-Tunerteils ist selektiv (Bild 10). Das Eingangssignal wird über C 51 in den Fußpunkt des Abstimmkreises eingekoppelt. In Serie zu den Emittorvorwiderständen von T 15 und T 55 liegt je eine Diode

(D 59, D 15). Dadurch wird verhindert, daß der jeweils nicht eingeschaltete Vorstufentransistor (die zugehörige Diode im Emittorkreis ist dann gesperrt) die Regelspannung belastet. Man kann also an beide Tunerteile die Regelspannung anschließen, wobei sich eine besondere Abschaltung der Regelspannung für den nicht in Betrieb befindlichen Tunerteil erübrigt.

Das zwischen T 55 und T 81 liegende VHF-Bandfilter wird durch die Abstimmindioden D 63 und D 68 abgestimmt. Das am Fußpunkt des Sekundärkreises des Bandfilters ausgekoppelte Signal gelangt über C 74 zum Emittor der VHF-Mischstufe T 81. Die Mischstufe erhält die Oszillatorschaltung von der Oszillatorstufe T 91 über den Kondensator C 81. Die Abstimmindiode D 96 des Oszillatorkreises liegt über C 96 an Masse, wodurch sich ein günstiges L/C-Verhältnis und damit eine gute Stabilität ergibt. Den Ausgang der Mischstufe bildet ein ZF-Bandfilter, dessen Primärkreisspule aus L 1 besteht. Die VHF-Mischstufe arbeitet bei UHF-Empfang als ZF-Stufe. Dabei ist die Schalterdiode D 75 leitend, so daß die ZF dann über diese Diode und den Kondensator C 75 zum Eingang der Mischstufe T 81 gelangt.

Der symmetrische UHF-Eingang wird über eine auf der Antennen-Anschlußplatte befindliche $\lambda/2$ -Umkehrschleife an

den unsymmetrischen UHF-Tunereingang angepaßt. Das UHF-Eingangsfilter besteht aus dem Hochpaß C 13, C 14, L 2. Die Durchlaßkurve des Hochpasses fällt unterhalb des UHF-Bereiches steil ab. Das sich an den ersten UHF-Transistor T 15 anschließende Bandfilter wird mit den beiden Dioden D 21 und D 27 abgestimmt. Das Bandfilter ist induktiv über eine einstellbare Schleife gekoppelt. Vom Bandfilter gelangt das UHF-Signal zum Emittor der selbstschwingenden Mischstufe T 35. Das ZF-Signal wird am Kollektor von T 35 abgenommen und über eine UHF-Drossel, ein ZF-Zwischenfilter und die Schalterdiode D 75 zum Eingang der bei UHF als ZF-Verstärker arbeitenden VHF-Mischstufe geführt.

Bei VHF-Empfang ist die UHF-ZF-Diode D 75 durch eine über den hochohmigen Widerstand R 147 zugeführte negative Spannung gesperrt. Dabei verhindert die Diode D 137, daß die negative Spannung über die angeschlossenen UHF-Stufen zusammenbricht. Die Sperrung der VHF-Schalterdioden bei der Stellung Bereich I erfolgt selbsttätig durch Gleichrichtung der Oszillatorschaltung des VHF-Oszillators durch die Oszillatorschalterdiode D 97. Die gleichgerichtete Spannung von etwa -5 V ist für die Sperrung der Schalterdioden im Bereich I voll ausreichend.

(Schluß folgt)

Verfahren zur Nachrichtenübertragung und Datenaufzeichnung mit Lasern

Es sind jetzt gerade zehn Jahre vergangen, seitdem es gelang, den ersten Laser in Betrieb zu nehmen. Inzwischen ist an vielen Stellen an verschiedenen Anwendungen des Lasers gearbeitet worden. Langsam entwickelt er sich vom wissenschaftlichen Instrument zum technisch verwertbaren Gerät. Im folgenden sei über zwei Laseranwendungen berichtet, die im Ulmer Forschungsinstitut von AEG-Telefunken verfolgt werden. Sie betreffen recht unterschiedliche Gebiete: die Nachrichtentechnik und die Datenverarbeitung. Der Laser sendet einen kohärenten Lichtstrahl aus, also ein kohärentes Bündel elektromagnetischer Wellen. Er unterscheidet sich demnach von einem Mikrowellensender, wie er etwa in der Richtfunktechnik verwendet wird, praktisch nur durch seine höhere Frequenz, wenn man vom Prinzip der Wellenerzeugung und vom technischen Aufbau absieht. Diese höhere Frequenz aber macht den Laser für nachrichtentechnische Anwendungen besonders attraktiv: Sie liegt nämlich für sichtbares Licht bei einigen 10^{14} Hz, also einigen hunderttausend GHz. Würde man einen derartigen Laserstrahl mit nur 0,1 Prozent relativer Bandbreite modulieren, so stünde in diesem einen Strahl eine Übertragungsbandbreite zur Verfügung, die dem gesamten Frequenzumfang der konventionellen Nachrichtentechnik von der Niederfrequenz bis zum Millimeterwellengebiet entspräche.

Kein Wunder, daß es seit der Entdeckung des Lasers nicht an Vorschlägen und Versuchen gefehlt hat, die prinzipiellen Möglichkeiten dieses optischen Senders technisch zu nutzen. Bisher allerdings nur mit mäßigem Erfolg, denn den geschilderten verlockenden Möglichkeiten stehen außerordentliche Schwierigkeiten entgegen. Sie bestehen einerseits darin, das Licht bis zu sehr hohen Frequenzen zu modulieren und zu demodulieren, und andererseits in der Lichtübertragung vom Sender zur Empfangsstation.

Problem der Lichtübertragung

Bei der Lichtübertragung breitet sich das Licht normalerweise geradlinig aus, das heißt, der Weg vom Sender zur Empfangsstation muß eine gerade Sichtverbindung sein oder doch zumindest aus geraden Teilstücken bestehen. Man kommt so zum optischen Analogon des Mikrowellen-Richtfunks mit der Möglichkeit höherer Übertragungsbandbreiten, aber einer wesentlich stärkeren Störbarkeit durch atmosphärische Einflüsse wie Regen, Schnee und Nebel.

Dr.-Ing. Stephan Maslowski ist Leiter des Labors für Laseranwendungen im Forschungsinstitut Ulm von AEG-Telefunken.

Nach einem Vortrag auf dem Technischen Presse-Colloquium von AEG-Telefunken am 27. 10. 1970 in Frankfurt.

Um eine störungssichere Verbindung zu gewährleisten, kann man das Lichtbündel durch entsprechend lange gerade Rohre schützen. Das aber erfordert einen Aufwand, der sich vom wirtschaftlichen Standpunkt her nur rechtfertigen läßt, wenn in einem solchen Rohr eine extrem große Nachrichtenmenge übertragen werden soll, die Übertragungsbandbreiten von größenordnungsmäßig 100 GHz benötigt. Für solche Bandbreiten wiederum ist der zugehörige Modulations- und Demodulationsaufwand nur dann vertretbar, wenn der einmal modulierte Laserstrahl gleich über eine sehr große Strecke – etwa 50 Kilometer – geführt wird, bis er das nächstmal weiterverarbeitet wird. Der Anwendungsbereich der optischen Nachrichtenübertragung durch Hohlrohre ist also aus wirtschaftlichen Gründen auf die Übertragung extrem großer Nachrichtenmengen zwischen zwei weit voneinander entfernten Punkten beschränkt.

Es mag sein, daß in ferner Zukunft diese Aufgabe beispielsweise bei der Verbindung von zwei Ballungsräumen interessant wird. Für die nähere Zukunft aber ist eine ganz andere Aufgabe zu sehen: Man schaffe ein Nachrichtenmedium, dessen Bandbreite höher ist als die konventioneller Medien – also vielleicht 1 GHz – und mit dem man Nachrichten nicht nur über große Entfernungen übertragen, sondern vor allem auch in Ballungsräumen verteilen kann, sozusagen von Haustür zu Haustür. Vor dieser Aufgabe versagt das Rohrsystem ebenso wie die Methoden der konventionellen Hochfrequenztechnik.

Neuartiges Verfahren zur optischen Nachrichtenübertragung

Diese neue Aufgabenstellung hat AEG-Telefunken zu einem ganz neuartigen Verfahren der optischen Nachrichtenübertragung angeregt. Kombiniert man nämlich eine Reihe von im Augenblick noch etwas unvollkommenen und deshalb nicht sonderlich attraktiv scheinenden Komponenten, so kann man die oben gestellte Aufgabe in fast idealer Weise lösen. Diese Komponenten sind der Halbleiter-Laser als Sender, spezielle Glasfasern als Übertragungsmedium und Halbleiter-Photodioden als Empfänger.

Als erste Komponente sei die Glasfaser oder der dielektrische Lichtwellenleiter beschrieben. Konventionelle Glasfasern bestehen aus einem dünnen Glasfaden (Durchmesser 20...100 μm), dem sogenannten Kern, der mit einer Glasschicht mit niedrigerem Brechungsindex, dem Mantel, überzogen ist (Bild 1). Licht, das an der Stirnfläche der Faser in den Faserkern eintritt, wird – ungestört durch äußere Einflüsse – infolge Totalreflexion an der Grenzfläche von Kern und Mantel in der Faser weitergeleitet,

und zwar auch, wenn sie – bis zu Krümmungsradien im Bereich von Zentimetern – gekrümmt wird. Man erreicht also die gewünschte ungestörte und nicht notwendigerweise geradlinige Lichtausbreitung.

Eine solche Faser ist aber wegen Laufzeitverzerrungen für die optische Nachrichtenübertragung mit hohen Bandbreiten ungeeignet. Im Bild 1a sind zwei Teilstrahlen 1 und 2 eines Licht-

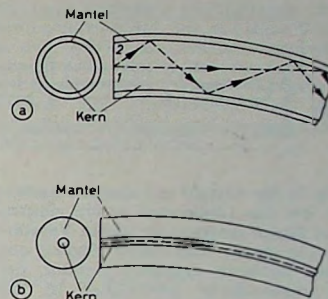


Bild 1. a) Konventionelle Glasfaser. b) dielektrischer Lichtwellenleiter

bündels eingezeichnet, das in einer herkömmlichen Faser geführt wird. Der Strahl 1 läuft zunächst in der Faserachse, der Strahl 2 unter einem Winkel zu ihr.

Es ist klar, daß dabei der Strahl 2 zum Durchlaufen einer bestimmten Faserlänge einen größeren Weg zurücklegt und dementsprechend eine größere Laufzeit benötigt als der Strahl 1. Die dem Lichtbündel aufmodulierte Nachricht wird also wegen der Laufzeitunterschiede der Teilstrahlen am Faserende zu verschiedenen Zeiten ankommen. Dadurch wird sozusagen die mögliche „Packungsdichte“ der Nachrichten, also die Übertragungsbandbreite, eingeschränkt.

Dielektrischer Lichtwellenleiter

Um diese Laufzeitverzerrungen zu vermeiden und hohe Übertragungsbandbreiten zu erreichen, muß der Durchmesser des Kerns so weit verkleinert werden, daß sich gleichsam nur noch ein Teilstrahl oder eine Wellenform mit definierter Laufzeit in ihm fortpflanzen kann. Das ist bei Kerndurchmessern von der Größenordnung der Lichtwellenlänge der Fall, beim sogenannten dielektrischen Lichtwellenleiter (Bild 1b). Die Abmessungen dieses Lichtwellenleiters liegen also bei etwa 1 μm Kerndurchmesser und zum Beispiel 50 μm Außendurchmesser. Das heißt, das eigentliche Kabel ist so dünn wie ein Menschenhaar; es besteht je Kilometer Länge aus nicht mehr als etwa 5 Gramm Glas und ist dabei in der Lage, ein Vielfaches der mit einem konventionellen Hochfrequenzkabel möglichen Bandbreite zu übertragen.

Zu diskutieren ist aber noch die Dämpfung der Lichtwellenleiter. Die bis heute erreichten Werte von etwa 1 dB/Meter sind für die Verwendung in einem Lichtkabel zu hoch. Andererseits gibt es bereits Gläser, deren Dämpfung um mehr als den Faktor 10 geringer ist. Das – bisher nur unbefriedigend gelöste – Problem ist jedoch, aus diesen Gläsern möglichst fehlerfreie Lichtwellenleiter mit entsprechend niedriger Dämpfung herzustellen. In Ulm ist man überzeugt, daß dieses Ziel erreicht werden kann. Dann könnte ein Lichtwellenleiter eine Länge von einigen hundert Metern zwischen dem optischen Sender und der Empfangsstation überbrücken.

Um Nachrichten über größere Entfernungen übertragen zu können, muß nun die Empfangsstation als sogenannte Repeaterstation ausgebildet werden

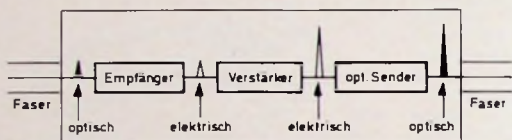


Bild 2. Repeaterstation für ein Nachrichtenübertragungssystem mit dielektrischem Lichtwellenleiter

(Bild 2). Sie besteht aus einem Empfänger, der das Lichtsignal in ein elektrisches Signal umwandelt, einem Verstärker für dieses elektrische Signal und einem weiteren optischen Sender, der das regenerierte Lichtsignal in das nächste Lichtwellenleiterstück einkoppelt. Darüber hinaus kann man natürlich an jeder Repeaterstation die dann als ein elektrisches Zeichen vorliegende Nachricht auskoppeln und weiterverarbeiten; man kann also beliebige Verzweigungen und Verknüpfungen vornehmen. Soll das Verfahren wirtschaftlich werden, so kommt es nur darauf an, wegen der relativ geringen Verstärkerfeldlänge von einigen hundert Metern die Kosten für eine derartige Repeaterstation niedrig zu halten. Dies wird möglich, wenn man die Repeaterstation in Halbleitertechnik aufbaut (Bild 3).

Halbleiter-Laser als Sender

Als Sender wird ein Halbleiter-Laser benutzt (Bild 4), eine speziell aufgebaute Diode, die bei Durchgang eines genügend hohen Stroms ein kohärentes Lichtbündel emittiert. Dieses Lichtbündel läßt sich bis zu Frequenzen im Gigahertzbereich – beispielsweise über den Anregungsstrom oder einen integrierbaren Halbleiter-Lichtmodulator – leicht modulieren. Der Halbleiter-Laser zeichnet sich außerdem durch seine geringen Abmessungen aus. Allerdings muß gesagt werden, daß der heutige Entwicklungsstand des Halbleiter-Lasers seine Verwendung für das vorgesehene Lichtkabel noch nicht zuläßt. In allerletzter Zeit sind jedoch bedeutende Fortschritte erreicht worden, die die Mitarbeiter im Ulmer Forschungsinstitut bestärkt haben, daß er eines Tages allen Erfordernissen entsprechen wird.

Schneller Lichtempfänger

Wesentlich weiter als mit dem Lichtwellenleiter und dem Halbleiter-Laser ist man bereits mit dem benötigten schnellen Lichtempfänger. Es wurden Halbleiter-Photodioden entwickelt, die

bereits den Anforderungen entsprechen. In ihren Abmessungen sind sie kaum größer als der Halbleiter-Laser. Sie wandeln Lichtsignale mit hohem Wirkungsgrad in elektrische Signale um und verstärken diese gleichzeitig durch einen internen Lawineneffekt. Eine stabile Leistungsverstärkung von 30 dB wird hierbei für eine Bandbreite von 1 Gigahertz erzielt.

Als weiterer Verstärker für die elektrischen Signale in der Repeaterstation soll schließlich eine integrierte Halbleiterschaltung dienen, so daß die gesamte Repeaterstation in Halbleitertechnik sehr klein und – bei den zu erwartenden großen Stückzahlen – mit hinreichend niedrigem Preis hergestellt werden kann. In Verbindung mit dem Lichtwellenleiter ergibt sie ein neuartiges Nachrichtenmedium.

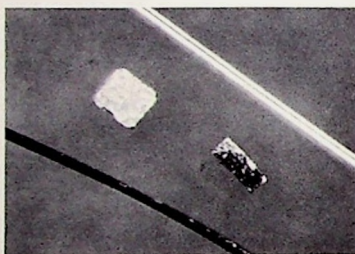


Bild 3. Die Grundkomponenten des von AEG-Telefunken entwickelten optischen Nachrichtenübertragungssystems sind kaum größer als ein Menschenhaar dick ist. Sender (dunkler, rechteckiger Gegenstand), Empfänger (heller, quadratischer Gegenstand) und Glasfaser (heller Strich) im Vergleich zu einem Menschenhaar (links unten, dunkler Strich)

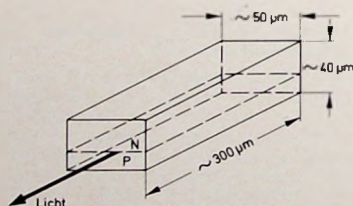


Bild 4. Prinzipieller Aufbau des Halbleiter-Lasers

Möglichkeiten des neuen Nachrichtenmediums

Hier seien zunächst an die Bemerkungen zur Physik der Komponenten des Mediums noch ein paar nachrichtentechnische Bemerkungen angeschlossen. Als Modulationsverfahren für den Halbleiterlaser wird man eine Pulsmodulation verwenden. Die Bandbreite wird so groß gewählt werden (etwa 1 GHz), daß sie noch mit Hilfe integrierter Halbleiterschaltungen verarbeitet werden kann. Der Abstand der Verstärker wird maximal in der Größenordnung von 1 km liegen; das System wird aber schon wirtschaftlich sein bei Verbindungen innerhalb eines Bürohochhauses.

Die große Bandbreite ermöglicht die Verwendung von frequenzbandaufwendigen Codierungsverfahren, die ganz neue Möglichkeiten der Vermittlung von Verbindungen ergeben. Zum Beispiel kann man völlig auf Vermittlungszentralen verzichten, wenn man den Nachrichten ihre eigene Adresse mitgibt. Ein Teilnehmer an diesem Nachrichtenmedium könnte sehr freizügig verfahren: Er könnte als Nachrichtengeber oder -empfänger auftreten und zum Beispiel seine Telefongespräche selbstverständlich auch mit gleichzeitiger Bildübertragung führen, also per Fernsehtelefon. Er könnte aus dem Nachrichtenmedium aber ebenso seinen Fernsehapparat speisen; eine größere Anzahl von Programmen stünde ihm dabei zur Auswahl zur Verfügung; der heutige Antennenwald auf den Hausdächern könnte auf den Schrottplatz wandern. Das neue Nachrichtenmedium könnte auch den Datenverkehr zwischen Computern, Datenbibliotheken sowie deren kommerziellen und privaten Benutzern ermöglichen. – Der Phantasie sind fast keine Grenzen gesetzt.

Viel Arbeit ist aber noch zu leisten, bis die Komponenten des Systems die erforderlichen Eigenschaften aufweisen und zum neuen Nachrichtenmedium integriert sein werden. Aber das Vorhaben hat sehr reale Chancen. Mit dieser Meinung steht man heute in Deutschland nicht mehr allein da: In den USA, England und Japan haben Arbeiten in der gleichen Richtung eingesetzt.

Optische Datenspeicherung

In der elektronischen Datenverarbeitung ist es heute üblich, Digitaldaten magnetisch zu speichern. Für die Archivierung großer Datenmengen finden hauptsächlich Magnetbänder Verwendung. Das Magnetband aber wird den gestellten Anforderungen immer weniger gerecht, je mehr die Arbeitsgeschwindigkeit der Rechner steigt und die zu speichernden Datenmengen anwachsen. Es hat nämlich eine zu geringe Speicherdichte: Sie liegt bei einigen tausend bit/cm², so daß ein Halbzoll-Band von 1 km Länge nur etwa $3 \cdot 10^6$ bit speichern kann. Das entspricht etwa der Hälfte des Inhalts eines Bandes der zwanzigbändigen Brockhaus-Enzyklopädie. Infolgedessen bestehen größere Bibliotheken oder Datenbanken, die üblicherweise einige 10^{10} bis 10^{12} bit umfassen, aus Hunderten bis Tausenden von Magnetbändern mit entsprechendem Platzbedarf und entsprechend komplizierter Organisation.

Hier nun versprechen optische Datenaufzeichnungsverfahren Abhilfe, denn mit optischen Methoden lassen sich prinzipiell wesentlich höhere Speicherdichten erreichen. Das Vorhaben der Ulmer Forscher besteht darin, die Digitaldaten in Form von Verfärbungspunkten auf lichtempfindlichen Schichten aufzuzeichnen. Im ersten Anlauf, der noch weit von der prinzipiellen Grenze entfernt ist, sollen diese Verfärbungspunkte einen Durchmesser von 3 µm haben und in Zeilen mit 10 µm Zeilenabstand auf einem bandförmigen Träger angeordnet werden. Daraus resultiert eine Speicherdichte von etwa $3 \cdot 10^6$ bit/cm², also rund um den Faktor 1000 mehr als beim heutigen Magnetband. Ein Band des optischen Speichers mit 30 mm genutzt-

ter Breite und 100 m Länge könnte etwa 300 je 1 km lange Halbzoll-Magnetbänder ersetzen.

Die Übergaberate des von AEG-Telefunken entwickelten optischen Speichers soll beim Aufzeichnen und Auslesen mit 10^4 bit/s der Geschwindigkeit heutiger Großrechner entsprechen. Wie ist das zu erreichen?

Schreiben mit ultraviolettem Licht

Als Speicherschicht wird kein normaler Film verwendet, sondern eine von AEG-Telefunken entwickelte photochrome Schicht. Diese im unbelichteten Zustand völlig durchsichtige und gegenüber sichtbarem Licht stabile Schicht zeigt nach Bestrahlung mit ultraviolettem Licht eine Verfärbung, das heißt, sie ist für sichtbares Licht undurchlässig geworden. Im Gegensatz zum normalen Film tritt die Verfärbung der Schicht ohne Nachentwicklung sofort beim Bestrahlen auf und ist ohne Fixierprozeß stabil. Schließlich ist die Schicht noch kornfrei; sie setzt also der Feinheit aufzeichnender Strukturen keine Grenzen.

Sollen nun auf dieser Speicherschicht die geplanten zehn Millionen Verfä-

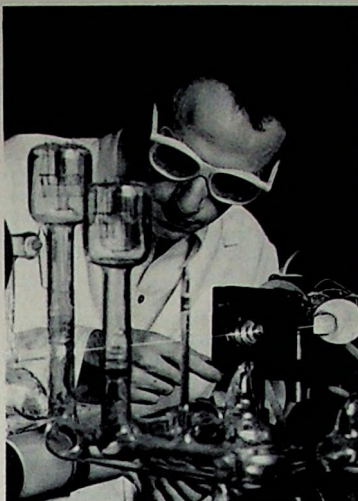


Bild 5. Als Lichtquelle für die optische Datenaufzeichnung wird ein Laser benutzt, dessen grüne Ausgangsstrahlung durch optische Frequenzverdopplung in ultraviolettes Licht umgesetzt wird

bungspunkte je Sekunde geschrieben werden können, so ist das nur mit einer Lichtquelle möglich, die ultraviolettes Licht extrem hoher Leuchtdichte liefert. Konventionelle Lichtquellen sind dazu nicht in der Lage, wohl aber ein Laser mit 50 ... 100 mW. Für Versuchszwecke wird ein Ionen-Gaslaser verwendet, der normalerweise grünes Licht emittiert. Dieses grüne Licht wird durch optische Frequenzverdopplung in der Wellenlänge halbiert und man erhält so den benötigten ultravioletten Schreibstrahl (Bild 5).

Dieser Schreibstrahl wird im Takt der aufzuzeichnenden Daten moduliert, er wird fokussiert und sein Brennpunkt mit ausreichend hoher Geschwindigkeit zeilenweise über die Speicherschicht hinweggeführt. Die hierzu erforderliche schnelle Richtungsänderung des Strahls wird – aus Kostengründen – im Labor mit recht einfachen mechanischen Mitteln bewerkstelligt. Die auf diese Weise in den Zeilen als Verfärbungspunkte gespeicherten Daten können dann mit sichtbarem Licht wieder ausgelesen werden. Ein Funktionsmuster dieses optischen Speichers wird in absehbarer Zeit vorgestellt werden.

Tagungs- und Ausstellungskalender

Januar 1971

14. 1.-20. 1. Paris
Salon de l'Audiovisuel et de la Communication

Februar 1971

15. 2.-19. 2. Frankfurt a. M. (US Handelszentrum)
Computer Display Equipment
17. 2.-19. 2. Philadelphia/USA
International Solid State Circuits Conference

März 1971

7. 3.-14. 3. Wien
Wiener Internationale Frühjahrsmesse 1971
9. 3.-13. 3. Basel
INEL, 5. Internationale Fachmesse für industrielle Elektronik
9. 3.-13. 3. Basel
Medex, 1. Internationale Fachmesse und Fachtagung für medizinische Elektronik und Bioengineering
14. 3.-23. 3. Leipzig
Leipziger Frühjahrsmesse 1971
15. 3.-19. 3. Frankfurt a. M. (US Handelszentrum)
Analog and Digital Measuring and Recording Instruments
29. 3.-2. 4. Paris
Colloque International l'Espace et la Communication
30. 3.-2. 4. München
ESDERC, European Semiconductor Research Conference
31. 3.-6. 4. Paris
14. Salon International des Composants Electroniques

April 1971

13. 4.-17. 4. Denver/USA
International Magnetics Conference (INTERMAG)
17. 4.-22. 4. Cannes
1re Exposition internationale d'Equipment vidéo-cassette et d'Enregistrement vidéo
22. 4.-30. 4. Hannover
Hannover-Messe 1971

Mai 1971

10. 5.-12. 5. Washington/USA
Electronics Components Conference
18. 5.-21. 5. London
International Electronic Components Show

21. 5.-27. 5. Montreux
7e Symposium international de télévision

Juni 1971

7. 6.-12. 6. Mainz
Deutscher Ingenieurtag 1971
12. 6.-20. 6. Karlsruhe
„hobby 71“, Ausstellung mit Freizeitfestival
14. 6.-19. 6. Lille
1re Semaine électronique internationale (l'Electronique au service de l'Industrie)

August 1971

18. 8.-26. 8. Budapest
7. Internationaler Kongreß für Akustik
23. 8.-28. 8. Stockholm
European Microwave Conference
25. 8.-30. 8. Zürich
FERA, Schweizerische Ausstellung für Radio-, Fernseh-, Phono- und Tonbandgeräte
27. 8.-5. 9. Berlin
Internationale Funkausstellung 1971 Berlin

September 1971

5. 9.-12. 9. Leipzig
Leipziger Herbstmesse 1971
7. 9.-10. 9. Berlin
19. Jahrestagung der Fernseh-Technischen Gesellschaft e. V. (FTG)

Oktober 1971

6. 10.-17. 10. Leningrad
Internationale Ausstellung „Systemotechnika“
12. 10.-17. 10. Ljubljana
Internationale Messe Elektronik, Telekommunikation, Automatisierung und Kerntechnik
14. 10.-20. 10. Düsseldorf
Interkama, 5. Internationale Messe für Automation, Elektronik und Meßtechnik mit Kongreß

November 1971

5. 11.-14. 11. Berlin
Deutsche Industrieausstellung Berlin 1971

Hi-Fi-Lautsprecher-Bausatz „50-4“

Das Angebot von Bausätzen zum Selbstbau von hochwertigen Lautsprecherboxen ist in letzter Zeit recht breit geworden. Gegenüber fertig montierten handelsüblichen Hi-Fi-Boxen läßt sich bei ein wenig handwerklichem Geschick eine ganze Menge an finanziellen Aufwendungen einsparen. Als Beispiel für die größeren Ausführungen sei hier der in Deutschland erstmals zur Funkausstellung gezeigte Bausatz „50-4“ der dänischen Firma Peerless vorgestellt. Er eignet sich für den Aufbau einer 50-Liter-Dreiwegbox mit etwa 40 W Belastbarkeit. Zum Lieferumfang gehören vier Lautsprechersysteme, eine Frequenzweiche sowie auf Wunsch auch eine fertig bearbeitete Schallwand mit stoffbespannter Frontblende.

1. Lautsprechersysteme

Das Tieftonsystem „L 100 WG“ mit 250 mm Korbdurchmesser und Gummisicke hat eine Freiluft-Eigenresonanz von 20 Hz. Obwohl die erste ausgeprägte Teilschwingungsresonanz erst bei über 2500 Hz liegt (Bild 1), wird es mit der zum Bausatz gehörenden Weiche hier nur bis zu rund 500 Hz betrie-

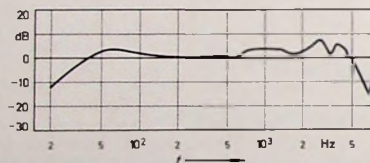


Bild 1. Schalldruckverlauf des in ein 40-Liter-Gehäuse eingebauten Tieftonsystems „L 100 WG“

ben, weil die Schalldruckkurve oberhalb 600 Hz nicht mehr ganz geradlinig verläuft. Die 38-mm-Schwingspule ist wie bei allen anderen Lautsprechern auf einen Aluminiumkörper gewickelt, so daß kurze Überlastungen thermisch ausgezeichnet vertragen werden. Der Luftspalt ist nach vorn durch eine Staubschutzkalotte gegen Fremdkörper geschützt, nach hinten hin ist er durch Zentriermembran und Magnetsystem abgeschlossen.

Der Frequenzbereich von 500 bis 3500 Hz wird durch den Mitteltonlautsprecher „O 570 MRC“ wiedergegeben. Dieser mit 20 W belastbare, 184 mm × 127 mm große Ovallautsprecher ist zum Schutz vor dem Schalldruck des Tieftöners in einer mit Dämpfungsmaterial gefüllten Kunststoffkappe eingebaut. Das gehört mit zu den Annehmlichkeiten des Bausatzes, da man diese notwendige akustische Abschirmung nicht erst selbst vorzunehmen braucht. Die Schalldruckkurve des Systems (Eigenresonanz 250 Hz) zeigt bis etwa 4500 Hz einen stetigen Verlauf.

Ab etwa 3500 Hz übernehmen zwei Hochtonlautsprecher „MT 25 HFC“ die Wiedergabe. Diese 5-W-Systeme mit rund 60 mm Korbdurchmesser (Flansch

65 mm × 65 mm) haben eine Eigenresonanz von 1500 Hz und übertragen bis über 18 000 Hz. Der Korb ist vollkommen geschlossen, so daß keine besondere Maßnahmen erforderlich sind, um den Schalldruck des Tieftonlautsprechers fernzuhalten.

2. Frequenzweiche

Die sorgfältig ausgelegte Dreiwegweiche hat die Übergangsfrequenzen 500 und 3500 Hz. Ihre Schaltung ist im Bild 2 dargestellt. Sie besteht aus dem Tieftpaß L1, C1 für den Tieftonlautsprecher, dem Bandpaß L2, C2 und L3, C3 für den Mitteltonbereich sowie dem Hochpaßglied L3, C4 für die Hochtonsysteme. Dabei wird L3 sowohl für das Bandpaßfilter als auch für den Hochpaß ausgenutzt. Prinzipiell ist der Dämpfungsverlauf 12 dB/Oktave. Mit Hilfe der Widerstandsbeschlachtung (R1 und R2) wurde neben einem Ausgleich des Schalldruckverlaufs auch ein phasenkorrigierter flacher Verlauf (6 bis 9 dB/Oktave) des Übernahmebereichs zwischen dem Mittel- und den Hochtonlautsprechern eingestellt. Die Hochtöner haben im Gegensatz zu den beiden anderen Lautsprechern nicht 4 Ohm, sondern 8 Ohm Impedanz und müssen daher parallel geschaltet werden.

Das gesamte Netzwerk der Weiche ist auf einer gedruckten Schaltung mon-

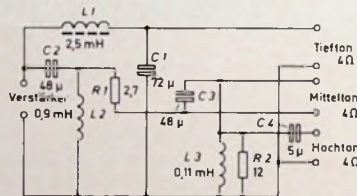


Bild 2. Schaltung der Dreiweg-Frequenzweiche

tiert. Alle Kondensatoren sind spezielle engtolerante bipolare Ausführungen. Für L2 und L3 wurden reine Luftspulen, für L1 ein Ferritkern mit sehr großem Luftspalt (halber E-Kern ohne Joch) verwendet. Abgesehen davon, daß nichtlineare Verzerrungen wegen des großen Luftspalts absolut ausgeschlossen sind, erhält man für L1 so eine wesentlich höhere Güte. Das ist wegen der hohen Ströme im Tieftonzweig besonders günstig.

3. Aufbau

Für den Aufbau der Box werden von Peerless 20 mm dicke Spanplatten empfohlen. Verwendet wurden beim Musterbau handelsübliche 22-mm-Platten, die man sich zweckmäßigerweise fertig zuschneiden lassen sollte. Alle Angaben über den Zusammenbau sind in der dem Bausatz beigegebenen Anleitung ausführlich in mehreren Skizzen dargestellt. Eine große Erleichterung gegenüber der Selbstanfertigung stellen natürlich die schon erwähnte zusätzlich erhältliche Schallwand mit allen Ausschnitten und die stoffbespannte Front-

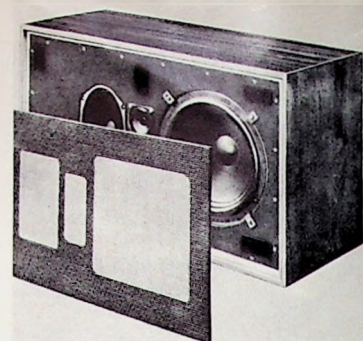


Bild 3. Montierte Lautsprecherbox mit serienmäßiger Schallwand und gespannter Frontblende (zur Sichtbarmachung der Durchbrüche von hinten beleuchtet)

blende dar (Bild 3). Mit 20 % der eigentlichen Bausatzkosten sind sie – gemessen an der Arbeitersparnis – sogar einigermaßen preisgünstig. Die Boxoberfläche kann man je nach Wohnraum und Geschmack weiß oder farbig spritzlackieren, furnieren oder mit dem einfachen zu handhabenden Mikroholz versehen. Erwähnt sei, daß zu dem Stoff der serienmäßigen Frontblende gut eine Ahornoberfläche paßt.

Die ein wenig pauschale Angabe, daß man den Hohlraum der Box bis zu drei Vierteln mit Steinwolle füllt, läßt sich noch etwas präzisieren. Zur Dämpfung von Gehäuseresonanzen durch stehende Wellen sollte man die Innenseiten der Box zunächst mit mindestens 30 mm dicken Steinwolleplatten belegen. Diese Dämpfungsmaßnahme genügt allein aber nicht. Die Resonanzfrequenz des eingebauten Tieftonlautsprechers liegt ziemlich genau bei 50 Hz. Mangelhafte Dämpfung kann daher neben störender Baßverfärbung zu einer unerwünschten Anhebung von Restbrumm aus dem Verstärker beziehungsweise den Programmquellen (auch Modulationsbrumm von UKW-Sendern) führen. Als Erfahrungswert kann hier ein Gesamtgewicht von knapp 1 kg Steinwolle je Box angegeben werden, wobei man zwecks besserer akustischer Ankopplung die oberste (den Lautsprechern zugewandte) Schicht lose packen sollte. Allzuviel Dämpfungsmaterial ergibt besonders bei fester Packung der oberen Schichten einen eher tot wirkenden Klangeindruck.

4. Hörergebnisse

Die Hörversuche wurden mit zwei der beschriebenen Boxen in einem mittleren Wohnraum (27 m² Grundfläche, 3,2 m Höhe) vorgenommen. Als Verstärker wurde der „ES 707“ von Klein + Hummel mit 2 × 90 W Ausgangsleistung verwendet. Bei unterschiedlichem Programmmaterial zeichneten sich die Boxen durch neutrale durchsichtige Wiedergabe aus. In den Höhen klingen sie ausgesprochen brillant, die Bässe sind trocken und ungefärbt. Bei einwandfreiem Programmmaterial waren Korrekturen mit den Klangreglern weder bei den Tiefen noch bei den Höhen erforderlich. Der optimale Klangeindruck ergab sich bei absoluter Lineareinstellung aller Regler. Da die Boxen jeweils in einer Raumecke aufgestellt waren, kann wegen der bei anderen Positionen raumakustisch verminderten Baßwiedergabe natürlich eine gewisse Tiefenanhebung notwendig sein. Gu.

1) Deutsche Vertretung: Peerless Elektronik GmbH, Düsseldorf

Technik der Dickschicht- und Dünnschichtschaltungen

Die stürmische Entwicklung der integrierten monolithischen Halbleiterschaltungen hat das Interesse an anderen Verfahren der Schaltungsintegration, zum Beispiel der Dickschicht- und der Dünnschichttechnik, etwas in den Hintergrund treten lassen. Wie aber auch die electronica 70 in München zeigte, haben diese Verfahren heute eine immer mehr zunehmende Bedeutung, wenn es darum geht, passive Bauelemente, die sich in monolithischer Technik nicht oder nicht mit ausreichender Genauigkeit realisieren lassen, in die Schaltungsintegration mit einzubeziehen. Die Dickschichttechnik bietet außerdem die Möglichkeit zur Kombination mit aktiven Halbleiterbauelementen und integrierten Schaltungen (Hybridschaltkreise).

Bei Dickschicht- und Dünnschichtschaltungen handelt es sich ähnlich wie bei gedruckten Schaltungen um isolierende Trägermaterialien (Substrate), die Netzwerke aus passiven Bauelementen sowie die zugehörigen Verbindungsleitungen tragen. Dabei bleibt die Dünnschichttechnik auf Widerstandsnetzwerke beschränkt, während sich in Dickschichttechnik auch Kondensatoren realisieren lassen. Außerdem kann man in Dickschichtschaltungen nachträglich noch weitere passive sowie auch aktive Bauelemente einsetzen. Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Schaltungsarten ergibt sich jedoch aus dem Herstellungsverfahren. Während bei Dickschichtschaltungen für Verbindungsleitungen und Widerstände unterschiedliche Materialien verwendet und nacheinander auf das Substrat aufgebracht werden, findet man bei Dünnschichtschaltungen nur ein leitendes Material, aus dem sowohl die Widerstände als auch die Verbindungsleitungen bestehen. Im folgenden werden an Hand von überwiegend auf der electronica gezeigten Geräten und Anlagen die Fertigungsverfahren für derartige Schaltkreise beschrieben.

1. Dickschichtschaltungen

1.1. Prinzipielles Herstellungsverfahren

Für Dickschichtschaltungen wird ein Keramik-Substrat aus Aluminiumoxid-Keramik (96 % Al_2O_3) verwendet, auf das die Leiterbahnen und Widerstände nach dem Siebdruckverfahren gedruckt und dann bei hohen Temperaturen (etwa 900...1000 °C) eingebrannt (gesintert) werden. Druck- und Sinterprozeß müssen im allgemeinen mehrmals wiederholt werden, denn es sind nicht nur für Leiterbahnen und Widerstände, sondern auch abhängig von den gewünschten Widerstandswerten Druckpasten mit unterschiedlicher Leitfähigkeit erforderlich. Die Anzahl der benötigten Prozesse hängt dabei jedoch wesentlich von dem Widerstandsverhältnis ab, das heißt von dem Verhältnis des größten zum kleinsten Widerstandswert, die auf dem Substrat unterzubringen sind. Weitere Druck- und Sinter-Arbeitsgänge sind für isolierende Brücken bei Leitungskreuzungen erforder-

lich sowie bei der Herstellung von Kondensatoren, die vielfach als Vielschichtkondensatoren ausgeführt werden.

Bei komplizierten Leitungsführungen und um ein kleineres Volumen zu erreichen, lassen sich die Substrate auch zweiseitig bedrucken. Hierbei kann die Kontaktierung von Vorder- und Rückseite durch Umdrucken der Substratränder an beliebigen Stellen erfolgen. Noch höhere Schaltungsichten, die beispielsweise erforderlich sind, wenn integrierte Halbleiterschaltungen in die Dickschichtschaltungen eingesetzt werden sollen, erreicht man durch Vielschichtschaltungen – hier sind die einzelnen Leiterebenen durch aufgedruckte isolierende Schichten getrennt – und durch Mehrschichtsubstrate, bei denen das Substrat aus mehreren sehr dünnen Keramikscheiben besteht, die jeweils mit dem Leitungsmuster und den benötigten Widerständen bedruckt sind.

Substrate für Dickschichtschaltungen werden beispielsweise von der *Deutschen Steinzeug- und Kunststoffwarenfabrik, Mannheim-Friedrichsfeld*, in verschiedenen Abmessungen und mit Dicken von 0,6, 0,8 und 1 mm geliefert. Die Abmessungstoleranzen betragen allgemein $\pm 1\%$, während für die Dicken toleranz $\pm 0,04$ mm angegeben wird. Im unbearbeiteten Zustand ist die mittlere Rauhtiefe 0,2...0,8 μm ; durch Nachbearbeitung lassen sich jedoch Rauhtiefen $< 0,1 \mu\text{m}$ erreichen.

1.2. Bedrucken

Das Bedrucken der Substrate erfolgt mit speziellen Siebdruckmaschinen, die den hier gestellten Genauigkeitsanforderungen genügen müssen. Die Modellreihe „DEK 1200“ von *Peter Jordan* umfaßt zwei Typen, und zwar die halbautomatische Ausführung „DEK 1200 RS“ und den Vollautomaten „DEK 1200 TT“. Beide Typen basieren auf der gleichen Grundeinheit und unterscheiden sich nur durch die Ausführung des Tisches und die Druckgutzuführung. Der „DEK 1200 DT“ hat einen Karussell-drehtisch, der die Substrate aus einem Magazin zuführt und nach dem Bedrucken wieder zum Auswurf abführt. Da die Substrate (maximale Druckfläche 50 mm \times 50 mm) erst in der Druckposition exakt positioniert und durch Vakuumansaugung festgehalten werden, erreicht man eine hohe Reproduzierbarkeit und Maßgenauigkeit von $\pm 25 \mu\text{m}$. Der mittels Mikrometereinstellung justierbare Siebrahmen läßt sich über einem Schnellspannverschluß der Maschine entnehmen und nach einer etwaigen Reinigung ohne Einstellkorrektur wieder passergenau einsetzen. Die Druckkapazität beträgt 1600 Drucke je Stunde. Weitere Siebdruckmaschinen für die Dickschichttechnik wurden auf der electronica unter anderem von *ami* (Serien „SA“, „SAS“, „P“, „PS“), *eurolatron* („Micronic R 60“, „Micronic T 60“, „Rotronic 800“), *Isimat* („011“, „081“), *Presco* (Serien „300“, „700“) und *Siri* („Novamat DS“) vorgestellt.

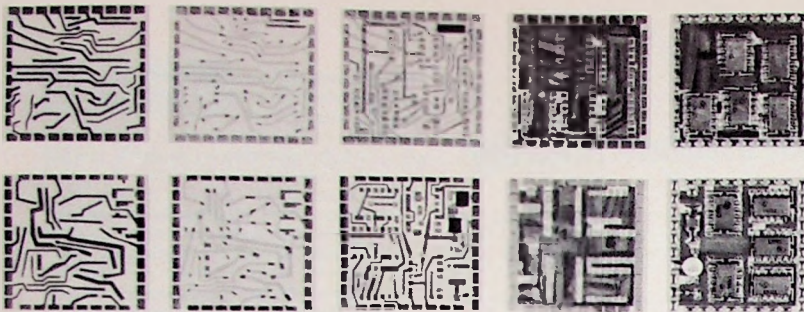
Ein umfangreiches Programm an Cermet-Siebdruckpasten (pastenartige Gemische aus Keramik und Metall) zum Drucken von Leiterbahnen, Widerständen und dielektrischen Schichten bietet *Electro-Science Laboratories, Inc.* an. Für Leiterbahnen stehen Pasten auf Palladium- und Silber-Basis sowie Goldpasten für geringe Leiterbreiten und -abstände mit Widerständen von 0,02 bis 0,09 Ohm/Quadrat zur Verfügung. (Die Widerstandsangabe Ohm/Quadrat bedeutet den Widerstand eines quadratischen Stückes einer Leiterbahn. Er hängt außer vom spezifischen Widerstand des Materials nur noch von der Schichtdicke ab. Um vergleichbare Werte zu erhalten, werden alle Widerstandsangaben auf Schichtdicken von 20 bis 25 μm im gesinterten Zustand bezogen.)

Die Widerstandspasten der Serie „3800“ sind beispielsweise mit Widerständen von 1 Ohm/Quadrat bis 10 MOhm/Quadrat lieferbar. Damit hergestellte Widerstände lassen sich mit 25 W/Quadrat (etwa 4 W/cm²) belasten. NTC-Widerstände mit Nennwiderständen von 1000 Ohm/Quadrat bis 1 MOhm/Quadrat bei 25 °C können mit den Pasten der Serie „NTC 2400“ hergestellt werden. Für gedruckte Kondensatoren sind dielektrische Pasten mit Dielektrizitätskonstanten von 50 bis 1000 sowie für Isolierschichten Pasten mit besonders kleinen Dielektrizitätskonstanten (8 bis 40) erhältlich. Erwähnt sei auch noch die ferromagnetische Paste „900“, die für Abschirmzwecke bestimmt ist und eine Permeabilität von 150 bis 250 sowie einen Widerstand von 10⁵ Ohm/Quadrat hat.

1.3. Sinterprozeß

Beim Sinterprozeß muß ein bestimmter Temperaturverlauf genau eingehalten werden, da davon die Eigenschaften der Dickschichtschaltung (zum Beispiel TK der Widerstände) weitgehend abhängen. Bei der Widerstandsherstellung hält man nach dem verhältnismäßig schnellen Aufheizen (innerhalb etwa 20 min) auf rund 1000 °C die Temperatur für etwa 15 min auf diesem Wert und kühlt anschließend während etwa 20 min das Werkstück wieder ab. Für Leiterbahnen sind dagegen im allgemeinen ein langsames Aufheizen bis auf die erforderliche Temperatur und anschließendes rasches Abkühlen vorgeschrieben. Vor der eigentlichen Sinterung muß jedoch noch ein Ausbrennen der organischen Bestandteile der Pasten bei etwa 100...150 °C erfolgen. Außerdem ist sowohl beim Ausbrennen als auch beim Sintern ein Luft- oder Gasstrom über die Substrate zu führen.

Für die Dickschichttechnik geeignete Durchlaufofen wurden in München beispielsweise von der *bfi elektronik gmbh* gezeigt. Die Öfen der Serien „VQ“ und „VIQ“, deren Gasführung allen Anforderungen entspricht, können sowohl mit geneigter als auch mit horizontaler Muffel betrieben werden. Die Sintermuffel besteht aus Quarz, während für die Ausbrennmuffel Edelstahl verwendet wird. Die Temperaturregelung arbeitet mit einer Genauigkeit von $\pm 0,5$ grd. Alle Öfen haben einen Arbeitsbereich von 200 bis 1100 °C und können auf Wunsch auch mit automatischem Überhitzungsschutz geliefert werden.



Die einzelnen Druckschichten einer Vielschichtschaltung mit Halbleiter-Einbauteilen (Microelectronic)

Hingewiesen sei auch noch auf die Ofen der „Explorer“-Serie (Temperaturbereich 300 ... 1100 °C), die für den Einsatz in Labors bestimmt sind.

1.4. Widerstandsabgleich

Durch sorgfältige Herstellung lassen sich bei Dickschichtwiderständen (mit Ausnahme sehr kleiner und sehr großer Widerstandswerte) Widerstandstoleranzen von $\pm 10\%$ erreichen. Sind engere Toleranzen erforderlich, dann müssen die Widerstände nachträglich abgeglichen werden. Neben dem dafür bisher meistens angewendeten Sandstrahlverfahren setzt sich jetzt immer mehr der Abgleich mittels Laserstrahlung durch, der sauberer, schneller und genauer arbeitet. Der Abgleich erfolgt unter Kontrolle und Steuerung durch eine genaue Meßbrücke, wobei der Abgleichvorgang automatisch unterbrochen wird, sobald der gewünschte Widerstandswert erreicht ist. Beim Abgleich trifft der fokussierte Laserstrahl auf die Widerstandsschicht und schneidet einen Graben heraus, indem er einen Teil der Schicht verdampft.

Müssen Widerstände sehr genau abgeglichen werden, so empfiehlt sich der sogenannte L-Schnitt. Hierbei wird der Widerstand zuerst senkrecht zu der Richtung getrimmt, in der der Strom hindurchfließt. Dabei ändert sich der Widerstandswert sehr schnell. Ist der gewünschte Wert innerhalb gewisser vorbestimmter Grenzen erreicht, dann trümmert man in Richtung des Stromflusses, also senkrecht zur ersten Trimmrichtung. Da sich jetzt der Widerstand trotz gleicher Laserleistung nur noch langsam ändert, läßt sich der geforderte Wert sehr genau (besser als 0,1 %) abgleichen.

Das „Lasertrim“-System der *Apollo Lasers, Inc.* ist mit einem Yttrium-Aluminium-Granat-Laser (Wellenlänge 1,06 μm) ausgerüstet und arbeitet mit einer Impulsfrequenz von 30 bis 60 Impulsen/s. Das optische System erlaubt die Verwendung eines Fernsehmonitors oder eines kollinearen Mikroskops zur genauen Ausrichtung des Laserstrahls. Mit einer Teleskopoptik zum Fokussieren des Laserstrahls erreicht man Schnittbreiten von etwa $8 \cdot 10^{-3}$ cm (in der Dünnschichttechnik sogar von etwa $2 \cdot 10^{-3}$ cm), wobei der Abstand der Optik von der Widerstandsfläche 2 ... 3 cm beträgt. Die eingebaute Meßbrücke hat einen Meßbereich von 0,1 Ohm bis 11,1 MOhm mit einer Meßgenauigkeit von $\pm 0,05\%$ im Bereich 10 Ohm bis 1 MOhm und von $\pm 0,25\%$ im Bereich 1 ... 11,1 MOhm. Der Vorschubtisch mit der Vakuumhalterung für das Substrat wird bei der Standardausführung in X-

Der gekapselte Baustein



Richtung mittels Motors bewegt, während er in Y-Richtung von Hand verschoben werden muß. Auf Wunsch ist aber auch Motorantrieb für die Bewegung in Y-Richtung erhältlich. Das „Lasertrim“-System wird unter den Typenbezeichnungen „X A“ und „XII A“ auch mit einem gepulsten CO₂-Laser mit 3 beziehungsweise 9 W mittlerer Leistung (Impulsleistung bis 150 beziehungsweise 300 W) geliefert.

Außer zum Widerstandsabgleich wird der CO₂-Laser auch zum Trennen von Substraten verwendet, da die durch Fokussierung erreichbaren Energiedichten von 10^7 W/cm² praktisch jedes Material zum Schmelzen und Verdampfen bringen, sofern es genügend hohe Absorption und ausreichend geringe Wärmeleitfähigkeit hat. Für Keramik-Substrate hat sich das sogenannte Scribe als besonders vorteilhaft erwiesen, bei dem der Laser im Impulsbetrieb arbeitet und das Material perforiert (Lochdurchmesser etwa 0,1 mm). Entlang dieser perforierten Trennlinie kann die Keramik dann sauber gebrochen werden. Derartige Lasersysteme wurden beispielsweise von *Laser Associates* und *Coherent Radiation Laboratories* auf der *electronica* vorgestellt.

1.5. Beispiele für Dickschichtschaltungen

Dickschichtschaltungen werden für viele Zwecke, bisher allerdings überwiegend in der kommerziellen Elektronik, eingesetzt. Der Anwendungsbereich erstreckt sich von einfachen Widerstandsnetzwerken bis hin zu komplizierten Schaltungen mit eingesetzten passiven und aktiven Einbauteilen. Als Beispiel zeigt das obenstehende Bild die einzelnen Druckschichten auf der Vorder- und Rückseite des Substrats, die Bestückung von Vorder- und Rückseite mit aktiven Halbleiter-Bauelementen sowie den gekapselten Baustein einer Vielschichtschaltung von *Microelectronic*. Interessant ist auch die programmierbare „Micro-Matrix“, die von *Micro-electronic* erstmals auf der *electronica* vorgestellt wurde. Im Gegensatz zu den bipolaren Diodenmatrizen hat diese Dickschichtschaltung, die mit niederohmigen (um 1 Ohm) oder höherohmigen Kreuzungswiderständen geliefert wird, ein unipolares ohmsches Strom-Spannungs-Verhalten. Die zulässigen Spitzenspannungen liegen zwischen 100 und 200 V, und die Ströme können

bis 1 A betragen. Die Programmierung erfolgt durch Ausbrennen nichtbenötigter Kreuzungskontakte mit Strömen zwischen 2 und 10 A (je nach Belastbarkeit der Matrix), die den Außenkontakten der betreffenden sich kreuzenden Koordinaten zugeführt werden.

2. Dünnschichtschaltungen

Wie bereits eingangs erwähnt, bestehen Leiterbahnen und Widerstände bei Dünnschichtschaltungen aus demselben Widerstandsmaterial, das auf ein Glas-Substrat im Vakuum aufgedampft ist. Daher lassen sich in Dünnschichttechnik lediglich Widerstandsnetzwerke herstellen. Die Wahl des Widerstandsmaterials hängt von dem gewünschten Temperaturkoeffizienten ab; im allgemeinen verwendet man jedoch eine Legierung aus Kobalt und Chrom. Auf den Metallfilm, der zunächst das Glas-Substrat einseitig vollständig bedeckt, werden auf fotografischem Wege die gewünschten Widerstands- und Leiterbahnen übertragen, und dann wird der Metallfilm an den nichtbelichteten Stellen fortgeätzt. Der Widerstandsabgleich erfolgt hier außer mit Laserstrahlung vielfach auch mittels Elektronenstrahlbearbeitung.

Besondere Vorteile der Widerstandsnetzwerke in Dünnschichttechnik sind die größere Genauigkeit sowie der wesentlich kleinere und durch Wahl des Widerstandsmaterials im voraus bestimmbare Temperaturkoeffizient. Außerdem lassen sich Widerstandsverhältnisse von 10 000 : 1 und Toleranzen von $\pm 0,01\%$ erreichen. Der Widerstandsbereich ist mit 1 kOhm ... 2 MOhm (bei Spezialausführungen 10 Ohm ... 1 MOhm) jedoch erheblich kleiner als bei Dickschichtschaltungen (1 Ohm ... 100 MOhm), und die Belastbarkeit in Standardausführung beträgt nur 25 ... 50 mW je Widerstand.

Dünnschicht-Widerstandsnetzwerke werden wegen ihres verhältnismäßig hohen Preises praktisch nur in der kommerziellen Elektronik sowie in der Meßtechnik eingesetzt. Als Anwendungsgebiete seien hier Präzisions-Strom- und -Spannungsteiler, Dämpfungsglieder, Codier- und Decodiereinheiten, Präzisionsmeßbrücken, digitale Meßgeräte sowie Analog-Digital- und Digital-Analog-Wandler genannt. Beispielsweise liefert *Kombinat VEB Keramische Werke Hermsdorf* Widerstandskombinationen für Abgleichzwecke (abgestuft nach der Reihe R 10) mit einem Gesamtwiderstandsbereich von 10 Ohm bis 1,3 MOhm, lineare und logarithmische Spannungsteiler sowie symmetrische und unsymmetrische Dämpfungsglieder mit Dämpfungswerten von 0,05 bis 3 Np (Toleranzen $\pm 0,005\%$... $\pm 0,025$ Np) und von 1 bis 20 dB (Toleranzen $\pm 0,02\%$... $\pm 0,2$ dB). Die Dämpfungsglieder sind mit Wellenwiderständen von 50, 75, 150, 300 und 600 Ohm erhältlich. Die maximalen Betriebsspannungen betragen je nach Typ 1,5 ... 24 V.

U. Radke

Schrifttum

- Lewicki, A.: Neue Entwicklungsrichtungen in der Dickschichttechnik. *Elektroniker* Bd. 9 (1970) Nr. 2
Weller, R.: Durch dick und dünn - Eine Übersicht über die Unterschiede zwischen Dickschicht- und Dünnschichttechnik. *Bauelemente der Elektrotechnik* Bd. 5 (1970) Nr. 38, S. 40, 42, 44-46, u. Nr. 39, S. 48, 50-53

Einbruchs- und Überfall-Meldeanlagen

1. Aufgabenstellung und prinzipielle Lösung

Die Aufgabe von Einbruchs- und Überfall-Meldeanlagen, auch Raumschutz- oder Alarmanlagen genannt, ist die Signalisierung von Einbruchs- und Überfallversuchen. Moderne Anlagen dieser Art werden ausschließlich elektrisch betrieben und müssen – sollen sie dem Anwender die Gewähr für ein Mindestmaß an Zweckmäßigkeit und Zuverlässigkeit geben – den Anforderungen nach DIN 14675 und VDE 0800 Klasse C genügen. Sie arbeiten meistens nach dem Linienprinzip: Eine Meldelinie, in der ein oder mehrere Meldungsgeber angeordnet sind, führt zu einer Meldungs-Empfangseinrichtung (Alarmzentrale), in der die Meldungen und eventuelle Systemstörungen signalisiert werden. Eine Meldungs-Empfangseinrichtung kann für mehrere Meldelinien ausgebaut sein und zusätzlich eine oder mehrere Alarmlinien zur Auslösung außenliegender Alarmmittel (zum Beispiel Sirenen oder Polizeialarmgeräte) haben.

2. Meldungsgeber

2.1. Allgemeines

Sowohl bei der Entwicklung als auch bei der Planung einer zu installierenden Alarmanlage steht das Prinzip der

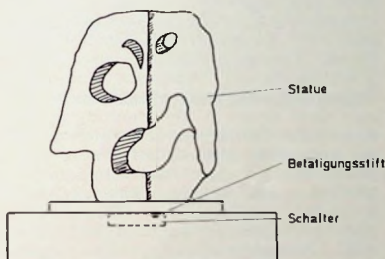


Bild 1. Objektsicherung durch mechanischen Schaller

Meldungsgabe im Vordergrund. Nicht alle Geberprinzipien lassen sich an die verschiedenen Anforderungen anpassen, und deshalb muß der Frage nach dem besten Geberprinzip sofort die Gegenfrage nach dem zu schützenden Objekt folgen. Hierbei unterscheidet man die Hauptgruppen

- A: Personen- oder Überfallsicherung (es wird versucht, durch Ausschalten einer oder mehrerer Personen die gewünschten Werte in Besitz zu nehmen),
- B: Sachwert- oder Einbruchsicherung (es wird versucht, durch Umgehen oder Beseitigen einer mechanischen Schutzvorrichtung die gewünschten Werte in Besitz zu nehmen).

Prof. Dipl.-Ing. Dieter Klein ist Leiter der Entwicklungsabteilung der A. Zettler GmbH, München.

In der Gruppe B bezeichnet man mit

- B1 die Objektsicherung (zum Beispiel eines Kunstwerkes),
- B2 die Sicherung eines ganzen Raumes.

Befinden sich in einem Raum mehrere schutzwürdige Objekte, dann scheint der Raumschutz zunächst günstiger. Handelt es sich aber zum Beispiel um wertvolle Skulpturen in einem Museum, dann ist nur der Objektschutz praktikabel. Die nachfolgende Auswahl von Meldungsgebern enthält deshalb eine Zuordnung zu den einzelnen Aufbengruppen.

2.2. Mechanischer Tür- oder Fensterschalter (B1, B2, auch A)

Er dient zur Sicherung gegen unbeabsichtigtes Öffnen von Türen oder Fenstern und wird im Falz des Tür- oder Fensterrahmens montiert. Durch Öffnen des Tür- oder Fensterflügels wird ein Stift freigegeben, und dieser übernimmt das Öffnen oder Schließen der im Schalter eingebauten Kontakte. Die Verwendung zur Objektsicherung ist

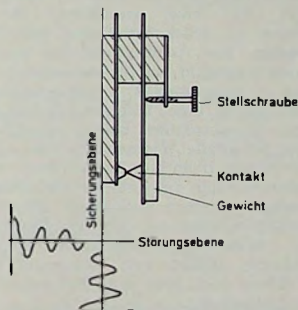


Bild 2. Prinzip eines richtungsabhängigen Erschütterungskontaktes

ebenfalls möglich (Bild 1). Verwendet man an Stelle des Betätigungsstiftes eine Betätigungsrolle, dann kann der Schalter zur Sicherung von Rolläden und Schiebetüren eingesetzt werden. Durch Druck auf die Rolle, das heißt bei geschlossenem Rolladen, wird das Kontaktsystem in Ruhelage gehalten, beim Öffnen des Rolladens erfolgt die Alarmauslösung.

2.3. Magnetischer Tür- oder Fensterschalter (B1, B2, auch A)

Verwendung wie 2.2. Im Fenster- oder Türrahmen befindet sich ein magnetisch betätigter Kontakt (Schutzrohrkontakt). Ihm gegenüber ist im Fenster- oder Türflügel ein Magnet eingelassen und hält bei geschlossenem Flügel den Kontakt in Ruhelage. Beim Öffnen der Flügel geht der Kontakt in Alarmstellung.

2.4. Elektrischer Tür- oder Fensterschalter (B1, B2, auch A)

Verwendung wie 2.2. und 2.3. Im Tür- oder Fensterrahmen befinden sich zwei federnde Kontaktstücke; im Türflügel ist eine Kontaktbrücke, die nur bei geschlossener Tür die beiden Kontaktstücke elektrisch leitend verbindet.

2.5. Federzugkontakt (B2)

Diese Kontakt dient vorwiegend zur Sicherung von Türen und Fenstern, wobei die zu sichernde Fläche mit einem Draht oder Faden überspannt ist. Die mehrfache Überspannung größerer Flächen erleichtern Fadenumlenkrollen. Wird der Faden durch Spannen oder Zerschneiden aus seiner Ruhelage gebracht, dann wird der unter Federspannung stehende Zughebel bewegt und bringt die eingebauten Kontakte in Alarmstellung.

2.6. Erschütterungskontakte (B2, B1)

Sie reagieren auf starke Beschleunigungen von Massen, mit denen sie fest verbunden sind, und werden dort eingesetzt, wo beim Einbruch zur Beseitigung eines mechanischen Hindernisses schlagende Instrumente (zum Beispiel Hammer oder Schlagbohrer) eingesetzt werden müssen. Auch durch die Erschütterung beim Einschlagen einer Glasscheibe wird der Kontakt kurzzeitig in die Alarmstellung gebracht. Man verwendet richtungsabhängige Kontakte, wenn die Gefahr einer ungewollten Auslösung durch fernliegende Erschütterungsherde (zum Beispiel Straßen) nicht auszuschließen ist. Die Sicherungsebene muß in diesem Fall senkrecht zur Störungsebene liegen. Besteht die obengenannte Gefahr nicht, dann können allseitig wirkende Systeme Verwendung finden. Das Prinzip eines richtungsabhängigen Erschütterungskontaktes zeigt Bild 2.

2.7. Temperaturmelder (B1)

Einbruchsversuche an Tresoren erfolgen oft mit Hilfe von Schneidbrennern. Die dabei entstehende Wärme kann zur Alarmauslösung verwendet werden, wenn ein Wärmemelder gut leitend an der Tresorwand oder -tür befestigt ist. Wird das Kontaktsystem des Temperaturmelders so ausgebildet, daß eine Alarmauslösung beim Über- und beim Unterschreiten der normalen Raumtemperatur erfolgt, dann werden die zuweilen vorgenommenen Versuche, eine Auslösung des Wärmemelders durch Unterkühlung beim Schweißen – zum Beispiel mittels Kohlenäureschneens – zu vermeiden, wirkungslos.

2.8. Kontaktmatten (B2, A)

Kontaktmatten zum Unterlegen unter Fußabstreifer, Teppiche oder Fußbodenbeläge bestehen meistens aus zwei Metallfolien, die von einer Kunststoffhülle umgeben sind und beim Betreten der Matte an beliebiger Stelle miteinander

verbunden werden. Dadurch erfolgt Alarmauslösung.

2.9. Überfallschalter (A)

Sie sollen den zu schützenden Personen im Gefahrenfall die Möglichkeit geben, einen Alarm so unauffällig wie möglich auszulösen. Verwendet werden meistens Druckknopfschalter oder Fußschalter (auch Fußleistenschalter). Dazu kommen noch Magnetschalter und elektrische Kontakte, die beim Bewegen eines bestimmten Gegenstandes (zum Beispiel eines Banknotenbündels an Kassenschaltern) in die Alarmstellung gehen.

2.10. Körperschallmelder (B2, B1)

Bei Einbruchversuchen treten durch Hämmern und Bohren Geräusche auf, die sich als Körperschall fortpflanzen. Auf dem zu schützenden Objekt (zum Beispiel Tresor) angebrachte Körperschallmikrofone nehmen diesen Schall auf, und eine elektronische Schaltung übernimmt die Auswertung. Dabei besteht die Möglichkeit, einzelne kurzdauernde Erschütterungen zu unterdrücken und nur mehrere aufeinanderfolgende Schallvorgänge zur Alarmauslösung zu verwenden. Mittels Auswahl bestimmter Frequenzbereiche lassen sich unerwünschte Störbeeinflussungen von außen eliminieren.

2.11. Lichtschranken (B2)

Mit Lichtschranken lassen sich entweder Öffnungen eines Raumes oder – bei systematischer Anwendung mehrerer Schranken – ganze Räume sichern. Ein Lichtgeber strahlt (meistens unsichtbares, modulierte) Licht aus, das gebündelt wird und auf eine Photozelle fällt. Wird der Strahlengang unterbrochen, dann erfolgt Alarmgabe. Die Verwendung von langwelligem, das heißt unsichtbarem Licht verhindert eine vorzeitige Entdeckung durch den Einbrecher. Die Modulation des Lichtes beseitigt die Beeinflussung durch Fremdlicht aller Art, erschwert also auch Störversuche.

2.12. Lichtmelder (B2)

Lichtmelder (Bild 3) werden zur Überwachung dunkler Räume (etwa von Tresoren) eingesetzt. Beim Öffnen des Tresors fällt in jedem Falle Licht – zum Beispiel das einer Taschenlampe – in das Innere und somit auf den Lichtmelder. Der eingebaute Photowiderstand ändert seinen Widerstandswert und löst den Alarm aus.



Bild 3. Lichtmelder „EFM“ (Werkaufnahme: A. Zettler GmbH, München)

Bild 4. Stromverstärkungsprinzip

2.13. Ultraschallmelder (B2)

Ähnlich wie Lichtschranken, lassen sich auch Ultraschallmelder einsetzen. Ein Ultraschalllautsprecher sendet unhörbare Schallwellen in eine bestimmte

Vorzugsrichtung. Der gegenüberliegende Empfänger wandelt die akustischen Schwingungen in elektrische um und verstärkt sie. Ein Ausfall oder starke Schwankungen des Ultraschalls infolge Durchschreitens der Schranke lösen den Alarm aus. Wesentlich aufwendigere Ultraschallschranken arbeiten nach dem Dopplereffekt und werden manchmal auch als Ultraschall-Radar bezeichnet. Ähnlich einem Radargerät zur Erkennung bewegter Ziele (MTI), werden in rascher Folge Ultraschallimpulse bestimmter Frequenz ausgesandt. In den Impulspausen kontrolliert ein Ultraschallempfänger, ob die reflektiert zurückkommenden Wellen die gleiche Frequenz haben wie die ausgesandten. Ist dies der Fall, dann ist der Beweis erbracht, daß sich im überwachten Raum nichts bewegt. Stimmt die Frequenz des reflektierten Schalls nicht mit der des gesendeten überein (Dopplereffekt), weil sich im Raum ein Körper (zum Beispiel Einbrecher) bewegt hat, dann wird Alarm gegeben.

2.14. Kapazitätsmelder (B2, auch A)

Beim Kapazitätsmelder bildet der zu schützende Raum das Dielektrikum eines Kondensators. Seine Beläge werden durch entsprechend angeordnete Metallfolien gebildet. Wird der Feldlinienverlauf dieses Kondensators, das heißt seine Kapazität, geändert, dann wird der Alarm ausgelöst. Die Änderung erfolgt durch Personen oder größere Gegenstände. Änderungen der Kapazität durch Schwankungen in der Atmosphäre werden dadurch kompensiert, daß zwei annähernd gleiche Räume in Brückenschaltung betrieben werden. Die Auswertung der gemessenen Kapazität erfolgt entweder durch eine Maximum-Minimum-Auslösung oder durch eine Differentialschaltung. Eine Kombination beider Verfahren wird ebenfalls angewandt. Hier wird der Alarm nicht nur beim Über- oder Unterschreiten bestimmter Grenzwerte gegeben, sondern auch dann, wenn die Kapazitätsänderung mit einer bestimmten Mindestgeschwindigkeit erfolgt. Dadurch lassen sich atmosphärische Einflüsse auch ohne eine Brückenschaltung ausschalten.

2.15. Druckdifferenzmelder (B2, B1)

Ursprünglich setzte man Druckdifferenzmelder zur Sicherung von Objekten ein, die in luftdichten Vitrinen aufbewahrt wurden – zum Beispiel in der Schatzkammer der Münchener Resi-

denz. Mit Hilfe eines Gebläses wurden alle Vitrinen unter leichtem Luftdruck gehalten. In den Luftzuführungen lagen empfindliche Strömungsschalter. Wurde versucht, eine der Vitrinen zu öffnen, dann entwich Luft, und die Strömungsschalter gaben Alarm. Moderne Druckdifferenzmesser arbeiten nach dem piezoelektrischen Prinzip, ähnlich wie Aerometer, und sind so empfindlich, daß man die in einem Raum durch Öffnen einer Tür entstehende Druckänderung feststellen kann. Zum Ausgleich von natürlichen Druckschwankungen (zum Beispiel Windstößen) sind besondere Kompensationschaltungen notwendig.

3. Meldungs-Empfangseinrichtungen

3.1. Prinzip

Meldungs-Empfangseinrichtungen allgemeiner Art arbeiten entweder nach dem Stromverstärkungsprinzip (Bild 4) oder dem Stromschwächungsprinzip (Bild 5). Beide Systeme haben ihre Nachteile: Beim Stromverstärkungsprinzip erfolgt keine Alarmgabe bei einem Versagen der Melderkontakte; beim Stromschwächungsprinzip kann ein Kurzschluß in der Melderzuführung eine Alarmauslösung verhindern. Um diese Nachteile zu vermeiden, verwendet man bei Einbruchssicherungsanlagen fast ausschließlich Meldungs-Empfangseinrichtungen, in denen ein Alarm sowohl beim Über- wie beim Unterschreiten eines bestimmten Linienwiderstandes gegeben wird. In Verbindung mit einer großen Ansprechgeschwindigkeit erhält man dann eine besonders große Sicherheit gegen Sabotageversuche.

Noch größere Sicherheit gegen fremde Beeinflussung bieten Raumschutzanlagen mit Wechselstrom-Linienüberwachung: In die Meldelinie wird eine Wechselspannung niedriger Frequenz eingespeist. Die Kurvenform des Stromes wird durch in die Meldungsgeber eingebaute nichtlineare Widerstände verzerrt. Eine gleichartige Verzerrung wird durch eine Meldeliniennachbildung in der Meldungs-Empfangseinrichtung vorgenommen. Meldelinien- und Nachbildungsstrom durchfließen eine Vergleichsschaltung, die einen Alarm auslöst, wenn beide Ströme unterschiedliche Form oder Größe haben.

3.2. Warum elektronische Meldungs-Empfangseinrichtungen?

Da die meisten Meldungsgeber mechanisch betätigte Kontakte haben, über

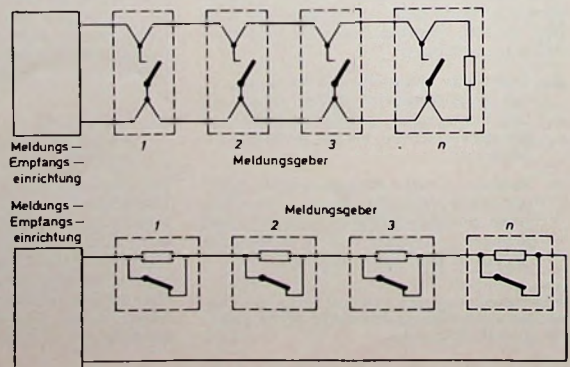


Bild 5. Stromschwächungsprinzip

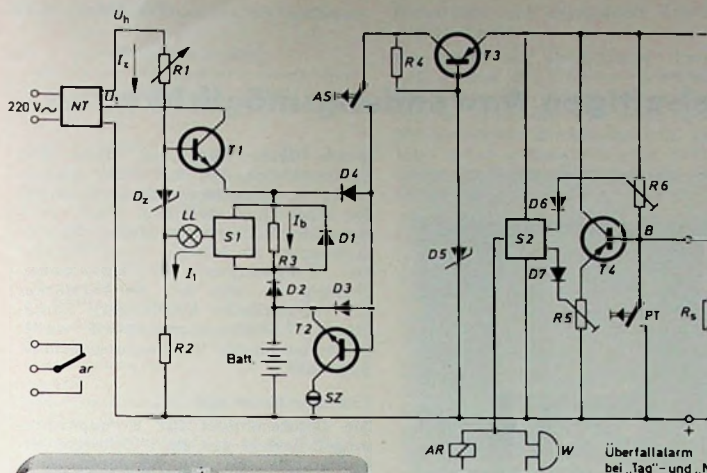


Bild 6 (oben). Grundschaltung einer Einbruchssicherungsanlage „ES4“.

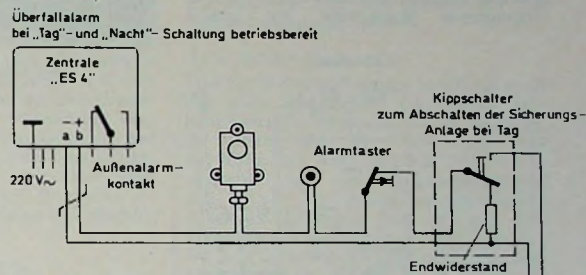


Bild 7. Labormuster einer Einbruchssicherungszentrale „ES4“. Gehäuse durchsichtig dargestellt (Werkaufnahme: A. Zettler GmbH, München)

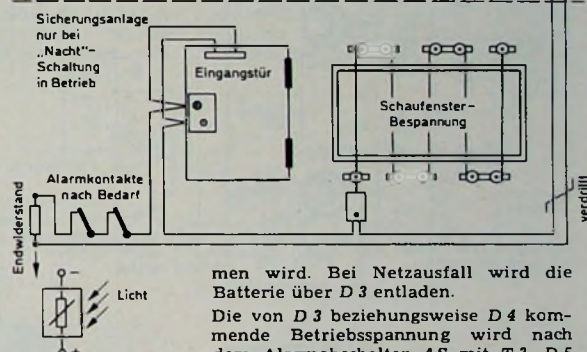
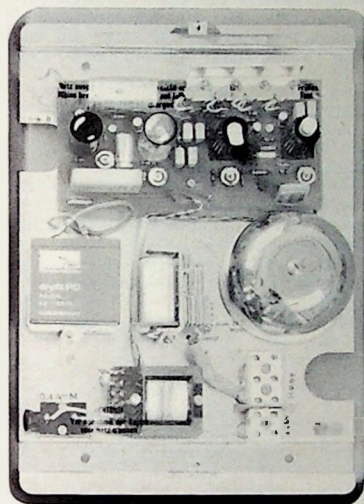


Bild 8. Installationsbeispiel einer Einbruchssicherungsanlage mit Überfallalarm für „Tag“- oder „Nacht“-Schaltung (an Stelle des Endwiderstandes kann auch ein Lichtmelder eingesetzt werden)

eine Spannung, die den elektronischen Schalter S1 betätigt, der seinerseits die Ladekontrolllampe LL einschaltet. Der Lampenstrom fließt zusätzlich durch R2; der entstehende Spannungshub entspricht gerade der Differenz zwischen Ladeschluß- und Batterienennspannung. T1 ist leitend, und die Batterie wird optimal geladen. Mit steigender Batteriespannung sinkt I_b ab. Ist I_b auf den Ladeschlußstrom gesunken, dann schaltet S1 wegen des kleineren Spannungsabfalls an R3 ab, I_1 wird zu Null, und T1 sperrt. Damit ist das Ende der Wiederaufladung erreicht. Die Batteriespannung sinkt langsam auf ihren Nennwert ab, und ein kleiner Ladeerhaltungsstrom I_b beginnt zu fließen. D1 begrenzt den Spannungsabfall an R3; D2, D3 und D4 bewirken, daß bei vorhandener Netzspannung kein Strom aus der Batterie entnom-



men wird. Bei Netzausfall wird die Batterie über D3 entladen. Die von D3 beziehungsweise D4 kommende Betriebsspannung wird nach dem Alarmabschalter AS mit T3, D5 und R4 stabilisiert. R6 bildet mit dem Linienwiderstand R_s einen Spannungsteiler 1:1. Bei Erhöhung des Linienwiderstandes nimmt der Punkt B negativeres Potential an. Dieses wird über T4, R5 und D7 auf die Kippstufe S2 übertragen. Bei Verminderung des Linienwiderstandes nimmt B positiveres Potential an, das über R6 und D6 auf die Kippstufe übertragen wird. An die Kippstufe sind der Alarmwecker W sowie das Alarmrelais AR, dessen Starkstromkontakt an den Anschluß externer Alarmmittel erlaubt, angeschlossen. Ein Zurückschalten der Kippstufe durch Manipulationen an der Meldelinie ist wegen der Entkopplungsdioden nicht möglich. Eine kurze Unterbrechung der Betriebsspannung durch den Schalter AS bringt die Kippstufe in die Ausgangsstellung; der Alarm ist abgestellt.

Das Labormuster einer derart aufgebauten Meldungs-Empfangseinrichtung „ES4“ zeigt Bild 7. Im Bild 8 ist ein Installationsbeispiel einer Einbruchssicherungsanlage mit einer solchen Zentrale vereinfacht wiedergegeben.

die sich Relais ohne Probleme steuern lassen, scheint es eine Modesache zu sein, wenn moderne Einbruchssicherungsanlagen elektronisch arbeiten müssen. Diese Forderung entspringt aber einer ganz nüchternen technisch-wirtschaftlichen Überlegung: Einbruchssicherungsanlagen müssen VDE 0800 Klasse C genügen. Daraus ergibt sich unter anderem, daß die Meldelinien ruhestromüberwacht sein müssen und daß zwei voneinander unabhängige Stromversorgungen vorzusehen sind. Jede dieser Stromversorgungen muß in der Lage sein, für sich allein die Versorgung der Anlage ausreichend sicherzustellen. Meistens verwendet man als erste Stromquelle das öffentliche Stromnetz und als zweite davon unabhängige Quelle einen dauernd aus dem Stromnetz auf Volladung gehaltenen Akkumulator. Je nach Art des Ladegeräts (Pufferbetrieb oder Bereitschafts-Parallelbetrieb) muß nun der Akkumulator in der Lage sein, die Anlage bei Ausfall des Netzes über 60 oder 45 Stunden zu versorgen. Für eine einfache Anlage in Relais-technik ergibt sich bei 12 V Betriebsspannung ein Ruhestromverbrauch von 14 mA. Eine vergleichbare Anlage in elektronischer Technik hat bei einer Betriebsspannung von 6 V eine Stromaufnahme von 9 mA. Daraus ergibt sich für einen 45-Stun-

den-Betrieb eine Batteriekapazität von 0,85 Ah beziehungsweise eine elektrische Arbeit von 7,5 Wh für die Relaislösung. Bei der Elektroniklösung erhält man 0,4 Ah und 2,5 Wh. Dieser einfache Vergleich zeigt die Überlegenheit der elektronischen Lösung.

4. Beispiel einer Einbruchssicherungsanlage

Aus verständlichen Gründen werden vollständige Unterlagen über Einbruchssicherungsanlagen von deren Herstellern nicht veröffentlicht. Daher kann auch hier nur eine grobe Beschreibung einer elektronischen Anlage gegeben werden. Die Hilfsspannung U_h (Bild 6) des Netzgleichrichters NT bewirkt einen Z-Strom I_z , dessen Größe von R1, R2 und D2 bestimmt wird. Dadurch erhält die Basis von T1 eine Vorspannung, die so groß ist, daß I_b etwa 1 ... 2 mA beträgt. Bei entladener Batterie sinkt das Potential des Emitters von T1, der Transistor wird leitend, und die Spannung U_1 erzeugt einen Ladestrom I_b . An R3 entsteht

Signalverfolger mit vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten

1. Allgemeines

Für die Fehlersuche in Rundfunkempfängern und NF-Verstärkern ist ein Signalverfolger fast unentbehrlich. Der Selbstbau dieses Gerätes bereitet keine besonderen Schwierigkeiten und kommt erheblich billiger als der Kauf industriell gefertigter Ausführungen. Spezielle Wünsche, wie bei der vorliegenden Entwicklung, lassen sich dabei realisieren. Der nachstehend beschriebene Signalverfolger (Bild 1) ermöglicht nicht nur die Einkreisung von Fehlern in NF-Verstärkern und Radiogeräten, sondern gestattet mit Hilfe der eingebauten Mischstufe, die unbe-

wurde davon abgesehen, diese drei Schaltungseinheiten auf einer Leiterplatte zu integrieren. Dadurch bleibt die Möglichkeit bestehen, jeden Baustein für sich auch für andere Zwecke verwenden zu können (zum Beispiel den Tongenerator für ein Morseübungsgerät oder den NF-Verstärker für selbstgebaute Empfänger). Lediglich das Stromversorgungsteil wurde in konventioneller Verdrahtungstechnik aufgebaut.

2.1.1. Mischereinheit

Die Mischereinheit für Frequenzmessungen besteht aus einer Differenzverstärkerstufe mit den bipolaren Telefunken-Transistoren BF 314. Sie hat zwei voneinander unabhängige Ein-



Bild 1. Signalverfolger

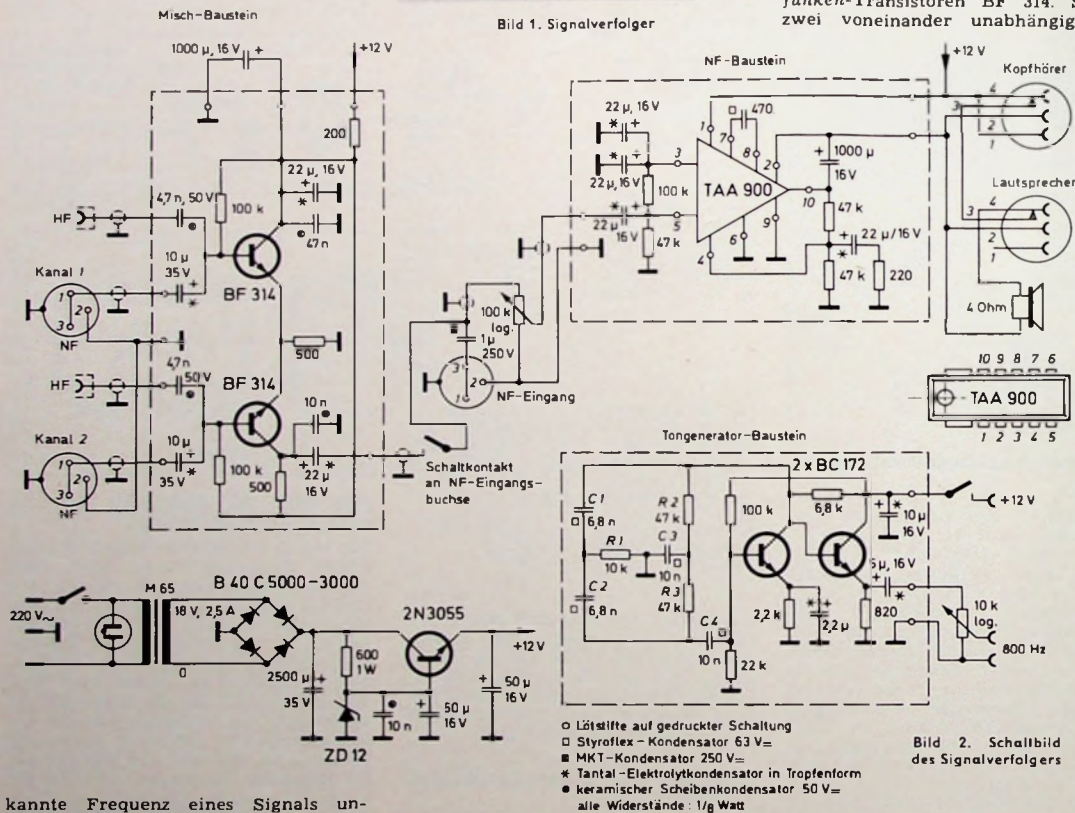


Bild 2. Schaltbild des Signalverfolgers

kannte Frequenz eines Signals unter Zuhilfenahme eines in Frequenzen geeichten durchstimmbaren HF- oder NF-Generators zu messen. Mit dem 800-Hz-Ton des NF-Generators läßt sich unter anderem die Funktionsfähigkeit von Kopfhörern und Lautsprechern prüfen sowie die Fehlereinkreisung in NF-Verstärkern mit Lautsprecher, zum Beispiel Phono-Verstärkerkoffer, durchführen. An einer Buchse kann außerdem eine auf 12 V stabilisierte Spannung mit 2,5 A zur Speisung von in Reparatur befindlichen Transistorgeräten, Kofferradios und Autosupern entnommen werden. Es wurde darauf verzichtet, Zeigerinstrumente mit diversen Meßmöglichkeiten

einzubauen. Diesbezügliche Erweiterungen sollen jedem Nachbauer selbst überlassen bleiben. Jederzeit läßt sich aber für Meßzwecke an die Kopfhörerbuchse ein NF-Voltmeter oder ein Oszillograf anschließen. Mitunter ist es vorteilhaft, den NF-Regler in dB-Dämpfungswerten zu eichen.

2. Schaltung

2.1. Bausteine

Das Gerät besteht – wie aus der Schaltung nach Bild 2 hervorgeht – aus drei Bausteinen: Mischereinheit, 2-W-NF-Verstärker und Tongenerator. Es

gänge. In den einen wird das Signal eines in Frequenzen geeichten durchstimmbaren HF- oder NF-Generators eingespeist, in den anderen das zu messende Signal. Es sind jeweils Eingänge für HF mit BNC-Buchsen und für NF mit Normbuchsen nach DIN 41524 vorhanden. Der Ausgang der Mischereinheit ist über einen an der NF-Verstärker-Eingangsbuchse des NF-Bausteins befindlichen Ruhekontakt mit dem NF-Baustein verbunden.

2.1.2. NF-Verstärker

Für den NF-Verstärker wurde eine integrierte Schaltung, und zwar die

Tab. I. Technische Daten des NF-Verstärkers TAA 900

(nach Telefunken-Angaben)

Sinus-Ausgangsleistung P_Q	≥ 2 W
(Speisespannung $U_S = 10,5$ V, $k_{ges} \leq 10\%$, $f = 1$ kHz)	
Lastwiderstand R_L	4 Ohm
Eingangswiderstand R_i	30 kOhm
Eingangswechselspannung U_i	$\leq 2,5$ mV
($P_Q = 60$ mW, $f = 1$ kHz)	
Eingangswechselspannung U_i	≤ 16 mV
($P_Q = 2$ W)	
Rauschspannung U_r	$\leq 0,0$ mV
($R_G = 10$ kOhm, $f = 30$ Hz...15 kHz)	
untere Grenzfrequenz f_u (-3 dB)	≤ 70 Hz
obere Grenzfrequenz f_o (-3 dB)	≥ 30 kHz
Gesamtstromaufnahme I_{ges} (bei $U_i = 0$)	4 mA...12 mA
thermischer Widerstand R_{thJC} (Sperrschicht - Kühlflächenoberfläche)	≤ 40 °C/W
thermischer Widerstand R_{thJA} (Sperrschicht - umgebende Luft)	≤ 100 °C/W

TAA 900 (Telefunken), verwendet, die neben den NF-Vorstufen auch noch eine eisenlose 2-W-Endstufe enthält. Die vom Hersteller propagierten Daten des NF-Verstärkers sind in Tab. I zusammengefaßt. Die gemessene Durchgangungsverstärkung war 46 dB. Bei einer Eingangsspannung von 12 mV erreicht man noch eine völlig verzerrungsfreie Ausgangsleistung von 1,5 W. Der Ruhe-

densatoren eine galvanische Trennung vorzunehmen.

Die zweite mit Lautsprecher bezeichnete Buchse mit Schalter wird benutzt, wenn man den eingebauten Lautsprecher zu Prüfzwecken an einen anderen NF-Verstärker anschließen will. Es erfolgt dabei automatisch eine Auftrennung der Verbindung mit der 12-V-Spannung.

Durch fast ausschließliche Verwendung von SEL-Tantal-kondensatoren in Tropfenform konnte der komplette Verstärker in Kompaktbauweise (Bild 4) auf einer Leiterplatte mit den äußerst geringen Abmessungen von 32,5 mm \times 32,5 mm untergebracht werden. Da man beim Signalverfolger nur eine geringe Lautstärke einstellt, genügt die vorhandene kupferkaschierte Fläche auf der Leiterplatte zur Kühlung.

Bei Verwendung des NF-Bausteins in einem Empfänger für größere Lautstärke empfiehlt es sich, die Kühlfläche durch ein 1,5 mm dickes Kupferblech mit den Abmessungen 32,5 mm \times 40 mm zu vergrößern, das dann mit der Leiterseite der gedruckten Schaltung verschraubt wird. Zum Durchstecken der Kühlfahnen der IS TAA 900 sind Längsschlitze anzubringen. Kühlblech und Kühlfahnen werden zum Erreichen einer guten Wärmeableitung miteinander verlötet.

2.1.3. Sinus-Tongenerator

Bei dem Sinus-Tongenerator wurde die „twin-T-Oszillatorschaltung“ benutzt, die gegen Spannungsschwankungen un-

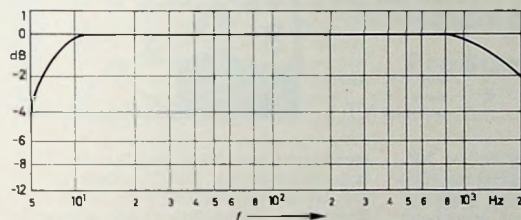
durch angeschlossene Verbraucher. Das Signal wird am Emitter des zweiten Transistors niederohmig ausgekoppelt. Durch Vergrößern oder Verkleinern der Kapazitätswerte von C1 und C2 kann die Höhe der Tonfrequenz nach den jeweiligen Erfordernissen geändert werden. Die Ausgangsspannung ist 2,8 V_{eff} bei einem Abschlußwiderstand von > 1500 Ohm.

2.1.4. Stromversorgungsteil

Das Stromversorgungsteil weist die bewährte Stabilisierungsschaltung mit Z-Diode und Längstransistor auf. Der Netztransformator mit Kern M 65 ist für eine maximale Stromentnahme von 2,5 A bei einer auf 12 V stabilisierten Spannung ausgelegt. Eine Stromversorgung des Signalverfolgers aus zwei 4,5-V-Taschenlampenbatterien wäre auch möglich, wenn man netzunabhängig sein will oder die Kosten für das Netzteil einsparen möchte.

2.1.5. HF/NF-Tastkopf

Für die Signalverfolgung im Gerät wird der auch einzeln als Zubehör erhältliche Grundig-Tastkopf „UK 2“ benutzt. Er eignet sich für Frequenzen bis 300 MHz, für AM- und FM-Demodulation und hat eine Eingangskapazität von 10 pF. Mit einem Schiebeschalter kann auf Abtastung von HF- und NF-Signalen umgeschaltet werden. In der NF-Stellung ist die HF-Gleichrichter-anordnung überbrückt, so daß ein direkter Durchgang von der Tastspitze bis zum Eingang des Signalverfolgers besteht. Man kann sich aber auch einen



strom lag bei 8 mA, und die Stromaufnahme betrug bei Aussteuerung auf 1,5 W Output 250 mA. Sämtliche Meßergebnisse beziehen sich auf eine Versorgungsspannung von 12 V. Den Frequenzgang zeigt Bild 3.

Auf den Einbau eines Klangreglers wurde verzichtet, weil er bei dem vorgesehenen Verwendungszweck nicht notwendig ist. Der Verstärkereingang liegt an einer Normbuchse mit Schaltkontakt. Beim Einführen des Normsteckers wird automatisch die nicht benötigte Mischereinheit abgeschaltet.

Von den zwei Ausgangsbuchsen nach DIN 41 529 mit eingebautem Schalter ist eine für den Anschluß eines Kopfhörers oder eines externen Lautsprechers (4 bis 15 Ohm Impedanz) bestimmt, wobei je nach Einführen des Steckers in die Buchse der eingebaute Lautsprecher automatisch abgeschaltet wird. Um eine Überlastung der IS zu verhüten, dürfen nicht gleichzeitig zwei Lautsprecher betrieben werden. Man muß besonders beachten, daß der Anschluß eine Spannung von 12 V gegen Masse aufweist. Bei Anschluß von Meßgeräten (zum Beispiel eines Oszillografen) ist es notwendig, mit Kon-

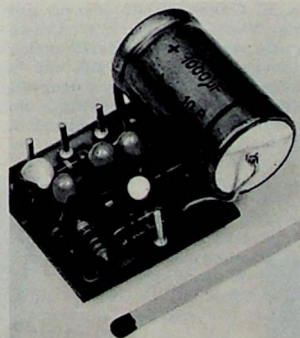


Bild 4. NF-Verstärker-Baustein

empfindlich ist und über eine gute Frequenzstabilität verfügt. Das frequenzbestimmende Netzwerk besteht aus den Kondensatoren C1, C2, C3 und den Widerständen R1, R2, R3; es liegt zwischen Kollektor und (über den Kondensator C4) der Basis des Intermetall-Transistors BC 172. Die nachgeschaltete galvanisch angekoppelte Stufe verhindert Beeinflussungen der Frequenz

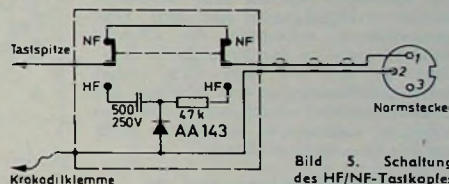


Bild 5. Schaltung des HF/NF-Tastkopfes

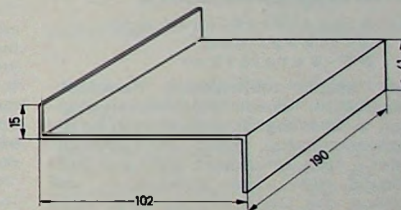
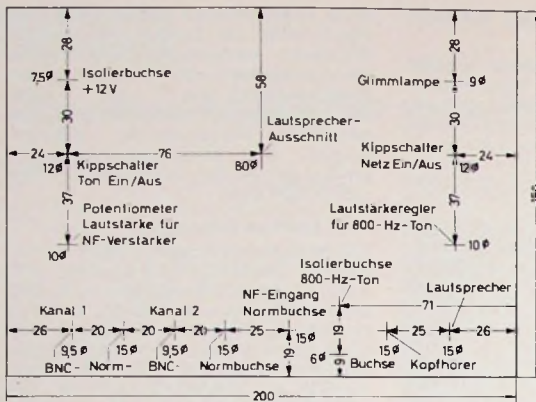


Bild 6. Maßzeichnung des Chassis (nicht maßstabsgetreu gezeichnet)

Tastkopf nach der Schaltung gemäß Bild 5 selbst zusammenbauen. Als Tastkörper läßt sich Alu-, Messing- oder Kupferrohr mit 20 bis 35 mm Durchmesser oder auch das Gehäuse eines Aluminium-Elektrolytkondensators verwenden. Für die Verbindungsleitung ist abgeschirmtes Kabel zu nehmen.

3. Aufbau

Für den Signalverfolger wurde das ansprechende, hellgrau lackierte Knürr-Gehäuse aus Stahlblech mit den Abmessungen 210 mm \times 160 mm \times 120 mm und die dazu passend blaugrau lackierte Alu-Frontplatte (200 mm \times 150 mm) verwendet. Das Chassis (Bild 6) wird aus einem Stück Alublech von etwa 1,5 mm



Dicke selbst gefertigt. Die Frontplatte ist gemäß Bild 7 zu bohren. Aus Bild 7 ist auch die Anordnung der Bauelemente ersichtlich.

Die gedruckten Schaltungen und die Bestückungspläne für die Mischereinheit, den NF-Verstärker und den Tongenerator zeigen die Bilder 8, 9, 10, 11, 12 und 13.

Um Brummschleifen zu vermeiden, legt man den Minuspol der Bausteine (Masse) jeweils nur an einem Punkt auf Chassismasse. Aus dem gleichen Grunde ist das kalte Ende der Potentiometer nicht direkt mit der Frontplatte oder dem Chassis, sondern mit dem Masseanschluß auf dem jeweiligen Baustein zu verbinden. Das gleiche gilt für die Abschirmungen der NF-Leitungen. Die Bausteine werden zum Erreichen kurzer Verbindungen mit den Eingangsbuchsen unterhalb des Chassis (Bild 14) nahe an der Frontplatte montiert, so daß sie dort auch gegen Brummeinstreuungen von dem auf der Chassisoberseite montierten Netztransformator abgeschirmt sind. Den Blick auf das Chassis zeigt Bild 15.

4. Verwendungsmöglichkeiten

4.1. Signalverfolger mit Tastkopf und NF-Verstärker

Bei einem fehlerhaften Rundfunkempfänger, dessen Stromversorgungs- teil in Ordnung ist, schließt man an die Antennenbuchse einen HF-Generator an – falls ein solcher nicht zur Verfügung steht – die Antenne an und stimmt das Gerät auf die eingestellte Generatorfrequenz beziehungsweise auf einen stark einfallenden Sender (meist Ortsender) ab. Nun kann die

Bild 7 (oben). Bohr-
zeichnung für die
Frontplatte

- ⊙ Befestigungslach 2,6 mm ∅ bohren
- ⊙ Lötstifte 1,2 mm ∅ bohren
- Lach 0,8 mm ∅ bohren

1. Loch 2,6 mm Ø bohren
 2. Loch 2 mm Ø bohren
 3. Loch 1 mm Ø bohren

stückungsplan für
Mischereinheit
(Seite aus betrachte!)

loch 2,6 mm Ø bohren
6 mm Ø bohren
m Ø bohren

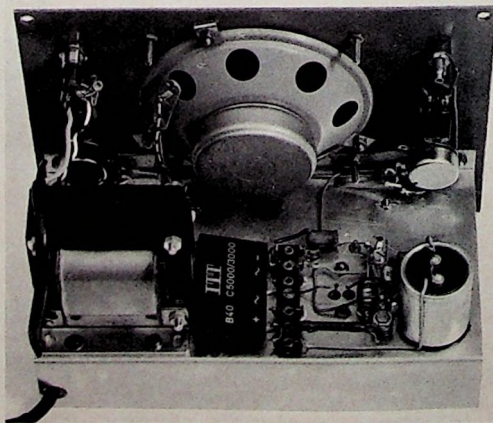
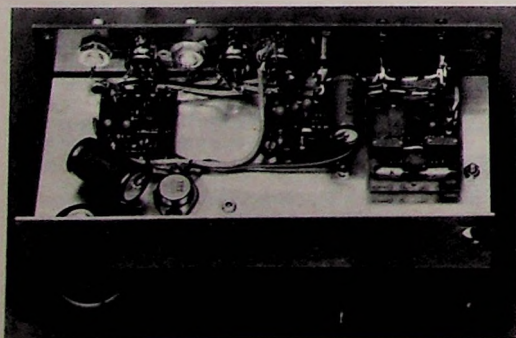
**Bild 10 (oben).
Bestückungsplan
für Leiterplatte NF-
Verstärker (von
Leiterseite aus be-
trachtet)**

Bild 12. Bestückungsplan für Leiterplatte Tongenerator (von Leiterseite aus betrachtet)

Bild 13. Leiterplatte für Tongenerator (1:1) ►

Fehlereinkreisung mit dem an der NF-Verstärkerbuchse angeschlossenen Tastkopf stufenweise erfolgen, und zwar entweder vom Lautsprecher ausgehend bis zum Antennenkreis oder in umgekehrter Weise. Dabei darf die Umschaltung des Tastkopfes auf HF oder NF nicht vergessen werden. Bei der Fehlersuche wird man, je nach dem eingeschlagenen Weg, an eine Stufe kommen, bei der entweder das Signal nicht

mehr erscheint oder ein Signal plötzlich zu hören ist. Die Verstärkerstufe, bei der nichts durchkommt, wird routinemäßig untersucht (also Kontrolle der Betriebsspannungen, Prüfung der Röhre oder des Transistors, Messung der Widerstands- und Kapazitätswerte, Durchgangsprüfung bei Spulen und Transformatoren usw.). In der Praxis klärt man jedoch zuerst, ob der Fehler im HF- oder im NF-teil liegt. Zu die-



sem Zweck wird zunächst das Signal vom Tongenerator auf den NF-Verstärkereingang des defekten Gerätes gegeben und je nach dem Ergebnis der Ablauf der Signalverfolgung durchgeführt.

4.2. Signalverfolgung mit 800-Hz-Ton

Zur Einkreisung von Fehlern in Phono- und Tonbandgeräteverstärkern oder im NF-Teil von Radio- und Fernsehgeräten kann man deren Verstärker und Lautsprecher selbst als Indikator verwenden. In diesem Falle speist man das Tonsignal vom Verstärkereingang ausgehend bis zum Lautsprecher oder in umgekehrter Folge stufenweise ein und ermittelt auf diese Weise den Fehler. Mit dem Tonstärkeregler läßt sich der Signalpegel entsprechend einstellen, um eine Übersteuerung der NF-Eingangsstufe zu vermeiden.

4.3. Frequenzmessungen

Oft ist es erforderlich, die Frequenz von Oszillatoren in Empfängern und Sendern, von Tongeneratoren und Tonrufeinrichtungen zu messen, um dann bei einer festgestellten Abweichung eine Nachstimmung auf die Sollfrequenz durchzuführen. Hierzu dient die Mischereinheit mit dem nachgeschalteten NF-Verstärker in Verbindung mit einem geeichten durchstimmbaren HF- oder NF-Generator. An den Kanaleingang 1 (Bild 2) wird über ein abgeschirmtes Kabel der Generator angeschlossen. Das zu messende Signal kommt an den Eingang 2. Entsprechend der Frequenz ist der HF- oder der NF-Eingang zu benutzen. Beim langsamen Durchstimmen des Generators hört man dann an einer Stelle im Lautsprecher das bekannte Überlagerungspeifen und Schwebungsnul, wenn die Frequenzen der Signale von Kanal 1 und 2 übereinstimmen. Die auf der Generatorskala angezeigte Frequenz entspricht der des zu messenden Oszillators beziehungsweise Signals. Bei HF-Messungen muß noch kontrolliert werden, ob nicht zufällig eine Oberwelle vom Prüfling gemessen wurde.

HF-Oszillatoren und Tongeneratoren können nach diesem Verfahren leicht auf die gewünschte Frequenz abgestimmt werden. Die Genauigkeit der Messung der Abstimmung hängt natürlich von der Frequenzgenauigkeit des verwendeten HF- beziehungsweise NF-Generators ab.

4.4. NF-Wiedergabe

Der NF-Verstärker kann für die verschiedensten Zwecke eingesetzt werden. So läßt sich damit die einwandfreie Funktion von Tonbandgeräten ohne Endstufe, Plattenspielern und Plattenwechslern, aber auch von Mikrofonen überprüfen. Im letzten Fall ist zur Vermeidung einer akustischen Rückkopplung über den eingebauten Lautsprecher – zum Abhören ein Kopfhörer zu benutzen. Schließlich kann man den NF-Verstärker zur Wiedergabe der Signale von HF-Empfangsteilen verwenden.

4.5. Tongenerator

Vielseitig sind auch die Einsatzmöglichkeiten des Tongenerators. Auf einige sei kurz eingegangen. So läßt sich der Tongenerator unter anderem mit Morse-

übungen mit Kopfhörer- oder Lautsprecherwiedergabe benutzen. Zu diesem Zweck werden in Serie mit dem Tongeneratorsausgang eine Morsetaste und ein oder mehrere Kopfhörer geschaltet. Für Lautsprecherwiedergabe wird eine Verbindung mit der NF-Verstärkereingangsbuchse hergestellt.

Der Tongenerator kann aber auch zur Überprüfung der Modulationsqualität bei FM-, AM- und SSB-Sendern verwendet werden, indem man sein Signal mit entsprechendem Pegel am Eingang des Modulationsverstärkers einspeist und das vom Empfänger demodulierte und nun wiedergewonnene NF-Signal auf dem Schirm eines Oszillografen betrachtet. Verzerrungen sind auf diese Weise sofort erkennbar. Steht ein Zweistrahl-Oszillograf oder ein elektronischer Schalter zur Verfügung, dann lassen sich auf dem Schirm das beim Sender eingespeiste und das empfangene 800-Hz-Tonsignal gleichzeitig sichtbar machen; beide kann man direkt miteinander vergleichen und die Modulationsqualität beurteilen.

Schließlich besteht die Möglichkeit, das Tonsignal für die Durchgangsprüfung von Mikrofonübertragern mit Mu-Metallkern zu benutzen, da bei einer Prüfung mit Gleichstrom (Ohmmeter als Durchgangsprüfer) eine Magnetisierung des Kernes stattfindet, wodurch die

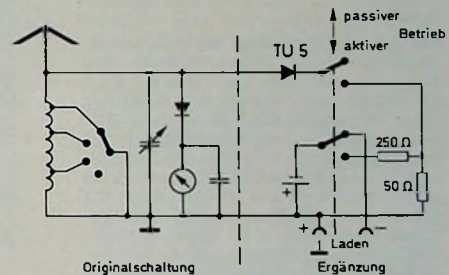
Übertragungsqualität des Transformators verschlechtert wird.

Liste der speziellen Bauelemente

1 Gehäuse „G 20 311-1“, lackiert, mit Füßen	(Knürr KG)
1 Frontplatte „G 20 FA 3-1“ zum Gehäuse	(Knürr KG)
1 Lautsprecher, 80 mm Membrandurchmesser, 4 Ohm	
1 Lautsprecher-Zierblende 105 x 105 mm	
1 abgeschirmte Einbaubuchse „Mab 3 SRI“ mit einem Ruhekontakt	(Hirschmann)
2 abgeschirmte Einbaubuchsen „Mab 5 S“	(Hirschmann)
2 Lautsprecher-Einbaubuchsen „Lb 1“ mit Schalter	(Hirschmann)
2 BNC-Buchsen „SHG 06 200“	(Wisi)
1 Brückengleichrichter B 40 C 5000-3000	(Intermetall)
2 Transistoren BF 314	(Telefunken)
2 Transistoren BC 172	(Intermetall)
1 Transistor 2N3055	(Intermetall)
1 integrierte Schaltung TAA 900	(Telefunken)
1 Z-Diode ZD 12	(Intermetall)
1 Glühlampe „35 G910“ mit Fassung	(Bürklin)
2 Meßgeräteknöpfe „Mentor 320.621“, schwarz	(Mocar)

Einfacher Resonanz-Frequenzmesser

Bild 1. Zum aktiven Frequenzmesser ergänzte Schaltung eines Feldstärkemessers; bei der Tunnelodiode TU 5 handelt es sich um einen älteren Typ von Siemens



Beim Selbstbau von Geräten, aber auch für die Reparatur an Sendern und Empfängern hat sich das Grid-Dip-Meter seit Jahrzehnten als praktisches, nahezu unentbehrliches Hilfsmittel erwiesen. Nun sind diese „Griddipper“ allerdings seit langem nicht mehr mit Röhren bestückt (von einem „Grid“ kann also gar nicht mehr die Rede sein), außerdem sind sie nicht eben ganz billig. Seit vielen Jahren sind aber kleine, handliche Frequenzmesser in der Größe etwa einer Zigarettschachtel auf dem Markt, die als Feldstärkemesser angeboten werden und wesentlich billiger als Griddipper sind.

Durch Hinzufügen weniger Bauteile lassen sie sich für aktiven Betrieb (Meßsender) umbauen. Bild 1 zeigt die Originalschaltung eines solchen Frequenzmessers (R. F. Field Strength Indicator „FL-202“ von KEW, Japan) für Frequenzen von 1,6 bis 150 MHz zusammen mit der Erweiterung auf aktiven Betrieb. Als Batterie findet eine Deac-Zelle „150 DKZ“ Verwendung, die über die beiden Buchsen bei Bedarf aufgeladen werden kann. Als aktives Element wird eine Tunnelodiode verwendet,

mit der in der gleichen einfachen Anordnung weit höhere Frequenzen als 150 MHz erzeugt werden können.

Die Umschaltung von passivem auf aktiven Betrieb erfolgt durch die als Schaltbuchse ausgeführte Massebuchse. Alle Zusatzteile lassen sich bequem noch im Originalgehäuse unterbringen. Bei aktivem Betrieb zeigt das Instrument die Schwingamplitude an (Maximumanzeige, wenn der lose angekoppelte Prüfkreis mit dem Oszillator in Resonanz ist).

Die Skaleneichnung des Gerätes bleibt auch beim Umbau innerhalb zulässiger Grenzen erhalten, da die Kapazität der Tunnelodiode klein ist im Vergleich zur Kreiskapazität; außerdem soll dieses Gerät ja keinen Präzisionsmeßsender ersetzen.

Es lassen sich unter anderem mit dieser Schaltung die gleichen Aufgaben lösen wie mit dem Griddipper. Der einzige Unterschied besteht darin, daß hier die Kopplung mit dem Prüfling über das elektrische und nicht über das magnetische Feld erfolgt.

K. Wilhelm

NF-Verstärker mit integrierter Schaltung TAA 621 für 1,5W Ausgangsleistung



Dieser Schaltungsvorschlag ist ein kompletter Niederfrequenz-Verstärker mit Klangregelnetzwerk, den man beispielsweise als Phonoverstärker verwenden kann. Das nebenstehende Bild der Titelleiste zeigt das kleine betriebstüchtige Gerät im Größenvergleich mit einer üblichen Lautsprecherbox. Die Ausgangsleistung des Verstärkers ist bei einer Batteriespannung von 18 V und einem Lautsprecher mit 4 Ohm Impedanz rund 1,5 W.

Sinus-Ausgangsleistung:
1,5 W an 4 Ohm
Frequenzbereich (linear):
60 Hz ... 11 kHz (-3 dB)
Eingangsempfindlichkeit: 40 mV_{eff}
Eingangswiderstand: 0,1 MOhm
Verstärkung: 43 dB
Klirrfaktor: 0,2% bei 1 W und 1 kHz
Lautsprecher Ausgang: 4 ... 16 Ohm
Lautstärke: stetig regelbar
Höhenanhebung bei 20 kHz: +10 dB
Höhenabsenkung bei 20 kHz: -20 dB
Tiefenanhebung bei 40 Hz: +12 dB
Tiefenabsenkung bei 40 Hz: -13 dB
Stromversorgung: 18 V
Stromaufnahme:
5 mA bei Leerlauf,
150 mA bei Vollaussteuerung
Bestückung: BC 109, TAA 621
Abmessungen:
100 mm x 65 mm x 45 mm

Schaltung

Die Schaltung (Bild 1) des Gerätes besteht aus dem Vorverstärker, dem Klangregelteil und dem Baustein TAA 621 (SGS), einer integrierten Schaltung eines NF-Verstärkers in Silizium-Planartechnik. Über die Normbuchse Bu 1 - bei Anschluß eines Stereo-Plattenspieler ist Anschlußpunkt 1 mit Punkt 3 zu verbinden - und Kondensator C1 gelangt das NF-Signal an den Vorverstärker-Transistor T18. Dieser in Emitterschaltung arbeitende Stufe ist mit dem besonders rauscharmen Transistor BC 109 bestückt. Der Eingangswiderstand ist 0,1 MOhm und die Eingangsspannung rund 15 mV. Über C3 gelangt das Signal zum Lautstärkereglern P1. Mit dem Schleifer des Reglers wird die gewünschte Signalstärke abgegriffen und dem Klangregelnetzwerk zugeführt. Dieses erlaubt, die tiefen und hohen Frequenzen getrennt anzuheben oder abzusenken. Der Spannungsteiler für die Tiefen besteht aus den Widerständen R11 und R12, den Kondensatoren C4 und C5 und dem Baßregler P2. Um eine maximale Tiefenanhebung zu erreichen, muß Kondensator C4 mit dem

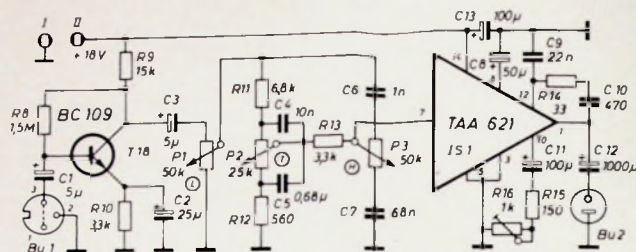


Bild 1. Gesamtschaltbild des Verstärkers mit Klangregelnetzwerk

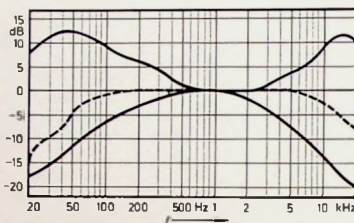


Bild 2. Regelbereich des Baß- und Höhenreglers

Schleifer des Potentiometers P2 kurzgeschlossen werden. Die tiefen Töne können durch Kurzschließen von C5 gedämpft werden. Parallel zum Tiefenregler liegt das Netzwerk für die hohen Töne. Steht der Schleifer von P3 an C6, dann entsteht eine Höhenanhebung, und wenn man in Richtung C7 regelt, eine Höhenabsenkung. R13 entkoppelt die Tiefen- und Höhenregler.

Die Grunddämpfung des Klangregelnetzwerkes ist für 1000 Hz etwa 27 dB. Die Tiefen werden je nach Stellung des

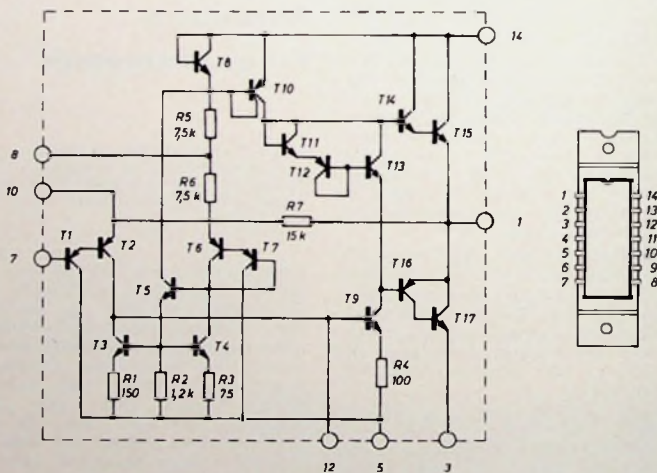


Bild 3. Innenaufbau der integrierten Schaltung TAA 621 und Anschlußfolge der IS

Ein Sekt
der
begeistert



SCHLOSS WACHENHEIM Sekte

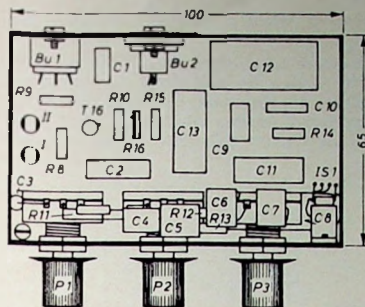


Bild 4. Bauteilanordnung auf der Platine

Schleifers von P2 gegenüber 1000 Hz bei 40 Hz um 12 dB angehoben oder um 13 dB abgesenkt. Die hohen Frequenzen lassen sich gegenüber dem Verstärkungswert bei 1 kHz in Abhängigkeit des Höhenreglers bei 20 kHz um 10 dB anheben oder um 20 dB absenken (Bild 2).

Das Signal wird direkt am Schleifer von P3 abgenommen und an Anschluß 7 von IS1 (TAA 621) gelegt. Diese integrierte Schaltung (Bild 3) besteht aus einem Spannungsverstärker am Eingang, einer nachfolgenden Treiberstufe und der quasikomplementären Endstufe in AB-Betrieb. Der Vorverstärker arbeitet mit den Transistoren T1 und T2. Die als Dioden geschalteten Transistoren T11 und T12 halten die Differenz der Basisspannungen der Darlington-Treiber T14, T16 konstant und bestimmen damit den Ruhestrom der Endstufe. Mit Hilfe von T13 wird zusätzlich eine gute Driftkompensation erreicht. Die Treiberstufe T9, T10 steuert die quasikomplementäre Endstufe mit dem Darlington-Paar T14, T15 und dem Darlington-„Compound“-Paar T16, T17. Mit dem Widerstand R16 (Bild 1) läßt sich die Verstärkung der IS geringfügig verändern. Die obere Grenzfrequenz wird durch C10 festgelegt. Über die Lautsprecherbuchse Bu2 ist der Lautsprecher kapazitiv angekoppelt. Kondensator C13 glättet die Versorgungsspannung.

Aufbau

Der komplette Verstärker ist auf einer 100 mm x 65 mm großen doppelschichtigen Resopalplatte aufgebaut (Bilder 4 bis 6). Die Anschlußdrähte der Bauelemente wurden durch 1-mm-Löcher gesteckt und unter der Platine in Art einer gedruckten Schaltung kreuzungsfrei verdrahtet. Die Frontplatte aus 0,75-mm-Blech hat die Abmessungen 100 mm x 55 mm und ist im unteren Teil im rechten Winkel um 10 mm nach hinten gebogen. Sie dient als Halterung für die drei Potentiometer (P1 = Lautstärke, P2 = Tiefen, P3 = Höhen)

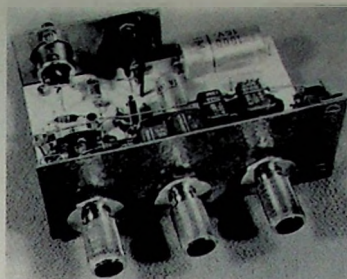


Bild 5. Blick auf die Frontplatte

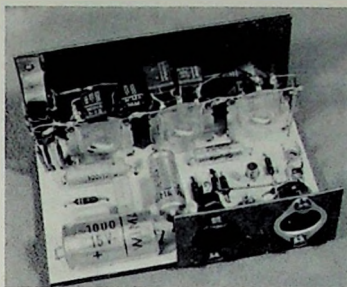


Bild 6. Rückansicht des Verstärkers mit Anschlußbuchsen

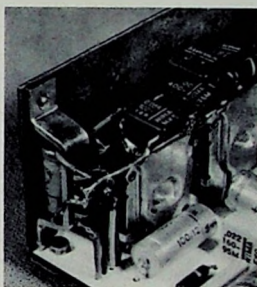


Bild 7. Die integrierte Schaltung (links am Kühlbügel) und ihre Verdrahtung

und den integrierten NF-Verstärker. An dem 10 mm breiten, nach hinten gebogenen Streifen ist die Resopalplatte mit den Bauteilen befestigt.

Hinter dem Lautstärkepotentiometer P1 sind die zwei Lötösen für die Stromversorgung (I = Masse, II = +18 V) angebracht. Der Vorverstärker und die externen Bauteile der integrierten Schaltung sind ebenfalls hinter den Potentiometern auf der Platine aufgebaut.

Die Buchsen Bu1 (Eingang) und Bu2 (Lautsprecherausgang) werden an einem 55 mm x 25 mm großen Blechwinkel befestigt. Um längere Leitungen zu vermeiden, ist das Klangregelnetzwerk auf

Verwendete Einzelteile für den 1,5-W-NF-Verstärker

Widerstände, 0,5 W	(Siemens)
Trimmwiderstand „1-9833“	(Preh)
Potentiometer „1-4800“	(Preh)
Kondensatoren „MKS“, 100 V	(Wima)
Elektrolytkondensatoren, 12/15 V und 35 V	(Wima)
Transistor BC 109	(Siemens)
Integrierte Schaltung TAA 621	(SGS)
Eingangsbuchse „Mab 3“	(Hirschmann)
Ausgangsbuchse „Lb 2“	(Hirschmann)
Drehknöpfe „Mentor 490/8“	(Mozar)
Bezug der angegebenen Bauteile nur über den einschlägigen Fachhandel	

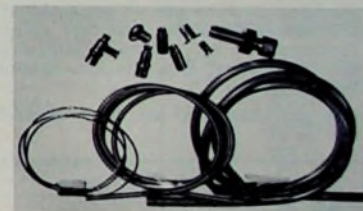
den jeweiligen Potentiometern verdrahtet. Die IS ist im Hinblick auf gute Wärmeableitung direkt an der Frontplatte mit zwei M-3-Schrauben gehalten (Bild 7). Elektrolytkondensator C8 liegt zwischen dem Kühlbügel der IS und der Frontplatte.

W. W. Diefenbach

Service-Technik

Universal-Bowdenzug „965/DX“

Mit einem neuen Philips-Bausatz „965/DX“ sind nahezu alle defekten Bowdenzüge in Fernseh-, Rundfunk-, Phono- und Tonbandgeräten zu ersetzen. Hierzu lassen sich die Längen der einzelnen im Sortiment enthaltenen



Teile wie Stahlseil, Spiral- und Isolierschlauch nach Bedarf kürzen. Dem Bausatz (Bestell-Nr. 4812 321 37003) liegt eine entsprechende Montageanweisung bei. Er enthält 1 Stahlseil 500 mm, 1 Spiralschlauch 500 mm, 1 Isolierschlauch 500 mm, 1 Gewindebuchse, 1 Sechskantmutter, 2 Klemmhülsen, 2 Rohrnieten, 2 Anschlußbuchsen mit Wulst und 2 Anschlußbuchsen ohne Wulst.

Abgleichbesteck „800/NTX“

Die 34 Einzelteile des neuen Philips-Abgleichbestecks „800/NTX“ sind in einem unterteilten Plastikbüchsen

Weil es so viele Transistoren gibt, ist Heninger so einmalig.

**Heninger
Servix**

übersichtlich aufbewahrt. Sie eignen sich für alle in Werkstatt und Labor vorkommenden Abgleicharbeiten (auch an Fremdfabrikaten).

Das Abgleichbesteck (Bestell-Nr. 4822 310 50014) besteht aus 3 zweifabrigen Haltern, 2 Verlängerungshaltern, 2 Tuner-Abgleichspitzen, 17 verschiedenen auswechselbaren Abgleichspitzen und 7 Ersatzspitzen.

Für Nachbestückung sind 2×4 verschiedene Abgleichspitzen aus Kunststoff in einer gemeinsamen Beutelpackung lieferbar (Bestell-Nr. 4812 395 57001).

Als weitere Ergänzung des Sortiments „800/NTX“ oder als Nachbestückung können noch ein Abgleicheinsatz mit Nickelchromspitze und ein Abgleicheinsatz mit verstärkter Glasspitze bezogen werden (Bestell-Nr. 4812 395 57002).

Der „Wassersack“ in Antennenanlagen

In den Siemens-Antenneninformationen Nr. 27/1970 fanden wir den nächstehend wiedergegebenen, recht kurzweilig geschriebenen Fehlerbericht.

Wissen Sie eigentlich, wie Tropfsteinhöhlen entstehen? Natürlich werden Sie sagen: Wasser ist es, das in Jahrtausenden Stalagmiten und Stalaktiten einander entgegenwachsen läßt. Doch was hat das mit Antennenanlagen zu tun, werden Sie sich fragen.

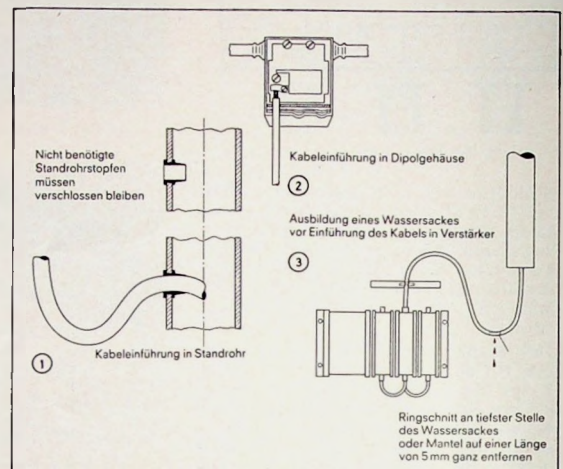
Nun, wir entdeckten gewisse Parallelitäten! Von einem unserer Kunden erhielten wir einen Umsetzer, der nach monotonem Betrieb plötzlich seinen Dienst versagte. Was wir da entdeckten, verschlug uns fast die Sprache: In allen Farben schillerte es, von der Eingangsbuchse angefangen, bis hin zum Ausgang; herrliche kleine Säulen, farbig leuchtende kristalline Flecken aber auch häßliche Oxydationsspuren stellten überall dort, wo sie völlig fehl am Platze sind, leitende und halbleitende Verbindungen her. Richtige kleine Tropfsteinhöhlen waren die Kammern des Umsetzers geworden.

Und die Ursache? Wasser, ganz gewöhnliches elektrisch leitfähiges Regenwasser, das sich zwischen Schirm und Mantel des unsachgemäß installierten Niederführungskabels hindurchgequält hatte und an der Eingangsbuchse des Umsetzers tropfenweise in die Kammern eingedrungen war. Durch Elektrolyse an den spannungsführenden Teilen bildeten sich die „Tropfsteine“ aus, die den Umsetzer schließlich außer Betrieb setzten.

Und das alles, weil ein paar Grundsätze der Installation

völlig außer acht gelassen wurden. Wir überzeugten uns davon.

Nehmen Sie es uns deshalb nicht übel, wenn wir sie hier wieder aufwärmen. Wir wollen im Endeffekt Sie vor Schaden bewahren: Der Mantel des Koaxialkabels muß ins Innere des Dipolgehäuses eingeführt werden (Bild 2). Er darf nicht vorher aufhören, da sonst Wasser zwischen Mantel und Geflecht eindringt.



Bilder 1—3. Kabeleinführung in Standrohr und Dipolgehäuse sowie Verwendung eines Wassersacks mit Ringschnitt

Die Einführung in das Standrohr soll in einem sackförmigen Bogen erfolgen (Bild 1). Aber bitte schneiden Sie diesen Bogen unten nie auf! Auch hier könnte Wasser in das Kabel eindringen.

Montieren Sie Antennenbauteile nie unmittelbar unter dem Standrohr. Das sich im Standrohr bildende Kondenswasser tropft sonst auf diese Teile und zerstört sie.

Bevor Sie Niederführungskabel in Geräte einführen, sollten Sie einen unten aufgeschlitzten Wassersack vorsehen (Bild 3), aus dem in das Kabel eingedringenes Wasser abfließen kann. So schützen Sie die kostbaren Geräte vor Korrosion und Zerstörung und sich selbst vor Regreßansprüchen.

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

Wir sind ein

Berliner Fachliteraturverlag

der seit fast 25 Jahren technische und technisch-wissenschaftliche Fachzeitschriften mit internationaler Verbreitung herausgibt.

Genauso interessant und vielseitig wie Berlin mit seinem technisch-wissenschaftlichen und kulturellen Leben sowie den Steuerpräferenzen sind auch unsere Zeitschriften.

Zur Mitarbeit in unserem Redaktionsteam suchen wir einen Hochschul- oder Fachschulin-genieur als

Technischen Redakteur

Bewerbungen mit Lebenslauf, Tätigkeitsnachweis und Gehaltsanspruch erbeten unter F. A. 8542

Autofunk

PYE-Taxifunkgerät, ein Kompaktgerät, Lautsprecher u. Bedienschalter im Gerät eingebaut, 12 V, 149,50 D-Mark.

Siemens-Taxifunkgerät, 12 V, gebraucht, gut. Zust. m. ausführlichem Umbauplan 135,- DM

Storno-Taxifunkgerät, 12 W HF, bitte anbel. ob 6 od. 12 V, gebraucht, guter Zustand 135,- DM

Bosch-KF-T160-Feststation ohne Netzteil u. ohne Bediengerät, gebraucht, guter Zustand 90,- DM

Siemens-4-m-Meldeempfänger 220 V, gebr. guter Zustand, nur 79,- DM

AIWA-Überwachungsempfänger f. Netz- u. Batteriebetrieb, bester Empfang auf 6 Wellenbereichen:

MW 525-1650 kHz

MB 1,6-4 MHz (Marineb.)

KW 4-12 MHz

UKW 88-108 MHz

VHF 1 110-135 MHz (Flugfunk)

VHF 2 148-174 MHz, Offentl. Dienste (Taxifunk, Arzifunk, Autotelefon)

kompl. m. Ohrhörer u. Batterien nur 234,50 DM

Mini-SWR-Stehwellenmesser, Imp. 75 Ω od. 52 Ω , 1,9-180 MHz nur 29,50 DM

Grid-Dip-Meter, 0,44 MHz-280 MHz, kompl. m. Ohrhörer u. 9-V-Batterie 118,- DM

Coaxstecker PL 259 2, -DM, 10 Stück 18,50 DM

Coax-Einbaubuchse SO 239, Bef. m. 4 Schraub. 2,-DM, 10 Stück 18,50 DM

Coax-Einbaubuchse SO 239 z. Einlochmont. 2,60 DM, 10 Stück 23,90 DM

Reduzierschrauben f. Coaxstecker PL 259 (für Kabel m. 6 mm ϕ) 0,50 D-Mark.

Fordern Sie unseren neuen Gratliskatalog an!

Meyer-Elektronik

Nachnahmeschnellversand

757 Baden-Baden, Postf. 604

Tel. 0 72 21 / 2 54 87

Preise einschl. MWST. zuzügl. Versandkosten.

UT 60 Hopf Trans.-Einb.-Converter

m. Ein- u. Ausg.-Symm.-Glied und Schaltung AF 239 und AF 139.

1 St. 33,50 3 St. \pm 32,50

UT 100 UHF-Markentuner

2 x AF 139 aus Gerätefertigung, jedes Stück geprüft, Eingang 240 Ω , Ausgang 60 Ω , ohne Feintrieb

St. 18,50 5 St. \pm 15,50

Mentor-Feintrieb mit Knopf 4,50

I. Wahl Trans.-Orig. Siemens, Valvo gestempelt

AF 139 St. 2,80 10 \pm 2,50 100 \pm 2,25

AF 239 St. 3,60 10 \pm 3,10 100 \pm 2,75

CONRAD, 845 Amberg, Georgen-

straße 3, Fach 57

**FUNK-
TECHNIK**

stets griffbereit

Vor Verlust und Beschädigung geschützt, bilden die Hefte in den praktischen

• Sammelmappen

mit Stabeinhängenvorrichtung

für die Hefte des laufenden Jahrgangs

oder in den

• Einbanddecken

für jeweils einen kompletten Jahrgang

ein Nachschlagewerk von bleibendem Wert

Ausführung: Ganzleinen mit Titelprägung

Preis d. Sammelmappe 9,- DM zuzügl. Versandkosten

(Berlin: 1 Sammelmappe 44 Pf, bis 4 Sammelmappen 1,11 DM; Bundesgebiet: bis 4 Sammelmappen 1,11 DM)

Preis d. Einbanddecke: 7,- DM zuzügl. Versandkosten

(Berlin: 1 Einbanddecke 33 Pf, bis 5 Einbanddecken 44 Pf, bis 10 Einbanddecken 1,11 DM; Bundesgebiet: bis 2 Einbanddecken 1,- DM, bis 10 Einbanddecken 1,11 DM)

Sämtliche Preisangaben einschließlich Mehrwertsteuer

• Lieferung bei Voreinsendung des Betrages auf das

Postcheckkonto VERLAG FÜR RADIO-FOTO-

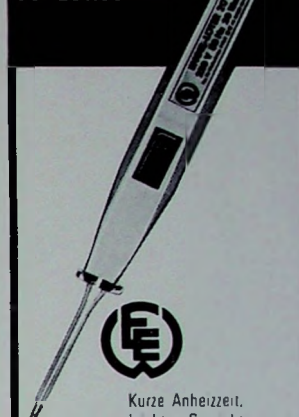
KINOTECHNIK GMBH, Berlin West 76 64

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH

1 Berlin 52, Eichborndamm 141-167

ENGEL- Löter

repräsentieren den
neuesten Stand
der Löttechnik



Kurze Anheizzeit,
leichtes Gewicht,
handliche, moderne Form,
besonders geeignet für
Feinlötarbeiten an gedruckten
Schaltungen.

ENGEL GMBH

6200 Wiesbaden Schierstein,

Rheingastr. 34-36,

Tel. 28 21, FS 4 186 860

neu

Technik- Katalog

Funktechnik - Elektronik - Meß-
geräte - Bauteile - Bausätze -
Hi-Fi-Stereo - techn. Neuheiten
für Bastler, Techniker, Amateure.
Über 300 Seiten, 10 000 Artikel.
Schutzgebühr DM 3,50 (in Briefm.
oder intern. Postantwortscheinen).
Technik-KG, 28 Bremen 33, Abt. D 13



Auto- und Kofferradios

Neueste Modelle mit Garantie. Ein-
baubehälter für sämtliche Kfz.-Typen
vorrätig. Sonderpreise durch Nach-
nahmeversand. Radiogroßhandlung
W. Kroll, 51 Aachen, Postfach 865,
Tel. 7 45 07 - Liste kostenlos

Hans Kominsky

Spezialröhren, Rundfunk-
röhren, Transistoren, Di-
oden usw., nur fabriktreue
Ware, in Einzelstücken
oder größeren Partien zu
kaufen gesucht

8 München-Solln-Spindlerstr. 17



Elektronik-

Bastelbuch gratis!

für Bastler und alle, die es werden
wollen. Viele Bastelvorschläge, Tips,
Bezugsquellen u. a. m. kostenlos von
TECHNIK-KG, 28 BREMEN 33 BE 6

Preiswerte Halbleiter 1. Wahl

AA 117	DM —,55	
AC 187/188 K	DM 3,45	
AC 192	DM 1,20	
AD 133 III	DM 6,95	
AD 148	DM 3,95	
AF 239	DM 3,80	
BA 170	DM —,60	
BAY 17	DM —,75	
BC 107	DM 1,20	10 DM 1,10
BC 108	DM 1,10	10 DM 1,—
BC 109	DM 1,20	10 DM 1,10
BC 170	DM 1,05	10 DM —,95
BF 224	DM 1,75	10 DM 1,65
BRV 39	DM 5,20	10 DM 4,80
ZG 2,7 ... ZG 33	je DM 2,20	
1 N 4148	DM —,85	10 DM —,75
2 N 708	DM 2,10	10 DM 1,95
2 N 2219 A	DM 3,50	10 DM 3,30
2 N 3055	DM 7,25	10 DM 6,89

Alle Preise incl. MWST.
Kostenl. Bauteile-Liste anfordern.
NN-Versand

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

GREIFEN SIE ZU — EINMALIGE GELEGENHEIT!

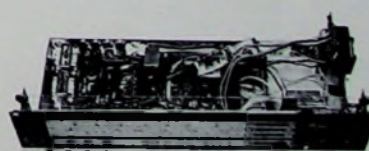
Deutsche Industrie-Marken-Chassis, betriebsfertig — solange Vorrat!



**Schwarzweiß-
Fernsehchassis für
59 cm 1023**

Vertikalmontage, teiltransisto-
riert, mit Bedienungseinheit,
Lautstärke, Helligkeit, Kontrast
und 6 Tasten, VHF/UHF-Trans-
-Tuner, Ablenkeinheit
Maße: 355 mm hoch, 250 mm tief

Komplett anschlussfertig ohne Bild-Röhre nur 152,-
Bildröhre AW 59-91, original, 1 Jahr Garantie nur 92,50
Lautsprecher-Chassis
4,5 W, oval 8,75 6 W, oval 9,75 12 W, mit Hochtönenkegel 22,50
Lieferung per NN. ab Lager — Teilzahlungsmöglichkeit, 20 % Anzahlung,
Rest bis 10 Monate.



**Multiplex-Rdtk.
Stereo-Steuergeschalt-
Chassis 10366**

Standardchassis m. gro-
ßer Leistung: 2 x 3 W,
U-K-M-L und Stereo,
18 Kreise, m. Stereode-
coder, Chassis-Masse:
530 x 150 x 225 mm
149,50

2 Lautsprecherboxen, 6 W Musikleistung, Nußbaum natur 69,-
Telefunken-Stereo-Plattenwechsler, auf Zarge mit glasklarer Ab-
deckhaube, 4 Geschwindigkeiten 119,-
Komplette Stereo-Anlage nur 329,50

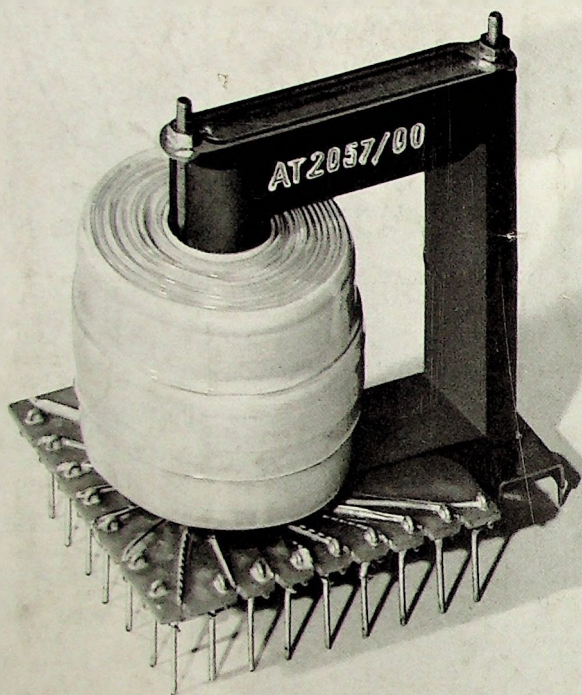
K. Conrad

8452 HIRSCHAU/Bay.

Fach 56

VALVO

Bauelemente
für die gesamte
Elektronik



Spannungs- verdreifacher-Transformator für 110° Farbfernseh- geräte

Der Horizontalablenk- und Hochspannungstransformator AT 2057/00 bzw. /05 wird für die sogenannte »Eintransformatorschaltung« in 110°-Farbfernsehgeräten benötigt.

Hierbei werden in einem einzigen Transformator die Horizontal-Ablenkströme und mit Hilfe eines Verdreifachers die Bildröhrenhochspannung von 25 kV erzeugt.

Der Transformator liefert außerdem alle Impulsspannungen, die für verschiedene Stufen in einem Farbfernsehempfänger benötigt werden.

Der AT 2057 ist zu verwenden mit der Ablenkeinheit AT 1060 und dem Linearitätsregler AT 4042/12.

E.-Theilmann-Str. 56

A 0171/1051

10020

VALVO GmbH Hamburg

93329