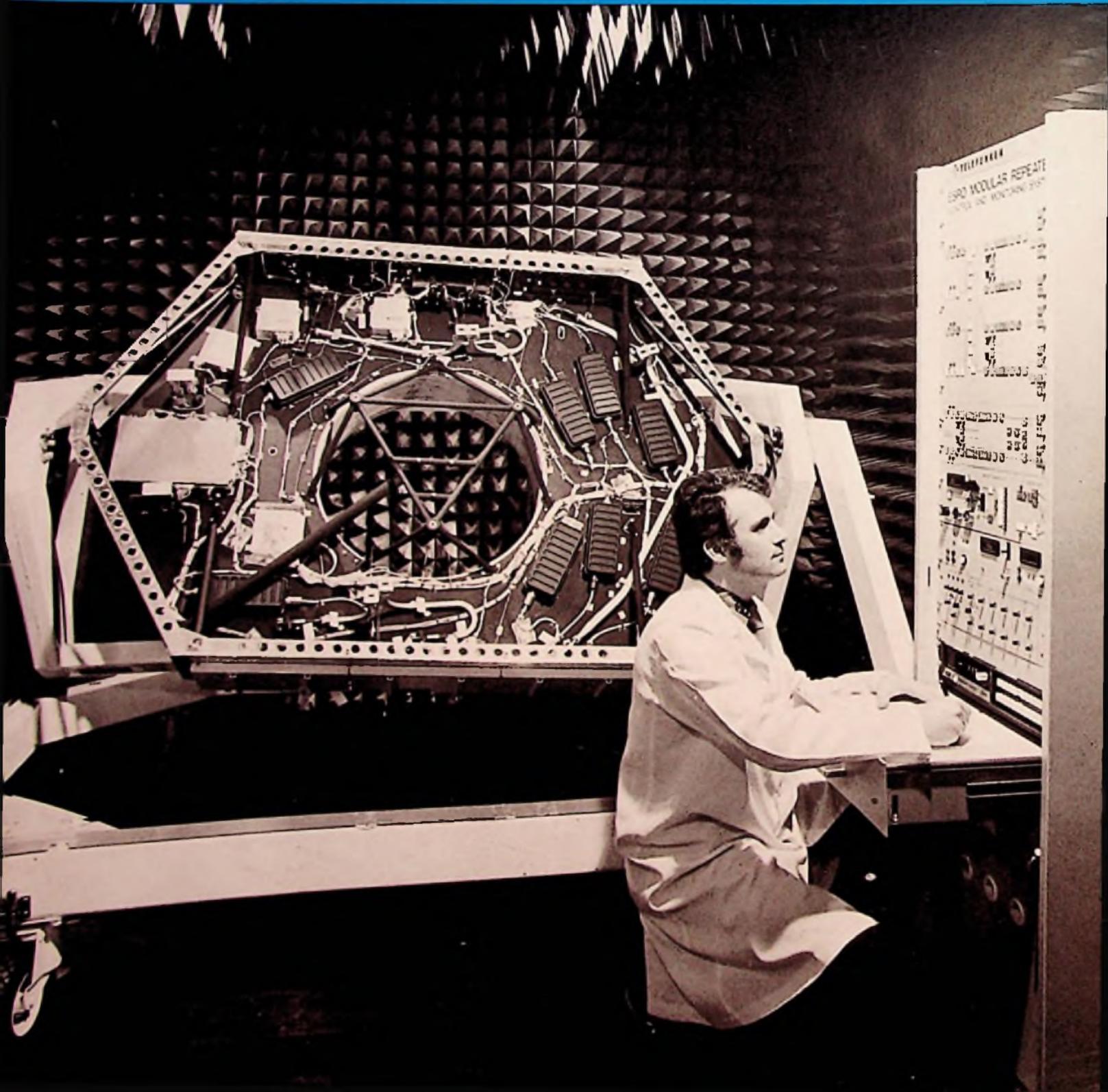


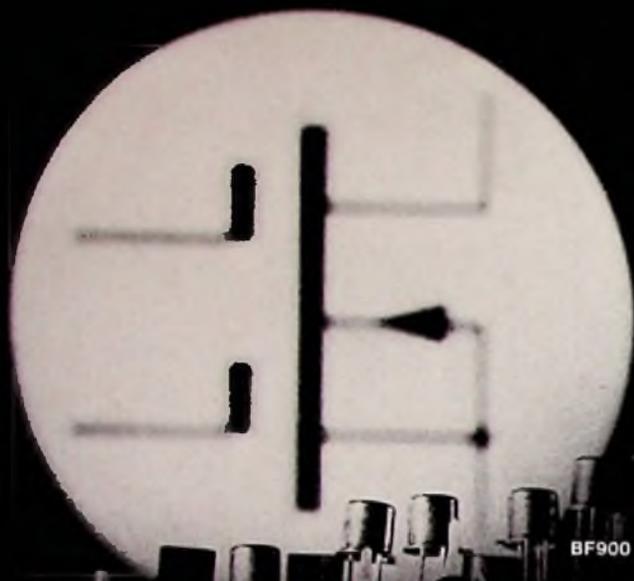
5

1. März-Ausgabe 1977
32. Jahrgang

FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift für die gesamte Unterhaltungselektronik

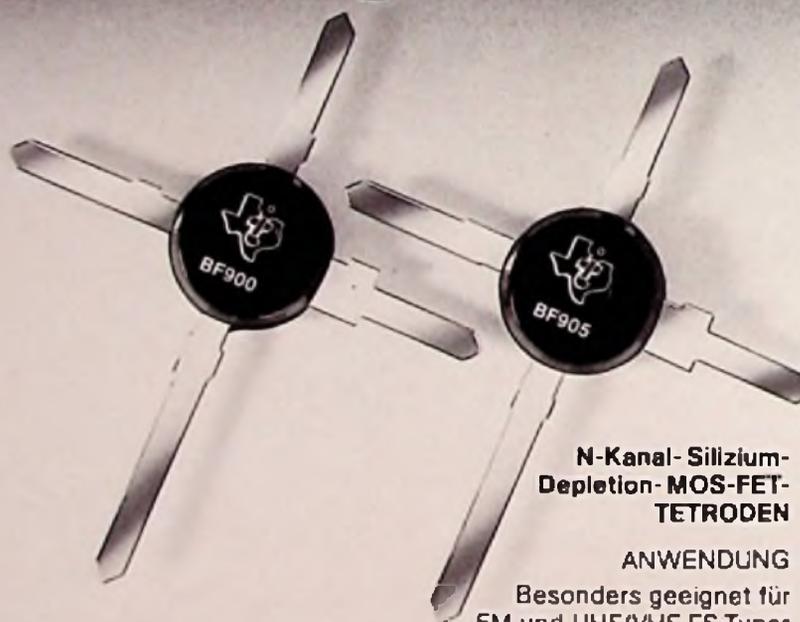




Silizium-Planar-FET

MOS-FET

Für UHF-/VHF-Anwendungen im wirtschaftlichen T-Pack



N-Kanal-Silizium-Depletion-MOS-FET-TETRODEN

ANWENDUNG

Besonders geeignet für FM und UHF/VHF FS-Tuner als geregelter HF-Verstärker sowie für Mischstufen mit geringer Kreuzmodulation

Für allgemeine Anwendungen in Antennenverstärkern, CB-Funksprechgeräten und kommerzieller Technik bis 1GHz in Source-Schaltung

TECHNOLOGIE

Nitrid passivierter Kristall
Ionen-Implantation
Monolithische Gate Schutzdioden

T-Pack-Bauform mit geringen Kapazitäten und Induktivitäten

VORTEILE

Hohe Verstärkung – typ. 18 dB/800 MHz
Niedriges Rauschen – typ. 4 dB/800 MHz
Niedrige Ausgangskapazität – typ. 1 pF
Geringe Rückwirkung – typ. 0,025 pF



TEXAS INSTRUMENTS
Deutschland GmbH

Haggertystr. 1, 8050 Freising, Tel. 08161/80-1

TI
SO
MOS

Laborteil:

Forschung und Entwicklung

Bauelemente der Elektronik

Schuermann, J. H.: Die Entwicklung des Fernseh-Tuners in Europa

Die rasche Weiterentwicklung der Bauelemente sorgte dafür, daß der Kanalwähler immer wieder Stoff für Fachdiskussionen lieferte: Röhren-Tuner mit mechanischen Speicheraggregaten wichen transistorisierten mit elektromechanischer Abstimmung. Breitband-Tuner lassen sich noch nicht mit digitalen oder analogen Speichern kombinieren; wo hier die Entwicklung hinläuft, ist noch unklar

F & E 65

Meldungen über neue Bauelemente

F & E 86

Forschungsberichte

Frankort, Dr. F. J. M.: Schwingungs- und Strahlungsverhalten des Lautsprecherkonus
Mit diesem 2. Teil wird der in Heft 4 begonnene Beitrag aus dem Philips-Forschungslabor in Eindhoven abgeschlossen

F & E 73

Professionelle Technik

Baumann, A., Braun, R., Eurich, R. und Seidl, A.: Modem mit akustischer Kopplung für Fernsprechnetze

Die Verfasser beschreiben ein Modem, mit dem von jeder Sprechstelle des Telefonnetzes aus Daten übertragen werden können

F & E 82

Werkstatteil:

Werkstatt und Service

Ausbildung und Weiterbildung

Kilgenstein, Prof. O.: Bauelemente – Grundwissen für Praktiker

In dieser Serie, die bereits in Heft 4 anlief, behandelt der Verfasser die grundlegenden Eigenschaften der Elektronik-Bauteile und ihre praxisorientierte Anwendung

W & S 47

Kurse und Lehrgänge

W & S 56

Rubriken

Technische Druckschriften

W & S 55

Normen und Vorschriften

Ackmann, Dr. W.: Begriffe der Zuverlässigkeit

W & S 56

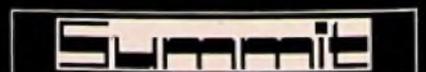
Titelbild

Rund 10 000 Telefongespräche und zwei Farbfernsehprogramme wird der gegenwärtig im Auftrag der europäischen Raumfahrtorganisation ESA entstehende Satellit OTS (Orbital Test Satellite) übertragen können. Mit ihm werden Polarisationsverfahren zur Mehrfachausnutzung der zunehmend an Bedeutung gewinnenden Frequenzbänder im 11- und 14-GHz-Bereich erstmals eingeführt und die erzielbare Übertragungsgüte getestet. Eine europäische Firmengruppe unter der Federführung von AEG-Telefunken entwickelt, fertigt und integriert die Nutzlast, den „Modular Repeater“. Im Bild das Flugmodell des 6-Kanal-Transponders bei den letzten Funktionskontrollen (links). Rechts das Kontroll- und Überwachungssystem für den Checkout des Modular Repeaters. (Bild: AEG-Telefunken)

Eine Palette von Format
für Hörer von Format.

Die große
SUMMIT-HiFi-Lautsprecher-Familie –
die entscheidenden Komponenten
für vollendeten Musikgenuß.

Bitte fordern Sie Informationsmaterial an.



...das ist Musik

Fernseh-Bauteile

Die Entwicklung des Fernseh-Tuners in Europa

Josef H. Schuermann

Zwischen 1962 und 1966 erschienen in Europa erstmals transistorisierte Tuner-Vorstufen und -Mischer, Bandschalt- und Varaktordioden sowie mechanische Speicher und Drucktastensysteme für eine erleichterte Stationswahl. In den darauffolgenden Jahren wurde die Schaltungstechnik weiter verfeinert mit dem Ziel, die technischen Daten weiter zu verbessern und die Herstellungskosten zu verringern. Um 1972/73 kam dann eine neue Generation von Großsignal-Tunern, die schlechte Empfangsbedingungen aller Art noch besser bewältigte. Die zukünftige Entwicklung wird sich in dieser Richtung fortsetzen.

Tuner gestern und heute

Die ersten VHF-Tuner waren Kanalschaltertypen, während im UHF-Bereich noch variable Drehkondensatorabstimmung verwendet wurde. Beide Tuner waren mechanisch aufwendig und groß. Ihre hohe Leistungsaufnahme von 6 bis 8 W war mit einer erheblichen Eigen Erwärmung verbunden, die wiederum eine starke Oszillatordrift zur Folge hatte. Auch die Rauschzahl war hoch, und die Verstärkung ließ – vor allem bei UHF – zu wünschen übrig. Heute sind die Tuner fünfmal kleiner (siehe Bild 1), haben ein um 3 bis 6 dB geringeres Rauschen und werden mit Varaktor- und Bandschaltdioden elektronisch abgestimmt. (Das letztere gibt dem Entwickler zudem die Möglichkeit, den Tuner am günstigsten Ort im Gehäuse zu plazieren). In der Zukunft wird es darauf ankommen, die Kreuzmodulationsfestigkeit noch zu erhöhen, sowie den Schaltungsaufwand durch

J. Schuermann ist Entwicklungsleiter für Klein-Signal-Bauelemente der Texas Instruments Deutschland GmbH, Freising. Der Aufsatz gibt einen Vortrag wieder, den J. Schuermann bei der IEEE Fall Consumer Conference im Dezember 1976 in den USA gehalten hat.

neuartige Halbleiterbauteile weiter zu verringern.

Im Gegensatz zu Großbritannien, wo das Fernseh-Leihsystem schon bald nach der Einführung des Fernsehens die Teilnehmerzahl rapide ansteigen ließ, nahm in der Bundesrepublik die Teilnehmerzahl zunächst nur langsam zu. Das änderte sich erst 1961, als das Zweite Programm auf UHF dazukam (siehe Bild 2). Zwei Jahre später schon hatten in der Bundesrepublik fast alle Fernsehgeräte UHF-Tuner oder separate UHF-Converter.

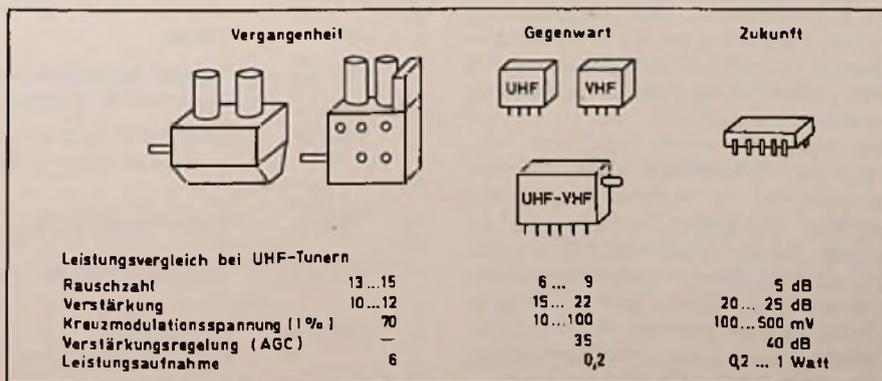
Probleme und Lösungen

Der große Bedarf an UHF-Tunern, den die Einführung des UHF-Fernsehens bewirkte, beschleunigte die Tuner-Entwicklung gewaltig. Dabei kamen außer kommerziellen und technischen auch geographische Gesichtspunkte mit ins Spiel. Im Gegensatz zu den USA werden in Europa die Fernsehsender nicht nach Kanälen, sondern nach Programmen unterschieden. Dies förderte die Einführung von Drucktasten-Stationsspeichern, bei denen man jeder Drucktaste nach Belieben einen VHF- oder UHF-Sender zuordnen kann. Dies vereinfachte die Senderwahl erheblich.

Für die Tuner-Entwickler war die Forderung nach geringer Oszillatorstrahlung anfangs ein großes Problem. Es war nur zu lösen, indem man den Mischer zusammen mit einem selektiven Röhren-Eingangsverstärker betrieb, um die Oszillatorfrequenz von der Antenne zu isolieren. Später ging man dann zum transistorisierten selbstschwingenden Mischer über, da dieser mit kleineren Oszillatorleistungen arbeitet und deshalb weniger Störstrahlung erzeugt.

Als es erst wenige Fernsehsender gab, lag ein Großteil der Teilnehmer im Randbereich mehrerer Sender mit schwachen Feldstärken, empfing aber den lokalen Sender dafür meist um so stärker. Um hier eine gleich gute Empfangsqualität aller Sender zu ermöglichen, hat man bis heute drei verschiedene Methoden angewandt: Die erste bestand darin, eine vorwärtsgerichtete Germanium-Mesa- und später eine Silizium-Planar-HF-Stufe zu verwenden. Hinsichtlich Rauschzahl und Regelbereich war diese Lösung zufrieden-

Bild 1. Die technische Entwicklung der Tuner



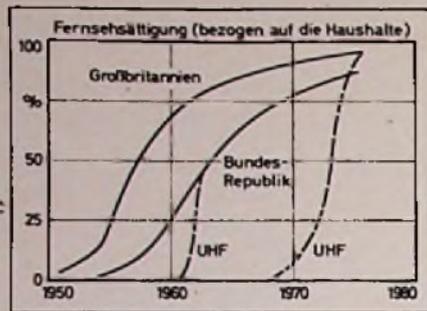


Bild 2. Die Entwicklung der Fernseh-sättigung in Großbritannien und der Bundesrepublik

stellend, ihre Kreuzmodulationseigen-schaften jedoch ließen zu wünschen übrig. Deshalb trennte man die Regel-von der Verstärkerfunktion, um die letztere besser optimieren zu können. Diese Verstärker arbeiteten mit einem konstanten Kollektorstrom von 8 mA, was die Kreuzmodulationsspannung bei maximaler Verstärkung von 8...12 auf rd. 30...50 mV erhöhte. Die Regel-funktion besorgte eine vor dem Ver-stärker liegende PIN-Diodenschaltung. Die dritte und gegenwärtig zunehmend angewandte Methode benutzt einen Dual-Gate-MOS-FET-Verstärker und -Mischer. Daneben sind ebenfalls Kom-binationen von PIN-Dioden-AGC mit bipolaren Verstärkern sowie MOS-FET-Mischern in Gebrauch.

Um 1965 wurde der VHF-Kanalschalter teils durch variable Kondensatoren, teils durch induktive Abstimmung zu-sammen mit drucktastenbedienten me-chanischen Speichern abgelöst. Die me-chanischen Drucktasten-Aggregate hatten nur einen Nachteil: zur Betä-tigung waren meist erhebliche Kräfte nötig. Andererseits waren die Aggre-gate, die mit geringerem Druckaufwand bedient werden konnten, nicht genau genug und erforderten oft eine zusätz-liche Feinabstimmung. Diese Probleme waren jedoch mit einem Schlag be-hoben, als 1967 die Stationswahl mit UHF- und VHF-Varaktoren sich durch-zusetzen begann. Nun genügte eine leichte Berührung der Schalter, um den Sender zu wählen; außerdem konnten die Kanalwählaggregate wesentlich verkleinert werden.

Die Kanalwahl wurde dabei über ver-schiedene Einstellpotentiometer vorge-nommen, die für verschiedene Sender getrennt eingestellt wurden. Später wurden die Einstellpotentiometer durch ein digitales Spannungsspeichersystem zusammen mit Sendersuchabstimmung ersetzt. Diese Lösung ist wesentlich kostengünstiger als Abstimmssysteme nach dem Frequenzsynthese-Prinzip.

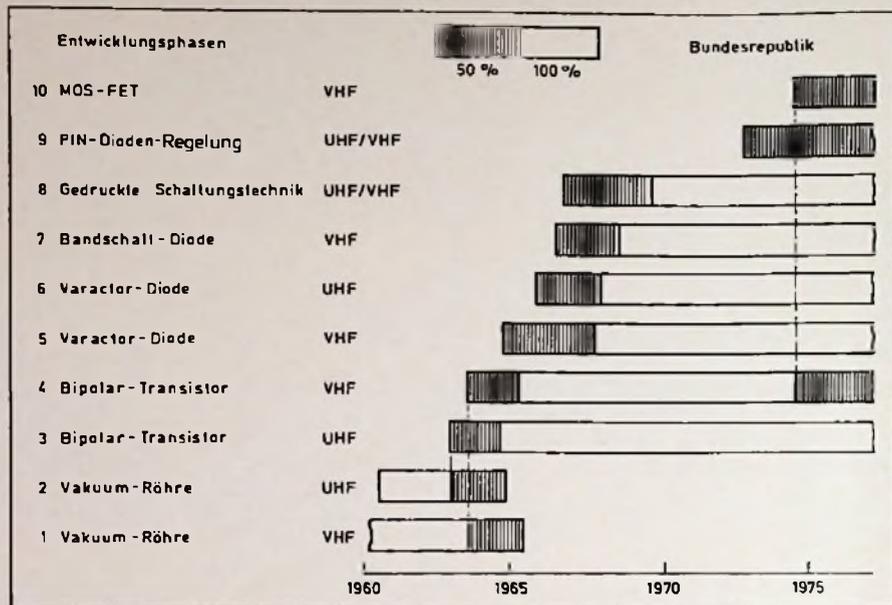


Bild 3. Die Evolution der Bauelemente und Ihre Verwendung in Tunern

Nahezu alle Fernsehgeräte, die heute gebaut werden, haben entweder einen analogen oder digitalen Spannungsspeicher mit sensoraktivierten Sender-Wahlschaltern.

Evolution der Bauelemente

Ermöglicht wurde die Verbesserung der Tuner vor allem durch die große Zahl neuer Halbleiter-Bauelemente, die zwischen 1962 und 1967 entwickelt worden waren. Wie diese Evolution der Bauelemente-Technologie im einzelnen verlief, veranschaulicht Bild 3.

Die Lebensdauer der UHF-Röhre war sehr kurz und betrug nur drei bis vier Jahre. Nach dem Erscheinen des Germanium-Mesa-Transistors 1961 hatten deshalb auch verbesserte Miniatur-Röhren wie z.B. der Nuvistor, keine Chance mehr. Schon 1962 liefen die ersten transistorisierten UHF-Tuner vom Fließband. Transistorisierte VHF-Tuner

folgten erst zwei Jahre später, denn die röhrenbestückten VHF-Tuner hatten bereits einen höheren Entwicklungsstand erreicht, so daß sie den ersten transistorbestückten VHF-Tunern anfänglich noch überlegen waren.

Bei den Varaktordioden vollzog sich die Entwicklung in mehreren Phasen. Die ersten abrupten Varaktoren waren nur für UHF-AFC-Zwecke sowie für VHF-Tunerabstimmung geeignet. Hyper-abrupte Varaktoren mit Glasgehäuse, die den nächsten Entwicklungsschritt darstellten, hatten zunächst eine hohe Temperaturdrift und einen hohen Serienwiderstand. Das besserte sich aber, als man auf Kunststoffgehäuse überging.

Mit der Einführung der Bandschaltdiode 1969 verschwand dann der letzte, noch mechanisch betätigte Teil im Fernseh-Tuner.

Tabelle 1. Verlauf der Kostenverringerung

Jahr	Bauteil	Wirkung
1963/65	Variable kapazitive oder induktive Abstimmung bei VHF	40 % weniger Kosten, 20 % weniger Bauteile
1963/64	Selbstschwingender, transistorisierter UHF-Mischer	ZF-Vorverstärker wird überflüssig; Geringe Drift erübrigt AFC
1966/68	UHF-Varaktordiode	20 % weniger Kosten; erhöhte Zuverlässigkeit
1967/69	Gedruckte Schaltungstechnik	20 % weniger Kosten; weniger Fertigungsstreuung
1963/75	Kombinierter UHF-VHF-Verstärker	Kostenersparnis bei den Halbleitern

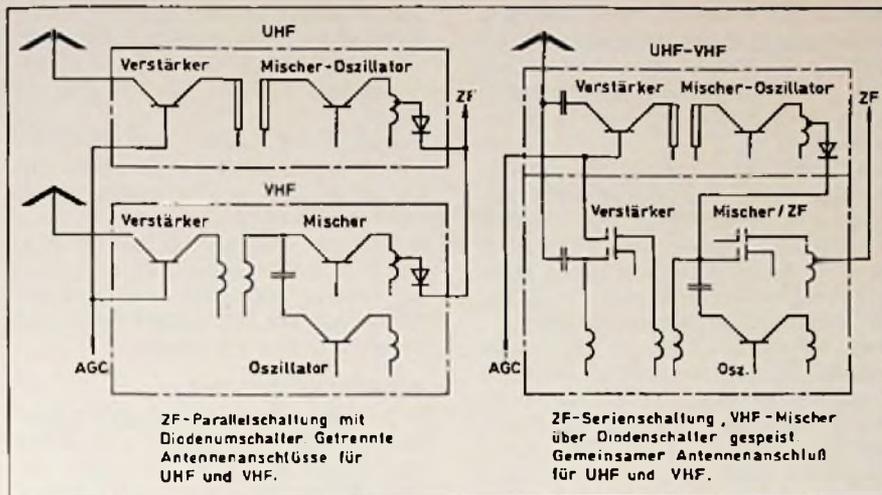


Bild 4. Vereinfachte Schaltbilder für einfache und kombinierte UHF-VHF-Verstärker

Danach kam die PIN-Diode als Verstärkungsregelglied. Ihre Verwendung im Tuner setzte nur zögernd ein, da die Kosten des Systems hoch waren und andererseits dieses System bei maximaler Verstärkung keine wesentliche Verbesserung der Kreuzmodulationseigenschaften brachte.

Dual-Gate-MOS-FETs verwendete man ab 1973/74 bei den VHF-Mischern und später auch bei den Vorstufen. Es ist zu erwarten, daß auch der UHF-Tuner diesem Trend folgen wird.

Der Einfluß auf die Kosten

Jede dieser erwähnten Neuerungen, angefangen bei der variablen VHF-Tunerabstimmung und dem transistorisierten selbstschwingenden UHF-Mischer, hatte einen kostenreduzierenden Effekt. Zusätzlich verringerte der selbstschwingende Mischer mit seinem niedrigen Pegel die Oszillatordrift von rd. 1,5 MHz bei den Röhren-Tunern auf etwa 300 bis 500 kHz und ermöglichte

so erstmals Fernsehgeräte ohne AFC oder laufende Nachstimmung per Hand. Im Prinzip machte er auch den ZF-Vorverstärker überflüssig, der bei passiven Mischern in US-Geräten erforderlich ist.

Weitere Einsparungen ergaben sich durch den Wegfall des teuren Dreifach-Abstimmkondensators bei der Einführung des UHF- und VHF-Varaktors. Außerdem war damit eine beträchtliche Erhöhung der Zuverlässigkeit verbunden; der Dreifach-Abstimmkondensator hatte nämlich die Eigenschaft, durch mechanische Drift den Abgleich so zu verändern, daß nach einer gewissen Zeit jeweils eine Wartung nötig war. Die nächste Kostenverringerung kam mit der Automatisierung der Tuner-Montage durch die gedruckte Schaltung. Bei den hohen Frequenzen waren hier jedoch die im Vergleich zu diskreten Verdrahtungen höheren Streukapazitäten zu verarbeiten. Als besonders kritisch erwies sich dabei der hoch-

ohmige Teil des 1/4-Abstimmkreises. Vielfach wird deshalb der Leitungskreis mit dem anzuschließenden Kollektor direkt verlötet. Alle anderen bei UHF auftretenden Verkopplungs- und Masseprobleme lassen sich durch sorgfältiges Anordnen der Bauteile lösen.

Einige Hersteller bevorzugen kombinierte UHF-VHF-Vorstufen, weil sich so je Tuner 30 bis 40 Pfennig einsparen lassen. Die mit dem Fortschreiten der Technik verbundene Kostenentwicklung zeigt Tabelle 1. Die Blockdiagramme für einzelne und kombinierte UHF-VHF-Verstärker sind in Bild 4 dargestellt.

Grundkonzepte und deren Versionen

Die Tuner werden heute überwiegend mit 12 V betrieben, haben eine in negativer Richtung laufende Regelspannung und einen PNP-Transistor für die HF-Vorstufen. Momentan geht der Trend zum kombinierten, auf einer gemeinsamen Druckplatte montierten UHF-VHF-Tuner, doch werden nach wie vor auch getrennte UHF-VHF-Tuner gebaut. Getrennte Tuner werden vorwiegend von international arbeitenden Firmen entwickelt und vertrieben. Die höhere Systemflexibilität wird durch höhere Kosten erkauft.

Der Hauptanreiz für den Wechsel zum Kombi-Tuner sind

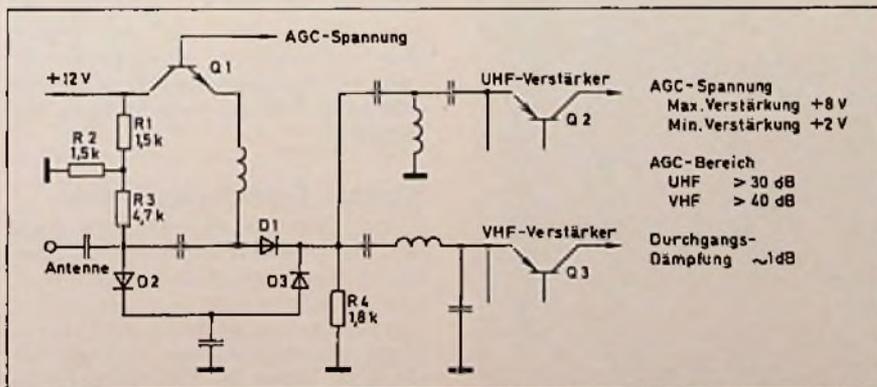
- a. die niedrigeren Fertigungskosten,
- b. der leichter zu realisierende Antennen-Einzelanschluß (der sich immer mehr durchsetzt) und
- c. die beim Kombi-Tuner leichtere Verschaltbarkeit der ZF-Ausgänge (wie z. B. die Einspeisung des UHF-ZF-Signals zur Nachverstärkung in den VHF-Mischer).

Von jedem dieser beiden Grundkonzepte gibt es inzwischen verschiedene Ausführungen. Bei einer Variante beispielsweise ist der selbstschwingende UHF-Mischer durch einen bipolaren Hochstrom-Mischtransistor ersetzt. Einige Tuner-Produzenten entschieden sich dagegen für ein separates PIN-AGC-Modul, das wahlweise in die Antennenspeiseleitung vor den Tuner geschaltet werden kann. Andere wiederum bieten eine Lösung an bestehend aus bipolarem Tuner für UHF kombiniert mit einem UHF-MOS-FET-Tuner.

PIN-Dioden-Regelschaltung für AGC

Die Funktionsweise des PIN-Dioden-Dämpfungsglieds ist aus der vereinfachten Schaltung von Bild 5 zu ersehen. Den Arbeitsstrom von rd. 5 mA, den die PIN-Diode in Vorwärtsrichtung braucht, um zufriedenstellend zu arbeiten, liefert der Transistor Q1. Neuere

Bild 5. PIN-Dioden-Regelschaltung



Video-ZF-ICs haben jedoch eine eingebaute Stromquelle, wodurch der Transistor Q 1 entfallen kann.

Bei voller Verstärkung ist Q 1 leitend, und die Katode von D 1 liegt auf einem hohen Spannungspotential, so daß D 1 in Flußrichtung arbeitet, während D 2 und D 3 gesperrt sind. Die Anordnung hat dabei eine Durchgangsdämpfung von rd. 1 dB. Bei der niedrigsten Regelspannung von +2V dagegen ist Q 1 gesperrt, so daß der Regelstrom nun über R 3, D 2, D 3 und R 4 fließen kann und D 1 gesperrt ist.

Ein Vorteil des PIN-Konzepts ist, daß Bandpässe anstelle von selektiv abgestimmten Kreisen verwendet werden können. Andererseits verursacht jedoch die mangelnde Eingangselektivität eine im Vergleich zum MOS-FET-Konzept ungünstigeres Großsignalverhalten, sobald die unerwünschte Frequenz, d. h. der Störsender, mehr als zwei Kanäle (d. h. mehr als 14 MHz bei VHF) vom Nutzsender entfernt ist.

Kreuzmodulationseigenschaften

Das Kreuzmodulationsverhalten heutiger MOS-FET- und PIN-Dioden-Tunerkonzepte bei 200 MHz zeigt Bild 6. Hierin ist die Störspannung für 1% Kreuzmodulation in Y-Richtung aufgetragen. Der Störsender-Kanalabstand ist auf der X-Achse abzulesen, während die Verstärkungsregelfunktion des Tuners entlang der Z-Achse dargestellt ist. Null dB Abregelung bedeutet dabei volle Verstärkung; bei -30 dB dagegen ist der Tuner stark abgeregelt.

Bei dieser Darstellungsweise erhält man zwei Flächen – eine für den PIN- und

eine für den MOS-FET-Tuner. Die Höhe der einzelnen Punkte der Flächen ist ein Maß für die Kreuzmodulationsfestigkeit und zeigt die erforderliche Störspannung am Tunereingang für 1% Kreuzmodulation an.

Die Schnittlinie der MOS-FET- und PIN-Konzept-Fläche liegt bei einer Abregelung von etwa 20 dB. Sie verläuft parallel zur Frequenz- oder Kanalachse. Jenseits dieser Schnittlinie haben Tuner mit PIN-Dioden gewöhnlich die besseren Kreuzmodulationseigenschaften.

Das PIN-Dioden-Konzept mit seiner niedrigen Eingangsimpedanz- und Breitband-Charakteristik bringt nur einen relativ geringen Zuwachs an Kreuzmodulationsspannung mit steigender Frequenz oder größer werdendem Kanalabstand. Im ± 2 - und besonders im ± 1 -Kanalbereich dominiert die Kreuzmodulation des Mischers, und der Kreuzmodulationspegel hat eine fallende Tendenz. Dagegen hat das FET-Konzept mit seinem abgestimmten Eingangsfiler eine höhere Eingangs- sowie Bandfilter-Selektivität, was eine steilere Zunahme der Kreuzmodulationsfestigkeit mit steigender Frequenzablage zwischen Stör- und Nutzsender bewirkt.

Entlang der Regel-Linie und im Nachbarkanal (± 1) nimmt die Kreuzmodulationsspannung bei beiden Konzepten stetig zu. Im Gegensatz zum PIN-Konzept bleibt sie jedoch beim MOS-FET-Tuner jenseits der 20-dB-Abregelung konstant. Diese stetige Zunahme der Kreuzmodulationsfestigkeit im Bereich zwischen 0- und 20-dB-Abregelung ist auf den kleiner werdenden Einfluß des Mischers zurückzuführen.

Die für den MOS-FET typische Kreuzmodulationskurve bei einer Kanalablage von ± 4 Kanälen ist als Funktion der Abregelung ebenfalls aus Bild 6 zu sehen.

Die Störspannungswerte von 0,8...1,2 V sind eine Funktion der Selektion und der guten Kreuzmodulationseigenschaften der MOS-FETS.

Da dieser maximale Störsenderpegel bei voll aufgeregeltem Tuner erlaubt ist, können selbst schwache Nutzsender bei starken Störsendersignalen störungsfrei empfangen werden.

Kombinierte Tuner

Bild 7 zeigt die Schaltung eines kombinierten UHF-VHF-Tuners, Bild 8 die Bauteilseite des gleichen Tuners. Der UHF-Teil hat einen bipolaren aufwärts-geregelten Verstärker, kombiniert mit einem selbstschwingenden Mischer. Der VHF-Teil ist sowohl im Verstärker, als auch im Mischerteil mit Dual-Gate-MOS-FETs ausgerüstet. Da MOS-FETs einerseits eine negative Spannung zwischen Gate 2 und Source zum Abregeln benötigen, andererseits aber nur eine positive Tuner-Regel-Spannung von 2 V zur Verfügung steht, wird das Source-Spannungspotential durch einen Spannungsteilerwiderstand von 1 k Ω auf rd. 3 bis 4 V festgehalten. Der FET-Mischer verwendet bei VHF additive Mischung. Bei UHF arbeitet er als ZF-Vorverstärker mit einer Verstärkung von 5 bis 6 dB.

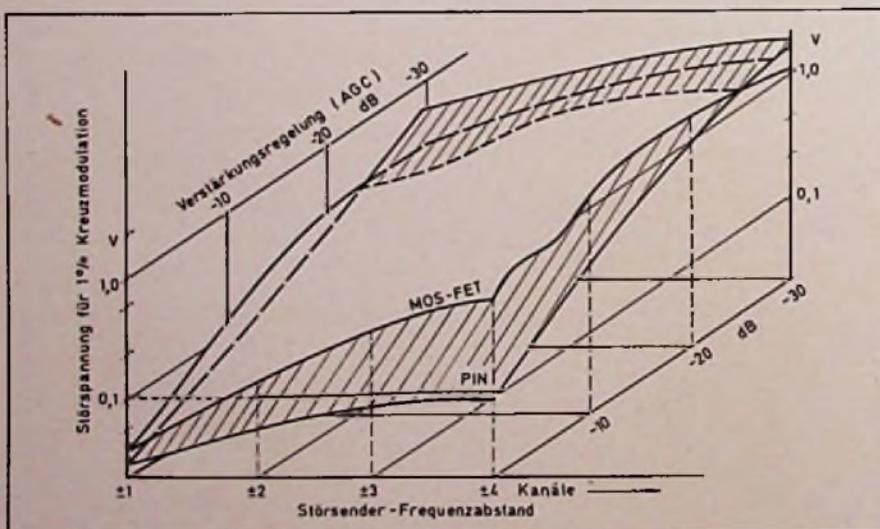
Tuner für Kabelfernsehen

Tuner für Kabelfernsehen gibt es sowohl mit einfacher Umsetzung (entsprechend dem üblichen VHF-Tuner), als auch mit doppelter Umsetzung. Das Schaltbild eines Tuners mit doppelter Umsetzung zeigt Bild 9. In diesem folgt auf den PIN-AGC-Eingang ein Mischer, der die Eingangsfrequenz von 47 bis 300 MHz in die erste Zwischenfrequenz von 600 MHz umsetzt. Anschließend durchläuft das Signal einen selektiven MOS-FET-Verstärker. Der zweite MOS-FET-Mischer ist auf 36 MHz abgestimmt. Bei diesem Konzept konnte der HF-Verstärker weggelassen werden, da die erste Zwischenfrequenz eine Oktave über der höchsten Eingangsfrequenz liegt. Ein hochselektives Bandpaßfilter erlaubt die Trennung von Eingang und Oszillator.

Künftige Entwicklungstrends

In der nahen Zukunft werden Tuner mit nur einer Umsetzung weiter in Gebrauch bleiben, wobei man versuchen wird, die Kosten noch zu verringern und die technischen Daten zu verbessern. Durch leistungsfähigere Bauelemente, wie z. B. geregelte FET-Verstärker in

Bild 6. Kreuzmodulationsfestigkeit beim PIN-Dioden- und beim MOS-FET-Konzept



...und wieder eine ITT-Idee:

Sonderauflage Touring Cassette in Rot.

Deutschlands berühmtestes Koffer-Radio hat auch als Radio-Recorder einen ganz großen Erfolg. Nutzen Sie diesen Erfolg, und machen Sie Ihren Kunden jetzt ein weiteres aktuelles Angebot. Dazu eignet sich der rote Touring Cassette ganz besonders. Er fällt auf in Ihrem Schaufenster. Und er zieht die Liebhaber solcher exklusiven Modelle an.

Den roten Touring Cassette gibt es allerdings nur in begrenzter Auflage. Darum sollten auch Sie schnell reagieren und rechtzeitig ordern. Bei Ihrem ITT Schaub-Lorenz Lieferanten. Touring Cassette 108 ist ein Radio-Recorder ohne Kompromisse.

Radioteil

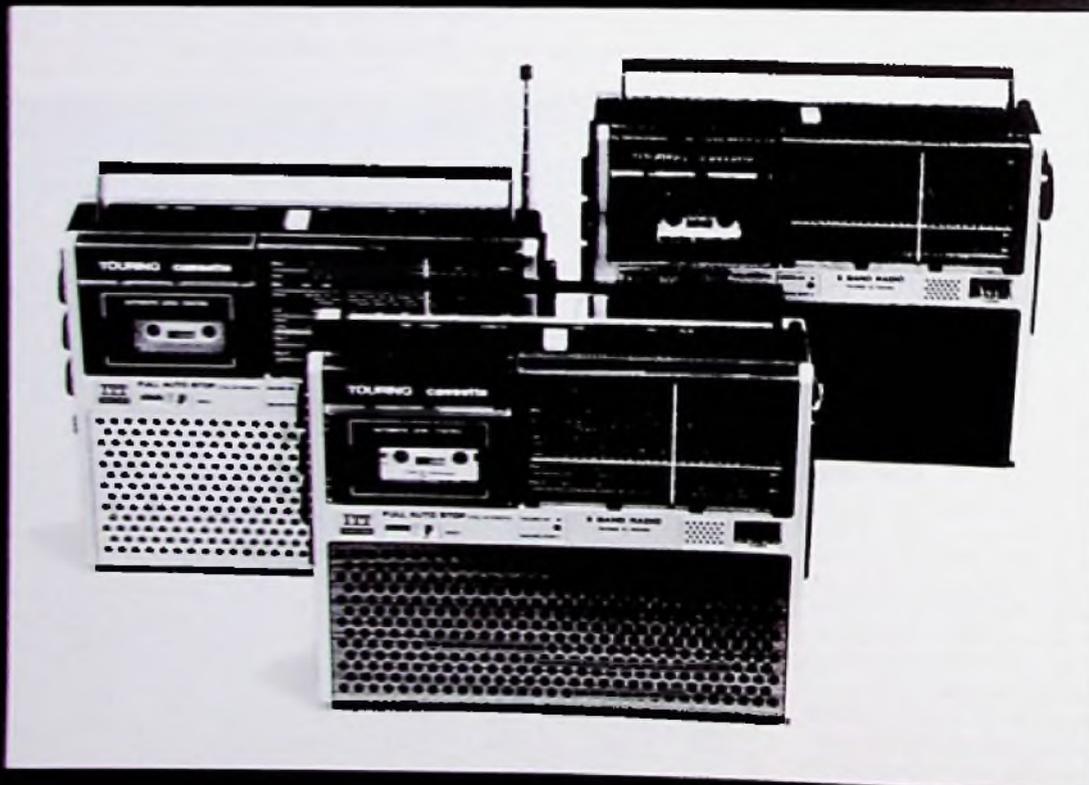
- Touring Cassette 108 besitzt einen Klangverstärker, der in entscheidenden Punkten sogar die HiFi-Norm übertrifft.
- 8 Watt Spitzen-Ausgangsleistung sorgen für die nötigen Reserven
- Das Gerät besitzt 5 Wellenbereiche: UKW, MW, LW und zwei gespreizte Kurzwellenbereiche (41-49-m- und 19-31-m-Band)

Cassetten-Recorder

- Das Gerät besitzt ein Präzisions Laufwerk, dessen technisches Konzept sogar dem aufwendiger Tape-Decks entspricht. (nur $\pm 0,25\%$ Gleichlaufschwankungen).

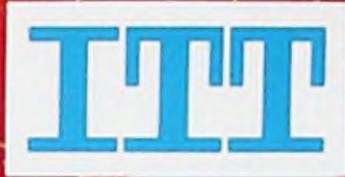
- Mit Touring Cassette ist über die Cue- und Review-Einrichtung schneller Vor- und Rücklauf auch bei gedrückter Starttaste möglich; dabei kann beim Vortlauf sogar mitgehört werden (das ist sehr praktisch, wenn man einen bestimmten Titel rasch wiederfinden will)

Touring Cassette 108 gibt es neben der roten Ausführung (mit schwarzbrauner Gehäuseschale) auch in einer eleganten Metallic-Version oder in einer Kombination Silber mit schwarz braunem Lautsprechergrill oder mit holzfarbigem Grill.



**ITT Schaub-Lorenz
die kommende Marke...
Kommen Sie mit.**

Technik der Welt



SCHAUB-LORENZ

Technik der Welt



SCHAUB-LORENZ

Touring Cassette

*Radio-Recorder mit
Super-Klang*

8 Watt



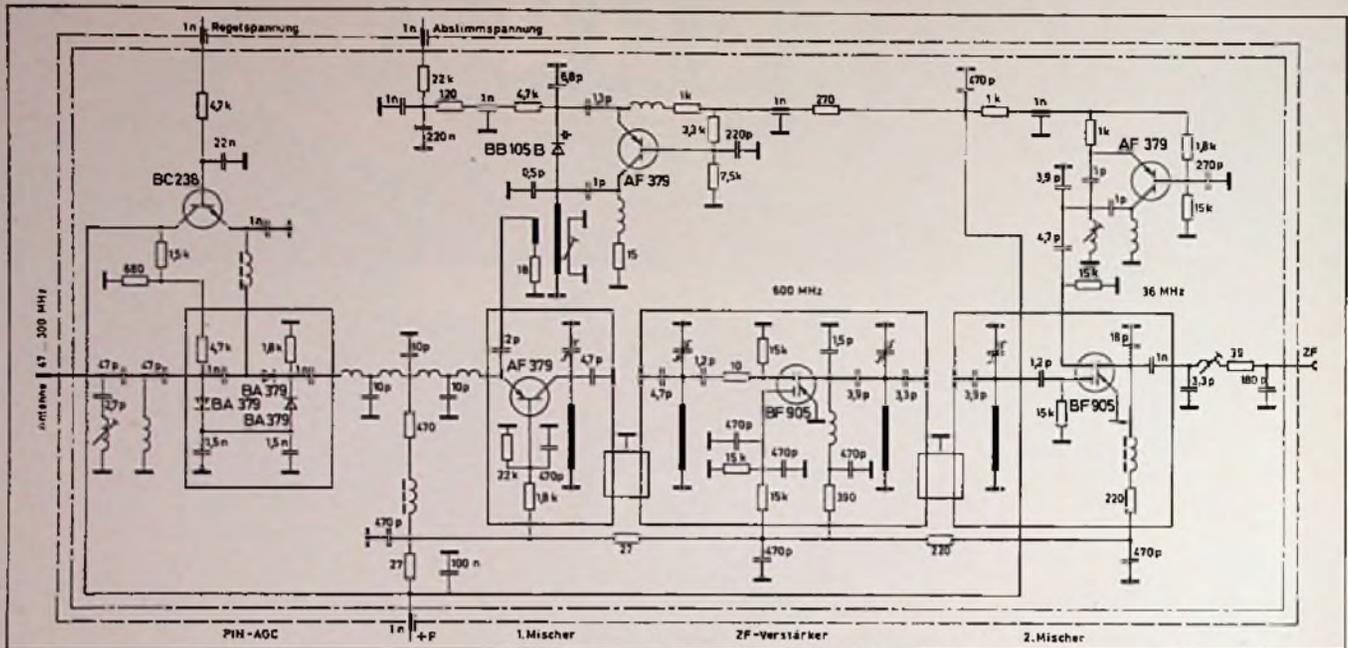


Bild 9. Schaltbild eines Kabelfernseh-Tuners mit doppelter Umsetzungsstufe

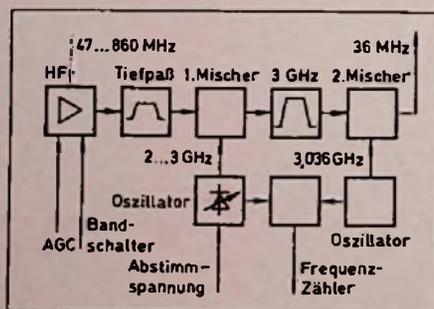
Integrierte oder Hybrid-Tuner müssen Breitbandkonzepte verwenden, wobei die Selektivität in Systemen mit doppelter Umsetzungsstufe erst nach dem ersten Mischer möglich ist. Beispielsweise stimmt ein im Bereich von 2 bis 3 GHz arbeitender Oszillator den Frequenzbereich von 47 bis 860 MHz durch (Bild 10). Derartige varaktorabgestimmte Oszillatoren haben eine zu steile Abstimm-Charakteristik und lassen sich nur durch PLL (PLL phase-locked loop) oder Frequenzsynthese-Systeme steuern.

Das gegenwärtige, auf analogen oder digitalisierten Abstimmspannungen basierende Speichersystem liefert

hierfür nicht die gewünschte Genauigkeit und Konstanz der Abstimmspannung. Derartige Breitbandkonzepte haben zwar den Vorteil geringerer Abgleichkosten, verlangen aber teure und hochgezüchtete Komponenten, wie z. B. breitbandige und rauscharme UHF-Verstärker und -Mischer, die imstande sein müssen, Störspannungspegel bis zu 200 mV oder wesentlich höher zu verkräften, um mit diskreten Bauelementen bestückten Tunern erfolgreich konkurrieren zu können. Ferner werden hierzu Oszillatoren mit hohen Leistungen gebraucht. Die erforderliche hohe ZF-Selektivität bei 2 bis 3 GHz setzt zusätzlich moderne Techniken voraus, z. B. YIG-Filter, die bis jetzt nur in professionellen Systemen verwendet werden.

Vom wirtschaftlichen Aspekt her gesehen ist von Bedeutung, daß derartige Tuner sicher von Herstellern mit Erfahrung in der Mikro-Technik produziert werden. Die Mehrzahl der heutigen Tuner-Hersteller verfolgt weiterhin die Entwicklung und Produktion von Tunern in konventioneller Technik unter Verwendung von zunehmend kostengünstigeren und technisch verbesserten Halbleiterbauelementen. Dieser Trend wird die nächsten fünf bis acht Jahre dominieren. Dann dürfte die Entwicklung der IC-Breitband- oder modularisierten Tuner so weit fortgeschritten sein, daß sie bei gleichen Kosten mit zumindest gleichen technischen Daten produziert werden können.

Bild 10. Blockschaltbild eines UHF-VHF-Tuners mit doppelter Umsetzungsstufe und varaktorabgestimmtem Oszillator



Literatur

- [1] Kontinuierlich durchstimmbarer VHF-Tuner. Funk-Technik 14 (1959) S. 618.
- [2] Bender, H.: Der Schalter-Tuner, ein neuer VHF-Kanalwähler. Funk-Technik 17 (1962) S. 282.
- [3] Klein, W. und Mangold, H.: UHF-Tuner mit Transistor-Vorstufe. Funkschau 34 (1962) Nr. 12.
- [4] Die Schaltung des Transistor-UHF-Tuners von Telefunken. Funk-Technik 18 (1963) S. 216.
- [5] Die neuen Fernsehempfänger 1963/64. Funk-Technik 18 (1963) S. 386 und S. 424.
- [6] Oloff, E.: Allbereich-Fernseh-Kanalwähler T18. Funkschau 36 (1964) Nr. 9.
- [7] Kalb, W.: Einknopf-Abstimmaggregat für 6-Programm-Schnellwahl und VHF-Tuner mit Diodenabstimmung. Funk-Technik 20 (1965) S. 197.
- [8] Grocholl, W., Meyerdirks, H. und Vogt, M.: Abstimmung mit Kapazitätsdioden in allen Fernsehbereichen. Funkschau 38 (1966) Nr. 9.
- [9] Brauns, H. und Klein, W.: Elektronische Programmwahl für VHF und UHF. Funkschau 38 (1966) Nr. 9.
- [10] Schurig, K.: VHF-Tuner mit Feldeffekttransistoren. Funk-Technik 29 (1974) S. 743.
- [11] Kreuzmodulationsfester Fernseh-Tuner mit FET-VHF-Mischstufe. Funk-Technik 31 (1976) S. 52.

Akustik

Schwingungs- und Strahlungsverhalten des Lautsprecherkonus

Teil 2

Dr. F. J. M. Frankort, Heerlen

Für die mathematische Analyse des Schwingungsverhaltens einer kegelförmigen Lautsprechermembran konnte durch umfangreiche numerische Rechnungen eine Näherung angegeben werden. Mit ihr lassen sich die aufgrund von akustischen Messungen seit langem bekannten Unregelmäßigkeiten im Abstrahlverhalten gut erklären. Außerdem können nun die Abmessungen und Materialeigenschaften angegeben werden, die zu einer erwünschten Frequenzcharakteristik führen.

Holografisch sichtbar gemachte Schwingungsfiguren

Winzige Verschiebungen oder Verformungen eines Gegenstandes kann man holografisch sichtbar machen [3]. Mit Hilfe längerer Belichtungszeiten (des sog. Mittelzeitverfahrens; englisch: „time-averaged holograms“) haben wir die Schwingungsfiguren eines Lautsprecherkonus sichtbar gemacht, um die Rechenergebnisse qualitativ zu überprüfen. Hierfür haben wir einen Konus aus Kunststoff (Polykarbonat) gewählt (Konus 50.2e), weil dieses Material homogener als das im Allgemeinen für Konen verwendete Papier ist; die Schwingungsfiguren sind dadurch regelmäßiger, so daß man ein übersichtlicheres Bild erhält. Der Konus hat die gleichen Abmessungen wie der Konus 50.1, aber andere Materialeigenschaften (siehe Tabelle 1). Der Konus schwingt mit freiem Außenrand in Luft. In Bild 10a bis f sind die holografischen Aufnahmen wiedergegeben. In den hellen Teilen ist die transversale Amplitude klein (Knotenlinie), an den grauen und schwarzen Stellen dagegen groß. Unter jeder Aufnahme ist der berechnete Verlauf der transversalen Amplitude $w(x)$ aufgetragen; bei der Berechnung wurde die Dämpfung berücksichtigt.

Dr. F. J. M. Frankort, Dozent an der Fachhochschule in Heerlen (Niederlande), war seinerzeit Mitarbeiter des Philips-Forschungslaboratoriums in Eindhoven. Die Arbeit wurde veröffentlicht in Philips techn. Rundsch. 36 (1976/77) Nr. 1.

Bild 10a wurde bei der Frequenz f_{ra} aufgenommen. Außer der großen Amplitude am Außenrand ist auf der Aufnahme auch ein Stehwellenbild mit zehn diametralen Knoten zu sehen. Der graue Ring in der Nähe des Randes ist kein Knotenkreis, sondern wird durch die hier vorhandenen großen Amplituden verursacht. Die Bilder 10b, c und d wurden bei Biegeresonanzen und -antiresonanzen aufgenommen; der Übergangskreis ist im zugehörigen Diagramm mit einem Punkt angegeben. In Bild 10e (6432 Hz) hat der Übergangskreis fast den Innenrand erreicht; in Bild 10f (8956 Hz, also etwas oberhalb von $f_{ii} = 8520$ Hz) ist er vom Konus verschwunden, und der Konus ist ganz mit Biegewellen bedeckt. Die Aufnahmen bestätigen voll den für die transversale Amplitude berechneten Verlauf.

Die geringere Homogenität eines Papierkonus hat ein weniger regelmäßiges Schwingungsbild zur Folge. Außerdem kann die Randaufhängung die Symmetrie stören. Das geht aus Bild 11, einer holografischen Aufnahme eines handelsüblichen Lautsprechers mit Papierrand, hervor. Diese Unregelmäßigkeiten beeinträchtigen die Schallwiedergabe eines Papierkonus praktisch nicht, wohl aber seine Eignung zur Demonstration der besprochenen Schwingungsfiguren.

Schallabstrahlung von einem biegsamen Konus

Die Berechnung der Schallabstrahlung von einem biegsamen Konus verläuft im Prinzip genauso wie bei dem star-

ren Kolben und dem starren Konus. Jedes Element der Konusfläche wird als eine punktförmige Quelle angesehen, und die Beiträge sämtlicher punktförmiger Quellen werden addiert. Es wird wieder angenommen, daß der Lautsprecher sich in einer unendlich großen Schallwand befindet. Jetzt tritt aber die Komplikation auf, daß jedes Oberflächenelement seine eigene transversale Schwingungsamplitude hat; diese muß zunächst berechnet und dann bei der akustischen Addition als Gewichtsfaktor berücksichtigt werden.

Eine weitere Komplikation ist, daß durch die ständige Folge von Resonanzen und Antiresonanzen des biegsamen Konus die mechanische Impedanz, die die Schwingspule bei ihrer Bewegung erfährt, sich stark mit der Frequenz ändert. Bei einer konstanten antreibenden Kraft ist dies gleichbedeutend mit einer großen Änderung der Geschwindigkeitsamplitude des Innenrandes des Konus. Selbstverständlich wirkt sich auch diese Änderung auf die Frequenzcharakteristik aus. Bei vorgegebener Antriebskraft ist die bei einer bestimmten Frequenz abgestrahlte Schalleistung umgekehrt proportional zur mechanischen Impedanz, die die Schwingspule erfährt, oder, anders ausgedrückt, direkt proportional zur mechanischen Admittanz. Auf diese Größe wollen wir deshalb näher eingehen.

Mechanische Admittanz

Ebenso wie die Schwingungsfigur kann auch die mechanische Admittanz am Innenrand für jede Frequenz mit Hilfe des im vorigen Kapitel genannten Systems von Differentialgleichungen berechnet werden. Als Beispiel ist in Bild 12 der berechnete Verlauf der axialen Admittanz Y_0 in Abhängigkeit von der Frequenz für die Konen 50.1 und 60.1 (siehe Tabelle I) aufgetragen. Bei niedrigen Frequenzen, bei denen der Konus als eine einzige Masse schwingt, ist die Trägheit maßgebend und nimmt die Admittanz bei steigender Frequenz ab. Bei f_{ra} wird ein Minimum erreicht; etwas höher liegt, f_{io} (mit einem Punkt gekennzeichnet), wo die Biegeresonanzen und -antiresonanzen beginnen. Bei Konus 50.1 haben sie eine Welligkeit des Admittanzverlaufs zur Folge. Oberhalb f_{ii} (der zweite Punkt) sind die Biegewellen, die nun den ganzen Konus bedecken, im Admittanzverlauf nicht mehr feststellbar. Die starken Schwankungen der Kurve werden durch longitudinale Resonanzen und Antiresonanzen hervorgerufen.

Konus 60.1 unterscheidet sich von Konus 50.1 durch seinen größeren Spitzenwinkel und seine geringere Papierdicke. Durch den größeren Spitzenwinkel liegen die charakteristischen Frequenzen f_{ra} , f_{to} und f_{li} niedriger; durch das dünnere Papier ist der Konus leichter, so daß die Anlaufkurve höher liegt und die durch die Biegewellen bedingten Admittanzänderungen weniger ausgeprägt sind; sie sind in Bild 12 nicht mehr feststellbar.

Die Masse der Schwingspule ist in Bild 12 nicht berücksichtigt worden. In der Praxis hat sie einen großen und bei hohen Frequenzen sogar einen dominierenden Einfluß; die durch die longitudinalen Resonanzerscheinungen verursachten Admittanzschwankungen bewirken lediglich eine Welligkeit des durch die Schwingspulenmasse bestimmten Verlaufs (siehe Bild 13).

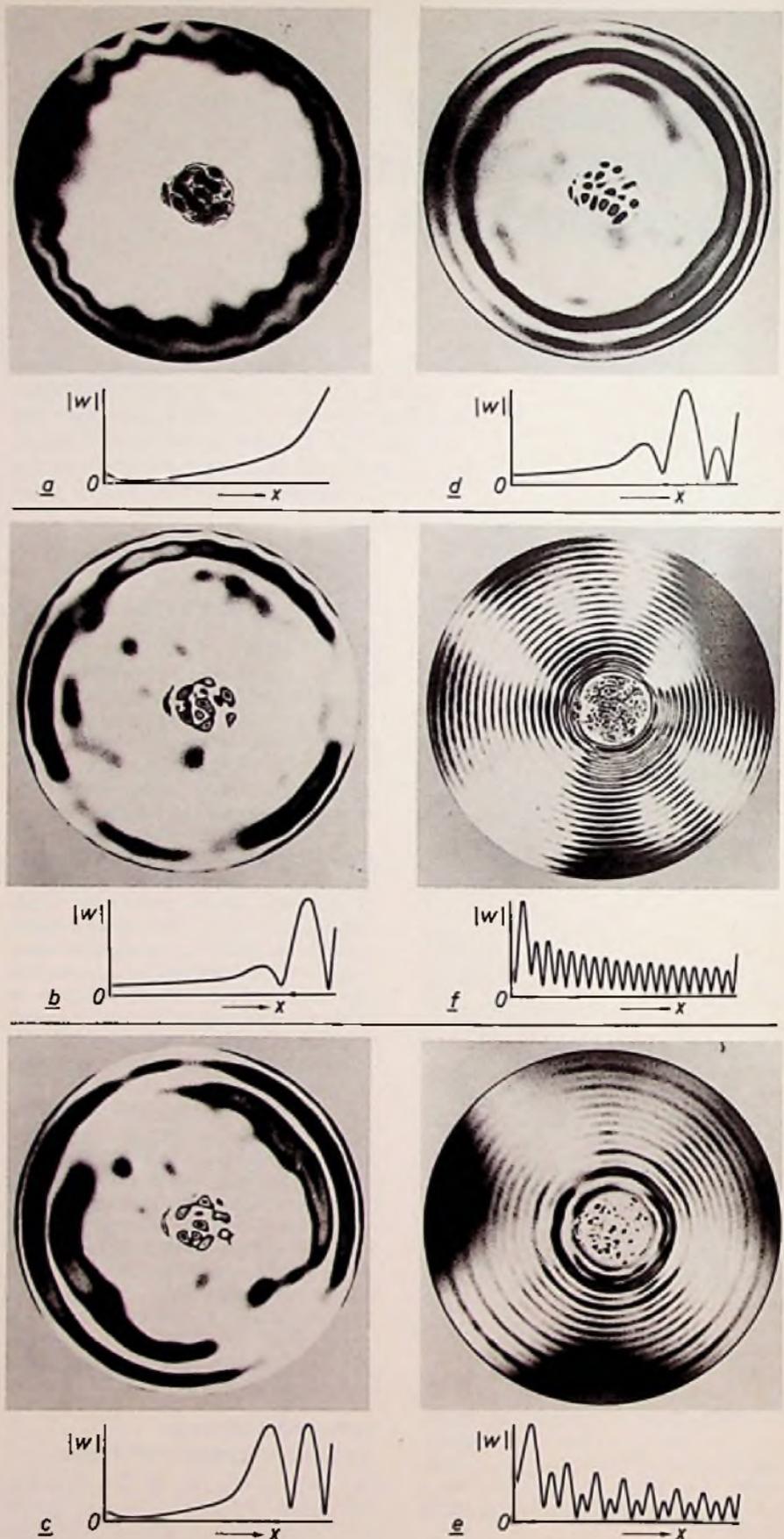
Berechnete Frequenzcharakteristiken

Um die Frequenzcharakteristiken eines Lautsprechers mit ausreichender Genauigkeit zeichnen zu können, sind Berechnungen bei rd. 50 geeigneten Frequenzen nötig. Die Berechnung der örtlichen Schwingungsamplituden erfordert viel Rechenzeit, die der akustischen Variablen weniger. Bei den Berechnungen haben wir die Masse der Schwingspule zunächst nicht berücksichtigt. Es ergibt sich dann eine Basisurve; eine Korrektur dieser Kurve wegen des Einflusses der Schwingspulenmasse ist einfach und erfordert kaum Rechenzeit. Damit erhalten wir auch die Möglichkeit, für diesen wichtigen Parameter nachträglich verschiedene Werte einzusetzen und schnell zu untersuchen, wie die Kurve beeinflusst wird.

In Bild 14 ist das Ergebnis der Berechnungen für Konus 50.1 dargestellt.

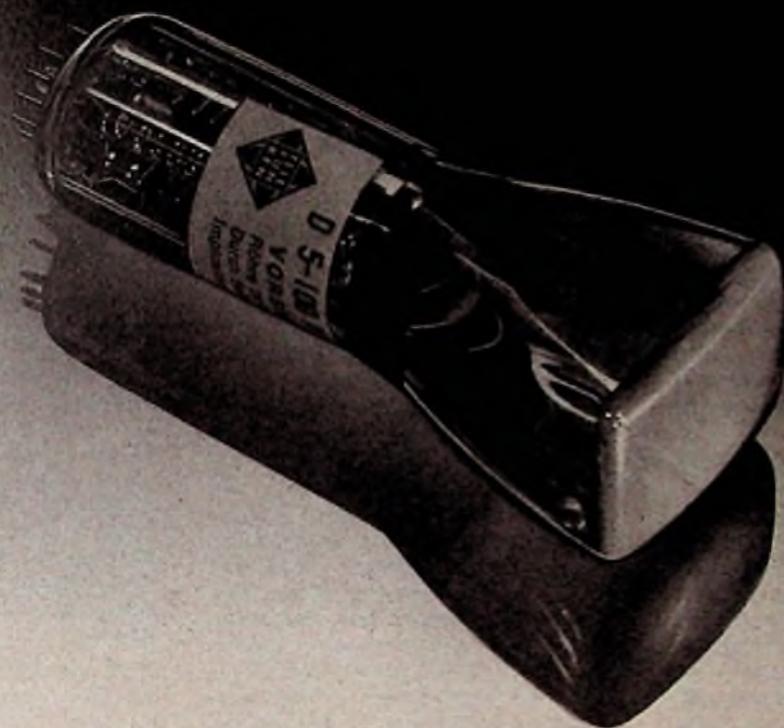
Bild 10. Auf holografischem Weg sichtbar gemachte Schwingungsfiguren eines Kunststoffkonus (Konus 50.2 e). Weiß: geringe transversale Amplitude (Knotenlinien), grau oder schwarz: große Amplitude. Unter jeder Aufnahme der berechnete Amplitudenverlauf ($x=0$ am Innenrand des Konus).

- a) Ring-Antiresonanz; $f_{ra} = 1646$ Hz
- b) zweite Biegeresonanz; $f_{br2} = 2063$ Hz
- c) zweite Blege-Antiresonanz; $f_{ba2} = 2710$ Hz
- d) dritte Biegeresonanz; $f_{br3} = 2337$ Hz
- e) 6432 Hz
- f) 8956 Hz (obere Grenze von Bereich II $f_{li} = 8520$ Hz).



Wir bauen nicht nur die Schwierigen . . .

Winzig klein — in Abmessung und Leistungsbedarf.



Die Beschirmung — bei Kleinserien
ein aufwendiger Vorgang

Die Integrierung von halbleiterbestückten Baugruppen — an der wir entscheidenden Anteil haben — erlaubt die Realisierung kleinster Fernsehgeräte im echten Taschenformat.

Speziell für Kleinstfernseher und ähnliche Anzeigewecke entwickelten wir die Oszillographen-Röhre D 5-100 mit elektrostatischer Fokussierung und Ablenkung.

Der Bildschirm mißt max. $45 \times 35,5$ mm, die ausnutzbare Fläche 40×30 mm, die Gesamtbaulänge max. 116 mm. Schirm und Bild sind also kleiner als eine Streichholzschachtel.

Die neue D 5-100 arbeitet mit einer direkt geheizten Kathode, die eine Heizleistung von nur ca. 35mW benötigt. Dadurch ist selbst mit kleinen Trockenbatterien ein wirtschaftlicher, ausreichend langer Betrieb gewährleistet.

Beschleunigungsspannung:

$$U_{ACC} = 2 \text{ kV}$$

Ablenkkoeffizienten:

$$D_3 D_4 = 105 \text{ V/cm}$$

$$D_1 D_2 = 105 \text{ V/cm}$$

Auflösung bei Fernsehbild:

ca. 3 MHz

Linienbreite:

$$\text{ca. } 0,25 \text{ mm bei } J_{STR} = 25 \mu\text{A}$$

Die Anheizzeit der Röhre entspricht der Einschaltdauer der übrigen Betriebsspannungen.

AEG-TELEFUNKEN

Fachbereich Röhren

Söflinger Straße 100, 7900 Ulm

Telefon: (0731) 1911



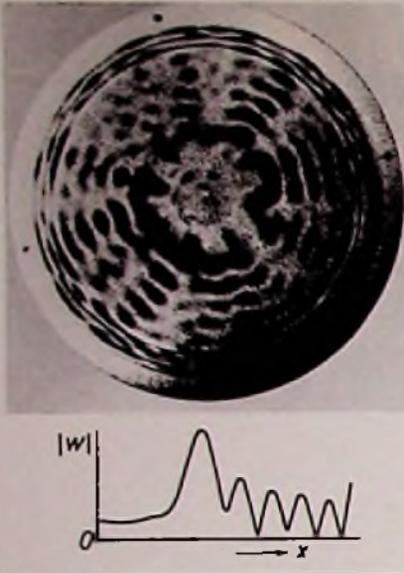
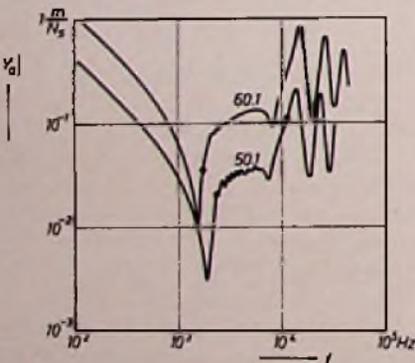


Bild 11. Auf holografischem Weg sichtbar gemachte Schwingungsfigur eines Lautsprechers mit Papierkonus (Phillips 9710), Frequenz 5929 Hz. Die Figur ist nicht so regelmäßig wie diejenige in Bild 10, weil ein Papierkonus nicht so homogen wie ein Kunststoffkonus ist.

Bild 12. Berechnung der axialen mechanischen Admittanz Y_0 am Innenrand von Konus 50.1 und 60.1 in Abhängigkeit von der Frequenz. Die Punkte kennzeichnen die Lage der Frequenzen f_{10} und f_{1i} . Bei den niedrigen Frequenzen dominiert die Konusmasse. Bei f_{10} tritt ein Minimum auf; unmittelbar darüber liegt f_{1o} . Zwischen f_{10} und f_{1i} erzeugen die Biegeresonanzen und -antiresonanzen bei Konus 50.1 eine Feinstruktur. Oberhalb von f_{1i} bestimmen die longitudinalen Resonanzen und Antiresonanzen den Verlauf.



Erstens wurde der Pegel L_p des Schalldrucks in einem Abstand von 10 m auf der Lautsprecherachse berechnet (Bild 14a). Es wurde eine Antriebskraft von 1 N angenommen. Außerdem wurde das

Niveau L_{P100} der Schalleistung berechnet, die innerhalb eines Kegels mit einem Spitzenwinkel von 100° abgestrahlt wird (Bild 14 b). Außerhalb dieses Kegels schirmt der Lautsprecherkonus selbst ab, weil sein Spitzenwinkel ebenfalls 100° beträgt.

Die Ergebnisse sind vergleichbar mit den ausgezogenen Kurven in Bild 3, die für einen starren Konus mit den gleichen Abmessungen gelten. Unterhalb f_{10} (1840 Hz) stimmt sowohl die Schallabstrahlung des biegsamen als auch des starren Konus nahezu mit derjenigen eines ebenen Kolbens überein. Da die mechanische Admittanz bei f_{10} ein Minimum hat, erwarten wir dort ebenfalls ein Minimum in der Schalldruckcharakteristik; diese tritt aber nicht auf, weil die große transversale Amplitude am Außenrand (siehe Bild 10a) eine Kompensation liefert. Die bei einem Konus zu erwartende Abnahme des Schalldrucks oberhalb von f_c (hier 1580 Hz) ist nicht sichtbar, weil f_c und f_{10} relativ nahe zusammenliegen. Die Leistungseigenschaft fällt oberhalb von f_i (920 Hz) geringfügig ab (Bild 14b).

Im Frequenzbereich II ($f_{10} < f < f_{1i}$) stammt der abgestrahlte Schall hauptsächlich von dem verhältnismäßig einheitlich schwingenden inneren Teil des Konus; die kurzen BiegeWellen auf dem äußeren Teil sind „akustisch kurzgeschlossen“ und strahlen wenig Schall ab. Die Charakteristiken haben hier ein breites Maximum mit einer überlagerten Feinstruktur von Biegeresonanzen und -antiresonanzen. Diesem Maximum folgt ein tiefes Minimum bei der ersten longitudinalen Antiresonanzfrequenz f_{1o1} (7513 Hz), bei der die mechanische Admittanz einen Tiefpunkt hat (Bild 12, Kurve 50.1). Bei den hohen Frequenzen (Bereich III, $f > f_{1i}$) weisen die Charakteristiken die gleichen Oszillationen auf wie die mechanische Admittanz; Spitzen und Täler wechseln einander bei den longitudinalen Resonanz- und Antiresonanzfrequenzen ab.

Berücksichtigen wir nun auch die Schwingspulenmasse, dann ändert sich der Verlauf der Charakteristiken bei den hohen Frequenzen. Wir sahen bereits, daß die mechanische Admittanz hier völlig durch die Schwingspulenmasse bestimmt wird; bei den akustischen Charakteristiken äußert sich dies in einem steilen Abfall im Frequenzbereich III (Bild 15). Beginnt dieser Abfall oberhalb des scharfen Minimums bei der ersten longitudinalen Antiresonanzfrequenz f_{1o1} , dann stellt diese Grenze in der Praxis die obere Grenze des Frequenzbereichs des Lautsprechers dar. Der durch die Schwingspu-

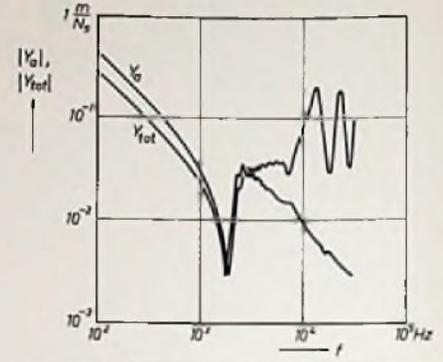
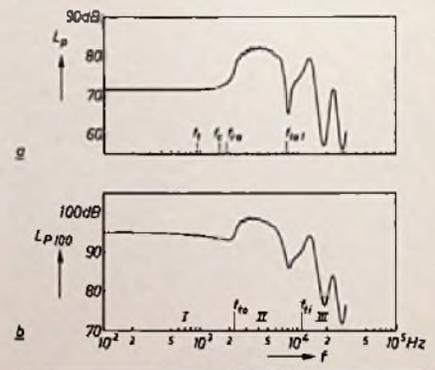


Bild 13. Berechnung der totalen axialen Admittanz Y_{tot} in Abhängigkeit von der Frequenz unter Einbeziehung der Schwingspulenmasse bei Konus 50.1. Zum Vergleich ist die Kurve Y_0 von Bild 12 noch einmal eingezeichnet.

Bild 14. a) Schalldruckpegel L_p auf der Achse von Konus 50.1 (errechnete Kurve unter Vernachlässigung der Schwingspulenmasse; Entfernung 10 m, Antriebskraft 1 N). Der Pegel ist in Dezibel ausgedrückt, bezogen auf $20 \mu Pa$. b) Der Pegel L_{P100} der Schalleistung, die in einem Kegel mit einem Spitzenwinkel von 100° abgestrahlt wird. Der Pegel L_{P100} ist in Dezibel ausgedrückt, bezogen auf $10^{-12} W$. Eine Anzahl charakteristischer Frequenzen sowie die Frequenzbereiche I, II und III sind angegeben.



lenmasse bedingte Abfall kann jedoch schon in Bereich II beginnen.

Vergleich von gemessenen und berechneten Charakteristiken

Um die Theorie zu überprüfen, wurde von Konen mit unterschiedlichen Spitzenwinkeln die Schallabstrahlung sowohl gemessen als auch berechnet. Hierfür wurden wiederum Kunststoffkonen gewählt, jetzt jedoch einer an-

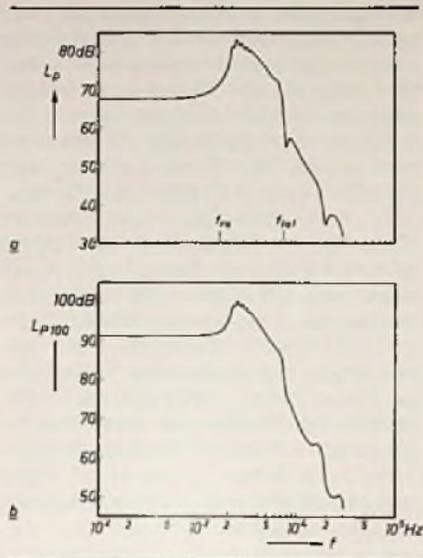


Bild 15. Schalldruckpegel L_p und Leistungspegel L_{P100} , berechnet für Konus 50.1, für dessen Schwingspulenmasse die halbe Konusmasse angenommen wird.

deren Zusammensetzung (Cellulose-Acetobutyrat). Die Konen sind mit einem Außenrand aus Gummi versehen. Der Kunststoff hat einen Dämpfungsfaktor von 0,06 – ein höherer Wert als der von Polycarbonat, das für die holografischen Aufnahmen verwendet wurde. Ging es bei diesen Aufnahmen vor allem darum, die Biegewellen gut sichtbar zu machen, so war man bei den akustischen Messungen gerade bestrebt, die Biegeresonanzen zu dämpfen. Um die Dämpfung des Randes und die Strahlungsdämpfung einzubeziehen, wurde bei den Rechnungen ein Dämpfungsfaktor von 0,1 angenommen. Die als unendlich angenommene Schallwand wurde in der Praxis durch ein geschlossenes Gehäuse (Inhalt 100 dm³), umgeben von einer Schallwand von 1,5 × 1,5 m², angenähert.

In Bild 16 a ist die ausgezogene Kurve die gemessene Schalldruckcharakteristik eines Konus mit einem halben Spitzenwinkel von 50° (Konus 50.3, Tabelle I); die gestrichelte Kurve ist die für Konus 50.3 errechnete Charakteristik. Die errechnete Lage der einzelnen charakteristischen Frequenzen ist angegeben. Man sieht, daß die gemessene Kurve in ihren Grundzügen völlig mit Hilfe der berechneten charakteristischen Frequenzen zu erklären ist. Das Maximum im Frequenzbereich II liegt tatsächlich zwischen f_{0a} und f_{1a} , und der Abfall der Charakteristik setzt bei f_{1a1} ein.

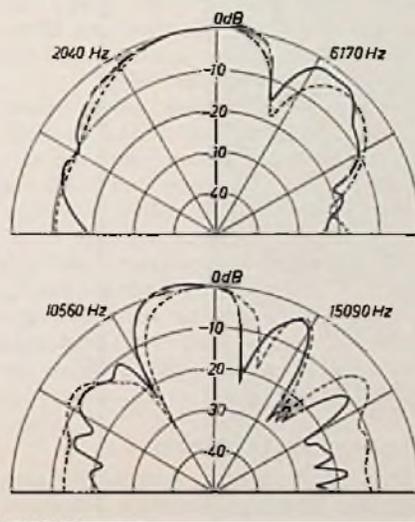
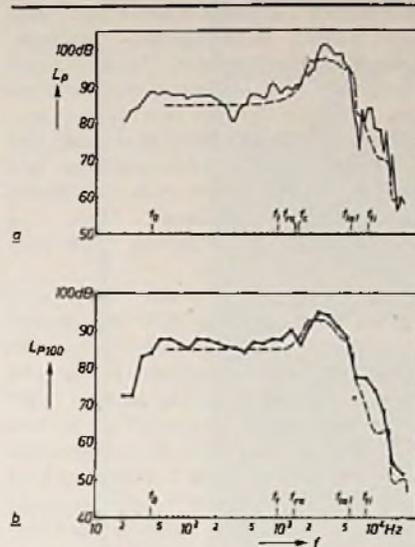


Bild 16. Vergleich der gemessenen und errechneten Charakteristiken von Konus 50.3 e bzw. 50.3; für den letzteren gelten die gestrichelten Kurven. Die errechneten charakteristischen Frequenzen sind angegeben. a) Schalldruckpegel. b) Pegel der gesamten Schalleistung, die in einem Kegel mit einem Spitzenwinkel von 100° abgestrahlt wird. c) Richtdiagramme. Der Schalldruckpegel ist in Abhängigkeit von der Abstrahlrichtung aufgetragen.

Das Minimum der gemessenen Kurve bei 300 Hz hängt mit den Abmessungen der Schallwand zusammen. Im übrigen liegt die gemessene Kurve bei niedrigen Frequenzen infolge der Strahlung durch den Außenrand oberhalb der errechneten. Oberhalb f_{1a} liefert dieser Rand nur noch einen geringen Beitrag zur Abstrahlung.

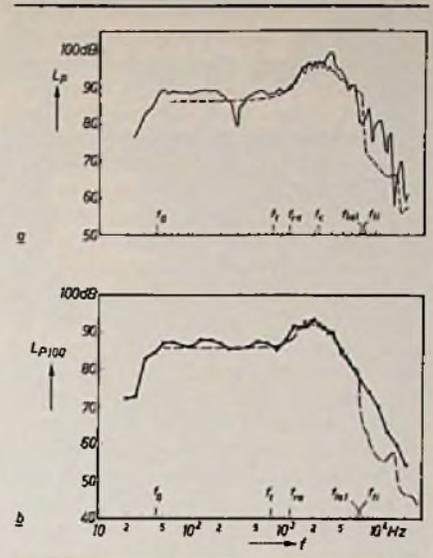


Bild 17. Vergleich der gemessenen und errechneten Frequenzcharakteristik von Konus 60.2 e bzw. 60.2.

Auch die innerhalb eines Kegels mit einem Spitzenwinkel von 100° abgestrahlte gesamte Schalleistung wurde gemessen; zu diesem Zweck wurden zehn Mikrofone auf einem Kreisbogen aufgestellt. Wegen der Addition der zehn Signale konnte diese Messung nur bei einer Anzahl diskreter Frequenzen durchgeführt werden; hierbei ergaben sich die Meßpunkte in Bild 16 b. In Bild 16 c werden gemessene und berechnete Richtdiagramme verglichen. Die zu einem Konus mit einem halben Spitzenwinkel von 60° (Konus 60.2 e, Tabelle 1) gehörenden Charakteristiken sind in Bild 17 dargestellt. Sie weisen im Bereich II ein weniger hohes Maximum auf. Prinzipielle Unterschiede mit Bild 16 sind nicht vorhanden, doch liegen die meisten charakteristischen Frequenzen tiefer.

Aus der befriedigenden Übereinstimmung zwischen den berechneten und den gemessenen Charakteristiken kann man schließen, daß das hier angewendete Rechenverfahren eine gute Annäherung an das wirkliche Verhalten eines Konus liefert.

Der Entwurf eines Lautsprecherkonus

Beim Entwurf eines Lautsprecherkonus ist es in erster Linie wichtig, die charakteristischen Frequenzen an die richtige Stelle zu legen. Alle Wünsche gleichzeitig zu erfüllen, ist unmöglich. Man kann nicht eine möglichst flache Frequenzcharakteristik, eine maximale Bandbreite und einen

hohen Wirkungsgrad gleichzeitig erhalten. Deshalb ist jede Konstruktion ein Kompromiß.

Sollen die Charakteristiken möglichst flach sein, dann darf, um das Minimum in der Leistungscharakteristik bei f_{r0} zu vermeiden, diese Frequenz nicht zu weit über f_1 liegen. Das schränkt die Wahl des Spitzenwinkels ein. Wählen wir beispielsweise f_{r0} kleiner als $2f_1$, dann muß bei einem Papierkonus mit einer inneren Schallgeschwindigkeit $c = 2700$ m/s der halbe Spitzenwinkel α größer als 70° sein. Zu einem so großen Wert von α gehört ein niedriges Maximum im Bereich II, was ebenfalls einer flachen Charakteristik zugute kommt. Es entsteht dann aber leicht eine deutliche Feinstruktur in diesem Bereich, da bei einem großen Spitzenwinkel die Frequenzen der Bieeresonanz und -antiresonanzen weiter auseinanderliegen; α darf deshalb nicht größer als nötig gewählt werden.

Die obere Grenze der Lautsprecherfrequenz wird im allgemeinen durch den steilen Abfall bei den hohen Frequenzen bestimmt, der durch die Schwingspulenmasse verursacht wird. Das Verhältnis m_c/m_d von Schwingspulen- und Konusmasse muß möglichst klein sein, um eine hohe Grenzfrequenz zu erzielen. Diese kann aber niemals höher als die tiefere der beiden Frequenzen f_{i01} oder f_{ii} sein; dort wird dem Wiedergabebereich eine obere Grenze gesetzt, die aus dem Konusverhalten herrührt. Die Frequenzen f_{i01} oder f_{ii} hängen von dem Radius des Innenrandes ab; bei einem kleineren Radius ist f_{ii} höher und f_{i01} niedriger.

Die Dicke h des Konusmantels wird am besten experimentell bestimmt, nachdem die anderen Abmessungen festgelegt sind. Mit einem dünnen Mantel läßt sich leichter die Feinstruktur der Biegewellen unterdrücken, aber das Verhältnis m_c/m_d wird ungünstiger, und es besteht die Gefahr, daß nichtlineare Verzerrungen auftreten, weil die Schwingungsamplituden zu groß werden.

Wünscht man in erster Linie eine große Bandbreite, so muß das Verhältnis m_c/m_d möglichst klein sein. Das bedeutet einen schweren Konus und einen niedrigen Wirkungsgrad. Läßt man Minima in den Kurven bei f_{r0} und f_{i01} zu, dann muß man für α einen kleinen Wert wählen und c möglichst groß machen; f_{r0} , f_{i01} und f_{ii} werden dann höher. Ein halber Spitzenwinkel von beispielsweise 50° ist nun brauchbar; das Maximum im Bereich II wird dadurch verhältnismäßig hoch. Die Dicke wird wiederum so gewählt, daß die Feinstruktur unterdrückt wird.

Strebt man vor allem einen hohen Wirkungsgrad an, muß der Konus möglichst leicht sein. Dadurch wird das Verhältnis m_c/m_d ungünstig und somit die Bandbreite klein. Ein hohes Maximum im Bereich II läßt sich mit einem kleinen Spitzenwinkel erreichen. Läßt man in der Schalldruckcharakteristik bei f_{r0} ein Minimum nicht zu, dann muß der Elastizitätsmodul des Konusmaterials so angepaßt werden, daß f_{r0} kleiner als $2f_c$ ist.

Entwurf am Bildschirm

Ideal wäre, wenn ein Konstrukteur eine Zeichnung der gewünschten Frequenz-

charakteristik in einem Computer eingeben und nach kurzer Zeit die Abmessungen und Materialeigenschaften des zugehörigen Konus in Empfang nehmen könnte. Das ist aber nicht möglich, denn nicht alle Kurven sind realisierbar. Der Entwurf eines Lautsprecherkonus mit Hilfe eines Computers muß vorläufig in umgekehrter Reihenfolge erfolgen: Der Konstrukteur gibt eine Reihe von Daten in den Computer ein, der daraus dann die sich ergebende Frequenzcharakteristik errechnet. Weicht diese von der gewünschten Kurve ab, ändert der Konstrukteur einen oder mehrere Parameter, und der Computer berechnet die neue Kurve. Für eine derartige Annäherung durch Wiederholung ist ein Computeranschluß mit Bildschirm das naheliegende Hilfsmittel (Bild 18).

Ein derartiges Verfahren kostet viel Rechenzeit; die Berechnung von nur einer Charakteristik kann mit einem Computer IBM 370/168 durchaus eine Stunde beanspruchen. Um die Kosten herabzusetzen, ist es bei wiederholter Anwendung besser, eine Reihe von Standardcharakteristiken im Computer zu speichern und sie als Ausgangspunkt zu nehmen. Sie sind durch vier Parameter hinreichend charakterisiert: Außenradius R_o , Innenradius R_i , halber Spitzenwinkel α und die Geschwindigkeit c der longitudinalen Wellenfortpflanzung im Konusmaterial.

Die Poisson-Zahl, die angibt, wie groß bei einer elastischen Dehnung die seitliche Kontraktion ist, hat wenig Einfluß und wird in allen Fällen gleich $1/3$ angenommen. Für den inneren Dämpfungsfaktor des Konusmaterials wird der verhältnismäßig hohe Wert 0,1 genommen, für die Dicke der empirische Wert $R_o/800$; in beiden Werten kommen die Maßnahmen zum Ausdruck, die man in der Praxis ergreifen muß, um das Auftreten der Feinstruktur zu vermeiden.

Für R_o könnten z. B. sieben Werte genommen werden (entsprechend den handelsüblichen Durchmessern 3, 4, 5, $6\frac{1}{2}$, 8, 10 und 12 Zoll, für R_i drei (z. B. 18, 35 und 50 mm), für α fünf (50° bis 70° in Stufen von 5°) und für c ein Wert (2500 m/s). Dann müssen für 105 Konen die Schwingungsfiguren und Frequenzcharakteristiken berechnet und gespeichert werden. Aus den Schwingungsfiguren lassen sich verhältnismäßig schnell die Schwingungsfiguren und Frequenzcharakteristiken für andere Materialien errechnen. Nimmt man dafür beispielsweise $c = 1500$ m/s und $c = 3500$ m/s an, so kann man die Daten von 315 Konen berechnen und speichern.

Bild 18. Der Entwurf eines Lautsprecherkonus am Computer-Bildschirm.



Der Konstrukteur kann die Charakteristiken eines jeden dieser Konen auf dem Bildschirm erscheinen lassen. Dann gibt er einen Wert für das Verhältnis m_c/m_d der Schwingspulenmasse und der Konusmasse ein. Der Computer berechnet sofort den Einfluß hiervon auf die Charakteristiken; das beansprucht nur wenig Rechenzeit.

Wird die gewünschte Charakteristik nicht hinreichend genau angenähert, kann der Konstrukteur Zwischenwerte der vier Basisvariablen berechnen lassen; die Programme hierfür sind im Computer gespeichert. Die Ergebnisse kommen ebenfalls in den Speicher; auf diese Weise vergrößert sich die Zahl der Wahlmöglichkeiten im Laufe der Zeit.

Sollte sich nach der Anfertigung eines Versuchsmodells herausstellen, daß die Charakteristiken eine Feinstruktur aufweisen, dann muß die Dämpfung erhöht oder die Dicke verringert werden; beide Maßnahmen beeinflussen die allgemeine Form der Frequenzcharakteristiken praktisch nicht, sofern das Verhältnis m_c/m_d und die Grundresonanzfrequenz f_0 gleichbleiben.

Berücksichtigung der Federkonstante der Konusaufhängung und der Eigenschaften des elektrodynamischen Antriebs im Entwurf erschwert die Berechnungen nur unwesentlich. Ihr Einfluß kann in verhältnismäßig einfachen Formeln ausgedrückt und vom Computer unmittelbar errechnet werden. Auf diese Weise entsteht ein sehr kompletter Lautsprecherentwurf.

Literatur

[1] F. J. M. Frankort, *Vibration and sound radiation of loudspeaker conus*. Dissertation. Delft 1975 (auch erschienen als Philips Res. Repts. Suppl. 1975, Nr. 2).

[2] J. E. Goldberg, J. L. Bogdanoff und L. Marcus (On the calculation of the axisymmetric modes and frequencies of conical shells, *J. Acoust. Soc. Amer.* 32, 738–742, 1960) und verfeinert von A. Kalnins (Analysis of shells of revolution subjected to symmetrical and nonsymmetrical loads. *Trans. ASME E (J. appl. Mech.)* 31, 467–476, 1964; Free vibration of rotationally symmetric shells, *J. Acoust. Soc. Amer.* 36, 1355–1365, 1964).

[3] C. H. F. Velzel, Holografische Verformungsanalyse, *Philips techn. Rdsch.* 35, 29–41, 1975/76 (Nr. 2).

Bei Zündkerzen gehörten wir schon immer zu den Besten.

Zündungsteile



Stecker und Verbindungsmittel



Funkentstörmittel



Wir produzieren Technik. Autoelektrik-Zubehör und Ersatzteile.

BERU, 714 Ludwigsburg



stolle

Neu. Der Stolle programmatic Antennenrotor mit programmierter Senderwahl für Grundig- und Telefunken-Receiver.

Voller 360°-Antennendrehbereich

Die UKW-Stereo-Weitempfangs-Antenne hat eine betont hohe Richtwirkung. Sie wird durch das Antriebssystem von 0-360° in jede vorprogrammierte oder, bei Handeinstellung, zusätzlich gewünschte Richtung gedreht.

7 vorprogrammierte Sender

Der Stolle programmatic Antennenrotor ist elektrisch an den Receiver angeschlossen. Die Antenne wird über die UKW-Senderwahl-Tasten des Receivers gesteuert.

Jeder Taste ist ein entsprechender Einstellregler im programmatic Steuergerät zugeordnet. An diesem Einstellungsregler an der Unterseite des Steuergerätes wird die Antennenrichtung für optimalen Empfang des vorgewählten Senders einmal eingestellt und damit „gespeichert“.

7 Sender können vorprogrammiert werden.

Am Hauptabstimmungsknopf mit Richtungsskala (an der Oberseite des Steuergerätes) ist zusätzliche Handeinstellung für weitere Sender möglich.

Automatische Antennensteuerung über Senderwahltasten des Receivers.

Mit den Senderwahltasten des Receivers werden die programmierten Sender abgerufen. Die Antenne wird automatisch in die entsprechende optimale Richtung gedreht.

Das Stolle programmatic-Steuergerät kann bei folgenden Receivern angeschlossen werden:

Telefunken: TRX 2000 hifi,
TR 1200 hifi,
opus hifi 7050,
electronic center 6001 hifi,
compact center 6002 hifi,
Grundig: hifi Receiver 40,
hifi Receiver 40 M,
hifi Studio RPC 500

(Weitere Fabrikate in Vorbereitung.)



Das Stolle programmatic Einführungsangebot.

Das ist unser befristetes Vorteils-Angebot zur Einführung des neuen Stolle programmatic Antennen-Rotors. Wenn Sie bis zum 30. 4. 77 bestellen, erhalten Sie:

10% Einführungsrabatt
bei Bezug von zwei Geräten.

5% Einführungsrabatt
bei Bezug von einem Gerät.

Wir freuen uns, Ihnen zu diesen günstigen Konditionen mit dem Stolle programmatic ein Produkt anbieten zu können, das dem wachsenden Trend zu mehr Modernität und Komfort auf dem Gebiet der Heimelectronic voll entspricht. Darüberhinaus ist das Gerät kein Substitutionsprodukt, sondern eine zusätzlich installierbare Einrichtung. Das bedeutet für Sie statt einer Umsatzverlagerung reine Zusatzumsätze.

Zur Bestellung schicken Sie bitte den ausgefüllten Coupon an Ihren Stolle Großhändler oder an eine unserer Niederlassungen. Oder rufen Sie einfach an.

Verkaufs-Büros und Auslieferungslager

Berlin: STOLLE-Auslieferungslager und Werksvertretungen Lothar Kötter
1000 Berlin 46, Attiastr. 73, Ruf: (030) 7 53 54 76+7 53 17 73
Bielefeld - Kassel: STOLLE-Auslieferungslager
4800 Bielefeld 14 (Quelle), Eisenstr. 4, Ruf: (0521) 44 33 51
Dortmund: STOLLE-Werkslager,
4670 Lunen/Westl., Scharnhorststr. 11, Ruf: (02306) 10 21
Frankfurt: STOLLE-Auslieferungslager
6000 Frankfurt-Heddernheim, Augustusstr. 8, Ruf: (0611) 57 50 23
Hamburg: STOLLE-Auslieferungslager
2000 Hamburg 76, Hohenfelder Str. 9-17, Ruf: (040) 25 30 15
Hannover: STOLLE-Auslieferungslager
3005 Hemmingen/Westerfeld, Göllinger Landstr. 37, Ruf: (0511) 42 94 33

Köln: STOLLE-Auslieferungslager

5000 Köln, Gabelsberger Str. 27, Ruf: (0221) 76 60 64
Mannheim: STOLLE-Auslieferungslager und
Werksvertretungen Hans Spatz
6800 Mannheim-Feudenheim, Körnerstr. 55, Ruf: (0621) 79 32 48
München: STOLLE-Auslieferungslager
8000 München-Unterföhring, Münchner Str. 20, Ruf: (089) 95 24 43,
Telex: 522 742 (gold)
Nürnberg: STOLLE-Auslieferungslager
8500 Nürnberg, Kraufstr. 4, Ruf: (0911) 22 21 11
Stuttgart: STOLLE-Auslieferungslager
und Werksvertretungen Karl Bayer
7000 Stuttgart, Lehensstr. 21, Ruf: (0711) 64 14 74

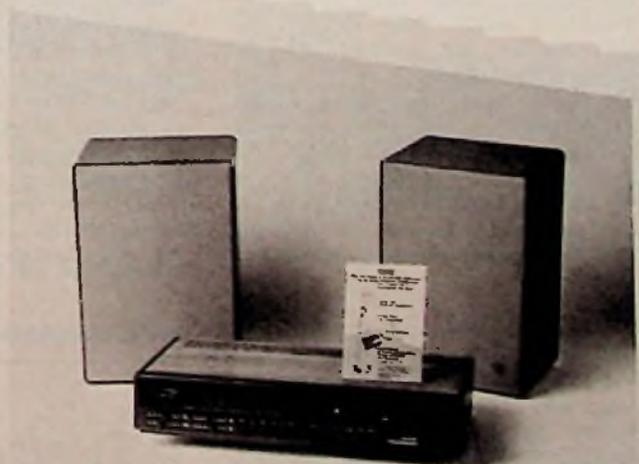
Zwei attraktive und informative Display-Aufsteller zur Verkaufsunterstützung in Ihrem Geschäft.

Groß-Display

Stellen Sie es bitte zu einem der passenden Receiver und fügen Sie den original programmatic in die ausgestanzten Öffnungen. Für Innenraum und Schaufenster.

Klein-Display

Wird auf bzw. neben einen der passenden Grundig- oder Telefunken-Receiver ins Regal oder Schaufenster gestellt.



Coupon

Ich bestelle hiermit. (Bitte ankreuzen.)

- zwei Stolle programmatic Antennen-Rotore mit 10% Einführungsrabatt
- einen Stolle programmatic Antennen-Rotor mit 5% Einführungsrabatt

- ein Groß-Display
- Klein-Displays

Unterschrift

Stempel



Datenübertragung

Modem mit akustischer Kopplung für Fernsprechnetze

Albert Seidl, Adalbert Baumann, Robert Braun und Rolf Eurich

In diesem Beitrag wird ein Modem beschrieben, mit dem von jeder Sprechstelle des Telefonnetzes aus Daten übertragen werden können. Man gibt dazu akustische Signale auf eine Sprechkapsel, an der Empfangsstelle werden diese Informationen in elektrische Signale umgewandelt und weiterverarbeitet.

Das öffentliche Fernsprechnet der Deutschen Bundespost ist (neben dem Telex- und dem Datexnetz) das am weitesten verbreitete und verzweigte. Von 1963 bis 1970 ließ das Fernmeldetechnische Zentralamt der Bundespost untersuchen, wie weit das Fernsprechnet für die Datenübertragung geeignet ist. Mit einem Übertragungsfrequenzbereich von 300 Hz bis 3,4 kHz schien es für die Datenübertragung nur bedingt brauchbar; denn Störgeräusche sowie Dämpfungs- und Laufzeitverzerrungen – die sich wegen der großen Redundanz und Unempfindlichkeit gegen Phasenverschiebungen beim Sprechverkehr nicht besonders nachteilig auswirken – beeinflussen üblicherweise die Datensignale sehr stark. Doch läßt sich durch Fehlersicherung der Datensignale in Verbindung mit einem günstigen Modulationsverfahren eine zuverlässige Übertragung erreichen. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten: die serielle und die parallele Übertragung.

Bei der seriellen Übertragung werden die Bit zeitlich nacheinander abgesetzt. Weil die ganze Kanalbandbreite für die Übertragung zur Verfügung steht, ist die Telegrafiegeschwindigkeit groß. Bei der parallelen Übertragung dagegen wird der gesamte Übertragungskanal in

Teilkanaäle (bei der Telegrafie 24) aufgeteilt. Wegen der kleineren Bandbreite der einzelnen Kanäle ist die Telegrafiegeschwindigkeit geringer als beim seriellen Verfahren. Da aber die Bit gleichzeitig über mehrere Kanäle übertragen werden, ist der Informationsfluß (Zahl der Bit je Zeiteinheit) genauso groß wie beim seriellen Verfahren. Das parallele Verfahren ist einfacher im Aufbau und benötigt keinen Parallel-Serien-Wandler. Ferner zeigten die vom FTZ gemachten Untersuchungen, daß „die parallele Datenübertragung ein außergewöhnlich sicheres Verfahren ist“ [1].

Parallelmodem

Das bei der Bundespost bereits eingeführte Parallel-Datenübertragungssystem D 20 P für 20 Zeichen je Sekunde benützt einen 2×1-aus-4- bzw. 3×1-aus-4-Code. Zwei bzw. drei Frequenzgruppen mit je vier Frequenzen werden dabei verwendet. Die niedrigste Frequenz liegt bei 920 Hz, die höchste bei 1960 Hz. In diesem Bereich sind die Laufzeit- und Dämpfungsverzerrungen der Übertragungsleitung am kleinsten. Der Abstand einer Gruppe von der anderen beträgt 160 Hz, innerhalb einer Gruppe ist der Abstand von Frequenz zu

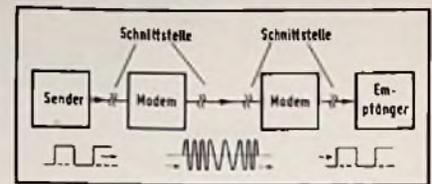


Bild 1. Blockschaltbild einer Parallel-Datenübertragungsstrecke

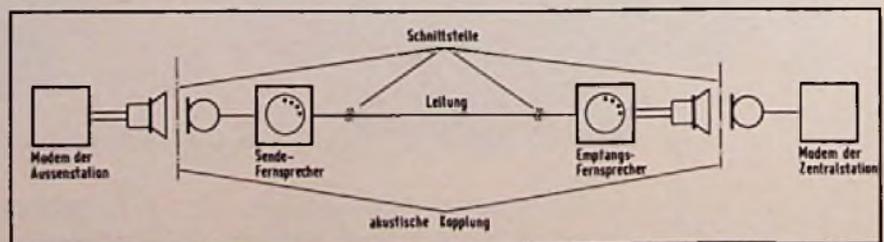
Frequenz 80 Hz. Die Abstände wurden so gewählt, daß die Oberwellen der unteren Kanäle nicht in den Empfangsbereich der oberen fallen. Die Telegrafiegeschwindigkeit beträgt 40 Baud. Als Quittierung können entweder eine 420-Hz-Frequenz oder Sprache von der Empfangs- zur Sendestelle übertragen werden. Bild 1 zeigt das Blockschaltbild einer solchen Übertragungsstrecke. In Anlehnung an das System D 20 P wurde ein einfaches Parallelmodem mit folgenden Eigenschaften entwickelt:

- Akustische Kopplung über den Fernsprechapparat zwischen Sende- und Empfangsmodem;
 - Außenstation tragbar und batteriegepeist;
 - Zeichenübertragung von jeder Fernsprechstelle,
 - Quittierung mit 420-Hz-Frequenz, die vom Datenempfänger zur Außenstation gesendet wird,
 - Nur drei Frequenzen ($f_1 = 1000$ Hz, $f_2 = 1428$ Hz, $f_3 = 2000$ Hz).
- Für ein Zeichen werden jeweils zwei Frequenzen gleichzeitig gesendet. Das ergibt drei Möglichkeiten, die Frequenzkombination f_1 und f_3 wird als Ruhekombination verwendet.

Funktionsweise

Damit die Datenübertragung durchgeführt werden kann, muß das Telefon der Zentralstation auf Datenempfang geschaltet sein. Nun kann von einem beliebigen Telefon der Außenstation die Verbindung mit der Zentralstation hergestellt werden (siehe Blockschaltung in Bild 2). Wenn in der Außenstation das Freizeichen ertönt, wird der Hörer auf den Lautsprecher des Sendemodems gelegt und das Modem eingeschaltet. Währenddessen wird die Verbindung durch eine Verzögerungs-

Bild 2. Blockschaltbild der Übertragungsstrecke in Senderichtung



Dipl.-Ing. A. Seidl ist Dozent an der Fachhochschule der Bundespost in Dieburg. Die Mitverfasser A. Baumann (Modem der Zentralstation, Selektiver Empfänger), R. Braun (Anschalteinheit, Auswertelogik) und R. Eurich (Modem der Außenstation) waren Studenten an diesem Institut. Die Arbeiten sind während des Sommersemesters 1976 entstanden.



Bild 3. Sendermodem

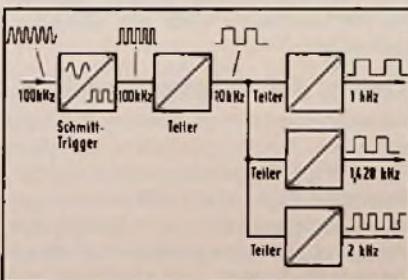
Bild 4. Empfängermodem



schaltung im Empfangsmodem aufrechterhalten. Das Sendemodem überträgt nach dem Einschalten die Ruhekombination mit den Frequenzen f_1 und f_3 , so daß die Verbindung bestehen bleibt.

Wird diese Frequenzkombination nicht gesendet (wie es bei einem gewöhnlichen Anruf der Fall ist), dann unterbricht der Empfänger nach einer bestimmten Zeit die Verbindung. Durch Drücken der Tasten A oder B am Sendemodem kann man wahlweise die Frequenzen f_1 und f_2 oder f_2 und f_3 senden. Durch mehrfaches Drücken der Tasten A bzw. B lassen sich die Kombinationsmöglichkeiten erweitern. Um die Verbindung aufrechtzuerhalten, wird zwischen jedem Tastendruck automa-

Bild 5. Blockschaltbild des Frequenzteilers im Modem der Außenstation



tisch die Ruhekombination f_1 und f_3 gesendet. In diesem Beispiel sind die Tasten-Kombinationen AA, AB, BB und BA verwendet worden.

Die vom Sender kommenden Signale filtert der selektive Empfänger aus, verstärkt und richtet sie gleich. Als Gleichspannungssignale beeinflussen sie eine Logik, die die Entscheidung zwischen den genannten vier Zuständen trifft. Die Logik arbeitet mit relaisbestückten Transistorschaltstufen; vier verschiedene Schaltfunktionen können ausgeführt werden.

Die Übertragungssicherheit ist einerseits durch die Wahl der Frequenzkombinationen, andererseits durch eine Verzögerungsschaltung zwischen dem Ausgang der selektiven Empfänger und dem Logikeingang gegeben. Die Verzögerung ist nur möglich, weil die Datenübertragungsgeschwindigkeit klein ist. Die Tasten des Sendemodems werden von Hand betätigt. Die Verzögerung fängt kurze Störimpulse ab. Wie aus den Bildern 3 und 4 ersichtlich ist, sind Sendemodem und Empfängermodem gegen akustische Störungen noch zusätzlich abgeschirmt.

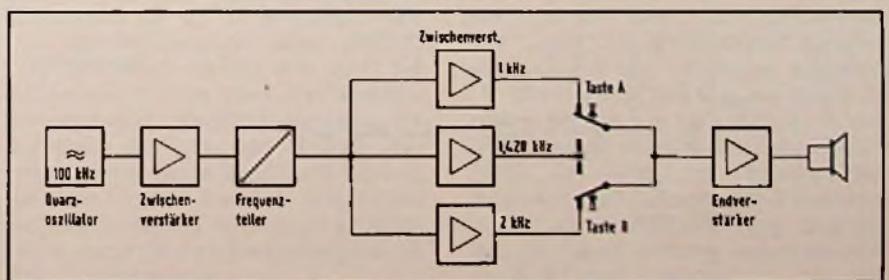
Bei richtiger Betätigung der Kontakte sendet das Modem der Zentralstation als Quittung über Lautsprecher und akustisch gekoppelte Sprechkapsel eine 420-Hz-Frequenz zur Außenstation. Diese Frequenz wird an der Hörmuschel des Telefons der Außenstation empfangen. Die Verbindung wird wieder abgebaut, sobald das Modem der Außenstation ausgeschaltet oder der Hörer aufgelegt wird.

Das Modem der Außenstation

Das Modem der Außenstation hat folgende Aufgaben bzw. wurde nach diesen Gesichtspunkten entwickelt:

- Erzeugung der Frequenzen 1000 Hz, 1428 Hz und 2000 Hz,
- Kombination von jeweils zwei Frequenzen bei Tastendruck,
- Automatisches Senden einer Ruhekombination nach Einschalten des Modems und in den Pausen zwischen Tastenbetätigung,

Bild 6. Blockschaltbild des Sendemodems



Akustische Übertragung der Zeichen über Lautsprecher und Hörkapsel, Modem soll batteriegespeist sein.

Der Zwischenverstärker entkoppelt den Quarzoszillator vom Frequenzteiler. Die vom Quarzoszillator über den Zwischenverstärker kommenden sinusförmigen 100-kHz-Schwingungen werden zunächst über einen Schmitt-Trigger in Rechtecksignale umgewandelt und im ersten Frequenzteiler auf 10 kHz heruntergeteilt (siehe Bild 5). Aus diesen 10 kHz werden durch weitere Teilungen im Verhältnis 10:1, 10:7 bzw. 10:5 die Frequenzen 1 kHz, 1,428 kHz bzw. 2 kHz erzeugt.

Die Oberwellen der Rechtecksignale stören die Kanalfrequenzen nicht – es treten nur die ungeradzahigen Oberwellen von 1000 Hz auf – also 3000 Hz und 5000 Hz. Zur Entkopplung der Frequenzteiler-Ausgänge werden ebenfalls, wie Bild 6 zeigt, Zwischenverstärker verwendet. Die Ausgänge der Verstärker sind über zwei Drucktasten auf den Endverstärker geschaltet. Ist keine Taste gedrückt, dann wird die Ruhekombination gesendet, sonst wahlweise „A“ oder „B“.

Modem der Zentralstation

Dieses Modem hat, nach dem Umschalten des Telefons auf Dateneingang und Anlegen des Modems an die Versorgungsspannung, folgende Aufgaben d. h. ist nach diesen Gesichtspunkten entwickelt worden:

- Selbsttätiger Aufbau der Fernsprechverbindung,
- Verbindung so lange aufrechterhalten, bis der selektive Empfänger festgestellt hat, ob Datensignale ankommen oder nicht,
- Akustische Kopplung sowohl der ankommenden Datensignale als auch der abgehenden 420-Hz-Frequenz zum Quittieren,
- Abbau der Verbindung, wenn keine Datensignale empfangen werden oder wenn der Datensender abgeschaltet ist;
- Selektiver Empfang der Frequenzen, aus denen sich die Datensignale zusammensetzen, sowie Verstärken und Gleichrichten;

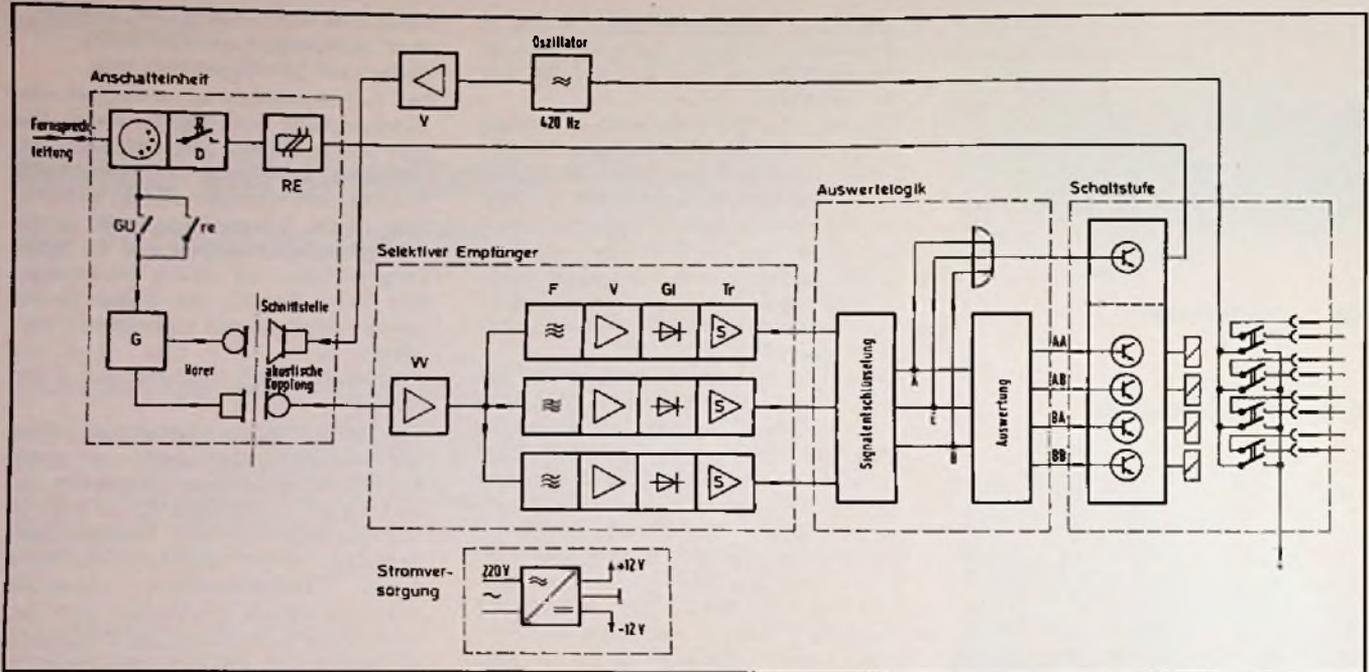
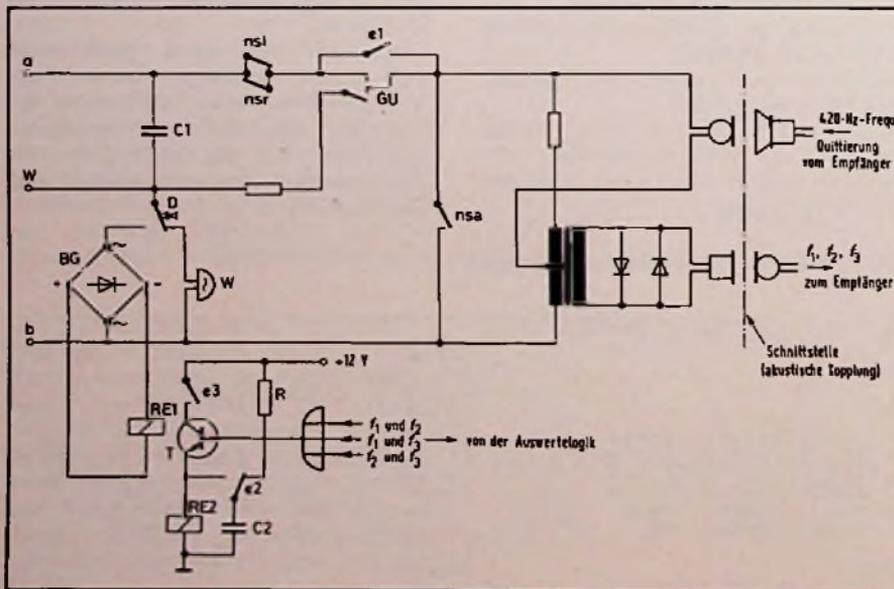


Bild 7. Blockschaltbild des Empfängermodems; es bedeuten: D Datentaste, RE Rufempfängsrelais, GU Gabelumschalter, G Gabel, VV Vorverstärker, F aktives Filter, V Zwischenverstärker, GI Gleichrichtung und Verzögerung, Tr Trigger, A Signalkombination aus f_1 und f_2 , B Signalkombination aus f_2 und f_3 , E Ruhekombination aus f_1 und f_3

Bild 8. Anschalteinheit mit Fernsprechwählapparat; es bedeuten: a, b Adern der Fernsprechleitung, W Weckeranschluß, nsl, nsr, nsa Kontakte des Nummernschalters, D Datentaste, GU Gabelumschalter, RE 1, RE 2 Rufempfängsrelais, e1, e2, e3 Kontakte des RE-Relais, T Schalltransistor, R, C 2 Verzögerungsschaltung, BG Brückengleichrichter



Über eine Logik sollen die Signale „A“, „B“ und die Ruhekombination „E“ erkannt sowie die Kombinationen „AA“, „AB“, „BA“ und „BB“ erzeugt werden. Im Anschluß an die Logik soll eine relaisbestückte Transistorschaltstufe für einen potentialfreien Betrieb von vier Anschalteinheiten sorgen.

Wenn die Kontakte der Schaltstufenrelais schließen, muß über einen gleichzeitig eingeschalteten Oszillator eine 420-Hz-Quittierungsfrequenz über Lautsprecher und Sprechkapsel zum Empfänger geschickt werden.

Das Empfangsrelais RE spricht auf den Ruf an und wird – wenn keine Datensignale kommen – nach Ende des Rufs verzögert abfallen. Kommen Datensignale, dann soll RE durch die Signale „A“, „B“, „E“ gehalten werden.

Stromversorgung des ganzen Modems aus dem Lichtnetz über ein stabilisiertes Netzteil.

Aufbau des Empfängermodems

Aufgrund dieser Aufgabenstellung kann man das Empfängermodem in diese Funktionsblöcke gliedern (siehe Bild 7).

Anschalteinheit. Sie besteht aus dem Rufempfängsrelais, der akustischen Kopplung von Lautsprecher und Mikrofon auf die Sprech- und Hörkapsel des

Telefons, einer Datentaste im Empfangsfernsprecher und einem Kontakt des Rufempfangsrelais, der parallel zum Gabelumschalter des Fernsprechers liegt.

Selektiver Empfänger für die Frequenzen f_1, f_2, f_3 mit Gleichrichtung, Verzögerung und Triggerstufe.

Auswertelogik. In ihrem Eingangsteil erkennt sie die Signale „A“, „B“ und „E“ des selektiven Empfängers; der nächste Logikteil wertet die Kombinationen „AA“, „AB“, „BA“ und „BB“ aus.

Schaltstufe. In ihr werden die vier Ausgänge der Logikschialtung auf relaisbestückte Leistungstransistoren geschaltet. Diese wiederum steuern die angeschlossenen Einrichtungen an und schalten den Oszillator zur Übertragung des Quittierungssignals ein.

Netzteil des Modems.

Bild 8 zeigt die Anschalteinheit. In den Wirkschaltplan des Fernsprechwahlapparats sind die zum automatischen Datenempfang nötigen Teile mit eingekreist. Durch Umschalten der Datentaste D auf den Brückengleichrichter ist der Teilnehmerapparat auf Datenempfang vorbereitet. Die an den Teilnehmerleitungen a und b ankommende 25-Hz-Ruffrequenz gelangt über C1 und D an den Brückengleichrichter, wird dort gleichgerichtet und erregt die Wicklung 1 des Relais RE. Die Kontakte e1, e2, e3 werden geschlossen. Mit e1 ist der Gabelumschalter überbrückt (Teilnehmer hebt ab). Mit e2 wird gleichzeitig der vorher aufgeladene Kondensator C2 an Wicklung 2 von RE gelegt und so RE im Abfall verzögert. Mit e3 wird der Transistor T an +12V angeschlossen. RE bleibt nun so lange angezogen, bis die vom Sendermodem gesendeten Frequenzkombinationen im Empfangsmodem empfangen, gleichgerichtet und in der Auswertelogik geprüft sind. Sind diese Kombinationen als richtig erkannt, wird über ein ODER-Gatter der Transistor T durchgeschaltet. Damit bleibt RE für die Zeit des Datenempfangs angeschaltet und hält so die Verbindung aufrecht.

Selektiver Empfänger

Bild 9 zeigt den Funktionsblock „Selektiver Empfänger“. Die Schaltung ist für alle drei Frequenzen die gleiche.

Durch die akustische Kopplung werden die Signale vom Telefonhörer der Anschalteinheit auf das Mikrofon des selektiven Empfängers übertragen. Am Mikrofon entsteht eine Spannung von etwa 0,5mV, die zuerst verstärkt (Bild 7) und dann auf die Filter gegeben wird. Um die nötige Selektivität zu erzielen, sind jeweils zwei RC-Filter hintereinandergeschaltet (Bild 9). Mit dem Potentiometer P kann die Reso-

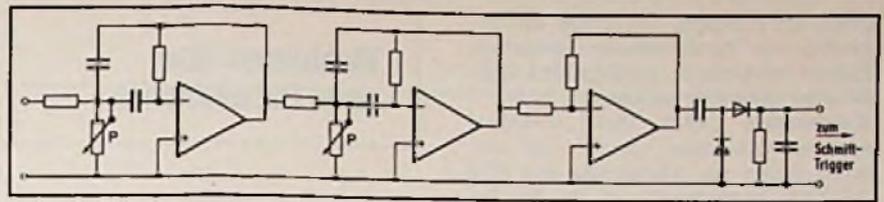
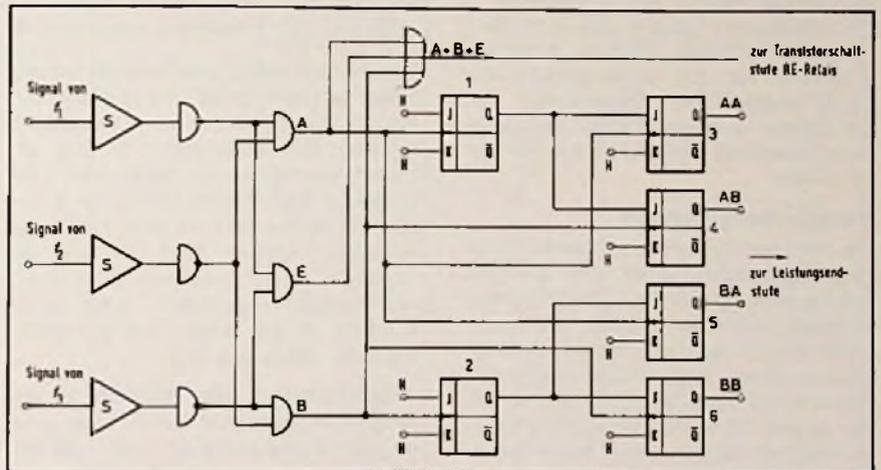


Bild 9. Selektiver Empfänger

Bild 10. Auswertelogik



nanzfrequenz der Kreise verändert und genau auf die Empfangsfrequenz abgestimmt werden. Diese aktiven RC-Filter haben Bandpaßcharakter; $Q = 60$. Die Dämpfung zu den Nachbarfrequenzen beträgt 60 dB. Die Spannung am Filterausgang reicht zur Gleichrichtung nicht aus; deshalb wurde zwischen Filterausgang und Gleichrichterstufe ein weiterer Verstärker eingebaut. Kondensatoren mit $1 \mu F$ in der Gleichrichterstufe sorgen für die nötige Ansprechverzögerung des nachgeschalteten Triggers, um so kurze Störimpulse zu unterdrücken.

Der am Ausgang der Gleichrichterstufe parallel zum Kondensator liegende Widerstand ist so dimensioniert, daß sich der Kondensator rasch entlädt. Dies ist deshalb wichtig, weil sonst bei Zeichenwechsel an allen drei EmpfängerAusgängen Gleichspannungssignale auftreten, die über die Trigger die nachfolgende Logik falsch beeinflussen. Zwischen Gleichrichterstufe und Logikeingang ist jeweils ein Trigger geschaltet; er sorgt für definierte Potentiale an den Logikeingängen.

Die Auswertelogik

Die vom Schmitt-Trigger erzeugten Signale (Bild 10) haben die nötige Flankensteilheit zum Ansteuern der Flip-Flops. Da die Trigger jedoch ein invertiertes Signal liefern, wurde hinter jeden Ausgang ein NAND-Gatter gelegt, das die Inversion wieder rückgängig macht. Die drei darauffolgenden ANDs entschlüsseln die aus den NANDs kommenden Gleichspannungssignale, die von den Wechselströmen der Frequenzen f_1, f_2 bzw. f_3 stammen. f_1 und f_2 ergeben am Ausgang des ersten AND-Gatters die „A“-Kombination; ähnlich entstehen auch die „B“- und die „E“-Kombination. Über ein ODER-Glied und einen Transistorschalter erregen sie zunächst das RE-Relais. Während „E“ die Aufgabe hat, das RE-Relais zu halten, werden aus „A“ und „B“ in der Auswertelogik die Kombinationen „AA“, „AB“, „BA“ und „BB“ gebildet. Ein Rücksetzimpuls, den die Flip-Flops über ihre Rücksetzeingänge (vom Kontakt des RE-Relais) erhalten, bringt sie vorher in die Ausgangslage.

Damit am Ausgang der Logik die genannten vier Kombinationen entstehen, müssen mindestens zwei Signale hintereinander gesendet werden.

(Kombination „AA“). Das „A“-Signal setzt den Q-Ausgang von FF 1 auf „H“. Damit liegen die J-Eingänge von FF 3 und FF 4 ebenfalls auf „H“. Bei Senden des zweiten „A“-Signals liegt der Q-Ausgang von FF 3 auf „H“, hat also positives Potential.

(Kombination „AB“). Das erste „A“-Signal setzt wieder den Q-Ausgang von FF 1 auf „H“, zusammen mit den J-Eingängen von FF 3 und FF 4. Das darauffolgende „B“-Signal taktet das „H“ des J-Eingangs von FF 4 zum Q-Ausgang.

Die Bildung der Signale „BA“ und „BB“ erfolgt analog dazu. Über die positiven Potentiale an den Q-Ausgängen der Logik werden die Transistoren der Schaltstufe durchgeschaltet. Der Vorgang entspricht dem Durchschalten des RE-Relais.

Versuchsergebnisse

Die mit der Einrichtung (Sender- und Empfängermodem) über eine Telefonleitung durchgeführten Übertragungsversuche waren erfolgreich. Störungen traten nur an den akustischen Koppelstellen durch eingestreute Nebengeräusche auf. Sie konnten (siehe Bilder 9 und 10) durch Schaumstoffmanschetten um Mikrofon und Hörer beseitigt werden.

Das Datenübertragungssystem ist wegen seiner Flexibilität in der Anwendung – man kann von jeder Telefonzelle aus die Empfangsstation anrufen – und wegen seines einfachen Aufbaus für den privaten Datenverkehr durchaus interessant. Beispielsweise könnte man damit eine Schaufensterbeleuchtung oder eine Alarmanlage aus weiter Entfernung ein- oder ausschalten. Auch ist mit solch einem System die akustische Überwachung von Kleinkindern möglich. Das sind nur einige Beispiele von vielen Anwendungsmöglichkeiten.

Literatur

- [1] Pippart, W.: Datenübertragungstechnik, Postleitfaden. Bd. 6 Fernmelde-technik.
- [2] Der Ingenieur der DBP. 19 (1970) Heft 5.
- [3] Unterrichtsblätter der DBP. 24 (1971) Heft 5.
- [4] Siemens Zeitschrift. 43 (1949) Heft 3.
- [5] Parallelmodem (Siemens-Unterlagen).
- [6] Vorläufige Schnittstellenbedingungen für das Datenübertragungssystem D 20 P der DBP. FTZ-Referat A 37.
- [7] Tietze, U. und Schenk Chr.: Halbleiterschaltungstechnik. Springer Verlag Berlin Heidelberg.

Meldungen über neue Bauelemente

Zeitschalter für Wechsel- oder Gleichspannung. Ein miniaturisierter, mit Halbleiterbauelementen aufgebauter elektronischer Zeitschalter von Artisan verzögert das Anlegen von Betriebsspannungen zwischen 24 und 240 V um genau einstellbare Intervalle zwischen 1 und 1000 s, bei Ausgangsströmen bis zu 1 A. Der Zeitschalter ist extrem zuverlässig und vollständig eingekapselt.

Schalter mit farbig leuchtendem Schalthebel. Mit dem Lever-Lite III bietet die Firma Switchcraft einen neuartigen Schalter mit modernstem Styling an. Der Schalthebel ist beleuchtet und strahlt je nach Schaltstellung eine bestimmte Farbe ab, die vom Anwender eingestellt werden kann. Neben der rastenden oder tastenden Schaltfunktion können die Silber- oder Goldkontakte 2- bis 8polig als Umschaltkontakte ausgelegt sein.

Schlebeschalter zum Einlöten in gedruckte Schaltungen. Die 2- oder 3-Positionen-Schiebeschalter von Switchcraft sind zum direkten Einlöten in gedruckte Schaltungen geschaffen. Sie haben hermetisch abgedichtete Anschlüsse und sind schwallbadtauglich. Die 2poligen Kontakte haben einen Doppelschleifer, der eine sichere Schaltfunktion gewährleistet. Die Einbauhöhe der Schalter beträgt nur 8 mm. Die gleichen Schalter sind auch für die freie Verdrahtung erhältlich.

Nullspannungsschalter für gedruckte Schaltungen. Das kleine Solid-State-Relais von Grayhill schaltet den Laststromkreis erst in der Nulldurchgangsphase ein und gibt eine sehr hohe Absicherung bei Induktionslasten. Ein- und Ausgang sind über einen Optokoppler gegen 1500 oder 2500 V isoliert. Der Kontrollschaltkreis kann mit 3...15 V oder 15...30 V Gleichspannung angesteuert werden. Die Stromaufnahme beträgt 3...10 A. Der Laststromkreis schaltet bei 240 V Wechselspannung 2, 5, 6 oder 15 A.

Subminiatur-HF-Entstördrosseln. Die Firma Sigma Products Ltd. stellt eine komplette Reihe von Subminiatur-HF-Entstördrosseln her, mit Induktivitätswerten von 0,1...1000 μ H. Eine 3fach-Isolation gewährleistet hohe Zuverlässigkeit auch bei extremen Umweltbedingungen.

Siebenstufige Präzisions-Widerstands-Dekade. Modernes Design, geringe Fehlertoleranz ($\pm 0,02\%$), großer Widerstandsbereich (100 Milliohm bis über ein Megohm) und sehr gute Temperaturkonstanz kennzeichnen die von der Burster Präzisionsmeßtechnik entwickelte Widerstands-Dekade 4107. Die kompakte 7stellige Dekade mit drahtgewickelten Präzisionswiderständen wird in einem Tischgehäuse geliefert und kann mit zwei Laschen auch in ein 19-Zoll-Gehäuse eingebaut werden.

NF-Umschalter für vier Stereoquellen. Mit dem neuen MOS-Baustein TDA 1195 von Siemens können bis zu vier Stereo-Doppelleitungen (z. B. Radio, Plattenspieler, Tonband und Mikrofon) wechselweise auf die beiden Kanäle eines Stereoverstärkers geschaltet werden. Die sehr hohe HF-Störstrahlungsfestigkeit ermöglicht auch die Verwendung des TDA 1195 in Geräten der Meß- und Regeltechnik.

Neuer 15-A-Thyristor. TAS 5310 ist die Serienbezeichnung des neuen RCA-Thyristors mit der extrem kurzen Abschaltzeit von maximal 5 μ s. Diese ermöglicht seine Verwendung bis zu 40 kHz, und zwar vorwiegend bei Puls-Modulatoren und Hochfrequenz-Invertoren. Die Thyristoren sind für folgende Spannungsbereiche gekennzeichnet: B = 200 V, D = 400 V, M = 600 V und N = 800 V. Weitere Daten: Stoßstrom bei 50 Hz = 100 A, $di/dt = 5000$ A/ μ s, $I^2t = 35$ A²s und $dv/dt = 250...600$ V/ μ s. Die Thyristoren werden in Schraubstutzengehäusen geliefert.

Vielfach-Steckverbinder. Eine neue, universell verwendbare Steckverbinder-Familie hat die Nora Norm-Plastik GmbH auf den Markt gebracht. Die Stift- und Buchsenleisten der Serie M können als Kabel/Kabel-, Kabel/Gerät- und Kabel/PC-Platten-Verbindungen benützt werden. Austauschbarkeit mit bereits vorhandenen Typen ist gewährleistet. Die Polzahlen der Isolierkörper sind: 9, 14, 20, 26, 34, 41 und 50. Verwendbar sind Leiterquerschnitte bis 1,5 mm².

Universal-Mate-N-Lok. Unter dieser Bezeichnung stellt die AMP Deutschland GmbH eine neue Serie von Vielfachsteckverbindungen vor, die in der Computertechnik, in Peripherie-Geräten und Büromaschinen genauso verwendbar sind, wie z. B. in Waschmaschinen, Rundfunk- und Fernsehgeräten oder Verkaufsautomaten. Die Stift- und Buchsengehäuse sind in der Polzahl 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12 und 15 lieferbar und eignen sich gleichermaßen als freihängende oder festmontierte Kupplung.

Für den jungen Techniker

Bauelemente — Grundwissen für Praktiker

Teil 2

Welche grundlegenden Eigenschaften die Bauelemente der Elektronik haben und wie sie in der Praxis für verschiedene Anwendungen dimensioniert werden, behandelt Otmar Kilgenstein, Professor an der Fachhochschule Nürnberg, in dieser Serie für den jungen Techniker. Einen Überblick über die Gliederung der gesamten Serie gibt der Kasten auf S. W & S 57.

1.1.2 Toleranzreihen

Da die elektrischen Kennwerte eine mehr oder weniger große Abweichung vom Soll-Wert haben können, wurden die Toleranzreihen geschaffen. Hierbei ist der relative Unterschied zwischen den einzelnen Werten immer etwa gleich groß, so daß sich daraus „krumme“ Werte ergeben.

Es ist zweckmäßig (und billiger), eine Reihe mit möglichst großer Toleranz zu wählen. Je nach Art der Bauelemente sind entweder die kompletten Normreihen oder auch nur Teile davon lieferbar. Für Widerstände genügen meistens die Reihen E 12 oder E 24, bei Kondensatoren oft E 6 oder E 12 (Tabelle 1.4).

1.1.3 Kennzeichnung

Manche Hersteller drucken die Kennwerte unverschlüsselt auf das Bauelement auf, andere verwenden einen Farbcode zur Kennzeichnung. Besonders bei Schichtwiderständen hat sich der Farbcode weitgehend durchgesetzt. Hingegen ist bei Kondensatoren meist der „Klartext“ zu finden.

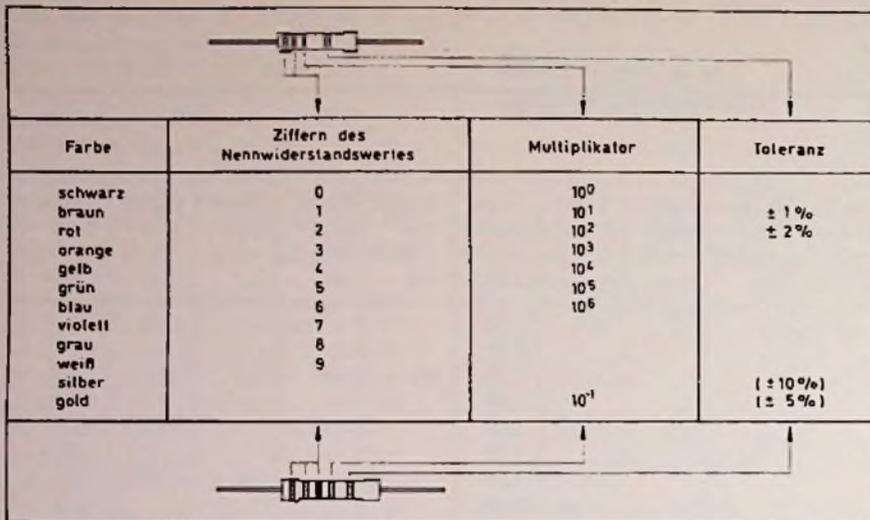
Reihe E 6 ± 20 % Tol.	Reihe E 12 ± 10 % Tol.	Reihe E 24 ± 5 % Tol.	Reihe E 48 ± 2 % Tol.	Reihe E 96 ± 1 % Tol.	Reihe E 6 ± 20 % Tol.	Reihe E 12 ± 10 % Tol.	Reihe E 24 ± 5 % Tol.	Reihe E 48 ± 2 % Tol.	Reihe E 96 ± 1 % Tol.
1.0	1.0	1.0	1.00	1.00				3.16	3.16
			1.05	1.05	3.3	3.3	3.3	3.32	3.24
		1.1	1.10	1.07				3.40	3.40
			1.15	1.10			3.6	3.48	3.48
			1.18	1.13				3.57	3.57
			1.21	1.15			3.9	3.65	3.65
	1.2	1.2	1.21	1.18				3.74	3.74
			1.24	1.21		3.9	3.9	3.83	3.83
		1.3	1.27	1.24				4.02	3.92
			1.30	1.27				4.02	4.02
			1.33	1.30			4.3	4.22	4.12
			1.37	1.33				4.22	4.22
			1.40	1.37				4.32	4.32
			1.43	1.40				4.42	4.42
			1.47	1.43				4.53	4.53
1.5	1.5	1.5	1.54	1.47	4.7	4.7	4.7	4.64	4.64
			1.58	1.54				4.87	4.87
		1.6	1.62	1.58			5.1	4.99	4.99
			1.65	1.62				5.11	5.11
			1.69	1.65				5.23	5.23
			1.74	1.69				5.36	5.36
			1.78	1.74				5.49	5.49
	1.8	1.8	1.82	1.78		5.6	5.6	5.62	5.62
			1.87	1.82				5.76	5.76
			1.91	1.87				5.90	5.90
			1.96	1.91				6.04	6.04
		2.0	2.00	1.96			6.2	6.19	6.19
			2.05	2.00				6.34	6.34
			2.10	2.05				6.49	6.49
			2.15	2.10	6.8	6.8	6.8	6.65	6.65
2.2	2.2	2.2	2.26	2.15				6.81	6.81
			2.32	2.26				6.98	6.98
			2.37	2.32				7.15	7.15
		2.4	2.43	2.37			7.5	7.32	7.32
			2.49	2.43				7.50	7.50
			2.55	2.49				7.68	7.68
			2.61	2.55				7.87	7.87
			2.67	2.61				8.06	8.06
	2.7	2.7	2.74	2.67		8.2	8.2	8.25	8.25
			2.80	2.74				8.66	8.66
			2.87	2.80				8.45	8.45
			2.94	2.87			9.1	8.87	8.87
		3.0	3.01	2.94				9.09	9.09
			3.09	3.01				9.31	9.31
				3.09				9.53	9.53
								9.76	9.76

Tabelle 1.4. IEC-Normreihen

1.1.3.1 Widerstandsfarbcode

In Tabelle 1.5 ist der gebräuchliche Widerstandsfarbcode dargestellt. Wäh-

rend bei Widerständen der IEC-Reihen E 6, E 12 und E 24 eine Kennzeichnung mit insgesamt vier Ringen ausreicht (zwei Zahlen, ein Multiplikator und ein



Farbe	Ziffern des Nennwiderstandswertes	Multiplikator	Toleranz
schwarz	0	10^0	$\pm 1\%$
braun	1	10^1	
rot	2	10^2	$\pm 2\%$
orange	3	10^3	$(\pm 10\%)$ $(\pm 5\%)$
gelb	4	10^4	
grün	5	10^5	
blau	6	10^6	
violett	7		
grau	8		
weiß	9		
silber		10^{-1}	
gold			

Tabelle 1.5. Widerstandsfarbcod

Farbpunkt Kapazitäts-Multiplikator	Farbpunkt	1. Streifen (Kuppe)		2. Streifen (Ring)		3. Streifen (Basis)
		Nennkapazität μF		Nennspannung V		
		1. Ziffer	2. Ziffer	1. Ziffer	2. Ziffer	Nennspannung V
0,01	grau	—	0	schwarz	3	weiß
0,1	weiß	1	braun	1	braun	6,3
1	schwarz	2	rot	2	rot	10
10	braun	3	orange	3	orange	16
		4	gelb	4	gelb	20
		5	grün	5	grün	25
		6	blau	6	blau	35
		7	violett	7	violett	
		8	grau	8	grau	
		9	weiß	9	weiß	

Tabelle 1.6. Tantalkondensatoren-Farbcod

Tabelle 1.7. Kennzeichnung der Liefertoleranzen

Kennbuchstabe	Kapazitäts- oder Widerstandstoleranz oder A_L -Wert-Tol.	Kennbuchstabe	Kapazitäts- oder Widerstandstoleranz
A	$\pm 3\%$	N	$\pm 30\%$
B	$\pm 0,1 \mu F, \Omega, \%$	P	+100%
C	$\pm 0,25 \pm 0,2 \mu F, \Omega, \%$	Q	- 0%
D	$\pm 0,3$	R	+ 30%
E	$\pm 0,5 \mu F, \Omega, \%$	S	- 10%
F	$\pm 1 \mu F, \Omega, \%$	T	+ 30%
G	$\pm 2 \mu F, \Omega, \%$	U	- 20%
H	$\pm 2,5\%$	V	+ 50%
J	$\pm 5\%$	W	- 10%
K	$\pm 10\%$	X	+ 80%
L	$\pm 15\%$	Y	- 0%
M	$\pm 20\%$	Z	+ 20%

Zur Verschlüsselung der Toleranzen von Kapazitäts-, A_L - und Widerstandswert werden die Buchstaben nach IEC-Publikation 62/1968 verwendet.

Toleranzring), sind bei den Reihen E 48 und E 96 insgesamt fünf Ringe angebracht. Bei diesen Reihen müssen je drei Zahlen dargestellt werden (Tabelle 1.4), was noch einen weiteren Zahlenring erfordert. Diese Kennzeichnung mit fünf Ringen ist besonders bei den genauen (und teuren) Metallschichtwiderständen gebräuchlich.

Beispiel. Wie ist ein Widerstand von $4,7 \text{ k}\Omega \pm 10\%$ gekennzeichnet?

Aus Tabelle 1.5 ist zu entnehmen: gelb, violett, rot, silber.

Beispiel. Was bedeutet die Kennzeichnung orange-blau-grün-orange-rot?

Lösung: $365 \text{ k}\Omega \pm 2\%$.

Damit bei den Toleranzangaben braun ($\pm 1\%$) und rot ($\pm 2\%$) nicht an der falschen Seite mit dem Zählen der Ringe begonnen wird, wird entweder zwischen dem Multiplikatorring und dem Toleranzring ein größerer Abstand eingehalten, oder der erste Zahlenring beginnt deutlich weiter außen am Anschlußdraht als der Toleranzring.

Bei manchen Widerständen, besonders solchen aus Draht, wird die Kennzeichnung des Widerstandswertes durch zwei Ziffern und einen Buchstaben angegeben. Die Buchstaben R für 10^3 ;

Beispiel. Was bedeuten die Symbole R 39, 2 R 7 und 33 R?

Lösung: $0,39 \Omega$; $2,7 \Omega$; 33Ω .

Beispiel. Wie werden damit Widerstände von $47 \text{ k}\Omega$, $8,2 \text{ k}\Omega$ und $1,2 \text{ M}\Omega$ gekennzeichnet?

Lösung: 47 k ; $8 \text{ k} 2$; $1 \text{ M} 2$.

1.1.3.2 Tantal-Kondensatoren-Farbcod

Manche Hersteller kennzeichnen die Tantal-Trocken-Elkos (in der Tropfenform) mit einem Farbcod, wie er in Tabelle 1.6 gezeigt ist.

Durch die Anordnung des Farbpunktes ist gleichzeitig die Polarität des Kondensators angegeben. Bei manchen Typen, die gleiche Farben für die Kuppe und den ersten Ring aufweisen, können diese beiden nicht unterschieden werden. Dann ist der Kondensator scheinbar nur zweifarbig und trägt noch den entsprechenden Farbpunkt. Da Elkos wegen der großen Fertigungstoleranz nur nach den Werten der Reihe E 6 hergestellt werden, kommt die Gleichfarbigkeit von Kuppe und erstem Ring nur bei den Zahlenkombinationen 22 und 33 vor.

Beispiel. Ein Tantal-Tropfen-Kondensator ist im oberen Teil orange und im unteren Teil schwarz gefärbt. Der Punkt ist weiß. Welche Kenndaten hat dieser Kondensator?

Nach Tabelle 1.6 handelt es sich um einen Kondensator von $3,3 \mu F/10 \text{ V}$.

Beispiel. Wie muß ein Elko von $470 \mu F/6,3 \text{ V}$ gekennzeichnet sein?

Arpad A. Bergh / P. J. Dean
Lumineszenzdioden
 Grundlagen – Halbleitende
 Verbindungen – Anwendungen
 1976. 210 S. 82 Abb. und 8 Tab.
 Broschiert DM 35,-

Dr.-Ing. Rüdiger Kaspers
**Systemanalyse
 Systemplanung
 Systemrealisierung bei
 Prozeßrechnerprojekten**
 1976. 148 S. 14 Abb. 2 Tab.
 Kartoniert DM 18,-

Dr.-Ing. Heinz Meinhold
Was ist Elektronik?
 4., völlig überarbeitete und erwei-
 terte Auflage
 1976. 184 S. 115 Abb. Kl. DM 16,-

Dr.-Ing. Heinz Meinhold
Schaltungen der Elektronik
 4., umgearbeitete u. erw. Aufl. 1976.
 140 S. 115 Abb. Kl. DM 12,80

Prof. Dr. Otger Neufang
Digitale Systeme
 Teil I: Schaltnetze
 1976. 222 S. 170 Abb. 15 Tab.
 Broschiert DM 22,80
 (Hüthig-Aufgabensammlung)

Die vorliegende Aufgaben-
 sammlung führt aufgrund ihres did-
 aktisch geschickten Aufbaus in
 leicht faßlicher Weise in den Ent-
 wurf digitaler Systeme ein. Zu
 sämtlichen Aufgaben werden die
 vollständig durchgerechneten Lö-
 sungen angegeben.

Teil II: Schaltwerke
 In Vorbereitung

Dr. Dietrich Pabst
Operationsverstärker*
 Grundlagen und Anwendungs-
 beispiele
 3., bearbeitete Auflage 1976.
 88 S. 82 Abb. Kartoniert DM 11,80

Das vorliegende Buch gibt eine
 Einführung in den Operationsver-
 stärker, der in der Analogrechen-
 und Automatisierungstechnik
 immer größere Verbreitung findet.
 Neben der Einführung in den realen
 Operationsverstärker werden viele
 Anwendungsbeispiele angeführt,
 wobei einige Schaltungen mit
 genauer Dimensionierung ange-
 geben werden, um auf mögliche
 Fehlerquellen aufmerksam zu
 machen.

Prof. Dr.-Ing. Gottfried Fritzsche
**Informationsübertragung
 Wissenspeicher***
 1977. Ca. 400 S. 250 Abb. 50 Taf.
 Kst. ca. DM 44,-

Dieses als „Wissenspeicher“ be-
 zeichnete Repetitorium gibt in
 kurzer, knapper Form einen Über-
 blick über die Informationsüber-
 tragung. Sie tangiert Gebiete wie
 lineare Vierpolanalyse, Netzwerk-
 synthese, Systemtheorie oder In-
 formationstheorie. Darüber hinaus
 werden die Grundlagen der Mathe-
 matik und Elektrotechnik umrissen.

Prof. Dr. Horst Heynert
Grundlagen der Bionik
 1977. 235 S. 100 Abb. Kst. DM 32,-
 (Lizenzausgabe des Deutscher
 Verlag der Wissenschaften, Berlin)

Die Bionik ist eine junge Wissen-
 schaftsdiziplin, die aus den Er-
 kenntnissen der Biologie neue Lö-
 sungen für die Probleme der Tech-
 nik sucht. Das Buch gibt einen
 Überblick über den derzeitigen
 Wissensstand der Bionik. Hierzu
 gehören die Strukturbionik, die
 Energetabionik, die Informations-
 bionik und Molekularbionik.

Dr. Wilhelm Ackmann
**Zuverlässigkeit elektro-
 nischer Bauelemente**
 1976. 136 S. 57 Abb. und 9 Tab.
 Broschiert DM 16,80

In dem vorliegenden Band sind die
 wichtigsten Aspekte der Zuver-
 lässigkeit von Bauelementen für
 Hersteller und Anwender zusam-
 mengefaßt. Die grundlegenden
 Fragen werden kurz angesprochen
 und damit die Möglichkeit zum De-
 tailstudium bzw. zur Lösung der
 anstehenden Probleme gegeben.

Dr. Heinz Stürtz
 Dr. Walter Cimander
**Logischer Entwurf
 digitaler Schaltungen***
 Leitfaden und Aufgaben

1977. 200 S. 79 Abb. 252 Taf.
 Kunststoffeinfband ca. DM 22,-
 Nach einer kurzen Darstellung der
 theoretischen Grundlagen und
 wichtigsten Rechenregeln vor jedem
 Aufgabenkomplex sind praxisnahe
 Übungsaufgaben unterschiedlichen
 Schwierigkeitsgrades mit ausführ-
 lichen Lösungen enthalten.



Mitglied der
 „Informations-
 gemeinschaft
 elektro“

Prof. Dr.-Ing. E.-G. Woschni
 Dr.-Ing. M. Krauß
Informationstechnik*

Signal – System – Information
 – Arbeitsbuch –
 1977. 468 S. 389 Abb. 44 Tafeln.
 Ganzleinen DM 56,-

Edmund Stirner
Antennen
 Band 1: Grundlagen
 1977. Ca. 230 S. 111 Abb.
 Kartoniert ca. DM 28,-

In diesem Buch werden die mathe-
 matischen Hilfsmittel bewußt ele-
 mentar gehalten, damit sich der
 Leser schnell in die Grundlagen
 der Antennentechnik einarbeiten
 kann. Hingegen werden die physi-
 kalischen Betrachtungen ausführ-
 lich behandelt. Dadurch wird ein
 Wissensfundament geschaffen, das
 ein nahtloses Eindringen in die
 Spezialliteratur ermöglicht.

Hüthig

Neuerscheinungen

Dr.-Ing. W. P. Schneider
 Dipl.-Ing. R. Roggan
**Simulation mit analogen
 Rechenschaltungen**
 1977. Ca. 150 S. ca. 65 Abb.
 Kartoniert ca. DM 24,-

Dieses Buch gibt eine Einführung
 in die verschiedenen analogen
 Rechenschaltungen, die später
 anhand von Beispielen zur Simu-
 lation analoger Systeme vereinigt
 werden. Viele durchgerechnete
 Aufgaben tragen zum tieferen Ver-
 ständnis bei.

Prof. Dr.-Ing. Reinhold Paul
Halbleiterdioden*
 1976. 452 S. 237 Abb. 49 Tafeln.
 Ganzleinen DM 48,-
 (Elektronische Festkörperbau-
 elemente)

Dr.-Ing. Reinhard Fritz
**Elektronische
 Meßwertverarbeitung**
 Schaltungen und Systeme
 1977. Ca. 220 S. ca. 198 Abb.
 ca. 6 Tab. Kart. ca. DM 32,-

Prof. Dr.-Ing. Siegfried Pfüller
Halbleitermeßtechnik*
 1977. Ca. 288 S. 172 Abb. 11 Taf.
 Ganzleinen DM 28,-
 (Elektronische Festkörperbau-
 elemente)

In diesem Buch werden alle Meß-
 verfahren, die zur physikalisch-
 elektronischen Charakterisierung
 halbleitender Elemente und Ver-
 bindungen dienen, vorgestellt.

Erich Renz
PIN- und Schottky-Dioden
 Technologie-Herstellung-
 Anwendung
 1976. 312 S. 347 Abb. 22 Tab.
 Kunststoffeinfband DM 64,-

Die Forderung nach immer höheren
 Frequenzen in der Nachrichtenüber-
 tragungstechnik führt u. a. zur
 serienreifen Entwicklung der PIN-
 und Schottky-Dioden. Die beiden
 Bauteile, die bis vor kurzem fast
 ausschließlich in der Raumfahrt-
 elektronik und der Nachrichten-
 technik Anwendung fanden,
 werden heute in zunehmendem
 Maße in Automation oder Eingangs-
 stufen von Alarmanlagen zur Raum-
 überwachung in Dopplerradar oder
 zur Verkehrüberwachung und nicht
 zuletzt in dem zur Diskussion stehen-
 den 12-GHz-Fernsehsystem zum
 direkten Empfang über Satelliten
 eingesetzt.

Prof. Dr. Dipl.-Ing. Hans Schmid
**Theorie und Technik der
 Nachrichtenkelabel**
 1976. 507 S. 227 Abb. 70 Tabellen.
 Kunststoffeinfband DM 108,-

Das Nachrichtenkelabel ist ein
 wichtiges Element der Nachrichten-
 übertragung. Der Autor des vor-
 liegenden Buches hat es verstanden,
 aus einer Vielzahl von Einzelunter-
 suchungen einen umfassenden
 Überblick über die heutigen Erkennt-
 nisse der Nachrichtenkelabel zu ver-
 mitteln. Neben dem Erarbeiten der
 theoretischen Grundlagen wird die
 Herstellung und Anwendung von
 Nachrichtenkelabeln sehr eingehend
 beschrieben.

Prof. Dr. Horst Rühl
**Matrizen und Determinanten
 in elektronischen
 Schaltungen**
 1977. 285 S. 73 Abb. 7 Tabellen.
 Broschiert DM 28,80

Die mathematischen Grundlagen der
 Matrizenrechnung werden hier so
 abgehandelt, wie sie innerhalb der
 Elektrotechnik und speziell der Elek-
 tronik benötigt werden. Sie werden
 präzise erklärt, wobei die Probleme
 der Transformationen, Eigenwert-
 probleme und Matrizenfunktionen
 berücksichtigt werden.

Prof. Dr.-Ing. Walter Janssen
Hohlleiter und Streifenleiter
 1977. Ca. 150 S. ca. 163 Abb.
 ca. 12 Tab. Kl. ca. DM 28,-

Dieses Buch gibt dem Leser die
 Möglichkeit, die Grundlagen der
 Mikroleitungen kennenzulernen,
 die die Basis für das Verständnis
 moderner Mikrowellensysteme
 bilden. Tabellen und Bilder ergän-
 zen die theoretischen Erläuterungen.
 Aufgaben mit den dazugehörigen
 Lösungen bringen dem Leser die
 Problematik des behandelten Stoffes
 näher.

Dr. Alfred Hüthig Verlag
 Akademiestraße 6
 Telefon (06221) 489-255
 6900 Heidelberg 1

*Lizenzausgabe des VEB Verlag
 Technik, Berlin
 Vertriebsgebiet: BRD, Westberlin
 und Schweiz

Lösung: gelbe Kuppe, violetter Ring, gelber Körper und brauner Punkt.

1.1.3.3 Kennzeichnung der Liefertoleranz
Die zulässigen Toleranzen der elektrischen Werte bei der Lieferung werden teilweise im Datenblatt mit den in Tabelle 1.7 gezeigten Buchstaben symbolisiert. Teilweise findet man aber auch den unverschlüsselten Aufdruck auf den Bauelementen.

1.1.3.4 Kennzeichnung bei Keramik-Kleinkondensatoren

Bei Keramik-Kleinkondensatoren reicht oft der Platz nicht aus, um das Bauelement durch Beschriftung kennzeichnen zu können. Deshalb wird bei Kondensatoren des Typs 1 der Temperaturkoeffizient durch verschiedenfarbige Punkte angegeben. Außerdem werden die Angaben für Toleranz und Betriebsspannung verschlüsselt nach Tabelle 1.8 angebracht.

Die Keramik-Kondensatoren vom Typ 2 werden ähnlich wie die vom Typ 1 gekennzeichnet. Allerdings fällt die Farbkennzeichnung des Temperaturkoeffizienten weg. Außerdem sind auch teilweise die Kennbuchstaben wegen der anderen Toleranzgrenzen verschieden von denen nach Tabelle 1.8.

Tabelle 1.9 zeigt die Kennzeichnung der Keramik-Kondensatoren vom Typ 2 durch Grundfarbe mit Aufdruck; in Tabelle 1.10 ist die vollständige Farbkennzeichnung aufgeführt.

1.1.3.5 Kennzeichnung von Kunststoffolienkondensatoren

Diese Kondensatoren sind teilweise im „Klartext“, teilweise durch einen Farbcode gekennzeichnet. Tabelle 1.11 zeigt die Normierung für den üblichen Kapazitätsbereich.

1.2 Widerstände

1.2.1 Kohleschichtwiderstände

Der Kohleschichtwiderstand wird weitestgehend am häufigsten verwendet. Er ist von allen gebräuchlichen Widerstandsarten am billigsten in der Herstellung, wird in Werten von einigen zehntel Ohm bis zu etwa 100 MΩ geliefert und im Leistungsbereich von 0,5...20 W

Tabelle 1.8. Kennzeichnung der Keramik-Kondensatoren vom Typ 1 (oben)

Tabelle 1.9. Kennzeichnung der Keramik-Kondensatoren vom Typ 2 mit Grundfarbe und Aufdruck (unten)

Grundfarbe		Kennzeichnung durch Farbzeichen				Aufschrift				
Grundfarbe	Typ	Farbzeichen ¹⁾	Handelsname	Ziffern + Buchstabe	Zahlenwert der Kapazität in pF, nF, µF	großer Buchstabe	Kapazitätstoleranz	kleiner Buchstabe ²⁾	Nennspannung	
farblos oder grau	1A	rot+violett	P 100	Buchstabe an Komma-Stelle p für pF n für nF µ für µF	B C D E F G H J K L M	C < 10 pF in pF C ≥ 10 pF in %	±0,1 ±0,25 ±0,5 ±1 ±2 ±5 ±10 ±20	a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w	50 V ₋ 125 V ₋ 160 V ₋ 250 V ₋ 350 V ₋ 700 V ₋ 1000 V ₋ 250 V _~ 350 V _~ 500 V _~	
		schwarz	NP 0							
	braun	N 033								
	blau + braun	N 047								
	rot	N 075								
	orange	N 150								
	gelb	N 220								
	grün	N 330								
	blau	N 470								
	violett	N 750								
	orange + orange	N 1500								
			gelb + orange							N 2200
			grün + orange							N 3300
		blau + orange	N 4700							
		blau	N 5600							

Kennzeichnungsbeispiel: Rohrkondensator N 150/1B 47 pF ± 5% ROQK 400 V.

Die kleinen Abmessungen mancher Kondensatoren lassen eine vollständige Beschriftung jedoch nicht immer zu

1) Ausgenommen Berührungsschutz-Kondensatoren
2) Falls Nennspannung von 400 V₋ abweicht
3) Zusätzlich weißes Farbzeichen am Außenbelag-Anschluß

Grundfarbe		Kennzeichnung durch Farbzeichen				Aufschrift		
Grundfarbe	Typ	Ziffern + Buchstabe	Zahlenwert der Kapazität in pF, nF, µF	großer Buchstabe	Kapazitätstoleranz	kleiner Buchstabe ¹⁾	Nennspannung	
farblos oder braun	2	Buchstabe an Komma-Stelle p für pF n für nF µ für µF	K M P R S U Z	±10 ±20 +100/-0 +30/-20 +50/-20 +80/-20	C ≥ 10 pF in %	a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w	50 V ₋ 125 V ₋ 160 V ₋ 250 V ₋ 350 V ₋ 700 V ₋ 1000 V ₋ 250 V _~ 350 V _~ 500 V _~	
rot	2P							
gelb	2R							
blau	2T							

Kennzeichnungsbeispiel: Rohrkondensator K 4000 3,3 nF +50/-20% 700 V.

Die kleinen Abmessungen mancher Kondensatoren lassen eine vollständige Beschriftung jedoch nicht immer zu

1) Falls Nennspannung von 400 V₋ abweicht
2) Ausgenommen Miniaturscheiben-, Impuls- und Berührungsschutz-Kondensatoren

Vollständige Farbkennzeichnung						
Grundfarbe	Typ	Farbe der vier Streifen oder Ringe	1. Ziffer des Kapazitätswertes	2. Ziffer des Kapazitätswertes	Multiplikator für Kapazitätswert in pF	Kapazitäts-toleranz in %
braun	2	schwarz	1	0	1	±20
		braun	1	1	10	
		rot	2	2	10 ²	
		orange	3	3	10 ³	
		gelb	4	4	10 ⁴	
		grün	5	5		
		blau	6	6		±10
		violett	7	7	10 ⁻²	
		grau	8	8	10 ⁻¹	
		weiß	9	9		

Kennzeichnungsbeispiel

Zwischenraum in Grundfarbe

Tabelle 1.10. Kennzeichnung der Keramikcondensatoren vom Typ 2 durch vollständige Farbauszeichnung

gebaut. Spezielle Kohleschichtwiderstände gibt es als sehr hochohmige Ausführung sogar bis 10 TΩ (10 000 MΩ). Wo die Eigenschaften der Kohleschichtwiderstände nicht ausreichen, werden andere Arten verwendet: Drahtwiderstände, Metallschichtwiderstände oder Metallfilmwiderstände. Um entscheiden zu können, ob ein billiger Kohleschichtwiderstand oder ein vielfach teurerer Metallfilmwiderstand eingesetzt werden muß, ist die Kenntnis der wichtigsten Eigenschaften unbedingt notwendig. Nach der Definition der Güteklasse (0,5 bis 5) ist die höchstzulässige Belastung bei der maximalen Umgebungstemperatur angegeben, die meist 70 °C beträgt. Dabei darf die Soll-Verlustleistung nicht überschritten werden. Bei höheren Umgebungstemperaturen muß die zulässige Verlustleistung entsprechend der Lastminderungskurve (Bild 1.1) reduziert werden. Die oberste Kurve in Bild 1.1 zeigt die Lastminderungskurve für übliche An-

Sammelbox + Einbanddecke

1976 Die Fachzeitschrift als Dokumentation!



Plastik-Sammelbox mit Angabe des Titels und Jahrgangs der Fachzeitschrift.

Archivieren Sie Ihren Jahrgang 1976; dann dient Ihnen Ihre Fachzeitschrift noch über Jahre hinaus als Informationsquelle.

Bestellen Sie die Sammelboxen und Einbanddecken auf dem Coupon und senden diesen an uns; oder schreiben Sie einfach eine Postkarte.

Coupon

Liefere Sie mir/uns
 Stück Sammelboxen zum Preis von DM 14.80
 Stück Einbanddecken zum Preis von DM 9.80
 (beide Preise plus Versandkosten)
 für die Zeitschrift: Funk-Technik

Firma/Name

Straße/Postfach

PLZ/Ort

Land

Coupon ausschneiden und senden an: **Hüthig & Pflaum Verlag**
 Vertriebs- und Auslieferungsservice · Postf. 10 28 69 · D-6900 Heidelberg

Kapazität µF	Farbstreifen					Toleranz	Spannung
	1	2	3	4	5		
0,010	braun	schwarz	orange				
0,015	braun	grün	orange				
0,022	rot	orange	orange				
0,033	orange	orange	orange				
0,047	gelb	violett	orange				
0,068	blau	grau	orange				
0,10	braun	schwarz	gelb				
0,15	braun	grün	gelb			weiß (±10%)	rot (250V _~)
0,22	rot	rot	gelb				
0,33	orange	orange	gelb			schwarz (±20%)	gelb (400V _~)
0,47	gelb	violett	gelb				
0,68	blau	grau	gelb				
1,0	braun	schwarz	grün				
1,5	braun	grün	grün				
2,2	rot	rot	grün				

Tabelle 1.11. Kennzeichnung von Kunststoffollenkondensatoren

forderungen nach DIN 44051 (z. B. Unterhaltungselektronik) und für erhöhte Anforderungen (DIN 44052). Die mittlere Kurve gilt für erhöhte Anforderungen mit kleiner Drift und kleiner Ausfallrate (DIN 44055) und die unterste Kurve für Präzisionswiderstände (DIN 44053), z. B. für Meßgeräte oder professionelle Anwendung. Aus Bild 1.1 ist deutlich zu erkennen, daß größere Zuverlässigkeit und Verbesserung der Eigenschaften des Widerstands nur durch geringere Belastung erzielt werden kann. Das bedeutet aber, wenn die Schaltung nicht geändert wird, daß für die Bewältigung einer vorgegebenen Verlustleistung nur die Verwendung eines Widerstands mit noch höherer Soll-Verlustleistung

(größeres Volumen) das gewünschte Ergebnis bringt. Die sich im Widerstand einstellende maximale Übertemperatur kann aus Bild 1.2 abgelesen werden. Da der Widerstand nach Bild 1.1 bei der Nenntemperatur von 70 °C eine maximale Verlustleistung von 0,35 W haben darf, kann mit Bild 1.2 die maximal auftretende Temperatur ermittelt werden. Mit der Übertemperatur von 60 °C bei 0,35 W und der Nenntemperatur von 70 °C ergibt sich also eine maximale Temperatur am Widerstandskörper von 70 °C + 60 °C = 130 °C. Ein Widerstand soll möglichst bei allen vorkommenden Betriebsbedingungen seinen konstanten Wert behalten. Dieser Idealfall ist nicht zu verwirklichen.

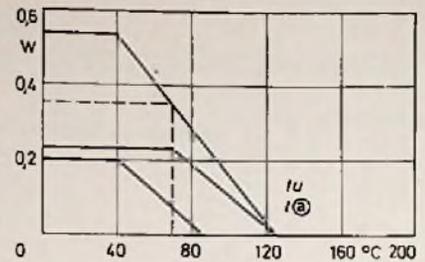


Bild 1.1. Lastminderungskurven von Kohleschichtwiderständen

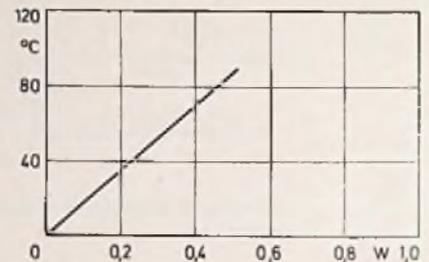


Bild 1.2. Übertemperatur des Kohleschichtwiderstands

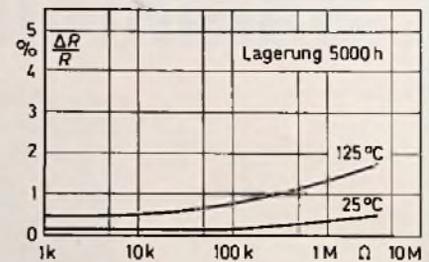


Bild 1.3. Relative Änderung bei Lagerung von Kohleschichtwiderständen

BMR 6
Bildröhren-Meßplatz und Regenerierautomat mit Regenerierprogramm und Schlußautomatik; Bildschirmkontrolle mit dem Diffusionsbild ohne Ablenktheit (Pat. angem.); Maße: 47×29×23 cm.

Gew.: 15 kg;
Preis: 1698,- DM + MWST.

hergestellt mit der längsten erfahrung in der regeneriertechnik

BMR 7
Bildröhren-Meß-Regenerator; regeneriert mit Erfolg und beseitigt Schlüsse; Emissionen messen - Kennlinienaufnahme - Schlußmessen;

Maße: 23×14×18 cm;
Gew.: 4,5 kg;
Preis: 490,- DM + MWST.

Kabel für S/W-mini + 110°, Color-Dickhals, -Dünnhals und -IN-LINE sind im Preis enthalten. Lieferung direkt durch den Hersteller oder den Fachgroßhandel.

Ulrich Müter, Spezialhersteller f. Bild-Röhren-Meß-Regeneratoren
Kriedillweg 38, 4353 Oer-Erkenschwick, Telefon (0 23 68) 20 53

DAS GRÖSSTE FILMANGEBOT DER WELT

Über 15.000 Super-8 Spielfilme u. Dias aller Interessengebiete
Preislisten + Prospekte kostenlos!

Wir erfüllen ALLE Filmwünsche zu absoluten Niedrigstpreisen

300seitige Farbkataloge gegen DM 10,- (Schein) Schutzgebühr
Jedem 20. Katalogbesteller schenken wir zusätzlich einen Int. S-8 Color-Spielofilm im Werte von DM 69,-
VERSA GmbH, Abt. 82/14 Sonnenberger Str. 22, 6200 Wiesbaden

IMRA BILDROHREN SEIT 1959
mit dem größten Programm

Auszug aus unserem großen Programm

A-63-11-16-17-120-200-X	288,-
A-65-120-A-66-120-X	344,-
A-66-140-X	344,-
A-67-140-150-200-X-200/02	309,-
A-67-100-120-130-X	309,-

IMPORT-EXPORT IMRA-Fernsehbildröhren

Kehrstraße 83, 4054 Nettetal-2-Kaldenkirchen, Telefon (0 21 57) 64 20

AltKolben nicht erforderlich, Mehrpreis DM 20,-. Die Preise verstehen sich inkl. 11% MWST. Bitte fordern Sie unsere Liste über unser gesamtes Programm.

Schon bei der Lagerung wie auch im Betrieb treten Veränderungen des Widerstandswertes ein, die bei der Konzeption einer Schaltung berücksichtigt werden müssen.

In den Bildern 1.3 bis 1.5 sind diese nichtreversiblen (nichtzurückgehenden) Veränderungen dargestellt.

Diese Änderungen des Widerstandswertes sind sowohl von der Zeit, wie von der Temperatur und auch noch von der Größe des Widerstandswertes abhängig.

Während die Veränderungen nach Bild 1.3 bis 1.5 bleiben, ist die Änderung, die der Temperaturkoeffizient verursacht, reversibel. Bild 1.6 zeigt den typischen Verlauf des Temperaturkoeffizienten in Abhängigkeit von der Höhe des Widerstandswertes. Der Temperaturkoeffizient von Kohleschichtwiderständen ist prinzipiell negativ und erhöht sich (absolut gesehen) mit steigendem Widerstandswert.

Beispiel. Ein Kohleschichtwiderstand mit $200 \text{ k}\Omega/0,35 \text{ W}$ wurde zunächst bei der Lieferung gemessen, dann nach langer Lagerung bei 25°C , anschließend unter Belastung bei 70°C (1000 h) und schließlich nach der Tropenprüfung.

Wie groß kann ungünstigenfalls die bleibende Änderung sein? Lösung: Man erhält aus Bild 1.3 den Wert 0,2 %, aus Bild 1.4 0,8 % und aus Bild 1.5 nochmals 0,7 %, also insgesamt 1,7 %.

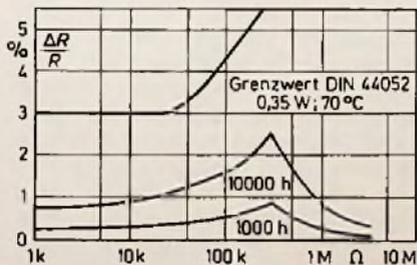


Bild 1.4. Relative Änderung bei Belastung von Kohleschichtwiderständen

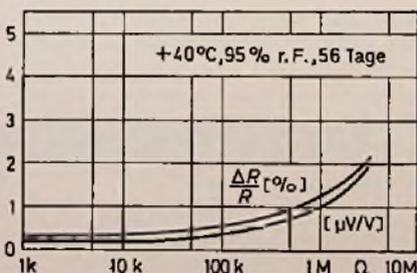
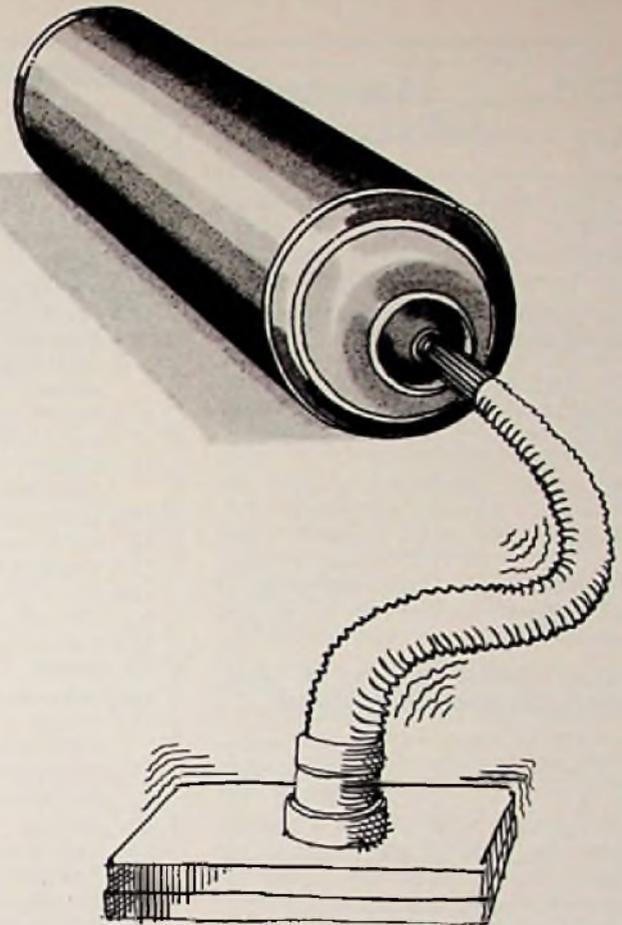


Bild 1.5. Tropenprüfung und Rauschen von Kohleschichtwiderständen

Praxis-Problem Nr. 2: Gestörte Schaltfunktionen durch verschmutzte Kontakte



Die wirkungsvollsten Helfer für Reinigung und Pflege: Kontakt 60, 61 und WL

Welche vergleichbaren Sprays könnten Ihnen Gleiches bieten: Lösen, Umwandeln, Reinigen, Schützen? Dieser Vielfacheffekt hat sie berühmt gemacht. KONTAKT 60, 61 und WL. Sie sprühen Schmutz-, Oxyd- und Sulfidschichten einfach weg. Das Ergebnis: einwandfreie Schaltfunktionen und anhaltender Korrosionsschutz - im Handumdrehen.

So helfen Produkte der Kontakt-Chemie Zeit und Kosten sparen. Darauf vertrauen Fachleute in aller Welt. Gern senden wir Ihnen ausführliche Informationen. Der Coupon macht es Ihnen leicht.

Informations-Coupon

- Ich möchte mehr über KONTAKT 60, 61 und WL wissen.
- Bitte schicken Sie mir zusätzlich Ihre kostenlose Broschüre „Saubere Kontakte“ mit nützlichen Werkstatt-Tips.



Firma _____
Name _____
Ort _____ Straße _____ Tel. _____

KONTAKT
CHEMIE

7550 Rastatt
Postfach 1609
Telefon 07222 / 34296

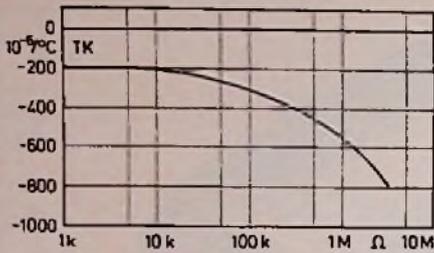


Bild 1.6. Temperaturkoeffizient des Kohleschichtwiderstands

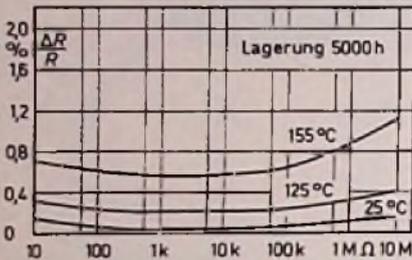


Bild 1.7. Relative Änderung bei Lagerung von Metallschichtwiderständen

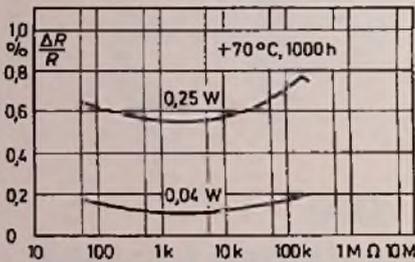


Bild 1.8. Relative Änderung bei Belastung von Metallschichtwiderständen

Beispiel. Wie groß ist die relative Änderung des Widerstandswertes bei einer Temperaturänderung von 50 °C? Nach Bild 1.6 ergibt sich $-380 \cdot 10^{-6} \cdot 50 = -2\%$. Werden die reversiblen und nichtreversiblen Änderungen addiert, so ergeben sich ungünstigenfalls 3,7%.

Beilagenhinweis

Einem Teil unserer Ausgabe liegt die Beilage Sammelbox und Einbanddecken des HÜTHIG und PFLAUM Vertriebservice, Heidelberg, bei.

Wir bitten unsere Leser um Beachtung!

Gliederung der Serie

1. Passive Bauelemente
 - 1.1 Allgemeine Grundlagen
 - 1.1.1 Anwendungsklassen
 - 1.1.2 Toleranzreihen
 - 1.1.3 Kennzeichnung
 - 1.2 Widerstände
 - 1.2.1 Kohleschichtwiderstände
 - 1.2.2 Metallschichtwiderstände
 - 1.2.3 Drahtwiderstände
 - 1.2.4 Einstellbare Widerstände
 - 1.2.5 Temperaturabhängige Widerstände
 - 1.2.6 Spannungsabhängige Widerstände
 - 1.2.7 Magnetfeldabhängige Widerstände
 - 1.2.8 Lichtempfindliche Widerstände
 - 1.3 Kondensatoren
 - 1.3.1 Keramikkondensatoren
 - 1.3.2 Kunstfolienkondensatoren
 - 1.3.3 Elektrolytkondensatoren
 - 1.3.4 Luftkondensatoren
 - 1.4 Spulen
 - 1.4.1 Luftspulen
 - 1.4.2 Spulen mit magnetisierbarem Kern
2. Halbleiter-Bauelemente
 - 2.1 Dioden
 - 2.2 Transistoren
 - 2.3 Thyristoren, Triacs
 - 2.4 Unijunktion-Transistoren, Feldeffekttransistoren
 - 2.5 Optoelektronische Bauelemente
 - 2.6 Analoge ICs
 - 2.7 Digitale ICs

1.2.2 Metallschichtwiderstände

Wie die Bilder 1.7 bis 1.10 zeigen, sind alle Veränderungen hier wesentlich geringer als beim Kohleschichtwiderstand. Laut Datenbuch können Metallschichtwiderstände gefertigt werden, deren Temperaturkoeffizient sogar kleiner als $\pm 15 \cdot 10^{-6}$ ist.

Der einzige und wesentliche Nachteil des Metallschichtwiderstandes ist sein gegenüber dem Kohleschichtwiderstand höherer Preis. Deshalb wird er immer nur dann verwendet, wenn ein genauer Widerstandswert lange Zeit erhalten bleiben muß oder wenn der Temperatureinfluß nur gering sein darf.

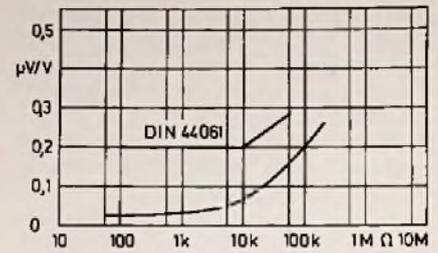


Bild 1.9. Rauschen bei Metallschichtwiderständen

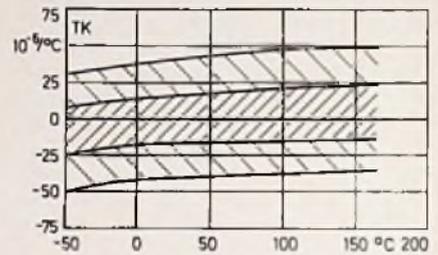
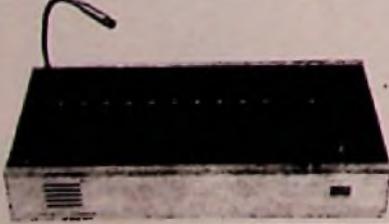


Bild 1.10. Temperaturkoeffizient des Metallschichtwiderstands

Beispiel. Wie groß sind die nichtreversiblen Änderungen eines Metallschichtwiderstandes mit 200 kΩ; 0,04 W? Wie groß ist die Widerstandsänderung bei einer Temperaturänderung von 50 °C? Aus Bild 1.7 sind entnehmbar 0,03% und aus Bild 1.8 0,2% sowie aus dem Datenbuch (für die Tropenprüfung) $\leq 0,5\%$, also maximal 0,73%. Das ist weniger als die Hälfte der Werte beim Kohleschichtwiderstand (siehe Beispiel). Allerdings ist festzustellen, daß diese beiden Ergebnisse nicht ganz miteinander verglichen werden können, weil beim Kohleschichtwiderstand eine wesentlich höhere Belastung und damit eine höhere Temperatur des Widerstandskörpers angenommen wurde. Für die Änderung bei Temperatur erhält man bei einem T_K von $\pm 25 \cdot 10^{-6}$ einen Wert von $\pm 0,125\%$. Während die Änderung unter Temperatur beim Metallschichtwiderstand meistens bedeutungslos ist, kann dies für den Kohleschichtwiderstand nicht be-



TFE-TONMISCHPULT-Kassettensystem

Tonstudioteknik zum Amateurrpreis für Schulen, Institute, Studios, Discoteken

- eine Universalkassette für alle Tonquellen
- Summenkassette Stereo mit LED-Anzeige

- Vorhör-Kommando- und Endverstärker
- Alu-Einbaurahmen für 6/12 oder 18 Kassetten

Kostenlose Kurzinformation mit Preisliste, oder unter Kennwort FTK 5, gegen DM 2,- in Bfm. Kompl. Sammelkatalog.

TFE-STUDIO GMBH, Postfach 154, 6730 Neustadt, Telefon (0 63 21) 8 42 61

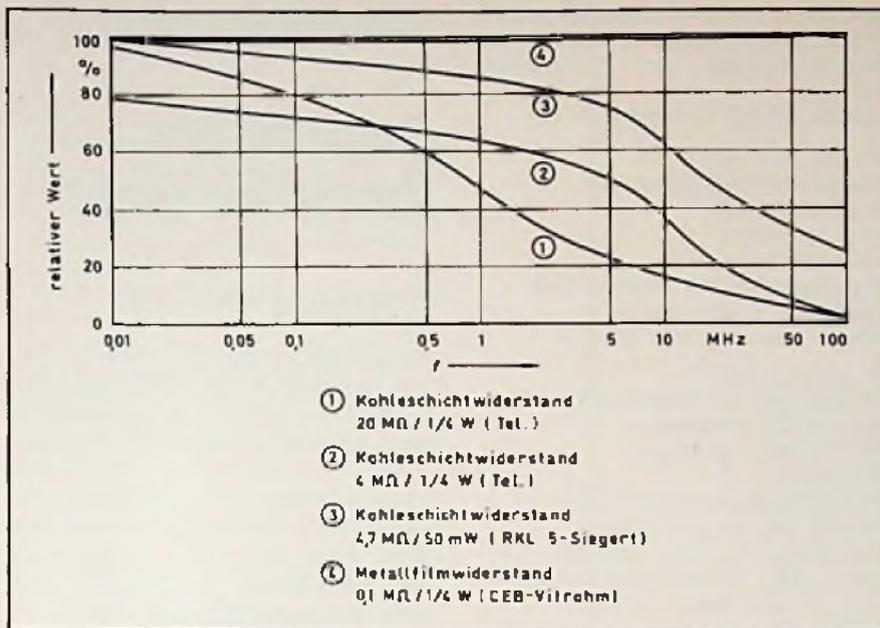


Bild 1.11. Frequenzabhängigkeit des Widerstandwertes von hochohmigen Widerständen

hauptet werden. Da Widerstände auch in frequenzbestimmenden Kreisen der Analog- oder Digitalelektronik (beispielsweise Wien-Brücken-Generator oder astabilen Impulsgenerator) verwendet werden, müssen auch diese Eigenschaften berücksichtigt werden, wenn hohe Anforderungen an die Konstanz der Frequenz gestellt werden.

1.2.2.1 Frequenzabhängigkeit des Widerstandwertes

Sollen Schichtwiderstände in Schaltungen mit hohen Frequenzen eingesetzt werden, so interessiert die Frequenzabhängigkeit des Widerstandwertes sehr. Frequenzbestimmend ist einmal die Induktivität der Wendelung, zum anderen aber auch die Kapazität zwischen den einzelnen Wendeln und den Anschlußkappen.

Bei niedrigen Widerstandswerten (bis zu einigen 100 Ω) beeinflusst besonders die Induktivität der Wendelung das Frequenzverhalten. Widerstände in diesem Bereich sollen also möglichst ungewandelt sein.

Bei hohen Werten (etwa ab 100 kΩ) beeinflusst besonders die Kapazität des Widerstands den Frequenzgang. Eine möglichst starke Wendelung ist hier sogar von Vorteil, weil dann die Kapazitäten geringer werden und die Induktivität den kapazitiven Frequenzeinfluß teilweise kompensiert. Im mittleren Widerstandsbereich machen sich die beiden Einflüsse nur gering bemerkbar. Weil die Frequenzabhängigkeit eines Widerstandes stark von dessen Wendelung, dem Material, der Baugröße und

anderen Faktoren abhängt, können Aussagen über die Eignung eines bestimmten Widerstandes für hohe Frequenzen nur nach dessen Messung gemacht werden. Bild 1.11 zeigt die Frequenzgangkurven verschiedener Typen. In Bild 1.11 fällt besonders die hohe Konstanz des Metallfilmwiderstandes bis zu 100 MHz auf. Hier muß allerdings beachtet werden, daß die anderen Widerstände mehr als 20mal so hochohmig sind und deshalb auch ungünstigere Werte aufweisen. Bei den Messungen war im Prinzip erkennbar, daß die Kohleschichtwiderstände um so frequenzunabhängiger sind, je geringer deren Soll-Belastungswert ist. Am günstigsten schnitt ein Miniaturwiderstand mit einer Belastbarkeit von 0,05 W ab. Die Metallfilmwiderstände hatten jedoch noch günstigere Werte; allerdings standen bei den Messungen keine Werte über 100 kΩ zur Verfügung.

(Wird fortgesetzt)

Technische Druckschriften

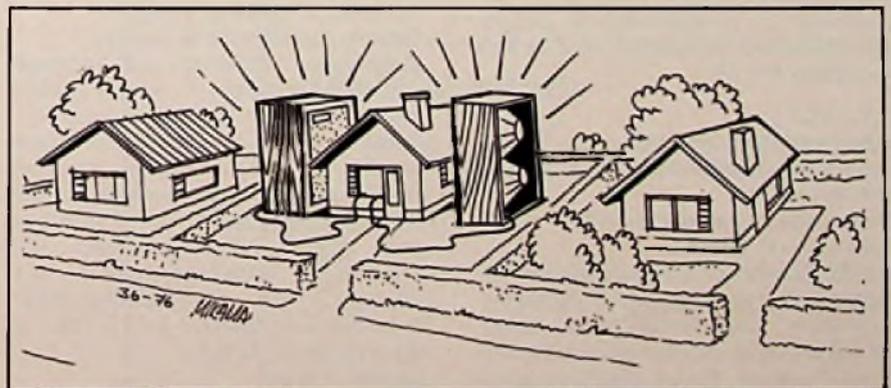
Permanentmagnete. Mit der Druckschrift „Valvo Permanentmagnete 1976/77“ steht nun eine kurze Übersicht mit den wichtigsten Daten zur Verfügung. Bei den anisotropen Magnetwerkstoffen ist neben dem Standard-Material FXD 330 der hochkoerzitive Magnet FXD 270 und für ganz besondere Anforderungen das bei hoher Koerzitiv-Feldstärke hochremanente Material FXD 380 lieferbar. Im Abschnitt „Magnetsegmente für Gleichstrommotoren“ wird auf eine Programmerweiterung hingewiesen. Adresse: Postfach 10 63 23, 2000 Hamburg 1.

Kunststoff-Drehknöpfe. Knöpfe für elektronische Geräte sind im Katalog 75 K der Firma Mentor, Ing. Dr. Paul Mozar, beschrieben. Das Programm des Herstellers umfaßt aufeinander abgestimmte Knopfserien aus Rändel-, Nocken-, Zeiger- und Knebelknöpfen mit Spannzangenbefestigung. Adresse: Postf. 60, 4000 Düsseldorf.

Entlöten – abisolieren – verzinnen. In der Broschüre GW 77 der Firma Mentor, Ing. Dr. Paul Mozar, werden Geräte für diese Arbeiten vorgestellt. Hervorzuheben sind ein thermisches Abisoliergerät, eine Entlötpistole und ein Tauchlötbad. Adresse: Postfach 60, 4000 Düsseldorf 22.

Meßgeräte. In einem Faltblatt erläutert die Firma Wandel & Goltermann ihre Neuentwicklungen 76/77. Adresse: Postfach 45, 7412 Eningen.

Katalog über Stromversorgungsgeräte. Die Gossen GmbH hat jetzt die Liste R 1 „Stromversorgungsgeräte Konstanter“ mit einem Umfang von 80 Seiten vorgelegt. In den fünf Kapiteln „System-, Steckbaugruppen-, Tisch-, Hochgeschwindigkeits- sowie OEM- und kundenspezifische Konstanter“ wird das Programm genau erläutert. Adresse: Postfach 1780, 8520 Erlangen.



Kurse und Lehrgänge

25. 4. bis 21. 5. 1977

Digitale Steuerungstechnik, Meß- und Regellechnik (Doppellehrgang)

Ort: Tettmang-Friedrichshafen

Veranstalter:

Elektronikschule des Handwerks

Inhalt: Der Vollzeitkurs wird veranstaltet nach dem Lehrprogramm des Heinz-Piest-Instituts und endet mit dem Elektronikpaß.

27. 4. 1977

Geplante Instandhaltung und Ersatzbeschaffung

Ort: Essen

Veranstalter: Haus der Technik

Leitung: A. Bronner

Inhalt: Definition und Grundbegriffe, Zuverlässigkeit und Ausfallwahrscheinlichkeit, Auswirkungen von Störungen und Schäden, direkte Instandhaltungskosten, vorbeugendes und störungsbedingtes Instandhalten, Ersatzbeschaffung
Gebühr: 185 DM, Mitglieder 170 DM

2.5. bis 6. 5. 1977

FFS-Bilddaufzeichnungstechnik

Servo- und Regelungstechnik

Ort: Lauterbach

Veranstalter:

Bildungszentrum für Elektrotechnik

4. bis 6. 5. 1977

Hochfrequenzmeßtechnik (Teil 1)

Ort: Ostfildern-Nellingen

Veranstalter:

Technische Akademie Eßlingen

Leitung: Prof. Dr.-Ing. A. Hock

Zielgruppe: Ingenieure, Physiker, Konstrukteure und andere Techniker, die in Industrie und Forschung hochfrequenztechnische Prinzipien anwenden

Inhalt: Impedanz-Meßtechnik bis in den GHz-Bereich, Meßverfahren für Widerstände, Kondensatoren und Spulen, Impedanzmessungen mit koaxialen Elementen in der Hohlleitertechnik, Impulsreflektometrie, S-Parameter-Meßtechnik
Gebühren 411 DM

9. 5. 1977

Integrierte Qualitäts- und Zuverlässigkeitssicherung

Ort: Essen

Veranstalter: Haus der Technik

Leitung: F. D. Erbslöh

Inhalt: Qualität und Zuverlässigkeit als betriebliche Führungs- und Regelgeräte, Q/Z-Matrix, Organisation einer zuverlässigen Regelung, komplexe und einfache Produkte, Einzel- und Serienferti-

gung, Reparatur und Service, öffentliche Auftraggeber, privater Markt, Wirtschaftlichkeit, Produkt- und Produzentenhaftung

Gebühr: 180 DM, Mitglieder 165 DM

9. 5. bis 27. 5. 1977

Elektrotechnische Grundlagen der Elektrotechnik

Ort: Lauterbach

Veranstalter:

Bildungszentrum für Elektrotechnik

Zielgruppe: Elektrohandwerker

Inhalt: Aufbaulehrgang, Teil 1 bis 4

11. bis 13. 5. 1977

Moderne optische Strahlungsquellen und ihre Anwendungen

Ort: Ostfildern-Nellingen

Veranstalter:

Technische Akademie Eßlingen

Leitung: Prof. Dr. H. P. Popp

Zielgruppe: Chemiker, Biologen, Mediziner und Techniker aller Kategorien, die mit optischer Strahlentechnik, Lichttechnik, Spektroskopie und Optoelektronik zu tun haben

Inhalt: physikalische und technische Grundlagen sowie Anwendungen, Halogenglühlampen, LEDs, Leuchtstoffe, Niederdruck-Gasentladung, Hochdruck-Gasentladung, spezielle Strahler für Photometrie und Spektroskopie, kohärente Strahlenquellen, Strahlenwirkungen und deren Anwendung in Chemie, Biologie, Medizin und Kosmetik
Gebühr: 434 DM

9. und 10. 5. 1977

Ausgewählte Verfahren des Operations Research

Ort: Essen

Veranstalter: Haus der Technik

Leitung: H.-J. Schulte und D. Wickmann

Inhalt: lineare Optimierung, primales und duales Problem, Entscheidungsbaum, dynamische Optimierung, Optimieren bei unseren Daten, ökonomisches Verhalten bei Risiko
Gebühr: 190 DM, Mitglieder 175 DM

11. 5. bis 13. 5. 1977

Einführung in die Elektronik

Ort: Ostfildern-Nellingen

Veranstalter:

Technische Akademie Eßlingen

Leitung: Dipl.-Gwl. H. Sarkowski

Zielgruppe: Ingenieure und Techniker aus allen Gebieten, in denen elektronische Hilfsmittel verwendet werden
Inhalt: praxisnahe Einführung in Grundbegriffe und Bauelemente, Wechselstromkreis und seine Gesetze, Dioden und Leistungsgleichrichter, Thyristoren und Triacs, Grundschaltungen des Transistors, Feldeffekttransistor, ICs, Differenz- und Operationsverstärker, Digitaltechnik, Messen und Prüfen an elektronischen Geräten
Gebühr: 416 DM

Elektronische Bauelemente

Begriffe der Zuverlässigkeit

Dr. Wilhelm Ackmann

Fast jeder Ingenieur kommt in seiner täglichen Arbeit mit Fragen der Zuverlässigkeit von elektronischen Bauelementen zusammen, aber nur selten sind ihm die vielfältigen Begriffe geläufig, die er zur Verständigung im Fachgespräch benötigt. Mit den nachstehenden Definitionen soll zu größerer Klarheit auf diesem Gebiet beigetragen werden.

Wenn man sich über ein Problem oder eine Aufgabenstellung verständigen will, so müssen alle Beteiligten „die gleiche Sprache“ sprechen. Aus diesem Grunde müsse, bevor man sich mit Detailfragen beschäftigt, zunächst eine Reihe von verwendeten Begriffen festgelegt werden. Wir stützen uns dabei auf die international in IEC-Publikationen als auch national in NTG- und DIN-Normen veröffentlichte Definitionen.

Zunächst die Frage: Was versteht man unter einem elektronischen Bauelement? Ein elektronisches Bauelement ist ein Teil, das für seine Funktion und für Zuverlässigkeitsbetrachtungen als nicht weiter teilbar anzusehen ist.

Mit dieser Definition werden somit sowohl Einzelbauelemente wie Dioden, Transistoren, Kondensatoren und Widerstände als auch Kombinationen in Dünnschicht- oder Dickschichtschaltungen bzw. integrierten Schaltungen erfaßt.

Die Zuverlässigkeit eines Erzeugnisses ist die Fähigkeit, eine geforderte Funktion unter festgelegten Bedingungen für eine festgelegte Zeitspanne zu erfüllen.

Diese allgemeine Formulierung enthält noch keine Aussage über die Wahrscheinlichkeitsangaben, die in dem Begriff enthalten sind. Dies wird mit der folgenden Definition erreicht:

Dr. Wilhelm Ackmann ist Leiter der Gesamtentwicklung im Unternehmensbereich Bauelemente der Standard Elektrik Lorenz AG. Die Ausführungen sind vorherveröffentlicht in Ackmann W.: Zuverlässigkeit elektronischer Bauelemente. Dr. Alfred Hüthig Verlag.

Die **Zuverlässigkeit** eines Erzeugnisses ist die Wahrscheinlichkeit, mit der dies eine geforderte Funktion unter festgelegten Bedingungen für eine angegebene Zeitspanne erfüllt.

Nachgewiesene (bewertete) Zuverlässigkeit (Assessed Reliability) ist die aus Prüf- oder Einsatzdaten für nominiell identische Teile mit festgelegter Vertrauensgrenze ermittelte Zuverlässigkeitsangabe.

Zuverlässigkeitsangaben sind zahlenmäßige Angaben von Zuverlässigkeitskenngrößen, die eine Bewertung der Zuverlässigkeit ermöglichen. Solche Angaben sind nutzlos, wenn nicht Ausfallkriterien, Beanspruchung und gegebenenfalls Meßbedingungen bekannt sind.

Unter **Nennzuverlässigkeit** sind Zuverlässigkeitsangaben zum Zwecke der Klassifizierung für eine festgesetzte Beanspruchung und festgesetzte Ausfallkriterien zu verstehen.

Als **Bezugszuverlässigkeit** (wie sie DIN 40 040 fordert) sind Zuverlässigkeitsangaben definiert, denen folgende Bezugsbeanspruchungen zugrunde gelegt werden:

- Umgebungstemperatur: 40 °C
Relative Luftfeuchte: 65 %
Luftdruck: im Jahresmittel \geq 840 mbar
Mech. Beanspruchung: Schwingbeanspruchung im Frequenzbereich 10...55 Hz, max. 20 ms⁻²
Schockbeanspruchung: max. 150 ms⁻² für 11 ms

Die Bezugswerte für die elektrische Beanspruchung, die Beanspruchungsdauer und die Ausfallkriterien müssen dabei für jedes Bauelement gesondert angegeben werden.

Lebensdauer ist die für das einzelne Bauelement beobachtete Zeitspanne von Beanspruchungsbeginn bis zum Ausfallzeitpunkt.

Brauchbarkeitsdauer ist die Zeitspanne, während der bei gegebenem Verlauf der Beanspruchung und gegebenen Ausfallkriterien festgelegte Forderungen über das Auftreten von Ausfällen eingehalten werden.

Es gilt, hier darauf hinzuweisen, daß in der Brauchbarkeitsdauer schon eine statistische Angabe enthalten ist, die sich auf eine größere Zahl von Bauelementen bezieht, während die Lebensdauer sich auf das einzelne Bauelement bezieht.

In den vorangegangenen Definitionen kehren vielfach mit dem Wort „Ausfall“ gekoppelte Begriffe wieder. Hierzu bedarf es einiger weiterer Erläuterungen.

Ein **Ausfall** liegt dann vor, wenn ein Erzeugnis (ein Bauelement) die von

Hüthig

Neuerscheinung

Dr. Wilhelm Ackmann

Zuverlässigkeit elektronischer Bauelemente



1976. 136 Seiten.
Mit 57 Abbildungen
und 9 Tabellen.
Broschiert DM 16,80
ISBN 3-7785-0407-X

In dem vorliegenden Band sind die wichtigsten Aspekte der Zuverlässigkeit von Bauelementen für Hersteller und Anwender zusammengefaßt.

Die grundlegenden Fragen werden kurz angesprochen und damit die Möglichkeit zum Detailstudium bzw. zur Lösung der anstehenden Probleme gegeben. Besonderer Wert wurde auf die Durchführung praktischer Prüfungen für die Zuverlässigkeit von Bauelementen gelegt; es wird aber auch gleichzeitig auf die Grenzen und einschränkenden Bedingungen derartiger Prüfverfahren eingegangen.

Inhaltsübersicht

Geschichtliches zur Zuverlässigkeit – Begriffe zur Zuverlässigkeit – Mathematische Grundlagen und Hilfsmittel – Einflußgrößen auf die Zuverlässigkeit – Prüfungen der Zuverlässigkeit – Maßnahmen zur Sicherung von Qualität und Zuverlässigkeit – Schlußbemerkungen – Literaturverzeichnis – Sachwörterverzeichnis.

Bestellcoupon

Ackmann, Zuverlässigkeit elektronischer Bauelemente, DM 16,80

Name _____

Straße _____

Ort _____

Unterschrift _____

Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH · 69 Heidelberg 1
Postfach 10 26 40 · Telefon (0 62 21) 489-255

ihm geforderte Funktion nicht mehr auszuüben vermag.

Von einem Fehler sprechen wir dann, wenn eine unzulässige Abweichung eines Merkmales festgestellt wird. Dabei ist unter einer Abweichung die Differenz zwischen dem Ist-Wert eines Merkmales und seinem vorgegebenen Wert, z.B. dem Soll-Wert, zu verstehen.

Bei einem Ausfall kann das Bauelement mehr als einen Fehler aufweisen.

Je nach dem Grad der Abweichung spricht man von einem **Änderungsausfall** (partiellen Ausfall, Teilausfall), wenn das Bauelement in einem Merkmal Abweichungen über einen Grenzwert hinaus aufweist, aber seine geforderte Funktion noch nicht völlig verloren hat (z. B. die Kapazitätsänderung eines Filterkondensators hat die Abwanderung der Filterkurve über die gegebenen Grenzwerte zur Folge).

Ein **Vollausfall** (Totalausfall) liegt immer dann vor, wenn das Bauelement jede funktionsgemäße Verwendung ausschließt, z. B. Kurzschluß oder Unterbrechung.

Ein Ausfall kann durch eine plötzliche Änderung eines Merkmales auftreten, er wird als **Sprungausfall** bezeichnet; der Ausfallzeitpunkt läßt sich nicht vorhersagen. (Treten gleichzeitig Sprung- und Vollausfall am gleichen Bauelement auf, so wird im englischen Sprachgebrauch von „Catastrophic Failure“ gesprochen.)

Im Gegensatz dazu steht der **Driftausfall**. Hier läßt die allmähliche Änderung eines Merkmalwertes die Vorhersage des Ausfallzeitpunktes zu (d. h., das Teil ist zu einem vorhersehbaren Zeitpunkt auszuwechseln).

Zufallsausfälle nennt man die Ausfälle, die durch das statistische Zusammenwirken vieler voneinander unabhängiger Faktoren zustande kommen. Es entsteht dann eine konstante Ausfallrate.

Systematische Ausfälle kommen durch die bestimmende Wirkung eines Ausfallmechanismus zustande. Sie bewirken eine Änderung der Ausfallrate. Hierzu zählen Frühausfälle und Abnutzungsausfälle.

Die **Ausfallrate** ist die bei Zuverlässigkeitsangaben für Bauelemente am häufigsten benutzte Kenngröße. Sie ist mathematisch exakt wie folgt definiert: Der negative Wert der Ableitung der zum betrachteten Zeitpunkt differenzierbaren logarithmierten Bestandsfunktion.

$$Z_{ii} = - \frac{d \ln (R_i)}{dt} = - \frac{1}{R_{(ii)}} \frac{dR_{ii}}{dt} \quad (1)$$

In Gl. (1) bedeuten

Z = Ausfallrate

R_i = Bestandsfunktion zum Zeitpunkt „i“; hierin ist der Zusammenhang zwischen dem relativen Bestand und der Zeit zu sehen
t = Zeit

Beim Vorliegen einer Exponentialverteilung ist die Ausfallrate konstant und wird vielfach auch als p-Faktor bezeichnet.

In Ergänzung zu dieser streng mathematischen Formulierung hat sich in den vergangenen Jahren unter der Annahme, daß man eine echte Zufallsverteilung der Lebensdauer zu erwarten hat, eine Schreibweise eingebürgert, die sich wie folgt darstellt:

$$\lambda = \frac{n}{N \cdot t} \quad (2)$$

In dieser Gleichung bedeuten:

λ = Ausfallrate

n = beobachtete Ausfälle

N = Zahl der zum Zeitpunkt t vorhandenen Bauelemente

Aus dieser Gleichung wird dann die Ausfallrate angegeben in der Dimension „Ausfall pro Stunde“ (h⁻¹).

Das Produkt N · t unter dem Bruchstrich wird als Bauelementestunden bezeichnet.

Lebensdauervertellung ist der Zusammenhang zwischen dem relativen Bestand eines Bauelementekollektives und der Zeit. Die Lebensdauervertellung wird auch Bestandsfunktion genannt.

Als **Zuverlässigkeitsfunktion** wird eine mathematische Funktion verstanden, die den Zusammenhang einer Zuverlässigkeitskenngröße und der Zeit wiedergibt. In den meisten Fällen ist dies nur näherungsweise möglich. ■

Verlag und Herausgeber

Hüthig & Pflaum Verlag GmbH & Co.
Fachliteratur KG, München und Heidelberg

Verlagsanschriften:

Lazarettstraße 4 8000 München 19 Tel. (0 89) 18 60 51 Telex 5 29 408	Wilckensstraße 3-5 6900 Heidelberg 1 Tel. (0 62 21) 4 89-1 Telex 4 61 727
---	--

Gesellschafter:

Hüthig & Pflaum Verlag GmbH, München,
(Komplementär),
Hüthig GmbH & Co. Verlags-KG,
Heidelberg,
Richard Pflaum Verlag KG, München,
Beda Bohlinger, München

Verlagsleiter:

Ing. Peter Eiblmayr, München,
Dipl.-Kfm. Holger Hüthig, Heidelberg.

Verlagskonten:

PSchK München 8201-800
Deutsche Bank Heidelberg 01/94 100
(BLZ 672 700 03)

Druck

Richard Pflaum Verlag KG
Lazarettstraße 4
8000 München 19
Telefon (0 89) 18 60 51
Telex 5 29 408

**FUNK
TECHNIK**

Fachzeitschrift für
die gesamte Unterhaltungselektronik

Erscheinungsweise: Zweimal monatlich.
Die Ausgabe „ZV“ enthält die regelmäßige
Verlegerbeilage „ZVEH-Information“.
Vereinigt mit „Rundfunk-Fernseh-
Großhandel“

Redaktion

Chefredakteur:
Dipl.-Ing. Wolfgang Sandweg

Redakteure:

Dipl.-Ing. Paul J. Muenzer, Curt Rint,
Margot Sandweg, Gerhard Wolski

Redaktion Funk-Technik

Lazarettstraße 4
8000 München 19
Telefon (0 89) 18 60 51
Telex 5 29 408 pflvl

Außenredaktion Funk-Technik

Redaktionsbüro W. + M. Sandweg
Weiherfeld 14
8131 Aulkrichen über Starnberg
Telefon (0 81 51) 56 69

Nachdruck ist nur mit Genehmigung der
Redaktion gestattet.
Für unverlangt eingesandte Manuskripte
wird keine Gewähr übernommen.

Anzeigen

Anzeigenleiter:
Walter Sauerbrey

Hüthig & Pflaum Verlag
Anzeigenabteilung „Funk-Technik“
Postfach 20 19 20
8000 München 2
Telefon (0 89) 16 20 21
Telex 5 216 075 pflfa

Paketanschrift:
Lazarettstraße 4
8000 München 19

Gültige Anzeigenpreisliste:
Nr. 10 b vom 1. 10. 1976

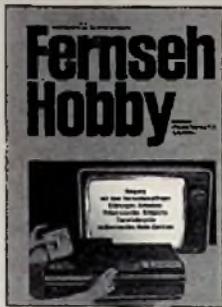


Vertrieb

Vertriebsleiter:
Peter Bornscheuer
Hüthig & Pflaum Verlag
Vertriebsabteilung
Wilckensstraße 3-5
6900 Heidelberg 1
Telefon (0 62 21) 4 89-1
Telex 4 61 727

Bezugspreis zuzüglich Versandkosten:
Jahresabonnement 80,- DM (im Inland
sind 5,5% Mehrwertsteuer eingeschlossen)
Einzelheft 3,50 DM
Kündigungsfrist:
Zwei Monate vor Quartalsende (Ausland:
Bezugsjahr)
Bei unverschuldetem Nichterscheinen keine
Nachlieferung oder Erstattung.

Hobby-Bücher • Elektronik/Modellbau



Werner W. Dielenbach

Tonband-Hobby

Heimlonggröße in der Praxis, Dia- und Schmalfilm-Vertonung, Helmstudio, Trickaufnahmen

In Zusammenarbeit mit der Internationalen Tonjäger-Föderation (FICS) und den deutschen Tonband-Clubs. 1974, 11., völlig neu überarbeitete und erweiterte Auflage, 176 Seiten mit 168 Abbildungen, Skizzen und Tabellen, kartoniert, DM 19,80
ISBN 3-7905-0225-1

Auf der Grundlage jahrelanger Erfahrungen schuf der bekannte Verleger dieses gut ausgestattete, wertvolle Buch.

Es bringt alles, was der Tonbandfreund von der Praxis des Tonband- und Cassellengerätes wissen muß.

Werner W. Dielenbach

Fernseh-Hobby

Heimpraktikum für Fernsehfreunde

1974, 160 Seiten mit 142 Abbildungen, DM 19,80
ISBN 3-7905-0221-9

Das praktische Buch ist für alle Fernsehfreunde von großem Wert, die mehr aus ihrem Fernsehgerät herausholen wollen und sich mit dem Fernsehen als Hobby beschäftigen.



Dazu gehören u. a. nützliche Ratschläge für das Aufstellen des Fernsprechgerätes in der Wohnung und für die Wahl der jeweils zweckmäßigen Antenne. Einem Kapitel Fernsehzubehör sind hauptsächlich Ausführungen über Fernseh-Kopfhörer, Zweillausprecher, HiFi- und Tonbandwiedergabe sowie der Fernbedienung gewidmet.

Behandelt werden ferner der Anschluß von VCR-Geräten, Aufbau eines audiovisuellen Heimzentrums mit Fernsehkamera, tragbaren Bildgeräten, Einblend-Elektronik, Kabelfernsehen und Fernseh-Großbildwiedergabe im Heim.

Handfunksprechgeräte in der Praxis

1977, 3. Auflage, überarbeitet und aktualisiert von Winfried Knobloch. Ca. 130 Seiten mit etwa 90 Abbildungen, kartoniert, ca. DM 24,80
ISBN 3-7905-0285-0

Diese wesentlich verbesserte Auflage behandelt die Schaltungstechnik, Senderschaltungen, Modulationsverfahren, NF-Verstärker, Empfängerschaltungen und Stromversorgung. Für die Praktiker eine übersichtliche Einführung in dieses Spezialgebiet der Funktechnik mit vielen Anregungen für den technischen Einsatz.



Werner W. Dielenbach

Elektronik-Hobby

Erprobte Schaltungen — leicht nachzubauen
1976, 2. Auflage, überarbeitet und aktualisiert von W. Knobloch, 228 Seiten, 200 Abbildungen, kartoniert, DM 24,80.
ISBN 3-7905-0247-2

Über fünfzig ausführliche Bauanleitungen vom Detektorempfänger bis zu gebrauchstüchtigen Meßgeräten enthält dieses Hobby-Buch aus der Feder Werner W. Dielenbachs. Anfänger wie Fortgeschrittene finden darin ihre Schaltungen für Rundfunkempfänger, NF-Verstärker, Prüf- und Meßgeräte sowie Elektronik-Geräte, wie Lichtschranken, Warnsirene, Alarmgerät, Fernthermometer und Geiger-Müller-Indikator.

Werner W. Dielenbach

HiFi-Hobby

Mono-, Stereo- und Quadrophonie

1975, 3., verbesserte und ergänzte Auflage, 220 Seiten mit 190 Abbildungen, kartoniert, DM 24,80
ISBN 3-7905-0232-4

Die Fülle des hier Gebotenen ließ ein echtes Praktiker-Buch entstehen. Es ist für HiFi-Freunde, aber auch für Techniker in Handel, Handwerk und Industrie von großem Nutzen.



Herbert G. Mende

Pollzel, Radar

und Signale
Elektronik im Straßenverkehr

1975, 120 Seiten mit 77 Abbildungen, kartoniert, DM 16,—
ISBN 3-7905-0229-4

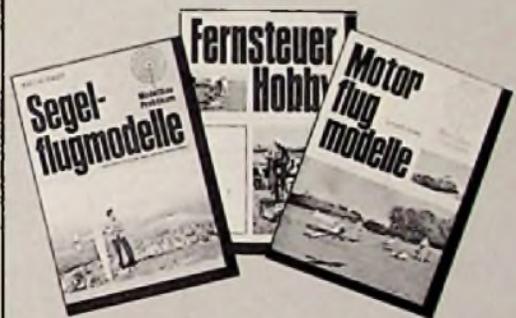


Werner W. Dielenbach

Elektronik für Auto und Motorrad

1973, 88 Seiten mit 69 Abbildungen, kartoniert, DM 9,50
ISBN 3-7905-0195-8

Spitzenreiter der Modellbau-Literatur



Erich Rabe

Segelflugmodelle

Praktikum für Freunde des Flugmodellbaus

1976, 2., überarbeitete und verbesserte Auflage. 152 Seiten mit 124 Abbildungen, kartoniert, DM 18,—
ISBN 3-7905-0254-5

Das Buch gibt einen umfassenden Überblick über alle mit Segelflugmodellen zusammenhängenden Fragen. Es behandelt die Auswahl des richtigen Modells ebenso wie den sachgemäßen Einbau und die Wartung der kostbaren Fernlenk-anlage. Der Leser findet hier ein leichtverständliches Rezept, wie er mit Segelflugmodellen Erfolge erzielen kann.

Erich Rabe

Fernsteuer-Hobby

Flug-, Auto- und Schiffsmodelle perfekt ferngesteuert

1976, 3., überarbeitete und verbesserte Auflage.

192 Seiten mit 129 Abbildungen, kartoniert, DM 18,—
ISBN 3-7905-0246-4

Die Erfahrung aus mehr als einem Jahrzehnt intensiver Modellbauarbeit findet in diesem Buch ihren Niederschlag. Der Stoff vermittelt praxisnah all das Wissen über die Dinge, die den Modellbau so interessant und vielseitig machen.

Erich Rabe

Motorflugmodelle

Praktikum für Freunde Flugmodellbaus

1976, 2., überarbeitete und verbesserte Auflage, 164 Seiten mit 136 Abbildungen, kartoniert, DM 18,—
ISBN 3-7905-0251-0

Der am Modellflug interessierte Leser findet hier eine leichtverständliche Zusammenfassung aller mit dem Modellflug zusammenhängenden Probleme. Zahlreiche Anregungen machen das Buch für den jungen Modellbauer ebenso interessant wie für den routinieren Flieger.

Die Hobby-Buchreihe für den Modelleisenbahnfreund



Modell-eisenbahnen elektronisch gesteuert

Winfried Knobloch

Modelleisenbahnen — elektronisch gesteuert

Von der Voraussetzung ausgehend, daß viele Modelleisenbahner keine ausgebildeten Elektriker sind, wurden die Bücher leicht verständlich geschrieben. Die einzelnen Beispiele sind so gewählt worden, daß mit geringem Aufwand große Wirkung erzielt wird.

Alle drei Bände sollen in der Bücherei eines Elektronik- und Modelleisenbahn-Hobbyisten nicht fehlen.

Elektronik-Anzeiger

Mit großer Liebe und verständlicher Darstellung im Detail eröffnet der Verfasser eine wahre Wunderwelt.

Neue Hannoversche Presse

Für passionierte Modellbahner wertvolle Helfer mit vielen Tips und Beispielen.

Band 1: Anfahr-, Brems- und Blockstellensautomatiken

1977, 6., überarbeitete und erweiterte Auflage. Ca. 128 Seiten mit etwa 104 Abbildungen, kartoniert, ca. DM 16,80
ISBN 3-7905-0259-6

Band 2: Impulssteuerungen, NF-Zugbeleuchtung und Peripherie-Elektroniken

1975, 4., verbesserte und ergänzte Auflage, 128 Seiten, 84 Abbildungen, kartoniert, DM 15,—
ISBN 3-7905-0210-3

Band 3: Tonfrequenzsteuerungen für unabhängigen Mehrzugbetrieb

1976, 4., durchgesehene Auflage, 148 Seiten mit 104 Abbildungen, kartoniert, DM 15,—
ISBN 3-7905-0233-2

Wer gibt Marktvorteile auf

1255 Woltersdorf
125 Goethestr. 11

Vom 26. 8. bis 4. 9. 1977 ist Berlin Treffpunkt aller Experten aus der Informations- und Unterhaltungselektronik.

Über 400 Aussteller aus 19 Ländern präsentieren auf der Internationalen Funkausstellung 1977 Berlin den neuesten Leistungsstand von Industrie, Wissenschaft und Forschung.

Fachbesucher aus aller Welt sammeln hier aktuelle Produktinformationen, nutzen Saisonvorteile bei Geschäftsabschlüssen.

Für schnelle und lückenlose Angebotsübersicht: Das vip-Verbraucher-Informations-Programm

Zur besseren Transparenz des Angebotes: mehr Informationsgewinn in kürzerer Zeit.

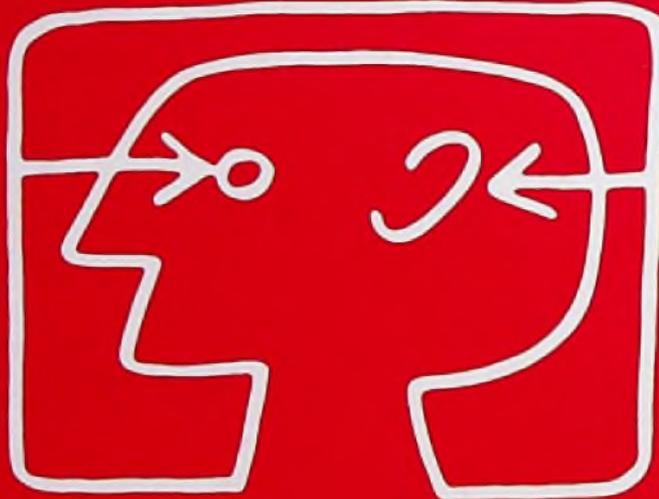
Neu auf der Funkausstellung: Das vip-Beratungsforum

Eine zusätzliche Informationsstelle für spezifisch interessierte Besucher – ideeller Träger ist die Stiftung Waren-test.

Der Service für den Fachbesucher

Fachbesucher genießen auf der Funkausstellung besondere Vorteile. Alle Fachleute erhalten auf Anforderung von der AMK Berlin das Fachbesucher-Abzeichen. Es zeigt

Internationale Funkausstellung 1977 Berlin 26.8.-4.9.



sofort, wer Fachmann ist, und schafft Zugang zu allen Einrichtungen, die ausschließlich dem Fachbesucher vorbehalten sind. So zum Beispiel zu den speziellen Informationsmöglichkeiten der einzelnen Aussteller auf ihren Ständen. Oder zum „Fachhändler-Treff“

auf dem Messegelände, um hier abseits des Messetrubels zu entspannen.

Das Kontaktzentrum Fachhandel/Fachhandwerk, Musterwerkstatt/Musterladen zeigt die unentbehrliche

Mittlerfunktion von Fachhandel und Fachhandwerk und bietet Interessenten zahlreiche Kontaktmöglichkeiten.

Fachbesucher-Service-Bon

- Ich möchte mich mit dem Fachbesucher-Abzeichen ausweisen und alle Vorteile für Fachbesucher auf der Funkausstellung kennen.
- Ich benötige umgehend Unterlagen zur Zimmerreservierung.
- Ich bestelle ... Exemplare des Kataloges zum Vorzugspreis von DM 7,- zuzüglich Versandkosten.

Name/Firma:

Anschrift:

Bitte einsenden an
AMK Berlin, Ausstellungs-
Messe-Kongress-GmbH
Postfach 191740,
Messedamm 22,
D-1000 Berlin 19

Berlin freut sich auf Ihren Besuch

Veranstalter:

Gesellschaft zur Förderung der Unterhaltungselektronik (GFU) mbH

Hotel-Reservierungen und Berlin-Informationen:

Verkehrsamt Berlin
Fasanenstraße 7/8, D-1000 Berlin 12
Telefon (030) 24 0111
Telex 0183356 vaber d

Durchführungsgesellschaft:



Internationales Congress Centrum Berlin
Kongresshalle Berlin
Messegelände Berlin
Deutschlandhalle

AMK Berlin

Ausstellungs-Messe-Kongress-GmbH

Postfach 191740
Messedamm 22
D-1000 Berlin 19, Telefon (030) 3038-1
Telex 0182908 amkb d