

BERLIN

# FUNK- TECHNIK

15 | 1970

1. AUGUSTHEFT

-Thälmann-Str. 56

10020

1970

48329



F 0450720

**NEU**

Anpassungs-  
fähig und  
einfach...

## **KATHREIN** **Vari-STECK**

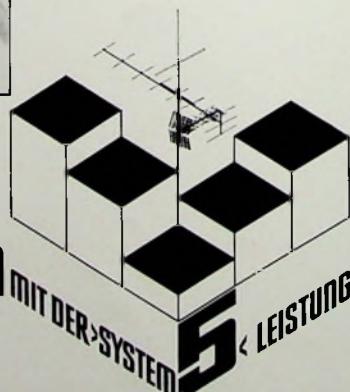
vari-STECK — das Set für überall. Vom hohen Norden bis in den tiefen Süden. Antennenweiche und Netzteil in einem, mit Mehrbereichs-Verstärker — und 5 Koaxialsteckern.

vari-STECK hat abstimmbare Weichen. Ja, ABSTIMMBAR. Sie können also selbst ohne großen Aufwand auf die Kanäle abstimmen, die zu empfangen sind. Das macht KATHREIN vari-STECK zum Kraftpaket für kleine bis mittlere GA-Anlagen.

vari-STECK bringt Vereinfachung auf der ganzen Linie. Sie brauchen keine verschiedenen Bauteile mehr auszuwählen. 1 Bestellnummer für eine Einheit umfaßt alles. Und 5 Typen gibt es. Das bedeutet außerdem erheblich weniger Lageraufwand.

vari-STECK, das variable Steck-System, hat noch mehr Finesse. Alles sagt Ihnen dazu unser Informationsmaterial. Bitte anfordern!

Bitte besuchen Sie uns auf der Deutschen Funkausstellung 1970  
Düsseldorf, Halle G, Stand 7101/02



**KATHREIN-GA**

MIT DER SYSTEM 5 < LEISTUNG



KATHREIN Werke · Antennen · Elektronik · 82 Rosenheim 2 · Postfach · Telefon 08031/8051

FT meldet .....	544
gelesen · gehört · gesehen .....	546
Absatzsteigerung und Struktur der Haushalte .....	549
Zu wenig Elektroingenieure? .....	550
Bauelemente	
Bauelemente mit akustischen Oberflächenwellen .....	551
Persönliches .....	555
Sprechfunk	
Vorteile des UHF-Sprechfunks .....	556
Phono	
Dokumentation über Stereo-Tonabnehmer .....	560
Verkehrsfunk	
Autofahrer-Rundfunk-Information „ARI“ .....	561
Meßtechnik	
Messung sehr kleiner Induktivitäten mit Hilfe einer abgestimmten Leitung .....	563
Berührungslose Geschwindigkeits- und Wegmessung durch Laser-Dopplersystem (LADAR) .....	565
Fluglärm-Überwachungsanlage in Frankfurt .....	565
Großrechenzentrum für das Fernmelde-technische Zentralamt Darmstadt .....	566
FT-Bastel-Ecke	
Quarzgespeuerter Transistor-Oszillator für 3,5 MHz, 7 MHz oder 14 MHz .....	567
Rundfunk	
Günstige Lautsprecherwahl bei der Entwicklung von Reiseempfängern .....	568
Für Werkstatt und Labor	
Prüfen und Regenerieren von Schwarz-Weiß- und Farbbildröhren .....	570
Bundesfachtagung des Radio- und Fernsehtechniker-Handwerks .....	571
Für den KW-Amateur	
VHF- und UHF-Antennenmeßtechnik für Amateure .....	572
Unser Titelbild: Einschmelzkarussell (mit acht Abteilungen und Gasflammenbrennern), in dem das Dreifach-Elektronenstrahl-system von Farbbildröhren automatisch justiert und im Hals des Bildröhrenkolbens verschweißt wird, im Werk Anagni der italienischen Firma Ergon. Aufnahme: Ergon	
Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser	

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1 Berlin 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141–167. Tel.: (03 11) 4 12 10 31. Telex: 01 81 632 vrfkt. Telegramme: Funktechnik Berlin. Chefredakteur: Wilhelm Roth; Stellvertreter: Albert Jänicke, Ulrich Radke, sämtlich Berlin. Chekkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigenleitung: Marianne Weidemann; Chegraphiker: B. W. Beerwirth. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH. Postscheck-Konto: Berlin West 76 64 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis laut Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. — Satz und Druck: Druckhaus Tempelhof

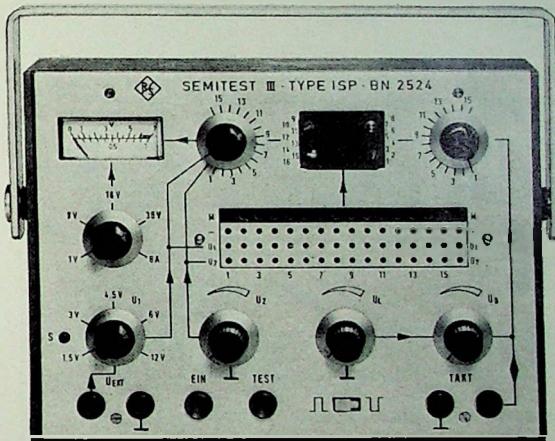
# TTL, DTL, DTLZ, ECL, RTL...

Alle diese integrierten Logikschaltungen in Bipolar- oder MOS-Technik, auch solche mit speichernden Eigenschaften wie

## RS- und JK-Flip-Flops, Register, Zähler, Frequenzteiler in Dual-in-Line, TO-5 oder Flat-pack-Gehäuse

prüft dieses Gerät schnell und einfach. Mit einem Zusatzkabel sogar auch dann, wenn sie schon auf Platten montiert sind.

Je ein Spezialadapter für die entsprechende IC-Bauform wird vom Grundadapter im Gerät aufgenommen. Versorgungsspannung und logischer Pegel können beliebig auf die (maximal 16) Adapteranschlüsse geschaltet werden.



## SEMITEST III IC-Tester für logische Schaltkreise

Die Prüfspannungen bis 12 V liefern acht eingebaute 1,5-V-Batterien. Höhere Spannungen bis max. 40 V können über Buchsen extern zugeführt werden. U<sub>1</sub> ist in fünf Bereichen einstellbar: 1,5/3/4,5/6/12V. U<sub>2</sub> ist stufenlos von 0 bis ca. 10V regelbar. Ein Impulsgenerator (RS-Flip-Flop mit nachgeschalteter Pufferstufe) liefert den Prüf-Taktimpuls. Der L-Pegel ist zwischen 0 und U<sub>2</sub> einstellbar, während der Nullpegel (<100 mV) bei Belastung durch Änderung des Generator-Innenwiderstandes (max. 1 kΩ) variiert werden kann.

Die Prüfimpulse mit jitterfreier Flanke haben eine Anstiegszeit von 100 ns. Mit einem Schiebeschalter ist die Flankenrichtung L → 0 oder 0 → L wählbar. Das Gerät wiegt nur 1,8 kg und passt mit den Abmessungen 220x100x180 mm in eine Aktentasche. Fragen Sie nach dem Preis — er ist äußerst günstig.

**ROHDE & SCHWARZ**

8 München 80, Mühlstraße 15, Telefon (0811) 40 1981, Telex 5-23703



Symbol für Vertrauen

# Der TÜB\* von IMPERIAL

\* Techn. Überwachungs-Beauftragter

**Nehmen Sie  
den TÜB  
und uns beim  
Wort!**

Mit dem TÜB beginnt bei uns eine neue Ära der Technik. Der TÜB ist unser «Gütezeichen» in der Publikumswerbung, unser Vertrauensmann für Sie, den Fachmann. Der TÜB sorgt für eine Markenprofilierung, bringt eine gezielte Nachfrage und erspart Ihnen viel Ärger. Vertrauen Sie dem TÜB und uns. Machen wir einen neuen Beginn.



**Die IMPERIAL GmbH**  
Neues Firmengesicht.  
Neue Technik.  
Großer Erfahrungsschatz.

IMPERIAL GmbH, Radio Fernsehen Phono, 334 Wolfenbüttel.

**IMPERIAL**  
von innen heraus gut

—NEU—

# Hirschmann **MAGNETA**, die durch magnetische Kopplung 5-fach anziehende VHF- Höchstleistungsantenne!



13 db Rekordgewinn  
extrem kurze Baulänge  
sehr gutes  
Vor-Rück-Verhältnis  
geringe Windlast  
wesentlich billiger.

Informative Buntprospekte  
gegen roten Magnet auf Postkarte  
an Hirschmann.



**Hirschmann**

Richard Hirschmann Radiotechnisches Werk 7300 Esslingen/Neckar  
Deutsche Funkausstellung 1970, Düsseldorf, HIFI 70, Halle G, Stand 7103/04



gelesen gehört gesehen



## Neuer Zahlenpiegel der Elektroindustrie

Der Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e. V. (ZVEI) hat eine neue Ausgabe seines Zahlenpiegels herausgegeben, der alles Wissenswerte über die Elektroindustrie enthält. Das „Vademecum“ (Leporello, 8 Seiten DIN A 6) ist in folgende sechs Hauptabschnitte unterteilt: die wichtigsten Zahlen über die westdeutsche Elektroindustrie; Zusammensetzung der Elektroproduktion nach Verwendungszwecken; Produktion von Erzeugnissen der Nachrichten- und Informationstechnik; regionale Verteilung der Elektroindustrie 1969; die fünf größten Industriegruppen; Außenhandel der Elektroindustrie 1968 und 1969.

## Versuche mit dreidimensionalem Farbfernsehen in Holland

Anfang September will die AVRO erstmals in Westeuropa und vielleicht sogar in der Welt ein dreidimensionales Farbfernsehprogramm ausstrahlen. Die Übertragung soll nach dem Anaglyphen-Verfahren erfolgen, so daß jeder Fernsehteilnehmer, der im Besitz einer rot-grünen Spezialbrille ist, das Programm plastisch sehen kann. Die erste Sendung soll etwa 15 Minuten dauern. Eine erste Probesendung ist sehr eindrucksvoll verlaufen. Ob und in welchem Umfang die holländische Sendegesellschaft AVRO solche Sendungen auch in Zukunft ausstrahlen wird, ist zur Zeit noch nicht bekannt.

## Berühmte Spielfilme auf Videokassetten

Lion International Films Ltd., die international tätige Tochter der British Lion Films, wird 26 ihrer Filme auf Videokassetten der Cartridge Television, Inc. kopieren und in dieser Form vertreiben lassen. Die Cartridge Television, Inc. ist eine Tochtergesellschaft der Avco Corporation. Die Rechte wurden für eine beschränkte Anzahl von Jahren und auf nicht-exklusiver Basis vergeben. Die Cartridge Television, Inc. ist die erste US-amerikanische Firma, die die Entwicklung eines Kassetten-Farbfernseh-Systems für Heimgeräte bekanntgegeben hat. Das System soll Anfang 1971 in die Massenproduktion gehen und unter dem Namen „Avco CTV Cartrivision“ verkauft werden. Als erste namhafte Elektronik-Firma hat sich Admiral Corporation auf dieses System eingestellt.

## „TK 248 HiFi“ tauglich für bildsynchrone Schmalfilm-Vertonung

Das Hi-Fi-Stereo-Tonbandgerät „TK 248“ mit Multiplayback-Einrichtung von Grundig weist günstige Eigenschaften zur bildsynchrone Vertonung von Schmalfilmen auf. Die Vorteile der Noris-Synchomat-Projektoren (Plank KG, Nürnberg) lassen sich in Verbindung mit dem „TK 248“ voll ausschöpfen. Dabei bleibt die Synchronität zwischen Film und Tonband auch im schnellen Rücklauf erhalten, so daß sich eventuelle Fehler während der Vertonungsarbeit leicht korrigieren lassen. Als Hilfsmittel zur bequemen Einpegelung bei den Überspielungen kann an der Bahn des Multiplay-Schiebereglers ein einfacher Klebestreifen als Anschlag dienen.

## Betrieb von Autotelefon und Autoradio an gemeinsamer Antenne

Um Autoradio und Autotelefon, zum Beispiel in Funktaxis, an einer gemeinsamen 5/8-λ-Kfz-Antenne betreiben zu können, liefert Kathrein jetzt die Antennenweiche „K 62 27 2“. Der Funkzweig der Weiche hat im Frequenzbereich 146 bis 174 MHz eine Weißigkeit von <1,25 sowie eine Durchgangsdämpfung von <0,3 dB und ist mit maximal 15 W belastbar. Die Rundfunkfrequenzen werden mit <3 dB Durchgangsdämpfung im UKW-Bereich und mit <1 dB in den KML-Bereichen übertragen. Die Sperrdämpfung zwischen Funk- und Radiozweig ist >38 dB.

## „Revox A 77“ mit Vox-Steuerung

Für bestimmte Bedarfssfälle wird das Tonbandgerät „Revox A 77“ von Studer mit einer Zusatzeinrichtung geliefert, die das Gerät selbstständig startet, wenn ein Signal am Eingang eintrifft, und es 3 s nach Ende des Signals wieder stoppt. Die zusätzliche Elektronik ist in dem Gerät integriert.

## Lichtruf-Schaltelemente für gedruckte Schaltungen

Zettler hat die für die Lichtruf- und Lichtruf-Sprechtechnik entwickelten Schaltelemente der Typenreihe „Lichtruf 62“ in einer neuen Version zum direkten Einlöten in Leiterplatten herausgebracht. Die Bauhöhe wurde so gewählt, daß sich



die Schaltelemente zusammen mit Kammrelais und elektronischen Bauelementen auf einer gemeinsamen Leiterplatte hinter einer Gerätefrontplatte anordnen lassen. Die neuen Bauteile sind als Drucktasten mit und ohne Rückstellmagnet, Sperrtasten, Deckelsicherungskontakte, Kippschalter, Druck-Drehschalter, Schlüsselschalter, Drehhebelschalter, Stecksummerschalter, Schalter mit Drehknopf sowie mit bis zu 6poligen Steck-Kontakten lieferbar. Die Kontaktbelastbarkeit ist 30 V, 1 A.

#### Neue Serie von Uhren-Batterien

**Mallory Batteries** ist die erste Firma, die eine komplette Batterienserien für kleine und große Uhren entworfen hat und in verkaufsfertiger Packung zum Vertrieb präsentierte. Einzelheiten über diese neue Serie wurden am 18. Juni in Biene (Schweiz) mitgeteilt. Die Serie umfaßt zwölf neue, verbesserte Batterien. Die zylinderförmigen Batterien für größere Uhren haben schwarz-goldene Etiketten und sind zur Schaustellung auf Zeltatrappe montiert. Die kleineren Uhrenbatterien sind auf Fünferstreifen bubbleverpackt, von denen Einzelpackungen abgerissen werden können.

#### Schuhe gegen statische Elektrizität in Australien entwickelt

Mr. John Dalton, Direktor einer Schuhfabrik in Melbourne, hat eine Schuhsohle entwickelt, die statische Elektrizität in den Boden ableitet. Die Sohle, für die derzeit die Weltpatente angemeldet werden, soll hauptsächlich dort Verwendung finden, wo statische Körperelektrizität unbedingt vermieden werden muß, zum Beispiel in Fabriken und Labors, die Brennbares und Explosivstoffe herstellen beziehungsweise verarbeiten.

#### Container-Lastzug mit Revox-Tonbandgeräten gestohlen

Am 7. April nachmittags wurde ein Container-Lastzug auf der Fahrt vom New Yorker Hafen nach dem Firmenlager in Roslyn Heights im Staate New York von vier Bewaffneten gestoppt, der Fahrer in „Gewahrsam“ genommen und der gesamte Lastzug entführt. Den Container samt Lastzug fand man später ausgeräumt in Staten Island wieder; der Fahrer wurde nach einigen Stunden freigelassen. Der Container enthielt 260 Tonbandgeräte „Revox A 77“ von Studer nebst Zubehör im Verkaufswert von fast 150 000 Dollar. Der Überfall war vermutlich auf diese Geräte gezielt angesetzt. Das FBI versucht noch, die Hintergründe des Raubes aufzuklären und zu verhindern, daß diese Geräte über einen Hehlermarkt in den USA abgesetzt werden. Es wurde eine Belohnung von 3000 Dollar für Informationen ausgesetzt, die zur Wiedererlangung der Ware führen.

#### 2. Fernsehprogramm in der Tschechoslowakei

Seit Mai 1970 sind in der Tschechoslowakei drei neue farbtückige 2-kW-Fernsehsender von Rohde & Schwarz in Betrieb, die im Bereich IV von den Stationen Bratislava (Kanal 27), Brno (Kanal 35) und Ostrava (Kanal 31) ein zweites Fernsehprogramm ausstrahlen. Das neue Programm wird vorerst schwarz-weiß übertragen, jedoch sind versuchsweise auch Farbsendungen geplant, deren Premiere bereits im Februar stattfand, als der Sender in Bratislava für die Farübertragung der Nordischen Skiweltmeisterschaften vorzeitig eingeschaltet wurde.

#### Optoelektronischer Entkoppler MCT2

Zur Entkopplung elektrischer Systeme, zur Regelung von Hochspannungsnetzteilen sowie für allgemeine Schaltanwendungen eignet sich die optoelektronische Koppelanordnung MCT2 von **Monsanto**, die preislich mit konventionellen Entkopplern konkurriert kann, aber kleiner ist und einen höheren Entkopplungswiderstand ( $100 \cdot 10^6$  Ohm) sowie ein höheres Stromübersetzungsverhältnis (35 %) hat. Der MCT2 ist in einem 8,5 mm langen Dual-in-Line-Gehäuse aus Kunststoff mit sechs Anschlüssen untergebracht und besteht aus einer diffundierten planaren Lumineszenzdiode, die infrarotes Licht abgibt und optisch mit einem Planar-Phototransistor gekoppelt ist. Die Kopplungskapazität beträgt 1,3 pF, die Spannungsfestigkeit 1500 V, und für die Anstiegs- und Abfallzeit werden jeweils 2  $\mu$ s angegeben. Über einen mit der Basis verbundenen Anschluß läßt sich der Emitter-Basis-Widerstand des Phototransistors extern verändern.

## SUBMINIATUR-WIDERSTAND RBC 1/16 W



#### Aufgaben

Schon die Bezeichnung „Subminiatur-Widerstand“ weist darauf hin, daß der Konstruktion dieses Typs die Forderung zu Grunde lag, ein Bauelement mit möglichst geringen Abmessungen für platzsparenden Einbau zu schaffen. Haupteinsatzgebiete des RBC sind Geräte der Unterhaltungs-Elektronik sowie Gebrauchsgüter: z. B. Blitzlichtgeräte.

#### Charakteristikum

Kennzeichnend für diesen Typ ist die Leistungsbeständigkeit — auch bei hohen Temperaturen — das geringe Rauschen und die minimale Alterung im Vergleich zu Typen, die auf Harzkompositionen basieren. Die geometrische Form des RBC und die radial herausgeführten Anschlußdrähte ermöglichen eine hohe Packungsdichte auf gedruckten Schaltungen. Als Widerstandsmaterial dient Leitlack.

#### Technische Daten

Widerstandsbereich	: 100 $\Omega$ ... 470 k $\Omega$
Vorzungswerte nach IEC	: $\pm 5\%$ E 24 sowie $\pm 10\%$ E 12
Belastbarkeit bei 70 °C	: 1/16 W (0,06 W)
Grenzspannung	: 100 V
Spannungs-Koeffizient	: $<0,02\%$ / V
Temperatur-Koeffizient	: (-600 ... -1000) $10^{-6}$ / °C
Lebensdauer (IEC)	: R/RO $<4\%$ (70 °C, 1/16 W 1000h)
Feuchtebeständigkeit (IEC)	: R/RO $<5\%$ (40 °C, 95 RF (250h))



**Farbtreu fernsehen :  
Das Motto der großen  
Werbeaktion für  
Siemens-Farbfernsehgeräte  
im September und Oktober.**

**Farbtreu fernsehen :  
Das Motto  
des Siemens-Standes  
auf der Deutschen  
Funkausstellung 1970  
in Düsseldorf.**

Unser Programm:  
11 Farbfernsehgeräte BILDMEISTER,  
davon  
5 mit der neuen Mosaiktastatur,  
15 Schwarzweiß-Fernsehgeräte  
BILDMEISTER, davon 6 Portables,  
10 Radio- und HiFi-Stereogeräte  
und 2 Stereo-Plattenspieler mit  
4 verschiedenen Lautsprecherboxen,  
11 Koffersuper, davon 3 mit  
Cassettentonband,  
2 Cassetten-Recorder.

Wir laden Sie herzlich ein.  
Besuchen Sie unseren Stand Nr. 6109  
in Halle F.

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Absatzsteigerung und Struktur der Haushalte

Für die Industrie und den Handel spielt im Konsumgüterbereich auch auf den Sektoren Radio, Phono, Fernsehen die Marktforschung eine entscheidende Rolle. Sie bedient sich dabei verschiedener Hilfsmittel, um zu realistischen Absatzplanungen zu kommen, beispielsweise vor allem der Statistik. So befaßte sich unter anderem der ZVEI mit der Statistik der Privathaushalte und mit ihrer Ausstattung an Elektro-Gebräuchsgeräten auf der Grundlage von exaktem Zahlenmaterial des Statistischen Bundesamtes und des Statistischen Jahrbuchs 1969. Der Handel, insbesondere der Großhandel, wertet alle solche Erhebungen sorgfältig aus und macht sie umgehend in Veröffentlichungen seinen Mitgliedern zugänglich.

Die Branche betrachtet den Privathaushalt als Einheit für den Bedarf und Absatz. Daher gehört die Kenntnis von der Anzahl und Struktur der Haushalte zu den unentbehrlichen Mitteln von Marktanalysen und Prognosen der Absatzentwicklung. Man sieht den Privathaushalt in diesem Zusammenhang im Gegensatz zu dem hier nicht berücksichtigten Anstalthaushalt als eine zusammenlebende und gemeinsam wirtschaftende Personengruppe. Dementsprechend gilt der Privathaushalt als eine Wohn- und Konsumeinheit. Dabei können auch mehrere Privathaushalte in einer Wohnung zusammenleben. So betrachtet man beispielsweise den mit einer anderen Wohnpartei in einer Wohnung lebenden, aber für sich allein wirtschaftenden Untermieter als einen eigenen Einpersonenhaushalt. Diese Definition ist auch im Rahmen des Konsumgütersektors durchaus gerechtfertigt, denn man findet in einem solchen Einpersonenhaushalt meistens eigene Rundfunk-, Phono- oder Fernsehgeräte.

Legt man die Volks- und Berufszählungen in der BRD und West-Berlin vom Juni 1961 mit 19,4 Mill. Privathaushalten und vom April 1968 mit 22 Mill. Privathaushalten zugrunde, dann ist bemerkenswert für die Entwicklungstendenz der Anstieg der Einpersonenhaushalte in dieser Zeit um rund 36%. Die Anzahl der Haushalte mit drei und mehr Personen zeigt kaum Änderungen. Der Zweipersonenhaushalt kann mit 16% nur die Hälfte des Wachstums der Einpersonenhaushalte aufweisen. Die wachsende Zunahme des Einpersonenhaushaltes kommt durchaus nicht überraschend, sie vollzog sich vielmehr kontinuierlich. An der Jahrhundertwende gab es, bezogen auf die Anzahl aller Haushalte (= 100%), nur 7,1% Einpersonenhaushalte. Im Jahre 1939 war der Anteil auf 9,8% angestiegen; er erreichte 1950 schon 19,4% und lag im Jahre 1968 mit 25,5% bei einem Viertel sämtlicher Haushalte. Auch beim Kleinhauhalt mit zwei Personen gibt es eine vergleichbare Entwicklung. Hier stieg der Anteil von 14,7% im Jahre 1900 auf rund das Doppelte im Jahre 1968 (28,1%). Der Haushalteanteil mit 3 Personen hat sich dagegen nur geringfügig verändert. Der Statistik kann man entnehmen, daß die durchschnittliche Haushaltgröße in den letzten 7 Jahrzehnten von 4,5 Personen auf rund 2,7 Personen gesunken ist.

Wenn man nun die einzelnen Bundesländer und West-Berlin betrachtet, fällt auf, daß in West-Berlin der Anteil von Ein- und Zweipersonenhaushalten (bezogen auf 1968) mit 41,1% beziehungsweise 31,7% am größten ist. Dementsprechend liegt dort die durchschnittliche Haushaltgröße mit 2,04 Personen am niedrigsten. Andererseits erreicht Rheinland-Pfalz mit 30,8% den größten Anteil der Haushalte mit vier und mehr Personen; die durchschnittliche Personenzahl je Haushalt ist dort 2,87. Interessant ist weiterhin, daß (wiederum bezogen auf 1968) der Anteil der Einpersonenhaushalte

in Gemeinden mit weniger als 2000 Einwohnern rund 16% aufweist und in Großstädten mit über 100000 Personen auf 33% ansteigt. Während der Anteil der Dreipersonenhaushalte in allen Gemeindegrößenklassen etwa gleich groß ist (20%), findet man die großen Haushalte mit vier und mehr Personen in kleinen Gemeinden mit etwa 40% vertreten. In Großstädten gibt es nur noch rund 18% Großhaushalte.

Vom Statistischen Bundesamt wurden in letzter Zeit aus laufenden Erhebungen von Wirtschaftsrechnungen Angaben über die Ausstattung ausgewählter Haushaltstypen mit Rundfunk-, Fernseh- und Phonogeräten veröffentlicht. Man unterscheidet dabei insgesamt drei verschiedene ausgewählte Einkommensgruppen, und zwar Zweipersonenhaushalte von Renten- und Sozialhilfeempfängern mit geringem Einkommen (Haushaltstyp 1), Vierpersonenhaushalte von Arbeitnehmern mit mittlerem Einkommen (Haushaltstyp 2) und Vierpersonenhaushalte von Beamten und Angestellten mit höherem Einkommen (Haushaltstyp 3). Allerdings sind bei diesem Verfahren nur relativ wenige Haushalte erfaßt. Die drei genannten Haushaltstypen entsprechen zusammen nur 7% aller Haushaltungen.

Beim Haushaltstyp 1 findet man überwiegend ältere Ehepaare mit einem monatlichen Bruttoeinkommen unter 500 DM. In dieser Gruppe war (die nachstehenden Angaben gelten für Ende 1968) bei den Rundfunkempfängern eine Sättigung von rund 85% und bei Schwarz-Weiß-Fernsehern von 61% erreicht. Musiktruhen gab es in 4,1% Haushalten und Plattenspielgeräte in 17% Haushaltungen. Den geringsten Sättigungsgrad erreichte das Tonbandgerät mit nur 0,7%. Vergleichsweise sei erwähnt, daß man in dieser Haushaltgruppe etwa 54% Kühlchränke und 26% Waschmaschinen zu verzeichnen hat.

Die Haushaltstypen 2 und 3 umfassen Ehepaare mit zwei Kindern, davon eines unter 15 Jahre, und einem Hauptverdiener. Das monatliche Einkommen der Haushaltgruppe 2 war für den alleinverdienenden Haushaltvorstand zwischen 800 und 1200 DM brutto angesetzt. Im Berichtsjahr 1968 waren unter diesen Haushaltvorständen dem 59% Arbeiter und 41% Angestellte. Beim Haushaltstyp 2 lag Ende 1968 die Sättigung an Rundfunkgeräten bei 87,3% und bei Schwarz-Weiß-Fernsehern bei 83%. Musiktruhen gab es hier in 21,5% Haushalten. Die Prozentzahlen waren auch bei Plattenabspielgeräten mit rund 40% und bei Tonbandgeräten mit 25,5% wesentlich günstiger. Die Vergleichsziffern erreichten für Kühlchränke 92,9% und für Waschmaschinen 30,6%.

Annähernd ähnliche Sättigungsgrade hatten auch die Haushalte nach Typ 3 mit monatlichen Bruttoeinkommen von 1200 bis 2200 DM; im Jahre 1968 wurden hier 39% Beamte und 61% Angestellte gezählt. Während bei Rundfunkgeräten in dieser Gruppe der höchste Sättigungsgrad mit 94,2% ermittelt wurde, lag der prozentuale Anteil der Schwarz-Weiß-Fernsehempfänger mit 72,8% knapp unter dem Sättigungsgrad der Haushaltgruppe 2. Die Prozentzahlen für Phonokoffer (60,6%) und für Tonbandgeräte (34,7%) waren jedoch wesentlich günstiger. Höher war hier auch der Sättigungsgrad für Kühlchränke (98,7%), während die Vergleichsziffer für Waschmaschinen (24,1%) niedriger lag. Ganz allgemein war Ende 1968 die Prozentsatz der Farbfernsehempfänger in den einzelnen Haushaltstypen noch sehr niedrig, denn diese Geräte wurden erst in den letzten Jahren angeschafft.

Werner W. Diefenbach

## Zu wenig Elektroingenieure?

Die Sorge um den Nachwuchs im Elektroingenieurberuf ist nicht erst seit heute aktuell. Schon in den 50er Jahren hatte der außerordentlich rasche wirtschaftliche Aufschwung der Nachkriegszeit zu einem spürbaren Mangel an Ingenieuren geführt und gab zu Untersuchungen und Voraussagen über das zukünftige Bildungsangebot und den entsprechenden Bildungsbedarf Anlaß. In einer Denkschrift des VDE von 1958 wurde für das Jahr 1970 ein Gesamtbestand von rund 70 000 Diplom- und Ingenieurschul-Ingenieuren der Elektrotechnik vorausgeschätzt, der etwa dem heutigen Bestand an Elektroingenieuren entspricht. Als jährlicher Nachwuchsbedarf wurde für das Jahr 1970 eine Zahl zwischen 4000 und 5000 angegeben. Auch diese Voraussage hat sich als zutreffend erwiesen. In einer Denkschrift des VDE von 1960 wurde eine Zuwachsrate von jährlich 6,5 % als eher zu niedrig als zu hoch angesehen, jedoch mit der Einschränkung, daß eine Extrapolation auf wesentlich mehr als ein Jahrzehnt nicht zulässig scheint.

In einer neuen, nunmehr vorliegenden Studie, die im Auftrage der Ständigen Ausschüsse des VDE von Dr.-Ing. F. Coers, Mitglied der Geschäftsführung des VDE, erarbeitet wurde, kommt der VDE zu der Feststellung, daß die Bildungsbilanz für Elektroingenieure nicht gerade positiv ist. Die Studie befaßt sich ausführlich mit der Frage des Bedarfs an Elektroingenieuren in der Bundesrepublik und richtet sich an alle, an Fragen der Ingenieurausbildung Interessierten und Beteiligten, insbesondere auch an die Berufsbürokrat, Wirtschaftsunternehmen, den öffentlichen Dienst und Fachgremien.

Nach dieser Studie wird für die nächste Zukunft ein jährlicher Bedarf an etwa 4500 Elektroingenieuren entstehen, von denen 1500 Diplom-Ingenieure sein müssen. Dieser Bedarf wird aller Voraussicht nach nicht durch entsprechende Absolventenzahlen, vor allem denen der Technischen Universitäten, gedeckt werden können. Dem errechneten jährlichen Bedarf an etwa 4500 Elektroingenieuren (Diplom-Ingenieuren und graduierter Ingenieuren) steht ein Angebot von knapp 4200 Absolventen entgegen. In anderen Disziplinen ist das Verhältnis wesentlich ungünstiger.

Nach den in Repräsentativbefragungen ermittelten Studienwünschen der Abiturienten und nach den Studienanfängerzahlen ist, wie es in der Studie heißt, in den Ingenieurfachrichtungen für die kommenden Jahre ein Rückgang der Absolventenzahlen zu erwarten, der sich am stärksten bei den Hüttenbau- und Maschinenbau-Ingenieuren, in weniger krasser Form bei den Elektroingenieuren auswirken wird. Im Jahre 1969 ist die Anzahl der Studienanfänger für Elektrotechnik an den Technischen Hochschulen beziehungsweise an den Universitäten wieder angestiegen. Wenn diese Tendenz weiter anhält und nicht durch andere Faktoren gestört wird,

kann frühestens ab 1975 mit einer entsprechenden Zunahme der Absolventenzahlen gerechnet werden.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) will mit dieser Studie einen Beitrag zur Bildungspolitik leisten und der Wirtschaft und Industrie sowie Institutionen des Bildungswesens einen Überblick über den voraussichtlich zu erwartenden Bedarf an Ingenieuren der Elektroindustrie geben. Die bereits in früheren Denkschriften des VDE getroffenen Bedarfsvoraussagen haben sich weitgehend als zutreffend erwiesen. Somit darf man aus der Studie schließen, daß der Bedarf der Industrie an

Elektroingenieuren in Hinblick auf die technische und wirtschaftliche Entwicklung in den kommenden Jahren aller Voraussicht nach nicht in vollem Umfange gedeckt werden kann. Allgemeine Hinweise auf eine „große Chance“ werden das Interesse für das Ingenieurstudium allein kaum fördern. Viel eher werden Einzelmaßnahmen wirksam sein. Dazu gehören zum Beispiel eine Veränderung der Einstellung der Gesellschaft zur Naturwissenschaft, zur Technik und zum Ingenieurberuf, eine wesentliche Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts an allgemeinbildenden Schulen, Einrichtung eines berufskundlichen Unterrichts an den allgemeinbildenden Schulen, gezielte Berufsberatung in Verbindung mit den technisch-wissenschaftlichen Vereinen und natürlich eine entsprechende Werbung für den Ingenieurberuf.



## Deutsche Funkausstellung 1970 mit hifi '70 Düsseldorf 21. bis 30. August

Durch den Einsatz modernster Planungsmittel – der Netzplantechnik – hat die Düsseldorfer Messegesellschaft NOWEA, wie ihr Direktor K. Schoop vor der Presse mitteilte, erreicht, daß trotz der relativ kurzen Vorbereitungszeit für die Funkausstellung 1970 von insgesamt 3432 Einheiten alle bis auf drei oder vier termingemäß eingehaltenen worden sind. Die Vorbereitungen laufen weiter auf vollen Touren, und es hat durchaus den Anschein, als ob die „klein“ geplante Ausstellung sich zu einem spektakulären Festival von Ton und Farbe ausweiten werde.

Imposante Zahlen konnte H.-J. Rohde als Leiter des Ausstellungsausschusses verkünden: 96 Ausstellerfirmen haben 16 812 m<sup>2</sup> Netto-Ausstellungsfäche belegt; zahlreiche Sonderschauen präsentieren sich auf 2197 m<sup>2</sup>, 1500 m<sup>2</sup> nehmen die Sendeanstalten in Anspruch; das macht summa summarum 20 509 m<sup>2</sup>.

Im Rahmen der Sonderschauen informiert die Deutsche Bundespost über ihre umfangreiche und ordnende Tätigkeit im weltweiten Funkwesen. Die Bundesanstalt für Arbeit, Nürnberg, beschäftigt sich mit den Berufen der Rundfunk- und Fernsehindustrie. Wie und mit welchen Mitteln Rundfunk-, Fernseh- und Phonogeräte sachgemäß instandgesetzt werden, zeigt der Zentralverband des Deutschen Elektrohandwerks in einer Musterwerkstatt. Auch die traditionelle „Antennenstraße“ fehlt nicht. Die KW-Amateure sind durch den DARC mit einem eigenen Stand vertreten.

Für das Publikum wird Düsseldorf wieder die große Show sein. Von 10 bis 19 Uhr sind täglich mehrere Programme auf den Bildschirmen zu sehen. Düsseldorf als Stadt rüstet sich für den Empfang der Gäste. Ein umfangreiches, buntes und vielseitiges Rahmenprogramm auf dem Ausstellungsgelände und in der Stadt bietet jedem Geschmack etwas. Gesellschaftlicher Höhepunkt wird der HiFi- und Funkball sein.

Für den Verkehr hat die Verkehrspolizei einen minuziös bis ins letzte Detail durchdachten Plan ausgearbeitet. Er ermöglicht es, auch in den Spitzenzeiten den Verkehr reibungslos zum Ausstellungsgelände und zu den vielen Parkplätzen zu führen.

Ausreichende Parkmöglichkeiten gibt es in unmittelbarer Nähe und in der näheren Umgebung des Messegeländes sowie an weiteren Stellen. Ein kostenloser Bus-Zubringerverkehr, für den hinreichend Fahrzeuge bereitstehen, bringt die Besucher auch von nur einigen hundert Metern entfernten Parkplätzen ohne Warzezeiten zum Ausstellungsgelände.

Für den Fachhandel sind die Vormittage (9 bis 14 Uhr) des 24., 25. und 26. August als Händler-Vormittage reserviert. Damit ist sichergestellt, daß Fachgespräche ohne Störungen durch den Publikumsverkehr geführt werden können. Ein speziell für die Funkausstellung geschaffener Aussteller-Club bietet den ausstellenden Firmen die Möglichkeit, sich auch während des stärksten Publikumsandrangs in aller Stille mit ihren Kunden unterhalten zu können.

Die hifi '70 – Internationale Ausstellung mit Festival – findet zum zweiten Male in Düsseldorf statt. Fast 130 Firmen aus zehn Ländern werden dort einem fachkundigen und kritischen Publikum zeigen, welche Fortschritte die Hi-Fi-Technik seit 1968 – dem Jahr der ersten hifi – gemacht hat. Die belegte Fläche hat sich mit 8207 m<sup>2</sup> gegenüber 1968 fast verdoppelt. Das Rahmenprogramm ist vom Deutschen High Fidelity Institut (dhfi) vorbereitet worden. Wie Dipl.-Phys. K. Breß, Vorsitzer des dhfi, mitteilte, sind unter anderem fünf Live-Konzerte im Schumann-Saal geplant sowie Schallplatten-Vorführungen, eine Quadrophonie-Demonstration sowie ein Symposium „Hi-Fi und Stereophonie in den siebziger Jahren“. -th

# Bauelemente mit akustischen Oberflächenwellen

## 1. Einleitung

Durch die Erforschung der Oberflächenwellen ist die Festkörperakustik in den letzten Jahren wesentlich bereichert worden. Die Kenntnisse über Anregung und Ausbreitung akustischer Oberflächenwellen, vornehmlich auf piezoelektrischen Materialien, haben heute einen Stand erreicht, daß nun die Realisierung diskreter Bauelemente im Vordergrund steht. Dieser Beitrag soll kurz umreißen, welche Möglichkeiten der Signalübertragung und Signalverarbeitung diese neue Technologie bietet. Dabei sei zunächst auf die Anregung von Oberflächenwellen auf piezoelektrischen Werkstoffen und die damit verbundenen Probleme näher eingegangen. Aus der Vielzahl der möglichen Bauelemente mit akustischen Oberflächenwellen werden ein Filter für die Fernseh-Zwischenfrequenz und ein Optimalfilter für die Ortungstechnik ausführlicher beschrieben. Akustische Verstärker, Wellenleiter für Oberflächenwellen und akustische Richtungskoppler werden abschließend vorgestellt, um die ganze Breite der Einsatzmöglichkeiten von akustischen Oberflächenwellen aufzuzeigen.

## 2. Akustische Oberflächenwellen

Auf piezoelektrischen Materialien lassen sich akustische Oberflächenwellen –

Das wohl bekannteste piezoelektrische Material dürfte Quarz sein. Daneben gibt es eine Reihe weiterer Werkstoffe, auf denen Oberflächenwellen direkt angeregt werden können. Außer Quarz wird am häufigsten Lithiumniobat ( $\text{LiNbO}_3$ ) eingesetzt, das im Vergleich zum Quarz einen um mehr als eine Zehnerpotenz größeren elektromechanischen Kopplungsfaktor für die Anregung von Oberflächenwellen hat. Weitere wichtige piezoelektrische und gleichzeitig halbleitende Materialien sind Cadmiumsulfid ( $\text{CdS}$ ), Zinkoxid ( $\text{ZnO}$ ) und Galliumarsenid ( $\text{GaAs}$ ). Neben diesen bisher genannten einkristallinen Werkstoffen können für bestimmte Anwendungen auch die polykristallinen piezoelektrischen Keramiken, zum Beispiel auf der Basis von Blei-Zirkonat-Titanat, von Interesse sein. Diese zeigen einen ähnlich großen Anregungsfaktor für Oberflächenwellen wie Lithiumniobat, haben jedoch wegen ihrer polykristallinen Struktur eine sehr viel größere Dämpfung der auftretenden Schallwelle.

Durch die Anzahl  $N$  der interdigitalen Perioden (Bild 1;  $N = 3$ ) läßt sich die relative Bandbreite des Wandlers einstellen, und zwar ist die Bandbreite umgekehrt proportional zu  $N$ . Bild 2 verdeutlicht die Frequenzabhängigkeit der Durchlaßdämpfung  $a_w$  eines Wand-

gebenen Generatorinnenwiderstand oder Lastwiderstand zu erreichen.

Ein elektrisches Signal an den Anschlüssen des Wandlers erzeugt im piezoelektrischen Material ein elektrisches Feld, das an der Oberfläche eine Welle anregt, die sich senkrecht zu den Fingern zu beiden Seiten des Wandlers im Medium ausbreitet. Die Eindringtiefe der Welle, die durch eine elliptische Teilchenbewegung senkrecht zur Oberfläche und in Ausbreitungsrichtung beschrieben werden kann, beträgt nur einige Wellenlängen. Betrachtet man die im Bild 3 schematisch dargestellte Verzögerungsleitung, so breitet sich nicht nur eine Oberflächenwelle vom Eingangswandler zum Ausgangswandler aus, sondern es läuft auch eine Welle auf die Substratbegrenzung zu. Diese wird dort reflektiert und gelangt gleichfalls mit einer gewissen Verzögerung zum Ausgangswandler. Da die reflektierten Signale stören wirken, ist es notwendig, die rückwärtige Zone mit einer Dämpfungsmaße (Wachs) abzudecken. Die gleiche Maßnahme muß auf der Seite des Ausgangswandlers getroffen werden, da ein Teil der Schallwelle durch den Wandler auf die Begrenzung trifft.

Viel entscheidender indessen ist, daß infolge der Aussendung einer Schallwelle nach beiden Seiten des Wandlers

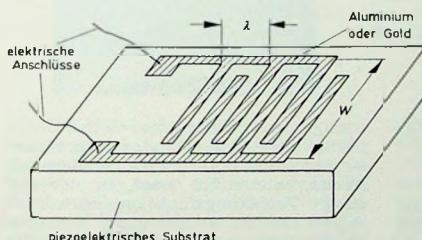
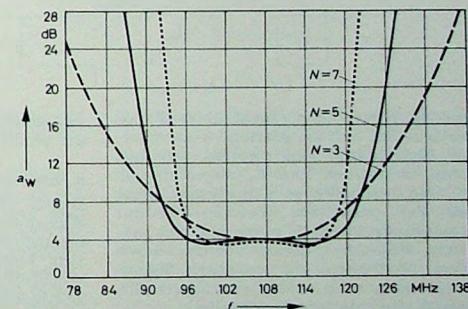


Bild 1. Interdigitale Wandlerstruktur mit  $N = 3$  Perioden

Bild 2. Frequenzabhängigkeit der Durchlaßdämpfung eines Wandlers mit 3, 5 und 7 interdigitalen Perioden: Lithiumniobat (Y-Schnitt) als Substrat und Ausbreitungsrichtung  $21^\circ$  zur z-Achse [3]



die sogenannten Rayleigh-Wellen [1] – in sehr einfacher Weise durch interdigitale Strukturen an der Oberfläche des Substrates direkt anregen [2]. Den Aufbau eines solchen elektromechanischen Wandlers, dessen Entwicklung sehr zum Aufschwung der Oberflächenwellenakustik beigetragen hat, zeigt Bild 1. Zwei kammartige Strukturen sind ineinander verzahnt angeordnet. Der mittlere Abstand benachbarter Finger ist  $\lambda/2$ , also eine halbe Wellenlänge der anzurenden Oberflächenwelle. Gewöhnlich stimmen die Fingerbreite und der Abstand zwischen den Fingern überein, und für beides ergibt sich folglich  $\lambda/4$ . Die Struktur besteht aus einer dünnen Metallschicht, die beispielsweise zunächst auf das piezoelektrische Substrat aufgedampft und anschließend über einen fotolithografischen Prozeß ausgeätzet wird. Als Material findet vielfach Aluminium oder Gold mit 100 bis 300 nm Schichtdicke Verwendung.

Dr.-Ing. Hans Terstegge ist Laborleiter im Fachbereich Halbleiter von AEG-Telefunken, Heilbronn.

lers von der Anzahl  $N$  der interdigitalen Strukturen. Für jedes Material existiert eine optimale Anzahl der Fingeraare und damit eine optimale Bandbreite. Sie ist dadurch charakterisiert, daß in diesem Fall die Umwandlungsverluste am geringsten sind. Der absolute Wert der optimalen Bandbreite wird demgegenüber durch den elektromechanischen Kopplungsfaktor des Werkstoffs festgelegt. Deshalb ist man bestrebt, Materialien mit hohem Kopplungsfaktor einzusetzen, beispielsweise Lithiumniobat, womit relative Bandbreiten von 23 % und mehr erreicht werden. Demgegenüber erreicht man mit Quarz nur optimale Bandbreiten von ungefähr 5 %.

Mit der Breite  $W$  des Wandlers (Bild 1) kann die Kapazität zwischen den beiden Kämmen verändert werden, und es besteht somit die Möglichkeit, eine Anpassung des Wandlers an einen ge-

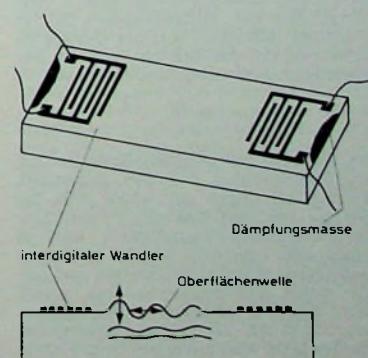


Bild 3. Schematische Darstellung einer Verzögerungsleitung; Anregung und Empfang der Oberflächenwelle mit interdigitalen Wandlern

50 %, oder 3 dB der zugeführten Leistung dem Nutzsignal verlorengehen. Entsprechendes gilt für den Ausgangswandler, so daß eine Verzögerungsleitung schon deshalb eine Durchlaßdämpfung von 6 dB hat. Hinzu kommen noch die eigentlichen Umwandlungsverluste und die Verluste auf der Laufstrecke. Hatte man anfangs angenommen, daß diese Verluste sehr hoch sein würden, so zeigen die neuesten Ergebnisse, daß durchaus die Möglichkeit besteht, Umwandlungsverluste von nur 1 dB zu erreichen. Die Dämpfung der sich ausbreitenden Schallwelle ist bei den einkristallinen Materialien ungefähr 0,1 bis 1 dB/μs und erreicht naturgemäß bei den polykristallinen Werkstoffen mit 1 bis 10 dB/μs sehr viel größere Werte.

Um die unnötigen Verluste in Höhe von 3 dB je Wandler nicht auftreten zu lassen, sind Wandler entwickelt worden, die die Schallweite nur in eine Richtung abstrahlen [3]. Die Struktur eines solchen Richtungswandlers gibt Bild 4

Wellenlängen schränken aber auch den Einsatz von Oberflächenwellen nach hohen Frequenzen hin ein. Bereits bei 1 GHz beträgt die Wellenlänge nur noch einige Mikrometer, und der Abstand der Finger und die Fingerbreite sinken damit auf 1 μm ab. So feine Strukturen sind aber kaum noch mit dem fotolithografischen Verfahren zu beherrschen, und es müssen deshalb Elektronenstrahlen oder auch Laserstrahlen eingesetzt werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, den Wandler bei höheren ungeraden Harmonischen der Grundfrequenz anzuregen, wobei allerdings der Wirkungsgrad sehr stark abnimmt. Da die akustische Wellenlänge nahezu optischen Wellenlängen entspricht, sind auch an die Oberflächenbeschaffenheit des Substrates entsprechend hohe Anforderungen zu stellen. Eine Rauigkeit oder auch Poren in der Größenordnung der Wellenlänge verursachen eine starke Zunahme der Dämpfung der Oberflächenwelle infolge der nahezu

Kondensatoren auf, so ist der erforderliche Abgleich sehr umfangreich. In Rundfunkempfängern mit integriertem ZF-Verstärkerbaustein hat man deshalb teilweise schon einen anderen Weg beschritten und mechanische Resonatoren aus Piezokeramik, die sogenannten keramischen Filter [4], eingeführt. Die Fernseh-Zwischenfrequenz liegt aber mit 36,4 MHz zu hoch, um in der gleichen Technologie ein Filter realisieren zu können.

Interdigital Wandlerstrukturen lassen sich dagegen in diesem Frequenzbereich verhältnismäßig leicht erstellen, und da die Wandler selbst Bandpaßcharakter haben, lag es nahe, auf dieser Basis ein Filter zu verwirklichen. Ein Entwicklungsmuster wurde Ende vergangenen Jahres von Mullard vorgestellt [5]. Der Aufbau entspricht im Prinzip der im Bild 3 dargestellten Verzögerungsleitung. Der Abstand der Finger bestimmt wiederum die Mittenfrequenz der Durchlaßkurve und die Anzahl der in-

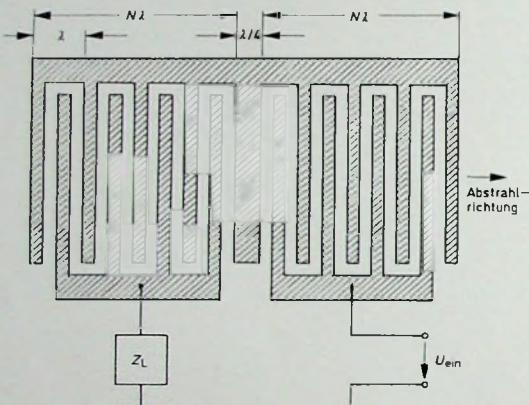


Bild 4. Interdigitaler  
Richtungswandler [3]

Bild 5. Wandlersstruktur  
für ein Fernseh-Zwischenfrequenzfilter von  
Mullard; nach [5]



wieder. Neben dem eigentlichen Wandler befindet sich im Abstand einer viertel Wellenlänge ein zweiter, der mit einer induktiven Last  $Z_L$  abgeschlossen ist, die ihrerseits so abgestimmt wird, daß der parasitäre Wandler bei der Resonanzfrequenz  $f_0$  möglichst viel Leistung reflektiert. Zwar nehmen durch diese Maßnahme die gesamten Wandlungsverluste ab, dafür verringert sich jedoch die relative Bandbreite.

Wie bereits erwähnt, wird der Abstand der Finger durch die Wellenlänge  $\lambda$  festgelegt. Bei der Mittenfrequenz  $f_0$  des Wandlers läßt sich  $\lambda$  aus der Geschwindigkeit  $v_s$ , mit der sich die Welle an der Oberfläche ausbreitet, berechnen zu

$$\lambda = \frac{v_s}{f_0}.$$

Die Ausbreitungsgeschwindigkeiten für Oberflächenwellen bei den genannten Materialien liegen mit etwa 2000 bis 3500 m/s um den Faktor 10<sup>3</sup> niedriger als die Lichtgeschwindigkeit, und es lassen sich einerseits so auf kleinstem Raum hohe Verzögerungszeiten und damit große Speicherkapazitäten erreichen. Auf der anderen Seite ergeben sich hierdurch schon bei Frequenzen von 100 MHz Wellenlängen in der Größenordnung von 20 bis 35 μm, Wellenlängen also, die wesentlich kleiner sind als die elektromagnetischer Wellen im Mikrowellenbereich. Diese geringen

vollständigen Reflexion der Schallenergie an diesen Stellen.

### 3. Anwendungsbeispiele

Durch die Verwendung von Oberflächenwellen im Zusammenhang mit interdigitalen Wandlerstrukturen läßt sich eine Reihe neuer Bauelemente konzipieren. Teilweise hat eine gezielte Entwicklung schon begonnen, wie zum Beispiel bei dem Bandpaßfilter für die Fernseh-Zwischenfrequenz und bei dem Optimalfilter für die Ortstechnik. Feste Verzögerungsleitungen mit Oberflächenwellen bis hinauf zu 1 GHz werden bereits von einigen Herstellern angeboten. Demgegenüber befinden sich andere Projekte noch im ersten Versuchsstadium, und es wird sich zeigen müssen, ob sich wirtschaftlich vertretbare und technisch interessante Einsatzmöglichkeiten bieten. Um das große Anwendungsfeld von Oberflächenwellen aufzuzeigen, sei auch auf einige dieser Bauelemente eingegangen.

#### 3.1. Fernseh-ZF-Filter

Die Einführung integrierter Verstärkerbausteine in Rundfunk- und Fernsehgeräten erfordert gleichzeitig eine konzentrierte Selektion, das heißt ein mehrkreisiges Filter, das die bisher üblichen Bandfilter zwischen den einzelnen Verstärkerstufen ablöst. Baut man ein solches Filter aus Spulen und

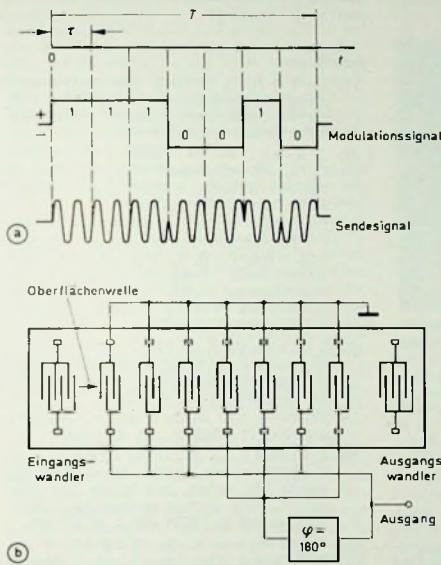
terdigitalen Perioden die relative Bandbreite. Die Länge der einzelnen Finger ist jedoch nicht konstant, sondern sie nimmt, wie Bild 5 zeigt, in der Art einer Verteilungsfunktion nach den Seiten hin ab. Durch diese Variation der Fingerlänge lässt sich die Form der Durchlaßkurve beeinflussen, und bei geeigneter Wahl kann so der für die Bild- und Tonübertragung geforderte Dämpfungsverlauf erzielt werden.

Nachteilig bei diesem Filtertyp, mit dem nach den Angaben der Autoren die Forderungen an die Selektion nahezu erfüllt werden, dürfte die hohe Durchlaßdämpfung sein, die mit ungefähr 30 dB angegeben wird und unter anderem daher führt, daß als Substrat Piezokeramik (PXE 11) verwendet wurde. Entweder durch Benutzung von einkristallinem Lithiumniobat oder durch den Einsatz eines integrierten Vorverstärkers lassen sich die Verluste allerdings verringern oder kompensieren.

Ist ein Abgleich nicht erforderlich – ein wesentlicher Vorteil dieses Laufzeitfilters – so besteht andererseits auch keine Möglichkeit dazu, und es müssen aus diesem Grund durch einen exakten Herstellungsprozeß Toleranzen in den Strukturen von 0,1 μm und weniger gewährleistet sein.

Besondere Beachtung verdienen außerdem die geringen Abmessungen des

neuen Filtertyps. Die beiden Wandler können auf einem Substrat mit einigen Millimeter Kantenlänge untergebracht werden; damit ist die Größe des Filters durchaus vergleichbar mit der monolithisch integrierter Verstärker. Es wäre also denkbar, Verstärker und Filter in einem gemeinsamen Gehäuse unterzubringen, wobei das Verstärkerelement auf der akustisch inaktiven Seite des Substrates befestigt sein könnte. Geht man in diesen Überlegungen noch einen Schritt weiter, so besteht prinzipiell die Aussicht, bei Verwendung eines piezoelektrischen Halbleiters als Substratmaterial beide Bausteine vollkommen zu integrieren.



### 3.2. Optimalfilter

Ein weiteres Bauelement mit Oberflächenwellen, das in der Radartechnik Verwendung findet, ist das sogenannte Optimalfilter (analog matched filter). Moderne Navigationssysteme arbeiten zum Teil mit trägerfrequenten Impulsen, deren Phase nach einem bestimmten Code umgetastet wird. Das Modulationssignal eines 7-bit-Barker-Codes und das zugehörige Ausgangssignal sind als Beispiel im Bild 6a wiedergegeben [6]. Die gesamte Impulslänge ist  $T$ , die des Subpulses  $\tau$ .

Empfangsseitig muß nun dieser codierte Impuls in geeigneter Weise verarbeitet werden. Dazu eignet sich vorzüglich eine Verzögerungsleitung mit Oberflächenwellen, die auf ihrer Laufstrecke angezapft wird. Wie der schematische Aufbau im Bild 6b zeigt, befinden sich zwischen Eingangs- und Ausgangswandler weitere sieben interdigitale Wandler, die es gestatten, einen Teil der akustischen Energie auszukoppeln. In diesem Falle handelt es sich um sieben identische Strukturen, die, entsprechend dem 7-bit-Barker-Code zusammen geschaltet sind. Der Abstand zweier Wandler stimmt mit dem Produkt  $v \cdot \tau$  überein, wobei  $v$  die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Oberflächenwelle und  $\tau$  die Länge des Subpulses bedeutet. Läuft nun das phasenmodulierte Signal in die Verzögerungsstrecke, so schwankt

die Amplitude der Gesamtausgangsspannung aller Anzapfungen zunächst nur zwischen 0 und  $A$ , also zwischen Null und der maximalen Ausgangsspannung  $A$  eines Wandlers. Nur zu dem Zeitpunkt, wenn der gesamte Impuls der Länge  $T$  eingelaufen ist, addieren sich alle Ausgangsspannungen zu einer Summenspannung von  $7A$ .

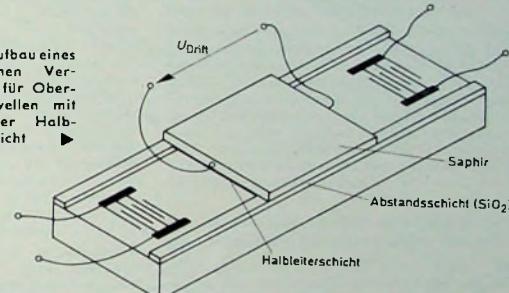
Dieses um den Faktor 7 größere Signal hebt sich sehr viel stärker aus dem Störpegel heraus. Die gesamte Sendeleistung, die der Impuls der Länge  $T$  enthält, wird somit auf die Länge eines Subpulses komprimiert. Hierdurch erreicht man nicht nur eine scheinbar höhere Sendeleistung, sondern auch

die Amplitude der Elektronen dagegen kleiner oder ihre Bewegungsrichtung entgegengesetzt zur Schallrichtung, so nehmen sie Energie von der Schallwelle auf. In diesem Fall wird die akustische Oberflächenwelle gedämpft.

Um auf diese Art einen akustischen Verstärker aufzubauen, muß das Substratmaterial drei Eigenschaften in sich vereinen. Neben einem großen piezoelektrischen Kopplungsfaktor und geringen akustischen Verlusten sollte der Werkstoff gleichzeitig ein guter Halbleiter sein. Ein Material, das alle diese Vorteile aufweist, ist bis heute nicht bekannt. Das bei akustischen Verstärkern mit Körperschallwellen sehr häufig verwendete Cadmiumsulfid (CdS) ist zwar ein einigermaßen gutes piezoelektrisches Material, jedoch nur ein schlechtes akustisches und halbleitendes Medium.

Die elektroakustische Verstärkung von Oberflächenwellen bietet indessen die Möglichkeit, die Eigenschaften auf zwei Materialien aufzuteilen. Das durch die Oberflächenwelle erzeugte elektrische Feld reicht um knapp eine Wellenlänge in das umgebende Medium hinein. Das ermöglicht, eine halbleitende Schicht

Bild 6. Optimalfilter für die Radartechnik; a) Modulationsignal und phasenmoduliertes Sendesignal nach dem 7-Bit-Barker-Code, b) durch sieben identische Wandler angesetzte Verzögerungsleitung, die mit der angegebenen Bewertungsschaltung als Optimalfilter für obigen Code eingesetzt wird



eine bessere Entfernungsauflösung, da diese von der Länge des Impulses abhängt.

Noch wesentlich günstigere Verhältnisse ergeben sich, wenn ein Code mit einer höheren Anzahl von Bits eingesetzt wird. So wurde bereits eine Verzögerungsleitung mit 50 Anzapfungen auf Quarz erstellt und mit einem 63 Bit phasenmodulierten Signal untersucht [6, 7]. Die Mittenfrequenz betrug 120 MHz bei einer 3-db-Bandbreite von 5 MHz. Der Abstand der Anzapfungen entsprach einer Länge der Subpulse von 200 ns, und die Dämpfung zwischen Eingangssignal und Ausgangssummenimpuls wurde mit 16 dB angegeben. Die gesamte Leitung konnte in einem flachen Gehäuse mit einer Grundfläche von nur ungefähr 4,5 cm × 3 cm untergebracht werden.

**3.3. Akustischer Verstärker**  
Eine akustische Welle an der Oberfläche eines piezoelektrischen Substrates wird von einer elektromagnetischen Welle begleitet, die, falls das Material gleichzeitig halbleitend ist, mit den Leitungselektronen in Wechselwirkung tritt. Werden die Elektronen durch ein elektrisches Feld so beschleunigt, daß sie sich schneller als die Schallwelle bewegen, so geben die Ladungsträger Energie an die Schallwelle ab, die dadurch verstärkt wird. Ist die Geschwin-

in einem geringen Abstand von Bruchteilen der akustischen Wellenlänge oberhalb des Substrates anzuordnen und die Welle mit den Leitungselektronen dieser Schicht in Wechselwirkung treten zu lassen. Die physikalische Trennung von akustischem Substrat und halbleitender Zone erlaubt nun die Wahl eines Substrates mit optimalen piezoelektrischen und akustischen Eigenschaften – hoher elektromechanischer Kopplungsfaktor und geringe akustische Verluste –, während für die halbleitende Schicht ein Werkstoff mit hoher Beweglichkeit der Elektronen und guter Leitfähigkeit ausgesucht werden kann. Verstärker dieses Typs, deren prinzipieller Aufbau Bild 7 veranschaulicht, wurden bereits aufgebaut und untersucht [8–11]. Als piezoelektrisches Substrat dient größtenteils Lithiumniobat, und die halbleitende Schicht besteht vorwiegend aus einem N-leitenden Siliziumkristall. Den geringen Luftspalt zwischen beiden Medien, beispielsweise bei einem 100-MHz-Verstärker 50 nm, stellt eine Abstandsschicht aus Quarzglas her, die auf das Lithiumniobat in entsprechender Dicke außerhalb des Schallstrahls aufgesputtert wird.

Die Beschleunigung der Elektronen erfordert Spannungen bis zu 5 kV/cm; damit verbunden ist eine erhebliche Wärmeentwicklung im Halbleiterkristall. Um diese Verlustleistung wesent-

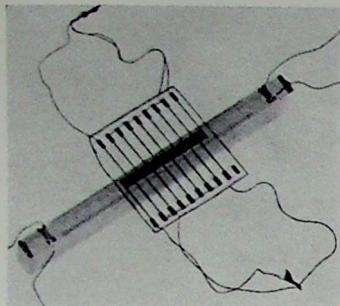


Bild 8. Akustischer Verstärker mit unterteilter Beschleunigungszone [10]

lich herabzusetzen und gleichzeitig mit kleineren Betriebsspannungen auszukommen, wird bei neueren Entwicklungen statt des Siliziumeinkristalls eine auf Saphir epitaxial aufgebrachte dünne Siliziumschicht benutzt, die in einzelne Abschnitte unterteilt ist. Die Beschleunigungszonen werden akustisch in Reihe, elektrisch aber parallel geschaltet.

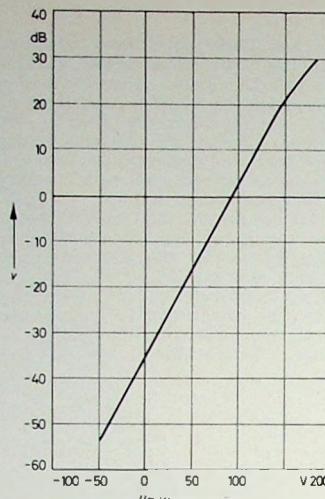


Bild 9. Vierpolverstärkung der im Bild 8 abgebildeten Anordnung in Abhängigkeit der Driftspannung bei  $f_0 = 108$  MHz [10]

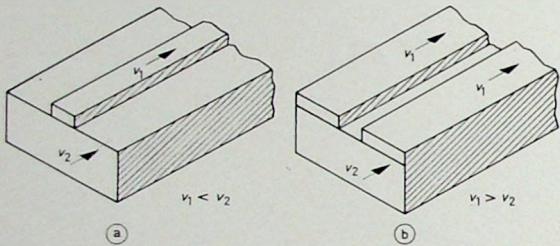


Bild 10. Wellenleiter für akustische Oberflächenwellen:  
a)  $v_1 < v_2$ , b)  $v_1 > v_2$

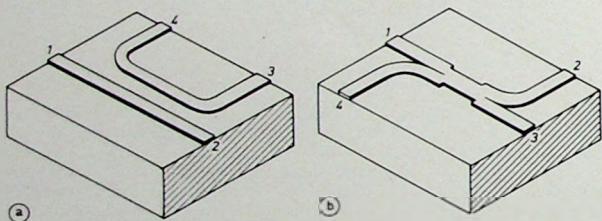


Bild 11. Koppler für akustische Oberflächenwellen:  
a) Richtungskoppler,  
b) Hybridkoppler

tet, so daß nur noch Gleichspannungen von etwa 200 V erforderlich sind. Außerdem nimmt durch diese Maßnahme die Verlustleistung um mehr als zwei Größenordnungen ab und erreicht Werte von einigen Watt.

Die praktische Ausführung eines akustischen Verstärkers mit getrennter Halbleiterschicht und aufgeteilter Beschleunigungszone zeigt Bild 8. Die mit dieser Anordnung in Abhängigkeit von der Driftspannung bei  $f_0 = 108$  MHz erreichte Verstärkung läßt Bild 9 erkennen. Mit wachsender Beschleunigungsspannung werden zunächst die Verluste der Wandler und die Dämpfung der Welle auf der Laufstrecke kompensiert, und erst darüber hinaus, bei etwa 100 V, ergibt sich eine Nettoverstärkung, die bei diesem Verstärker 30 dB erreicht.

### 3.4. Wellenleiter, Koppler

Etwa analog zur Mikro-Strip-Technik lassen sich auch für akustische Oberflächenwellen Wellenleiter aufbauen. So kann zum Beispiel die Schallenergie durch zwei parallele Gräben gebündelt und geführt werden. Andere Wellen-

leiterformen sind im Bild 10 angegeben. Durch aufgebrachte Schichten, die entweder eine geringere oder auch höhere Ausbreitungsgeschwindigkeit  $v_1$  als das Medium ( $v_2$ ) haben, tritt eine Bündelung der Oberflächenwellenenergie auf. Im ersten Fall konzentriert sich die Energie auf den Bereich des Steges (Bild 10a), während im anderen die freie Zone die Welle führt (Bild 10b).

Mit Hilfe dieser akustischen Wellenleiter für Oberflächenwellen lassen sich nun weitere aus der Mikrowellentechnik bekannte Bauelemente realisieren, unter anderem also auch Richtungs-

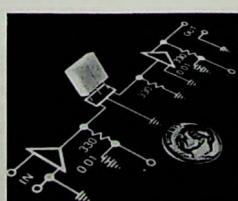
koppler (Bild 11a) und Hybridkoppler (Bild 11b). Der Richtungskoppler ermöglicht es, einen Teil der akustischen Energie, die von Tor 1 nach Tor 2 fließt, am Tor 3 zu entnehmen. Bei entgegengesetzter Flußrichtung erscheint die ausgetrennte Energie am Tor 4. Ein Hybridkoppler (3-dB-Koppler) teilt die einlaufende Energie auf zwei Tore auf, wobei die Ausgangssignale um  $90^\circ$  phasenverschoben sind. So ruft ein Signal am Tor 1 Ausgangsspannungen an den Toren 2 und 3 hervor, die um 3 dB gedämpft sind und einen Phasenwinkel von  $90^\circ$  gegeneinander haben. Entsprechendes gilt für ein Eingangssignal am Tor 4, nur daß die Phasenverschiebung der Spannungen an den Toren 2 und 3 nun  $-90^\circ$  beträgt.

### Schrifttum

- [1] Lord Rayleigh: On waves propagated along the plane surface of an elastic solid. Proc. London Math. Soc. Bd. 17 (1885) Nr. 4, S. 4-11
- [2] White, R. M., und Voltmer, F. W.: Direct piezoelectric coupling to surface elastic waves. Appl. Phys. Lett. Bd. 7 (1965) S. 314-316
- [3] Smith, W. R., Gerard, H. M., Collins, J. H., Reeder, T. M., und Shaw, H. I.: Design of surface wave delay lines with interdigital transducers. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques Bd. 17 (1969) S. 865-873
- [4] Terstegge, H., und Hofmann, G.: AM-ZF-Filter für 460 kHz mit Keramikschwingern. Funk-Techn. Bd. 25 (1970) Nr. 5, S. 152-154
- [5] Filtering the surface waves. Electronics Bd. 42 (1969) Nr. 42, S. 184-185
- [6] Collins, J. H., u. Hagon, P. J.: Surface waves delay lines promise filters for radar, flat tubes for television, and faster computers. Electronics Bd. 43 (1970) Nr. 2, S. 110-122
- [7] Costanza, S. T., Hagon, P. J., und MacNevin, L. A.: Analog matched filter using tapped acoustic surface wave delay line. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques Bd. 17 (1969) S. 1042-1043
- [8] White, R. M., und Voltmer, F. W.: Ultrasonic surface-wave amplification in cadmium-sulfide. Appl. Phys. Lett. Bd. 8 (1966) S. 40-42
- [9] White, R. M.: Surface elastic-wave propagation and amplification. IEEE Transactions on Electron Devices Bd. 14 (1967) S. 181-189
- [10] Lakin, K. M., und Shaw, H. I.: Surface wave delay line amplifiers. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques Bd. 17 (1969) S. 912-920
- [11] Collins, J. H., u. Hagon, P. J.: Amplifying acoustic surface waves. Electronics Bd. 42 (1969) Nr. 25, S. 102 bis 111
- [12] Stern, E.: Microsound components, circuits and amplifications. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques Bd. 17 (1969) S. 835 bis 844

## 10,7-MHz-Keramik-Miniaturfilter

Brush Clevite, Southampton (deutsche Vertretung: E. G. Harnemann, Frankfurt/Main), entwickelte speziell für Auto-, Koffer- und Heim-Rundfunkgeräte ein neues 10,7-MHz-Keramik-Miniaturfilter mit hoher piezoelektrischer Güte. Es zeichnet sich besonders aus durch seine geringen Abmessungen (10 mm  $\times$  10 mm  $\times$  2 mm) und eine Weitselektion von über 45 dB. Dieses komplekte Vierkreisfilter ist für integrierte Schaltungen äußerst anpassungsfähig. Technische Daten: Mittelfrequenz 10,7 MHz  $\pm$  100 kHz, 3-dB-Bandbreite 235 kHz, 40-dB-Bandbreite 825 kHz, Durchlaßdämpfung 3 dB, Welligkeit 0,2 dB, Impedanz 300  $\Omega$   $\pm$  20 %  $\parallel$  5 pF  $\pm$  5 %.



## Persönliches

### Alfred Sanio zum 40jährigen Dienstjubiläum

Mittler zwischen Industrie und Presse zu sein, das ist eine Aufgabe, die sich heute fast im gleichen Tempo ändert wie die Technik selbst. Wer deshalb diese vielseitigen Aufgaben erfolgreich bewältigen will, der muß nicht nur „immer am Ball“ sein, sondern muß es zugleich auch verstehen, Beruf und Hobby eins werden zu lassen. Das alles hat Alfred Sanio, seit 40 Jahren Leiter der Philips-Pressestelle, geschafft, der am 5. August 1970 auf 40 Jahre erfolgreicher Pressearbeit im Dienste des Hauses Philips zurückblicken kann und damit der dienstälteste Pressestellenleiter der deutschen Wirtschaft ist.

Dem am 4. Mai 1906 geborenen Berliner haben Fixigkeit und Pflichtigkeit — zwei Eigenschaften, die man dieser Gattung des homo sapiens neben dem sprachwölflichen Herz mit Schnauze nachsagt — wesentlich mitgeholfen, sich allen Situationen im Auf und Ab der Branche anzupassen. Sie haben ihn im richtigen Augenblick das richtige Wort zur Kommentierung oder Erklärung der technischen oder wirtschaftlichen Situation finden lassen. Alfred Sanio ist es wesentlich mit zu verdanken, daß sich insbesondere für Fachpressekonferenzen in den Jahren ab etwa 1955 ein Stil herausgebildet hat, der durch ein Maximum an sachlichen und fachlichen Informationen und ein Minimum an wohlgesetzten, aber oft leeren Reden gekennzeichnet ist.

Der berufliche Lebensweg führte ihn nach 18jähriger Tätigkeit bei den Philips-Gesellschaften in Berlin 1948 nach Hamburg, wohin die Philips-Hauptverwaltung in jenem Jahr ihren Sitz verlegte. Neben seinen firmengebundenen Aufgaben galt sein besonderes Interesse der Vorbereitung und Durchführung von Ausstellungen und Messen, insbesondere der Funkausstellungen. Von 1952 bis 1966 war er ehrenamtlicher Sprecher des Fachverbandes Rundfunk und Fernsehen im Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie (ZVEI) für die gesamte Branche. Daß er darüber hinaus Mitglied zahlreicher beruflicher Vereinigungen im In- und Ausland ist, versteht sich fast von selbst. Zum 5. August 1970 gebürtigt Diplom-Kaufmann Alfred Sanio der Dank der Branche und der Presse. Mit unserem Dank und unseren Glückwünschen verbinden wir die Hoffnung, daß es dem Senior der deutschen Pressestellenleiter noch viele Jahre bei bester Gesundheit vergönnt sein möge, sein Wissen und seine Erfahrungen der elektronischen Industrie und dem Hause Philips ebenso zur Verfügung zu stellen wie der kommenden Generation von Journalisten in Industrie und Wirtschaft.

W. Rath



W. Niens  
65 Jahre

Professor Dr. rer. techn. Walter Niens, Direktor der Abteilung Nachwuchs und Ausbildung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken, vollendete am 14. Juli sein 65. Lebensjahr. Er gehört dem Unternehmen seit über drei Jahrzehnten an und zeichnet seit 1955 für die Nachwuchsausbildung verantwortlich. Der Honorarprofessor in der Fakultät für Maschinenwesen der TU Berlin ist ehrenamtlich als Leiter und Mit-

glied zahlreicher Institutionen für die Berufsausbildung und -fortbildung tätig.

Walter Niens ist am 14. Juli 1905 in Dortmund geboren. Er studierte an den Universitäten Marburg, Frankfurt (M.) und Kiel Naturwissenschaften und wurde später Assistent an den Physikalischen Instituten in Kiel und Danzig, wo er auch promovierte. 1936 trat er in die AEG ein. Mitte der vierziger Jahre wurde Dir. Dr. Niens die stellv. Leitung des Forschungsinstitutes in Berlin übertragen. Es folgte 1949 seine Berufung zum Fabrikdirektor der AEG-Betriebe Reckendorf. 1955 übernahm er dann die Leitung der Nachwuchsausbildung in der AEG. Die Technische Universität Berlin ernannte Dr. Walter Niens 1958 zum Honorarprofessor für das Fach Arbeitswissenschaft.



H.-H. Neumann  
60 Jahre

Am 4. August vollendet Hans-Hendrik Neumann, Vorsitzender der Geschäftsführung der Valvo GmbH, sein sechzigstes Lebensjahr. Sein Geburtsort, Wuppertal-Elberfeld, im Industriegebiet B.H.-H. Neumann frühzeitig den

Weg zur Technik. Der Wunsch, Ingenieur zu werden, war in den Jahren der Weltwirtschaftskrise jedoch nicht zu erfüllen. Nach drei Semestern Studium der Elektrotechnik mußte das ursprüngliche Berufsziel aufgegeben werden. H.-H. Neumann wurde Soldat. Bei Kriegsende war er Regimentskommandeur und kam erst nach mehrjähriger Gefangenschaft in die Heimat zurück. Mit der ihm eigenen Energie begann er, sich eine neue berufliche Basis zu schaffen.

1949 trat H.-H. Neumann bei der Deutschen Philips GmbH in Hamburg ein, wo er bald sehr erfolgreich tätig sein konnte. Fünf Jahre lang war er Direktor der Filiale Hannover, die während dieser Zeit einen bemerkenswerten Aufschwung nahm.

Seine Berufung zum alleinzeichnungsberechtigten Geschäftsführer der Valvo GmbH im Jahre 1956 leitete einen neuen Abschnitt in der Geschichte dieses Unternehmens ein. Die Valvo GmbH konnte sich unter der ebenso tatkräftigen wie besonnenen Leitung ihres Chefs zu einem der bedeutendsten Hersteller von elektronischen Bauelementen in Deutschland entwickeln.

E. Nanz  
60 Jahre

Am 18. Juli 1970 wurde Ernst Nanz, Technischer Direktor der Perpelum-Ebner KG, St. Georgen/Schwarzwald, 60 Jahre. 1959, vor 11 Jahren, übernahm der gebürtige Stuttgarter die technische Leitung des bekannten Unternehmens der Phonobranche.



G. Haag 50 Jahre

Dir. Dipl.-Ing. Dr. rer. pol. Gerhard Haag, kaufmännischer Leiter der Geschäftsbereiche „Nachrichtentechnik“ und „Verkehr“ sowie des Fachbereichs „Weitverkehr und Kabeltechnik“ der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken, wurde 50 Jahre.

Gerhard Haag ist am 24. Juni 1920 in Gräfenhainichen/Mitteldeutschland geboren. Er lernte Industriekaufmann, studierte anschließend mit dem

Abschluß Diplom-Ingenieur an der Technischen Universität Berlin und war 1947/48 als wissenschaftlicher Assistent an der TU Berlin tätig. Dipl.-Ing. Haag trat 1948 in die Telefunken GmbH ein. Im Berliner Röhrenwerk der Gesellschaft zeichnete er für den Einkauf und den Materialbereich verantwortlich, bis er 1956 als kaufmännischer Werkleiter nach Backnang/Württ. ging, dem Sitz des heutigen Fachbereichs „Weitverkehr und Kabeltechnik“ von AEG-Telefunken. Im Jahre 1957 promovierte Dipl.-Ing. Gerhard Haag zum Dr. rer. pol.

### H. Rehm Leiter des AEG-Telefunken-Fachgebietes Leistungshalbleiter

Mit Wirkung vom 1. Juli 1970 übernahm Dipl.-Ing. Helmut Rehm als Nachfolger des kürzlich verstorbenen Direktors G. A. Kugler die Leitung des Fachgebietes Leistungshalbleiter von AEG-Telefunken.

Rehm wurde 1928 in Ilmenau (Thüringen) geboren und kam 1954 nach Abschluß seines Studiums der Starkstromtechnik an der TU Berlin zur AEG. Im Berliner Forschungsinstitut beschäftigte er sich besonders mit der Meß- und Regeltechnik von Antrieben. Bis 1967 war er Leiter der Anlagenabteilung des Unternehmens für Großantriebe, speziell für den Bergbau. Anschließend wurde ihm die Leitung des Fachgebietes Vibrations-technik übertragen.

### Prokura für G. Schulmeyer

Gerhard Schulmeyer, seit 1969 Verkaufsleiter Inland für Elektroakustik der Braun AG, erhielt mit Wirkung vom 1. Mai 1970 Gesamtprokura.

Nach seiner Lehrzeit bei der Braun AG studierte Schulmeyer (31) Nachrichtentechnik an der Staatlichen Ingenieurschule in Frankfurt. Im Anschluß an sein Staatsexamen war er mehrere Jahre Entwicklungsingenieur, dann stellvertretender Leiter des Prüffeldes für Rundfunk- und Hi-Fi-Geräte der Braun AG. Seine Tätigkeit im Vertrieb begann er 1964 nach einem Studium an der Akademie für Welthandel, Frankfurt, als Verkaufsleiter Elektroakustik für Norddeutschland.

### B. von Heyden-Linden Geschäftsführer der Monsanto (Deutschland) GmbH

Alexander B. von Heyden-Linden, (37), wurde zum Geschäftsführer und neuen Area Sales Manager für Chemikalien und Kunststoffe der Monsanto (Deutschland) GmbH ernannt. Zu diesem Bereich gehören neben dem Halbleiterprogramm mit den Bauelementen auf Solid-State-Basis (lichtemittierende Anzeigen, Dioden usw.) auch die Produkte der Silizium-Epitaxialscheiben für integrierte Schaltkreise.

Vo Heyden-Linden, der bereits vor der Gründung der Monsanto (Deutschland) GmbH im Jahre 1967 zehn Jahre lang zum Repräsentantenstab des Unternehmens in Deutschland gehörte, trat im Juli 1969 als Verkaufsdirektor Chemikalien in die Organisation ein.

### PCM-Erfinder Reeves geehrt

Die „Pulscodemodulation“ (PCM) findet weltweit immer mehr Anwendung bei der Mehrfachausnutzung von Kabeln für die Sprachübertragung. Obrigkell der Engländer Alec Harley Reeves, ein Mitarbeiter der SEL-Schwesterfirma Standard Telephone & Cables, das PCM-Verfahren bereits 1940 erfand, schufen erst moderne elektronische Bauelemente und die Entwicklung der Digitaltechnik in den letzten Jahren alle Voraussetzungen für wirtschaftliche PCM-Anlagen.

„In Anerkennung seines Beitrags zum Fortschritt der Nachrichtentechnik durch das Konzept und die Entwicklung der Pulscodemodulation“ zeichnete die International Telephone and Telegraph Corporation (ITT) Reeves mit einem hoch dotierten Preis aus. Kaum ein halbes Jahr davor gab die britische Postverwaltung zur Erinnerung an die PCM-Erfahrung eine Sondermarke und einen Ersttags-Briefumschlag heraus. Zu den zahlreichen Ehrungen, die Reeves empfing, gehört auch die Ballantine-Medaille des Franklin-Institutes. Bei Eröffnung der 14. International Convention on Communications 1966 in Genf wurde ihm die Goldmedaille „Stadt des Columbus“ verliehen. Königin Elisabeth II. ernannte Reeves 1969 zum Kommandeur des Britischen Empireordens.



bensjahr. Er gehört dem Unternehmen seit über drei Jahrzehnten an und zeichnet seit 1955 für die Nachwuchsausbildung verantwortlich. Der Honorarprofessor in der Fakultät für Maschinenwesen der TU Berlin ist ehrenamtlich als Leiter und Mit-

## Vorteile des UHF-Sprechfunks

Zur Zeit sind in Westdeutschland und West-Berlin etwa 150 000 Sprechfunkgeräte als Fahrzeugfunkanlagen, Handfunksprechergeräte und ortsfeste Stationen eingesetzt. Diese von der Bundespost als nöBL-Geräte klassifizierten Anlagen (nichtöffentlicher beweglicher Landfunk) arbeiten in der überwiegenden Mehrzahl noch im VHF-Bereich, und zwar im 4-m- und im 2-m-Band, soweit es sich um zivile Anwendungen handelt. Nur eine geringe Anzahl derer, die eine Sprechfunklizenz beantragen, sind trotz der Überfüllung der VHF-Bänder bereit, auf das 70-cm-Band auszuweichen. Dies ist um so erstaunlicher, als sich durch Erfahrungen der letzten Jahre gezeigt hat, daß der UHF-Sprechfunk ganz beachtliche Vorteile gegenüber der VHF-Konkurrenz aufzuweisen hat.

### 1. Reichweite der UHF-Sprechverbindung im Vergleich zum VHF-Bereich

#### 1.1. Ausbreitung im Freifeld

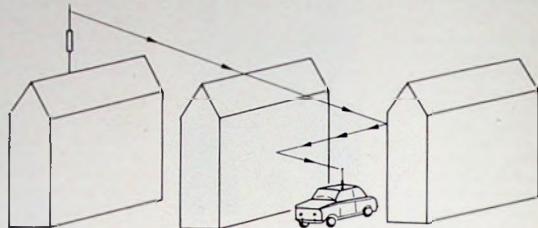
Die Reichweite, oder der größtmögliche Abstand zwischen zwei Sprechfunkstellen, ergibt sich aus der Sendeleistung, der Empfängerempfindlichkeit und der Streckendämpfung. Bei einem Vergleich 2-m-Band zu 70-cm-Band erhält man im Freifeld, also auf Sichtweite, zunächst eine um 10 dB höhere Streckendämpfung im 70-cm-Band. Da man heute Empfänger im UHF-Bereich etwa mit den gleichen Empfängerempfindlichkeiten herstellen kann wie für VHF und die Sendeleistung in beiden Fällen durch Postvorschriften auf 6 W am Geräteausgang begrenzt ist, läßt sich diese Streckendämpfung nur durch vertikal bündelnde Rundstrahlantennen oder höheren Aufstellungsort der ortsfesten Antenne wieder ausgleichen. Der Verlust durch höhere Streckendämpfung läßt sich beispielsweise durch eine Fahrzeugantenne mit 5 dB Gewinn, eine ortsfeste Antenne mit 2 dB Gewinn und einen etwa 20 bis 30 % höheren Aufstellungsort der Feststationsantenne vermeiden. Die erwähnten Antennen, die ein scheibenförmiges Rundstrahldiagramm ergeben, sind normalerweise aus mehreren übereinander angeordneten Strahlern zusammengesetzt.

Die 5-dB-Fahrzeugantenne ist nicht länger als eine  $\frac{1}{4}$ -Antenne im 2-m-Band und nur unwesentlich aufwendiger. Teurer ist eine ortsfeste Antenne mit hohem Antennengewinn. Da man aber zur besseren Ausnutzung der Vielfachreflexion sowieso einen hohen Aufstellungsort für die Feststationsantenne braucht, ist eine Antenne mit extrem hohem Gewinn ( $> 5$  dB) nicht notwendig.

#### 1.2. Wellenausbreitung im Stadtgebiet

Die am Beginn der Betrachtung genannte Freiraumausbreitung ist in der Praxis des mobilen Sprechfunks selten. Fast immer handelt es sich um bebau-

Bild 1. Weg einer UHF-Verbindung von der ortsfesten Station zum Fahrzeug über mehrfache Reflexionen an Hauswänden



tes, in den Großstädten sogar dichtbebautes Gelände, bei dem eine Ausbreitung auf Sicht nicht oder nur vereinzelt vorkommt. Hier treten die quasioptischen Eigenschaften der etwa dreimal höheren Frequenz des UHF-Bandes gegenüber denen des 2-m-Bandes bereits deutlich hervor, das heißt, die Reflexion nimmt zu, die Eindringtiefe und damit auch die Absorption nimmt ab. Die Zunahme der Reflexion, die sich sowohl in einer höheren Amplitude als auch in einer größeren Anzahl von Übertragungswegen äußert, ist für den mobilen Sprechfunkverkehr in bebautem Gelände sehr nützlich. Sie erlaubt Sprechfunkverkehr in engsten Gassen, zwischen Schluchten von Hochhäusern und sogar bis hinein in unterirdische Tunnel. Bild 1 zeigt schematisch dargestellt den Weg von der Feststationsantenne über mehrere Reflexionen an Hauswänden zum Fahrzeug. Bild 2 gibt zum Vergleich zwei Feldstärkediagramme, aufgenommen im 2-m- und im 70-cm-Band, in einem Autotunnel von 300 m Länge wieder. Beide Feststationsantennen befanden sich auf demselben Gebäude in gleicher Höhe und wurden

mit der gleichen Sendeleistung von 6 W betrieben. Der Tunnel wurde quer zur Fahrtrichtung angestrahlt, so daß nur reflektierte Wellen in die Tunnelgänge gelangen konnten. Man erkennt sofort, daß mit dem 70-cm-Gerät durchgehend Verbindung vorhanden war, während im 2-m-Band das Mittelstück des Tunnels ohne Funkverbindung blieb.

### 2. Störungen des Sprechverkehrs – Vergleich zwischen VHF und UHF

#### 2.1. Reflektierte Wellen

Der allgemein beim mobilen Sprechfunk bekannte Unterbrechungseffekt durch Feldstärkeeinbrüche, die nach Art stehender Wellen zustande kommen, ist im 70-cm-Band wesentlich weniger störend, weil die Abstände, in denen sie auftreten, und die Dauer der Unterbrechungen im Verhältnis  $\frac{1}{3}$  kürzer sind als im 2-m-Band. Eine teilweise oder auch vollständige Auslöschung der Primärwelle tritt dann auf, wenn die von einem Sekundärstrahler gleichzeitig eintreffende Welle gegenphasig, das heißt gegen die Hauptwelle um  $180^\circ$  phasenverschoben, empfangen wird. Eine völlige Auslöschung erfolgt nur,

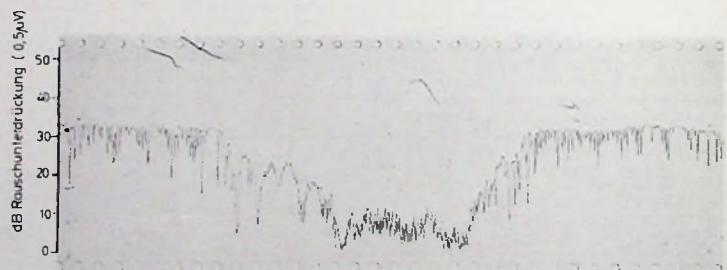


Bild 2a. VHF-Feldstärkediagramm, gemessen mit einem Fahrzeugfunkspreechgerät „KF 160“, Frequenz 147,83 MHz, 5/8-λ-Antenne; die Feldstärke sinkt in Tunnelmitte bis auf 0 dB ab

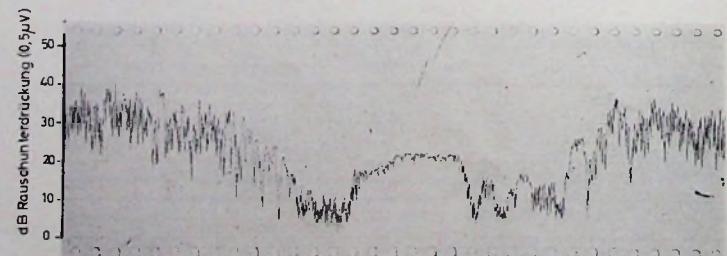


Bild 2b. UHF-Feldstärkediagramm, gemessen mit einem Fahrzeugfunkspreechgerät „KF 450“, Frequenz 459,55 MHz, 1/4-Antenne; die Feldstärke steigt in Tunnelmitte an, Sprechverbindung ist ab 5 dB Rauschunterdrückung möglich

Ing. Wolfgang Lange ist Leiter eines Entwicklungslabors für Sprechfunkgeräte der Bosch-Elektronik, Berlin.

wenn auch die Empfangsfeldstärken beider Wellen gleich sind. Bild 3 zeigt die Überlagerung einer von einem Rundstrahler ausgehenden Welle durch eine reflektierte Welle. Die Kreise stellen Maxima und Minima der Wellen dar; ihre Schnittpunkte geben den Ort an, an dem beide Wellen gegenphasig aufeinandertreffen. Man erkennt, daß die Auslöschen etwa im Abstand einer halben Wellenlänge auftreten, aber beim Durchfahren des Gebietes quer zur Verbindungslinie zwischen

müsste dann auf einen Rundstrahler umschalten. Außerdem ist der für den Versuch verwendete 10-Elemente-Yagi für den Fahrzeugeinbau zu groß. Wichtig für die Ausnutzung der Reflexion zur Verbesserung der Sprechfunkverbindung ist ein hoher Standort der ortsfesten Antenne über dem allgemeinen Dachniveau, da nur so ein „Ausleuchten“ des Stadtgebietes möglich ist.

Ein Vorteil der geringeren Freifeldausbreitung ist die bessere Begrenzung des Versorgungsbereiches auf die für

wird der Sprechfunkverkehr gerade in dichtbesiedelten Gebieten besonders gestört, so daß die eigentliche Empfängerempfindlichkeit in vielen Fällen nicht voll ausgenutzt werden kann. Bild 5 zeigt die Abnahme der Störungen zu höheren Frequenzen hin. Der Unterschied zwischen 2-m- und 70-cm-Band beträgt immerhin 11 dB, der Unterschied zum 80-MHz-Bereich 18 dB und zum 40-MHz-Bereich sogar 24 dB. Dieser niedrigere Störpegel stellt praktisch eine Verbesserung der Empfängerempfindlichkeit um den Faktor 3,5 gegenüber einem 150-MHz-Empfänger dar.

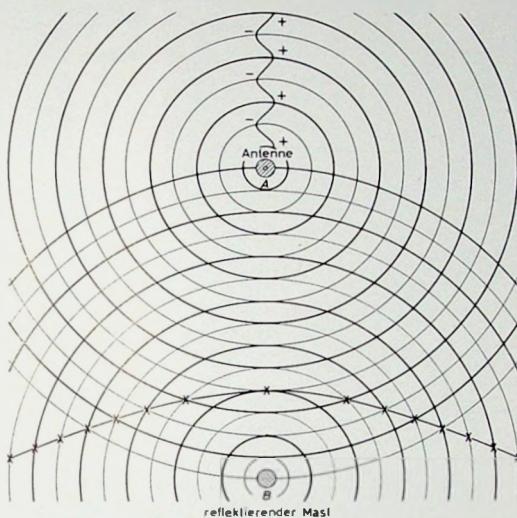
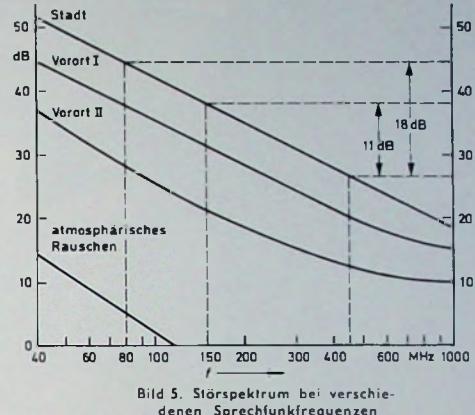


Bild 3. Die Kreise stellen von der Antenne A ausgehende und von einem Reflektor B mit 180° Phasendrehung zurückgeworfene Wellen dar. Die Schnittpunkte der Wellenberge (dick ausgezogen) und der Wellentäler (dünne Linien) zeigen die Orte an, an denen Feldstärke - Einbrüche auftreten (Kreuze im eingezeichneten Weg ▲ eines Fahrzeugs)



### 2.3. Funkdichte auf Gemeinschaftsfrequenzen

Ein besonderer Anreiz für den Käufer einer Sprechfunkanlage, sich für das 70-cm-Band zu entscheiden, ist die Tatsache, daß man wegen der geringen Belegungsdichte verhältnismäßig „allein auf der Frequenz“ ist. In den VHF-Bereichen 146,01 ... 146,35 MHz und 147,47 bis 164,03 MHz stehen je drei Gruppen zu neun Frequenzen zur Verfügung, insgesamt also 54 Einzelfrequenzen. Sie sind zur Zeit mit etwa 35 000 Teilnehmern belegt. Im UHF-Bereich 459,63 bis 469,97 MHz stehen zur Zeit vier Gruppen mit je neun Frequenzen zur Verfügung, die mit etwa 2000 Teilnehmern belegt sind. Die Exklusivität im UHF-Bereich beruht zum Teil auf den zur Zeit etwa 25 % höheren Anschaffungskosten einer UHF-Sprechfunkanlage. Bedenkt man, daß Gemeinschaftsfrequenzen, und das ist meistens die einzige Möglichkeit, für den privaten Gebrauch eine Frequenz zugeteilt zu bekommen, in der BRD mit mindestens 100 mobilen und ortsfesten Geräten belegt werden, so kann man errechnen, daß jeder Teilnehmer im VHF-Bereich je Stunde im Mittel nur ein Gespräch führen kann. Setzt man beispielsweise für den Anruf 5 s, für die mittlere Sprechzeit 20 s und für die Mindestpause 1 s ein, dann ergeben sich 138 Gespräche/Stunde. Eine derartige Beschränkung der Sprechmöglichkeit ist im 450 MHz-Bereich auf längere Zeit noch nicht zu erwarten.



Bild 4. Versuchsfahrzeug mit Richtantenne

den jeweiligen Anwender notwendige Fläche durch das weitgehende Fehlen von Überreichweiten infolge der Freifeldämpfung. Dadurch kann die gleiche Frequenz in einem räumlich dichteren Abstand wiederbenutzt werden, als das im 2-m-Band möglich wäre, ohne daß die beiden Funknetze sich stören. Für den Benutzer bedeutet das eine geringere Belegungsdichte und damit eine bessere Ausnutzung der Sprechfunkverbindung.

### 2.2. Funkenstörungen

Durch elektrische Funken (zum Beispiel Zündfunken in Kraftfahrzeugen oder an Kollektoren elektrischer Maschinen)

### 3. Kostenvergleich der Sprechfunkanlagen

Die Kosten einer Sprechfunkanlage hängen von einer rationellen Massenfertigung der Geräte ab. Zur Zeit wer-



### Symbol für Vertrauen

Nehmen Sie den TÜB\* und uns beim Wort.

( \* Techn. Überwachungs-  
Beauftragter )

1. »Gütezeichen« in  
der Publikumswerbung

2. Vertrauensperson  
für Sie

3. Markenprofilierer

4. Nachfrageförderer

5. Sicherheitsgarant

Machen Sie sich  
selbst Ihr neues Bild von  
IMPERIAL.  
Denn Sie sind der Fachmann.

# Die alte Leiterplatte gehört in den Eimer. Es lebe die neue Leiterplatte!

Lassen Sie uns offen sein.

In den letzten Monaten hat sich bei uns vieles geändert. IMPERIAL wurde teilweise sogar Branchengespräch.

Ihre Reklamationen der Vergangenheit sind uns nur noch allzugut in Erinnerung, als daß wir sie beschönigen wollen.

Doch die Zukunft hat bei uns bereits begonnen.

Der symbolische „Eimerwurf“ der alten, anfälligen

Leiterplatte ist in der Praxis schon vor  
geraumer Zeit geschehen. Die neue Leiterplatte

gibt keinen Anlaß mehr zu Beanstandungen.

Dessen können Sie versichert sein.

Die Leiterplatte war der erste Schritt  
in eine Zukunft gegenseitigen Vertrauens.  
Weitere Schritte sind gefolgt.

**IMPERIAL**  
von innen heraus gut

den 450-MHz-Geräte in Europa weitgehend aus Baugruppen von 150-MHz-Geräten unter Zusatz einiger für den UHF-Bereich notwendigen Einheiten – wie UHF-Eingangsteil des Empfängers und Frequenzverdreifacher im Sender – hergestellt (Bild 6). Diese Art

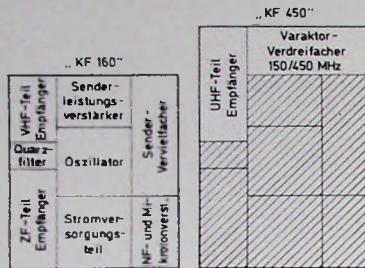


Bild 6. 150-MHz- und 450-MHz-Funksprechgeräte; gleiche Baugruppen sind schraffiert gezeichnet

des Gerätetaufbaues war überhaupt die Voraussetzung für eine wirtschaftliche Fertigung, denn noch werden etwa zehnmal so viel 2- und 4-m-Band-Geräte produziert. Technische Gründe, wie etwa doppelt so hohe Frequenzgenauigkeit der Sende- und Empfangsfrequenzen, die Notwendigkeit höherer Kreisgüten und damit mechanisch aufwendigerer Konstruktionen, verursachen höhere Herstellungskosten. Nicht zuletzt spielen auch die etwa dreimal höheren Preise der Varaktoren und Leistungstransistoren für den Sender, die jedoch fallende Tendenz zeigen, eine Rolle. Aber nicht nur die Sende-Empfangsgeräte selbst, sondern auch das Zubehör wie Antennen und HF-Kabel sind

#### 4. Zusammenfassung

Die Vorteile des UHF-Funks bestehen in den günstigeren Ausbreitungsbedingungen innerhalb eines bebauten Geländes und in der geringen Störanfälligkeit gegenüber Funkenstörungen aller Art. Durch wesentlich kürzere Rauscheinbrüche während der Fahrt wird die Sprachübertragung ebenfalls weniger gestört als im VHF-Bereich. Es

treten weniger gegenseitige Beeinflus- sungen der Funknetze durch Überreichweiten auf. Die Belegungsdichte der zur Verfügung stehenden Frequenzen ist auf absehbare Zeit geringer als im VHF-Bereich. Die weitgehende Verwendung gleicher Baugruppen für Geräte des VHF- und des UHF-Bereichs ermöglicht Gerätepreise, die nur unwesentlich höher als im VHF-Bereich liegen.

## Phono

### Dokumentation über Stereo-Tonabnehmer

James H. Kogen, Vice-President Development & Design Engineering der *Shure Brothers Inc.*, veröffentlichte eine Dokumentation über Stereo-Tonabnehmer<sup>1)</sup>.

In der Dokumentation wurden zunächst Zahlenwerte angegeben, aus denen sich die grundsätzlichen Forderungen an den Tonabnehmer ableiten lassen. Zum Beispiel liegen die Auslenkungen der Schallrille (Amplituden) zwischen maximal etwa 0,5 mm und minimal 0,0005 mm, wobei sich bei der Minimalamplitude noch ein Ausgangssignal mit mindestens 20 dB Geräuschspannungsabstand ergeben muß. Der Schnelle-Bereich erstreckt sich von 30 cm/s bis zu etwa 0,03 cm/s. Gemessene Maxima der Schnelle-Werte überschritten sogar 100 cm/s. Die Be schleunigung liegt im Bereich um 1000 g, kann jedoch gelegentlich auch 3000 g erreichen.

Hinzu kommen noch einige zusätzliche Forderungen:

Der Übertragungsbereich soll 20 bis 20 000 Hz sein, und außerdem soll der Frequenzgang keine nennenswerten Maxima außerhalb dieses Bereichs aufweisen, um Intermodulation zu verhindern.

Die Kanaltrennung soll im gesamten Frequenzbereich nie kleiner als 20 dB sein, wenn der andere Kanal voll moduliert ist.

Um genügend hohen Geräuschspannungsabstand sicherzustellen, soll die Ausgangsspannung mindestens 0,6 mV je cm Schnelle erreichen.

Der Dynamikbereich, innerhalb dessen der Tonabnehmer linear arbeitet, soll 80 dB betragen.

Weitere Forderungen betreffen die Lebensdauer, die Brummabschirmung und schließlich auch den Preis.

Zur Entwicklung von 1958 bis Anfang der 60er Jahre schreibt Kogen einleitend: „Diese Periode umschließt die Phase der Entwicklung und Produktion des Stereo-Tonabnehmers. Das Grundproblem jener Jahre bestand darin, etwas zu produzieren, das überhaupt arbeitet, und zwar mit genügend guter Gleichmäßigkeit. Der Schwerpunkt lag auf solchen Problemen wie Frequenzgang, Kanaltrennung, Compliance (besonders die vertikale Compliance), Auflagekraft und Zuverlässigkeit...“ Zum

Problem der Kanaltrennung wird gesagt, daß es vor allem wichtig war, Resonanzen im Hörbereich zu eliminieren, da es praktisch unmöglich ist, eine gute Kanaltrennung zu erhalten, wenn das mechanische System in Resonanz gerät. Dann treten nämlich Torsions schwingungen im Abtaster und im Tonarm auf, die Informationen vom einen in den anderen Kanal übertragen.

Im Abschnitt, der sich mit der Entwicklung von 1960 bis zur Gegenwart befaßt, heißt es, daß es am Anfang der 60er Jahre nicht mehr die Frage war, ob der Stereo-Tonabnehmer die Grundforderungen erfüllt, sondern nur noch, wie gut das erfolgt. Die Hauptaufmerksamkeit wendet sich immer mehr der Herabsetzung von Verzerrungen zu. Die erste Verzerrungsart, mit der man sich beschäftigte, waren die durch den vertikalen Winkelfehler hervorgerufenen Verzerrungen. Darauf folgten Untersuchungen über Abtastverzerrungen, und noch etwas später mußten die Hersteller die Tatsache neu entdecken, daß der Tonabnehmer die Platte noch besser ablasten mußte. In den letzten Jahren hat man daher intensiv daran gearbeitet, die Abtastverzerrungen weiter zu verringern.

Es folgen dann Einzelheiten über Verzerrungen durch vertikale Winkel fehler, Abtastverzerrungen und deren Ver ringerung durch biradiale Abtaster, Verzerrungen infolge mangelhaften Rillenkontakts und den Begriff der „Trackability“ oder Ablastfähigkeit sowie über die Erweiterung und Lineari sierung des Frequenzgangs.

Zu den noch zu lösenden Aufgaben zählt der Autor folgende Probleme:

Spezifikationen von Verzerrungen, die eine subjektive Bewertung ermöglichen, Messung des vertikalen Ablastwinkels, Abtastverzerrungen und Platten-Deformation,

Verbesserung der Trackability-Tests, Beseitigung der Ursachen von Geräu schen,

Herabsetzung der Platten- und Abtasterabnutzung,

Normen für Messungen.

Eine Liste mit 37 Literaturhinweisen gibt eine Übersicht über das Schrift tum. In einem Anhang wird noch über die verschiedenen Versuche zur Ermittlung der zu erwartenden Lebensdauer von Diamant- und Saphir-Abtastern in Abhängigkeit von der Auflagekraft be richtet.

H. W. Kämmer

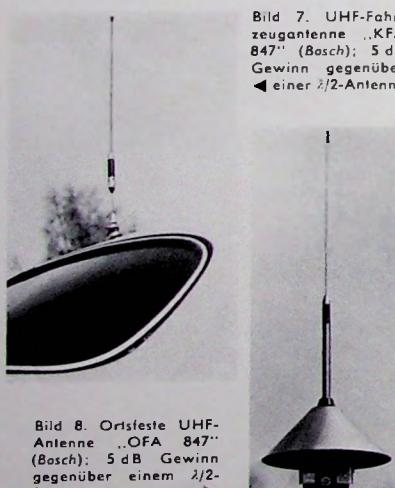


Bild 8. Ortsfeste UHF-Antenne „OFA 847“ (Bosch); 5 dB Gewinn gegenüber einem 3/2-Strahler

im Augenblick noch etwas teurer als im VHF-Bereich. Auf dem Antennen sektor ist man bemüht, durch leichtere Konstruktionen eine Preissenkung zu erreichen. Die jetzt verwendeten ortsfesten Antennen für Sendeleistungen bis zu 300 W wurden für kommerziellen Einsatz entwickelt und sind elektrisch und mechanisch überdimensioniert. Die Bilder 7 und 8 zeigen leichte ortsfeste und mobile Antennen, wie sie für den UHF-Bereich neu entwickelt wurden.

<sup>1)</sup> Kogen, J. H.: Grammophone-record reproduction: development, performance and potential of the stereophonic pickup. Proc. Instr. electr. Eng. (1969 Nr. 8)

# Autofahrer-Rundfunk-Information „ARI“

### Verkehrsinformation in der Autobahn-Raststätte

Seit dem 1. Juli d. J. läuft in der Autobahnstätte Hannover-Garbsen-Nord ein neuer ADAC-Versuch: die „Autofahrer-Rundfunk-Information“, abgekürzt auch „ARI“ genannt. Hier können sich Autofahrer zu jeder Tages- und Nachtzeit über die vorhandenen Verkehrsstörungen auf den Bundesautobahnen und Bundesfernstraßen informieren. Man braucht an einem besonderen Pult nur einen Stielhörer aus der Buchse zu ziehen, und schon hört man die letzte Verkehrslagemeldung des Deutschlandfunks, die im Anschluß an jede Nachrichtensendung durchgegeben wird.

Der ADAC und die Rundfunkstationen geben bereits seit langem ständig Hinweise auf Verkehrsbehinderungen, Sperrungen, Umleitungen und dergleichen. Dabei berichten die Ortsständer über die jeweiligen Verkehrsereignisse in den Regionalbereichen, der Deutschlandfunk (DLF) über Verkehrsstörungen im gesamten Streckennetz der Bundesautobahnen. Da die Meldungen des Deutschlandfunks in bestimmten Zeitabständen weiträumige Überblicke über die Verkehrssituation auf den Autobahnen vermitteln und einen unentbehrlichen Anhalt für entsprechende Dispositionen bieten, hat sich der ADAC etwas völlig Neues einfallen lassen. Durch die „Autofahrer-Rundfunk-Information“ („ARI“) sollen sich die Autofahrer in den Raststätten laufend nach der Verkehrslage im Streckennetz der Bundesautobahnen erkundigen können. Das gilt vor allem für diejenigen, die kein Autoradio im Wagen haben, aber auch für alle, die gerade während der Rast von den sonst über Autoradio zu empfangenden Durchsagen abgeschnitten sind.

Anlässlich des Beginns dieses Versuches berichtete Dipl.-Ing. G. Bolle, stellv. Geschäftsführer der Blaupunkt-Werke GmbH, über Fragen des Verkehrsfunks und erläuterte das neue „ARI“-System. Seine Ausführungen sind nachstehend auszugsweise wiedergegeben.

### Probleme des Verkehrsfunks

Seit mehreren Jahren wurden von den verschiedensten Seiten Nachrichtensysteme vorgeschlagen, die dazu dienen sollen, dem Autofahrer Verkehrs Nachrichten direkt zukommen zu lassen. Hierdurch sollen Unglücksfälle und Verkehrsstaunen vermieden werden. Allen zur Diskussion stehenden Verfahren hängt der Nachteil an, daß eine Fülle von organisatorischen Fragen zwischen Sendeanstalten, Polizeidienststellen, Post, Ministerien, Verbänden und dem Endverbraucher – also dem Autofahrer – vorher zu klären sind. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß man von diesen Systemen manchmal etwas liest, aber bis zum heutigen Tage keines der Verfahren angewandt wird. Auch Blaupunkt hat ein solches System vorgeschlagen, das die Zweckmäßigkeit des Aufbaues einer Verkehrs-Sender-

ketten der ARD im UKW-Bereich vergrößern soll. Denjenigen UKW-Sendern, die regelmäßig regionale Verkehrssendungen ausstrahlen, soll nach diesem Vorschlag eine spezielle Kennung gegeben werden, so daß man es einer Elektronik im Auto überlassen kann, denjenigen Sender aufzusuchen, der Verkehrssendungen durchgibt. Beim Verlassen des Sendebereiches des einen Senders wird automatisch auf den nächsten empfangswürdigen Sender der für das Landesgebiet zuständigen Rundfunkanstalt mit Verkehrs sendungen umgeschaltet. Damit hat man dann erreicht, daß stets die akuten Meldungen empfangen werden können. Auch eine automatische Bevorzugung dieser Sender vor anderen Sendungen, die man gerade im Auto empfängt, wenn eine Verkehrsmeldung durchgegeben wird – zum Beispiel Musik vom Cassetten-Tonbandgerät –, ist möglich.

Dieses Blaupunkt-Versfahren setzt voraus, daß die zu kennzeichnenden Sender im UKW-Bereich liegen. Für die Kennung wurde nämlich ein in der internationalen Festlegung der HF-Stereo-Norm vorhandener Träger von 67 kHz vorgeschlagen. Dieser Träger war ursprünglich für die Übertragung einer Hintergrundmusik (Warenhäuser in den USA) vorgesehen und wird dafür nicht mehr benutzt. Das Blaupunkt-Versfahren wird in Konkurrenz zu dem erst kürzlich von SEL vorgestellten „Infar“-System von den Fachgremien geprüft. Es wird also noch einige Zeit dauern, bis diese Systeme „eventuell“ realisiert werden.

Als in einem Gespräch zwischen dem ADAC und Blaupunkt die Sprache auf den Verkehrswarnfunk kam und der ADAC unabhängig von diesen Plänen im UKW-Bereich Gedanken für einen überregionalen Verkehrsfunk im Mittelwellen-Bereich darlegte, griff Blaupunkt zu und entwickelte für das vom ADAC vorgeschlagene Verfahren ein System.

### Das „ARI“-System

#### Allgemeines

Es war notwendig, mit einer Sendeanstalt eine Verabredung über eine Kennzeichnung der möglichst in regelmäßigen zeitlichen Abständen durchzugebenden Verkehrs Nachrichten zu treffen. Hierfür kam nur der Deutschlandfunk in Frage, der im ganzen Bundesgebiet empfangen werden kann und seit längerer Zeit zu festen Zeiten Verkehrs Nachrichten abstrahlt. Diese Nachrichten sollten durch einen Code gekennzeichnet sein. Blaupunkt schlug vor, zu Beginn der Verkehrssendung dreimal kurz hintereinander drei Töne und am Ende der Sendung zweimal drei Töne zu senden. Damit war es möglich geworden, einen Empfänger auf den DLF einzustellen und immer dann die Sendungen des DLF – und nur dann – durchzuschalten, wenn die Kennfrequenzen dreimal auftreten, und wieder abzuschalten, wenn danach zweimal die Kennfrequenzen auftreten.

Der DLF hat aus den dreimal drei Kennfrequenzen eine Melodie gemacht, in der diese Frequenzen enthalten sind. Diese Erkennungsmelodie sendet jetzt der DLF vor jeder und in etwas abgewandelter Form nach jeder Verkehrsmeldung.

Das akustisch-elektronische Signal wird nun dazu verwendet, um entsprechend dem Vorschlag des ADAC diese Melodien zu speichern und sie dann auf Wunsch dem interessierten Kraftfahrer zugänglich zu machen. Das Speichern erfolgt mit Hilfe eines Tonbandgerätes, das immer anläuft, wenn der DLF eine Verkehrsmeldung gibt, und das dann diese Sendung aufnimmt. Das Tonbandgerät schaltet sich wieder ab, wenn das zweite Signal ertönt.

#### Spezialtonbandgerät für die Speicherung

Für die Speicherung kann grundsätzlich auch ein normales Tonbandgerät benutzt werden, das für Fernsteuerung eingerichtet ist. Die Bedienung für den Laien ist jedoch dann gar nicht so einfach, so daß eine Fehlbedienung und damit unter Umständen eine Löschung der Aufnahme nicht ausgeschlossen werden kann. Bei der Auswahl eines deshalb zweckmäßigeren speziellen Tonbandgerätes kam zu Hilfe, daß die Ring KG für Sprach-Lehranlagen ein Tonbandgerät (Repetitor) konzipiert hatte, das entsprechend den Wünschen modifiziert werden konnte.

Das Tonbandgerät mußte folgende Eigenschaften haben:

1. auf ein „Aufnahme-Kommando“ hin auf Aufnahme schalten und auf einer Tonbandschleife elektrische Nachrichten mit einer maximalen Dauer von 2 min Länge speichern;
2. am Ende der Nachricht die Aufnahme abschalten und in die Anfangsstellung im Schnellgang zurücklaufen;
3. auf ein „Wiedergabe-Kommando“ hin auf Wiedergabe schalten, so daß die Nachricht hörbar gemacht werden kann, und am Ende der Nachricht wieder im Schnellgang in die Anfangsstellung zurücklaufen;
4. ein „Aufnahme-Kommando“ hat Vorrang vor dem „Wiedergabe-Kommando“ (damit wird erreicht, daß die neueste Meldung des DLF immer gespeichert wird).

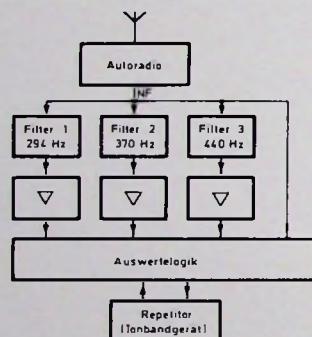
Das voll fernsteuerbare Tonbandgerät muß also die Schaltkommandos „Rücklauf“, „Aufnahme“ und „Wiedergabe“ sehr schnell ausführen. Zwischen dem Ankündigungssignal des DLF und der eigentlichen Meldung vergehen nur wenige Sekunden, und in dieser Zeit muß das Gerät blitzschnell wieder in die Anfangsposition gebracht werden. Ein solches Gerät ist jetzt für den „ARI“-Versuch eingesetzt.

**Funktion der Gesamtanlage**  
An eine Antenne ist ein normales Autoradio angeschlossen. Das Autoradio ist fest auf den DLF abgestimmt. Aus der

Erkennungsmelodie werden die drei Tonfrequenzen ausgefiltert und einer Auswertelogik zugeführt (Bild 2), die das Spezial-Tonbandgerät steuert. Diese Apparatur ist recht voluminös (Bild 3), da die Tonbandschleife 3 m lang sein muß, um eine Nachricht von 2 min Dauer aufzunehmen zu können; sie kann jedoch in beliebiger Entfernung von dem Bedienungspunkt untergebracht werden.

Das Bedienungspunkt (Bild 1) enthält zwei Stielhörer, eine Starttaste, die das Tonband zur Wiedergabe der gespeicherten Meldung veranlaßt, und einen Lautstärkeregler. An der Tonbandgerätebuchse des Autoradios ist die Auswertelogik als „ARI“-Decoder angeschlossen. Sie prüft das „ARI“-Signal also die Kennmelodie des DLF – und gibt Befehle an das Tonbandgerät. In der Kennmelodie sind am Ende dreimal die drei Töne d, fis, a enthalten. Diese Töne haben als Grundfrequenz Schwingungen mit 294 Hz, 370 Hz und 440 Hz. Der erste und zweite Dreiklang hat eine Dauer von 0,2 s, der letzte Dreiklang dauert 0,4 s. Zwischen den Dreiklängen ist jeweils eine Pause von 0,2 s Dauer.

Alle Sendungen des DLF werden aus der Tonbandbuchse des Autoradios auf



drei Filter geführt, die auf die Frequenzen 294 Hz, 370 Hz und 440 Hz abgestimmt sind. Die Bandbreite der Filter ist sehr schmal ( $\Delta f = \pm 7 \text{ Hz}$ ), so daß praktisch nur die genannten Frequenzen hindurchgelassen werden. Die Logik prüft nun:

1. Sind die Frequenzen da?
2. Sind sie gleichzeitig da?
3. Sind sie dreimal hintereinander da?
4. Sind sie innerhalb einer bestimmten Zeit (1 s) da?
5. Tonbandgerät im Schnellgang in die Anfangsstellung, auf Aufnahme schalten und anlaufen; die Meldung wird aufgezeichnet.

Wenn die Voraussetzungen 1 bis 4 nicht zutreffen, schaltet der Decoder ab, das heißt, die bisher gespeicherte Sendung bleibt auf dem Band und wird nicht gelöscht. Treffen jedoch die Voraussetzungen 1 bis 4 zu, dann wird entsprechend Punkt 5 die Verkehrsnachricht aufgezeichnet.

Wenn die Meldung des DLF zu Ende ist, dann ertönt die Schlüssemelodie. Der Decoder prüft jetzt:

6. War das Gerät auf Aufnahme geschaltet?
7. Sind die drei Frequenzen vorhanden?

8. Sind sie gleichzeitig vorhanden?

9. Aufzeichnung einer Kennfrequenz auf der zweiten Spur des Tonbandes; Aufnahme abschalten; im Schnellgang in die Ausgangsposition; Wiedergabe einschalten. Die neueste Verkehrsmeldung des DLF kann vom Bedienungspunkt her abgefragt werden.

Sollte die Logik bei den Voraussetzungen 6 bis 8 einmal mit „nein“ antwor-



Bild 1. Abhören der gespeicherten Verkehrsfunk-Nachricht am Bedienungspunkt



Bild 2. Blockschaltbild der „ARI“-Anlage

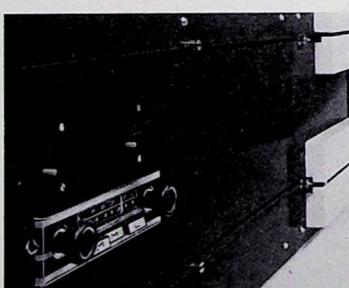


Bild 3. Blick auf die „ARI“-Anlage mit Rundfunkempfänger und Tonbandschleife

ten, dann wird das Band bis zum Bandanfang auf Wiedergabe geschaltet.

#### Weitere Möglichkeiten des „ARI“-Systems

In nicht allzu ferner Zeit sollen im neuen Forschungs- und Entwicklungszentrum von Blaupunkt in Hildesheim „ARI“-Geräte vorgestellt werden, die es jedem Autofahrer erlauben, das „ARI“-System etwa in folgenden Varianten zu benutzen:

1. Ein auf den DLF eingestelltes Autoradio befindet sich dauernd in Empfangsbereitschaft. Der Ton ist abgeschaltet. Eine Lampe (oder ein sonstiges Signal) leuchtet auf, wenn der DLF Verkehrsmeldungen sendet. Der Autofahrer kann das Gerät einschalten.

2. Der Tonteil dieses Empfängers schaltet sich selbsttätig ein und gibt die Verkehrsfunksendung des DLF mit einer voreingestellten Lautstärke wieder.
3. Im Falle einer Verkehrsdurchsage des DLF wird der eingestellte Sender eines anderen Programms oder des Cassetten-Tonbandgerätes abgeschaltet und die Durchsage des DLF eingeblendet.

4. Die eingestellte Sendung wird nicht unterbrochen. Die Verkehrssendung des DLF wird auf einem normalen, im Auto eingebauten Cassetten-Tonbandgerät gespeichert. Diese Tatsache wird durch eine Lampe angezeigt. Der Autofahrer kann diese gespeicherte Information immer dann abhören, wenn er sich dazu entscheidet.

5. Der „ARI“-Decoder kann mit einer Schaltuhr gekoppelt werden, um lediglich die Verkehrssendungen während eines bestimmten Zeitintervalls wiederzugeben oder zu speichern. Das kann nützlich sein, wenn man vor Beginn der Autofahrt zur Arbeitsstätte oder einer sonstigen Reise die letzten Verkehrssendungen abhören will, ohne dabei an die Sendezeit gebunden zu sein.

6. Heim- und Kofferradios können mit einem „ARI“-Decoder kombiniert werden (einschließlich Uhr), um die Sendungen auf einem Cassetten-Tonbandgerät zu speichern. Das kann mit jedem Heim- oder Koffergerät realisiert werden, das einen Tonbandgeräte-Anschluß enthält. Folgende Kombination ist denkbar:

Das auf den DLF eingestellte Heim- oder Kofferradio wird über eine Schaltuhr zum Beispiel um 6.50 Uhr eingeschaltet. Die Lautstärke ist heruntergeregt. An den Tonbandschluß ist ein „ARI“-Decoder angeschaltet, an den „ARI“-Decoder ein Tonbandgerät. Das Tonbandgerät ist auf Aufnahme geschaltet.

Während der Zeitdauer, in der die Schaltuhr das Rundfunkgerät einschaltet, werden alle „ARI“-Sendungen – und nur diese – gespeichert. Der Autofahrer kann jetzt vor Reiseantritt die mit Verkehrsdurchsagen bespielte Cassette abhören. Er kann die Cassette auch mit in das Auto nehmen und sie dort auf dem Autoradio-Cassetten-Tonbandgerät zu Beginn der Autofahrt abhören.

7. Eine ganz besonders vollkommene Lösung wäre ein Autoradio, das die Bauelemente enthält, die fest auf die verschiedenen Sendefrequenzen des DLF abgestimmt sind. Bei einer Fahrt quer durch Deutschland wird dann stets auf den DLF-Sender abgestimmt, der besonders guten Empfang gibt. Somit können laufend die „ARI“-Sendungen angezeigt, automatisch zu Gehör gebracht oder gespeichert werden.

8. Vielleicht wird eines Tages in vielen Haushalten ein kleines Spezial-„ARI“-Gerät stehen, das in einem Gehäuse eines einfachen Rundfunkgerätes steckt, das fest auf (zum Beispiel) den DLF abgestimmt ist und außerdem den „ARI“-Decoder, eine Schaltuhr und ein einfaches Cassetten-Tonbandgerät enthält. Mit diesem Gerät, das sehr einfach zu bedienen sein wird, kann man dann vor Antritt einer geplanten Reise stets hören, wo besondere Gefahren zu umgehen sind.

# Messung sehr kleiner Induktivitäten mit Hilfe einer abgestimmten Leitung

## 1. Überblick

Es wird ein Meßverfahren erläutert, mit dem schnelle und genaue Induktivitätsmessungen von wenigen nH bis 1  $\mu\text{H}$  ohne teure Spezialmeßgeräte möglich sind. Die Meßgenauigkeit ist besser als 5 %. An Geräten sind lediglich ein Meßsender, ein Millivoltmeter oder Oszilloskop und eine feste Meßleitung notwendig. Die Meßfrequenz kann unabhängig von der Größe des Meßobjekts zwischen 10 und 300 MHz frei gewählt werden.

Als Meßleitung wird ein gewöhnliches, möglichst dämpfungssarmes Koaxialkabel verwendet. Die von der Meßfrequenz bestimmte Länge kann zwischen einem Meter und mehreren Metern betragen. Der Wellenwiderstand muß dem Innenwiderstand des Meßsenders gleich sein. Das Meßverfahren beruht auf der Tatsache, daß eine Spule bestimmter Induktivität durch ein gleichver-

Nun wird an Stelle des Kurzschlusses am Leitungsende das Meßobjekt angeschlossen. Die Leitung wird dadurch elektrisch verlängert. Um sie neuordnungen in den Resonanzzustand ( $f_r$ ) zu bringen, muß die Senderfrequenz um einen bestimmten Betrag  $v$  nach unten verstimmt werden:

$$v = \frac{f_0 - f_r}{f_0} \quad (1)$$

Setzt man für  $f_0 = \frac{c}{\lambda_0}$  und für  $f_r = \frac{c}{\lambda_r}$ , so erhält man

$$v = \frac{\lambda_r - \lambda_0}{\lambda_r}$$

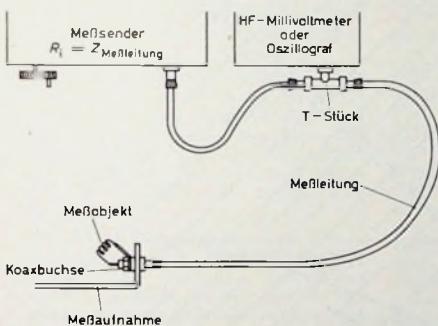
Die Differenz ( $\lambda_r - \lambda_0$ ) entspricht der Länge  $\Delta l$  des der Induktivität gleichwertigen

Man sieht, daß bei einer Verstimming von  $v = 25\% \leq 0,25$  das Argument der Funktion zu  $\frac{\pi}{2}$  wird und damit der Tangens nach  $\infty$  geht.

Das ist der Fall bei einer kurzgeschlossenen Leitung der Länge  $\lambda/4$  (Parallelresonanz). Die elektrische Länge der gesamten Meßanordnung wird dann  $5/4 \lambda$ . Hieraus folgt, daß ohne Rücksicht auf die Größe der Abschlußinduktivität sich die Verstimming  $v$  nur im Bereich von 0 bis 25 % bewegen kann. Der Wert 25 % wird jedoch in der Praxis nie erreicht, weil er einer unendlichen Reaktanz des Meßobjekts entspricht.

Die Induktivität erhält man aus

$$L = \frac{X_1}{j \omega_r} = \frac{Z}{f_r} \cdot \frac{\tan 2\pi \cdot v}{2\pi}$$



tiges, kurzgeschlossenes Leitungsstück ersetzt werden kann. Die mit dem Meßobjekt beschaltete Meßleitung wird also elektrisch um ein bestimmtes Stück verlängert. Diese Verlängerung wird gemessen und hieraus die Induktivität berechnet.

## 2. Meßaufbau und Meßvorgang

Bild 1 zeigt den Aufbau der Meßapparatur. Am Anfang der Leitung werden an besten über ein T-Stück ein Millivoltmeter oder Oszilloskop sowie der Meßsender mit einem kurzen Kabel angeschlossen.

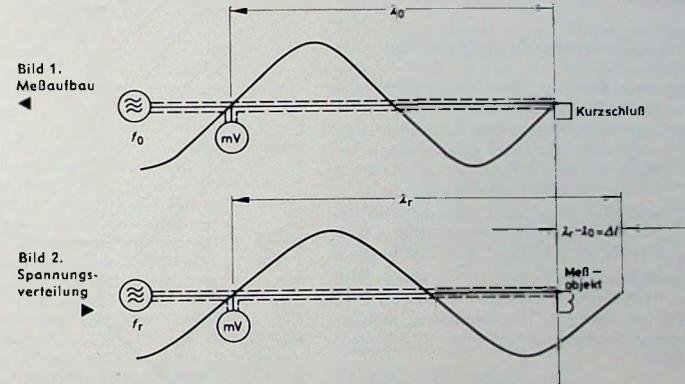
Die zunächst am Ende kurzgeschlossene Leitung wird durch Verändern der Senderfrequenz auf Serienresonanz gebracht; die Leitungslänge ist dann elektrisch  $\lambda_0$  (Bild 2). Den Resonanzpunkt ( $f_0$ ) findet man eindeutig durch Abstimmen auf minimale Spannung (Spannungsknoten).

Die benötigte geometrische Leitungslänge  $l$  (in m) für eine vorgegebene Meßfrequenz  $f_0$  (in MHz) kann leicht aus der Beziehung

$$l = \frac{300}{\sqrt{\epsilon_{\text{rel}} \cdot f_0}}$$

errechnet werden.  $\epsilon_{\text{rel}}$  ist die relative Dielektrizitätskonstante der verwendeten Meßleitung, die als Verkürzungsfaktor wirkt sam ist.

Ing. (grad.) Robert Prechtl ist Mitarbeiter bei Rohde & Schwarz, München.



kurzgeschlossenen Leitungsstückes. Es kann also auch geschrieben werden

$$v = \frac{\Delta l}{\lambda_r} \quad (2)$$

Aus der Theorie der Leitungen ist bekannt, daß die Eingangsreaktanz einer kurzgeschlossenen Leitung der Gleichung genügt

$$X_1 = j Z \cdot \tan \beta \cdot x \quad (3)$$

( $Z$  = Wellenwiderstand der Leitung,  $\beta \cdot x$  = Phase der stehenden Welle auf der Leitung an der Stelle  $x$ ).

Da hier der Eingangsblindwiderstand  $X_1$  des gleichwertigen Leitungsstückes gesucht wird, müssen in Gl. (3) die entsprechenden Größen eingesetzt werden:

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda_r}; \quad x = \Delta l.$$

Die Bestimmungsgleichung für  $X_1$  lautet dann

$$X_1 = j Z \cdot \tan 2\pi \frac{\Delta l}{\lambda_r}.$$

Durch Substitution von Gl. (2) erhält man

$$X_1 = j Z \cdot \tan 2\pi \cdot v.$$

Es hat sich gezeigt, daß die Verwendung von  $f_r$  unpraktisch ist; besser rechnet man mit  $f_0$ , da diese Frequenz eine Konstante der Meßanordnung ist. Das ist leicht möglich durch die Substitution  $f_r = f_0 (1 - v)$ , die aus Gl. (1) abgeleitet ist. Für die Induktivität des Meßobjekts gilt dann

$$L = \frac{Z}{f_0} \cdot \frac{\tan 2\pi \cdot v}{2\pi (1 - v)} \quad (4)$$

oder näherungsweise für  $v < 3\%$

$$L \approx \frac{Z}{f_0} \cdot \frac{v}{1 - v}.$$

$L$  ist also eine transzendente Funktion von  $v$  mit  $f_0$  und  $Z$  als Parameter. Die numerische Auswertung dieser Funktion ist jedoch verhältnismäßig kompliziert. Deshalb wurde ein Rechendiagramm erstellt, das alle vorkommenden Rechnungsgänge einfach und schnell ermöglicht.

## 3. Gebrauch des Diagramms

Das Diagramm (Bild 3a) besteht aus einem logarithmischen Koordinatensystem, in dem die Werte für  $L$  auf der Abszisse und für  $v$  auf der Ordinate aufgetragen sind. In diesem

System verläuft eine Kurve, die den Ausdruck

$$F(v) = \frac{\tan 2\pi \cdot v}{2\pi(1-v)}$$

der Gl. (4) darstellt. Die Parameter  $f_0$  und  $Z$  werden durch parallele Geraden wiedergegeben, im folgenden kurz  $f_0$ -Z-Geraden genannt. Die Werte für diese Geraden können an ihren Schnittpunkten mit den Koordinatenachsen abgelesen werden. Es werden nur die Ziffernwerte von  $f_0$  und  $Z$  benötigt (also ohne Nullen), da sich beide Parameter im allgemeinen innerhalb einer Dekade bewegen, nämlich  $f_0$  von 10 bis 100 MHz und  $Z$  von 10 bis 100 Ohm. Ausnahme:  $f_0 > 100$  MHz; in diesem Falle ist der  $L$ -Wert mit  $10^{-1}$  zu multiplizieren.

Bild 3b ist entsprechend auf eine Dekade abgestellt, enthält aber drei Kurven für sich jeweils über eine Dekade erstreckende  $v$ -Werte; sie ergibt genauere Endwerte.

### 3.1. Beispiel

gegeben:  $Z$  (zum Beispiel 60 Ohm)

gemessen:  $f_0$  (zum Beispiel 30 MHz)

$v$  (zum Beispiel 2 %)

gesucht:  $L$

#### 3.1.1. Bestimmung der Größenordnung (Bild 3a)

- vom Wert  $v$  (2 %) waagerecht nach rechts bis zur Kurve  $F(v)$ ;
- vom Schnittpunkt mit der Kurve senkrecht nach oben oder unten zur  $f_0$ -Z-Geraden mit dem Ziffernwert von  $f_0$  (hier 3, Gerade ist dünn eingetragen);
- nun nach links oder rechts zur  $f_0$ -Z-Geraden mit dem Ziffernwert von  $Z$  (hier 6, Gerade ist ebenfalls dünn eingetragen);
- jetzt senkrecht nach unten und  $L$ -Wert ablesen (hier 40 nH).

Alle die unter a, b, c genannten Schnittpunkte müssen innerhalb einer  $f_0$ -Z-Dekade liegen!

#### 3.1.2. Bestimmung der genauen Induktivität (Bild 3b)

Reihenfolge wie bei 3.1.1.:

- Verstimmungswert  $v$  (2 %)  $\rightarrow F(v)$ ;
- Kurve  $F(v) \downarrow$  Gerade  $f_0$  (hier 3);
- Gerade  $f_0 \leftrightarrow$  Gerade  $Z$  (hier 6);
- Gerade  $Z \uparrow L$ -Wert (hier 41,2 nH).

Zu beachten ist, daß diejenige Kurve  $F(v)$  verwendet wird, in deren bezeichneten Bereich die jeweilige Verstimmung  $v$  fällt.

### 3.2. Beispiel

gegeben:  $Z$

gemessen:  $f_0$

gefordert:  $L$

gesucht:  $v$

#### 3.2.1. Reihenfolge

- Induktivität  $\uparrow$  Gerade  $Z$ ;
- Gerade  $Z \leftrightarrow$  Gerade  $f_0$ ;
- Gerade  $f_0 \uparrow$  Kurve  $F(v)$ ;
- Kurve  $F(v) \leftarrow$  Verstimmung  $v$ .

Im übrigen sind die gleichen Grundsätze wie unter 3.1. zu beachten.

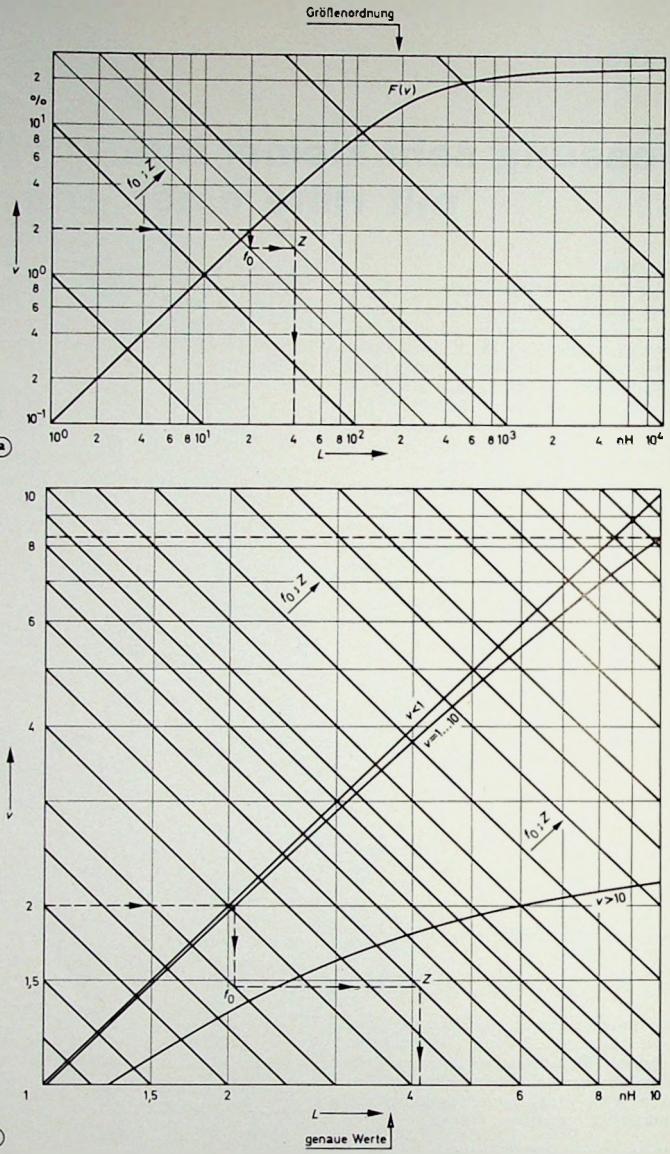
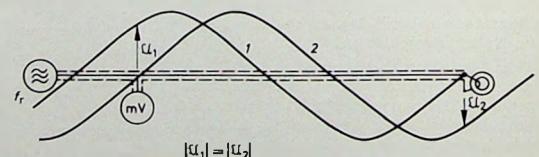


Bild 3. Zusammenhang zwischen Versetzung  $v$ , Kurzschluß-Resonanzfrequenz  $f_0$ , Wellenwiderstand  $Z$  und Abschlußreaktanze  $L$

Bild 4. Messung der Spannung am Meßobjekt. Kurve 1 = Spannungsverteilung bei  $f_r$  und Kurzschluß, Kurve 2 = Spannungsverteilung bei  $f_r$  und mit  $L$  beschalteter Leitung



#### 4. Induktion

Ist das Meßobjekt eine Spule mit geschlossenem Ferritkern (zum Beispiel Schalen- oder Ringkern), dann ist zu beachten, daß der Kern nicht übersteuert werden darf. Wenn eine bestimmte Induktion vorgegeben ist, kann aus ihr die Spannung an der Spule berechnet werden, und zwar

$$\hat{U} = 20\pi \cdot f_r \cdot \hat{B} \cdot A_{eff} \cdot n$$

Hierbei bedeutet:

$\hat{U}$  = Scheitelwert der Spannung in mV am Meßobjekt,

$f_r$  = Meßfrequenz in MHz,

$\hat{B}$  = Scheitelwert der Induktion in Gauß im Kern,

$A_{eff}$  = effektiver Kernquerschnitt in  $\text{cm}^2$ ,

$n$  = Windungszahl der Spule.

Wird die Leitung bei  $f_r$  im Kurzschluß betrieben, dann erscheint am Anfang die gleiche Spannung wie bei ausgeschalteter Meßobjekt am Ausgang der Leitung (Bild 4). Diese Tatsache ermöglicht eine einfache Messung der Spannung an der Induktivität und damit der Induktion im Kern.

## Berührungslose Geschwindigkeits- und Wegmessung durch Laser-Dopplersystem (LADAR)

Bei vielen Produktionsverfahren muß die Geschwindigkeit des Produktes kontinuierlich mit großer Genauigkeit gemessen werden, weil sie für den gesamten Produktionsablauf bestimmt ist. Schwierig gestalten sich diese Messungen, wenn eine mechanische Berührung aus Gründen der Entfernung, der Beschädigung durch zu große Meßkräfte oder wegen hoher Temperaturen nicht möglich ist oder ein Energieentzug aus dem Meßobjekt nicht zugelassen werden kann. Die Folgen sind eine oft sehr unzulängliche Geschwindigkeitsbestimmung, der Zwang zur Korrektur des Produktionsablaufes von Hand und damit die Unmöglichkeit, einen optimalen Produktionsprozeß zu erreichen.

Diese Nachteile führten zur Entwicklung eines berührungslos arbeitenden Geschwindigkeitsmeßgerätes hoher Auflösung und Genauigkeit. Das Meßverfahren beruht auf dem Dopplereffekt unter Verwendung eines Helium-Neon-Lasers (LAser Detecting And Ranging = LADAR).

In der Standardausführung der Flexicontrols GmbH, Essen, mißt das Gerät Linear- und Winkelgeschwindigkeiten rückwirkungsfrei im Bereich von 10 mm/s bis 2550 mm/s. Die Meßentfernung zum Objekt kann je nach Oberflächenbeschaffenheit mehr als 20 m betragen.

Farbe, Emissionsvermögen und Oberflächenbeschaffenheit des Meßobjektes bestimmen die maximale Meßentfernung des Gerätes, das das direkte Laserlicht mit dem reflektierten Laserlicht vergleicht (Bild 1). Wegen der hohen Energiekonzentration im Laserstrahl ist gewährleistet, daß selbst matte, schwarze Oberflächen noch Meßentfernungen von einigen Metern zulassen. Ein Bezugspunkt auf dem bewegten Objekt ist nicht erforderlich. Die Messungen werden weder durch die Temperatur des Meßobjektes noch durch Rauch, Dampf, Flammen oder Staub beeinflußt. Bei nahezu oder ganz durchsichtigen Flüssigkeiten können Geschwindigkeitsmessungen nicht nur an der Oberfläche, sondern auch innerhalb des Strömungsquerschnittes vorgenommen werden. Der Laserstrahl wird dazu auf die interessierende Schicht fokussiert.

Berührungslose Schwingungsmessungen von beliebigen Punkten auf Oberflächen, an umlaufenden Wellen, Schwungrädern, Lagern und dergleichen können mit dem Gerät ebenfalls durchgeführt werden. Der Meßfehler des Gerätes liegt unter 1 %.

Am Ausgang des Gerätes steht eine Impulsfolge zur Verfügung, deren Frequenz der Geschwindigkeit des Meßobjektes entspricht. Sowohl eine digitale Weiterverarbeitung als auch eine analoge Darstellung der Meßwerte ist möglich. Durch Integration, das heißt durch Zählen der Impulse (bis zu 600 Impulse je mm), kann der vom Objekt zurückgelegte Weg bestimmt werden.

Der Meßbereich des Gerätes kann in beide Richtungen verschoben werden. Im oberen Bereich ist dieses Laser-Dopplersystem bis zu 7,65 m/s eingesetzt worden, während im unteren Bereich bei 212 µm/s die Nachführung astronomischer Fernrohre überwacht wurde.

Die Betriebssicherheit und die Wartungsarmut des leicht zu handhabenden Gerätes können daraus ersehen werden, daß ein Gerät seit über einem Jahr im 24-Stunden-Betrieb an einer 5000-t-Aluminium-Strangpreßanlage ohne einen Ausfall automatisch arbeitet. Nicht einmal der He-Ne-Laser mußte erneuert werden. Es wurde eine beachtliche Pro-

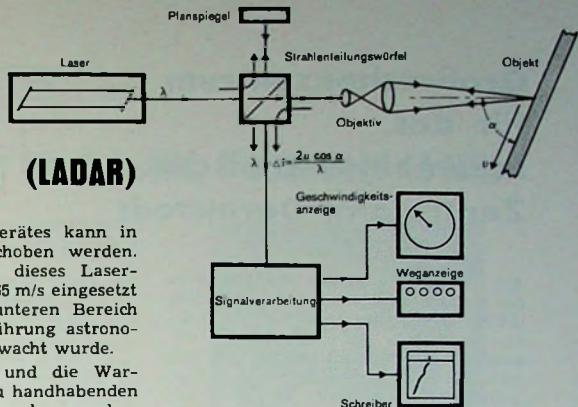


Bild 1. Prinzip des Laser-Dopplersystems (LADAR)

duktionssteigerung erreicht. Für das Laser-Dopplersystem ergeben sich im Labor und Betrieb viele technische und wissenschaftliche Anwendungen.

## Fluglärm-Überwachungsanlage in Frankfurt

Wohl die umfangreichste Fluglärm-Überwachungsanlage, die je gebaut wurde, ist seit kurzem auf dem Rhein-Main-Flughafen Frankfurt in Betrieb. Das Konzept für die neue Anlage beruht auf den guten Erfahrungen, die man mit der bereits vor sechs Jahren ebenfalls von Rohde & Schwarz in Frankfurt installierten ersten deutschen Überwachungsanlage sammeln konnte. Insgesamt sind jetzt zwölf Meßstellen (vorher sechs) an die erweiterte Zentrale im Flughafengebäude angeschlossen. Ein Lärm-Meßfahrzeug mit 5 m hohem Mikrofonmast und  $L_{eq}$ -Meßplatz steht für Sonderreinsätze zur Verfügung. Als Aufstellungsorte für die Überwachungsmikrofone wurden Gebiete in der näheren Umgebung des Flughafens gewählt, die am Rande der vorgeschriebenen An- und Abflugwege liegen. Verläßt ein Flugzeug ohne Grund die festgelegten Luftstraßen oder überfliegt der Pilot den vor Lärm zu schützenden Bereich in zu geringer Höhe, so wird die Überschreitung der Lärmgrenze sofort an die Zentrale gemeldet und dort registriert.

Kernstück jeder Meßstelle ist ein Präzisions-Impulschallpegelmesser „EZGA“, der mit einem wetterfesten Spezialmikrofon zusammengeschaltet ist. Die Ausgangsspannung des Schallpegelmessers setzt ein Pegel/Frequenz-Wandler in eine der gemessenen Lautstärke proportionale Tonschwingung um, so daß der Meßwert ohne Störung über Telefonleitungen zur Zentrale übertragen werden kann. Der Wert für die Ansprechempfindlichkeit der Meßstelle läßt sich beliebig zwischen 50 und 140 dB einstellen (Überwachungsbereich ist 50 dB) und so den örtlichen Verhältnissen anpassen.

Von der Zentrale ist zu jeder Zeit ein schneller Überblick über das Lärmgeschehen rund um den Flughafen möglich. Vereinfacht wird die sofortige Auswertung eines Überflugereignisses dadurch, daß für alle zwölf Meßstellen zehn gleiche Überschreitungsklassen gelten. Die verwirrende Anzeige vieler absoluter dB-Werte

entfällt damit zugunsten einer vorteilhaften und praxisnahen Datenreduzierung.

Zum Registrieren der Klassenwerte, der Uhrzeit und der Meßstelle, an der die Überschreitung des eingestellten Richtwertes stattfand, sind zwei Meßwertdrucker vorhanden, die das Lärmereignis je Sekunde protokollieren. Ein von der Überwachungsanlage gesteuertes Fernschreiber notiert jede Stunde automatisch den äquivalenten Dauerlärmpegel  $L_{eq}$  jeder Meßstelle. Die Werte, die eine objektive Aussage über den jeweiligen Belästigungsgrad darstellen, werden zusätzlich auf einem Lochstreifen gespeichert, um sie später von einem Computer auswerten zu können.

## INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Juliheft 1970 unter anderem folgende Beiträge:

Zur Frage der Glas-Schalter

Projektion von Ätzmasken für Halbleiterbauelemente mittels Hologramme

Erzeugung von Rechteckimpulsen mit Avalanche-Transistoren

Symposium über Anwendungen von Walsh-Funktionen, Washington 1970

Optische Hilfsmittel für die Herstellung integrierter Schaltungen

Hannover-Messe 1970

Neue Halbleiterbauelemente  
Analog- und Hybridrechner

Format DIN A 4 · monatlich ein Heft

Preis im Abonnement 14,25 DM vierteljährlich,  
Einzelheft 5,- DM

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

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

# Großrechenzentrum für das Fernmeldetechnische Zentralamt Darmstadt

Am 1. Juli 1970 stellte der Präsident des Fernmeldetechnischen Zentralamtes (FTZ) in Darmstadt, Dipl.-Ing. Friederich Maul, der Öffentlichkeit ein neues Großrechenzentrum vor, das mit dem Multiprozessor-System Univac „1108 MP“ ausgerüstet ist und das gegenwärtig größte in der Bundesrepublik installierte Multiprozessor-System darstellt.

Innerhalb der seit der Gründung des FTZ im Jahre 1949 verstrichenen zwei Jahrzehnte sind die Aufgaben des Fernmeldetechnischen Zentralamtes derart angewachsen, daß man sich nicht nur 1968 zu einer Umorganisation entschließen mußte, sondern schon Jahre vorher begonnen hatte, sich der elektronischen Datenverarbeitung zu bedienen, um allen Aufgaben und Anforderungen optimal gerecht zu werden.

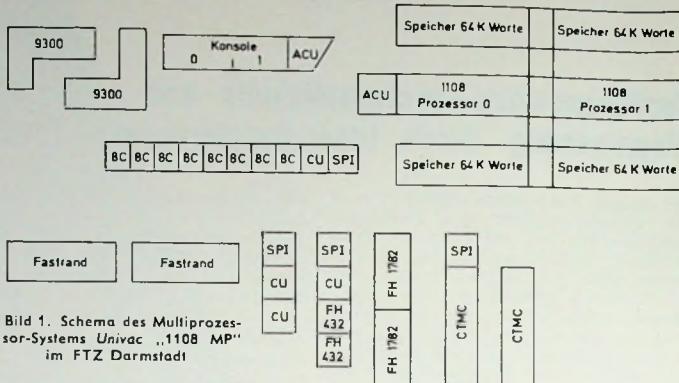
Bereits zu Beginn der sechziger Jahre schlügen die Verantwortlichen des FTZ den Weg des „Management-Systems“ ein, um jegliche Zweigleisigkeiten zu vermeiden und alle Entwicklungs-, Forschungs- und Planungsaufgaben artverwandter Techniken sinnvoll zu koordinieren – Aufgabenkomplexe also, die sich nur mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung bewältigen lassen.

1962 begann man in Darmstadt zunächst mit einer Zuse „23“ und einer Siemens „2002“ zu arbeiten, denen dann zwei Telefunken-Rechner „TR 86“ und 1964 schließlich der Telefunken-Großrechner „TR 4“ folgten. Mit dem „TR 4“ arbeitete dann übrigens der eine der beiden „TR 86“ im On-line-Betrieb.

Seitdem sind aber wiederum sechs Jahre vergangen, und obwohl der „TR 4“ auch heute noch ein sehr leistungsfähiges Instrument ist, wurde die „Warteschlange“ der sich aus immer neu entstehenden Aufgaben in der Fernmeldetechnik ergebenden Benutzungsanwärter von Tag zu Tag länger.

Natürlich dachten die Verantwortlichen des FTZ zunächst daran, eine deutsche Anlage zu erwerben, mußten aber hier die Enttäuschung erleben, daß nichts den Erfordernissen Entsprechendes zur Verfügung stand. Da man zudem für Experimente weder Zeit hatte noch unnötig Geld ausgeben durfte und wollte, entschied man sich für das jetzt installierte und in Betrieb genommene Multiprozessor-System „1108 MP“ der Univac. Mit Hilfe dieses Rechnersystems sollen künftig in Erweiterung des bisherigen Aufgabenkreises des „TR 4“ alle Betriebslenkungs- und Managementaufgaben für das gesamte Fernmeldewesen der Deutschen Bundespost durchgeführt werden.

Das Rechenzentrum, das im „Gebäude R“ des FTZ in Darmstadt, einem neuen Bürogebäude, installiert wurde, besteht, wie auch Bild 1 zeigt, aus folgenden Komponenten:



Außer den im Text genannten Hardware-Bezeichnungen bedeuten: ACU = Availability Control Unit (Leiteinheit); CU = Control Unit (Steureinheit); SPI = Shared Peripheral Interfaces (gemeinsames Peripher-Interface); CTMC = Multiplexer

- ▶ Multiprozessor-Anlage „1108 MP“ mit zwei Prozessoren, Kernspeicherkapazität 262 144 Worte je 36 bit, Zykluszeit 750 Nanosekunden;
- ▶ zwei Schnellzugriffstrommeln „FH 432“, Kapazität über 3 Millionen Zeichen, mittlere Zugriffszeit (MZZ) 4,3 ms;
- ▶ zwei Schnellzugriffstrommeln „FH 1782“, Kapazität über 28 Millionen Zeichen, MZZ 17 ms;
- ▶ zwei Großraumspeichertrommeln „Fastrand“, Kapazität über 396 Millionen Zeichen, MZZ 92 ms;
- ▶ acht Magnetbandeinheiten „Universo 8 C“;
- ▶ zwei Standarduntersysteme je 32 Leitungen für Datenübertragung;
- ▶ zwei EDV-Untersysteme Univac „9300“ mit Drucker, Lochkartenleser, -stanzer und Lochstreifenleser.

Über die 64 Datenübertragungsleitungen können Fernmeldedienststellen der Deutschen Bundespost mit Hilfe entsprechender Terminals direkt mit dem zentralen Computer verkehren und Informationen eingeben oder abfragen.

Das Multiprozessor-System des FTZ wird als Time-Sharing-Anlage arbeiten, das bedeutet, daß mehrere Benutzer gleichzeitig mit der Anlage korrespondieren können. Zunächst sind als Datenein- und -ausgabegeräte sechs Bildschirmgeräte „Uniscope 300“, acht Fernschreiber sowie fünf Datenverarbeitungsstationen Univac „DTC 2000“ als Drucker für die dezentrale Datenein- und -ausgabe aufgestellt und die Fernmeldeämter Berlin, Hannover und

Offenbach bereits an das Zentrum angeschlossen worden. Insgesamt sollen in einigen Jahren etwa fünfhundert bis tausend Terminals eine direkte Verbindung mit dem Rechensystem aus allen Teilen der Bundesrepublik ermöglichen.

Für die genannte Hardware steht ein großes Paket an Software zur Verfügung. Vom Rechnerhersteller, also der Univac, her ist das Software-System der „1108 MP“ modular und open-ended aufgebaut. Das besagt, daß nicht benötigte Teile der Software ohne Schwierigkeiten aus dem System entfernt – um Speicherplatz zu sparen – und neue Teile hinzugefügt werden können. Das Exekutivsystem der „1108 MP“ bietet ein Maximum an Bedienungskomfort und ist für Time-Sharing, Multiprogramming und Multiprocessing ausgelegt. Das Speicherproblem auch bei sehr umfangreichen Programmen wird durch das Chaining, ein System zur Verteilung von Programmteilen, bestens gelöst. Insgesamt stehen als Software Exekutivsystem, Compiler und Anwendungsprogramme zur Verfügung.

Ein wesentlicher Gesichtspunkt für die Installation des Darmstädter Großrechenzentrums war der, daß die zukunftsorientierten Aufgaben des FTZ bei ständig steigendem Informationsbedürfnis hohe Anforderungen an die Qualität und die Aktualität der Informationen stellen, wobei der Aktualitätsgrad der Information jeweils dem Stand der allerletzten Sekunde vor der Abfrage entsprechen muß. Das ist aber nur mit Hilfe einer Großanlage nach Art der jetzt beim FTZ in Betrieb gegangenen möglich.

R. L. König



Bild 2: Blick auf das Multiprozessor-System Univac „1108 MP“ des FTZ Darmstadt; im Vordergrund die beiden Konsolen, rechts dahinter die Magnetbandeinheiten, links im Hintergrund die Prozessoren mit den Kernspeichern

## Quarzgesteuerter Transistor-Oszillator für 3,6 MHz, 7 MHz oder 14 MHz

### Technische Daten

Oszillator: quarzgesteuert
Frequenz: 3,6 MHz, 7 MHz oder 14 MHz
Betriebsspannung: 9 V
Stromaufnahme: 3 mA
Bestückung: BF 185
Abmessungen: 60 mm x 47 mm

Ein abstimmbarer einfacher Transistor-Oszillator für 3,5 MHz wurde im Heft 10/1970, S. 380, behandelt. Dieser freischwingende Oszillator mit einem einzigen Transistor in Emitterschaltung läßt sich beispielsweise als Steuerstufe eines auf 80 m arbeitenden Senders einsetzen. Die nachstehend erläuterte, in etwa gleichen Abmessungen ebenfalls sehr einfach aufgebaute Version eines Oszillators ist für eine feste Frequenz quarzgesteuert.

Quarzoszillatoren erfordern keinen hohen Aufwand und sind sehr frequenzstabil. Sie eignen sich auch zum Eichen von Sendern und Empfängern.

### Schaltung

Der Quarzoszillator wurde für das 80-m-Band dimensioniert und arbeitet mit dem Transistor BF 185. Zur Rückkopplung sind Quarz und Kondensator C 3 (Bild 1) in Serie zwischen Kollektor

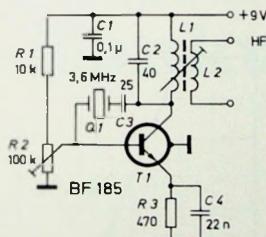


Bild 1. Schaltung des Quarzoszillators mit dem Transistor BF 185 in Emitterschaltung

und Basis geschaltet. C 3 darf nicht zu klein sein, da sonst die Rückkopplung abreißt.

Die Basisvorspannung wird durch Widerstand R 1 und Regler R 2 bestimmt. Der kollektorseitige Schwingkreis C 2, L 1 muß genau auf die Quarzfrequenz abgestimmt sein, um den Quarz Q zu erregen; er unterdrückt Oberwellen. Da der Oszillator nur für eine Frequenz (3,6 MHz, 7 MHz oder 14 MHz) bestimmt ist, wurde Emitterschaltung gewählt.

Am Schwingkreis wird über die Spule L 2 die entstehende Hochfrequenz ausgeteilt. Da der Oszillator mit einem einzigen Transistor bestückt ist, hat er bei einer Betriebsspannung von 9 V... nur 3 mA Stromaufnahme.

Die Oszillatorschaltung eignet sich auch noch für andere Frequenzen. Natürlich müssen dann auch die entsprechenden Quarze verwendet werden. Das gilt auch für die Frequenzen 7 und 14 MHz, für die in der Spulentabelle Induktivitätswerte und Wickelangaben mit enthalten sind.

### Aufbau

Der Quarzoszillator läßt sich bequem auf einer 60 mm x 47 mm großen Resopalplatte aufbauen (Bilder 2 und 3). Die einzelnen Bauteile sind horizontal angeordnet (außer dem Quarz Q 1). Der Oszillator ist auf der Unterseite der Montageplatte nach Art einer gedruckten Schaltung verdrähtet. Die Löcher für die Anschlußdrähte der Bauteile werden mit einem 1-mm-Bohrer gebohrt. Eine Abschirmung ist bei diesem Oszillator nicht nötig.



Bild 2. Ansicht des Quarzoszillatorbausteins

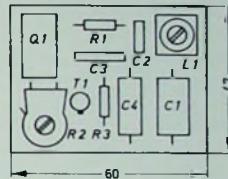


Bild 3. Anordnung der Bauteile auf der Resopalplatte

Spule L 1 hat einen Ferritkern, mit dem man die Frequenz genau abstimmen kann. Die Auskopplungsspule L 2 wird in eine freie Kammer des Spulenkörpers von L 1 gewickelt.

### Einzelteilliste

Quarz „FF 1“, 3600 kHz	(Reuter)
Kondensatoren,	
Tropyfol F, 100 V = (C 1, C 4)	(Wima)
Keramische Kondensatoren (C 2, C 3)	(Rosenthal)
Spulenkörper	
„Sp. 4/23, 5/3-898“ mit Kern „GW 4/13 X 0,5 FC – FU II“	(Vogt)
Bodenplatte „P2/14/14-683“	(Vogt)
Widerstände, 0,3 W (R 1, R 3)	(Siemens)
Regelwiderstand „1-9223“, 100 kOhm (R 2)	(Preh)
Transistor BF 185	(Telefunken)

## 2. Internationale Ausstellung mit Festival

# DÜSSELDORF



Über 120 Firmen aus 10 Ländern zeigen ein einmaliges Angebot. Ungestörtes Hören in schallisolierten Vorführstudios, die normalen Wohnräumen entsprechen. Live-Konzerte namhafter Künstler. Schallplattenkonzerte. Symposien für Fachleute. Das Fest für Hifi-Enthusiasten!

21.-30. August

Information: Düsseldorfer Messegesellschaft mbH – NOWEA –, 4 Düsseldorf 10, Messegelände, Telefon 4 40 41 Telex 8 584 853 m sse d

## Günstige Lautsprecherwahl bei der Entwicklung von Reiseempfängern

Die Rundfunkgeräte-Industrie stellt heute Empfänger her, die hinsichtlich äußerer Ausstattung und Anwendung der modernen Technik kaum etwas zu wünschen übrig lassen. Nicht immer sind jedoch auch für den Betrieb des Empfängers recht wichtige ökonomische Probleme genügend berücksichtigt. An einer Gegenüberstellung von zwei Geräteausführungen soll gezeigt werden, welchen Einfluß beispielsweise die Wahl des Lautsprechers bei Koffer-

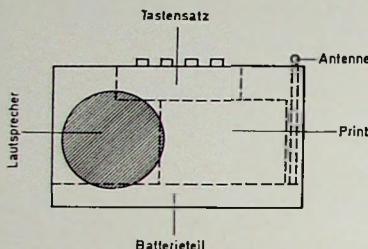


Bild 1. Ein in Größe und Lage ungünstig gewählter Lautsprecher

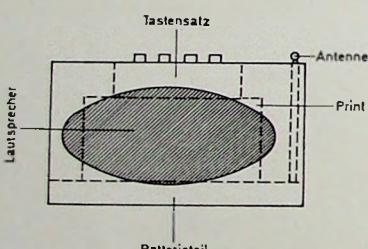


Bild 2. Ein in Größe und Lage günstig gewählter Lautsprecher

und Taschenempfängern auf die Lebensdauer der Batterie hat.

Im Bild 1 ist die Anordnung eines Lautsprechers im übriggebliebenen Raum zwischen Tastensatz, gedruckter Schaltung (Print) und Batterieteil eines Empfängers skizziert. Dieser Aufbau ist ein Musterbeispiel, wie ein Empfänger nicht konstruiert sein sollte; die Fläche des Lautsprecherkonus ist im Verhältnis zur Gesamtfrontfläche des Empfängers sehr klein. Im Gegensatz dazu ist im Bild 2 ein Empfänger dargestellt, bei dem in vorbildlicher Weise der größte Teil der Frontseite als Lautsprecherfläche ausgenutzt wird. Da von Koffer- und Taschenempfängern ohnehin wegen ihrer verhältnismäßig niedrigen Ausgangsleistung keine Hi-Fi-Wiedergabe zu erwarten ist, bietet sich der Ovallautsprecher für eine gute Ausnutzung der meist rechteckigen Frontseite an. Die gedruckte Schaltung (Print), der Tastensatz und andere Baugruppen sind in einer zweiten Ebene hinter dem Lautsprecher angebracht, so daß dafür von der Frontseite nichts verloren geht.

Vergleicht man die beiden in den Bildern 1 und 2 vorhandenen Lautsprecherflächen miteinander, dann kann man eine beträchtliche Flächenvergrößerung im Beispiel 2 feststellen. Es sei eine Verdoppelung der Fläche gegenüber Beispiel 1 angenommen. Der Ovallautsprecher würde in der Abstrahlfläche einem Rundlautsprecher entsprechen, der im Durchmesser gegenüber der Lautsprecherfläche im Bild 1 um etwa 41 % größer wäre.

Die Abhängigkeit des Lautsprecher-Wirkungsgrades  $\eta$  vom Durchmesser des Konus ist unter Vernachlässigung der geringen Schwingmassenvergrößerung, die außerdem in der 2. Potenz steht,

$$\eta_1 \sim D_1^4.$$

Bei 41 % Durchmesservergrößerung ist

$$D_2 = 1,41 \cdot D_1$$

und damit

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{1,41^4 \cdot D_1^4}{D_2^4},$$

so daß

$$\eta_2 = 4 \cdot \eta_1$$

wird.

In diesem Verhältnis 1:4 würde etwa der Wirkungsgrad des Lautsprechers nach Beispiel 1 zu dem nach Beispiel 2 bei der angegebenen Veränderung der Lautsprecherfläche stehen.

Die erforderliche elektrische Leistung  $P_a$  bei gegebener Schall-Leistung  $P_s$  und vorhandenem Wirkungsgrad  $\eta$  ist

$$P_a = \frac{P_s}{\eta}.$$

Aus der Proportion entsprechend den Beispielen 1 und 2 folgt dann

$$\frac{P_{a2}}{P_{a1}} = \frac{\eta_1}{\eta_2},$$

$$P_{a2} = \frac{1}{4} \cdot P_{a1}.$$

Die erforderliche Ausgangsleistung geht bei gleicher Schall-Leistung demnach im Beispiel 2 des Ovallautsprechers auf den vierten Teil gegenüber Beispiel 1 zurück.

Der Strom in der Endstufe ergibt sich aus

$$P_a = I^2 \cdot R_a$$

und den Beispielen zu

$$\frac{P_{a2}}{P_{a1}} = \frac{I_2^2}{I_1^2},$$

$$\frac{1}{4} = \frac{I_2^2}{I_1^2},$$

$$I_2 = \frac{I_1}{2}.$$

Da der Batteriestrom bei Gegentakt-B-Verstärkern, die hier zur Anwendung kommen, proportional dem Ausgangswechselstrom ist, beträgt die Stromaufnahme aus der Batterie für das Gerät mit dem Ovallautsprecher ebenfalls

$$I_2 = \frac{I_1}{2}.$$

Überträgt man diese Verhältnisse auf die Lebensdauer einer Monozelle, zum Beispiel Perrix „222“ nach Bild 3, dann kann man nachstehende Folgerungen ziehen:

Belastet man die Monozelle im Beispiel 1 mit einem Strom von 150 mA, was einem Arbeitswiderstand von  $R_{Z1} = 10 \Omega$  entspricht, dann wäre die Lebensdauer der Zelle etwa 50 Stunden. Bei angenommen gleicher Schall-Leistung wäre dann der Batteriestrom im Beispiel 2

$$I_2 = \frac{150}{2} = 75 \text{ mA}$$

und der Arbeitswiderstand

$$R_{Z2} = 20 \Omega.$$

Das entspricht laut Bild 3 einer Lebensdauer von etwa 120 Stunden, also über

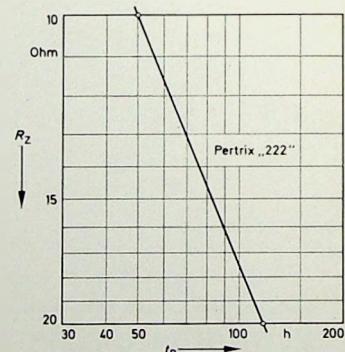


Bild 3. Zusammenhang zwischen der Lebensdauer  $t_B$  (Mittelwert) von Trockenbatterien (bei täglich vierstündigem Betrieb) und dem Belastungswiderstand  $R_Z$  je Zelle

der doppelten Zeit gegenüber Beispiel 1.

Selbst wenn man in der Praxis wie in den angeführten Beispielen nicht ganz mit diesen Werten rechnen kann, so kann man im Interesse des Gerätebenutzers bei sinnvoller Planung und Entwicklung doch wesentlich zur Verlängerung der Batterie-Lebensdauer in Reiseempfängern beitragen.

E. Schleenbecker



## **Wir brauchen die Konkurrenz nicht zu fürchten.**



### **Symbol für Vertrauen**

Nehmen Sie den TUB\*  
und uns beim Wort.

1. »Gütezeichen« in  
der Publikumswerbung
2. Vertrauensperson  
für Sie
3. Markenprofilierer
4. Nachfrageförderer
5. Sicherheitsgarant

Bedienen Sie sich unserer  
Zuverlässigkeit.

\*Techn. Überwachungs-Bauftragter

Wir sind klein, aber fähig.  
Vielleicht haben wir sogar mehr in  
unseren Kästen, als der Konkurrenz  
lieb ist. Hören oder sehen Sie am besten  
einmal rein. Machen Sie sich selbst  
ein neues Bild über uns und unsere  
Qualität. Denn Sie sind der Fachmann.

**So selbstbewußt  
sind wir von IMPERIAL.**

**IMPERIAL**  
von innen heraus gut

IMPERIAL GmbH, Radio Fernsehen Phono, 334 Wolfenbüttel.

## Prüfen und Regenerieren von Schwarz-Weiß- und Farbbildröhren

### 1. Das Arbeiten mit einem Farbbildröhren-Prüfgerät

#### 1.1. Allgemeines

Um den Service an Farbfernsehempfängern zu erleichtern, ist es oft vorteilhaft, bei entsprechenden Fehlererscheinungen die Farbfernsehbildröhre auf Emission prüfen zu können. Farbbildröhren lassen sich sehr schnell prüfen, wenn man hierzu einen Farbbildröhrentester verwendet. Das Messen der Einzelströme in den drei Zuleitungen der Bildröhrenkathoden ist sonst recht umständlich, da man die Leitungen nacheinander auf trennen muß, wenn man die einzelnen Ströme miteinander vergleichen will.

Starke Abweichungen der drei Bildröhrensysteme untereinander führen zu einem farbigen Schwarz-Weiß-Bild, das man auch durch Nachstellen des Weißabgleiches nicht immer einwandfrei ausgleichen kann. Es ist zwar möglich, bei einer bestimmten Grundhelligkeit ein einwandfreies Weiß auf dem Bildschirm zu erhalten, jedoch bei unterschiedlichen Helligkeiteinstellungen kann der Bildschirm farbig getönt werden, sofern die Bildröhrensysteme in ihrer Emission untereinander stark abweichen. Hier erweist sich bereits der Farbbildröhrentester als vorteilhaft, da man mit ihm feststellen kann, ob die Fehlerursache in der Bildröhre selbst oder in der Schaltung des Farbfernsehempfängers begründet liegt.

Farbbildröhren-Prüfgeräte werden unter anderem von den Firmen RCA (deutsche Vertretung: A. Neye, Quickborn-Hamburg), M. Funke (Adenau-Eifel) und Beuttenmüller Elektronik, Winsen Luhe, angeboten. Nachfolgend soll die Arbeitsweise mit einem derartigen Prüfgerät beschrieben werden, wobei als Beispiel das Gerät von Funke gewählt wurde. Die Beschreibung eines leicht selbst herzustellenden, einfachen Gerätes folgt im 2. Teil des Aufsatzes.

#### 1.2. Vorbereitungen

Beim Prüfen von Farbbildröhren sollte man unbedingt die Hinweise des Herstellers des Prüfgerätes beachten; die richtige Prüfserienfolge ist stets einzuhalten. Zunächst ist das Fernsegerät vom Netz abzuschalten und die Fassung von der Bildröhre abzuziehen. Die Prüffassung des Farbbildröhren-Prüfgerätes steckt man nun auf die Bildröhre. Schließlich ist der Heizspannungswähler auf den entsprechenden Heizspannungsbereich einzustellen und das Meßinstrument des Prüfgerätes auf den richtigen Spannungsmeßbereich zu schalten. Der Farbwähler ist zunächst auf das rote Bildröhrensystem einzustellen. Diese Stellung des Farbwählers wird auch zum Prüfen von Schwarz-Weiß-Bildröhren gebraucht.

#### 1.3. Prüfen des Heizkreises

Mit dem Heizregler wird zunächst die richtige Heizspannung (im allgemeinen 6,3 V) eingestellt. Läßt sich die Heizspannung nicht einstellen, dann liegt

ein Kurzschluß im Heizfaden vor: Die Röhre ist unbrauchbar.

Nach dem Einregeln der Heizspannung soll sich die Bildröhre mindestens drei Minuten erwärmen. Ist die Wartezeit erreicht, dann wird das Meßinstrument auf den Strombereich eingestellt, um den Heizstrom ablesen zu können. Dieser soll – richtige Heizspannung vorausgesetzt – bei Farbbildröhren in deutschen Empfängern 900 mA betragen.

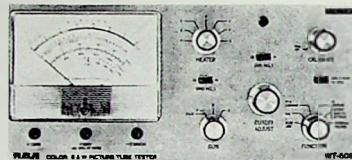


Bild 1. Frontplatte des Meß- und Prüfgerätes „WT-509 A VI“ für Bildröhren (RCA)

gen. Bei höherem Heizstrom liegt ein Wendeschluß im Heizfaden vor. Kleiner Heizstrom oder gar kein Strom bedeutet einen hohen Heizwiderstand oder eine Unterbrechung. Auch in diesem Fall ist die Röhre unbrauchbar.

#### 1.4. Prüfen auf Elektroden-schlüsse

Die Prüfung auf Elektrodenenschlüsse ist nacheinander bei allen drei Elektronenkanälen durchzuführen. Das Meßinstrument soll bei allen Elektrodenstellungen mindestens 10 MΩ Widerstand anzeigen; jedoch sind zwischen Kathode und Heizer 6 MΩ zulässig. Geringere Widerstandswerte verursachen zwischen den Elektroden einen hohen Kriechstrom und machen die Röhre unbrauchbar. Wichtig bei dieser Prüfung ist, daß die Röhrenfassungen sauber und frei von jeglichem Staub sind.

#### 1.5. Prüfen des Sperrpunktes (Cut off)

Zum Prüfen des Sperrpunktes ist der Wahlschalter des Prüfgerätes in Stellung „Cut off“ zu bringen und der Farbwähler auf „rotes System“ zu stellen. Anschließend ist der Einsteller für das erste Gitter (G 1) auf den in den Unterlagen des Prüfgeräte-Herstellers in einer Tabelle angegebenen Wert einzustellen. Der Einsteller für das zweite Gitter (G 2) wird schließlich langsam durchgedreht, bis der Instrumentenzeiger genau über dem Cut-off-Strich steht. Ist die Cut-off-Stellung erreicht, dann ist der Einsteller für G 1 in beiden Richtungen zu verstehen. Bleibt der Zeigerausschlag des Meßinstrumentes hierdurch unbeeinflußt, dann liegt eine Unterbrechung im Gitter G 1 der Farbbildröhre vor. Wird die Cut-off-Stellung nicht erreicht, dann hat G 2 Unterbrechung. In beiden Fällen ist die Röhre unbrauchbar. Diese Prüfung ist auf alle drei Elektronenkanäle auszudehnen; der Farbwähler ist nach dem Prüfen des roten Systems auf seine Stellung G und anschließend auf B zu stellen.

#### 1.6. Prüfen der Emission

Bei der nachfolgenden Emissionsprüfung muß der Zeiger des Instrumentes im Bereich „gut“ liegen. Der genaue Wert ist zu merken. Schließlich wird die Emissionsprüfung bei Blau und Grün wiederholt. Die Röhre ist einwandfrei, wenn der höchste Wert nicht größer als das 1,5fache des niedrigsten Werts ist. Beispielsweise hat Rot = 510 Instrumentenausschlag, Grün = 620 und



Bild 2. Bildröhren-Meß- und Prüfgerät „W 21 III“ (M. Funke)

Blau = 680. Der anderthalbfache Wert von 510 ist 765. Liegt das Ergebnis dagegen im Defektbereich, dann ist die Röhre unbrauchbar.

#### 1.7. Prüfen auf Vakuum

Zur Vakuumprüfung schaltet man den Wahlschalter von Emission auf Vakuumprüfung. Bei einwandfreiem Vakuum geht der Zeiger auf den Cut-off-Strich zurück. Bei schlechtem Vakuum wird ein größerer Wert angezeigt. Da es keine feste Regel für die Vakuumprüfung gibt, gilt als Faustregel: Wird nicht mehr als die Hälfte angezeigt als in Stellung „Emissionsprüfung“ des Wahlschalters, dann ist das Vakuum in Ordnung.

#### 1.8. Prüfen von Schwarz-Weiß-Bildröhren

Die gleichen Prüfmethoden wie bei Farbbildröhren werden auch bei Schwarz-Weiß-Bildröhren angewandt. Der Farbwählschalter sollte auf seiner Stellung R, die auch zum Prüfen von Schwarz-Weiß-Bildröhren gilt, stehen. Der Heizkreis wird genauso wie bei Farbbildröhren geprüft; das gleiche gilt auch beim Prüfen auf Elektroden-schlüsse.

#### 1.9. Prüfen auf gleichmäßige Erwärmungszeit

Um festzustellen, ob eine ungleichmäßige Erwärmungszeit auf die Farbbildröhre oder auf den Empfängerteil zurückzuführen ist, läßt sich folgende Prüfmethode anwenden:

Wenn die Farbbildröhre mindestens 30 min außer Betrieb war, dann wird die Emission der Bildröhre nach 2 min Erwärmungszeit geprüft. Die Prüfung

ist auf allen drei Elektronenkanonen vorzunehmen. Nach weiteren 2 min werden die Meßergebnisse aller drei Elektronenkanonen nochmals abgelesen und mit dem 2-min-Ergebnis verglichen. Die Werte der ersten Messung müssen mindestens 75 % der zweiten Ablesung betragen. Andernfalls liegt eine ungleichmäßige Erwärmung der drei Elektronenkanonen vor. Unterschiedliche Erwärmung der drei Elektronenkanonen äußert sich bei normalem Empfangsbetrieb durch einen anfänglich stark eingefärbten Bildschirm, der erst nach längerer Betriebszeit weiß wird. Da dieser Fehler auch in der Empfängerschaltung liegen kann, sollte man zuerst die Bildröhre auf gleichmäßige Erwärmung prüfen, um zeitraubende Servicearbeiten zu vermeiden; eine ungleichmäßige Erwärmung der Farbbildröhre läßt sich nicht in der Empfängerschaltung ausgleichen. Liegt der Fehler aber an der Bildröhre, dann ist keine Abhilfe möglich, es sei denn, man wechselt die Bildröhre. Jedoch sollte man berücksichtigen, daß die Farbbildröhre ohnehin eine längere Anwärmzeit benötigt.

#### 1.10. Life-Test

Als Neuerung beim Farbbildröhrentestgerät ist ein Lebenserwartungstest (Life-Test) möglich. Dieser Test dient zur ungefähren Schätzung der Lebenserwartung einer noch brauchbaren Bildröhre.

Für den Life-Test ist zunächst die Emission der Bildröhre zu prüfen. Ist die Katode voll aufgeheizt und drückt man während der Prüfung den Knopf „Life-Test“, dann sinkt die Emission des Elektrodenstroms in einem bestimmten Zeitraum auf Null ab. Je mehr Zeit dazu erforderlich ist, um so höher ist die Lebenserwartung der Bildröhre. Sinkt der Instrumentenzeiger rasch nach Null ab, dann ist die Lebenserwartung der Bildröhre sehr gering.

#### 1.11. Regenerieren

Mit dem Farbbildröhren-Prüfgerät lassen sich auch fehlerhafte Isolationswiderstände zwischen den einzelnen Elektroden beseitigen; ausgeschlossen sind jedoch Isolationsfehler zwischen Heizfaden und Katode.

Wird beispielsweise in einer Schaltstellung ein fehlerhafter Isolationswiderstand festgestellt – der Instrumentenzeiger schlägt dann voll aus oder pendelt zwischen Null und Endausschlag hin und her –, dann bleibt die Bildröhre in dieser Schaltstellung mit der Prüfspannung belastet. Dabei begrenzt ein Schutzwiderstand den Strom.

Bereits nach 10 min muß der Zeigerausschlag des Meßinstrumentes zurück-

gehen, und nach weiteren 20 min soll er zwischen 0 und 10 MΩ liegen. Das bedeutet dann, daß der Isolationsfehler ausgebrannt und die Röhre wieder einwandfrei ist. Läßt sich der Isolationsfehler innerhalb von 30 min nicht beseitigen, dann bleibt die Bildröhre schadhaft.

#### 1.12. Prüfen der Emission von Schwarz-Weiß-Bildröhren auf einfache Weise

Die Beschaffenheit und damit die Emission von Schwarz-Weiß-Bildröhren läßt sich auf einfache Weise feststellen. Genügende Emission ist nur bei ausreichender Barium-Beschichtung der Katode gewährleistet. Die einwandfreie Beschaffenheit der Katode kann man nun indirekt auf dem Bildschirm ermitteln. Hierzu ist das Ablenkjoch vom Bildröhrenhals zu entfernen und der Jochstecker zu ziehen. Eine Drahtbrücke ist in die Jochfassung zu stecken (Zuführung der Versorgungsspannung in die Zeilenendstufe), so daß die Zeilenendstufe betriebsfähig bleibt. Statt des Joches werden zwei zu einem Ring

zusammengeklebte Ionenfallenmagnete auf den Hals geschoben. Die vier Magnete sind den Halterungen zu entnehmen; sie werden dann in richtiger Polarität zusammengeklebt (N-S-N-S usw.). Der Helligkeitseinsteller ist auf niedrige Helligkeit einzustellen.

Nach der Erwärmung des Empfängers und bei richtiger Lage der Ionenfallenmagnete (durch Verschieben auf dem Bildröhrenhals feststellen) erscheint im Bildschirmzentrum ein heller Fleck, der entsprechend der Katodenoberfläche mehr oder weniger ausgeprägt ist. Der Fleck soll möglichst gleichmäßige Helligkeit zeigen. Dunkle Stellen zeigen emissionsschwache Partien der Katodenoberfläche an; diese Stellen lassen sich oft mittels einer Regenerierung – wie bereits beschrieben – beseitigen, so daß die Katode wieder einwandfrei ermittelt.

In den nächsten Abschnitten wird ein leicht selbst herzustellendes Gerät behandelt, mit dem sich Schwarz-Weiß- und Farbbildröhren prüfen und regenerieren lassen. (Schluß folgt)



Deutsche  
Funkausstellung 1970  
Düsseldorf 25.-30. August

### Bundesfachtagung des Radio- und Fernsehtechniker-Handwerks

Anlässlich der Deutschen Funkausstellung 1970 in Düsseldorf findet am Dienstag, dem 25. August 1970, um 9.30 Uhr, im „Jan-Wellem-Saal“ des Brauereiausschankes Schlosser in Düsseldorf, Altstadt 5, eine Bundesfachtagung des Radio- und Fernsehtechniker-Handwerks mit folgender Tagesordnung statt:

1. Begrüßung
2. „Video-Recorder-Systeme und die Zukunft der Kassetten“  
(Referent wird noch von der Deutschen Philips GmbH benannt)
3. „Das Color-Vision-System als Kassetten-System“  
Referent: Detmers, Nordmende, Bremen
4. „Serviceprobleme – Servicekosten“  
Referent: Obermeister Dechau, Hamburg
5. „Ruiniert uns die Werkstatt?“  
Referent: Obermeister Stickel, Dortmund
6. „Rationelle Geschäftsführung – Möglichkeiten durch EDV“  
Referent: Bundesfachgruppenleiter Berger, Rendsburg
7. Aussprache und Schlußwort.

Der Brauereiausschank Schlosser ist eine der ältesten Gaststätten der Düsseldorfer Altstadt und liegt neben der St. Lambertus-Kirche. Parkmöglichkeit für 70 bis 80 Pkw besteht ab 9 Uhr auf dem Parkplatz des Brauereiausschankes. Zimmerbestellungen sind an den Verkehrsverein, 4 Düsseldorf 1, Postfach 8203, zu richten.

In einer Sonderschau in Halle A 5, Stand 1507, zeigt die Bundesfachgruppe Radio- und Fernsehtechnik im Zentralverband des Deutschen Elektrohandwerks während der Funkausstellung wieder eine „Musterwerkstätte des Handwerks“. Diese Sonderschau mit mustergültig eingerichteten Arbeitsplätzen, wie sie für eine Fachwerkstatt zweckvoll und notwendig sind, zeigt den Besuchern, welches fachliche Wissen und Können und welcher technische Aufwand heutzutage erforderlich sind, um alle anfallenden Reparaturen schnell und zuverlässig durchführen zu können. Dem Fachmann zeigt sie, welche verschiedenen Einrichtungsgegenstände, Meßgeräte und Werkzeuge für eine modern eingerichtete Werkstatt unbedingt notwendig sind.

## Wer steht Ihnen in Transistoren-Fragen mit Rat und Tat zur Seite? Heninger!

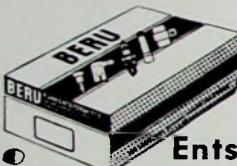
**heninger**  
**servix**

8 München 15, Mittererstr. 3, Tel. 0811/539681



## Köpfchen muß man haben

wenn man eine Autoentstörung rationell durchführen will – und selbstverständlich dazu BERU-Entstörmittelsätze. Diese sind auf Grund praktischer Erfahrungen zusammengestellt und enthalten für ein bestimmtes Fahrzeug alle notwendigen Entstörmittel, in der richtigen Stückzahl, in den richtigen Abmessungen und den erprobten elektrischen Werten. Wer rationell arbeiten und einen sicheren Entstörerfolg erzielen will, wählt heute



# BERU

## Entstörmittelsätze

253

Verlangen Sie die Schrift: „Funkentstörung leicht gemacht“

BERU VERKAUFS-GMBH / 7140 LUDWIGSBURG

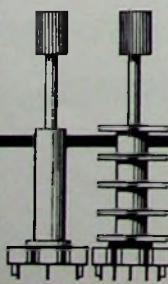
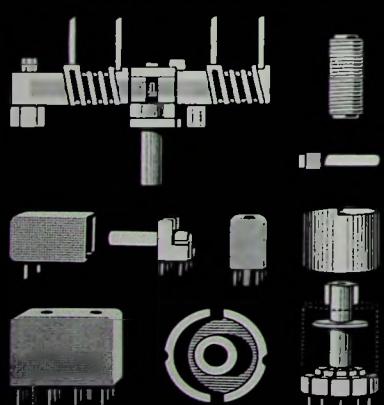
# VOGT BAUTEILE



Abgleichkerne  
Schalenkerne  
Stab- u. Rohrkerne  
Ringkerne  
Sonderformen  
nach Ihren Wünschen

Bandfilter und  
Spulensätze, auch  
einbauterlig

UKW-Variometer  
HF- und  
Störschutzdrosseln



## VOGT & CO. KG

FABRIK FÜR ELEKTRONIK-BAUTEILE  
8391 ERLAU ÜBER PASSAU

TELEFON 08591 333\* TX 057869

Für den KW-Amateur

H. WENDTLAND

## VHF- und UHF-Antennen- meßtechnik für Amateure

Bei jeder Sende- und Empfangsanlage kommt der richtig dimensionierten Antenne eine sehr große Bedeutung zu. Beim Sendebetrieb werden Strahlungsleistung und Reichweite bei gegebener und begrenzter Senderausgangsleistung ausschließlich durch die Antenne bestimmt. In Empfangsanlagen hängt die Reichweite (bei gegebener Rauschzahl der Eingangsschaltung) ebenfalls in erster Linie vom Antennenauflauf ab. Daher sind besonders KW-Amateure auf leistungsfähige Antennen angewiesen. Zwar bietet die Industrie auch verschiedene Antennen für Amateurbelange an, jedoch bestehen besonders bei Spezialproblemen Lücken im Angebot.

Es liegt im Wesen der Amateurtechnik, oft die Antennenanlage selbst zu entwerfen und zu bauen. Neben gut fundierten Kenntnissen über die Dimensionierung von Antennen ist dabei auch eine entsprechende Meßtechnik Voraussetzung, da in fast allen Fällen die vorher ermittelten Parameter auf Grund von Messungen korrigiert werden müssen. Dabei treten besondere Probleme auf, die mit dem Meßobjekt, also der Antenne, zusammenhängen. Die erregte Antenne hat nämlich ein ausgedehntes elektromagnetisches Feld, und daher hängt das Meßergebnis von Umwelteinflüssen und dem geeigneten Meßverfahren ab, wobei natürlich die Reproduzierbarkeit gewährleistet sein muß. Daher bestehen zwischen der Antennenmeßtechnik und der allgemeinen HF-Meßtechnik wesentliche Unterschiede, die zu beachten sind.

Im folgenden Beitrag soll besonders die Antennenmeßtechnik im VHF- und UHF-Bereich erläutert werden. Viele Meßmethoden sind jedoch darüber hinaus auch zum Beispiel auf den Kurzwellenbereich zu übertragen (besonders Impedanzmessungen). Während die Messung an nichtstrahlenden Objekten bei Verwendung geeigneter Meßgeräte keine besonderen Probleme aufwirft, muß bei Antennenmessungen neben geeigneten Meßgeräten auch ein geeignetes Meßgelände vorhanden sein, das besondere Bedingungen erfüllen muß. Bei Amateuranlagen ist es aber oft auch möglich, die Antennenanlage an die jeweils gegebenen örtlichen Bedingungen anzupassen.

Besonders problematisch ist in diesem Zusammenhang die Auswahl der Meßgeräte. Zwar gibt es verschiedene Selbstbaueranleitungen für entsprechende Meßgeräte, jedoch ist in den meisten Fällen das Problem der Eichung nicht zufriedenstellend zu lösen, so daß es zweckmäßig ist, von der Industrie angebotene geeignete Meßgeräte zu verwenden. Mit einer einfachen Grundausrüstung, die nicht unbedingt teuer sein muß, lassen sich bei sachgemäßer Anwendung sehr gute Ergebnisse erreichen.

Neben den traditionellen Gebieten der Nachrichtentechnik wie Fernseh-, Sprach- und andere Signalübertragungen entstehen immer mehr Sondergebiete. Zwar ist der Nachrichteninhalt für die Antennenmeßtechnik ohne Bedeutung, aber beispielsweise bei Satelliten-Funkverbindungen und Verbindungen mit dem Mond als passivem Reflektor sind natürlich auch Besonderheiten bei der Antennenmeßtechnik zu beachten. In diesen Fällen ist man heute noch weitgehend auf den Antennen-Selbstbau angewiesen. Antennenanlagen für diese Zwecke müssen möglichst idealen Bedingungen gerecht werden. Die Anpassung an praktisch vorliegende Umwelteinflüsse ist jedoch möglich.

Bei der Antennenmeßtechnik sind zwei Hauptgebiete zu unterscheiden: die Meßtechnik der Impedanz und die der Strahlungseigenschaften. Der Gewinn ergibt sich aus den beiden Haupteigenschaften der Antenne, nämlich der Richtwirkung und der möglichst verlustfreien Übertragung und Anpassung.

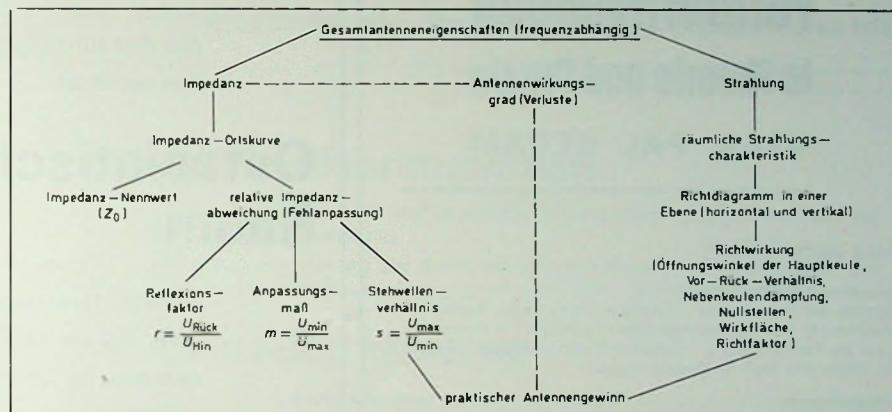
Bild 1 gibt eine Übersicht über die verschiedenen (in jedem Fall frequenzabhängigen) Antenneneigenschaften und zeigt ihren Zusammenhang. Ein besonderer Hinweis ist dabei zum praktischen Antennengewinn, das heißt dem in der Praxis wirksam werdenden Gewinn, erforderlich. Eine Antenne ist kein aktives Gebilde, das einen Gewinn etwa im Sinne

einer Verstärkung erzeugt. Der Gewinn der Antenne resultiert ausschließlich aus der Richtwirkung. Deutlich wird das am Fall der Sendeantenne. Wird dieser die Senderleistung zugeführt, so erfolgt die Abstrahlung der Energie in die verschiedenen Richtungen des Raumes. Entsprechend der Richtcharakteristik entsteht dabei in jeder Richtung eine bestimmte Strahlungsdichte. Betrachtet man die Strahlungsdichten auf der Oberfläche einer Kugel um die Sendeantenne, so ergibt sich bei der Addition beziehungsweise Integration der einzelnen Werte als Ergebnis die zugeführte Senderleistung. Die Erhöhung der Strahlungsdichte in einer bestimmten Richtung ist wegen dieses Wirkungsmechanismus nur zu Lasten der Strahlungsdichte in anderen Richtungen möglich. Daraus wird deutlich, daß der Antennengewinn

Die Symmetrierung dieser Leitung ist sehr gut, und die Verluste sind vernachlässigbar. Bei der Dimensionierung der Länge  $l$  ist natürlich in üblicher Weise der Verkürzungsfaktor  $V_k$  des Kabels zu beachten. Die Bandbreite reicht in jedem VHF- und UHF-Amateurband sowie in den Fernsehbereichen I, III und IV/V vollkommen aus. Für Symmetrierungen ohne Impedanztransformation sei auf die EMI-Schleife (Bild 2b) hingewiesen.

In der Antennenmeßtechnik ist in vielen Fällen die Reziprozität der Antenne von besonderer Bedeutung, das heißt, es ist gleichgültig, ob eine Antenne als Sende- oder Empfangsantenne gemessen oder betrieben wird; die Eigenschaften sind in beiden Fällen sinngemäß gleich. Das gilt für alle bisher üblichen Antennen ohne aktive Halbleiterbauteile und

Bild 1.  
Übersicht über die  
Antenneneigenschaften  
und ihren Zusammenhang



eine Richtwirkungseigenschaft (Richtfaktor) ist. Besonders im angelsächsischen Sprachgebrauch wird daher auch oft „directivity“ mit „gain“ gleichgesetzt. Bei der Antenne kommt es dann nur noch darauf an, den so entstandenen Strahlungsgewinn möglichst verlustfrei zu übertragen. Bestimmend sind dabei die Impedanz- und die Anpassungsverhältnisse. Den Antennenwirkungsgrad, der grundsätzlich zu den Impedanzeigenschaften gehört und der durch das Verhältnis von Verlustwiderstand zu Strahlungswiderstand bestimmt wird, kann man bei den heute üblichen Antennen vernachlässigen, das heißt mit 100 % ansetzen.

### 1. Meßsysteme

Hinsichtlich der anzuwendenden Meßsysteme unterscheidet man zwischen der symmetrischen und unsymmetrischen Energieübertragung (symmetrische Leitungen und Koaxialkabel). Obwohl gelegentlich noch mit dem symmetrischen System gearbeitet wird, setzt sich doch das koaxiale System immer mehr durch, weil damit wesentliche Vorteile verbunden sind. Insbesondere tritt bei symmetrischen Leitungen bei höheren Frequenzen eine zunehmende Abstrahlung (Strahlungsdämpfung) und Empfindlichkeit gegen Umwelt-einflüsse auf. Dagegen hat das koaxiale System elektrisch nur Vorteile, jedoch sind die Kosten bei der Neuerrichtung etwas höher.

Im Interesse der Genauigkeit bei vorzunehmenden Messungen wird grundsätzlich ein koaxiales Meßsystem verwendet. Bei der Messung symmetrischer Objekte werden dann Impedanzwandler mit gleichzeitiger Symmetrierung oder Symmetrierglieder mit einer Impedanzübertragung von 1:1 verwendet. Von der Industrie werden genaue Breitbandimpedanzwandler 240/60 Ohm mit gleichzeitiger Symmetrierung angeboten. Für Amateurzwecke genügt jedoch die  $\lambda/2$ -Umwegleitung (Bild 2a).

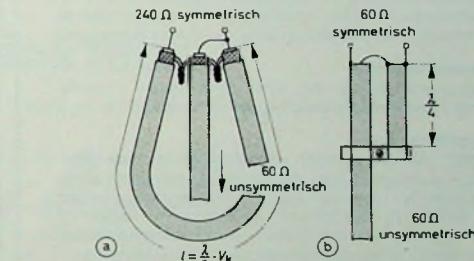


Bild 2. a)  $\lambda/2$ -Umwegleitung zur Symmetrierung und Impedanztransformation. b) Symmetrieranordnung ohne Impedanztransformation

funktionsbestimmende Ferrite oder Dielektrika. Die in letzter Zeit bekanntgewordenen und auch für Amateurbelange anwendbaren aktiven Antennen sind dagegen nicht reziprok und müssen so gemessen werden, wie sie betrieben werden. Trotzdem sind auch hier die bisher üblichen Messungen möglich, wenn man die Antenne in ihre Wirkungsgebiete aufteilt und diese gesondert untersucht. Die heute noch weitgehend verwendeten Amateurantennen bestehen jedoch aus Halbwellengrundelementen und geeignet erregten Flächen und sind sämtlich reziprok.

Die verschiedenen Antennentypen wie Längsstrahler, Querstrahler und Gruppen aus solchen Grundtypen erfordern keine unterschiedliche Meßtechnik. Es sind lediglich gegebenenfalls die jeweilige Ausdehnung des Feldes und die Feldverteilung zu beachten.

(Fortsetzung folgt)

**Es muss doch einen Weg geben, in der Werkstatt  
Übersicht zu behalten. Ja. Heninger!**

**heninger**  
SERVIX

8 München 15, Mittererstr. 3, Tel. 0811/539681



## Ein wertvolles Fachbuch

DR.-ING. NORBERT MAYER (IRT)

# Technik des Farbfernsehens in Theorie und Praxis

NTSC · PAL · SECAM

### Aus dem Inhalt

#### Grundlagen der Farbenlehre

Begriffe der Farbenlehre · Farbfilter, Farbspiegel, Meßfilter · Bestimmung der zu übertragenden Farbwerte · Farbmötrik · Weiß im Farbfernsehen · Zusammenhang zwischen Weiß in der Szene und Weiß im Farbempfänger

#### Aufnahmegeräte

Farbdiapositivablaster · Farbdiapositivabtaster mit Vidicon · Lichtpunktfarbfilmabtaster · Vidiconfarbfilmabtaster · Farbfilm und Farbfernsehen · Lichtpunktabtastung für undurchsichtige farbige Vorlagen · Farbfernsehkameras für Direktübertragung

#### Wiedergabeeinrichtungen

Farbwiedergabeeinrichtung mit drei Einzelröhren · Lochmaskenröhre · Einstrahl-Farbwiedergabeeinrichtungen

#### Übertragungsverfahren

Kompatibilität, Rekompatibilität · Farbbildaufbau nach dem Prinzip der Kolorierung · Signalübertragung nach dem Prinzip der konstanten Leuchtdichte · Übertragungsverfahren nach dem Prinzip der konstanten Leuchtdichte · Fehler im Prinzip der konstanten Leuchtdichte · Übertragungsverfahren mit Farbträger · Einfache Farbfernsehstudioeinrichtung · Halbbildfolgeverfahren · Übertragungsverfahren und Farbfernseh-Wiedergabeeinrichtung

#### Farbfernsehempfänger

Grundschaltung · Amplitudencharakteristik des ZF-Verstärkers · Getrennte Demodulation für Leuchtdichtesignal und Chrominanzsignal · Verstärkung des Leuchtdichtesignals und des Chrominanzsignals · Austastung des Chrominanzsignals, Farbkiller und automatische Sättigungsregelung · Farbdemodulatoren · Laufzeitglieder für PAL und SECAM · Farbträgerregeneratoren

#### Meßinrichtungen

Farbbalkengeber · Vektorschop · Messung der differentiellen Phase und der differentiellen Verstärkung · Phaseneichung von Meßgeräten

Tabellen · Amerikanische/englische Fachwörter · Schriftum · Sachwörter

330 Seiten mit vielen Tabellen · 206 Bilder · Farbbildanhang  
Ganzleinen 32,— DM

Zu beziehen durch jede Buchhandlung im Inland und Ausland sowie durch den Verlag

VERLAG FÜR RADIO-  
FOTO-KINOTECHNIK GMBH

1 BERLIN 52 (Borsigwalde)

Gesucht unabhängiger

## Einkäufer

der Englisch perfekt beherrscht, um technischen Dialog mit Zulieferern und Kunden führen zu können.

Die Einkaufstätigkeit erstreckt sich über den gesamten

## Ostasiatischen Raum

insbesondere Japan. Standort ist Singapore. Reisen nach Deutschland können mehrmals im Jahr erforderlich sein. Erfolgsversprechende Tätigkeit setzt **gründliche Kenntnisse** auf dem Gebiet **elektronischer Bauteile**, zum Beispiel Halbleiter, Kondensatoren, Widerstände, Batterien usw. voraus. **Erfahrung** in Führung von **Einkaufsverhandlungen** sind unerlässlich. Bewerber, die eine erfolgreiche Tätigkeit in Ostasien nachweisen können, werden bevorzugt.

Wir bieten alle Möglichkeiten einer ausbaufähigen Position, ein leistungsgechtes Gehalt, Kranken- und Unfallversicherung sowie einen mehrmonatigen Europaurlaub.

Wir bitten um ihre vollständigen Bewerbungsunterlagen mit der Angabe vorhandener Referenzen an:

**C. Melchers & Co. · 28 Bremen**

Schlachte 39/40, Personalabteilung

Telefon: 3 16 91/2 55/2 78

# Interessiert Sie die Technik der modernen Luftfahrtelektronik?

Wir bieten die Chance, von Fernsehen und Radio auf Luftfahrt umzusteigen. Wir sind ein aufstrebender Betrieb für Entwicklung und Fertigung von Sprechfunk-, Notfunk- und Navigationsgeräten. Im Zuge unserer Betriebserweiterung sind eine ganze Reihe neu zu schaffender Arbeitsplätze in unserem Werk Baden-Baden zu besetzen. Es bieten sich bei becker flugfunk viele Aufstiegsmöglichkeiten für zuverlässige und schöpferische Mitarbeiter.

Wir suchen:

**Techniker und Fernseh-Rundfunkmechaniker für Abgleicharbeiten**

**Fachschul- und Diplomingenieure für Entwicklungs-Aufgaben**

Wir bieten leistungsgerechte Bezahlung, Umzugsvergütung, und sind bei einer Wohnungssuche behilflich.

Wenden Sie sich telefonisch oder schriftlich an unsere Personalabteilung

**becker flugfunkwerk gmbh 757 baden-baden-005 flugplatz telefon 61008/09 telex 0784371**

Wir sind ein

## Berliner Fachliteraturverlag

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

Genauso interessant und vielseitig wie Berlin mit seinem technisch-wissenschaftlichen und kulturellen Leben sowie den Steuerpräferenzen ist auch unsere Zeitschrift

## INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

Zur Mitarbeit in unserem Redaktionsteam suchen wir einen Hochschul- oder Fachschul-ingenieur als

## Technischen Redakteur

Wenn Sie bisher noch keine Erfahrungen auf dem Gebiet der „Schwarzen Kunst“ haben, arbeiten wir Sie gern ein.

Sind Ihnen Begriffe wie FET, MOS, IS, MSI und LSI, Festkörper, Optoelektronik, Laser und Maser, Bit, Torschaltung und Operationsverstärker keine geheimnisvollen Hieroglyphen, dann könnten Sie der gesuchte neue Mitarbeiter sein. Daß Sie das Englische soweit beherrschen, um Informationen und Berichte in dieser Sprache lesen und auch auswerten zu können, setzen wir allerdings ebenso voraus, wie den sicheren Umgang mit der deutschen Sprache. Wenn Sie an der hier kurz umrissenen Arbeit Freude finden können und glauben, die notwendigen Voraussetzungen mitzubringen, dann schreiben Sie uns bitte. Ein tabellarischer Lebenslauf und Zeugnisabschriften, möglichst auch ein Foto und Angabe Ihrer Gehalts-erwartungen sind erwünscht.

**VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH · 1 Berlin 52, Eichborndamm 141-167**

Hans Kaminsky

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

8 München -Solln - Spindlerstr. 17



### Selbstbau-Orgeln

Nettoliste direkt von

**Electron-Music**

Inh.: Wilcek & Gaul  
4951 Döhren 70 · Postf. 10/18



### Radiobasteln mit Feldeffekt-Transistoren

die derzeit aktuellste Selbstbautechnik für Rundfunkempfänger

### Keine Selbstbau-Probleme für junge Bastler und Anfänger

mit Hilfe der gleichnamigen RIM-Broschüre, DIN A 5, 100 Seiten, Umschlag 4 farbig, cellophaniert. Über 100 Abbildungen, Schaltungen, Verdrahtungspläne, Skizzen, Symbole und 4 Tableaux, DM 7,50 plus DM .60 für Porto bei Vorkasse (Postcheckkonto München 13753). Nachnahme Inland DM 9,20; Vorkasse Ausland DM 8,10. Günstige analoge Bausatzangebote als Buchanlage oder im Gratisprospekt „Radiobasteln mit Fets“.

**RADIO-RIM**

8 München 15, Bayerstr. 25, am Hauptbahnhof, Tel. (0811) 557221

**FET-Bausätze bereits ab DM 19,90**

### Preiswerte Halbleiter 1. Wahl

AA 117	DM 1,20	10/DM 1,10
AC 187/188 K	DM 3,45	
AC 192	DM 1,20	
AD 133 III	DM 6,95	
AD 148	DM 3,95	
AF 239	DM 3,00	
BA 170	DM 6,60	
BAY 17	DM 7,75	

BC 107	DM 1,20	10/DM 1,10
BC 108	DM 1,10	10/DM 1,-
BC 109	DM 1,20	10/DM 1,10
BC 170	DM 1,05	10/DM .95
BF 224	DM 1,75	10/DM 1,65
BRY 39	DM 5,20	10/DM 4,80
ZG 2,7 ... ZG 33	je DM 2,20	
1 N 4148	DM .85	10/DM .75
2 N 708	DM 2,10	10/DM 1,95
2 N 2219 A	DM 3,50	10/DM 3,30
2 N 3055	DM 7,25	10/DM 6,90

Alle Preise Incl. MWSt.  
Kostenl. Bauteile-Liste anfordern.

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

# Philips Plattenwechsler-Chassis sind bedeutende Bausteine der Rundfunk-Industrie:

Ihre Kunden verlangen Vielseitigkeit und Qualität. Rundfunk/Fernseh-Kombinationen mit Plattenwechslern gehören zu den beliebtesten Geräten auf dem Markt. Für diese Kombinationen bietet Philips ein Wechsler-Programm, das höchsten Ansprüchen gerecht wird. Zuverlässige, funktionsgerechte und ausgereifte Geräte, die von führenden Unternehmen zur Erweiterung ihres Angebots herangezogen werden.

Philips Plattenwechsler-Chassis haben sich millionenfach bewährt.

Rundfunk/Fernseh-Kombinationen mit Philips Plattenwechslern sind auch für Sie eine wertvolle Bereicherung Ihres Programms.

Ihre Kunden sind schon überzeugt — vom Philips Plattenwechsler.



# PHILIPS