

A3109 D

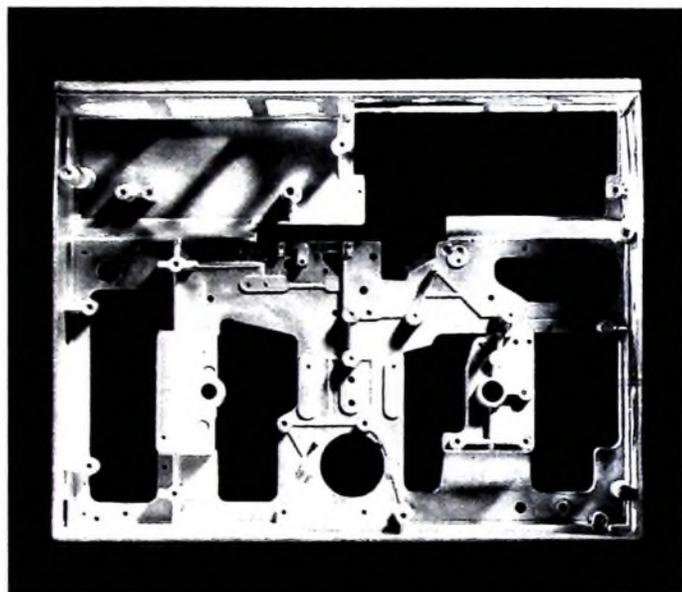
BERLIN

# FUNK- TECHNIK



20 1967

2. OKTOBERHEFT



## Was ist das Gegenteil von viel Blech? Ein Guß!

Natürlich kann man Tonbandgeräte-Chassis auch aus Blech machen. Mit vielen Schrauben, Verstrebungen und Nieten.

Unsere Tonbandgeräte jedoch sind alle »aus einem Guß« – das billigste genauso wie das teuerste. Uher-Tonbandgeräte haben einen soliden Druckgußrahmen aus Leichtmetall.

Einen Rahmen, der sich nie verzieht und nie verwindet! Sie meinen, das sei viel Aufwand für eine Sache, die ein Käufer vielleicht niemals zu Gesicht bekommt?

Mag sein. Aber wir halten diesen Aufwand für notwendig. Denn wir haben uns auf gute Tonbandgeräte spezialisiert.

**UHER**

UHER WERKE MÜNCHEN  
Spezialfabrik für Tonband- und Diktiergeräte  
8 München 47, Postfach 37

gelesen · gehört · gesehen .....	764
FT meldet .....	766
Farbfernsehen auf der Funkausstellung in Paris .....	769
Berichte von der Großen Deutschen Funkausstellung Berlin 1967	
Fernseh- und UKW-Empfangsantennen .....	771
Neue Hi-Fi-Geräte .....	774
Rundfunk	
Miniatur-Taschenempfänger „IC 2000“ mit Integrierten Schallkreisen .....	776
Farbfernsehen	
Zeilen-Endstufe für Farbfernsehgeräte ohne Ballasttriode .....	777
Leuchtschirmfehler bei Farbfernseh-Bildröhren .....	778
Persönliches .....	778
Phono	
Begriffe und Benennungen in der Phontechnik .....	779
Lautsprecher	
Hochwertige Lautsprecherkombination mit gefaltetem Exponentialhorn .....	783
Am Rande der Funkausstellung gesehen .....	786
Funkfernsteuerung	
Fail-safe-Baustein der „Digiprop“-Fernsteueranlage .....	788
Antennen	
Antennen-Selbstbau .....	791
Sender und Programme .....	792
Für den jungen Techniker	
Oszillatoren mit RC-Netzwerken (RC-Generatoren) .....	795

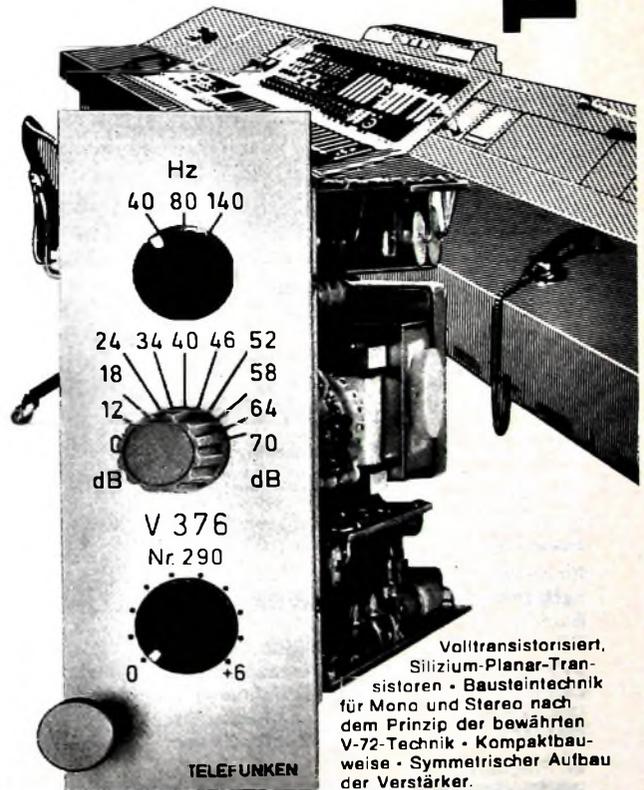
Unser Titelbild: Der 537 m hohe Fernsehturm Moskaus, der zur Zeit höchste der Welt, wenige Monate vor seiner Inbetriebnahme; während auf seinen ringförmigen Montageplattformen nach gearbeitet wird, werden im inneren Teil der 384 m hohen Betonröhre von den Firmen R. Stahl und AEG-Telefunken ein Lasten- und drei Personenaufzüge montiert (s. a. S. 792)      **Werkaufnahme**

Aufnahmen: Verlasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verlasser. S. 762, 767, 768, 787, 789, 790, 793, 794, 797-800 ohne redaktionellen Teil

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1. Berlin 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141-147, Tel.: (0311) 412 10 31, Telegramme: Funktechnik Berlin, Fernschreiber: 01 81 632, vrkt, Chefredakteur: Wilhelm Rath, Stellvertreter: Albert Jänicke; Techn. Redakteur: Ulrich Rodke, Fritz Gutschmidt, sämtlich Berlin; Cheilkorrespondent: Werner W. Dielenbach, Kempten/Allgäu; Anzeigendirektion: Walter Bartsch; Anzeigenlfg.: Marianne Weidemann; Cheilgraphiker: B. W. Beerwirth. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, P.Sch Berlin West 7664 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1. Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM, Auslandspreis II. Preislste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Druck: Druckhaus Tempelhof



**TELEFUNKEN Regieanlagen in vielen Ländern der Erde - jetzt in Studio-Steckkarten-Technik. Sie ist ideal und vollkommen für den Aufbau individuell konzipierter Regieanlagen für Rundfunk, Fernsehen, Schallplatte, Film und Theater.**

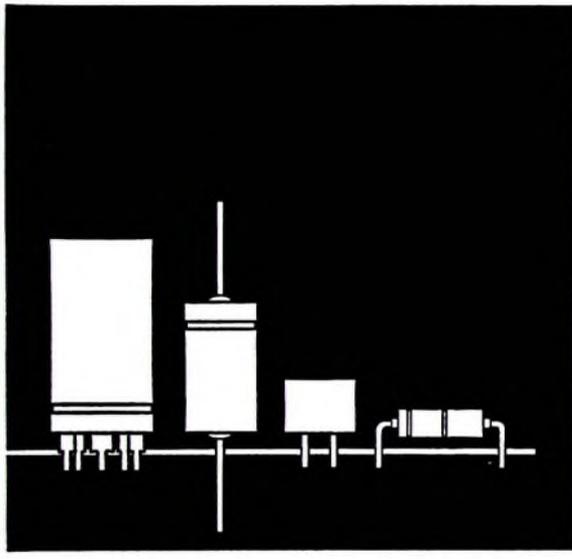


Volltransistorisiert, Silizium-Planar-Transistoren - Bausteintechnik für Mono und Stereo nach dem Prinzip der bewährten V-72-Technik - Kompaktbauweise - Symmetrischer Aufbau der Verstärker.

TELEFUNKEN-Erfahrung können Sie kaufen

Fordern Sie Informationsmaterial an von TELEFUNKEN · Vertrieb Geräte · Fachgebiet ELA I · 3 Hannover-Linden, Göttinger Chaussee 76

## Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren



für gewöhnliche Anforderungen nach DIN 41332 und VDE 0560/15:

- Bauformen**  
 CF mit Gewindefuß (Einlochbefestigung)  
 T mit Schrägklappenbefestigung  
 EGS mit Lötstiftanschlüssen für gedruckte Schaltungen  
 GD mit beidseitigen Drahtanschlüssen ohne Befestigungsteile  
 EP im flachen Kunststoffgehäuse mit einseitig herausgeführten Drahtanschlüssen, für gedruckte Schaltungen

für erhöhte Anforderungen nach DIN 41240 und VDE 0506/15:

- Bauformen**  
 DIN 41244 Form A ohne Gewindefuß  
 DIN 41244 Form B mit Gewindefuß am Gehäuseboden  
 DIN 41242 mit beidseitigen Lötflächenanschlüssen  
 DIN 41256 mit beidseitigen Drahtanschlüssen  
 DIN 41243 im rechteckigen Metallgehäuse

für Fotoblitzgeräte:

- Bauformen**  
 mit axialen Anschlußzapfen  
 mit einseitig angeordneten Lötflächenanschlüssen ohne Befestigungsteile

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

### Zusammenarbeit Balzers AG — A. Pfeiffer

Die Balzers AG für Hochvakuumtechnik und Dünne Schichten in Balzers, Fürstentum Liechtenstein, und die Arthur Pfeiffer Hochvakuumtechnik GmbH in Wetzlar arbeiten in Zukunft eng zusammen. Diese Zusammenarbeit erfolgt unter völliger Wahrung der Selbständigkeit und finanziellen Unabhängigkeit beider Firmen. Eine gemeinsame Verkaufsgesellschaft Balzers + Pfeiffer S.p.A. wurde inzwischen in Mailand errichtet; weitere Gründungen der beiden unabhängigen Stammfirmen auf anderen wichtigen Märkten sollen folgen.

### Neue Schwarz-Weiß-Fernsehempfänger von Loewe Opta

Loewe Opta ergänzte das Schwarz-Weiß-Fernsehempfängerprogramm durch die Tischgeräte „F 715“ mit 65-cm-Bildröhre und „F 706“ mit 59-cm-Bildröhre. Beide Geräte haben ein 6-Allbereichstasten-Aggregat mit zentraler Feinabstimmung. Hierbei dient die Taste selbst nur noch zur Wahl des Fernsehbandes, während die zentrale Feinabstimmung auf alle vorhandenen Sendertasten wirkt. Eine Vertikalskala zeigt den jeweils gewählten Kanal an.

### Schwarz-Weiß-Bildröhre A 44-12 W

Die Valbo GmbH erweiterte die Reihe ihrer Schwarz-Weiß-Bildröhren um den Typ A 44-12 W. Diese Bildröhre hat 114° Ablenkwinkel, 44 cm Schirmdiagonale, weitgehend gerade Bildbegrenzungen und scharf ausgebildete Ecken. Sie ist für Durchstecktechnik geeignet und ermöglicht damit sehr flache Gehäuse. Die Gesamtlänge beträgt 284,5 mm und das Gewicht 5,5 kg.

### Antennen für die neuen Wogen-Typen

Parallel zu den Neuentwicklungen der Automobilindustrie hat Hirschmann sein umfangreiches Autoantennen-Programm auch auf die neuen Wagen ausgerichtet. Eine weitere Neuheit ist die Federfußantenne „Auto 230 A“, die sich sowohl von innen als auch von außen montieren läßt. Der Antennenfuß gestattet ein Anpassen an Karosserieneigungen bis etwa 40°, und die Edelstahlröhre (110 cm lang mit Ausweichfeder) ist abschraubbar.

### Dual-„Phonocode 467“

Ein sehr nützliches Hilfsmittel für den Phono-Service ist der „Phonocode 467“ von Dual. In Form einer Rechenscheibe kann man hier auf einfache Weise für jedes Dual-Abtastsystem

den zugehörigen Typ des Tonabnehmerkopfes, des Tonabnehmersystems, des Abtaststiftes einschließlich des Verrundungsradius sowie der Ausföhrung (Mono oder Stereo, Magnet- oder Kristallsystem) entnehmen. Auf der Rückseite findet man Angaben über Spezial-Abtastnadeln für Magnet- und Kristallsysteme.

### Nahbesprechungs- und Windschutz „MZW 421“

Der neue Schaumnetz-Windschutz „MZW 421“ von Sennheiser electronic läßt sich sowohl für das „MD 21“ als auch für das „MD 421“ benutzen. Als Material wurde ein neuartiges Schaumnetz gewählt, das sich vom üblichen Schaumstoff durch vollständige akustische Durchlässigkeit unterscheidet. Daher werden Frequenzgang und Empfindlichkeit des Mikrofons durch den Windschutz nicht beeinflußt. Das störende Windgeräusch wird dagegen um etwa 20 dB gedämpft. Die hohe Elastizität des Materials schließt jede Bruchmöglichkeit aus.

### Miniatur-Einstelltriebe mit Übersetzung 10:1

Ing. Dr. Paul Mozar hat jetzt Grob-Fein-Einstelltriebe in Miniaturbauform (Gesamtlänge ohne Antrieb 14 mm, äußerer Gehäusedurchmesser 10 mm, Einlochbefestigung) für hohe Ansprüche herausgebracht, die mit gehärteten und feinstgeschliffenen Kugelaufflächen gefertigt werden. Die Standard-Ausführungen sind auf ein Drehmoment von 1000 cm p (Toleranz ±10%) eingestellt. Zu den Trieben sind passende Dreh- und Zeigerknöpfe mit Maden- und Spannzangenbefestigung lieferbar.

### Neues Kontaktprinzip bei Steckfassungen für Kleinrelais

Die für austauschbare Kleinrelais entwickelten Steck- und Winkelsteckfassungen der Alois Zettler GmbH, München, werden jetzt mit neuen Kontaktfedern geliefert, die nicht mehr waagrecht, sondern diagonal zum Isolierkörper stehen. Der Vorteil dieses Kontaktprinzips liegt in der besonders günstigen Kontaktgabe und dem festen, sicheren Sitz der Relais. Die Fassungsfedern sind so gestaltet, daß die Kontaktmessers der Relais auch bei Maßabweichungen in die richtige Lage geführt werden. Die Anschlußseite der Fassungen ist sowohl zur Verdrahtung als auch zum Einsetzen in gedruckte Schaltungen geeignet.

### Stromversorgungssteile für netzunabhängige Elektrogeräte

Die Akkumulatorenfabrik Sonnenschein GmbH, Bidingen,



hat in sich geschlossene Batterieeinheiten – sogenannte Stromversorgungssteile – entwickelt, die für die Stromversorgung aller netzunabhängigen Geräte geeignet sind (zum Beispiel für Radio-, Fernseh- und Tonbandgeräte oder für elektronische Meßgeräte).

Verschiedene Batteriekombinationen ermöglichen jede gewünschte Spannung und Kapazität. Die entsprechenden Batterien sind in einer Tragetasche vereinigt.

Die Stromversorgungssteile können in folgenden Ausführungen geliefert werden: 1. nur mit Batterien, 2. Batterien mit Ladegerät, 3. Batterien mit Ladegerät und Netzteil, 4. dryfit-Batterien mit Transistorschalter, 5. Batterien mit Vorschaltgerät.

Ausgerüstet sind diese Stromversorgungssteile mit dryfit-Batterien oder Permanent-Batterien des Spezial-Akkumulatorenprogramms. dryfit-Batterien sind wiederaufladbar, hoch belastbar, lageunabhängig und wartungsfrei. Die Permanent-Batterien sind kippsicher und verfügen über eine Ladezustandsanzeige.

#### Drehstrom-Lichtmaschinen mit Transistorspannungsregler

Für Omnibusse und Großfahrzeuge mit hohem Stromverbrauch eignet sich die neue AEG-Drehstrom-Lichtmaschine „DSG 183/1 L“. Dieser acht-polige, selbsterregte, strombegrenzende Klauenpolgenerator, der keine rotierende Wicklung und daher auch keine Schleifringe hat, lädt die Batterie bereits im Leerlauf und bei Langsamfahrt. Die maximale Stromstärke von 60 A wird bei 2500 U/min erreicht, die Höchstdrehzahl liegt bei 8000 U/min. Die vom Generator erzeugte Spannung wird durch Siliziumzellen gleichgerichtet und mit einem Transistorspannungsregler konstantgehalten. Für regler konstant gehalten. Für 90...95 A steht der Typ „DL 253“ zur Verfügung.

#### Winkelschrittgeber und Encoder

Zur Positionsanzeige und für Messungen mit elektronischen Zählern liefert die Elesta AG photoelektrische Winkelschrittgeber und Encoder, die ein Auflösungsvermögen von bis zu 1000 Schritten je Umdrehung haben. Eingebaute Vorverstärker gewährleisten eine gute Sicherheit gegenüber Störimpulsen.

#### Numerische Meßanlage in Kleinausführung

Zur Automatisierung des Messens an manuell bedienten Werkzeugmaschinen, bei Anreiß-, Kontroll- und Meßmaschinen, Zeichentischen und

auch für industrielle Prozeßabläufe hat Grundig die neue transportable numerische Meßanlage „NM 12“ herausgebracht. Sie ist für zwei Koordinaten ausgelegt und in einem staubgeschützten Meßgeräte-Normgehäuse (Abmessungen 300 mm × 218 mm × 226 mm) untergebracht. Der Meßbereich umfaßt je Koordinate sechs Dekaden mit Plus- und Minusanzeige. Die Meßergebnisse werden durch 15 mm hohe Leuchtziffern digital angezeigt. Der Arbeitsgang braucht nicht unterbrochen zu werden, wenn man die Istmaße feststellen will. Bemerkenswert ist die sechsstellige aktive Vorwahl (Preset) für jede Koordinate, mit der man die beiden Vor-Rückwärtszähler auf jeden beliebigen Wert voreinstellen kann.

#### Schnelldrucker für 1600 Zeilen/min

Um den Anforderungen der Datenverarbeitungsanlagen nach hoher Druckgeschwindigkeit zu entsprechen, entwickelte Siemens drei neue Paralleldrucker mit einer Druckleistung von 1600 Zeilen/min. Bei den nach ihrer Breite und der Anzahl der Druckstellen gestuften Geräten handelt es sich um den Schnelldrucker „2068“ mit 40, den Typ „2069“ mit 80 und den Typ „2070“ mit 136 Druckstellen je Zeile. Auf dem Umfang der Typenwelle dieser Drucker befinden sich bei der Normalausführung 96 verschiedene Zeichen.

#### Monitor-Oszillograf „1300 A“

Der Monitor-Oszillograf „1300A“ von Hewlett Packard hat einen 25 cm × 20 cm großen Bildschirm, den man auch aus einiger Entfernung noch gut erkennen kann. Hier wird jedoch keine Fernsehbildröhre, sondern eine neuentwickelte elektrostatisch abgelenkte Oszillografenröhre mit 50 cm/µs Schreibgeschwindigkeit, 20-MHz-Intensitätsmodulation, 1% Ablenklinearität und Innenraster verwendet. Der Eingang der „1300A“ hat für beide Ablenkrichtungen 20 MHz Bandbreite und einen Ablenkkoefizienten von 50 mV/cm. Die eingebauten Verstärker sind voll transistorisiert. Bis 50 kHz ist die Phasenabweichung zwischen X- und Y-Verstärker <math>< 0,1^\circ</math> bis 1 MHz <math>< 1^\circ</math>. Der Nullpunkt kann auf jede beliebige Stelle des Bildschirms verschoben werden. Für die Helligkeitssteuerung sind drei unabhängige Eingänge vorhanden, und zwar zur kontinuierlichen Modulation mit einem 20-MHz-Signal, zum Helltasten bei Mehrkanal-Darstellungen und zum Dunkelastan während des Rücklaufs.

## Thorens TD 124 II Ein Maßstab für Qualität



Welche Forderungen stellen Sie an einen Plattenspieler? Geräuscharmer Lauf? Optimaler Gleichlauf? Unbedingte Zuverlässigkeit? Wartungsfreiheit? Diese Forderungen stellen Rundfunkanstalten, Tonstudios und Schallplattenhersteller. Thorens baut diesen Plattenspieler: Den TD 124 II

Ein robustes Abspielgerät in Studioqualität. Thorens-Plattenspieler setzen den Maßstab. Auch für Verstärker und Lautsprecher.

Im Thorens-Programm finden Sie nur Spitzenerzeugnisse. Geräte von führenden Herstellern in Europa und Übersee. Mit deutschem Service.

**THORENS**

*Cabasse* · **TANNOY**

**QUAD** · *Sherwood* · McIntosh

*Ortofon* · **STANTON**

*Bozak*

**THORENS**

High Fidelity Geräte von Weltruf

Paillard-Bolex GmbH., 8 München 23, Leopoldstr. 19

**Farbfernsehen im Vordergrund der 15. FTG-Jahrestagung**

Zur 15. Jahrestagung der Fernseh-Technischen Gesellschaft (FTG) hatten sich von Montag, 25. September, bis Donnerstag, 28. September, 600 Teilnehmer - darunter 90 aus dem Ausland - versammelt. Im Vordergrund des Vortragsprogramms mit 36 Fachbeiträgen stand in diesem Jahr das Farbfernsehen. Zwei Experimentalkonferenzen am Eröffnungstage leiteten das umfangreiche Programm ein. Dr. Walter Bruch, AEG-Telefunken, sprach über das Thema der Koexistenz der beiden europäischen Farbfernsehverfahren Secam und des von ihm entwickelten PAL. Dabei demonstrierte er die wechselseitige Umsetzung von beiden Signalarten. Dipl.-Ing. Fix und Mitarbeiter des Instituts für Rundfunktechnik (IRT), München, stellten ein neues elektronisches Zellulpenverfahren vor, das auch bei Farbe arbeitet.

Für eine Arbeitsperiode von zwei Jahren erfolgte die Neuwahl des Vorstandes, wobei der 1. Vorsitzende, Dr.-Ing. E. h. W. Bruch, wiedergewählt wurde. Die anderen Mitglieder des Vorstandes sind Prof. Dr. Richard Theile, Institut für Rundfunktechnik, München, Oberpostdirektor Dr. Johannes Müller, Fernmeldetechnisches Zentralamt, Darmstadt, der Technische Direktor des Zweiten Deutschen Fernsehens, Rudolf Kaiser, Dipl.-Ing. Frithjof Rudert, Fernseh-GmbH, Darmstadt, Prof. Dr. Walter Heilmann, Helmann-GmbH, Wiesbaden.

**Deutsches Rundfunkmuseum wieder ab 23. Oktober geöffnet**  
Das Deutsche Rundfunkmuseum, das während der Funkausstellung täglich von rund 2000 Besuchern besucht wurde, mußte wegen notwendiger Reparaturarbeiten und erforderlicher Umstellungen vom 24. September bis 23. Oktober geschlossen bleiben. Ab 24. Oktober 1967 ist das Museum wieder montags bis sonnabends von 10-17 Uhr sowie sonn- und feiertags von 10-14 Uhr geöffnet.

**Akkord-Werks-Kundendienststelle umgezogen**  
Die Werks-Kundendienststelle der Akkord-Radio GmbH ist Mitte September von Herxheim in das Akkord-Rundfunkwerk Landau/Pfalz, Im Justus 4, Tel. (06341) 42 91, umgezogen.

**Service-Werkstätte der Metz-Niederlassung München**  
Die Metz-Apparatewerke haben ihrer Werksniederlassung in München (München 19, Hanfstaenglstraße 35) eine Service-Werkstätte für die Produktionsgruppe Rundfunk und Fernsehen angegliedert. Außer in München bestehen auch bei der Metz-Werksvertretung Hannover und der Metz-Werksniederlassung Hamburg moderne Service-Werkstätten.

**Schlumberger übernahm Exatest Meßtechnik GmbH**  
Die Geschäftsanteile der Exatest Meßtechnik GmbH in Leverkusen

wurden am 11. Juli 1967 von Schlumberger overseas Meßgerätebau und Vertrieb GmbH, München, der deutschen Tochtergesellschaft des Schlumberger-Konzerns, übernommen. Die kaufmännische und technische Organisation des Unternehmens bleibt erhalten; zum alleinvertretungsberechtigten Geschäftsführer wurde Dr. Hartwig Righl, Geschäftsführer von Schlumberger overseas, bestellt.

**Elektronik USA 1968**  
Vom 30. Oktober bis 3. November 1967 zeigt das US-Handelszentrum in Frankfurt a. M. (Zurich-Haus am Opernplatz) eine Ausstellung neuentwickelter elektronischer Geräte, Bauteile und Produktionsanlagen für Bauelemente. Am 2. und 3. November findet eine Fachtagung zu diesen Themenkreisen statt. Während der Ausstellung werden Bevollmächtigte der Western Show and Convention anwesend sein, um mit deutschen Geschäftsleuten Exportmöglichkeiten für elektronische Spezialerzeugnisse aus der Bundesrepublik nach den USA zu erörtern.

**electronica 68**  
Bereits 15 Monate vor Beginn der electronica 68 (7.-13. November 1968) sind mehr als 9200 m<sup>2</sup> Standfläche vermietet, womit schon jetzt die Standfläche der electronica 66 übertroffen wird. Unter den mehr als 300 Firmen, die sich angemeldet haben, befinden sich 62 neue Aussteller, von denen 50 aus der Bundesrepublik stammen. Um das Angebot an elektronischen Bauelementen und den zugehörigen Meß- und Fertigungseinrichtungen übersichtlich darzubieten, hat die Münchener Messe- und Ausstellungsgesellschaft ihre Hallenplanung für die electronica 68 nochmals erweitert. Auch 1968 wird wieder ein Elektronikpreis in Höhe von 10 000 DM auf dem Gebiet der elektronischen Bauelemente vergeben, der auch auf mehrere gleichwertige Leistungen aufgeteilt werden kann.

**Halbleiter-Vergleichsliste**  
AEG-Telefunken (Fachbereiche Röhren/Halbleiter, Vertrieb, UIM) brachte jetzt eine Halbleiter-Vergleichsliste (28 S., DIN A 5) heraus, in der für häufig verwendete Dioden- und Transistortypen (nach dem Stand von März 1967) äquivalente oder vergleichbare Telefunken-Typen angegeben sind. Nicht berücksichtigt wurden Leistungsgleichrichter, gesteuerte Gleichrichter und Mikrowellendioden.

**Schaltungsdetails des Loewe Opta-Farbfernsehempfängers „F 900 Color“**  
Die Hauszeitschrift Loewe Opta-Kurier brachte im Heft 28, das zur Funkausstellung herauskam, einen Beitrag (20 S., DIN A 4, 33 B.) über Schaltungsdetails des Loewe Opta-Farbfernsehempfängers „F 900 Color“. In dem über die wichtigsten Stufen des Empfängers aus der Sicht des Laboringenieurs berichtet wird.



**Kontaktprobleme? Hier ist die Lösung!**

Diese 3 Spray-Erzeugnisse helfen überall, wo es Kontaktschwierigkeiten gibt. Sie sind unentbehrlich in der NF-, HF- und UHF-Technik. Fachleute und Techniker in den Rundfunk- und Fernsehwerkstätten, in Industrie, Luft- und Seefahrt, Bahn, Bergwerken, Radar, Automation sowie in der modernen Datenverarbeitung und überall, wo elektrische Kontakte zu pflegen sind, verwenden diese verlässlichen Kontaktreinigungsmittel. Kontaktssprays sind in allen leistungsfähigen Fachgroßhandlungen erhältlich. Auf Wunsch geben wir gern Bezugshinweise. Für interessierte Fachleute halten wir darüber hinaus kostenlose Literatur mit nützlichen Werkstatt-Tips zur Verfügung. Schreiben Sie bitte an

**KONTAKT CHEMIE**  
7550 Rastatt · Telefon Rastatt 42 96 · Postfach 52



**Das Lautsprecherbuch**

Hier sind endlich alle Arbeitsunterlagen - Arbeitsweise, Aufbau, Gehäuse und Eigenschaften moderner Lautsprecher - für den Elektroakustiker in einem Handbuch vollständig und übersichtlich zusammengefaßt.

Das Lautsprecherbuch. Von Jürg Jedlin. DM 24,- Best.-Nr. 3476 G

**Die gedruckte Schaltung**

Das Buch enthält alles über gedruckte Schaltungen: Informationen, Daten, Übersichten und Arbeitsanleitungen über Herstellung, Anwendung und Reparatur von gedruckten Schaltungen.

Die gedruckte Schaltung. Von Ing. Horst Schikarski. DM 12,- Best.-Nr. 3432 K

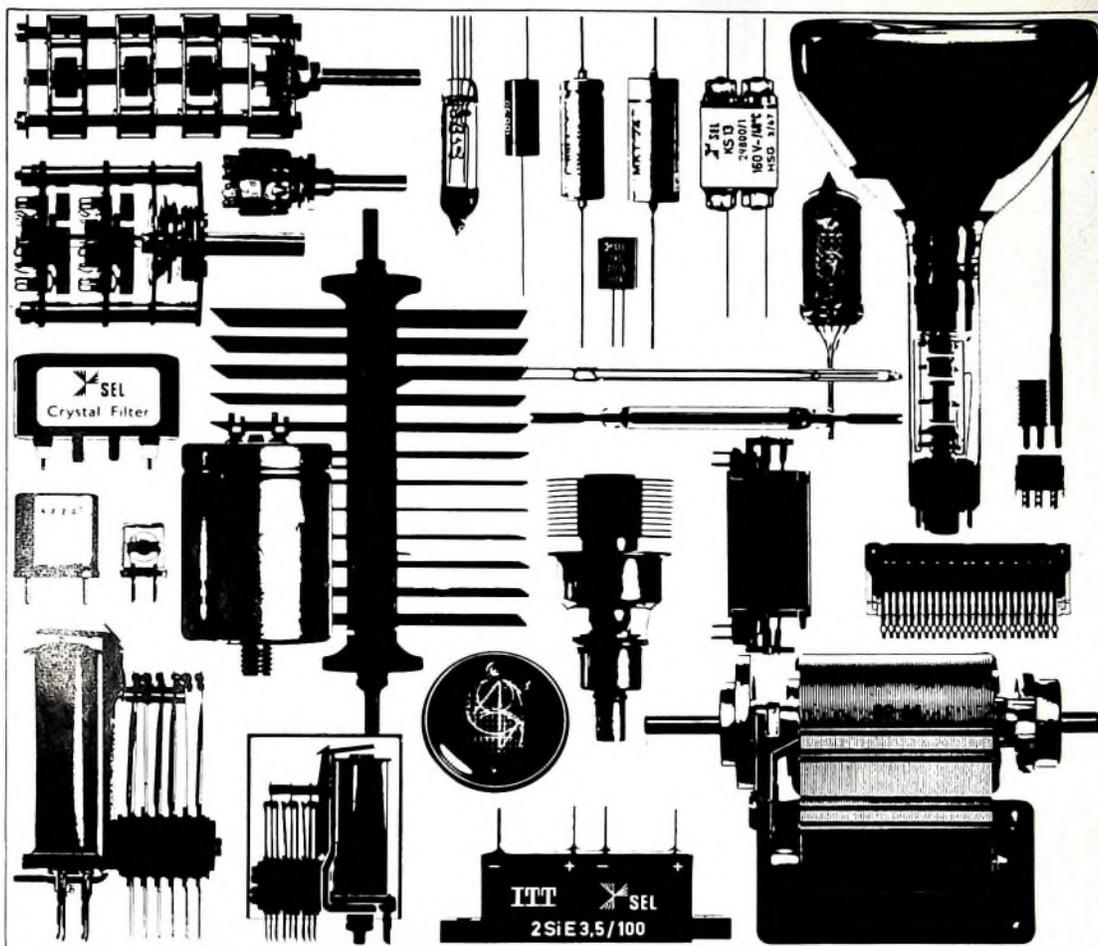
**Telekosmos-Taschenbuch Unterhaltungselektronik**

Tabellen, Daten, Formeln aus Radiotechnik, Fernsehtechnik und Elektroakustik sind hier übersichtlich und griffbereit beieinander. Die Zusammenstellung reicht von Schaltzeichen bis zu Sendertabellen mit Senderkarten und Testsendezeiten.

Telekosmos-Taschenbuch Unterhaltungselektronik. Von Werner W. Diefenbach. 2. Auflage. DM 9.80. Best.-Nr. 3274 G

Telekosmos-Bücher erhalten Sie bei Ihrer Buchhandlung, weitere Informationen unter der Kenn-Nr. Teko 013 A vom Verlag.

**telekosmos verlag stuttgart**  
Eine Abteilung der Franckh'schen Verlagshandlung



## 1. Sicherheit 2. Zuverlässigkeit 3. Präzision

Im Flugbetrieb ist Vorsicht oberstes Gebot. Im Nachrichtenwesen gilt Zuverlässigkeit alles. Die Elektronik verlangt absolute Präzision. – Flugzeuge in aller Welt, Computer und nachrichtentechnische Anlagen werden mit Bauelementen von SEL ausgerüstet.

Erfahrung, technische Perfektion und Funktionssicherheit stecken in jedem einzelnen SEL-Bauteil. Exakte Meßmethoden und ständige Materialprüfungen tragen dazu bei. Von Gleichrichtern über Elektronenröhren, Schalter und Tasten bis zu Kondensatoren und Relais

reicht unser differenziertes Angebot. Fragen Sie uns nach den speziellen SEL-Bauelementen für Ihren Anwendungsbereich. Wir stehen Ihnen mit ausführlichen Informationen jederzeit zur Verfügung.

Standard Elektrik Lorenz AG  
Geschäftsbereich Bauelemente  
8500 Nürnberg, Platenstraße 66  
Fernsprecher (0911) 4 80 61  
Fernschreiber 06-22211-12

Im weltweiten **ITT** Firmenverband

... die ganze nachrichtentechnik

**SEL**



Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Farbfernsehen auf der Funkausstellung in Paris

Mit nur geringer Phasenverschiebung ging im September auch in Paris, und damit für Frankreich, der Start des Farbfernsehens über die Bühne. Allerdings hat man dort diese Sache anders als in Deutschland aufgezo-gen, denn auf der Pariser Funkausstellung gab es zwar Farbfernsehen, jedoch war der inzwischen erfolgte offizielle Beginn der Sendungen auf den 1. Oktober festgelegt. Zur Zeit werden wöchentlich 12 Stunden in Farbe gesendet, davon die Mehrzahl am Wochenende und nur eine halbe Stunde je Tag an den anderen Tagen. Die Sendungen sind ausschließlich auf das Zweite Programm beschränkt.

In gewisser Hinsicht hat man sich also gar nicht besonders um die publizistische Ausschöpfung aller Möglichkeiten bemüht, denn ein massiver Start zur Funkausstellung hätte wie in Deutschland eine wohl wirksamere Geburtshilfe dargestellt.

Allerdings sind die Schwierigkeiten seitens der Industrie gewaltig, und ein früherer offizieller Beginn wäre vielleicht gar nicht durchzuführen gewesen. Wenn auch einige kleinere Firmen bereits seit Monaten Empfänger ausliefern, so hat doch die Mehrzahl der Hersteller zum Zeitpunkt der Ausstellung praktisch noch keine wirkliche Produktion in Angriff genommen. Die Investitionen sind groß, und man rechnet nicht mit nennenswerten Anfangsumsätzen; die Preise sind derart hoch, daß davon wohl auch gar keine Rede sein kann. Wenn es auch nicht wie in der Bundesrepublik Deutschland zu einem Preiskampf kam, so haben sich die Hersteller doch in zwei feindliche Lager geteilt. Die Mehrzahl gehört dem Herstellerverband SCART an. Diese Firmen bringen Zweinormengeräte mit 63-cm-Bildröhre zu Preisen zwischen 5000 und 6000 Franken heraus. Truhen liegen oft noch oberhalb dieser 6000-Franken-Grenze. Dagegen haben einige wenige Firmen, die dem Verband nicht angehören, Preise unter 5000 Franken angekündigt.

Allenthalben sieht man auch Geräte mit 49-cm-Bildröhre, deren Preise dann unter 4000 Franken liegen. Nur ganz selten versucht man, auch billigere Geräte dadurch zu ermöglichen, daß man bewußt auf den Empfang des Ersten Programms mit 819 Zeilen verzichtet, denn Farbe gibt es in Frankreich nur im Zweiten Programm.

Wie sehen nun die französischen Empfänger aus? Ein direkter Vergleich mit deutschen Geräten ist natürlich schon deswegen nicht möglich, da es sich in Frankreich ja um Secam-Empfänger handelt, um Geräte also, die sich in den Farbstufen ganz entscheidend von den deutschen PAL-Empfängern unterscheiden. Diese Trennung Europas bringt natürlich Nachteile für die Grenzländer mit sich. So gab es in Paris nur wenige Empfänger, die sowohl für PAL als auch für Secam ausgelegt sind (eines dieser Geräte war auf dem Siemens-Stand zu finden). Welche Komplikation in der Schaltung in Kauf genommen werden müssen, sieht man daraus, daß ein derartiger Empfänger für Schwarz-Weiß sowohl die CCIR-Norm als auch die französische 819-Zeilen- und die französische 625-Zeilen-Norm empfangen muß, daneben auch noch die belgische 819-Zeilen-Norm, abgesehen von den zwei grundverschiedenen Farbsystemen.

Ein Vergleich zwischen deutschen und französischen Farbeempfängern ist also nur von den Stufen aus möglich, die allen Farbsystemen gemeinsam sind. Hier sei aber gleich festgehalten: Genau wie bei den herkömmlichen Schwarz-Weiß-Geräten, sind in Frankreich auch so gut wie alle Farbgeräte reine Wechselstromgeräte mit Netztrafo. Allstromgeräte erfreuen sich bei den Händlern und Technikern keinerlei Beliebtheit. Da man mit Netztransformator arbeitet, bereitet die Erzeugung einer höheren Speisespannung keinerlei Schwierigkeit, und man macht

sich das zunutze, indem fast überall die Hochspannungserzeugung vom Zeilentransformator aus vorgenommen wird; man arbeitet also mit Ballaströhre.

Eine Ausnahme davon machen die Empfänger der Firma EMO, eines neuen Unternehmens, das hinsichtlich des Farbfernsehens gegründet wurde und unter der Leitung des Secam-Erfinders Henri de France steht. Dort verwendet man getrennte Transformator für Zeile und Hochspannung. Bemerkenswert ist hierbei noch, daß der Hochspannungstransformator keine eigentliche Hochspannungswicklung hat; die 25 kV werden durch Spannungsvervielfachung mittels Stabgleichrichter und Verdoppelungskondensatoren erzeugt. Die Schaltung wurde so ausgelegt, daß man im Zeilenenteil mit herkömmlichen Röhren (EY 88, EL 502) auskommt. Zusammen mit der Stabilisatorröhre sind das auch zugleich die einzigen drei Röhren des gesamten Empfängers. Sonst ist er ausschließlich mit Transistoren bestückt.

Damit sind die EMO-Geräte auch in dieser Hinsicht bemerkenswert, denn es gibt zwar praktisch kein Gerät, das ausschließlich mit Röhren bestückt ist, wohl aber hat jeder Hersteller hier eigene Wege beschritten. So kann man die verschiedensten Hybridbestückungen feststellen.

Die Mehrzahl der Geräte verwendet im Farbteil Röhren oder doch Röhren in den Farb-Endstufen. Für den Service dürfte diese Lösung vorteilhaft sein, denn die neue Farbtechnik wird durch die Verwendung von Transistoren noch komplizierter. Der Service ist vom Schwarz-Weiß-Fernsehen her nur Röhren gewohnt; es ist für ihn also eine doppelte Umstellung, die vom französischen Servicetechniker nicht gerade mit Begeisterung begrüßt wird.

Als Bildröhre wird ausschließlich die Lochmaskenröhre, vielfach aus französischer Produktion, verwendet. Die dem Chromatron ähnliche Gitterlorbröhre der CFT, die vor einigen Monaten vorgestellt wurde, ist also noch nicht serienreife; es dürften auch noch einige Jahre vergehen, bis es so weit ist.

Die Verpflichung, Zweinormen-Geräte herstellen zu müssen, bringt natürlich eine Menge Umschaltungen mit sich. Insgesamt sind allein in den hochspannungsführenden Stufen rund acht Umschaltungen vorzunehmen. Dazu kommen natürlich noch Umschaltungen des Zeilengenerators und der Speisespannungen im Hochfrequenzteil. Man verwendet dazu durch automatisch arbeitende Schaltstufen gesteuerte Relais.

Aber es tritt noch eine weitere Erschwerung hinzu. Die Zeilenkonvergenz muß ebenfalls umschaltbar gemacht werden, denn für beide Normen ist stets die Konvergenz getrennt einzustellen. Abgesehen von den dazu nötigen Umschaltungen führt das zu einer vergrößerten Anzahl von Regalelementen. Durch alle notwendigen Maßnahmen ergeben sich Empfänger, deren Preis schon durch diese Komplikationen in die Höhe schnellte. Der Service wird seine helle Freude an diesen fehlerfreudigen Umschaltungen haben.

Während einige Geräte einen zusätzlichen Farbschalter haben, mit dessen Hilfe man eine Farbsendung Schwarz-Weiß sehen kann (wazu das gut sein soll, war nicht zu ergründen), hat man von vornherein auf Farbtonregler nach Art der deutschen Firmen verzichtet; ab aus Vernunftgründen, mag dahingestellt sein. Aber solche Regler werden wohl in den nächsten Jahren doch nach bei manchen Empfängern auftreten; wer kann schon den „Fortschritt“ aufhalten. Wenn man allerdings die vielen Farbstiche bei den auf der Ausstellung gezeigten Sen-

ditionen in Betracht zieht (Farbstiche, die nicht von den Geräten her-rühren), dann könnte man durchaus zu der Überzeugung gelangen, daß ein Farbtonregler vielleicht doch kein Luxus ist.

Die Farbübertragungen der französischen Rundfunkgesellschaft ORTF kamen teils von Filmen und Bandaufnahmen, teils aus einem Farbstudio, das in der Ausstellungshalle eingerichtet war, und wurden auf Hoch-frequenz über Kabel an alle Stände verteilt.

Daß die Qualität der Empfänger gut — ja sogar ausgezeichnet ist, kann man als Techniker nicht bestreiten. Daß auch das Secam-System her-vorragende Farben ergibt, kann nur ein böswilliger Beobachter in Frage stellen. Daß aber die Farben, die die ORTF in Paris zeigte, von hoher Qualität waren und die obengenannten Qualitäten unterstützen, das könnte wirklich nur ein Farbenblinder behaupten. Dieser Umstand ist wirklich schade und macht viele Anstrengungen der Industrie und des Handels zunichte.

Die gedruckte Schaltungstechnik, die sich in Frankreich noch keines-wegs überall durchgesetzt hat, ist auch in den Farbempfängern in ver-schiedenem Maße vertreten. Eine ganze Anzahl von Herstellern ver-wendet noch handverdrahtete Chassis zumindest für jene Teile, die durch ihre Neuheit sowohl für den Service Probleme mit sich bringen dürften als auch vielleicht durch eine noch unbekannt, erst in der Praxis feststellbare Ausfallrate Schwierigkeiten bereiten könnten.

Besonders heikel ist das Problem der thermischen Stabilität. Man konnte auf der Funkausstellung in Paris feststellen, daß bei vielstündigem Be-trieb doch ein sehr großer Prozentsatz der betriebenen Geräte in mancher Hinsicht wegliefen. Es soll und kann hier nicht im einzelnen untersucht werden durch welche Ursachen, jedoch war schon nach einigen Stunden Betrieb zu sehen, daß recht häufig die Konvergenz nicht mehr so stimmte, wie es wünschenswert scheint. Hier kann wohl allein das voll transistorisierte Gerät, also das kalte Chassis, in Zukunft Abhilfe schaffen.

Vergessen werden darf nie, daß man sich in Punkto Farbfernsehen im Jahre Null befindet und daß auch manche kleinen Mängel wohl schon bald verschwinden werden. Diese Voraussetzungen sind wie in vielen Ländern so auch für Frankreich gültig.

Die hier gebrachten kurzen Ausführungen berichten über die franzö-sische Farbfernsehetechnik nur in Stichworten. Einige untenstehende Schallbildauszüge zeigen, inwieweit sich französische Geräte von deutschen unterscheiden, ohne jedoch auf das Secam-System im einzel-nen einzugehen.

Die praktische Ausführung der Empfänger ist so gestaltet, daß der Teilnehmer keinerlei zusätzliche Bedienungsorgane vorfindet. Für den Service sind die Einstellungen für die Konvergenz überall an der Vorder-front der Empfänger angebracht, natürlich so abgedeckt, daß der Teilnehmer selbst nicht dazu gelangt und die Regler verstellen könnte. Wenn auch die Mehrzahl der Geräte im heute klassischen europäischen Design gehalten ist, so haben sich doch einige wenige Firmen etwas Besonderes ausgedacht und so beispielsweise formschöne Standgeräte mit schwenkbarer Bildröhre herausgebracht.

W. Schaff

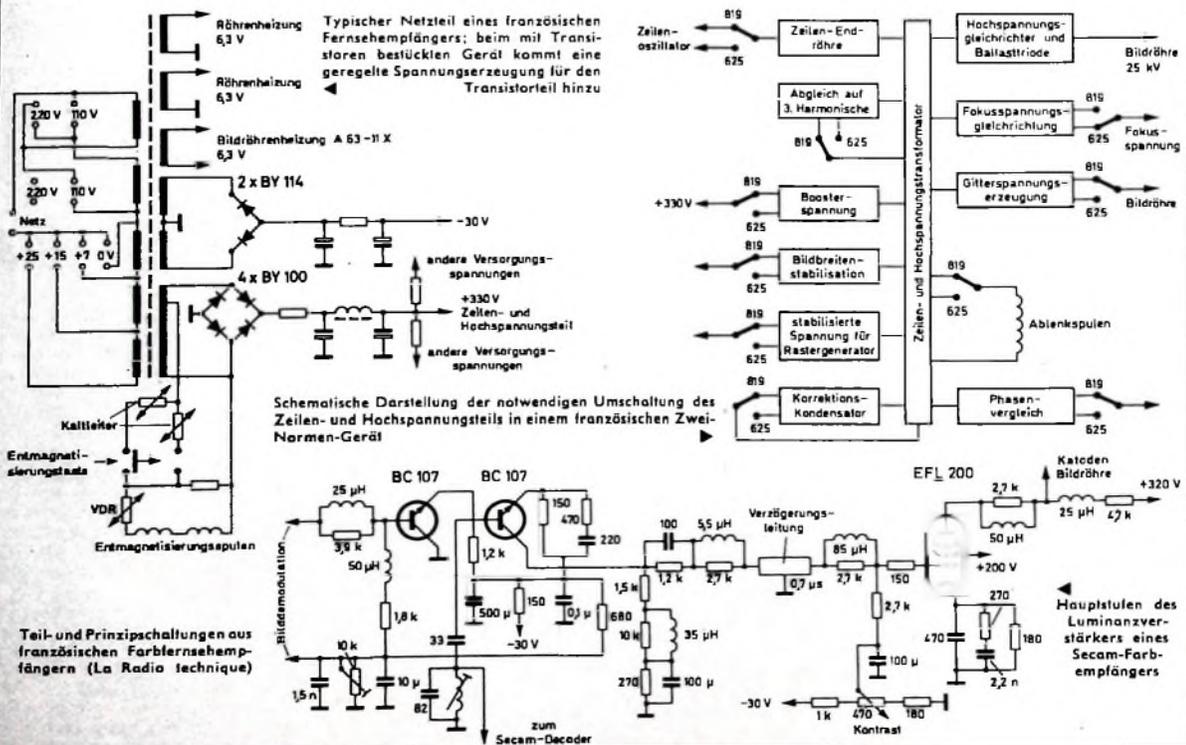


Oben: Tischempfänger „Arlequin“ von Perrin; die Konvergenzregler befinden sich links vom Bildschirm hinter der Abdeckung



Zwei Beispiele franzö-sischer Farbempfänger

◀ Standgerät von Tevea mit schwenkbarer Bild-röhre; unten ist der Bedienungs- teil mit Laut- sprecher untergebracht



Tab. I. Kurzübersicht über das Antennen-Angebot auf der Hannover-Messe 1967 und auf der 25. Großen Deutschen Funkausstellung 1967 Berlin

## Fernseh- und UKW-Empfangsantennen

In einem kurzen Lagebericht wies anlässlich der 25. Großen Deutschen Funkausstellung 1967 Berlin der Fachverband Empfangsantennen im ZVEI (ihm gehören 18 von 30 Antennenherstellern in der Bundesrepublik Deutschland an) darauf hin, daß die Antennenindustrie wirtschaftlich gesehen unmittelbar von der Konjunkturlage der Fernseh- und Rundfunkgeräteindustrie, der Baulätigkeit und dem Automobilsektor (Autoantennen) abhängig ist. Die starken Aufwärtsimpulse der letzten Jahre seien im Vorjahr von einer Stagnation abgelastet worden, deren Folgen bis heute noch nicht überwunden sind. Die Versorgung der Haushalte mit Fernseh- und Rundfunkgeräten strebt einer gewissen Sättigung zu, und die positiven Auswirkungen des Farbfernsehens sind für die Antennenindustrie noch nicht spürbar. Die Produktion der Gruppe Antennen einschließlich Zubehör sowie Einzel- und Ersatzteile belief sich nach den Zahlen des Statistischen Bundesamtes im Jahr 1965 auf 220 Millionen DM und im Jahr 1966 auf 194 Millionen DM. Im Jahr 1967 wird die Vorjahresproduktion voraussichtlich nicht mehr erreicht.

Wenn der Absatz zurückgeht, muß der Techniker mit Abhilfe schaffen; neue oder verbesserte Typen sollen eine Aufwärtsentwicklung fördern. Ohne auf nähere Einzelheiten einzugehen, konnten bereits kurz im Heft 12/1967 S. 425, die auf der Hannover-Messe 1967 erkennbaren technischen Tendenzen geschildert werden. Das, was nun auf der Funkausstellung gezeigt wurde, bestätigt den angedeuteten Trend. Wiederum war festzustellen, daß vor allem der Fernseh-UHF-Bereich die Hersteller dazu reizt, interessante Neukonstruktionen herauszubringen. Aber auch aus dem Gebiet der UKW-Stereo-Hochleistungsantenne zogen inzwischen die meisten Hersteller nach. Gemeinschafts-Antennenanlagen gewinnen immer mehr an Bedeutung, wobei insbesondere bei den Verstärkern manche neuen Lösungen für leicht montierbare Transistorverstärker zu finden sind. Kleinverstärker für Einzelanlagen gibt es jetzt in vielen Ausführungen, und zwar auch in für den UHF-Bereich sehr breitbandigen Ausführungen.

### 1. Fernseh-Empfangsantennen

#### 1.1. UHF-Antennen

Hohe Antennengewinne sind für UHF-Empfang oft unerlässlich. Das erfordert bei Yagiantennen die Anordnung möglichst vieler Elemente, womit gleichzeitig die Richteigenschaften der Antennen verbessert werden. Mit der Anzahl der Elemente steigt aber auch die Baulänge der Yagiantennen konventioneller Bauart. Aus diesem Grunde fanden breitbandige Reflektorantennen mit Ganzwellenerregern (Corner-Antenne, Gitterwandantenne, Parabolantenne) wegen ihrer gedrängten Bauform bei recht guten Gewinnen manche Freunde im Handel und beim Benutzer. Die meisten Firmen führen auch weiterhin solche Antennen in ihrem Bauprogramm (s. Tab. I). *Schniewindt* ergänzte schon in Hannover sein Antennenangebot um eine Gitterwandantenne mit zwei Strahlern ( $G \approx 12$  dB) und einen Typ mit vier Strahlern ( $G \approx 13$  dB).

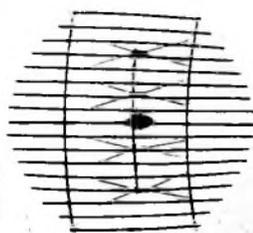


Bild 1. Parabolantenne „SM 4508 P“ von *dipola*

Außer einem hohen Gewinn ( $G = 12$  bis  $15$  dB) weist eine neue, im ganzen UHF-Bereich verwendbare Parabolantenne „SM 4508 P“ (Bild 1) von *dipola* mit acht Ganz-

wellenstrahlern und einer Stabreflektorwand (95 cm  $\Phi$ ) auch günstiges Vor-Rück-Verhältnis (24 ... 28 dB) und guten horizontalen Öffnungswinkel (24 ... 35°) auf.

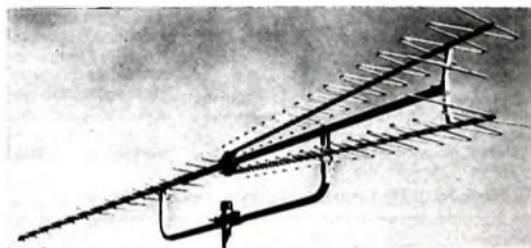
Im allgemeinen erreicht man mit einfachen Reflektorwandantennen jedoch nicht die bei großen Yagiantennen möglichen kleinen horizontalen Öffnungswinkel und Spitzengewinne, so daß Yagiantennen nach

Unter diesen Antennen befinden sich auch ausgezeichnete Hochleistungstypen. Es gibt dabei auch Varianten, die zum Erreichen einer guten Breitbandigkeit mehrere gekoppelte Erreger enthalten, auch in Form eines logarithmisch-periodischen Systems. Eine Lösung unter Verwendung eines in Deutschland für Empfangsantennen neuartigen logarithmisch-periodischen Erre-

Firma	Antennen									
	I	II	III	IV/V		Komb.-Ant. III + IV/V	Zimm.-Ant.	Gom.-Ant.-Anl. (einabl. Verstärker)	Kleinverstärker	
(UKW)	Yagi	Corner	Gitterwand							
<i>Astro</i>	x	x <sup>1)</sup>	x	x		x	x	x	x	
<i>Bosch</i>	x	x <sup>1)</sup>	x	x		x	x	x	x <sup>2)</sup>	
<i>dipola</i>	x	x	x	x		x <sup>1)</sup>	x	x	x	
<i>Engels</i>	x	x <sup>1)</sup>	x	x		x	x	x	x	
<i>Exzator</i>	x <sup>1)</sup>		x	x		x				
<i>Juba</i>	x	x <sup>1)</sup>	x	x <sup>1)</sup>		x	x	x	x	
<i>Hirschmann</i>	x	x <sup>1)</sup>	x	x <sup>1)</sup>	x	x	x	x	x	
<i>Kathrein</i>	x	x <sup>1)</sup>	x	x			x	x		
<i>Roka</i>							x			
<i>Schniewindt</i>	x	x <sup>1)</sup>	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Siemens</i>	x	x <sup>1)</sup>	x	x	x	x		x	x	
<i>Stolle</i>			x <sup>1)</sup>	x <sup>2)</sup>			x	x	x	
<i>Telo</i>	x	x <sup>1)</sup>	x	x						
<i>Ultron</i>		x <sup>1)</sup>	x	x	x	x			x	
<i>Wisi</i>	x	x	x	x <sup>2)</sup>		x	x	x	x	
<i>Zehnder</i>	x	x <sup>1)</sup>	x	x		x	x	x	x	

- <sup>1)</sup> auch Hochleistungs-Stereo-Antennen (mit mehr als 4 Elementen)
- <sup>2)</sup> nur in verkürzter Bauform
- <sup>3)</sup> auch in verkürzter Bauform
- <sup>4)</sup> auch Parabolantennen
- <sup>5)</sup> auch fernabstimmbare Kleinverstärker (Varicap)

Bild 2. „Dezi-Pfeil“-Antenne „4552“ von *Kathrein* mit logarithmisch-periodischem Erregersystem



Typ	Kanäle	Gewinn dB	Vor-Rück-Verhältnis dB	Öffnungswinkel horizontal Grad
4550	21-60	8,5 ... 11,5	21 ... 25	55 ... 40
4551	21-60	10 ... 14	22 ... 27	45 ... 30
4552	21-60	12 ... 16,5	25 ... 29	37 ... 20
4552/21-40	21-40	13 ... 16	25 ... 30	35 ... 21

Tab. II. Werte der UHF-„Dezi-Pfeil“-Antennen von *Kathrein*

wie vor für hohe Ansprüche Favorit sind. UHF-Yagiantennen werden heute in vielfältigen Bauformen angeboten, und zwar sowohl als Kanalgruppenantennen als auch als Breitbandantennen für den ganzen UHF-Bereich. Die konventionelle Bauform mit Halbwellenerreger und wenigen Reflektorstäben sowie aneinandergereihten Halbwellendirektoren (Leitdipolen) überwiegt typenmäßig noch durchaus.

gersystems<sup>1)</sup> zeigte *Kathrein* in Berlin mit seinen „Dezi-Pfeil“-Antennen (Bild 2). Wie

<sup>1)</sup> Der Aufbau dieses logarithmisch-periodischen Erregersystems entspricht im Prinzip wohl einem Vorschlag von G. J. M o n s e r, über den bereits in Funk-Techn. Bd. 18 (1963) Nr. 2, S. 94, berichtet wurde; Monsers kombinierte seine extrem breitbandig ausgelegte Antenne jedoch nicht mit einer wellenführenden Struktur (Direktoren).

aus den technischen Daten (Tab II) hervorgeht, werden beachtliche (infolge des Direktorsatzes bei steigender Empfangsfrequenz sich erhöhende) Gewinne erreicht. Hohes Vor-Rück-Verhältnis (zwischen 21 und 30 dB) und gute Nebenzipfeldämpfung sind weitere Vorzüge der Antennen. Es werden drei Typen (25, 43 und 87 wirksame Elemente) für den ganzen UHF-Bereich gebaut; den größten Typ gibt es auch noch in einer Ausführung für Kanal 21-46 (um innerhalb dieses Bereiches die Spitzenwerte zu erreichen). Länge der Antennen: 1 m, 1,84 m bzw. 3,6 m; Breite der Antenne: 0,37, 0,37, 0,33 m. Die Erregersystem-„Pfeile“ sind zusammenklappbar; ihre zickzackförmigen „Leitdrähte“ sind fest mit den Trägern verschweißt. Der Direktorträger der beiden größeren Ausführungen ist für den Transport teilbar.

Nun ist es durchaus bekannt, daß man für Breitbandantennen auch Ganzwellendipole als Erreger (zusammen mit aperiodischen Reflektorwänden) mit vorgesetzten Halbwellendirektoren kombinieren kann. Eine solche Neuentwicklung stellte zum Beispiel Hirschmann in Hannover vor. Bei dieser „Orion“-Hochleistungsreihe (Bild 3) werden Halbwellendirektoren in üblicher Lang-Yagi-Anordnung, jedoch wird ein Ganzwellenerreger und ein der Corner-Antenne ähnlicher aperiodischer Winkelreflektor verwendet. Die Serie bringt Spitzengewinne, die höher oder mindestens so hoch sind, wie sie bisher nur mit gleich langen Kanalgruppenantennen konventioneller Bauart erreicht wurden. Das war unter anderem möglich durch nur 5 mm dicke Direktorstäbe (günstiges Verhältnis Dicke : Länge) und durch Vermeidung voluminöser Befestigungsmittel. Das gute Vor-Rück-Verhältnis (zwischen 25 und 30 dB) ist auf die Benutzung des V-förmigen Reflektors zurückzuführen. Die Antenne gibt es mit 39 und mit 45 wirksamen Elementen. Um die mit der Frequenz steigenden Spitzengewinne vielseitig auszunutzen zu können, wurden fünf Gruppen – jeweils beginnend mit Kanal 21 – gebildet (s. Tab. III). Die Baulänge der Antennen ist durchweg 3,6 m; trotz des Reflektorschirmes liegt die Windlast nur bei 8,1 kp.

Auch von Engels wurde schon in Hannover zur Ergänzung des bisherigen Super-Breitband-UHF-Antennenprogramms eine neue 35-Elemente-Hochleistungsantenne

Tab. III. Werte der UHF-Antennen-„Orion“-Serie von Hirschmann

Typ	Kanäle	Gewinn dB	Vor-Rück-Verhältnis dB	Öffnungswinkel horizontal Grad
Fesa 39 V 30	21-30	13...10	27...30	31...23
Fesa 39 V 37	21-37	11...16	27...30	35...22
Fesa 45 V 40	21-46	10...16,5	25...30	40...21
Fesa 45 V 51	21-51	9...17	26...30	43...22
Fesa 45 V 60	21-60	9...17,5	25...30	45...22

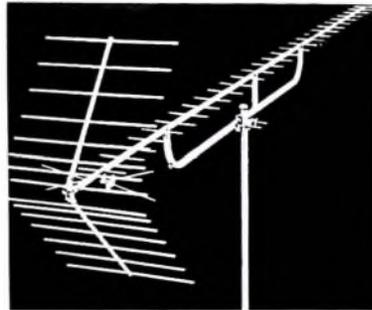


Bild 3. „Orion“-Antenne „Fesa 45 V 60“ von Hirschmann

„SBA 35“ gemeldet. Sie arbeitet ebenfalls mit Ganzwellenerregern und aperiodischem Reflektor. In den Kanälen 21-60 hat sie einen mit der Frequenz steigenden Gewinn zwischen 11 und 17 dB.

Zehnder stellte in Berlin als Kombination von Yagi-Antenne und Corner-Reflektorwand für die Verwendung in allen Kanälen 21-60 die drei Antennen „AS 15“ (11 Elemente + Reflektorwand, G = 7...11 dB, VR = 20...28 dB, horizontaler Öffnungswinkel 35...60°), „AS 16“ (14 Elemente + Reflektorwand, G = 8...13 dB, VR = 20 bis 30 dB, horizontaler Öffnungswinkel 30 bis 55°) und „AS 17“ (26 Elemente + Reflektorwand, G = 9...14 dB, VR = 22...28 dB, horizontaler Öffnungswinkel 27...50°) vor. Einen entsprechenden Aufbau hat auch die neue Hochleistungsantenne „AU 07/...“ von Zehnder. Diese 3,6 m lange Antenne ist laut Tab. IV in vier Gruppenausführungen (jeweils beginnend mit Kanal 21) erhältlich. Die erste und zweite Ausführung hat je 27 Elemente + Reflektorwand, die dritte und vierte je 30 Elemente + Reflektorwand.

Alle diese Konstruktionen seien hier als Lang-Yagis angesehen; ihre Eigenschaften können in bekannter Weise durch Anord-

nung der Direktoren-Dipole in mehreren Ebenen noch verbessert werden. Soll diese Anordnung jedoch nicht zu groß sein, dann muß man durch Zusammenfassen von Elementen Dipol-„Einheiten“ bilden. Daß man dabei im Verhältnis zu Lang-Yagis etwa vergleichbarer Eigenschaften auch noch zu kürzeren Baulängen kommen kann, das hat schon vor über 1 1/2 Jahren fuba mit seinen „XC“-Antennen durchexerziert (die größte „XC“-Antenne mit 91 wirksamen Elementen und Spitzengewinnen von über 16 dB ist je nach Kanalgruppenausführung zwischen 2,22 und 2,92 m lang).

Solche von einigen Firmen inzwischen in neuen Antennen realisierte Dipol-„Einheiten“ sind im Bild 4 skizziert. Bild 4a stellt einen bei Lang-Yagi-Antennen üblichen Halbwellendipol dar. Im Bild 4b sind zwei solcher Halbwellendirektorstäbe durch ein Isolierstück miteinander verbunden; wirksam sind in dieser Einheit also zwei Elemente (Stolle, Wisi). Die Anordnung nach Bild 4c entspricht 2 x 2 Elementen, die durch ein Isolierstück getrennt sind (fuba); das gleiche gilt für Bild 4d (Stolle). Fünf durch zwei Isolierstege getrennte Elemente sind in der Anordnung nach Bild 4e wirksam (Hirschmann).

Bild 5 zeigt die größte Antenne „IC 50“ der „IC“-Serie von Stolle. Die Ausführung der Direktoren entspricht dem Schema nach Bild 4b. Die drei Antennen der Serie mit 16, 26 oder 50 Elementen werden jeweils in vier Kanalgruppenausführungen gefertigt (Tab. V).

Wisi brachte neu die „Teleplus“-Antennen „EZ 58“ und „EZ 74“ heraus. Einschließlich der etwa parabolförmigen Reflektorwand

Tab. IV. Werte der UHF-Antennen-„AU 07/...“-Serie von Zehnder

Typ	Kanäle	Gewinn dB	Vor-Rück-Verhältnis dB	Öffnungswinkel horizontal Grad
AU 07/	21-30	13...10	28	51...21
	21-40	11...16	26...30	
	21-50	10...16,5	22...29	
	21-60	9...17,5	22...30	

Tab. V. Mittlere Werte der UHF-Kanalgruppen-„IC“-Serie von Stolle

Typ	Kanalgruppen	Gewinn dB	Vor-Rück-Verhältnis dB	Öffnungswinkel horizontal Grad
IC 18	A, B, C, D	11,5	28	37...41
IC 28	A, B, C, D	14	29	30...31
IC 60	A, B, C, D	16...16,5	30	22...26

(Gruppeneinteilung:

A = Kanäle 21-28; B = Kanäle 29-37; C = Kanäle 38-48;  
D = Kanäle 49-60)

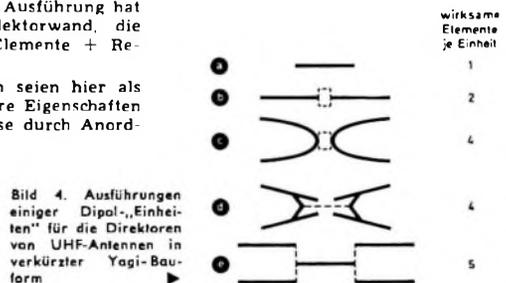


Bild 4. Ausführungen einiger Dipol-„Einheiten“ für die Direktoren von UHF-Antennen in verkürzter Yagi-Bauform

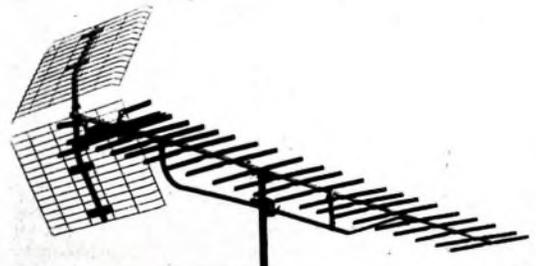


Bild 5. Kanalgruppenantenne „IC 50“ von Stolle

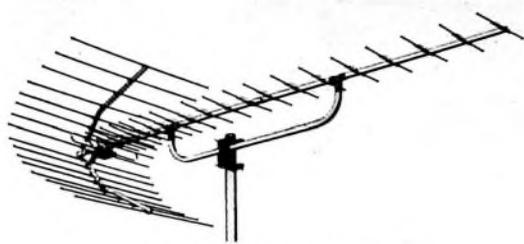


Bild 6. „Teleplus“-Antenne „EZ 58“ von Wisi

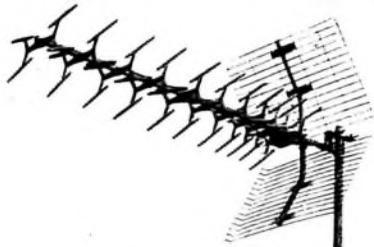


Bild 7. UHF-Bereichsantenne „HC 43-CD“ von Stolle



Bild 8. „Spectral“-Antenne „Fesa 63 U...“ (Hirschmann)

mit 16 Stäben sind insgesamt 58 beziehungsweise 74 Elemente wirksam. Jede der beiden Antennen gibt es in je drei Kanalgruppenausführungen, jeweils beginnend mit Kanal 21 (Tab. VI).

Über die „XC“-Serie von fuba (Direktoren entsprechend Bild 4c) ist schon mehrfach berichtet worden.

Die „HC“-Antennen von Stolle (Anordnungsschema der Direktoren nach Bild 4d) sind Bereichsantennen für alle Kanäle 21-60. Die technischen Daten gehen aus Tab. VII hervor. Bild 7 zeigt die Antenne „HC 43-CD“.

In sehr kurzer Kompaktbauweise (Baulänge etwa 1,5 m) bietet Hirschmann die „Spectral“-Antenne „Fesa 63 U...“ an (Bild 8). 60 Direktoren sind in zwölf Fünfer-„Einheiten“ (entsprechend Bild 4e)

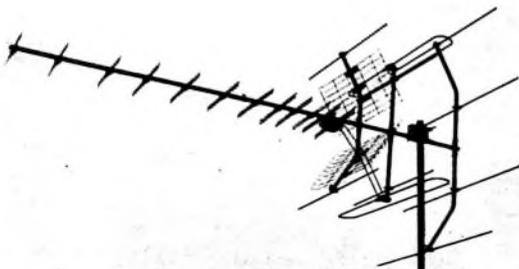


Bild 9. Kombinationsantenne „Combi-Chromatic 10-24/345“ für die Bereiche III + IV/V (Stolle)

Tab. VI. Werte der UHF-Antennen-„Teleplus“-Serie von Wisi

Typ	Kanäle	Gewinn		Vor-Rück-Verhältnis	mittlerer Öffnungswinkel horizontal
		dB			
EZ 58	21-40	12	15	24...32	26
	21-54	11	15,5	23...37	28
	21-60	8,5	15,5	22...36	26
EZ 74	21-40	13	17,2	23...32	22
	21-54	11,5	17,2	23...36	25
	21-60	10	17	23...33	26

Tab. VII. Werte der UHF-Bereich-IV/V-„HC“-Serie von Stolle

Typ	Kanäle	Gewinn		Vor-Rück-Verhältnis	Öffnungswinkel horizontal
		dB			
HC 23-CD	21-60	9	13	26	47...37
HC 43-CD	21-60	10	14,5	27	43...25
HC 91-CD	21-60	12	17	28	35...19

Tab. VIII. Werte der UHF-Antennen-„Spectral“-Serie von Hirschmann

Typ	Kanäle	Gewinn		Vor-Rück-Verhältnis	Öffnungswinkel horizontal
		dB			
Fesa 63 U 37	21-37	13	15	24...27	25...36
Fesa 63 U 46	21-46	12	15	24...28	25...41
Fesa 63 U 60	21-60	11	15,5	25...29	25...47

klappbar angeordnet. Der Reflektor ist ebenfalls klappbar, und der Träger läßt sich teilen. Wie aus Tab. VIII hervorgeht, sind drei Gruppenausführungen, jeweils beginnend mit Kanal 21, lieferbar.

### 1.2. Kombinierte UHF/VHF-Antennen

Bei den neuen „Combi-Chromatic“-Antennen (Bild 9 und Tab. IX) von Stolle wird für den UHF-Teil (Kanäle 21-60) eine Anordnung verwendet, die der „IC“-Serie entspricht, während der nachgesetzte VHF-Teil (Kanäle 5-12) aus einer Zweiebenen-Antenne besteht.

Die Kombinationsantennen der neuen „UC“-Serie von fuba (Bild 10 und Tab. X) enthalten als UHF-Teil das „XC“-System. Der Faltdipol der Typen „UC 12“ und „UC 35“ ist infolge seiner besonderen Ausführung mit zwei Schleifen sowohl für UHF als auch für VHF wirksam. Bei allen vier „UC“-Antennen wurde der VHF-Bereich nach unten erweitert, so daß auch die französischen Kanäle F 5 und F 6 empfangen werden können.

Eine neue Hochleistungs-Kombinationsantenne „EA 33“ von Wisi hat im VHF-Bereich III (Vorzugskanal 8) einen Gewinn von etwa 6,5 dB und im UHF-Bereich (Vorzugskanäle 34-54) einen mittleren Gewinn von etwa 10,5 dB. Die Direktoren des UHF-Teils sind wie bei der UHF-„Teleplus“-Serie Zwillingselemente. (Schluß folgt)

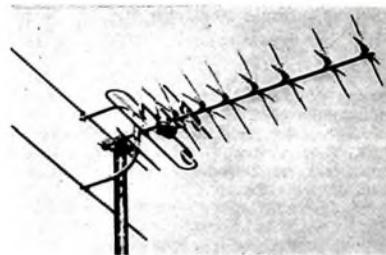


Bild 10. Kombinationsantenne „UC 35“ von fuba für die Bereiche III + IV/V

Tab. IX. Mittlere Werte der „Combi-Chromatic“-Antennen von Stolle

Typ	Gewinn		Vor-Rück-Verhältnis		Öffnungswinkel horizontal	
	VHF	UHF	VHF	UHF	VHF	UHF
	dB	dB	dB	dB	Grad	Grad
0-26/345	5...7	10...14	15...20	21...28	62...50	44...30
10-26/345	7...9	10...14	15...22	21...28	61...49	44...30

Tab. X. Mittlere Werte der Kombinationsantennen-„UC“-Serie von fuba

Typ	Gewinn		Vor-Rück-Verhältnis		Öffnungswinkel horizontal	
	VHF	UHF	VHF	UHF	VHF	UHF
	dB	dB	dB	dB	Grad	Grad
UC 12	2,5...4	5,8... 6,5	12... 7,5	18... 22	79... 70	62... 40
UC 15*	5... 6,8	5,5... 6	13... 10	24... 21,5	70... 61	70... 39
UC 35	5... 6,5	8... 12	13... 19	19... 26	73... 66	55... 31
UC 67	6,5... 8,5	9,5... 14	16,5... 20	22... 27	62... 48	43... 23

\* UHF-Teil gegen den am Mast befestigten VHF-Teil schwenkbar

# Neue Hi-Fi-Geräte

Schluss von FUNK-TECHNIK Bd. 22 (1967) Nr. 19, S. 740

## Phono- und Magnetengeräte

### AEG-Telefunken

Der Plattenspieler „HiFi 210“ wird jetzt unter der Typenbezeichnung „HiFi 210 X“ mit dem B & O-Abtastsystem „SP 6“ geliefert, das eine Nachgiebigkeit von  $15 \cdot 10^{-4}$  cm/dyn und eine Übersprechdämpfung  $\geq 25$  dB bei 1000 Hz hat

### Arena Akustik GmbH

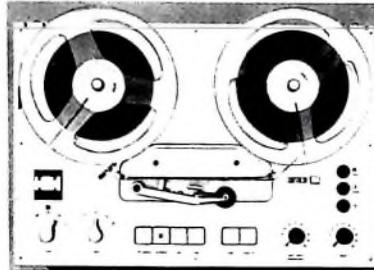
Auf dem Stand der Arena Akustik GmbH wurde der neue Lenco-Plattenspieler „L 75“ vorgestellt. Sein Laufwerk, eine Weiterentwicklung des „L 70“, hat einen 4 kg schweren, dynamisch ausgewuchteten Zinkguß-Plattenteller mit 312 mm  $\Phi$ . Für wov und flutter werden 0,06 % und für den Rumpel-Fremdspannungsabstand 43 dB angegeben. Der Tonarm ist in Schneidlagern gelagert und weist eine für jede Auflagekraft zwischen 0,5 und 5 p einstellbare Antiskating-Einrichtung auf. Mit einer Einstellvorrichtung im Tonkopf läßt sich jedes Abtastsystem auf minimalen tangentialen Spurfehlwinkel einstellen.

Das wegen seines kurzen Nadelträgers sehr robuste magnetische Abtastsystem „ADC-220“ eignet sich auch gut für Plattenspieler. Der Frequenzbereich ist 10 ... 20 000 Hz  $\pm 3$  dB, die Übersprechdämpfung 30 dB im Bereich 50 ... 8000 Hz, die Nachgiebigkeit  $15 \cdot 10^{-4}$  cm/dyn und die Intermodulation  $< 1$  %. Die Auflagekraft darf 2 ... 5 p betragen. Das Spitzenmodell „ADC 10/E“ mit elliptischem Abtastdiamanten hat eine Nachgiebigkeit von  $35 \cdot 10^{-4}$  cm/dyn und arbeitet bei Auflagekräften von 0,5 bis 1 p (Frequenzbereich 10 ... 20 000 Hz  $\pm 2$  dB, Intermodulation  $< 0,5$  %, Übersprechdämpfung 30 dB im Bereich 50 bis 10 000 Hz).

### Braun

Braun zeigte auf der Funkaustellung ein neues Stereo-Tonbandgerät das in drei verschiedenen Ausführungen als Zweispur- („TG 502“), Vierspur- („TG 504“) und Zweispurgerät mit Wiedergabemöglichkeit für Vierspuraufnahmen („TG 502-4“) geliefert wird. Hierbei handelt es sich um ein Drei-Motoren-Laufwerk mit eingebautem Vier-Kanal-Mischpult, Steuerung der Bedienungsfunktionen über Relais, Fühlhebel zur Bandzugregelung und mechanischen Bandendabschaltung sowie elektrisch-mechanischen Bremsen für den Schnelllauf. Zur Aussteuerungsanzeige dient ein Doppel-

drehspulinstrument mit Spitzenwertgleichrichtung. Der Frequenzbereich ist 20 bis 20 000 Hz bei 19 cm/s und 20 ... 14 000 Hz bei 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit. „TG 502“ und „TG 504“ haben jeweils drei Köpfe und Nachrüstmöglichkeit für einen Synchron-



Tonbandgerät „TG 502-4“ (Braun)

kopf, während das „TG 502-4“ mit einem zusätzlichen Viertelspur-Wiedergabekopf ausgerüstet ist. Weitere technische Daten: Ruhegeräuschspannungsabstand (nach DIN 45 511)  $\geq 56$  dB (19 cm/s) beziehungsweise  $\geq 55$  dB (9,5 cm/s), Fremdspannungsabstand (nach DIN 45 511)  $\geq 55$  dB (19 cm/s) beziehungsweise  $\geq 52$  dB (9,5 cm/s), Übersprechdämpfung bei Stereo-Betrieb  $\geq 48$  dB, Löschedämpfung  $\geq 70$  dB, Tonhöenschwankungen  $\leq 0,1$  % (19 cm/s) beziehungsweise  $\leq 0,15$  % (9,5 cm/s), Abweichungen von der Sollgeschwindigkeit  $\leq 0,3$  %.

Als Nachfolger des „PS 400“ stellte Braun den Plattenspieler „PS 410“ vor, bei dem gegenüber seinem Vorgänger der Tonarm und die Absenkvorrichtung sowie die Werte für Gleichlaufschwankungen ( $\leq 0,12$  %), Rumpel-Fremdspannungsabstand ( $\geq 40$  dB) und Rumpel-Geräuschspannungsabstand ( $\geq 60$  dB) verbessert wurden. Als Tonabnehmer ist das Shure-System „M 75-6“ eingebaut. Unter der Typenbezeichnung „PS 402“ ist dieser Plattenspieler auch mit dem Elac-Kristallsystem „KST 110“ lieferbar.

### Elac

Mit dem neuen Plattenspieler „Miracord 630“ brachte die Elac ein Phonolautwerk heraus, das besonders im Hinblick auf einfachen Einbau in Musiktruhen üblicher Abmessungen konstruiert wurde und das



Plattenspieler „Miracord 630“ (Elac)

als Plattenspieler, automatischer Plattenspieler und Dauerspieler arbeiten kann. Bei manuellem Betrieb ermöglicht ein hydraulischer Tonarmlift das sanfte Aufsetzen und Abheben des Tonarms an jeder beliebigen Stelle der Platte. Zur Kompensation des Skatingkraft dient eine stufenlos für Auflagekräfte zwischen 0 und 6 p einstellbare Antiskating-Einrichtung, bei der die Gegenkraft durch eine Feder erzeugt wird. Um sicherzustellen, daß der optimale Abstand von Tonarmachse und Spitze der Abtastnadel bei Verwendung von Tonköpfen mit verschiedenen Systemen immer eingehalten wird, ist auf der Platine eine Lehre angebracht, über deren Spitze sich die Abtastspitze befinden muß. Das Abtastsystem ist im Tonkopf auf einem Schlitten montiert, der sich mit Hilfe einer Schraube in Längsrichtung verschieben läßt. Der Anrieb des 2,3 kg schweren Plattentellers (205 mm  $\Phi$ ) aus Zinkdruckguß erfolgt durch einen Asynchronmotor oder - beim Typ „Miracord 630 H“ - durch einen Hystersemotor. Für die Gleichlaufschwankungen werden  $\pm 0,06$  % (wow) beziehungsweise  $\pm 0,07$  % (flutter) angegeben. Der Rumpel-Fremdspannungsabstand ist  $> 42$  dB und der Rumpel-Geräuschspannungsabstand  $> 58$  dB.

Die bisherigen magnetischen Tonabnehmersysteme der Elac wurden jetzt durch eine neuentwickelte Serie abgelöst. Die drei Modelle dieser Serie haben einen vertikalen Spurwinkel von 15° und arbeiten nach dem magneto-dynamischen Prinzip, bei dem die Abtastnadel über den Nadelhalter mit einem winzigen Permanentmagneten gekuppelt ist, der zwei magnetische Kreise beeinflußt. Während sich das Spitzensystem „STS 444-12“ nur zur Abtastung von Stereorigen eignet, kann man mit dem Universaltyp „STS 344-17“ und dem Standardtyp „STS 244-17“ alle Mikrorillenplatten abspielen. Zu jedem System gibt es noch einen Paralleltyp, und zwar „STS 444-E“ und „STS 343-E“ mit elliptischem Abtastdiamanten sowie „STS 244-C“ für Auflagekräfte von 2,5 bis 5 p. Für das „STS 244“ ist außerdem eine 65- $\mu$ m-Saphirnadel zum Abspielen von Schellackplatten lieferbar. Die technischen Daten der neuen Elac-Abtastsysteme sind in Tab. I zusammengestellt.

Tab. I. Technische Daten der neuen Elac-Abtastsysteme

	„STS 444-12“	„STS 344-17“	„STS 244-17“
Abstrahlungsradius des Abtastdiamanten	12	17	17 $\mu$ m
Frequenzbereich	10 ... 24 000	20 ... 22 000	20 ... 20 000 Hz
Auflagekraft	0,75 ... 1,6	1 ... 2	1,5 ... 3 p
Unterschied des Übertragungsfaktors zwischen den Kanälen bei 1000 Hz	1,5	1,5	2 dB
Übersprechdämpfung bei 1000 Hz	20	24	22 dB
Nachgiebigkeit	$33 \cdot 10^{-4}$	$25 \cdot 10^{-4}$	$18 \cdot 10^{-4}$ cm/dyn
Amplitudenahtast-sicherheit bei 100 Hz und der kleinsten zulässigen Auflagekraft	60	60	60 $\mu$ m

Tonbandgerät „8001/T“ (Nordmende)



## Nordmende

Für die Hi-Fi-Anlage „8001“ brachte Nordmende ein Vierspur-Stereo-Tonbandgerät heraus, daß waagrecht und senkrecht betrieben werden kann und Spulen bis 18 cm  $\phi$  aufnimmt. Das „8001/T“ ist ein Drei-Motoren-Laufwerk mit getrenntem Aufnahme- und Wiedergabeverstärker für jeden Kanal, drei Tonköpfe, einschaltbarem Echo-Effekt, Playback, Multiplayback und Hinterbandkontrolle, den Bandgeschwindigkeiten 4,75, 9,5 und 19 cm/s, vierstelligem Bandlängenzählwerk mit Nullstelltaste sowie eingebauten 3-W-Endstufen und Lautsprechern. Das eingebaute Mischpult für Platte, Radio und zwei Mikrofone hat vier Flachbahnregler, von denen zwei als Tandemregler ausgeführt sind. Zur Aussteuerungskontrolle dient ein beleuchtetes Doppel-Anzeigeinstrument, und die Betriebsarten und Spurlagen werden durch ein elektrisch-optisches System angezeigt. Weitere bemerkenswerte Eigenschaften sind die elektromechanische Verriegelung der Banddruckrolle, die Fernbedienung für Start und Stop, die Bandschlaufenmechanik und die elektromechanische Steuerung der Bremsen. Eine besondere Bandschon-Automatik stellt sicher, daß sich eine andere Betriebsart erst einschaltet, nachdem das Band zum Stillstand gekommen ist. Der Gesamtfrequenzgang wird mit 40 ... 8000 Hz bei 4,75 cm/s, 40 bis 15 000 Hz bei 9,5 cm/s und 40 ... 18 000 Hz bei 19 cm/s angegeben. Bei 19 cm/s Bandgeschwindigkeit ist der Fremdspannungsabstand  $> 50$  dB und der Ruhegeräuschspannungsabstand  $> 54$  dB. Die Gleichlaufschwankungen bleiben unter  $\pm 0,2\%$  bei 4,75 cm/s,  $\pm 0,15\%$  bei 9,5 cm/s und  $\pm 0,1\%$  bei 19 cm/s.

## Perpetuum-Ebner

Durch konstruktive Maßnahmen gelang es Perpetuum-Ebner, die Eigenschaften des Plattenwechslers „PE 72“ so zu verbessern, daß er in allen Punkten der Hi-Fi-Norm entspricht. Der neue „PE 720“ hat wie der „PE 72“ den eingebauten Tonarmlift, mit dem sowohl bei Spieler- als auch bei Wechslerbetrieb der Tonarm an jeder beliebigen Stelle der Schallplatte aufgesetzt und abgehoben werden kann, die automatische Plattengrößeneinstellung und die Steuerung aller Bedienungsfunktionen durch einen Regiehebel. Er erhielt jedoch einen stärkeren Motor und einen 1,3 kg



Plattenwechsler „PE 720“ (Perpetuum-Ebner)

schweren Plattenteller von 269 mm  $\phi$ , mit dem die Gleichlaufschwankungen unter 0,17% gehalten werden. Der Rumpel-Fremdspannungsabstand ist  $> 37$  dB und der Rumpel-Geräuschspannungsabstand  $> 56$  dB. Als Tonabnehmer wird entweder das Pickering-System „V 15 AC-2“ oder das Shure-System „M 44-7“ verwendet. In den auswechselbaren Tonkopf lassen sich aber auch alle anderen Abtastsysteme einbauen,

die der 1/2-Zoll-Befestigungsnorm entsprechen und mit 1,5 bis 3 p Auflagekraft arbeiten können.

## Philips

Neben dem „GA 230“ hat Philips jetzt auch einen Hi-Fi-Plattenspieler der mittleren Preisklasse im Programm. Der „GA 317“, der unter der Bezeichnung „GC 017“ auch als Chassis geliefert wird, hat einen fest eingestellten Skatingkraft-Ausgleich, eine Aufsetzvorrichtung mit Viskositätsdämpfung und einen schweren Plattenteller von 260 mm  $\phi$ , der über eine Pese von einem symmetrischen Synchronmotor angetrieben wird. Die Drehzahlabweichungen werden



Plattenspieler „GA 317“ (Philips)

mit  $+ 1,5\% \dots - 1\%$ , die Gleichlaufschwankungen mit  $\leq 0,2\%$  angegeben; der Rumpel-Geräuschspannungsabstand ist  $\geq 55$  dB. In den Tonkopf ist das neuentwickelte keramische Abtastsystem „GP 233“ (Frequenzbereich 30 ... 16 500 Hz, Nachgiebigkeit  $\sqrt{N} : 8 \cdot 10^{-6}$  cm/dyn, Übersprechdämpfung  $\geq 20$  dB bei 1000 Hz, Auflagekraft 1,5 ... 3 p) eingebaut. Wegen des linearen Frequenzganges und der verhältnismäßig niedrigen Ausgangsspannung dieses Systems benötigt man zum Betrieb (wie bei magnetischen Abtastern) einen Entzerrervorverstärker, der sich leicht nachrüsten läßt.

## Studer

Drei-Motoren-Antrieb, Handspulen bis 26,5 cm  $\phi$ , photoelektrischen Bandenschalter und drei Stereo-Tonköpfe hat das in Berlin erstmals gezeigte Stereo-Tonbandgerät „Revox A 77“ der Willi Studer GmbH zwar von seinen Vorgängern übernommen, die Konzeption dieses ersten voll transistorisierten Gerätes dieser Firma ist aber völlig neu. Zum Bandantrieb dient hier ein neuentwickelter Capstan-Motor, dessen Drehzahl elektronisch geregelt wird (Tonhöhenchwankungen  $\leq \pm 0,08\%$  bei 19 cm/s beziehungsweise  $\leq \pm 0,1\%$  bei 9,5 cm/s) und bei dem die Drehzahlumschaltung für die Bandgeschwindigkeiten 19 und 9,5 cm/s ebenfalls elektronisch erfolgt. Für Aufnahme- und Wiedergabe Kopf werden Vollmetallausführungen verwendet, mit denen sich höhere Lebensdauer und wegen der durchgehenden Abschirmung auch bessere Übersprechdämpfungen ( $\geq 60$  dB bei Mono,  $\geq 45$  dB bei Stereo) erreichen lassen. Die Vormagnetisierung (Frequenz 120 kHz) kann man wie bei Studiomaschinen für beide Bandgeschwindigkeiten und beide Spuren getrennt einstellen. Zur Aussteuerungsanzeige sind zwei beleuchtete VU-Meter eingebaut. Der Frequenzgang über Band wird mit 30 ... 20 000 Hz (19 cm/s) beziehungsweise 30 ... 16 000 Hz (9,5 cm/s) und der Ruhegeräuschspannungsabstand mit  $\geq 54$  dB bei 19 cm/s und  $\geq 52$  dB bei 9,5 cm/s angegeben. Die Laufwerksfunktionen sind relaisgesteuert, gegen Fehlbedienung elek-



Tonbandgerät „Revox A 77“ (Studer)

trisch verriegelt und voll fernsteuerbar. Bemerkenswert ist auch die Servicefreundlichkeit. Zum Beispiel sind die Verstärker auf steckbaren Printplatten aufgebaut, die sich im Servicefall leicht auswechseln lassen. Die „Revox A 77“ wird als Zwei- und Vierspurgerät sowie ohne und mit 8-W-Endstufen geliefert. Die Kofferausführung hat neben den Endstufen noch vier eingebaute Lautsprecher.

## Uher

Vielfältige Anwendungsmöglichkeiten zeichnen das neue Uher-Stereo-Tonbandgerät „Royal de Luxe“ aus. Es läßt sich waagrecht und senkrecht betreiben, hat vier Bandgeschwindigkeiten (19, 9,5, 4,7 und 2,4 cm/s), eingebautes Mischpult, auswechselbaren Kopftträger für Vier- und Zweispurbetrieb mit drei Tonköpfen und zusätzlichen Pilottonkopf für die Steuerung eines Diaprojektors (das zugehörige Steuergerät ist ebenfalls eingebaut), bietet alle Trickmöglichkeiten und läßt sich auch (bei abgeschaltetem Motor) als Hi-Fi-Verstärker mit  $2 \times 10$  W Sinusleistung verwenden. Für gute Gleichlaufschwankungen (Tonhöhenchwankungen  $\pm 0,05\%$  bei 19 cm/s,  $\pm 0,1\%$  bei 9,5 cm/s und  $\pm 0,25\%$



Tonbandgerät „Royal de Luxe“ (Uher)

bei 4,7 cm/s) sorgt ein Bandzugkomparator, bei dem der Bandzug über zwei Fühlhebel mit einer konstanten Federkraft verglichen wird. Weitere technische Daten: Frequenzbereich 20 ... 20 000 Hz (19 cm/s), 20 bis 15 000 Hz (9,5 cm/s), 20 ... 9000 Hz (4,7 cm/s), 20 ... 5000 Hz (2,4 cm/s); Geräuschspannungsabstand 54 dB bei 19, 9,5 und 4,7 cm/s; Übersprechdämpfung  $\geq 65$  dB bei Mono- und Stereo-Betrieb.

U. Radke

# Miniatur-Taschenempfänger „IC 2000“ mit Integrierten Schaltkreisen

Auf den neuen Miniatur-Taschenempfänger von Philips konnte schon kurz im Heft 18/1967, S. 696, hingewiesen werden. Dieser Mittelwellen-Empfänger ist unter Verwendung von zwei integrierten Schaltkreisen aufgebaut. Die komplette Schaltung des im Durchmesser nur etwa 7 cm großen Gerätes (Dicke etwa 3 cm) ist im Bild 1 wiedergegeben.

Die Eingangsstufe ist mit dem Transistor BF 195 bestückt. Eingangs- und Oszillatorkreis werden mit dem Doppeldrehkondensator C abgestimmt. Die in konventioneller Bauart ausgeführten Miniatur-ZF-Fil-

kopplung über ein frequenzabhängiges Netzwerk auf den Eingang des NF-IC.

Die Betriebsspannungen liefert eine eingebaute 3,6-V-Deac-Zelle. Mit einer Aufladung kann das Gerät etwa fünf Stunden betrieben werden. Das Wiederaufladen

sprecher (64 mm  $\Phi$ ). Die Abstimmung des Empfängers mit Hilfe des Doppeldrehkondensators erfolgt mit einem Rändel, das seitlich an der Gehäuserückwand bedient wird. (nach Philips-Unterlagen)

Bild 1. Gesamtschaltung des Mittelwellen-Miniatur-Empfängers „IC 2000“ von Philips

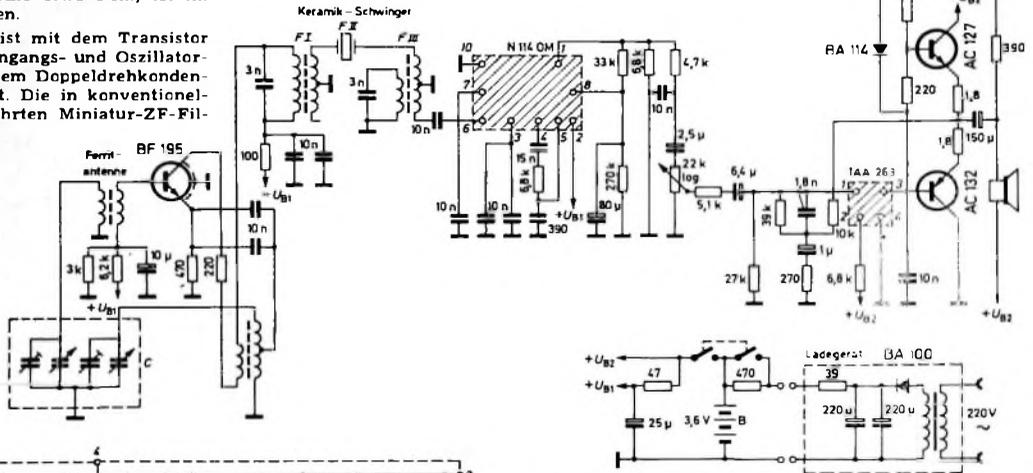


Bild 2. Schaltung des Integrierten Schaltkreises N 114 OM mit den Hauptbauteilen des ZF-Teiles und des Demodulators

Bild 3. Prinzipschaltung des Integrierten Schaltkreises TAA 263 (NF-Vorverstärker)

Bild 4. Blick in den geöffneten Empfänger

ter F I und F III sind selektiv mit einem keramischen Filter F II gekoppelt.

Auf F III folgt ein Integrierter Schaltkreis N 114 OM (Bild 2), der die Hauptbauteile des ZF-Teils und der Demodulation enthält (13 Transistoren, 1 Kapazitätsdiode und 14 Widerstände). In diesem integrierten Schaltkreis wird die Zwischenfrequenz mehrstufig verstärkt und anschließend demoduliert. Die Auskopplung der Niederfrequenz erfolgt über T 13. Koppelbeziehungsweise Siebkondensatoren befinden sich außerhalb des Schaltkreises.

Zur Lautstärkeregelung dient ein 22-kOhm-Potentiometer (s. Bild 1). Den RC-Kopplgliedern schließt sich für die NF-Vorverstärkung ein Integrierter Schaltkreis TAA 263 (Bild 3) im TO-72-Gehäuse an. Die eisenlose Endstufe enthält die Komplementärtransistoren AC 127 und AC 132; sie gibt eine Ausgangsleistung von etwa 50 mW ab. Eine Diode BA 114 dient hier zur Stabilisierung des Arbeitspunktes. Vom Ausgang her erfolgt eine Gegen-

läßt sich bequem mit Hilfe eines mitgelieferten Ladegerätes (links im Bild 5) durchführen.

Aus Bild 4 ist der Aufbau des Empfängers ersichtlich. Ganz oben ist die der Kreisform des Gerätes angepaßte Ferritantenne erkennbar, darunter die konventionellen Bauelemente des Eingangsteiles mit Oszillatortaste und dem Transistor BF 195. Rechts davon sind Doppeldrehkondensator, ZF-Filter und der Integrierte Schaltkreis N 114 OM (helle, kreisrunde Fläche) mit den zugehörigen übrigen Bauelementen untergebracht. Ganz unten ist die Deac-Zelle erkennbar. Links im Bild ragt der Drehknopf des Lautstärkepotentiometers etwas aus dem Gehäuse heraus. Der NF-IC befindet sich in dem kleinen runden Gehäuse unterhalb des Lautstärkepotentiometers. Die Komplementär-Endstufentransistoren sowie die weiteren Bauelemente des NF-Teiles sind ebenfalls unterhalb des Potentiometers montiert. Das Oberteil des Gehäuses enthält den Laut-



Bild 5. Geschenk-Etui mit Empfänger und Ladegerät (links im Bild)

# Zeilen-Endstufe für Farbfernsehgeräte ohne Ballasttriode

Im folgenden wird eine Schaltung für kombinierte Ablenkung und Hochspannungserzeugung beschrieben, die einen Verzicht auf die bei derartigen Schaltungen übliche Ballasttriode ermöglicht, ohne daß sich die Spannungskonstanz wesentlich verschlechtert. Außerdem ist der Leistungsbedarf dieser Schaltung bis zu 19 W niedriger als bei Schaltungen mit einer Ballasttriode.

hauptsächlich von der Steuerspannung, dem Kennlinienverlauf und dem Innenwiderstand der Impulsformerröhre abhängt, ist es auf besondere einfache Weise möglich, mit Hilfe eines veränderbaren Katodenwiderstandes der Impulsformerröhre die Steilheit der Abschaltflanke des Steuerimpulses und damit die Hochspannung zu regeln, ohne daß dabei die Hinaufflanke verändert wird.

Strahlstrom ebenfalls verringert, steigt die gesamte Anodenverlustleistung langsamer an als die Abschaltverluste.

In Tab. I sind die Meßwerte für eine sehr steile Regelung ( $R_1 = 200 \text{ k}\Omega$ ) und für eine noch ausreichende Regelung ( $R_1 = 600 \text{ k}\Omega$ ) zusammengestellt. Die Meßwerte gelten ohne die für die Heizung der Hochspannungsgleichrichterröhre, für die Konvergenz usw. benötigte Leistung. Es wurde der Zeilentransformator „ZT 67/9X“ (AEG-Telefunken) zugrunde gelegt; die Betriebsspannung betrug 320 V. Bei Verwendung der Zeilen-Endröhre PL 509 (Anodenverlustleistung 30 W) ist also ein Innenwiderstand der Hochspannungsquelle von etwa 600  $\text{k}\Omega$  zu erreichen.

Für die Messungen hat es sich als zweckmäßig erwiesen, nicht den Steuerimpuls direkt, sondern den Katodenstromverlauf der Zeilen-Endröhre zu betrachten. Vom Steuerimpuls (etwa 200  $V_{\text{eff}}$ ) werden nämlich nur rund 30  $V_{\text{eff}}$  zur Steuerung ausgenutzt; der Rest fällt in den Sperrbereich. Daher sind auch im Bild 2 der Katodenstromverlauf und der Anodenspannungsverlauf dargestellt. Man sieht deutlich, daß nicht die Steilheit der gesamten Abschaltflanke verändert wird, wie es zum Beispiel durch einen Katodenwiderstand der Impulsformerröhre erfolgt, sondern daß eine Treppe mit vom Strahlstrom abhängiger Länge entsteht. Es wird also nicht die Steilheit in jedem Punkt der Abschaltflanke geregelt, sondern die mittlere Steilheit. Im Bild 2 sind auch deutlich die

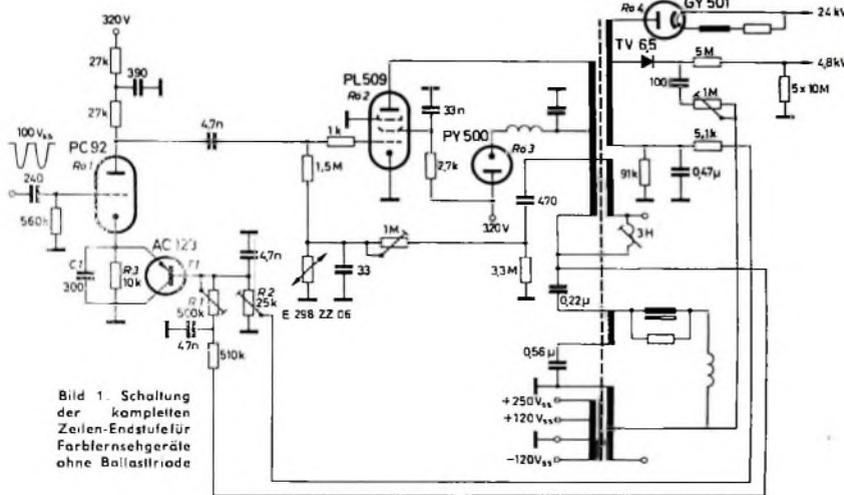


Bild 1. Schaltung der kompletten Zeilen-Endstufe für Farbfernsehgeräte ohne Ballasttriode

## 1. Wirkungsweise

Die Wirkungsweise der Schaltung beruht auf der Tatsache, daß der Spannungsanstieg an der Anode der Zeilen-Endröhre nach dem Ende des Zeilenhinlaufs außer von verschiedenen Konstanten des Zeilentransformators auch von der Steilheit der Abschaltflanke des Steuerimpulses abhängt. Bei geringer Steilheit dieser Flanke wird der Spannungsanstieg in der Zeilen-Endröhre gedämpft, und es tritt eine Verlängerung der Rücklaufzeit auf, wodurch sich die in der Endstufe erzeugte Hochspannung verringert. Diese Eigenschaft der Zeilenablenkschaltung kann zur Hochspannungsregelung ausgenutzt werden, wenn man die Steilheit der Abschaltflanke durch eine strahlstromabhängige Spannung nachregelt. Da die Steilheit der Abschaltflanke

## 2. Schaltungsbeschreibung

In der im Bild 1 angegebenen Schaltung wird als veränderbarer Katodenwiderstand der Impulsformerröhre  $R_0$  ein PNP-Transistor T1 verwendet, den eine negative Spannung steuert, die dem Absolutwert des Strahlstroms proportional ist. Da  $R_0$  mit ihren Außenwiderständen als Emitterwiderstand für den Transistor wirkt, weist diese Schaltung eine starke Gegenkopplung auf und ist daher sehr stabil.

Bei einer flachen Abschaltflanke entstehen natürlich zusätzliche Abschaltverluste an der Anode der Zeilen-Endröhre. Messungen haben gezeigt, daß diese Verluste merklich sind, wenn die Regelung für sehr hohe Strahlströme und kleine Innenwiderstände der Hochspannungsquelle ausgelegt wird. Da sich jedoch der während des Zeilenhinlaufs entstehende Anteil der Anodenverlustleistung mit abnehmendem

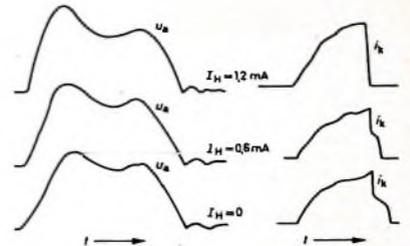


Bild 2. Verlauf von Anodenspannung  $u_a$  und Katodenstrom  $i_k$  der Zeilen-Endröhre bei drei Strahlströmen  $I_H$  (Zeitenmaßstab von  $u_a$  gegenüber  $i_k$  fünffach gedehnt)

Dipl.-Ing. Rudolf Schubert ist Entwicklungsingenieur bei AEG-Telefunken, Ulm.

Tab. I. Meßwerte für sehr steile ( $R_1 = 200 \text{ k}\Omega$ ) und noch ausreichende ( $R_1 = 600 \text{ k}\Omega$ ) Regelung

	$R_1 = 200 \text{ k}\Omega$		$R_1 = 600 \text{ k}\Omega$ (0 ... 1,2 mA)		
	$I_H = 0$	$I_H = 1,5 \text{ mA}$	$I_H = 0$	$I_H = 1,2 \text{ mA}$	$I_H = 1,5 \text{ mA}$
$U_{H1}$	25	24,7	25	24,3	23,7
$I_A$	210	255	100	228	250
$T_{\text{Rück}}$	13	12	13	12,2	11,0
$T_{\text{Absch}}$	3,5	0	2,7	0	0
$U_a \text{ Rest}$	80	80	80	80	80
$I_a \text{ Hin}$	16,8	20,3	15,2	18,2	20
$I_a \text{ Rück}$	17	0,3	13,4	0,3	0,3
$I_{\text{AV}}$	33,8	20,0	28,2	18,5	20,3
Amplitude	100	100,5	100	101	102
$I_{\text{res}}$	07	83	01	73	80

1) nur zusätzliche Abschaltzeit

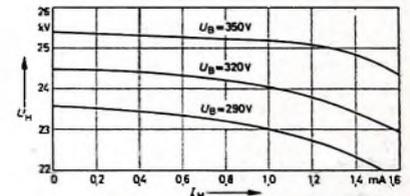


Bild 3. Hochspannung  $U_H$  in Abhängigkeit vom Strahlstrom  $I_H$  mit  $U_B$  als Parameter

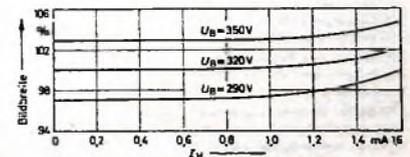


Bild 4. Bildbreite in Abhängigkeit vom Strahlstrom  $I_H$  mit  $U_B$  als Parameter

Rücklaufverlängerung bei längerer Schaltflanke und die Veränderung der 3-H-Abstimmung zu erkennen (die Abstimmintensität steigt mit wachsender Flankensteilheit).

Die Bilder 3 und 4 geben die Hochspannung  $U_H$  und die Bildbreite in Abhängigkeit vom Strahlstrom  $I_H$  mit der Betriebsspannung  $U_B$  als Parameter wieder, wäh-

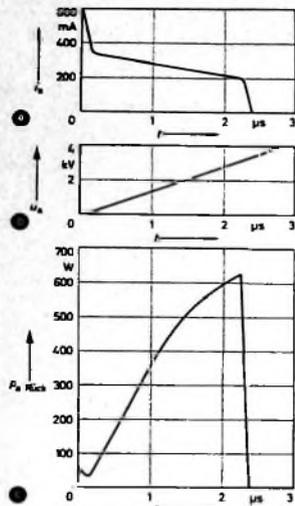


Bild 5. Ermittlung der Abschaltverluste: a) Abschaltflanke des Anodenstroms der Zeilen-Endröhre, b) Anstieg der Anodenspannung der Zeilen-Endröhre, c) Abschaltverluste der Zeilen-Endröhre

rend im Bild 5 die Ermittlung der Abschaltverluste während des Rücklaufs dargestellt ist.

Das 500-kOhm-Potentiometer  $R_1$  dient zur Einstellung des Arbeitspunktes beim Strahlstrom Null (Länge der Treppe, zum Beispiel 2,5  $\mu$ s), während man mit  $R_2$  den Regelbereich (zum Beispiel bei 1,2 mA Strahlstrom: Treppe gerade nicht mehr vorhanden) einstellt. Das RC-Glied  $R_3, C_1$ , das parallel zum Transistor liegt, bestimmt mit  $R_3$  die minimal mögliche Treppeinteilheit (unter Berücksichtigung der Störungen des Sperrwertstandes des Transistors) und mit  $C_1$  die Lage der Treppe auf der Abschaltflanke (bei hohen Strömen und niedrigen Anodenspannungen oder bei niedrigen Strömen und hohen Anodenspannungen).

Aus Bild 8 ist ersichtlich, daß die Erzeugung der Fokussierspannung aus dem Niederspannungsimpuls bei dieser Schaltung

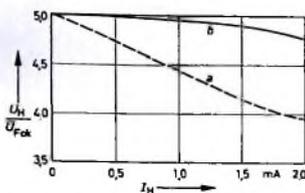


Bild 6. Verhältnis von Hochspannung  $U_H$  zu Fokussierspannung  $U_{Fok}$  in Abhängigkeit vom Strahlstrom  $I_H$ ; Erzeugung von  $U_{Fok}$  aus dem Niederspannungsimpuls (a) und aus dem Hochspannungsimpuls (b)

nicht zweckmäßig ist, da sich das Verhältnis  $U_H/U_{Fok}$  zu stark ändert (Kurve a). Gewinnt man diese Spannung jedoch (wie im Bild 1) aus der Anzapfung des Hochspannungswickels (Kurve b), so bleibt die Fokussierung bis zu hohen Strahlströmen einwandfrei.

### 3. Netzteil

Die Speisespannung von 320 V kann nach Bild 7 besonders einfach dadurch gewonnen werden, daß eine Wicklung des ohnehin im Gerät vorhandenen Heiztransformators auf die Netzspannung aufgesteckt wird (Autotransformator). Dadurch ist es möglich, mit einer Gleichrichterdiode und

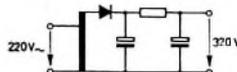


Bild 7. Erzeugung der Betriebsspannung durch Autotransformator

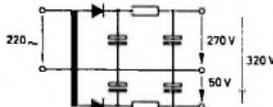


Bild 8. Erzeugung der Betriebsspannung durch Autotransformator und negative Gleichspannung

zwei normalen 350-V-Elektrolytkondensatoren auszukommen. Die dem Transformator dabei zusätzlich entnommene Leistung beträgt etwa 11,5 W (bei 270 V Gleichspannung aus dem Netz), so daß der Transformator nur geringfügig vergrößert werden muß.

Eine andere Möglichkeit besteht nach Bild 8 darin, daß eine negative Gleichspannung von etwa 50 V erzeugt wird. Mit dieser negativen Spannung werden dann die Katode der Zeilen-Endröhre und der Fußpunkt der VDR-Regelung verbunden. Außerdem kann man diese Spannung auch für transistorisierte Stufen verwenden.

## Leuchtschirmfehler bei Farbfernseh-Bildröhren

Bei Schwarz-Weiß-Bildröhren unter Umständen auftretende Schirmfehler sind nahezu ausschließlich durch Bläschen im Frontglas verursacht. Diese Fehlerart ist bei Farbfernseh-Bildröhren von untergeordneter Bedeutung. Dort treten hauptsächlich zwei Gruppen von Fehlern auf, die sich beide durch nicht leuchtende Bildpunkte bemerkbar machen.

Fehlende Farbpunkte können einmal dadurch entstehen, daß sich Leuchtstoff während der Fertigungsprozesse, die der Schirmbedeckung folgen, ablöst — oder daß lose Teilchen, die sich in der Röhre befinden und zum Beispiel durch die Erschütterungen beim Transport auf den Leuchtschirm fallen, einzelne Leuchtpunkte abdecken.

Die zweite Fehlergruppe wird ausschließlich durch lose Teilchen hervorgerufen, die auf die Lachmaske fallen und einzelne Löcher ganz oder teilweise schließen. Die Folge ist, daß das zugeordnete vorhandene Leuchtstofftripler nicht oder nur zum Teil durch die Elektronenstrahlen angeregt werden kann.

Beide Fehlergruppen sind, worauf Valva hinweist, in der Fertigung der Farbfernseh-Bildröhren begründet und in gewissem Umfang nicht zu vermeiden. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit entspricht es dem internationalen Qualitätsmaßstab, bis zu 15 fehlende Leuchtstoffpunkte bei einer Farbfernseh-Bildröhre zuzulassen, zumal diese Fehler aus dem normalen Betrachtungsabstand (mindestens fünffache Bildhöhe) nicht als störend empfunden werden.

## Persönliches

### W. Kreykenbohm 65 Jahre

Der Geschäftsführer des Verbandes der Berliner Elektroindustrie, Willi Kreykenbohm, wurde am 28. September 1967 65 Jahre. Bereits 1930 trat er in die Geschäftsführung des alten Zentralverbandes der Elektrotechnischen Industrie ein und wurde 1947 zum Geschäftsführer des Verbandes der Berliner Elektroindustrie berufen. Daneben übernahm er 1960 die Geschäftsführung der Landesstelle Berlin des ZVEI.

### E. A. Mootz 65 Jahre

Am 16. Oktober 1967 begeht E. A. Mootz, Mitglied der Geschäftsführung der Allgemeinen Deutschen Philips Industrie GmbH (Alldelphi), Hamburg, seinen 65. Geburtstag.

E. A. Mootz begann seine berufliche Laufbahn 1920 bei Philips in Eindhoven. Schon 1933 kam er nach Hamburg und trat in den Vorstand der C. H. F. Müller AG ein. In der Alldelphi übernahm er nach dem Kriege Aufgaben, die vor allem mit dem Wiederaufbau und der Neugründung von Fabriken (in Aachen, Berlin, Hamburg, Krefeld und Wetzlar) zusammenhingen.

### F. Rudert 60 Jahre



Am 17. September 1967

hat Dipl.-Ing. Frithjof Rudert, Entwicklungsgeschäftsführer der Fernseh GmbH, Darmstadt, das 60. Lebensjahr vollendet. Er ist einer der weit über die Grenzen Deutschlands hinaus bekanntesten

neuen denen die Fernsehtechnik wesentliche Impulse und Fortschritte verdankt. Nach Abschluß des Studiums an der Technischen Hochschule Dresden und anschließender Tätigkeit als Hilfsassistent bei Professor Barkhausen war er zunächst mehrere Jahre Entwicklungsingenieur bei Erich und Graetz. Nach seinem Eintritt als Entwicklungsingenieur in die damalige Fernseh AG (1936) war er maßgeblich an der Entwicklung des deutschen Einheitsfernsehempfängers beteiligt und übernahm während des Krieges die gesamte Hochfrequenzentwicklung seiner Firma. Nach dem Kriege zeichnete er bei Blaupunkt in Taubkirchen verantwortlich für die Entwicklung und Fertigung von Spezialmeß- und Röhrenprüfgeräten, und 1949 übernahm er mit der Fernseh GmbH nach Darmstadt. Als Leiter der Fertigung für Fernseh-Studiogeräte hatte er unter anderem auch Anteil an der Ausarbeitung der Deutschen Fernsehnorm. Entwicklungs- und Fertigungsleitung als Prukrist (1951), stellvertretender Technischer Geschäftsführer (1963) und schließlich seit 1966 Entwicklungsgeschäftsführer sind weitere Stationen seines beruflichen Werdeganges. Darüber hinaus hat er sein Wissen und seine Erfahrungen auch in den Dienst der Allgemeinheit gestellt. Erwähnt seien hier seine Mitarbeit in der EBU und in der Ad-hoc-Kommission für Farbe. Der Jubilar ist Gründungsmitglied der Fernseh-Technischen Gesellschaft und deren Vorstandsmittglied.

### Neuer Alldelphi-Geschäftsführer

P. J. M. Carati, Mitglied der Geschäftsführung der Allgemeinen Deutschen Philips Industrie GmbH (Alldelphi), Hamburg, ist vor kurzem aus dem Hause Philips ausgeschieden. Sein Nachfolger wurde Dr. J. Bosch, der vorher in gleicher Funktion bei der spanischen Philips-Organisation tätig war.

### Berliner Senat ehrt H. L. Stein

Der Senat der Stadt Berlin verlieh an Horst Ludwig Stein, den Leiter der Zentralen Werbung bei der Standard Elektrik Lorenz AG (SEL), Stuttgart, und Vorsitzenden des Ausstellungsausschusses der 25. Großen Deutschen Funkausstellung, in Würdigung seiner Verdienste um diese Veranstaltung eine Silberne Plakette. H. L. Stein ist rund zwei Jahrzehnte, davon seit zehn Jahren als Vorsitzender, im Ausstellungsausschuß der Funkausstellungen tätig. Außerdem arbeitet er ehrenamtlich in zahlreichen Gremien der Werbung, des Ausstellungswesens und der Presse.

# Begriffe und Benennungen in der Phontechnik

## Auflagekraft

s. Minipand

## Capstan-Antrieb

Bei einem Capstan-Antrieb wird die Tonwelle beim Tonbandgerät oder das Gummizwischenrad beim Plattenteller-Antrieb in direkter Kopplung vom Motor angetrieben. Es sind also keine Stufenscheiben oder Riementriebe zur Drehzahlumsetzung oder -umschaltung erforderlich. Hier spart man zwar einige (störanfällige) Bauteile, muß aber mit dem Antriebsmotor besonderen Aufwand treiben. Darum findet man den Capstan-Antrieb nur in professionellen oder Hi-Fi-Geräten. Der Antriebsmotor ist hier ein pulmschaltbarer Hysterese-Synchronmotor, der als Außenläufer ausgebildet ist und durch seine netzsynchron Drehzahl und sein hohes Schwungmoment besonders gute Gleichlaufesigenschaften aufweist. Bei Tonbandgeräten verbindet man zur Verbesserung des Gleichlaufs zusätzlich die Capstan-Welle noch mit einer exakt ausgeglichene Schwungmasse, die elastisch über ein Gummiankopplungsglied mit der Motorachse verbunden ist.

Beim Plattenspieler wird im Gegensatz dazu der schwere Teller als Schwungmasse ausgenutzt, und hier dient das Gummizwischenrad als mechanisches Entkopplungsglied.

Da die Drehzahl der Synchronmotoren nur von der — allerdings recht genauen — Netzfrequenz beeinflusst werden kann, läßt sich eine Drehzahlfeinregulierung hier nicht anbringen, und man muß daher die Toleranzen der Bauteile, die für die genaue Plattentellerdrehzahl verantwortlich sind, besonders eng halten.

## Compliance

Um die Kraft, die die Einspannung des Nadelträgers oder überhaupt der ganze innere Aufbau eines Tonabnehmersystems einer Auslenkung durch die Nadelführung in der Schallrinne entgegensetzt, als Qualitätsmerkmal für ein Tonabnehmersystem kennzeichnen zu können, wurde in früheren Veröffentlichungen über Tonabnehmersysteme die Rückstellkraft oder Auslenkhärte angegeben. Je größer die Kraft für einen bestimmten Auslenkungsweg war, um so härter war das System, und es mußte, daraus resultierend, mit einer entsprechend hohen Auflagekraft betrieben werden. Konstruktionsbedingt sind die Rückstellkräfte bei Kristall-Tonabnehmern größer als bei elektromagnetischen und elektrodynamischen Tonabnehmern. Während bei guten Kristallsystemen eine Rückstellkraft von 1...2 p/60 µm erreicht werden konnte, ist die Rückstellkraft moderner Magnetsysteme 0,5...1 p/60 µm und noch weniger. Das rührt eben daher, daß bei elektromagnetischen Systemen ausschließlich die Lagerreibung des meist einseitig eingespannten Nadelträgers überwunden werden muß, im Gegensatz zu den Kristallsystemen, bei denen zusätzlich auch nach die Kristallverbiegearbeit aufgebracht werden muß.

Neuerdings sind die Angaben der Rückstellkraft ersetzt worden durch Angaben eines Compliancewertes. Compliance heißt Nachgiebigkeit und ist begrifflich der Kehrwert der Rückstellkraft. Auch an diesem Wert sind lediglich Auslenkkraft und Auslenkung beteiligt, jedoch in physikalisch einwandfreier Definition. Für die Kraft wird Dyn und für den Weg Zentimeter eingesetzt. So ergibt sich bei-

spielsweise aus der Wertangabe  $\frac{2,3 \text{ p}}{60 \text{ µm}}$  einer Rückstellkraft eine Compliance von

$$\frac{60 \cdot 10^{-3} \text{ cm}}{981 \cdot 2,3 \text{ p}} = 2,66 \cdot 10^{-6} \frac{\text{cm}}{\text{dyn}}$$

Die Compliance wird um so größer, je geringer die Auslenkkraft je Auslenkungsweg ist. Je höher also der Zahlenwert der Compliance ist, um so hochwertiger ist im allgemeinen das System und um so geringer kann die betriebsmäßig zulässige Tonarmauflagekraft sein.

Moderne Stereo-Magnetsysteme weisen eine Compliance in der Größenordnung von etwa  $8 \cdot 10^{-6} \text{ cm/dyn}$  auf. Sie können dann nur noch mit Auflagekräften von etwa 1,5 bis 5 p störungsfrei betrieben werden. Um die Abtastung mit noch geringeren Auflagekräften durchführen zu können, muß die Compliance wesentlich über  $20 \cdot 10^{-6} \text{ cm/dyn}$  hinaus erhöht werden. Derartige Systeme können jedoch fast immer nur in den extra für sie konstruierten Tonarmen benutzt werden, da sie ganz außerordentlich geringe Tonarmlagerreibungen voraussetzen.

Bei Stereo-Systemen wird häufig für die drei generell möglichen Auslenkrichtungen jeweils ein Compliancewert angegeben oder auch nur für die vertikale und laterale Auslenkrichtung. Sie unterscheiden sich im wesentlichen nicht stark untereinander und sind im Vergleich zumindest als statisch gemessener Wert für den Endverbraucher ohne besondere Bedeutung.

## Dust Bug

Mit Dust Bug wird ein Gerät bezeichnet, das während des Schallplatten-Abspielvorganges mit einem tonarmähnlichen Arm, an dem ein kleines Bürstchen befestigt ist, über die Plattenrillen fährt. Dabei wird gleichzeitig (durch die exzentrisch nach innen laufenden Rillen) die Anordnung von außen nach innen geführt, wobei eine dahinter angebrachte Filzrolle, die mit einem Antistatikum präpariert ist, den ausgebürsteten Staub aufnimmt.

## Dynamik

Mit Dynamikbereich wird der Abstand zwischen größtem und kleinstem Pegel eines Schalleignisses bezeichnet. Will man zum Beispiel den ganzen Dynamikbereich eines Orchesterkonzertes auf Magnetband speichern oder direkt übertragen, dann muß der Aussteuerbereich der elektroakustischen Übertragungskette einen Abstand zwischen Nutz- und Störpegel aufweisen, der größer ist als der Dynamikbereich des gesamten Klangkörpers. Es ist also falsch anzunehmen, daß die oft in Verbindung mit Schallspeichergeräten genannte Dynamik, die meist auch nur für eine bestimmte Übertragungsfrequenz zutreffend ist und richtiger mit Fremdspannungsabstand bezeichnet werden muß, gleichzusetzen sei mit dem Dynamikbereich der Musikwiedergabe.

## Entzerrung

Zur optimalen Tonaufzeichnung auf Schallplatten und Tonband wird der im allgemeinen übliche gerade Frequenzgang, das heißt die für alle Frequenzen konstante NF-Spannung, nach genauen Normvorschriften im Pegel geändert, also einer linearen Verzerrung unterworfen. Die jeweilige NF-Spannung hat dann eine von

der Frequenz abhängige Größe erhalten. Damit entsteht ein Spannungsverlauf beziehungsweise entstehen Kennlinien, die meist unter der abkürzenden Bezeichnung des Normausschusses, der sie empfohlen hat, gekennzeichnet sind (zum Beispiel DIN, IEC, NAB, RIAA). Diese Kennlinien müssen für die Wiedergabe wieder rückgebildet, also entzerrt werden. Praktisch stellt also die Wiedergabe-Kennlinie die reziproke Aufnahme-Kennlinie dar. Häufig wird auch von der Schneid- und Wiedergabe-Kennlinie gesprochen. Sie werden durch die gleichen obigen Normbezeichnungen gekennzeichnet.

Beim Tonbandgerät wird die gewünschte Verdrehung und Entzerrung mit der Betriebsartenwahl automatisch im Aufnahme-Wiedergabe-Verstärker vorgenommen. Im Prinzip wäre es also hier gleichgültig, welche Entzerrung gewählt würde, sofern Aufnahme und Wiedergabe immer auf demselben Gerät stattfinden. Wegen der angestrebten Austauschmöglichkeit bespielter Bänder ist man jedoch gezwungen, die für die verschiedenen Bandgeschwindigkeiten genormten Entzerrungen beizubehalten.

In der Phontechnik sind bei den einzelnen Plattenfabrikaten keine detaillierten Angaben über Entzerrungen üblich. Im Prinzip sind auch hier die verschiedenen Kennlinien angenähert gleich und weichen für den Anspruch des Heimgeräte-Sektors nur unwesentlich voneinander ab. Bemerkbare Unterschiede in den Tonlagen lassen sich dann im allgemeinen durch kontinuierlich einstellbare Höhen- und Tiefenregler am Wiedergabeverstärker ausgleichen.

## Integriertes System

Ein sogenanntes integriertes System läßt sich nur in den speziell dafür entwickelten Tonarm einbauen. Tonarm und Abtastsystem bilden somit eine komplette Einheit und weisen — technisch gesehen — als optimal aufeinander angepaßte Kombination besonders günstige Abtasteigenschaften auf.

## Intermodulation

In vielen neuzeitlichen Veröffentlichungen und Datenblättern findet man bei den Definitionen der Wiedergabe-Verzerrungen den Begriff der Intermodulation.

Schon das Wort Intermodulation läßt erkennen, daß es sich um eine geräteinterne Modulation zwischen den übertragenen Tonfrequenzen in einer Wiedergabeanlage handelt. Da eine Modulation zwischen zwei — oder mehreren — Frequenzen nur an einer gekrümmten (nicht-linearen) Kennlinie entsteht, kann also das Maß der Nichtlinearität an den entstandenen Modulationsprodukten gemessen werden. Es entstehen zusätzliche Frequenzen, die mit ihrem mehr oder weniger starken Amplitudenanteil nicht mehr harmonisch zu den Grundtönen liegen und deshalb einen erheblichen akustischen Störeindruck hervorrufen.

Nun läßt sich leider eine praktische Meßmethode — ähnlich wie bei der Klirrfaktormessung — nicht mit einem musikalischen Klanggemisch durchführen, und man muß sich auf zwei Meßfrequenzen beschränken. Aus den dann im zu prüfenden Objekt, im Bereich der gekrümmten Kennlinie, entstehenden Summen- und Differenzfrequenzen wird — wegen der theoretisch unendlichen Bandbreite — über Filter ein bestimmter interessierender

Bereich ausgesiebt und mit den Grundtönen verglichen.

Bei wertmäßigen Angaben muß man unterscheiden zwischen dem Intermodulationsgrad und dem Intermodulationsfaktor. Während der meist angegebene Intermodulationsgrad 100% werden kann, beträgt der maximale Wert des Intermodulationsfaktors 30%.

Die Intermodulationsmessung ist international noch nicht einheitlich; deshalb ist es zur Zeit noch notwendig, zusätzlich die Meßfrequenzen und deren Amplitudenverhältnis anzugeben.

Während in den USA häufig mit 50 und 1000 Hz oder auch mit 120 und 8000 Hz gemessen wurde, hat man sich in Europa für die Prüfung von Abtastern weitgehend auf die Frequenzen 400 und 4000 Hz bei einem Schnelleunterschied von 4:1 (Meßplatte zum Beispiel DGG 99104) und für Verstärker auf 250 und 8000 Hz (Amplitudenverhältnis 4:1) festgelegt (DIN 45403).

Intermodulationsverzerrungen sind wertmäßig stets höher als Klirrfaktorengaben. Das ist rein theoretisch auch bedingt, da sich (für den Fall, daß bei den zur Intermodulationsmessung herangezogenen Frequenzen der Spitzenwert der Aussteuerung gleich ist dem bei der Klirrfaktormessung) für den quadratischen Intermodulationsfaktor das 3,2fache des quadratischen Klirrfaktors ergeben muß. Angaben von Intermodulationsfaktoren, die um 1% oder gar noch unter 1% liegen, sind daher mit Vorsicht zu betrachten. Die neue Qualitätsnorm DIN 45500 nennt für den zulässigen Wert bei Verstärkern den Klirrfaktor  $\leq 1\%$ , für den Intermodulationsfaktor  $\leq 3\%$ , bei Abtastern sogar  $\leq 6\%$ . Trotzdem sollte nicht so sehr der Prospektwert des Einzelbauteils, sondern die Kombination, in der es verwandt wird, bewertet werden.

### Keramiksyste

Durch Zufall fand man auf der Suche nach Materialien hoher Dielektrizitätskonstante beim Barium-Titanat (neuerdings auch bei Blei-Zirkonat) — ein polykristallines, sehr dichtes keramisches Material — den gleichen piezoelektrischen Effekt, wie ihn auch das bereits bekannte Selgnitrat aufweist. Dieses Keramikmaterial — auch unter der Bezeichnung Piezoxide (PXE) bekannt — hat jedoch den Piezoeffekt nicht von Natur aus; er wird durch Behandlung in einem starken elektrischen Feld bei besonderen Brennverfahren gewissermaßen „hineininduziert“. Nach dieser Bearbeitung kann aus dem so gewonnenen mechanisch-elektrischen Wandler ebenfalls ein Tonabnehmer hergestellt werden. Im Aufbau und der Funktion unterscheidet er sich nur unwesentlich von den Kristallsystemen. Keramiksysteme zeichnen sich bei hoher Empfindlichkeit besonders durch ihre kleinen Abmessungen, geringes Gewicht und weitgehende Unabhängigkeit von Temperatur- und Feuchtigkeitseinflüssen aus.

### Kompatibilität

Der Begriff Kompatibilität kennzeichnet grundsätzlich die „Verträglichkeit“ zweier Übertragungssysteme untereinander. Auf die Praxis der Stereo-Schallrillenaufzeichnung und -ablastung bezogen, können also die zugeführten und eingeschnittenen Stereo-Informationen (die das eine System darstellen) so vollwertig über ein zweites monophonisches System wiedergegeben werden, als wäre nur dieser monophonische Teil aufgezeichnet. Während eine Mono-Platte grundsätzlich immer mit einem Stereo-Tonabnehmer vollwertig abgetastet werden kann, bezog sich bislang die Nutzung der Schallplatten-Kompatibilität bei der Abtastung einer Stereo-Schallplatte zur monophonischen Wiedergabe auf die Bedingung der Verwendung eines Stereo-Tonabnehmers.

Durch die Erhöhung der Nachgiebigkeit monophonischer Abtaster wird diese Bedingung seitens der Schallplattenhersteller nun nicht mehr gestellt, so daß eine Stereo-Schallplatte praktisch mit jedem Tonabnehmersystem abgetastet werden kann.

### Lichtbandbreite

Betrachtet man die Schallplatte in schräg auffallendem, parallelem Licht (wobei es gleichgültig ist, ob es Tages- oder Kunstlicht ist), dann stellt man sehr leicht fest, daß sich das Licht auf der Schallplatte verschieden bricht. Manche Stellen weisen einen breiten, andere einen schmalen Lichtreflex auf. Die Breite  $L$  dieses Lichtbandes ist der Auslenkgeschwindigkeit  $v$  des Schneid- oder Abtaststiftes proportional; das heißt, an Stellen großer Lautstärke (aber auch bei hohen Frequenzen) wird das Lichtband breit, in der unmodulierten Leerrille schmal sein. Wenn man dieses Lichtband nun genau ausmißt, dann kann man — bei einer mit  $n$  Umdrehungen rotierenden Platte — die Auslenkgeschwindigkeit der Aufzeichnung feststellen. Die Auslenkgeschwindigkeit  $v$  bildet sich aus dem Produkt der Amplitude  $a$  und der Kreisfrequenz  $2 \cdot \pi \cdot f$ . Kennt man nun die aufgezeichnete Frequenz, dann kann aus folgender Beziehung die Amplitude errechnet werden:

$$a = \frac{L \cdot n}{2 \cdot f}$$

Wie aus der Formel zu ersehen ist, läßt sich das exakt nur bei Frequenzschallplatten durchführen, und tatsächlich messen nach diesem Verfahren die Schallplattenhersteller ihre Meß- und Prüfplatten, ohne dabei auf einen Abtastvorgang angewiesen zu sein.

Aber auch bei Musikschallplatten kann man schon bei optischer Betrachtung auf diese Art feststellen, ob eine gleichmäßige Lautstärke (Schlagerplatten) oder — wie es im allgemeinen bei klassischer Musik ist — eine große Dynamik (also unterschiedliche Lautstärke) vorliegt.

### Minipond

Hier handelt es sich um die Probleme der Tonarmauflagekraft. Man spricht heute nicht mehr von einem Auflagegewicht in Gramm (g), sondern von einer Auflagekraft in Pond (p). Die Festsetzung in dieser Form ist bei genauen physikalischen Überlegungen erforderlich, da das Gewicht eines Körpers von seiner Entfernung und Lage zum Erdmittelpunkt abhängt. Für Auflagekraftbestimmungen bei Tonarmen macht sich diese Abhängigkeit praktisch jedoch nicht bemerkbar, so daß man (ohne großen Fehler)  $1 \text{ p} = 1 \text{ g}$  setzen kann.

Um den speziellen mechanischen Aufbau eines elektromechanischen Wandlers zum Ansprechen zu bringen, muß ja aus der Schallrille heraus dem mechanischen Aufbau des Wandlers eine bestimmte Bewegungsenergie zugeführt werden. Diese Energie kann um so kleiner sein, je geringer die Rückstellkraft ist, die das Tonabnehmersystem einer mechanischen Auslenkung entgegensezt. Der mechanische Aufbau neuerlicher Systeme spricht bereits bei geringsten Auslenkkräften an.

Um diese unterschiedlichen Auslenkkräfte bei der Schallrillenablastung qualitativ wirksam werden zu lassen, muß das Tonarmauflagegewicht genau auf das „harte“ oder „weiche“ Tonabnehmersystem abgestimmt werden, da hierdurch bestimmt wird, mit welcher Kraft der Abtaststift auf die Schallrillen gedrückt wird. Es ist ersichtlich, daß „weiche“ Tonabnehmersysteme (also solche mit kleiner Rückstellkraft) mit geringerem Auflagegewicht arbeiten können und daher eine weitgehendere Platten schonung bewirken als „harte“ Systeme, die

die Flanken der Schallrillen bei erhöhtem Auflagegewicht naturgemäß weniger schonen.

Man kann also nicht einfach darangehen und die Auflagekraft seines Tonarmes verringern. Für diesen Zweck dürfen nur Systeme und Tonarme verwandt werden, die dafür konstruktiv entsprechend ausgebildet sind. Je geringer die vom System her noch zulässige Tonarmauflagekraft sein kann, um so entscheidender gehen die Qualitäten der Tonarm-lagerungen ein. Es ist auch hierdurch der Tonarmauflagekraft eine Grenze gesetzt, denn Lagerreibungen in horizontaler und vertikaler Richtung können — auch mit dem besten Präzisionserzeugnis — nicht ganz verhütet werden. Also: Bei geringen Tonarmauflagekräften gehören Tonarm und System entwicklungsmäßig zusammen, und es kann manche Enttäuschung vermieden werden, wenn man die nachträgliche Bestückung eines älteren Laufwerkes mit einem modernen Tonabnehmersystem möglichst vermeidet.

Bei der Abtastung monauraler Mikroplatten wurde die Tonarmauflagekraft von etwa 25 p (bei der Normalrillen-Abtastung) bereits auf 8–10 p verringert. Für Stereo-Rillen war diese Auflagekraft immer noch zu hoch, so daß sie mit der Einführung der NF-Stereophonie auf etwa 6 p verringert werden mußte. Wollte man mit der Auflagekraft noch weiter heruntergehen (etwa 1–3 p), ließe sich das nur noch mit Systemen hoher Nachgiebigkeit (also vorzugsweise elektromagnetischen Ausführungen) vornehmen.

Wenn also von Minipond — oder von Minipond-technik — die Rede ist, meint man ganz allgemein eine Abspielechnik mit geringer Tonarmauflagekraft, wobei allerdings offen gelassen ist, ob sie zum Beispiel bei 3 oder 5 p beginnt oder erst bei 1 p (was sehr viel richtiger wäre!).

### Phono-Komponenten

Als Phono-Komponenten werden elektromechanische Baugruppen bezeichnet, die in sich zwar abgeschlossene Geräte darstellen, wie zum Beispiel Plattenspieler, Verstärker, Lautsprecher usw., aber als getrennte Bauteile ausschließlich für eine Kombination elektrisch und in der Form aufeinander abgestimmt sind. Derartige Komponenten können zu einer Musikwiedergabeanlage nach eigenen Wünschen betreffend der Ausstattung und der technischen Leistung sowie der räumlichen Aufstellung im Wohnraum zusammengestellt werden. Die technischen Daten der Komponenten (Spannungen und Impedanzen der Ein- und Ausgänge) sind heute weitgehend durch Normen oder Empfehlungen festgelegt. Es lassen sich deshalb — wenn man will — in gewissem Rahmen ohne weiteres verschiedene Fabrikate kombinieren, sofern man darauf achtet, daß die gleichen Anschluß(Steck-)Verbindungen vorhanden sind.

Die Komponenten können je nach den Ansprüchen in mehreren qualitativ unterschiedlichen Ausführungen bezogen werden, jedoch sollten sie in der Qualität aufeinander abgestimmt sein. Das heißt natürlich nicht, daß — wenn man in der Qualität etwas mehr Aufwand treiben will — immer nur eine gleichzeitige Anschaffung hochwertiger Komponenten erforderlich ist. Es kann hier dem Interessen weitgehend überlassen bleiben, welche der Komponenten er sich als Grundstein einer Hi-Fi-Anlage zuerst anschaffen möchte und welche vorhandenen Apparaturen zunächst mit verwandt werden sollen. Es wäre allerdings falsch, eine vorhandene, qualitativ beschränkte Anlage zunächst mit guten Lautsprechern auszustatten. Sie würden die Mängel der Apparatur erst aufdecken und kaum eine dem finanziellen Aufwand entsprechende Verbesserung

bewirken. Die Anschaffung eines Hi-Fi-Lautwerkes mit Magnetsystem wird jedoch meist eine Verbesserung der Wiedergabe bringen, die jedoch dann von der Verstärker- und Lautsprecher-Apparatur in Grenzen gehalten wird. Also scheint es zunächst zweckmäßig, einen guten Verstärker auszuwählen, damit dann die Qualität der angeschlossenen Tonfrequenz-Spannungsquellen optimal bewertet und gegebenenfalls ausgesucht werden kann.

Die Spannungen dieser Quellen (Tonabnehmer, Tonband oder Rundfunk-Tuner) können über flexible Steckverbindungen dem Verstärker zugeführt werden. Er bildet dann gewissermaßen das Herzstück der Anlage, wobei es im Falle eines Stereo-Verstärkers gleichgültig ist, ob vom Plattenspieler, Radio, Tonband oder Mikrolon eine Mono- oder Stereo-Information zugeführt wird. Durch den Stereo-Mono-Schalter am Verstärker kann auch eine Mono-Information auf beide Kanäle verteilt werden. Die Betriebsartumschaltung sowie sämtliche Regelvorgänge (außer der Senderabstimmung am Tuner) werden an diesem Verstärker vollzogen. Dadurch ergibt sich eine einfache übersichtliche Bedienbarkeit der Anlage. Das Zusammenschalten oder das Auswechseln der einzelnen Komponenten kann werkzeuglos über die mitgelieferten Verbindungskabel durchgeführt werden. Durch Wahl geeigneter Kabellängen besteht bezüglich der räumlichen Verteilung der Komponenten weitgehende Freiheit. Sofern die Geräte mit Netzspannung versorgt werden müssen, erfolgt das im allgemeinen über eigene Netzkabel unabhängig voneinander. Es gibt auch Abspielgeräte und Verstärker, bei denen der Netzanschluß nach an Steckdosen herausgeschleift ist, so daß man die anderen Komponenten hieran anschließen kann. Besonders bei transistorisierten Geräten ist dann die Gesamtanlage salarot betriebsbereit.

### Pinching

Mit Pinching kennzeichnet man das unerwünschte Hochgleiten der Abtastnadel an den Rillenflanken, das insbesondere an der Stelle der Schallrinne entsteht, wo der Abtaststift sehr kurzen, hochausgesteuerten Wellenlängen folgen soll. Der Pinchingeffekt ruft, vor allem in den Höhenlagen, eine hörbare Verzerrung der Original-Abtastgeometrie hervor. Sie kann durch einen elliptischen Abtaststift weitgehend verhütet werden.

Bisher wurden Abtaststifte kegelförmig angeschliffen, wobei der kegelförmige Abrundungsradius an der Kegelspitze für Normalrillenabtastung etwa 60 µm, für Mikrorillen 25 µm und für Stereorrillen etwa 15-18 µm beträgt. Mit den neuen elliptischen Abtaststiften versucht man, sich der — beim Schallplatten-schnitt angewandten keilförmigen — Stichelgeometrie zu nähern. Die längere Achse der Ellipse steht dann rechtwinklig zur Rillentangente. Die beiden kleinen Abrundungsradien ( $r = 5-8 \mu\text{m}$ ) sorgen dann für den guten Kontakt zu den Rillenflanken. Es ist einleuchtend, daß gerade bei hohen Frequenzen (also einem sehr steilen Nulldurchgangswinkel) die Abtastung wesentlich besser erfolgen kann als bei einem kegelförmigen Abtaststift mit dem kleinstmöglichen Radius von 15 µm. Die Gefahr, daß bei einem derartigen feinen Abrundungsradius an der Abtastspitze eine Beschädigung durch Schlag oder Stoß beziehungsweise Berührung des Rillenbodens heraufbeschworen wird, ist unbegründet, da durch den größeren Abrundungsradius ( $r = 20$  bis  $23 \mu\text{m}$ ) dem Abtaststift immer noch eine ausreichende Festigkeit verliehen beziehungsweise das Absinken auf den Rillengrund verhindert wird.

Die Abnutzung an den kleinen Radien könnte allerdings schneller voranstellen gehen als bei

einer kegelförmigen Nadel. Hierüber müßten praktische Versuche Auskunft geben können, die jedoch zur Zeit seitens der Industrie noch nicht veröffentlicht wurden. Grundsätzlich stellt jedoch der elliptische Abtaststift eine weitere Möglichkeit dar, die Abtastverzerrungen zu verringern und damit die Qualität der Wiedergabe zu verbessern, wenn es dem Praktiker auch einleuchten muß, daß durch eine — auch nur leichte — Verdrehung der beiden Achsen (entweder bereits bei der Montage der Nadel in die Zunge oder beim Einsetzen des Tonabnehmersystems in den Tonarm) eine erhebliche Zunahme von Abtastverzerrungen gerade bei zweikanaligen Aufzeichnungen erfolgen kann.

### Präsenz

Die Bevorzugung eines bestimmten Klangbereiches der Übertragung gibt der akustischen Wiedergabe eine sogenannte Präsenz. Während im Tonstudio der Tonmeister durch entsprechenden apparativen Aufwand in der Lage ist, eine Präsenz beliebig auf den Übertragungsbereich zu verteilen, um eventuell eine verschwommene Instrumentengruppe besser zu „präsentieren“, ist diese Möglichkeit bei guten Hi-Fi-Verstärkern nur im mittleren Frequenzbereich (1-3 kHz) durch eine Präsenztaste üblich.

In der Praxis der Tonstudio- und Hi-Fi-Anlagen sind Präsenzkorrekturen auch bei Lautsprecherkombinationen möglich.

### Ringig

Je kürzer die Einschwingzeit eines Verstärkers ist, um so höher liegt praktisch die obere Frequenzgrenze und um so unverzerrter wird das Programmmaterial, das sich zumindest bei der Musikübertragung aus sehr komplizierten Kurvenformen zusammensetzt, wiedergegeben. In der modernen Verstärkermeßtechnik prüft man deshalb mit Rechteckschwingungen und kontrolliert an den Kurvenformverzerrungen das Verhalten des Verstärkers. Überlagert sich dem Dach oder der Dachschräge des übertragenden Rechtecks ein hochfrequenter abklingender Wellenzug, dann hat der Frequenzgang des Prüflings entweder eine starke Höhenanhebung oder Resonanz oder er verläuft geradlinig und fällt plötzlich ab. Ein symmetrisch abklingender Einschwingvorgang (englisch „ringing“), bezogen auf die halbe Schwingungsdauer nach oben und nach unten, läßt erkennen, daß das Prüfobjekt frei von Phasenverzerrungen ist. Bei nichtlinearen Verzerrungen sind die Einschwingvorgänge auf beiden Seiten der Rechteckschwingung verschieden groß. Das bedeutet, daß im Verstärker entweder der Arbeitspunkt verkehrt gewählt ist oder der Verstärker übersteuert wird. Aber auch durch Lautsprecher kann ein ringig entstehen. Die Rückstellkraft der Lautsprechermembrane wird bei Baßlautsprechern besonders klein gehalten, damit die für die Schallabstrahlung bei tiefen Frequenzen erforderlichen großen Bewegungsamplituden auftreten können. Wird ein weich eingespannter Lautsprecher übersteuert und ist er nicht gleichzeitig über den dynamischen Innenwiderstand des Verstärkers stark gedämpft, dann kann er das gleiche störende Überspringen bewirken.

### Rumpeln

Je höher die Empfindlichkeit des Tonabnehmersystems und der Wiedergabeanlage im tiefen Frequenzbereich ist, um so deutlicher und unangenehmer machen sich bei der elektroakustischen Wiedergabe Störungen des Lautwerkes bemerkbar. Diese Störungen entstehen als Folge unzulässiger Relativbewegungen zwischen Lautwerk und der Abtastspitze des Tonabnehmersystems. Sie setzen sich aus tiefen

und mittleren Störschwingungen zusammen, die im Lautsprecher als Poltern oder Rumpeln hörbar werden. Durch die in Hi-Fi-Anlagen eingesetzten tiefabgestimmten Lautsprecherkombinationen und den sehr tief liegenden Resonanzbereich von Abtaster und Tonarm werden die Rumpelstörungen besonders deutlich bei gering ausgereicherten (klassischen) Schallplatten wiedergegeben. Auch die im nicht mehr wahrnehmbaren tiefen Frequenzbereich liegenden Rumpelstörungen können durchaus noch eine Beeinträchtigung der Wiedergabe hervorrufen. Störender als die impulsartig auftretenden tiefsten Rumpelgeräusche, die meistens als Folge geringster Bauteileigenschwingungen entstehen, wirken sich die in der Tonhöhe fast konstanten Vibrationen des Motors oder der von diesem angeregten Bauteile mit der Grund- oder einer Oberwelle der Netzfrequenz aus. Damit sie auch bei hochwertigen Anlagen mit guten Tieftonlautsprechern praktisch unhörbar bleiben, sollte nach den neuesten DIN-Normen für Hi-Fi-Geräte ein Mindestgeräuschspannungsabstand von 55 dB angestrebt werden.

### Schwingmasse

Mit Schwingmasse eines Tonabnehmers wird die bewegte Masse des Nadelträgers (Zunge) einschließlich der Abtastnadel bezeichnet. Sie wird in Milligramm (mg), bezogen auf die Abtastspitze, angegeben und liegt bei hochwertigen Systemen im Bereich 0,6-3 mg.

Da jede nachgiebig angebrachte Masse bei  $\omega_0^2 = 1/m \cdot C$  in Resonanz gerät, muß für eine resonanzfreie Wiedergabe im Bereich hoher Frequenzen die Schwingmasse klein gehalten werden (laut DIN 45500  $\leq 2$  mg).

Die Nachgiebigkeit C (s. Compliance) kann einerseits gebildet werden durch die Einspannung des Nadelträgers, andererseits durch die Elastizität der Plattenmasse. Da die Einspannung des Nadelträgers bei modernen Abtastern sehr weich ist (großes C), liegt eine abschließlich systembedingte Resonanz (trotz der verhältnismäßig geringen schwingenden Masse) im mittleren Frequenzbereich zwischen 0,5 und 1,5 kHz. Wegen der bei guten Abtastern meist erheblichen Dämpfung (Wirkwiderstand der Einspannung) fällt sie jedoch im Frequenzgang kaum auf. Im oberen Übertragungsbereich (8-14 kHz) ist allerdings bei fast allen Systemen eine mehr oder weniger stark gedämpfte Resonanzüberhöhung zu erkennen. Sie entsteht durch das Zusammenwirken der auf die Nadelspitze bezogenen Schwingmasse mit der Plattenelastizität. Oberhalb dieser „Plattenresonanz“ sinkt die Amplitude und damit die Empfindlichkeit des Abtasters auf Null ab. Diese aus den dynamischen Bedingungen bei der Abtastung hervorgerufene Resonanz darf nicht verwechselt werden mit der elektrischen Resonanz magnetischer oder dynamischer Tonabnehmersysteme. Diese bildet sich durch das Zusammenwirken elektrischer Blindwiderstände des Systems und der Anschlußleitungen. Sie ist meistens sogar erwünscht, da bei optimaler Dämpfung (mit dem vom Systemsteller empfohlenen Abschlußwiderstand) eine Erweiterung des oberen Übertragungsbereiches erreicht werden kann.

Einen erheblichen Einfluß übt die Größe der Schwingmasse auf die minimal mögliche Tonarmauflagekraft aus. Bei hohen Frequenzen entstehen Beschleunigungskräfte an der Abtastnadel, die gemäß der Beziehung  $K = m \cdot b$  direkt proportional der Schwingmasse sind, der Tonarmauflagekraft zeitweise entgegenwirken und den erforderlichen Nadel-Rillen-Kontakt nachteilig beeinflussen. Da die Tonarmauflagekraft demnach um so geringer sein kann, je geringer die Schwingmasse des Nadelträgers ist, kann man erwarten, daß die Schallplattenabnutzung bei Verwendung eines

Abtasters mit geringer Schwingmasse ebenfalls gering ist.

### Skating — Antiskating

Die Skatingkraft (Skating = Gleiten) versucht, im Abspielbetrieb einen Tonarm zum Plattenzentrum zu ziehen. Man erkennt das, wenn man den Tonarm auf eine nicht mit Rillen versehene Stelle der Platte absetzt. Da er jedoch im Spielbetrieb über den Abtaststift in der Schallrinne gehalten wird, verzieht sich der Nadelträger lediglich in eine zur Längsachse des Abtastsystems unsymmetrische Lage. Das ordnungsgemäße Arbeiten des Abtastsystems wird beeinträchtigt und die innere Rillenflanke der Schallplatte durch eine zusätzliche Kraftkomponente belastet. Gerade bei Stereo-Abtastsystemen, die man auf Grund ihrer hohen Nachgiebigkeit mit geringen Auflagekräften betreiben kann, wirkt sich diese ungleiche Flankenbelastung durch deutlich wahrnehmbare Verzerrungen im rechten Kanal aus; an der rechten (also äußeren) Rillenflanke geht infolge Verschiebung der Wirkungslinie der Auflagekraft nach innen der gute Kontakt zwischen Abtastnadel und Rillenwand besonders bei hohen Aussteuerungen verloren. Sehr unangenehm wirkt sich die Skatingkraft auch bei Wechsellern und automatischen Spielern aus, wenn der sich absetzende Tonarm nicht sofort von den Einlaufrillen aufgelassen wird und die Abtastnadel über die ersten Rillen der Platte rutscht.

Um die dadurch hervorgerufenen Beeinträchtigungen einer gleichmäßigen und verzerrungsfreien Stereo-Wiedergabe zu verhüten, muß am Tonarm eine Antiskatingkraft erzeugt werden, die die Skatingkraft nach Größe und Richtung vollwertig kompensiert. Das kann entweder durch Gegengewichte oder Federn vollzogen werden, die dem Tonarm ein der Skatingkraft entgegenwirkendes Antiskatingmoment vermitteln. Die Größe der Skatingkraft steigt proportional mit der Tonarmlaufkraft, also muß die Antiskatingkraft ebenfalls proportional mit der Auflagekraft einstellbar sein.

Eine exakte Kompensation läßt sich leider nur mit einer Platte, die eine völlig plane Oberfläche aufweist, nachweisen. Der Tonarm darf dann bei jeder eingestellten Auflagekraft an keiner Stelle der Platten weder nach innen (Kompensation zu gering) noch nach außen (Überkompensation) gezogen werden.

Allerdings spielt dabei die Lagerreibung des Tonarms für die horizontale Bewegungsrichtung eine entscheidende Rolle. Ist die Lagerreibung zu groß, dann wird schon durch die Auswirkung der Skatingkraft verhindert, obwohl dieser Tonarm dann auch nicht für den Einbau hochnachgiebiger Tonabnehmersysteme geeignet ist. Eine Antiskating-Einrichtung ist darum gerade an den Tonarmen erforderlich, die auf Grund ihrer geringen Masse und Lagerreibung zur Verwendung bester Tonabnehmer geeignet sind.

Praktische Messungen haben ergeben, daß die minimal mögliche Auflagekraft nicht ausschließlich von der Nachgiebigkeit des Tonabnehmersystems abhängig ist, sondern erheblich von den auftretenden Beschleunigungskräften an der Nadelspitze bestimmt wird, wobei stets der rechte Kanal ausschlaggebend ist. Wird die rechte Rillenflanke nicht durch die Skatingkraft zusätzlich beeinflusst, ist also eine Antiskating-Vorrichtung vorhanden, dann kann die Auflagekraft um weitere 10...15% verringert werden.

### Tracking Angle

Spurwinkel könnte es übersetzt heißen. Damit wird der Winkel gekennzeichnet, unter dem der Nadelträger im Betriebszustand bei opti-

maler Tonarmlaufkraft aus dem System herausragt. Gerade bei Stereo-Platten, die ja durch die 45°-Flankenschrift auch eine Tiefenmodulation aufweisen, ist dieser Winkel sehr wichtig.

Eine Differenz zwischen vertikalem Schneid- und Abtastwinkel kann keine optimalen Verhältnisse bei der Wiedergabe ergeben, da wegen der konstruktiv gebundenen Unterschiede zwischen Schneid- und Abtastsystem immer eine Verzerrung der eingeschnittenen Kurvenformen beim Abtasten auftreten muß. Deshalb man bei neuen Tonabnehmersystemen einen genormten vertikalen Abtastwinkel von 15 Grad eingeführt und lastet damit unter dem gleichen Winkel ab, mit dem die führenden Schallplattenfirmen ihre Platten schneiden. Dann muß die empfohlene Tonarmlaufkraft allerdings auch sehr genau eingehalten werden, da beispielsweise bei einer zu hohen Auflagekraft der Nadelträger zu stark durchgedrückt wird und damit wieder eine Winkeldifferenz bewirkt.

### Tracking Error

Beim Schallplattenschnitt wird die Schneid- und Abtastwinkel radial auf den Schallplattenmittelpunkt zugeführt. Daß das bei der Abtastung nicht ebenfalls möglich ist, liegt an der grundsätzlichen Art, den Tonarm an einem festen Lagerpunkt außerhalb des Plattentellerbereiches drehbar anzuordnen. Da dann jedoch die Abtastspitze bei der Führung über den Plattenspiegel einen Kreisbogen beschreibt, läuft die Längsachse des Abtastsystems nicht überall parallel mit der Rillentangente, sondern durchläuft verschieden große Winkelabweichungen. Diese Winkelabweichungen — die als Spurfehler (Tracking Error) bezeichnet werden — sind der Anlaß zu akustisch wahrnehmbaren Verzerrungen sowohl bei der Mono-Schallplatte als auch vor allem bei der Stereo-Schallplatte, die ja auf beiden Rillenflanken eine unterschiedliche Information aufweist. Hier wirken sich dann zu große Fehlwinkel (besonders im oberen Bereich der zu übertragenden Tonfrequenzen) nachteilig aus. Durch die Abwinkelung des Tonarms erreicht man, daß der Abtastwinkelfehler klein bleibt. In technischen Berichten wird der Fehlwinkel häufig in %/cm angegeben. Das bedeutet, daß bei einer abzutastenden Rinne mit dem Radius  $r$  die Angabe %/cm mit  $r$  multipliziert werden muß, um den gerade vorliegenden Fehlwinkel der Abtastung zu erhalten. Diese Angabe ist bei abgewinkelten Tonarmen jedoch nicht korrekt, da der Verlauf des Fehlwinkels in Abhängigkeit des Rillendurchmessers keine Gerade darstellt, sondern außen mit einem negativen Maximalwert beginnt, bei einem mittleren Radius durch Null geht, einen mittleren positiven Wert erreicht und dann zum Platteninneren hin wieder in Richtung Null beziehungsweise in den negativen Fehlwinkelbereich übergeht.

Wird ein Laufwerk mit einem separaten Tonarm kombiniert, dann darf der Drehpunkt (das heißt der Lagerpunkt des Tonarms) nicht an eine beliebige Stelle gesetzt werden. Er muß vielmehr für einen optimalen Fehlwinkelverlauf genau an die Stelle gesetzt werden, die der Tonarmhersteller angibt. Damit auch bei Austausch des Tonabnehmersystems keine Änderung des Fehlwinkelverlaufs auftritt, muß im Tonkopf des Tonarms die Möglichkeit bestehen, die durch die andere Konstruktion des Systems entstandene Längenänderung auszugleichen.

### Turntable

Mit Turntable bezeichnet man ein Phono-Laufwerk, das lediglich aus Antriebsmotor, Platine

und Plattenteller besteht. Diese Kombination ist im Interesse eines guten Gleichlaufs  $\leq 0,1\%$  und eines guten Störspannungsabstandes (Rumpeln)  $\geq 60$  dB meistens sehr aufwendig konstruiert und wird im allgemeinen ohne Tonarm geliefert. Für diesen ist jedoch rechts vom Laufwerk ein Montageplatz vorgesehen. Laufwerksteuerungen (etwa das automatische Abschalten) kann der nachträglich montierte Tonarm nicht durchführen; er selbst und der Laufwerknetzschalter müssen immer von Hand betätigt werden.

### Übertragungsfaktor

Der Übertragungsfaktor eines Tonabnehmersystems — häufig auch als seine Empfindlichkeit bezeichnet — wird definiert durch den Quotienten aus der vom System abgegebenen Spannung in mV und der Auslenkgeschwindigkeit (Schnelle) der Abtastnadel in cm/s; er hat also die Dimension

$$\frac{\text{mV}}{\text{cm/s}} = \frac{\text{mV} \cdot \text{s}}{\text{cm}}$$

Die Bezugsfrequenz für diese Angabe soll 1 kHz betragen.

Je größer der Übertragungsfaktor ist, um so empfindlicher ist das Abtastsystem.

Mittelwerte des Übertragungsfaktors sind:

Kristallsysteme	60...100	$\frac{\text{mV} \cdot \text{s}}{\text{cm}}$
magnetische Systeme	0,8...1,2	$\frac{\text{mV} \cdot \text{s}}{\text{cm}}$
dynamische Systeme	0,05...0,1	$\frac{\text{mV} \cdot \text{s}}{\text{cm}}$

Die vom Tonabnehmersystem maximal erzeugte Spannung wird bei Vollaussteuerung (Mono etwa 12 cm/s; Stereo etwa 8 cm/s) erreicht und errechnet sich in mV aus

$$U_{\text{max}} = \text{Übertragungsfaktor} \times \text{Schnelle}$$

$$\left( \frac{\text{mV} \cdot \text{s}}{\text{cm}} \times \frac{\text{cm}}{\text{s}} = \text{mV} \right)$$

(Schluß folgt)

## INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

bringt im Oktoberheft 1967 unter anderem folgende Beiträge:

- Impulsverstärker mit gegengekoppelten Doppelstufen
- Ein neues Spaltprüfband mit Oktavrauschen
- Optimale Verwendung von analogen integrierten Schaltungen
- 150-MHz-Breitbandverstärker mit geringem Störfaktor
- Eine selbständige, geregelte Hochspannungsschaltung mit Halbleiterbauelementen für Farbfernsehempfänger
- Modulation und Demodulation des Laserlichts
- 12. Internationale Tagung der Elektrotechniker in Berlin
- Elektronik in aller Welt · Angewandte Elektronik · Persönliches · Neue Erzeugnisse · Industriedruckschriften · Kurznachrichten

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

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

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH  
Berlin-Borsigwalde, Postanschrift: 1 Berlin 52

# Hochwertige Lautsprecherkombination mit gefaltetem Exponentialhorn

DK 621.395 623.7

In einer früher veröffentlichten Arbeit<sup>1)</sup> hatte der Autor die theoretischen Voraussetzungen der Schallabstrahlung, insbesondere mit einem Exponentialhorn behandelt. In der folgenden Arbeit sind Einzelheiten über den Aufbau einer Lautsprecherkombination mit gefaltetem Exponentialhorn und deren Eigenschaften behandelt.

## 1. Gefaltetes Horn

Damit ein Horn mit einer Grenzfrequenz zwischen 40 Hz und 50 Hz in einem üblichen Abhörraum (Wohnzimmer, Tonregie) aufgestellt werden kann, muß es aus ästhetischen und Platzgründen gefaltet werden. Das ist leider nicht möglich, ohne daß sich seine Eigenschaften verschlechtern: Ein gefaltetes Horn eignet sich nur für die Wiedergabe eines begrenzten Frequenzbandes über der Grenzfrequenz, da bei hohen Frequenzen starke lineare Verzerrungen auftreten. Dieser Nachteil spielt in einer entsprechend bemessenen Kombination keine große Rolle. Bei der vorgesehenen Art der Faltung ist ferner der Mittelwert des Strahlungswiderstandes nicht frequenzunabhängig wie beim ungefalteten Horn, sondern er wird mit zunehmender Frequenz größer. Damit die akustische „Belastung“ der Membran des eingebauten Lautsprechers bei allen Frequenzen ungefähr gleich ist, muß das Verhältnis von Membranfläche zur Anfangsöffnung des Horns mit zunehmender Frequenz größer werden. Praktisch wird dies durch ein konisches Anpassungsstück zwischen Lautsprecher und Horn verwirklicht, dessen lautspre-

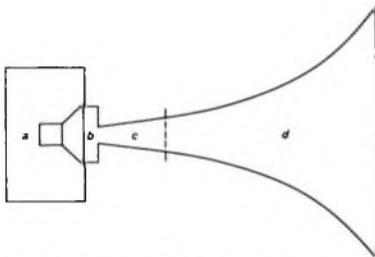


Bild 1. Querschnitt durch ein Tieftonhorn: a geschlossenese Gehäuse, b akustischer Tiefpaß, c konisches Anpassungsstück, d Exponentialhorn

cherseitiger Querschnitt optimal für die höchste abstrahlende Frequenz dimensioniert wird.

Der Querschnitt einer solchen Anordnung, bestehend aus dem geschlossenen Gehäuse a, einem akustischen Tiefpaß b, dem konischen Anpassungsstück c und dem Exponentialhorn d, ist im Bild 1 zu sehen (ungefaltet gezeichnet). Der akustische Tiefpaß begrenzt den Abstrahlbereich nach oben hin bei etwa 600 Hz.

## 2. Praktischer Aufbau eines gefalteten Horns

### 2.1 Anforderungen an den Lautsprecher

Die Reaktanz der Luftmasse im Horn muß durch die Steife des Luftpolsters im ge-

<sup>1)</sup> Jecklin, J.: Zur Bemessung hochwertiger Lautsprecherkombinationen. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 16, S. 591-592

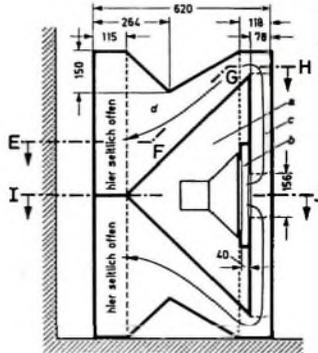


Bild 2a. Gefaltetes Horn, Schnitt A—B (s. Bild 4); einige im Schnitt sichtbare Holzkanten sind nicht ausgezogen, sondern gestrichelt gezeichnet, damit sie hier im Bild nicht wie Trennwände wirken (die Bezeichnungen a, b, c und d entsprechen den Teilstücken des Tieftonhorns nach Bild 1)

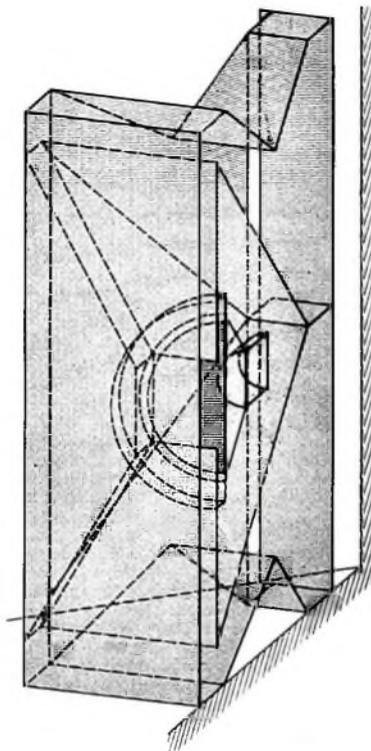


Bild 2b. Perspektivische Schnittzeichnung des gefalteten Horns

schlossenen Gehäuse und die Steife der Membraneinspannung kompensiert werden. Die Steife der Einspannung verändert sich aber wegen der während des Betriebs auftretenden mechanischen Beanspruchung der Zentriermembran. Die Steife der Membraneinspannung kann jedoch gegenüber der des Luftpolsters vernachlässigt werden, wenn ein Lautsprecher mit sehr

Bild 3. Schnitt C—D (s. Bild 4)

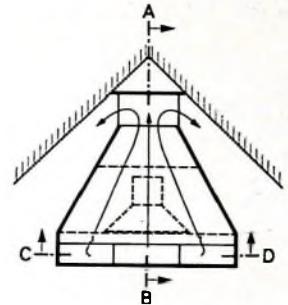
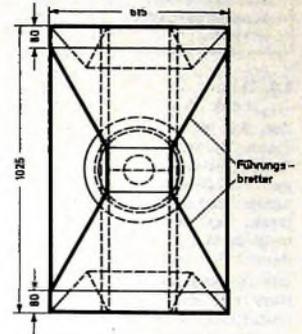


Bild 4. Schnitt E—H (s. Bild 2b)

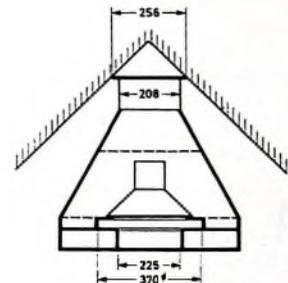


Bild 5. Schnitt I—J (s. Bild 2b)

weich aufgehängter Membran und tiefliegender Eigenfrequenz eingebaut wird. Ferner sollten im Interesse einer einfachen Zusammenschaltung die Betriebsleistungen für den Baßteil und die Mittel-Hochton-Systeme möglichst gleich sein.

Besonders geeignet ist aus diesen Gründen der Tieftonlautsprecher „W15 RS“ von Warfedale, der wegen seines stabilen Aufbaus (Gußkorb) und der großen Schwingenspule mit 5 cm Durchmesser auch sehr betriebssicher ist. Die technischen Daten dieses Lautsprechers sind in Tab. I zusammengestellt.

Das Tieftonsystem „LPT 245/27/105 F“ von SEL eignet sich ebenfalls für den Einbau in das vorgeschlagene Exponentialhorn. Da dann aber zwei dieser Lautsprecher einzubauen sind, ist der Aufbau etwas abzuändern, wie später noch gezeigt wird.

**Tab. I. Technische Daten des Tiefton-Lautsprechers „W15 RS“**

Durchmesser:	36,2 cm
Magnetische Feldstärke:	13 500 G
Magnetischer Fluß:	180 000 M
Frequenzumfang:	25... 2000 Hz
Resonanzfrequenz:	23... 28 Hz
Anpassungsimpedanz:	12... 15 Ohm
Gewicht:	7,5 kg

**2.2. Dimensionierung und Aufbau des Horns**

Die Art der Faltung des Horns geht auf einen Vorschlag von Klipsch aus dem Jahre 1941 zurück. Das Horn ist in seiner ganzen Länge in zwei jeweils symmetrisch verlaufende Teilhörner aufgeteilt. Der letzte Teil wird von den Zimmerwänden mitgebildet. Der Aufbau ist aus den Bildern 2, 3, 4 und 5 ersichtlich.

Die Berechnung der Hornabmessungen basiert auf den bereits früher zusammengestellten Grundlagen<sup>1)</sup> und soll hier nicht im einzelnen durchgeführt werden. Für das Volumen V des geschlossenen Gehäuses gilt

$$V = \frac{F_A \cdot c}{\omega_G}$$

mit der Fläche  $F_A$  der Anfangsöffnung, der Schallgeschwindigkeit  $c$  und der Grenzfrequenz  $\omega_G$  des Horns. Bei einer Grenzfrequenz von 45 Hz ergeben sich beim Einbau des Baflautsprechers „W15 RS“ folgende Hornabmessungen (s. Bilder 2 bis 5):

Volumen des geschlossenen Gehäuses	44 l
Anpassungsstück erweitert sich von je	0,018 m <sup>2</sup>
auf je	0,048 m <sup>2</sup>
Anfangsöffnung jedes Teilhorns	0,048 m <sup>2</sup>
Austrittsöffnung jedes Teilhorns	etwa 0,2 m <sup>2</sup>
Austrittsöffnung total etwa	0,4 m <sup>2</sup>
Länge des Horns	1,1 m

Die in den Bildern 2 bis 5 angegebenen Maße gelten unter der Voraussetzung, daß das Horn aus Span- oder Tischlerplatten von 13 mm Dicke aufgebaut wird. Da es sich um eine „offene“ Schallführung handelt, ist trotz der relativ kleinen Wandstärken kein Mitschwingen der Hornwände im Betrieb feststellbar. Nur die Wände des pyramidenförmigen geschlossenen Gehäuses haben eine leichte Schwingneigung, die durch im Innern aufgeleimte Weichfaserplatten vermindert werden muß. Ferner ist wichtig, daß dieses Gehäuse völlig luftdicht ist. Hinweise für den Einbau anderer Tieftonlautsprecher werden am Schluß der Arbeit gegeben.

**2.3. Eigenschaften**

Da der Realteil  $Z_r$  der Strahlungsimpedanz für die Membran des eingebauten Lautsprechers sehr groß ist, kann der Wirkungsgrad der Anordnung direkt aus der Schnelle  $v$  der Membranbewegung ermittelt werden (es ist  $P_{ak} \approx Z_r \cdot v$ ). In der bewegten Schwingspule entsteht eine Gegen-EMK, die der Membranschnelle proportional ist und die sich als Erhöhung der Schwingspulenimpedanz auswirkt: Die Schwingspulenimpedanz bei irgendeiner Frequenz setzt sich aus der Impedanz der mechanisch blockierten Schwingspule und der schnelleabhängigen sogenannten Bewegungsimpedanz zusammen. Nach einer von Bostwick angegebenen Beziehung gilt für den Wirkungsgrad  $\eta$

$$\eta = \frac{4 \cdot R_V \cdot R_D}{(R_V + R_L)}$$

mit dem Anpassungswiderstand des Verstärkers  $R_V$ , dem Bewegungswiderstand  $R_D$  und dem Anpassungswiderstand  $R_L$  des Lautsprechers.

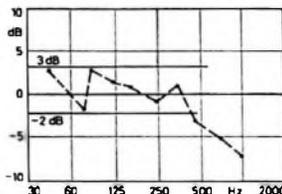


Bild 6. Frequenzgang des Tieftonhorns

Der auf diese Weise ermittelte Verlauf des Wirkungsgrads in Abhängigkeit von der Frequenz stellt gleichzeitig die Wiedergabekurve dar (Bild 6). Die Abweichungen zwischen 40 Hz und 350 Hz betragen nur  $\pm 2,5$  dB.

**2.4. Anwendung einer Bewegungsgegenkopplung**

Ist die Membranschnelle frequenzunabhängig, dann ist es die abgestrahlte Schallleistung gleichfalls. Eine Möglichkeit, eine frequenzunabhängige Membranschnelle zu erzwingen, besteht in der Anwendung einer Bewegungsgegenkopplung, bei der die bei der Membranbewegung in der Schwingspule erzeugte Gegen-EMK als Gegenkopplungsspannung auf den Eingang des Leistungsverstärkers zurückgeführt wird. Allerdings muß diese schnelleabhängige Spannung in einer Brückenschaltung von der Klemmenspannung des Lautsprechers getrennt werden. Eine dazu geeignete Schaltung zeigt Bild 7. Die Brücke,

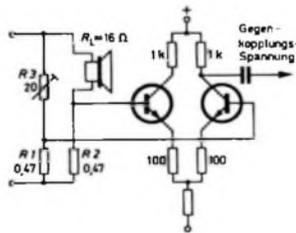


Bild 7. Schaltung zur Gewinnung einer schnelleabhängigen Gegenkopplungsspannung

die aus  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  und dem Lautsprecherwiderstand  $R_L$  besteht, müßte bei blockierter Schwingspule bei allen Frequenzen abgeglichen sein. Da das Horn aber nur in einem begrenzten Frequenzgebiet betrieben wird, kann der Einfluß der sonst störenden Schwingspuleninduktivität vernachlässigt werden. Versuche haben gezeigt, daß der gehörmäßige Unterschied bei dem hier beschriebenen Horn mit und ohne Bewegungsgegenkopplung gering ist. Deshalb wurde in der endgültigen Version darauf verzichtet.

**3. Wiedergabe der mittleren und hohen Frequenzen**

Zur Wiedergabe der mittleren und hohen Frequenzen werden allgemein Druckkammerlautsprecher, elektrostatische Mittel-Hochton-Systeme oder dynamische Konuslautsprecher verwendet. Prüft man die Eignung von je einem anerkannten Spitzensystem dieser drei Gattungen auf ihre

Eignung für diese Kombination, so ergibt sich folgendes:

Das elektrostatische System hat hervorragende Übertragungs- und Klangeigenschaften. Es scheidet aber wegen des niedrigen Wirkungsgrads und des erst über 1000 Hz beginnenden Abstrahlbereichs aus. Das Druckkammersystem mit vorgeschaltetem Exponentialhorn und akustischer Linse hat ebenfalls hervorragende Übertragungseigenschaften und dazu einen hohen Wirkungsgrad. Der Abstrahlbereich beginnt bei 500 Hz. Leider ist dieses System aber sehr teuer. Zudem überzeugte es bei einem Hörvergleich mit den anderen Systemen nicht bei jeder Art von Programmmaterial.

Der Konuslautsprecher, ein hochwertiges Breitband-System mit Hochtonkonus, hat bessere Klangeigenschaften als der getestete Druckkammerlautsprecher. Wegen der bei 20 Hz liegenden Resonanzfrequenz kann die Trennfrequenz zwischen Tiefton- und Mittel-Hochton-Bereich so gewählt werden, daß eine optimale Kombination mit dem Exponentialhorn möglich ist. Bei dem gewählten Breitband-System handelt es sich um den Lautsprecher „Axiom 80“ von Goodmans mit den in Tab. II angegebenen technischen Daten. Die hervorragenden

**Tab. II. Technische Daten des Lautsprechers „Axiom 80“**

Durchmesser:	24,1 cm
Magnetische Feldstärke:	17 000 G
Magnetischer Fluß:	62 600 M
Frequenzumfang:	20... 20 000 Hz $\pm$ 4 dB
Resonanzfrequenz:	20 Hz

den Übertragungseigenschaften dieses Lautsprechers sind das Resultat einer unüblichen Membranaufhängung: Die Membran ist am Rand und am Schwingspulenhalbs mit je drei Blattfedern im Korb aufgehängt. Jede dieser Federn besteht aus zwei gegenseitig vorgespannten Bakelitstreifen. Bei dieser Art der Aufhängung ist die Federkonstante klein und praktisch unabhängig von der Auslenkung.

Leistungsmäßig würde ein System genügen, um den Frequenzbereich über 300 Hz abzustrahlen. Die Schallbündelung nimmt aber von 8000 Hz an so zu, daß bei noch höheren Frequenzen der Abstrahlwinkel zu klein ist. Er muß bei Aufstellung in einer Raumecke 90° betragen, damit der ganze Raum gleichmäßig beschallt wird. Deshalb sind zwei Systeme einzubauen.

Bei einer großen Kombination besteht die Gefahr, daß der Tiefton- und der Mittel-Hochton-Teil so weit voneinander entfernt sind, daß das Klangbild auseinanderfällt. Um das zu vermeiden, wurde die optimale Position für die Mittel-Hochton-Systeme sorgfältig in folgender Art ermittelt: Die zwei Lautsprecher wurden auf das Tieftonhorn gestellt und mit dem Tiefton-Lautsprecher parallel geschaltet. Mit schmalbandigem Rauschen von Oktavbreite wurde anschließend die Betriebsleistung der zwei Teilbereiche ermittelt. Da schon bei der Auswahl der Lautsprechertypen darauf geachtet wurde, war die Betriebsleistung des Mittel-Hochton-Teils genau halb so groß wie die des Tiefton-Teils. Wegen der ebenfalls um den Faktor 2 unterschiedlichen Anpassungsimpedanz (8 Ohm bei den zwei parallel geschalteten Breitband-Systemen, 16 Ohm beim Tiefton-Sy-

stem) ergab sich bei gleicher Klemmenspannung die gleiche abgestrahlte Leistung. Anschließend wurden in wochenlangen täglichen Versuchen alle denkbaren Möglichkeiten für die Aufstellung der Mittel-Hochton-Lautsprecher ausprobiert. Es war nicht möglich, eine für alle Betriebsfälle optimale Lösung zu finden. Je nach den Verhältnissen muß deshalb eine der beiden folgenden Versionen ausgewählt werden.

### Stereo-Wiedergabe in normalen Räumen

Die zwei Lautsprecher werden auf dem Horn in der Einsattelung des waagrecht verlaufenden Trichterteils angebracht. Sie strahlen dabei um 20° nach oben und um 30° nach außen. In den meisten Betriebsfällen ist diese Version der anderen vorzuziehen.

### Mono-Wiedergabe in kleinen Räumen mit starker Absorption der hohen Frequenzen

Je ein System wird in den beiden Trichteröffnungen um 20° nach oben und 15° nach außen geneigt angebracht. Eine anfangs befürchtete Beeinflussung des Mittel-Hochton-Teils durch den vom Horn abgestrahlten Schall war nicht feststellbar. Bei Mono-Wiedergabe in stark gedämpften Räumen ergibt sich bei dieser Art des Aufbaus eine bessere Verteilung der Höhen und ein breiteres Klangbild.

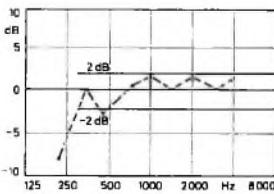


Bild 8. Frequenzgang des Mittel-Hochton-Teils

Zuletzt wurde der Frequenzgang (Bild 8) der zwei eingebauten Breitbandsysteme ohne Frequenzweiche (Bild 9) und bei stillgelegtem Tieftonteil ermittelt. Aus Bild 8 geht hervor, daß für die Mittel-Hochton-Systeme keine zusätzliche Schallführung erforderlich ist, sofern die Trennfrequenz über 300 Hz liegt.

### 3.1. Frequenzweiche

Bei der Trennfrequenz müssen die vom Tiefton- und Hochton-Teil abgestrahlten Schallwellen in Phase sein. Der Abstand zwischen der Tieftonmembran am Hornanfang und den Mittel-Hochton-Membranen am Trichterausgang ist rund 1,5 m. Für die Trennfrequenz  $f_T$  gilt daher

$$f_T = \frac{c}{n \cdot 1,5} \quad \text{mit } n = 1, 2, 3 \text{ usw.}$$

Da die Trennfrequenz zwischen 300 Hz (untere Grenze des Mittel-Hochton-Teils) und 600 Hz (obere Grenze des Horns) liegen muß, ergibt sich mit  $n = 1$  die Trennfrequenz zu 350 Hz.

Der Anpassungswiderstand des Tieftontei ls schwankt in Abhängigkeit von der Frequenz zwischen 10 und 30 Ohm, während bei 800 Hz der des Mittel-Hochton-Teils 8 Ohm beträgt. Damit die resultierende Impedanzkurve ausgeglichen ist und die Weiche auch im Tieftonteil mit einem nur wenig schwankenden Wider-

stand abgeschlossen ist, wird dem Tieftontlautsprecher ( $R_L = 16 \text{ Ohm}$ ) ein Widerstand  $R$  von 16 Ohm parallel geschaltet, in dem die halbe Leistung für den Tieftonteil verbraucht wird;  $R_L'$  ist damit 8 Ohm.

Bild 9 zeigt die Schaltung einer Frequenzweiche mit 12 dB/Oktave Abfall im Sperr-

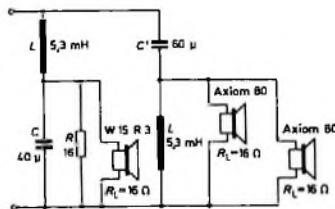


Bild 9. Schaltung der Frequenzweiche

bereich. Für den Wert der Induktivitäten und Kapazitäten gilt

$$L = \frac{R_L' \cdot \sqrt{2}}{2 \cdot \pi \cdot f_T}$$

und

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_T \cdot R_L' \cdot \sqrt{2}}$$

Mit  $R_L' = 8 \text{ Ohm}$  und  $f_T = 350 \text{ Hz}$  erhält man daraus  $L = 5,3 \text{ mH}$  und  $C = 40 \text{ µF}$ . Messungen des Frequenzgangs der Kombination ergaben die Notwendigkeit, den Kondensator  $C$  des Mittel-Hochton-Teils auf 60 µF zu vergrößern. Die Weiche wurde aus Luftspulen und MP-Kondensatoren von 40 V Betriebsspannung aufgebaut. Der dem Tieftonteil parallel geschaltete Widerstand  $R$  muß mit einer Leistung von 10 W belastbar sein.

### 4. Eigenschaften der Kombination

#### 4.1. Übertragungseigenschaften

##### 4.1.1. Frequenzgang und Richtcharakteristik

Der Frequenzgang des Schalldrucks einer Kombination wird üblicherweise im Freien oder in einem nachhallfreiem Raum ermittelt. Bei der für die Aufstellung in einer Raumecke bestimmten Kombination ist eine solche Art der Messung nicht möglich, da die zur Schallführung gehörenden Zimmerwände fehlen. Deshalb muß der Frequenzgang unter normalen Betriebsbedingungen, also in einem nachhallarmen Raum, aufgenommen werden. Um ein falsches Ergebnis durch eine zufällige Mikrofonposition zu vermeiden, sind mehrere Meßreihen mit verschiedenen Mikrofonpositionen notwendig. Als Meßsignal dürfen keine Sinustöne verwendet werden, sondern schmalbandiges Rauschen oder Wobbelöne.

Die Frequenzkurve der Kombination (Bild 10) wurde in einem nachhallarmen

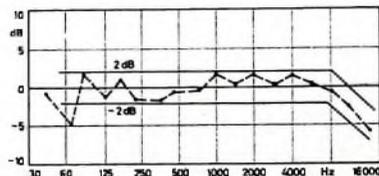


Bild 10. Frequenzgang der Kombination

Abhörraum mit den Abmessungen 4 m X 5,1 m X 2,75 m ermittelt. Boden, Decke und drei Wände dieses Raums bestehen aus Holz. Da keine Wände zueinander parallel sind und die Decke leicht durchhängt, waren keine ausgeprägten Raumresonanzen feststellbar. Das auf Band aufgenommene Meßsignal, Schmalbandrauschen von Halb-oktavbreite, wurde auf einem semiprofessionellen Tonbandgerät von Revoc mit 38 cm/s Bandgeschwindigkeit abgespielt. Als Meßmikrofon diente ein Kondensatormikrofon (Schalldruckempfänger) mit bekannter Eichkurve. Das Ergebnis von acht Meßreihen mit verschiedenen Mikrofonpositionen wurde gemittelt. Es ergab sich der im Bild 10 dargestellte Verlauf des Schalldrucks. Die Frequenzkurve ist im Abstrahlbereich des Tieftontorns nicht ganz ausgeglichen. Im Gegensatz zu anderen Schallführungen (Baßreflexbox, geschlossenes Gehäuse) werden die Überhöhungen im Frequenzgang aber nicht von irgendwelchen Resonanzerscheinungen verursacht, da Resonanzen im Horn selbst überhaupt nicht, im geschlossenen Gehäuse (das die Rückseite des Tieftontlautsprechers abschließt) erst bei Frequenzen oberhalb 450 Hz auftreten können.

Ursache der Abweichungen ist die Tatsache, daß das Horn nicht unendlich lang ist und durch die Faltung seine Eigenschaften zusätzlich verschlechtert werden. Überhöhungen im Frequenzgang von Baßreflexboxen und geschlossenen Gehäusen werden dagegen meist durch die unvermeidbaren Kastenresonanzen, die zwischen zwei parallelen Gehäusewänden auftreten, verursacht. Baßreflexgehäuse nutzen sogar Resonanzerscheinungen zur Erweiterung des Frequenzgangs nach unten hin aus. Jedes mitschwingende Element entzieht aber dem Schallfeld Energie und gibt diese mit seiner Eigenfrequenz wieder ab. Resonanzen irgendwelcher Art färben deshalb den Klang und verschlechtern die Impuls-wiedergabe.

Daß beim vorliegenden Tieftontorn keine Resonanzen möglich sind, erklärt die Tatsache, daß die Abweichungen vom geradlinigen Frequenzgang gehörmäßig nicht festgestellt werden können. Deshalb brachte auch die Anwendung einer Bewegungsgegenkopplung keine gehörmäßig feststellbare Verbesserung.

Die Richtcharakteristik wurde im Freien aufgenommen. Innerhalb eines Winkels von 90° ergab sich in keinem Frequenzgebiet eine größere Abweichung als  $\pm 2 \text{ dB}$ .

#### 4.1.2. Einfluß des Abhörraums auf den Frequenzgang

Lautsprecher in geschlossenen Gehäusen strahlen die Tiefen ungerichtet ab. Mit zunehmender Frequenz wird der Abstrahlwinkel aber immer kleiner. Beim Aufstellen in einer Raumecke ergibt sich deshalb eine um 12 dB stärkere Wiedergabe der Tiefen als im nachhallfreien Raum, und die akustischen Eigenschaften des Abhörraums wirken sich auf den resultierenden Frequenzgang aus. Das Resultat sind Überhöhungen und Senken im Frequenzverlauf. Es ist unter Umständen möglich, daß ein Lautsprecher A in einem Abhörraum bessere Eigenschaften hat als ein Lautsprecher B. In einem anderen Abhörraum kann das Gegenteil der Fall sein.

Ein Exponentialhorn dagegen strahlt in seinem ganzen Arbeitsbereich den Schall gerichtet ab. Der horizontale Abstrahlwin-

kel der beschriebenen Kombination beträgt, unabhängig von der Frequenz, rund 90°. Die Eigenschaften des Abhörums können sich deshalb nur in geringem Maße auswirken, ein Vorteil, den sonst nur noch freistrahrende elektrostatische Lautsprecher haben. Der im Bild 10 dargestellte Frequenzgang gilt für jeden Wiedergaberaum, sofern er nicht extreme akustische Eigenschaften hat. Ein Einmessen der Kombination auf den jeweiligen Raum erübrigt sich daher.

#### 4.2. Wirkungsgrad und Belastbarkeit

Mit rund 2 W Verstärkerleistung an 8 Ohm wird die geforderte akustische Leistung von 0,425 W abgestrahlt. Der Wirkungsgrad beträgt also rund 20 %. Bei gleicher akustischer Leistung benötigt eine Kompaktbox eine etwa um den Faktor 10 größere Verstärkerleistung. Die Kombination ist mit maximal 12 W belastbar.

#### 4.3. Ergebnis eines subjektiven Vergleichs mit anderen Lautsprechern

Bei mehreren vergleichenden Hörtests mit einer Reihe der besten auf dem Markt erhältlichen Lautsprechern hatte ein freistrahrender elektrostatischer Breitbandlautsprecher aus England die besten Eigenschaften. Die Kombination wurde deshalb unter normalen Betriebsbedingungen (gedämpfter Raum von rund 60 m³ Inhalt) vor allem mit diesem Lautsprecher verglichen. Der Vergleich wurde mit dem gleichen Programmmaterial in einem größeren Raum (250 m³ Inhalt) wiederholt. Das Programmmaterial stammte jeweils vom mit 38 cm/s Bandgeschwindigkeit abgespielten Tonband. Es handelte sich größtenteils um Originalbänder. Während des Testes konnte beliebig zwischen den zwei mit gleicher Lautstärke betriebenen Lautsprechern hin und her geschaltet werden. Bei diesem Test ergab sich folgendes:

Der Unterschied im Klang bei jeder Art von Programmmaterial zwischen der Kombination und dem elektrostatischen Lautsprecher ist gering. Er ist wesentlich geringer als der Unterschied zwischen dem elektrostatischen System und irgendeinem anderen der getesteten Lautsprecher. Bei der Kombination ist die Richtcharakteristik so, daß sich im ganzen Abhörraum das gleiche Klangbild ergibt. Beim elektrostatischen Lautsprecher ist bei hohen Frequenzen eine leichte Richtwirkung spürbar.

Bei der Wiedergabe von weißem Rauschen und Applaus klingt der elektrostatische Lautsprecher völlig ungefärbt. Die Kombination zeigt eine leicht gefärbte Mittellage. Dies wird durch die Überhöhung der Frequenzkurve zwischen 1000 Hz und 4000 Hz verursacht (Bild 10). Spürbar wird diese Klangfärbung bei der Wiedergabe von kleinen Streichergruppen (Streichquartett) und der menschlichen Stimme. Obwohl die Meinung darüber, ob diese Klangfärbung positiv oder negativ zu bewerten sei, geteilt war, ist in diesem Punkt der elektrostatische Lautsprecher überlegen. Bei der Wiedergabe von Klavieraufnahmen ist die Kombination vorzuziehen, da der elektrostatische Lautsprecher das „Volumen“ dieses Instrumentes nicht voll wiedergibt. Gezupfter Baß klingt bei der Wiedergabe durch die Kombination prägnanter, definierter und sauberer als bei jedem anderen der getesteten Lautsprecher.

Großes Orchester (1. Klavierkonzert von Liszt, Tanzsuite von Bartok) wird von der

Kombination auch bei großen Lautstärken klar und „müheles“ reproduziert. Der Klang ist dabei in keiner Weise lautstärkeabhängig. Der elektrostatische Lautsprecher wird bei lauten Stellen bereits bis zu seiner Leistungsgrenze beansprucht. Im großen Raum ist die Kombination bei jeder Art von Programmmaterial eindeutig überlegen.

#### 4.4. Erfahrungen bei der Verwendung als Regellautsprecher

Die Kombination diente während einiger Zeit neben einem elektrostatischen Lautsprecher und einer hochwertigen Kompaktbox als Kontrolllautsprecher bei Kamermusikaufnahmen. Die Kombination wurde mit kleinen Vorbehalten von den Tonregisseuren bei der Aufnahme und uneingeschränkt von den Musikern beim Abhören den anderen Lautsprechern vorgezogen.

#### 5. Einbau anderer Systeme

Die in der Kombination verwendeten Lautsprecher sind nicht gerade billig. Es besteht selbstverständlich die Möglichkeit, preisgünstigere Systeme einzubauen. Nun werden aber die Eigenschaften der Kombination im Tiefton-Bereich zum Teil, im Mittel-Hochton-Bereich ausschließlich von den eingebauten Systemen bestimmt. Es soll nicht verschwiegen werden, daß der Einbau der vorgeschlagenen Systeme optimale Eigenschaften ergibt.

Für das Tieftonhorn kommt auch der Einbau von zwei Baßlautsprechern „LPT 245/27.105 F“ von SEL in Frage, die in Reihe geschaltet werden müssen (resultierende Anpassungsimpedanz 9 Ohm). Das Anpassungsstück im Tieftonhorn muß so abgeändert werden, wie es Bild 11 zeigt (Bild 11 entspricht dann dem Bild 3 der Originalversion). Den Mittel-Hochton-Teil kann man mit zwei Breitband-Systemen „AD 4800 M“ von Philips, die ebenfalls in Reihe geschal-

tet werden müssen, bestücken. Auch bei Verwendung dieser Systeme ist die Betriebsleistung der Teilbereiche ungefähr gleich.

#### 7. Schlussbemerkung

Exponentialhörner sind als Schallführungen aus der Mode gekommen. Sowohl die theoretischen Überlegungen als auch das Ergebnis der vergleichenden Tests zeigen aber klar, daß sich mit richtig bemessenen Exponentialhörnern vor allem im Tieftonbereich nicht zu übertreffende Ergebnisse erreichen lassen. Ähnliche Ergebnisse erhält man zwar mit freistrahrenden elektro-

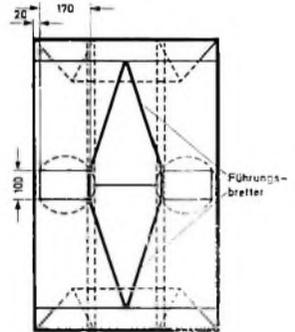


Bild 11. Geändertes Anpassungsstück des Horns beim Einbau von zwei Tiefton-Systemen (entspricht sonst dem Schnitt C—D nach Bild 3)

statischen Lautsprechern, doch ist deren Konstanz über einen längeren Zeitraum hinweg viel schlechter. Auch die Betriebssicherheit von elektrostatischen Systemen reicht bis heute nicht an die von dynamischen Konuslautsprechern heran. Aus diesen Gründen ist die beschriebene Kombination auch für den professionellen Betrieb in hohem Maße geeignet.

## Am Rande der Funkausstellung gesehen

Wie schon 1965 in Stuttgart, hatten auch auf der Funkausstellung in Berlin einige ausländische Firmen oder deren deutsche Vertretungen ihre Geräte in Hotels ausgestellt. Bang & Olufsen zeigte neben den schon auf der Hannover-Messe vorgestellten Hi-Fi-Geräten erstmals den Farbfernsehempfänger „Beovision 3000 Colour SJ“, der sich durch einige schaltungstechnische Besonderheiten auszeichnet. Zum Beispiel enthält der PAL-Decoder an Stelle von abgestimmten Kreisen Breitbandtransformatoren, wodurch man Temperatureinflüsse und eventuell mögliche Abgleichfehler vermeidet. Der Bild-ZF-Verstärker teilt sich hinter der zweiten ZF-Stufe in zwei Kanäle für das Leuchtdichte- und das Farbart-ZF-Signal, die getrennt weiterverstärkt und gleichgerichtet werden. Dadurch lassen sich Amplitudenbegrenzungen bei stark modulierten Farbartsignalen vermeiden und die Quadraturverzerrungen verringern.

Die Bildröhre wird beim „Beovision 3000 Colour SJ“ mit den Farbdifferenzsignalen gesteuert. Die zum Weißabgleich erforderlichen Regler sind hier mit gleichsinnig wirkenden Reglern in den Ausgangskreisen der zugehörigen Farbdifferenzsignal-Endstufen gekuppelt, so daß sich beim Weißabgleich auch die Anteile der Farb-

differenzsignale entsprechend ändern. Alle zur Konvergenzeinstellung benötigten Regler sind an der Frontseite des Gerätes links neben der Bildröhre hinter einer Abdeckplatte entsprechend der Reihenfolge der Einstellung von oben nach unten angeordnet. Bei den meisten Reglern wurde neben der Beschriftung noch durch eine Zeichnung angedeutet, welche Wirkung der betreffende Regler hat.

Die Teleton Elektro GmbH & Co. KG, Düsseldorf, stellte einen Farbfernsehempfänger vor, der sich für den Empfang von PAL- und Secam-Farbfernsehsendungen umschalten läßt. Das Hi-Fi-Programm der Firma enthält unter anderem den FM-Tuner „STQ-201X“, die Stereo-Verstärker „SAQ-202E“ (2 × 6 W Sinusleistung) und „SAQ-501“ (2 × 25 W Sinusleistung) sowie das FM-Steuergerät „SRQ-301X“ (2 × 10 W Sinusleistung) und die AM-FM-Steuergeräte „SRQ-302X“, „SRQ-401X“, „SRQ-502X“ und „SRQ-602X“ mit 2 × 10 W, 2 × 15 W, 2 × 20 W beziehungsweise 2 × 25 W Sinusleistung.

Auch C. Melchers & Co., Bremen, war mit einer Sonderschau in Berlin vertreten, auf der das Hi-Fi-Programm der japanischen Firma Pioneer Interccontinental Inc. gezeigt wurde. Ra.



## Der neue Touring Europa öffnet Ihnen die Tür für neue Touring-Erfolge

Sie erleben es mit: Jahr für Jahr verlangen hunderttausende von Käufern den Schaub-Lorenz „Touring“. Ein eindrucksvoller Erfolg – von dem Sie und wir profitieren. Aber damit genug? Nein!

Ständig entwickeln wir weiter, verwirklichen neue Möglichkeiten – und präsentieren Ihnen deshalb heute den „Touring Europa“!

Er ist der Bruder des berühmten „Touring 80 Universal“ und besitzt dessen erfolgreiche Eigenschaften, allerdings nicht die Anschlußmöglichkeit für den „Touring Stereo Component“. Was seinem Preis zugute kommt: der gebundene Endverkaufspreis beträgt nur DM 298,-!

Und sein besonderer Vorzug ist das über die ganze Skalenbreite gespreizte 49-m-Europaband.

Mit diesem neuen Gerät der Touring-Serie gewinnen Sie jetzt noch mehr Kunden! Das bedeutet für Sie neue Touring-Erfolge!

### Und hier die wichtigsten technischen Daten:

- LW, MW, KW + 49-m-Europaband, UKW
- automatische UKW-Scharfabstimmung
- Ausgangsleistung 2,5 Watt, an der Autobatterie 5-6 Watt
- großer Konzertlautsprecher (13 x 18 cm)
- zahlreiche Anschlußmöglichkeiten
- elegantes Gehäuse in 5 verschiedenen Farben und Dekor Nußbaum



# Fail-safe-Baustein der „Digiprop“-Fernsteueranlage

Für die Empfangseinheit der Metz-„Digiprop“-Anlage<sup>1)</sup>, einer 14-Kanal-Proportional-Fernsteueranlage für Modelle, ist unter der Bezeichnung „196/8“ ein Fail-safe-Baustein lieferbar. Über die Wirkungsweise derartiger Fail-safe-Einrichtungen herrschen in „Fachkreisen“ – bei den Modellbauern – nur unklare Vorstellungen. Die Übersetzung „Ausfallautomatik“ deutet die Funktion dieser Schaltung bereits an. Sie soll bei Unterbrechungen zwischen Sender und Empfänger das Flugmodell möglichst unbeschädigt zu Boden bringen. Die Ausfallautomatik läßt die Ruder auf Neutralstellung gehen, und der Motor wird so weit gedrosselt, daß das Flugmodell in sanftem Gleitflug zur Erde schwebt. Für Schiffs- und Automodelle sind derartige Betrachtungen uninteressant, da Unterbrechungen der Steuermöglichkeit kaum Verlust oder Beschädigung des Modells mit sich bringen. Die Fail-safe-Einrichtung im Flugmodell spricht dann an, wenn die Antennenspannung unter die Empfindlichkeitsgrenze des Empfängers abgesunken ist. Das tritt nicht nur bei großen Entfernungen zwischen Modell und Sender auf, sondern auch dann, wenn Sender- und Empfangsantenne in ungünstiger Position zueinander stehen. Daher sind für das Auftreten derartiger Spannungsminima bis unter die Ansprechempfindlichkeit des Empfängers die Geometrie der Empfangsantenne, die Senderausgangsleistung und die Empfängerempfindlichkeit mitentscheidend. Unter ungünstigen derartigen Verhältnissen tritt zum Beispiel beim Looping (vertikaler Kreis) gerade dann Fail-safe auf, wenn das Modell sich in senkrechter Fluglage befindet. Dann laufen die Ruder in Neutralstellung, das Modell setzt seinen Sturzflug fort und kann meistens nicht mehr abgefangen werden. An diesem, fast schon klassischen Beispiel hat sich gezeigt, daß unter gewissen Umständen eine Fail-safe-Einrichtung nachteilig wirkt. Ein Modell mit einer Anlage ohne Fail-safe hätte den kritischen Flugzustand überwunden, da seine Ruder nicht neutralisieren. Deshalb haben sich die Modellbauer in zwei Lager gespalten: die einen für, die anderen gegen Fail-safe.

Bei der „Digiprop“-Anlage wurde die Ansteuerschaltung der Rudermaschine so ausgelegt, daß die Rudermaschine in ihrer Stellung verharrt, wenn keine Signalmimpulse eintreffen. Zur Herstellung der Fail-safe-Funktion wird eine eigene Baugruppe herangezogen. Diese Baugruppe ist steckbar und kann zusammen mit dem ausbaufähigen „Digiprop“-Empfänger verwendet werden. Damit ist den Wünschen der Modellbauer beider „Weltanschauungen“ Rechnung getragen.

Außerdem wurde der Fail-safe-Baustein mit einer Ansprechverzögerung ausgestattet. Die Rudermaschinen laufen erst nach etwa einer halben Sekunde in Neutralstellung. Dadurch tritt Fail-safe beim schnellen Durchfliegen begrenzter Zonen minimaler Feldstärke nicht auf. Der Nachteil der Ausfallautomatik, das Neutralisieren der Ru-

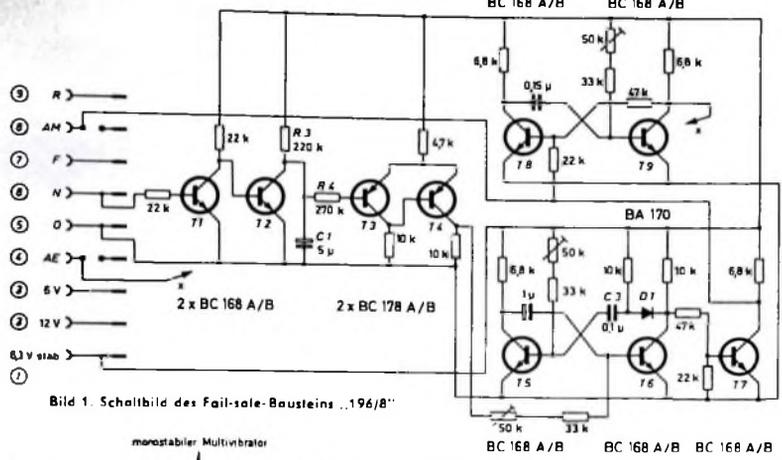


Bild 1. Schaltbild des Fail-safe-Bausteins „196/8“

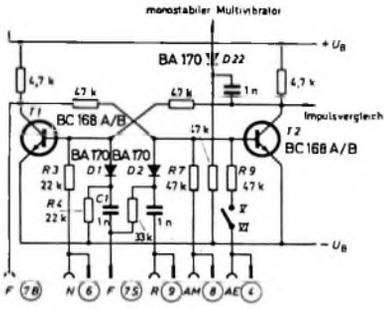


Bild 2. Schaltungsauszug der Schaltstufe; der Multivibrator dient zur Trennung der Steuerkanäle

der bei kritischen Flugfiguren, ist damit praktisch aufgehoben.

Neu ist in dieser Hinsicht noch, daß der Fail-safe-Baustein auch zwischen zwei Schaltstufen eingesteckt werden kann und dann nur die Rudermaschinen in Neutralstellung bei Signalausfall laufen, die an die Schaltstufen hinter dem Fail-safe-Baustein angeschlossen sind. Damit sind hinsichtlich der Fail-safe-Funktion alle Forderungen der Modellbauer erfüllt, zumal man noch durch einen Schalter in der Rudermaschine bei Fail-safe (Mittenstellung für Ruderbetätigung oder Endauschlag für Motordrossel) vorwählen kann.

Da die „Digiprop“-Anlage mit Impulsvergleich zur Ansteuerung der Rudermaschine arbeitet, müssen den Schaltstufen Impulse derartiger Länge zugeführt werden, die Steuersignalen für Mitten- oder Endauschlag der Rudermaschine entsprechen. Zur Erzeugung dieser Impulse dienen zwei Multivibratoren im Fail-safe-Baustein, die zeitverzögert beim Ausfall des Signals eingeschaltet werden. Dem Fail-safe-Baustein wird über den Eingang N (Bild 1) ein Signal zugeführt, das immer dann positiv ist, wenn eine bestimmte Zeit lang kein Signal am Empfänger eintrifft. Bei positivem Signal N ist T1 leitend, T2 gesperrt, und der Kondensator C1 beginnt, sich über R3 und R4 aufzuladen. Nach Überschreiten der Schwellenspannung des Schmitt-Triggers (T3, T4) schaltet dieser um, und der astabile Multivibrator (T5, T6) beginnt zu arbeiten. Endet das Signal N, dann wird über die nun niederohmige Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors T2 der Kondensator C1 sofort entladen, und der astabile Multivibrator wird gesperrt. Dieser Multivibrator liefert Impulsimpulse, die eine Länge haben, wie sie der Impulslänge bis Mittenstellung der Rudermaschine entsprechen, in gleichen Zeitintervallen, wie sie vom Sender abgestrahlt werden. Über den Trenntransistor T7 werden die Signale über die Buchse

AM der Schaltstufe zugeführt. Die Diode D1 dient zur Entkopplung von C3. Dadurch wird am Kollektor des Transistors T6 ein rechteckförmiges Signal erzeugt. Der monostabile Multivibrator (T8, T9) wird vom Signal AM gesteuert. Die Zeitkonstante ist so dimensioniert, daß sich längere Impulse als beim astabilen Multivibrator ergeben, und zwar solche Impulse, wie sie der Endstellung der Rudermaschine entsprechen. Sie werden über die Buchse AE zugeführt. Da im Fail-safe-Baustein der Stecker AE mit den entsprechenden Buchsen keine Verbindung haben, werden nur die an die Buchsen angesteckten Schaltstufen mit Signalen versorgt. Die Schaltstufen vor dem Fail-safe-Baustein erhalten kein Signal.

Der Schaltungsausschnitt nach Bild 2 zeigt den Flip-Flop einer Schaltstufe, der zur Trennung der Signale der einzelnen Steuerkanäle dient. Der Flip-Flop wird über die Eingänge F und R so angesteuert, daß am Kollektor des Transistors T2 Impulse entstehen, deren Länge der Stellung der Rudermaschine proportional ist. Über die Diode D22 wird ein monostabiler Multivibrator angesteuert, dessen Verweilzeit im nicht stationären Zustand von der Stellung der Rudermaschinen abhängig ist. Die Signale der beiden Multivibratoren werden verglichen und führen je nach Differenz zur Ansteuerung der Rudermaschine bis zur Kompensation beider Signale. Durch das positive Signal N wird vor Beginn einer Gruppe von Steuerimpulsen und damit auch bei Signalausfall der Transistor T1 des Flip-Flop angesteuert und der Flip-Flop in Bereitschaftstellung gebracht. Positive Signale an AM können wegen des Signals N den Flip-Flop nicht umschalten, steuern jedoch den Transistor T2 durch die am Kollektor von T2 entstehenden Signale werden wie Steuersignale des Senders verarbeitet und lassen die Rudermaschine in Mittenstellung laufen. Ist der in der Rudermaschine befindliche Schalter (zwischen Kontakt V und VI) geschlossen, dann wird der längere AE-Impuls eingesperrt; das führt zum Lauf der Rudermaschine in Endstellung. Durch die Widerstände R7 und R9 ist eine ausreichende Entkopplung von AM- und AE-Signalen und von den einzelnen Schaltstufen untereinander, die mit diesen Eingängen parallel geschaltet sind, gewährleistet.

Der Aufbau des Fail-safe-Bausteins gleicht dem der Schaltstufe (Heft 17/1967, S. 658 Bild 8). Eine Leiterplatte aus Epoxyd-Glasfasergewebe trägt die elektrischen Bauteile und die Steckverbindungen. Umgeschlossen wird die Schaltung von einem Gehäuse aus thermoplastischem Kunststoff.

<sup>1)</sup> Ott, G.: Funkfernsteueranlage „Digiprop“. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 17, S. 654, 656 und 658



**TELEFUNKEN**

Wenn es um Plattenwechsler geht -  
denken Sie immer an den Regiehebel. Alle

›Musikus 509‹-  
Geräte haben ihn -  
von der Zarge bis  
zur kompletten

Stereo-Anlage. Wenn Kunden  
nach perfekter Technik fragen,

lassen Sie den Regiehebel  
zeigen, was er kann.

Das fasziniert. Das überzeugt.

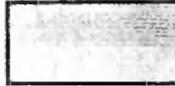
Das führt direkt zum  
Kaufentschluß - zum Umsatz-Plus!



Musikus 509 V



Musikus 509 Z

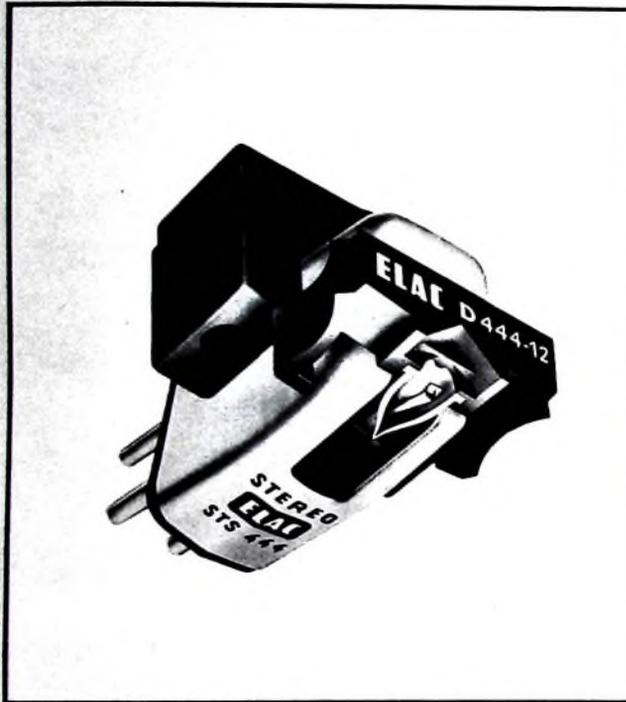


Musikus 5090



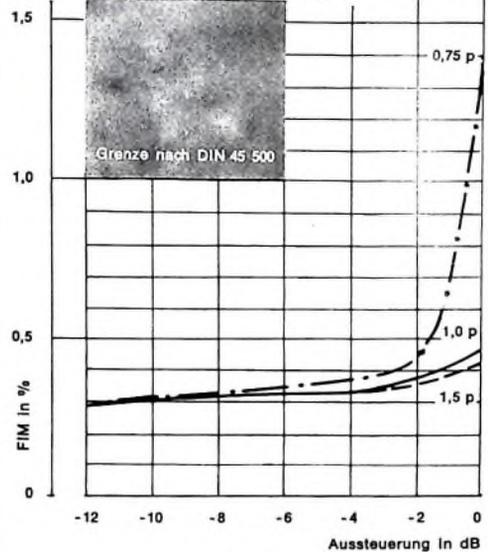
MUSIKUS 509 V

# Ein neuer Hi-Fi-Stereo-Tonabnehmer mit einer bisher unerreichten Abtastsicherheit trotz einer Auflagekraft von nur 0,75 p ELAC STS 444



Nichtlineare Verzerrung (FIM)  
in Abhängigkeit von der Aussteuerung  
bei verschiedenen Auflagekräften

Meßschallplatte: DIN 45 542, Band 1



Die ELAC Spezialisten – die in aller Welt anerkannten Pioniere in der Entwicklung hochwertiger Tonabnehmer – schufen mit diesem neuen magneto-dynamischen Hi-Fi-Stereo-Tonabnehmer ein Abtastsystem mit einem Maximum bisher unerreicht guter Eigenschaften, einen Tonabnehmer ohne Kompromisse. Trotz einer Auflagekraft im Bereich von nur 0,75-1,5p wurden Werte erreicht, die ihresgleichen suchen: Bei einem gradlinien Frequenzgang beider Kanäle im gesamten Hörbereich beträgt die Compliance sogar  $33 \cdot 10^{-6} \frac{\text{cm}}{\text{dyn}}$  und die effektive Masse weniger als 0,4 mg.

Aus dieser interessanten Kurve ersieht der Fachmann die minimale Frequenzintermodulation auch bei größter Aussteuerung. Sie ist bei -6 dB ( $3 \frac{\text{cm}}{\text{s}} 300 \text{ Hz} - 0,75 \frac{\text{cm}}{\text{s}} 3000 \text{ Hz}$ ) auch bei einer Auflagekraft von nur 0,75 p geringer als 0,4%.

Alle technischen Werte dieses hervorragenden Hi-Fi-Stereo-Tonabnehmers bedeuten: vollendete Tonwiedergabe im gesamten Hörspektrum bei äußerster Schonung der Schallplatten und des Abtastdiamanten. Sie interessieren sich für ausführliche technische Daten? Dann schreiben Sie an ELAC, ELECTROACUSTIC GMBH, 2300 Kiel.



## FÜR KENNER MEISTERLICHER MUSIK

# Antennen-Selbstbau

## 1. Allgemeines

Die Antennentechnik ist in vielfältiger Form in der Fachpresse und in Fachbüchern behandelt worden. Der Schwerpunkt lag dabei vor allem bei der Interpretation theoretischer Zusammenhänge und bei Hinweisen für die richtige Anwendung von Industrieerzeugnissen.

Der vorliegende Beitrag soll demgegenüber besonders alle am Antennen-Selbstbau Interessierten und speziell auch Amateure bei ihrer Arbeit unterstützen. Die Industrie bietet zwar ein umfangreiches Sortiment von Antennentypen für die verschiedensten Anwendungsfälle an, jedoch gibt es zweifellos Interessenten, die sich gern eine Antennenanlage von Grund auf selbst bauen möchten, nicht zuletzt aus Freude an dieser Technik. Manchmal spielt auch die Kostenfrage eine gewisse Rolle, da leistungsfähige Spezialantennen der Industrie auch einen entsprechenden Preis haben. Es soll daher dem genannten Personenkreis im folgenden eine Arbeitsgrundlage gegeben werden, mit der eine leistungsfähige Antennenanlage für die verschiedensten Anwendungsfälle aufgebaut werden kann.

Der Entwurf und die Entwicklung leistungsfähiger Antennen sind für Amateure und Bastler meistens zu kompliziert und zu umfangreich, so daß - wenn man sich nur auf einfache Dimensionierungsrichtlinien stützen kann - der Erfolg oft in Frage gestellt ist. Die Industrie verwendet einen sehr hohen Anteil ihrer Forschungs- und Entwicklungskapazität auf die Dimensionierung leistungsfähiger Antennen. Dabei werden bei solchen modernen Entwicklungen auch elektronische Datenverarbeitungsanlagen eingesetzt, und es wird ein hoher Aufwand an Spezialgeräten der HF-Meßtechnik getrieben.

Dieser Aufwand und eine solche Entwicklung sind dem genannten Personenkreis in den weitaus meisten Fällen nicht möglich. Manche „Rezepte“ sind jedoch recht fragwürdig. Man muß sich deshalb an speziellen Selbstbauanleitungen orientieren, die eine Funktion der Antennen gewährleisten und im notwendigen Maße erprobt sind. Im vorliegenden Beitrag werden solche Fernseh-, UKW-Hörrundfunk- und Amateurantennen behandelt. Die technischen Daten ergeben dabei direkt die Anwendbarkeit in den verschiedenen Empfangssituationen.

In letzter Zeit wurde über die Frage des Einsatzes von Antennen für Schwarz-Weiß- und Farbfernsehen besonders viel diskutiert. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß alle Fernsehantennen in gleicher Weise für Schwarz-Weiß- und Farbfernsehen geeignet sind, sofern sie die entsprechenden technischen Daten im jeweiligen Anwendungsfall aufweisen. Das heißt also, es kommt grundsätzlich darauf an, die richtige Antenne auszuwählen. In allen Fällen, in denen guter Schwarz-Weiß-Empfang (mit ausreichender Antennenspannung und ohne Reflexionsempfang) erreicht wird, ist auch einwandfreier Farbfernsehempfang möglich. Dagegen sollte in ungünstigen Empfangssituationen - wenn also niedrige Antennenspannung (Grieß im Bild) und Reflexionsstörungen vorhanden sind - ein höherer Antennen-

aufwand bei Farbfernsehen gegenüber Schwarz-Weiß-Empfang getrieben werden. Beispielsweise haben einige Farbfernsehempfänger Automatikschaltungen (Color-Killer), die einen Farbfernsehempfang erst ab einer bestimmten Eingangsspannung zulassen; liegt die Spannung unter diesem Grenzwert, erfolgt automatisch Schwarz-Weiß-Wiedergabe.

Die beiden Eigenschaften Richtwirkung und Gewinn einer Antenne kann man ohne weiteres zusammengefaßt betrachten. Je höher also der Gewinn einer Antenne ist, um so besser ist zwangsläufig ihre Richtwirkung ganz allgemein, ohne daß dabei eine spezielle Aussage über Nebenzipfel und dergleichen gemacht werden muß. Die Lage von Nebenzipfeln ist ohnehin nur für eine ganz bestimmte Empfangssituation von Bedeutung, so daß die Lage und Größe von Nebenzipfeln keineswegs immer eine entscheidende Angabe darstellen.

Zusammenfassend kann man also sagen: Beim Farbfernsehempfang sollte möglichst ein höherer Antennengewinn anzustreben sein. Dieser kommt bei geringem Signal dem Rauschabstand des Empfangs zugute; in Sendernähe erfolgt dabei grundsätzlich eine bessere Unterdrückung von Reflexionen.

In ähnlicher Weise wie hinsichtlich des Fernsehens sollte auch die Auswahl der richtigen Antenne beim UKW-Hörrundfunk erfolgen. Wegen der hohen Empfindlichkeit moderner Empfänger kommt man bei Mono-Empfang im allgemeinen mit kleineren Antennen aus. Wird jedoch Stereo-Empfang gewünscht, dann kann man hier ohne weiteres die Parallele zum Farbfernsehempfang ziehen. Das heißt, im gegebenen Fall ist ein höherer Antennenaufwand zu treiben. Besonders ist dabei zu beachten, daß an der Grenze des Versorgungsbereiches eine starke Zunahme des Rauschens beim Stereo-Empfang auftritt, die systembedingt ist und nur durch höheren Antennengewinn ausgeglichen werden kann.

Die vorliegende Anleitung zum Antennen-Selbstbau soll keinesfalls eine Grundlagenvermittlung darstellen, vielmehr werden die einschlägigen Grundlagenkenntnisse der Antennentechnik vorausgesetzt und nur spezielle Hinweise zum Antennen-Selbstbau gegeben. Aus diesen Gründen wird an dieser Stelle auch den unbedingt zu beachtenden Fragen wie Blitzschutz und mechanische Stabilität bei Antennenanlagen kein entsprechender Raum eingeräumt. Diese Fragen sind durch geltende Vorschriften eindeutig geregelt und müssen zusätzlich unbedingt beachtet werden. Der Beitrag enthält also im wesentlichen nur exakt ermittelte und erprobte Maße der Antennen selbst und Hinweise für den richtigen Aufbau. Es versteht sich dabei, daß auch hier Einschränkungen bei der Erläuterung gemacht werden müssen. Bei weitergehenden Interessen muß auf entsprechende Fachliteratur verwiesen werden. Besonders auch in den im Schriftumsverzeichnis angegebenen Veröffentlichungen [1, 2, 3, 4] sind viele der eventuell auftretenden Fragen behandelt und erläutert, auch Fragen der Typenauswahl usw.

Im folgenden werden vorrangig Antennen des Yagityps angegeben, die eine dominierende Bedeutung als Empfangsantennen im VHF- und UHF-Bereich haben. Sie stellen Typen dar, die mit geringstem Aufwand ein optimales Empfangsergebnis gewährleisten.

Amateure seien darauf hingewiesen, daß die Antennen, die hier als Empfangsantennen betrachtet sind, auch als Sendeantennen (Amateurbetrieb) verwendet werden können. In diesem Zusammenhang gelten die angegebenen Daten sinngemäß in gleicher Weise, das heißt, die Antennen sind sogenannte reziproke Antennen im Gebiet kleiner Leistung.

Die Frage der Polarisation ist im vorliegenden Beitrag in der Weise behandelt, daß die interessierenden Daten für die E- und H-Ebene angegeben und somit unabhängig von der jeweils benutzten Polarisation sind. Bei horizontaler Polarisation ist dann also das E-Diagramm das Horizontaldiagramm und das H-Diagramm das Vertikaldiagramm. Bei vertikaler Polarisation kehrt sich sinngemäß dieser Zusammenhang um, so daß also eine eindeutige und allgemein gültige Kennzeichnung gegeben ist (in gleicher Weise sind die Öffnungswinkel der Hauptkeule des Diagramms zu betrachten).

## 2. VHF-Antennen

Der sogenannte VHF-Bereich liegt zwischen den Frequenzen von 30 bis 300 MHz. Innerhalb dieses Bereiches sind jedoch dem Rundfunk (Fernsehen und UKW) sowie den Amateuren nur bestimmte Bereiche zugewiesen. Man unterscheidet in bekannter Weise den Fernsehbereich I mit den Fernsehkanälen 2, 3 und 4 und den Fernsehbereich III mit den Fernsehkanälen 5 bis 12, den UKW-Hörrundfunk-Bereich II von 87,5 bis 104 MHz (in Europa; in einigen Ländern wird nur der Bereich bis 100 MHz benutzt) sowie den Amateurbereich zwischen 144 und 148 MHz (2-m-Band).

### 2.1. Grundsätzliche elektrische und mechanische Belange

Die Normfragen und Frequenzen der Kanäle und Bereiche werden als bekannt vorausgesetzt.

Alle hier beschriebenen Antennen haben einen Antennenwiderstand (Fußpunkt-widerstand) von 240 Ohm. Die Abweichung über einen größeren Bandbreitebereich liegt dabei in der üblichen Größenordnung wie bei Industrieantennen für den vorgesehenen Anwendungsfall. Es können also ohne weiteres an alle Antennen symmetrische Ableitungen mit 240 Ohm Wellenwiderstand angeschlossen werden. In vielen Fällen ist jedoch die Anwendung von Koaxialkabel von 60 Ohm Wellenwiderstand wesentlich günstiger. Dann müssen eine entsprechende Symmetrierung und Transformation vorgenommen werden, deren Realisierung noch erläutert wird. Außer dieser genannten Maßnahme sind (auch bei KW-Amateurantennen) keinerlei weitere Anpassmaßnahmen (zum Beispiel T- oder Delta-Anpassung am gespeisten Dipol) erforderlich. Der genannte Wellenwiderstand wird ohne alle derartigen Maßnahmen



Bild 1. Aufbau der 1/2-Umwegleitung

Bild 2. Dimensionierung der Länge  $l_0$  von 1/2-Umwegleitungen im VHF-Bereich

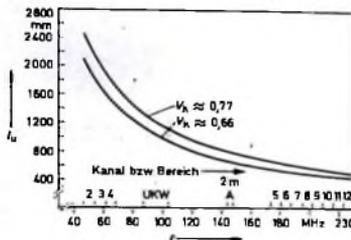
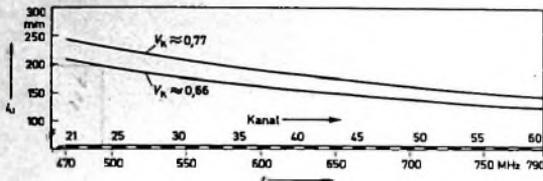


Bild 3. Dimensionierung der Länge  $l_0$  von 1/2-Umwegleitungen im UHF-Fernsehbereich

allein durch Strahlungskopplungen und -kompensationsmaßnahmen erreicht. Alle „Verbesserungsbemühungen“ sind daher überflüssig und können nur zu einem schlechteren Empfangsergebnis führen. Die Industriantennen sind der beste Beweis für die Möglichkeit der direkten Realisierung dieses Fußpunktwiderstandes an Antennen auch mit sehr vielen Elementen, so daß oft noch zitierte Hinweise auf andere Anpaßmaßnahmen heute als völlig überholt anzusehen sind.

Die einfachste Maßnahme zum Übergang von 240 Ohm symmetrisch auf 60 Ohm unsymmetrisch ist die 1/2-Umwegleitung (Bild 1). Diese Umwegleitung ist in beiden Richtungen (240/60 Ohm oder 60/240 Ohm) in gleicher Weise verwendbar, das heißt also auch bei Sendantennen oder am Empfänger. Mit dieser Schaltungsanordnung wird ein sehr dämpfungsarmer Übergang erreicht, der vielfach industriell hergestellten Symmetriergliedern weit überlegen ist. Die Frage der Bandbreite einer solchen Anordnung ist ebenfalls nicht problematisch; mit einer solchen Anordnung läßt sich jeweils ein gesamtes Band bei Dimensionierung für die Mittenfrequenz ohne weiteres übertragen, sogar die Übertragung des gesamten UHF-Bereiches 470 bis 790 MHz ist ohne weiteres möglich. Die Dimensionierung der Länge  $l_0$  der Umwegleitung erfolgt in bekannter Weise nach der Formel

$$l_0 = V_k \cdot \frac{\lambda}{2}$$

Dabei ist  $\lambda$  die mittlere Betriebswellenlänge und  $V_k$  der Verkürzungsfaktor des verwendeten Kabels. Kabel, die keine Lufträume im Dielektrikum enthalten, haben meistens einen Wert  $V_k \approx 0,66$ . Kabel, die Lufträume im Dielektrikum enthalten (Koaxialkabel mit Längshohlräumen oder Schaumdielektrikum) haben einen Wert von  $V_k \approx 0,77$ .

Die Länge der Umwegleitung kann für die genannten Werte auch direkt den Bildern 2 und 3 entnommen werden.

Für die Umwegleitung läßt sich das gleiche Kabel, das als Koaxialableitung dient, verwenden. Will man besonders gute Breitbandeigenschaften erhalten, dann benutzt man als Umwegleitung zweckmäßigerweise ein Kabel mit 120 Ohm Wellenwiderstand. Noch ein Hinweis für Amateure: Bei einem  $V_k \approx 0,66$  ist im 70-cm-Band  $l_0 \approx 225$  mm und im 24-cm-Band  $l_0 \approx 78$  mm; bei  $V_k \approx 0,77$  ist im 70-cm-Band  $l_0 \approx 262$  mm und im 24-cm-Band  $l_0 \approx 82$  mm.

Die Frage der günstigsten Verwendung geeigneter Leitungen oder Kabel wird hier nicht besonders diskutiert. Grundsätzlich ist Koaxialkabel in allen Anwendungsfällen der Vorzug zu geben, besonders jedoch im UHF-Bereich. Dem steht allerdings der höhere Preis von Koaxialkabeln zu symmetrischen Steg- oder Schlauchleitungen

## Sender und Programme

### Schnellste Aufzüge für höchsten Fernsehturm der Welt

Zum 50 Jahrestag der russischen Oktoberrevolution wird in Moskau ein beachtliches Bauwerk seiner Bestimmung übergeben: der zur Zeit höchste Fernsehturm der Welt, der mit einer Höhe von 537 m alle Bauwerke übertrifft. Der untere Teil des Turms besteht aus einer 384 m hohen Betonröhre, die einen Lasten- und drei Personenaufzüge aufnimmt, den oberen Teil bildet ein 153 m hoher Antennenmast (S. Titelbild).

Die Aufzüge wurden von der Maschinenfabrik R. Stahl, Stuttgart, geliefert und von AEG-Telefunken elektrisch ausgerüstet. Mit einer Fahrgeschwindigkeit von 7 m/s sind die drei Personenaufzüge die zur Zeit schnellsten Europas; sie können die Höhe von 350 m in 58 Sekunden durchfahren. Diese Geschwindigkeit erfordert in Verbindung mit der großen Fahrhöhe und mit Rücksicht auf die elastischen Schwankungen des sehr hohen Bauwerkes den Einsatz außergewöhnlicher technischer Einrichtungen. Je ein Fahrkernrechner (ein digitales Rechengert) bildet den Mittelpunkt jeder der vier Aufzugsanlagen. Er ermittelt bei allen Druckknopf-beteiligungen den Geschwindigkeitsverlauf so, daß die Kabine die gewünschte Haltestelle in der kürzestmöglichen Zeit ohne ruckartiges Anfahren oder Halten und mit hoher Haltegenauigkeit erreicht. Die Einflußgrößen wie Beschleunigung, Verzögerung, Beschleunigungsänderungen und die maximale Geschwindigkeit können dem Rechner in weiten Grenzen vorgegeben werden. Aus dem Rechenergebnis werden die Sollwerte für die Drehzahl- und Wegregelung des Antriebs gebildet. Die Treibselbe ist mit dem Gleichstrommotor getriebeles gekuppelt, der aus einem thyristorregerten Leonardgenerator gespeist wird. Zwei Aufzüge werden als Gruppe, die beiden anderen als Einzelaufzüge betrieben. Die Sammelsteuerungen sind elektronisch im System „Logistat“ mit Siliziumhalbleitern ausgeführt. Die hohen Forderungen an die Betriebssicherheit einer solchen Anlage wie auch die beachtlichen Temperaturunterschiede im Turm, die der Jahreszeit entsprechend zwischen  $-30^\circ\text{C}$  und  $+30^\circ\text{C}$  schwanken können, bedingten eine sorgfältige Auslegung der elektrischen Anlage und ein nahezu wartungsfreies Arbeiten der Elektronik.

gegenüber. Ein konstanter Empfang über einen sehr großen Zeitraum rechtfertigt jedoch den Mehraufwand bei Koaxialkabel bei der Errichtung einer Anlage. Dazu ist noch zu bemerken, daß die Dämpfung von Koaxialkabeln um so geringer ist, je luft-raumhaltiger das Dielektrikum ist (auch Schaumstoffkabel) und je dicker ein Koaxialkabel ist. Bei geringen Antennenspannungen sollten deshalb Koaxialkabel mit Dicken in der Größenordnung 9...10 mm vorgezogen werden. (Fortsetzung folgt)

### Schrifttum

- [1] Spindler, E.: Yagi-antennen als Spezialfall allgemeiner längsstrahlender Strukturen. Funk-Techn. Bd. 21 (1966) Nr. 3, S. 91-94, Nr. 4, S. 127-129, und Nr. 5, S. 165 bis 166
- [2] Spindler, E.: UHF-Empfangsantennen - Typen - Eigenschaften - Anwendungen. Funk-Techn. Bd. 21 (1966) Nr. 20, S. 738-741, Nr. 21, S. 775-777, Nr. 22, S. 817 bis 818, Nr. 23, S. 856-857, und Nr. 24, S. 886, 888
- [3] Rothe, G. u. Spindler, E.: Antennenpraxis 2. Aufl. Berlin 1966, VEB Verlag Technik
- [4] Fiebranz, A.: Antennenanlagen für Rundfunk- und Fernschmpfang Berlin 1961, Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH

Wegen der großen Höhe des Turms und der vor allem bei Wind auftretenden elastischen Schwankungen konnte das sonst übliche Hängekabel zur Befehlsübertragung von und zur Kabine nicht verwendet werden. Statt dessen wurde das AEG-System „Geadox“ angewendet, bei dem die Signale drahtlos nach dem Induktionsprinzip über eine im Turm fest eingebaute Leiterschleife den Send- und Empfangseinrichtungen der Kabine übermittelt werden.

### Eisstützylinder aus Stahl und glasfaserverstärktem Polyester

Auf dem 2300 m hohen Botev Vrch in Bulgarien errichtete Rohde & Schwarz eine UKW- und Fernseh Antennenanlage. Den extremen Witterungsbedingungen entsprechend mußte der statischen Berechnung der Eisstützylinder eine Windgeschwindigkeit von 180 km/h bei einem allseitigen Eisansatz von 20 cm zugrunde gelegt werden. Der Antennenträger, ein Stahlzylinder von insgesamt 49 m Höhe, ist auf einem 22,5 m hohen konischen Betonsockel montiert. Seine 33 m hohe und 2,3 m dicke erste Stufe trägt 16 UKW-Richtstrahlfelder; an der zweiten Stufe mit 1,3 m Durchmesser sind die Fernsehantennen befestigt. Den UKW-Schaft begrenzen zwei Plattformen mit 6,3 m Durchmesser, der Fernseh-Tendel endet in einer weiteren Plattform mit 3,5 m Durchmesser. Plattformgrößen und Zylinderhöhen sind zugleich Hauptabmessungen der Polyesterzylinder.

Für die Halterung des Eisstützes ragen in gleichmäßigen Abständen vier radial angeordnete stählerne Doppel-T-Profile zwischen den Richtstrahlfeldern heraus; im UKW-Schaft sind sie zusätzlich mit Polyesterseilen abgespannt, die äußeren Enden verbinden vertikale Stahlprofile. Die durch den Strahlungsbereich laufenden horizontalen Doppel-T-Profile bestehen aus glasfaserverstärktem Polyester. Auf dieses Fachwerk aus Stahl- und Polyesterprofilen sind im Fernseh-Abschnitt gewölbte Platten aus glasfaserverstärktem Polyesterharz geschraubt. Beim UKW-Zylinder ist jedes gebogene, horizontale Polyesterprofil mit zwei vertikalen Kunststoffprofilen verbunden. Die aufgeschraubten Polyesterplatten sind aus Stahllitätsrunden gesickt. Als Blitzschutz ist auf der Spitze des Turmes ein Korb aus Stahlprofilen angebracht, die Blitzschutzhänder laufen über die Stoßstellen der Kunststoffplatten nach unten. Im Korb befindet sich die Warnbefeuerung.

# Sicherheit

## Sicherheit beginnt bei der Geräte-Konzeption

SABA denkt an die Sicherheit schon lange bevor die erste Leiterplatte geätzt, der erste Transistor eingelötet wird. Systematisch. Von einer Entwicklungsstufe zur anderen. Denn Sicherheit ist mit das wichtigste Konstruktionsziel.

## Sicherheit verbürgt Lebensdauer

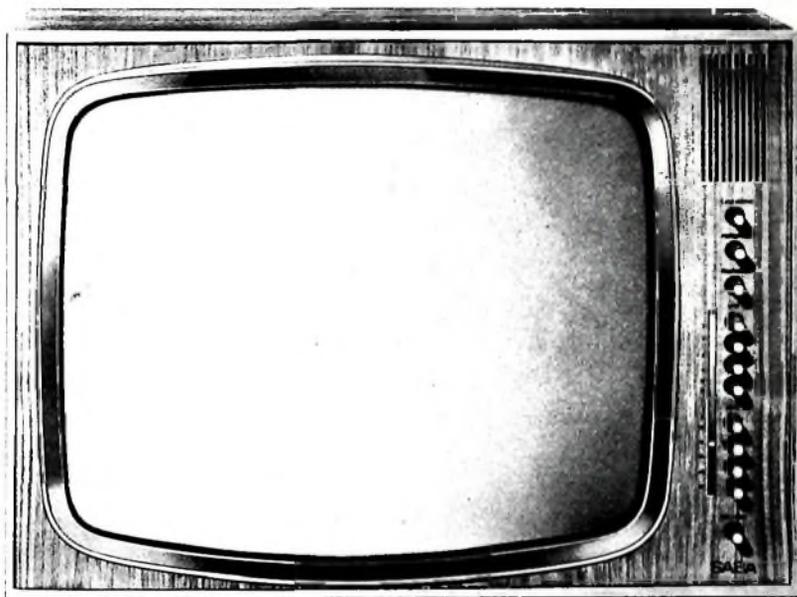
SABA-Geräte funktionieren nicht nur heute und morgen gut, sondern noch nach Jahren. Weil jedes Bauteil auf seine Sicherheit geprüft und ausgewählt wurde. Weil (entgegen modischen Trends) für jede Funktion das beste geeignete (und häufig teurere) Bauteil gewählt wird.

## Sicherheit bestimmt die Fertigung

Nicht optimale Stückzahl bei rationaler Fertigung, sondern größte Sicherheit trotz rationaler Fertigung. Das ist die Devise. Und deshalb ist Sorgfalt bei SABA oberstes Gebot in der Produktion. Jeder Mitarbeiter weiß das. Mit Sicherheit.

## ... und viele Prüfungen machen SABA-Geräte funktionsicher

SABA verläßt sich nicht darauf, fehlerhafte Bauteile bei späteren Funktionsprüfungen zu entdecken. Denn leichte Bauteilefehler können ein Gerät bei der Prüfung funktionieren lassen, werden also übersehen. Darum prüft SABA alle Bauteile einzeln. Mit sicheren Methoden.



**SABA Schauland T 187 automatic**  
59-cm-Bild Frontmontierte Bildröhre, 8 Stationstasten für Sender-Schnellwahl, Frontlautsprecher und Seitenlautsprecher, Störaustattung Fernsteueranschluß. Edelholzgehäuse hell mattiert oder gegen Mehrpreis (DM 16,-) auch in Rüstler oder Palisander.  
Festpreis DM 798,-

## Sicherheit auch für den Service

Qualitätsgerät und Service? Der Fernsehfachmann weiß: das ist kein Widerspruch. Er schätzt servicefreundliche Geräte. SABA-Fernsehgeräte haben ein Drehflügelklappchassis. Mit Sicherheit ist darauf jeder Punkt mühelos zu erreichen.

## Die Form — ein wichtiger Gesichtspunkt, auch bei SABA

Gekauft wird, was gefällt. Deshalb erkundet SABA systematisch die Wünsche der Käufer. Läßt erfahrene Groß- und Einzelhändler bei der Formgestaltung mitsprechen: Form und Ausstattung der SABA-Geräte sind marktgerecht. Sie geben dem Händler Sicherheit für einen guten Verkauf.

## Preiswürdigkeit und Preisstabilität sorgen für Sicherheit

SABA-Geräte sind nicht billig, immer jedoch ihren Preis wert. Weil sie durch und durch auf Sicherheit gebaut sind. Sie sind preisstabil durch gebundene Festpreise. Das sichert jedem Fachhändler seine feste Handelsspanne.

## SABA sorgt für Sicherheit — auch auf dem Markt

SABA-Geräte erscheinen in keinem Waren- oder Kauthaus, nicht auf dem Grauen Markt. Weder beim Discounter noch in C + C- oder Möbellagern sind sie zu bekommen. Das verhindert die SABA-Vertriebsbindung. Sie gibt dem Fachhandel Sicherheit.

**SABA**  
Schwarzwälder Präzision

# Was zählt in dieser Phono-Saison? Dual-Stereo! – Vorverkauft durch Werbung auf breiter Basis



So laut die Dual-Werbung an: die erste Anzeige dreht sich um den Dual 1019

Jetzt ist Verkaufssaison für leistungsfähige Phono-geräte und Musikanlagen. Für Dual-Stereo! Jetzt läuft auch die Dual-Herbstwerbung. Konzentriert auf: Den Dual Hi-Fi-Plattenspieler 1019, die Dual Stereo-Componenten und die Stereo-Heimanlagen.

Hi-Fi-Experten auf der ganzen Welt wissen: Der Dual 1019 ist ein einmaliger Verkaufserfolg. Kein automatischer Plattenspieler konnte bisher alle diese Vorzüge bieten: Antiskating, Tonarmlift, Mitlaufachse. Der 1019 ist Automatik-Spieler, Einzelspieler und Wechsler zugleich. Gebaut nach dem erfolgreichen Dual-Prinzip: Hi-Fi-Präzision in Großserie! Das macht den 1019 – wie alle Dual-Geräte – preiswert.

Zum guten Ton gehört Dual

**Dual**

Mit dem Hi-Fi-Verstärker, den Hi-Fi-Lautsprechern (5 Typen stehen zur Wahl!), dem neuen Tuner und der Stereo-Tonband-Componente ist die Stereo-Componenten-Reihe von Dual nun vollständig. Technisch ausgefeilt und aufeinander abgestimmt. Eine Componenten-Anlage für anspruchsvolle Musikfreunde. Zu vernünftigem Preis!

Wem verkaufen Sie Dual-Stereo-Heimanlagen? Allen ernsthaften Schallplattenfreunden, die brillante Stereo-Wiedergabe bei unkomplizierter Handhabung der Geräte wünschen. (Und dem Namen Dual vertrauen!)

Achten Sie auf unsere Werbung. Wir schalten ein: Im Werbefernsehen, bedeutenden illustrierten, Elite- und Spezial-Zeitschriften. Schalten Sie sich ein in den Verkauf!

**Frage:** Haben Sie genügend Werbematerial?  
Wenn nicht - schreiben Sie uns!  
Dual, Gebrüder Steidinger  
7742 St. Georgen/Schwarzwald

# Oszillatoren mit RC-Netzwerken (RC-Generatoren)

## 1. Einleitung

Neben Oszillatoren, bei denen das frequenzbestimmende Element durch einen LC-Schwingkreis oder durch einen Quarz gebildet wird und die in [1] und [2] beschrieben wurden, gibt es auch Oszillatoren, bei denen das frequenzbestimmende Element ein Netzwerk aus R- und C-Rauteilen (ohmscher Widerstand und Kondensator) ist. Solche Oszillatoren nennt man daher Oszillatoren mit RC-Netzwerken oder kurz RC-Oszillatoren beziehungsweise RC-Generatoren. Dabei unterscheidet man zwei große Gruppen: Bei der ersten erfolgt die zur Anfachung und Aufrechterhaltung der Schwingungen notwendige Phasenverschiebung der Rückkopplungsspannung von  $180^\circ$  im RC-Netzwerk selbst. Bei der zweiten Gruppe ist zur Phasendrehung der Rückkopplungsspannung eine zweite Röhre beziehungsweise ein zweiter Transistor vorhanden.

Bei der zuerstgenannten Gruppe von RC-Generatoren arbeitet das RC-Netzwerk also gleichzeitig als frequenzbestimmendes Element und als Phasenschieber. Diese RC-Generatoren heißen deshalb auch RC-Phasenschiebegeratoren. Bei der zweiten Gruppe dient dagegen das RC-Netzwerk nur zum Ausbiegen der gewünschten Frequenz. Bei diesen RC-Generatoren werden die Frequenzselektion und die Phasenumkehr der Rückkopplungsspannung in verschiedenen Schaltungsteilen durchgeführt, und man nennt sie deshalb auch RC-Generatoren mit getrennter Phasenumkehr.

RC-Generatoren werden vor allem im Niederfrequenzbereich eingesetzt, da LC-Schwingkreise in diesem Frequenzbereich keine ausreichende Güte mehr haben. Außerdem müßte man die Spulen und Kondensatoren der Schwingkreise so groß machen, daß sie unpraktisch und unrentabel würden. Allerdings haben RC-Generatoren einen schlechteren Wirkungsgrad als Oszillatoren mit LC-Schwingkreisen, da ein großer Teil der Schwingungsenergie in den Widerständen der RC-Netzwerke aufgeföhrt wird. Außerdem ist die Amplitude der erzeugten Schwingungen klein, da mit wachsender Schwingungsamplitude die nichtlinearen Verzerrungen rasch ansteigen. Vorteilhaft ist dagegen bei RC-Generatoren der weite Frequenzbereich, der sich mit ihnen überstreichen läßt, da hier die Frequenz linear von den Werten der Abstimmelemente R und C abhängt, während sie sich bei LC-Oszillatoren nur mit der Wurzel aus L und C ändert.

In dieser Aufsatzreihe werden zuerst die Phasenschiebegeratoren beschrieben und danach die RC-Generatoren mit getrennter Phasenumkehr. Röhren- und Transistorschaltungen werden soweit wie möglich parallel behandelt. Das Prinzip eines bestimmten Generatortyps wird zuerst an Hand einer Röhrenschtaltung erläutert, da in den Werkstätten und Laboratorien noch viele Röhrengeräte in Betrieb sind. Daran schließen sich praktisch ausgeführte Beispiele von Transistor- und Röhrenschtaltungen an.

## 2. RC-Generatoren mit RC-Phasenschiebern

### 2.1 Rückkopplung über RC-Phasenschieber

Im Bild 1 ist das Prinzip eines RC-Phasenschiebegerators dargestellt [3]. Die am Anodenwiderstand  $R_A$  der Röhre auftretende Wechselspannung wird einem Kasten zugeführt, der einen Phasenschieber aus R- und C-Rauteilen enthält. Die Ausgangsspannung  $U_A$  dieses Phasenschiebers gelangt zum Gitter der Röhre. Der Phasenschieber erzeugt für eine ganz bestimmte Frequenz, die mit  $f_0$  bezeichnet werden soll, eine Phasendrehung von

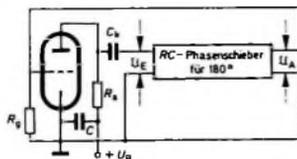


Bild 1. Prinzipielle Anordnung eines RC-Phasenschiebegerators [3]

genau  $180^\circ$  zwischen der ihm zugeführten Eingangsspannung  $U_E$  und seiner Ausgangsspannung  $U_A$ ). Für diese eine Frequenz  $f_0$  ist also die Rückkopplungsbedingung erfüllt, nach der der Eingang des Verstärkerelementes eines Oszillators zurückgeführte Wechselspannung die entgegengesetzte Phasenlage wie die Ausgangsspannung des Verstärkerelementes haben muß, wenn in dem Oszillator Schwingungen entstehen sollen (s. zum Beispiel [1]). Für alle anderen Frequenzen, die von  $f_0$  abweichen, ist die Phasendrehung in dem RC-Phasenschieber von  $180^\circ$  verschieden.

### 2.2 Phasenschieber aus mehrgliedrigen RC-Ketten

Legt man bei einem einfachen RC-Glied, das nur aus einem Widerstand und einem Kondensator besteht, eine Wechselspannung an den Eingang, so wird man feststellen, daß zwischen der Eingangsspannung und der Ausgangsspannung eine Phasenverschiebung auftritt. Diese Phasenverschiebung nähert sich um so mehr dem Wert von  $90^\circ$ , je größer das Verhältnis von kapazitivem Widerstand zu ohmschem Widerstand ist. Schaltet man hinter dieses RC-Glied ein zweites RC-Glied, so wird die Phase in diesem Glied um weitere annähernd  $90^\circ$  gedreht. Zwischen der Eingangsspannung am ersten RC-Glied und der Ausgangsspannung am zweiten RC-Glied besteht damit eine Phasenverschiebung von fast  $180^\circ$ . Der Eingangswiderstand des zweiten RC-Gliedes muß dabei groß gegenüber dem Ausgangswiderstand des ersten RC-Gliedes sein, damit dieses den Betrag und die Phase der Ausgangsspannung des ersten Gliedes nicht beeinflußt. Allerdings wird bei einer Kette von nur zwei RC-Gliedern nie eine Phasenverschiebung von genau  $180^\circ$  zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung erreicht. In diesem Fall würden nämlich die Spannungen an den Widerständen der beiden RC-Glieder Null werden. Damit ist aber nichts gewonnen.

Man muß daher wenigstens drei RC-Glieder hintereinander schalten, wenn man eine Phasenverschiebung von insgesamt  $180^\circ$

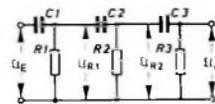
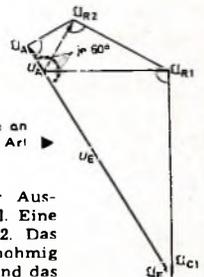


Bild 3. Spannungs- und Phasenverhältnisse an einer dreigliedrigen RC-Phasenskette erster Art



zwischen der Eingangsspannung und der Ausgangsspannung der RC-Kette erhalten will. Eine solche dreigliedrige RC-Kette zeigt Bild 2. Das zweite RC-Glied  $R_2, C_2$  ist dabei hochohmig gegenüber dem ersten RC-Glied  $R_1, C_1$ , und das dritte Glied  $R_3, C_3$  ist wiederum hochohmig gegenüber seinem Vorgänger  $R_2, C_2$ . Alle drei RC-Glieder haben jedoch die gleiche Zeitkonstante  $\tau = R \cdot C$ .

Für diese Phasenskette kann man ein Vektordiagramm aufstellen, wie es in Bild 3 dargestellt ist. Jedes der drei RC-Glieder dreht die Phase um jeweils  $60^\circ$ , so daß zwischen der Eingangsspannung  $U_E$  und der Ausgangsspannung  $U_A$  eine Phasenverschiebung von zusammen  $180^\circ$  auftritt. Der Betrag der Ausgangsspannung  $U_A$

<sup>1)</sup> Die Spannungen  $U_A$  und  $U_E$  sind komplexe Größen, das heißt, sie setzen sich aus einem Wirkanteil und einem Blindanteil zusammen. Um sie von reinen Wirkgrößen besser unterscheiden zu können, bezeichnet man komplexe Größen oft mit Frakturbuchstaben („deutsche“ Buchstaben). Solche komplexen Größen werden in dieser Aufsatzreihe noch öfter auftreten.

Kassetten,  
Kombi-Taschen,  
Meßgeräte  
für die Werkstatt

# SERVIX

Spezialist für Transistoren

der Kette hat sich gegenüber dem Betrag der Eingangsspannung  $U_E$  verringert, und zwar auf

$$U_A = U_E (\cos 60^\circ)^3 = U_E \cdot 0,5^3 = 0,125 \cdot U_E \quad (1)$$

Eine Phasenverschiebung von genau  $180^\circ$  zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung der RC-Kette tritt nur bei der Frequenz  $f_0$  auf, die von den elektrischen Daten der Widerstände und Kondensatoren der RC-Kette abhängt.

Schaltet man die RC-Kette von Bild 2 zwischen den Ausgang und den Eingang eines Verstärkervierpols (Röhre, Transistor), wie das im Bild 1 angedeutet ist, so tritt in dieser Schaltung Selbsterregung auf, das heißt, es entstehen Schwingungen mit der Frequenz  $f_0$ . Voraussetzung dafür ist allerdings, daß die Verstärkung der Röhre oder des Transistors so groß ist, daß sie die Spannungsteilung durch die RC-Kette wieder wettmacht.

## 2.2.1. RC-Ketten erster Art

### 2.2.1.1. Idealierte RC-Ketten

Eine RC-Kette, bei der wie im Bild 2 die Kondensatoren als Längsglieder und die Widerstände als Querglieder angeordnet sind, bezeichnet man als RC-Kette erster Art oder auch als CR-Kette, weil der Kondensator C des jeweiligen CR-Gliedes vor dem zugehörigen Widerstand R angeordnet ist. Nimmt man zunächst den einfachen Fall an, daß die letzten beiden der drei RC-Glieder, aus denen sich die Kette zusammensetzt, jeweils hochohmig gegenüber ihrem Vorgänger sind, so erhält man Spannungs- und Phasenverhältnisse in der RC-Kette, wie sie schon im Bild 3 dargestellt wurden. Die Frequenz  $f_0$ , bei der die Phasenverschiebung zwischen der Eingangs- und der Ausgangsspannung genau  $180^\circ$  wird, ist bei dieser RC-Kette durch die Beziehung

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{3} \cdot R \cdot C} \quad (2)$$

gegeben.

An Hand von Gl. (1) wurde bereits gezeigt, daß sich der Betrag der Ausgangsspannung  $U_A$  gegenüber dem Betrag der Eingangsspannung  $U_E$  der RC-Kette auf  $U_A = 0,125 \cdot U_E$  verringert hat. Der Betrag des Spannungsteilerfaktors K einer solchen RC-Kette ist demnach

$$K = \frac{U_A}{U_E} = \frac{0,125}{1} = \frac{1}{8} \quad (3)$$

Verwendet man diese RC-Kette in einem RC-Generator, so muß die Verstärkung der Röhre mindestens 8fach sein, damit die durch die RC-Kette bewirkte Spannungsuntersetzung aufgehoben wird und Schwingungen entstehen können.

### 2.2.1.2. Symmetrische und teilsymmetrische RC-Ketten

RC-Ketten, bei denen der Eingangswiderstand eines RC-Gliedes jeweils groß gegenüber dem Ausgangswiderstand des vorausgehenden RC-Gliedes ist, heißen idealisierte RC-Ketten. Aus praktischen Erwägungen heraus macht man aber meistens die Widerstände und Kondensatoren und damit die Eingangs- und Ausgangswiderstände der einzelnen RC-Glieder einander gleich. Diese RC-Ketten bezeichnet man als **symmetrische**

<sup>1)</sup> Die Beträge komplexer Größen schreibt man mit lateinischen Buchstaben, also  $U_E$ ,  $U_A$  usw., oder man setzt die Formelzeichen für die komplexen Größen zwischen zwei senkrechte Striche, also  $|U_E|$ ,  $|U_A|$  usw. (dies: Betrag von  $U_E$ ,  $U_A$  usw.).

RC-Ketten. Meistens besteht nämlich der Wunsch, den RC-Generator abstimmbar zu machen. Bei symmetrischen Ketten läßt sich dies durch einen Mehrfachdrehkondensator verwirklichen (Bild 4).

Wenn die RC-Ketten aber symmetrisch aufgebaut sind, das heißt, wenn alle Widerstände und alle Kondensatoren der Kette gleiche Werte haben, so belastet jedes Glied der Kette seinen Vorgänger. Deshalb sind die Phasendrehungen der einzelnen Glieder hier verschieden groß, und zwar drehen die ersten Glieder die Phase weniger als die nachfolgenden. Die gesamte Phasenverschiebung der RC-Kette beträgt aber nach wie vor  $180^\circ$  für eine bestimmte Frequenz.

Diese Frequenz, bei der die Phasenverschiebung zwischen der Eingangs- und Ausgangsspannung der RC-Kette genau  $180^\circ$  wird, ist bei der dreigliedrigen symmetrischen RC-Kette erster Art niedriger als bei der idealisierten RC-Kette mit der gleichen Gliederzahl und mit den gleichen Zeitkonstanten  $\tau = RC$  der einzelnen Glieder. Für diese Frequenz, die hier mit  $f_{0,3}$  bezeichnet wird, erhält man

$$f_{0,3} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{6} \cdot R \cdot C} \quad (4)$$

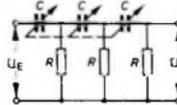


Bild 4 Symmetrische RC-Kette erster Art mit Dreifachdrehkondensator zum Verändern der Frequenz  $f_{0,3}$

Der Betrag des Spannungsteilerfaktors bei der symmetrischen dreigliedrigen RC-Kette erster Art ist

$$K = \frac{1}{29}$$

(auf die Herleitung dieses Wertes sei hier verzichtet).

Um den durch die Spannungsuntersetzung einer symmetrischen dreigliedrigen RC-Kette erster Art entstehenden Spannungsverlust wieder rückgängig zu machen, muß die Röhre des RC-Generators also eine Verstärkung von mindestens 29 aufweisen. Nur wenn diese Bedingung erfüllt ist, können Schwingungen entstehen, die die Frequenz  $f_{0,3}$  haben. Dem Vorteil gleich großer Bauelemente für die gesamte RC-Kette steht bei der symmetrischen RC-Kette also der Nachteil des größeren Verstärkungsaufwandes gegenüber. Mit einer Triode ist ein Verstärkungsfaktor von 29 nicht zu erreichen. Man muß deshalb in einem RC-Generator, in dem eine dreigliedrige symmetrische RC-Kette erster Art (entsprechend Bild 4) verwendet wird, eine Pentode einsetzen.

Wird eine RC-Kette erster Art (gemäß Bild 2 oder 4) in einer Schaltung nach Bild 1 verwendet, so können der Kondensator  $C_K$  und der Widerstand  $R_K$  entfallen. Der Kondensator  $C_K$  wird dann durch den ersten Kondensator und der Widerstand  $R_K$  durch den letzten Widerstand der RC-Kette ersetzt (Fortsetzung folgt)

## Schrifttum

- [1] Schweißert, H.: Hochfrequenzoszillatoren mit Schwingkreisen. Funk-Techn. Bd 21 (1966) Nr. 10, S. 392, Nr. 11, S. 418, Nr. 12, S. 460, Nr. 13, S. 494, Nr. 14, S. 528 u. 530, Nr. 15, S. 560-561, u. Nr. 16, S. 592-594
- [2] Schweißert, H.: Hochfrequenzoszillatoren mit Quarzstabilisierung. Funk-Techn. Bd 22 (1967) Nr. 12, S. 448-49, Nr. 13, S. 488 bis 490, Nr. 14, S. 524-526, Nr. 15, S. 565-566, Nr. 16, S. 599-602, u. Nr. 18, S. 716-718
- [3] Kulp, M.: Elektronenröhren und ihre Schaltungen. 2. Aufl. Göttingen 1958, Vandenhoeck & Ruprecht

## Preiswerte Transistoren



AC 117	DM 2,50
AC 121	DM 1,50
AC 151 V	DM 1,60
AC 187 K / AC 188 K	DM 3,70
komp. Paar	DM 3,95
AD 148	DM 3,35
AF 118	DM 1,50
BC 107	DM 1,40
BC 108	DM 1,20
BC 109	DM 1,25
BC 170 B	DM 1,-
BF 115	DM 3,-
2 N 708	DM 1,60
2 N 709	DM 2,60
2 N 914	DM 2,95
2 N 2218 A	DM 4,35

Nur Original Transistoren! Preisgünstige Bauteile finden Sie in unserer kostenlosen Preisliste. Prompter NN-Versand ab Lager!

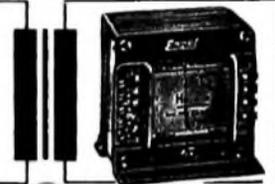
M. LITZ elektronische Bauteile  
7742 St. Georgen, Postfach 55

# Es lohnt sich!



Preise stark herabgesetzt für Schreibmaschinen aus Vorführung und Retouren, trotzdem Garantie u. Umtauschrecht. Kleinste Raten. Fordern Sie Gratiskatalog 907 N

**NÖTHEL** Deutschlands größtes Büromaschinenhaus  
A. G. - M. Z. H.  
34 GÖTTINGEN, Postfach 601



## Rundfunk-Transformatoren

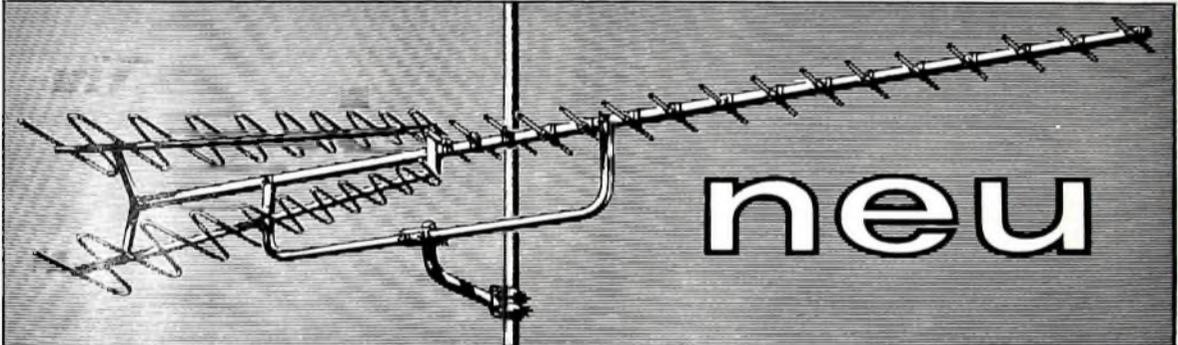
für Empfänger, Kleinstender Meßgeräte und Verstärker  
Ing. Erich u. Fred Engel GmbH  
Elektrotechnische Fabrik  
62 Wiesbaden-Schierstein

# Dezi-PFEIL

## KATHREIN UHF - Antenne

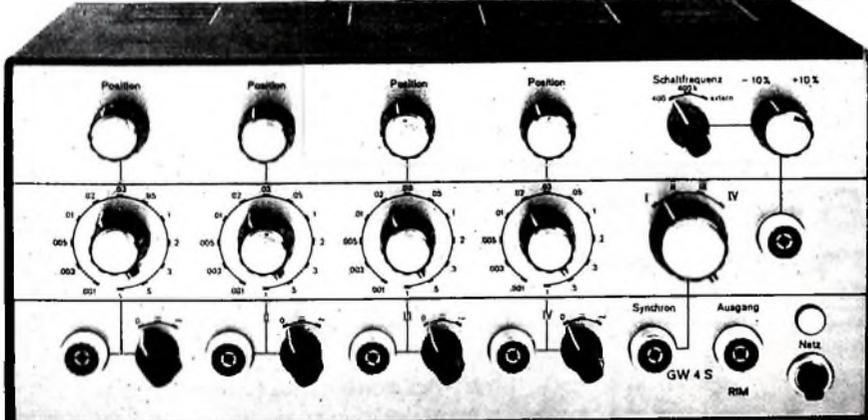
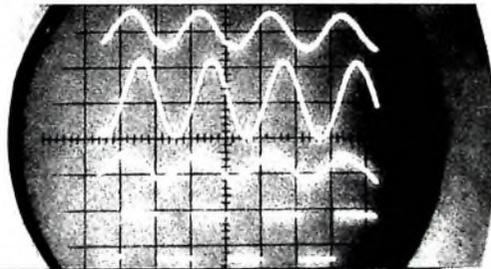
Sie treffen immer...  
mit der KATHREIN „Dezi-PFEIL“- gleichgültig  
ob das Ziel Farbe oder Schwarzweiß ist.  
Die Dezi-PFEIL-Antennen sind ganz neue UHF-Breitband-  
Antennen, neu in Aussehen, und neu in der Leistung!  
Hoher Gewinn ist vereinigt mit sehr günstigem Vor-  
rückverhältnis, und dazu haben die Dezi-PFEIL große  
Nebenzieldämpfung. Von der Dezi-PFEIL gibt es nur  
drei verschieden große Typen, diese drei Typen  
genügen für alle UHF-Empfangsprobleme.  
Solche Antennen muß man haben, um Antennenanlagen  
aufzubauen für Farbempfang, und auch für Schwarzweiß.  
Fragen Sie nach der Dezi-PFEIL von KATHREIN!  
Es ist Ihr Vorteil!

F. 022 07 67



**A. KATHREIN 82 ROSENHEIM**  
Allseitige Spezialfabrik für Antennen und Blitzschutzapparate  
Postfach 260      Telefon (08031) 3841

# Aus 1 mach 4



Auch die Preise sind für jede Werkstätte und jedes Labor erschwinglich. — Sofort abschreibbar  
im Jahr der Anschaffung, da unter DM 800,—.

# RADIO-RIM

Abt. F2 · 8000 München 15 · Bayerstr. 25, am  
Hbf. · Tel. (08 11) 557221, Telex 52 81 66 raim-d

Bis vier Oszillogramme auf einem  
Einstrahl-Oszillographen abbilden...

Das können Sie mit unserem  
**Vierfach-elektronischen  
Schalter „GW 4 S“**

Übrigens ist dieser Schalter genau-  
so für Gleichspannung wie auch für  
Wechselspannung bis 20 MHz und  
dazu noch nahezu linear verwend-  
bar, daher sind auch für alle vier  
Kanäle getrennte, voneinander un-  
abhängige, vertikale Einstellungen  
möglich.

Das macht den Schalter zu einem  
äußerst vielseitigen, nicht nur in der  
Farbfernsehetechnik, sondern auch  
in der gesamten Meß- und Prüftech-  
nik verwendbaren Hilfsmittel.

31 Silizium-Transistoren und 44 Dioden  
sind seine Halbleiter-Bestück-  
ung. Maße: B 300 X H 130 X T 220 mm.

Über weitere technische Einzelhei-  
ten informiert Sie unser Prospekt  
„GW 4 S“.

Kompletter RIM-Bausatz DM 598,—  
Ausführliche RIM-Baumapfe DM 10,—  
Betriebsfertiges Gerät mit Garantie  
DM 748,—

## Montageleiter



Unsere Werksvertretung in Spanien sucht für ihren Montagebetrieb, in dem Autoradios und später auch Koffergeräte montiert werden, einen organisatorisch begabten und in der Anleitung von Mitarbeitern befähigten Montageleiter

Erwartet werden umfassende praktische und theoretische Kenntnisse auf dem Gebiet der Rundfunktechnik, möglichst Fertigungserfahrung und Qualitätsgefühl.

Kenntnisse in der spanischen Sprache würden natürlich die Einarbeitung und die spätere Tätigkeit erleichtern. Entscheiden soll jedoch die persönliche und fachliche Eignung.

Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen und Lichtbild bitten wir direkt an Electro Diesel, S. A., Madrid, Embajadores 146, Apartado 50 488, zu richten.

## BLAUPUNKT

Mitglied des BOSCH Firmenverbandes

## Rundfunk-Techniker



Für unsere Werksvertretung in Toronto/Canada suchen wir zum baldmöglichen Eintritt einen tüchtigen Rundfunk-Techniker.

Er sollte über gute theoretische und praktische Fachkenntnisse verfügen und möglichst auch in der Lage sein, den Service von Tonbandgeräten zu übernehmen.

Englische Sprachkenntnisse sind erwünscht, jedoch nicht Bedingung. Der Vertrag soll über drei Jahre abgeschlossen werden.

Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen und Lichtbild bitten wir direkt an Robert Bosch (Canada) Ltd., 33 Atomic Avenue, Toronto 18, Ontario, zu richten.

## BLAUPUNKT

Mitglied des BOSCH Firmenverbandes

## Kleinstsender

mit eingebautem Mikroton auch als Baustein präpariert für Amateurdunk und Export lieferbar. Prospekt kostenlos.

Gerhard Thöner, Abt. F 2, 5 Köln 1  
Postfach 1772, Tel. 81 39 57

## Elektronische Selbstbau-Orgeln

Alle Größen, bis zur seriösen Kirchenorgel mit 30 Tasten Fußpedal. **Nachbaufähig** durch Anleitungen. Baustufen und Teile einzeln beziehbar. Jedes Modell **stereomäßig** ausgerüstet! **Nettopreisliste** direkt von **Electron Music**, 4951 Döhren 70, Postfach 10/18

## Elektrotechniker

für Reparatur und Wartung hauptsächlich von Diktier- und Tonbandgeräten jedoch auch von Radio- und Fernsehgeräten sofort gesucht!

Fa. W. Stumpff  
Bonn, Beethovenstr. 22, Tel. 5 12 16

## Christiani Elektronik-Labor

Grundlagen der Elektronik.  
Vermittelt durch neuartigen Fernlehrgang Nach der Methode Christiani.  
Erlebt in selbstaufgebauten Versuchen. Durch eigens dafür entwickeltes Experimentiermaterial. Ein Lehrgang für jedermann.  
Keine technischen Vorkenntnisse nötig. Verlangen Sie unverbindlich Prospekt ELL.



Technisches Lehrinstitut  
Dr.-Ing. habil. Christiani  
775 Konstanz Postfach 1557

Alle Einzelteile und Bausätze für elektronische Orgeln  
Bitte Liste T66 anfordern!  
DR. BÖHM  
495 Minden, Postfach 290/40

## Kaufgesuche

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

HANS HERMANN FROMM bietet um Angebote kleiner und großer Sonderposten in Empfangs-, Sende- und Spezialröhren aller Art. Berlin 31, Fehrbelliner Platz 3. Telefon: 87 33 95 / 96  
Telex: 1-84 509

Größere Posten elektronischer Bauteile, Geräte und Aggregate sowie Röhren und Halbleiter übernimmt gegen Kasse Alzert-Radio, Ahl 9, 1 Berlin 61, Stresemannstraße 100, Telex 018 5775

## Unterricht

Theoretische Fachkenntnisse durch die bewährten Christiani-Fernlehrgänge Radio- und Fernsehtechnik, Automation, Steuerungs- und Regelungstechnik. Sie erhalten kostenlos und unverbindlich einen Studienführer mit ausführlichen Lehrplänen. Schreiben Sie eine Postkarte: Schickt Studienführer. Karte heute noch absenden an Technisches Lehrinstitut Dr.-Ing. Christiani, 775 Konstanz, Postfach 1257

Eine Enzyklopädie  
der Hochfrequenz-  
und Elektrotechnik



## Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

I. BAND: Grundlagen der Elektrotechnik · Bauelemente der Nachrichtentechnik · Elektronenröhren · Rundfunkempfänger · Elektroakustik · Tonfilmtechnik · Übertragungstechnik · Stromversorgung Starkstromtechnik u.a.m.

728 Seiten · 646 Bilder · Ganzleinen 19,50 DM

II. BAND: Neuentwickelte Bauelemente · Der Quarz in der Hochfrequenztechnik · Wellenausbreitung · UKW-FM-Technik · Funkmeßtechnik · Funkortung · Schallaufzeichnung · Elektronische Musik Industrielle Elektronik · Fernsehen u.a.m.

760 Seiten · 638 Bilder · Ganzleinen 19,50 DM

III. BAND: Stromverdrängung · Berechnung elektromagnetischer Felder · Frequenzfunktion und Zeitfunktion · Oxydische Dauermagnetwerkstoffe · Bariumtitanalate · Stabantennen · Wabenkaminfenster Halbleiter · Dämpfung und Phasentzerstörung · Die Ionosphäre Hochfrequenzverfahren · Fernsehliteraturverzeichnis u.a.m.

744 Seiten · 669 Bilder · Ganzleinen 19,50 DM

IV. BAND: Informationstheorie · Bauelemente der Nachrichtentechnik Fortschritte auf dem Gebiet der Elektronenröhre · Verstärkerentechnik Moderne AM-FM-Empfangstechnik · Elektroakustik und Tonfilmtechnik Planungsgrundlagen für kommerzielle Funk- und Richtfunkverbindungen · Meteorologische Anwendungen der Nachrichtentechnik · Die Elektronik in der Steuerung- und Regelungstechnik · Theorie und Technik elektronischer digitaler Rechenautomaten · Vakuumtechnik

826 Seiten · 769 Bilder · Ganzleinen 19,50 DM

V. BAND: Fachwörterbuch mit Definitionen und Abbildungen. Hauptfachgebiete: Antennentechnik · Bauelemente · Dezimeter-technik · Elektroakustik · Elektromedizin · Elektronische Musik Entstörungstechnik · Fernmeldetechnik · Fernsehtechnik · Funkortung Halbleitertechnik · Hochfrequenztechnik · Impulstechnik · Industrie-Elektronik · Kommerzielle Nachrichtentechnik · KW- und Amateur-KW-Technik · Lichttechnik · Mathematik · Meßtechnik · Nachrichtensysteme · Richtfunktechnik · Röhrentechnik · Rundfunktechnik · Ultrakurzwellentechnik · Werkstofftechnik

810 Seiten · 514 Bilder · Ganzleinen 26,80 DM

VI. BAND: Schaltalgebra · Fortschritte in der Trägerfrequenztechnik Die Pulsmodulation und ihre Anwendung in der Nachrichtentechnik Gedruckte Schaltungen und Subminiaturtechnik · Meßverfahren und Meßgeräte der NF-Technik und Elektroakustik · Messungen zur Bestimmung der Kennwerte von Dioden und Transistoren · Stand der Frequenzmeßtechnik nach dem Überlagerungsverfahren · Radioastronomie · Dielektrische Erwärmung durch Mikrowellen · Magnetverstärkerentechnik · Analogrechner als Simulatoren · Technik der Selbst- und Fernlenkung · Fernwirktechnik · Farbfernsehen

765 Seiten · 600 Bilder · Ganzleinen 19,50 DM

VII. BAND: Grundlagen und Anwendungen der magnetischen Informationsspeicherung · Energieleitungen bei sehr hohen Frequenzen Rauscharme Verstärker · UHF-Meßtechnik · Rauschgeneratoren und ihre Anwendungen in der HF- und NF-Technik · Fortschritte auf dem Gebiet der Elektronenstrahl-Oszilloskopen · Elektrisches Messen von nichtelektrischen Größen · Moderne Empfangstechnik für Rundfunk und Fernsehen · Neue Glühkathodentechnik · Drehmelder (Drehfeldsysteme, Synchron) und Zubehör · Die steuerbare Einkristallgleichrichterzelle, ein neues Bauelement in der Starkstromtechnik · Nukleare Elektronik · Elektronik in der Medizin

743 Seiten · 538 Bilder · Ganzleinen 19,50 DM

### und hier ein Urteil von vielen

„Wenn wir in unserem Großbetrieb vom ‚blauen Wunder‘ sprechen, so meinen wir die Bände des HANDBUCH FÜR HOCHFREQUENZ- UND ELEKTRO-TECHNIKER. Sie sind Ihnen großartig gelungen und bedeuten für uns Techniker und Ingenieure geradewegs das tägliche Brot.“ H. K. in B.

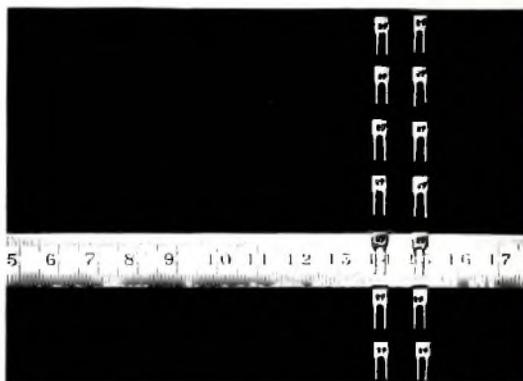
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen im Inland und Ausland sowie durch den Verlag

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



RESISTA

## KERAMIK- SCHEIBEN- KONDENSATOR Typ GO / Bauform Ep



### WOFÜR WURDE DER GO ENTWICKELT?

Dieser neue Keramik-Scheibenkondensator erfüllt in gerader Weise die Forderung nach einer hohen Packungsdichte. Sein Einsatz empfiehlt sich vor allem

- als Filterkondensator und anstelle von Kleinst-Rohrkondensatoren (NDK) sowie
- als Entkopplungs-Kondensator, wenn es auf kleinste Abmessungen ankommt (HDK)

### CHARAKTERISTIKEN

- kunststoff-umhüllter Scheibenkondensator
- parallele Drahtanschlüsse
- Rastermaß 2,5 mm
- Drahtstärke 0,6 mm, Länge 6 mm oder
- Drahtstärke 0,4 mm, Länge 20 mm
- Kapazitäts-Toleranz NDK  $\pm 2\%$
- Kapazitäts-Toleranz HDK  $\pm 10\%$  bzw.  $+50 -20\%$

### PROGRAMM

Kapazitäts-Bereich: NDK 10—560 pF  
HDK 820—15000 pF  
Kleinste Abmessung: 4 x 4 mm  
Größte Abmessung: 6 x 12 mm  
Dicke: 2 mm max.  
Spannung: 63 V—



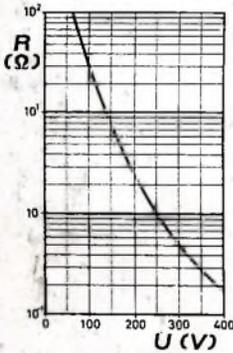
RESISTA  
FABRIK ELEKTRISCHER WIDERSTÄNDE GMBH  
8300 LANDSHUT/BAYERN  
Ludmillastraße 23—25 · Postfach 588/89 · Telefon 3085

## VDR, NTC, PTC

## Nichtlineare Widerstände Meßindikatoren in der modernen Technik

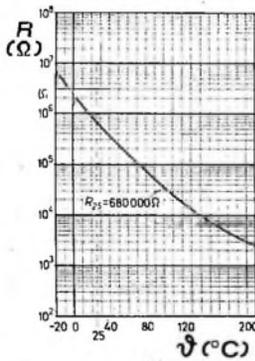
VDR-Widerstände  
mit großer Span-  
nungsabhängigkeit  
für

Spannungsregelung  
Überspannungsschutz  
Funkenlöschung



NTC-Widerstände  
mit großem nega-  
tiven Temperat-  
koeffizienten für

Temperaturmessung  
Temperaturregelung  
Temperaturkompensation  
Vakuummessung  
Niveauanzeige  
Strömungsmessung



PTC-Widerstände  
mit großem positi-  
ven Temperat-  
koeffizienten für

Füllstandgeber  
Stromregelung  
Motorschutz  
Temperaturregelung  
Temperaturüberwachung

