



BERLIN

# FUNK- TECHNIK

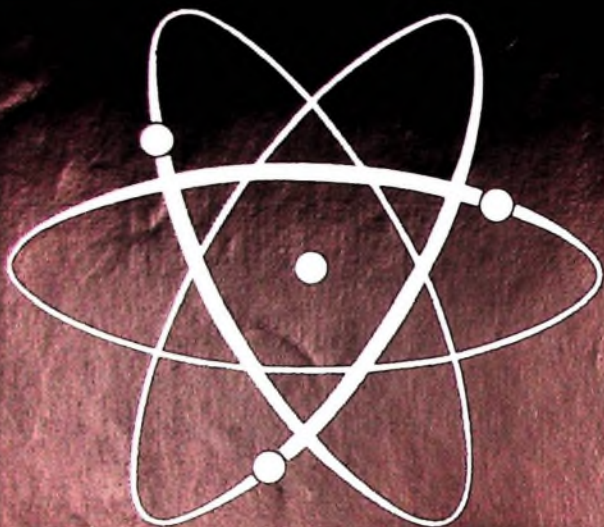
A 3109 D



4 | 1966+

2. FEBRUARHEFT





**INTERNATIONALE MESSE FÜR  
ELEKTRONIK  
AUTOMATION  
MESSINSTRUMENTE**

**600 Aussteller aus 15 Ländern**

zeigt Apparate und Komponenten für  
Servotechnik, Messgeräte  
und andere industrielle  
Elektronik, medizinische Elektronik,  
technische TV- und  
Radiokommunikation sowie  
elektronische Datenbehandlung u. a. m.

**FORUM - KOPENHAGEN**

**25. FEBRUAR - 6. MÄRZ 1966**

Sekretariat: Julius Thomsens Plads 1 • Kopenhagen V • Telefon (01) 35 28 02



## AUS DEM INHALT

2. FEBRUARHEFT 1966

|  |     |
|--|-----|
| gelesen · gehört · gesehen .....   | 112 |
| FT meldet .....  | 114 |
| Lehrbaukästen .....  | 117 |
| Der neue Autosuper „Köln K“ .....  | 118 |
| Persönliches .....   | 120 |
| Tonstudio im Schrank .....   | 121 |
| Zwei einfache NF-Verstärker mit Silizium-Planartransistoren .....  | 124 |
| Hi-Fi-Technik  |     |
| Bausatz „BS 35/8“ für Hi-Fi-Kompaktbox .....   | 125 |
| Test- und Demonstrationsschallplatten .....  | 126 |
| Antennen   |     |
| Yagiantennen als Spezialfall allgemeiner längsstrahlender Strukturen .....                                 | 127 |
| „Big Wheel“ — eine Antenne mit Rundstrahlcharakteristik und gutem Gewinn .....                             | 129 |
| Für den KW-Amateur   |     |
| Eichquarzgenerator und Signalverfolger · Ein Universalgerät für die Werkstatt und den Funkamateurler ..... | 130 |
| Aus der Arbeit der KW-Amateure .....   | 132 |
| Meßtechnik   |     |
| Effektivvoltmeter für impulsförmige Spannungen .....   | 133 |
| Durch Messen zum Wissen .....  | 136 |
| Aus Zeitschriften und Büchern  |     |
| Einfacher Heizspannungsregler .....  | 138 |
| Für den Phono- und Tonbandfreund .....   | 140 |
| Tagungen, Lehrgänge .....  | 140 |

Unser Titelbild: Auch ein umfangreiches Tonstudio läßt sich in kompakter Schrankbauweise harmonisch in den Wohnraum einfügen (s. a. S. 121—123) Aufnahme: telefunkenbild

Aufnahmen: Verfassers, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfassers. Seiten 110, 115, 116, 135, 137, 139, 141—144 ohne redaktionellen Teil

# VALVO

BAUELEMENTE FÜR DIE GESAMTE ELEKTRONIK

## Bauelemente für tragbare Fernsehempfänger



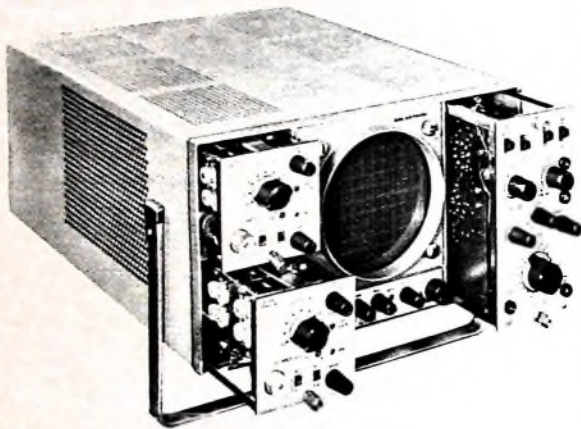
Bildröhre A 28-13 W  
schuttscheibenlose Ausführung  
mit besonders flachem  
Bildschirm

|  |         |   |  |
|--|---------|---|--|
| Horizontal-Ausgangstransformator                             | AT 2042 | } | für transistorbestückte Horizontal- und Vertikalablenkstufen |
| Ablenkeinheit  | AT 1020 |   |  |
| Transistor für Horizontalablenkstufen                        | AU 103  | } | für röhrenbestückte Horizontal- und Vertikalablenkstufen     |
| Schaltdiode für Horizontalablenkstufen                       | BY 118  |   |  |
| Transistor für den Steuergenerator in Vertikalablenkstufen   | AC 127  |   |  |
| Transistor für Vertikalablenkstufen                          | AD 149  |   |  |
| Horizontal-Ausgangstransformator                             | AT 2043 | } | für röhrenbestückte Horizontal- und Vertikalablenkstufen     |
| Ablenkeinheit  | AT 1021 |   |  |
| Röhre für Horizontalablenkstufen                             | PL 81   |   |  |
| Schaltdiode  | PY 81   |   |  |
| Röhre für Steuergenerator und Endstufe der Vertikalablenkung | ECL 80  |   |  |
| Hochspannungsgleichrichterröhre                              | DY 51   |   |  |



VALVO GMBH HAMBURG

# ZWEISTRAHL-OSZILLOGRAPH Typ CD 1400



Eine Neuentwicklung mit besten technischen Daten zu einem konkurrenzlos niedrigen Preis

## Y-Verstärker in Einschubtechnik

Entweder 0 bis 15 MHz (100 mV/cm)  
0 bis 750 kHz (10 mV/cm)

oder Differenz-Verstärker  
0 bis 75 kHz 1 mV/cm  
3 Hz bis 25 kHz 100  $\mu$ V/cm

## Zeitbasis in Einschubtechnik

Entweder 0,5  $\mu$ sec/cm bis 200 msec/cm  
2,5fache Feinregelung, 5fache X-Dehnung

oder Zeitbasis mit Zeitverzögerungsgenerator  
in 3 Stufen 0- 5 msec  
0- 50 msec  
25- 100 msec

Bildschirm 13 cm  $\phi$  (für Photozusatz eingerichtet)

Bitte fordern Sie Unterlagen über unser Meßgeräteprogramm an:

- Netzgeräte
- Meßsender
- RC-Oszillatoren
- Tiefstfrequenzgeneratoren
- Impulsgeneratoren
- Oszillographen
- Digitalvoltmeter
- Datenregistrier-systeme
- Systeme zur dynamischen Frequenzanalyse
- Bausteine für Analogrechner
- Radar-, Meß- und Übungssimulatoren
- Elektronische Zeit- und Frequenzzähler

## SCHLUMBERGER MESSGERÄTE

8 München 15, Bayerstr. 13, Tel. 55 82 01-05, Telex 05-22 248

Österreich: Daystrom Overseas, Wien 12, Tivoligasse 74  
Schweiz: Daystrom SA, Zürich, Badener Straße 333



gelesen · gehört · gesehen



### Neue Fernsehempfänger

#### „Konsul“ und „Favorit“ von Nordmende

Die beiden neuen Fernsehempfänger „Konsul“ und „Favorit“ (beide mit 59-cm-Bildröhre) enthalten das „Universal-Chassis 17“ mit 13 Transistoren und sieben Röhren. Im UHF-Bereich arbeitet dieses neue Chassis mit vier ZF-Stufen; es ist eine Weiterentwicklung des „Luxus-Chassis 16“. Tuner, Bild- und Ton-ZF-Verstärker, getastete Regelung, Videoteil, Amplitudensieb und Phasenvergleich sind mit Transistoren bestückt. In nicht weniger als sechs Stufen wurde dabei aus Gründen der engeren Streugrenzen je ein Transistor des Mesatyps und in zwei weiteren (Videoverstärker) je ein Silizium-Planartransistor eingesetzt. Die Geräte enthalten wiederum ein Schnellwahl-Tastenaggregat mit fünf Stationstasten, die jede für sich auf jeden Kanal – gleichgültig, ob im Bereich I, III oder IV/V – eingestellt werden können. Beide Empfänger sind preisgebunden.

#### „FE 256 T“ von Telefunken

Zusätzlich zu den bisher gemeldeten 59-cm-Fernsehempfängern „FE 216 T“ und „FE 226 T“ (s. Heft 3/1966, S. 84) liefert Telefunken als drittes 59-cm-Modell im neuen Fernsehgeräteprogramm für 1966 das asymmetrische Tischgerät „FE 256 T“. Die wesentlichen Merkmale des neuen Modells sind Holzfront, Frontbedienung mit sechs Stationsdrucktasten, Frontlautsprecher, geringe Gehäusetiefe durch vorgezogene Bildröhre. In der Technik entspricht das Gerät den bereits gemeldeten Empfängern.

#### Fernsehdrehtisch „550“

Die Metz-Apparatewerke warten mit einer Neuheit in Form



des Fernsehdrehtisches „550“ auf. Der Drehtisch (viertelliger kreuzförmiger Fuß, verchromt; metallenes Standrohr und Trägergestell, schwarz lackiert), auf dem sich ein Metz-Fern-

sehempfänger mit vier Holzschrauben befestigen läßt, ermöglicht es dem Zuschauer, sein Gerät in die Richtung zu drehen, die ihm den günstigsten Blickwinkel bietet.

#### Universalschrank „Bambi“

Die Firmengruppe Kuba-Imperial hat ihr Produktionsprogramm um den fahrbaren Universalschrank „Bambi“ (ähnlich einer Vitrine) erweitert. Die Füße des neuen Schrankes sind mit Rollen versehen, und der Schrank selbst ist mit einer Jalousietür ausgestattet. Er bietet vielseitige Verwendungsmöglichkeiten, so zum Beispiel als fahrbarer Untersatz für Fernseh- und Rundfunkempfänger, als Anrichte, Schmalfilm- und Tonbandwagen, Schallplatten-Archiv oder dergleichen. Wahlweise wird der Innenraum mit Spiegeln und schwarzen Kacheln ausgelegt, so daß sich der Schrank auch als Hausbar eignet. Bei dieser Ausführung ist der Innenraum durch eine Glasscheibe (sonst durch eine Holzplatte) unterteilt. Abmessungen: Breite 82 cm, Tiefe 37 cm, Höhe 74,5 cm.

#### Peilvorrichtung für den Weltempfänger „T 1000“

Eine neue Peilvorrichtung zum Weltempfänger „T 1000“ zeigte die Braun AG auf der Bootsausstellung Hamburg. Diese Navigationshilfe besteht aus einem Peilkompaß, einem Peiladapter und einem neuartigen Kreuzpeiler.



Durch den Kreuzpeiler wird die Schnelligkeit einer Peilung erhöht und die Richtungsbestimmung wesentlich vereinfacht: Nach dem Einstellen der Funkfeuerfrequenz und dem Aufsuchen der Peilminima genügt ein einfacher Knopfdruck, um die Richtung zu überprüfen. Der mit zwei Ferritstäben ausgestattete Kreuzpeiler kann mit einem Handgriff auf den stabförmigen Peilkompaß aufgesetzt werden. Zielfahrten und Standortbestimmungen können





gelesen · gehört · gesehen



mit dieser Vorrichtung leicht vorgenommen werden.

Der Peiladapter ist mit drei Schaltern ausgestattet, mit denen von Rundfunk- auf Peilempfang, von Peilminimum auf eine Vergleichsspannung und auf Seitenkennung umgeschaltet werden kann.

#### Stereo-Vorführanlage „VA 10“

Für die Ausstattung von Schallplatten-Vorführplätzen beim Handel hat Perpetuum-Ebner die Stereo-Vorführanlage „VA 10“ herausgebracht. Als Abspielgerät enthält die An-

lage einen Hi-Fi-Plattenspieler „PE 34 HiFi“ mit dem Stereo-Kristallsystem „PE 188“, der einwandfreie und plattenschone Abtastung der Schallplatten sicherstellt. Der eingebaute Stereo-Transistorverstärker gibt  $2 \times 3,8$  W Sinusleistung mit  $\leq 2\%$  Klirrfaktor im Frequenzbereich 100 bis 12 500 Hz ab. Der Übertragungsbereich ist 50 ... 20 000 Hz  $\pm 1,5$  dB. Mit den getrennten Höhen- und Tiefenreglern lassen sich die Tiefen von +4 bis -22 dB bei 100 Hz und die Höhen von +11 ... -11 dB bei 10 000 Hz regeln. Ausgänge für 5-Ohm-Lautsprecher sowie für Stereo-Kopfhörer erlauben den Einsatz der „VA 10“ sowohl in Vorführkabinen mit Lautsprecherbetrieb als auch in Schallplattenbars.

Stereo-Vorführanlage „VA 10“



lage einen Hi-Fi-Plattenspieler „PE 34 HiFi“ mit dem Stereo-Kristallsystem „PE 188“, der einwandfreie und plattenschone Abtastung der Schallplatten sicherstellt.

Der eingebaute Stereo-Transistorverstärker gibt  $2 \times 3,8$  W Sinusleistung mit  $\leq 2\%$  Klirrfaktor im Frequenzbereich 100 bis 12 500 Hz ab. Der Übertragungsbereich ist 50 ... 20 000 Hz  $\pm 1,5$  dB. Mit den getrennten Höhen- und Tiefenreglern lassen sich die Tiefen von +4 bis -22 dB bei 100 Hz und die Höhen von +11 ... -11 dB bei 10 000 Hz regeln. Ausgänge für 5-Ohm-Lautsprecher sowie für Stereo-Kopfhörer erlauben den Einsatz der „VA 10“ sowohl in Vorführkabinen mit Lautsprecherbetrieb als auch in Schallplattenbars.

#### Lautsprecher „P 385/100 A“

Ein neuer Großlautsprecher mit 385 mm  $\varnothing$  der Isophon-Werke ist für leistungsstarke Anlagen, insbesondere zur Tieftonwiedergabe von Musikinstrumenten und zur Verwendung in Kinoanlagen, bestimmt. Dieser „P 385/100 A“ verträgt extreme Leistungen von 40 W nach DIN (75 W Spitzenleistung).

Die Schwingspule hat einen Durchmesser von 100 mm; das Magnetgewicht ist 2500 g. Einige weitere Daten: Frequenzbereich 65 ... 5500 Hz, magnetische Induktion 16 000 G, magnetischer Fluß 368 500 M, Nennschleimwiderstand 8 Ohm, Gewicht (netto) 11,0 kg.

#### Großrechenanlage „TR 440“

Telefunken hat das Angebot auf dem Gebiet der Digitalrechner durch einen neuen Großrechner mit etwa 11fach

abgesetzte Arbeitsplätze durch Datenübertragungsleitungen mit dem Rechner verbunden. Über diese Arbeitsplätze können viele Benutzer gleichzeitig mit dem Rechner korrespondieren, wobei jedem Benutzer die Leistung des Rechners voll zur Verfügung steht. Die Arbeitsplätze sind entweder als einfache Fernschreib-Arbeitsplätze oder als Bildschirm-Arbeitsplätze mit Schreibmaschinentastatur ausgebildet.

#### Vielseitig verwendbares Stativ

Das Clip-Stativ „103a“ der Firma Robert Widmer, 8858 Neuburg/Do., leistet nicht nur dem Fotoamateure, sondern auch dem Tonbandamateure gute Dienste, denn es ermöglicht in vielen Fällen, in denen sich übliche Stativ nicht einsetzen lassen, eine sichere Aufstellung des Mikrofons.

Das Stativ besteht aus einer stabilen Schraubzwinge, die man an Tischplatten und Brettern mit bis zu 65 mm Dicke festklemmen kann, und einem zweiteiligen 200 mm langen Stativrohr mit Kugelkopf. Mittels einer Baumschraube läßt sich das „103a“ auch an Bäumen anbringen. Besonders vorteilhaft sind die kleinen Abmessungen von 150 mm  $\times$  80 mm  $\times$  20 mm im zusammengelegten Zustand und das niedrige Gewicht.



KATHREIN

# Antennen

KOMPAKT-VERSTÄRKER mit Steck-Eingang



Immer schneller soll es gehen, auch beim Antennenbau. Man müßte vier Hände haben! Aber auch mit zwei Händen ist es zu schaffen — mit KATHREIN-Kompakt-Verstärkern. Und mit KATHREIN-Antennen. Übrigens: Die Kompakt-Verstärker haben nun auch am Eingang einen Steckanschluß! Das bedeutet Erleichterung bei Abnahme und Wartung. Mehr darüber finden Sie in der Druckschrift F 300 m, die wir Ihnen gerne zusenden.

F 014

**A. KATHREIN · ROSENHEIM**  
Älteste Spezialfabrik für Antennen und Blitzschutzapparate

## NEU in Deutschland:



### KALTE-SPRAY 75 zur raschen Feststellung von thermischen Unterbrechungen bei der Reparatur elektronischer Geräte

Wirksames Mittel zum  
Abkühlen von Transistoren,  
Widerständen,  
Silizium-Dioden usw.

Verhindert Hitzeschäden  
während des Lötvorganges

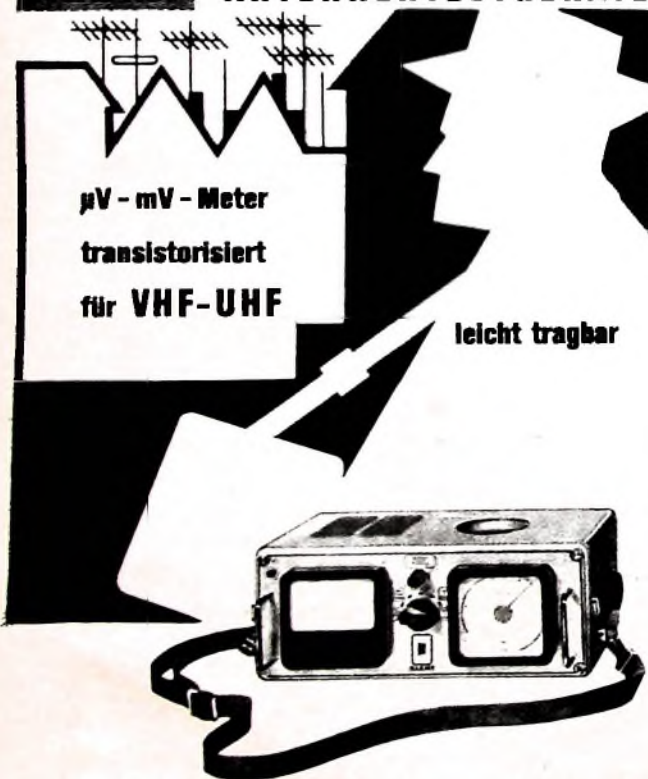
Dient zur sofortigen „Kalt-  
Anzeige“ unmittelbar  
nach Abschalten des Gerätes

## KONTAKT-CHEMIE-RASTATT

Postfach 52

Telefon 4296

## ANTENNENTESTGERÄTE



$\mu\text{V} - \text{mV} - \text{Meter}$   
transistorisiert  
für VHF-UHF

leicht tragbar

**F**meldet... **F**meldet... **F**meldet... **F**

### Erste Fernseh-Umsetzeranlage mit Brennstoffzelle

Den ersten Fernseh-Kleinumsetzer in der Bundesrepublik, der mit einer mit Methanol betriebenen Brennstoffzelle mit einer Leistung von 20 W (Direktumwandler von chemischer in elektrische Energie) als Stromquelle arbeitet, betreibt der Südwestfunk seit kurzem in Baden-Raden als Versuchsstation.

### Philips-Ausstellungszug anlässlich des 75jährigen Firmenjubiläums

In diesem Jahr kann Philips auf das 75jährige Bestehen zurückblicken. 1891 wurde in Eintröden die damalige Offene Handelsgesellschaft Philips & Co gegründet, die 1912 in die N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken umgewandelt wurde. Heute besteht der Philips-Konzern aus einer Vereinigung selbständiger Gesellschaften in mehr als 60 Ländern und ist eine der größten elektronischen Industriegruppen der Welt. In den Unternehmen sind insgesamt über eine viertel Million Menschen beschäftigt.

Aus Anlaß dieses Jubiläums wird die Deutsche Philips GmbH unter anderem eine rollende Ausstellung in einem Sonderzug durch die Bundesrepublik Deutschland schicken. Der Start dieses Zuges erfolgt am 28. Februar in Hamburg, und am 4. November wird nach einer Strecke von mehr als 7000 km die letzte von über 150 Städten auf dieser Reise erreicht. Der Zug besteht aus fünf großen D-Zugwagen und enthält eine Ausstellung des Philips-Programms. Gezeigt wird das Angebot der Konsumgüter, also unter anderem Rundfunk- und Fernsehempfänger, Plattenspieler und Tonbandgeräte, zahlreiche Haushaltsgeräte und Lichtartikel.

### Neuer Umsatzrekord bei Saba

Mit 155 Mill. DM wurde im Kalenderjahr 1965 der bisher höchste Umsatz in der Geschichte des Unternehmens erreicht (1964 = 140 Mill. DM; 1963 = 111 Mill. D-Mark). Der Exportanteil ist etwa 20%; gegenüber 1964 hat der Exportumsatz um 17% zugenommen.

Der Fernsehgeräte-Umsatz hat mit gut zwei Drittel den größten Anteil am Jahresergebnis. Im Vergleich zu 1964 wurden über 10% mehr Fernsehempfänger verkauft. Auf dem Rundfunkgeräte-Sektor (rund 30 Mill. DM Umsatz) liegt allein im Inland die Steigerung gegenüber 1964 bei 35%. In dem Rundfunkgeräte-Umsatz sind auch die HI-FI-Bausteine enthalten, die unter der Marken-Bezeichnung Saba-Telewatt verkauft werden.

### Lizenz-Vereinbarung zwischen Marconi und Ferranti auf dem Gebiet der Mikroelektronik

Die englischen Firmen Marconi und Ferranti haben ein Abkommen über Herstellung und Vertrieb der von Ferranti unter dem Namen „Micronor II“ entwickelten Silizium-Mikroschaltungen (Verwendung in elektronischen Rechnern und anderen logischen Schaltkreisen) getroffen. Neue Produktionsmöglichkeiten sind bei Marconi in Wiltham und bei Ferranti in

Manchester vorgesehen. Beide Gesellschaften stellen zur Zeit bereits über 70% der in Großbritannien fabrizierten integrierten Schaltungen her.

### I. a. Radiotechnique-Coprim-RTC

Die französische Firma Coprim und die Abteilung Röhren und Halbleiter der französischen Firma Radiotechnique wurden mit Wirkung vom 1. Januar 1966 zu einer neuen Firma, der La Radiotechnique - Coprim - RTC, mit Sitz in Suresnes, 51, rue Carnot, 92, zusammengeschlossen.

### Leipziger Frühjahrsmesse

Vom 6. bis 15. März 1966 findet die Leipziger Frühjahrsmesse statt. Auf dem Gebiet Rundfunk und Fernsehen sind im Städtischen Kaufhaus diesmal neben der einheimischen Industrie, den tschechischen Herstellern sowie Exporteuren aus West-Deutschland und Japan erstmalig einige englische Firmen (Fenbridge Products; J. & I. Arbler) vertreten. Aus Frankreich kommt neben der Compagnie Francaise de Télévision auch das Syndicat des Constructeurs d'Appareils Radio-Recepteurs et Téléviseurs. In Gemeinschaftsschauen vieler osteuropäischer Länder in Hallen der Technischen Messe wird das Heimelektronik-Angeboterglänzt. Die kommerzielle und industrielle Elektronik in Messehalle 15 weist eine starke internationale Beteiligung auf.

### Erfolge mit Metz-„Mecatron“- Funkfernsteuerungsanlagen

Anlässlich der Europameisterschaften für Schiffsmodelle 1963 in Nürnberg errangen bei 45 vergebenen Plätzen für alle Funkfernsteuerungsklassen Teilnehmer mit „Mecatron“-Anlagen 20 Siege. Bei den Deutschen Bundesmeisterschaften für Schiffsmodelle 1964 in Berlin belegten Modellsportler mit „Mecatron“-Anlagen unter insgesamt 100 Teilnehmern mit 140 gestarteten Modellbooten in 12 Klassen 8 Siegerplätze. Bei den Europameisterschaften für funkferngesteuerte Schiffsmodelle 1965 in Katowitz/Polen, bei denen Teilnehmer aus 12 Ländern konkurrierten, errangen Modellsportler aus der Bundesrepublik sowie aus Ungarn, Bulgarien und Polen, die zum Teil ausschließlich „Mecatron“-Anlagen benutzten, gegen starke Konkurrenten in zehn Klassen zwei 1., drei 2., drei 3. und zwei 4. Preise.

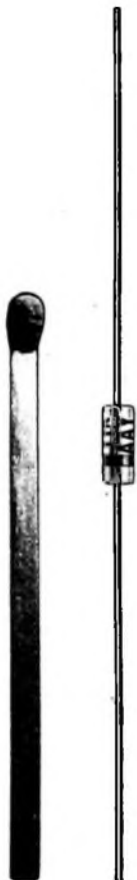
Anlässlich der Deutschen Meisterschaften für Flugmodelle am Hang 1965 auf der Wasserkuppe/Rhön wurde Harald Necker mit seinem von einer „Mecatron“-Funkfernsteuerungsanlage betriebenen Flugmodell in Klasse H3 mit 1555,5 Punkten Deutscher Hangflugmeister.

### HI-FI-Stereo-Anlage von Metz

Für die Beurteilung von HI-FI-Anlagen wird heute im allgemeinen der Entwurf DIN 45 500, die sogenannte HI-FI-Norm, zugrunde gelegt. Diese Norm enthält Mindestforderungen für HI-FI-Wiedergabegeräte. Die aus dem HI-FI-Verstärker „490“ mit UKW-Stereo-Empfangsteil bestehende HI-FI-Stereo-Anlage von Metz erfüllt voll und ganz diese Forderungen.



# TELEFUNKEN



## Germanium-Planardiode AAY 41

eine zuverlässige Diode mit großem  
Durchlaß/Sperrstrom-Verhältnis  
für schnelle Schaltaufgaben  
in Analogrechnern und Meßgeräten

TELEFUNKEN Aktiengesellschaft  
Fachunterbereich Halbleiter — Vertrieb  
7100 Heilbronn 2, Postfach 1042

TELEFUNKEN-Bauelemente für Elektronik  
und Nachrichtentechnik  
immer zuverlässig und von hoher Präzision



**SIEMENS**



# NEU



Dieser Koffersuper  
spart Platz



**Klein in den Abmessungen:**  
Nur 22 cm breit, 16 cm hoch und  
8 cm tief, deshalb platzsparend  
im Auto unterzubringen.  
Anschluß an Autobatterie und  
Autoantenne über diebstahl-  
gesicherte Autohalterung.

**Groß in der Leistung:**  
4Wellenbereiche, übertragerlose  
Gegentaktendstufe, rauscharme  
UKW-Vorstufe durch  
Siemens-Mesa-Transistor.

**CLUB RK 82**





Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Lehrbaukästen

Für die Ausbildung des technischen Nachwuchses wird heute vielerlei geboten. Dazu gehören zunächst die vielen Buch- und Broschürenveröffentlichungen, die in leichtverständlicher Weise mit den Grundlagen der Elektrotechnik, der Radio- und Fernsehtechnik und der Elektronik bekannt machen. Zahlreiche Veröffentlichungen mit betont praktischem Inhalt ergänzen diese Grundlagenwerke. Sie bieten — vor allem auf den Sektoren Verstärkertechnik, Meßtechnik, Empfängerbau, Amateurfunk und unter anderem Elektronik — gute Anleitungen für praktische Arbeiten aller Art, und zwar ausgehend von den mechanischen Arbeitsverfahren über die Konstruktionstechnik bis zum Gerätebau und den damit verbundenen Messungen mit verschiedenen elektronischen Meßeinrichtungen.

Mit sogenannten Lehrbaukästen — es gibt gegenwärtig ein gut sortiertes Marktangebot — erlaubt man auch die jüngeren Jahrgänge. Das Aufbauen einfacher Schaltungen, die einwandfreie Funktion der einzelnen Versuche und die daraus gewonnenen praktischen Erfahrungen spornen viele Jugendliche zu weiteren Experimenten an. Lehrbaukästen setzen keinerlei Kenntnisse voraus, enthalten das komplette Material an Einzelteilen einschließlich Transistoren, Röhren, Lautsprecherchassis und Verdrahtungsmaterial. Meistens sind auch Bedienungsknäpfe beigelegt. Zu zahlreichen Baukästen wird eine Montageplatte mit Löchern für die Montage von Einzelteilen und das Durchführen der Verdrahtung geliefert. Die mechanischen Arbeiten sind damit auf ein Minimum beschränkt.

Viele Lehrbaukästen enthalten auch ein mehr oder weniger ausführlich gehaltenes Baubuch. Es ist meistens systematisch aufgebaut, bringt eine leichtverständliche Einführung in die Technik des jeweiligen Baukastens und geht auf viele Fragen ein, die man wissen sollte, um die einzelnen Schaltungen funktionsfähig aufbauen zu können. Bei den möglichen Versuchen wird zunächst das Schaltbild gründlich besprochen, dann folgen Materialzusammenstellung, Montage- und Verdrahtungshinweise in logischer Reihenfolge, Anleitungen für die erste Inbetriebnahme und schließlich Tips für die Fehlersuche beim etwaigen Nichtfunktionieren des Experiments. Ein solches „instruction book“ hat in einem Fall rund 150 Seiten Umfang. Weitere Unterlagen sind eine im Großformat gehaltene Schaltbildersammlung aller zum Aufbau empfohlenen Experimente und Geräte. Der Aufbau selbst wird durch ausreichend große Verdrahtungspläne erleichtert. Die Verdrahtungspläne lassen sich in einigen Fällen gleichzeitig als Aufbauschablonen benutzen. Wenn man die Schwierigkeitsgrade der einzelnen Schaltungen berücksichtigt, kann man nach dieser Methode verschieden gestaffelte Lehrbaukästen zusammensetzen und Altersgruppen ab neun Jahre erfassen.

Großer Beliebtheit erfreuen sich Lehrbaukästen der Fachrichtung Elektrotechnik. Sie sind bewährte Umsatzträger für den Fachhandel und gleichzeitig eine gute Einführung in das elektrotechnische Grundwissen. Wer damit experimentiert, wird bei anschließenden Versuchen mit anderen Spezial-Lehrbaukästen größeren Gewinn haben. Mit einem entsprechenden elektrotechnischen Baukasten kann man über 100 verschiedene Versuche mit den Grundschaltungen der Elektrizitätslehre und der Elektrotechnik abwickeln. Dazu gehören auch Alarmanlagen für Einbruchsicherung, Morsegerät, elektrische Klingel, geeichte Meßgeräte und ferner Versuche mit Elektromotoren, Telefon und dergleichen.

Auf dem Sektor Rundfunk ist es für Jungen im Alter von 11 bis 16 Jahren besonders interessant, einen Empfänger selbst zu bauen und zum Funktionieren zu bringen. Ein hierfür ausgelegter Lehrbaukasten beginnt mit einem einfachen Diadenempfänger, der keine zusätzliche Stromquelle

benötigt, und endet mit einem einfachen Transistorempfänger. Mit Hilfe eines Ergänzungskastens sind schließlich weitere 30 Experimente mit einer Röhrenröhre möglich. Die nächste Stufe bildet ein Zusatzbaukasten für NF-Technik. Hier kommt man zu einem formschönen Transistorempfänger mit Lautsprecherwiedergabe, der aus zwei Taschenlampenbatterien betrieben wird. Es sind außerdem weitere Versuche mit einer Rufanlage, einem Morsesummer, elektronischem Blinkgerät, Mikrofonverstärker, Magnetfeldsuchgerät und elektronischem Taktgeber möglich. Für diese dreiteilige Baukastenreihe muß man etwas mehr als 80 DM ausgeben.

Vielseitiger kann natürlich ein auf das Gesamtgebiet Rundfunk und Elektronik abgestellter Lehrbaukasten sein, wie er ebenfalls im Handel erhältlich ist. Mit rund 100 Versuchen ist es möglich, sich mit den Grundlagen, Anwendungen und Auswirkungen der Elektronik vertraut zu machen. Aus den mitgelieferten Bauteilen lassen sich verschiedene, unter Umständen auch für den praktischen Gebrauch geeignete Geräte aufbauen (Rundfunkempfänger, Prüf- und Meßgeräte, Transistorverstärker, Sender, Tongenerator, Frequenzmesser, Lichtschranke, Elektrischerapparat, akustischer Schalter, Ladegerät usw.). Beim Zusammenbau sind keine Lötungen nötig, denn die Verbindungen werden nach Einstecken der Experimenterteile in ein Kunststoffchassis mittels Drahtklammern hergestellt. Mit dem zugehörigen Anleitungsbuch steht hier ein komplettes Transistorpraktikum zur Verfügung. Ein Ergänzungskasten mit Spezialrelais, Transistoren und verschiedenen anderen Bauteilen gestattet 80 weitere Experimente im Bereich der Elektronik (zum Beispiel Warnanlagen, Dämmerungsschalter, photoelektrischer Feuermelder, automatischer Türöffner, Sturmwarngerät, elektronischer Zähler, Lichttelegraf). Ein weiterer Zusatz für Elektronik und Kerntechnik macht mit Versuchen über Spannungsverdoppler, Frequenzteiler, Quarzuhren, Synchroskop, Geigerzähler usw. bekannt. Es gibt sogar in dieser Reihe noch einen vierten Lehrbaukasten, der den Gebieten Fernsteuerung und Elektronenröhre gewidmet ist. Ein so umfassend ausgelegter Lehrbaukasten mit weit mehr als 300 Versuchen ist natürlich wesentlich kostspieliger (rund 280 DM).

Außer solchen Lehrbausätzen auf Experimentiergrundlage — hier kommt es auf möglichst viele Versuche und eine ausführliche Dokumentation an — stehen dem Interessenten verschiedene andere Bausätze zur Verfügung, deren Endziel fertige Geräte in industriemäßiger Qualität sind. Bekannt ist unter anderem der Transistorempfänger „Kamerad“, ein Bausatz mit 125 Teilen. Diese Aufzählung könnte mit weiteren Beispielen fortgesetzt werden. So sind aus dem Auslandsangebot speziell für Techniker bestimmte Baukästen bekannt. Dazu gehören auch sogenannte Lehrbausätze „Umgang mit Röhrenvoltmetern“, „Umgang mit Oszillografen“ oder „Umgang mit Signalgeneratoren“.

Während die bisher erwähnten Lehrbausätze vor allem für die Verwendung zu Hause propagiert werden, sind aber unbedingt auch im Unterricht verwenden lassen, sind andere Praktika mit Experimentiermöglichkeiten — schon vom Preis her gesehen — speziell für Schulen gedacht. Ein solches unter Mitarbeit bekannter Professoren nach pädagogischen Gesichtspunkten aufgebautes Praktikum — die Anschaffungskosten liegen bei etwa 7000 DM — erlaubt mit mehreren Bausätzen hunderte verschiedener Versuchsschaltungen durch Klemmverbindungen herzustellen. Außerdem stehen Kompensationsstreifen, Sinus-Rechteckgenerator, Strom- und Bezugsspannungsquellen, Rechenverstärker und Oszillograf für Aufbau und Veranschaulichung einfacher und komplizierter Probleme bereit.

Werner W. Diefenbach

# Der neue Autosuper »Köln K«

DK 621 396 62: 629 113

Als letzter Gerätetyp des Blaupunkt-Autosuper-Programms ist kürzlich der Empfänger „Köln K“ auf den Markt gekommen. Er hat eine Bauhöhe von nur fünf Zentimeter. Diese geringe Bauhöhe wurde notwendig, weil einige Pkw-Typen nur diesen begrenzten Raum für die Unterbringung eines Autoradios zur Verfügung haben.

Die Bauhöhe und der servicefreundliche Aufbau der Platinen sowie ein zusätzlicher Kurzwellenteil sind die äußeren Merkmale dieses neuen Autoempfängers. Die Über-

oden D 4 und D 5 über R 3 etwa 0,45 V Vorspannung erhalten. Bei ZF-Signalen unterhalb 0,45 V<sub>ges</sub> bleiben D 4 und D 5 gesperrt, also hochohmig. Überschreiten Störimpulse die Schwellwertspannung, dann öffnet sich eine der Dioden, die parallel zur Sekundärspule L 5 des 10,7-MHz-Filters liegen. Dadurch bricht während der Dauer des Störimpulses die Spannung an L 5 zusammen.

Sämtliche ZF-Spulen sind neutralisiert. Die Neutralisationswicklung der vorletzten ZF-Stufe ist L 3 (Bild 2). Diese Wick-

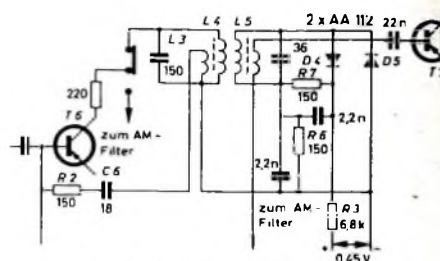


Bild 2. Neutralisation der vorletzten ZF-Stufe und Vorbegrenzer

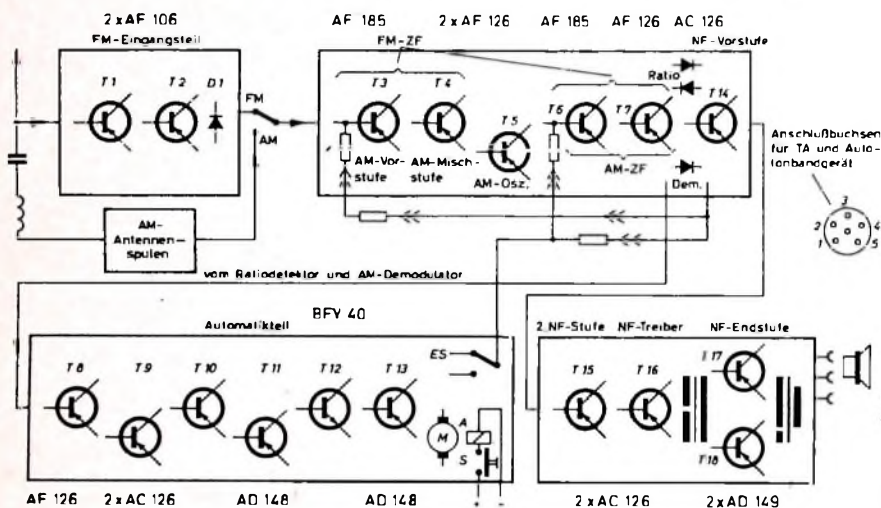


Bild 1. Blockschaltung des „Köln K“

sichtlichkeit des Aufbaues entspricht der des Gerätes „Frankfurt“. Der Mehraufwand gegenüber diesem Gerät ist beim „Köln K“ durch die Suchlaufautomatik bedingt, die aus den Automatikplatinen und dem in seiner Laufrichtung umschaltbaren Motor mit Getriebe besteht.

### Schaltung

Die Gliederung der Schaltung des Empfängers geht aus der vereinfachten Blockschaltung Bild 1 hervor.

### FM-Teil

Der FM-Eingangsteil ist mit den Transistoren T 1 und T 2 bestückt. Bei FM arbeitet T 2 als selbstschwingende Mischstufe. Als HF-Spannungsbegrenzer ist D 1 bei Großsignalen wirksam. Die Betriebsspannung für den gesamten FM-Teil wird durch eine Zenerdiode, die im Betriebsspannungsversorgungsteil untergebracht ist, stabilisiert. Es ist gewährleistet, daß die Oszillatorspannung bei stark schwankender Batteriespannung ausreichend konstant bleibt. Die Batteriespannung kann sich während der Fahrt ungünstigstenfalls zwischen 5 V und 8 V ändern. Hierbei sind die Abweichungen des Oszillators auf Grund der guten Stabilisierung subjektiv nicht wahrnehmbar.

Der für FM vierstufige ZF-Verstärker T 3, T 4, T 6 und T 7 hat zwischen T 6 und T 7 einen Vorbegrenzer (Bild 2), dessen Di-

ode D 4 und D 5 über R 3 etwa 0,45 V Vorspannung erhalten. Bei ZF-Signalen unterhalb 0,45 V<sub>ges</sub> bleiben D 4 und D 5 gesperrt, also hochohmig. Überschreiten Störimpulse die Schwellwertspannung, dann öffnet sich eine der Dioden, die parallel zur Sekundärspule L 5 des 10,7-MHz-Filters liegen. Dadurch bricht während der Dauer des Störimpulses die Spannung an L 5 zusammen.

Sämtliche ZF-Spulen sind neutralisiert. Die Neutralisationswicklung der vorletzten ZF-Stufe ist L 3 (Bild 2). Diese Wick-

### AM-Teil

Bei FM arbeitet T 3 als erste ZF-Verstärkerstufe (Bild 1); bei AM ist T 3 als HF-Vorstufe eingesetzt. In beiden Fällen liegt die Basis von T 3 über einen Widerstand an der Regelspannung T 4 ist bei AM-Empfang als Mischstufe und T 5 als Oszillator geschaltet. T 6 und T 7 sind als ZF-Verstärker wirksam. Die Betriebsspannungen für alle AM-Stufen sind durch eine Diode stabilisiert. Besonders hervorzuheben ist noch, daß auch bei KW der Eingangskreis abgestimmt wird. Bei KW arbeitet der Empfänger mit Oberwellenmischung. Dadurch wird eine besonders gute Frequenzstabilisierung erreicht.

### NF-Teil

Der NF-Verstärker ist vierstufig. Drei Stufen davon sind in einem besonderen Kästchen untergebracht, das mit dem Empfänger schwenkbar verbunden ist. T 14 ist der Vorverstärker, T 15 die zweite Verstärkerstufe und T 16 der Treiber. T 17

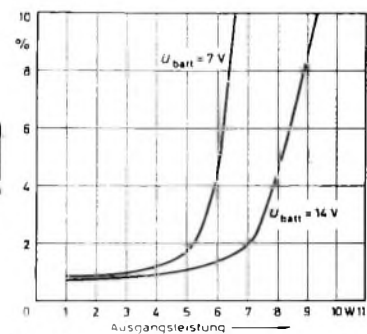


Bild 3. Klirrfaktoren für 7 V Batteriespannung (6-V-Anlage) und für 14 V Batteriespannung (12-V-Anlage)

und T 18 bilden die Gegentakt-Endstufe in B-Betrieb. Ein NTC-Widerstand regelt in Abhängigkeit von der Temperatur die Basisvorspannung der Gegentakt-Endstufe so, daß eine Überlastung der Transistoren bei Erwärmung vermieden wird. Die Gegentakt-Endstufe hat bei 6-V-Anlagen fünf Watt und bei 12-V-Anlagen sieben Watt Ausgangsleistung. Die Klirrfaktorcurven für beide Batteriespannungen von 7 V und 14 V sind im Bild 3 wiedergegeben.

Der Empfänger hat Anschlüsse für zwei Lautsprecher sowie für Tonabnehmer und Auto-Tonbandgerät. Den Frequenzgang bei Tonbandwiedergabe zeigt Bild 4. Die Wirkung des Klangreglers geht aus Bild 5 hervor.

### Vollautomatischer Suchlauf

Der besondere Komfort, den das Gerät „Köln K“ bietet, ist der vollautomatische Suchlauf (Bild 6). Der Suchlauf ist motorsteuert. Nach einmaligem Druck auf die Starttaste S läuft die Abstimmung automatisch bis zum nächsten empfangswürdigen Sender durch und schaltet exakt auf dem Träger des Senders ab. Der Automatikteil enthält die Transistoren T 8 ... T 13. Auskopplungsspulen für die Suchautomatik sind bei FM die Neutralisationspule des Ratiofilters und bei AM die Primärspule des Demodulatorfilters mit einem aus zwei Kondensatoren gebildeten Spannungsteiler. Die ausgekoppelte ZF-Spannung wird dem Emitter von T 8 zugeführt. Während des Suchlaufs entsteht, wenn die Automatik bei Empfang eines Senders nicht abschaltet, an den Widerständen R 8 und R 9 hinter der Gleichrichterdiode D 11



die sogenannte „Nutzspannung“, deren Verlauf im Bild 7 strichpunktiert gezeichnet ist. Die Nutzspannung an der Basis von T 9 ist positiv. Gleichzeitig entsteht hinter der Diode D 12 eine „Gegenspannung“ (Bild 7, gestrichelt). Diese Spannung wird bei FM über R 10 und R 11, bei KW über R 12, bei MW über R 13 und bei LW über R 14 ebenfalls an die Basis von T 9 geführt. Aus der Nutzspannung und der

an der Basis und am Ausgang des Transistors T 9 einen definierten Schaltimpuls. Zwischen den einzelnen Wellenbereichen bestehen Unterschiede in der Schalthöckerbreite bezogen auf den Zeigerweg der Skala. Das ist bedingt durch den unterschiedlichen Frequenzumfang der Wellenbereiche. Die vollautomatische Abstimmung soll stets exakt auf Trägerfrequenz erfolgen. Unter Berücksichtigung der Massenträgheit der

von T 10 liegt der Kondensator C 10, dessen Kapazität die Verzögerung bestimmt, mit der der Schalthöcker den vollen Spannungswert an der Basis von T 10 erreicht. Dieser Kondensator wird zusammen mit den Wellenbereichen umgeschaltet. Die Kapazität und damit die Verzögerungszeit ist bei MW am kleinsten (C 10 = 10 µF). Bei LW ist die Verzögerung am größten. In diesem Bereich wird C 9 (250 µF) par-

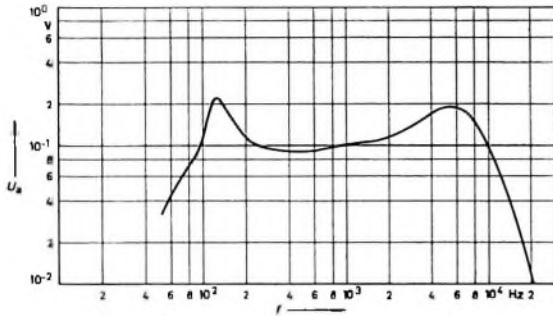


Bild 4. Frequenzgang bei Tonbandwiedergabe und  $U_{\text{Batt}} = 14 \text{ V}$ ; Tonband-Lautstärkeregler auf Maximum. Tangentialer über 56 kOhm an Tonbandbuchse eingespeist, gemessen am Lautsprecher (5 Ohm)

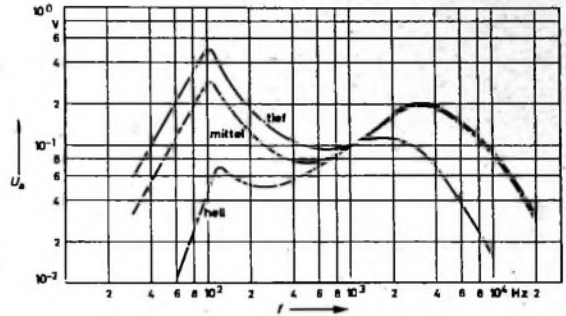


Bild 5. Wirkung des Klangreglers

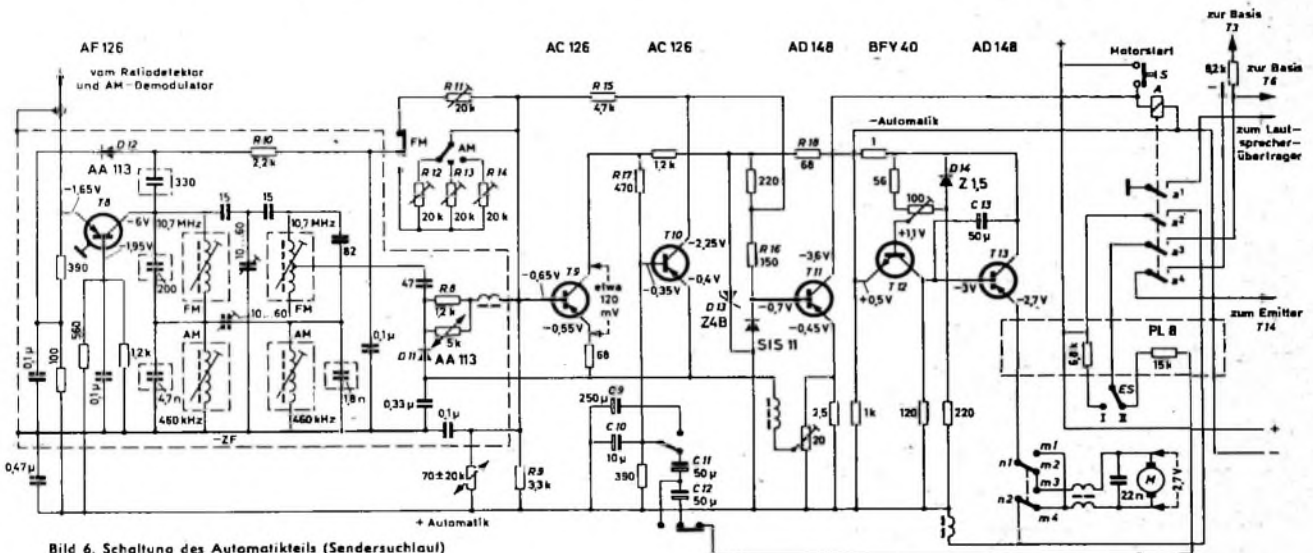


Bild 6. Schaltung des Automatikteils (Senderschluß)

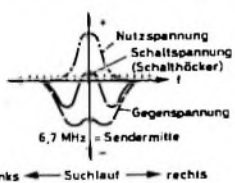


Bild 7. Nutzspannung, Gegenspannung und Schaltspannung beim Senderschluß

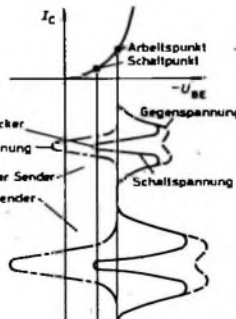


Bild 8. Nutzspannung, Gegenspannung und Schaltspannung beim Durchstimmen über einen schwachen und einen starken Sender

Gegenspannung bildet sich die Schaltspannung mit dem Schalthöcker (Bild 7, durchgezeichnet).

Bild 8 zeigt den Verlauf von Gegenspannung, Nutzspannung und Schalthöcker beim Durchstimmen über einen starken und einen schwachen Sender. Es ist zu erkennen, daß die Breite sowohl der Gegenspannungs- als auch der Nutzspannungskurve an der Bezugslinie bei stark einfallendem Sender größer ist als bei einem schwachen Sender. Der aus Gegenspannung und Nutzspannung resultierende Schalthöcker hat unabhängig von der Senderfeldstärke an der Schaltlinie praktisch konstante Breite. Somit hat man

mechanischen Abstimmenteile, die sich nach Abschaltung noch kurze Zeit weiterbewegen, muß die Verzögerung zwischen der Einleitung des Abstimmstops und dessen Beendigung in den verschiedenen Wellenbereichen unterschiedlich sein (Bild 8). Das geschieht auf folgende Art: Die Schalthöckerspannung von T 9 wird über R 17 der Basis von T 10 zugeführt. An der Basis

alle zu C 10 geschaltet; bei KW und FM wird C 11 (50 µF) zugeschaltet.

Durch Drücken des Startknopfes S erhält das Relais A Plusspannung und zieht an. Dadurch werden die Kontakte  $a^1 \dots a^4$  geschlossen und somit der Automatikteil und der Motor M eingeschaltet. Der Suchlauf beginnt. T 10 ist gesperrt. Dadurch hat die Collectorspannung von T 10 den negativen Höchstwert. Dieses negative Potential hält über R 15 den Transistor T 9 und über R 16 den Relais transistor T 11 geöffnet. Nach Loslassen der Starttaste fließt über den Transistor T 11 und das Relais A genügend Strom, um das Relais in den Betriebszustand zu halten.

Kommt die Abstimmung während des Suchlaufs in die Nähe eines empfangswürdigen Senders, so bildet sich an der Basis von T 9 die positive Schaltspannung (Bilder 7 und 8), durch die T 9 gesperrt wird. Dadurch steigt die Collectorspannung von T 9 an und bewirkt über R 17, daß die Basisspannung von T 10 so weit negativ wird, daß T 10 öffnet. Durch das Öffnen von T 10 sinkt dessen Collector-



**Konsul B. Piper  
65 Jahre**

Am 13. Februar 1966 wurde Konsul Bruno Piper, Generaldirektor und Vorstandsvorsitzender der Loewe Opta GmbH sowie Vorstandsmitglied der Internationalen Industrie- und Verwaltungs-AG (IVAG) 65 Jahre.

Seit fast vier Jahrzehnten steht er in der Rundfunk- und Fernseharbeit. 1901 in Norddeutschland geboren, absolvierte er nach dem Besuch von Oberrealschule und Gymnasium eine technische Lehre auf einer Werk- und eine kaufmännische Ausbildung bei einer Hamburger Exportfirma. 11 Jahre Auslandspraxis schlossen sich an. 1928 wechselte er von der Phono- zur Rundfunkbranche und wurde am 15. 10. 1933 Verkaufsleiter bei Loewe Opta. Im Krieg Direktor zweier Zweigwerke, baute er ab 1945 ein neues Werk in Kronach/Ofr. — das Kernstück des heutigen Loewe Opta-Firmenverbandes — auf. Generaldirektor seit 1946, Vorstandsmitglied von Loewe Opta seit 1950 und Vorsitzender des Vorstandes seit 1953, sind einige weitere Stationen seines arbeits- und erfolgreichen Wirkens.

Dem Beirat des Fachverbandes Rundfunk und Fernsehen im ZVEI gehört Konsul Piper seit nahezu 20 Jahren an und führte von 1959 bis 1962 den Vorsitz des Fachverbandes.

Sein Rat, seine Erfahrung werden — wie viele Ehrenämter beweisen — in weiten Kreisen der Wirtschaft geschätzt. In Anerkennung der wirtschaftlichen Bedeutung seines Schaffens für die deutsche Elektroindustrie und seiner Verdienste um die Wirtschaft im allgemeinen verlieh ihm 1958 der Bundespräsident das Große Verdienstkreuz des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland. Wenig später erfolgte seine Ernennung zum bolivianischen Honorar-Konsul. Anlässlich seines 65. Geburtstags ernannte ihn jetzt die Stadt Kronach in Würdigung seiner einmaligen Leistungen um die industrielle Erschließung des Gebietes zum Ehrenbürger.

Trotz aller Arbeitsfülle hat sich Konsul Piper auch für andere Fragen ein offenes Herz bewahrt; so ist er zum Beispiel Mitglied der amerikanischen „National Geographic Society“.

**Professor H. Goeschel 60 Jahre**

Professor Dr.-Ing., Dr.-Ing. E.h. Heinz Goeschel, Mitglied des Vorstandes der Siemens-Schuckertwerke AG, vollendete am 7. Februar 1966 sein 60. Lebensjahr.

Nach Studium an der TH München promovierte er an der TH Braunschweig zum Dr.-Ing. und arbeitete anschließend als erster Assistent in Braunschweig. 1934 begann Heinz Goeschel seine Industrietätigkeit bei den Siemens-Schuckertwerken in Berlin als projektilierender Ingenieur. Sein Verantwortungsbereich wurde lautend erweitert. 1959 wurde ihm vom Aufsichtsrat eine neue — für die Zukunft des Unternehmens bedeutsame — Aufgabe übertragen: Er leitete die Forschungs- und zentralen Entwicklungsstellen der Siemens-Schuckertwerke zur Abteilung „Zentrale Entwicklung und Forschung“ zusammen und förderte mit aller Tatkraft den Bau des Erlanger SSW-Forschungszentrums. Zu seinem Vorstandsbereich gehören heute außerdem die Technische Stammabteilung für Schaltanlagen- und Gerätekonstruktion, die Abteilung Technisches Bildungswesen, die Montageabteilung und die Patent- und Lizenzabteilung.

Goeschel liest als Honorarprofessor der Technischen Hochschule Braunschweig und München über Themen aus dem Gebiet der elektrischen Forschung und Entwicklung. Er gehört den leitenden Gremien verschiedener Institutionen und seit acht Jahren auch dem Wissenschaftsrat der Bundesrepublik an. Für seine Verdienste wurde ihm die Würde eines Ehren doktors der Technischen Hochschule Aachen und eines Ehrensenators der Technischen Hochschule Braunschweig verliehen.

spannung. Daraus ergibt sich über R 15 ein weiteres Absinken der negativen Basisspannung von T 9, was eine Vertiefung der Sperrung von T 9 zur Folge hat. Durch das Absinken der Collectorspannung von T 10 wird über R 16 auch die Basisspannung von T 11 kleiner, bis auch dieser Transistor gesperrt ist, so daß das Relais abfällt und die Abstimmung stehenbleibt.

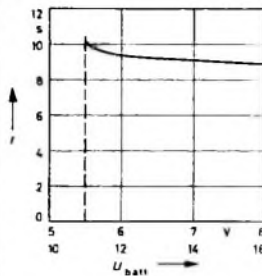


Bild 9. Durchlaufzeit des Abstimmteils von Skaleneinde in Abhängigkeit von der Batteriespannung  $U_{Batt}$

beiden Bereichsenden der Skala soll innerhalb von acht bis zehn Sekunden erfolgen (Bilder 9 und 10). Diese konstante Motordrehzahl wird wie folgt erreicht: Steigt zum Beispiel die Motorlast bei Kälte oder während des Anlaufs, so ist der Strombedarf des Motors wegen der zu kleinen Drehzahl größer. Dieser zusätzliche Strombedarf wird dazu benutzt, T 13 über T 12

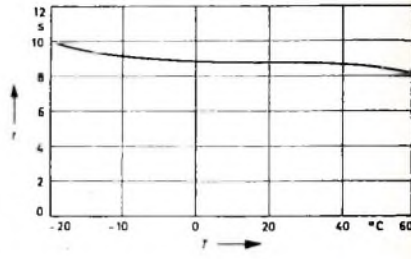


Bild 10. Durchlaufzeit des Abstimmteils von Skaleneinde in Abhängigkeit von der Temperatur T;  $U_{Batt} = 7V$  oder  $14V$

Manchmal möchte man zwischen möglichst vielen Sendern wählen können, gleichgültig ob diese Sender stark oder schwach sind. Manchmal möchte man aber ausschließlich auf starke Sender abstimmen. Beide Wünsche lassen sich durch den Empfindlichkeitsschalter ES erfüllen. Über diesen Empfindlichkeitsschalter wird die Basisvorspannung von T 3 und T 6 während der Zeit des Suchlaufs herabgesetzt. Dadurch wird bei schwächeren Sendern der Schwellwert des Schaltrückers während des Suchlaufs nicht erreicht. Die Automatik schaltet also nur bei starken Sendern ab. Nach Beendigung des Suchlaufs, also nach Abschaltung der Automatik, ist auch der Empfindlichkeitsschalter außer Funktion gesetzt, so daß die Empfindlichkeit des Empfängerteiles wieder optimal ist.

Die Betriebsspannung für den Automatikteil wird durch die Zenerdiode D 13 gemeinsam mit R 18 stabilisiert.

Für die Steuerung des Motors M ist ein besonderer Aufwand (T 12 und T 13) notwendig, da unabhängig von der Größe der Batteriespannung und unabhängig von der Außentemperatur (bei großer Kälte gehen die mechanischen Teile der Abstimmung etwas schwerer als im Hochsommer) die Motordrehzahl konstant sein muß. Der Durchlauf der Abstimmung zwischen den

so zu steuern, daß dem Motor von T 13 mehr Strom geliefert wird. Ist hingegen während des Anlaufs die Stromaufnahme des Motors infolge Kollektorverschmutzung kurzzeitig unterbrochen, so soll die Steuerung automatisch hierauf nicht reagieren. Deshalb wurde der Anlaufkondensator C 13 (50  $\mu F$ ) zwischen Basis und Collector von T 13 eingeschaltet. Dieser Kondensator setzt in dem vorgenannten Fall für Bruchteile von Sekunden die Motorregelung außer Funktion und liefert volle Batteriespannung, bis die kurzzeitige Stromunterbrechung überwunden ist.

T 12 ist ein pnp-Silizium-Transistor. Für den Stromverstärker T 13 wird ein pnp-Transistor verwendet. Ein Teil der Wärme des Transistors T 13 wird der Diode D 14 zugeführt. Die Diode D 14 steuert über die Basis des Transistors T 12 den Endtransistor T 13, so daß Stromänderungen, soweit sie durch Erwärmung bedingt sind, ausgeglichen werden.

Hat der Motor ein Ende des Abstimmereiches erreicht, dann erfolgt automatische Umschaltung der Motordrehrichtung über die Kontakte  $m^1$  und  $m^2$ .

Während des Suchlaufs ist die Sekundärwicklung des Lautsprecherübertragers über den Relaiskontakt  $a^1$  (Bild 6) an Masse gelegt (Stummabstimmung).

**INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU**

brachte im Januarheft 1966 unter anderem folgende Beiträge

Einführung in redundante Systeme für die Mikroelektronik

Rechnerische Erfassung der Bauelementtoleranzen beim Abgleich von Netzwerken — ein Beispiel

Stereo-Monitor für die Kontrolle von Stereo-Signalen

Kugelförmiger Miniatursender für Temperaturmessung

Impulstechnische Behandlung des Wechselrichters

Frequenzmeßgeräte und Frequenzmeßanlagen

XI. Internationale Tagung der Elektrotechniker in Berlin

Elektronik in aller Welt · Angewandte Elektronik · Aus Industrie und Wirtschaft · Persönliches · Neue Erzeugnisse · Industriedruckschriften · Kurznachrichten

Format DIN A 4 · monatlich ein Heft · Preis im Abonnement 11,50 DM vierteljährlich, Einzelheft 4 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



## Tonstudio im Schrank

In der nachstehend beschriebenen Anlage – im Familienkreis liebevoll „Toni“ genannt – sind Erfahrungen ausgewertet, die seit 1957 bei der intensiven Beschäftigung mit dem Tonbandgerät gesammelt wurden, und lange gehegte Wünsche zum sinnvollen Zusammenbau unterschiedlicher Geräte verwirklicht. Wenn sie auch den Erfordernissen eines Sammlers von Stimmen berühmter Persönlichkeiten angepaßt und daher mit einigen Feinessen ausgestattet ist, die in erster Linie der

kleinen Wohnung unauffällig unterzubringen und für das wachsende Bandarchiv Platz zu schaffen, führte dann sehr bald zu einem Schrank, in dem neben dem UKW-Tuner „NG 5501“ (Philips) mit zugehörigem Verstärker „NG 5601“ auch ein Tonbandgerät untergebracht werden konnte. Damit war eine erhebliche Vereinfachung herbeigeführt, da das Bandgerät nicht erst jeweils mit Empfänger und Verstärker verbunden zu werden brauchte.

Im Mittelteil sollten Rundfunkempfänger und Stereo-Verstärker untergebracht werden, um zum Rundfunkhören nicht die Deckplatte öffnen zu müssen. Schließlich sollten die seltener benutzten Geräte Plattenspieler und Stereo-Tonbandgerät in einem Unterbau (Bild 3) Platz finden, und außerdem sollte genügend Beinfreiheit bleiben, um am Schrank auch sitzend arbeiten zu können. Hieraus und aus den Geräteabmessungen ergab sich die Höhe der drei Teile zwangsläufig. Die Breite



Bild 1. Links: Tonbandschrank (s. a. Titelbild) geschlossen, hinter der Gardine in Höhe des Bildes Kontrollausprecher; rechts: Teil des Bandarchivs

rationellen Arbeitsweise dienen, so wird sie Tonbandamateuren mit anderen Interessengebieten vielleicht doch einige Anregungen für ähnliche Anlagen vermitteln können.

### Die Vorgeschichte

Mit dem Hinweis auf die „Erfahrungen“ des Autors sei angedeutet, daß bis zur Fertigstellung dieser Anlage mancherlei Lehrgeld zu zahlen war.

Es begann 1957 mit einem Tonbandgerät „TK 5“ (Grundig) und einer zeitgeschichtlichen Sendung. Auf dem ersten Tonband war allerdings noch ein Durcheinander von Musik, Stimmen der Familienmitglieder und der schon erwähnten Dokumentarsendung, die den Grundstock für die inzwischen planmäßig angelegte umfangreiche Stimmensammlung bildete. Die nächsten Tonbänder wurden dann bereits nach Sachgebieten bespielt, wobei allerdings nur in den seltensten Fällen die erwünschte Ordnung in chronologischer oder alphabetischer Reihenfolge zu erreichen war.

Dieser Mangel konnte nur noch durch den Erwerb eines weiteren Tonbandgerätes behoben werden. Die Wahl fiel auf das seinerzeit gerade herausgebrachte „TK 35“ mit drei Geschwindigkeiten und 18-cm-Spulen. Nun ließ sich mit Hilfe von Überspielungen bereits eine verfeinerte Ordnung schaffen. Der Wunsch, die Geräte stets betriebsfertig zu haben, sie in einer

Dieser Schrank erfüllte so lange seine Aufgabe vollauf, bis der Gerätebestand sich vergrößerte. Zu den vorhandenen Tonbandgeräten waren nach und nach drei weitere sowie ein hochwertiger Plattenspieler hinzugekommen, und der Mono-Verstärker wurde durch einen Stereo-Verstärker „VKS 203“ (Sennheiser) ersetzt, um eine Möglichkeit zur stereophonen Wiedergabe von Schallplatten zu schaffen. Zu diesem Zeitpunkt spielte das Arbeiten mit den verschiedenen Tonbandgeräten sich mangels geeigneter Abstellflächen und zum Kummer der Familie auf dem Fußboden ab, und das Auf- und Abbauen war im Verhältnis zu der für das Hobby zur Verfügung stehenden Zeit viel zu langwierig.

Nun reifte – langsam zwar – der Plan zum Bau eines neuen Möbels, in dem alle vorhandenen Geräte untergebracht werden konnten, das zweckmäßig gestaltet sein sollte, sich aber trotzdem harmonisch in den Rahmen der inzwischen gewechselten Wohnung einfügen mußte. In zahlreichen Gesprächen mit befreundeten Technikern wurde die technische Konzeption entworfen und durch Anregungen weiter zur endgültigen Lösung verfeinert. Gleichzeitig entstanden mehrere Möbelentwürfe, die nach Beratung durch einen erfahrenen Tischlermeister schließlich zur jetzigen Form führten (Bild 1, links).

### Die Schrankaufteilung

Folgende Forderungen sollte der Schrank erfüllen: Unter einem nach oben zu öffnenden Deckel sollte in arbeitsgerechter Höhe die Arbeitsplatte (Bild 2) sein, und

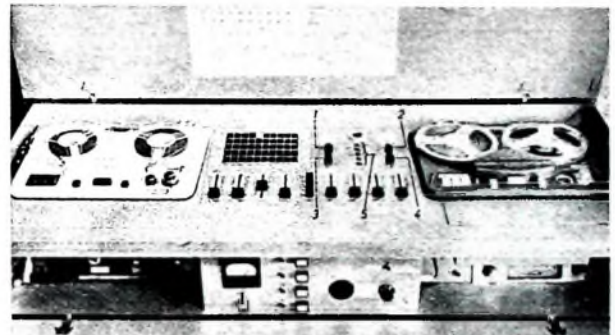


Bild 2. Arbeitsplatte: Zwischen den beiden Tonbandgeräten „Magnetophon 85“ vorn die Transistorverstärker, dahinter Kreuzschaltfeld und Instrumentenfeld (1...4 Wahlschalter W 1...W 4, 5 Umschalter S 1...S 5); Mittelteil: links Stereo-Verstärker, daneben Netzfeld, ganz rechts UKW-Tuner



Bild 3. Mittelteil geschlossen (vor dem oberen Tonbandgerät ist in der Arbeitsplatte inzwischen das Filter- und Entzerrgerät eingebaut), Unterteil des Schrankes geöffnet (der Plattenspieler ist halb, das Tonbandgerät ganz herausgezogen)

des Schrankes war von vornherein durch den zur Verfügung stehenden Platz zwischen Schiebetür und Fenster mit 1,35 m gegeben.

### Die Technik

Den erwünschten Möglichkeiten entsprechend, sollten in der eigentlichen Arbeits-



platte außer zwei Tonbandgeräten „Magnetophon 85“ (Telefunken) untergebracht werden: ein Mischfeld, ein Instrumentenfeld und ein Kreuzschaltfeld, das die technisch ideale Lösung zur Verbindung verschiedenartiger Geräte darstellt, weil das Durcheinander von Verbindungskabeln entfällt. In einem Kreuzschaltfeld, auch Kreuzschienenverteiler genannt, wird jeder Tonspannungsquelle und jedem „Verbrau-

Tuner („NG 5501“), Fernsehgerät und schließlich der Ausgang des Filter- und Entzerrer-Gerätes, mit dessen Hilfe man die Wiedergabe älterer Aufnahmen verbessern kann. Da die Anschaffung des Stereo-UKW-Tuners „FM 2000-A“ (Saba-Telewatt) geplant ist, um auch Stereo-Rundfunksendungen empfangen und gegebenenfalls aufnehmen zu können (zum Beispiel Stereo-Hörspiele), sind dafür zwei Kanäle vorbereitet, zunächst aber zusam-

Möglichkeit gelegt, mindestens zwei Arbeitsgänge gleichzeitig ablaufen lassen zu können, also während eines Überspielvorganges zum Beispiel eine Schallplatte oder Rundfunksendung zu hören. Außerdem sollten auch Mikrofon-Aufnahmen am Tisch und vom Nebenzimmer aus sowie Mischungen möglich sein. Die Verwirklichung dieser Forderungen war nur mit vier Verstärkern durchzuführen, von denen zwei Mischverstärker sind. Dazu kamen noch zwei Verstärker für das Monophone oder stereophone Abhören über Kopfhörer oder Kontrollautsprecher. Schließlich erwies sich der Einbau eines Pegeltongenerators noch als sehr nützlich, weil damit die Funktion aller Kanäle jederzeit überprüft und, falls erforderlich, die Einstellungen korrigiert werden können. Diese sieben Bausteine sind Transistorverstärker aus der „Serie F“ von Telefunken. Ihre Betriebsspannung von 12 V erhalten sie aus dem zugehörigen Netzteil, das im Mittelfeld des Schrankes neben dem UKW-Tuner Platz fand.

Auch an das Instrumentenfeld wurden besondere Forderungen gestellt. Für jeden Kanal wurde ein möglichst trägheitsarmes Zeigerinstrument gewünscht. Dazu eignen

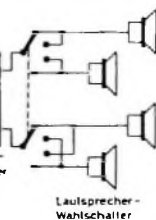
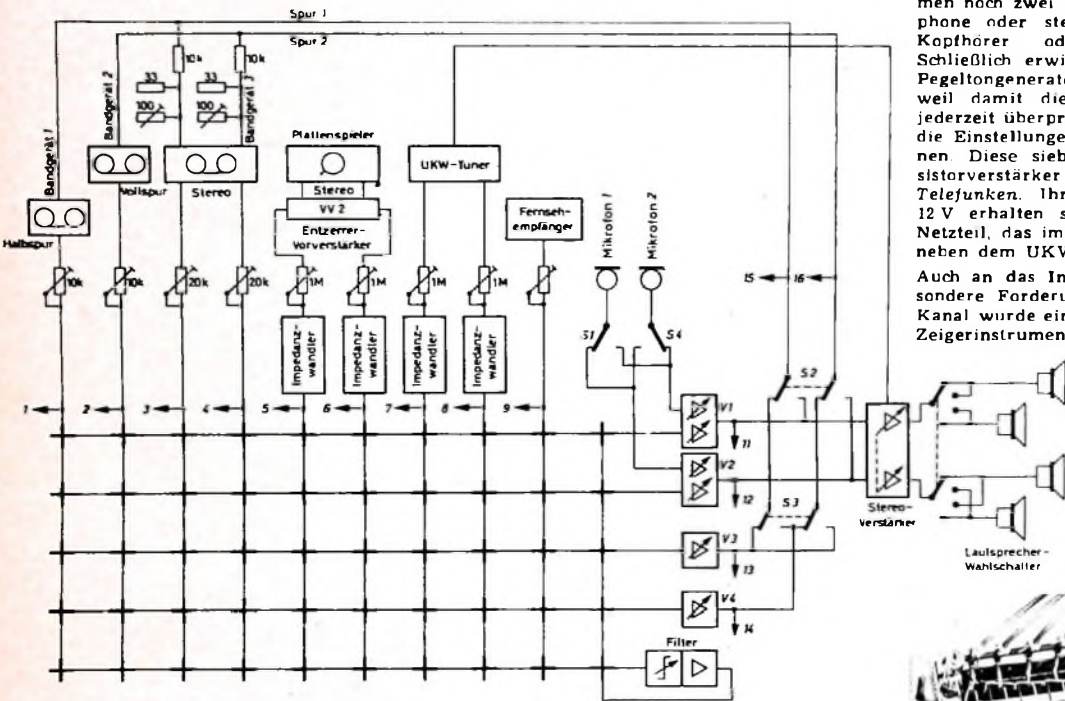


Bild 5. Verdrahtung des Kreuzschaltfeldes

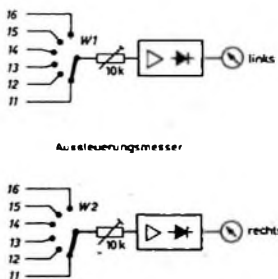
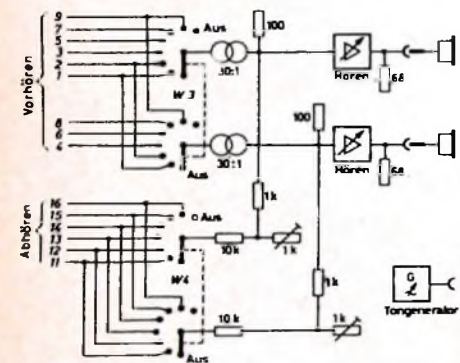


Bild 4. Prinzipschaltung des Tonstudios

cher“ ein Kreuzungspunkt zugeordnet, so daß deren Anzahl sich aus dem Produkt aus Quellen und Verbrauchern ermitteln läßt. In dieser Anlage ergab das 50 Kreuzungspunkte.

Die Tonspannungsquellen sind an senkrechte, die Verbraucher an waagerechte Schienen angeschlossen (Bild 4). An Quellen sind vorhanden (von links): Tonbandgerät 1 („Magnetophon 85“ in Halbspur-Ausführung ohne Endstufe), Tonbandgerät 2 („Magnetophon 85“; auf Vollspur umgerüstet, ohne Endstufe), Tonbandgerät 3 („Magnetophon 98“, Halbspur-Stereo-Gerät), Plattenspieler („studio 220“), UKW-

mengeschaltet. Später lassen sie sich ohne Schwierigkeiten wieder trennen. Für die „Verbraucher“ sind in der Waagerechten 5 Schienen angeordnet, von denen die ersten vier (von oben) den nachgeschalteten Transistorverstärkern und die fünfte dem Eingang des Filter- und Entzerrer-Geräts zugeordnet sind. Bild 5 zeigt die Unterseite des Kreuzschaltfeldes mit der dazugehörigen Verdrahtung.

War die Größe des Kreuzschaltfeldes durch die Anzahl der vorhandenen Geräte vorgegeben, so wurde die Ausstattung des Mischfeldes von speziellen Wünschen bestimmt. Besonderer Wert wurde auf die

sich Zeigerinstrumente mit kurzer Einschwingzeit, wie sie zum Teil in Tonbandgeräten der oberen Preisklasse eingebaut sind. Mittels speziell hierfür entwickelter Transistorverstärker wurde ihre Empfindlichkeit erhöht und ein geeignetes Ein- und Ausschwingverhalten erreicht. Mit den Wählschaltern W 1 und W 2 (s. Bild 4) lassen sich die Ausgangspegel der vier Verstärker sowie das Summensignal auf Spur 1 und Spur 2 walweise auf jedes Instrument schalten, wobei zugleich die Aussteuerung der Tonbandgeräte kontrolliert werden kann. Die Wählschalter sind unmittelbar unter den Instrumenten montiert.

Außer einer optischen Überwachung ist auch eine akustische Kontrollmöglichkeit wünschenswert. Sie wurde durch je einen Wählschalter W 3 für „Vorhören“ und W 4 für „Abhören“ realisiert. Mit dem Schalter W 3 können die Ausgänge aller Quel-



len auf die Abhörverstärker geschaltet werden (Abhörpunkte 1...9 im Bild 4). Dabei ist das Hören unabhängig sowohl von dem auf dem Tisch laufenden Programm als auch von der Stellung der Flachbahnregler aller Verstärker. So kann zum Beispiel während einer Überspielung von Bandgerät 1 auf Bandgerät 2 das wiedergebende Tonbandgerät abgehört, ebenso aber auch der Beginn einer Rundfunksendung abgewartet werden. Die Wiedergabelautstärke wird dabei mit dem Regler des Abhörverstärkers eingestellt.

Die Funktion des Schalters „Abhören“ entspricht annähernd der Hinterbandkontrolle bei Tonbandgeräten mit getrenntem Wiedergabekopf, unterscheidet sich davon aber dadurch, daß bei dieser Anlage hinter den Verstärkern V1, V4 und dem Filter- und Entzerrer-Gerät abgehört wird. So kann beurteilt werden, in welchem Umfang das ursprüngliche Signal mit dem Filter beeinflußt wird, und bei Mischungen läßt sich das Ergebnis sofort kontrollieren (Abhörpunkte 11...16 im Bild 4). Diese beiden Schalter wurden symmetrisch zu den Instrumenten-Umschaltern angeordnet.

Weitere Umschaltmöglichkeiten bieten die zwischen den vier Wahlschaltern senkrecht montierten fünf Schiebeschalter (s. Bild 2). Mit dem oberen (S1) kann das an die Tischbuchse angeschlossene Mikrofon 1 entweder auf Tonbandgerät 1 beziehungsweise Spur 1 des Stereo-Gerätes oder auf Tonbandgerät 2 beziehungsweise Spur 2 des Stereo-Gerätes geschaltet werden. Für das Außen-Mikrofon 2 erfüllt S4 die gleiche Funktion. Schalter S2 dient dazu, die Verstärker V3 und V4 für Tonbandumspielungen umzuschalten, wenn gleichzeitig eine Schallplatte oder eine Rundfunksendung über den Stereo-Verstärker wiedergegeben werden soll. S3 ermöglicht das Vertauschen der Kanäle bei Stereo-Betrieb für gewollte Effekte. Der fünfte Schiebeschalter ist vorläufig frei.

Das Filter- und Entzerrer-Gerät enthält einen Hoch- und einen Tiefpaß, einen Höhen- und Tiefenentzerrer sowie einen Regler für den Eingangspegel. Der Ausgang wird mit einer Anzeigeröhre EM 87 überwacht. Mit dem Hochpaß können Frequenzen unterhalb von 160 Hz und damit auch mögliches Netzbrummen sowie dessen 1. und 2. Oberwelle (100 Hz beziehungsweise 150 Hz) mit einem Abfall von 23 dB je Oktave unterdrückt werden. Der Tiefpaß ermöglicht es, die hohen Frequenzen in acht Stufen mit 35 dB je Oktave abzusinken. Die Grenzfrequenzen sind jeweils um den Faktor 1,5 abgestuft. Höhen- und Tiefenentzerrer ermöglichen das kontinuierliche Anheben oder Absenken um  $\pm 15$  dB bei 30 Hz und 10 kHz.

Es war notwendig, den Ein- und Ausgangspegel der verschiedenen Geräte auf gleiche Werte zu bringen. Diese Aufgabe wurde durch den Einbau von Widerständen, Potentiometern, Impedanzwandlern und Übertragern gelöst. Zum Teil mußten auch geringfügige Änderungen an den Transistorverstärkern vorgenommen werden. Nach Abschluß der Einbau-, Verdrahtungs- und Lötarbeiten, die einen Zeitaufwand von etwa 200 Stunden in Anspruch nahmen, wurden alle Teile nochmals elektrisch überprüft, und dann wurde die Anlage eingemessen. Dabei wurde der Pegel so eingestellt, daß die Vollaussteuerung bei den Tonbandgeräten, deren Regler auf einen mittleren Wert eingestellt sind, erreicht ist, wenn die Flach-

bahnregler der Transistorverstärker etwa  $\frac{1}{3}$  aufgezogen sind. So ist noch genügend Reserve vorhanden, um auch mit kleineren Signalen Vollaussteuerung zu erreichen.

Vor dem rechten Tonbandgerät war noch Raum für den Einbau eines Kastens, in dem ständig benutzte Hilfsmittel wie antimagnetische Schere, Stoppuhr, flüssiges Klebemittel, Vorratsrolle mit weißem Vorspannband, Meßkabel für Tongenerator, Kugelschreiber und Notizzettel griffbereit untergebracht sind.

#### Mittelteil

Von Anfang an war beabsichtigt, UKW-Tuner und Stereo-Verstärker im Mittelteil des Schrankes unterzubringen. Diese Anordnung bietet den Vorteil, daß zum Rundfunkhören die obere Klappe nicht geöffnet zu werden braucht. Der zwischen den Geräten vorhandene Platz wurde zum Einbau des Stromversorgungsteils genutzt. Unter dem im Bild 2 sichtbaren Voltmeter ist der Hauptnetzschalter angebracht, daneben befinden sich vier Schalter für die aufgeteilten Stromkreise: Rundfunkgerät und Stereo-Verstärker, Tonbandgeräte 1 und 2, Netzteil für die Transistorverstärker, Plattenspieler und Stereo-Tonbandgerät. Rechts daneben sind eine Schukosteckdose und der Lautsprecher-Wahlschalter angebracht, mit dem die angeschlossenen vier Lautsprecher, von denen zwei im Wohnzimmer und je einer im Esszimmer und in der Küche aufgestellt sind, umgeschaltet werden können. In die rechte Stirnseite des Netzfeldes sind fünf Buchsen eingesetzt. An die beiden oberen kann je eine Fernbedienung für den Schnellstop der Tonbandgeräte 1 und 2 angeschlossen werden. Der Ausgang des Pegeltongenerators ist an die mittlere Buchse geführt, von der aus die Meßschnur mit dem Kreuzschaltfeld zur Kontrolle des Pegeldiagramms der Anlage verbunden werden kann. An die beiden unteren Buchsen werden Kopfhörer oder Kontrolllautsprecher für den rechten oder linken Kanal angeschlossen. Üblicherweise ist an die Buchse für den linken Kanal ein hinter der Gardine verdeckt aufgehängter Kontrolllautsprecher angeschlossen. An die Buchse für den rechten Kanal sind die beiden Enden einer im Ess- und Wohnzimmer verlegten Induktionsschleife geführt, so daß in diesen Räumen mit einem drahtlosen Kopfhörer ebenfalls alle Quellen abgehört werden können. Die Lautstärke wird an den Abhörverstärkern eingestellt.

#### Unterbau

Zu dem auf der linken Schrankseite angeordneten Unterbau ist nur zu erwähnen, daß der Plattenspieler „studio 220“ und das Stereo-Tonbandgerät „Magnetophon 98“ sich mit Hilfe von kugelgelagerten Auszügen zur einfacheren Bedienung aus dem Unterbau herausziehen lassen (s. Bild 3). Über dem Plattenspieler ist eine Glühlampe angebracht, die das erforderliche Licht für die Kontrolle der genauen Drehzahl des Laufwerks mit Hilfe der zugehörigen Stroboskopscheibe liefert.

#### Zusatzeinrichtungen

Hin und wieder kommt es vor, daß Bandaufnahmen in Abwesenheit gemacht werden sollen. Das Problem, die hierfür benötigten Geräte fristgerecht einzuschalten und nach der Aufnahme wieder stromlos zu machen, wurde mit zwei kleinen Federwerk-Schaltuhren gelöst. Um ihre geringe

Schaltleistung zu erhöhen, wurde ein bistabiler Multivibrator gebaut, in dessen einem Zweig ein Leistungsrelais liegt. Die Kontakte der beiden Uhren schalten diesen Flip-Flop ein und aus. Im Bedarfsfall wird dieses Zusatzgerät in die Stromzuführung eingeschaltet.

Gelegentlich besteht auch der Wunsch, andere Rundfunk- und Tonbandgeräte zu erproben. Mit Hilfe der Meßschnur für den Tongenerator kann die Ausgangsspannung dieser Geräte dann an jeder beliebigen Stelle direkt in das Kreuzschaltfeld eingespeist werden.

#### Arbeiten am Tisch

An Hand einiger Beispiele soll abschließend das Arbeiten erläutert werden.

Am häufigsten ist das Überspielen. Da die im Austausch angebotenen Stimm-Komplexe ausschließlich als Halbspuraufzeichnungen vorliegen, die Archivierung aber durchweg als Vollspuraufnahme erfolgt, wird in diesen Fällen vom Bandgerät 1 auf Bandgerät 2 umgespielt. Dazu braucht lediglich ein Kreuzstecker in die Kreuzung „Ausgang Tonbandgerät 1“ / „Verstärker V2“ gesteckt zu werden. Das aufzunehmende Gerät wird mit V2 angesteuert. Die optische Kontrolle läßt sich dabei mit dem rechten Instrument vornehmen, auf das mit dem zugehörigen Wahlschalter W2 der Ausgang des Verstärkers V2 geschaltet wird. Um die Wiedergabe hören zu können, wird der Wahlschalter W3 auf Tonbandgerät 1 geschaltet und die Lautstärke am Abhörverstärker eingestellt. Das sind nur insgesamt vier Handgriffe.

Bei Schallplattenwiedergabe wird für jeden Kanal ein Stecker benötigt. Für den linken Kanal wird einer in die Kreuzung „Platte links“ / „Verstärker V1“, für den rechten Kanal einer in die Kreuzung „Platte rechts“ / „Verstärker V2“ gesteckt. Alle übrigen Handgriffe entsprechen dem im ersten Beispiel Gesagten. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, Unterschiede in der Balance mit den Verstärkern auszugleichen, zumal diese Maßnahmen mit Hilfe der Instrumente exakter kontrolliert werden können als mit dem Gehör, und nur die Lautstärke am Stereo-Verstärker einzustellen. Mit dem Filter- und Entzerrer-Gerät wird so gearbeitet, daß zum Beispiel beim Entzerrern einer alten Tonbandaufnahme ein Stecker in die Kreuzung „Ausgang Tonbandgerät 1“ / „Eingang Filter“ und ein zweiter in die Kreuzung „Ausgang Filter“ / „Verstärker V2“ gesteckt wird. Gleichzeitig wird der Wahlschalter W4 auf Verstärker V2 geschaltet, so daß die Wirkung der Entzerrung abgehört werden kann.

Das letzte Beispiel soll das gleichzeitige Aufnehmen einer Rundfunk- und einer Fernsehendung erläutern: Ein Stecker kommt in die Kreuzung „Rundfunkgerät“ / „Verstärker V1“, so daß die Aufnahme mit Bandgerät 1 erfolgen kann. Der zweite Stecker wird in die Kreuzung „FS-Gerät“ / „Verstärker V2“ gesteckt. Damit ist die Aufnahme mit Bandgerät 2 möglich.

Viele der gegebenen Möglichkeiten werden seltener genutzt, obwohl eine tönende Familienchronik sowie ein akustisches Gästebuch weitere Betätigungsfelder sind und häufig Tonbandbriefe an Freunde gesprochen werden. Mit Leidenschaft – aber auch großem Zeitaufwand – wird die Sammlung von Stimmen bedeutender Personen fortgeführt, von denen auf rund 300 km Band schon mehr als 2000 „konserviert“ wurden.

# Zwei einfache NF-Verstärker mit Silizium-Planartransistoren

## Hochohmige Verstärkerstufe

### Technische Daten

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Eingangswiderstand                                       | $R_e = 2,2 \text{ MOhm}$ |
| maximale Eingangswechselspannung                         | $u_1 = 1 \text{ V}$      |
| untere Grenzfrequenz                                     | $f_o = 80 \text{ Hz}$    |
| Leistungsverstärkung                                     | $V_o = 20 \text{ dB}$    |
| Fremdspannungsabstand (bezogen auf $u_1 = 1 \text{ V}$ ) | $A_p = 80 \text{ dB}$    |
| Klirrfaktor  | $k = 0,5\%$              |

Für piezoelektrische Wandler, beispielsweise Kristalltonabnehmer, werden Eingangswiderstände  $R_e \geq 500 \text{ kOhm}$  gefordert, das heißt, bei einer Eingangswechselspannung  $u_1 = 1 \text{ V}$  fließt ein Basiswechselstrom  $i_b \leq 2 \mu\text{A}$ . Hat der verwendete Transistor einen Stromverstärkungsfaktor  $\beta = 100$ , so fließen  $200 \mu\text{A}$  Collectorwechselstrom, und der Collectorgleichstrom muß mindestens  $300 \mu\text{A}$  betragen. Der Eingangswiderstand für kleine Aussteuerung einer nicht gegengekoppelten Transistorstufe in Emitterschaltung ist

$$R_e \approx r_{bb} + \frac{U_T}{I_E} \cdot \beta \quad (1)$$

Darin ist  $r_{bb}$  der Basisbahnwiderstand,  $U_T$  die Temperaturspannung (etwa  $26 \text{ mV}$  bei  $300^\circ\text{K}$ ),  $I_E$  der Emittiergleichstrom und  $\beta$  der Kurzschluß-Stromverstärkungsfaktor des Transistors.

Werden höhere Eingangswiderstände gefordert, als sie sich nach Gl (1) ergeben, so ist eine Emitterschaltung mit entsprechender Wechselstromgegenkopplung oder eine Transistorstufe in Collectorschaltung erforderlich, wenn man von Schaltungen mit einem Vorwiderstand in der Basisleitung absieht.

Bei der Collectorschaltung ist der Eingangswiderstand vom Lastwiderstand abhängig. Aus diesem Grund ist es zweckmäßig, die Emitterschaltung mit Serienschaltgegenkopplung zu wählen. Der Wechselstromeingangswiderstand des Transistors wird dann

$$R_e \approx r_{bb} + \left( \frac{U_T}{I_E} + R_y \right) \cdot \beta \quad (2)$$

wobei  $R_y$  der Emittierwechselstromwiderstand ist.

Um den Eingangswiderstand gemäß Gl (2) nicht zu verkleinern, ist es erforderlich, daß die Widerstände, die zur Arbeitspunkteinstellung des Transistors vorhanden sein müssen, keinen nennenswerten Einfluß auf den Eingangswiderstand der mit dem Transistor bestückten Schaltung haben.

Deshalb wird häufig eine Schaltung nach Bild 1 verwendet, bei der der Basisspannungsteiler parallel zum Emittierwiderstand liegt. Der Mittelpunkt M des Basisspannungsteilers R1, R2 erhält wechselstrommäßig über C2 Emittierpotential, der Widerstand R5 liegt parallel zur Basis-Emittier-Strecke des Transistors.

Die Quelle ist zwischen Basis und Masse anzuschließen. Bei der Berechnung der Schaltung ist zu beachten, daß der Wider-

stand  $R5 \gg \frac{U_T}{I_E} \cdot \beta$  ist.

Eine unter diesen Gesichtspunkten dimensionierte Schaltung mit möglichst geringem Aufwand an Bauelementen ist

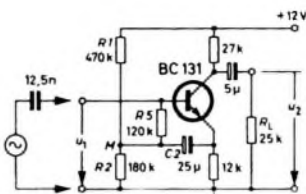


Bild 1. Transistorstufe in Emitterschaltung mit hochohmigen Eingang

## Rauscharme Eingangsstufe

### Technische Daten

|   |                         |
|---|-------------------------|
| Eingangswiderstand  | $R_e = 65 \text{ kOhm}$ |
| Spannungsverstärkung  | $V_o = 100$             |
| Leistungsverstärkung  | $V_p = 45 \text{ dB}$   |
| untere Grenzfrequenz  | $f_o = 10 \text{ Hz}$   |
| Rauschabstand (bezogen auf $u_1 = 20 \mu\text{V}$ , $R_g = 50 \text{ kOhm}$ , $\Delta f = 16 \text{ kHz}$ ) | $A_N = 15 \text{ dB}$   |

Zur Entwicklung einer rauscharmen Transistorstufe ist die Kenntnis des anzuschließenden Generatorwiderstandes erforderlich. Von diesem hängt der zu wählende Emittiergleichstrom ab, für den es einen Optimalwert gibt, bei dem das Rauschmaß ein Minimum hat. Bild 2 zeigt diesen Zusammenhang für den BC131. Betrachtet man nur diesen optimalen Emittiergleichstrom für verschiedene Generatorwiderstände, so kann man eine Kurve  $R_{g \text{ opt}} = f(I_E)$  aufzeichnen. Bild 3 zeigt diese Kurve für Emittierströme bis  $1000 \mu\text{A}$ . Die Collector-Emittier-Spannung  $U_{CE}$  hat nur einen geringfügigen Einfluß auf das Rauschmaß, so daß diese Spannung entsprechend den Erfordernissen der Schaltung gewählt werden kann. Der Einfluß der folgenden Stufe auf den Rauschabstand

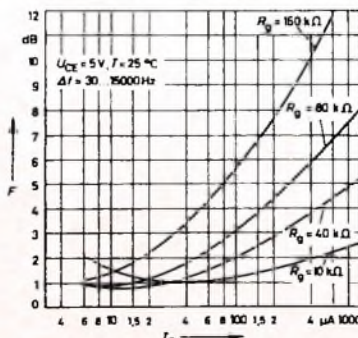


Bild 2. Rauschmaß F als Funktion des Emittierstroms  $I_E$  mit dem Generatorwiderstand  $R_g$  als Parameter

Tab. 1. Grenzfrequenz, Klirrfaktor und Eingangswiderstand der Schaltung nach Bild 1

|                         |     |     |     |      |
|-------------------------|-----|-----|-----|------|
| $\beta^1$ (6 V, 2 mA)   | 170 | 205 | 600 | 900  |
| $\beta^2$ (4 V, 0,2 mA) | 140 | 160 | 340 | 700  |
| $f_o$ Hz                | 150 | 110 | 60  | 40   |
| k %                     | 0,9 | 0,6 | 0,5 | 0,35 |
| $R_e$ MOhm              | 0,9 | 1,4 | 2,4 | 3,8  |

<sup>1)</sup> gilt für Arbeitspunkt des Datenblattes

<sup>2)</sup> gilt für Arbeitspunkt der Schaltung nach Bild 1

Kristalltonabnehmer mit einer Kapazität von  $1,25 \text{ nF}$  zeigt Bild 1. Die Streuung der unteren Grenzfrequenz, des Klirrfaktors sowie des Eingangswiderstandes als Funktion des Stromverstärkungsfaktors  $\beta$  ist in Tab 1 zusammengestellt

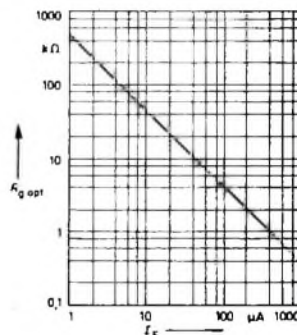


Bild 3. Generatorwiderstand  $R_{g \text{ opt}}$  für minimale Rauschzahl als Funktion des Emittierstroms  $I_E$  für den Transistor BC131

ist in den meisten Fällen zu vernachlässigen.

Im Bild 4 ist ein rauscharmer zweistufiger Verstärker angegeben. Der in den technischen Daten genannte Rauschabstand von 15 dB entspricht einer Rauschspannung am Eingang des Verstärkers von  $u_{N1} \approx 3,6 \mu\text{V}$ .

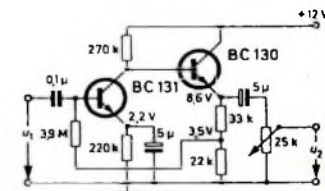


Bild 4. Schaltung eines rauscharmen Verstärkers

Falls eine andere Bandbreite gewählt wird, ist die Rauschspannung nach Gl. (3) umzurechnen

$$u_{N2} = u_{N1} \sqrt{\frac{\Delta f_2}{\Delta f_1}} \quad (3)$$

Dabei ist  $u_{N1}$  die Rauschspannung bei  $\Delta f_1 = 16 \text{ kHz}$  und  $u_{N2}$  die Rauschspannung bei der neuen Bandbreite  $\Delta f_2$ .



# Bausatz „BS 35/8“ für Hi-Fi-Kompaktbox

## Technische Daten des Bausatzes „BS 35/8“

|  |                 |
|--|-----------------|
| Nennscheinwiderstand der gesamten Kombination bei 200 Hz | 8 Ohm           |
| Nennbelastbarkeit  | 20 W            |
| Spitzenbelastbarkeit                                     | 35 W            |
| Übertragungsbereich                                      | 45 ... 20000 Hz |

Isophon brachte jetzt den Bausatz „BS 35/8“ für Einbau in selbsthergestellte Kompaktboxen heraus. Der Hi-Fi-Bausatz besteht aus einem Tiefton-Lautsprecher (245 mm  $\varnothing$ ) sowie einem Mittel-Hochton-Lautsprecher (130 mm  $\times$  180 mm) und einem Hochton-Lautsprecher (70 mm  $\times$  130 mm). Alle drei Lautsprecher sind gemeinsam mit den zugehörigen Frequenzweichen auf einer Schallwand montiert und komplett miteinander verdrahtet (Bild 1). Zum Schutz gegen die Schallwellen des Tiefton-Lautsprechers ist der Mittel-Hochton-Lautsprecher vollständig geschlossen ausgeführt; der Hochton-Lautsprecher hat eine getrennte Abdeckkappe, die im Interesse einer einwandfreien Wiedergabe nicht entfernt werden sollte. Zur Erleichterung der Anbringung der vorderen Stoffbespannung liegt der Kombination (unverbindlicher Richtpreis 160 DM) außerdem eine gelochte Frontplatte mit zugehörigen Distanzscheiben bei.

Wegen der niedrigen Resonanzfrequenz des Tiefton-Lautsprechers ist der Einbau des Bausatzes in relativ kleine, vollständig geschlossene Gehäuse möglich. Der erreichbare Frequenzbereich von 45 ... 20000 Hz und die geringen Verzerrungen ergeben bei richtigem Einbau der Lautsprecher eine in der Wiedergabe hochwertige Lautsprecherbox. Sie eignet sich sowohl für Monophone als auch - bei Verwendung von zwei Kombinationen - für Stereophone Wiedergabe. Die hohe Belastbarkeit von 20 W für sinusförmigen Dauerton und 35 W für Programm-Material (Spitzenbelastbarkeit) erlaubt den Anschluß an alle üblichen Verstärker, die für eine beliebige Lautsprecherimpedanz zwischen 4 und 8 Ohm ausgelegt sind. Bei Röhrenverstärkern, die gegen Fehlanpassung unempfindlich sind, ist der Anschluß auch an einen 16-Ohm-Ausgang möglich.

### Einbau

Für die Qualität der Tieftonwiedergabe ist neben den Eigenschaften des Tiefton-Lautsprechers die Ausführung des Gehäuses besonders wichtig. Das Gehäuse verhindert einen Druckausgleich zwischen Vorder- und Rückseite der Lautsprechermembran (akustischer Kurzschluß). Es soll sich selbst dabei akustisch vollständig neutral verhalten, das heißt, die Gehäusewände müssen so stabil ausgeführt sein, daß sie nicht mitschwingen können. Als Baumaterial ist daher eine mindestens 16 mm dicke Tischlerplatte oder eine Spanplatte gleicher Dicke und möglichst hoher Festigkeit zu empfehlen. Um eine große Stabilität zu erreichen, sind alle Gehäuseeile zum Beispiel mit Kaltbleim sorgfältig miteinander zu verleimen und - soweit es erforderlich ist - mit kräftigen Schrauben miteinander zu verschrau-

ben. Das fertige Gehäuse soll möglichst luftdicht sein, da sich jede Undichtigkeit verschlechternd auf die Baßwiedergabe auswirkt. Zum Abdichten des Gehäuses wird empfohlen, selbstklebende Schaumstoffstreifen zwischen die miteinander zu verschraubenden Teile zu legen.

Für das Gehäuse sind Abmessungen nach Bild 2 zweckmäßig. Bei abweichenden Formen und Abmessungen sollte das Gehäusevolumen nicht wesentlich von 43 l abweichen. Werden die Lautsprecher von der mitgelieferten Schallwand abgenommen und auf einer beliebigen Schallwand in ähnlicher Anordnung angebracht, dann muß der Hochton-Lautsprecher unter Verwendung der Abdeckkappe rückseitig wieder vollkommen luftdicht abgeschlos-



Bild 1. Ansicht des Bausatzes

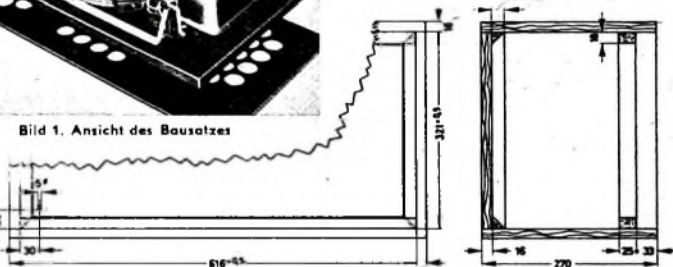


Bild 2. Abmessungen eines Gehäuses für die Kompaktbox

sen werden. Ein Abweichen von dem vorgeschlagenen Gehäusevolumen ist zwar möglich, führt aber zur Veränderung der Daten der Kombination. Eine Verkleinerung des Gehäuses bringt eine merkliche Abschwächung der tiefen Frequenzen mit sich. Bei einer Vergrößerung ist zwar eine kräftigere Tieftonwiedergabe zu erwarten, gleichzeitig sinkt aber die Belastbarkeit der Kombination ab.

Um Gehäuseresonanzen und stehende Wellen innerhalb des Gehäuses zu vermeiden, ist das Gehäuse lose mit etwa 1 kg Steinwolle (zum Beispiel „Sillan SL“ von Grünzweig + Hartmann), Polsterwatte (etwa 0,6 kg) oder offenporigem Schaumstoff (etwa 1 kg) zu füllen oder mit der entsprechenden Menge des gleichen Materials in Plattenform auszukleiden. Da eine Berührung zwischen Tieftonmembran und losem Füllmaterial zu störenden Nebengeräuschen führen kann, sind die rückwärtigen Schallöffnungen des Lautsprechers mit einem dünnen, nicht zu dichtem Gewebe abzudecken.

Als Bespannstoff für die Vorderseite der Box ist ein gut schalldurchlässiges Material zu verwenden. Normale Gewebe sind als Bespannstoff häufig nicht zweckmäßig, da sie insbesondere für hohe Frequenzen zu wenig durchlässig sind. Am besten eignen sich Spezial-Lautsprecherbespannstoffe. Unter Verwendung der mitgelieferten gelochten Frontplatte und der Distanzstücke gibt folgendes Verfahren die Ge-

währ, den Bespannstoff möglichst sauber und gerade anzubringen.

1. Der Stoff muß an allen Kanten 5 ... 8 cm größer als die Frontplatte sein. Man spanne ihn mit der Rückseite nach oben so auf ein Brett, daß das Muster nicht verzogen ist und parallel verläuft. Die Befestigung auf dem Brett darf dabei nur am Rande erfolgen, das heißt außerhalb der späteren Aufklebefläche des Stoffes. Nachdem man sich durch Auflegen der Lochplatte überzeugt hat, daß die Kanten der Lochplatte parallel zum Muster sind, streiche man die Lochplatte auf der rauhen Seite mit einem Kleber (zum Beispiel „Pattex“) ein, lasse kurz antrocknen und drücke dann die Lochplatte auf den Bespannstoff kantenparallel zum Webfaden. Der Kleister muß noch klebefähig sein, jedoch nicht zu feucht, damit er nicht durch den Stoff schlägt. Nach kurzer Trockenzzeit werden die Ränder vom Brett gelöst und nach innen 2 cm breit umgeschlagen und festgeklebt. Danach werden die

Distanzstücke festgeklebt. (Die Distanzstücke sollen verhindern, daß die Frontplatte bei großen Lautstärken zu klirren beginnt.)

2. Nachdem die Schallwand in das Gehäuse eingesetzt ist, wird die vorbereitete Frontplatte auf die Schallwand geklebt, wobei darauf zu achten ist, daß die Distanzstücke festsitzen.

### Schaltung

Das Zusammenschalten der Lautsprecher erfolgt werksseitig gemäß Bild 3. Um eine einwandfreie Funktion der Kombination zu gewährleisten, wird empfohlen, die Schaltung nicht zu verändern. Insbeson-

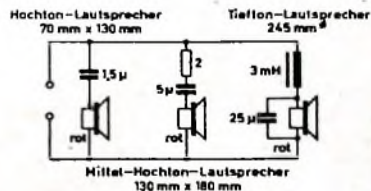


Bild 3. Schaltung der Kombination

dere muß auch die Polung der Lautsprecher zueinander erhalten bleiben. Bei Betrieb mehrerer Lautsprecher-Kombinationen in einem Raum (Stereo-Wiedergabe) erleichtert die Farbkennzeichnung den gleichphasigen Anschluß.

## Test- und Demonstrationschallplatten

Für die Prüfung von Hi-Fi-Anlagen verwendet man vielfach Meßschallplatten. Um damit arbeiten zu können, sind Meßgeräte erforderlich, die im allgemeinen nur in Laboratorien zur Verfügung stehen. Dem Service-Techniker, der Hi-Fi-Anlagen in der Werkstatt oder auch in der Wohnung des Kunden überprüfen muß, ist mit diesen Platten also nicht gedient; er benötigt Prüfschallplatten, die eine weitgehende, wenn auch nur qualitative Beurteilung der Anlage ohne Zuhilfenahme von Meßinstrumenten ermöglichen.

### Stereo-Testplatte „Stereo-Steps to Better Listening“

Unter dem Titel „Seven Steps to Better Listening“ (Sieben Schritte zu besserem Hören) gaben die CBS Laboratories eine Stereo-Testplatte (Bestell-Nr. STR-101) heraus, die seit kurzer Zeit auch auf dem deutschen Markt erhältlich ist. Sie enthält eine ganze Anzahl von Tests zur Einstellung und Beurteilung von Stereo-Anlagen. Die erklärenden Texte (in Englisch) auf der Platte sind so ausführlich gehalten, daß es des beigelegten Begleitheftchens kaum bedarf. Schade nur, daß die ebenfalls beigelegte deutsche Übersetzung so schlecht ist, daß man oft nicht enträtseln kann, was wirklich gemeint ist. Sie scheint ein Beispiel dafür zu sein, daß ein Nichtfachmann unter Zuhilfenahme eines Wörterbuchs die Übersetzung eines technischen Textes versucht hat. Die schnelle Herausgabe einer einwandfreien Neufassung scheint dringend notwendig zu sein; es genügt sogar eine Kurzfassung, wenn sie klar und prägnant ist.

Charakteristisch für die meisten Tests auf dieser Platte ist, daß als Testsignal Rauschen von Terzbandbreite benutzt wird. Das hat gegenüber Sinustönen den großen Vorteil, daß bei der akustischen Beurteilung gröbere Fehler infolge Auftretens von stehenden Wellen usw. nicht möglich sind. Auch die Frequenzgangprüfungen werden durchweg mit solchen Rauschsignalen gemacht, deren Mittenfrequenz jeweils angegeben wird.

Dem einleitenden Seitentest (Test 1) folgt der Phasentest (Test 2), der die richtige Polung an der größeren Lautstärke des Testsignals erkennen läßt. Zur Einstellung der für den Ahörplatz richtigen Balance (Test 3) wird das Testsignal für drei Positionen gegeben: links, rechts, Mitte. Dadurch ist es möglich, in ganz groben Zügen auch den Bereich im Wiedergaberaum abzuschätzen, innerhalb dessen ein Stereo-Eindruck – wenn auch mit unterschiedlicher Qualität – zu erreichen ist. Mehrere Möglichkeiten bietet der Frequenzgangtest (Test 4), bei dem die Lautstärke von Signalen zwischen 16 000 Hz und 40 Hz (16 000 · 8000 Hz Sinustöne, unterhalb 8000 Hz Terzbandrauschen) mit der Lautstärke eines 1000-Hz-Rauschens verglichen wird. Werden alle Töne, die jeweils sechs-mal über den linken und rechten Kanal wiedergegeben werden, ebenso laut wie der Vergleichston empfunden, dann entspricht der Wiedergabefrequenzgang der Gesamtanlage dem genormten Aufnahme-frequenzgang der Testplatte. Bei diesem Test läßt sich gleichzeitig auch der Einfluß des Übersprechens im Abtastsystem sehr deutlich feststellen, denn je nach Übersprechdämpfung zwischen den beiden Kanälen erscheint das Testsignal in der Mitte (Übersprechdämpfung  $\approx$  0 dB) oder mehr oder weniger stark von der jeweils richtigen Seite nach der Mitte zwischen den beiden Lautsprechern hin verschoben. Als letzten Test (Test 5) auf der A-Seite findet man nochmals einen Phasentest, im Gegensatz zu dem bereits erwähnten Test 2 hier aber mit breitbandigem Rau-

schen, und zwar je einmal zehn Sekunden lang mit richtiger und mit entgegengesetzter Phase. Dieser Test zeigt sehr deutlich, welchen Einfluß eine falsche Polung der Lautsprecher auf die Wiedergabequalität hat (geringere Lokalisierungsschärfe, schlechtere Tiefenwiedergabe).

Der erste Test der B-Seite (Test 6) ist ähnlich aufgebaut wie Test 4, jedoch für monophone Wiedergabe. Bei Wiedergabe dieses Tests über eine Stereo-Anlage erhält man dementsprechend bei Gleichheit der Wiedergabekanäle genau zwischen den beiden Lautsprechern ein Mittensignal. Die Lautstärke des Referenzsignals (Terzbandrauschen mit 1000 Hz Mittenfrequenz) ist entsprechend den Fletcher-Munson-Kurven so gewählt, daß man beim Abhören Referenzsignal und Testsignal mit gleicher Lautstärke hören muß. Änderungen des Frequenzgangs und der Übersprechdämpfung in Abhängigkeit von der Frequenz lassen sich hiermit sehr deutlich feststellen. Test 7 besteht aus einem mit großer Amplitude aufgezeichne-

ten Gleitton (15 000 · 40 Hz, Markierungs-Signale bei 15, 10, 5, 2, 1 kHz, 500, 200, 100, 50 Hz), der dazu bestimmt ist, Resonanzstellen in der Wiedergabeanlage und im Wiedergaberaum zu erkennen.

Besonderes Interesse verdienen die beiden abschließenden Tests zur Prüfung des Verhaltens von Abtastsystemen bei horizontaler und vertikaler Auslenkung. Test 8 enthält eine reine Seitenschriftaufzeichnung, deren Aussteuerung mit einer mittleren Amplitude beginnt und in fünf Stufen insgesamt um 12 dB erhöht wird. Damit lassen sich für Mono- und Stereo-Abtastsysteme die Qualität bei der Abtastung großer Amplituden und die für die Abtastung richtige Auflagekraft experimentell bestimmen. Im Test 9 hingegen ist mit sieben verschiedenen Amplituden eine reine Tiefenschrift-Komponente aufgezeichnet, so daß man das Verhalten von Stereo-Abtastsystemen auch in bezug auf diese Komponente beurteilen kann. Dieser Test hat eine gewisse aktuelle Bedeutung, weil sich damit näherungsweise auch feststellen läßt, ob ein Mono-System für die Abtastung von Stereoriginalen geeignet ist. Die Lautstärke wird bei dieser Abtastung kleiner sein als bei Abtastung der Seitenschrift-Aufzeichnung. Wenn aber ein Mono-System in der Lage ist, ohne hörbare Verzerrungen die ersten vier Stufen dieser Tiefenschrift-Aufzeichnung abzutasten, dann kann man annehmen, daß es ohne Gefahr für die Rillen auch in der Lage ist, Stereo-Platten abzutasten. -th

### Einführung in die Hi-Fi-Stereophonie

#### Demonstrationsplatte des dhfi

Auf der Funkausstellung 1965 stellte das Deutsche High-Fidelity Institut e. V. diese Platte zum ersten Male der Öffentlichkeit vor (Vertrieb: Verlag G. Braun, Karlsruhe). Sie trägt den Untertitel ‚Versuch einer Dokumentation‘, und darin kommt schon die Problematik dieser Platte zum Ausdruck. Auf der A-Seite beginnt sie mit einer brillant und sehr sauber aufgenommenen Stereo-Musik, gefolgt von einer Erklärung, was Hi-Fi und was Stereophonie ist. Der ‚Aufzug der Komödianten‘ aus Smetanas Oper ‚Die verkaufte Braut‘ zeigt dann sehr überzeugend, welchen lebendigen Eindruck die Stereo-Technik heute von dem Geschehen auf der Bühne zu vermitteln vermag. Weitere Beispiele demonstrieren an Orchesterinstrumenten, welcher Frequenzumfang in großen Musikwerken vorkommen kann und wie wichtig es ist, den vollen Frequenzbereich wiederzugeben. Bis dahin ist der Inhalt der Schallplatte für den weniger wortgewandten Händler, dessen Ausführungen im Verkaufsgespräch die Überzeugungskraft fehlt, eine gute Hilfe. Er kann seinem Kunden klarmachen, warum Hi-Fi-Anlagen hohe technische Anforderungen erfüllen müssen (und deshalb auch entsprechend teuer sind). Was aber die dann folgenden Beispiele für Rumpeln, Klirrverzerrungen und Lautsprecher-Phasentest sollen, das bleibt einigermaßen schleierhaft. Für die Demonstration des Händlers sind sie ohne jedes Interesse. Der Service-Techniker hingegen wird diesen Teil der Platte gern bei seinen Arbeiten benutzen. Ihm braucht man aber das nicht zu sagen, was auf dem

ersten Teil der A-Seite zu hören ist, denn das sind für ihn längst bekannte Binsenwahrheiten.

Überflüssig scheinen uns die Musikausschnitte auf der B-Seite zu sein. Jeder Händler weiß, daß der Verkauf einer Hi-Fi-Anlage oft mit der richtigen Auswahl der vorgeführten Musikstücke steht und fällt. Die neun Ausschnitte auf dieser Plattenseite können deshalb weder dem Händler noch dem Service-Techniker etwas Wesentliches geben. (Der Besitzer einer Hi-Fi-Anlage wird diese Platte sowieso kaum kaufen, denn er weiß aus eigener Erfahrung, was Hi-Fi und was Stereo ist.) Außerdem scheinen uns die musikkritischen Bemerkungen zum Inhalt der ausgewählten Musikbeispiele an dieser Stelle fehl am Platz zu sein.

Die technisch sehr gut aufgenommene Platte scheint uns deshalb vom Inhalt her ‚schizophren‘ zu sein, denn sie will zwei ganz verschiedene Dinge, und so etwas gelingt nur selten. Deshalb unser Vorschlag: Man teile den Inhalt der A-Seite auf zwei Platten oder zumindest Plattenseiten auf, bringe auf der einen Seite alles, was der Händler für eine Vorführung im Rahmen des Verkaufsgesprächs gebrauchen kann, und auf der anderen das – und zwar ohne erklärenden Text, der besser auf der Plattenhülle oder einem Reiblat steht –, was für die Arbeit des Technikers in der Werkstatt und beim Service von Wichtigkeit ist. Und das darf ruhig auch noch etwas ausführlicher sein. -th



# Yagiantennen als Spezialfall allgemeiner längsstrahlender Strukturen

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd 21 (1966) Nr. 3, S. 84

DK 621 396.67.3

Da Ganzwellendipole und die modifizierten Formen der Ganzwellendipole Breitbandstrahler sind, ergibt sich besonders in Verbindung mit aperiodischen Reflektoren und Reflektorwänden die Verwendungsmöglichkeit als Erregersystem im vorliegenden Zusammenhang. Einige solcher Beispiele zeigt das Bild 9.

Um die an sich schon relativ große Bandbreite solcher Strahler noch weiter zu vergrößern, besteht die Möglichkeit der Kompensation. Außer den zusätzlichen, hinsichtlich der Strahlung passiven Maßnahmen durch Leitungsbauteile vorzugsweise am Speisepunkt der Strahler sind besonders die Strahlungskompensationsmöglichkeiten interessant. Praktisch kann man sie in einfacher Weise durch entsprechend dimensionierte und gekoppelte Halbwellelemente verschiedener Form in Verbindung mit den Ganzwellenstrahlern realisieren.

Den einfachsten Fall zeigt Bild 9a. Es handelt sich dabei um einen rohr- oder stab-

erste Halbwellelemente. Betrachtet man jedoch die Wirkungen in ihrer Gesamtheit, dann findet man fast die gleichen Verhältnisse wie bei homogenen Grenzschichten vor, das heißt, es ergibt sich ebenfalls eine verzögerte, fortschreitende Oberflächenwelle. Dieses ähnliche Verhalten geht immer besser in das Verhalten homogener Strukturen über, je größer die Strukturen sind; bei einer Länge von einigen Wellenlängen ist kein Unterschied mehr feststellbar.

### 4. Wellenleiter

Die Aufgabe des Wellenleiters oder der wellenführenden Struktur in einer längsstrahlenden Antenne wurde im Abschnitt 2 behandelt. Die Funktion und die möglichen Strukturen sollen nachstehend umrissen werden. Eine verzögerte Oberflächenwelle (das heißt mit einer Ausbreitungs- beziehungsweise Phasengeschwindigkeit, die kleiner ist als die des Lichtes) kann also entlang der Grenzschicht zweier

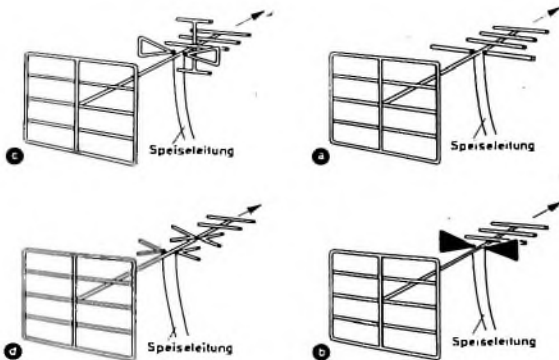


Bild 9. Erregersysteme für Breitbandanwendungen mit Ganzwellendipolen oder modifizierten Ganzwellendipolen als gespeistes Element und weiteren  $\lambda/2$ -Elementen zur Kompensation: a) gestreckter rohrförmiger Ganzwellendipol, b) Ganzwellenflächendipol (Schmetterlingsdipol), c) Ganzwellen-Skelettdipol, d) Ganzwellen-V-Dipol

förmigen Ganzwellendipol in Verbindung mit einer aperiodischen Reflektorwand und rohr- oder stabförmigen Halbwellelementen. Der Ganzwellenstrahler und die Kompensationselemente können zwecks weiterer Verbesserung der Breitbandeigenschaften auch als Kegel ausgeführt sein. Bild 9b zeigt ein Erregersystem mit modifiziertem Ganzwellendipol, der als Flächendipol bezeichnet wird und oft als sogenannter Schmetterlingsdipol zu finden ist. Im übrigen Aufbau entspricht dieses System dem nach Bild 9a. Eine weitere Abwandlung zeigt Bild 9c. Sie entsteht, wenn man beim Dipol nach Bild 9b nur die Umrandung bestehen läßt; man erhält dann einen Skelettdipol. Die Kompensation ist in ähnlicher Weise wie bei Bild 9b durchgeführt, jedoch sind die Breitbandeigenschaften dieser Ausführung gegenüber der nach Bild 9b besser. Läßt man beim Dipol nach Bild 9c die seitlichen Begrenzungskanten weg, so ergibt das den Doppel-V- oder X-Dipol, wie er im Bild 9d dargestellt ist.

In ähnlicher Weise wie die gespeisten Ganzwellendipole lassen sich auch alle Halbwellelemente zur Verbesserung der Breitbandeigenschaften in ihrer Form abwandeln. Ein solches Beispiel, bei dem das

Medium erzeugt werden. Da das eine Medium im allgemeinen immer Luft ist, brauchen die Betrachtungen nur für das zweite wählbare Medium durchgeführt zu werden. Eine Verzögerung wird unter anderem durch Dielektrika oder Ferrite erreicht (Dielektrika beispielsweise bei dielektrischen Antennen in der Höchstfrequenztechnik; die Anwendung von Ferriten ist dagegen zur Zeit nicht verbreitet, und zwar wegen der sich ergebenden relativ schlechten Eigenschaften, bedingt durch die relativ hohen Verluste der Ferrite). Eine weitere Möglichkeit zum Erreichen einer verzögerten Oberflächenwelle besteht in der Verwendung von gut leitfähigen Metallstrukturen, die eine geeignete Gestaltung aufweisen. Von dieser Möglichkeit wird in der VHF- und UHF-Technik bei Antennen Gebrauch gemacht. Während bei Dielektrika und Ferriten die Grenzfläche der beiden Medien homogen ist, wird sie bei den metallischen Strukturen entsprechend dem Aufbau solcher Strukturen inhomogen. Man kann in der Betrachtung so weit gehen, daß man die Grundelemente der metallischen Struktur als diskrete Sekundärstrahler auffaßt. Das ergibt jedoch die bereits erläuterten Berechnungs- und Dimensionierungsschwie-

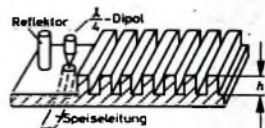


Bild 10. Modell einer unsymmetrischen Antenne mit wellenführender Struktur

Ein geeigneter Ausgangspunkt für die Betrachtung von metallischen wellenführenden Strukturen ist das Modell einer unsymmetrischen Antenne auf einer ebenen, relativ zur Wellenlänge sehr großen Metallplatte mit entsprechender Oberflächengestaltung. Ein solches Modell ist im Bild 10 skizziert. Die ebene Metallplatte enthält auf ihrer Oberfläche Querstege, deren Dimensionierung in Verbindung mit einem geeigneten Erregersystem die Phasengeschwindigkeit der Oberflächenwelle und damit die Eigenschaften dieser Antenne bestimmt. Im einfachsten Fall wird zum Beispiel die Steghöhe mit  $h \leq \lambda/4$  dimensioniert. Die Hauptstrahlrichtung einer Antenne nach Bild 10 weicht von der Längsausdehnung der wellenführenden Struktur in schräger Richtung ab. Um die Hauptstrahlrichtung in die Richtung der Längsausdehnung der Struktur zu legen, muß das System nach Bild 10 symmetrisch aufgebaut sein, wie es im Bild 11 angegeben ist.

Aus diesem Aufbau ist zu erkennen, daß man aus Symmetriegründen ohne weiteres auf die ebene Metallplatte in der Mitte der wellenführenden Struktur ver-

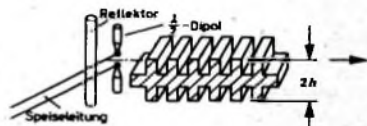


Bild 11. Modell einer symmetrischen Antenne mit wellenführender Struktur

zichten kann. Damit ergibt sich als neuer Ausgangspunkt für symmetrische Antennen eine sogenannte Leitscheibenreihe als wellenführende Struktur, aus der alle anderen geeigneten Strukturen sinngemäß, wie es bei den Erregersystemen (Abschnitt 3.) prinzipiell bereits erläutert wurde, abzuleiten sind. Eine Reihe solcher Beispiele ist im Bild 12 wiedergegeben. Die praktische Befestigung der Grundelemente dieser Strukturen an einer tragenden Konstruktion kann metallisch leitend in der Mitte der Grundelemente erfolgen.

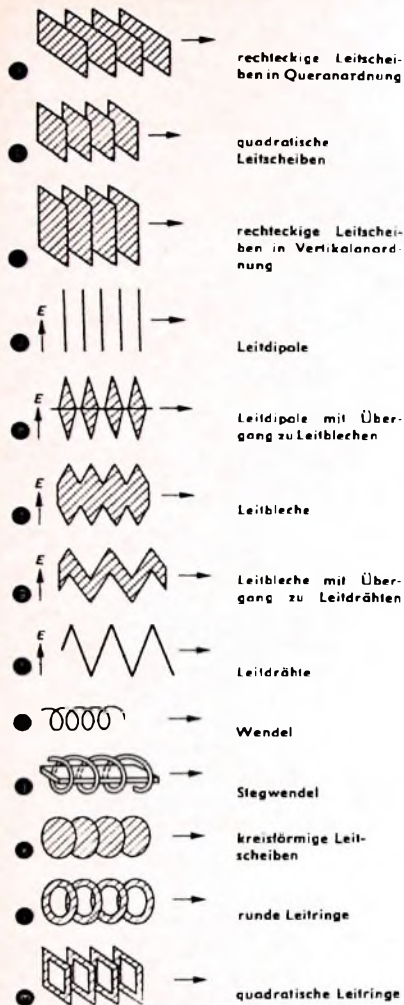


Bild 12 Ausführungsbeispiele und Ableitung symmetrischer wellenführender Strukturen

Bild 12a zeigt eine rechteckige Leitscheibenreihe, die direkt aus dem Aufbau nach Bild 11 folgt. Abwandlungen der Maße führen dann zu den Strukturen nach den Bildern 12b und 12c. Läßt man eine Dimension nach Null gehen, dann erhält man die weitverbreiteten Leitdipole nach Bild 12d. Die Bilder 12e bis 12j zeigen weitere Ableitungen wellenführender Strukturen. Aus Bild 12b oder Bild 12j lassen sich beispielsweise die Systeme nach den Bildern 12k bis 12m ermitteln.

Aus dieser Grundkonzeption können natürlich noch viele andere Ausführungen abgeleitet werden; erwähnt seien nur noch elliptische Leitringe und als Spezialfall davon kurzgeschlossene, entsprechend dimensionierte Faltdipole, die besonders bei Breitbandanwendungen linear polarisierter Systeme Bedeutung haben.

Für die Anwendung in den VHF- und UHF-Bereichen der Empfangsantennentechnik sind besonders die Leitdipolssysteme nach Bild 12d interessant, da sie bei geringstem Aufwand der gegebenen Polarisationsart entsprechen. Alle Systeme nach Bild 12 sind für lineare (horizontale oder vertikale) Polarisation bei entsprechender Anregung geeignet. Die Strukturen nach den Bildern 12a bis 12c und 12i bis

12m können darüber hinaus auch für zirkulare oder elliptische Polarisation oder für Kreuzpolarisation dimensioniert und angewendet werden. Mit einem Kreuzaufbau in den entsprechenden Ebenen sind auch die Systeme nach den Bildern 12d bis 12h für Kreuzpolarisation – sogar bei unterschiedlichen Frequenzen – zu betreiben.

Grundsätzlich können die wellenführenden Strukturen bei einer Antennenkonstruktion auch in mehreren Ebenen angeordnet werden. Dadurch ist es möglich, die abstrahlende virtuelle Öffnung der Antenne wesentlich zu vergrößern. Das ergibt bessere Strahlungseigenschaften und höheren Gewinn.

Am Beispiel der linear polarisierten Leitdipole (Yagi-antennen) sei ein solcher Aufbau kurz erläutert. Bild 13 zeigt eine Gabelung des Wellenleiters in der E-Ebene der Antenne. Weitere Möglichkeiten von mehreren Wellenleitern in der H-Ebene einer Antenne sind im Bild 14 angegeben.

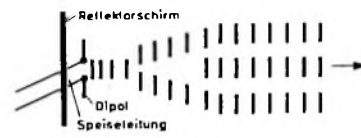


Bild 13 Gabelung eines Wellenleiters aus Leitdipolen in der E-Ebene

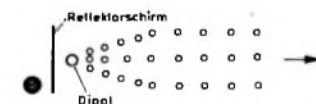
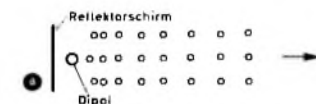


Bild 14 Gabelung eines Wellenleiters aus Leitdipolen in der H-Ebene; a) parallele Anordnung, b) Gabel- und Parallelanordnung, c) Gabelanordnung

Nach Bild 14a werden die Teilsysteme parallel geführt, nach Bild 14b und Bild 14c werden sie gabelförmig an das Erregersystem oder die mittlere wellenführende Struktur angekoppelt. Andere Varianten ergeben sich aus diesen prinzipiellen Anordnungen.

Alle betrachteten Oberflächenwellenleiter können nach dem gleichen Prinzip unter Beachtung der jeweiligen Besonderheiten dimensioniert werden. Nachstehend wird stellvertretend für alle anderen Strukturen das System der Leitdipole für die Dimensionierungshinweise zugrunde gelegt; für andere Ausführungen gilt das sinngemäß. Grundsätzlich werden vom Wellenleiter einer Antenne in erster Linie die Strahlungseigenschaften der Antenne bestimmt. Die Dimensionierung der Antenne muß also mit Rücksicht hierauf erfolgen. Die zwei wichtigsten Hauptparameter sind dabei die Länge  $L$  der Struktur

im Verhältnis zur Betriebswellenlänge (also  $L/\lambda$ ) und die Größe der Phasengeschwindigkeit der Oberflächenwelle. In diesem Zusammenhang gibt es eine Optimierung, das heißt, zu jedem Parameter  $L/\lambda$  gehört eine ganz bestimmte (resultierende) Phasengeschwindigkeit. Ist diese Bedingung erfüllt, dann erhält man als Ergebnis die optimalen Strahlungseigenschaften und damit einen maximalen Gewinn direkt als Funktion von  $L/\lambda$ . Das Problem der Dimensionierung besteht also darin, aus dem geforderten Gewinn zunächst die Länge  $L/\lambda$  der Struktur bei optimaler Phasengeschwindigkeit zu ermitteln und daraus folgend die optimale Phasengeschwindigkeit durch entsprechenden Aufbau der Struktur zu realisieren. Die Frequenzabhängigkeit aller Parameter wird dabei auch hier durch  $\lambda$  ausgedrückt. Die Phasengeschwindigkeit ist ebenfalls frequenzabhängig, da die Abmessungen der Struktur konstant sind.

Die Phasengeschwindigkeit der Oberflächenwelle wird von der Art der verwendeten Grundelemente des Wellenleiters, der gegenseitigen Kopplung und den Abmessungen bestimmt. Die Möglichkeiten der Beeinflussung der Phasengeschwindigkeit und der Realisierung der Optimalwerte sind also sehr vielfältig.

Besonders sei jedoch darauf hingewiesen, daß die Abstände der Grundelemente in den Grenzen  $a/\lambda = 0,1 \dots 0,4$  die Phasengeschwindigkeit sehr wenig beeinflussen, dagegen das Verhältnis von Betriebs- zu Eigenresonanzfrequenz der Grundelemente sehr wesentlich in das Ergebnis eingeht. Grundsätzlich muß bei der Betriebsfrequenz immer eine kapazitive Blindkomponente auftreten. Übliche Abstände der

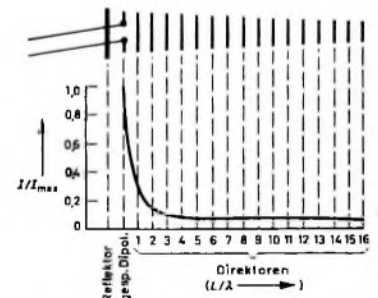


Bild 15 Stromverteilung in den Elementen entlang einer wellenführenden Struktur mit Leitdipolen

Grundelemente müssen sich also in den angegebenen Grenzen bewegen; der zu realisierende Abstand richtet sich nach Frequenzbereich, Bandbreite und Verwendungszweck der Antenne.

Wellenführende Strukturen werden oft nach der sogenannten Hansen-Woodyard-Bedingung dimensioniert. Hansen und Woodyard wiesen nach, daß optimale Strahlungseigenschaften einer solchen Struktur erreicht werden, wenn der Phasenwinkelunterschied der durch die Struktur geführten Welle am Ende der Struktur gegenüber einer Freiraumwelle  $\pi$  oder – mit der Wellenlänge ausgedrückt –  $l/2$  beträgt. Bei der Berechnung legten sie eine aus gleichen Elementen aufgebaute (homogene) Struktur mit gleicher Stromverteilung in den Elementen zugrunde. Damit ergibt sich ein einfacher mathematischer Zusammenhang zwischen der Gesamtlänge  $L/\lambda$  und der optimalen Phasen-



geschwindigkeit. Bild 15 zeigt jedoch die tatsächliche relative Stromverteilung  $I_{\text{max}}$  auf die Elemente bei einer solchen Struktur, die keineswegs konstant ist. Die Hansen-Woodyard-Bedingung ist daher nicht ohne weiteres allgemein anwendbar. Entsprechend dieser Tatsache wird oft auch mit experimentellen Näherungslösungen gearbeitet. Diese unbefriedigende Lösung kann man umgehen, wenn man das Wellenleitersystem so über eine Übergangszone an den Erreger ankoppelt, daß die Stromverteilung in den Elementen des Wellenleiters näherungsweise konstant ist. Der Wellenleiter kann dann für sich allein dimensioniert werden. Allerdings bedarf dann der optimale Phasenwinkelunterschied zwischen geführter Welle und Freiraumwelle einer entsprechenden Korrektur gegenüber dem Hansen-Woodyard-Wert. Diese einfache Dimensionierung wird meistens bei Schmalbandanwendungen durchgeführt. Um günstige Breitbandeigenschaften zu erhalten, ist es zweckmäßig, den gesamten Wellenleiter in Teilstrukturen mit unterschiedlichen Phasengeschwindigkeiten, das heißt unterschiedlichen Abmessungen, zu unterteilen. Die Übergänge können dabei kontinuierlich oder auch sprunghaft ausgeführt werden. Auch Wellenleiter mit periodisch sich ändernden Parametern sind bei Breitbandanwendungen günstig. Mit solchen Dimensionierungen wird in erster Linie die Nahfeldverteilung beeinflusst. Daraus ergeben sich zum Beispiel Beeinflussungsmöglichkeiten des Diagramms. Besonders eine am Wellenleiterende (in Abstrahlrichtung) vorgenommene stetige oder einer geeigneten Funktion folgende Veränderung der Struktur (meistens Verkürzung der Elemente) verringert bei günstiger Dimensionierung unter anderem die Nebenzipfel der Diagramme erheblich. Theoretisch läuft das auf eine stetige Verteilung von Stoßstellen am Ende des Wellenleiters hinaus; dadurch wird der Abstrahlmechanismus entsprechend günstig ausgenutzt.

#### 5 Übergangszonen

Dieses Teilsystem der gesamten Antenne hat die Aufgabe, das Erregersystem mit dem Wellenleiter optimal zu koppeln. Im konstruktiven Aufbau besteht gegenüber dem Wellenleiter meistens kein Unterschied. Ein Unterschied besteht nur hinsichtlich der Dimensionierung. Die Übergangszone ist als Anpassungssystem (also als Transformator) aufzufassen. Die vom Erreger ausgehende Strahlung muß möglichst stoßstellenfrei auf den Wellenleiter transformiert werden. Entsprechend dieser Aufgabe hat die Übergangszone eine große Bedeutung für die Strahlungseigenschaften der gesamten Antenne, und besonders groß ist der Einfluß auf die Nebenzipfel im Diagramm. Auch die Impedanzeigenschaften am Speisepunkt des Erregersystems lassen sich in bestimmten Grenzen durch die Gestaltung der Übergangszone beeinflussen.

Bei einer Antenne der betrachteten Bauart ist der Spezialfall möglich, daß der Erreger stoßstellenfrei direkt an den Wellenleiter angekoppelt werden kann. Meistens ist das jedoch nicht zulässig, da Erreger und Wellenleiter nach verschiedenen Gesichtspunkten dimensioniert werden. Die dann erforderliche Übergangszone wird so dimensioniert, daß möglichst keine Stoßstelle mehr auftritt. Das kann beispielsweise erfolgen mit Hilfe einer homogen aufgebauten Teilstuktur geeigneter

Länge mit abweichender Dimensionierung; besonders bei Breitbandanwendungen sind jedoch unstetige Dimensionierungen besser. Entsprechend ihrer Funktion ist anzustreben, die Längsausdehnung der Übergangszone so gering zu halten, wie nach den geforderten Eigenschaften der Antenne vertretbar. Die speziellen Dimensionierungsmöglichkeiten sind dabei sehr vielfältig.

#### 6 Zusammenwirken von Erregersystem, Übergangszone und Wellenleiter

Zunächst sei betont, daß die Grenzen zwischen den drei Wirkungsgebieten einer längsstrahlenden Antenne nicht scharf zu trennen sind. Die Gliederung der Teilsysteme entsprechend ihrer Wirkungsweise und Aufgabe ist vielmehr eine Angelegenheit der jeweiligen speziellen Betrachtung und Dimensionierung.

Beim Entwurf einer Antenne nach bestimmten Forderungen muß man die speziellen Teilstrukturen mit ihren jeweiligen speziellen Eigenschaften so zu einer Antenne kombinieren, daß die gestellten Forderungen im Rahmen des Möglichen erfüllt werden. Besondere Beachtung verdienen dabei die Art der Polarisation sowie die Bandbreite, für die eine Antenne dimensioniert werden soll. Es hat zum Beispiel keinen Sinn, einen Wellenleiter für lineare Polarisation mit einem Erregersystem für zirkulare, elliptische oder Kreuzpolarisation zu kombinieren. Die gesamte Antenne wäre dann nur für lineare Polarisation verwendbar. Das Erregersystem erfordert dabei aber einen höheren konstruktiven und Materialaufwand als ein linear polarisiertes System; die gesamte Antenne ist damit unwirtschaftlich. Es muß also genau geprüft werden, welche Systeme im jeweiligen Anwendungsfall miteinander zu kombinieren sind.

Durchaus zweckmäßig kann es jedoch sein, ein zum Beispiel linear polarisiertes breitbandiges Erregersystem mit einem Wellenleiter (und entsprechender Übergangszone) nach den Bildern 12a bis 12e oder 12k bis 12m oder mit modifizierten Systemen zu kombinieren, wenn es darauf ankommt, bestimmte Breitbandeigenschaften für lineare Polarisation zu erreichen.

Ein Antennensystem für zirkulare, elliptische oder Kreuzpolarisation, bei dem innerhalb der gesamten Energieübertra-

gung von der Gegenstelle (Sendeantenne oder Empfangsantenne) nur die Komponente einer Ebene ausgenutzt wird (lineare Polarisation), ist ebenfalls unwirtschaftlich.

Bei der Dimensionierung der gesamten Antenne sind vorteilhafterweise einige Grundregeln zu beachten:

1. Die Dimensionierung des Erregersystems wird nach den Forderungen der Polarisationsart und der Nennimpedanz am Speisepunkt in Verbindung mit ihrem Frequenzgang vorgenommen. Damit sind dann im wesentlichen die Breitbandeigenschaften der gesamten Antenne festgelegt, da sie in der Hauptsache vom Impedanzfrequenzgang bestimmt werden.

2. Die Übergangszone wird entsprechend der vorgegebenen Polarisationsart so dimensioniert, daß eine optimale Ankopplung des Wellenleiters an das Erregersystem erfolgt, und zwar derart, daß geringste Nebenzipfel im Gesamtdiagramm auftreten und der Impedanzfrequenzgang in den vorgeschriebenen Grenzen verläuft.

3. Das Wellenleitersystem wird entsprechend der vorgegebenen Polarisation und den geforderten Strahlungseigenschaften in Verbindung mit dem Frequenzgang dieser Strahlungseigenschaften dimensioniert. Die Breitbandeigenschaften der Strahlung entsprechen dabei in günstiger Weise den praktischen Forderungen.

Aus diesen Grundregeln ergibt sich eine Reihe weiterer Konstruktionsrichtlinien. So ist es zweckmäßig, bei kommerziellen Antennen, bei denen mit Vereinen zu rechnen ist, zumindest den Impedanzfrequenzgang einigermaßen konstant zu halten, indem das gesamte Erregersystem mit einer Einschutzverkleidung umgeben wird. Die Einbeziehung der Übergangszone in diese Verkleidung bringt weitere Verbesserungen der Konstanz der Eigenschaften.

Das Gesamtdiagramm einer längsstrahlenden Antenne ergibt sich aus der Vorbündelung der Strahlung durch das Erregersystem und aus den Eigenschaften der wellenführenden Struktur. Bei relativ kleinen Erregersystemen und relativ großen wellenführenden Strukturen erhält man den Gewinn (in dB) der gesamten Antenne näherungsweise als Summe des Erregergewinns und des Wellenleitergewinns. (Fortsetzung folgt)

## „Big Wheel“ – eine Antenne mit Rundstrahlcharakteristik und gutem Gewinn

Wie ein großes Lenkrad sieht die neue „Big Wheel“-Antenne von Cush Craft (Emec Inc., New York) aus. Es handelt sich um eine horizontal polarisierte Kleeblattantenne mit einem erheblichen Gewinn gegenüber dem Kreisdiol oder dem gestreckten Dipol.

Die Antenne erlaubt eine gute Anpassung, ergibt große Bandbreite und auf Grund ihrer großen Wirkfläche eine gute Empfangs- und Sendecharakteristik. Sowohl von Amateuren als auch in kommerziellen Stationen kann sie ohne Rotor für einen Betrieb in allen Richtungen verwendet werden. Sie ist daher – wie jede Rundstrahlantenne – auch gut für Mobilbetrieb geeignet.

Eine in zwei Ebenen gestockte „Big Wheel“-Antenne bringt in allen Richtun-



„Big Wheel“-Antenne von Cush Craft

gen einen Gewinn, der etwa einem 7-Element-Yagi in der Vorzugsrichtung entspricht.

# Eichquarzgenerator und Signalverfolger

## Ein Universalgerät für die Werkstatt und den Funkamateur

Nach der Reparatur von Rundfunk- und Kurzwellenempfängern wird man meistens noch die Skaleneichung für die verschiedenen Wellenbereiche überprüfen und Abweichungen korrigieren. Außerdem muß der Amateur auch die Möglichkeit haben, selbstgebaute KW- und UKW-Empfänger zuverlässig zu eichen. Mit den üblichen Werkstatt-Meßsndern ist eine exakte Frequenzzeichnung jedoch nicht möglich, da diese Geräte im allgemeinen eine Frequenzunsicherheit von  $\pm 1\%$  aufweisen. Das bedeutet, daß im UKW-Bereich bei 100 MHz beispielsweise eine Eichtoleranz von 99 ... 101 MHz besteht. Bei dem jetzt voll belegten UKW-Rundfunkband kommt es aber auf eine exakte Eichung der Skala an, damit die gewünschte Station sofort gefunden wird.

Das Universalgerät nach Bild 1 enthält für Eichzwecke einen Generator mit Quarzen für 100 kHz, 1 MHz, 10 MHz, 5,5 MHz und 10,7 MHz sowie drei Buchsen zur Bestückung mit

weiteren Quarzen und Quarzfassungen an der Frontseite für die Prüfung von Quarzen. Ferner sind noch ein vom Quarzgenerator synchronisierter Multivibrator für die Frequenzen, 10 kHz und 100 kHz, ein 800-Hz-Tongenerator für Prüfzwecke und zur Modulation der Endstufe des Eichgenerators sowie ein Signalverfolger eingebaut, der im Eingang eine Mischstufe aufweist. Damit kann man die Überlagerung (Schwebung) einer unbekanntenen Frequenz mit einer bekannten des eingebauten Eichgenerators, eines separaten Meßsenders oder NF-Generators ohne weitere Zusatzgeräte feststellen.

### Schaltung

Der Eichgenerator (Bild 2) arbeitet als elektronenkoppelter Miller-Oszillator. Bei dieser Schaltung wirkt das Schirmgitter der Pentode R01 als Anode und die eigentliche Anode als Ausgangselektrode. Diese Schaltung hat den Vorteil, daß der Ausgangskreis vom Quarzkreis entkoppelt ist. Belastungsänderungen im Ausgang wirken sich daher praktisch nicht auf den Quarzkreis aus, und man benötigt keine zusätzliche Trennstufe.

Mit dem 11stufigen Schalter S1a, S1b (Mayr „624“, 6 x 11 Kontakte) werden die einzelnen Quarze gewählt. Der Generator ist mit Quarzen für die Frequenzen 100 kHz, 1 MHz, 10 MHz, 5,5 MHz und 10,7 MHz bestückt; drei weitere Quarzfassungen sind im Inneren des Gerätes zur Bestückung mit Quarzen nach eigener Wahl vorhanden. Zur Prüfung der Schwingfähigkeit von Quarzen sind an der Frontseite Fassungen für Quarze „FT 243“

„HC-6/U“ und „HC-25/U“ angeordnet. Die Kontrolle erfolgt durch Anschluß eines Röhrevoltmeters an den HF-Ausgang Bu 2. Man kann das Signal aber auch in einem Empfänger mit entsprechendem Frequenzbereich abhören.

Ein Multivibrator mit der Röhre ECC 82 (R0 2a, R0 2b) liefert 10-kHz- und 100-kHz-Eichmarken, die vom 100-kHz- beziehungsweise 1-MHz-Quarzoszillator synchronisiert werden. Obwohl der Generator einen 100-kHz-Quarz enthält, wurde zusätzlich der Multivibrator für diese Frequenz ausgelegt, weil sich gezeigt hat, daß die Oberwellen des 100-kHz-Quarzes bei Frequenzen über 100 MHz nur noch sehr schwach sind, während der Multivibrator wesentlich stärkere liefert. Die Signale des Eichgenerators und Multivibrators können an Bu 1 hochohmig, ungerregelt und unmoduliert entnommen werden.

Zwischen dem Anodenkreis von R0 1 und dem Gitterkreis der Endstufe R0 3 liegt zur Erzeugung kräftiger Oberwellen die Germaniumdiode D 1. Mit einem Quecksilber-Thermorelais (Robert Hermeyer, Berlin, Bestell-Nr. „St 57u“) läßt sich die Diode kurzschließen, was bei der Eichung mit der Grundfrequenz der Quarze mitunter von Vorteil sein kann.

Zur besseren Unterscheidung von Eichpunkten und sonstigen Pfeifstellen im Empfänger kann die Endstufe des Eichgenerators in der Kathode mit einem Ton von 800 Hz amplitudenmoduliert werden. Der Tongenerator ist mit der Doppeltriode ECC 81 (R0 4a, R0 4b) bestückt. R0 4b arbeitet als RC-Generator in einer Phasenschieberschaltung. Am Gitter von



Bild 1: Eichquarzgenerator und Signalverfolger

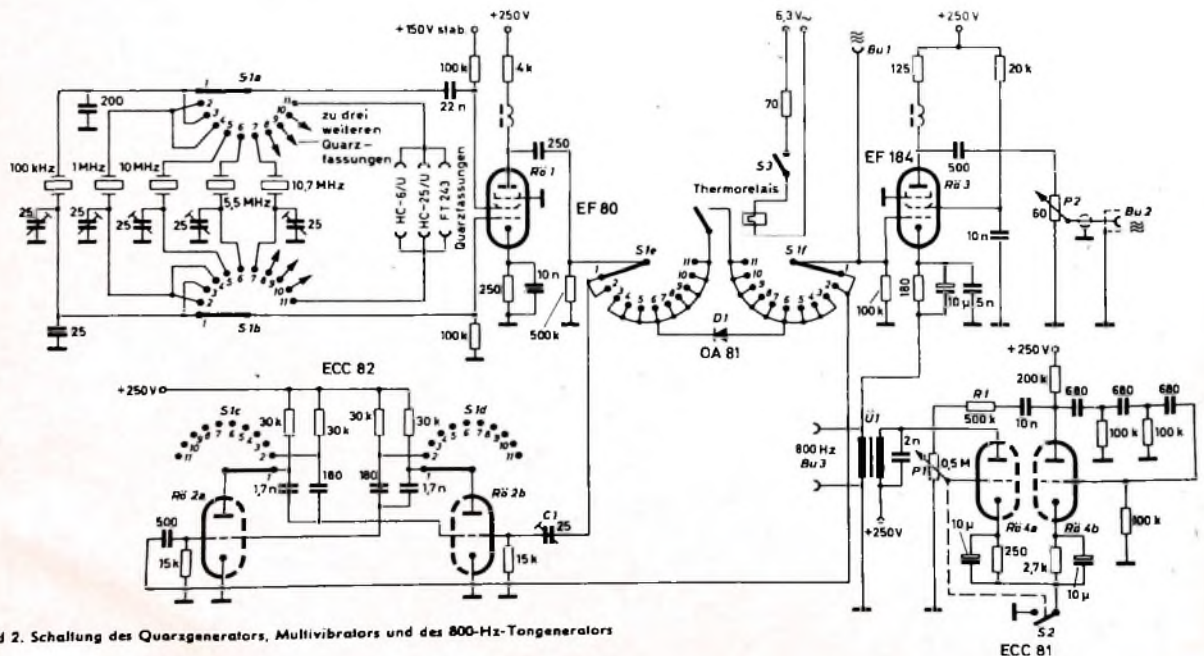


Bild 2: Schaltung des Quarzgenerators, Multivibrators und des 800-Hz-Tongenerators



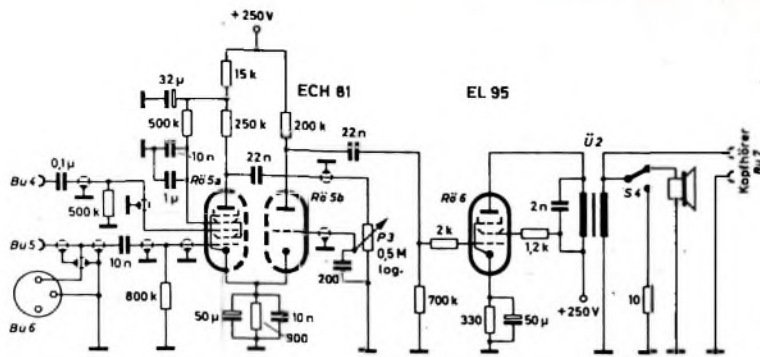


Bild 3. Schaltung des Signalverfolgers und Netzteils

Rö 4a erfolgt mit P 1 die Regelung der Modulationstiefe. Der Widerstand R 1 im Gitterkreis von Rö 4a dient zur Entkopplung gegenüber dem RC-Generator. Im Ausgang von Rö 4a liegt ein handelsüblicher Ausgangsübertrager Ü 1, der von 8...12 kOhm Impedanz auf 5...10 Ohm übersetzt. Der Tongenerator läßt sich im Katodenkreis mit dem Schalter S 2 abschalten, der mit dem Regler P 1 gekuppelt ist.

Der Signalverfolger enthält im Eingang die Röhre ECH 81, deren Heptodensystem Rö 5a als Mischstufe und NF-Vorverstärker arbeitet (Bild 3). An der Normbuchse Bu 6 läßt sich zur Signalverfolgung ein HF-Tastkopf mit abschaltbarer Diode (für NF-Signalverfolgung) anschließen. Beim Eichgen von HF- und NF-Generatoren oder beim Ermitteln einer unbekannteren Frequenz unter Verwendung entsprechender Generatoren werden die beiden zu vergleichenden Frequenzen in Rö 5a gemischt. Die Differenzfrequenz (Schwebung) wird dann mit Rö 5b und Rö 6 verstärkt und im Lautsprecher hörbar gemacht. Die Heptode hat einen NF-Verstärkungsfaktor von 55 und der nachgeschaltete Triodenverstärker von 25. Die Endstufe ist mit der Röhre EL 95 (Rö 6) bestückt, die eine Sprechleistung von 3 W liefert. Der Lautsprecher kann abgeschaltet werden, falls das Signal im Kopfhörer abgehört oder bei Messungen auf einem Oszillografen sichtbar gemacht werden soll.

Der Netzteil weist keine Besonderheiten auf. Zur Gleichrichtung dient ein Selen-Gleichrichter in Brückenschaltung. Die Spannung von 150 V für den Eichgenerator wird mit Rö 7 stabilisiert. Wegen der hohen NF-Verstärkung ist die Heizspannung mit einem Entbrummer symmetriert.

#### Aufbau, Abgleich und Kontrolle

Zum Aufbau wird das zum Leistner-Gehäuse „Nr. 1“ gelieferte Chassis verwendet. Es muß aber darauf geachtet werden, daß die Farbe bei den Massepunkten sauber vom Chassis entfernt wird. Sehr zweckmäßig ist es, die Farbe abzuätzen und anschließend das Chassis zu verzinnen. Die Anordnung der Bauelemente auf dem Chassis und der Bedienungselemente an der Frontplatte geht aus den Bildern 1 und 4 bis 7 deutlich hervor.

Die Leitungen vom Eichgenerator sind möglichst kurz zu halten, und dabei ist auf

kapazitätsarme Verdrähtung zu achten. Das gleiche gilt beim Signalverfolger für die Eingänge der Mischstufe; hier ist für die Leitungen kapazitätsarmes abgeschirmtes HF-Kabel zu verwenden. Die Röhre ECH 81 erhält eine Abschirmhaube.

Um hohe Eichgenauigkeit zu erreichen, müssen die Quarze mit den zugehörigen Lufttrimmern auf die Sollfrequenzen abgeglichen werden. Zunächst wird der 100-kHz-Quarz durch Überlagerung mit der Frequenz 200 kHz des Langwellensenders Droitwich (1. Oberwelle des 100-kHz-Quarzes) in einem Empfänger auf Schwebungsnull abgeglichen. Beim 1-MHz- und 10-MHz-Eichquarz erfolgt die Überlagerung mit dem Eichmarkensender WWV auf 10 MHz oder 20 MHz. Eine Kontrolle, ob der Abgleich dieser drei Quarze exakt erfolgte, läßt sich leicht durchführen. Dazu stimmt man einen Kurzwellenempfänger mit eingeschaltetem WFO auf 30 MHz ab. Die Diode im Eichgenerator wird dabei eingeschaltet und die Modulation abgeschaltet. Bei jedem der drei Quarze muß jetzt Schwebungsnull an derselben Stelle der Skala auftreten.

Anschließend folgt die Prüfung der Funktion des Multivibrators. Der Trimmer C 1 am Eingang ist so einzustellen, daß eine einwandfreie Synchronisation sowohl bei 10 kHz als auch bei 100 kHz erfolgt. In einem Empfänger (Antenne abschalten, Verbindung Eichgenerator-Empfänger über abgeschirmte Leitung!) hört man im Mittelwellenbereich die 10-kHz-Marken ab. Zwischen zwei 100-kHz-Eichmarken müssen neun 10-kHz-Eichmarken erscheinen. Bei der 100-kHz-Stellung des Multivibrators verwendet man den KW-Bereich zwischen 28 und 30 MHz. Zwischen zwei Frequenzen, zum Beispiel 28 und 29 MHz, die vorher mit dem 1-MHz-Eichquarz auf der Skala festgelegt wurden, müssen neun 100-kHz-Eichmarken erscheinen. Werden mehr oder weniger Eichpunkte gezählt, so sind die Kondensatoren im Multivibrator entsprechend zu verkleinern beziehungsweise zu vergrößern.

Die Funktion des 800-Hz-Tongenerators wird durch Abhören mit einem Kopfhörer und die Modulation des Eichgenerators durch Abhören mit einem Empfänger kontrolliert. Der Signalverfolger läßt sich leicht durch Anschluß eines Plattenspieters oder Tonbandgerätes überprüfen.

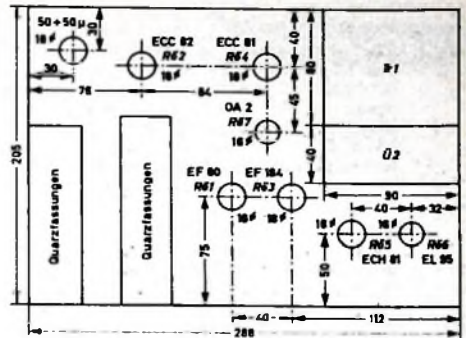


Bild 4. Bohrskizze für das Chassis

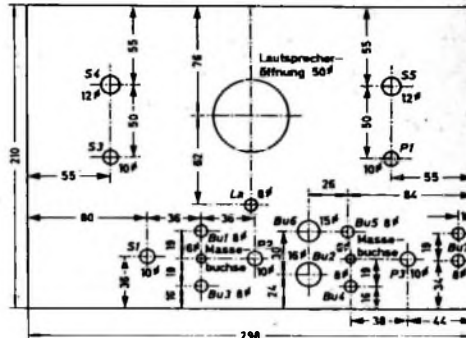


Bild 5. Bohrskizze für die Frontplatte



Bild 6. Chassisansicht des Gerätes

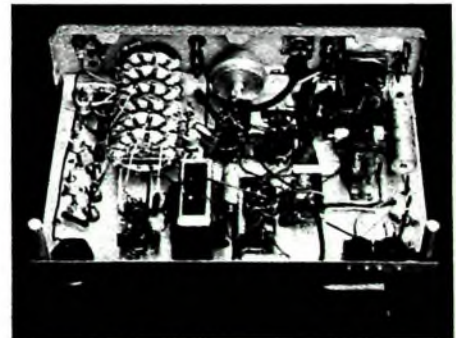


Bild 7. Blick in die Verdrähtung

#### Anwendungen

Der Eichgenerator dient - wie schon der Name sagt - zu Eichzwecken und nicht für Empfindlichkeitsmessungen. Die Ausgangsspannung der Generator-Grundfrequenz liegt zwischen 0,5 und 1 V<sub>eff</sub> an 60 Ohm.

Zur Regelung der Ausgangsspannung ist ein HF-Spannungsteiler P 2 (Pröh „110“, 60 Ohm) eingebaut, der eine Abschwächung des Signals um 110 dB  $\pm$  15 dB ermöglicht. Die Regelsteilheit ist 0,5 dB je Grad. Man kann daher zum Abgleich von Kreisen im Empfänger mit dem HF-Regler die Ausgangsspannung entsprechend herabsetzen.

Bei der Eichung eines Empfängers wird zunächst der Quarz mit der höchsten Frequenz eingeschaltet, die noch in den abzugleichenden Empfangsbereich fällt. Für die weiteren Eichpunkte werden dann stufenweise die Quarze mit niedrigerer Frequenz und der Multivibrator verwendet. Ist beispielsweise bei einem Empfänger der Mittelwellenbereich 0,55...1,6 MHz neu zu eichen, dann wird zunächst der 1-MHz-Quarz eingeschaltet und der 1-MHz-Eichpunkt auf der Skala markiert. Mit dem 100-kHz-Quarz werden anschließend die 100-kHz- und mit dem Multivibrator die 10-kHz-Eichpunkte festgelegt.

Sind die vom Quarzgenerator gelieferten Oberwellen bis schwach, so ist die Diode D<sub>1</sub> einzuschalten. Die Oberwellen des 1-MHz- und des 10-MHz-Quarzes reichen dann bis in das 70-cm-Amateurband (430...440 MHz) und die des 100-kHz-Quarzes bis in das 2-m-Band (144...146 MHz). Sollten bei letzterem die Signale zu schwach sein oder überhaupt nicht durchkommen, so ist für die Eichung der 100-kHz-Multivibrator einzuschalten. Der 10-kHz-Multivibrator bringt noch kräftige Oberwellen bis 30 MHz. Diese Angaben sind jedoch nur relativ zu werten, da hierbei vor allem die Empfindlichkeit des zu eichenden Empfängers eine Rolle spielt. Zum leichteren Auffinden der Eichmarken kann man die Endstufe des Eichgenerators mit dem 800-Hz-Ton modulieren. Dann schaltet man den Tongenerator ab und gleicht den Empfänger nach dem Magi-

schen Band oder dem S-Meter als Indikator ab. Bei Geräten mit BFO empfiehlt es sich, diesen einzuschalten und auf Schwebungsnull abzugleichen.

Zur Kontrolle und Nacheichung von Meßsendern führt man das Signal des Eichgenerators über Bu 4 dem Mischgitter und das des zu prüfenden oder abzugleichenden Generators über Bu 5 dem Steuergitter von Rö 5a zu. Entsprechend den Signalstärken sind die HF-Ausgangsregler einzustellen. Mit dem Lautsprecher oder Kopfhörer wird dann der Überlagerungston abgehört und auf Schwebungsnull abgeglichen. In diesem Fall läßt sich die Eichkontrolle zwar nur bei den Grundfrequenzen und Oberwellen der verschiedenen Quarze des Generators durchführen, was aber praktisch immer genügt.

Ist die Frequenz eines NF- oder HF-Oszillators zu bestimmen oder dieser auf eine bestimmte Frequenz abzugleichen, dann wird das Signal eines genau geeichten Generators dem Mischgitter von Rö 5a und das des zu untersuchenden Oszillators dem Steuergitter zugeführt. Durch Abstimmung des Generators oder des Oszillators auf Schwebungsnull läßt sich die unbekannte Frequenz ermitteln beziehungsweise der Oszillator auf die gewünschte Frequenz abgleichen. Man merke sich, daß bei diesen Arbeiten das Signal mit dem niedrigeren Pegel immer über Bu 5 an das Steuergitter von Rö 5a zu legen ist.

Die Verfahren zur Fehlersuche können als bekannt vorausgesetzt werden. Zur Prüfung im HF-Teil des Empfängers dient der mit 800 Hz modulierte Eichgenerator oder das Multivibratorsignal und im NF-Teil der 800-Hz-Tongenerator. Man kann natürlich auch den Empfänger auf einen starken Sender abstimmen und die Fehlersuche mit dem Signalverfolger mit Taskopf (im NF-Teil Diode abschalten) durchführen.

Die QSL-Karten von DL  $\emptyset$  ITU erinnern mit einem besonderen Text nochmals jedem Empfänger an das 100jährige Jubiläum der ITU und werben auf der Rückseite gleichzeitig mit einer Log-Zeile für den Gedanken der CPR (Contribution to Propagation Research) des IARC.



An zwei größeren Wettbewerben beteiligte sich DL  $\emptyset$  ITU am WAFDC des DARC und am WVDX-Contest der „CQ“, und es besteht Anlaß zu glauben, daß dabei nicht schlecht abgeschnitten wurde.

Für alle Beteiligten war die Tätigkeit von DL  $\emptyset$  ITU ein Gemeinschaftserlebnis, das auch im In- und Ausland in QSOs und Zuschriften ein lebhaftes Echo fand. Die Kieler Amateure freuen sich besonders, damit ihren bescheidenen Beitrag zur internationalen Verständigung geleistet zu haben.

### Deutsche Amateure funkten in Ungarn

Seit Jahrzehnten wünschen sich die Funkamateure in aller Welt, daß sie ihr völkerverbindendes Hobby auch auf Auslandsreisen ausüben dürfen, aber das machten bisher die nationalen Lizenzbestimmungen unmöglich. Einige westeuropäische Fernmeldeverwaltungen können für sich den Ruhm beanspruchen, die erste Bresche in diese starre Regel geschlagen zu haben: Österreich, die Bundesrepublik Deutschland, die Schweiz sowie Holland, Belgien und Luxemburg erkennen auf Gegenseitigkeit die Sendelizenzen durchreisender Ausländer an.

Große Beachtung fand jetzt eine Nachricht, die OM R. Kühne, DJ 8 PO, der Organisator des Bodenseetreffens, machte. Zusammen mit DL 9 FM und DL 9 FO wurde er im Dezember 1965 von einem dem Amateurfunk sehr gewogenen Geschäftsmann auf eine Touristenreise nach Ungarn mitgenommen. Die Mitglieder des Radio-Club Budapest bereiteten ihnen ein ungewöhnlich herzliches Willkommen, denn alle drei hatten unerwartete Raritäten in der Tasche, nämlich die ersten ungarischen Sendelizenzen für Westdeutsche.

Man stellte ihnen einen SSB-Transceiver „Drake TR 4“ bereitwillig zur Verfügung, und die ungarischen Amateurfunk-Freunde überboten sich gegenseitig, das zu erweisen, was Funkamateure international unter „ham spirit“ verstehen, nämlich hilfsbereiten „Amateurfunk-Geist“.

Die Einladung an die Ungarn, 1966 zum Bodenseetreffen nach Konstanz zu kommen, wurde nicht nur dankbar angenommen, man versprach auch, dort zu erscheinen. Der ungarischen Fernmeldeverwaltung ist der DARC für die freundschaftliche Geste der Gastlizenzierung dankbar.

## Gus der Arbeit der NW-Amateure

### Über 5000 QSOs der Sonderstation DL $\emptyset$ ITU

Dem Ruf des IARC nach ideeller Unterstützung zum ITU-Jubiläum folgend, beantragte eine Gruppe von Funkamateuren am Sitz des DARC in Kiel im Sommer 1965 die Genehmigung für eine Sonderstation DL  $\emptyset$  ITU. Für den Betrieb der Station wurden auf dem Gebäude des Kieler DARC-Clubheims, das die Distriktsstation DL  $\emptyset$  SH beherbergt, zusätzlich eine W3DZZ- und eine Grundplane-Antenne für 10, 15 und 20 Meter errichtet. Am 1. August 1966 wurde der Betrieb dort aufgenommen, und bald erregte das ungewöhnliche Rufzeichen allgemeine Aufmerksamkeit. (Die Deutsche Bundespost gibt sonst grundsätzlich nur zweibuchstabige Rufzeichen heraus, und deswegen wurde die Sondergenehmigung leider auch nur zeitweise erteilt.) Seitens des DARC wurde der Sonderstatus der Station noch dadurch betont, daß sie für die Wertung für das „Deutschland-Diplom“ (DLD) den Sonder-Ortskennern „ITU“ zugeteilt erhielt. Normalerweise führt Kiel den DOK „M  $\emptyset$  6“.

Die Grundausrüstung der Station (Gelosoeempfänger und Eigenbausender) erwies sich bald als wenig zufriedenstellend, zumal damit nur CW- und AM-Betrieb durchgeführt werden konnte. In der Folgezeit stellten daher eine Reihe von

OMs abwechselnd ihre eigenen Anlagen (unter anderem Drake, Heath, Sommerkamp und einen 3-Element-Beam „TH-3“) zur Verfügung. In der Betriebszeit von vier Monaten (wegen der ITU-Konferenz in Montreux verlängerte die Deutsche Bundespost die Sondergenehmigung bis Ende November) wurden auf den Bändern 2...160 m über 5000 QSOs durchgeführt, also etwa 40 je Tag. Die Hälfte davon kommen auf das Konto von DJ 7 SW („Lup“); in weitem Abstand folgen DL 1 FL (900, nur CW), DL 6 CT, DL 9 PI, DJ 4 FZ, DJ 4 IR, DJ 4 SO, DJ 5 AZ, DJ 6 TN, DJ 7 RI, DJ 7 UG und DJ 9 WP. Nach Eingang der QSL-Karten werden sich die Bedingungen für die Diplome CPR, DXCC, WAE und DLD erfüllen lassen.

Darüber soll nicht die Arbeit der „Techniker“, insbesondere DL 6 PW, DJ 3 IK und DJ 9 WS, vergessen werden, die mit der Errichtung der Antennenanlagen den Betrieb ermöglichten, ohne indessen an den sichtbaren (oder vielmehr hörbaren) Erfolgen direkt teilhaben zu können. Organisatorisch halfen DL 1 JB (bei der Erlangung der Lizenz) und DL 2 CP (beim Ausschreiben der QSLs für DJ 7 SW und der Hör-Bestätigungskarten; sonst hatte jeder OP seine Karten selbst auszufüllen).



# Effektivvoltmeter für impulsförmige Spannungen

Für die meisten in einem Elektronik-Laboratorium anfallenden Wechselspannungsmessungen können Voltmeter verwendet werden, die den linearen Mittelwert oder den Spitzenwert der gleichgerichteten Spannung messen. Derartige Voltmeter sind auch sehr verbreitet. Häufig treten jedoch Probleme auf, bei denen nach dem wahren quadratischen Mittelwert, also nach dem Effektivwert einer nichtperiodischen Spannung (beispielsweise des akustischen oder elektronischen Rauschens) oder nach dem quadratischen Mittelwert von Nadelimpulsreihen oder Spannungen unbekannter Schwingungsform gefragt wird. In diesen Fällen benötigt man ein Effektivvoltmeter.

## 1. Gütekriterium für Effektivvoltmeter

Zur genauen Messung des Effektivwertes einer Rauschspannung ist es erforderlich, möglichst alle in der Rauschspannung auftretenden Spitzen mitzubewerten. Theoretisch gesehen, können in einer Rauschspannung, beispielsweise im thermischen Rauschen eines ohmschen Widerstandes, mit einer geringen Wahrscheinlichkeit auch sehr hohe Spannungsspitzen auftreten. Während in der Elektronik bei Linearmessungen – wenn überhaupt – meist nur die untere Empfindlichkeitsgrenze interessiert, spielt bei Effektivvoltmetern auch die obere Ansprechempfindlichkeit eine wichtige Rolle. Von besonderer Bedeutung bei der Effektivwertmessung ist das Verhältnis der höchsten erfassbaren Spitzenspannung zum quadratischen Mittelwert der zu messenden Spannung, wobei der Gleichstromanteil außer acht gelassen wird. Der so definierte Formfaktor  $F$  stellt ein Gütekriterium für Effektivvoltmeter dar. Ein Effektivvoltmeter mißt den quadratischen Mittelwert um so exakter, je größer sein Formfaktor  $F$  ist.

Bild 1 zeigt das Beispiel einer periodischen nichtharmonischen Meßspannung. Für eine

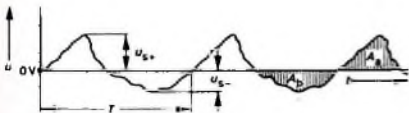


Bild 1. Nichtharmonische periodische Schwingung

solche nicht näher definierte Spannung, die ohne Gleichstromanteil ist und den Effektivwert  $u_{eff}$  hat, gilt ganz allgemein

$$F = \frac{u_{a+}}{u_{eff}} \quad \text{oder} \quad F = \frac{u_{a-}}{u_{eff}}$$

je nachdem, ob der positive Spitzenwert  $u_{a+}$  oder der negative Spitzenwert  $u_{a-}$  in der Meßspannung überwiegt. Ist der zeitliche Verlauf  $u(t)$  der Meßspannung als mathematische Funktion gegeben, dann kann der Effektivwert nach der Beziehung

$$u_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u(t)^2 dt} \quad (1)$$

berechnet werden. Dabei bedeutet  $T$  die Periodendauer der Meßspannung.

Als Extremfall einer nichtharmonischen Schwingung kann man beispielsweise die im Bild 2 gezeigte Rechteckimpulsreihe ansehen. Es gibt auch einige Rauscharten, die durch eine (allerdings unregelmäßige) Folge von Rechteckimpulsen angenähert

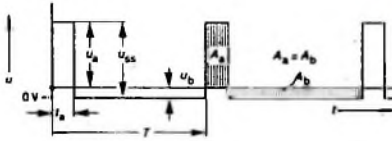


Bild 2. Rechteckimpulsreihe ohne Gleichstromanteil

werden können. Für den Entwurf eines Effektivvoltmeters ist deshalb der Formfaktor einer Rechteckimpulsreihe interessant.

Bezeichnet  $u_a$  den positiven und  $u_b$  den negativen Teil der Spitze-Spitze-Spannung der Impulsreihe nach Bild 2, dann gilt

$$u_{am} = u_a + u_b$$

Wenn die Impulsreihe keinen Gleichstromanteil enthält, dann sind die Fläche  $A_a$  unter dem positiven und die Fläche  $A_b$  unter dem negativen Impulsteil gleich groß. Ist  $t_a$  die Dauer des positiven Impulses, so ergibt sich für die beiden Impulsflächen

$$u_a t_a = u_b (T - t_a) \quad (2)$$

Es ist üblich, durch

$$D = \frac{t_a}{T}$$

die relative Impulsdauer zu definieren. Es gilt dann weiterhin

$$u_b = u_{am} D \quad (3)$$

und an Stelle von Gl. (2) läßt sich schreiben

$$u_{am} = \frac{u_{am} D (T - t_a)}{t_a} = u_{am} (1 - D) \quad (4)$$

Mit Gl. (3) und Gl. (4) ist es nun möglich, die Effektivspannung der Impulsreihe nach Bild 2 allein durch ihre Spitze-Spitze-Spannung und ihre relative Impulsdauer auszudrücken. Die Flächenintegration einer Impulsperiode entsprechend Gl. (1) ergibt für den Effektivwert

$$u_{eff} = \sqrt{\frac{u_{am}^2 (1 - D)^2 t_a + u_{am}^2 D^2 (T - t_a)}{T}}$$

Daraus erhält man schließlich

$$u_{eff} = u_{am} \sqrt{D(1 - D)} \quad (5)$$

Die Definition des Formfaktors  $F$  für relative Impulsdauern  $D$  im Bereich  $0 \dots 0,5$  lautet

$$F = \frac{u_a}{u_{eff}}$$

(Für eine Impulsdauer  $D$  im Bereich  $0,5$  bis  $1$  ist  $u_b$  größer als  $u_a$ .) Mit Gl. (4) und Gl. (5) ergibt sich

$$F = \frac{u_{am} (1 - D)}{u_{am} \sqrt{D(1 - D)}}$$

und schließlich

$$F = \sqrt{\frac{1}{D} - 1} \quad (6)$$

Zur Erläuterung dieser Rechnung mögen die folgenden beiden Beispiele dienen:

Gegeben sei eine Rechteckimpulsreihe nach Bild 2 mit der Impulsfolgefrequenz  $f = 1$  kHz. Die Dauer eines einzelnen Rechteckimpulses betrage  $t_a = 10 \mu s$ .

Zunächst errechnet sich

$$T = \frac{1}{f} = 10^{-3} s,$$

so daß

$$D = \frac{t_a}{T} = \frac{10^{-4}}{10^{-3}} = 10^{-1}$$

gilt. Nach Gl. (6) ergibt sich

$$F = \sqrt{\frac{1}{D} - 1} = \sqrt{10^1 - 1} \approx 10.$$

Als zweites Beispiel sei eine Rechteckimpulsreihe nach Bild 2 mit der Impulsfolgefrequenz  $f = 10$  kHz gegeben. Die Dauer eines einzelnen Rechteckimpulses betrage  $t_a = 10$  ns.

Es ergibt sich

$$T = \frac{1}{f} = 10^{-4} s$$

und folglich

$$D = \frac{t_a}{T} = \frac{10^{-8}}{10^{-4}} = 10^{-4}.$$

Daraus erhält man nach Gl. (6)

$$F = \sqrt{\frac{1}{D} - 1} = \sqrt{10^4 - 1} \approx 100.$$

Wie dieses Beispiel lehrt, ist der Formfaktor  $F$  für eine Impulsfolge mit sehr kurzer relativer Impulsdauer  $D$  ungefähr gleich dem Reziprokwert der Wurzel aus der relativen Impulsdauer.



Bild 3. Rechteckimpulsreihe mit Gleichstromanteil

Wird der Effektivwert einer Rechteckimpulsfolge nach Bild 3 gesucht, die einen Gleichstromanteil hat, dann gilt

$$u_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u_{am}^2 dt}$$

Die Integration dieses Ausdrucks liefert

$$u_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} u_{am}^2 t_a} = u_{am} \sqrt{D}$$

Wird die Rechteckspannung nach Bild 3 mit getrenntem Effektiv- und Gleichspannungsvoltmeter gemessen, dann ist der

## Zusammenhang

$$U_{eff} = \sqrt{U_m^2 + U_n^2}$$

zu berücksichtigen.

Wie aus den Rechnungen hervorgeht, ist ein Effektivvoltmeter mit einem großen Formfaktor in der Lage, die Effektivspannungen periodischer Signale, deren Schwingungsform von einer Sinusfunktion gänzlich abweicht, mit großer Genauigkeit zu messen.

In der Praxis ist es nicht einfach, ein Effektivvoltmeter mit einem großen Formfaktor zu verwirklichen. Ein solches Effektivvoltmeter muß einen Verstärker mit großem Aussteuerungsbereich haben, damit auch noch Spannungsspitzen erfaßt werden können, die viel größer sind als die Effektivspannung bei vollem Skalenausschlag des Anzeigeelements. Jedoch ist ein großer Aussteuerungsbereich des Meßverstärkers nicht die einzige Forderung, die bei der Entwicklung von Effektivvoltmetern ins Gewicht fällt. Zur Messung des Effektivwerts werden oft Thermomformer verwendet. Diese sind äußerst empfindlich gegen Überlastungen. Zum Schutz der Thermomformer eine einfache elektronische Leistungsbegrenzung einzubauen, wäre keine günstige Lösung, da diese Begrenzungsschaltung gleichzeitig den Formfaktor des Effektivvoltmeters vermindern würde. Der Meßverstärker muß aus diesen Gründen so entworfen werden, daß sein Spannungs-Zeit-Produkt begrenzt ist. Auf diese Weise werden die Thermomformer geschützt, ohne daß das Effektivvoltmeter hinsichtlich seines Formfaktors eine Einbuße erleidet. Als Beispiel eines den vorstehenden Hinweisen entsprechenden Effektivvoltmeters sei kurz das Gerät „3400 A“ von Hewlett-Packard besprochen.

### 2. Aufbau des Effektivvoltmeters „3400 A“

Das Effektivvoltmeter „3400 A“ arbeitet mit einem hochempfindlichen Vakuum-Thermomformer. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, einen Wechselspannungseffektivwert in eine proportionale Gleichspannung umzuwandeln. Dort, wo gleichzeitig eine hohe Genauigkeit und eine große Bandbreite gefordert werden, bewährten sich bisher die herkömmlichen Thermomformer am besten. Mit der Verwendung eines Thermomformers sind aber gewöhnlich auch einige Nachteile verbunden, zum Beispiel Ansprechträgheit, die bereits erwähnte Empfindlichkeit gegenüber zu hohen Belastungen und eine Temperaturabhängigkeit der Ausgangsspannung. Bei der Entwicklung des Effektivvoltmeters „3400 A“ wurde diesen unerwünschten Nebenerscheinungen durch einen zweckmäßigen Aufbau des vor dem Thermomformer liegenden Wechselstromkreises sowie durch die Anwendung einer selbstkompensierenden Brückenschaltung begegnet.

Bild 4 zeigt das Blockschaltbild der selbstgleichenden Brückenschaltung. Die we-

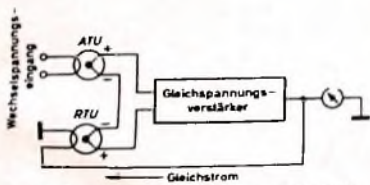


Bild 4. Prinzip des Effektivvoltmeters „3400 A“ (Hewlett-Packard)

sentlichen Funktionselemente sind ein Arbeitsthermomformer ATU und ein Referenzthermomformer RTU mit angepaßter Kennlinie. Die beiden Thermomformer sind dem gleichen Wärmeeinfluß ausgesetzt. Ihre Ausgänge sind so miteinander verbunden, daß sich ihre Ausgangsspannungen subtrahieren. Die entstehende Differenzspannung wird mittels eines Gleichspannungsverstärkers verstärkt und auf den Eingang des Referenzthermomformers rückgekoppelt. Durch diese Schaltungsmaßnahme werden die Wärmeeffekte eliminiert, und das Anzeigeelement folgt dem wahren Effektivwert der gemessenen Wechselspannung. Wird dem Eingang des Arbeitsthermomformers eine Leistung zugeführt, dann entsteht an dessen Ausgang ein unkompensiertes Signal. Es wird verstärkt und an den Eingang des Referenzthermomformers zurückgeführt. Dadurch erhöht sich die Gleichspannung am Ausgang dieses Thermomformers gegenläufig, und der unkompensierte Signalanteil vermindert sich. Da der Gleichspannungsverstärker eine große Verstärkung hat, bewegt sich der unkompensierte Signalanteil stets in der Gegend von Null; praktisch übersteigt er nie die Grenze von 25  $\mu$ V. Sind beide Thermomformer den gleichen Einflüssen ausgesetzt, so daß sich ihre Parameter in derselben Richtung ändern, dann gewährleistet die gewählte Brückenschaltung zusammen mit der hohen Schleifenverstärkung hohe Meßgenauigkeit.

Der Gleichspannungsverstärker ist ein Chopperverstärker, der mit einem Photoleiter-Modulator und -Demodulator arbeitet. Er hat eine Gegenkopplung, die ihn gegenüber Bauelementtoleranzen im Modulator, im Demodulator und im Zerhackerteil unempfindlich macht. Mit Hilfe eines Tandem-Emitterfolgers erreicht man einen niedrigen Ausgangswiderstand für das Anzeigeelement und die Rückkopplung zum Referenzthermomformer.

Im Bild 5 ist das Blockschaltbild des gesamten Geräts dargestellt. Vor der selbst-

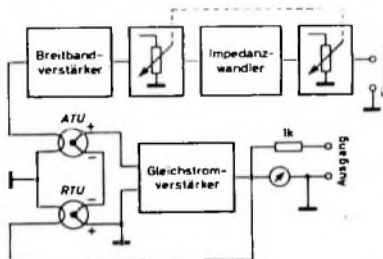


Bild 5. Blockschaltung des Effektivvoltmeters „3400 A“

kompensierenden Brückenschaltung liegen ein Spannungsteiler (Teilverhältnis 1:1 oder 1000:1), ein Impedanzwandler, ein mit dem Eingangsspannungsteiler mechanisch gekoppeltes in 10-dB-Stufen regelbares Dämpfungsglied und ein Meßspannungsverstärker.

Mit Hilfe des am Eingang des Effektivvoltmeters angeordneten Spannungsteilers kann die zugeführte Meßspannung herabgesetzt werden, falls sie für das Gerät zu hoch ist. Der Spannungsteiler ist kapazitiv kompensiert, so daß er auch bei hohen Frequenzen die Kurvenform der Meßspannung unverfälscht überträgt. Auf diesen Vorteiler folgt ein zweistufiger Impedanzwandler, der in Hybridtechnik aufgebaut ist. Als erste Stufe wurde ein Nuvistor

verwendet, der einen hohen Eingangswiderstand von über 300 M $\Omega$  ermöglicht. Den Ausgang des Impedanzwandlers bildet dagegen eine Transistorstufe. Auf diese Weise wird ein niederohmiger Ausgang von nur 4  $\Omega$  erreicht, so daß das anschließende Dämpfungsglied mit niedriger Impedanz ohne spezielle Frequenzgangkorrektur aufzubauen ist.

Das auf den Impedanzwandler folgende Dämpfungsglied hat einen Dämpfungsbereich von 50 dB, der in 10-dB-Stufen eingeteilt ist. Das Dämpfungsglied besteht aus induktivitätsarmen Präzisionswiderständen enger Toleranz. Mit diesen Widerständen wird erreicht, daß die Spannungsteilergenauigkeit auch in der Serienfertigung besser als 0,05 % ist. Das Dämpfungsglied ist so ausgelegt, daß sein Ausgangswiderstand in allen Schaltstellungen unverändert bleibt.

Als Hauptverstärker enthält das Effektivvoltmeter einen fünfstufigen transistorisierten Breitbandverstärker. Der Verstärker arbeitet mit einer kräftigen Gegenkopplung, die ihn sehr stabil macht und für eine Verstärkung hoher Konstanz sorgt. Die Schleifenverstärkung beträgt in Bandmitte 60 dB. Mittels einer konstanten Gleichspannung werden die Arbeitspunkte der Transistoren so stabilisiert, daß sie sich im Arbeitstemperaturbereich 0 ... 55  $^{\circ}$ C des Effektivvoltmeters nur um maximal einige zehntel Volt verschieben. Die mittlere Verstärkung des Hauptverstärkers beträgt etwa 50 dB, und zwar in einem Frequenzbereich von 3 Hz ... 30 MHz. In diesem Frequenzband ist der Amplitudengang maximal  $\pm$  3 dB. Die Ausgangsstufe bildet ein Komplementär-R-Verstärker, der den für einen hohen Formfaktor erforderlichen großen Aussteuerungsbereich hat. Zum Schutz der Thermomformer wurde mit Hilfe geeigneter Schaltungsdimensionierung die den Koppelkondensatoren am Verstärkeranschluss entnehmbare Ladung entsprechend dem mittleren Signalpegel eingeschränkt.

Mit dem Effektivvoltmeter „3400 A“ können Spannungen mit Effektivwerten zwischen 100  $\mu$ V und 300 V gemessen werden. Der Frequenzbereich ist 10 Hz bis 10 MHz. Der Formfaktor des Geräts ist bei vollem Skalenausschlag  $F = 10$ . Damit ist es möglich, den Effektivwert von Impulssignalen zu messen, die eine relative Impulsdauer von nur 1 % aufweisen. Der Formfaktor ist umgekehrt proportional dem Zeigerausschlag, das heißt, bei halbem Zeigerausschlag beträgt er 20. Die Genauigkeit des Effektivwertmessers liegt innerhalb  $\pm$  1 % vom Skalendwert im Frequenzbereich 50 Hz ... 1 MHz, innerhalb  $\pm$  2 % im Frequenzbereich 1 ... 2 MHz, innerhalb  $\pm$  3 % im Frequenzbereich 2 bis 3 MHz und innerhalb  $\pm$  5 % in den Frequenzbereichen 10 ... 50 Hz und 3 ... 10 MHz. Die maximale Eingangsspannung beträgt 425 V $_{eff}$ , die Ansprechzeit ist kleiner als 2 s.

Neben den bereits erwähnten Anwendungen besteht noch die Möglichkeit, das Effektivvoltmeter „3400 A“ als HF-Leistungsmesser einzusetzen. Das geschieht dadurch, daß man mit seiner Hilfe die Effektivspannung an einem bekannten Widerstand mißt. Auf diese Weise können Leistungen bis herab zu  $17 \cdot 10^{-12}$  W an einem 600- $\Omega$ -Widerstand gemessen werden.

L. Büttner

(Nach Justice, G.: An rms-responding voltmeter with high crest factor rating, Hewlett-Packard Journal Bd. 15 (1964) Nr. 5, S. 1-5)



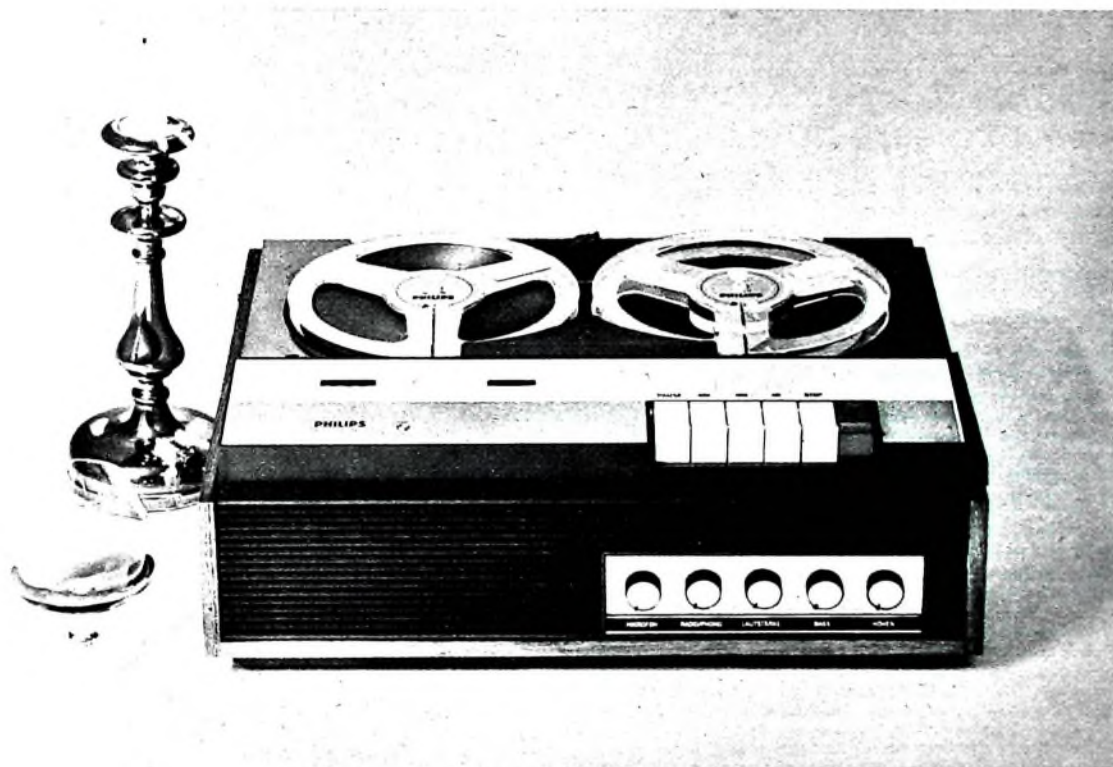
# Warum sich immer mehr Käufer für Philips Tonbandgeräte entscheiden...

Philips hat Erfahrung im Bau von Tonbandgeräten – internationale Erfahrung – reiche Erfahrung. Darum sind Philips Tonbandgeräte ausgereift und technisch perfekt.

Philips Ingenieure konzipieren schon heute Tonbandgeräte für den Markt von morgen. Darum sind Philips Tonbandgeräte zukunftssicher.

Mit Philips Tonbandgeräten verkaufen Sie Ihren Kun-

den das überzeugende Ergebnis langjähriger und zukunftsweisender Entwicklungsarbeit – die überzeugende Leistung eines Tonbandgeräte-Herstellers von Weltruf.



## Philips Tonbandgerät RK 65

TON 4597

Das ist das Tonbandgerät für den Käufer, der für die perfekte Technik auch ein angemessenes Äußeres sucht und auf die äußere Form, auf gute Proportionen und die farbliche Abstimmung großen Wert legt.

Wenn das Philips RK 65 eines der schönsten Philips Tonbandgeräte geworden ist, so ist die Schönheit Ausdruck einer echten Leistung: Vier Bandgeschwindigkeiten und modernste Transistor-Ausstattung

gehören ebenso dazu, wie das eingebaute Mischpult, die getrennte Höhen- und Tiefenregelung und die Wiedergabe in Hi-Fi-Qualität.

Technische Leistung und äußere Form sind einander ebenbürtig.

....nimm doch  
**PHILIPS**





**Durch Messen zum Wissen**

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 21 (1966) Nr. 3, S. 105

**36. Messung von Impedanzen im Niederfrequenzgebiet**

Impedanzen sind Wechselstromwiderstände, die sich aus einer reellen und einer imaginären Komponente zusammensetzen. Interessiert die Zusammensetzung des Blind- und Wirkanteiles nicht, so mißt man einfach den durch die Impedanz fließenden Strom bei einer bestimmten angelegten Spannung und Frequenz. Beispielsweise kann hierfür die Schaltung nach Bild 23 verwendet werden. Die Impedanz ist dann  $Z = U/I$ , gültig nur für die betreffende Meßfrequenz. Die Aufteilung in eine imaginäre und eine reelle Komponente ist komplizierter; am einfachsten ist die Sachlage, wenn der Realteil einer Messung unmittelbar zugänglich ist, zum Beispiel bei einer Niederfrequenzdrossel. Hier überwiegt, wenn man einmal von den Eisenverlusten und dielektrischen Verlusten absieht, der ohmsche Wicklungswiderstand  $R_w$ . Hat der durch Strom-Spannungs-Messung bestimmte Scheinwiderstand den Wert  $R_{s1}$ , so errechnet sich die reine Blindkomponente aus der Beziehung

$$R_b = \sqrt{R_{s1}^2 - R_w^2}$$

Liegt der meßbare ohmsche Widerstand der Blindkomponente parallel, so verfährt man in ähnlicher Form mit den Leitwerten  $G_w$ ,  $G_s$  und  $G_b$ . Es gilt dann

$$G_b = \sqrt{G_s^2 - G_w^2}$$

Zu beachten ist bei solchen Messungen, daß die ohmsche Komponente frequenzabhängig sein kann. Das gilt zum Beispiel für die Eisenverluste in Niederfrequenzdrosseln, die mit der Frequenz steigen.

Die Angabe des reellen Teiles hat daher ebenfalls nur für eine bestimmte Frequenz einen Sinn.

Wesentlich schwieriger ist die Situation, wenn die ohmsche Komponente nicht unmittelbar gemessen werden kann. Dann läßt sich die Impedanz nur noch auf meßtechnischen Umwegen oder durch indirekte Methoden ermitteln, von denen hier nur kurz die wichtigsten angedeutet werden sollen. Denkbar wäre beispielsweise die Bestimmung des Phasenwinkels. Hierfür allerdings kommt vorzugsweise der Katodenstrahloszillograf in Frage, den wir jedoch aus den Betrachtungen in dieser Aufsatzreihe vollkommen ausklammern wollen.

Impedanzen lassen sich auch in Meßbrücken nach Betrag und Phase (also nach Real- und Blindanteil) bestimmen. Diese Brücken arbeiten im Prinzip ebenso wie die schon beschriebene Meßbrücke für Wirkwiderstände; sie enthalten aber in ihren Armen nicht nur rein ohmsche Widerstände, sondern auch genau bekannte, häufig abgleichtbare Blindwiderstände. Wird der zu messende Scheinwiderstand in den Meßarm der Brücke eingeschaltet, so muß diese zweimal abgeglichen werden, erstens nach dem Realanteil und zweitens nach dem Blindanteil. Der Abgleich nach dem Realteil ergibt bereits ein Minimum, das jedoch noch nicht sehr scharf ist; wird zusätzlich der Blindanteil abgeglichen, so vertieft sich das Minimum. Nunmehr ist die Brücke sowohl für den reellen als auch für den imaginären Anteil des zu bestimmenden Scheinwiderstandes im Gleichgewicht, und man kann aus den in den anderen Brückenarmen eingestellten Werten der Wirkwiderstände und der Blindwiderstände Betrag und Phase des unbekanntes Scheinwiderstandes ermitteln. Auf entsprechende Versuchsaufbauten wollen wir jedoch verzichten, weil ziemlich erhebliche Kenntnisse der Wechselstromlehre vorausgesetzt werden müssen, über die nicht jeder Leser dieser Aufsatzreihe verfügen dürfte. Außerdem kommt es in der Radio- und Elektronik-Praxis des Alltages nur selten vor, daß Impedanzen getrennt nach Real- und Blindwiderstand bestimmt werden müssen.

**37. Bestimmung von Wirkleistungen im Niederfrequenzgebiet**

Handelt es sich um rein ohmsche Widerstände, so kann die Wirkleistung nach den Methoden gemessen werden, die wir unter Abschnitt 2.6. bereits ausführlich besprochen haben. Bei der Netzfrequenz und auch bei den tieferen Tonfrequenzen sind die Werte der ohmschen Widerstände praktisch die gleichen wie bei Gleich-

strom. Erst bei wesentlich höheren Frequenzen machen sich die schädlichen Induktivitäten und Kapazitäten bemerkbar. Anders dagegen ist es, wenn der Widerstand von sich aus eine bei der betreffenden Frequenz nicht unerhebliche Blindkomponente enthält. Man arbeitet dann nach Bild 27 mit einem Wattmeter und gleichzeitig mit einem Strom- und einem Spannungsmesser, so daß sich nicht nur die Wirkleistung mit dem Wattmeter, sondern auch die Scheinleistung mit dem Strom- und dem Spannungsmesser ermitteln läßt. Das Wattmeter mißt die Wirkleistung  $P_w$ , mit dem Strom- und dem Spannungsmesser kann man die Scheinleistung messen. Dabei ist gegebenenfalls die Frequenzabhängigkeit des Wattmeters zu berücksichtigen, wenn man bei Niederfrequenz mißt.

Steht kein Wattmeter zur Verfügung, so kann man die Wirkleistung bei Widerständen, die nur relativ geringfügige Blindkomponenten haben, auch nach der sogenannten Dreivoltmetermethode nach Bild 28 bestimmen. Der Widerstand  $R$  ist der betreffende Wert, dessen Wirkleistung bestimmt werden soll.  $R_1$  ist ein genau bekannter, rein ohmscher Widerstand. Man mißt

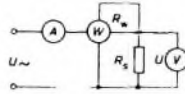


Bild 27 Wattmeterschaltung für Niederfrequenz

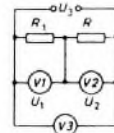


Bild 28 Dreivoltmeterschaltung



Bild 29 Bestimmung der Wirkleistung bei Niederfrequenz

an die Spannungen  $U_1$ ,  $U_2$  und  $U_3$  mit den drei Voltmetern  $V_1$ ,  $V_2$  und  $V_3$ , wobei man natürlich - bei Vorhandensein von nur zwei Instrumenten - zunächst  $U_1$  und  $U_2$  und anschließend erst  $U_3$  messen kann. Die Voltmeter sollen einen möglichst geringen Verbrauch haben. Dann bestimmt sich die Wirkleistung nach der Beziehung

$$P_w = \frac{U_3^2 - U_2^2 - U_1^2}{2 \cdot R_1}$$

Neben der Dreivoltmetermethode gibt es auch die Dreistrommeterschaltung, bei der der Gesamtstrom und die Teilströme durch die beiden Widerstände  $R_1$  und  $R$  gemessen werden. Der Gesamtstrom sei  $I_3$ , der Teilstrom durch den Vergleichswiderstand  $I_1$  und der durch den zu messenden Widerstand  $I_2$ . Dann ergibt sich die Leistung zu

$$P_w = \frac{R_1}{2} (I_3^2 - I_2^2 - I_1^2)$$

In der Niederfrequenztechnik am häufigsten ist die Messung der Wechselspannung an einem Widerstand genau bekannter Größe und die Berechnung der Leistung aus diesem Widerstand und der Spannung. Bild 29 zeigt die an sich sehr einfache Schaltung. Man interessiert sich meistens für die aus einem Niederfrequenzgenerator oder auch dem Ausgang eines Niederfrequenzverstärkers entnommene Leistung. Das Gerät wird mit einem genau bekannten Widerstand  $R$  belastet und die Spannung an diesem Widerstand  $U$  wird gemessen. Die Tonfrequenzleistung ist dann  $P = U^2/R$ . In dieser Form geht man beispielsweise fast immer bei der Bestimmung der Ausgangsleistung von Niederfrequenz-Endverstärkern vor. Man könnte die Spannung sogar beispielsweise an der Schwingspule eines Lautsprechers messen und kommt dabei auch zu annähernd genauen Ergebnissen, weil diese Spule zum größten Teil ohmschen Charakter hat. Genauer und besser ist jedoch der Ersatz der Schwingspule durch einen ohmschen Widerstand, dessen Wert dem Realteil des Schwingspulenwiderstandes entspricht.

**38. Blind- und Scheinleistung**

Für die Bestimmung von Blind- und Scheinleistung wird ebenfalls gern die Schaltung nach Bild 27 verwendet. Dabei ergibt sich die Scheinleistung, wie schon öfter besprochen, aus  $P_s = I \cdot U$ , die Wirkleistung  $P_w$  aus der Ablesung des Wattmeters. Sind diese beiden Werte bekannt, so kann man leicht die Blindleistung ausrechnen. Es ist nämlich

$$P_b = U \cdot I \cdot \sin \varphi$$

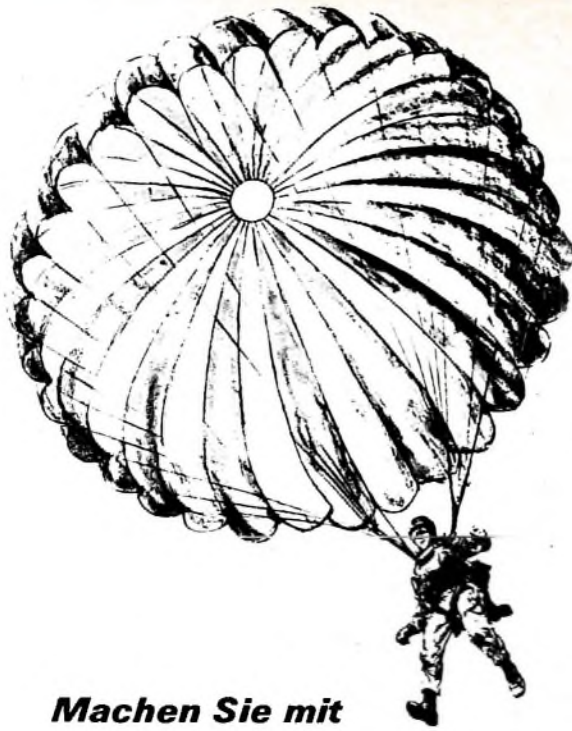
Der Wert  $U \cdot I = P_s$  ist aus der Messung bekannt. Da die Wirkleistung den Wert

$$P_w = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

hat, ist daraus der Leistungsfaktor, das heißt der Cosinus des Phasenwinkels, zu

$$\cos \varphi = \frac{P_w}{U \cdot I} = \frac{P_w}{P_s}$$





**TELEFUNKEN**

***Machen Sie mit  
im großen Preisausschreiben  
für den Fachhandel:***

# **Fallschirmsprung aus 3800 m Höhe mit dem magnetophon 300**

Hören Sie die sensationelle Tonbandaufnahme.  
Und beantworten Sie 7 Fragen zum magnetophon 300.

**Sie können  
5600,— DM gewinnen  
oder einen der  
14 weiteren Geldpreise.**

Gleichzeitig mit diesem Preisausschreiben beginnt eine große Publikumswerbung unter dem Thema „Fallschirmsprung mit dem magnetophon 300“: Anzeigen in Tageszeitungen, Sonntagszeitungen und vielen Illustrierten. Für Ihr Schaufenster stellen wir

Plakate und Aufsteller bereit. Führen Sie auch allen Ihren Kunden die Reportage vom Fallschirmsprung vor. Dieses Tonband ist ein schlagendes Verkaufsargument für das magnetophon 300! Übrigens: Haben Sie auch genügend Geräte disponiert?

***Tonband und Preisausschreiben-Unterlagen gehen bis 1.3.66 direkt zu***

zu berechnen. Die Cosinusfunktion läßt sich in eine Sinusfunktion nach der Beziehung

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$$

verwandeln. Dann erhält man

$$P_0 = U \cdot I \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} = U \cdot I \cdot \sqrt{1 - \frac{P_a^2}{P_s^2}} = \sqrt{P_s^2 - P_a^2}$$

Diese Ableitung ist noch leichter verständlich, wenn man bedenkt, daß die Blindleistung die geometrische Differenz aus Scheinleistung und Wirkleistung ist; es ergibt sich also derselbe Wert.

Zur unmittelbaren Messung der Blindleistung gibt es auch Blindleistung-Wattmeter. Sie sind jedoch in der Niederfrequenztechnik unüblich. Bedeutung haben sie nur in der Starkstromtechnik.

54 Wer über ein Wattmeter verfügt, kann einmal einen Versuch nach Bild 27 mit einem Blindwiderstand machen. Hierfür eignet sich unter anderem eine Netzdrossel. Aus einer solchen Messung kann man alle wichtigen Werte unmittelbar berechnen, beispielsweise die Scheinleistung, die Blindleistung, aber auch den Scheinwiderstand und - bei bekanntem ohmschen Widerstand - auch die Induktivität. Richtlinien hierüber wurden in den früheren Abschnitten bereits gegeben. Es empfiehlt sich ferner, einmal die Dreivoltmeterschaltung nach Bild 28 aufzubauen. Verwendet man für  $U_1$  die Spannung eines Tonfrequenzgenerators von beispielsweise 10 V, so wird man die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  jeweils etwa zu 1 kOhm wählen. Die Voltmeter haben dann Meßbereiche von rund 10 V, wobei man die Vielfachinstrumente gut verwenden kann, wenn man innerhalb des noch zulässigen Frequenzbereichs arbeitet.

### 3.9. Bestimmung des Wirkungsgrades im Niederfrequenzgebiet

Der Wirkungsgrad bezieht sich normalerweise stets auf Wirkleistungen, so daß man grundsätzlich die Ausführungen unter 2.8 anwenden kann. Der Wirkungsgrad interessiert in der Niederfrequenztechnik vorzugsweise bei Leistungsverstärkern. Hier entspricht der Wirkungsgrad dem Verhältnis aus abgegebener Niederfrequenzleistung und zugeführter Gleichstromleistung. Die zugeführte Gleichstromleistung wird durch eine einfache Strom-Spannungs-Messung mit Hilfe von Gleichstrommeßgeräten bestimmt; dabei mißt man die zugeführte Betriebsspannung und den insgesamt aufgenommenen Gleichstrom der Leistungs-Endstufe, also Anodenstrom einschließlich Schirmgitterstrom. Das Produkt aus Strom und Spannung entspricht der aufgenommenen Leistung. Die abgegebene Leistung wird nach Bild 29 bestimmt und ist in den meisten Fällen genügend genau ist  $R = 10$  Ohm (ein Widerstandswert in der Größenordnung des Widerstandes üblicher Lautsprecherspulen) und liegt daran eine Spannung von 10 V, so ist die Leistung  $P = I^2 \cdot R = 10 \text{ W}$ . Nimmt der Verstärker dann aus dem Netzteil bei 200 V einen Gleichstrom von 100 mA auf, so ist die aufgenommene Leistung  $200 \cdot 0,1 = 20 \text{ W}$ . Der Wirkungsgrad beträgt dann  $\eta = 10 : 20 = 0,5$ , das heißt 50%.

55 In ähnlicher Weise kann man natürlich nicht nur Leistungs-Endstufen, sondern auch Tongeneratoren untersuchen. Sind die auftretenden Niederfrequenzleistungen sehr klein, so muß man entweder den Meßwiderstand entsprechend groß machen, um noch gut ablesbare Spannungswerte zu erhalten, oder zu sehr empfindlichen Instrumenten greifen. Unter Umständen lassen sich auch „Meßverstärker“ nachschalten, um kleine Spannungswerte zu ermitteln. Meßverstärker dieser Art gibt es käuflich in hoher Präzision. Wollen wir uns selbst solch einen Meßverstärker bauen, so genügen meistens die in den früheren Beitragsreihen beschriebenen Schaltungen für Niederfrequenzverstärker, die man eventuell noch durch Gegenkopplungen stabiler macht und die vor allem genau geeicht werden müssen; man muß also stets wissen, zu welcher Eingangsspannung welche Ausgangsspannung gehört. Eichungen dieser Art erfolgen etwa folgendermaßen:

57 Man stellt sich zunächst die benötigte kleine Spannung für den Eingang des Verstärkers her. Das Messen solcher Spannungen ist, wie erwähnt, mit normalen Instrumenten nicht möglich. Deshalb muß man eine noch gut meßbare Spannung bekannter Größe teilen. Das erfolgt durch entsprechend bemessene ohmsche Spannungsteiler, für die im Niederfrequenzgebiet Ketten von Festwiderständen oder auch normale Potentiometer ausreichen. Da sich die Teilwiderstände wie die Spannungen verhalten, kann man genau den Bruchteil der Gesamtspannung angeben, der an einem Teilwiderstand auftritt. Ein Beispiel: Haben wir eine Spannung von 1 V auf 0,01 V (also auf 10 mV) zu unterteilen, so verwenden wir einen ohmschen Widerstand von 1 kOhm in Reihe mit einem solchen von 10 Ohm. Das Widerstandsverhältnis ist dann  $1000 : 10 = 100$ , und eine an die Reihenschaltung angelegte

Spannung wird sich im gleichen Verhältnis aufteilen. Legen wir also 1 V an die Reihenschaltung, so erhalten wir an dem 10-Ohm-Widerstand eine Spannung von 10 mV, die wir nun zur Aussteuerung unseres Meßverstärkers verwenden. Gleichzeitig wird die am Ausgang auftretende Ausgangsspannung gemessen, die zum Beispiel 10 V betragen möge. Der Verstärker hat dann bei der betreffenden Frequenz einen Verstärkungsgrad von  $10 : 0,01 = 1000$ . Diese Berechnung gilt nur für die Meßfrequenz. Will man den Frequenzeinfluß eliminieren, so muß man dafür sorgen, daß der Verstärker über den ganzen in Betracht kommenden Frequenzbereich hinweg einen konstanten Verstärkungsgrad hat oder - was dasselbe ist - daß seine Frequenzkurve linear verlaufen muß. Durch Messung mit Ausgangsvoltmeter und Tongenerator muß daher bei solchen Meßverstärkern der Frequenzgang genau bekannt oder kontrolliert sein. Auch müssen die Betriebsspannungen konstantgehalten werden, und bei Transistorverstärkern ist unter Umständen die Temperaturabhängigkeit zu berücksichtigen. Erst dann kann man ihn ohne Bedenken als Meßverstärker verwenden. Nunmehr lassen sich auch, um auf unsere Wirkungsgradmessungen zurückzukommen, sehr kleine Ausgangsleistungen messen, und die Bestimmung des Wirkungsgrades fällt nicht mehr schwer. (Fortsetzung folgt)

## Aus Zeitschriften und Büchern

### Einfacher Heizspannungsregler

Bei röhrenbestückten Meßgeräten, beispielsweise Röhrevoltmetern, führen Schwankungen der Heizfadenspannung häufig zu Anzeige-fehlern und Instabilitäten. Die Regelung dieser Spannung ist aber im allgemeinen wegen der relativ hohen Ströme mit einem zu großen Aufwand verbunden.

Die in Bild 1 gezeigte Schaltung ermöglicht die Regelung des Effektivwertes der Heizspannung mit recht geringer Verlustleistung bei kleinem Raumbedarf. Die Eingangsspannung  $U_1$  des Regelteils wird dem Brückengleichrichter entnommen. Solange der Augenblickswert

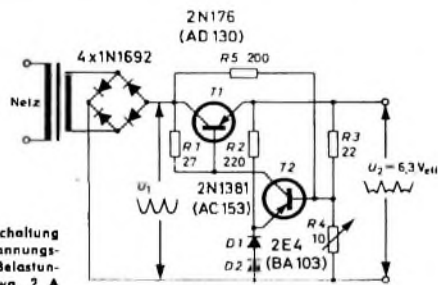


Bild 1. Schaltung eines Heizspannungsreglers für Belastungen bis etwa 2 A

von  $U_1$  klein ist, leitet nur der Transistor T 1. Steigt der Momentanwert von  $U_1$  und damit auch die Basisspannung für T 2 am Spannungssteller R 3, R 4 über den Wert der Durchlaßspannung der Referenzdioden D 1, D 2 an, so arbeitet die Schaltung wie ein normales elektronisch geregeltes Netzgerät.

Die Ausgangsspannung  $U_2$  hätte also die Form abgekappter Sinus-halbwellen. Diese Begrenzerwirkung würde aber eine Änderung des Flächeninhalts der abgekappten Halbwellen bei sich ändernder Eingangsspannung  $U_1$  bewirken. Damit bliebe wohl der Schwellwert, nicht aber der Effektivwert der Ausgangsspannung konstant.

Durch Einfügen des Widerstands R 5 kann man erreichen, daß die flachen Kuppen der Ausgangsspannung  $U_2$  in Abhängigkeit von der Eingangsspannung  $U_1$  mehr oder weniger „eingedrückt“ werden, so daß der Flächeninhalt der Halbwellen und damit auch der Effektivwert von  $U_2$  konstant bleibt. Den genauen Wert von R 5 muß man durch Versuche ermitteln.

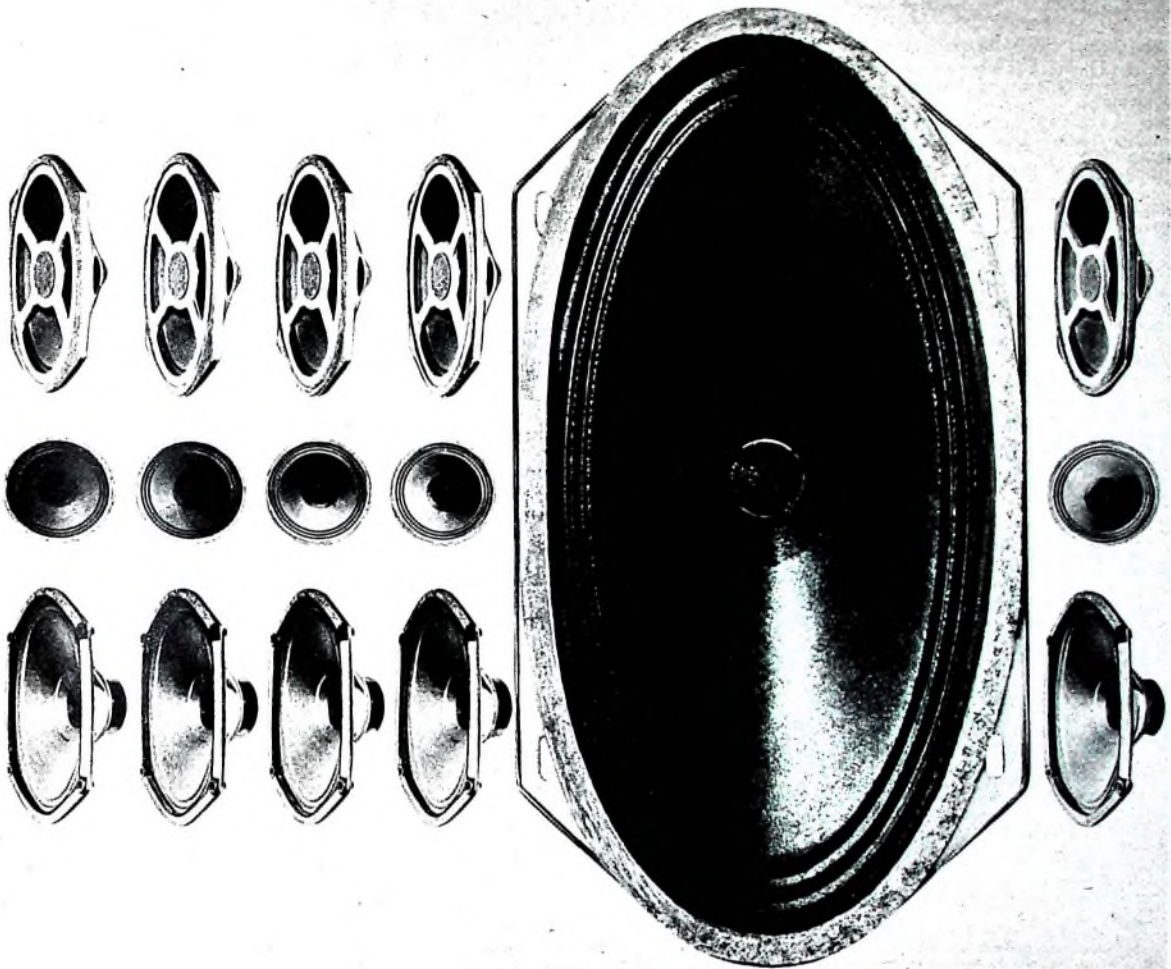
Für D 1 und D 2 eignen sich beliebige Siliziumdioden, deren Durchlaßkurve aber in der Nähe der Kniespannung eine möglichst steilen Verlauf haben sollte. Mit der angegebenen Schaltung kann der Effektivwert von  $U_2$  bei den üblichen Netzspannungsschwankungen auf etwa 0,2% stabilisiert werden. Die Belastbarkeit ist bei der angegebenen Dimensionierung etwa 2 A.

Gu. (Wells, I. D.: Low-cost adjustable regulator consumes little power. Electronics Bd. 38 (1965) Nr. 23, S. 109-110)

### Elektronika 1964

Unter diesem Titel erschien rechtzeitig zum Jahreswechsel das bekannte und bewährte „Elektronisch Jahrböckje“ aus dem Verlag De Muiderkring N.V., Bussum (Niederlande). Auf 225 Seiten bringt es neben einem Kalendarium wieder nützliche Tabellen, Formeln und Schaltbilder sowie Angaben über Empfänger aller Art, Antennen, NF-Technik und Vergleichstabellen für Transistoren und Dioden. Ein Buch, das wegen seiner leichten Lesbarkeit auch für viele deutsche Leser von Interesse und Nutzen ist.





## SEL-Lautsprecher für jeden Anspruch

Rundlautsprecher von 57 bis 310 mm Ø  
 Ovallautsprecher von 75x130 bis 180x260 mm  
 Kleinstlautsprecher für tragbare Geräte  
 Flachlautsprecher für beengte Raumverhältnisse,  
 Lautsprecher mit abgeschirmten Magneten für  
 Fernsehempfänger

Hochton- und Tieftonlautsprechersysteme  
 Hi-Fi-Lautsprecherkombinationen  
 Standard Elektrik Lorenz AG  
 Geschäftsbereich Bauelemente  
 Vertrieb Rundfunk- und Fernsehbauteile  
 73 Esslingen, Fritz-Müller-Straße 112

... die ganze nachrichtentechnik



## Für den Phono- und Tonbandfreund

### „Phonopost“ im internationalen Postdienst

Am 1. Januar 1966 hat die Deutsche Bundespost den im Weltpostvertrag von Wien vorgesehenen fakultativen Dienst „Phonopost“ eingeführt.

Platten, Bänder, Drähte oder ähnliche Träger für Tonaufnahmen, mit oder ohne Tonaufzeichnungen, sind in Phonopostsendungen zugelassen.

Gut verpackte Nadeln, die zur Tonwiedergabe bestimmt sind, und eine gedruckte einsprachige oder mehrsprachige Gebrauchsanweisung können in die Sendungen eingelegt werden. Sie müssen auf der Aufschriftseite in auffälliger Schrift die Bezeichnung „Phonopost“ tragen. Die Sendungen werden in den meisten Ländern unverzüglich den Empfängern zugeleitet, weil „Phonopost“ im allgemeinen nicht der Zollabfertigung im Bestimmungsland unterliegt. Deshalb ist es auch nicht ausdrücklich vorgesehen, auf der Umhüllung der „Phonopost“ den grünen Zollzettel anzubringen. Die Sendungen müssen „offen“ wie etwa Drucksachen oder Päckchen - eingeliefert werden, weil sie - im Verhältnis zum Brief - zu einer ermäßigten Gebühr befördert werden. Diese beträgt je 50 g 30 Pf. Das Höchstgewicht ist auf 1000 g festgesetzt. Die Höchst- und Mindestmaße sind die gleichen wie für Briefe im internationalen Postdienst.

„Phonopost“ kann eingeschrieben werden. Das Verlangen der Eilzustellung oder die eigenhändige Zustellung ist nach den Ländern möglich, die diese Sonderdienste durchführen (Die Postämter geben hierüber nähere Auskünfte.) „Phonopost“ kann auf dem Luftweg befördert werden; hierfür sind die entsprechenden Luftpostzuschläge zu entrichten.

Nach dem augenblicklichen Stand lassen folgende Länder in Europa Phonopost in ankomme n d e r Richtung zu: Belgien, Dänemark, Finnland, Gibraltar, Griechenland, Großbritannien und Nordirland, Italien, Jugoslawien, Liechtenstein, Luxemburg, Malta, die Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Türkei, Ungarn, Vatikanstaat und Zypern. Gleiches gilt für viele überseeische Gebiete und Länder (Auskunft am Postschalter).

### Wettbewerb „Das Goldene Tonband von Zürich“

Der Wettbewerb „Das Goldene Tonband von Zürich“ bringt unter anderem dem Sieger einen Barpreis von 2000 Sfr aus der Stiftung von Agfa-Gevaert ein. Auch für 1966 ist der Wettbewerb wieder ausgeschrieben. Das Studienthema lautet: Gestalten Sie eine 3-Minuten-Radio-Sendung zum Thema „Impressionen aus der Zeit der Jahrhundertwende“ mit musikalischen oder literarischen, politischen, sozialen, gesellschaftlichen, sportlichen, technischen oder anderen Beispielen. Die Idee muß eigens für diese Studienarbeit geschaffen werden. Es darf in jeder Weltsprache gesprochen werden. Das Manuskript ist in Originalsprache und in deutscher Sprache beizulegen, dazu eine fachliche Abhandlung über die eigene technische Arbeitsweise. Vorgeschriebene Bandgeschwindigkeiten 19 cm, Mono 1. Spur (2. Spur gelöst), Bandanfang und Bandende müssen mit dem Titel und einer Kennzahl beschriftet sein. Einsendeschluß ist der 31. Juli 1966. Die Einsendung ist zu richten an: Das Goldene Tonband von Zürich 1966, Tonstudio und Filmproduktion Pfändler, 8001 Zürich/Schweiz, Olgastraße 10. Dem Tonband darf keine Adresse beigelegt werden. Die Anschrift des Autors ist zusammen mit dem Titel der Arbeit und der Kennzahl gleichzeitig einzusenden an: Schweizerische Treuhandgesellschaft (Goldenes Tonband 1966) 8001 Zürich/Schweiz, Talstraße 80.

## Tagungen, Lehrgänge

### NTG-Tagung „Anlagen zur Nachrichtenübertragung über Satelliten“

Veranstaltet von der Nachrichtentechnischen Gesellschaft im VDE und dem Elektrotechnischen Verein Berlin im VDE, Amstel am 26. und 27. April 1966 in Berlin (Technische Universität Berlin, Großer Saal des Ernst-Reuter-Hauses) eine Tagung „Anlagen zur Nachrichtenübertragung über Satelliten“ statt. Das Programm enthält 26 Referate, die in drei Gruppen (Stand und Organisation der Technik der Nachrichtensatelliten, Bodenanlagen, Anlagen in Satelliten) vorgetragen und diskutiert werden.

Teilnehmergebühr: NTG-Mitglieder und (nach Maßgabe noch freier Plätze) auch Studenten kostenlos, Nichtmitglieder 25 DM. Anmeldung und Auskünfte: Elektrotechnischer Verein Berlin e. V., 1000 Berlin 12, Bismarckstraße 33.

### Seminare, Kurse und Tagungen im Haus der Technik, Essen

Seminar „Grundlagen der Fertigungsregelung mit Datenverarbeitungsanlagen“: 7. 3. 1966, 9.15-17.00 Uhr, Leitung Dr. W. Hellmann, Döflingen/Württ.; Teilnehmergebühr 75 DM.

Kursus „Impuls-Technik“: 7. 3., 14. 3., 28. 3. u. 31. 3. 1966, 17.00-18.30 Uhr, Leitung Baurat Dr.-Ing. E. Schaefer, Aachen; Teilnehmergebühr 60 DM.

Tagung „Halbleiter in der Elektronik“: 23. 3. 1966, 9.15-17.30 Uhr, Leitung Prof. Dr. H. Beneking, Aachen.

Tagung „Industrielle Werbung“ (Generalthema „Der Beitrag der industriellen Werbung zum technischen Fortschritt“): 1. 4. 1966, 9.00 bis 17.00 Uhr, Leitung Dr. C. Hundhausen, Essen; Teilnehmergebühr 25 DM.

Anmeldung und Auskunft: Haus der Technik e. V., 43 Essen, Hollestraße 1, Schließfach 767.

### Programmieren numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen

Zusammen mit der VDI-Fachgruppe Betriebstechnik (ADR) veranstaltet das VDI-Bildungswerk vom 1. bis 3. März 1966 in der Staatlichen Ingenieurschule für Maschinenwesen, Köln, einen Lehrgang „Programmieren numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen“. Auskünfte erteilt der Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Bildungswerk, 4 Düsseldorf 10, Postfach 10 250, Telefon 44 33 51, Apparat 391.

### Lehrgang „Praktische Regelungstechnik“

Mit Unterstützung durch den Württembergischen Ingenieurverein veranstaltet das Bildungswerk des VDI in Zusammenarbeit mit der VDI/VDE-Fachgruppe Regelungstechnik, Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen der Technischen Hochschule Stuttgart vom 28. Februar bis 5. März 1966 in Stuttgart, Keplerstraße 17, Technische Hochschule, Gebäude K II 10 Stock, einen Lehrgang „Praktische Regelungstechnik“. Auskunft erteilt der Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Bildungswerk, 4 Düsseldorf 10, Postfach 10 250, Telefon 44 33 51, Apparat 391.

### Blaupunkt-Lehrgänge

Die Blaupunkt-Werke GmbH veranstaltet seit über 10 Jahren Fernseh-, Kofferradio- und Autoradio-Reparaturlehrgänge. Allein in Hildesheim und im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland fanden im vergangenen Jahr 63 Lehrgänge mit insgesamt 1053 Teilnehmern statt. Außerdem besuchte der Blaupunkt-Schulungswagen Belgien, Dänemark, Frankreich, Holland, Norwegen, Österreich und die Schweiz. An den in diesen Ländern durchgeführten 41 Lehrgängen nahmen 589 Techniker teil. Blaupunkt ist bemüht, 1966 die Anzahl der Kurse noch zu erhöhen.

### Lehrgänge der Gewerbeförderungsanstalt der Handwerkskammer Düsseldorf

Auf nachstehende Lehrgänge sei hingewiesen:

Grundlagen der Radio- und Fernsehtechnik - Teil A: Beginn 23. 2. 1966, 15 Wochen, jeweils mittwochs 18.30-20.45 Uhr, Teilnehmergebühr 65 DM.

Desgl. Teil B: Beginn 24. 2. 1966, 15 Wochen, jeweils donnerstags 18.30 bis 20.45 Uhr, Teilnehmergebühr 65 DM.

Angewandte Elektronik: Beginn 23. 2. 1966, 10 Wochen, jeweils mittwochs 18.30-20.45 Uhr, Teilnehmergebühr 50 DM.

Grundlagen der Elektronik: Beginn 28. 2. 1966, 16 Wochen, jeweils montags 18.30-20.45 Uhr, Teilnehmergebühr 70 DM.

Einführung in die Physik der Halbleiterdioden und Transistoren: Beginn 2. 3. 1966, 9 Wochen, jeweils mittwochs 18.30-20.45 Uhr, Teilnehmergebühr 45 DM.


Elementare Einführung in die Steuerungstechnik mit elektronischen Elementen (digitale Steuerungstechnik): Beginn 2. 3. 1966, 9 Wochen, jeweils mittwochs 18.30-20.45, Teilnehmergebühr 45 DM.

Elektrische Meßtechnik: Beginn 3. 3. 1966, 10 Wochen, jeweils donnerstags 18.30-20.45 Uhr, Teilnehmergebühr 50 DM.

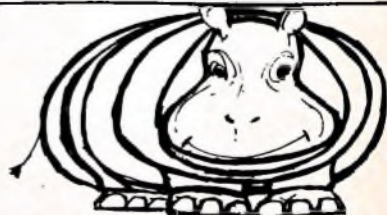
Der Thyristor (Silizium-Stromtor) und seine Anwendungen: Beginn 6. 5. 1966, 3 Wochen, jeweils freitags 18.30-20.45 Uhr, Teilnehmergebühr 15 DM.

Veranstaltungsort und Auskunft: Gewerbeförderungsanstalt der Handwerkskammer Düsseldorf, Düsseldorf, Volmerwerther Str. 75, Telefon: 39 20 82.

auch für  
ganz  
Bequeme:  
Ersatzteile durch **zeninger**

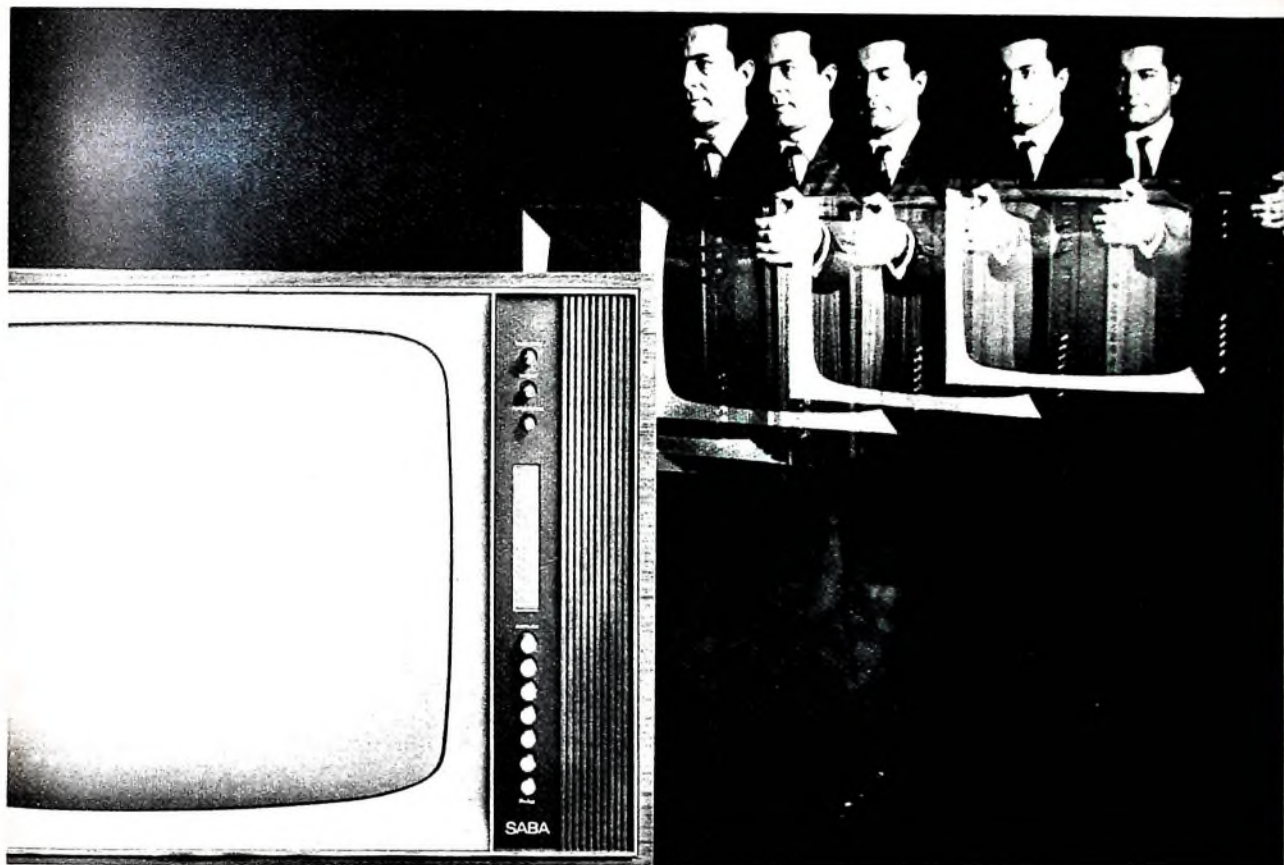
 Lieferung nur an  
Fernseh-Kästen  
(Privat-Besteller  
bleiben unbeleant)

Das Henger-Sortiment  
kommt jedementgegen:  
900 Fernseh-Ersatzteile,  
alle von namhaften  
Herstellern  
Qualität im Original  
- greifbar ohne  
Lieferfristen zum  
Industriepreis und  
zu den günstigsten  
Henger-Konditionen.





# Viele Ihrer Kollegen stellen ihn\* in den Vordergrund



## Warum?

Weil es sich lohnt, den SABA Schauinsland T 169 Vollautomatic bevorzugt anzubieten. Denn dieses Gerät ist ungewöhnlich: Es besitzt mehr Vorzüge als jeder andere SABA Fernsehempfänger und es bietet Ihnen einen größeren Nutzen (denn Sie verdienen mehr an ihm).

**SABA**  
Schwarzwälder Präzision

\*  
SABA Schauinsland T 169 Vollautomatic, der Spitzenempfänger im SABA Programm mit 65-cm-Großbildröhre, 2 Lautsprechern, Fernsteuer-Anschluß,

vollautomatisch-elektronischer Scharf-  
abstimmung, selektiver Störaus-  
tastung und dem außergewöhnlich  
servicebequemen Drehtügel-Chassis.

Beherrschen Sie als erfahrener Ingenieur die Fachgebiete Feinmechanik, Elektroakustik und Verstärkertechnik? Wenn Sie darüber hinaus die Fähigkeit besitzen, Menschen zu führen, Ausbildungskurse zu veranstalten und technische Unterlagen ausarbeiten zu können, dann erwartet Sie in einem modernen norddeutschen Industriebetrieb ein interessantes und weitgestecktes Betätigungsfeld als

## KUNDENDIENST-INGENIEUR

Gewandtes, sicheres Auftreten und Grundkenntnisse der englischen Sprache setzen wir als selbstverständlich für diese Position voraus. Ihre Bewerbung mit vollständigen Unterlagen und Ihrer Gehaltsvorstellung richten Sie bitte unter Chiffre F. H. 8475

Führendes Fachgeschäft  
sucht für seine **modernste**  
Werkstatt

### 1 Fernsehtechniker bei Höchstgehalt

Eventuell als Werkstattleiter.

**Elektro Kessler**  
Groß- u. Einzelhandel  
848 Weiden Tel. 09 61/42 18

Wir suchen zum baldmöglichsten Eintritt einen

## Elektroniker

möglichst Ingenieur

für interessante Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Meß- und Regeltechnik als **Führungskraft** für einen modernen Kleinbetrieb im Raum Remscheid-Solingen.

Wir erwarten fundierte elektronische Kenntnisse und Entwicklungserfahrungen auch in der Anwendung von Halbleitern.

Wir bieten eine ausbaufähige Stellung bei guter Bezahlung und bestem Betriebsklima, Wohnung kann bei Bedarf gestellt werden

Angebote erbeten unter F. M. 8478

Wir suchen

### Mechaniker

für unsere Werkstatt in  
Hamburg

und für den Außendienst in  
Hamburg und Schleswig-  
Holstein für Wartungs-  
arbeiten an **Radaranlagen**

### ELNA GMBH

2 Hamburg 1  
Hammerbrookstr. 80

### Elektronik-Ing.

und

### Techniker

Übernehmen Entwicklung sowie  
Aufbau von elektrischen Schaltungen.

Zuschriften erbeten unter F.L. 8477

## Unterricht

Theoretische Fachkenntnisse in Radio- und Fernsichttechnik durch Christiani-Fernkurse Radiotechnik und Automation. Je 25 Lehrbriefe mit Aufgabenkorrektur und Abschlusszeugnis. 800 Seiten DIN A4. 2300 Bilder. 350 Formeln und Tabellen. Studienmappe 8 Tage zur Probe mit Rückgaberecht. (Gewünschten Lehrgang bitte angeben.) Technisches Lehrinstitut Dr.-Ing. Christiani, Konstanz, Postf. 1957

## METALLGEHÄUSE



für  
Industrie  
und  
Büro

PAUL LEISTNER HAMBURG  
HAMBURG-ALTONA CLAUSSTR. 4-6

Führende Rundfunk-, Fernseh- und Elektro-Großhandlung sucht für ihre Filiale in Bonn baldmöglichst, spätestens zum 1. 7. 1966 einen

## Filialleiter

Wir denken dabei an einen Herrn, der eine ähnliche Position bereits mit Erfolg bekleidete und die erforderlichen Branchenkenntnisse besitzt. Unser Filialleiter hat Mitarbeiter im Innen- und Außendienst zu führen und ist uns für den Verkauf und die gesamte Abwicklung verantwortlich.

Solfern diese Voraussetzungen erfüllt werden, bieten wir ein weitgehend selbständiges Arbeitsgebiet (Lebensstellung).

Wohnraumbeschaffung möglich. Bewerbungen branchenfremder zwecklos.

Angebote mit handgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüchen erbeten unter F. G. 8474



## Rundfunktechniker nach Meersburg am Bodensee gesucht

Wir sind ein Industriebetrieb mit über 1300 Beschäftigten und suchen weitere Mitarbeiter, die Lust haben, an der aufstrebenden Entwicklung unseres Unternehmens mitzuwirken. Wenn Sie vorwärtskommen wollen, haben Sie deshalb bei uns gute Chancen. Wir können Sie, Ihren besonderen beruflichen Neigungen entsprechend, einsetzen; und wir bezahlen leistungsgerecht. Bitte bewerben Sie sich bei unserer Personalabteilung. Es erwartet Sie ein Kreis netter Kollegen. Essen können Sie in unserer Werkskantine.

**W. Holzer & Co. KG.**  
Fabrik elektr. Schaltgeräte  
7758 Meersburg (Bodensee)  
Tel. (0 75 52) 771



in herrlicher Voralpenlandschaft in der Nähe des Chiemsees gelegen, suchen wir zur Unterstützung des Normenstellenleiters einen

### Normeningenieur oder Techniker

für die Normenbearbeitung des mechanischen Sektors zur Datenverarbeitung, sowie einen

### Fertigungsplaner

für Sonderaufgaben der Fertigungsplanung und -steuerung. Bewerber sollten systematisch arbeiten können und Dispositionsgeschick haben sowie möglichst aus der elektromechanischen bzw. Rundfunk-, Fernseh- oder Bauteilfertigung stammen.

Sollten Sie an einer selbständigen verantwortungsvollen Arbeit interessiert sein, finden Sie bei uns in einem angenehmen Betriebsklima das, was Sie vielleicht schon lange suchen.

Wir bieten:  
Angenehme Arbeitsbedingungen, 5-Tage-Woche, freien Samstag, moderne Kantine, bequeme Fahrtmöglichkeit.

Bewerber, die den Anforderungen entsprechen, bitten wir, die Bewerbungsunterlagen, wie Zeugnisausschnitte, handgeschriebenen Lebenslauf, Angaben der Gehaltswünsche und des frühesten Eintrittstermins, einzureichen an

**KÖRTING RADIO WERKE G.m.b.H.**  
8211 - GRASSAU/CHIEMGAU

### Zur Ergänzung unserer Redaktion

suchen wir einen

### jüngeren Mitarbeiter

möglichst Betriebswirt, Volkswagen  
oder Wirtschaftsingenieur

Herrn mit praktischen Erfahrungen in Wirtschaft oder Presse sowie technischem Verständnis, die an einer entwicklungs-fähigen Dauerstellung interessiert sind, bitten wir um eine ausführliche Bewerbung mit Lebenslauf, Tätigkeitsnachweis und Gehaltsanspruch an

**LICHTTECHNIK**  
1 Berlin-Borsigwalde (52)  
Eichborndamm 141-167

Welcher

## TECHNIKER

(möglichst mit eigenem Pkw), Alter 25-30 Jahre, mit sicherem Auftreten, reddegewandt, ist daran interessiert, im Außendienst, im Vertrieb und in der technischen Beratung für elektronische Geräte mitzuwirken.

Einsatzgebiet Düsseldorf - Dortmund - Siegen.

Bewerbungen erbeten unter

**S. 198 an ANNONCEN-SCHURMANN**  
4 Düsseldorf 1, Postfach 7520

### Kaufgesuche

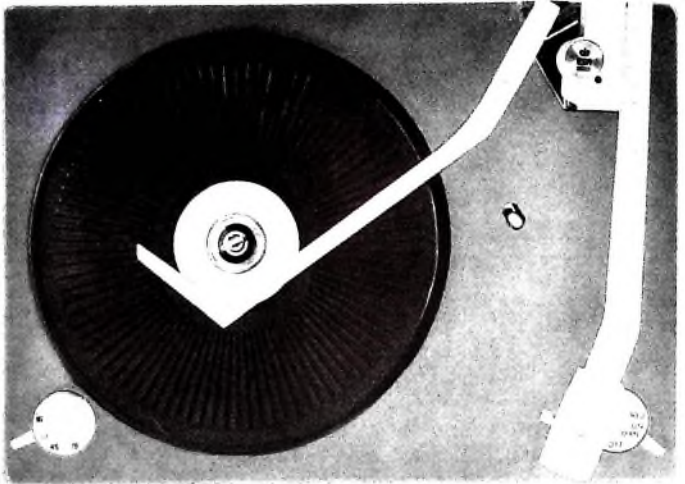
**HANS HERMANN FROMM** bittet um Angebot kleiner und großer Sonderposten in Empfangs-, Sende- und Spezialröhren aller Art. Berlin 31, Pehrbelliner Pl. 3. Telefon: 87 33 95 / 96. Telex: 1-84 508

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

Widerstände 0,1-4 W achsial meist mit Farbcode gängig sortiert  
1000 St. 21,50 2500 St. 45,-  
1 kg Kondensatoren Styroflex, Keramik, Rollelektrolyt, gut sort. 29,50  
Siemens AF 139, 1 St. 8,50, 10 St. à 7,95, 25 St. à 7,50, 100 St. à 6,50  
**TEKA**, 8450 Amberg, Georgenstr. 3  
Ruf: 36 26



# Personalien einer neuen „Größe“

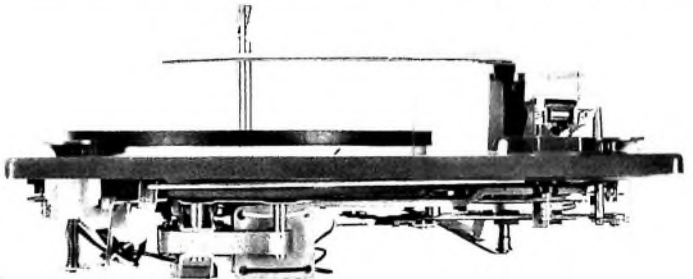


**Name:** BSR Miniwechsler UA 50

**Beschreibung:** 4 Geschwindigkeiten: 16, 33, 45 und 78 U/min. Für alle BSR Mono- oder Stereo-Kristall-Tonkapseln. Auf Wunsch mit Keramik-Stereo-Tonkapsel lieferbar. Gleichlaufschwankungen: Wow unter 0,35 % eff., Flutter unter 0,08 % eff. (Gaugmont-Kalee). Auflagekraft: 6 p - 10 p variabel. Automatische Freistellung des Reibrades in abgeschaltetem Zustand. Für 200 - 250 V / 50 Hz, 100 - 125 V / 60 Hz Netzbetrieb oder 9 V Batteriebetrieb lieferbar. Plattenstapel: 6 Platten 17-, 25- und 30 cm Durchmesser; gemischtes Abspielen von 25- und 30 cm Platten.

10020

cadat  
E.-Thilmann-Str. 56



## Besondere Kennzeichen:

Kleinsten Plattenwechsler auf dem Markt. Abmessungen nur 302 mm x 213 mm. Gesamthöhe nur 127 mm. Extrem flache Bauweise: betriebsbereit 95 mm über und 42 mm unter Einbauniveau.  
„Leichtgewicht“: 2,05 kg.

Mit seiner gedrängten Bauweise und dem geringen Gewicht ist er besonders für Phono-Koffer geeignet. In dieser Hinsicht ergänzt er das bekannte und bewährte BSR-Programm.

Technisch klare Formgebung. Zweifarbig: perigray/sepia oder schiefergrau/perigray.



## BSR (Germany) GmbH & Co

3011 Laatzen/Hannover, Münchener Straße 16, Tel.: 86 71 27/28, Telex: 09-22632