

BERLIN

# FUNK- TECHNIK

A 3109 D



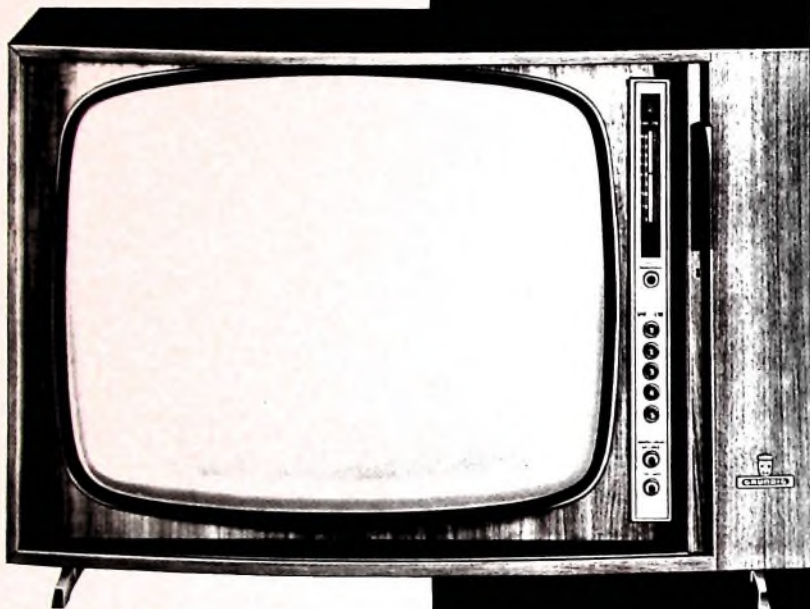
20 | 1964 +

2. OKTOBERHEFT

# Was ein

# GRUNDIG

# nicht hat!



GRUNDIG  
Zauberspiegel T 450

- Keine Einstellknöpfe auf der Seite, weil eine reine Frontbedienung übersichtlich und bequem ist.
- Keine Vielzahl von Röhren, sondern eine bewährte 9-Transistoren-Technik.
- Keine verwirrende Menge von Tasten und Reglern, sondern eine leichte Bedienung durch so wenig Knöpfe wie möglich: 3 Tasten = 3 Programme. In Grenzgebieten: 5 Tasten = 5 Programme.

Selbst was ein GRUNDIG nicht hat, spricht für ihn. Noch mehr aber was er hat! Die kinderleichte Bedienung zum Beispiel. Oder die elegante Form — im reichhaltigen GRUNDIG Programm findet jeder Ihrer Kunden für seinen Geschmack das Richtige. Oder die fortschrittliche Technik, die Ihnen die Zufriedenheit Ihrer Kunden garantiert — bei einem Minimum an Kundendienst. Disponieren Sie deshalb rechtzeitig neue GRUNDIG Zauberspiegel!

GRUNDIG

**Verleihung der VDE-Ehrenmitgliedschaft und des VDE-Ehrenringes**  
Auf der 53. VDE-Hauptversammlung in Nürnberg (28.9 bis 3.10.1964) wurde die Ehrenmitgliedschaft an Dir. I. R. Dr.-Ing. Hans Hillebrand (AEG), Prof. Dr.-Ing. E. h. Karl Küpfmüller (TH Stuttgart) sowie Dir. I. R. Dipl.-Ing. Willy Schmidt (Energieversorgung Schwaben) verliehen.

Der Ehrenring des VDE wurde verliehen an Prof. Dr.-Ing. Dr. techn. E. h. Adolf Leonhard (TH Stuttgart) und Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Hans Piloty (TH München).

**13. Deutscher Nationaler Wettbewerb der besten Tonaufnahme 1964**

Die Jury der Nationalen Entscheidung, die in Berlin unter dem Patronat der Deutschen Philips GmbH am 26. und 27. September 1964 stattfand, ermittelte folgende Hauptseieger: 1. (Hauptsteiger mono) Heinz Bluthard, Stuttgart; 2. Karl Duschek, Braunschweig; 3. Georg Schreier, Mainz; 4. Wilhelm Glückert, Mainz; 5. Carl Schütze, Hamburg; 6.

Bodo Kell, München-Pasing. Die von der Jury ermittelten fünf besten Tonaufnahmen werden zur Internationalen Ausschreibung - 24 bis 27. Oktober 1964 in Lausanne - eingereicht (S. Heft 7/1964, S. 232).

**75 Jahre Lehranstalt des Physikalischen Vereins Frankfurt**

Die Ela - Elektrotechnische Lehranstalt, seit 1961 technische Lehranstalt des Physikalischen Vereins in Frankfurt a. M. - veranstaltet anlässlich ihres 75-jährigen Jubiläums eine Festsitzung, die am 17. Oktober 1964 um 10.30 im Hause des Physikalischen Vereins Frankfurt, Robert-Mayer-Straße 2-4, stattfindet. Den Festvortrag hält Prof. Dr. Auer, Direktor des Deutschen Museums München.

**AEG-Fabrik für Industrie-Elektronik in Seligenstadt eingeweiht**

In Seligenstadt, in der Nähe von Frankfurt a. M., wurde am 17.9.1964 die 25. Fabrik der AEG offiziell eingeweiht. Zum Fabrikationsprogramm dieser neuen Fabrik gehören vor allem fünf Gebiete der Industrie-Elektronik, und zwar die industrielle Daten-

verarbeitung und numerische Steuerung, elektronische Schalt- und Steuergeräte, Photoelektronik, Fernwirktechnik sowie Halbleiter-Stromrichteranlagen und Regelleinrichtungen kleinerer Leistungen. Die Fabrik ist dem AEG-Fachbereich „Messen - Steuern - Regeln“ angegliedert, der außer in Seligenstadt noch in Fabriken in Berlin, Belecke (Möhne) und Helligenshaus bei Düsseldorf insgesamt über 6000 Mitarbeiter zählt.

**Stereo-Versuchsendungen des Hessischen Rundfunks**

Ab 1965 strahlt der Hessische Rundfunk regelmäßig stereophonische Versuchsendungen aus. Diese Sendungen, deren Zeiten noch bekanntgegeben werden, bestehen zunächst aus Musikaufnahmen.

**PAL-Vorfürhungen in Moskau und Sofia**

Vor Fachleuten verschiedener Ministerien der UdSSR und Ingenieuren des Fernsehens Moskauer führte vor kurzem der Leiter der Fernseh-Grundlagenentwicklung der Telefunken AG, Dipl.-Ing. Walter Bruch, in der sowjetischen Hauptstadt das von ihm entwickelte Farbfernsehverfahren PAL vor. Im Vordergrund der Demonstrationen stand der Nachweis der Vorzüge des PAL-Systems. Dem Moskauer-Besuch waren Farbfernsehvorführungen in Sofia vorangegangen, zu denen die OIRT eingeladen hatte.

**Elektronisches Notizbuch „EN 3“ jetzt lieferbar**

Das von Grundig bereits auf der Hannover-Messe 1964 vorgestellte elektronische Notizbuch „EN 3“ (s. Heft 11/1964, S. 403) ist ab Mitte Oktober lieferbar. Die Speicherzeit der Bandkassetten ist 2 X 22 min.

**VDE-Vorschriften „Fernmelde- und Rundfunkanlagen“**

Vor kurzem erschien die 28. Auflage der VDE-Vorschriften-Buchausgabe, Band IV, Gruppe 8 „Fernmelde- und Rundfunkanlagen“. Gegenüber der 27. Auflage sind unter anderem die Abschnitte Betriebsleistung von Empfangs-Antennenanlagen (VDE 0855, Teil 2/5.64), Ton-Rundfunk-Empfangsgeräte (VDE 0860, Teil 1/5.63), Fernseh-Rundfunk-Empfangsgeräte (VDE 0860, Teil 2/4.62), Funkender (VDE 0866/7.62), Implosionssichere Bildröhren (VDE 0868/7.63), Funkstör-Grenzwerte für Hochfrequenzgeräte (VDE 0871/5.63) und Grenzwerte der von Empfängern ausgehenden Funkstörungen (VDE 0872, Teil 1/8.63) neu aufgenommen beziehungsweise überarbeitet. Der vorliegende Band (DTN A 5, über 500 Seiten) kann vom VDE-Verlag, 1. Berlin 12, zum Preis von 26 DM bezogen werden.



**AUS DEM INHALT**

2. OKTOBERHEFT 1964

FT-Kurznachrichten ..... 723

Entwicklungsstendenzen des UKW-Amateurfunks ..... 727

„Music Power“ und „Power Bandwidth“, zwei Begriffe aus der HI-FI-Technik ... 728

Temperaturkompensation bei Siliziumtransistoren ..... 731

Persönliches ..... 732

Grundlagen der induktiven Nachrichtenübertragung ..... 733

Produktion und Absatz von Rundfunk- und Fernsehgeräten ..... 734

„HI-FIX“ — ein genaues Funk-Navigations- und Vermessungssystem ..... 735

Elektronik für Jedermann und etwas Fachelektronik auf der Deutschen Industrieausstellung Berlin 1964 ..... 737

Schallplatten für den HI-FI-Freund ..... 740

Für den KW-Amateur

2-m-Transceiver „HW-20“ ..... 743

Internationales Mobil Diplom ..... 745

Für den Modellbauer

Elektronische Bausteine für Modelleisenbahnen ..... 748

Für die Werkstatt

Tips für die Autoradioentstörung ..... 750

Service an Stereo-Decodern ..... 752

Für den jungen Techniker

FM-Demodulatoren ..... 755

Unser Titelbild: Zur Herstellung von Testbändern für die Justage und Prüfung ihrer Tonbandgeräte hat die Telefunken AG einen Automaten entwickelt. Dabel werden von einem Lochstreifengesteuerten Frequenzgenerator über einen Regelverstärker die Prüffrequenzen einem „Magnetophon 24“ zugeführt. Das im Bild dargestellte anschließende Druckwerk versieht jeweils den Anfang einer neuen Frequenzaufzeichnung auf dem Tonband mit einer Farbmarkierung. Aufnahme: telefunkenbild

Aufnahmen: Verleger, Warkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verleger. Seiten 722, 724-726, 739, 742, 746, 747, 749, 751, 753 und 759-760 ohne redaktionellen Teil

**Rundfunk-Stereophonie**

**NDR**

Hamburg (87,6 MHz)

17. 10. 1964, 18.00—18.30 Uhr  
Opernkonzert

21. 10. 1964, 16.00—16.30 Uhr  
Sinfonische Musik

24. 10. 1964, 18.00—18.30 Uhr  
Jazzkonzert

Versuchsendungen montags bis  
sonnabends 13.30—15.00 Uhr

Hannover (95,9 MHz)

17. 10. 1964, 18.00—18.30 Uhr  
Balladmusik

21. 10. 1964, 16.00—16.30 Uhr  
Unterhaltungsmusik

24. 10. 1964, 18.00—18.30 Uhr  
Klavierkonzert

28. 10. 1964, 16.00—16.30 Uhr  
Operettenkonzert

31. 10. 1964, 18.00—18.30 Uhr  
Violinkonzert

Versuchsendungen montags bis  
sonnabends 13.30—15.00 Uhr

**SFB**

16. 10. 1964 (92,4 MHz)  
19.35—21.50 Uhr  
Opernkonzert

16. 10. 1964 (92,4 MHz)  
22.15—23.00 Uhr  
Jazzkonzert

17. 10. 1964 (88,75 MHz)  
00.05—01.00 Uhr  
Jazzkonzert

18. 10. 1964 (92,4 MHz)  
19.30—21.00 Uhr  
Orchesterkonzert

21. 10. 1964 (88,75 MHz)  
20.05—21.00 Uhr  
Operettenkonzert

22. 10. 1964 (92,4 MHz)  
20.00—21.15 Uhr  
Podium-Diskussion

24. 10. 1964 (88,75 MHz)  
21.05—21.45 Uhr  
Jazzkonzert

28. 10. 1964 (88,75 MHz)  
21.00—22.00 Uhr  
Operettenkonzert

30. 10. 1964 (92,4 MHz)  
19.35—21.45 Uhr  
Feststoff (Oper)

31. 10. 1964 (88,75 MHz)  
21.30—22.00 Uhr  
Jazzkonzert

Versuchsendungen montags bis  
freitags 17.00—18.00 Uhr sowie an  
jedem 1. Sonntag im Monat  
17.00—18.00 Uhr (96,3 MHz)

**SR (95,5 MHz)**

18. 10. 1964, 23.00—24.00 Uhr  
Orchesterkonzert

25. 10. 1964, 23.00—24.00 Uhr  
Orchesterkonzert

Versuchsendungen montags bis  
freitags 17.00—17.45 Uhr, sonn-  
abends 11.00—12.00 Uhr

**WDR**

Langenberg (99,2 MHz), Münster  
(89,7 MHz), Nordhella (98,1 MHz),  
Teutoburger Wald (97,0 MHz)

17. 10. 1964, 18.00—19.30 Uhr  
Forum der Musik

18. 10. 1964, 20.00—20.45 Uhr  
Der Feuervogel (Ballad)

18. 10. 1964, 20.45—21.45 Uhr  
Unterhaltungsmusik

25. 10. 1964, 20.00—21.50 Uhr  
Sinfoniekonzert

Versuchsendungen montags bis  
freitags 17.30—18.30 Uhr, sonn-  
abends 10.45—11.45 Uhr

Stereo-Testfrequenzsendungen zum  
Decodierabgleich montags bis sonn-  
abends 9.00—9.30 Uhr



Sie  
kauft ein  
**NATIONAL**  
Gerät . . . \*

## NATIONAL

\* RQ-115

Batteriebetriebenes, tragbares Tonband- und Diktiergerät mit großem Klangumfang  
Ausgangsleistung 700 mW  
Zwei Standard-Bandgeschwindigkeiten:  
9,6 und 4,75 cm/sec.  
Maxim. Spieldauer je Band 90 Minuten  
(bei Dreifachband und 4,75 cm/sec.)  
Hochempfindliches Mikrophon mit Start-Stop-  
Taste. Abmessungen: 19,6 x 6,3 x 18,2 cm.)



**. . . weil Form und Qualität  
hervorragend sind!**

NATIONAL-Geräte bringen Ihnen gute Umsätze. Unter dem Namen NATIONAL sind die Produkte von Matsushita Electric jetzt auch in Deutschland bekannt geworden. NATIONAL-Geräte verkaufen sich gut, denn sie bringen alle Voraussetzungen für ein erfolgreiches Verkaufsgespräch mit. Die technische Ausstattung ist hervorragend. Und für die Qualität garantiert der Name des größten Radioherstellers der Welt.

Japans größter Hersteller für Fernseh-, Rundfunk- und Elektrogeräte

# MATSUSHITA ELECTRIC

JAPAN

Generalvertretung für Deutschland: TRANSONIC Elektrohandels-ges. m. b. H. & Co., Hamburg 1, Schillinskystraße 22, Ruf 24 52 82, Telex 02-13418 · HEINRICH ALLES KG, Frankfurt/M. · Mannheim, Siegen, Kassel · BERRANG & CORNEHL, Dortmund, Wuppertal-Elberfeld, Bielefeld · HERBERT HOLDS, Hamburg, Lübeck · KLEINE-ERFKAMP & Co., Köln, Düsseldorf, Aachen · LEHNER & KOCHENMEISTER KG, Stuttgart · MUFAG GROSSHANDELS GmbH, Hannover, Braunschweig, WILH. NAGEL OHG, Karlsruhe, Freiburg/Breisgau, Mannheim · GEBRODER SIE, Bremen · SCHNEIDER-OPEL, Berlin SW-81, Wolfenbüttel, Marburg/Lahn · GEBRODER WEILER, Nürnberg, Bamberg, Regensburg, Würzburg, München, Augsburg, Landshut

Generalvertretung für die Schweiz: John Ley, Luzern, Himmelreichstr. 6, Telefon (041) 344 55 · Generalvertretung für Österreich: A. Weiner GmbH, Wien 7, Karl-Schwalhofer-Gasse 12, Telefon 93 52 29





„Sie können mehr von Ihren Platten hören!“ Unter diesem Leitsatz steht die neue Dual-Werbekampagne. Sie wendet sich an Ihre Kunden von morgen. Mit 150 Millionen Appellen in Zeitschriften. Mit 119 Millionen Appellen im Werbefernsehen. Und alle werden erfahren: Dual Plattenspieler sind Spitzenerzeugnisse der Phontechnik.

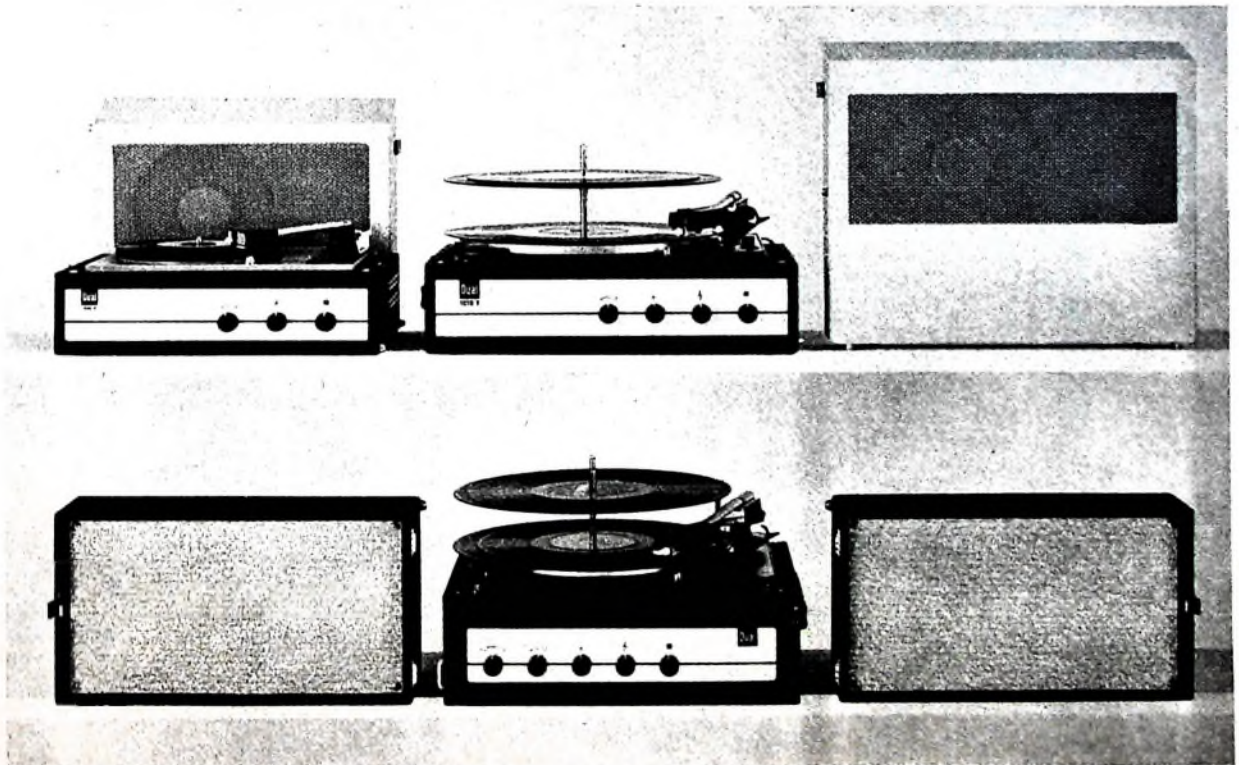
# Dual

## Dual - immer ein sicheres Geschäft!

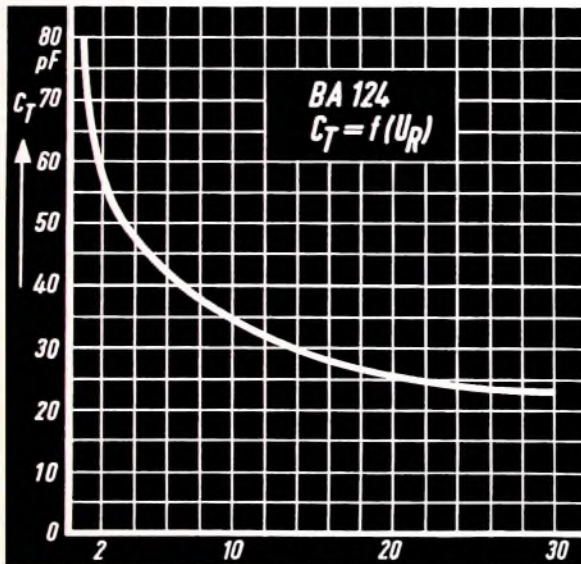
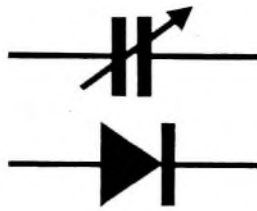
Dual Phonogeräte sind immer ein sicheres Geschäft: vom einfachen Plattenspieler Dual party 400 über den Plattenwechsler Dual party 1010 V bis zur kompletten Koffer-Stereo-Anlage Dual party 1011 V 26.

Jeder Dual besitzt jetzt den neuen besonders leichten und verwindungssteifen Metallrohr-Tonarm. Doch die Marke Dual verbürgt noch mehr: einfache und präzise Mechanik, vollendete Tonwiedergabe und bildschönes Aussehen.

Man fragt nach Dual Phonogeräten. Für Sie bedeutet das: rechtzeitig disponieren - denn Dual ist immer ein sicheres Geschäft. Prospekte erhalten Sie direkt von Dual Gebrüder Steidinger 7742 St. Georgen/Schwarzwald



**Zum guten Ton gehört Dual**



# TELEFUNKEN



## Silizium-Kapazitätsvariationsdiode BA 124

Die Silizium-Kapazitätsvariationsdiode BA 124 ist durch ihren Kapazitätsverlauf und durch ihre Kapazität von  $55 \text{ pF} \pm 10 \text{ pF}$  bei  $-2 \text{ V}$  besonders geeignet für den Einsatz in Nachstimm-schaltungen transistorisierter UKW-Empfänger. Durch fertigungstechnische Maßnahmen kann der Verlustwiderstand sehr klein gehalten werden, so daß der angeschaltete Kreis nur wenig bedämpft wird.

Wir senden Ihnen gerne Druckschriften mit technischen Daten.

TELEFUNKEN Aktiengesellschaft  
Fachunterbereich Halbleiter — Vertrieb  
7100 Heilbronn 2 · Theresienstraße 2

Chefredakteur: WILHELM RÖTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Entwicklungstendenzen des UKW-Amateurfunks

Wie der KW-Amateur, so ist auch der UKW-Amateur bemüht, möglichst große Entfernungen zu überbrücken. Was sie beide „DX-Arbeit“ zu nennen pflegen, ist eine hohe Schule der Betriebstechnik. Während aber der KW-Amateur fast ununterbrochen auf einem der ihm zur Verfügung stehenden Bänder im Frequenzbereich 3...30 MHz auf ein weltweites Angebot an Gegenstationen zurückgreifen kann, muß der UKW-Amateur ständig mit den reichweitenbegrenzenden Einflüssen der Troposphäre im Intervall 144...1300 MHz kämpfen. In dem Bewußtsein, daß die vor noch nicht allzu langer Zeit vertretene Meinung, die ultrakurzen Wellen reichen nicht viel weiter als die optische Sicht der Antenne, endgültig zu den Akten zu legen ist, befindet sich der UKW-Amateur stets in einer technologischen Grenzsituation. Er nutzt noch Signalstärken, die unter dem Rauschen des Empfangssystems liegen.

Zweifelsohne ist es eine Auswirkung des so sehr gehobenen Lebensstandards unserer Gesellschaft, daß die Telegrafie, die den UKW-Amateuren in den ersten Nachkriegsjahren die schönsten Früchte der DX-Arbeit in den Schoß fallen ließ, in den Geruch geriet, veraltet zu sein, und durch die Amplitudenmodulation ersetzt wurde. Die Betriebstechnik stagnierte. Eine entscheidende Wende in der Entwicklung trat ein, als während des internationalen Geophysikalischen Jahres im europäischen Raum die ersten UKW-DX-Verbindungen über Nordlichtreflexionen zustande kamen. Diese Aurora-OSO's sind nur in Telegrafie möglich. Von Deutschland aus wurden auf 145 MHz Stationen in England, Wales, Schottland, Dänemark, Norwegen, Schweden, Polen, Estland und der Tschechoslowakei erreicht oder gehört. Aus einer Handvoll Aurora-Spezialisten hat sich eine umfangreiche Gruppe gebildet, die praktisch kontinuierlich den Bereich 144...146 MHz abhört, wobei ihr nach Nord strahlende Bakensender wichtige Anhaltspunkte liefern.

Schon der Laie muß vermuten, daß solch eine anomale Technik wie zum Beispiel die Ausnutzung von Nordlichtreflexionen gestiegerte Anforderungen an die Qualität der verwendeten Sende- und Empfangsapparaturen stellt. In diese Phase der Entwicklung fiel der Durchbruch zum grenzempfindlichen Empfänger mit Kaskadeneingang, quarzkontrolliertem Oszillator und einer Rauschzahl um 2 kT<sub>0</sub>, Richtantennen mit Gewinnen um 10...15 dB wurden ebenso Allgemeingut wie quarzkontrollierte Sender mit Ausgangsleistungen um 100 W. Mit derartigen Ausrüstungen wurden dann auch im 2-m-Band Meteorscatter-Versuche erfolgreich unternommen, die in Deutschland insbesondere Herbstforciert hat, deren Stationen in anderen Ländern, solche in Ungarn, Bulgarien, Estland und Rußland erreichte.

Ein vollgültiger Ersatz für die leider in Verrut geratene Telegrafie ist die Einseitenbandtechnik, der in Deutschland der amerikanische UKW-Amateur Drummond zum Durchbruch verholfen hat. Die technischen Voraussetzungen sind immens hoch, wenn man dem vollkommenen Selbstbau das Wort redet. Aber gerade im Bereich der UKW-SSB-Technik sind der Selbstbau und käuflich zu erwerbende Geräte eine Synthese eingegangen, die unbegreifenswert ist. Im allgemeinen ist es so, daß der UKW-Amateur auf ein kommerziell gefertigtes SSB-Gerät zurückgreift, das auf 14 oder 28 MHz arbeitet, und dann auf die gewünschte Ausgangsfrequenz hochmischt, wobei er zugleich bemüht ist, das Prinzip des Transceivers nicht zu verlassen. Die SSB-Technik hat die UKW-Geräteentwicklung außerordentlich befruchtet. Extrem frequenzstabile Empfänger mit Produkt-detektor und stabile Linearverstärker im Sender sind das Leitbild jedes UKW-Amateurs, der erkannt hat, daß erforderliche Bandbreite, Leistungsbilanz und Betriebstechnik genau das sind, was man verlangen muß. Über Entfernungen, die sonst nur in Telegrafie sicher zu überbrücken wären, macht man Fernsprechen im Sinne echter Unterhaltung. Es ist, als wenn man am runden Tisch säße: Niemand kann Monologe pflegen; man kann sich, im guten Sinne, jederzeit ins Wort fallen und auf

diese Weise in einen bestimmten Zeitraum eine Fülle von Information zwingen wie in keiner anderen Betriebsart zuvor. Der UKW-SSB-Technik gehört bestimmt die Zukunft, wenn es sich darum handelt, den UKW-Amateurfunk über Distanzen von bis zu 1000 km als sicheres Kommunikationsmittel einzusetzen. Trotz der Möglichkeit, auf dem Markt befindliche SSB-Geräte zu benutzen — und es gibt schon komplette UKW-SSB-Geräte — wird der schöpferische Drang nach Selbstbeteiligung im Selbstbau nicht untergehen. Alles spricht dafür, daß er just in der SSB-Technik die schönsten Früchte tragen wird. Laufs und Krahe haben auf diesem Sektor Vorzügliches geleistet, und in ihre Fußstapfen werden nach viele UKW-Amateure treten.

Schon vor Jahren haben amerikanische UKW-Amateure den Mond als passiven Reflektor verwendet und auf 1300 MHz eine Verbindung zwischen West- und Ostküste zustande gebracht. In der jüngsten Vergangenheit hat Pettengill ein kommerzielles Radioteleskop in den Dienst dieser Erde-Mond-Erde-Technik stellen können. Auf 433 MHz kamen Verbindungen zwischen Puerto Rico auf der einen und Nordamerika, England und der Schweiz auf der anderen Seite zustande. Auf 145 MHz wurde auch Deutschland erreicht. Diese spektakulären Ergebnisse, einseitig mit einem 300-m-Parabolspiegel erzielt, können nicht darüber hinwegtäuschen, daß die amateurmäßige Beherrschung der EME-Technik durchaus noch nicht erreicht ist. Um den UKW-Amateurfunk weltweit wirksam werden zu lassen, wird sie weiter verfolgt werden, und hier liegt der Akzent auf der Entwicklung parametrischer Verstärker für 433 und 1300 MHz und sehr scharf bündelnder Richtantennen. Die EME-Technik ist ein wichtiges Zukunftsziel. Es bedarf aber noch intensivster Arbeit, sie diesseits der Grenze darzustellen, die die Gefilde zum Nichtamateurmäßigen, rein Kommerziellen absteckt.

Die Welt horchte auf, als die USA Amateursatelliten in Umlaufbahnen schossen. Nach im Laufe dieses Jahres wird der dritte „Oscar“ gestartet werden. Es wird sich um einen aktiven Umsetzer handeln, der beliebige Betriebsarten auf rund 144 MHz empfängt und auf rund 146 MHz wieder abstrahlt. Auf diese Weise können UKW-Amateurstationen miteinander in Verbindung kommen, die 3000...4000 km voneinander entfernt sind. Auch in Europa werden Amateursatelliten entwickelt; in Zusammenarbeit mit der Technischen Hochschule Lausanne entsteht beispielsweise zur Zeit in Deutschland der erste „Euscar“. Lennartz leitet die Entwicklung dieses Satelliten, der wissenschaftliche Daten sammeln, codieren und so abstrahlen wird, daß UKW-Amateure sie registrieren und verstehen können. Der amateurmäßige Satellitenfunk stellt unter anderem ganz besondere Anforderungen an die Nachführungstechnik der Richtantennen.

Der UKW-Amateurfunk ist längst den Kinderschuhen entwachsen. In altemberaubendem Tempo hat er die Bereiche des Dilettantismus verlassen und einen Standard der Gerätechnik erreicht, der der kommerziellen Technik dicht auf den Fersen bleibt. Halbleiter haben an vielen Stellen Röhren verdrängt; Konverter mit Transistoren und höchster Empfindlichkeit — selbst für Frequenzen um 1300 MHz — beginnen, etwas Alltägliches zu werden. Teiltransistorisierte Sender hoher Ausgangsleistung sowie volltransistorisierte Sender geringer Ausgangsleistung nehmen an Verbreitung ständig zu. Unaufhaltsam strebt der UKW-Amateurfunk Empfängern mit Halbleitereingängen zu, die auf 145, 433, 1300 und 2400 MHz höchste Empfindlichkeiten gewährleisten, Sendern mit Leitungskreisen in der Endstufe, die 150...200 W HF abgeben, und Antennen mit Gewinnen von 15...20 dB, die in Azimut und Elevation fernsteuerbar sind. Der Drang zur globalen Kommunikation wird noch stärker werden, und Telegrafie und SSB werden über Aurora-Reflexionen, Meteorscatter, aktive und passive Satelliten mehr und mehr auch den UHF- und SHF-Bereich erschließen.

K. G. Lickfeld, DL 3 FM

# „Music Power“ und „Power Bandwidth“, zwei Begriffe aus der Hi-Fi-Technik

In den letzten Jahren hat sich, von den USA ausgehend, das Gebiet der Musikwiedergabe hoher Übertragungsqualität in Wohnräumen, die High-Fidelity-Technik, sowohl technisch als auch auf dem Markt stark ausgedehnt. Dabei sind dem Interessenten bei Vergleichen und beim Ordnen der angebotenen Geräte die zwei oben genannten ebenfalls aus den USA stammenden Begriffe in Prospekten, Beschreibungen und Testberichten aufgefallen. Music Power und Power Bandwidth kann man zwar in die deutsche Sprache übersetzen; sie haben aber kein schon definiertes Gegenstück, wie zum Beispiel Harmonic Distortion und Klirrfaktor, sondern man muß die Originaldefinition übernehmen. Die beiden neuen Begriffe, die die Ausgangsleistung von NF-Leistungsverstärkern betreffen, können nur im Zusammenhang mit der bereits in Deutschland üblichen Sinus-Dauer-ton-Leistung betrachtet werden. Außerdem sind zwei weitere Begriffe zu berücksichtigen, die ebenfalls mit ihrer Übersetzung in der folgenden Zusammenstellung enthalten sind:

- Continuous Power Output  
= Sinus-Dauer-ton-Leistung
- Peak (Cont.) Power Output  
= Spitzen-(Dauer-ton-)Leistung
- Music Power Output  
= Musik-Leistung
- Peak Music Power Output  
= Spitzen-Musik-Leistung
- Power Bandwidth  
= Leistungsbandbreite

## 1. Allgemeines

Alle diese Begriffe beschreiben die Beziehungen zwischen der Ausgangsleistung  $P$  (in W), dem Klirrfaktor  $k$  (in %) und der Frequenz  $f$  (in Hz oder kHz). Ihnen liegt die gleiche, nachstehend beschriebene Meßmethode, jedoch unter verschiedenen zusätzlichen Bedingungen zugrunde:

- a) Die Messung erfolgt unter Normalbedingungen bezüglich Netzspannung, Umgebungstemperatur usw.
- b) Das Meßsignal ist sinusförmig (Einton-signal); bei Stereo-Geräten werden beide Kanäle gleichzeitig mit dem gleichem Signal betrieben; Messungen bei nur einer Frequenz werden mit 1000 Hz durchgeführt.
- c) Der Lastwiderstand  $R$  (in Ohm) ist reell und so groß wie der Nennscheinwiderstand des anzuschließenden Lautsprechers.
- d) Die Leistung wird im allgemeinen aus der am Belastungswiderstand gemessenen Spannung  $U$  (in V) nach  $P = U^2/R$  berechnet.
- e) Der Klirrfaktor wird nach DIN 45 403 Blatt 2 (1) gemessen. Dabei ist zu beachten, daß man bei der Methode der Ausfaltung der Grundwelle nicht den bei Aussteuerung ansteigenden Brumm mitmißt und so den Klirrfaktor verschlechtert oder bei der Suchtonmethode durch Nichtberücksichtigung von Klirrfaktoren höherer Ordnung einen zu guten Wert erhält.

Es sei noch erwähnt, daß die in dieser Arbeit benutzten Definitionen und Meß-

methoden nicht den DIN-Vorschriften widersprechen, aber in einigen Fällen darüber hinausgehen.

## 2. Sinus-Dauer-ton-Leistung

Die Sinus-Dauer-ton-Leistung (Sinus-Leistung, Continuous Power Output, Steady State Power Output) ist die bisher in Deutschland übliche Art der Beschreibung der Ausgangsleistung. Die Messung ist einfach, weil dabei im Gegensatz zu später beschriebenen Verfahren keine Einflüsse von kurzer Dauer berücksichtigt werden müssen. Die Aussteuerung durch die Sinus-Leistung stellt eine brauchbare, jedoch grobe Annäherung an die tatsächlich bei Musikwiedergabe herrschenden Verhältnisse dar, weil die nichtstationären Vorgänge und die damit zusammenhängenden Pegelschwankungen nicht nachgebildet werden. Zur Ermittlung der Sinus-Leistung nimmt man den Klirrfaktor in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung auf, deren Berechnung der Effektivwert der Ausgangsspannung zugrunde liegt. Im allgemeinen reicht eine Kurve für 1 kHz aus, sie kann jedoch durch Messungen bei 40 Hz oder 80 Hz und 12,5 kHz oder 16 kHz ergänzt werden.

Die Sinus-Leistung ist die dem Nennklirrfaktor entsprechende Leistung, die praktisch beliebig lange entnommen werden darf. In amerikanischen und englischen Meßvorschriften [2], [3] wird gefordert, daß die Leistung mindestens 30 s lang abgegeben werden muß, in dem Leistungsverstärker (für Ela-Anlagen) betreffenden DIN-Blatt [4] dagegen 10 min. Dadurch werden Meßwertverfälschungen durch allzu kurze Meßdauer vermieden, die hauptsächlich durch die im signallosen Zustand sich höher aufladenden Netzteil-kondensatoren verursacht werden könnten. Wesentliche Beeinflussungen der Übertragungseigenschaften durch die bei noch längerer Betriebsdauer auch weiter ansteigende Temperatur werden nicht berücksichtigt, da dies auf Grund des Gerätekonzeptes vermieden werden sollte.

Wenn, wie unter b) im Abschnitt 1 gefordert, bei Stereo-Verstärkern beide Kanäle mit dem gleichem Signal gespeist werden, entspricht die erreichbare monophone Leistung der doppelten Leistung eines Kanals. Leider entsteht dadurch Verwirrung, daß in manchen Prospekten die Ausgangsleistung bei Betrieb nur eines Kanals angegeben wird. Je nach der Nachgiebigkeit des Netzteils liegt dann die monophone Leistung mehr oder weniger unter dem Doppelten dieses Wertes.

## 3. Spitzen-Leistung

Die physikalische Bedeutung der Spitzen-Leistung (Spitzen-Dauer-ton-Leistung, Peak Power) wird dadurch stark abgewertet, daß sie durch Verdoppeln der Sinus-Leistung ausreichend genau errechnet werden kann. Wegen des sinusförmigen Meßsignals steht die Spitzen-Leistung im gleichen Verhältnis zur Sinus-Leistung wie der Spitzenwert zum Effektivwert der Spannung. Der Unterschied besteht nur darin, daß bei der Spannung als linearer Größe der Umrechnungsfaktor 1,4, bei der Leistung als quadratischer Größe  $1,4^2 = 2$  ist.

Genaugenommen ist der Spitzenwert der Spannung oder Leistung die charakteristische Größe für den Einsatz der Übersteuerung eines Verstärkers sowohl bei Sinus-Meßtönen als auch bei Musik. Wegen des größeren Scheitelfaktors bei Musik kann der größere Spitzen-Leistung allerdings nur sehr gering über dem Doppelten der Sinus-Leistung liegen, weil mit einem unregelmäßigen Netzteil bei Musikwiedergabe die Spannungen weniger absinken.

Obwohl also die Spitzenwerte die primären Größen sind, werden sie im allgemeinen durch die Effektivwerte der entsprechenden Sinusgrößen ersetzt. Die Spitzen-Leistung hat also keinen Aussagewert über die Sinus-Leistung hinaus. Deshalb wird sie auch nicht speziell gemessen, sondern aus dieser durch Verdoppeln errechnet. In den einschlägigen Meßvorschriften wird die Spitzen-Leistung nicht erwähnt, dagegen häufiger in Prospekten und technischen Daten von Verstärkern. Es hat den Anschein, als hätten die Spitzen-Leistungs-Angaben dort keinen technischen Grund, sondern würden hauptsächlich - besonders für den Nichtfachmann eindrucksvoll - einen möglichst großen Zahlenwert für die Leistungsangabe erlauben.

## 4. Musik-Leistung

Die Musik-Leistung (Music Power Output, Music Power) ist in der IHFM-Publikation A-200 unter Punkt 2.1.22 definiert [2]. Da es bisher noch keinen entsprechenden deutschen Begriff gab, soll zunächst die Übersetzung der Definition zitiert werden: „Musik-Leistung ist die größte Eintont-leistung, die, ohne den Nennklirrfaktor zu überschreiten, unter Standard-Prüfbedingungen erreicht werden kann, mit der Ausnahme, daß die Messung unmittelbar nach dem plötzlichen Anlegen des Signals während einer so kurzen Zeit durchgeführt wird, daß die Versorgungsspannungen des Verstärkers nicht von ihrem „Ohne-Signal-Wert“ abgewichen sind“.

Die Versorgungsspannungen sinken nämlich bei den meistens üblichen AB- und B-Endstufen bei der durch die Aussteuerung erfolgenden Belastung wegen des Innenwiderstandes des Netzteils ab.

Für Lautsprecher ist dieser Begriff nicht definiert. Dort gibt es neben der Sinus-Dauer-ton-Belastbarkeit die nach DIN 45 573 Bl. 2 definierte Nennbelastbarkeit und die sogenannte Belastbarkeit mit Programm-material, auf die jedoch jetzt nicht näher eingegangen werden soll.

Entsprechend der Definition kann die Musik-Leistung bei der praktischen Musikwiedergabe unmittelbar nach einer Pause während eines sehr kurzen Zeitraumes erreicht werden, dessen Länge weitgehend von der in den Netzteilkondensatoren gespeicherten Ladung abhängt. Manchmal kommt dieser Pegelverlauf in der Musik vor, im allgemeinen jedoch beginnen Leistungsspitzen nicht aus Pausen heraus, sondern aus einem mittleren Pegel. Dann ist die bei einem bestimmten Klirrfaktor erreichbare Leistung geringer, weil die Versorgungsspannungen nicht mehr den „Ohne-Signal-Wert“ hatten, sondern tiefer lagen.



Die höchste erreichbare Ausgangsleistung für Aussteuerungsspitzen kurzer Dauer liegt also zwischen der Musik-Leistung und der Sinus-Leistung, je nachdem, welcher Aussteuerungszustand beim Auftreten der Spitzen herrscht. Man verwendet diese beiden (sozusagen Grenzwerte darstellenden) Begriffe deshalb, weil sie eine physikalisch und meßtechnisch vernünftige Vereinfachung sind. Der effektive Leistungsinhalt von Musik, der beispielsweise für thermische Probleme der Endstufe oder der Lautsprecher maßgebend ist, liegt weit unter der Musik-Leistung und, abgesehen von einigen Sonderfällen, auch weit unter der Sinus-Leistung.

Der technische Sinn der Musik-Leistungs-Angabe wird leider dadurch stark abgewertet, daß man oft den Eindruck hat, als diene sie, wie die Angabe der Spitzen-Leistung, nur dazu, publikumswirksamere höhere Zahlenwerte bei der Leistungsangabe zu erhalten. In den USA hatten sich die Hersteller von Verstärkern offenbar geeinigt, bei einer einzigen Leistungsangabe, die auch zur Klassifizierung der Geräte benutzt werden sollte, die Musik-Leistung anzuwenden. Beim Vergleich dieser Werte mit den konservativen Sinus-Leistungs-Angaben der europäischen Verstärker ergibt sich ein völlig falsches Bild, wenn man diesen Umstand außer acht läßt.

Noch größer wurde die Verwirrung, als auch einige europäische Hersteller, hauptsächlich aus Exportgründen, ihre Verstärker nach der Musik-Leistung klassifizierten. Wenn man bei den Röhrengeräten die Musik-Leistung als einzige Leistungsangabe wenigstens noch einigermaßen begründen konnte, so hat dies bei den Transistorverstärkern weitgehend den Sinn verloren, weil bei den dabei heute üblichen B-Endstufen je nach Netzteil das Verhältnis zwischen Musik-Leistung und Sinus-Leistung zwischen 1:1 und 2:1 liegen kann.

Als Charakteristikum für die Ausgangsleistung und die danach erfolgende Klassifizierung der Verstärker sollte die Sinus-Leistung dienen und allein oder doch an erster Stelle angegeben werden. Als Ergänzung dazu ist die Musik-Leistung sinnvoll. Von zwei Verstärkern gleicher Sinus-Leistung kann man von dem mit der größeren Musik-Leistung bei Musikwiedergabe besonders mit Dynamikspitzen eine höhere Lautstärke bei gleichen Verzerrungen erwarten, das heißt, eine möglichst große Differenz zwischen den beiden Werten ist günstig. Bei gleicher Musik-Leistung ist dagegen der Verstärker mit der geringeren Differenz, also mit der größeren Sinus-Leistung vorzuziehen. Geräte mit regeltem Netzteil haben gleiche Werte für beide Leistungsangaben, weil bei diesen in allen Betriebszuständen die Versorgungsspannungen konstantgehalten werden.

Im Gegensatz zu vielen elektroakustischen Eigenschaften, aus deren Definition sich leicht die prinzipielle Meßmethode ableiten läßt, muß man bei der Messung der Musik-Leistung spezielle Vorkehrungen treffen, um den zu messenden nur sehr kurzzeitigen Zustand so zu verlängern, daß die relativ langwierige Bestimmung des Klirrfaktors bei verschiedenen Leistungen möglich ist. Eine direkte Beobachtung der Meßwerte mit einem Oszillografen ist zwar denkbar, aber die praktische Ausführung ist schwierig und ungenau. Bei der in der Praxis üblichen Meßmethode werden die beim Einschalten des

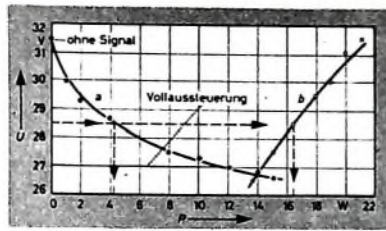


Bild 1. Die (abgesauknete) Versorgungsspannung  $U$  als Funktion der abgenommenen Leistung  $P$  (Sinus-Leistung)

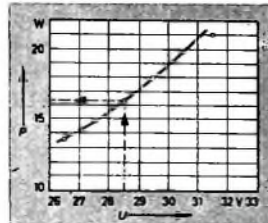


Bild 2. Die entnehmbare Leistung  $P$  als Funktion der mit zusätzlichen Mitteln konstantgehaltenen Versorgungsspannung  $U$  (entspricht der Musik-Leistung, die bei der jeweils am Originalnetzteil stehenden Spannung möglich wäre)

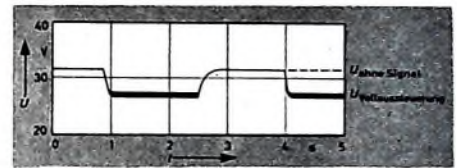


Bild 3. Die Versorgungsspannung  $U$  als Funktion der Zeit  $t$  nach dem Einschalten eines Vollaussteuerung ergebenden Sinussignals

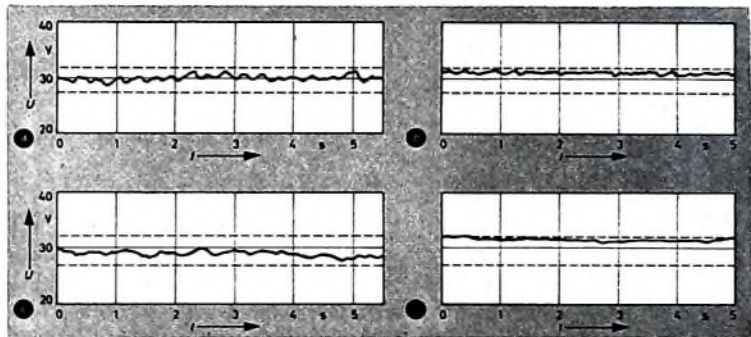


Bild 4. Die Versorgungsspannung  $U$  als Funktion der Zeit  $t$  bei Musikwiedergabe (Jazz und klassische Orchestermusik). Man sieht, daß die Musik-Leistung nicht erhalten werden könnte, weil der „Ohne-Signal-Wert“ nur selten erreicht wird. Bei einem Mittelwert von beispielsweise 28,5 V kann man mit Hilfe der Bilder 1 und 2 schließen, daß die effektive Leistung der Musik etwa 4 W ist und davon ausgehend die auftretenden Spitzen nur 16,5 W Musik-Leistung entsprechen dürfen (gegenüber maximal 21 W)

Meßsignals abfallenden Versorgungsspannungen durch zusätzliche Stromquellen wieder auf den zuvor gemessenen „Ohne-Signal-Wert“ gebracht, das Signal und damit die Ausgangsleistung wird schrittweise vergrößert und der Klirrfaktor gemessen. Die beim Nennklirrfaktor erreichte Ausgangsleistung entspricht dann der Musik-Leistung. Bezüglich der Frequenz gilt das gleiche wie bei der Sinus-Leistung. Bei dieser Messung muß man darauf achten, daß der Prüfling nicht thermisch überlastet wird. Deshalb sollte man sie besonders bei Transistorverstärkern so schnell wie möglich unter Beobachtung der Temperatur durchführen.

Anders als bei der Bestimmung der Sinus-Leistung ist es hierbei gleichgültig, ob man bei Stereo-Geräten einen oder beide Kanäle betreibt, weil der Einfluß des zweiten Kanals auf den zu messenden in dem Absinken der Versorgungsspannungen wegen der zusätzlichen Belastung besteht und dies ja wieder ausgeglichen wird. Bei Musikwiedergabe allerdings ist die Zeit, während der die Musik-Leistung erhalten werden kann, bei Aussteuerung

von nur einem Kanal länger als bei der Aussteuerung beider Kanäle. Die Bilder 1 bis 4 erläutern die beschriebenen Vorgänge. Da die in den Bildern dargestellten Meßergebnisse an demselben Gerät ermittelt sind, kann man sie unmittelbar miteinander vergleichen.

### 5. Spitzen-Musik-Leistung

In Analogie zur Spitzen-Leistung, die, wie oben erläutert, durch einfaches Verdoppeln der Sinus-Leistung errechnet wird, ist auch eine Spitzen-Musik-Leistung (Peak Music Power Output) denkbar, die den höchsten Aussteuerungswert kennzeichnet, hier aber exakt durch Verdoppeln der

Bild 2. Die entnehmbare Leistung  $P$  als Funktion der mit zusätzlichen Mitteln konstantgehaltenen Versorgungsspannung  $U$  (entspricht der Musik-Leistung, die bei der jeweils am Originalnetzteil stehenden Spannung möglich wäre)

Musik-Leistung errechnet werden kann. Dadurch sagt dieser Wert über die Angabe der Musik-Leistung hinaus nichts aus und wird in der Praxis hauptsächlich als Propagandawert verwendet.

### 6. Leistungsbandbreite

In den Abschnitten 2. bis 5. wurden die verschiedenen Arten der Leistungsangabe behandelt, die für einen bestimmten Frequenzbereich und Klirrfaktor gelten. Die Leistungsbandbreite (Power Bandwidth) dagegen benutzt eine andere Kombination derselben Größen und gibt einen Frequenzbereich (in Hz oder kHz) an, in dem bestimmte Werte des Klirrfaktors und der Sinus-Leistung gelten, deren Verwendung in diesem Zusammenhang auch gegen die alleinige Angabe der Musik-Leistung spricht. Zunächst soll die freie Übersetzung der Definition der Leistungsbandbreite [2] zitiert werden:

„Die Leistungsbandbreite gibt die tiefste und höchste Frequenz an, für die der Gesamtklirrfaktor, gemessen 3 dB unter der Nennleistung (Sinus-Dauerleistung), gleich dem Nennklirrfaktor ist.“

Die Zusammenhänge zwischen der Leistungsangabe und der Frequenzangabe werden klar, wenn man für die verschiedenen Frequenzen und Sinus-Leistungen den Klirrfaktor mißt. Tab. I enthält als Beispiel entsprechende Meßwerte, die im Bild 5 in Form eines Klirrfaktorreliefs dreidimensional dargestellt sind. An Hand dieser Angaben kann man leicht die

zur Charakterisierung der Leistung eines Verstärkers üblichen Kurven zeichnen. Es sind dies: Klirrfaktor in Abhängigkeit von der Leistung mit der Frequenz als Parameter (Bild 6), Klirrfaktor in Abhängigkeit von der Frequenz mit der Leistung als Parameter (Bild 7) und

Bei den verschiedenen Frequenzen wird die mit dem Nennklirrfaktor maximal erreichbare Sinus-Leistung ermittelt. Diese Punkte verbindet man mit einer Kurve. Die Frequenzen, bei denen diese Kurve die halbe Nennleistung unterschreitet, ergeben die Grenzen der Leistungsbandbreite.

Für den Vergleich der Leistungsbandbreiten zweier Verstärker müssen als Voraussetzung sowohl Nennleistung als auch Nennklirrfaktor übereinstimmen.

### 7. Schlußbetrachtung

Zum Schluß soll noch auf zwei Probleme hingewiesen werden, die zeigen, daß die behandelten Größen die Endstufe zwar weitgehend charakterisieren, jedoch für eine eindeutig sichere Beschreibung noch genauer spezifiziert werden müßten.

Bisher wurde nur der  $u_a$  nach DIN 45 403 definierte Gesamtklirrfaktor

$$k = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots}}{U_0}$$

verwendet. Da aber die Klirrfaktoren mit steigender Ordnung störender sind, müßte der Gesamtklirrfaktor aus bewerteteten Einzelklirrfaktoren errechnet werden, um einen exakten, der tatsächlichen Abhörqualität entsprechenden Vergleich zu ermöglichen. Die bekannteste Bewertungsmethode ist die, bei der die Einzelklirrfaktoren vor dem üblichen Rechnungsgang mit ihrer Ordnungszahl als Faktor bewertet werden.

Der oben erwähnten DIN-Vorschrift zur Messung des Klirrfaktors kann auch entnommen werden, daß dies nur bis zu  $1/3$  der oberen Grenzfrequenz sinnvoll ist, die Leistungsbandbreite aber Klirrfaktormessungen oft bis zur oberen Grenze des Übertragungsbereiches erfordert.

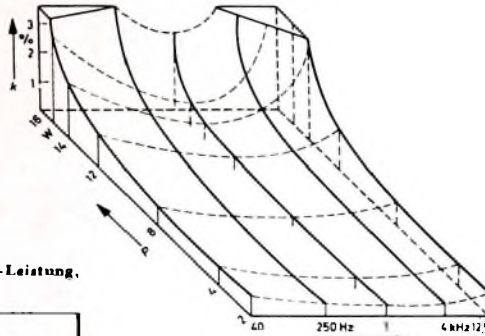
Wegen der für geringen Klirrfaktor notwendigen starken Gegenkopplung der Endstufen verläuft der Frequenzgang auch oberhalb des Hörbereiches meist auch bis zur dreifachen Frequenz noch geradlinig, so daß innerhalb des interessierenden Bereiches eine Klirrfaktorangabe noch sinnvoll ist. Auch bei Messungen über den gesamten Verstärker ist dies noch zulässig, wenn man berücksichtigt, daß die den Übertragungsbereich beschränkenden Elemente (Regelnetzwerke usw.) im Vorverstärker, also vor der Endstufe liegen, in der, meist infolge Begrenzung durch die Betriebsspannung, der Klirrfaktor entsteht.

Die Angabe eines Klirrfaktors ist auch dann wichtig, wenn die Einzelklirrfaktoren außerhalb des Hörbereiches liegen, also unhörbar sind. Unter der Voraussetzung des weit über den Hörbereich hinaus geradlinig verlaufenden Frequenzganges dient nämlich der (sowieso nur wenig den tatsächlich bei Musik entstehenden Verzerrungen entsprechende) Klirrfaktor weitgehend zur Charakterisierung der Krümmung der Aussteuerungslinie.

### Schrifttum

- (1) DIN 45 403, Bl. 2 (Messung der nicht-linearen Verzerrungen in der Elektroakustik, Klirrfaktorverfahren)
- (2) IHFM-Publikation A-200 (Standard methods of measurements for amplifiers), New York 1959
- (3) AMC-Publikation (Specification for methods of measuring and expressing the performance of audio frequency amplifiers), London 1962
- (4) DIN 45 588 (Leistungsverstärker, Richtlinien)

Bild 5. Die Klirrfaktoren  $k$  als Funktion der Frequenz  $f$  und der Leistung  $P$  (Sinus-Leistung)



Tab. I. Zusammenhang zwischen Sinus-Leistung, Frequenz und Klirrfaktor

P [W]	k bei				
	40 Hz [%]	260 Hz [%]	1 kHz [%]	4 kHz [%]	12,5 kHz [%]
18			2,7		
15	3,0	2,0	0,6	1,8	
14		1,1		0,8	4,0
12	1,0	0,55	0,45	0,5	1,6
8	0,86	0,5	0,4	0,4	1,0
4	0,76	0,45	0,35	0,35	0,8
2	0,7	0,4	0,35	0,35	0,7

Leistung in Abhängigkeit von der Frequenz mit dem Klirrfaktor als Parameter (Bild 8).

Mit diesen drei Kurvenscharen sind alle möglichen Kombinationen der Ausgangsgrößen beschrieben, wobei die Umkehrungen der Funktionen nicht berücksichtigt werden, weil diese nicht sinnvoll sind. Die Vielzahl der in diesen Kurvenscharen enthaltenen Informationen soll nun für zusammengefaßte Daten durch möglichst wenige und doch kennzeichnende Zahlenwerte beschrieben werden. So erhält man die Sinus-Leistung aus der Kurvenschar  $k = f(P, f)$  durch die Linie  $k = \text{Nennklirrfaktor}$ . Die Leistungsbandbreite ergibt sich durch die Linie  $P = \frac{1}{2} \times \text{Nennleistung}$  in der Kurvenschar  $P = f(f, k)$ .

Gegenüber der klassischen Definition des Klirrfaktors, der im gesamten Übertragungsbereich bei voller Nennleistung den Nennwert nicht überschreiten darf, sind die Leistungsabfälle auf  $-3\text{ dB}$  bei der Leistungsbandbreite oder, anders ausgedrückt, die Klirrfaktoranstiege bei konstanter Leistung zulässig, weil einerseits bei tiefen Frequenzen das Ohr für nicht-lineare Verzerrungen weniger empfindlich ist und andererseits bei Musik hohe Töne (oder Oberwellen) hauptsächlich mit geringerer Amplitude vorkommen.

Obwohl die Meßkurve zur Ermittlung der Leistungsbandbreite und ein üblicher Frequenzgang gleichartig aussehen, haben sie doch grundverschiedenen Inhalt: Der Frequenzgang zeigt die Frequenzabhängigkeit des Amplitudenverhältnisses der Ausgangs- zur Eingangsspannung. Dabei hält man meistens die Eingangsspannung konstant und stellt die dann am Ausgang entstehende Spannung in Abhängigkeit von der Frequenz dar. Über die Absolutwerte der Ausgangsgrößen werden keine Aussagen gemacht. Die Leistungsbandbreite-Kurve gibt dagegen nur die Absolutwerte der Ausgangsgrößen an, unabhängig davon, welche Eingangsspannung dafür erforderlich ist. Die Kurve zur Ermittlung der Leistungsbandbreite stellt somit die Frequenzabhängigkeit der maximal erreichbaren Leistung (bei gegebenem Klirrfaktor) dar.

Aus diesen Erläuterungen ergibt sich die Meßmethode für die Leistungsbandbreite:

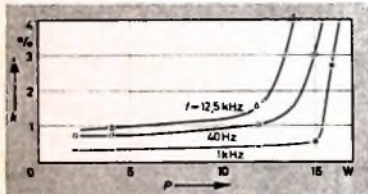


Bild 6. Der Klirrfaktor  $k$  als Funktion der Leistung  $P$  (Sinus-Leistung); Parameter  $f$ . Für den Nennklirrfaktor von beispielsweise  $k = 1\%$  ergibt sich bei 1000 Hz eine Sinus-Leistung von etwa 15,5 W

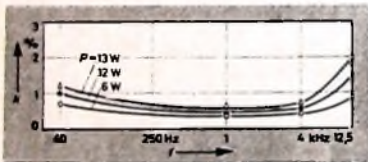


Bild 7. Klirrfaktor  $k$  als Funktion der Frequenz  $f$ ; Parameter  $P$  (Sinus-Leistung)

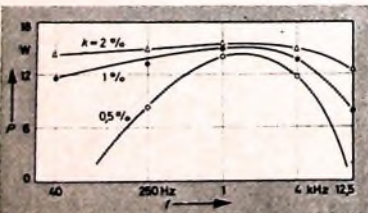


Bild 8. Die Leistung  $P$  (Sinus-Leistung) als Funktion der Frequenz  $f$ ; Parameter  $k$ . Für die Nennleistung von zum Beispiel 12 W ergibt sich mit einem Leistungsabfall von  $-3\text{ dB}$  (entsprechend 6 W) und einem Nennklirrfaktor von beispielsweise  $k = 1\%$  eine Leistungsbandbreite von etwa  $< 30\text{ Hz} \dots > 15\text{ kHz}$

# Temperaturkompensation bei Siliziumtransistoren

Siliziumtransistoren werden oft in Schaltungen verwendet, bei denen, wie bei Germaniumtransistoren, ein Basisspannungsteiler und ein Emittterwiderstand zur Temperaturkompensation vorgesehen sind. An Hand eines praktischen Beispiels wird gezeigt, daß Siliziumtransistoren in einer solchen Schaltung meistens ein bedeutend schlechteres Temperaturverhalten zeigen als bei Verwendung eines einfachen Basisvorwiderstandes. Weiterhin wird eine Schaltung angegeben, bei der sich in einem zweistufigen direktgekoppelten Verstärker die Temperatureinflüsse auf die beiden Transistoren in einem gewissen Temperaturbereich kompensieren.

## 1. Temperaturverhalten bei Basisspannungsteiler und Emittterwiderstand

Das Temperaturverhalten eines Transistors läßt sich darstellen, wenn man nach Bild 1 einem als temperaturunempfindlich betrachteten Transistor T eine Spannungsquelle  $\Delta U_B$  und eine Strom-

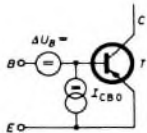


Bild 1. Ersatzschaltung für das Temperaturverhalten eines Transistors

quelle  $I_{CB0}$  zuordnet. Die Spannungsquelle trägt der Tatsache Rechnung, daß bei Temperaturerhöhung der Collectorstrom nur konstant bleibt, wenn die Basis-Emittter-Spannung um  $2\text{ mV}/^\circ\text{C}$  verringert wird. Während dieser Wert bei allen Transistoren etwa gleich ist, spielt der Collectorstrom  $I_{CB0}$ , der sich jeweils bei einer Temperaturerhöhung von  $8 \dots 9^\circ\text{C}$  verdoppelt, nur bei Germaniumtransistoren eine wesentliche Rolle. Soweit man nicht sehr nahe an die Grenze der maximalen Collectorspannung herangeht, ist er bei modernen Silizium-Kleinleistungstransistoren nur einige Nanoampere groß; er kann also in praktisch allen Anwendungsfällen vernachlässigt werden.

In der bei Germaniumtransistoren häufig verwendeten Schaltung nach Bild 2 wurde

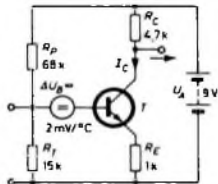


Bild 2. Eine Temperaturkompensation mit Stromgegenkopplung ist nur bei Germaniumtransistoren zweckmäßig

daher für den Fall eines Siliziumtransistors T der Temperatureinfluß nur durch die Spannungsquelle  $\Delta U_B$  angegeben. Die durch den Emittterwiderstand  $R_E$  bedingte Gegenkopplung vermindert die in Emittterschaltung gemessene Steilheit S des Transistors auf einen Wert

$$S_s = \frac{S}{1 + S \cdot R_E} \quad (1)$$

Wenn der Querstrom des Spannungsteilers  $R_p$ ,  $R_T$  groß gegen den Basisstrom des Transistors ist, dann errechnet sich die durch eine Temperaturänderung  $\Delta T$  hervorgerufene Änderung des Collectorstromes  $I_C$  zu

$$\Delta I_C = \Delta U_B \cdot S_s = \frac{2 \cdot \Delta T \cdot S}{1000(1 + S \cdot R_E)} \quad (2)$$

Da bei nicht zu großen Collectorströmen alle Transistoren eine Steilheit von  $35 \cdot I_C$  je Volt aufweisen, kann man die Ände-

rung des Collectorstromes auch durch

$$\frac{\Delta I_C}{I_C} = \frac{7 \cdot \Delta T}{1 + 35 \cdot I_C \cdot R_E} \quad (3)$$

in Prozent des Ausgangswertes ausdrücken. Im Schaltbeispiel nach Bild 2 ( $I_C = 1\text{ mA}$ ,  $R_E = 1\text{ k}\Omega$ ) ist die Änderung des Collectorstromes somit etwa  $0,2\text{ ‰}/^\circ\text{C}$ .

## 2. Temperaturverhalten bei Basisvorwiderstand

Im Vergleich zur vermeintlichen Kompensationsschaltung nach Bild 2 soll nun der Fall einer Strompolarisation ohne Temperaturkompensation (Bild 3) berechnet werden. Eine Änderung  $\Delta U_B$  der Basisspan-

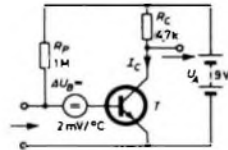


Bild 3. Ein Siliziumtransistor hat in dieser Schaltung einen wesentlich geringeren Temperaturgang als in der nach Bild 2

Bild 4. Bei einem Siliziumtransistor ist es zweckmäßig, den Arbeitspunkt durch eine Spannungsgegenkopplung zu stabilisieren

nung veranlaßt hier eine Collectorstromänderung

$$\Delta I_C = \frac{\beta \cdot \Delta U_B}{R_p} \quad (4)$$

wobei  $\beta$  die Stromverstärkung des Transistors T bedeutet.

Bei einer Betriebsspannung  $U_A$  muß der Basisvorwiderstand den Wert

$$R_p = \frac{\beta \cdot U_A}{I_C} \quad (5)$$

haben. Damit wird die Collectorstromänderung

$$\Delta I_C = \frac{\Delta U_B \cdot I_C}{U_A} \quad (6)$$

In Prozent ausgedrückt und nach Einsetzen des Wertes von  $\Delta U_B$  ( $2\text{ mV}/^\circ\text{C}$ ) sowie unter Berücksichtigung des bei den meisten Siliziumtransistoren etwa  $0,01\text{ ‰}/^\circ\text{C}$  betragenden Zunehmens der Stromverstärkung mit der Temperatur folgt daraus

$$\frac{\Delta I_C}{I_C} = \Delta T \left( \frac{0,2}{U_A} + 0,01 \right) \% \quad (7)$$

Setzt man in Gl. (7) die im Beispiel angenommene Betriebsspannung von  $9\text{ V}$  ein, dann erhält man eine Collectorstromänderung von nur  $0,03\text{ ‰}/^\circ\text{C}$  (gegenüber  $0,2\text{ ‰}/^\circ\text{C}$  mit der vermeintlichen Kompensationsschaltung nach Bild 2).

Die Schaltung nach Bild 2 gleicht allerdings auch in der Fabrikation auftretende Streuungen der Stromverstärkung  $\beta$  aus. Bei der Schaltung nach Bild 3 hängt dagegen der Arbeitspunkt stark vom Werte des Vorwiderstandes  $R_p$  ab.

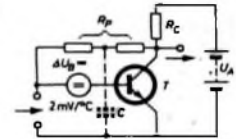
Fabrikationstechnisch dürfte es nun einfacher sein, die Transistoren vor dem Einbau nach Stromverstärkungsgruppen zu sortieren und mit Vorwiderständen  $R_p$

nach Gl. (5) zu paaren, als jeweils nach Bild 2 zwei zusätzliche Widerstände  $R_T$  und  $R_E$  sowie einen bei dieser Schaltung noch notwendigen Emittterkondensator einzubauen.

## 3. Parallelgegenkopplung

Will man unbedingt ein vorheriges Sortieren der Bauelemente vermeiden, dann kann man – ohne Verschlechterung des Temperaturverhaltens – eine Schaltung nach Bild 4 zur Konstanthaltung des Arbeitspunktes verwenden. Die Berechnung der Collectorstromänderung führt hier zu

$$\Delta I_C = \frac{\beta \cdot \Delta U_B}{R_p + \beta \cdot R_C} \quad (8)$$



Soll jedoch ein gegebener Transistor mit einem gegebenen Collectorstrom betrieben werden, dann muß in der Gegenkopplungsschaltung nach Bild 4 die Summe  $R_p + \beta \cdot R_C$  immer genauso groß wie der Vorwiderstand  $R_p$  im Bild 3 sein; Gl. (8) entspricht dann Gl. (4).

Daraus ist ersichtlich, daß bei Siliziumtransistoren die Schaltungen nach Bild 3 und Bild 4 im Temperaturverhalten etwa gleichwertig sind. Bei der Schaltung nach Bild 4 werden jedoch die temperaturbedingten Änderungen der Stromverstärkung  $\beta$  etwas ausgeglichen; sie werden ebenso wie die Fabrikationsstreuungen in einem Verhältnis

$$\frac{R_p}{R_p + \beta \cdot R_C} \quad (9)$$

vermindert. Es ist zu beachten, daß die Collectorruhespannung – und damit auch die Aussteuerfähigkeit der Stufe – um so geringer wird, je weiter dieses Verhältnis unter den Wert  $0,5$  geht.

Werden nur Wechselspannungen verstärkt, dann kann man nach Bild 4 den Gegenkopplungswiderstand  $R_p$  in etwa zwei gleiche Widerstände unterteilen und mit einem Kondensator C (im Bild 4 gestrichelt eingezeichnet) entkoppeln. Bei der tiefsten zu verstärkenden Frequenz muß der Blindwiderstand dieses Kondensators klein gegen die Parallelschaltung der beiden Teilwiderstände  $R_p$  sein. Meistens kommt man mit einem Kapazitätswert aus, der bedeutend geringer ist, als der des in der Schaltung nach Bild 2 meistens nötigen Emittterkondensators.

## 4. Temperaturkompensation über zwei Stufen

Die Ersatzschaltung nach Bild 1 läßt erkennen, daß bei einem Siliziumtransistor

der Temperatureinfluß auf den Collectorstrom um so größer wird, je geringer man den Eingangswiderstand des Transistors und den Widerstand zwischen Emitter und Basis (meistens Ausgangs- oder Lastwiderstand einer vorhergehenden Stufe) wählt. Der dynamische Eingangswiderstand hängt fast ausschließlich vom Basisstrom  $I_B$  ab; bei schwach ausgesteuerten Siliziumtransistoren ist er immer etwa  $\frac{1}{35 \cdot I_B}$ . In einer

nach Bild 3 geschalteten Stufe wird der absolute Temperatureinfluß damit um so geringer, je höher man den Vorwiderstand  $R_P$  wählt. Die temperaturbedingten Collectorstromänderungen werden dann in einer nachfolgenden direktgekoppelten Stufe mit Phasenumkehrung verstärkt. Wenn der zweite Transistor dem gleichen Temperatureinfluß unterliegt, dann wirken infolge der Phasenumkehrung die dort entstehenden Stromschwankungen denen der ersten Stufe entgegen. In einem gewissen Temperaturbereich kann man somit eine fast vollständige Kompensation erhalten, wenn man den Temperatureinfluß auf die zweite Stufe durch einen zwischen Emitter und Basis gelegten Widerstand erhöht.

Eine praktisch erprobte Schaltung zeigt Bild 5. Um einen deutlichen Temperatureinfluß zu erhalten, wurde mit einer ge-

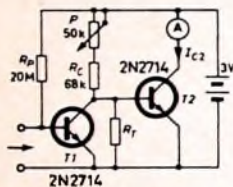


Bild 5 Im zwei-stufigen Verstärker kann der Arbeitspunkt durch künstliches Anheben des Temperatureingangs der zweiten Stufe stabilisiert werden

ringen Betriebsspannung (3 V) gearbeitet. Auf Grund des sehr hohen Basiswiderstandes arbeitet T 1 mit einem Collectorstrom von nur etwa 5  $\mu$ A. Mit dem Potentiometer P läßt sich der Collectorstrom von T 2 einstellen.  $R_T$  wird so gewählt, daß der Temperaturgang möglichst gering wird.

Die im Bild 6 dargestellten Kurven gelten für einen bei 25 °C auf 250  $\mu$ A eingestellten Collectorstrom  $I_{C2}$ . Sie zeigen bei

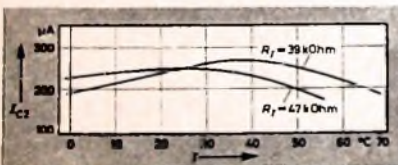


Bild 6 Temperaturgang des Verstärkers nach Bild 5

zwei verschiedenen Werten des Kompensationswiderstandes  $R_T$  die Abhängigkeit dieses Stromes von der Temperatur. Der im Maximum der Kurven besonders flache Verlauf des Temperaturgangs kann bei höheren Werten von  $R_T$  noch verbessert werden, indem man einen Heißleiter in Reihe mit  $R_C$  legt. Die Gesamtstromverstärkung ist bei der Schaltung nach Bild 5 etwa 4000.

Für noch schwächere Ströme ist die Schaltung nach Bild 7 ausgelegt. Die entsprechenden Temperaturkurven zeigt Bild 8. Der Verstärker ist als Nullpunktindikator

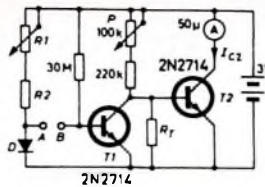


Bild 7. Gleichstromverstärker für Nullpunktanzeige; Empfindlichkeit: 12 nA oder 3,6 mV bei Vollausschlag

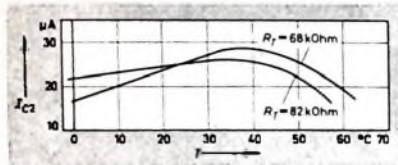


Bild 8. Temperaturgang des Verstärkers nach Bild 7 bei offenem Eingang

für eine Gleichstrommeßbrücke verwendbar. Mit dem Potentiometer P wird der Ausschlag des Meßinstruments (50  $\mu$ A) im Ausgangskreis auf Mittelstellung geregelt. Von dem so erhaltenen elektrischen Nullpunkt aus wird der Zeiger dann je nach Polrichtung der angelegten Spannung nach rechts oder links ausschlagen. Damit auch bei Temperaturänderungen die Ruhespannung zwischen den Eingangsklemmen A und B Null bleibt, wurde eine Siliziumdiode D eingebaut. Über  $R_1$ ,  $R_2$  wird diese Diode in Leitrichtung so weit vorgespannt, daß sich bei Kurzschließen der

Klemmen A und B die Zeigerstellung des Meßinstruments nicht ändert. Die Werte der Widerstände  $R_1$ ,  $R_2$  schwanken je nach Art der verwendeten Diode zwischen 50 kOhm und 1 MOhm. In den meisten Fällen wird D etwa den gleichen Temperatureingang aufweisen wie die Emitter-Basis-Diode des ersten Transistors T 1. Die beiden Nullregler ( $R_1$  bei geschlossenem, P bei offenem Eingang) sind daher nur bei größeren Temperaturänderungen nachzustellen.

Die Gesamtstromverstärkung der Schaltung nach Bild 7 ist etwa 2000; das entspricht einem Vollausschlag des Meßinstruments bei einem Eingangsstrom von 12 nA oder bei einer Eingangsspannung von 3,6 mV. Aus diesen Werten ergibt sich der Eingangswiderstand zu etwa 300 kOhm. An Stelle des Transistors 2N2714 können beispielsweise auch die Typen 2N2824, 2N2825 und 2N288 (General Electric) verwendet werden; ihr Preis liegt nur geringfügig über dem eines Germanium-Kleinleistungstransistors.

Beim Aufbau ist zu beachten, daß die Anschlüsse dieser Transistoren in der Reihenfolge E - C - B angeordnet sind. Außerdem ist ihre Epoxyd-Umhüllung lichtdurchlässig; es kann daher ein sehr störender Photoeffekt entstehen, wenn man die Transistoren nicht lichtgeschützt montiert.

#### Schrifttum

Schreiber, H.: Kleines Lexikon der angewandten Transistor-Technik. Funk-Techn. Bd. 18 (1963) Nr. 10, S. 366; Stichwort „Temperaturkompensation“

## Persönliches

### O. Steidinger †

Am 23. September starb völlig unerwartet im Alter von 63 Jahren Oskar Steidinger, Mitinhaber und Geschäftsführer der Firma Dual Gebr. Steidinger in St. Georgen (Schwarzwald). Bereits 1917 trat er in die Firma seines Vaters ein und lernte den damals noch relativ kleinen Spezialbetrieb für feinmechanische Erzeugnisse von der Plebe auf kennen. Nach dem Tode des Vaters im Jahre 1937 übernahm er zusammen mit seinem Bruder Siegfried die Leitung des Betriebes. Sein unternehmerischer Weitblick und seine Aufgeschlossenheit für alles Neue haben entscheidend dazu beigetragen, daß Dual heute zu den bedeutendsten Herstellern von Schallplatten-Abspielgeräten zählt.



er sich während der vorangegangenen Tätigkeit als technischer Direktor des Nordwestdeutschen Rundfunks von 1947 bis 1956 vor allem bei der Entwicklung und beim Aufbau des deutschen UKW-Rundfunknetzes und des Fernsehens erworben hat, sind über die Grenzen der Fachwelt hinaus international anerkannt



worden. Hohe Auszeichnungen aus dem In- und Ausland wurden ihm zuteil.

In jüngster Vergangenheit hat Prof. Nestel bei der Lösung vieler entscheidender Forschungs- und Entwicklungsaufgaben von Telefunken Patendienste geleistet und sich auch für die Einführung der Rundfunk-Stereophonie besonders eingesetzt.

1949 übernahm er an der TH Hannover einen Lehrauftrag für Vorlesungen über Rundfunktechnik und wurde 1951 zum Honorarprofessor ernannt. Seine bereitwillig zur Verfügung gestellten Erfahrungen und seine Initiative werden von vielen Organisationen geschätzt. So gehört Prof. Nestel auch der deutschen Kommission für Weltraumforschung an und arbeitet unter anderem tatkräftig bei der Förderungsgemeinschaft des Heinrich-Hertz-Instituts für Schwingungsforschung und der Deutschen Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt mit.

### H. Panzerbieter Ehren doktor der TH Stuttgart

Dem Leiter des Zentrallaboratoriums der Siemens & Halske AG, Hans Panzerbieter (58), hat die Technische Hochschule Stuttgart in Anerkennung seiner Verdienste um die Fernsprachvermittlungstechnik die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen. Zu den Erläuterungen für die Panzerbieter geehrt wurde, gehört das elektronisch gesteuerte Vermittlungsamt München-Färbergraben, das 1962 in Betrieb genommen wurde und in der Fachwelt als ein Markstein auf dem Weg zur Vermittlungselektronik gilt.

### W. Nestel 60 Jahre

Am 5. 10. 1964 vollendete Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Werner Nestel, Vorstandsmitglied und Leiter des horizontalen Bereiches „Forschung und Entwicklung“ der Telefunken AG, sein 60. Lebensjahr. Seine großen Verdienste, die

### S. Schwartz 50 Jahre

Dipl.-Ing. Siegfried Schwartz, Leiter des Qualitätslaboratoriums der Valvo GmbH, Röhren- und Halbleiterwerke, wurde am 31. August 50 Jahre alt. Als Sendeamateur galt das besondere Interesse des ehemaligen Gymnasialisten den Ultrakurzwellen und ihrer Ausbreitung, die zu jener Zeit nach Neuland der Technik waren. Im Jahre 1946 trat S. Schwartz in die Radioröhrenfabrik, Hamburg-Lokstedt, ein und übernahm dort den Bereich der Qualitätskontrolle.

M. v. Hanffstengel erhielt Gesamtpraktura Manfred von Hanffstengel, seit dem 1. 7. 1961 Leiter der Exportabteilung der Blaupunkt-Werke GmbH, Hildesheim, wurde Gesamtpraktura erteilt.

# Grundlagen der induktiven Nachrichtenübertragung

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd 18 (1964) Nr. 10, S. 656

## 5. Modulation

Für induktive Übertragungen kommt mit Rücksicht auf einfache Schaltungen im Sender und Empfänger entweder Amplituden- oder Frequenzmodulation in Betracht. FM ergibt bei gleichen Sender-Endstufen vierfache Trägerleistung und ist daher der Amplitudenmodulation in bezug auf Wirtschaftlichkeit überlegen. Außerdem würde sich die Dämpfung der höheren Modulationsseitenbänder im Falle der abgestimmten Schleife weniger bemerkbar machen, wenn man in den Empfangsgeräten für ausreichende Begrenzung sorgt. Bei AM ist die Dämpfung der Modulationsseitenbänder nur durch Entzerrung im Sender auszugleichen. In jedem Fall erfordert Amplitudenmodulation eine sorgfältige Resonanzabstimmung der Schleife und eine individuelle Anpassung an den Sender. Bei großen Schleifen- und niedrigen Trägerfrequenzen muß gegebenenfalls durch ohmsche Dämpfung die benötigte Bandbreite eingestellt werden. Der erforderliche Regelumfang der Empfangsgeräte von wenigstens 60 dB bedingt ebenfalls erhöhten Aufwand. Vorteilhaft ist bei AM, daß eine unmittelbare Quarzsteuerung des Senders möglich ist.

Die Vorteile der Frequenzmodulation sind: großer Regelumfang beim Empfänger (> 80 dB), zusätzliche Störunterdrückung und konstante NF-Ausgangsspannung nach dem Einsetzen der Begrenzung. Letzteres ist besonders bei Steuerungen und Datenübertragungen sehr wichtig. Außerdem läßt sich die bei FM benötigte geringere Sendeleistung leicht mit Transistoren erzeugen. Nicht zuletzt hängt die Wahl der Modulationsart aber auch von dem zu übertragenden NF-Band ab. Für Sprachübermittlung reicht das Frequenzband von 300...3000 Hz aus. In diesem Band lassen sich für Fernwirkzwecke und Datenübertragungen bis zu 24 Tonfrequenzen unterbringen. Durch entsprechende Codierung der Tonfrequenzen ergibt sich eine große Anzahl von Informationen, die übertragen werden können.

Die Modulationsseitenbänder lassen sich bei AM ohne wesentliche Dämpfung auch über abgestimmte Schleifen abstrahlen. Bei FM muß man mit Rücksicht auf die HF-Bandbreite mit kleinem Hub von 1 bis 2 kHz arbeiten. Obwohl der Modulationsindex dadurch < 1 wird, ergeben sich trotzdem noch bessere Störabstände als bei AM. Für den hier vorliegenden Anwendungsfall genügt es, wenn bei Schmalband-FM nur die Seitenbänder übertragen werden, deren Amplitude größer als 10% der unmodulierten Trägerschwingung ist. Unter dieser Voraussetzung benötigt man für die höchste Modulationsfrequenz von 3 kHz bei einem Hub von 2 kHz rund 8 kHz Bandbreite. Das ist etwa die gleiche Bandbreite, die auch für Zweiseitenband-AM erforderlich ist. Daher lassen sich beide Modulationsarten für induktive Übertragungen einsetzen. Bei aperiodischen Schleifen (abgeschlossene Doppelleitung) hat die Bandbreitforderung nur Bedeutung im Hinblick auf die Anzahl der gewünschten Übertragungskanäle.

## 6. Störabstand

Da unter obigen Annahmen für beide Modulationsarten gleiche HF-Bandbreiten benötigt werden, ergeben sich auch gleiche hochfrequente Störleistungen. Aus dem hochfrequenten Geräuschabstand  $a_h$  kann man für FM- und AM-Modulation den niederfrequenten Geräuschabstand  $a_n$  ermitteln. Für FM gilt die Beziehung

$$a_n \text{ FM} = a_h + \ln \frac{H}{b} \cdot \sqrt{\frac{3}{2}}$$

und für AM (Zweiseitenbandmodulation)

$$a_n \text{ AM} = a_h - \frac{1}{2} \cdot \ln \left( 1 + \frac{2}{m^2} \right)$$

Darin ist  $H$  der maximale Frequenzhub,  $b$  die höchste Modulationsfrequenz und  $m$  der Modulationsgrad. Setzt man bei FM 2 kHz Hub und eine NF-Bandbreite von 3 kHz an, so wird

$$a_n \text{ FM} = a_h - 0,415 \text{ Np}$$

Für AM ergibt sich bei  $m = 1$

$$a_n \text{ AM} = a_h - 0,55 \text{ Np}$$

und bei  $m = 0,5$

$$a_n \text{ AM} = a_h - 1,1 \text{ Np}$$

Man erkennt, daß die Frequenzmodulation selbst bei der höchsten Modulationsfrequenz der Amplitudenmodulation mit  $m = 1$  überlegen ist und einen Störabstandsgewinn bringt. Dies trifft besonders für die tieferen Modulationsfrequenzen in einem Sprachkanal zu, bei denen sich Störgeräusche wegen der Empfindlichkeitskurve des Gehörs besonders stark auswirken.

Nimmt man an, daß die hochfrequente Störleistung nur von der Rauschleistung des Empfängers und des Antennenwiderstandes abhängt, so läßt sich der Störabstand am Empfängerausgang mit folgender Beziehung ermitteln:

$$\frac{U_S}{U_R} = \sqrt{\frac{8}{3} \cdot k \cdot T \cdot F \cdot R_A} \cdot \frac{H}{\sqrt{b^3}}$$

Darin bedeutet  $U_S$  die Signalspannung,  $U_R$  die Rauschspannung am Empfängerausgang (beides Effektivwerte),  $U_A$  die Antennenleerlaufspannung,  $k$  die Boltzmannsche Konstante,  $T$  die absolute Temperatur,  $R_A$  den Antenneneingangswiderstand,  $F$  die Rauschzahl,  $H$  den Frequenzhub und  $b$  die NF-Bandbreite. Für einen Signal-Rausch-Abstand von 20 dB muß unter den genannten Voraussetzungen ( $H = 2$  kHz,  $b = 3$  kHz), bezogen auf einen Empfängereingang mit  $R_A = 60$  Ohm und der Rauschzahl  $F = 10$ , die Antennenleerlaufspannung etwa  $2 \mu\text{V}$  sein. Da die atmosphärischen Störungen mit abnehmender Trägerfrequenz zunehmen und im Bereich der km-Wellen Störfeldstärken von einigen hundert  $\mu\text{V/m}$  erreichen, wird sich gegenüber der Rechnung die untere Übertragungsgrenze nach höheren Eingangsspannungen hin verschieben.

## 7. Übertragungsdämpfung

Die Übertragungsdämpfung setzt sich zusammen aus der Leitungsdämpfung der Schleife und der Ankopplungsdämpfung, die sich aus dem geometrischen Verhältnissen zwischen Schleifenantenne und Rahmenantenne ergeben. Die Schleifenverluste, die linear mit der Übertragungsfrequenz ansteigen (Bild 5 im Heft 10/1964, S. 686), müssen vom Sender gedeckt werden. Zur Erzeugung des Magnetfeldes ist dagegen nur Blindleistung erforderlich. Da abgestimmte Schleifen keine größeren räumlichen Ausdehnungen als maximal  $\lambda/8$  haben können, tritt längs der Schleife keine merkliche Stromabnahme infolge Ableitung auf. Eine Berücksichtigung der Leitungsdämpfung kann deshalb bei abgestimmten Schleifen entfallen. Wird die Schleife als Doppelleitung betrieben und mit ihrem Wellenwiderstand abgeschlossen, dann können längere Schleifen gebildet werden, wobei sich aber die Ableitungsdämpfung bereits bemerkbar macht. Sie hängt weniger vom Leitungsquerschnitt ab, sondern hauptsächlich vom Verlustwinkel  $\delta$  des umgebenden Mediums.

Dieser Verlustwinkel hängt nicht nur von der Isolationsschicht des Leiters, sondern auch von den Verlusten im Boden und in Gebäuden ab. Die Abhängigkeit der Dämpfung vom Leiterabstand ist dagegen gering. Durch Feuchtigkeit kann sich jedoch eine stärkere Dämpfungserhöhung ergeben. Bei geeignetem Leitermaterial und entsprechender Verlegung liegt die Dämpfung unterhalb 135 kHz bei etwa 1 dB/km.

Bild 6 zeigt das Prinzip der induktiven Übertragung und die Ersatzschaltung zur

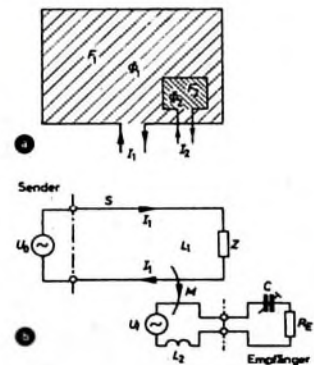


Bild 6. Prinzip der induktiven Übertragung (a) und Ersatzschaltung zur Ermittlung der Ankopplungsdämpfung bei der induktiven Übertragung (b)

Ermittlung der Ankopplungsdämpfung, die für beide Übertragungsrichtungen gleich groß ist.

Wie aus der Ersatzschaltung (Bild 6b) hervorgeht, handelt es sich hier um zwei miteinander über die gemeinsame Gegeninduktivität  $M$  gekoppelte Induktivitäten. Der Sender speist mit seiner EMK  $U_1$  die mit ihrem Wellenwiderstand  $Z$  abgeschlossene Schleifenleitung  $S$ . Die durch

den Schleifenstrom  $I_1$  in der Rahmenantenne (oder auch Ferritantenne) induzierte EMK  $U_i$  wirkt in voller Höhe auf den Eingangswiderstand  $R_E$  des Empfängers, wenn  $L_2$  durch C kompensiert wird und der Verlustwiderstand der Empfangsantenne im Vergleich zu  $R_E$  klein ist. Die in der Empfangsantenne von  $I_1$  über die Gegeninduktivität  $M$  erzeugte EMK ist

$$U_i = I_1 \cdot 2\pi \cdot f_0 \cdot M.$$

Mit

$$M = K \cdot \sqrt{L_1 \cdot L_2}$$

und

$$K = \frac{\Phi_2}{\Phi_1} \approx \frac{F_2}{F_1}$$

wird

$$U_i = I_1 \cdot 2\pi \cdot f_0 \cdot \frac{\Phi_2}{\Phi_1} \cdot \sqrt{L_1 \cdot L_2}.$$

Darin ist  $K$  der Koppelfaktor der Antennen, der sich aus der gemeinsamen Gegeninduktivität  $M$  berechnen läßt und dem Verhältnis  $M$  Gesamtflusses  $\Phi_1$  zum Teilfluß  $\Phi_2$  entspricht. Da sich die Magnetflüsse aber näherungsweise wie die durchströmten Antennenflächen verhalten, ergibt sich die induzierte EMK zu

$$U_i \approx I_1 \cdot 2\pi \cdot f_0 \cdot \frac{F_2}{F_1} \cdot \sqrt{L_1 \cdot L_2}.$$

Die induzierte EMK ist also dem Antennenflächenverhältnis direkt proportional. In der Praxis wird zunächst immer die Frage auftreten, welche Fläche sich bei einer bestimmten Sendeleistung und gegebener Empfängerempfindlichkeit versorgen läßt. Unter der Annahme einer Sendeleistung von  $P_S = 10$  W und einer Empfängerempfindlichkeit von  $P_E = 0,7 \cdot 10^{-13}$  W (das entspricht  $2 \mu\text{V}$  an  $60 \text{ Ohm}$ ) ergibt sich die überbrückbare Übertragungsdämpfung für 20 dB Signal-Rausch-Abstand zu

$$\frac{P_S}{P_E} = \frac{10}{0,7 \cdot 10^{-13}} = 1,4 \cdot 10^{14} \approx 140 \text{ dB}.$$

Das entspricht einem Spannungsverhältnis von etwa  $10^7$ . Legt man die Empfangsantenne mit einer Fläche von  $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$  zugrunde, so erhält man unter Vernachlässigung der Leitungsdämpfung der Schleife eine Versorgungsfläche von

$$F_1 = F_2 \cdot \sqrt{\frac{P_S}{P_E}}$$

$$F_1 = 0,2 \cdot 0,2 \cdot 10^7 = 400 \text{ 000 m}^2.$$

Dieser Wert gilt aber nur, wenn kein äußerer Störpegel vorhanden ist. Infolge atmosphärischer Störungen und örtlicher Störbeeinflussung durch elektrische Geräte wird die theoretisch mögliche Flächenversorgung nicht ganz erreicht.

#### Schrifttum

- [1] Buchholz, F.: Bedingungen für eine trägerfrequente Nachrichtenübertragung zwischen ortsveränderlichen Stationen im Untertagebau. Nachrichtentechn. Z. Bd. 15 (1962) Nr. 7, S. 309-317.
- [2] Runge, W.: Vergleich der Rauschabstände von Modulationsverfahren. Arch. elektr. Übertr. Bd. 3 (1948) Nr. 5, S. 165-159.
- [3] Fricke, H., u. Rummert, H.: Signalübertragung zwischen Erdkabeln und Fahrzeugen. Frequenz Bd. 12 (1958) Nr. 1, S. 9-15.
- [4] Lindig, K., u. Weyersberg, P.: Volltransistorisiertes Trägerfrequenzgerät für Hochspannungsleitungen. Elektrotechn. Z. Bd. 80 (1959) Nr. 8, S. 243-245.

## Produktion und Absatz von Rundfunk- und Fernsehgeräten

Die Berliner Industrieausstellung (19. 6. bis 3. 10. 1964) bildete für die Rundfunk- und Fernsehbranche auch in diesem Jahr den Auftakt für die umsatzstarke Herbst- und Winterzeit. Der Fachverband Rundfunk und Fernsehen im ZVEI äußerte sich aus diesem Anlaß über den bisherigen Verlauf der Produktion und des Absatzes im laufenden Jahr und über die Zukunftsaussichten. Danach sind die Absatzerwartungen (besonders auf dem Fernsehsektor) bei weitem übertraffen worden, so daß die Lagerbestände die den Markt zeitweise belasteten, seit längerem ein normales, dem Bedarf angepaßtes Niveau haben. Dem Fernsehgeschäft haben die Übertragungen von den Olympischen Winterspielen einen unerwartet hohen Auftrieb gegeben. Die Zahl der Fernsehteilnehmer in der Bundesrepublik und West-Berlin (Ende August: 9 443 208), die zum großen Teil den Absatz im Inland widerspiegelt, nahm vom 1. Januar bis 31. August 1964 um rund 905 000 zu, das sind über 100 000 Neuzugänge (rund 13 %) mehr als in der Vergleichszeit des Jahres 1963.

Da von den bevorstehenden Übertragungen der Olympiade aus Tokio besondere Impulse auf die Nachfrage nach Fernsehgeräten erwartet werden, haben sich die Hersteller für die kommende Saison gut gerüstet. Die Produktion von Fernsehgeräten lag beispielsweise für den Zeitraum Januar bis Juli um rund 13 % über dem Vorjahresergebnis der entsprechenden Zeit. Insgesamt wurden in diesem Jahr in diesem Zeitabschnitt 1 237 855 Fernsehgeräte im Werte von 690 Mill. DM gebaut (Januar bis Juli 1963: 1 046 163 Stück im Werte von 625 Mill. DM). In den Export, der trotz starker ausländischer Konkurrenz ganz beachtlich - stückmäßig um rund 28 % - gesteigert werden konnte, flossen in der Zeit von Januar bis Juni 173 163 Geräte mit einem Wert von 81 Mill. DM (entsprechende Vorjahreszahlen: 135 803 Stück, 61 Mill. DM).

Für das ganze Jahr 1964 ist mit einem Fernsehempfänger-Produktionsvolumen von mehr als 2 Mill. Stück (1963: 1,92 Mill.) zu rechnen, das auch entsprechenden Absatz finden wird, zumal die Geräte trotz hoher Qualität zu außerordentlich niedrigen Preisen angeboten werden. Wie in vielen Bereichen der freien Marktwirtschaft sind die niedrigen Preise letztlich auch ein Ergebnis der scharfen Konkurrenz innerhalb der Industrie und des Handels, wobei oftmals die Grundsätze einer gesunden Kalkulation außer acht gelassen werden. Hinsichtlich der Erlöse birgt nach Ansicht der Fachgruppe diese Tatsache ihre Gefahren, besonders wenn es in Zukunft immer schwieriger sein wird, steigende Kosten durch Rationalisierungsmaßnahmen aufzufangen. Schon aus diesem Grunde sei es für die gesamte Branche wünschenswert,

wenn sie zusätzliche Belastungen, wie sie zum Beispiel Änderungen von Preissystemen mit sich bringen, im Interesse aller Beteiligten vermeidet.

Mit Zuversicht sehen auch die Hersteller von Rundfunkgeräten der bevorstehenden Hauptsaison entgegen. Die kommende Entwicklung auf dem Rundfunksektor wird weiter auch im Zeichen der Rundfunk-Stereophonie stehen. In vielen Bereichen hat der Rundfunkhörer schon jetzt ein mehr oder weniger regelmäßiges Stereo-Programm zur Verfügung.

In der Zeit von Januar bis Juli 1964 hat die Industrie insgesamt 2 353 095 Rundfunkgeräte aller Art im Werte von 435 Mill. DM gebaut, fast ebenso viele wie in der entsprechenden Zeit des Vorjahres (2 355 720 Stück; 429 Mill. DM). Davon entfielen allein auf die Gruppe Koffer-, Taschen- und Kraftfahrzeugempfänger 1 132 122 Stück im Werte von 284 Mill. DM (entsprechende Vorjahreszahlen: 1 477 067 Stück; 232 Mill. DM). Die Produktion dieser Geräte wurde gegenüber dem Vorjahr im Verhältnis zur Nachfrage ausgedehnt. Den nächstgrößeren Anteil an der Gesamtproduktion hatten die Heimempfänger, die in den ersten sieben Monaten dieses Jahres in einer Stückzahl von 456 671 mit einem Wert von 73 Mill. DM hergestellt wurden. Gegenüber der entsprechenden Vorjahreszeit ist die Produktion damit um etwa 30 % eingeschränkt worden (von Januar bis Juli 1963 betrug sie 691 712 Stück im Werte von 109 Mill. DM). Die Produktion von Musiktruhen lag mit 164 302 Stück im Werte von 77 Mill. DM bisher in diesem Jahr etwas unter dem entsprechenden Vorjahresergebnis (186 641 Stück; 88 Mill. DM).

Eine gewisse Aufwertung des großen Rundfunkgerätes und der Musiktruhen erhofft sich die Industrie von der zunehmenden Verbreitung der Stereophonie.

Der Export von Rundfunkgeräten konnte trotz schärfster Konkurrenz auf den Auslandsmärkten im ersten Halbjahr 1964 auf der Vorjahreshöhe gehalten werden. Insgesamt fanden 744 540 Geräte im Werte von 126 Mill. DM Absatz im Ausland (1. Halbjahr 1963: 778 112 Stück; 134 Mill. DM).

Die Zukunftsaussichten der Branche werden nach wie vor günstig beurteilt; sowohl auf dem Rundfunksektor als auch auf dem Gebiet des Fernsehens kann eine ruhige Weltentwicklung vorausgesagt werden. Die im Bundesgebiet erreichte Marktsättigung von knapp 50 % bei Fernsehgeräten (bezogen auf insgesamt etwa 20 Mill. Haushalte) läßt für den Absatz noch viel Spielraum; zusätzlich gewinnt das Ersatzgerätegeschäft immer mehr an Bedeutung. Auch der Rundfunkgerätemarkt ist nach wie vor aufnahmefähig.

## INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Oktoberheft unter anderem folgende Beiträge:

Berechnung und Dimensionierung eines Schmitt-Triggers mit Transistoren unter Berücksichtigung der Anwendung in logischen Schaltungen

Bahnvermessungs- und Signalübertragungseinrichtungen für Satelliten. Teil II: Überblick über Aufgaben und Prinzipien von Signalübertragungseinrichtungen für Satelliten

Akustische Anforderungen an ein Konzertstudio und ihre Realisierung beim Großen Sendesaal in Hannover

Elektronik-Forschung in Großbritannien

RRE — Das Zentrum der britischen Radarentwicklung

Neue Analog-Digital-Wandler und neue automatische datenabfragende Schreibmaschine zur beschleunigten Datenfernübertragung

Spezielle Probleme der kompatiblen Rundfunk-Stereophonie

Internationale Konferenz „Magnetische Aufzeichnungen“ in London

Elektronik in aller Welt, Angewandte Elektronik - Periodisches - 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

# HI-FIX — ein genaues Funk-Navigations- und Vermessungssystem

Das älteste Verfahren zur Standortbestimmung mittels elektromagnetischer Wellen ist die Peilung. Hierbei werden mit einer drehbaren Rahmenantenne die Richtungen bestimmt, aus denen die von zwei oder mehreren ortsfesten Sendern, deren Standorte genau bekannt sind, ausgestrahlten Wellen am Empfangsgerät einfallen. Trägt man die ermittelten Richtungen in eine Karte ein, in der natürlich auch die festen Sender eingezeichnet sein müssen, dann erhält man Linien (Standlinien) durch die Senderstandorte, deren Schnittpunkt den Standort des Peilers darstellt. Mit dem Peilverfahren lassen sich genaue Daten jedoch nur schwer erreichen, und außerdem kann es auch nicht kontinuierlich arbeiten, da zu jeder Standortbestimmung eine neue Peilung notwendig ist.

Kontinuierliche Standortdaten liefern dagegen die Hyperbel-Navigationsverfahren, von denen das Decca-Navigator-System<sup>1)</sup> heute vor allem in der Seefahrt weitgehend angewendet wird. Das neue „Hi-Fix“-System der Decca-Navigator Company Ltd., das von Telefunken auf einer Pressefahrt vorgestellt wurde, unterscheidet sich von dem Standard-Decca-System durch erheblich größere Ortungsgenauigkeit (allerdings bei geringerer Reichweite), wodurch es sich besonders für Vermessungsaufgaben im küstennahen Seegebiet eignet. Im folgenden soll zunächst das Prinzip des Hyperbel-Verfahrens und dann das „Hi-Fix“-System beschrieben werden.

## 1. Prinzip der Hyperbel-Navigation

Zu jeder Ortsbestimmung sind (wenigstens) zwei Koordinaten erforderlich, die in den üblichen Karten als geografische Längen- und Breitengrade angegeben sind. Bei der Funknavigation werden von drei Sendern zwei (oder drei) Standlinienscharen erzeugt, von denen ein geeigneter Empfänger diejenigen beiden Standlinien anzeigt, deren Schnittpunkt dem jeweiligen Standort des Empfängers entspricht. Die Standlinien verlaufen hyperbelförmig um die Sender und werden durch eine Buchstaben-Nummern-Kombination gekennzeichnet. Die Sender arbeiten unmoduliert und ungerichtet. Da der Abstand der Standlinien wegen ihrer Hyperbelform nicht konstant ist, benötigt man zur Auswertung der Messung Spezialkarten, in denen die Standlinienscharen eingezeichnet sind.

Die Standlinien sind dadurch gekennzeichnet, daß auf ihnen die Phasendifferenz zwischen den von zwei Sendern A und B frequenz- und phasengleich ausgestrahlten Wellen konstant ist (Bild 1). Besonders ausgezeichnet sind die Standlinien für die Phasendifferenz Null beziehungsweise  $360^\circ$  (Null-Standlinien). Die Anzahl der entstehenden Null-Standlinien hängt von der Frequenz und der Entfernung der Sender ab. Auf der Basislinie zwischen zwei Sendern haben die Null-Hyperbeln den Abstand  $\lambda/2$ . Zwischen zwei Null-Standlinien ändert sich die Phasenlage von  $0$  bis  $360^\circ$ . Da die Phasenlage der von den

beiden Sendern abgestrahlten elektromagnetischen Felder im Raum feststeht, bildet auch die Hyperbelschar ein feststehendes System. Eine derartige Standlinienschar kann also eine Koordinate zur Ortsbestimmung liefern. Die erforderliche zweite Koordinate erhält man, wenn man einen dritten festen Sender einsetzt, der zusammen mit einem der beiden anderen Sender eine zweite Standlinienschar erzeugt (Bild 2).

Wie Bild 1 zeigt, werden durch die Null-Standlinien Streifen gebildet, in denen sich die Phasendifferenz jeweils zwischen

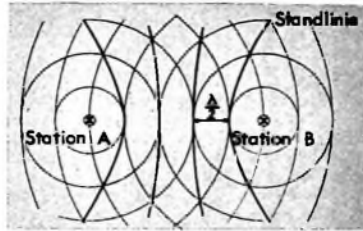


Bild 1. Von zwei Sendern, die frequenz- und phasengleich arbeiten, erzeugte Standlinienschar

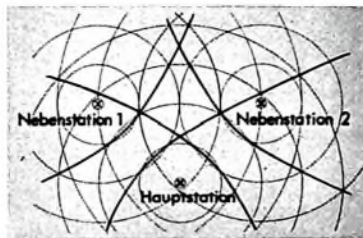


Bild 2. Mit drei Sendern lassen sich die zur Ortung erforderlichen zwei Standlinienscharen erzeugen

0 und  $360^\circ$  ändert. Wenn ein Fahrzeug mit dem Empfänger einen Streifen überquert, ist die Anzeige also zunächst nicht eindeutig. Um eine genaue Positionsangabe zu erhalten, benötigt man für alle Hyperbel-Verfahren noch eine Grobortungsmöglichkeit, mit der man bei Beginn der Messung feststellen kann, in welchem Streifen man sich gerade befindet.

## 2. Die Ortungsgenauigkeit des Hyperbel-Verfahrens

Die mit dem Hyperbel-Verfahren erreichbare Meßgenauigkeit hängt hauptsächlich von der verwendeten Frequenz ab, jedoch läßt die Hyperbelstruktur der Standlinien, die auf der Basislinie zwischen den Sendern den geringsten Abstand haben und nach außen hin immer weiter auseinanderlaufen, keinen einheitlichen Maßstab für jeden Ort zu. Außerdem spielen der jeweilige Schnittwinkel der Hyperbeln sowie Einflüsse infolge von Änderungen der Ausbreitungsgeschwindigkeit der hier ausschließlich benutzbaren Bodenwelle eine Rolle. Aus diesen Gründen läßt sich eine allgemein gültige Zahl für die erreichbare Meßgenauigkeit und gleichzeitig für die Grenzen des ausnutzbaren geografischen Gebiets nicht angeben. Die Praxis hat jedoch gezeigt, daß man beim Standard-Decca-Verfahren, das mit Frequenzen

zwischen etwa 250 und 450 kHz arbeitet (das sind aber nicht die Senderfrequenzen, sondern deren Harmonischen), im Gebiet optimaler Verhältnisse und unter guten tags- und jahreszeitlichen Bedingungen mit etwa 15...50 m Genauigkeit bei der Positionsbestimmung rechnen kann. Als Größenordnung sei hier ein Gebiet mit dem Radius 250 sm angegeben, jedoch mit der Einschränkung, daß der Bereich, für den diese Ortungsgenauigkeit gilt, abhängig von örtlichen und zeitlichen Gegebenheiten auch wesentlich größer oder erheblich kleiner sein kann.

## 3. Das „Hi-Fix“-System

Im Gegensatz zum Standard-Decca-System, das für Navigationsaufgaben bestimmt ist, arbeitet „Hi-Fix“ mit höheren Frequenzen, wodurch eine erheblich größere Meßgenauigkeit erreicht wird. Es eignet sich daher besonders für Vermessungsaufgaben in Gebieten (zum Beispiel im Wattenmeer), die sich mit den herkömmlichen Mitteln der Landvermessung nur sehr schwer vermessen lassen. Hierbei müssen einmal festgelegte Punkte jederzeit wiedergefunden werden können und auch für längere Zeit mit großer Genauigkeit fixiert bleiben.

Bei der Auswahl der Frequenz sind verschiedene Faktoren zu berücksichtigen. Bei höheren Frequenzen ergibt sich zwar eine feinere Auflösung, jedoch wirken sich dann andere, unerwünschte Einflüsse immer störender aus. Als guter Kompromiß hat sich der Bereich 1700...2000 kHz im Grenzwelengebiet erwiesen. Hier ist aber die Belegung mit Funkdiensten so stark, daß ein System, das mehrere Frequenzen benötigt, nicht anwendbar ist. Bei „Hi-Fix“ arbeiten daher alle Sender auf derselben Frequenz, jedoch zeitlich gestaffelt (Zeitmultiplex).

Die „Hi-Fix“-Senderkette besteht aus drei Sendern, und zwar der Hauptstation und zwei Nebenstationen, die in einem 1-Sekunden-Takt arbeiten. Damit alle Sender und Empfänger den gleichen Rhythmus einhalten, sendet die Hauptstation zunächst ein 0,1 s langes Triggersignal mit einem Frequenzversatz von 60 Hz aus. Daran schließt sich die Aussendung der Meßfrequenz der drei Sender für jeweils 0,3 s an. Durch diese zeitliche Staffelung ist es möglich, bei entsprechender zeitlicher Zuordnung im Empfänger auf dem Vermessungsschiff den jeweiligen Sender und damit die gemessene Wegstrecke zu identifizieren. Das Zeitmultiplex-Verfahren hat außerdem noch den Vorteil, daß die Empfänger auch in der Nähe der Haupt- oder Nebenstation betrieben werden können, ohne daß die Energie des nahen Senders die des fernen unterdrückt. Die zeitliche Staffelung der Aussendungen erfordert aber im Empfänger eine Speichermöglichkeit für die vom Hauptsender gelieferten Informationen, da man Wellenzüge, die nicht gleichzeitig eintreffen, auch nicht ohne weiteres miteinander vergleichen kann. Der Empfänger enthält daher einen synchronisierbaren Oszillator, der während der Sendezeit des Hauptsenders exakt nach Frequenz und Phase nachgestimmt wird und damit den für den Phasenvergleich mit den 0,3 beziehungsweise 0,6 s später eintreffenden Informa-

<sup>1)</sup> Feyer, W.: Das Decca-Hyperbel-Navigationsverfahren. Funk-Techn. Bd. 12 (1957) Nr. 10, S. 324-328, Nr. 11, S. 381-382, Nr. 12, S. 389-390, Nr. 16, S. 569-570, u. Nr. 17, S. 600 bis 602.

## Zeitmultiplex

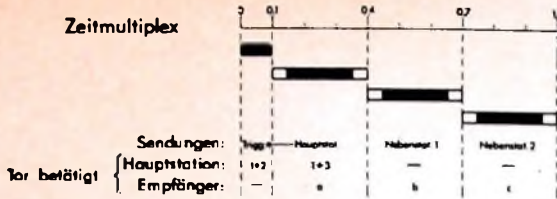
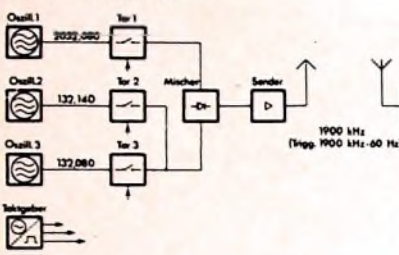
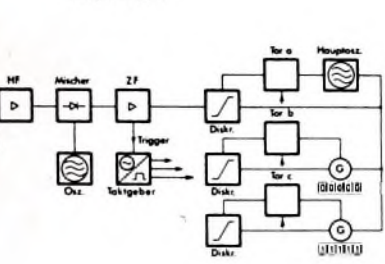


Bild 3: Aufbau des „Hi-Fix“-Systems; oben: zeitliche Staffelung der Sendungen des Hauptsenders und der Nebensender; unten: Blockbild des Hauptsenders (links) und des Empfängers (rechts)

### Sender (Hauptstation)



### Empfänger



tionen der Nebensender erforderlichen Bezugswert liefert. Dabei wird auch die bei der Bewegung des auf dem Vermessungsschiff untergebrachten Empfängers infolge des Dopplereffekts auftretende Frequenzänderung berücksichtigt. Meßfehler treten erst auf, wenn sich während einer Sekunde ins Gewicht fallende Beschleunigungen oder Verzögerungen ergeben, die aber wegen der großen Masse des Schiffes nicht zu erwarten sind.

#### 4. Systemaufbau des „Hi-Fix“

Neben der Stromversorgung, die für 24-V-Batteriebetrieb ausgelegt ist, und verschiedenen an den Empfänger im Vermessungsschiff anschließbaren Zusatzeinrichtungen enthält das „Hi-Fix“-System nur drei Bausteine: die Steuerstufe für den Hauptsender, die für Haupt- und Nebensender gleiche Sender-Endstufe (Leistung etwa 10 W) sowie den Empfänger, der auf dem Vermessungsschiff als Anzeigergerät und bei den Nebensendern als Steuerstufe eingesetzt wird. Alle Geräte sind in gleich großen Gehäusen mit den Abmessungen 50 cm × 35 cm × 25 cm untergebracht.

Der Steuersender in der Hauptstation enthält drei Oszillatoren, deren Frequenzen (2032,08, 132,14 und 132,08 kHz) über von einem Taktgeber gesteuerte Torschaltungen zu einer Mischstufe und von dort zur Sender-Endstufe gelangen (Bild 3). Während der Sendezeit des Triggerimpulses werden der Mischstufe die Frequenzen 2032,08 und 132,14 kHz zugeführt, und die Differenzfrequenz 1899,94 kHz wird vom Sender abgestrahlt. In den anschließenden 0,3 s sendet der Hauptsender die Meßfrequenz, die sich als Differenz von 2032,08 und 132,08 kHz zu 1900 kHz ergibt. Im Empfänger triggert der empfangene Triggerimpuls des Hauptsenders einen Taktgeber, der entsprechend der zeitlichen Staffelung der Sendezellen des Hauptsenders und der Nebensender die Tore a, b und c öffnet. Die Meßfrequenz des Hauptsenders synchronisiert den Hauptoszillator, dessen Frequenz als Vergleichswert den Goniometern zur Phasenmessung zugeführt wird. Über die Torschaltungen b und c gelangen die von den Nebensendern abgestrahlten Signale zu den Goniometern. Die Meßwerte werden durch Zählwerke angezeigt. In dem Empfänger lassen sich Fernanzeigergeräte, ein Kartenschreiber („Track-Plotter“), Meßwertdrucker und Streifenlocher für die spätere Auswertung in einem Elektronenrechner

sowie ein Rechts-Links-Anzeiger (wenn man nur an einer bestimmten Hyperbel entlangfahren will) anschließen. Mit dem Drucker und Streifenlocher können auch zusätzliche Informationen, zum Beispiel Datum, Uhrzeit und Wassertiefe, die von entsprechenden Meßgeräten geliefert werden, aufgezeichnet werden.

#### 5. Meßgenauigkeit und Bedeckungsgebiet

Bei 1900 kHz Meßfrequenz ergibt sich auf der Basislinie ein Abstand der Null-Hyperbeln von etwa 80 m. Nimmt man 1/4 der Maßeinheit als Ablesegenauigkeit und rund 3/4 tatsächliche Genauigkeit infolge anderer Einflüsse an, so ergibt sich eine „Strichbreite“ der Hyperbellinie von etwa 2,5 m und im Gebiet optimaler Verhältnisse und unter guten Bedingungen eine Genauigkeit der Positionsbestimmung von 3...4 m. Die Grenze des ausnutzbaren Gebiets (Bedeckungsgebiet), an der die Meßgenauigkeit für den geforderten Zweck nicht mehr ausreicht, hängt vor allem von den Standorten der Sender ab, also von der Geometrie der Hyperbelscharen. Bei optimaler Aufstellung der Sender an den Eckpunkten eines gleichseitigen Dreiecks ergibt sich mit 10 W Senderleistung ein Bedeckungsgebiet von etwa 50 sm × 50 sm.

#### 6. Betriebsarten

Neben dem beschriebenen Hyperbelbetrieb gibt es für Spezialzwecke noch eine andere Betriebsart, den Doppel-Distanzbetrieb, bei dem die Hauptstation und der Meßempfänger auf dem Meßfahrzeug und die beiden Nebensender an geeigneten Stellen an Land untergebracht sind. Hierbei werden als Standlinien Kreise um die Nebensender erzeugt, die konstanten Abstand voneinander haben, so daß sich in Meter oder einer anderen Einheit gleiche Anzeigergeräte verwenden lassen. Man kann also direkt die Entfernung zu den Landstationen messen und bei bekannter Basislänge den eigenen Standort bestimmen. Dieses Verfahren hat aber den Nachteil, daß nur ein Meßfahrzeug arbeiten kann.

#### 7. Anwendung des Systems in Deutschland

In Deutschland wird das „Hi-Fix“-System für Vermessungsaufgaben im Wattenmeer an der Elbemündung eingesetzt. Hier hat sich der Hamburger Senat ein 80 km<sup>2</sup> großes Gebiet gesichert, in dem, wenn es einmal erforderlich sein sollte, ein Vor-



Bild 4: Der „Hi-Fix“-Empfänger im Steuerhaus des Vermessungsschiffes „Nige Wark“

haben gebaut werden kann. Die dazu notwendigen Vorarbeiten, die von einer Forschungsgruppe der Behörde für Wirtschaft und Verkehr durchgeführt werden, erstrecken sich hauptsächlich auf Untersuchungen über den Zustand und das dynamische Verhalten des Meeresgrundes einschließlich der Auswirkungen des Seegangs und der Tideströmungen sowie der Umformung der Gewässersohle und auf die Erforschung der Baugrundverhältnisse. Hierzu steht der Forschungsgruppe unter anderem ein besonderes Vermessungsschiff, die „Nige Wark“, zur Verfügung, das außer mit den üblichen Navigationshilfsmitteln auch mit einem „Hi-Fix“-Empfänger ausgerüstet ist (Bild 4). Die besondere Aufgabe von „Hi-Fix“ besteht hier darin, laufend möglichst genaue Meßwerte über den jeweiligen Standort des Vermessungsschiffes zu liefern.

Der Hauptsender der „Hi-Fix“-Kette steht auf der Insel Helgoland (Bild 5), während die beiden Nebensender bei Büsum und bei Langwarden ihren Platz gefunden haben. Diese Aufstellung der Sender an den Ecken eines fast gleichseitigen Dreiecks mit etwa 36 sm Kantlänge hat den Vorteil, daß sich die Standlinien im hauptsächlich interessierenden Gebiet fast rechtwinklig schneiden, was eine große Meßgenauigkeit erwarten läßt. Ob die geforderte Genauigkeit von  $\leq 5$  m dauernd eingehalten werden kann, müssen erst die im Mai dieses Jahres angelaufenen Versuche ergeben.

Bei der Aufstellung der Sender wurde darauf geachtet, daß eine möglichst ungestörte Ausbreitung der Funkwellen über Wasser erfolgt. Bei Ebbe fallen aber größere Gebiete des Watts trocken, was eine Veränderung der Ausbreitungsgeschwindigkeit und damit eine leichte Verschiebung der Hyperbeln zur Folge hat. Um dies und auch die Stabilität der Kette laufend zu kontrollieren, wurde auf der Insel Neuwerk ein Monitor-Empfänger aufgestellt, der laufend die beiden Ortskoordinaten seines Standortes registriert. Ihre Abweichungen von der Soll-Lage geben die Schwankungen der Standlinien-scharen wieder, so daß diese bei der Auswertung der Meßergebnisse berücksichtigt werden können.

U. Radke



Bild 5: Die „Hi-Fix“-Kette für Vermessungsaufgaben im Wattenmeer an der Elbemündung



## Elektronik für jedermann und etwas Fachelektronik

auf der Deutschen Industrieausstellung Berlin 1964

► Vom 19. 9. - 4. 10. 1964 standen der Deutschen Industrieausstellung Berlin 1964 auf dem günstig gelegenen Ausstellungsgelände unter dem Funkturm außer dem Freigelände 15 Hallen und 11 Pavillons mit einer Ausstellungsfläche von etwa 67 000 m<sup>2</sup> zur Verfügung. 39 Länder waren vertreten. Über 400 000 Besucher passierten die Drehkreuze.

► Die jährliche Deutsche Industrieausstellung in Berlin hat nicht den strengen Charakter einer Messe, sondern will einem breiten Publikum die Möglichkeit geben, moderne Baustoffe, Bauelemente, Bauteile, Maschinen, Geräte, Konsumgüter und auch mannigfaltige elektronische Anwendungen kennenzulernen. Die Ausstellungsthemen reichen von den Grundbaustoffen (Metalle, Kohle, Kunststoff, Porzellan, Glas usw.) über ihre Verarbeitung bis zu den Erzeugnissen des Maschinen- und Apparatebaus, der Elektrotechnik, der Feinmechanik, der Kraftfahrzeugindustrie oder beispielsweise der Helzungstechnik. Sonderschauen vieler Länder ergänzen die sonst nach Branchen gegliederte Ausstellung. Zusätzliche unterhaltensartige Veranstaltungen umrahmen den Rundgang der immer sehr interessierten Besucher, und manche Gags reizen die Wißbegierde.

► Die Anziehungskraft des Rundfunks und des Fernsehens erwies sich auf neue, aufsteigende Erinnerungen beim Durchwandern der ausgezeichnet besetzten Sonderschau der Deutschen Bundespost (sie reichte vom historischen elektrochemischen Sömmering-Telegrafen und anderen fernmeldetechnischen Apparaturen über erste Rundfunk- und Fernsehgeräte für Aufnahme und Wiedergabe bis zur in- und ausländischen Briefmarke mit Darstellungen aus dem Gebiet der Nachrichtentechnik) ließen das heute Erreichte besonders deutlich erscheinen. Die Verflechtung der Nachrichtentechnik mit dem aktuellen Geschehen trat auf manchen Ständen plastisch hervor (unter anderem

Blick auf das Ausstellungsgelände unter dem Berliner Funkturm



auch bei Telefunken mit einer Magnetband-Zehnspur-Aufzeichnungsanlage für vielsprachige Fernsehreportagen der Olympischen Spiele in Tokio).

► Dem Wort, dem Klang, dem Bild - mit neuzeitlichsten Verfahren aufgenommen, gesendet, gespeichert und wiedergegeben - begegnete man auf Schritt und Tritt. Und der Besucher wurde dabei an vielen Ständen selbst zum Akteur: Das eigene Wort erklang aus Lautsprechern, das eigene Gesicht sah hier und da von Bildschirmen herab - direkt gesendet oder vom Mittler Tonband nach einer beliebigen Zeitspanne wiedergegeben.

► Clou war dabei unbestritten der neue Philips-„video-recorder 3400“ (s. Heft 18/1964, S. 652-655). Wenn auch der derzeitige Preis dieses magnetischen Bild- und Tonaufzeichnungsgerätes von rund fast 7000 D-Mark eine weitgespannte Anwendung bis in den Haushalt hinein noch kaum erwarten läßt, zeichnet sich mit solchen handlichen Geräten schon sehr deutlich eine auf uns zukommende Entwicklung ab.

► Kam übrigens bei Rundfunk- und Fernsehempfängern die Rede auf den Preis, dann „paßte“ die Besetzung der Stände. Auf Grund einer Vereinbarung zwischen dem Bundeskartellamt und den Herstellern erfolgt zur Zeit die Abgabe der Geräte an den Handel zu sogenannten „Ab-Werk-Preisen“; der jeweilige Endverbraucherpreis bleibt dem freien Wettbewerb überlassen. Das machte sich auf der Deutschen Industrieausstellung sehr störend bemerkbar. Der hierüber oft enttäuschte Einzelinteressent konnte nur auf den Fachhandel verwiesen werden. Manchmal hörte man auch entschuldigende Formulierungen wie etwa „In einigen Geschäften in... habe ich dieses Gerät für rund... DM gesehen“.

► Die zukünftigen Benutzer der von AEG, Blaupunkt, Braun, Graetz, Imperial, Loewe Opta, Metz, Nordmende, Philips, Schaub-Lorenz, Siemens und Telefunken ausgestellten Fernsehempfänger interessierten sich vor allem auch für eine erwünschte recht einfache Bedienung der Geräte. Im Hinblick auf die in Berlin mögliche Wahl mehrerer Sender fanden dabei Stationstasten starke Beachtung.

► Vom Herkömmlichen abweichende Gehäuseausführungen (wie beispielsweise die einschwenkbare Bildröhre bei der Trube „Venezia“ von Blaupunkt) fanden ge-

neigte Bewunderer. Besonders große Bildröhren (65 cm) in einigen neuen Imperial-Empfängern der Luxusklasse (Tischgerät „Tokio“, Standgerät „Santiago“ und einige Truhen) wurden vorerst kritisch gemustert. Ein nicht unbeträchtlicher Teil der Besucher neigte - soweit man den Äußerungen entnehmen konnte - jedoch weiterhin zum preisgünstigen und dabei möglichst wenig störanfälligen 58-cm-Gerät. Aber auch informierende Erkundigungen nach kleinen transportablen Geräten (auch japanischen Modellen) waren immer wieder zu hören, vor allem für die Verwendung als Zweitgerät.

► Der Fachmann nahm gern neue Lösungen im Aufbau der Chassis von Fernsehempfängern zur Kenntnis. So wurde auch der Einbau der Schaltplatten in die aufklappbare Empfängerhülle des neuen „Tizian D5“ von Philips (s. Heft 18/1964, S. 684) günstig beurteilt.

► Das Typenangebot der Firmen entsprach im allgemeinen dem Stand der letzten Monate. Hier und da wurden bisher nur angekündigte Modelle jetzt als lieferbar bezeichnet oder (wie beispielsweise bei Siemens mit dem neuen „Bildmeister 55“) Ergänzungen vorgestellt.

► Der Tonrundfunk kam in Berlin nicht ins Hintertreffen. Bei den Heimempfängern dürften über kurz oder lang viele der auf der Ausstellung vorgeführten Empfänger und Truhen mit zur modernisierten Wohnungseinrichtung vielleicht besser passenden Modellen über den Handel in manche Heime wandern. Es fiel dabei jedoch auf, daß die Rundfunk-Stereophonie noch keineswegs in das Bewußtsein aller Ausstellungsbesucher vorgedrungen war, obwohl gerade in Berlin durch Stereosendungen gute Vorbedingungen bestehen. Ein gemeinsamer Informationsstand förderte auf der Ausstellung die Stereo-Bemühungen. In vier mit etwa je 15 Stühlen ausgerüsteten, etwa wohnzimmergroßen Vorführräumen sollten ferner Besucher die Vorteile der Rundfunk-Stereophonie kennenlernen. Selen wir ehrlich: In den ersten Tagen sollten sie es wohl, machten aber zu wenig hiervon Gebrauch. Erst als gegen Ende der ersten Ausstellungswoche ein neues Vorführprogramm zusammengestellt wurde, das auch Proben aus einem (inzwischen am 4. 10. 1964 vom SFB gesendeten) Kriminal-Hörspiel enthielt, taten sie es kräftig. Das soll nun nicht heißen, daß Stereo-Musik allein nicht genügend zugkräftig sei. Im Ausstellungsstrubel fehlt



Vorführungen mit dem „video-recorder 3400“ von Philips waren immer dicht umlagert

jedoch oft den Besuchern die hierfür notwendige Sammlung. Hier muß man schon – eine Erfahrung mehr – etwas kräftiger „stereophonieren“.

► Ein kurzes Wort noch zum „Mehrzweck“-Rundfunkgerät, wie es beispielsweise Graetz schon vor einem Jahr mit dem auch als Gegensprechanlage oder als Babysitter verwendbaren „Contact“-System kreierte. Diese sehr universell einsetzbare Anlage stieß unverkennbar beim Publikum wiederum auf Gegenliebe.

► Nun, so vielseitig verwendbar sollen die tragbaren Universal-Empfänger nicht sein; bei diesen bezieht sich der Zusatz „Universal“ mehr auf den Einsatzort (Wohnung, Kraftfahrzeug, im Freien). Alle diese Empfänger konnten ihre Stellung im großen Angebot festigen. Aber in Berlin erwies sich wieder, daß auch der große Reiseempfänger mit speziell gefördertem Kurzwellenteil immer mehr Anhänger gewinnt. Das fand man unter anderem bei Nordmende („Globetrotter“) bestätigt.

► Sage aber niemand, daß der kleinere Koffer- oder Taschensuper demgegenüber an Boden verloren hätte; die in Berlin bekanntgegebenen Zahlen der Fachabteilung Rundfunk und Fernsehen im ZVEI (s. S. 734) beweisen das Gegenteil. Wenn ferner solche Kleinstempfänger ein neu-



Das „Magnetophon 300“ von Telefunken in seiner neuen Autohalterung

artiges, elegantes Gesicht erhalten (wie beispielsweise der neue Mittelwellen-Reiseempfänger „Match“ von Telefunken mit seinem schmalen gepolsterten und mit echtem Lederbezug bespannten Gehäuse mit Trageschlaufe), dann bringen sie manchem Benutzer (mehr noch mancher Benutzerin) vielleicht doppelte Freude.

► Bewährte Freudespender sind und bleiben ebenfalls Schallplatten-Wiedergabegeräte. Vom Koffer bis zur aufwendigen Stereo-Hi-Fi-Anlage sah man sie beispielsweise bei Philips und Telefunken, ferner in Geräten von Braun, Bölkow und Metz sowie nicht zuletzt im Musiktruhen-Programm auch anderer Hersteller. Grundsätzlich neue Modelle waren jedoch nicht zu verzeichnen.

► Zu jeder Tonwiedergabe gehören Lautsprecher. Aus dem in Berlin gezeigten Lautsprecherangebot ist als neu zu berichten, daß die Hi-Fi-Stereo-Boxen „HSB 10“, „HSB 20“ und „HSB 45“ von Isophon jetzt in Nußbaumgehäusen geliefert werden. Die Lautsprecherkombinationen von Isophon enthalten neuerdings keine Ausgangsübertrager mehr, und gleiches gilt für die Eckenstrahler.

► Keineswegs in der Ecke standen die Tonbandgeräte. Sie wußten sich auf den Ständen (AEG, Loewe Opta, Nordmende, Philips, Telefunken) wieder sehr sicher zu behaupten. Selbst ins Auto haben sie Einzug gehalten, zum Beispiel vor kurzem mit Spezialhalterung für den „taschen-recorder 3300“ von Philips und – wie in Berlin gezeigt – jetzt auch mit einer neuen Autohalterung und einem Autoadapter für das „Magnetophon 300“ von Telefunken.

► Was man mit dem Tonband alles machen kann, wurde außer bei den Tonbandgeräteherstellern auch von der BASF demonstriert.

► Wie man es meisterhaft machen kann, beurteilte die Jury des während der Ausstellungszeit in Berlin stattfindenden Deutschen Nationalen Wettbewerbs der besten Tonaufnahme (s. a. S. 723).

► Womit sich andererseits nimmermüde Tonbandgeräte speisen lassen, wenn keine geeigneten Aufnahmen vorliegen, erfuhr man am Stand von E. G. Eppelsheim, Berlin. Dort wurde eine reiche Auswahl von mit Musik bespielten BASF-Bändern in Mono und Stereo angeboten. Interessiert konnte man hier auch das Muster einer neuentwickelten Endloskassette für etwa 200 m Band betrachten, desgleichen zwei batteriebetriebene Magnetongeräte der Felap GmbH (frühere Triz-Geräte).

► Wenn schon so viel von Musik die Rede ist, dann sei auch noch auf ihre Erzeugung mit Hilfe von elektronischen Musikinstrumenten verwiesen. Im Konzertsaal des Philips-Pavillons fanden lautend sehr gut besuchte, mit der „Philicorda“ (s. H. 7/1964, S. 218-221) durchgeführte Konzerte statt.

► Elektronisch hörte man es auch an anderen Ständen des Ausstellungsgeländes. So fand unter anderem der Wurlitzer „Side Man“ – ein elektronisches Schlagzeug – mit den Klangfarben Baßtrommel, Tom Tom, Templeblock, Holzblock, Besen, Cymbal, Claves und Maracas (in den bekanntesten Tanztempo einstellbar) – sehr aufmerksame Zuhörer.

► So in Schwung gebracht, müßte eigentlich die Schilderung anderer elektronischer Anwendungen und Demonstrationen recht wirkungsvoll ablaufen. Dem registrierenden Besucher war beim Rundgang durch das weitläufige Gelände aber schon etwas die Luft weggeblieben. Kein Wunder, daß er am Lufthansa-Stand etwas länger stehenblieb. Über eine von Telefunken aufgebaute Boden-Berd-Anlage (400-W-KW-Sender; 45-m-Band) konnte man dort über Kopfhörer und Mikrofon mit weit entfernten Piloten – hoch in der Luft – sprechen.

► Kleinere im Kraftfahrzeug-Funksprechverkehr einsetzbare Funksprengeräte sah man unter anderem bei Siemens und Telefunken, noch kleinere tragbare Funksprengeräte bei der SEL, bei Polyfoto und bei Telefunken.

► Die induktive Erwärmung für industrielle Zwecke war bei Philips vertreten (induktive Härtemaschine), die Erhitzung von Speisen mittels eines mit einem Magnetron bestückten Mikrowellenherds ebenfalls bei Philips (Leistungsaufnahme bei Vollast 4,8 kW; Betriebsfrequenz 2450 MHz). Als Schauobjekt zur Speisen-

erwärmung fungierte ferner auf dem Bewag-Stand eine induktive Erwärmungsanlage der AEG (Leistungsaufnahme 50 kW; Betriebsfrequenz 1000 Hz). Bei der letztgenannten Anlage schwebte als besondere Attraktion der die Speisen aufnehmende „magische“ Metallteller frei im induktiven Feld.

► Frei schwebte bei Philips auch ein Dauermagnet über einer Niob-Schale. Hier wurde die Supraleitung (elektrischer Widerstand gleich Null) der Niob-Schale demonstriert, die bei Abkühlung der Schale auf etwa –261 °C mit Hilfe eines Kryogenerators (Erzeugung von flüssigen Gasen, die nur wenig über dem absoluten Nullpunkt von –273 °C liegen) auftritt.

► Eine andere bemerkenswerte Anwendung elektronischer Hilfsmittel war bei Osram eine elektronische Auswertanlage für die automatische Messung und Registrierung der Lichtausbeute von Glühlampen in Photometerkugeln von 1 m und 2 m Durchmesser.

► Beispiele für die Messung radioaktiver Strahlung waren bei Telefunken zu finden, während Frieseke & Hoepfner unter anderem ebenfalls mit einem größeren Programm von Strahlungsmeßgeräten für verschiedene Anwendungen aufwartete.

► Das Meß- und Regelgeräteprogramm von Siemens für die Automatisierung von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage wurde an einer Demonstrationstafel erläutert.

► Der elektronischen Zähltechnik (Zählen, Messen, Überwachen, Steuern) konnte der Besucher bei der AEG begegnen, elektronischen Datenverarbeitungsmaschinen bei der IBM und der Univac. Einen Tisch-analogrechner zeigte Telefunken.

► Ihre Ausstellungspremiere erlebte die „MB 72“, eine neue Magnetband-Schreibkopfmachine der IBM. Die neue „MB 72“ kann überall dort rationell eingesetzt werden, wo Texte wiederholt geschrieben und Fehlerkorrekturen berücksichtigt werden müssen. Das neue System speichert automatisch jeden geschriebenen Text auf Magnetband (16 mm breit, 30 m lang, Kapazität 24 000 Schriftzeichen). Es sucht jede beliebige Textstelle schnell auf dem Magnetband auf, kombiniert sie in gewünschter Weise und schreibt sie selbständig mit einer Geschwindigkeit von 15 Schriftzeichen in der Sekunde in der geforderten Satzspiegelbreite aus.

► Laser-Pumplichtquellen (Blitzröhren) stellte Osram und Philips vor, Laser (einen Rubin-Laser und einen Helium-Neon-Gas-Laser) Philips.

► Gehen wir zum Schluß noch auf einige kleine Dinge ein. Elektronische Bauelemente vieler Art (auch die bekanntesten Lieferprogramme von Halbleiter-Bauelementen) offerierten die Firmen AEG, SEL, Siemens und Telefunken. Neu war dabei bei SEL der Spezial-Thermistor K 46 W, ein Widerstand mit negativem Temperaturkoeffizienten, der besonders für die Kompensation des Temperaturganges von Vertikalablenkspulen in Fernsehempfängern bestimmt ist. Bei Osram waren auch Kleinstglühlampen für Anzeigzwecke (kleinste Abmessungen etwa 5 mm X 18 mm) zu finden. A. Jänicke

# Verkaufen Sie weltweite Erfahrung!

In aller Welt ist Philips ein Begriff für Zuverlässigkeit und Qualität. Philips Tonbandgeräte werden in allen freien Ländern der Erde verkauft. Weltweite Erfahrung in der Entwicklung und im Bau von Tonbandgeräten ist das Ergebnis dieser großen internationalen Zusammenarbeit. Weltweite Erfahrung verkaufen Sie mit jedem Philips Tonbandgerät.

Das RK 14 ist ein Beispiel dieses Erfolges. Seine robuste Mechanik hat in über einer Million Geräten ihre Zuverlässigkeit seit Jahren

unverändert bewiesen. Seit Jahren bewährt in seiner Klasse. Das RK 14 begeistert Tonbandfreunde in aller Welt, denn sie wissen: dieser Gerätetyp ist so ausgereift, da gibt es nichts mehr zu verbessern. Daher können Sie Ihren Kunden das RK 14 mit seinen Vorzügen bestens empfehlen: das vielseitige Mischpult, die Parallelschaltung, speziell für die Ver-

tonung von Dias und Schmalfilmen geeignet, die bandsparende Vierspurtechnik, die international verwendbare Bandgeschwindigkeit von 9,5 cm/sec. und die vielen anderen Vorzüge.

Interessantes Werbematerial für Ihre Kunden stellen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Die Aufnahme urheberrechtlich geschützter Werke der Musik und Literatur ist nur mit Einwilligung der Urheber bzw. deren Interessenvertretungen und der sonstigen Berechtigten, z. B. Gema, Verleger, Hersteller von Schallplatten usw. gestattet.



...nimm doch

# PHILIPS

# Schneller

**Verpackungszeit ist unproduktiv, darum werden immer mehr Artikel in Schaumstoffpackungen aus Styropor verpackt.**

**Jeder Artikel ist im Handumdrehen konturengenau in den beiden Schaumstoffschalen sicher untergebracht. Das mindert Lohnkosten und verkürzt erheblich die Packzeit — bis zu 66%.**

**Viele Vorteile sprechen für Schaumstoffpackungen aus Styropor.**



## SCHALLPLATTEN für den Hi-Fi-Freund

**Chopin, Scherzo Nr. 1 h-moll op. 20, Nr. 2 b-moll op. 31, Nr. 3 cis-moll op. 39 und Nr. 4 E-dur op. 54**

*Tamás Vásáry, Piano*

Das Scherzo ist in der zyklischen Sonatenform an die Stelle des Menuetts getreten. Nicht immer aber ist es heiter bewegt, und nicht immer zeigt es tänzerische Elemente. Beethoven hat es erstmals in die Sinfonie eingeführt (Eroica) und in der Form weiterentwickelt. Von der heiteren Seite läßt Chopin in den vier Scherzi nichts mehr erkennen. Bei ihm herrschen das Wilde und das Dämonische vor. Im h-moll-Scherzo steht hier sanft wiegende melodiose Mittelteil in hartem Kontrast zum Hauptsatz. Das Scherzo Nr. 2 in b-moll zählt zu den bekanntesten Werken Chopins. Man hat es gelegentlich als künstlerische Walzer-Phantasie bezeichnet, wobei Walzer hier nicht als „Tanz-Walzer“, sondern als „Vorfrags-Walzer“ zu verstehen ist. Während man das Scherzo cis-moll als großflächige Klangstudie ansehen kann, enthält das umfangreiche Scherzo Nr. 4 in E-dur eine Fülle von Melodien und musikalischen Gedanken. Mit seinem thematisch, rhythmisch und harmonisch sehr schlichten Aufbau bietet es dem Verständnis kaum Schwierigkeiten.

Tamás Vásáry, den geborenen Ungarn und Schüler von Clara Haskil, lernt man hier als hervorragenden Chopin-Interpreten der jungen Generation kennen. An seinem Spiel gefällt der noble Anschlag. Die perlenden Laufe zeigen, daß technische Schwierigkeiten ihm fremd sind. Die saubere Aufnahmetechnik bringt seine künstlerische Leistung voll zur Geltung, denn der Klavierton läßt kaum einen Wunsch offen. Die Aufnahme ist auch an den kritischen Stellen unbedingt klavierfest. Sie klingt auch bei kleiner Wiedergabelautstärke natürlich, denn immer hat man den Eindruck, einen Meisterflügel — gut im Raum stehend — zu hören. Eine Aufnahme, die lobend erwähnt zu werden verdient hat.

Deutsche Grammophon  
136 451 SLPEM (Stereo)

**Wagner, Vorspiele und Ouvertüren zu „Die Meistersinger von Nürnberg“, „Faust“, „Lohengrin“ 3. Akt, „Der fliegende Holländer“ und „Rienzi“**

*Pittsburgh Symphony Orchestra unter William Steinberg*

Schon wiederholt hatten wir an dieser Stelle Gelegenheit, Command-Platten aus dem Bereich der U-Musik zu besprechen, die wegen ihrer technisch perfekten Auf-

nahme und ihrer hervorragenden Wiedergabequalität über dem Durchschnitt lagen. Mit großer Spannung sah man deshalb den ersten Klassik-Aufnahmen von Command entgegen, die in diesem Sommer auf dem deutschen Markt erschienen. Mit Spannung, aber auch mit einer gewissen Skepsis, denn die Frage war, wie würde sich die bei effektvoller U-Musik bewährte Technik hier ausnehmen. Um das Ergebnis vorwegzunehmen: Alle Sorgen und Bedenken waren umsonst, denn hier ist die Stereo-Technik nicht integrierendes Element des Arrangements, um blendende und oft überraschende Effekte zu erreichen, sondern einzig und allein Mittel zu dem Zweck, eine Aufnahme klassischer Musik in höchstmöglicher Perfektion zu schaffen.

Viel, sogar sehr viel hat man getan, um dieses Ziel zu erreichen. Unter den besten Mikrofonen der Welt hat man diejenigen ausgewählt, von denen man wußte, für welche Klanggruppen des Orchesters sie am besten geeignet sind, und hat sie dementsprechend eingesetzt. Die Primäraufnahme hat man nicht auf  $\frac{1}{4}$ " oder  $\frac{1}{2}$ " breitem Tonband gemacht, sondern auf 35-mm-Magnetfilm. Hier konnte man die drei  $\frac{1}{4}$ "-Spuren mit größerem Spurennabstand aufzeichnen und erhielt dadurch eine größere Übersprechdämpfung. Gleichzeitig ergab die für jeden Kanal zur Verfügung stehende große Spurbreite auch eine ausgezeichnete Dynamik. Wegen der größeren Dicke des Schichtträgers ist auch der Kopiereffekt erheblich kleiner. Die Laufgeschwindigkeit des Magnetfilms von rund 45 cm/s ermöglichte die saubere Aufzeichnung auch der höchsten Frequenzen, während andererseits der Transport des Films über die aus der Kinotechnik bekannten Zahntrammeln einen besonders guten Band-Magnetkopf-Kontakt ergab und Eigenschwingungen des Trägers unterdrückte. Die Primäraufnahmen zeichnen sich infolgedessen durch besonders guten Gleichlauf aus. Alle diese Maßnahmen und noch viele andere mehr ermöglichten die Herstellung von Matrizen zum Pressen von Schallplatten, deren Qualität überdurchschnittlich ist. Man hat hier einen Qualitätsstandard erreicht, der nach vor wenigen Jahren unmöglich zu sein schien. Mit dieser Technik ist unserer Meinung nach die oft diskutierte potentielle Konkurrenz des bespielten Tonbandes zumindest für den Heimgebrauch weiter in den Hintergrund gerückt. Ganz bewußt haben wir als erste Platte aus der Command-Classics-Serie diese Platte gewählt. Schie-

nen uns doch diese Titel besonders geeignet, die technische Qualität kritisch zu beurteilen. Alle Erwartungen wurden erfüllt. Nicht nur Frequenzbereich und Dynamikumfang entsprechen sehr hohen Anforderungen, sondern bemerkenswerter sind auch die überraschenderäumliche Tiefe des Klangbildes und die über den Abstand der Lautsprecher hinausgehende Abbildungsbreite des Klanggeschehens. Auch bei den stärksten Klangmassierungen im Blech verliert das Klangbild nichts von seiner Transparenz. Es ist so durchsichtig, daß es auch dem musikalischen Laien leichtfällt, sich auf jede beliebige Instrumentengruppe zu konzentrieren und deren scheinbare räumliche Ausdehnung zu erfassen. Hier scheint uns ein weiterer Fortschritt der Stereo-Aufnahmetechnik gelungen zu sein, und zwar ein echter.

Command Classics  
CC 11 020 SD (Stereo)

Schumann, Klavierkonzert  
a-moll op. 54; Grieg, Klavierkonzert  
a-moll op. 16

Géza Anda, Klavier; Berliner Philharmoniker unter Rafael Kubelik  
Diese beiden in a-moll stehenden Klavierkonzerte sind beim Publikum ebenso beliebt wie bei den großen Pianisten. Das Schumannsche Klavierkonzert ist der Vertreter dieser Musikgattung aus dem Bereich der Romantik und für viele Kenner „das Konzert aller Konzerte“ überhaupt. In dieser Krone seiner Klaviermusik läßt Schumann der Fantasie freien Lauf, ohne dabei aber die klassischen Gesetze der Musik zu durchbrechen. Eine vollendete Synthese von prächtigen, manchmal geradezu schwärmerischen Melodien und Sinfonie in den musikalischen Ausdrucksformen klingt aber manchmal schon leise der Impressionismus Debussys und Ravelis an. Das Griechische Klavierkonzert, obwohl ein Jugendwerk, ist einer der Höhepunkte im Schaffen des Komponisten. Er hat hier viele Elemente der deutschen Romantik mit urwüchsiger norwegischer Volksmusik verschmolzen, so zum Beispiel im dritten Satz mit der norwegischen Volkstonmelodie. Mit diesem Konzert ist es Grieg aber auch gelungen, der virtuosen Klaviertechnik eines Chopin und Liszt den Weg in die nordischen Länder zu bahnen. Kein Wunder, daß beide Konzerte die Konzertsäle in aller Welt erobert haben und in zahlreichen Schallplattenaufnahmen vorliegen. Auf dieser Platte lernt man Géza Anda wieder einmal als virtuosenspieler Pianisten kennen. Er bleibt aber immer der brillant spielende Musiker, dem Virtuosenlum nicht Selbstzweck ist. So ist zusammen mit den Berliner Philharmonikern unter Kubelik eine Aufnahme entstanden, die fraglos in der Spitzengruppe rangiert.

Technisch bieten beide Werke der Schallaufnahme mancherlei

Schwierigkeiten. Der Klang des reich besetzten Orchesters muß akustisch gut aufgelöst erscheinen, und in diesem Klangfeld muß das Klavier seinen rechten Platz finden, ohne daß die Einheit gestört wird. Alles das hat die Aufnahmetechnik hier geschafft. Der weite Frequenzumfang und die rumpelfreie (Klavierfeste) Überspielung und Pressung lassen in dem farbigen Klangbild des Orchesters einen Klavierton erstehen, der auch bei Wiedergabe über beste Hi-Fi-Anlagen keinen Wunsch offenläßt.

Deutsche Grammophon  
138 888 SLPM (Stereo)

Gershwin, Rhapsody in Blue;  
An American in Paris

Columbia Symphony Orchestra, Dirigent und am Klavier: Leonard Bernstein; New Yorker Philharmoniker unter Leonard Bernstein

Das erste größere Werk, mit dem George Gershwin Weltruhm erlangte, ist die im Auftrag von Paul Whiteman geschriebene „Rhapsody in Blue“, die seit ihrer Uraufführung am 12. Februar 1924 in New York auch in zahlreichen Schallplattenaufnahmen erschienen ist. Sie ist ein gelungener Versuch, Jazz-Elemente in die sinfonische Form einzuarbeiten, wobei dem Klavier nach Art eines Klavierkonzertes eine führende Aufgabe zukommt. Die sinfonische Dichtung „Ein Amerikaner in Paris“ entstand 1928 während einer Europareise zum Studium der modernen europäischen Musik in Paris. Sie erlebte ihre Uraufführung am 13. Dezember 1928 in der New Yorker Carnegie Hall. Von den zahlreichen Aufnahmen beider Werke ist die vorliegende eine der besten, denn die Vitalität und musikalische Besessenheit Bernsteins überträgt sich auf das Orchester und gibt damit beiden Aufnahmen etwas Besonderes.

In Stereo klingen beide Aufnahmen sehr gut. Trotz großer Ortungsschärfe und breiter Stereo-Basis ist kein hörbares oder gar störendes Loch in der Mitte. Auch viel akustische Tiefe ist beiden Aufnahmen eigen. Der weite Frequenzumfang läßt den Glanz der Instrumentengruppen ebenso klar und unverzerrt zur Geltung kommen wie die Feinheiten des Klavierspiels. Selbst der kleinste Triangelsschlag sitzt dort, wo er hingehört. Bei Wiedergabe über eine Hi-Fi-Anlage, die auch den Frequenzbereich um 20 - 25 Hz noch unverzerrt wiedergibt, stört bei der ersten Aufnahme hin und wieder ein leichtes Rumpeln. Eine leichte Absenkung der Tiefen, die ohne Minderung des guten Eindrucks hier zulässig ist, oder — nach besser — das Einschalten eines Rumpelfilters mit etwa 40 Hz Grenzfrequenz unterdrückt das leichte Rumpeln vollständig, so daß man diese Platte mit viel Genuß anhören kann.

CBS SBRG 72 080 (Stereo)

# Und wie verpacken Sie?

Auch schon

## schnell sicher leicht billig

in Schaumstoffpackungen aus Styropor?

Schaumstoff aus Styropor ist federleicht, stabil, stoßdämpfend, rüttelsicher, formbeständig und unempfindlich gegen Feuchtigkeit. Konturen-Vollverpackungen, Paletten, Vertiefungen oder Polster in jeder gewünschten Form und Größe werden daraus gefertigt.

Lassen Sie sich doch auch für Ihre Erzeugnisse eine Schaumstoffverpackung aus Styropor anbieten.

Ein Herstellerverzeichnis und ausführliche Informationen über Schaumstoff-Packungen senden wir Ihnen gerne zu.



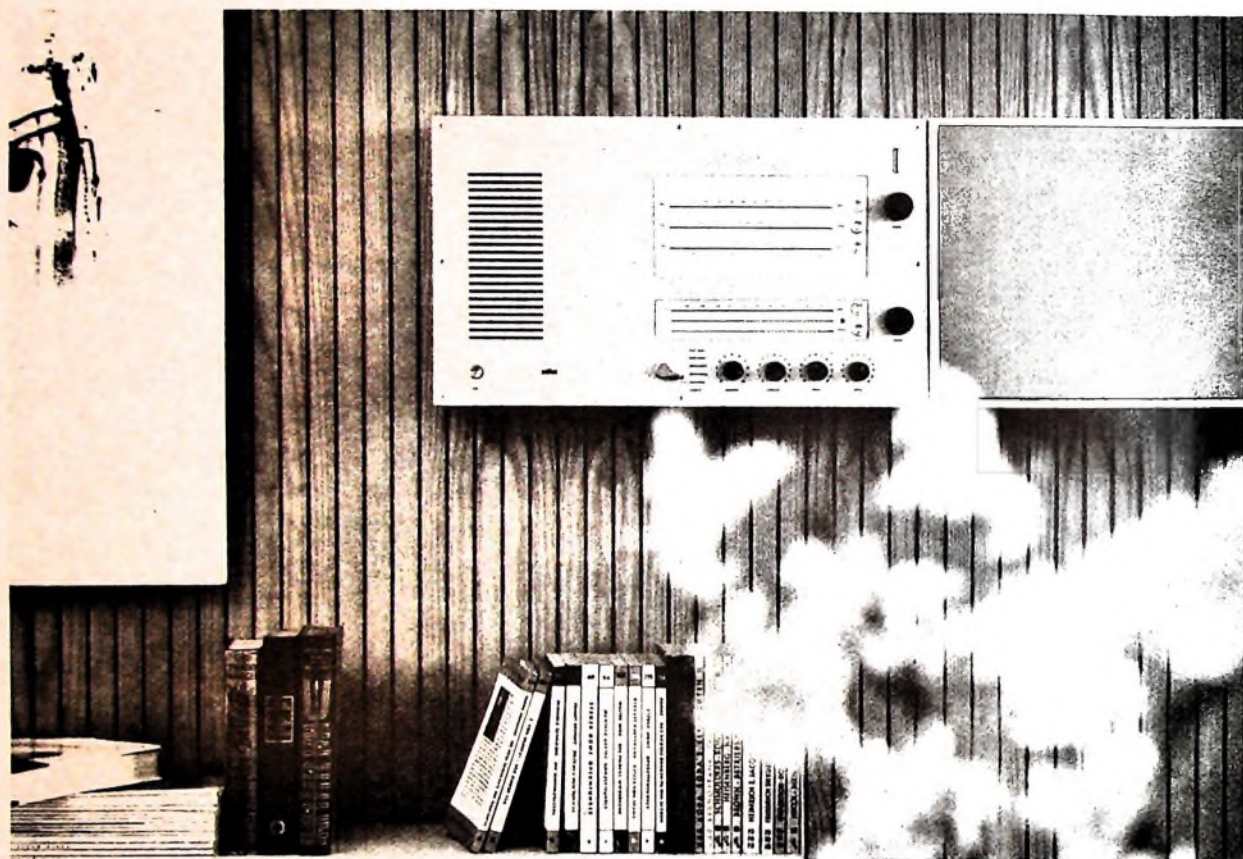
Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG  
Verkauf / Werbeabteilung  
6700 Ludwigshafen am Rhein

Bitte senden Sie mir kostenlos Informationen über Verpackungen aus Styropor. A 171 - V 3 3682 b

Name
Beruf
Anschrift

**BRAUN**

# Wie ein Bild an der Wand



Das neue Hi-Fi-Stereogerät TS 45 ist so praktisch konstruiert, daß es wie ein Bild an die Wand gehängt werden kann.

Es findet natürlich auch, wie andere Apparate, im Regal oder auf dem Tisch Platz und kann auch sehr einfach eingebaut werden. Die tiefgelegten Anschlußbuchsen nehmen alle Anschlußstecker so auf, daß sie nicht aus der Rückwandplatte herausragen. Aber das sind nicht die einzigen Vorteile — und nicht die entscheidenden.

Das auf der Funkausstellung 1963 in Berlin als TS 40 vorgeführte Rundfunksteuergerät ist weiterentwickelt worden zum TS 45, zu einem echten Hi-Fi-Gerät mit 2x12 Watt Dauerleistung, (2x20 W Musikleistung), einem Klirrfaktor unter 1%, eingebautem Vorverstärker für Magnettonabnehmer und automatischem Stereo-Decoder.

#### Technische Daten:

Bestückung: 39 Transistoren  
Bereiche: L, M, K, U  
FM-Empfindlichkeit: besser als 1,5  $\mu$  Volt für 26 dB  
FM-Begrenzungseinsatz: 8  $\mu$  Volt  
AM-Empfindlichkeit: 5 ... 20  $\mu$  Volt für 6 dB (2  $\mu$  V für 50 mW)  
Frequenzgang: 40 ... 20 000 Hz  $\pm$  1,5 dB  
Klirrfaktor: unter 1% im mittleren Bereich  
Eingänge: Phono (f. Magnettonabnehmer)  
Tonband, Reserve  
Ausgänge: Lautsprecher 2x4 Ohm, Tonband  
Ausgangsleistung: 2x12 Watt, (2x20 Watt Musikleistung).  
Höhen, Tiefen, Balance-Regler  
Gehäuse: Stahlblech, Rand weiß oder graphit, Abdeckplatte Aluminium  
Preis DM 1145,-



Rückwand: Besonders tiefgelegte Anschlußbuchsen.

# 2-m-Transceiver „HW-20“

### Technische Daten

**Sender**  
 Frequenzbereich: 143,8...148,2 MHz  
 HF-Ausgangsleistung: 10 W  
 Antennenimpedanz: 50...75 Ohm  
 Klirrfaktor bei 100% Modulation:  
 10% bei 1000 Hz  
 TVI-Filter mit 152 MHz Grenzfrequenz

### Empfänger

Frequenzbereich: 143,8...148,2 MHz  
 Eingangsimpedanz:  
 50...72 Ohm, unsymmetrisch  
 Empfängerprinzip: Doppelsuper  
 1. ZF: 22...26 MHz, durchstimmbar  
 2. ZF: 2 MHz  
 Empfindlichkeit:  
 0,5 µV für 10 dB Rauschabstand  
 Bandbreite: 15 kHz bei 6 dB  
 Spiegelselektion: 70 dB  
 ZF-Sicherheit: 50 dB  
 NF-Ausgangsleistung: 3 W

### Allgemeine Daten

Leistungsaufnahme bei  
 117 V: Empfang 60 W, Senden 120 W  
 6,3 V: Empfang 8,5 A, Senden 14,5 A  
 12,6 V: Empfang 4,5 A, Senden 7,5 A  
 Abmessungen und Gewicht:  
 30,5 cm x 15,2 cm x 25,5 cm; 13,5 kg

len und mobilen Einsatz eignet. Bild 2 zeigt das Blockschaema des „HW 20“.

### Empfänger

Der Empfänger ist ein 10-Röhren-Doppelsuper. Im HF-Verstärker arbeitet eine Doppeltriode 6BS8 in Kaskodeschaltung (Bild 3), die auf Bandmitte abgestimmt ist und hohes Signal-Rausch-Verhältnis sowie große Verstärkung und Stabilität gewährleistet. Die Stufe ist durch die Spule  $L_1$  neutralisiert. Mit dem Sperrkreis  $L_1, C_1$  in der Antennenzuleitung kann die ZF-Unterdrückung eingestellt werden.

Die verstärkte HF gelangt über ein Bandfilter zum Steuergitter der Mischtriode  $R6 2a$ , dem über den 1,1-pF-Kondensator  $C_2$  auch die Oszillatorspannung zugeführt wird. Mit dem hochohmigen Gitterableitwiderstand  $R_1$  erreicht man, daß die Größe der Oszillatoramplitude unkritisch ist und das günstigste Mischverhältnis immer erhalten bleibt.

Der Quarzoszillator ist mit der Pentode 6FA8 bestückt. Der 61-MHz-Obertonquarz liegt zwischen dem Steuergitter und einem kapazitiven Rückkopplungsnetzwerk, das die Obertonerschwingungen aufrechterhält. Der Schirmgitterkreis ist auf die Quarzfrequenz abgestimmt, während an der Anode die 2. Harmonische (122 MHz) ausgesiebt wird.

Bild 4 zeigt die Schaltung des durchstimmbaren 2. Oszillators und der 2. Mischstufe, die die 2. ZF von 2 MHz liefert. Das 1. ZF-Filter und der Oszillatorkreis werden mit einem Dreifachdrehkondensator gemeinsam abgestimmt. Auch die 2. Mischstufe arbeitet mit der Pentode 6EA8. Hier wird jedoch das Pentodensystem zur Mischung verwendet. Oszillator- und 1. ZF-

Signal sind kapazitiv an das Steuergitter angekoppelt.

Der 2. Oszillator (Frequenzbereich 20 bis 24 MHz) arbeitet in Clapp-Schaltung mit dem Triodensystem der 6EA8 und wird ebenso wie der Quarzoszillator mit stabilisierter Anodenspannung betrieben. Der Schwingkreis ist temperaturkompensiert. Die erforderliche Bandbreite und Verstärkung wird durch einen zweistufigen ZF-Teil erreicht. Er ist mit zwei Röhren 6BJ6 bestückt und hat sechs Kreise. Eine Diodenstrecke der Röhre 6AQ6 dient zur Demodulation und Regelspannungserzeugung.

### Sender

Der Senderteil des „HW 20“ ist mit vier Röhren bestückt. Mit einem fünfstufigen Schalter lassen sich wahlweise vier Quarze im Bereich von 8...8,222 MHz oder der eingebaute VFO einschalten. Die beiden Vervielfacherstufen und der Treiber wer-



Bild 1: Ansicht des 2-m-Transceivers „HW-20“ mit Handmikrofon

Für das 2-m-Band ist das Industrieangebot kompletter Sende- und Empfangsstationen im Vergleich zu Anlagen für die Bänder 10...80 m verhältnismäßig klein. Zu den interessanten Konstruktionen dieser Art gehört der Sende-Empfänger „HW 20“ von Heath (Bild 1) für AM- und CW-Betrieb, der sich nicht nur für Feststationen, sondern auch für transportab-

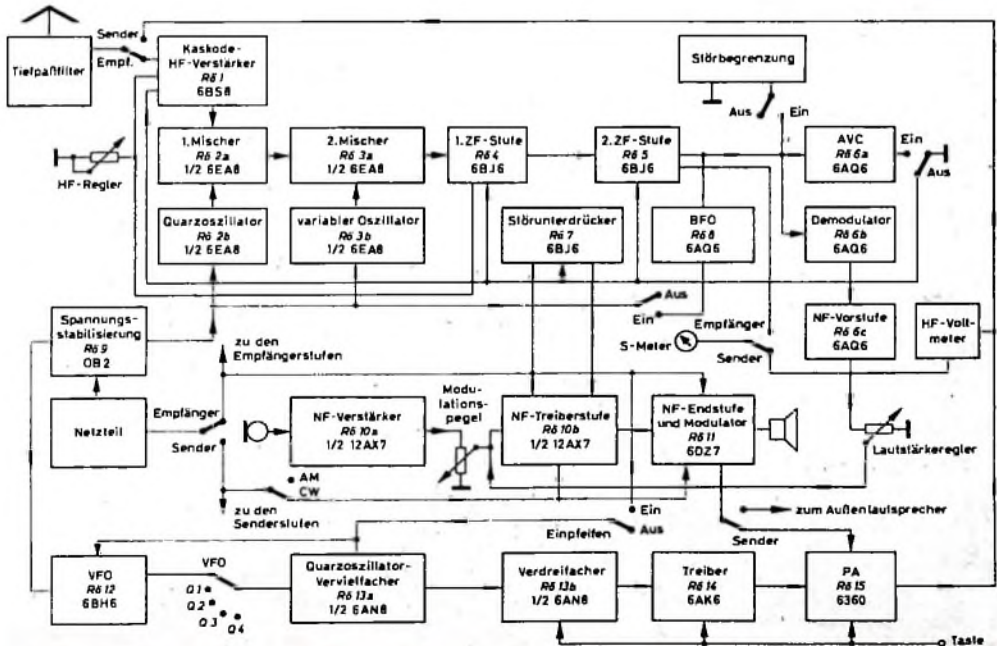


Bild 2: Blockschaumbild des Transceivers „HW-20“

den mit einem Dreifachdrehkondensator gleichzeitig abgestimmt. Der VFO-Abstimmkondensator ist mechanisch mit dem Dreifachdrehkondensator gekuppelt, so daß Einknopfabstimmung aller Stufen erreicht wurde.

Der VFO arbeitet mit der Röhre 6BH6 in Clapp-Schaltung im Bereich von 8 bis 8,222 MHz (Bild 5). Die frequenzbestimmenden Bauteile (Drehkondensator, Spule usw.) sind in einem sehr stabilen Abschirmgehäuse untergebracht. Zur Temperaturkompensation wurde eine Schaltung verwendet, die es erlaubt, den Kompensationsgrad kontinuierlich nachzustellen. An das eine Plattenpaket des Differentialdrehkondensators C.3 ist ein Kondensator

Bild 3. Teilschaltung des HF-Verstärkers, 1. Mixers und 1. Oszillators im Empfängerteil

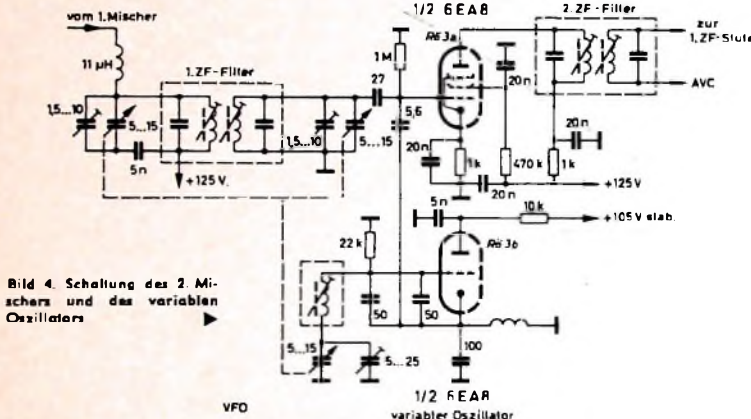
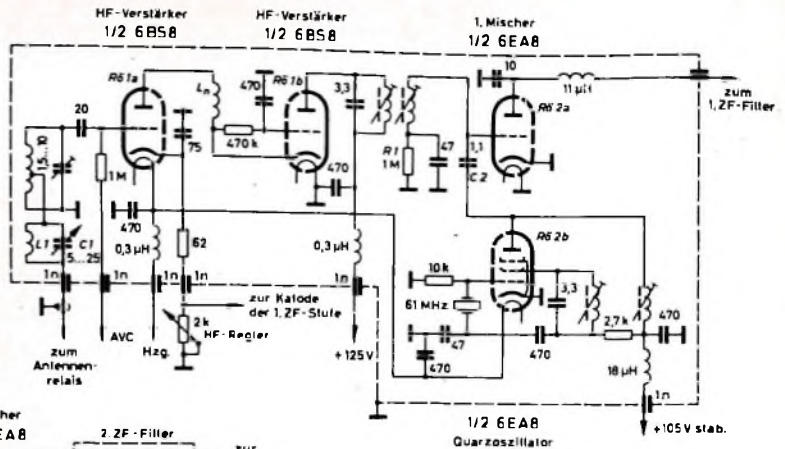


Bild 4. Schaltung des 2. Mixers und des variablen Oszillators

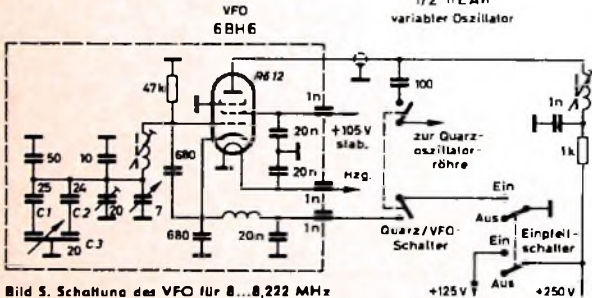


Bild 5. Schaltung des VFO für 8...8,222 MHz

mit negativem TK (C.1) und an das andere ein Kondensator mit dem TK Null (C.2) angeschlossen. Je nach der Stellung von C.3 ist die Schaltung mehr oder weniger temperaturkompensiert.

Der Quarzoszillator (Bild 6) ist mit der Pentode der Röhre 6AN8 bestückt und arbeitet in Pierce-Schaltung. Die Quarze schwingen zwischen Steuer- und Schirmgitter von R6.13a. Der Anodenkreis dieser Röhre ist auf 24 MHz abgestimmt. Über den 100-pF-Kondensator C.4 gelangt das 24-MHz-Signal zum Verdreifacher R6.13b. Die Endfrequenz wird in einer Verdoppelerstufe erzeugt, die gleichzeitig als Treiber wirkt.

Die Endstufenröhre, eine Doppelpentode 6360, arbeitet in Gegentaktschaltung und muß daher mit zwei gegenphasigen Signalen angesteuert werden. Die Ansteuerung erfolgt von den Enden der Anodenkreisspule des Treibers, deren Mittelanzapfung HF-mäßig an Masse liegt. Die Gittervorspannung der Endstufe wird durch den Kathodenwiderstand erzeugt.

Der Sender ist anodenschirmgittermoduliert und hat bei etwa 18 W Input einen Output von rund 10 W. Ein Koaxialumschaltrelais legt die Antenne entweder an den Empfängereingang oder an die Auskoppelpule des PA-Kreises. Das S-Meter wird bei Sendebetriebe als Relativ-Outputmeter verwendet.

Im NF-Verstärker ist eine Doppeltriode 12AX7 in der NF-Vorstufe und eine 6DZ7 in der Gegentaktschaltung eingesetzt, die rund 10 W Ausgangsleistung abgibt. Bei CW-Betrieb wird der Kathodenwiderstand der Endstufe über einen zusätzlichen Widerstand von 33 kOhm an Masse gelegt. Die Endstufe ist damit außer Betrieb.

**Konstruktiver Aufbau**

Mit Rücksicht auf den Mobilbetrieb ist der „HW-20“ sehr kompakt aufgebaut. An der Frontplatte (s. Bild 1) sind oben die Empfänger- und Senderskala und links davon das kombinierte S- und Outputmeter angeordnet. Den unteren Teil beherrschen die beiden großen, handlichen

Abstimmknöpfe für Sender- (rechts) und Empfängerabstimmung (links). Zu beiden Seiten des Mikrofon- und Fernbedienungseingangs (unten Mitte) findet man den Lautstärkereglere (links) und den Quarz/VFO-Schalter.

Bild 7 zeigt den übersichtlichen Aufbau des Gerätes. Der Universal-Netzteil in der Mitte trennt den Sender- vom Empfängerteil. Deutlich kann man drei Röhren des Senders und daneben den Dreifachdrehkondensator erkennen. Die VFO-Röhre ist im VFO-Abschirmgehäuse links an der Skala untergebracht. Bild 8 verdeutlicht den Zahnradtrieb des VFO-Drehkondensators und die Koaxialverbindung zur Quarzoszillatorstufe.

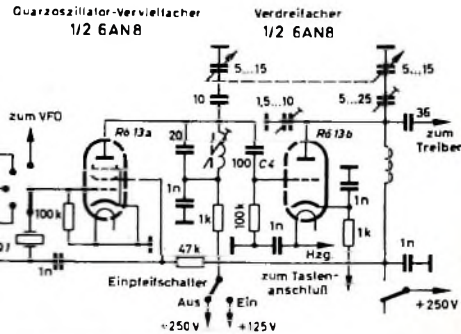


Bild 6. Quarzoszillator und Verdreifacher des Senders mit VFO-Einkopplung

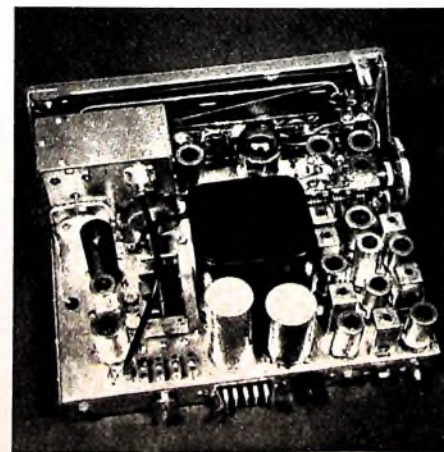


Bild 7. Blick auf das Chassis





Bild 8 Der komplette Sende-  
teil, im Hintergrund der VFO

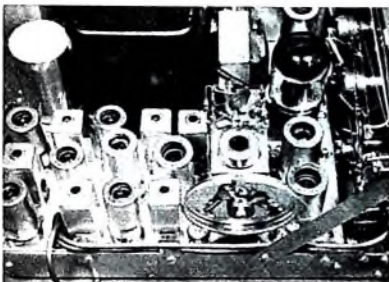


Bild 9. Der Empfangsteil mit Modulator

Im rechten Teil von Bild 7 ist der gesamte Empfangsteil sichtbar. Von der Skala her gesehen, folgt der Aufbau weitgehend dem Schaltungsverlauf. An der Rückseite des Chassis sind die Anschlüsse für Taste, Kopfhörer und Spannungszuführung montiert. Im Bild 9 ist der Modulatorteil gut zu erkennen. Er beansprucht zwischen Skala und Netzteil nur wenig Raum.

Bei der Konstruktion des Gerätes wurde auf die Abschirmung der einzelnen Stufen besonderer Wert gelegt. Der Blick in die Verdrahtung (Bild 10) bei abgenommener Bodenplatte zeigt dies deutlich. Auf der rechten Seite ist der Sende-Teil zu erkennen. Zwischen der Endstufe und dem Vierfachler liegt eine Trennwand. Auch die ZF-Stufen sind von den Eingangsstufen des Empfangsteils (links außen) gut abgeschirmt. Die Bodenabschirmplatte wird durch ungewöhnlich viele Schrauben mit den einzelnen Abschirmwänden elektrisch und mechanisch fest verbunden.

#### Beurteilung

Für den Amateur-Funkverkehr auf 144 MHz ist der „HW 20“ vorzüglich geeignet. Man kann wahlweise mit Quarzsteuerung oder VFO arbeiten. Da Sender und Empfänger getrennte Einheiten sind und nur der NF-Teil doppelt ausgenutzt wird, kann man auf beliebigen Frequenzen innerhalb des 2-m-Bandes empfangen und senden. Der VFO ist bei Contests oder starker Bandbelegung sehr vorteilhaft. Das Abstimmen auf die gerade freie Frequenz oder auf die Frequenz der Gegenstation bereitet mit dem Einpfiffschalter keine Schwierigkeiten. Die getrennten Abstimmungen für Sender und Empfänger lassen sich auf den beiden in Frequenzen geeichten Skalen genau kontrollieren. Die

Bild 10. Blick in die Verdrahtung

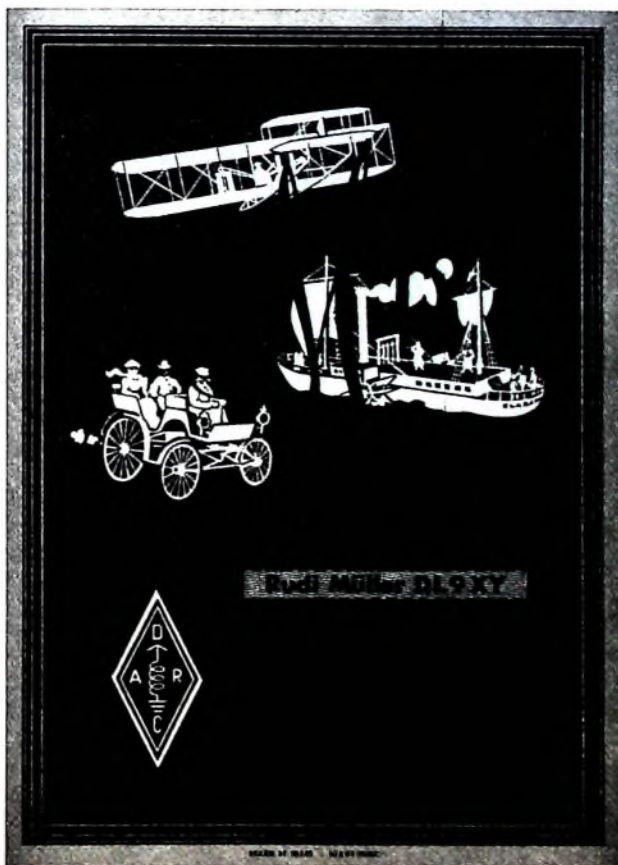


Skalen selbst sind zu einer Doppel-Linear-skala mit zwei Zeigern zusammengefaßt. Im praktischen Funkbetrieb fällt die hohe Frequenzkonstanz von Sender und Empfänger besonders auf. Auch bei längerem Funkverkehr braucht nicht nachgestimmt zu werden. Die Anoden-Schirmgittermodulation zeichnet sich durch hohe Sprachqualität aus. Die Sende-Empfangsumschaltung ist wegen des im Mikrofon eingebauten Handschalters sehr einfach.

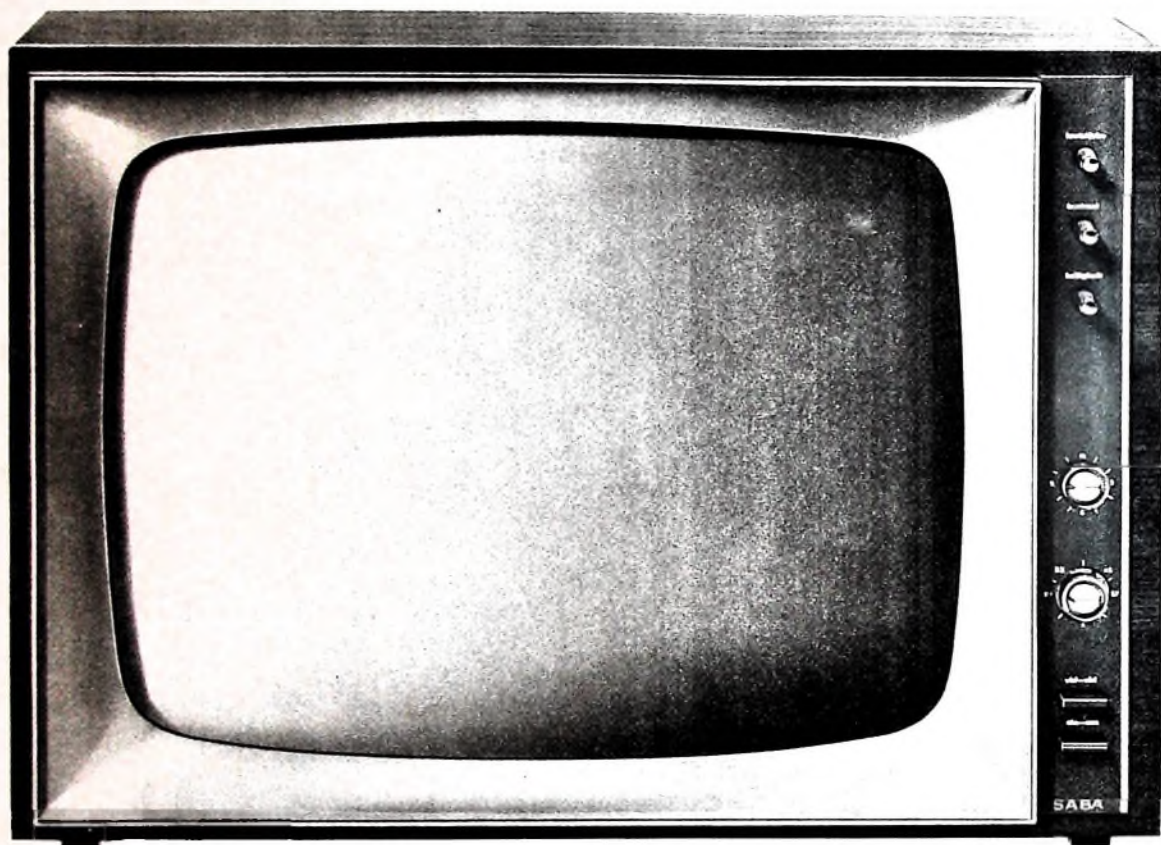
Das Gerät kann unmittelbar aus dem 117-V-Wechselstromnetz – an 220-V-Wechselstromnetzen über einen Vorschalttransformator (zum Beispiel Engel „VT GW 50“) – sowie aus einer 6- oder 12-V-Autobatterie betrieben werden. Der eingebaute Gehäuselautsprecher ist vorwiegend für Mobilbetrieb gedacht. Beim Funkverkehr in Feststationen sollte man ihn durch einen leistungsfähigeren Außenlautsprecher ersetzen.

## Internationales Mobil Diplom

Das neue „Internationale Mobil Diplom (IMD)“ des Distrikts Nordrhein des DARC wird für 100 Verbindungen von oder zu einer Mobilstation in Kraftfahrzeugen, Flugzeugen und Schiffen verliehen. Es kann auch von Kurzwellenhörern erworben werden, die die gleiche Anzahl derartiger Verbindungen mithören und entsprechende Funkbestätigungskarten vorlegen können ▶



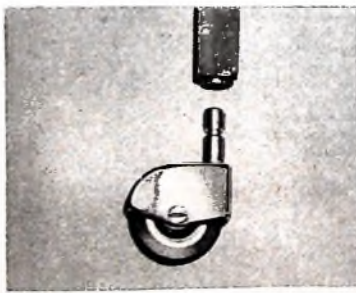
# So sieht ihn Ihr Kunde



SABA Schauinsland T 153 Automatic – Ein elegantes Gerät von schöner, klarer Form. Das Nußbaumgehäuse wirkt warm und wohnlich. Alle Bedienungsteile liegen vorn. Mit nur einer Taste holen Sie beide Programme ins Heim. Zahlreiche Automaten erleichtern die Bedienung und verbürgen ein scharfes, brillantes Bild.



Zwei anschraubbare Beinpaare machen aus jedem SABA Tischgerät ein stabiles Standgerät.

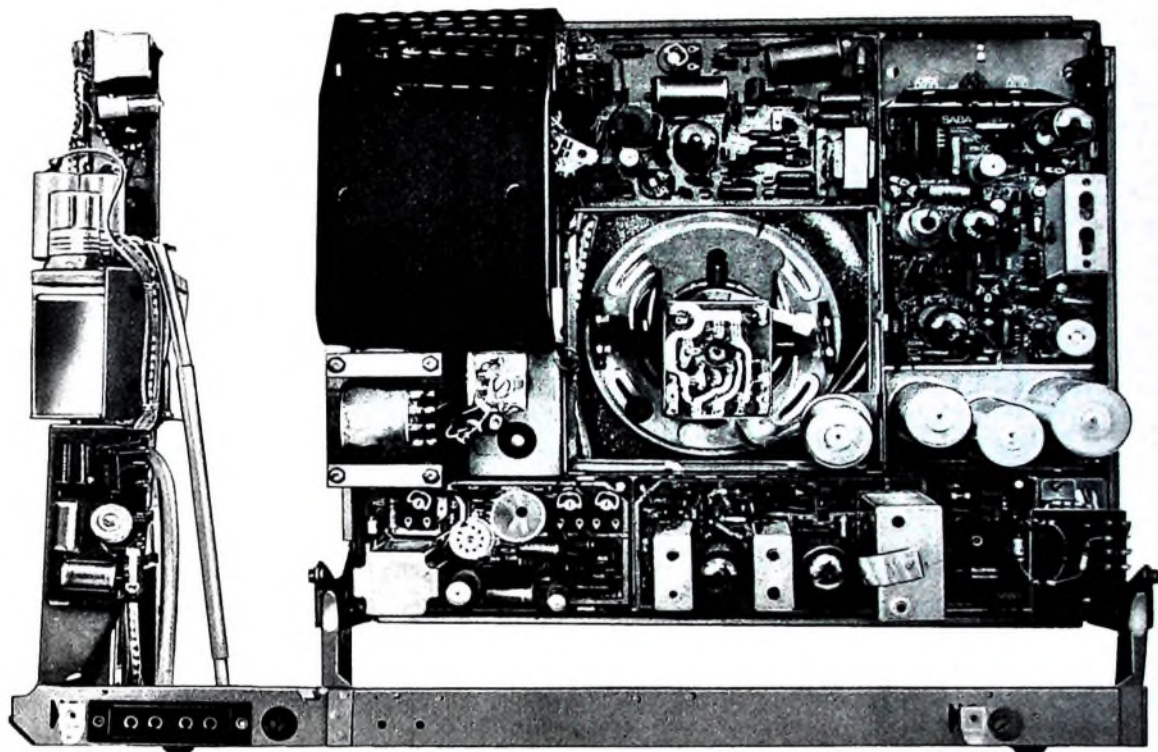


Zu jedem Beinpaar gibt es einsteckbare Schwenkrollen. Mit ihnen läßt sich das Gerät mühelos von einem Zimmer ins andere schieben.



Mit nur 27 cm Gehäusetiefe wirkt der SABA Schauinsland T 153 Automatic elegant und flach. Die asymmetrische Form gibt dem Gerät Regalgröße

# ...und so sehen Sie ihn



Ein übersichtlich aufgebautes Chassis, präzise in allen Einzelteilen, vorbildlich in Verarbeitung und Technik. Eine neutrale Untersuchung bestätigt: SABA-Geräte sind am wenigsten Servicebedürftig. — Dies sind die Gründe für den Erfolg unseres Geräte-Programmes 1964/65: Die anerkannte Saba-Qualität, die überraschend günstigen Preise und die konsequente SABA-Vertriebsform, die SABA zu einem echten Partner des Fachhandels gemacht hat.

**SABA** Schwarzwälder Präzision

# Elektronische Bausteine für Modelleisenbahnen

Viele Elektroniker beschäftigen sich in ihrer Freizeit gern mit Modelleisenbahnen. Diese Beschäftigung ist für sie aber nicht nur Spiel und die Modellanlage nicht einfach ein Spielzeug, sondern Objekt ausgeklügelter Schaltungstechnik. Dabei bietet besonders das Zweileiter-Gleichstromsystem ein weites Feld für Schaltungskniffe.

Die aus den nachstehend beschriebenen Bausteinen errichtete Anlage soll auf freien Strecken mit konstanter Fahrspannung arbeiten. Langsamfahrstrecken werden dabei durch Einschaltung von Widerständen gebildet. Überbrückt man diese Widerstände mit Dioden, so wirken sie fahrtrichtungsabhängig. Als Fahrspannung erwiesen sich für die verwendeten Lokomotiven 8...10 V als zweckmäßig. Auf Rangier- und Bahnhofsgeländen wird wie üblich mit Regeltransformator „gefahren“. Diese Betriebsweise ist im Zusammenhang mit Lichtsignalen, die ebenfalls aus der konstanten Gleichstromquelle gespeist werden, besonders vorteilhaft, und zwar wegen der im folgenden beschriebenen Blocksicherung. Es gibt jedoch noch viele hier nicht behandelte Schaltungen, zum Beispiel die Speisung der Lichtsignale über Dioden, bei der die Signalstellung zwangsläufig über die Polarität mit der Fahrtrichtung des Zuges gekoppelt ist.

## 1. Stromversorgung

Unter der genannten Voraussetzung benötigt man eine Stromquelle mit niedrigem Innenwiderstand, um besonders bei Betrieb mit mehreren Zügen die Span-

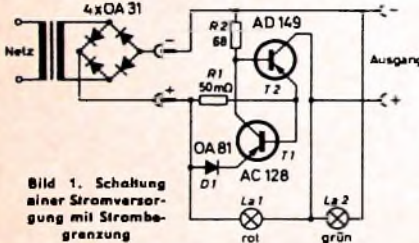


Bild 1. Schaltung einer Stromversorgung mit Strombegrenzung

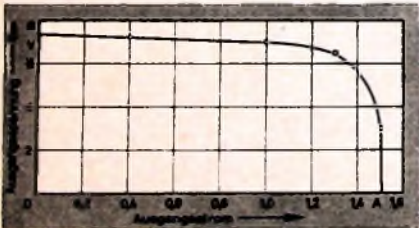


Bild 2. Begrenzungscharakteristik der Schaltung nach Bild 1. Der gleichmäßige geringe Spannungsabfall bei niedrigen Strömen wird durch den Innenwiderstand der gesamten Anordnung verursacht.

nungsschwankungen möglichst kleinzuhalten. Da man aber beim Modellbahnbetrieb mit Kurzschlüssen rechnen muß, ist eine geeignete Strombegrenzung erforderlich, die Transistoren, Kontakte und natürlich auch den Stromversorgungsstell vor Beschädigungen schützt.

Die einfachste Möglichkeit, einen Festwiderstand von einigen Ohm vorzuschalten, scheidet wegen der sich dabei ergebenden Vergrößerung des Innenwiderstandes aus, und thermoelektrische Schalter haben eine zu lange Ansprechzeit, wodurch sie vor allem bei hohen Kurzschlußströmen nicht immer einen ausreichenden Schutz für Halbleiter-Bauelemente bieten. Daher wurde die im Bild 1 dargestellte Schaltung entwickelt, die eine verzögerungsfreie Strombegrenzung bewirkt (Bild 2). Der Einsatzzpunkt für die Begrenzung läßt sich durch Veränderung von  $R_1$  leicht den jeweiligen Verhältnissen anpassen. Diesen Widerstand stellt man sich zweckmäßigerweise aus einem Stück Schaltdraht selbst her. Der durch  $R_1$  verursachte Spannungsabfall ist für den Zugbetrieb zu vernachlässigen.

Der Transistor  $T_1$  ist bei geringer Belastung des Strombegrenzers gesperrt. In die Basis von  $T_2$  fließt dann über den Collectorwiderstand  $R_2$  von  $T_1$  ein Strom von etwa 0,1 A. Der Transistor  $T_2$  leitet daher, und der Spannungsabfall an seiner Emitter-Collector-Strecke beschränkt sich auf die Collectorrestspannung von rund 200 mV, die für die angeschlossene Schaltung ohne Nachteil ist. Vergrößert sich der Spannungsabfall an  $R_1$  infolge eines Kurzschlusses, so wird der Schwellwert für  $-U_{BE}$  des Transistors  $T_1$  überschritten, den die Diode  $D_1$  auf etwa 200 mV erhöht, um einen scharfen Einsatz der Begrenzung zu erhalten.  $T_1$  beginnt dann zu leiten und sperrt den Transistor  $T_2$ .

Ist der Kurzschluß aufgehoben, so erscheint ohne Betätigung eines Einschaltknopfes wieder die Spannung am Ausgang des Begrenzers. Eine zeitliche Verzögerung, wie sie bei thermischer Abschaltung unvermeidbar ist, tritt dabei nicht ein. Die Lämpchen  $La_1$  und  $La_2$  im Bild 1 zeigen den Betriebszustand des Begrenzers an.

## 2. Blocksicherung

Bei Blocksicherungen arbeitet man meistens mit Haltegleisen, auf denen der Zug stehenbleibt, wenn der davor liegende Blockabschnitt besetzt ist. Dazu wird das Haltegleis mit einem Kontaktsatz eines bistabilen Relais ein- oder ausgeschaltet. Die Ausschaltung erfolgt durch den Zug, oft auch nur durch die Lokomotive, nach Einfahrt in die zu sichernde Blockstrecke (zum Beispiel mit einem mechanischen Kontakt). Zur Einschaltung des Haltegleises dient ein zweiter Kontakt am Ende der Blockstrecke. Zusätzliche Kontakte sorgen gleichzeitig für eine entsprechende Schaltung des Signals. An Stelle der mechanischen kann man aber auch elektronische Anordnungen einsetzen, die vorzugsweise mit Transistoren aufgebaut sind<sup>1)</sup>.

Solche Schaltungen haben aber den Nachteil, daß die Strecke nicht ohne weiteres in entgegengesetzter Richtung befahren werden kann. Bei elektronischen Anordnungen ist außerdem der Anfangs-Schaltzustand beim Einschalten der Anlage nicht immer definiert. In Anlagen, in denen der

Schaltkontakt an der Lokomotive angebracht ist, kommt störend hinzu, daß die zu sichernde Blockstrecke bereits freigegeben ist, nachdem sie von der Lokomotive verlassen wurde. Zweckmäßiger wäre es, wenn der letzte Wagen des Zuges die Strecke freigeben würde.

Die hier beschriebene Anordnung vermeidet diese Nachteile und erfordert außerdem nur einen geringen Schaltungsaufwand. An die Stelle des Hin- und Herschaltens einer bistabilen Anordnung tritt als Kriterium für den Besetzt-Zustand der Blockstrecke der vom Zug aufgenommene Bahnstrom (Bild 3), der am Wider-

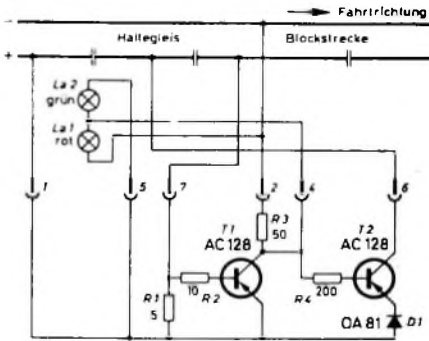


Bild 3. Schaltung des Blocksicherungsbausteins

stand  $R_1$  einen Spannungsabfall verursacht. Dieser Spannungsabfall bringt den Transistor  $T_1$ , der normalerweise gesperrt ist, in den leitenden Zustand, während die dabei an  $R_3$  abfallende Spannung den Transistor  $T_2$  sperrt. Die Plus-Schiene des Haltegleises wird dann spannungslos, so daß ein Zug dort anhält. Die Schaltung ist so empfindlich, daß  $T_1$  bereits durch eine in die Fahrzeuge eingebaute Beleuchtung in den leitenden Zustand umgeschaltet wird. Das Haltegleis erhält also erst dann wieder Spannung, wenn der letzte beleuchtete Wagen die Blockstrecke verlassen hat. An die Stelle der Zugbeleuchtung kann auch ein Widerstand von etwa 100 Ohm treten. Soll der Zug auf der Blockstrecke zum Stehen gebracht werden, so schaltet man zweckmäßigerweise einen 100-Ohm-Widerstand ein. Die verbleibende Spannung reicht dann zum Fahren nicht mehr aus, aber der Block bleibt „besetzt gemeldet“.

Wenn es erforderlich ist, kann  $T_1$  gleichzeitig auch eines oder mehrere Lichtsignale steuern. Das rote Lämpchen  $La_1$ , das dem Collectorwiderstand  $R_3$  parallel geschaltet ist, leuchtet bei leitendem Transistor  $T_1$ . Die grüne Lampe  $La_2$  liegt zwischen Emitter und Collector von  $T_1$  und erlischt bei leitendem Transistor. Der Widerstand  $R_3$  ist so dimensioniert, daß bei gesperrtem Transistor die Spannung auf die beiden in Serie geschalteten Lämpchen richtig aufgeteilt wird; die rote Lampe  $La_1$  erlischt dann gerade.

Befährt man die Blockstrecke in umgekehrter Richtung, so wird  $T_2$  invers betrieben; er ist dann immer leitend. Das gleiche gilt für  $T_1$ , so daß das Signal, wie erforderlich, immer auf „Halt“ steht.

1) Hertwig, H.: Elektronische Steuerung und Schaltmittel für Modelleisenbahnanlagen, Funk-Techn. Bd. 16 (1963) Nr. 31, S. 801-803

# VARTA

## PERTRIX

# Informationen

In unseren beiden vorangegangenen Informationen zeigten wir Ihnen die Bauprinzipien der bewährten „klassischen“ Trockenbatterie und der Hochleistungszelle in „paperlined“-Technik. Wir möchten Sie nun mit dem LEAK PROOF-System und seinen Vorzügen bekannt machen:

# 3

## VARTA PERTRIX-LEAK PROOF-ZELLEN

für Beleuchtung und Geräte. Besonders geeignet für alle Anwendungen, bei denen es auf Funktionssicherheit und lange Betriebsfähigkeit ankommt.

### Kennzeichen:

Mantel, Abdeckscheibe und Bodenscheibe aus Stahlblech.

### Vorzüge:

Gegenüber pappummantelten Zellen garantierte Lagerfähigkeit, Sicherheit gegen Aufquellen und Auslaufen der Elektrolyt-Lösung.

### Die fünf Hauptbestandteile jeder LEAK PROOF-Zelle sind:

1. Die stromliefernde Zelle, je nach Verwendungszweck in klassischem oder paperlined-Aufbau.
2. Die Isolation und Abdichtung aus einem mehrschichtigen, wasser- und elektrolytabstoßenden Spezialpapier.
3. Der dichtgefaltete-Mantel aus Stahlblech.
4. Die Abdeckscheibe aus Stahlblech.
5. Die Bodenscheibe aus Stahlblech.

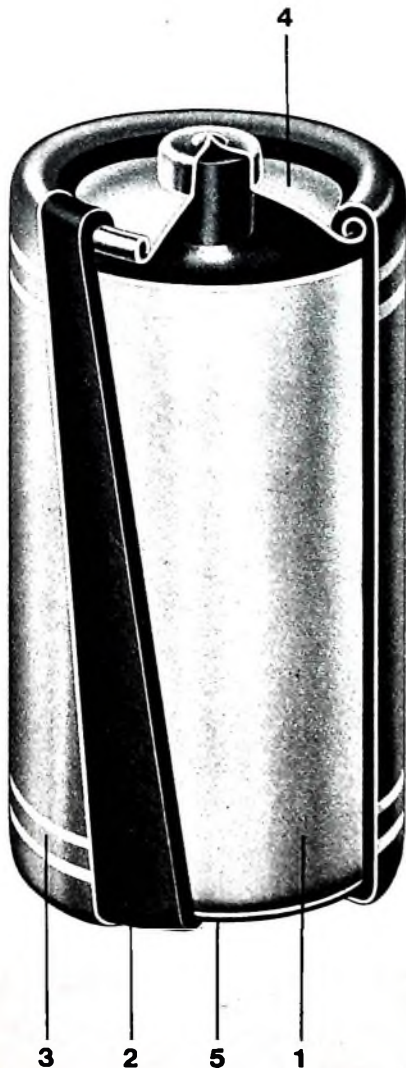
### Die typischen Eigenschaften der VARTA PERTRIX-LEAK PROOF-Zellen:

Durch die Umhüllung mit dem Stahlblechmantel und durch die hermetische Abdichtung gegen die Außenluft sowie durch die Spezialisolation in Verbindung mit Deckel und Bodenscheibe, wird das Austrocknen der stromliefernden Zelle weitgehend verhindert.

Außerdem bietet diese Konstruktion Sicherheit gegen Auslaufen der Elektrolyt-Lösung und Aufquellen der Zelle, sofern diese nicht grob überlastet, oder nach Entladung eingeschaltet im Gerät verbleibt.

### Garantie:

Für alle LEAK PROOF-Zellen in Monogröße (Internat. Norm IEC R 20) garantieren wir eine Lagerfähigkeit von 2 Jahren, für LEAK PROOF-Zellen in Babygröße (Internat. Norm IEC R 14) von 1 1/2 Jahren, jeweils gerechnet ab Herstellungsdatum.



immer wieder **VARTA** wählen



Die beschriebene Schaltung läßt sich auf genügend langen Strecken wiederholen. Um zu vermeiden, daß ein Zug auf einen auf dem Haltegleis wartenden auffährt, verbindet man das Haltegleis über einen 100-Ohm-Widerstand mit dem davor liegenden Blockabschnitt. Dieses Haltegleis gehört dann zum vorhergehenden Block.

Abzweigende Weichen der Strecke sollte man in einen Blockabschnitt legen. Wenn der Fahrstrom gleichzeitig mit der Weiche umgeschaltet wird, erhält der Zug freie Fahrt in Abhängigkeit von der Weichenstellung und dem Belegungszustand der hinter der Weiche liegenden Blockabschnitte (Bild 4).

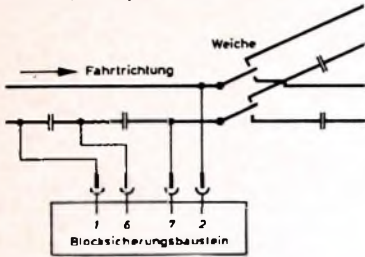


Bild 4. Anordnung des Blocksicherungsbausteins vor einer Weiche (Fleischmann „1723 A“, „1724 A“)

### 3. Elektronisches Trenngleis

Wie bereits erwähnt, arbeitet man in größeren Anlagen mit mehreren Stromversorgungskreisen (im vorliegenden Fall sind zwei Stromkreise vorhanden, von denen einer eine konstante und der andere eine veränderbare Spannung hat). Sind die zu zwei Stromkreisen gehörenden Gleisabschnitte nur durch eingefügte Isolierstücke voneinander getrennt, so besteht die Gefahr, daß ein in einen anderen Abschnitt einfahrender Zug dort entweder beim Überfahren des Isolierstückes einen Spannungsstoß verursacht oder sogar eine seiner Fahrtrichtung entgegengesetzte Polarität vorfindet. Der Zug, der das Isolierstück überfahren hat, könnte daher zurückfahren, auf der Trennstelle stehenbleiben und einen Kurzschluß verursachen. Bei der Anordnung nach Bild 5 wird ein solcher Betriebsfall dadurch vermieden, daß zwischen den beiden getrennt mit Fahrstrom versorgten Gleisabschnitten A und B ein neutraler Abschnitt N eingefügt ist, auf dem der Zug stehenbleibt, wenn die Fahrspannung des vor dem Zuge liegenden Gleisabschnittes nicht die gleiche Polarität hat, wie der Gleisabschnitt, aus dem der Zug kommt. Außerdem bleibt der Zug auf dem Abschnitt N stehen, wenn der vor ihm liegende Gleisabschnitt keine Fahrspannung hat. Die Anordnung mit dem beschriebenen Trenngleis arbeitet in beiden Fahrtrichtungen.



Bild 5. Beim elektronischen Trenngleis wird zwischen die Abschnitte A, B ein neutraler Abschnitt N gelegt

cher Betriebsfall dadurch vermieden, daß zwischen den beiden getrennt mit Fahrstrom versorgten Gleisabschnitten A und B ein neutraler Abschnitt N eingefügt ist, auf dem der Zug stehenbleibt, wenn die Fahrspannung des vor dem Zuge liegenden Gleisabschnittes nicht die gleiche Polarität hat, wie der Gleisabschnitt, aus dem der Zug kommt. Außerdem bleibt der Zug auf dem Abschnitt N stehen, wenn der vor ihm liegende Gleisabschnitt keine Fahrspannung hat. Die Anordnung mit dem beschriebenen Trenngleis arbeitet in beiden Fahrtrichtungen.

Bild 6 zeigt die Gesamtschaltung des elektronischen Trenngleises. Im Bild 7 ist der Fall dargestellt, daß der Zug im Bild 6 von links nach rechts fährt. Selbstverständliche Voraussetzung dafür, daß der Zug den Gleisabschnitt N erreicht, ist, daß der Abschnitt A die richtige Polarität hat. Außerdem soll vorausgesetzt sein, daß die Gleisabschnitte A und B die gleiche Pola-

rität haben. Der Bahnstrom fließt über den Transistor T1, der für den Stromfluß geöffnet ist, da seine Basis über den Widerstand R2 und die Diode D1 am Collector liegt. Die Höhe der Fahrspannung im Abschnitt A (im Bild 7 durch eine Batterie dargestellt) ist bedeutungslos, solange R2 und der Durchlaßwiderstand von D1 genügend klein sind. R2 schützt die Diode vor unzulässigen Kurzschlußströmen.

Wenn der Zug im Bild 6 von rechts nach links, also von B nach A, fährt, dann kann er den Abschnitt N nur erreichen, wenn der Abschnitt A die richtige Polarität hat.

Die Bilder 8a und 8b zeigen nun die umgezeichnete Schaltung nach Bild 6. Der Transistor wird jetzt invers betrieben, und die Diode ist bei richtiger Polarität des Abschnittes A gesperrt. Die Basis von T1 erhält dann die aus dem Abschnitt A stammende Fahrspannung und öffnet bei richtiger Polarität den Transistor. Der Transistor ist jedoch gesperrt, wenn die Fahrspannung im Abschnitt A Null ist oder die falsche Polarität hat. Der Widerstand R1 begrenzt den Basisstrom, während R3 den Basiskreis zum in dieser Schaltung als Emitter wirkenden Collector schließt.

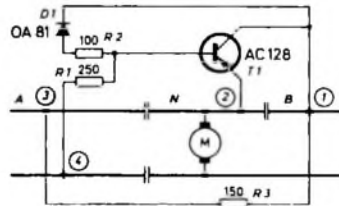


Bild 6. Schaltung des Trenngleises

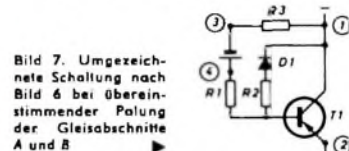


Bild 7. Umgezeichnete Schaltung nach Bild 6 bei übereinstimmender Polung der Gleisabschnitte A und B

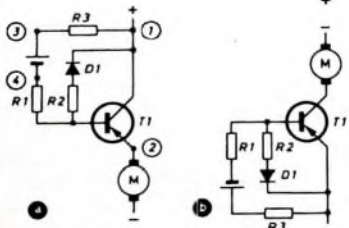


Bild 8. a) Wie Bild 7, jedoch beide Abschnitte umgekehrt gepolt; der Transistor wird invers betrieben. b) wie Bild 8a, jedoch übliche Transistor-Darstellung

Bei dieser Schaltung werden beide Stromkreise kurzzeitig einpolig miteinander verbunden, wenn ein Zug über das Trenngleis fährt. Das stört aber im allgemeinen nicht. Werden jedoch die Abschnitte A und B aus derselben Stromquelle versorgt und sind sie entgegengesetzt gepolt (Kehrschleife), so tritt trotz des Trenngleises ein Kurzschluß auf. In diesem Fall müßten zwei Schalttransistoren benutzt werden, die jeweils in einen Schienenstrang zu schalten wären.

## Für die Werkstatt

### Tips für die Autoradioentstörung

Nach Beobachtungen von Blaupunkt treten bei manchen Autotypen in besonders ungünstigen Fällen zusätzliche Störungen auf, die mit normalen Entstörmitteln nicht beseitigt werden können. Allgemein ist zu sagen, daß bei der Montage der Entstörmittel auf sorgfältige Verarbeitung zu achten ist. Alle Entstörkondensatoren und Massebänder müssen einwandfreien Massekontakt haben. Entstörstecker sollen sorgfältig auf die Kabel geschraubt werden, so daß der Schraubkontakt sicher mit der Seele verbunden ist. Nach dem Aufschrauben der Entstörstecker ist es zweckmäßig, die Zündleitung durchzumessen.

Auch die Antenne muß einwandfreien Massekontakt haben. Blinkerstörungen sowie Störungen durch den Scheibenwischermotor und andere elektrische Teile sind häufig auf schlechten Massekontakt der Antenne zurückzuführen. Hupestörungen lassen sich bei vielen Fahrzeugen dadurch beseitigen, daß die Hupe über ein Relais angeschlossen wird. Das Relais sollte aber möglichst in der Nähe der Hupe montiert werden.

In besonders schwierigen Fällen kann man Störungen durch direkten Anschluß des Autoradios an die Batterie beheben. Das gilt besonders für ältere Fahrzeuge, bei denen der Anschluß des Autoradios hinter dem Zündschloß erfolgt.

Fehlende Massebänder zwischen Batterie, Karosserie und Motorblock können Reststörungen zur Folge haben.

In Einzelfällen lassen sich Zündstörungen beseitigen, wenn der Parallelkondensator an der Zündspule durch einen Durchschleifkondensator ersetzt wird.

In diesem Zusammenhang sei auch darauf hingewiesen, daß bei Fahrzeugen mit Drehstromlichtanlage die Batterie bei laufendem Motor nicht grundsätzlich abgeklemmt werden darf. Es besteht sonst die Gefahr, daß die Dioden durch Spannungsspitzen beschädigt werden und die defekten Dioden zur Zerstörung der Lichtmaschine führen.

Bei Reststörungen in folgenden Fahrzeugen hat sich als zweckmäßig erwiesen:

Citroën „ID 19“  
Um größere Störfreiheit zu erreichen, sollte man die Antenne entgegen den Angaben in der Einbauanleitung auf der rechten Fahrzeugseite, in Fahrtrichtung gesehen, montieren. Die Maße für den Antenneneinbau bleiben unverändert.

Opel „Rekord“ (63/64)  
Wenn in Ausnahmefällen die in den Service-Unterlagen angegebene UKW-Entstörung nicht ausreicht, müssen die Widerstandskabel durch normale Zündkabel mit Kerzententstecker „EM/W 10 A 14“, Verteilertentstecker „FM/W 1/20“ und Schutzkappe „WNK 12 14X“ ersetzt werden.

„VW 1200“  
Störungen durch Schelbenwischermotor, Blinkerrelais und Hupe sind bei diesem Fahrzeug häufig auf schlechten Massekontakt der Antenne zurückzuführen. Es ist deshalb ratsam, zuerst den Antenneneinbau zu kontrollieren.

Ford „Taurus 17 M“ (63/64)  
Blinkerstörungen können durch den Einbau einer Entstördrossel „EM/SD 3 A 1“ beseitigt werden. Die Entstördrossel wird in die Leitung zur Klemme 15 gelegt.



**702**  
**704**  
**722**  
**711-Automatic**  
 eine neue  
 Baureihe mit  
 beachtlichen  
 Vorzügen



Ein gutes Tonbandgerät muß nicht teuer sein. Das beweisen wir mit den vier Geräten unserer neuen Baureihe. Alle vier, das Zweispur-Gerät UHER 702, das Zweispur-Gerät mit zwei Geschwindigkeiten UHER 722, das Vierspur-Gerät UHER 704 und das Gerät mit abschaltbarer Automatic, UHER 711-Automatic, arbeiten mit dem Laufwerk unseres Spitzengerätes ROYAL STEREO. Sie sind alle volltransistorisiert und haben einen sehr robusten Aufbau. Nicht zu vergessen der vorteilhafte Holzkoffer, die 18-cm-Spulen und das besonders übersichtliche Bedienungsfeld. Informationen sendet Ihnen unsere Abteilung 20/4

Die Aufnahme von urheberrechtlich geschützten Werken der Musik und Literatur ist nur mit Einwilligung der Urheber bzw. deren Interessensvertretungen und sonstigen Berechtigten, z. B. GEMA, Verleger, Hersteller von Schallplatten usw., gestattet.

**UHER**

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



# Service an Stereo-Decodern

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 19 (1964) Nr. 19, S. 710

### 3.1.2. Kontrolle des Abgleichs der SCA-Falle

Der Abgleich der SCA-Falle läßt sich ebenfalls mit einem Ersatzsignal überprüfen. Auch hierbei legt man etwa ein Zehntel des NF-Nutzsignalpegels an den Decoder-Eingang; falls notwendig, kann man aber auch bis zur Übersteuerungsgrenze gehen, damit eine eindeutige Anzeige auf dem Oszillografen oder der Röhrenvoltmeterskala entsteht. Mit einem hochohmigen Tastkopf, der gegebenenfalls durch einen kleinen 50-pF-Ankoppelkondensator oder einen 100-kOhm-Längswiderstand an einen Punkt hinter der SCA-Falle im Verstärkungsweg des Differenzsignals angekoppelt wird, schließt man den Oszillografen an. Danach kann man durch probeweises Verstellen der Induktivität der SCA-Falle auf das Anzeigeminimum den genauen Abgleich kontrollieren. Hier ist ein probeweises Verdrehen des Abstimmkerns für die Gesamtfunktion des Decoders nicht nachteilig.

### 3.1.3. Überprüfung der Stereo-Anzeige und der Steuerung für die Umschaltautomatik

Mit dem 18-kHz-Hilfssignal läßt sich auch die Funktion der Stereo-Anzeige beziehungsweise der automatischen Umschaltung kontrollieren. Doch gilt auch in diesem Fall der Grundsatz, daß nur die Grundfunktion, nicht aber die sonstigen technischen Eigenschaften, wie beispielsweise das Einhalten des Schwellwertes, überprüft werden können. Abgleicharbeiten sind mit dem Hilfssignal auch nur dann zu empfehlen, wenn die 18-kHz-Kreise einwandfrei von den sonstigen Kreisen im Decoder entkoppelt sind, so daß das Verstellen des Anzeigekreises nicht den Abgleich eines anderen Kreises im Decoder beeinflußt. Im Zweifelsfall sollte man den Abgleich mit dem Sender ausgestrahlten Testsignal oder mit dem Prüfcodersignal vorziehen.

### 3.2. Prüfung mit dem Testsignal der Rundfunkanstalten

Zum Thema der Decoder-Prüfung mit dem Testsignal der Rundfunkanstalten gehört leider die einleitende Feststellung, daß die Testsendungen der verschiedenen Anstalten nicht gleich sind. Der bereits im Heft 1/1964 veröffentlichten tabellarischen Gegenüberstellung [8] ist zu entnehmen, daß der SFB keinen Meßtön zum Einstellen des Übersprechminimums sendet, sondern nur das Metronomgeräusch. Das Metronom erlaubt zwar ein zuverlässiges Prüfen der Seitenrichtung; der Techniker wird die kostbare Zeit der Testsendungen jedoch kaum zum Auspolen der Seiten verwenden, zumal diese Arbeit ja auch mit den seit Jahren lieferbaren Testschallplatten erfolgen kann. So bleibt zu hoffen, daß sich auch der SFB dem Vorgehen des NDR und WDR anschließt und den Metronomabschnitt entsprechend den Empfehlungen des ZVEI durch einseitig aufmodulierte Meßtöne ersetzt. Die Umstellung ist um so mehr wünschenswert, als die Kontrolle und die Korrektur des Übersprechens praktisch die in Anbetracht der Kürze der Testsendungen einzige sinnvolle Service-Tätigkeit ist.

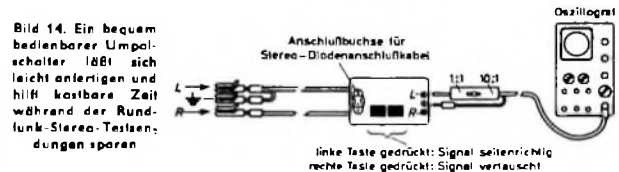
Die Abschnitte mit gleicher Modulation (1 kHz beziehungsweise 5 kHz in Gegenphase) sind zwar ebenfalls nützlich für gelegentliche Untersuchungen an den Stufen für den Pilotton und das Hilfsträgersignal einschließlich der Kontrolle des Differenzsignals nach dem Zumischen des 38-kHz-Trägers usw. Für ein systematisches Arbeiten reicht die Zeit jedoch meistens nicht aus. Nur bei sorgfältiger Vorbereitung der Abgleicharbeit und der Messungen besteht Aussicht auf Erfolg. Zu den in diesem Abschnitt besprochenen Prüfarbeiten zählen Messungen im Pilot-, Hilfsträger- oder Differenzkanal jedoch nicht; sie sollen vielmehr später behandelt werden.

### 3.2.1. Prüfen des Übersprechens mit dem Testsignal der Rundfunkanstalten

Für eine bloße Funktionskontrolle (zum Beispiel nach dem Auspacken eines fabrikneuen Gerätes oder nach dem Anschluß eines Empfängers) genügt eine Hörkontrolle. Nach allen anderen Service-Arbeiten, insbesondere aber im Anschluß an Reparaturen im ZF-Teil eines Stereo-Empfängers, die mittelbar oder unmittelbar den Abgleich des Decoders beeinflussen können, ist eine Kontrolle der Übersprechdämpfung mit einem Oszillografen notwendig. Aushilfswise genügt als Anzeigegerät ein Röhrenvoltmeter. Vorzuziehen ist jedoch der heute wohl in fast allen Service-Betrieben vorhandene Oszillograf, weil man im Oszillogramm gleichzeitig die Kurvenform auswerten kann; auch im

Ausgangssignal vorhandene Hilfsträgerreste lassen sich dann ebenso wie möglicherweise einstreuender Brumm oder Verzerrungen unmittelbar erkennen. Gegebenenfalls kann beim Anschluß eines Röhrenvoltmeters ein Tiefpass mit einer Grenzfrequenz 15 kHz weiterhelfen, der sich zum Beispiel aus einem 100-kOhm-Widerstand und einem 100-pF-Kondensator herstellen läßt.

Sehr nützlich ist ein Schalter zum schnellen Umpolen der Seiten, den man vor dem Oszillografen nach Bild 14 in den Prüfplatz einbaut und der eine rationelle Ausnutzung der Testsendungen ermöglicht. Bereits vor Beginn der Testfrequenzen kann man die



Prüfklemmen am Stereo-Decoder anschließen und den Tastkopf des Oszillografen in die Ausgangsbuchse „Links“ des Umpolenschalters stecken, weil die Testsendungen (sowohl des NDR/WDR als auch des SFB) mit dem linken Signal beginnen. An Stelle der am Umpolenschalter festmontierten Anschlußschüre ist auch ein Stereo-Tonbandgeräte-Verbindungskabel mit Normstecker verwendbar. Aus diesem Grund enthält auch die linke Seite des skizzierten Kästchens des Umpolenschalters eine fünfpolige Normbuchse. Das Verwenden des Tonbandgeräte-Verbindungskabels hat den Vorzug, daß man das Decoder-Gehäuse nicht öffnen beziehungsweise die Anschlußkontakte des Decoders für „Links“ und „Rechts“ nicht suchen muß.

Der im Bild 14 angedeutete Tastkopf entspricht einer im Service häufig verwendeten Ausführung mit eingebautem Abschwächer 10:1, der für die Prüfung des Übersprechens ebenfalls sehr gut verwendbar ist. Man stellt ihn zunächst auf 10:1, damit das Nutzsignal auf dem Schirm um 20 dB geschwächt erscheint. Ohne zeitraubende Eichung kann man die Y-Verstärkung entsprechend Bild 15 dann sofort auf eine gut erkennbare, jedoch noch nicht übersteuerte Amplitude mit beispielsweise 4 cm vertikaler Auslenkung einregeln; das dauert nur wenige Sekunden. Unmittelbar danach drückt man die Umpolstaste, so daß ohne irgendein Umstecken das Übersprechen auf dem Oszillografen gemessen werden kann. Auf Stellung 1:1 des Tastkopfes bedeutet Gleichheit der Amplitude wie im Bild 16 eine gerade noch ausreichende Übersprechdämpfung von 20 dB. Besser ist das Oszillogramm im Bild 17 mit einer Signalamplitude von 2 cm, entsprechend 20 + 6 = 26 dB.

Ein bereits vorher in den Schlitz des in den meisten Decodern vorhandenen Übersprecheinstellreglers gesteckter Schlüssel wird

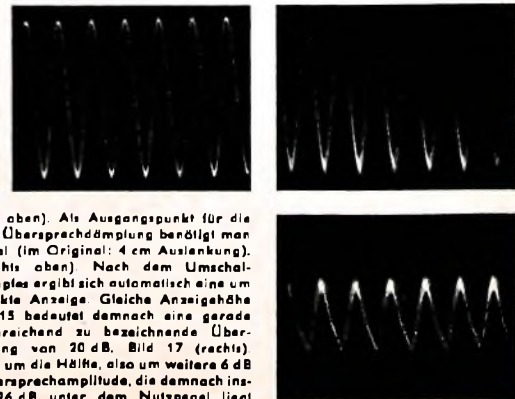


Bild 15 (links oben). Als Ausgangspunkt für die Kontrolle der Übersprechdämpfung benötigt man das Nutzsignal (im Original: 4 cm Auslenkung). Bild 16 (rechts oben). Nach dem Umschalten des Tastkopfes ergibt sich automatisch eine um 20 dB verstärkte Anzeige. Gleiche Anzeighöhe wie im Bild 15 bedeutet demnach eine gerade noch als ausreichend zu bezeichnende Übersprechdämpfung von 20 dB. Bild 17 (rechts unten). Besser ist eine um die Hälfte, also um weitere 6 dB geringere Übersprechamplitude, die demnach insgesamt um 26 dB unter dem Nutzpegel liegt.





# MEHR ALS DIE HÄLFTE

aller Rundfunksender der  
Welt arbeiten mit

**Ortofon**

elektrodynamischen  
Tonabnehmer

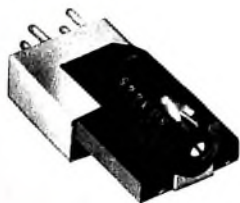
Führende Schallplatten-  
Hersteller verwenden zur Aufnah-  
me und Kontrolle ORTOFON-  
Schneidköpfe und ORTOFON  
Tonabnehmer

Testberichte zahlreicher High-  
Fidelity Magazine gelangen  
zu einer glänzenden Beurteil-  
ung des ORTOFON elektro-  
dynamischen Tonabnehmers.  
US Consumer Report vom  
Februar 64 nennt ORTOFON  
SPU/T an erster Stelle.



TONARM RMG 212

Professioneller Tonarm  
Eigenresonanz 8 Hz  
Auflagedruck einstellbar



TONABNEHMER SPU/GT ell.

Frequenzbereich 20-30000 Hz  
Ausgangsspannung 14 mV  
Kanaltrennung > 25 dB  
Compliance  $10 \times 10^{-6}$  cm/dyn  
Auflegekraft 1-2 g  
Diamant elliptisch

Erster und einziger dynamischer  
Tonabnehmer mit einer  
bewegten Masse von nur  
1mg, eingebauten Übertragern  
und ellipt. Diamant.

Jeder einzelne ORTOFON Tonabnehmer ist ein Meisterstück  
an Präzision. Schwierigste Aufnahmen – wie Chor und gro-  
ßes Orchester – werden verzerrungsfrei und in seltener  
Transparenz wiedergegeben – nie gehörte Feinheiten offen-  
baren sich.

ORTOFON Tonabnehmer SPU/GT ergeben eine ideale An-  
passung an die Phono-Eingänge von TELEWATT High Fide-  
lity Verstärkern. Selbstverständlich kann jeder andere High  
Fidelity Verstärker mit dem SPU/GT ausgestattet werden.

Vertrieb in Deutschland  
Information und Bezugsquellen-  
Nachweis durch



**KLEIN + HUMMEL**  
STUTT GART 1 · POSTFACH 402

TELEWATT HIGH FIDELITY-ERZEUGNISSE

10/60

**raaco**



## Nach dem Baukasten-System

Schon wenige raaco-KLARSICHT-Magazine –  
übereinander einrastend – ergeben raumsparende  
Lagerwände mit größtem Fassungsvermögen bei  
kleinsten Anschaffungskosten.

Durchsichtige Schubfächer in 6 Größen mit belie-  
bigen Unterteilungen. Über 30 raaco-Modelle für  
jeden Zweck.

Bitte, fordern Sie unseren Hauptkatalog an.

**raaco**

Handelsgesellschaft für Lagertechnik  
und Organisationstechnik mbH  
2 Hamburg 1, Steindamm 35

Bitte, senden Sie kostenlos und unverbindlich Ihren umfangreichen

## Hauptkatalog

Absender: (Stempel)

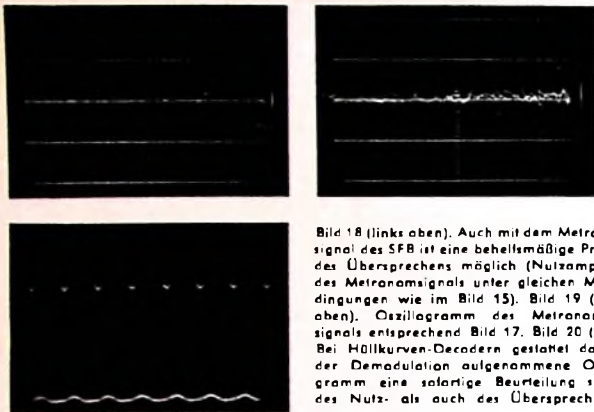


Bild 18 (links oben). Auch mit dem Metronomsignal des SFB ist eine behelfsmäßige Prüfung des Übersprechens möglich (Nutzamplitude des Metronomsignals unter gleichen Meßbedingungen wie im Bild 15). Bild 19 (rechts oben). Oszillogramm des Metronomstörsignals entsprechend Bild 17. Bild 20 (links). Bei Hüllkurven-Decodern gestattet das vor der Demodulation aufgenommene Oszillogramm eine salofrige Beurteilung sowohl des Nutz- als auch des Übersprechpegels

nun vorsichtig auf das absolute Minimum des Übersprechpegels gedreht.

Entsprechend verfährt man mit dem rechten Kanal und dem zum Vergleich mit 5 kHz modulierten Signal. Enthält der Decoder nur einen Übersprechstellregler, dann muß man einen gemittelten Wert zwischen den optimalen Resultaten für „Links“ und „Rechts“ einregeln.

Im Abschnitt 2.1.3 war bereits auf den zulässigen Rückgang der Übersprechdämpfung um bis zu 6 dB bei Signalen höherer Frequenz hingewiesen worden.

Behelfsmäßig ist die Prüfung des Übersprechens auch mit dem Signal des SFB möglich. Das Metronom erzeugt nämlich ebenfalls eine Amplitude auf den Schirm des Oszillografen, allerdings bei Benutzung der normalen Service- und Universal-Oszillografen keinen ruhigen und stehenden Kurvenzug. Mit etwas Geduld – das ist leider gleichbedeutend mit Zeitverlust – gelingt es aber, eine einigermaßen auswertbare kurzzeitig durchlaufende Amplitude abzulesen, so daß man auch hier wie in den Bildern 18 und 19 eine definierte Übersprechdämpfung angeben kann. Selbstverständlich ist die Genauigkeit geringer als bei den Tonfrequenzen; sie ist aber auf jeden Fall höher als bei einer gehörmäßigen

Bewertung. Mit einem Röhrevoltmeter läßt sich das Metronomsignal allerdings nicht auswerten, da die mechanisch-elektrische Anklingzeit des Röhrevoltmeters das Resultat zu stark verfälscht.

In den nach dem Prinzip der Hüllkurven-Demodulation arbeitenden Decodern läßt sich vor der Gleichrichterdiode unmittelbar untereinander das durch den Hilfsträger auseinandergezogene Nutz- und Übersprechsignal ablesen. Bild 20 zeigt als Beispiel ein Hüllkurvenoszillogramm mit dem Nutzsinal (oben) und dem Übersprechsignal (unten). Das Amplitudenverhältnis 1 : 7 (entspricht 17 dB) ergibt einen nicht zufriedenstellenden Wert.

### 3.2.2. Anschluß mehrerer Geräte an eine Antenne

Die kurze Testsignalzeit zwingt zu schnellem Arbeiten. Dem Verfasser sind Werkstätten bekannt, die während einer Testsignalperiode bis zu drei Empfänger auf Übersprechen prüfen und dabei die Einstellregler gegebenenfalls nachgleichen. Dabei kommt es unter anderem auch darauf an, die Antenne während der Prüf- und Justierarbeiten ordnungsgemäß anzuschließen. Abschnitt 1.2.2. enthält bereits Hinweise auf die Nachteile infolge Reflexionen, die sich bei Stereo-Signalen stärker auswirken und auch das Übersprechen beeinflussen können. Aus diesem Grunde sind Abgleicharbeiten mit Einbautantennen so gut wie sinnlos, weil durch die Reflexionen eine mehrdeutige Phasenlage zwischen dem Pilot- und dem Hilsträgersignal entstehen kann. Ein übereifriges „Rationalisieren“ (zum Beispiel in der Weise, daß zwei auf die Übersprechkontrolle vorbereitete Empfänger je mit einer Eingangsbuchse an einen Anschluß der 240-Ohm-Antennenleitung angeschlossen werden) birgt das große Risiko einer Fehleinstellung in sich. Auch das Kontrollieren mit absichtlich geschwächtem Antennensignal muß daher mit einwandfrei angepaßten Zwischengliedern (zum Beispiel den von der Antennenindustrie hergestellten Zwischensteckern) erfolgen.

Analog zu dem Problem bei Fernsehgeräten, ist bei größeren Gemeinschaftsanlagen mit langen Leitungen auch darauf zu achten, daß keine Verfälschung durch die ohne Kabelverzögerung direkt einfallende Welle entsteht. (Fortsetzung folgt)

### Weiteres Schrifttum

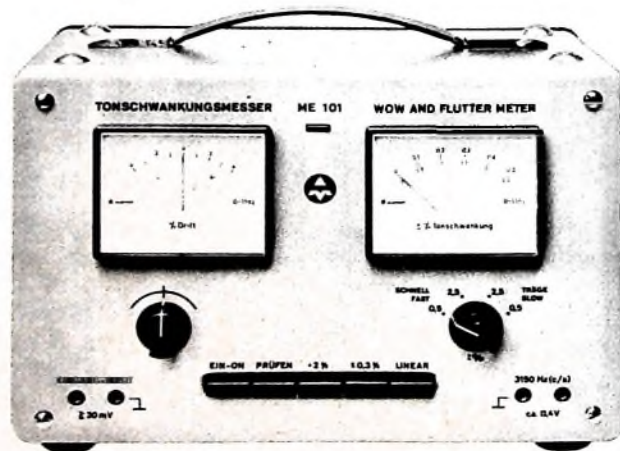
[8] Gutschmidt, F.: Service-Einstellungen an Stereo-Decodern. Funk-Techn. Bd. 19 (1964) Nr. 1, S. 28-34

# TONSCHWANKUNGSMESSER ME 101

Ein handliches und preiswertes Gerät für Labor und Werkstatt

- Volltransistorisiert
- Eingebauter Oszillator
- Messung nach DIN
- Diodenkabel-Anschluß für Tonbandgeräte
- Anschlußmöglichkeit für Oszillografen, Schnellschreiber und Filter
- Preis: DM 875.-

Jetzt kurzfristig lieferbar!



**TECHNISCH-PHYSIKALISCHES LABORATORIUM**  
 DIPL.-ING. BRUNO WOELKE · MÜNCHEN 2, NYMPHENBURGER STR. 47  
 TELEFON: 593551 · TELEX: 5/24746 · TELEGRAMME: MAGNETLABOR, MÜNCHEN

H. SCHWEIGERT

## FM-Demodulatoren

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 19 (1964) Nr. 19, S. 716

### 2.4. Der Ratiodektor

Gegenüber allen anderen FM-Demodulatoren weist der Ratiodektor Vorteile auf, die die anderen Schaltungen fast verdrängt haben. Die Gesamtschaltung zeigt Bild 11. Rein äußerlich fällt auf, daß die beiden Dioden hier gegensinnig gepolt sind;

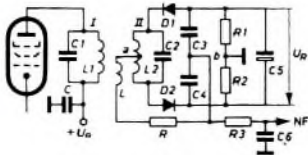


Bild 11. Gesamtschaltung des symmetrischen Ratiodektors

ähnelt die Schaltung weitgehend dem beschriebenen Rieggkreis. Beim Ratiodektor spielen sich aber zahlreiche Einzelvorgänge ab, die der Reihe nach beschrieben werden sollen.

#### 2.4.1 Modulationswandlung und Demodulation

In der Wirkungsweise als Diskriminator verhält sich der Ratiodektor ähnlich wie der Phasen-Diskriminator. Allerdings erfolgt die Ankopplung des Sekundärkreises II nicht kapazitiv, sondern induktiv über die Koppelspule L, die mit dem Anzapfungspunkt a der Spule L2 verbunden ist. Der Hochfrequenzkreis wird durch die Kondensatoren C3 und C4 geschlossen.

An den beiden Hälften der Spule L2 entstehen verschieden große Spannungen, die sich aus den Teilspannungen nach der beim Phasen-Diskriminator beschriebenen vektoriellen Addition

zusammensetzen. Diese im Takt der Frequenzmodulation schwankende Hochfrequenzspannung wird auch hier in den Dioden D1 und D2 gleichgerichtet. Da die Dioden entgegengesetzt gepolt sind, entsteht an den Außenwiderständen R1 und R2 nicht wie beim Phasen-Diskriminator die Differenz, sondern die Summe der Dioden-Richtspannungen; das heißt, die Richtspannungen liegen beim Ratiodektor in Reihe.

#### 2.4.2 Begrenzerwirkung des Ratiodektors

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Schaltungen wirkt der Ratiodektor von sich aus begrenzend. Eine Diode kann man als spannungsabhängigen Widerstand betrachten, der bei großen Spannungen relativ klein und konstant ist. Im Bereich kleinerer Spannungswerte ist der Widerstand jedoch sehr unterschiedlich, was durch den gekrümmten Anfangsteil der vereinfacht gezeichneten Diodenkennlinie im Bild 12 zum Ausdruck kommt. Bei der Reihenschaltung einer Diode mit einem sehr kleinen Außenwiderstand wirkt sich bei geringen Spannungen der schwankende Dioden-Innenwiderstand besonders stark aus, und er wird bei wachsender Spannung grundsätzlich kleiner. Das führt zu einer Dämpfung des vorangehenden Kreises, die bei großen Spannungen stark ansteigt.

Beim Ratiodektor wird dieser Effekt ausgenutzt. Im Bild 11 liegt parallel zu den Widerständen R1 und R2 der große Elek-

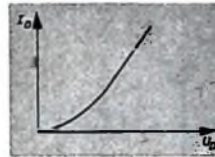
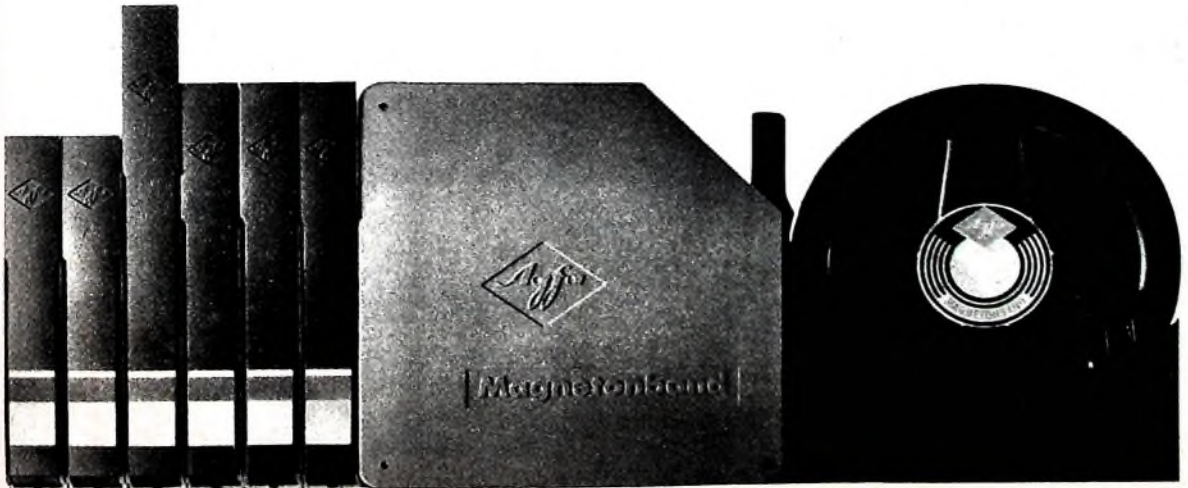


Bild 12. Vereinfacht dargestellte Diodenkennlinie

trolytkondensator C5, der sowohl für die Hoch- als auch für die Niederfrequenz wegen seines geringen kapazitiven Widerstandes einen Kurzschluß darstellt. Daher kann sich die Niederfrequenz an den Dioden-Richtwiderständen nicht mehr ausbilden, und der Kondensator übernimmt scheinbar die Rolle des Außenwider-

## Blickfang

im Bandvorrat Ihres Fachgeschäftes ist die Novodur-Kassette: elegant, formschön, schlagfest und staubunempfindlich. Sie paßt in jedes Bücherregal. Ideal für die Aufbewahrung des wertvollen Agfa Magnetonbandes aus Polyester. Fachleute und Amateure schätzen es wegen seiner besonderen Vorzüge: optimale Wiedergabe von Musik und Sprache. Tropfenfest, schmiegsam und unverwundlich! AGFA-GEVAERT AG



Bei der Aufnahme von Literatur und Musik sind bestehende Urheber- und Leistungsschutzrechte, zum Beispiel der Gema, zu beachten.



Bild 13. HF-Spannung vor und hinter dem Begrenzer

standes. Der vorstehend erwähnte kleine Arbeitswiderstand ist also der Wechselstromwiderstand des Kondensators C 5, der mit den beiden Dioden D 1 und D 2 in Reihe liegt.

Steigt die Hochfrequenzamplitude infolge einer Störung sprunghaft an (zusätzliche Amplitudenmodulation), so bedämpft der kleiner werdende Dioden-Innenwiderstand den Kreis L 2, C 2 besonders stark. Die Hochfrequenzspannung fällt sofort ab, bis der Innenwiderstand der Dioden wieder größer wird und den Kreis nicht mehr so stark dämpft. Das bewirkt eine wirksame Begrenzung von unerwünschten Spannungsspitzen, die als Folge äußerer Störungen auftreten können (Bild 13) [5].

Um noch sehr langsame Amplitudenschwankungen ausgleichen zu können, muß der Elektrolytkondensator C 5 eine genügend große Kapazität (etwa 3...5 µF) haben. Die von der Hochfrequenzamplitude abhängige Richtspannung am Begrenzerkondensator C 5 wird als Regelspannung zur automatischen Verstärkungsregelung des ZF-Verstärkers verwendet.

#### 2.4.3. Brückenschaltung zur Entnahme der Tonfrequenz

Da die demodulierte niederfrequente Wechselspannung, die normalerweise an den Widerständen R 1 und R 2 auftreten würde,

durch die Kapazität C 5 kurzgeschlossen wird, muß sie der Schaltung auf andere Weise entnommen werden. Man bedient sich dazu des Brückenprinzips.

Die Grundform der Brückenschaltung gibt das Bild 14 wieder (Wheatstonesche Brücke). Sie besteht aus vier Teilwiderständen R 1 und R 2 sowie R 3 und R 4, die in Reihe und parallel geschaltet sind. An den Punkten C und D wird die Spannung U zugeführt. Ist das Widerstandsverhältnis  $R_1 : R_2$  gleich dem

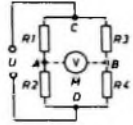
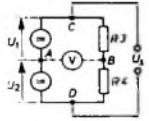


Bild 14. Die Grundform der Brückenschaltung (Wheatstonesche Brücke)

Bild 15. Abgeänderte Brückenschaltung mit zwei Spannungsquellen  $U_1$  und  $U_2$



Verhältnis  $R_3 : R_4$ , so zeigt der Spannungsmesser M zwischen den Punkten A und B keine Spannung, die Brücke ist abgeglichen. Wird nur ein Widerstand in seinem Wert verändert, so kommt die Brücke aus dem Gleichgewicht, und M in der Brückendiagonale A-B zeigt einen Ausschlag.

Die Brückenschaltung kann man nach Bild 15 abändern und an die Stelle der Widerstände R 1 und R 2 zwei Spannungsquellen  $U_1$  und  $U_2$  legen. Ist das Spannungsverhältnis gleich dem Widerstandsverhältnis, so ist die Diagonalspannung wiederum Null und die Brücke im Gleichgewicht. Beginnt sich das Spannungsver-

## Die Oper im eigenen Heim?



Wir überlassen es Ihnen, ob Sie den Stereo-Verstärker VKS 254 (2x20 Watt Musikleistung) oder den Stereo-Verstärker VKS 604 (2x50 Watt Musikleistung) als Herz für Ihre Heim-Stereo-Anlage wünschen. In beiden Fällen steht fest: die Musikwiedergabe mit einem

#### Sennheiser Stereo-Verstärker (HI-FI) \*)

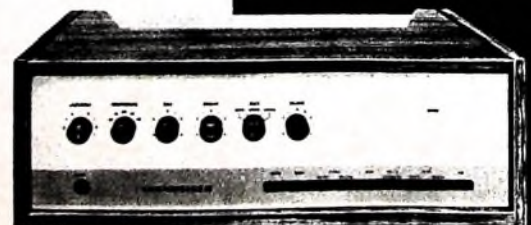
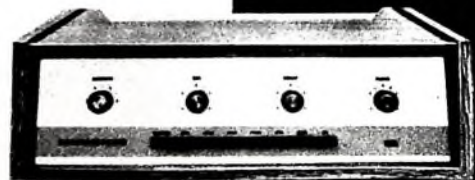
wird zu einem Erlebnis! Die Oper, das Konzert oder was Sie sonst gern hören möchten, bekommen Sie in ungeahnter Klangfülle und dabei durchsichtig bis auf das letzte Instrument ins Haus gezaubert. Bestimmt, Sie werden fasziniert sein!

#### Was wird aus Ihren Mono-Schallplatten?

Ganz einfach, auch die können Sie über Sennheiser Verstärker abspielen. Zwar wird dann daraus keine Stereophonie, aber Sie werden die aufregende Erfahrung machen, daß Sie noch gar nicht wußten, was alles bei Ihren älteren Platten bisher verborgen blieb. Sennheiser Verstärker erschließen letzte Feinheiten.

Fordern Sie bitte unsere Verstärker-Prospekte an.

\*) Sennheiser Verstärker entsprechen schon heute den vorgeschlagenen HI-FI-Normen.



hältnis zu ändern, so entsteht in der Brückendiagonale eine Spannung, die in ihrer Größe und Polarität dem neuen Spannungsverhältnis  $U_1 : U_2$  entspricht, da das Verhältnis der Widerstände  $R_1 : R_2$  fest gegeben ist. Die Summenspannung  $U_3$  bleibt unverändert, weil sich eine Änderung der Spannungs-Widerstands-Verhältnisse in beiden Brückenzeigen gleichmäßig auswirkt.

Wendet man das Brückenprinzip auf den Ratiodektor an, so erhält man eine Schaltung, wie sie Bild 16 zeigt. Die beiden Quellen stellen die Spannungen dar, die an den Hälften der Resonanzkreis-Spule  $L_2$  im Bild 11 auftreten und sich aus der Gesamtspannung von Kreis I und jeweils einer Teilspannung des Diskriminatorkreises II zusammensetzen. Verändert sich infolge

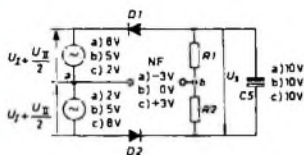


Bild 16 Anwendung des Brückenprinzips auf den Ratiodektor. Der Kondensator C 5 hat keinen Einfluß mehr auf die Niederfrequenz

der Frequenzmodulation das Spannungsverhältnis zwischen der oberen und unteren Quelle im Bild 16, so tritt auch hier wieder eine Diagonalspannung zwischen den Punkten a und b auf, deren Größe und Polarität dem Spannungsverhältnis der beiden Spannungsquellen entspricht.

Wird beispielsweise die Spannung der oberen Quelle größer, so verkleinert sich die Spannung der unteren Quelle. Punkt a wird dann negativ und Punkt b positiv. Ist dagegen die Spannung der unteren Quelle größer und die der oberen kleiner, so ist b negativ und a positiv. Es entsteht also eine Wechselspannung, die als Folge der Frequenzänderungen auftritt und die Niederfrequenz darstellt.

Da sich die Änderung des Spannungsverhältnisses auch im rechten Brückenarm entsprechend auswirkt und da sich die Spannung der oberen Quelle im selben Maß erhöht wie sie sich bei der unteren verkleinert (und umgekehrt), bleibt die Summenspannung an C 5 konstant (Fall a, b und c im Bild 16). Somit kann auch der geringe kapazitive Widerstand des Kondensators C 5 der an den Punkten a und b auftretenden Wechselspannung nichts anhaben, und es läßt sich hier die unverfälschte Tonfrequenz abnehmen.

#### 2.4.4 Deakzentuierung

Die Punkte a und b in der Schaltung nach Bild 16, die man auch als Ersatzschaltung des Ratiodektors bezeichnen könnte, sind mit den Punkten a und b im Bild 11 identisch. Die Niederfrequenzspannung wird dort über den Arbeitswiderstand R und das RC-Glied R 3 und C 6, das eine besondere Bedeutung hat, abgenommen. Da im UKW-Bereich infolge des breiten Frequenzbandes auch noch die höchsten Tonfrequenzen übertragen werden, würde in diesem Bereich auch das Rauschen stärker zur Auswirkung kommen.

Die Rauschenergie ist gleichmäßig über das ganze Frequenzband verteilt, während im normalen Tonfrequenzgemisch (Musik, Sprache) die hohen Frequenzen nur mit recht kleinen Amplituden vorkommen. Deshalb haben die hohen Frequenzen einen geringeren Störabstand als die tiefen und werden darum senderseitig angehoben. So erhält man einen besseren Rausch- und Störabstand.

Würde man aber die hohen Tonfrequenzen im Empfänger ungeschwächt übertragen, so klänge die Wiedergabe zu spitz, das heißt, es wären zu viele Höhen vorhanden. Daher muß man die hohen Frequenzen empfängerseitig absenken. Dies geschieht mit Hilfe des RC-Gliedes R 3, C 6 in der Schaltung von Bild 11, das zur besseren Übersicht im Bild 17 noch einmal getrennt gezeichnet

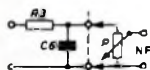


Bild 17. RC-Kombination (Teilpaß) als Deakzentuierungsglied

net ist. Damit die Abschwächung im richtigen Maß erfolgt, muß das RC-Glied eine Zeitkonstante von rund  $75 \mu s$  haben. Anschließend wird die Niederfrequenz dem Lautstärkereglern P und dem NF-Verstärker zugeführt.

Die sendersseitige Anhebung der hohen Tonfrequenzen wird Akzentuierung oder Preemphasis genannt, während man bei der empfangsseitig erforderlichen Entzerrung von Deakzentuierung oder Deemphasis spricht.

# VARTA

## DEAC

### stellt vor:

# 5/225 DKZ

Abmessungen: 28 mm Ø  
47 mm hoch  
Gewicht: ca. 70 g  
Nennspannung: 6 V  
Nennkapazität: 225 mAh,  
10-stündig

## Planen Sie den Bau von schnurlosen Elektrogeräten?

Diese wiederaufladbare, gasdichte Nickel-Cadmium-Batterie besteht aus 5 Knopfzellen vom Typ 225 DKZ. Durch Verschweißen der einzelnen Zellen können Batteriesäulen von 2 bis 10 Zellen mit Nennspannungen von 2,4 bis 12 V geliefert werden. Die Batterien werden mit Schrumpfschlauch überzogen und an den Polen mit Ringlötösen, Kronenkontakten oder Kontaktknöpfen versehen. Bisher wurden sie vorwiegend als Stromquellen für Fernsteuerungs-Anlagen im Modellbau, für Sender, Empfänger, Rudermaschinen und zum Antrieb von Kleinstmotoren verwendet. Aber vielleicht ist gerade die VARTA DEAC Batterie 5/225 DKZ für Ihr schnurloses Elektrogerät besonders geeignet.

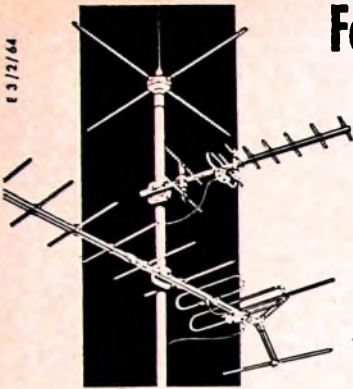
VARTA DEAC baut serienmäßig Stahlakkumulatoren in den Kapazitäten von 0,02 Ah bis 1000 Ah. Nutzen Sie bei Ihren Überlegungen die Erfahrungen der VARTA DEAC. Unser Berater steht Ihnen zu einem Gespräch gern zur Verfügung.

VARTA DEUTSCHE EDISON-AKKUMULATOREN-COMPANY GMBH  
6 FRANKFURT/M. NEUE MAINZER STRASSE 54



Immer wieder **VARTA** wählen





# Fernsehen mit perfekten Antennen!

In neuartigen Anschlußkästen schließen Sie wahlweise 240-Ohm- oder 60 Ohm Kabel schnell und kontaktsicher an ohne dabei Werkzeug zu benötigen. Der Einbau eines zusätzlichen Symmetriergliedes erübrigt sich.

Im ganzen also - perfekte Antennen für perfekten Empfang!

fuba-Fernseh-Antennen vermitteln optimalen Empfang in allen Bereichen. Sie verbürgen hohe, technische Sicherheit. Sinnvoll gestaltete Bauelemente, wie Schwenkmast-schelle, Elemente- und Dipolhalterungen sowie Trägerrohr-Steckverbinder erleichtern den Aufbau und senken die Montagezeiten ganz erheblich.



Die Abbildungen zeigen den geöffneten Anschlußkasten mit angeschlossenem 240-Ohm- bzw. 60 Ohm Kabel



ANTENNENWERKE HANS KOLBE & CO. · 3202 BAD SALZDORFURTH / NANN.

## Elektro-Garantie-Schweißgerät PHÖNIX III

(Name ges. gesch.)

**220 Volt Lichtstrom, unser Spitzenschlagger mit Aufbauvorrichtung!** Schaltbar von 40-125 Amp für 1,5 bis 3,25 mm Elektroden, reine Kupferwicklung, komplett mit allen Anschlüssen und Kabeln, zum Fabrikpreis **DM 235,-** einschl. Verpackung und Versicherung, 6 Monate Garantie.



Unsere äußerste Kalkulation erlaubt nur Nachnahme-  
versand Verkauf nur an Handel und Gewerbe.  
Bei Bestellung bitte Bestimmungsbahnhof  
und Betrieb angeben.

**ONYX-Elektrotechnik A. Rieger, Abt. CI**  
Maschinen u. Schweißtransformatoren  
851 Fürth/Boyer, Herrnstraße 100 und  
Sonnenstraße 10 · Telefon: 0911/78335  
Geschäftszeit von 8 bis 15 Uhr

**BERNSTEIN-Assistent: Die tragbare Werkstatt**

**BERNSTEIN - Werkzeugfabrik Stelnrücke KG**  
Remscheid-Lennep 1, Telefon 6 20 32

### 2.4.5. Unsymmetrischer Schaltungsaufbau

Die im Bild 11 dargestellte Schaltung ist ein symmetrischer Ratiodektor, weil alle Spannungen und Ströme symmetrisch zum Schaltungsnulldpunkt verlaufen. Man kann den Ratiodektor aber auch unsymmetrisch aufbauen, wie das in der Schaltung nach Bild 18 gezeigt ist.

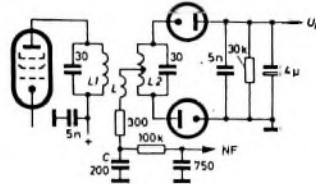


Bild 18. Unsymmetrische Schaltung des Ratiodektors

Man wählt diese Schaltungsart, wenn an Stelle von Germaniumdioden Röhrendioden verwendet werden sollen und die Kathode einer Diodenstrecke an Masse liegen muß, wie beispielsweise bei der Verbundröhre FABC 80. Selbstverständlich lassen sich aber auch Germaniumdioden verwenden, die paarweise mit übereinstimmenden Kennlinien erhältlich sind.

Im Prinzip arbeitet die unsymmetrische Schaltung genauso wie die symmetrische. Die Widerstände R 1 und R 2 sowie die Kapazitäten C 3 und C 4 von Bild 11 sind hier jeweils zu einem Bauelement zusammengefaßt. Für die Beseitigung von Hochfrequenzresten im Niederfrequenzkreis sorgt der Kondensator C; danach

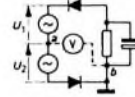


Bild 19. Das Brückenprinzip beim unsymmetrischen Ratiodektor

folgt das Deakzentuierungsglied, hinter dem die Niederfrequenzspannung abgenommen wird. Im Bild 18 sind die Werte der Bauteile eingetragen, wie sie in der Praxis üblich sind. Am Begrenzungskondensator kann die negative Richtspannung  $U_R$  für die Schwundregelung entnommen werden. Zeichnet man beim unsymmetrischen Ratiodektor die Brücke getrennt heraus, so kommt man zu einer Anordnung nach Bild 19. (Schluß folgt)

### Schrifttum

- [1] ● L i m a n n, O.: Funktechnik ohne Ballast. München 1962, Franzis-Verlag
- [2] ● R i c h t e r, H.: Neue Schule der Radiorotechnik und Elektronik. Stuttgart 1961, Franckh'sche Verlagshandlung
- [3] ● R i c h t e r, H.: UKW - FM Stuttgart 1962, Franckh'sche Verlagshandlung
- [4] ● S c h r ö d e r, H.: Elektrische Nachrichtentechnik, Band I. Berlin 1959, Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH
- [5] C a n t z, R.: FM-Demodulatoren für Rundfunkzwecke. Funk-Techn. Bd 17 (1962) Nr. 24, S. 817-820

**MIRA - Bauteile**  
**MIRA - Bausätze für Transistorgeräte**

Bitte Katalog T 13 verlangen. Fachgeschäfte Rabatt.

**H. SAUERBECK, MIRA-Geräte, Nürnberg, Beckschlagergasse 9**

**METALLGEHÄUSE**

*für Industrie und Bastler*

**KAUFGESUCHE**

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

Röhrenröhren, Spezialröhren, Widerstände, Kondensatoren, Transistoren, Dioden u. Relais, kleine und große Posten gegen Kasse zu kaufen gesucht. Neumüller & Co. GmbH, München 13, Schraudolphstr. 2/T

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

**PAUL LEISTNER HAMBURG**  
HAMBURG ALTONA CLAUSSTR. 4-6

# BLAUPUNKT

Für die Erstellung von Kundendienstschriften und für Schulungsaufgaben im Rahmen unserer Kundendienstabteilung suchen wir tüchtige

## Rundfunk- und Fernsehtechniker

Sie sollen in der Lage sein, ihre theoretischen und in der Praxis erworbenen Kenntnisse schriftlich und in Vorträgen an andere weiterzuermitteln.

Einer der Herren sollte sich möglichst in zwei Sprachen verständigen können.

Bewerbungen mit handgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild und Zeugnisabschriften erbitten wir an unsere Personalabteilung.



## BLAUPUNKT-WERKE GMBH

PERSONAL-ABTEILUNG

32 HILDESHEIM Postfach



## Kompass-

**FS- u. UKW-Antennen  
Abstandisolatoren  
Zubehör**

Hunderttausendfach  
bewährt von der Nordsee  
bis zum Mittelmeer.  
Neues umfangreiches  
Programm.  
Neuer Katalog 6430 wird  
dem Fachhandel gern zuge-  
stellt.

**Kompass-Antennen  
3500 Kassel  
Erzbergerstraße 55/57**

# PHILIPS

Wir suchen je einen

## Fernseh-Meister

sowie

## Fernseh-Techniker

für Wartungen und Reparaturen an Fernseh-Großanlagen einschließlich Groß-Projektion und Farbtechnik in den Städten **Hamburg, Hannover, Essen, Stuttgart, München.**

Eine gründliche Einweisung in die Fernseh-Technik ist vorgesehen.

Bewerber, die eine technisch interessante Tätigkeit bei uns ausüben wollen, richten ihre Unterlagen an

## DEUTSCHE PHILIPS GMBH

Personal-Abteilung

2 HAMBURG 1, MÖNCKEBERGSTR. 7  
Postfach 1093



Wir suchen zum sofortigen Eintritt oder später

## Tontechniker(innen)

mit abgeschlossener Ausbildung oder auch zum Anlernen aus verwandten Berufen, auch Abiturienten mit einschlägigem Fachinteresse

## Ingenieure und Techniker

für die Entwicklung, Prüfung, den Bau und die Instandhaltung von tontechnischen Geräten und Studioanlagen.

Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen. Persönliche Vorstellung nur nach Aufforderung

Angebote erbelen an:

## ELECTROLA GmbH.

5 Köln-Bronsfeld, Maarweg 149, Ruf 59 31 31

## Unterricht

Theoretische Fachkenntnisse in Radio- und Fernsehtechnik durch Christiani-Fernkurse Radiotechnik und Automation. Je 25 Lehrbriefe mit Aufgabenkorrektur und Abschlusszeugnis 800 Seiten DIN A 4, 2000 Bilder, 350 Formeln und Tabellen. Studienmappe 8 Tage zur Probe mit Rückgaberecht (Gewünschten Lehrgang bitte angeben.) Technisches Lehrinstitut Dr.-Ing. Christiani, Konstanz, Postf. 1957

## Schaltungen

Fernsehen, Rundfunk, Tonband

Eilversand

Ingenieur Heinz Lange

1 Berlin 10, Otto-Suhr-Allee 59

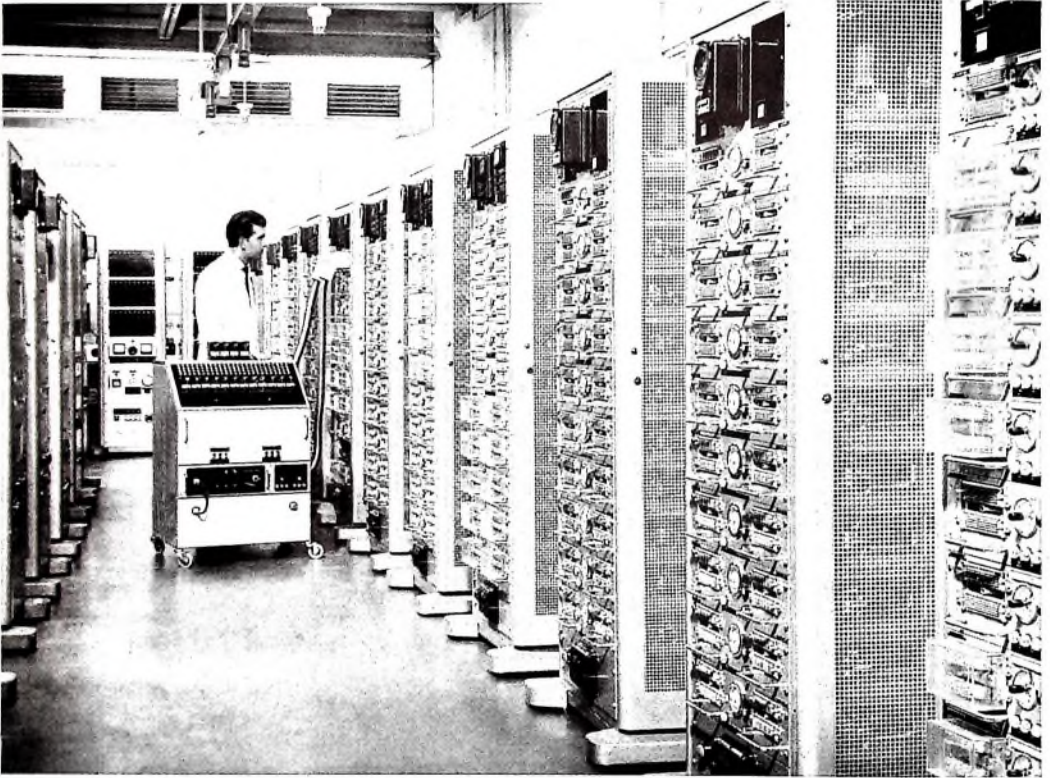
VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde, Postanschrift: 1 Berlin 52, Eichbarndamm 141-142, Telefon: Sammelnummer (03 11) 49 23 31. Telegrammschrift: Funktechnik Berlin. Fernschreib-Anschluß: 01 81 632 Fachverlage bin. Chefredakteur: Wilhelm Roth, Stellvertreter: Albert Jönicks, Technischer Redakteur: Ulrich Radke, sämtlich Berlin. Chefredakteur: Werner W. Diefenbach, Berlin und Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Bartsch, Anzeigenleitung: Marianne Weidemann, beide Berlin. Chefgraphiker: Bernhard W. Beerwirth, Berlin. Postcheckkonto: FUNK-TECHNIK PsdA Berlin West Nr. 2493. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis lt. Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Leserkreis aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. — Satz: Druckhaus Tempelhof; Druck: Eisnerdruck, Berlin



# VALVO

BAUELEMENTE FÜR DIE GESAMTE ELEKTRONIK

DIE ZUVERLÄSSIGKEIT von VALVO-Transistoren und -Dioden beruht auf eingehenden Qualitätsuntersuchungen und langer Erfahrung in der Herstellung von Halbleiterbauelementen.



## Lebensdauerprüfung von VALVO-Transistoren und -Dioden

Das Bild gibt einen Einblick in die Anlagen des Qualitäts-Laboratoriums der VALVO-Röhren- und Halbleiterwerke in Hamburg-Lokstedt. In jedem dieser Prüftürme werden 1000 Transistoren oder Dioden einer harten Lebensdauerprüfung unterzogen. Eine vollautomatische Datenverarbeitungsanlage registriert die Meßergebnisse und wertet sie aus. Man gewinnt aus den Ergebnissen wertvolle Hinweise für die Steuerung der laufenden Fertigung.

VALVO GMBH



HAMBURG 1

02001

95-490-1111-1111-11  
A 03K 584