

5

1. März-Ausgabe 1978

33. Jahrgang

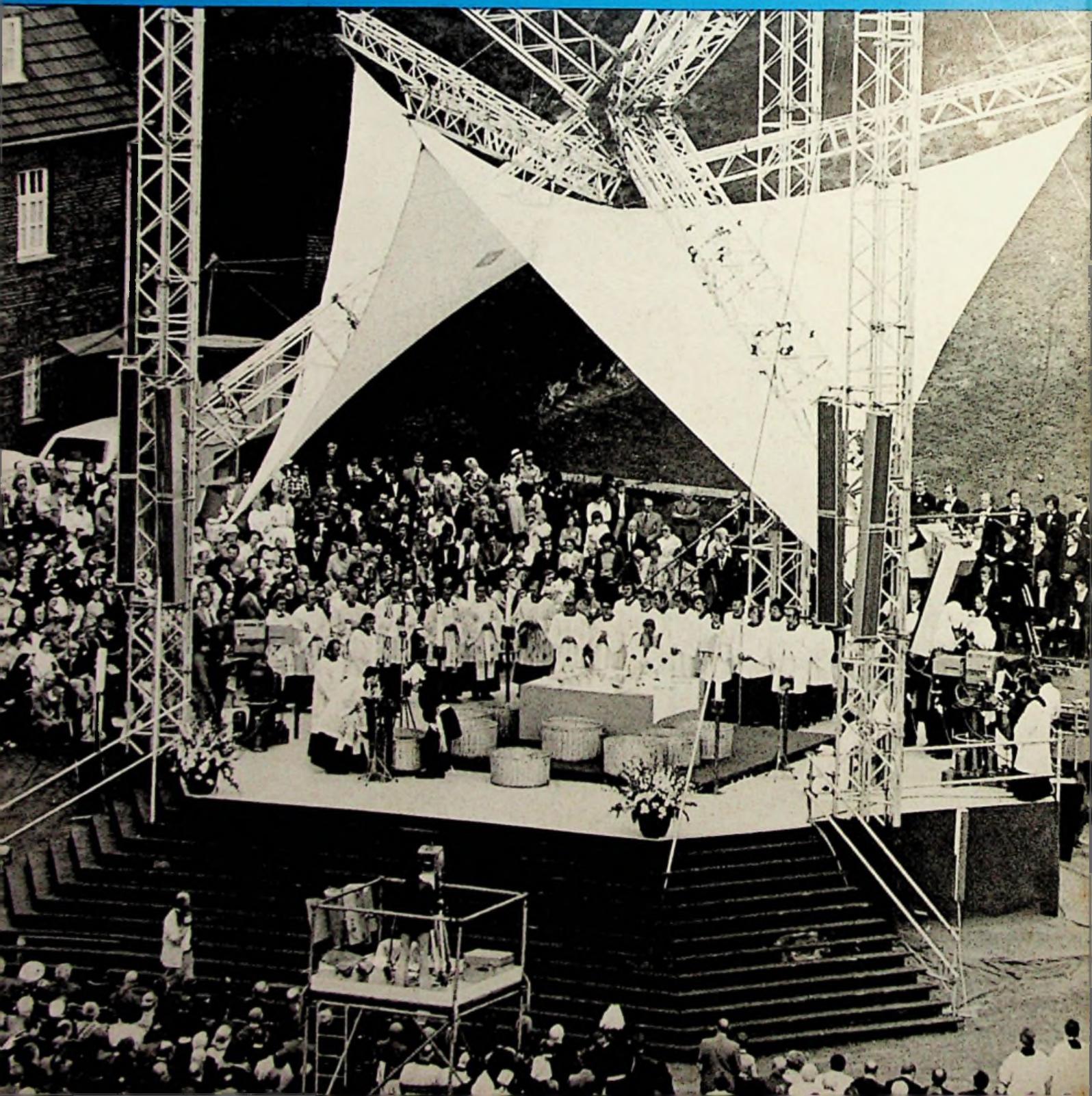
ISSN 0016-2825

FUNK

TECHNIK

● - Vertikalelektronik
- Si-Z-Modem

Fachzeitschrift für die gesamte Unterhaltungselektronik



Sennheiser-Mikrofone

gebrauchsfertiges Wissen für
problemlose gute Tonübertragung

Profis und Semiprofis in aller Welt vertrauen auf Sennheiser-Mikrofone. Überall dort, wo man ein bewährtes gutes Mikrofon für sendereife Aufnahmen braucht, wählt man Sennheiser-Mikrofone. Weil sie von Fachleuten für Fachleute gemacht sind. Mit langjährigem Fachwissen und modernster Technik. Es gibt viele grundlegende Sennheiser-Patente. Erarbeitet für verschiedene Mikrofon-Typen, für verschiedene Aufnahmebedingungen.

Rohr- und Reportage-Mikrofone, Studio-Mikrofone, Musiker-Mikrofone, die fast unsichtbaren drahtlosen Ansteck-Mikrofone und natürlich auch gute Amateur-Mikrofone. Eines so

gut wie das andere in Qualität, Robustheit und Zuverlässigkeit. Wenn Sie das Sennheiser-Mikrofon-Programm ausführlich kennenlernen wollen, schicken Sie uns einfach den Coupon zu:

 **SENNHEISER**

Sennheiser electronic · 3002 Wedemark 2 · Postfach 530



 Coupon
Ich möchte das
Sennheiser-Mikrofon-Programm
ausführlich kennenlernen.
Schicken Sie mir bitte
Ihre Druckschriften.

FUNK TECHNIK

Werkstatteil: Werkstatt und Service

Ausbildung und Weiterbildung

Antennenkurs in Kürze, Teil 5: Wellenausbreitung auf Leitungen . . .	W & S	87
Mikroprozessor-Lehrsystem: Hexadezimal- Eingabetaster für Experimentalsystem . . .	W & S	89
Bausteine der Farbfernsehempfänger, Teil 5: Vertikalablenkung	W & S	92
Kurse und Lehrgänge	W & S	98
Grundwissen für Praktiker – Bauelemente der Elektronik, Teil 18: Si-Z-Dioden . . .	W & S	99

Werkstatt-Bedarf

Kurzberichte über neue Meßgeräte . . .	W & S	107
--	-------	-----

Warenkunde

Tonabnehmersysteme: Shure-System mit Stoßdämpfer	W & S	110
---	-------	-----

Laborteil: Forschung und Entwicklung

Grundlagen

Die Problematik der Beschallungstechnik, Teil 1: Die Bedingungen für Beschallungs- anlagen	F & E	35
--	-------	----

Forschungsberichte

Trockenbatterien: Lithium-Festkörper- batterie – schon bald ein Massenartikel? SI-Einheiten: VDE-Vorschriftenwerk wird angepaßt	F & E	37
	F & E	40

Bauelemente der Elektronik

Kurzberichte über neue Bauelemente . . .	F & E	40
--	-------	----

Fachveranstaltungen

Hobby-tronic: Senkrechtstart	F & E	41
VDE-Kongreß 1978: 60. Hauptversammlung	F & E	41
Technische Zuverlässigkeit: Wissenschaftliche Tagung	F & E	42
Terminkalender für Messen + Tagungen .	F & E	42

Titelbild

In Beschallungsanlagen muß eine Reihe von Bedingungen erfüllt sein, damit eine gute Übertragungsqualität erreicht wird (siehe dazu die in diesem Heft beginnende Beitragsfolge zu diesem Thema). Unser Bild zeigt ein Beispiel für eine zentrale Beschallungsanlage mit Tonstrahlern, Modell Telefunken L 505. Solche Anlagen haben wegen ihrer gebündelten und gerichteten Schallabstrahlung eine große Rückkopplungsfreiheit; außerdem entfällt ein weitverzweigtes Lautsprecherkabel-Netz. (Bild: AEG-Telefunken)

Elektrotechnik - Elektronik

Neuerscheinungen und Neuauflagen 1. Halbjahr 1978

Hüthig & Pflaum

Curt Rint (Hrsg.)

Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

Das universelle Nachschlagewerk für Studium und Praxis in völlig neuer Konzeption

Subskriptionsangebot bis 31. 10. 78

Der Subskriptionspreis für die Bände 1-3, die in völlig neuer Konzeption erscheinen, beträgt bis 31. 10. 1978 DM 135,-.

Danach kosten die 3 Bände ca. DM 174,-

Band 1: 1978, 12. ergänzte und völlig neu bearbeitete Auflage. 752 Seiten mit 464 Abbildungen und Tabellen, Kunststoff-Einband, DM 54,80. ISBN 3-8101-0042-0. Bereits erschienen.

Band 2: 1978, 12. völlig neu bearbeitete Auflage, etwa 750 Seiten mit zahlreichen Abbildungen, Kunststoff-Einband, ca. DM 60,-. ISBN 8101-0043-9. Erscheint etwa April

Band 3: 1978, 12., völlig neu überarbeitete Auflage. Etwa 750 S., Kunststoff-Einband, ca. DM 60,-. ISBN 3-8101-0044-7. Erscheint etwa November 78

Heinrich Armbrüster/
Gerhard Grünberger

Elektromagnetische Wellen im Hochfrequenzbereich Grundlagen - Ausbreitung - Geräte

1978, 176 Seiten, 120 Abbildungen und 10 Tabellen, Leinen, DM 56,-. ISBN 3-8101-0036-6

Das Buch gibt eine Übersicht über das gesamte Gebiet der elektromagnetischen Wellen im Hochfrequenzbereich, ohne deren Nutzung unser heutiger hoher Lebensstandard unmöglich wäre. Bereits erschienen.

Dr.-Ing. Heinrich Schröder
Dr.-Ing. Günther Rommel

Elektrische Nachrichtentechnik

Band 1a: Eigenschaften und Darstellung von Signalen

1978, 10. völlig neu bearbeitete Auflage, etwa 500 Seiten, 179 Abbildungen und Tabellen, gebunden, ca. DM 60,-. ISBN 3-8101-0045-5

Der Band 1a befaßt sich mit den Eigenschaften von in der Nachrichtentechnik wichtigen Signalen sowie den Begriffen und Methoden zu ihrer Darstellung. Ausführliche Erläuterungen zu den Prinzipien der Meßverfahren und Geräte, mit de-

nen man die Signale erfaßt, ergänzen die theoretischen Betrachtungen.

Erscheint etwa Mai

Winfried Knobloch/
Eduard Gublass

Service an Farbfernsehempfängern

PAL SECAM

1978, 2., vollständig neubearbeitete Auflage, 144 Seiten, 54 Abbildungen, DM 34,50. ISBN 3-8101-0034-X

Ein Grundlagenwerk, daß das notwendige Wissen vermittelt, den Service an Farbfernsehempfängern durchzuführen. Bereits erschienen

Hüthig Heidelberg

Rudolf Mäusi

Hochfrequenzmeßtechnik Meßverfahren und Meßgeräte

1978, 2., durchgesehene Auflage, 213 Seiten, 159 Abbildungen und 3 Tabellen, Kunststoff-Einband (UTB, Band 319), DM 16,80. ISBN 3-7785-0484-3

Das Buch führt in die Meßverfahren und -prinzipien der Hochfrequenztechnik ein und belegt sie durch praktische Beispiele. Erscheint Februar

Ernst Prokott

Modulation und Demodulation

1978, 2., verbesserte Auflage, 236 Seiten, 343 Abbildungen, 24 Tabellen, Kunststoff-Einband, DM 78,-. ISBN 3-7785-0496-7

Theorie und Technik der Modulation und Demodulation beim Übertragen von elektrischen Signalen. Erscheint Februar

Hermann Wend

Erlaubt? - Verboten?

400 Schulungsfragen und Antworten zu den wichtigsten Vorschriften für den Elektro-Installateur. Anhang Rechenbeispiele nach VDE sowie für die elektrische Raumheizung. 1978, 8., überarbeitete Auflage, 336 Seiten, kartoniert, DM 18,80. ISBN 3-7785-0506-8. Erscheint etwa April

Johannes Vogel

Grundlagen der elektrischen Antriebstechnik mit Berechnungsbeispielen

1978, 336 Seiten, 242 Abbildungen und 41 Tafeln, Kunststoffeinband, DM 42,-. ISBN 3-7785-0437-1

Ein Grundlagenwerk und Lehrbuch zugleich über elektrische Antriebe zur Mechanisierung und Automatisierung technologischer Prozesse. Bereits erschienen

Reinhold Paul

Transistoren und Thyristoren Grundlagen und Anwendungen, Elektronische Festkörperbauelemente, Band 5

1978, 484 Seiten, 232 Abbildungen und 37 Tafeln, Ganzleinen DM 58,-. ISBN 3-7785-0428-2

Eine Abhandlung über die grundsätzliche Arbeitsweise von Transistoren, Thyristoren und Feldeffekttransistoren, die trotz der rasanten Entwicklung in der Elektrotechnik und Elektronik unentbehrliche Halbleiterbauelemente geblieben sind. Erscheint Februar

Otto Föllinger

Regelungstechnik

Einführung in die Methoden und ihre Anwendung

Unter Mitwirkung von Franz Dörrscheidt und Manfred Klittich 1978, 2., völlig überarbeitete Auflage, etwa 416 Seiten, 532 Abbildungen, Kunststoff-Einband, DM 78,-. ISBN 3-7785-0510-6

Ein Standardwerk der Regelungstechnik mit Darlegung von Begriffsystem und Methodenlehre der Regelungstechnik und Analyse und Synthese dynamischer Verfahren. Bereits erschienen

Kurt Sobotta

Planung und Überwachung von Projekten. Netzplantechnik

1978, Etwa 150 Seiten, etwa 60 Abbildungen, kartoniert, etwa DM 20,-. ISBN 3-7785-0502-5

Eine Anleitung für jeden Elektroniker, aber auch Nichtelektroniker, eine ihm gestellte wirtschaftliche Entscheidung zeit- und kostengünstig mit Hilfe der Netzplantechnik zu treffen.

Erscheint etwa Mai

Viktor Fetzer

Mathematik für Elektrotechniker

Band 1: Grundlagen-Lehrbuch

1978, 2., überarbeitete Auflage, 246 Seiten, 83 Abbildungen, Kunststoffeinband, etwa DM 35,-. ISBN 3-7785-0504-1

Ein Grundlagen-Lehrbuch, das alle Zusammenhänge in der Mathematik für den Elektrotechniker in verständlicher Weise darstellt. Erscheint etwa Mai

Pflaum München

Herbert Bernstein

Hochintegrierte Digitalschaltungen und Mikroprozessoren

1978, 513 Seiten mit etwa 200 Abbildungen, Kunststoff-Einband, ca. DM 80,-. ISBN 3-7905-0272-3

Eine gut verständliche Einführung in die hochintegrierte Digitaltechnik und Mikroprozessortechnik. Erscheint April

Enno Folkerts

Elektrotechnische Grundlagen für den Praktiker

1978, 124 Seiten mit 77 Abbildungen, kartoniert, DM 16,80. ISBN 3-7905-0284-9

Bereits erschienen.

Benedikt Gruber

Elektronik studiert und probiert

1978, 4. neubearbeitete Auflage, ca. 150 Seiten mit 129 Abbildungen, kartoniert, ca. DM 16,80. ISBN 3-7905-0284-7. Erscheint März

Hans Schmitter

Vom Schaltzeichen zum Schaltplan

1978, 3. verbesserte Auflage, ca. 110 Seiten mit zahlreichen Abbildungen, kartoniert, ca. DM 14,80. ISBN 3-7905-0276-6

Erscheint April

Werner W. Diefenbach

Tonband-Hobby

Heimtongeräte in der Praxis, Diastudio, Trickaufnahmen.

1978, 12. Auflage. Überarbeitet, ergänzt und aktualisiert von Winfried Knobloch, ca. 190 Seiten mit etwa 170 Abbildungen, kartoniert, ca. DM 22,-. ISBN 3-7905-0274-X. Erscheint März

Erich Rabe

Motorflugmodelle

Praktikum für Freunde des Flugmodellbaus

1978, 3. überarbeitete und verbesserte Auflage, 176 Seiten mit 151 Abbildungen, kartoniert, ca. DM 19,80. ISBN 3-7905-0279-0. Erscheint Februar

Erich Rabe

Automodelle - ferngesteuert

1978, 2. verbesserte Auflage, ca. 120 Seiten mit etwa 90 Abbildungen, kartoniert, ca. DM 19,80. ISBN 3-7905-0277-4. Erscheint April

Erich Rabe

Fernsteuer-Hobby

Flug-, Auto- und Schiffsmodelle perfekt ferngesteuert.

1978, 4., überarbeitete und verbesserte Auflage, ca. 200 Seiten mit etwa 130 Abbildungen, kartoniert, ca. DM 19,80. ISBN 3-7905-0278-2. Erscheint April

In allen Buchhandlungen

Mitglied der Informationsgemeinschaft Elektro



Eine Information der zentralen Fachbuchwerbung Elektrotechnik/Elektronik
Hüthig & Pflaum Verlag, Lazarettstr. 4, 8000 München 19, Tel. (089) 18 60 51

Hüthig & Pflaum Verlag München/Heidelberg

Empfangsantennen

Antennenkurs in Kürze

Teil 5: Wellenausbreitung auf Leitungen

Dr.-Ing. A. Fiebranz, Esslingen

Zum Errichten ordnungsgemäßer Antennenanlagen sind spezielle Kenntnisse erforderlich, die während der Lehrlingsausbildung nicht immer in ausreichendem Umfang vermittelt werden können. Eine Hilfe zum Ausfüllen dieser Lücke soll die Artikelserie „Antennenkurs in Kürze“ sein, die in jedem ihrer Teile ein abgeschlossenes Gebiet behandelt. Grundkenntnisse der Elektrotechnik und der Hochfrequenztechnik werden vorausgesetzt.

Anpassung

In der Schwachstromtechnik wird günstigste Leistungsübertragung erreicht, wenn der Innenwiderstand R_i des Generators und der Außenwiderstand R_a (Eingangswiderstand) des Verbrauchers gleich sind. Falls die beiden Widerstände verschieden sind, können sie durch einen Übertrager einander angepaßt werden.
Die Anpassungsvorschrift der Niederfrequenztechnik

$$R_i = R_a$$

genügt für Ultrakurzwellen, also auch für die Behandlung von Empfangsantennen-Anlagen für UKW-Tonrundfunk und Fernsehen, aus zwei Gründen nicht:

Dr.-Ing. A. Fiebranz ist Leiter der Abteilung für Patentwesen und Technisches Schrifttum der Firma Hirschmann in Esslingen/Neckar und Vorsitzender der Schulungskommission des Fachverbandes Empfangsantennen im ZVEI.

1. Der Widerstand der Empfangsantennen und der Außenwiderstand der Empfänger sind meistens mit erheblichen Blindkomponenten behaftet, die nur bei groben Abschätzungen ganz außer acht gelassen werden dürfen.

2. In der Niederfrequenztechnik sind die Wellenlängen ein Vielfaches der Länge der verwendeten Verbindungsleitungen. Beim UKW-Rundfunkempfang und beim Fernsehempfang auf Wellenlängen unter 7 m umfassen dagegen die Verbindungsleitungen zwischen der Antenne und dem Empfänger fast immer mehrere Wellenlängen. Aus diesem Grund muß die Leitungsart zur Antenne und zum Empfängereingang passend gewählt werden. Die maßgebende Kenngröße der Leitung ist der „Wellenwiderstand“. Bei Anpassung sind der Widerstand der Antenne R_i , der Wellenwiderstand der Leitung Z und der Außenwiderstand des Empfängers R_a gleich groß.

$$R_i = Z = R_a$$

Wellenwiderstand

Der Wellenwiderstand ist unabhängig von der Frequenz und der Leitungslänge. Er hat die Maßeinheit Ω und keine Blindanteile.

Bild 5.01. Leitung mit angepaßtem Abschlußwiderstand

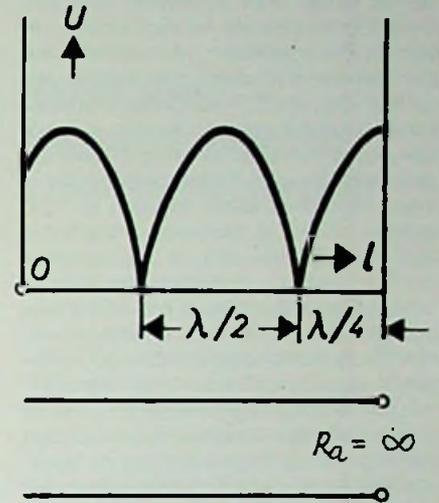
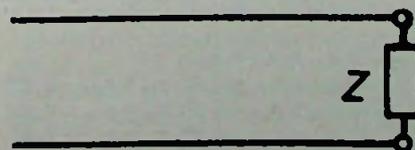
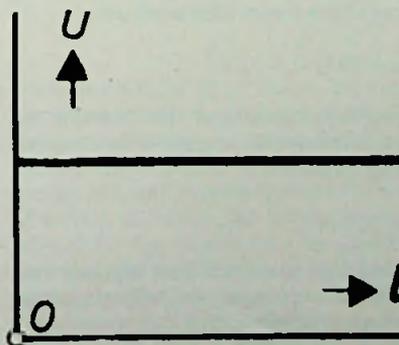


Bild 5.02. Offene Leitung

Von ohmschen Widerständen unterscheidet er sich dadurch, daß er keine Wärmeverluste verursacht. Die Größe des Wellenwiderstandes ist durch die Maßverhältnisse im Kabelquerschnitt und das Isoliermaterial (Dielektrikum) bestimmt. Ein Koaxialkabel mit einem bestimmten Dielektrikum und einem gegebenen Außen-Durchmesser hat einen um so kleineren Wellenwiderstand, je dicker der Innenleiter ist. Für die Kabeldämpfung sind dagegen nicht die Durchmesserverhältnisse, sondern die absoluten Werte der Durchmesser maßgebend.

Wellenwiderstand und Dämpfung eines Kabels sind demnach voneinander unabhängig, so daß beide Größen bei der Bemessung von Kabeln innerhalb gewisser Grenzen beliebig und optimal gewählt werden können. Für Empfangsantennen-Anlagen werden Koaxialkabel mit 75Ω Wellenwiderstand verwendet.

Spannungsverteilung auf Leitungen

Wenn der Widerstand R_a am Ende einer Leitung gleich ihrem Wellenwiderstand Z ist, fließt die Energie einer Welle auf der Leitung restlos in den Abschlußwiderstand hinein und wird darin in Wärme umgesetzt. Die Spannung längs der verlustfrei angenommenen Leitung ist dabei konstant (Bild 5.01). Wenn dagegen die Leitung an diesem Ende z.B. offen ist, wird die Energie dort vollständig reflektiert. Die reflektierte Welle überlagert sich der ankommenden Welle. Dadurch

entstehen auf der Leitung die sogenannten Stehwellen. Am offenen Ende einer verlustfreien Leitung (Bild 5.02) hat die Spannung immer ihren Höchstwert. Auf einer Strecke von der Länge einer Viertelwelle ($\lambda/4$) von diesem Ende geht sie auf Null zurück, um dann wieder in weiteren $\lambda/4$ -Abständen auf den gleichen Höchstwert anzusteigen und auf Null abzufallen. In Abständen von einer halben Wellenlänge ($\lambda/2$) können also auf der Leitung Nullstellen und Höchstwerte der Spannung gemessen werden (Bild 5.02). Wenn man die Leitung dagegen an dem gleichen Ende kurzschließt, verschieben sich die Nullstellen und die Maximalwerte um $\lambda/4$, weil die Spannung am kurzgeschlossenen Leitungsende immer Null sein muß (Bild 5.03). Ist die Leitung mit einem reinen Blindwiderstand (Kapazität oder Induktivität) abgeschlossen, so bleibt die Spannungsverteilung die gleiche wie bei Leerlauf und Kurzschluß. Die Kurve verschiebt sich nur längs der Leitung so weit, daß die Spannung am Ende gleich dem Spannungsabfall an der dort angeschlossenen Induktivität oder Kapazität ist. Bei Abschluß mit einem ohmschen Widerstand R , der vom Wellenwiderstand Z abweicht, treten in Abständen von $\lambda/2$ keine Nullstellen, sondern Spannungsminima auf. Am Leitungsende liegt ein Spannungsminimum, wenn R kleiner als Z ist, ein Spannungsmaximum, wenn R größer als Z ist (Bild 5.04). Das Verhältnis des Spannungsmaximums

U_{max} zum Spannungsminimum U_{min} bezeichnet man als Welligkeit s :

$$s = \frac{U_{max}}{U_{min}}$$

Der Kehrwert der Welligkeit wird Anpassungsfaktor $m = 1/s$

genannt. Bei einem ohmschen Abschlußwiderstand R ist die Welligkeit s gleich dem Verhältnis dieses Widerstandes zum Wellenwiderstand der Leitung oder dem Kehrwert, je nachdem, welcher Widerstand größer ist. Nach dieser Definition ist die Welligkeit s immer größer als 1.

Pegelsenkung durch Fehlanpassung

Wenn der Abschlußwiderstand am Ende einer Leitung von deren Wellenwiderstand abweicht, wird ein Teil der Wellenenergie reflektiert. Das Verhältnis der reflektierten zur ankommenden Spannung ist der Reflexionsfaktor r . Es ist

$$r = \frac{s - 1}{s + 1}$$

Das daraus berechnete logarithmische Verhältnismaß in dB ist die Rückflußdämpfung, $a_r/dB = 20 \lg r$.

Wenn die Antenne an das Kabel angepaßt ist und am Kabelende eine Fehlanpassung mit dem Reflexionsfaktor r_a auftritt, wird der abgegebene Pegel abgesenkt um

$$a_{de} = 10 \lg (1 - r_a^2).$$

Eine Fehlanpassung an der Antenne mit dem Reflexionsfaktor r_a senkt den abgegebenen Pegel um

$$a_{da} = 10 \lg (1 - r_a^2).$$

In Bild 5.05 sind über dem Mittelwert der Rückflußdämpfungen am Anfang und am Ende des Kabels

$$a_{rm} = 10 \lg r_a r_a$$

die folgenden möglichen Höchstwerte der Pegelsenkungen bei Kabeldämpfungen von 0 auf 10 dB aufgetragen:

- a_{dm0} für $a_{ra} = a_{re} = a_{rm}$
- a_{dm2} für $a_{ra} = a_{rm} + 2 \text{ dB}; a_{re} = a_{rm} - 2 \text{ dB};$
- a_{dm4} für $a_{ra} = a_{rm} + 4 \text{ dB}; a_{re} = a_{rm} - 4 \text{ dB};$
- a_{dm6} für $a_{ra} = a_{rm} + 6 \text{ dB}; a_{re} = a_{rm} - 6 \text{ dB}.$

Die Kennlinien zeigen, daß Unterschiede zwischen den Rückflußdämpfungen am Anfang und am Ende des Kabels die Pegelsenkung erhöhen. Die Kabeldämpfung hat nur bei kleinen Rückflußdämpfungen einen praktisch vernachlässigbaren Einfluß auf die Pegelsenkung.

Nach DIN 45 313 soll die Welligkeit an den Empfängeranschlüssen von Antennenanlagen nicht größer als $s = 2,5$ sein. Um das zu gewährleisten, darf die Rückflußdämpfung an den Ein- und Ausgängen aller Bauteile der Anlage sicher nicht größer als $a_{rm} = 10 \text{ dB}$ (entsprechend $s = 2$) mit Schwankungen von $+ 2 \text{ dB}$ sein. Dafür ist dem Bild 5.05 die Pegelsenkung 1 dB zu entnehmen. Dies ist der mögliche Höchstwert, der aber in praktischen Anlagen nur selten erreicht und häufig erheblich unterschritten wird, so daß die gesamte Pegelsenkung in einer Antennenanlage viel kleiner ist als das Produkt von 1 dB und der Anzahl der zwischen der Antenne und dem Empfänger eingeschalteten Kabelstücke. Außer dieser frequenzunabhängigen Pegelsenkung gibt es noch frequenzabhängige Pegelsenkungen, die aber im allgemeinen nur in Großgemeinschafts-Antennenanlagen zu beachten sind. An den Empfängeranschlußkabeln können allerdings in zwei Empfangskanälen Pegelunterschiede bis zu 4 ... 5 dB entstehen, wenn z.B. zwei VHF-Kanäle mit 6 Kanälen Abstand (z.B. 5 und 11) oder zwei UHF-Kanäle mit 5 Kanälen Abstand (z.B. 25 und 30) empfangen wer-

Bild 5.03. Kurzgeschlossene Leitung

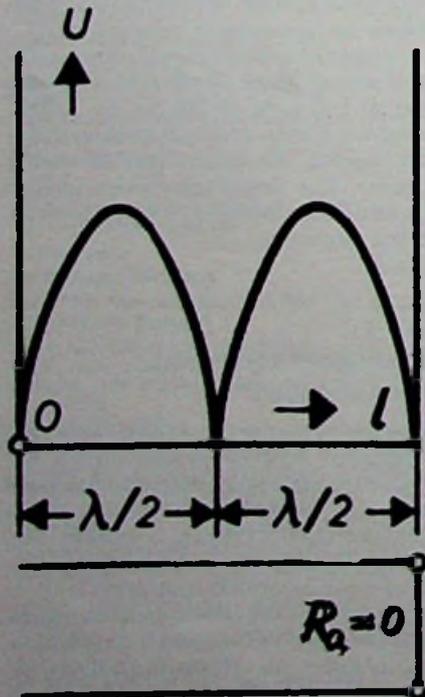
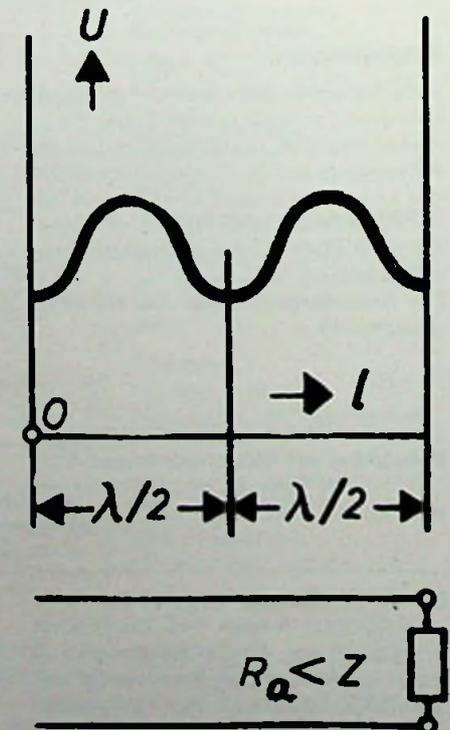


Bild 5.04. Leitung mit ohmschem Abschlußwiderstand, der kleiner als der Wellenwiderstand ist



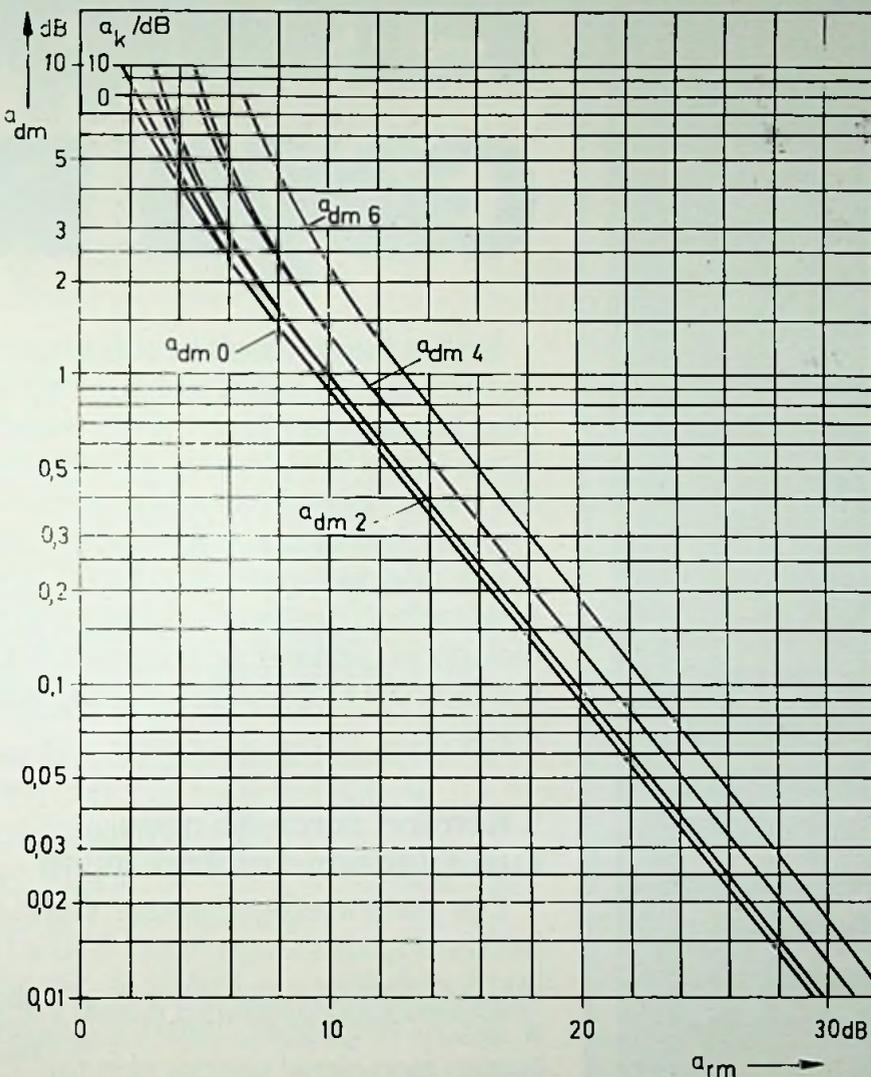


Bild 5.05. Frequenzunabhängige Pegelsenkung in Abhängigkeit von der Rückflußdämpfung an beiden Kabelenden und der Kabeldämpfung

den. Die Ursache sind die großen Welligkeiten von 3,5 für VHF ($a_{re} = 5,5$ dB) und 5 für UHF ($a_{re} = 3,5$ dB), die nach DIN 45 310 für die Antenneneingänge von Fernsehempfängern zugelassen sind. Dadurch ist es möglich, daß in einzelnen Kanälen die Pegel an Fernsehempfängern um wenige dB niedriger sind als die Meßwerte an einem Antennenmeßgerät mit guter Eingangsanpassung.

Merkliche Bildstörungen werden durch die Reflexionen an den Kabelenden nicht verursacht, wenn die Welligkeiten innerhalb der Normgrenzen liegen.

Kabeldämpfung

Das Absinken der Leistung längs des Kabels ist eine Folge der Kabeldämpfung. Sie ist das in dB ausgedrückte Verhältnis der Leistung am Kabelanfang zur Leistung am

Ende des Kabels. Es ist üblich, die Kabeldämpfung für 100 m anzugeben. Infolge der Frequenzabhängigkeit der Verluste steigt die Kabeldämpfung mit der Frequenz an. Sie beträgt z.B. bei einem bestimmten Kabel bei 50 MHz 5 dB/100 m und bei 700 MHz 22 dB/100 m. Aus diesem Grunde gehört zu dem Wert der Kabeldämpfung je 100 Meter immer eine Frequenzangabe.

Die Frequenzabhängigkeit der Dämpfung hat zwei Ursachen: Ein Strom mit höherer Frequenz fließt vorwiegend in der Oberflächenschicht des Leiters (Skin- oder Haut-Effekt). Die Dicke dieser Schicht steht im umgekehrten Verhältnis zur Wurzel aus der Frequenz. Deshalb steigen die durch den Leiterwiderstand bedingten Verluste mit der Wurzel aus der Frequenz an. Außerdem machen sich bei höheren Frequenzen Verluste bemerkbar, die im Isoliermaterial entstehen. (Wird fortgesetzt)

Mikroprozessor-Lehrsystem

Hexadezima — Eingabetastatur für Experimental-System

Die ITT-Fachlehrgänge haben in Zusammenarbeit mit dem Zentralen Forschungslabor der Standard Elektrik Lorenz AG ein Mikroprozessor-Lehrsystem entwickelt, das in seiner Art wohl als einmalig bezeichnet werden kann und zum Patent angemeldet ist. Das didaktische Konzept des Lehrganges sieht vor, daß zunächst die Funktionsweise des Hardware-Sektors erarbeitet werden muß, ehe die Erläuterung der Software-Eigenschaften erfolgen kann.

Kernstück der praktischen Versuche ist der „MP-Experimenter“ mit einem 8080-System. Über ein ausgeklügeltes Betriebsprogramm können die einzelnen Funktionsblöcke simuliert werden. In der Standardausführung erfolgt die Daten-Eingabe in reinem Maschinencode mit Hilfe von Schaltern. Die Anzeige erfolgt ebenfalls im Maschinencode über LED's.

Als Neuheit wird für den MP-Experimenter zur schnellen Daten-Eingabe eine Hexadezimal-Eingabe-Tastatur und -Anzeige angeboten. Der Zusatz ist so ausgelegt, daß keinerlei Änderungen am vorhandenen Gerät vorgenommen werden müssen. Der Zusatz wird lediglich auf die bereits vorhandene Kontakteleiste aufgesteckt. Als Anzeige dienen vier 7-Segment-LED-Bausteine für den Hexadezimal-Code sowie die bereits vorhandenen LED's für die Anzeige des Maschinencode. Diese parallele Anzeige erlaubt eine genaue Verfolgung von seriellen Vorgängen.

Als weitere Ergänzung zum MP-Experimenter ist ab März 1978 ein Interface lieferbar, das die Programmabspeicherung auf handelsübliche Compact-Cassetten mittels üblicher Cassetten-Recorder erlaubt. □

Meldungen für den Service

Philips brachte Serviceunterlagen heraus für: Chassis K 9/i, die Ergänzung D 26 C 786-04, Radiorecorder AR 564 und Phonokoffer AF 180.

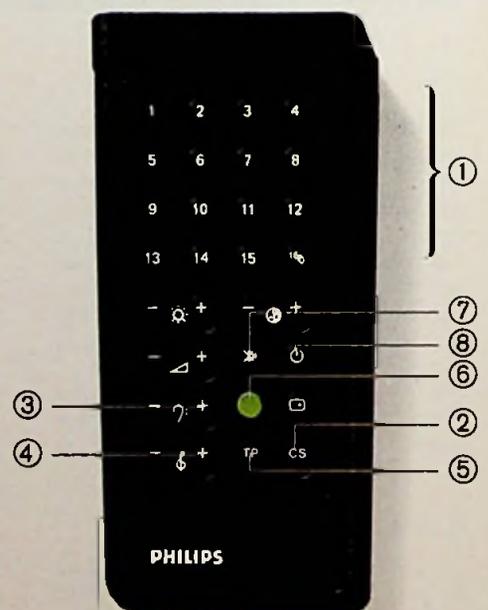
Philips Goya Ro

Philips Farbfernsehen 100%, das heißt Technik immer auf dem neuesten Stand! Der Beweis: Das 66 cm-Spitzengerät Goya Royal 870, selbstverständlich mit der neuen HiBri-Farbbildröhre für mehr Farbleuchtkraft und Bildhelligkeit, wird durch einen eingebauten Micro-Prozessor elektronisch gesteuert. Diese richtungweisende Digitaltechnik garantiert Ihren Kunden ein Höchstmaß an Präzision und Komfort.

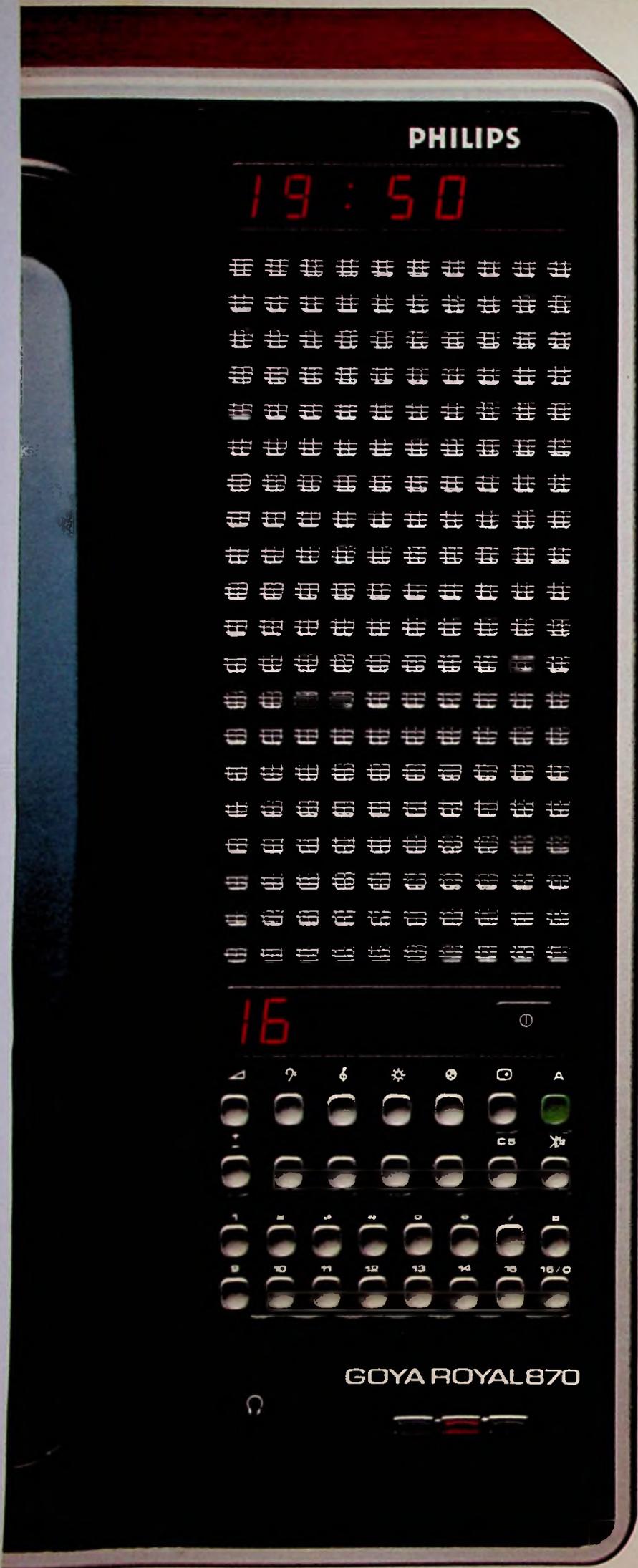
1. Komfort durch die neue Luxus-Infrarot-Fernbedienung

Die serienmäßige Luxus-Infrarot-Fernbedienung des Goya Royal 870 ist die komfortabelste, die Philips je gebaut hat:

- Bis zu 16 gespeicherte Programme lassen sich direkt wieder abrufen ①.



- Mit der CS-Taste ② lassen sich 99 der nach CCIR genormten Senderkanäle direkt digital eingeben.



Spitzengerät Goya Royal 870

- Erstmals können Sie mit dieser Luxus-Infrarot-Fernbedienung den Klang – für Bässe ③ und Höhen ④ getrennt – steuern.
- Die TP-Taste ⑤ dient zur Vorwahl eines Programms zu einer bestimmten Zeit: Das Gerät schaltet sich automatisch ein bzw. auf das vorgewählte Programm um.
- Die Automatic-Taste ⑥ bringt auf Knopfdruck ein optimal eingestelltes Farbbild und hundertprozentigen Ton.
- Mit der Ton-Stop-Taste ⑦ kann der Ton bei Bedarf (z.B. bei Telefon-Läuten) stummgeschaltet werden.
- Mit der „stand-by“-Taste ⑧ schalten Sie das Gerät auf „Bereitschaft“.

2. Komfort durch Einstellmöglichkeiten am Gerät

Alle Funktionen der Luxus-Infrarot-Fernbedienung lassen sich selbstverständlich auch am Fernsehgerät selbst einstellen. Dieser Bedienungskomfort ist bei anderen Fernsehgeräten durchaus nicht selbstverständlich! Der Goya Royal 870 besitzt eine Schaltuhr mit zwei „Timern“. So können zwei verschiedene Sendungen programmiert werden. Der Vorteil: Mit dem „Timer 1“ schalten sich jeden Tag zur gleichen Zeit wiederkehrende Sendungen (z.B. „Tagesschau“) auf Wunsch automatisch ein.

Mit dem „Timer 2“ kann das Gerät ebenfalls zu einer vorprogrammierten Zeit eingeschaltet bzw. auf ein anderes vorgewähltes Programm umgeschaltet werden.

3. Komfort durch quartzgesteuerte Programmwahl

mit IC's in modernster C-Mos-Techno-

logie. Der Goya Royal 870 ermöglicht, die nach CCIR genormten Senderkanäle direkt anzuwählen. Blitzschnell und sofort: CS-Taste drücken, Kanalziffer mit den Programmtasten einwählen – der Senderkanal ist da!

4. Komfort durch automatischen Sender-Suchlauf

Auf Knopfdruck sucht sich der Goya Royal 870 seine Sender selbst und stellt sie automatisch scharf ein. Der gefundene Kanal erscheint in Ziffern als Anzeige auf dem Bildschirm. Mit diesen so gefundenen Kanälen lassen sich alle 16 Speicherplätze belegen.

5. Komfort durch die eingebaute HiFi-Lautsprecherbox nach DIN*

Zum 100% Farbbild jetzt auch der 100% Ton! Die eingebaute Lautsprecherbox und 20 Watt Ausgangsleistung sorgen für außergewöhnliche Tonfülle: HiFi-Qualität jetzt auch beim Fernsehen!

Philips Farbfernsehgerät Goya Royal 870 – das ist Farbfernsehen, wie es besser, aufwendiger und komfortabler nicht sein kann. Oder kennen Sie ein Gerät, das Ihren Kunden mehr bietet?

*Lautsprecheranordnung nach DIN 45 500, Musikausgangsleistung 20 W nach DIN 45 324

Philips Farbfernsehen 100%

Für den jungen Techniker

Die Bausteine der Farbfernsehempfänger

Teil 5: Vertikalablenkung

Voraussetzung für schnelle Fehlersuche und Fehlerbeseitigung ist eine genaue Kenntnis des defekten Gerätes. Diese Beitragsreihe, die Aufbau und Wirkungsweise der Farbfernsehempfänger erläutert, ist daher als Lehrstoff für Auszubildende im letzten Lehrjahr sowie als ergänzende Wiederholung für jüngere Radio- und Fernsehtechniker gedacht.

Vertikalablenkung

Vertikalablenkschaltung mit Transistoren

Im Gegensatz zu den Röhrenschaltungen können in der transistorisierten Vertikalendstufe die Vertikalablenkspulen direkt (also ohne Transformator) angeschlossen werden. Sie ist meistens mit komplementären Transistoren aufgebaut und kann symmetrisch oder asymmetrisch gespeist werden. Im ersten Falle ist der Ausgang gleichspannungsfrei, es wird aber eine zusätzliche negative Betriebsspannung benötigt. In der asymmetrischen Schaltungsvariante liegt am Ausgang die halbe Betriebsspannung, und die Ablenkspule muß über einen Koppelkondensator angeschlossen werden. Trotz seiner verhältnismäßig großen Kapazität läßt der sägezahnförmige Ablenkstrom daran eine Parabelspannung abfallen, die in der Ablenkung eine symmetrische Nichtlinearität bewirkt. Deshalb muß die Steuerung eine gegenphasige Parabelkomponente enthalten.

Als Beispiel für die am häufigsten anzutreffende zweite Variante ist in Bild 1 und 2 eine Schaltung von Telefunken wiedergegeben. T491 und T492 sind die Endtransistoren. Die Vertikalablenkspulen sind zwischen den Punkten 9 und 10 angeschlossen. Ein Gleichstrom von 32 mA fließt über R497 durch die Ablenkspulen und zentriert die vertikale Bildlage. Der Ablenkstrom durchfließt außerdem C492 und R496. Die an ihm abfallende sägezahnförmige Spannung wird mit dem Transistor T463 auf eine Amplitude von

Die Beiträge dieser Serie sind Auszüge aus dem im Hüthig und Pflaum Verlag erschienenen Buch „Service an Farbfernsehempfängern“ von W. Knobloch und E. Gublass.

18 V_{SS} verstärkt. Sie liegt in Gegenphase zur Spannung des Vertikaloszillators und linearisiert den Ablenkstrom.

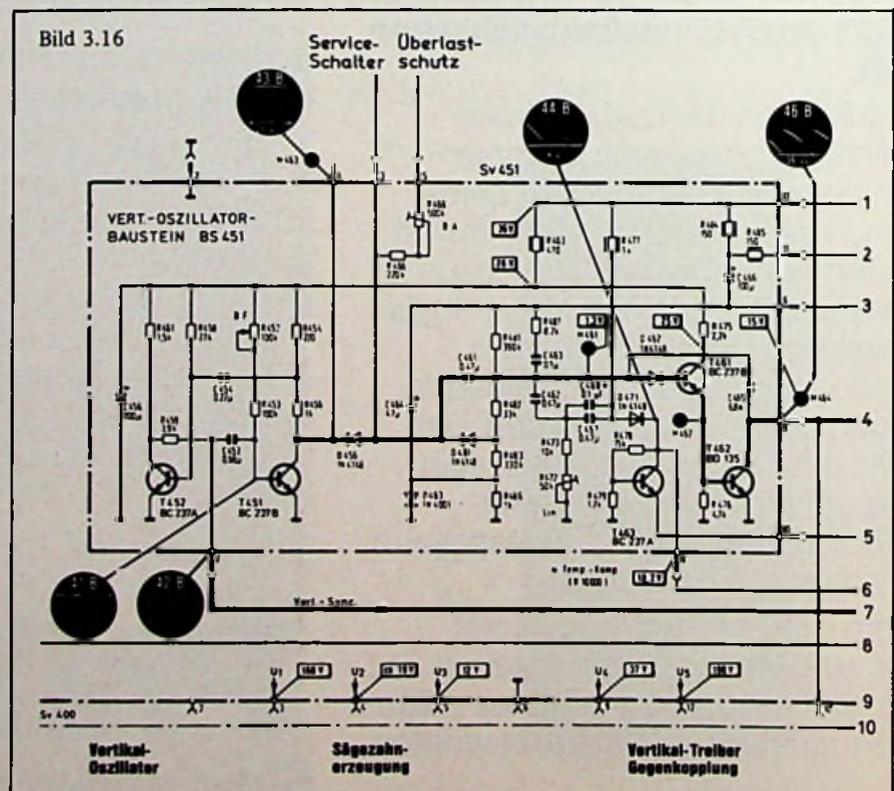
Die sägezahnförmige Spannung am Kollektor von T463 treibt einen Strom durch die Kondensatoren C467 und C468 sowie die Widerstände R472 und R473. Dabei fällt an den Kondensatoren eine Parabelspannung ab, deren Amplitude vom fließenden Strom,

also vom Wert des Widerstandes R472 abhängt. Diese Parabelkomponente hebt den Einfluß des Koppelkondensators C492 auf. Über R481 wird eine Gleichspannung gegengekoppelt, die die Mittelpunktspannung am Ausgang der Vertikalendstufe stabil hält. Der Vertikal-Oszillator ist mit T451 und T452 als astabiler Multivibrator aufgebaut. Er gibt, unter anderem an den Meßpunkt M463, eine asymmetrische Rechteckspannung ab. Sie ist während der Hinlaufzeit positiv und die Diode D456 sperrt. Über R466 und R468 werden dabei die Kondensatoren C461 und C462 aufgeladen. Der synchronisierte Rücklauf öffnet D456 und entlädt die Kondensatoren wieder. An Stelle des astabilen Multivibrators wurden auch andere Kipp-schaltungen eingesetzt, beispielsweise mit Thyristor-Tetroden, die auch mit diskreten Transistoren aufgebaut sein können.

Service

Bei fehlender Bildablenkung zeigt der Bildschirm nur einen waagerechten Strich. Dann sind zunächst die Gleichspannungen zu prüfen. Ist am Meßpunkt M492 die halbe Speisespannung zu messen, so sind zumindest die Endtransistoren in Ordnung. Anschließend schaltet man am Meßpunkt M462 die Basis des Treibers T462 an Masse. Dann sperren T462 und T492, und die Spannung an M492 muß steigen, um annähernd den

Bild 1. Teilbild einer Vertikalablenkschaltung mit Transistoren von AEG-Telefunken



Wert der Betriebsspannung zu erreichen. Damit wurde zugleich nachgewiesen, daß die Endstufe einschließlich des Treibers steuerfähig ist. Das Gleiche wiederholt man am Meßpunkt M461 mit der Vorstufe. Rea-

giert sie in gleicher Weise, so fehlt die Steuer Spannung. Die Ursache dafür kann der Multivibrator sein, oder aber es fehlt die Ladespannung an R468, (Anschluß 5) der Einheit SV451. Mit einem Zeigerinstrument

werden an den Kollektoren der Multivibratortransistoren T451 und R452 unterschiedliche Werte gemessen. T451 ist während der Hinlaufzeit gesperrt und leitet nur während der kurzen Rücklaufzeit. Deshalb ist an ihm eine Spannung von etwa 24 V zu erwarten. Umgekehrt wird die Kollektorspannung des Transistors T452 nur etwa 2 V betragen. Die genauen Werte hängen von der Trägheit des benutzten Instrumentes ab. Um sich von der Steuerfähigkeit der Transistoren zu überzeugen, genügt es, wechselweise eine Basis nach Masse kruzuschließen. Am Kollektor des so gesperrten Transistors ist dann die Betriebsspannung zu messen. Die Widerstände R463, R477, R484 und R485 sind als Sicherheitsbauteile gekennzeichnet. Sie müssen im Bedarfsfall durch Originalteile ersetzt werden.

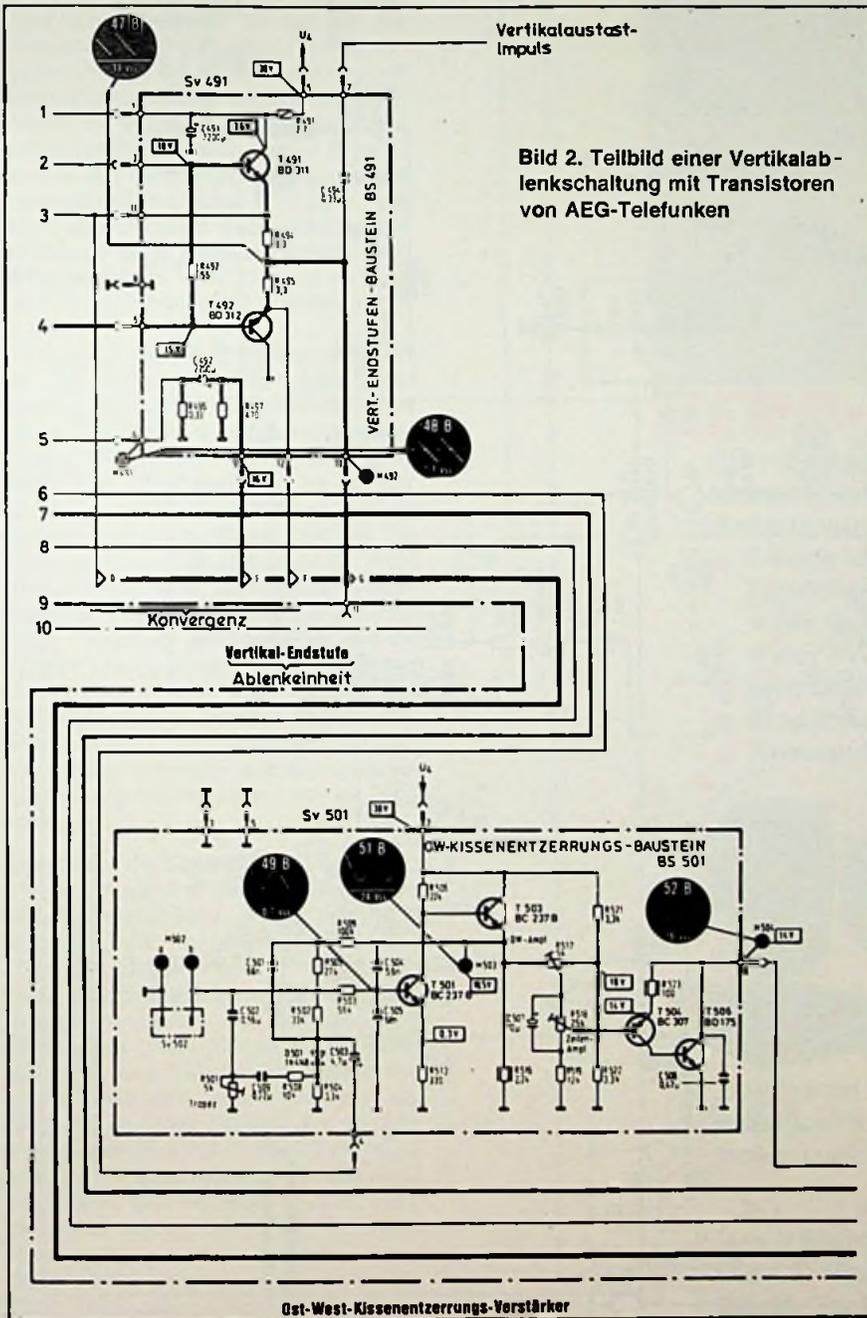


Bild 2. Teilbild einer Vertikalablenkschaltung mit Transistoren von AEG-Telefunken

Thyristorgeschaltete Vertikalablenkung

Kurz vor Abschluß dieses Manuskripts führte Blaupunkt eine neue, etwas ungewöhnliche Vertikalablenkschaltung in ihre Farbfernsehempfänger ein. Sie weicht von der übli-

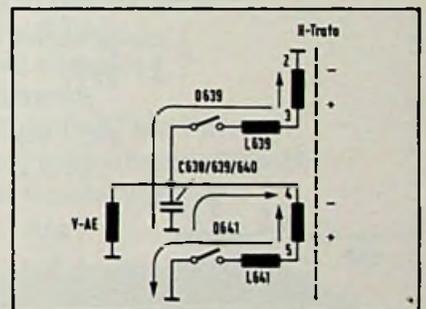
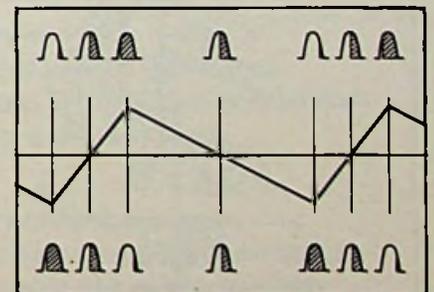


Bild 3. Prinzip der SSSD-Schaltung

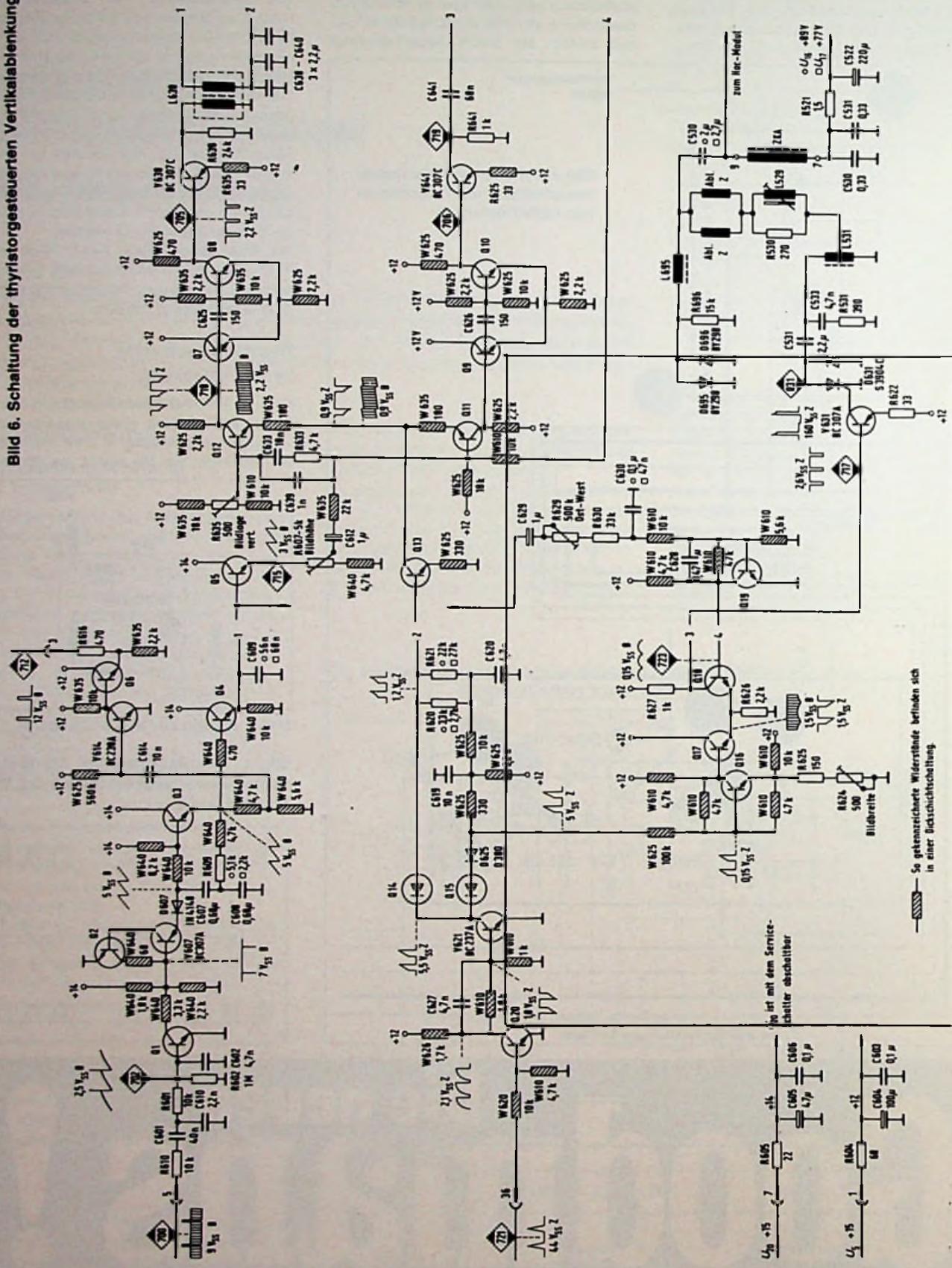
Bild 4. Zündzeitpunkte der Thyristoren während verschiedener Phasen der Vertikalablenkung



Die neuen
Goodmans!

Im Vertrieb der DYNAUDIO Electronic, Postfach 153, 2000 Hamburg 6, Telefon (040)431171, Telex 02 15489

Bild 6. Schaltung der thyristorgesteuerten Vertikalablenkung



So gekennzeichnete Widerstände befinden sich in einer Blindschichtschaltung

P10 ist mit dem Service-schalter abschaltbar

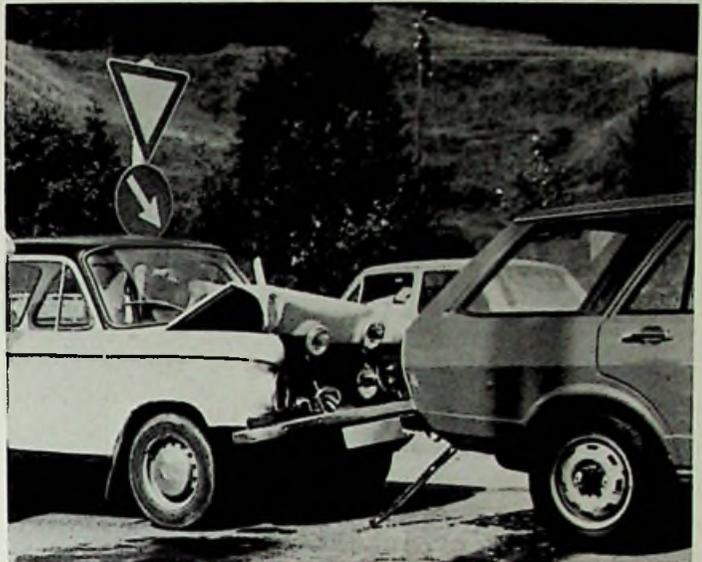
chen Anordnung ab, in der die Vertikalablenkspule aus einem Gegentaktransistorverstärker gespeist wird. Dabei wirkt wegen der niedrigen Ablenkfrequenz während der Hinlaufzeit vorwiegend der ohmsche Widerstand der Ablenkspule, so daß viel Ablenkleistung in Wärme umgesetzt wird. Lediglich während der Rücklaufzeit überwiegt der Blindwiderstand der Ablenkspule, und er belastet mit der dabei entstehenden Rücklaufspitze den Generator. Daraus ist zu erkennen, daß der Gesamtwirkungsgrad der Vertikalablenkung gering bleibt. Die neue SSVD (Synchronized Switch Vertikal Deflektion) genannte Schaltung erreicht einen Wirkungsgrad von etwa 70% und sorgt damit für eine geringere Wärmebelastung des Gerätes.

Das Grundprinzip der SSVD-Schaltung ist in Bild 3 dargestellt. Zwei gleichgroße Wicklungen des Horizontaltransformators (2-3 und 4-5) geben Horizontalrückschlagspannungen von je 40 Vss in der angegebenen Richtung ab. Über die beiden als Schalter gezeichneten Thyristoren laden sie die Kondensatoren C638, C639 und C640 auf. Sie bilden mit der parallel dazu liegenden Vertikalablenkspule einen Schwingkreis mit einer Resonanzfrequenz von etwa 1 kHz. Leiten beide Thyristoren gleichzeitig, so wird die positive Ladung (über D639) ebenso groß wie die negative (über D641) und die Kondensatoren bleiben entladen. Zündet D639 eher und D641 später, so überwiegt die positive Ladung. Umgekehrt wird die Kondensatorspannung negativ, wenn D641 vor D639 leitet.

Bild 4 zeigt die Zündzeitpunkte der beiden Thyristoren während verschiedener Phasen der Vertikalablenkung. Jeweils beim Nulldurchgang der Horizontalablenkspannung (Bildmitte) zünden beide Thyristoren gleichzeitig am Scheitelpunkt der Horizontalrückschlagimpulse. Auf- und Entladung sind dann gleich groß, und die Kondensatorspannung wird Null. Am oberen Bildrand zündet D639 am frühesten und D641 am spätesten Zeitpunkt. Dadurch wird die positive Ladung wesentlich größer als die negative, und die Spannung an den Kondensatoren erreicht ihren höchsten positiven Wert. Dies ist am oberen Bildrand der Fall. Umgekehrt verhält es sich am unteren Bildrand. Dann zündet D641 wesentlich früher als D639. Die negative Ladung überwiegt, und die Spannung an den Kondensatoren erreicht ihren negativsten Wert.

In Serie zu den Thyristoren liegende Speicherdrosseln begrenzen mit ihrer Selbstinduktion die Ladeströme. Sie geben anschließend ihre gespeicherte Energie über die Thyristoren ab und verlängern damit die Leitzeit. Ohne diese Drosseln würden die Thyristoren überlastet und zerstört. Bevor ein defekter Thyristor ausgewechselt wird, sind deshalb S639 und S641 zu überprüfen. Weil der Thyristor D639 „schwebend“ angeordnet ist, ändert sich sein Katodenpo-

Kilometer 592... Unfall... Notsituation!



BERU-CB-Autofunk

Die richtigen Geräte für den schnellen klaren Kontakt.

Herausragende Eigenschaften

- **Entwicklung in Deutschland**
- **Produktion in Japan**
- **= die Qualität stimmt**
- **der Preis stimmt**
- **umschaltbar von AM auf FM.**
- **eingebautes Stehwellenmeßgerät**
- **Anschluß für Selektivtonruf**



Mobil-Funkgerät CBi 1202 m

Zu diesem Gerät liefern wir selbstverständlich den erforderlichen Speziallautsprecher und die Antenne.

**Das BERU-Sprechfunksystem.
Die CB-Mobilstation im Auto. Leistungsstarke Technologie bei kinderleichter Bedienung.**

BERU Der gute Ton im Auto



BERU Ludwigsburg
Ihr freundlicher Partner

Jetzt kommen die neuen PALcolor-Farbfernseher. Mit neuem Bild, neuem Klang und neuer Ausstattung.

Machen auch Sie das Farbfernseh-Geschäft 1978 zu einem guten Geschäft, und ordern Sie mit PALcolor von Telefunken genau das, was auf dem Markt gefragt ist:

1. Das bewährte, total-modulisierte Chassis. Jetzt mit Netztrennung.
2. Ein besseres Bild durch die neue High-Light-Bildröhre.
3. Ein kraftvoller Klang (Endstufen von 4 bis 40 Watt).
4. Das genaueste Speichersystem der Welt (digitaler Programmspeicher Quartz Memory).
5. Die Sendersuchlauf-Automatik für 16 Programme.
6. Die Programm-Vorwahl und Kindersicherung durch memocontrol.
7. Und die bewährte Marathon-Technik. Mit Marathon-Farbbild, Marathon-Zuverlässigkeit und Marathon-Komfort.

TELEFUNKEN
Ein Unternehmen des AEG-TELEFUNKEN Konzerns



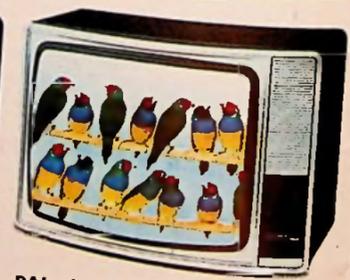
PALcolor 8310
Maße (B/H/T): 73 x 52 x 46 cm.
Gehäusefarbe: nußbaum



PALcolor 8410
Maße (B/H/T): 73 x 52 x 46 cm.
Gehäusefarbe: nußbaum



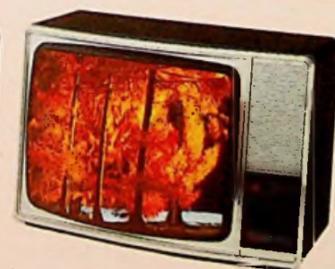
PALcolor 8405
Maße (B/H/T): 73 x 52 x 46 cm.
Gehäusefarben: nußbaum, anthrazit/silber



PALcolor 8800
Maße (B/H/T): 73 x 52 x 46 cm.
Gehäusefarben: nußbaum, anthrazit/silber



PALcolor 8810
Maße (B/H/T): 76 x 52 x 46 cm.
Gehäusefarben: nußbaum, weiß, anthrazit/silber



PALcolor 8820 memocontrol
Maße (B/H/T): 76 x 52 x 46 cm.
Gehäusefarben: nußbaum, weiß, anthrazit/silber



PALcolor 8840 Quartz Memory
Maße (B/H/T): 76 x 52 x 46 cm.
Gehäusefarben: nußbaum



PALcolor 8801 Quartz Memory
Maße (B/H/T): 76 x 52 x 46 cm.
Gehäusefarben: nußbaum, anthrazit/silber



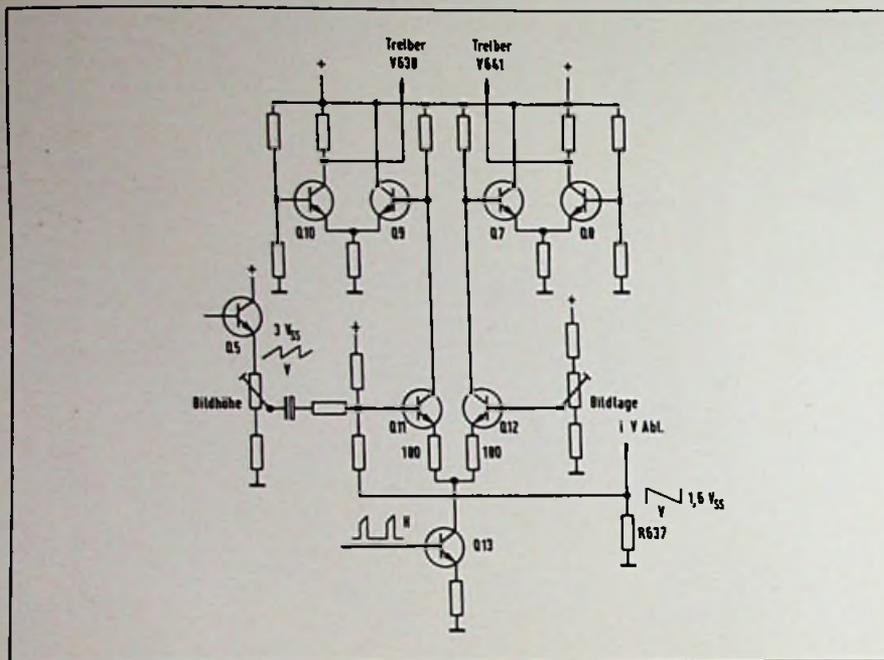


Bild 5. Vereinfachte Schaltung zum Erzeugen der Triggerimpulse

tential mit der Spannung an C638, C639 und C640. Deshalb wird zwischen dem Treiber V638 und dem Gate-Anschluß der Transformator L638 benötigt. Der Treiber V641 ist kapazitiv angekoppelt.

Die Schaltung, mit der die Triggerimpulse erzeugt werden, ist allerdings recht aufwendig. Sie wird in Bild 6 auszugsweise wiedergegeben. In ihr sind die mit Q bezeichneten Transistoren in sogenannten Transistorarrays zusammengefaßt. Q11 und Q12 bilden beispielsweise einen Differenzverstärker mit Q13 als Stromgenerator. Q7, Q8 und Q9, Q10 sind als Schmitt-Trigger geschaltet; sie steuern die Treibertransistoren V641 und V639 an.

Zur Erklärung geht man am besten davon aus, daß die Basen von Q11 und Q12 ohne Ansteuerung gleiches Gleichspannungspotential haben. Dann verteilt sich der mit Q13 eingestellte Strom gleichmäßig auf die beiden Zweige. Er ist in der angegebenen Form zeilenfrequent moduliert, und es kommt auf den linearen Verlauf der Sägezahnkomponente an. Das negativ gerichtete Signal steuert die Basen von Q9 und Q7. Dabei schalten die Schmitt-Trigger in dem angenommenen Arbeitspunkt des Differenzverstärkers genau in der Mitte der Sägezahnspannung um und am Ende des Signals wieder zurück. An beiden Ausgängen stehen dann negativ gerichtete zeilenfrequente Impulse mit einer Breite von 6 µs.

Diese Impulse öffnen die Thyristoren D639, D741 zur gleichen Zeit, und sie bewirken so eine Vertikalablenkspannung von Null Volt. Die Zeile befindet sich in der Bildmitte. Erhöht man mit den Einsteller „Bildlage“ die Basisspannung des Transistors Q12, so än-

dert sich die Stromverteilung. Die Amplitude an der Basis von Q7 wird größer und die an Q9 kleiner. Als Folge davon wird der Umschaltzeitpunkt des rechten Schmitt-Triggers früher und der des linken Schmitt-Triggers später erreicht. Damit leitet der Thyristor D641 länger als D639. Die Vertikalablenkspannung wird negativ und die Ablenkung nach unten verschoben. Die gleiche Wirkung wird erreicht, wenn die Basis des Transistors Q11 phasenverkehrt angesteuert wird. Negative Steuerspannung verschiebt die Vertikalablenkung nach oben und positive Spannung nach unten. Die Ablenkung folgt demnach exakt dem anliegenden Signal, dem bildfrequenten Sägezahn. Er wird im Vertikaloszillator mit Q1 bis Q5 und V607 erzeugt. Der Vertikalablenkstrom baut am Widerstand R637 eine Gegenkopplungsspannung auf, die die Vertikalablenkung linearisiert (Bild 5).

Eine parabelförmige horizontalfrequente Spannung an der Basis von Q13 verknüpft in Q11 und Q12 die Vertikalsägezahnspannungen mit den Horizontalsägezahnimpulsen. Sie werden in den Pulsbreitenumformern mit Q7, Q8 und Q9, Q10 zu den Steuerspannungen für die Thyristoren geformt, die bei jedem Horizontalrücklaufimpuls schalten.

Die Ost-West-Kissenentzerrung arbeitet mit den Transistoren Q16, Q17, Q18 und Q19. Dabei werden Q16 mit Horizontalsägezahnimpulsen und Q19 mit Vertikalsägezahnimpulsen angesteuert. Über C627 ist Q19 als Miller-Integrator geschaltet; er integriert die Vertikalsägezahnimpulse zu einer parabelförmigen Spannung. Dadurch entstehen im Kollektor von Q18 parabelförmig modulierte

Zeilenimpulse, die über V631 den Thyristor D631 schalten. Seine Zündzeitpunkte bestimmen den sinusförmigen Korrekturstrom durch die Horizontalablenkspulen.

Service

Wie in allen anderen Hochstromschaltungen sind die Thyristoren als Leistungsschalter am meisten gefährdet. Bei Durchgangsprüfung der Katoden-Gate-Strecke – hierzu muß das Gerät abgeschaltet sein – ist der nicht eingezeichnete, in das Thyristorsystem integrierte Ableitwiderstand zu berücksichtigen. Vorteilhaft wird die Anoden-Katoden-Strecke gemessen. Sie soll in beiden Richtungen hochohmig sein. Liegt der Pluspol des Ohmmeters an der Anode (hochohmiger Bereich) und man verbindet kurzzeitig den Gate-Anschluß mit ihr, so soll der Thyristor durchschalten. (Wird fortgesetzt)

Kurse und Lehrgänge

5.-7.4.1978

Einführung in die Elektronik

Ort: Ostfildern

Veranstalter: Technische Akademie Esslingen

5.-7.4.1978

Aktuelle Probleme der Technischen Akustik

Ort: Wien

Veranstalter: Technische Akademie Esslingen

5.4.1978

Akkumulatoren, Batterien und Brennstoffzellen

Ort: Essen

Gebühr: 145 DM

Veranstalter: Haus der Technik e.V., Essen

10.4.-12.4.78

Mikrocomputer-Systeme Teil I

Ort: Essen

Gebühr 540 DM

Veranstalter: Haus der Technik e.V., Essen

13./14.4.78

Fehlerdiagnose in Digitalgeräten einschließlich Mikroprozessoren

Ort: Essen/Aachen

Gebühr: 280 DM

Veranstalter: Haus der Technik e.V., Essen

8.-10.5.1978

Hochfrequenztechnik, Teil II

Ort: Ostfildern

Veranstalter: Technische Akademie Esslingen

18.-19.5.1978

Analog-Digital- und Digital-Analog-Wandler

Ort: Ostfildern

Veranstalter: Technische Akademie Esslingen

Gebühr

Grundwissen für den Praktiker

Bauelemente der Elektronik

Teil 18: Si-Z-Dioden

Elektronische Bauelemente zeigen bei genauerer Betrachtung eine Fülle von Eigenschaften, über deren Auswirkungen im einzelnen viel zu wenig berichtet wird. Der Praktiker muß sie jedoch beim Aufbau einer Schaltung berücksichtigen, wenn er unerwünschte Effekte vermeiden will. In dieser Grundlagen-Serie behandelt Professor Otmar Kilgenstein von der Fachhochschule Nürnberg Feinheiten bei elektronischen Bauelementen, auf die es in der Praxis ankommt. Die Serie ist für junge Techniker gedacht, aber sie bietet manches, was selbst alten Werkstatt-Hasen nicht immer geläufig ist.

Z-Dioden werden ausschließlich im Durchbruchgebiet der Sperrspannung betrieben. Wichtig ist hier, daß die Durchbruchkennlinie möglichst steil verläuft und daß auch die Abhängigkeit von der Temperatur möglichst gering ist. Die Höhe der Durchbruchspannung hängt vom spezifischen Widerstand des Siliziums im Bereich der Sperrschicht ab. Je höher der spezifische Widerstand ist, um so höher wird auch die Durchbruchspannung.

Liegt die Durchbruchspannung einer Z-Diode unter rd. 5 V, so wird das starke Anwachsen des Sperrstromes durch den Zener-Effekt hervorgerufen. Bei genügend großer Sperrspannung wird die elektrische Feldstärke in der Sperrschicht so groß ($> 2 \cdot 10^5$ V/cm), daß Elektronen aus dem Gitterverband herausgerissen werden können. Die durch diese innere Feldemission entstehenden Elektronen bilden im wesentlichen die freien Ladungsträger des Durchbruchstromes. Eine Temperaturerhöhung bewirkt eine zusätzliche Feldemission, so daß in diesem Durchbruchgebiet ein negativer Temperaturkoeffizient entsteht.

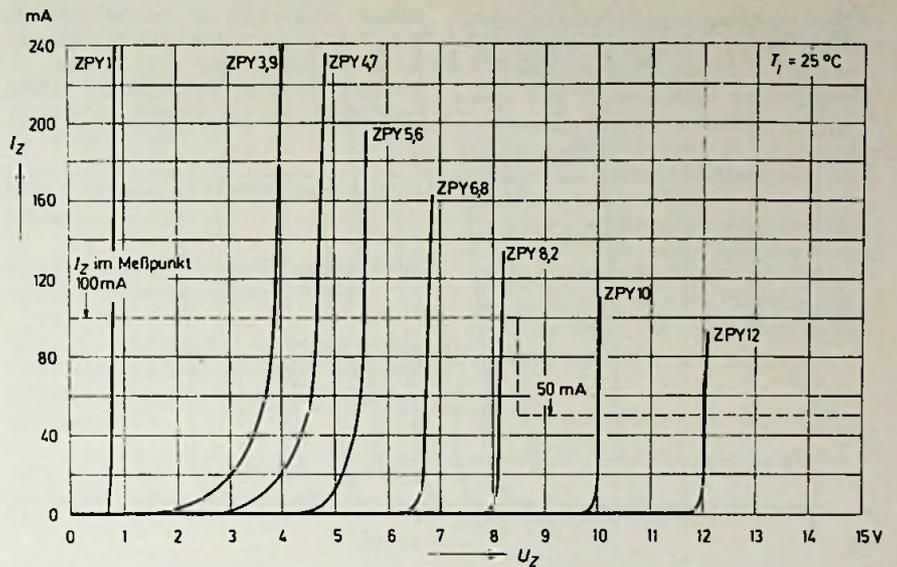


Bild 1. Durchbruchkennlinien für den Z-Diodentyp ZPY (ITT)

Da der Zener-Effekt erst bei einer bestimmten Spannung allmählich einsetzt, ist hier der eigentliche Durchbruchbereich nicht scharf ausgeprägt.

Bei Z-Dioden über etwa 7 V Durchbruchspannung wird das plötzliche Ansteigen des Sperrstromes durch einen Lawineneffekt (Avalanche-Effekt) verursacht, bevor der Zener-Effekt wirksam werden kann. Mit zunehmender Sperrspannung wird die Geschwindigkeit der freien, thermischen Ladungsträger immer größer, bis schließlich deren Geschwindigkeit so groß geworden ist, daß bei Zusammenstoßen mit den Gitteratomen neue freie Ladungsträger entstehen. Es kommt daher zu einem Lawineneffekt, der sehr plötzlich einsetzt. Deshalb weisen die Kennlinien solcher Z-Dioden einen ausgeprägten Knick auf. Bei zunehmender Temperatur wird die freie Weglänge und damit die Energie der beweglichen Ladungsträger kleiner. Um den gleichen Durchbruchstrom zu erreichen, sind bei höherer Temperatur auch höhere Durchbruchspannungen notwendig. Z-Dioden mit Lawineneffekt haben also einen positiven Temperaturkoeffizienten.

Bei Z-Dioden zwischen 5 V und 7 V treten Zener- und Lawineneffekt kombiniert auf. Deshalb ist der Temperaturkoeffizient dort am kleinsten und geht gegen 0.

Bild 1 zeigt die Durchbruchkennlinien der Z-Dioden ZPY bis zu einer Durchbruchspannung von 12 V.

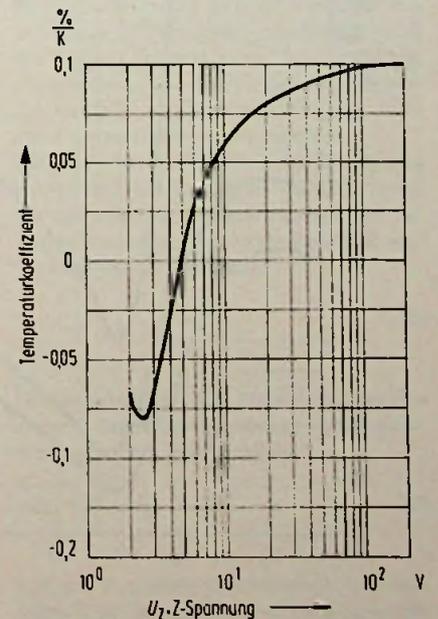
Es kann deutlich erkannt werden, daß bei kleinen Werten für die Durchbruchspannung (ZPY 3,9 bis ZPY 5,6) der Anstieg des Sperrstromes allmählich beginnt, während er bei Spannungen ab 6,8 V (ab ZPY 6,8) sehr steil verläuft. Hier sei bemerkt, daß die Darstellung der Kennlinien eigentlich im 3. Quadranten bei negativer

Spannung und negativem Strom erfolgen müßte. Es ist aber anschaulicher, und hat sich auch wegen der ausschließlichen Verwendung der Z-Diode im Durchbruchgebiet so eingebürgert, die Kennlinien so nach oben geklappt darzustellen.

Den typischen Verlauf des Temperaturkoeffizienten zeigt Bild 2.

Auch hier wird das oben Gesagte bestätigt: Unter Z-Spannungen von etwa 5 V ist der T_K negativ; bei 5...6 V geht er gegen 0, und darüber wird er positiv.

Bild 2. Typischer Verlauf des Temperaturkoeffizienten einer Z-Diode (Siemens)



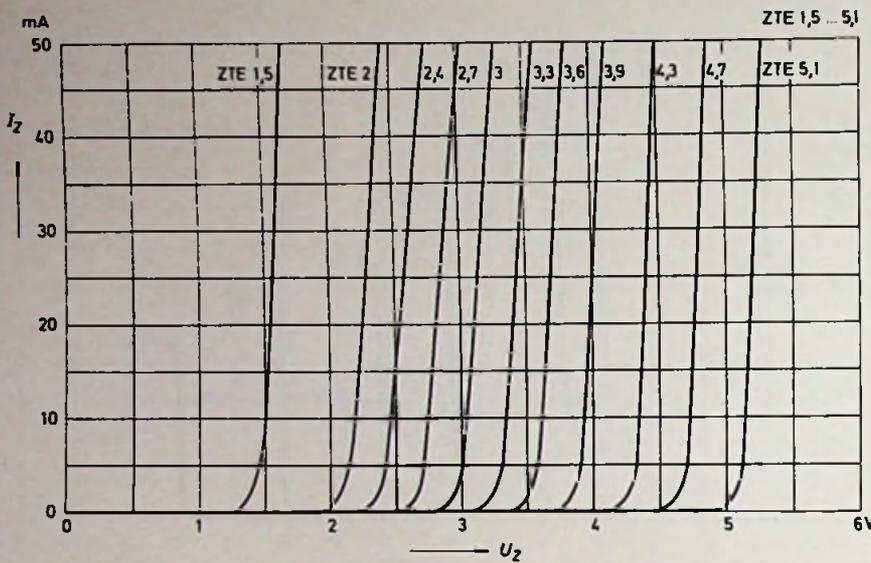


Bild 3. Durchbruchskennlinien von ZTE-Dioden (ITT)

Da Z-Dioden unter Z-Spannungen von 5 W wegen der wenig ausgeprägten Konstantspannungskennlinie schlecht zu gebrauchen sind, können hier kleine integrierte Schaltkreise, z. B. „Z-Dioden“ des Typs ZTE, eingesetzt werden. Diese stellen keine eigentlichen Z-Dioden dar, werden aber wegen der äußerlichen Übereinstimmung (nur 2 Anschlüsse) so bezeichnet. Bild 3 zeigt die damit zu erzielenden Kennlinien. Aus den Bildern 1 bzw. 3 kann der steile Anstieg der Kennlinien zwar prinzipiell erkannt werden, aber es ist doch sehr

schwierig, den zu einer Berechnung notwendigen differentiellen Widerstand (Tangente an die Kennlinie) hieraus zu entnehmen. Es werden deshalb Kennlinienfelder für die Größe dieses Widerstandes angegeben. In Bild 4 ist der prinzipielle Verlauf des differentiellen Widerstandes r_{ze} (auch r_d , r_{zi} oder r_{zdyn} genannt) dargestellt, und zwar in Abhängigkeit von der Z-Spannung. Auch hier zeigt es sich, daß Z-Dioden mit einer Durchbruchspannung $U_z = 6...7$ V am günstigsten sind, weil dort der Widerstand r_{ze} am kleinsten ist.

Bild 4. Einfluß der Durchbruchspannung auf den dynamischen Widerstand r_{ze} (r_d) bei verschiedenen Strömen I_z (Siemens)

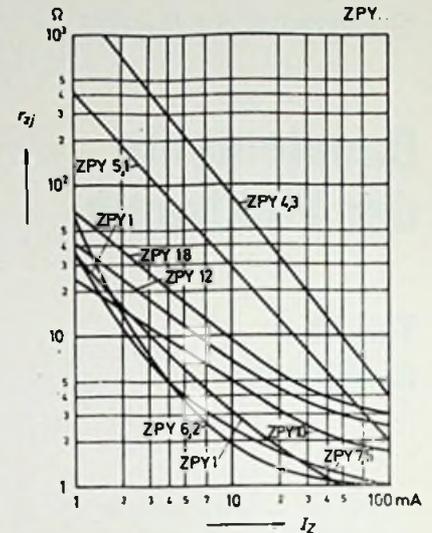
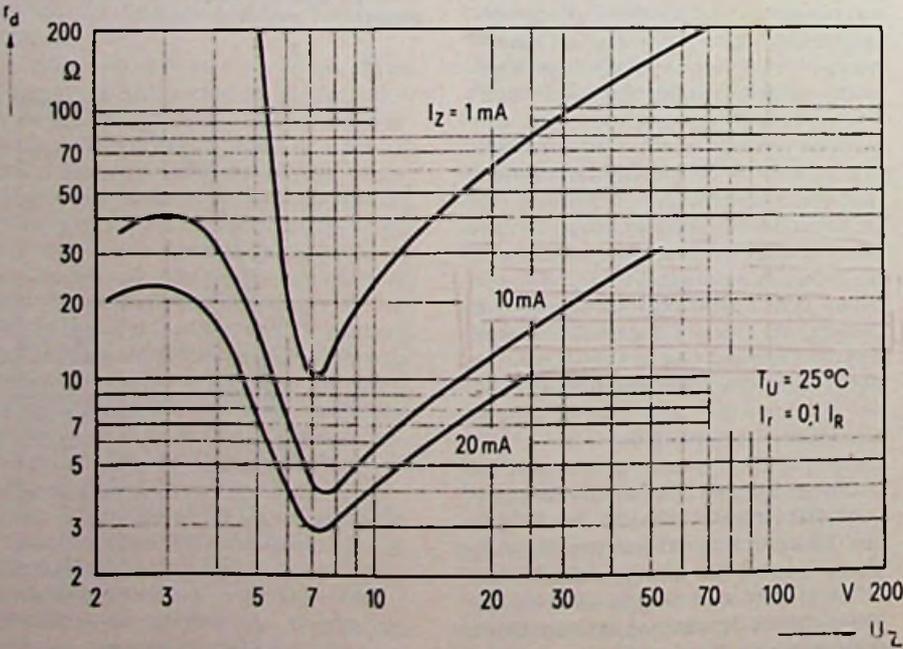


Bild 5. Differentieller Widerstand r_{ze} (r_{zi}) in Abhängigkeit vom Z-Strom I_z (ITT)

Eine andere Art der Darstellung zeigt Bild 5 für einen bestimmten Typ (ZPY von ITT). Hier ist der Verlauf des Widerstandes r_{ze} (r_{zi}) in Abhängigkeit vom Strom I_z für Z-Dioden verschiedener Durchbruchspannung gezeigt.

Die bisher gezeigten Kennlinien wurden bei einer bestimmten Temperatur, meistens 25 °C, aufgenommen. Nun erwärmt sich die Z-Diode aber durch die nicht zu vernachlässigende Verlustleistung ($P_v = I_z \cdot U_z$). Das bedeutet bei den üblicherweise wegen des steilen Anstiegs der Kennlinien verwendeten Z-Dioden mit Durchbruchspannungen über 6...7 V, daß infolge des dann positiven Temperaturkoeffizienten die Z-Spannung ansteigt, d. h. die Kennlinien verlaufen weniger steil. Zum differentiellen Widerstand r_{ze} (entspricht der Steilheit der Kennlinien bei konstanter Temperatur und mit Impulsen gemessen) kommt dann noch der thermisch bedingte Widerstand r_{zth} . Dieser berechnet sich zu:

$$r_{zth} = U_z^2 \cdot \alpha_{Uz} \cdot R_{thjU} \quad (1)$$

U_z – Durchbruchspannung der verwendeten Z-Diode

α_{Uz} – Temperaturkoeffizient der Z-Spannung (aus Datenbuch)

R_{thjU} – gesamter Wärmewiderstand (aus Datenbuch oder berechnet)

Der gesamte differentielle Widerstand ist die Summe aus den beiden Anteilen r_{ze} und r_{zth} .

$$r_z = r_{ze} + r_{zth} \quad (2)$$

Der Widerstand R_{thjU} wird in den Datenblättern bei kleinen Z-Dioden unter der Voraussetzung angegeben, daß „im Abstand von einigen mm vom Diodenge-



6

Zu den Bildern in der linken Spalte von oben nach unten:

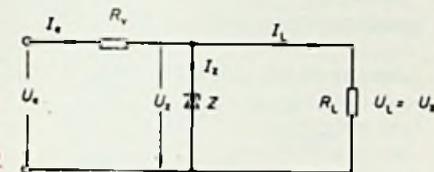
Bild 6. Abhängigkeit der Rauschspannung einer Z-Diode vom durchfließenden Strom I_z (ITT)

Bild 7. Stabilisierungsschaltung mit Z-Diode

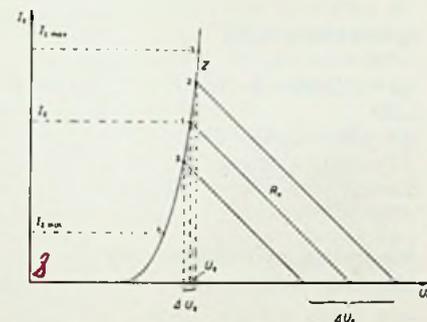
Bild 8. Grafische Betrachtung einer Stabilisierungsschaltung mit Z-Diode

Bild 9. Erweiterung der einfachen Stabilisierungsschaltung von Bild 7 auf eine Stabilisierungsschaltung mit Transistor (Siemens)

Bild 10. Konstantstromquelle mit Z-Diode und Transistor (Siemens)



7



8

häuse der äußere Wärmewiderstand gleich 0 sei". Das ist aber völlig unrealistisch, da die Z-Dioden üblicherweise in gedruckte Schaltungen mit deren schlechter Wärmeleitung eingelötet werden. Man geht nicht fehl, wenn man unter Berücksichtigung dieser Tatsache den gegebenen Wärmewiderstand R_{thjU} einfach verdoppelt. Gleichmaßen gilt für den maximal zulässigen Z-Strom, daß dieser etwa halbiert wird.

Während der maximal zulässige Z-Strom $I_{z \max}$ aus den Daten ersichtlich ist und durch die maximal abzuführende Verlustleistung bestimmt wird, ist dies beim kleinsten Strom $I_{z \min}$ nicht so eindeutig der Fall. Der im ungünstigsten Fall auftretende Strom $I_{z \min}$ soll mindestens so groß sein, daß sich die Kennlinie schon im steil ansteigenden Teil befindet. Eine andere Grenze nach unten setzt das starke Rauschen, wie Bild 6 erkennen läßt.

Nach Bild 6 sollte also der Z-Strom nicht unter 5...6 mA sinken. Der Einfluß des Rauschens läßt sich allerdings leicht durch die Parallelschaltung eines Kondensators von 1 µF um den Faktor 10 vermindern. Nach Bild 1 kann man als kleinsten Z-Strom etwa 5...10 mA ansetzen.

$$I_{z \min} \approx 5 \dots 10 \text{ mA} \quad (3)$$

Wie schon gesagt, werden Z-Dioden meistens zur Stabilisierung einer Spannung eingesetzt. In Bild 7 ist die einfachste Stabilisierungsschaltung gezeigt.

Um den Vorwiderstand R_v der Schaltung nach Bild 7 berechnen zu können, muß die Z-Spannung mit ihren Toleranzen $U_{z \max}$ und $U_{z \min}$ bekannt sein. Die nominelle Z-Spannung ist aus der Aufgabenstellung zu ersehen, die Toleranzen der Z-Spannung sind in den Datenblättern festgelegt (meistens $\pm 5\%$ oder auch $\pm 10\%$). Ferner müssen noch der maximale Laststrom $I_{L \max}$ und der mini-

male Laststrom $I_{L \min}$ vorgegeben werden. Die Eingangsspannung U_e sollte etwa 2...3 mal so groß wie die Z-Spannung sein. Als Schwankung der Eingangsspannung werden meistens – sofern nichts anderes bekannt ist – $\pm 10\dots 15\%$ infolge der Schwankungen der Netzspannung angenommen.

Um alle Toleranzen der Eingangsspannung, der Z-Spannung, des Laststromes und des Vorwiderstandes berücksichtigen zu können, muß die Größe des Vorwiderstandes R_v die folgenden 2 Ungleichungen erfüllen:

$$R_v \leq \frac{U_{e \min} - U_{z \min}}{I_{L \max} + I_{z \min}} \quad (4)$$

$$R_v \geq \frac{U_{e \max} - U_{z \max}}{I_{L \min} + I_{z \max}} \quad (5)$$

Unter dem Stabilisierungsfaktor S wird die relative Änderung der Eingangsspannung zur relativen Änderung der Ausgangsspannung verstanden. Er gibt also die Verminderung der Ausgangsspannungsschwankungen gegenüber Schwankungen der Eingangsspannung an.

$$S = \frac{dU_e / U_e}{dU_L / U_L} = \frac{r_z + R_v}{r_z} \cdot \frac{U_z}{U_e} \approx \frac{R_v}{r_z} \cdot \frac{U_z}{U_e} \quad (6)$$

Der Glättungsfaktor G gibt an, um welchen Betrag die Brummspannung am Eingang durch die Schaltung verbessert wird.

$$G = \frac{R_v}{r_{zo}} \quad (7)$$

Beim Glättungsfaktor G wird nur der differentielle Widerstand r_{zo} benötigt, da ja die Schwankungen sehr rasch erfolgen (Brummfrequenz 50 Hz oder 100 Hz) und die mittlere Temperatur dabei als konstant angesehen werden kann.

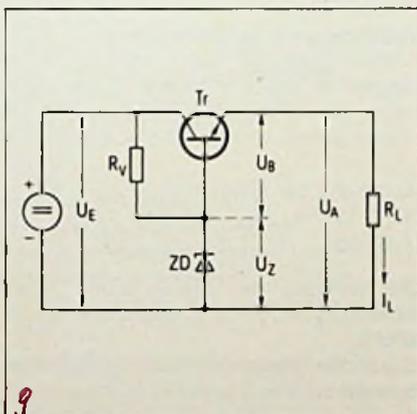
Für den Innenwiderstand der Schaltung kann man r_z setzen, da der Vorwiderstand R_v , der hier zu r_z parallelgeschaltet ist, wegen seines viel größeren Betrages vernachlässigt werden kann.

$$R_i \approx r_z \quad (8)$$

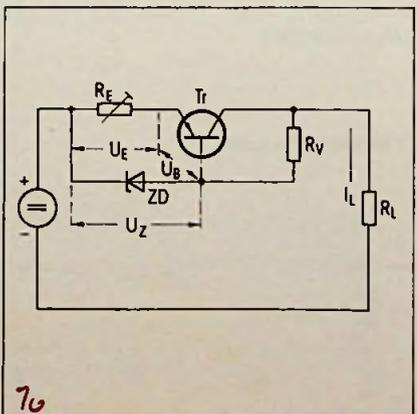
Der Innenwiderstand beschreibt die Änderung der Ausgangsspannung bei einer Änderung des Laststromes.

$$\Delta U_L = \Delta I_L \cdot r_z \quad (9)$$

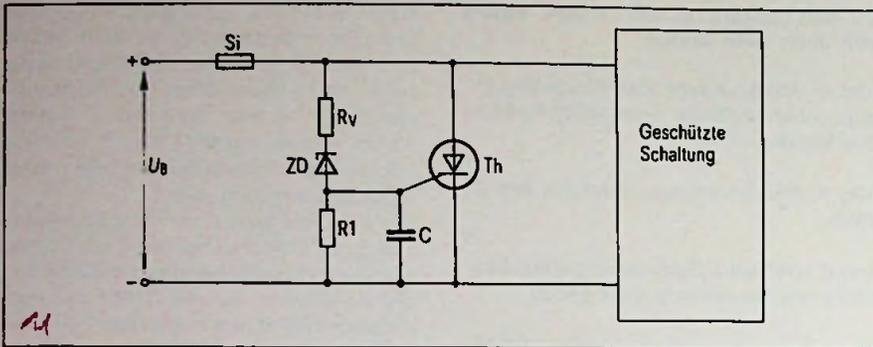
Die am Ausgang verbleibende Brummspannung ist gleich der am Eingang an-



9



10



Als Z-Diode wird der Typ ZPY 6,2 gewählt. Daten dieser Z-Diode:

$U_z = 5,8 \dots 6,6 \text{ V}$; $I_{z \text{ min}} = 5 \text{ mA}$; $I_{z \text{ max}} = 183 \text{ mA}$, reduziert auf 90 mA; $R_{thU} = 95 \text{ K/W}$, vergrößert auf 190 K/W, vergrößert auf 190 K/W (Einbau in gedruckte Schaltung!). $\alpha_{Uz} = (-1 \dots +6) \cdot 10^{-4} / \text{K}$

$$R_v \cong \frac{13,5 \text{ V} - 5,8 \text{ V}}{(30 \text{ mA} + 5 \text{ mA})} \cong 220 \Omega$$

$$R_v \cong \frac{16,5 \text{ V} - 6,6 \text{ V}}{90 \text{ mA}} \cong 110 \Omega$$

gewählter Wert: $180 \Omega \pm 5\%$

I_o bei $I_L = 15 \text{ mA}$, $U_z = 6,2 \text{ V}$ und $U_o = 15 \text{ V}$:

$$I_o = \frac{15 \text{ V} - 6,2 \text{ V}}{180 \Omega} = 49 \text{ mA};$$

$$I_z = 49 \text{ mA} - 15 \text{ mA} = 34 \text{ mA}.$$

r_{ze} aus Bild 5: $1,2 \Omega$

$$r_{zth} = (6,2 \text{ V})^2 \cdot 3 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1} \cdot 190 \text{ K/W} = 2,2 \Omega;$$

$$r_z = 1,2 \Omega + 2,2 \Omega = 3,4 \Omega$$

$$S = \frac{180 \Omega}{3,4 \Omega} \cdot \frac{6,2 \text{ V}}{15 \text{ V}} \approx 22$$

Ausgangsspannungsänderung:

$$10\% : 22 = 0,45\%$$

$$G = \frac{180 \Omega}{1,2 \Omega} = 150$$

Brummspannung am Ausgang:

$$U_{L \text{ Br.}} = \frac{2000 \text{ mV}}{150} = 13 \text{ mV}$$

Änderung der Ausgangsspannung bei $\Delta I_L = 15 \text{ mA}$: $\Delta U_L = 15 \text{ mA} \cdot 3,4 \Omega = 51 \text{ mV}$

Die Wirkung der Stabilisierung einer Schaltung nach Bild 7 zeigt schematisch Bild 8.

Durch die steile Kennlinie der Z-Diode bedingt, wird eine große Schwankung der Eingangsspannung ΔU_o in eine kleine Schwankung der Ausgangsspannung ΔU_z verwandelt.

Zu den Bildern von oben nach unten:

Bild 11. Schutzschaltung gegen Überspannung (Siemens)

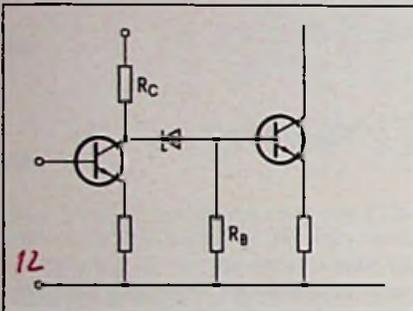


Bild 12. Z-Diode als Gleichstromkoppelglied in einem Verstärker (Siemens)

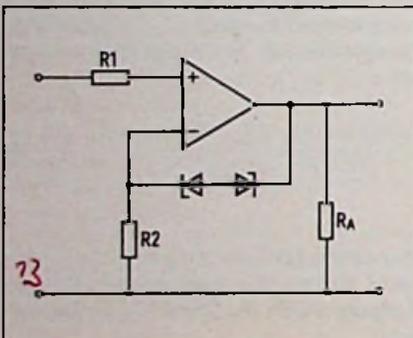


Bild 13. Amplitudenbegrenzung bei einem Operationsverstärker mit Z-Dioden (Siemens)

Bild 14. Nullpunktunterdrückung bzw. Zusammendrängung des Skalenanfanges bei einem Gleichspannungsmessinstrument (Siemens)

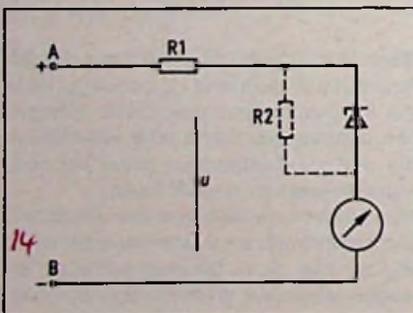


Bild 15. Speisung der Z-Diode ZD 2 über eine Konstantstromquelle mit der Z-Diode ZD 1 (Siemens)

stehenden Brummspannung, geteilt durch G.

$$U_{L \text{ Br.}} = \frac{U_{e \text{ Br.}}}{G} \quad (10)$$

Beispiel: Es soll eine Spannungsstabilisierungsschaltung mit folgenden Daten realisiert werden:

U_L rd. 6 V; $I_L = 0 \dots 30 \text{ mA}$;
 $U_o = 15 \text{ V} \pm 10\% = 13,5 \text{ V} \dots 16,5 \text{ V}$

Effektive Brummspannung am Eingang: 2 V.

Wie groß der Vorwiderstand R_v , die Schwankung der Ausgangsspannung, die Brummspannung am Ausgang bei einem mittleren Laststrom von 15 mA? (Mittelwerte nehmen!)

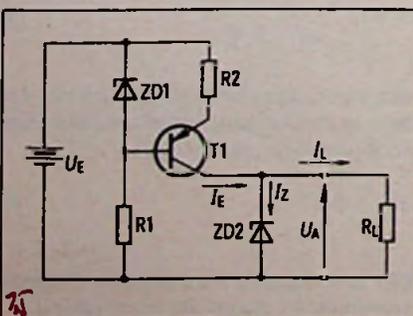
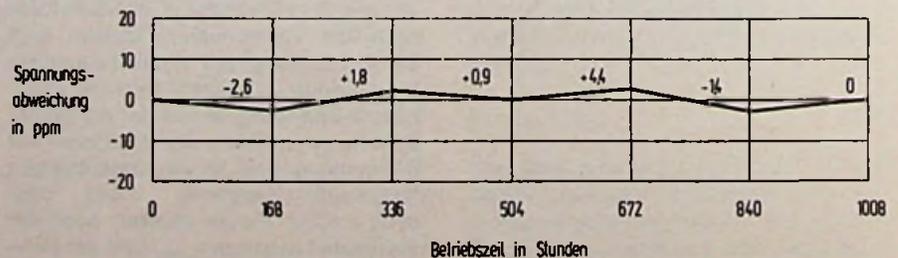


Bild 16. ΔU_{zT} -Kurve einer typischen Z-Diode 1 N 4895 (Siemens)



In den folgenden Bildern 9 bis 14 werden noch einige typische Anwendungen von Z-Dioden gezeigt.

Wird eine Z-Diode nach Bild 15 mit einer Konstantstromquelle gespeist (an Stelle eines Vorwiderstandes nach Bild 7), so kann der Einfluß der schwankenden Eingangsspannung auf die Spannung an der Z-Diode praktisch völlig ausgeschaltet werden. Die Schaltung nach Bild 15 leistet dies noch nicht ganz, aber es gibt aufwendigere Konstantstromschaltungen, bei denen diese Behauptung durchaus zutrifft. Der Einfluß der Lastschwankungen auf die Stabilität der Z-Spannung kann dadurch beseitigt werden, indem ein sehr hochohmiger Operationsverstärker zwischen der Z-Diode und der Last geschaltet wird. Es bleibt also nur noch der Temperaturkoeffizient und die Langzeitstabilität übrig. Während der Temperaturkoeffizient bei normalen Z-Dioden bei $(5...10) \cdot 10^{-4}/K$ liegt, haben sog. Referenzdioden Temperaturkoeffizienten bis zu $2 \cdot 10^{-6}/K$, also fast um den Faktor 500 bessere Werte.

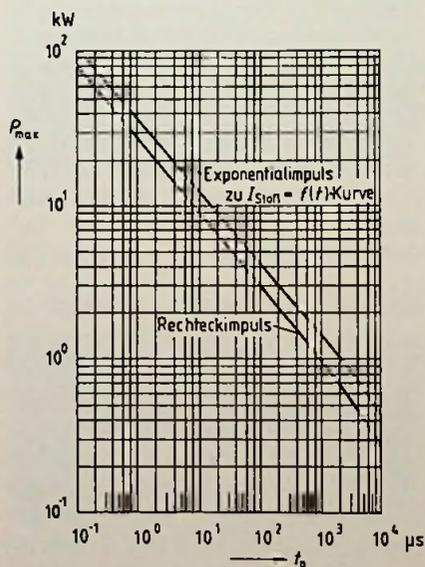
Werden extreme Anforderungen an die Stabilität der Z-Spannung gestellt, so können ultrastabile Referenzdioden eingesetzt werden. Diese in einem besonderen Herstellungsverfahren gefertigten und bei 80 °C gealterten Z-Dioden haben maximale Abweichungen von der Sollspannung zwischen $(50...5) \cdot 10^{-6}$ pro 1000 Stunden Betriebszeit. Bild 16 zeigt eine typische Kurve für die Spannungsabweichungen in Abhängigkeit von der Zeit für eine solche ultrastabile Z-Diode. Es können also mit Z-Dioden Referenzspannungsquellen aufgebaut werden, die wirklich allen nur denkbaren Ansprüchen

genügen. Eine andere Anwendung spezieller Z-Dioden liegt im Schutz gegen kurzzeitige Überspannungen. Die meisten Ausfälle von Halbleiterschaltungen werden ja durch Überspannungen bewirkt, denn hiergegen sind die sonst so robusten Halbleiterbauelemente (Transistoren, Thyristoren, integrierte Schaltkreise) sehr empfindlich. Diese Schutz-Z-Dioden, auch TAZ-Suppressordioden (Transient Absorption Zener) oder Transzordioden genannt, müssen auf eine Spannung im Durchbruchbereich extrem schnell reagieren (Schaltzeit $1 \text{ ps} = 10^{-12} \text{ s!}$) und kurzzeitig hohe Ströme (rd. 200 A) und je nach Dauer des Störspannungsimpulses auch hohe Impulsleistungen aushalten. Bild 17 zeigt die Impulsbelastbarkeit solcher Schutzdioden von 1 W Dauerleistungsleitung.

Gefertigt werden solche Suppressordioden für Durchbruchspannungen zwischen 6 V und einigen 100 V. Die Impulsbelastbarkeit wird meistens bei einer Impulsdauer von 1 ms angegeben. Sie liegt etwa zwischen 1 kW und 100 kW.

Im Gegensatz zu den normalen Z-Dioden, bei denen immer der Strom im Durchbruchgebiet begrenzt werden muß (was meistens durch einen Vorwiderstand zur Z-Diode geschieht), dürfen Suppressordioden immer nur ohne Vorwiderstand parallel zur Betriebsspannungsquelle geschaltet werden. Die Durchbruchspannung der Schutzdiode wird dabei so ausgewählt, daß sie knapp über der maximalen Betriebsspannung, aber noch unter einem schädlichen Spannungswert liegt. Selbstverständlich können solche Suppressordioden nur kurzzeitige Überspannungsspitzen ableiten, da die Dauerleistungsleistung meistens nur wenige W beträgt. Länger andauernde Überspannungen müssen z. B. mit einem Thyristor-Überspannungsschutz aufgefangen werden. Diese Schaltung (Bild 11) enthält aber wieder eine Z-Diode als Indikator für die Überspannung (Wird fortgesetzt).

Bild 17. Impulsbelastbarkeit $P_{\max} = f(t_p)$ einer Suppressordiode (Siemens)



Kurzberichte über neue Meßgeräte

Meßplatz für CB-Funkgeräte

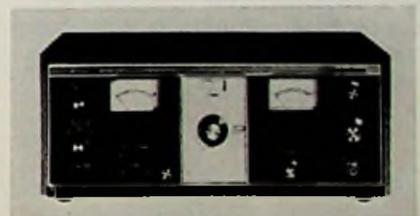
Für Werkstätten, die in größerem Umfang CB-Funkgeräte reparieren, wird ein Meßplatz von der Dynatrade Import-Export Handels-GmbH, Düsseldorf, angeboten, mit dem alle zur Reparatur und Überprüfung

notwendigen Messungen durchgeführt werden können. Zentrales Gerät dieses Meßplatzes ist der CB-Servicemaster von B+K-Precision, in dem alle Signale zusammenlaufen, dort entsprechend verteilt und während des Meßablaufs umgeschaltet werden. Die Umschaltung erfolgt automatisch vom Funkgerät aus, wenn der Schalter „Senden-Empfangen“ betätigt wird. Kabelverbindungen brauchen nicht geändert zu werden. An den CB-Servicemaster werden die Meßgeräte angeschlossen. Hierzu benötigte Meßgeräte, wie Frequenzzähler, stabilisiertes Netzteil und Oszilloskop, sollten in der Werkstatt vorhanden sein. Erworben



CB-Servicemaster 1040 (B+K-Precision)

werden müßte außer dem CB-Servicemaster noch ein CB-Meßsender. Der hier beschriebene Meßplatz enthält den 50-Kanal-CB-Meßsender 2040 von B+K-Precision. Ein Oszilloskop mit großer Bandbreite wird nicht benötigt, da der CB-Servicemaster das 27-MHz-Signal auf 1 MHz heruntersetzt. Der CB-Servicemaster kann auch



CB-Meßsender 2040 (B+K-Precision)

ohne die Meßgeräte des Meßplatzes für Messungen benutzt werden.

Folgende Messungen können durchgeführt werden: NF-Leistung, NF-Klirrfaktor, Mikrofonempfindlichkeit, HF-Leistung, AM-Leistung, SSB-HF-Leistung, SWR von Antenne und Zuleitung, Modulationsgrad (mit Oszilloskop), Sendefrequenzen (mit Zähler), Empfängerempfindlichkeit, Signal/Rausch-Verhältnis, Squelch-Schwelle, Stör-Begrenzung, Stör-Austastung, Nachbarkanalselektion, Empfänger-Kanalfrequenz, AVR-Funktion, NF-Frequenzgang und Mod.-Frequenzgang (mit Meßsender 2040). Der Preis ohne Mehrwertsteuer beträgt für den CB-Servicemaster 895 DM und für den CB-Meßsender 2040 1650 DM. Diese Geräte vertreibt die Dynatrade Import-Export Handels-GmbH, Düsseldorf.

Zweistrahl-Oszilloskop

Mit dem Modell OS 1100 erweitert die Gould Advance GmbH, Seligenstadt, das Programm der Kompakt-Oszilloskope. Das Gerät hat Gleichspannungskopplung und verschiedene Filter sowie eine Einzelkippvorrichtung. Am Eingangsschalter der beiden Kanäle lassen sich 2 mV/cm bis 10 V/cm einstellen. Zieht man den „Variabel“-Knopf, so wird das Eingangssignal um den Faktor 2 verstärkt. Damit wird eine Empfindlichkeit von 1 mV bei 25 MHz erreicht. Die Bandbreite reicht bis über 30 MHz. Das Zeitbasisteil läßt Ablenkgeschwindigkeiten von 20 ns/cm bis 2 s/cm zu, plus zehnfache Dehnung. Der Kippvorgang kann gegenüber



Oszilloskop OS 1100 (Gould Advance)

dem Triggerimpuls um 10 µs bis 100 ms verzögert werden. Durch die nun beliebig einstellbare Ablenkgeschwindigkeit entsteht ein „Zeitlupeneffekt“. Der Triggerimpuls kann automatisch oder mit manuell eingestelltem Pegel wahlweise mit Freilaufautomatik zugeführt werden. Der Hersteller gewährt 2 Jahre Garantie.

Digitalmultimeter

Die Kontron Elektronik GmbH bietet das Digitalmultimeter DMM 3003 in verbesserter Version an. Die 3 1/2-stellige, 13 mm hohe LED-Anzeige hat einen Umfang von 1999.

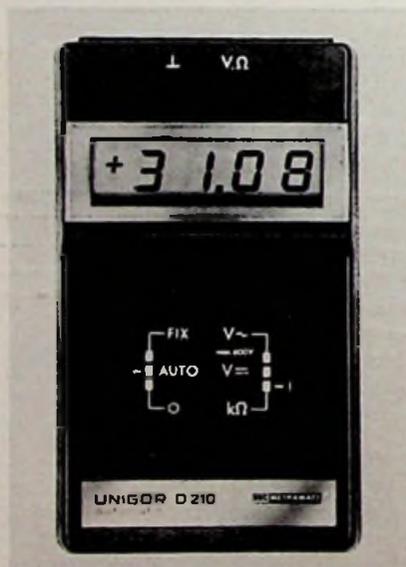
Digitalmultimeter der Kontron Elektronik GmbH



Außer den Bereichen für Spannungen von $\pm 0,3 \text{ V} \approx$ bis $\pm 3000 \text{ V} \approx$ (maximale Auflösung 100 µV), Ströme von 0,3 mA \approx bis 2 A \approx (maximale Auflösung 100 nA) und Widerstände von 300 Ω bis 300 MΩ (maximale Auflösung 100 mΩ) gibt es 6 Bereiche für Kapazitäten von 30 nF bis 3 mF (maximale Auflösung 10 pF). Das Gerät wird am 220-V-Wechselstromnetz betrieben. Wahlweise ist es mit eingebauten NiCd-Akkus und internem Ladeteil oder mit bit- und digitparallelem BCD-Ausgang sowie mit automatischer Bereichsumschaltung lieferbar und kostet je nach Modellversion 795 DM bis 1455 DM ohne Mehrwertsteuer. Ein nützliches Zubehör ist der Halte-Tastkopf. Für normale Messungen wird dessen Meßspitze auf den Meßpunkt gedrückt. Sobald die Meßspitze abgehoben wird, zeigt das Gerät den zuletzt gemessenen Wert an. Der Halte-Tastkopf kostet 180 DM ohne Mehrwertsteuer.

Taschen-Digitalvoltmeter

Das Unigor D 210 der Metrawatt GmbH ist ein Digitalmultimeter im Taschenformat, mit dem netzunabhängiger Betrieb bis zu 200 Stunden möglich ist. Das Unigor D 210 wählt aus den dekadisch gestuften Spannungsmessbereichen (0,5 V \approx bis 500 V \approx) und Widerstandsmessbereichen (5 kΩ bis 5000 kΩ) den optimalen Meßbereich automatisch. Für schnelle Übersichtsmessungen kann der höchste Meßbereich eingestellt und fixiert werden. Die Fehlertoleranz beträgt $\pm 0,2\%$



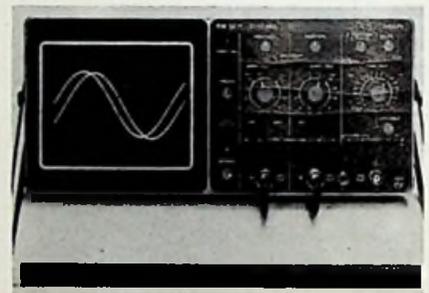
Taschen-Digitalvoltmeter Unigor D 210 (Metrawatt)

vom Meßwert, $\pm 0,1\%$ vom Meßbereich bei Gleichspannung sowie 0,3% vom Meßwert $\pm 0,3\%$, vom Meßbereich bei Wechselspannung und gilt für den Frequenzbereich von 40 Hz bis 20 kHz. Die 3 3/4-stellige, 13

mm hohe LCD-Anzeige ist auch im hellen Sonnenlicht abzulesen. Der größte Anzeigewert ist 5999. Die Spannungsmessbereiche (Eingangswiderstand 10 MΩ) und die Widerstandsmessbereiche sind durch eine Schmelzsicherung geschützt. Eine mechanische Sperre verhindert versehentliches Umschalten vom Spannungs- in den Widerstandsmessbereich. Die Abmessungen des Gerätes: 165 mm x 100 mm x 41 mm. Das Gerät wiegt ungefähr 0,5 kg.

Zweistrahl-Oszilloskop

Das Zweistrahl-Oszilloskop PM 3211 von Philips hat eine Bandbreite von 15 MHz und bietet vielseitige Darstellungs- und Triggermöglichkeiten. Ablenkbereiche von 2 mV/cm bis 10 V/cm stehen bei den Kanälen A und B zur Verfügung. Bei X/Y-Darstellungen wird Kanal B zur X-Ablenkung eingesetzt. Differenzdarstellungen sind möglich, da das Signal von Kanal B invertiert werden



Oszilloskop PM 3211 (Philips)

kann. Der Bildschirm hat eine Größe von 8 cm x 10 cm. Das Oszilloskop ist doppelt vom Netz isoliert. Damit entfällt die Netzerdung und das damit verbundene Brummproblem. Das Gerät kann betrieben werden an 110 V bis 240 V Wechselspannung mit 48 Hz bis 440 Hz oder in anderer Ausführung an 24 V Gleichspannung.

Sinus-Rechteck-Generator

Der Sinus-Rechteck-Generator TG 5 A von Grundig zeigt die Generatorfrequenz digital vierstellig an. Mit dem eingebauten Frequenzmesser können auch externe Signale

Sinus-Rechteck-Generator (Grundig)



gemessen werden. Der Generator liefert im Frequenzbereich von 10 Hz bis 1 MHz wahlweise Sinussignale mit niedrigem Klirrfaktor oder Rechtecksignale mit geringer Anstiegszeit. Der TG 5 A ist zur Pegel- und Frequenzmessung sowie zur Speisung von Meßbrücken oder zur Fremdmodulation von Prüfsendern geeignet. Verstärker können mit dem Rechtecksignal rasch überprüft werden. Die Ausgangsspannung ist von 1 mV bis 10 V in 10 dB-Schritten veränderbar. Eine Feineinstellung ermöglicht Zwischenwerte.

Oszilloskop für 30 MHz

Mit dem Zweikanal-Oszilloskop GO 30 Z stellt Grundig sein drittes Modell der Mittelklasse vor. Ausgelegt für 30-MHz-Bandbreite mit Triggerpegel-Automatik und eingebauter Verzögerungsleitung, ist das Gerät zur optimalen Darstellung von Impulsflanken und Impulsfolgen geeignet. Der Ablenkkoeffizient reicht in Y-Richtung von 5 mV/cm bis



Oszilloskop GO 30 Z (Grundig)

20 V/cm und in X-Richtung von 1s/cm bis 0,1 μ s/cm, mit fünffacher Zeitdehnung bis 20 ns/cm. Die Betriebsarten des Zweikanalverstärkers sind frei wählbar, Summen- und Differenzbildung der beiden Y-Signale ist möglich. Das Triggersignal kann sowohl den Kanälen A oder B als auch dem gemeinsamen Hauptverstärker entnommen werden. Deshalb können zwei Signale mit unterschiedlicher Frequenz dargestellt werden. Das Triggersignal wird wahlweise kapazitiv, gleichspannungsgekoppelt oder über ein eingebautes Amplitudensieb zugeführt.

Der Branchenspezialist

Jahrbuch 78 der Unterhaltungselektronik

Über 320 Seiten mit zahlreichen Tabellen, vielen technischen Daten und aktuellen Fachaufsätzen. Taschenbuchformat, flexibler Kunststoffeinband, DM 8,80 (incl. MWSt., zuzüglich Versandkosten). Staffelpreis ab 50 Exemplare.

Das „Jahrbuch der Unterhaltungselektronik“ ist primär ein aktuelles Hand- und Nachschlagewerk für die tägliche Praxis. Techniker und Ingenieure der Elektronik, ob im Entwicklungslabor, im Prüffeld oder in der Service-Werkstatt, können sich hier auf ein Taschenbuch verlassen, mit Tabellen und Übersichtsberichten, in denen der Stand der Technik auf den wichtigsten Gebieten dokumentiert wird.

Das Jahrbuch ist in folgende Kapitel gegliedert:

- **Übersichtsberichte zu höchst aktuellen Themen:** Auswirkung von Mikroprozessoren auf die Konsumelektronik am Beispiel der Farbfernsehtechnik. Moderne Kondensatoren, ihre Materialien und Eigenschaften; statische Kondensatoren, Keramik-Kondensatoren, Tantal-Elektrolyt-Kondensatoren und Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren, d. h. alle wichtigen Festkondensatoren, die in Geräten der Unterhaltungselektronik vorkommen. Tabellen mit Materialdaten und Kurvenblättern über das Verhalten der Kondensatoren.
- **Wichtige Zusammenstellungen:** „Wo ist was genormt?“ Eine alphabetische, nach Stichworten geordnete Zusammenstellung aller für die Unterhaltungselektronik wichtigen DIN-Normen. Im „Who is who“ in der Unterhaltungselektronik sind vor allem die leitenden technischen und kaufmännischen Persönlichkeiten, die nach außen wirken aufgeführt, soweit sie der Redaktion für diese Aufgabe mitgeteilt wurden.
- **Tabellen:** Wichtige Daten für Materialien der Elektronik. Größen und Einheiten; SI-Einheiten. Umrechnungsfaktoren in der Technik anzutreffender nationaler Einheiten. Verwandlung angelsächsischer Einheiten in kontinentaleuropäische.

In jeder Buchhandlung erhältlich!

Hüthig & Pflaum

Verlag GmbH & Co.,
Fachliteratur KG,
Wilckensstr. 3/5, 6900 Heidelberg 1,
Lazarettstr. 4, 8000 München 19

Tonabnehmersysteme

Shure-System mit Stoßdämpfer

Es gibt kaum einen Bereich der Elektroakustik, der von subtiler Forschungsarbeit und Verbesserungen im Detail so in Bewegung gehalten wird, wie jener der Schallplattenabstastung. Immer wieder neue Tonabnehmersysteme werden schon als unvermeidlich akzeptiert, und längst „durchkonstruierte“ Wandlerprinzipien, wie magnetodynamische Systeme, erweisen sich als noch immer nicht fertig. Dem Beobachter mag es dabei als ein anerkanntes Geschäftsgeheimnis der Hersteller vorkommen, Mängel bisheriger Spitzenprodukte erst dann voll anzuerkennen, wenn ein neues Modell sie als überwunden anzusprechen erlaubt. Wenn dann der Prüfer nicht umhin kann, eine hörbare Steigerung der Wiedergabequalität festzustellen, mag der Beifall erlaubt sein.

Bisherige Schwächen

Wir alle kennen die Abstufungen des Tonabnehmersystems V 15 von Shure mit seinen Typen I, II und III. Bei einem technischen Seminar in London wurde jetzt der Anbruch der „Ära IV“ demonstriert, eine anspruchsvolle Zäsur, die eine Rechtfertigung verdient. Die bisher immer noch feststellbaren Schwächen der Schallplattenabstastung mit einer in einer Rille geführten Nadel, besonders auffallend vor allem durch die außerordentlichen Verfeinerungen der gesamten Wiedergabeapparatur, liegen in dem durchaus nicht trägeheitslosen Wandlerverfahren begründet, der mehr oder weniger vollkommenen Fähigkeit der Abstastnadel, auch bei minimaler Auflagekraft einen einwandfreien Kontakt zu den beiden Rillenflanken der Aufzeichnung zu halten. Im englischen steht dafür die handliche Kurzformulierung der „Trackability“. Sie gewinnt gerade dort an Bedeutung, wo die Schallplattentechnik ihre besonderen Erfolge verzeichnen kann, bei der unverzerrten Wiedergabe über den gesamten Frequenzbereich, ungeachtet selbst stärkster Modulationsgrade in den dynamischen Spitzen. Und dies angesichts offenbar unvermeidlicher Mängel der oft unebenen Plattenoberfläche mit ihrem ärgerlichen Höhengschlag, der statischen Aufladungen und

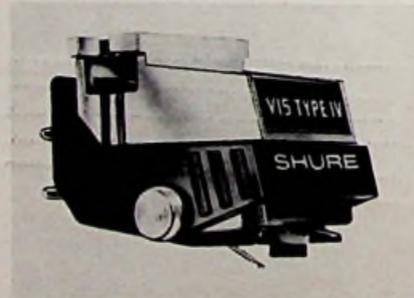
der Staubablagerungen in der Rille samt der Fusselbildung um die Abstastspitze.

Verbesserte Abstastfähigkeit

Beim neuen Tonabnehmersystem V 15 IV wurde die Trackability mit einer Reihe von Maßnahmen entscheidend verbessert, vor allem auch in den kritischen mittleren und höheren Frequenzbereichen. Dazu wurde die effektive Masse des bewegten Systems weiter vermindert, mit einem teleskopartigen Aufbau des Nadelträgerschaftes und einem, dank höherwertigem Material in der Masse kleinerem und dennoch stärkerem Magneten, der in einem Dämpfungskörper besonderer Viskosität gehalten ist. Außerdem wurde der Nadelschliff an der Spitze des Diamanten hyperelliptisch geformt, wodurch sich die Kontaktflächen mit den Rillenflanken vergrößern. Gegenüber einer elliptisch biradialen Spitze vermindern sich damit die Abstastverzerrungen um 25 Prozent.

Neu: Dynamischer Stabilisator

Als bisher nicht anzutreffendes Konstruktionselement erscheint ein dynamischer Stabilisator, der gewissermaßen wie ein Stoßdämpfer die senkrechten Systembewegungen bremst. Seine Funktion geht von der Tatsache aus, daß jede Unebenheit der Plattenoberfläche, also auch der Plattenschlag, als dynamische Unwucht einen senkrechten Bewegungsantrieb des Tonabnehmers zur Folge hat. Das bedeutet Ab-



standsänderungen zwischen Schallplatte und Pickup, die zu Schleuderbewegungen und Ausgleiten der Nadel aus der Rille oder zu Berührungen zwischen Systemkörper und Plattenoberfläche führen können. In jedem Fall erzeugen sie eine rhythmische Änderung der Auflagekraft und des vertikalen Abspielwinkels. Die Folge ist zumindest eine Modulation des Signals mit einer zwischen 0,5 und 8 Hz liegenden Frequenz, Rumpelgeräusch bei der Wiedergabe und sogar eine mögliche Spitzenspannung im Signal, die Verstärker bzw. Lautsprecher überlasten

kann. Stimmt die Frequenz der Unebenheiten mit einer Eigenresonanz im Tonabnehmer oder Tonarm überein, muß dies zu erheblichen Verzerrungen im Signal führen. Als Stabilisator dient eine um eine waagrechte Achse pendelnde Abstützung des Pickup, die mit einer relativ breiten Bürste vor der Diamantspitze die Rille federnd berührt. Sie ist mit ihren Armen in zwei zu beiden Seiten des Tonabnehmers sichtbaren Buchsen mit einer Viscosedämpfung gehalten. Damit werden Abstandsschwankungen zumindest erheblich vermindert bzw. ausgeglichener. Zusammen mit dem neuen Nadelträger verlagert diese Vorrichtung die Eigenresonanz des gesamten Abstastsystems nach oben in den unhörbaren Bereich. Statische Aufladungen mit ihren Spannungsspitzen bis über 5000 V verursachen nicht nur Knistergeräusche, sie können auch Verstärker und Lautsprecher gefährden. Was vielfach aber nicht beachtet wird, sind die elektrostatischen Anziehungskräfte zwischen Schallplatte und Pickup mit relativ breiter Flächenwirkung. Sie fallen gegenüber der erwünschten minimalen Auflagekraft erheblich ins Gewicht und verursachen wiederum Abstandsschwankungen mit den oben bereits genannten Folgen.

Die Feinheit der Bürstenfasern mit einem Durchmesser von 7,6 µm garantiert, daß sie immer bis auf den Rillengrund reichen und für eine Beseitigung von Staub- und Fusselablagerungen sorgen. Der dynamische Stabilisator hat auch noch die Aufgabe, den Diamanten während der Nichtbenutzung vor Beschädigungen zu schützen. Selbst wenn beim Aufsetzen des Tonarmes und hochgeklapptem Nadelerschutz die Spitze aus Unachtsamkeit auf die Platte fallen sollte, fängt die Bürste mit ihrer dampfenden Halterung den Aufprall ab, so daß weder sie noch die Platte beschädigt werden können.

Weitere Eigenschaften

Mit all diesen Verbesserungen erhält das System Shure V 15 Typ IV hervorragende Daten. Die Wiedergabe ist sauber, brillant und durchsichtig. Sie überzeugt mit einem seidigen, musikalisch vollen Klang. Die Vorzüge kommen in ihrer Gesamtheit selbstverständlich dann zur Geltung, wenn ein für die niedrige Auflagekraft geeigneter Tonarm hoher Qualität verwendet wird. Bei dessen Einstellung auf die Auflagekraft sollten zu den 0,0075...0,0125 N noch weitere 0,005 N zur Überwindung der Dämpfungseigenschaft des dynamischen Stabilisators hinzugefügt werden.

Gegen einen beiliegenden Gutschein erhält der Käufer die Testplatte „ERA IV“, die mit ausgewählten kritischen musikalischen Klängen und fünfmal abgestuften Pegeln die Demonstration der Bedeutung der Trackability ermöglicht. Ernst Pfau

Elektroakustik

Die Problematik der Beschallungstechnik

Teil 1: Die Bedingungen für Beschallungsanlagen

Dipl.-Ing. E. Behnke, Wolfenbüttel

Die mangelhafte Übertragungsqualität vieler Ela-Anlagen auf Bahnhöfen und Flughäfen zeigt, daß die Beschallungstechnik mancherlei Probleme mit sich bringt, die nur mit einer gründlichen Kenntnis der Grundlagen gelöst werden können. Welchen Bedingungen eine Beschallungsanlage genügen muß, damit eine gute Übertragungsqualität erreicht wird, schildert diese vierteilige Beitragsfolge.

Die Aufgabe der Beschallungstechnik

Mit einer Beschallungsanlage soll ein Zuhörerkreis erfaßt werden, der so groß ist, daß ein Redner, ein Schauspieler oder auch ein ganzes Orchester ohne technische Hilfsmittel nicht oder nur ungenügend zur Geltung kommen kann. Im Englischen wird eine solche Anlage mit „public address system“ treffend charakterisiert.

Die Vergrößerung des Wirkungsbereiches einer natürlichen Schallquelle ist nicht nur ein Energieproblem, sondern es ist eine große Anzahl von Nebenbedingungen zu beachten, die ebenso vielgestaltig sind wie die anzusprechende Öffentlichkeit selbst. So entstanden an eine elektroakustische Übertragungsanlage Anforderungen, die sich mit dem Begriff „Beschallungstechnik“ zusammenfassen lassen. Diese Technik befaßt sich überwiegend mit dem Lautsprecher, und zwar in erster Linie mit der Art seiner Schallabstrahlung und seiner Anordnung im Raum oder auf einer Freifläche. Die dabei auftretenden technischen Probleme sind weitaus schwieriger zu lösen als bei den übrigen Elementen einer Übertragungsanlage.

Dipl.-Ing. Eckhardt Behnke ist Vertriebsleiter für Beschallungstechnik im Fachbereich „Elektroakustik“ der AEG-Telefunken in Wolfenbüttel.

Das Mikrofon als erstes Glied der Übertragungskette wandelt den Schall in elektrische Energie um. Dabei spielen selbstverständlich die Art des Besprechens und die akustischen Verhältnisse am Aufnahmeort eine Rolle, aber die Energie in elektrischer Form läßt sich durch Entzerrer, Frequenzpässe, Dynamikbegrenzer, Regler usw. in ihrer Struktur leicht ändern. Sind mehrere Mikrofone eingesetzt, kann man sie beliebig mischen und verstärken. Durch künstlich erzeugten Nachhall kann das Klangbild stark verändert werden. Schließlich wird die elektrische Energie dem Lautsprecher als letztem Glied der Übertragungskette zugeführt. Bei der Umwandlung in Schallenergie treten Veränderungen im Klangbild ein, die zu beherrschen nicht einfach sind.

Die Probleme, die bei der Schallabstrahlung und bei der Lautsprecheranordnung auftreten, stellen das eigentliche Aufgabengebiet der Beschallungstechnik dar.

Die Reichweite der menschlichen Stimme

Man kann voraussetzen, daß die Kraft der menschlichen Stimme und damit ihre Reichweite im Laufe der Jahrhunderte unverändert geblieben ist. Im Altertum gab es noch keine Elektroakustik, und so wurde in den Amphitheatern die Vergrößerung des Wirkungsbereiches der menschlichen Stimme rein bauakustisch durch räumliche Anordnung reflektierender Flächen gelöst. Bei aller Hochachtung vor der Baukunst die-

ser Zeitepoche wird man nicht das erreicht haben, was man heute von einer Beschallungsanlage als Selbstverständlichkeit verlangt: Trotz Störpegel muß eine absolute Sprachverständlichkeit auf allen Plätzen erreicht werden.

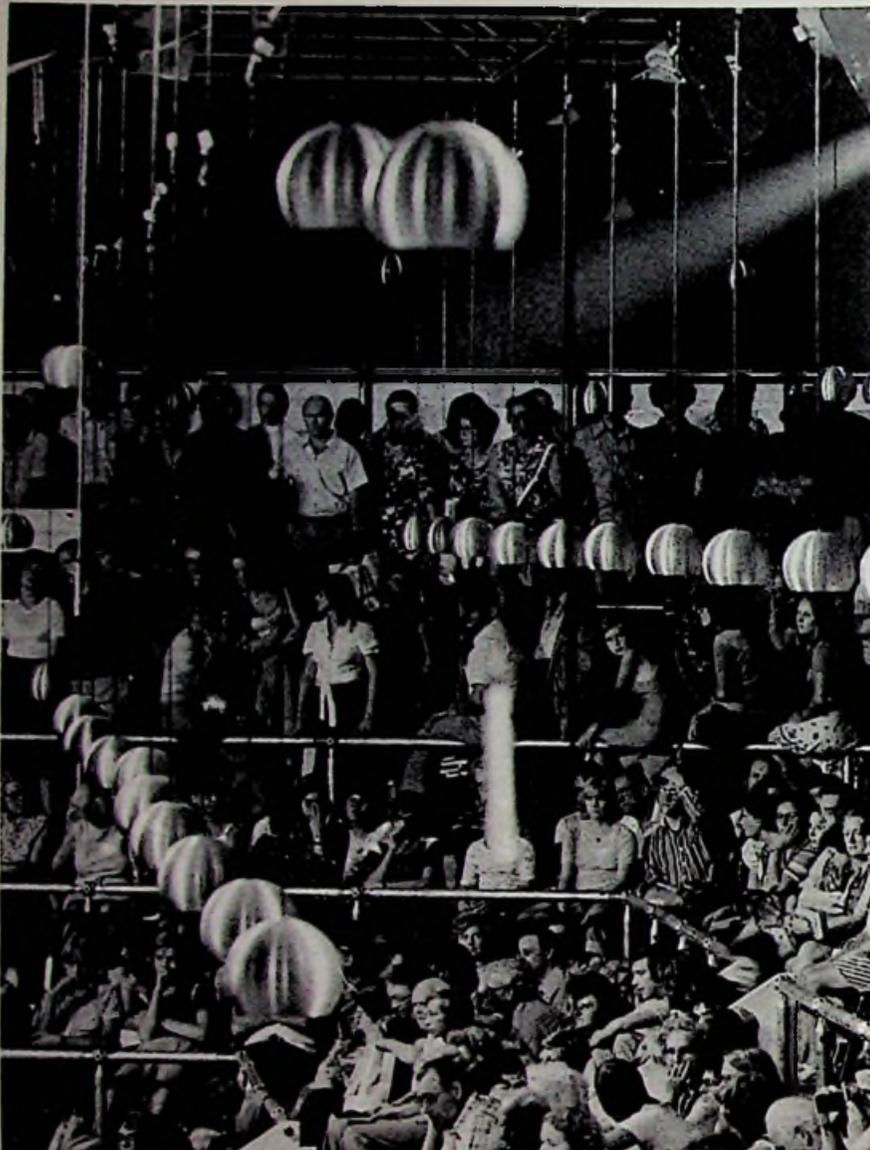
Die Wirkung schallreflektierender Flächen wird auch heute noch ausgenutzt, beispielsweise in Theatern, in großen Konzertsälen und in Kirchen (Schalldeckel über der Kanzel). Im Freien ist es der muschelförmige Musikpavillon, der die rückwärtigen und seitlichen Schallanteile in die Richtung nach vorn lenkt. Die gleiche Wirkung hat das Megaphon, ein direkt an den Mund zu haltender Schalltrichter, mit dem die Reichweite der menschlichen Stimme etwa verdreifacht wird.

Die akustische Sprechleistung der Menschen ist individuell verschieden und kann durch Ausbildung und Übung beträchtlich gesteigert werden (Opernsänger, Schauspieler, Geistliche). Sie beträgt für Sprechen mit normaler Lautstärke etwa 0,3 mW und erreicht bei lauter Stimme Werte von etwa 30 mW. Welche Reichweite ergibt sich nun daraus für eine Durchschnittsstimme ohne Berücksichtigung der Vergrößerung durch schallreflektierende Flächen?

Diese Frage zu beantworten, ist nicht einfach. Sie kennzeichnet die Probleme der Beschallungstechnik, denn was für die menschliche Stimme gilt, hat auch für den Lautsprecher einer Beschallungsanlage Gültigkeit.

Die Nebenbedingungen und ihr Einfluß

In einem Raum ist die Reichweite der menschlichen Stimme abhängig vom Raumvolumen und von der Raumhälligkeit. Spricht man mit erhobener Stimme, so reicht die menschliche Sprechleistung für akustisch gute Räume mit einem Volumen bis zu etwa 5000 m³. Ist der Raum sehr hällig, dann vergrößert sich die Reichweite beträchtlich, da der Nachhall lautstärkefördernd ist. Es gibt hällige Kirchen mit einem Volumen von 15000 m³, für die die menschliche Sprechleistung ausreicht, aber es fehlt dann meist eine ausreichende Sprachverständlichkeit. Spricht man zum Beispiel im Dom zu Mainz (rd. 45000 m³) ohne elektroakustische Beschallungsanlage am Altar im Westchor, so hört man zwar im Ostchor, daß gesprochen wird, aber man versteht nichts mehr. Etwa ab 20 m Entfernung vom Sprechenden beginnt die Verständlichkeit der Sprache ungenügend zu werden.



Dezentrale Beschallung mit abgehängten Kugellautsprechern (Telefunken L 831)

Aber nicht nur Raumgröße und Nachhall sind zu beachten, sondern auch der Störpegel. Die Reichweite der menschlichen Stimme kann trotz großer Raumhalligkeit auf 50 cm sinken, wenn – wie zum Beispiel in der Maschinenhalle eines Kraftwerkes – der Störpegel über 100 dB beträgt.

Wie sind nun die Verhältnisse im Freien? Bei lauter Stimme (Ruflautstärke) wird die Reichweite der menschlichen Stimme kaum 100 m überschreiten. Herrscht starker Störpegel, z.B. Straßelärm, dann sinkt die Reichweite unter Umständen auf weniger als 10 m. Gemeint ist hier eine ausreichende Sprachverständlichkeit und nicht das Kriterium: Es schreit jemand! Als Gegensatz hierzu sollen sich laut Reiseberichten Forscher in der Arktis über 1–2 km Entfernung unterhalten haben.

Das ist physikalisch gesehen keine Utopie, sondern erklärbar, wenn man „Unterhaltung“ durch den Begriff „Verständigung“ ersetzt. Einen Störpegel gibt es in der Arktis nicht, und es gilt das quadratische Gesetz der Schallausbreitung, da über der eintönigen Eisfläche homogene Temperaturverhältnisse – und damit gleichbleibende Schallgeschwindigkeiten – angenommen werden können. Es können keine Interferenzen auftreten wie bei einem Menschen, der auf der oberen Plattform des Eiffelturmes in Paris steht und nach unten ruft. Nur 300 m ist die Entfernung bis zum Erdboden, aber sie besteht aus Luftschichten sehr unterschiedlicher Temperaturen, und damit ergeben sich verschiedene Schallgeschwindigkeiten. Durch Interferenzen schrumpft die Reichweite der Stimme sehr stark.

Wäre das nicht der Fall, dann könnten sich Menschen mit der Kraft ihrer Stimme von der Spitze des Eiffelturmes aus mit Menschen auf dem Erdboden verständigen, was sich rechnerisch leicht beweisen läßt.

Vielleicht fragen sich einige Leser: Was hat dies alles mit der Beschallungstechnik zu tun? Antwort des Verfassers: Nicht nur viel, sondern es ist überhaupt die Voraussetzung für diese Technik. Der Schall unterliegt bestimmten Gesetzen, diese gelten für den Lautsprecher der Beschallungsanlage ebenso wie für die menschliche Stimme. Die akustische Leistung des Menschen ist begrenzt, die des Lautsprechers theoretisch nicht. Hinzu kommt, daß bei einer elektroakustischen Anlage unter Umständen viele, örtlich voneinander getrennt montierte Lautsprecher in Betrieb sind. Doppelhören und akustische Rückkopplung sind in der Beschallungstechnik zusätzliche Schwierigkeiten, die es bei der menschlichen Stimme als alleinige Schallquelle nicht gibt.

Doppelhören tritt auf, wenn die Laufwegdifferenz des Schalls von verschiedenen Schallquellen (Original und Lautsprecher oder zwei Lautsprecher) größer als 17 m und die Pegeldifferenz kleiner als 6 dB ist. Diese beschallungstechnische Schwierigkeit kennzeichnet der Seufzer eines Planungsingenieurs: „Hätte man bei der Erschaffung der Welt schon gewußt, welche großen Räume wir einmal beschallen sollen, dann hätte der Schöpfer die Schallgeschwindigkeit um den Faktor 10 höher festgelegt.“

Das Doppelhören läßt sich durch geeignete Lautsprecheranbringensorte abstellen. Treten störende Laufzeitdifferenzen durch unveränderbare Lautsprecheranordnungen auf, können diese auch häufig mit einem Laufzeitgerät behoben werden.

Anders verhält es sich mit der akustischen Rückkopplung. Mikrofon und Lautsprecher in einem Raum bedeutet eine erhöhte Koppungsgefahr. Das Aufheulen einer Übertragungsanlage ist keine Seltenheit, es wird als technisch bedingtes Übel mehr oder weniger hingenommen. Genau betrachtet ist es jedoch eine Frage der richtigen Bedienung einer Anlage. Um der Gefahr der akustischen Rückkopplung zu begegnen, dezentralisiert man die Lautsprecher. Das heißt, man verwendet eine größere Anzahl von Lautsprechern, von denen jeder eine möglichst kleine Grundfläche des Raumes zu beschallen hat. Ein wesentlicher Nachteil der dezentralen Beschallung ist, daß damit keinerlei Übereinstimmung zwischen optischer und akustischer Achse erreichbar ist. Den Redner sieht man in Blickrichtung vorn und seine Stimme hört man von oben, aus seitlicher oder gar aus rückwärtiger Richtung. Vor allem in letzterem Falle ist durch die fehlenden hohen Frequenzen der Klangeindruck der Sprache ein ganz anderer. Diese Verfälschung der menschlichen Stimme kommt in der Redewendung zum Ausdruck: „Von hinten klingt auch Caruso schlecht.“

Auch der relativ hohe Montageaufwand für eine dezentrale Beschallung ist ein Grund dafür, daß die zentrale Anordnung der Lautsprecher vorgezogen wird. Das Für und Wider der beiden Beschallungstechniken (viele kleine oder wenige große Lautsprecher) offenbart sich treffend in folgendem Ratsschlag: Dezentralisieren soll man so wenig wie möglich, aber auch so viel wie nötig! Glücklicherweise gibt es viele Architekten, die die Meinung vertreten, ein Lautsprecher im Raum sei ebenso selbstverständlich wie z. B. ein Beleuchtungskörper. Sie lassen den Lautsprecher nicht verschwinden, sondern, mit einer entsprechenden Verkleidung versehen, als technischen Einrichtungsgegenstand in Erscheinung treten.

Für zentrale Beschallungsanlagen finden ausschließlich Tonstrahler oder Druckkammerlautsprecher Verwendung. Die gebündelte und damit gerichtete Schallabstrahlung dieser Lautsprecher bewirkt, daß nahezu die gesamte Schallenergie auf den Zuhörerbereich gegeben wird. Nur wenige Anteile treffen auf die Raumbegrenzungsflächen. Dadurch lassen sich störende Reflexionen und Echos weitgehend vermeiden. Man sagt, die Strahlergruppen setzen die Nachhallzeit eines Raumes scheinbar herab.

Die Übereinstimmung der optischen und akustischen Richtung, die große Rückkopplungsfreiheit durch die gerichtete Schallabstrahlung und der Wegfall eines weiterzweigigen Lautsprecherkabelnetzes sind die wesentlichen Vorteile einer zentralen Beschallung. Tausende von Räumen sind inzwischen mit Beschallungsanlagen nach dem Tonstrahlerprinzip ausgerüstet worden, mit dem bisher praktisch jedes Raumbeschallungsproblem gelöst werden konnte. Die Wirkungsweise eines Tonstrahlers (Strahlergruppentechnik) wird im zweiten Teil dieser Beitragsreihe beschrieben.

(Wird fortgesetzt)

Trockenbatterien

Lithium-Festkörperbatterie schon bald ein Massenartikel

Eugen Hintsches, München

Ein neuartiger Hochleistungs-Speicher für elektrische Energie wird wahrscheinlich schon in wenigen Jahren zum Massenartikel: Die Festkörperbatterie. Sie soll bei gleichem Gewicht etwa siebenmal mehr Energie speichern als herkömmliche Blei-Akkumulatoren und bis zu zehn Jahre lang leben, ohne ihre Leistungsfähigkeit einzubüßen. Das Max-Planck-Institut für Festkörperforschung arbeitet an einer Substanz, die sich für solche, nach dem Prinzip der Ionenleitung funktionierenden Festkörperbatterien besonders gut eignet: Lithiumnitrid.

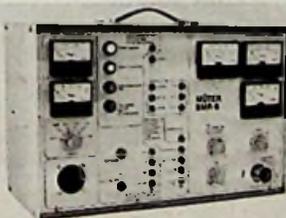
Jahrelang suchten Wissenschaftler vergeblich nach einer exakten Erklärung, weshalb manches feuerfeste Keramikgeschirr aus durchsichtigen Glaskeramiksorten den Temperaturschock zwischen glühendheißer Herdplatte und eiskaltem Wasser unbeschadet übersteht. Bei den Arbeiten, die er an der Technischen Hochschule in Zürich begann und am Max-Planck-Institut für Festkörperforschung in Stuttgart fortsetzte, kam Prof. Heinz Schulz schließlich den Ursachen doch auf die Spur. Ein Hauptbestandteil des feuerfesten Materials verhält

sich nämlich besonders merkwürdig: Das bis zu 90 Prozent in solchen Glaskeramiksorten enthaltene Beta-Eukryptit zieht sich bei Temperaturen von minus 120 bis plus 1300 Grad Celsius zusammen, statt sich – wie andere Werkstoffe – bei Hitze auszudehnen. Der atomare Aufbau dieses seltsamen Stoffes – chemisch gesehen ein Lithium-Aluminium-Silikat (LiAlSiO_4) – mit Hilfe von Röntgenstrahlen untersucht, lieferte erste Anhaltspunkte: Atomare kleine Kanäle durchqueren das quarzähnliche Material. Sie enthalten Lithium.

Sprünge in größere Lücken

Wird dem Beta-Eukryptit Wärme zugeführt, beginnen in diesen Kanälen die Lithium-

MÜTER BMR 6 MÜTER BMR 7 MÜTER CSG 1



BMR 6 (47x29x23 cm/15 kg) Meßplatz und Regenerierautomat für alle Bild- u. Kameraröhren (S/W und Color) mit Schlußautomatik und Kathodenlupe, Bildtest ohne Ablenkeinheit (DBPa.)

Preis DM 1794,- + MWST.

Im Preis enthalten sind stets Adapter für 350 Bildröhrentypen, auch IN-LINE. Weitere Adapter für alle Bild- und Kameraröhren sind lieferbar.

NEU! 100 % Kathodenschutz durch neue Technik. **REGOTAKT**, **REGOMATIK** und **REGOCLOCK** steuern die Regenerier-Impulsgruppen in Abhängigkeit von der vorhandenen Kathoden-Barium-Masse. **ISOMATIK** besorgt Schlüsse G-1-K (Fostbrönnen ist nicht mehr möglich).

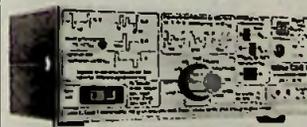
Hergestellt mit der längsten Erfahrung in der Regeneriertechnik.



BMR 7 (23x14x18 cm/4,5 kg) Bildröhren-Meß-Regenerator für alle Bild- und Kameraröhren (S/W und Color) mit Schlußautomatik; regeneriert problemlos und schnell; Adapterfach an der Rückwand;

Preis DM 490,- + MWST.

CSG 1 (5,5x14,5x19,5 cm/1,35 kg) Farbbalkensender mit 9 Testbildern.



50 % Zeitgewinn; schnelle Fehlersuche mit dem **CSG 1**, da eindeutiger Signalaufbau. Alle Impulsformen sind an der Front des **CSG 1** abgebildet.

Preis mit Abschwächer DM 790,- + MWST.

Lieferung vom Hersteller oder durch den Großhandel

Ulrich Müter, Kriedillweg 38,
4353 Oer-Erkenschwick, Tel. (02368) 2053

Atome zu wandern. Sie verlassen ihren Platz, an dem sie von vier Sauerstoff-Atomen umgeben sind, und springen in Lücken, die von sechs Sauerstoffatomen gebildet werden und wesentlich größer sind. Solche Freiplätze im Kristallgitter werden von den Wissenschaftlern „Fehlstellen“ genannt. Sobald sich das Lithium-Atom dort niedergelassen hat, zieht es diesen Raum zusammen – freilich nur für kurze Zeit. „Dann springt es wieder in eine Viererlücke und von dort aus weiter in eine Sechserposition“, erklärt Prof. Schulz. „Dieses Zusammenziehen des Volumens durch die in den Sechserlücken sitzenden Lithium-Atome erzeugt jedoch, über alles gemittelt, eine Kontraktion des Eukryptit-Kristalls, und zwar umso mehr, je höher die Temperatur ist und je mehr Lithium-Atome in diesen Fehlstellen verweilen.“ Das Material schrumpft also beim Erwärmen zusammen.

Mit Vergleichsuntersuchungen festigte Prof. Schulz seine Theorie: Er benutzte Beta-Eukryptit, in dem die Lithium-Atome gegen größere Magnesium-Atome ausgetauscht waren. Und tatsächlich: In dem so veränderten Werkstoff saßen die dickeren Magnesium-Atome in den größeren Lücken und blieben dort festgeklemmt. Die Wanderung zu den anderen Fehlstellen fand also nicht statt, bei Wärmezufuhr dehnte sich das Material jetzt aus. Geschirr aus solchem Werkstoff würde bei raschem Temperaturwechsel zerspringen.

Thermische Ausdehnung Null

Obwohl man die Eigenschaften zunächst zwar gemessen, aber noch keinesfalls vollständig verstanden hatte, wurden sie bereits in der Glastechnik genutzt. Wenn man also diese Effekte in einer Glaskeramik geschickt koppelt, erhält man ein Material mit der thermischen Ausdehnung Null. Nach diesem Prinzip entstanden zum Beispiel auch die Träger für die Spiegel von 1,2, 2,2 und 3,5 Meter Durchmesser der neuen Teleskope, die für das Max-Planck-Institut für Astronomie in Spanien auf dem Berg Calar Alto gebaut wurden oder zur Zeit noch entstehen: Weil sich dieser Glaskeramik-Werkstoff selbst bei einseitiger Erwärmung oder Abkühlung nicht verändert und somit auch die Spiegel nicht verzerrt, erwarten die Astronomen besonders scharfe Bilder vom Sternhimmel.

Erst in den letzten Wochen lieferten Untersuchungen mit Neutronen aus Kernreaktoren in den Forschungszentren Karlsruhe und Jülich den endgültigen Beweis: Die von Prof. Schulz entwickelten Modelle über die dynamischen Vorgängen im Beta-Eukryptit stimmen mit der Wirklichkeit überein. Auch hierfür wurden am Stuttgarter Max-Planck-Institut gezüchtete Beta-Eukryptit-Kristalle benutzt.

Damit stand fest: Die Lithium-Atome im Beta-Eukryptit müssen beweglich sein. Weil sie elektrisch geladen, also Ionen sind, werden in dem Werkstoff bei angelegter Span-

nung – wie in einer Batterie – elektrische Ladungen hin- und hergeschoben, also Strom transportiert.

Komplizierte Dynamik

Solche Ionenleiter wurden bereits vor der Jahrhundertwende entdeckt. Manche erreichen sogar die elektrische Leitfähigkeit von flüssigen Elektrolyten, wie beispielsweise die der Schwefelsäure in Autobatterien. Das ist bei einem der bekanntesten Ionenleiter, dem Silberjodid, der Fall. Bei ihm schlängeln sich Silberionen ungeordnet durch ein Jod-Kristallgitter. Anders im Beta-Eukryptit: Hier wandern die Lithium-Ionen ausschließlich in den winzigen Kanälen im Material entlang, es gibt also nur Vorwärts- oder Rückwärts-Bewegungen: „Beta-Eukryptit ist der einzige eindimensionale Ionenleiter, der bisher bekannt wurde“, sagen die Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Festkörperforschung. „Weil er so einfach gebaut ist, kann man damit die Grundlagen der komplizierten Dynamik der Ionenwanderung besonders gut untersuchen und ein besseres Verständnis für die elektrischen Transportvorgänge in Festkörpern gewinnen.“

Seit Sommer 1975 arbeiten Wissenschaftler des Stuttgarter Max-Planck-Instituts intensiv an Ionenleitern. Dabei entstanden einige bemerkenswerte praxisnahe Ergebnisse. Prof. Albrecht Rabenau ist es in einigen Fällen gelungen, teure, herkömmliche Ionenleiter durch billigere Substanzen zu ersetzen, so zum Beispiel Silber- durch Kupferverbindungen.

Wichtige Beiträge bei der systematischen Untersuchung der elektrischen Transportmechanismen in Ionenleitern leisteten auch die Theoretiker des Instituts. Während einer Diskussion über die Arbeiten aus diesem Themenkreis berichteten sie über die große Verformbarkeit der Elektronenhülle des zweifach negativ geladenen Sauerstoff-Ions (O^{2-}) und ihre Auswirkung auf die elektronischen und gitterdynamischen Eigenschaften mancher Kristalle. Dabei kam Prof. Rabenau die Idee, daß sich die Elektronenhülle eines dreifach negativ geladenen Stickstoff-Atoms (N^{3-}) noch stärker verformen lassen müßte – allerdings war ein solches Stickstoff-Ion bisher noch nie nachgewiesen worden. In dieser Situation erinnerte sich Prof. Rabenau an eine Substanz, mit der er Anfang der fünfziger Jahre als Doktorand bei der Darstellung neuer Nitride für kurze Zeit gearbeitet hat: Lithiumnitrid (Li_3N). An diesen Stoff traute sich bisher allerdings kaum jemand heran. Er ist als feinkörniges Pulver luftempfindlich und selbstentzündlich. Für die Spezialisten des Max-Planck-Instituts für Festkörperforschung war es jedoch kein Problem, diese Substanz zu entschärfen.

Geduld und Fingerspitzengefühl

Eine weitere wichtige Voraussetzung für die Untersuchung der Substanz schufen die Kri-

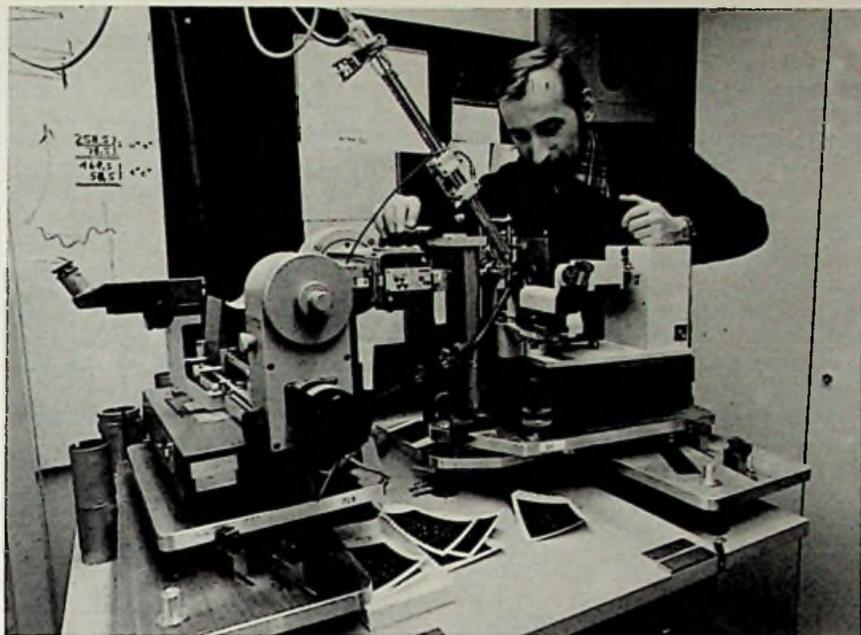
An einem Strukturmodell diskutieren im Stuttgarter Max-Planck-Institut für Festkörperforschung (von links) Prof. Albrecht Rabenau, Prof. Heinz Schulz und Dr. Ulrich von Alpen. Das Experten-Team erforscht die Grundlagen für neue Festkörperionenleiter. Festkörperbatterien werden wahrscheinlich schon in wenigen Jahren alltägliche Konsumartikel sein. (Foto: MPG-Pressebild/Blachian)



stallzüchter des Instituts. In einer selbstgebastelten, nach dem Czochralski-Verfahren arbeitenden Anlage, synthetisierte Dr. Erich Schönherr erstmals große Einkristalle aus Lithiumnitrid. Dazu gehören viel Fingerspitzengefühl und vor allem Geduld: Die rubinrot leuchtenden Lithiumnitrid-Kristalle wachsen pro Stunde nur etwa fünf Millimeter. Im Stuttgarter Max-Planck-Institut wurden Exemplare von bis zu fünf Zentimetern Länge und drei Zentimetern Durchmesser gezüchtet – erst solche nahezu ideal und frei von Fremdstoffen aufgebauten Einkristalle eignen sich für die physikalischen Messungen, mit denen die Grundlagenforscher die Eigenschaften des nun nicht mehr entzündlichen Lithiumnitrids bestimmen können. Als die Wissenschaftler die Struktur der Lithiumnitrid-Kristalle mit Hilfe von Röntgenstrahlen untersuchten, erlebten sie eine erste Überraschung: Zum ersten Mal wiesen sie ein dreifach negativ geladenes Stickstoff-Atom nach.

Billiges Ausgangsmaterial

Gewitzt durch frühere Rückschläge beim Messen der elektrischen Leitfähigkeit von Ionenleitern, hängte Dr. Ulrich von Alpen auch das Lithiumnitrid an die Apparatur – und traute seinen Augen kaum. Das Lithiumnitrid erwies sich als einer der wirkungsvollsten Ionenleiter. Er funktioniert auch noch bei Zimmertemperatur so gut, daß er derzeit als bester Kandidat für eine leistungsfähige Festkörperbatterie gilt. Das Material für die Herstellung solcher Energiespeicher ist billig. Dr. von Alpen: „Damit ist die Massenproduktion der ersten Hochleistungsbatterie, die ausschließlich aus festen Stoffen besteht und somit nicht auslaufen kann, in greifbare Nähe gerückt.“ Bei den bisher als „Trockenbatterien“ bezeichneten Geräten ist lediglich der Elektrolyt zu einer festen Paste eingedickt. Die Funktion der Schwefelsäure im Bleiakkumulator übernimmt in der Lithium-Batterie das Lithiumnitrid. „Lithium ist das leichteste



Arbeit an der Röntgenkamera: Karl-Heinz Thiemann untersucht damit die Anordnung der Atome in Kristallen. Bei der Analyse des Lithiumnitrids gelang den Wissenschaftlern des Stuttgarter Max-Planck-Instituts für Festkörperforschung ein Doppelerfolg: Sie fanden in dem Lithiumnitrid nicht nur erstmals ein elektrisch dreifach negativ geladenes Stickstoff-Ion, sondern auch den bisher wirkungsvollsten Ionenleiter für leistungsfähige Lithiumfestkörper-Batterien mit etwa siebenmal größerer Kapazität als herkömmliche Blei-Akkumulatoren. (Foto: MPG-Presebild/Blachian)

Metall, das es gibt“, betont Prof. Rabenau. „Deshalb zeichnen sich solche Energiespeicher durch ihr niedriges Gewicht aus. „Inzwischen ist auch die Industrie auf die Forschungsarbeiten über das Lithiumnitrid aufmerksam geworden. In- und ausländische Firmen haben bereits Kontakte zum Max-Planck-Institut geknüpft. Vor allem für wiederaufladbare Miniaturbatterien, wie sie

in medizinischen Geräten, Uhren oder Fotoapparaten gebraucht werden, gilt das Lithiumnitrid als ein vielversprechendes Material. Die Wissenschaftler haben ausgerechnet: Sie erwarten für eine mit Lithiumnitrid arbeitende Festkörperbatterie Energiedichten von ungefähr 200 Wattstunden je Kilogramm. Herkömmliche Bleibatterien erreichen etwa 30 Wattstunden. □

Mehr als **1000** Seiten
 II. Auflage **Electronic für Alle,**
 Neues und Wissenswertes enthält das
RIM-electronic-Jahrbuch '78

Ein praktisches Informationswerk über Electronic Markt, Technik und Selbstbau. Eine gute Electronic Einkaufshilfe für jedermann. Format 16,5 x 24 cm. Mit ca. 5000 Abbildungen, Schaltpläne, Anschlußbilder, Skizzen, Tabellen. **Neu** Spezialproduktgruppen wie CB-Jedermannfunk, Kfz-Electronic, Mikroprozessorsysteme und und Einband kartoniert mit leinengeprägter Folienkaschierung.

Schutzgebühr DM 12,- • Per Nachnahme DM 15,40 • Vorkasse Inland DM 14,- • Ausland DM 15,40 • Postcheckkonto München 244822 802

RADIO-RIM GMBH MÜNCHEN
 Bayerstr. 25 (am Mbf.)
 Postfach 20 20 26
 D-8000 München 2

Elektronische Orgeln zum Selbstbau

Dr. Böhm-Orgeln sind unübertroffen vielseitig.

Sägezahn-, Rechteck- und Sinuserzeugung, 10chörig, voller Orgelklang und echte Instrumental-Klangfarben, alle modernen Spezialeffekte, Schlagzeug, BOHMAT.

Bauen Sie sich für wenig Geld Ihre Superorgel selbst!

Schon Zehntausende vor Ihnen, meist technische Laien, haben gebaut und sind begeistert!

Dr. Böhm

Gratis-Katalog anfordern!

Elektronische Orgeln und Bausätze - Postf. 21 09/14/5
 4950 Minden. Tel. 0 571/520 31

SI-Einheiten

VDE-Vorschriftenwerk wird angepaßt

Seit 1. Januar 1978 dürfen im Geschäftsverkehr nur noch die neuen Einheiten des „Système International des Unités“ (SI) verwendet werden. Es wurde deshalb notwendig, auch die VDE-Bestimmungen diesem internationalen Meßeinheitensystem anzupassen, weil sie im Geschäftsverkehr Verwendung finden.

Teilweise konnte man diesen Forderungen bereits entsprechen, insbesondere bei der Neuausgabe von DIN-Normen, die als VDE-Bestimmungen gekennzeichnet sind. Aus wirtschaftlichen Gründen war es jedoch nicht möglich, alle betroffenen VDE-Bestimmungen bis Ende 1977 auf die neuen Einheiten umzustellen.

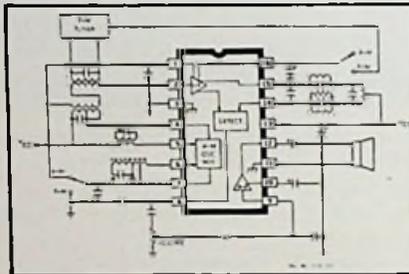
Bis zur jeweiligen Neuausgabe der VDE-Bestimmungen gelten die bisherigen Ausgaben weiter. Die darin enthaltenen alten Einheiten sind jedoch durch die neuen SI-Einheiten zu ersetzen. Fragen klärt gegebenenfalls die Geschäftsstelle der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE).

Kurzberichte über neue Bauelemente

Ein-IC-Radio

Bei Sprague ist jetzt ein IC erhältlich, das alle Funktionsbausteine eines AM/FM-Radios, ausgenommen die HF-Stufe für FM, enthält: AM-Oszillator und Mischstufe, ZF-Verstärker, AM- und FM-Gleichrichter, Automati-

Applikation des Ein-IC-Radios



sche Verstärkungsregelung und NF-Verstärker mit 500 mW Ausgangsleistung. Das ULN 2204 ist für Radios der unteren Preisklasse gedacht und erfordert nur wenige externe Bauelemente. Die Schaltung funktioniert mit einer Versorgungsspannung zwischen 2 und 12 V. Die FM-Bandbreite beträgt 550 kHz.

Schalengehäuse

Die vom Odenwälder Kunststoffwerk Dr. Herbert Schneider GmbH & Co. KG, 6967 Buchen, hergestellten Schalengehäuse lassen sich aus wenigen Ober- und Unterteilen zu vielen verschiedenen Gehäusen kombinieren. So entstehen je Gehäusegröße drei verschiedene Bauhöhen. Jede Gehäusegröße gibt es wahlweise mit beidseitig oder einseitig geschlossenen sowie mit beidseitig offenen Stirnseiten. Front- und Rückplatten der offenen Ausführungen (Aluminium, auf Wunsch transparenter Kunststoff) lassen sich zum Bearbeiten leicht herausnehmen. Trennwände und Leiterplatten können leicht horizontal oder vertikal eingebaut werden. Führungsleisten und Befestigungsbolzen sind dazu vorgesehen. 12 Ausführungen sind mit einem Batteriekasten versehen, der von außen durch einen Schiebedeckel zugänglich ist.

Berufliches Vorwärtkommen

Fünf Stufen nach oben

400 deutsche, schweizerische und österreichische Fachkräfte, die sich von ganz unten in hochbezahlte Spezialistenstellungen oder in leitende Positionen emporgearbeitet hatten, wurden gefragt, nach welchem System ein solches berufliches Vorwärtkommen möglich wäre. Die Analyse der Erfahrungsberichte über ihren Aufstieg ergibt folgende Übereinstimmungen:

1. Das wichtigste ist Berufsinteresse, Arbeitsfreude und Einsatzbereitschaft auf allen Gebieten. Die meisten betonten in diesem Zusammenhang jedoch, daß sie diese Eigenschaften nicht von vornherein besaßen, sondern sie sich erst durch Überlegungen, Erkenntnisse, Vernunft, Einsicht und Selbstkritik mühsam errungen hätten und sie oft ihre ganze Willenskraft aufbieten mußten, um sich zu dieser positiven Berufs- und Alltags-Einstellung zu bringen. Ständige Übung mache allerdings dieses Verhalten immer leichter und schließlich zu einer Selbstverständlichkeit.
2. Man muß sich einen weitgehenden Überblick über sämtliche betrieblichen und beruflichen Aufgabengebiete ver-

schaffen und danach die Gegebenheiten und Möglichkeiten für sich selbst herauskristallisieren. Dabei gilt es zu erkennen, welche Tätigkeit am erstrebenswertesten ist und innerlich am meisten befriedigen würde. Daraus ergibt sich dann das persönliche Ziel. Die Einzelheiten und den Umfang der Wege dorthin muß man sich voll und ganz, ohne Illusionen und sehr realistisch bewußt machen.

3. Dieses Ziel darf man dann nie mehr aus den Augen lassen, auch wenn es einige Unbequemlichkeiten und Opfer verlangt. Mit Energie und Ausdauer muß man versuchen, ihm jeden Tag wenigstens ein kleines Stückchen näher zu kommen. Kneifen vor unbekanntem oder schwierigen Arbeiten gibt es nicht. Zurückschrecken und Drückebergerei mit fadenscheinigen Selbstentschuldigungen vor unangenehmen Entscheidungen oder auch gewissen Risiken darf man sich nicht durchgehen lassen. Selbstdisziplin muß sich zu einem festen Bestandteil des zweckbestimmten Wollens entwickeln: Nichts, das heute für das Ziel getan werden kann, darf mit schönen und guten Vorsätzen auf morgen verschoben werden.

4. Die Augen öffnen für alle Fähigkeiten der Mitarbeiter und Vorgesetzten, um deren Wissen und Können zu ergründen und – wo nötig – sich anzueignen. Stetes Wachsein für alle sich bietenden Chan-

cen, auch wenn sie einen kleinen oder größeren Umweg zur Erreichung des ins Auge gefaßten Zieles darstellen sollten. Wendig, beweglich und anpassungsfähig bleiben und vor eventuell notwendig werdenden Abstrichen an seinen Wünschen und Plänen nicht zurückscheuen, wenn dafür ein akzeptabler anderweitiger Ersatz geboten wird.

5. Mindestens 2 bis 3 Prozent des beruflichen Einkommens und durchschnittlich 15 bis 20 Minuten tägliche Freizeit opfern für die allgemeine fachliche Fortbildung wie auch für Spezialisierungen – und zwar durch Fachzeitschriften, Fachbücher, Schulungen, Kurse, Seminare. Niemals damit aufhören – auch dann nicht, wenn das gesteckte Ziel erreicht ist. Denn kein berufliches Ziel steht still. Jedes wandelt sich und entwickelt sich weiter. Wenn man nicht mitgeht, rutscht man unaufhaltsam dorthin zurück, woher man kam und bringt sich damit früher oder später selbst um den Lohn und die Früchte seiner Anstrengungen.

Erwähnt wurde ferner von fast allen befragten Fachkräften, daß sie über ihr rein berufliches Streben hinaus ständig darauf bedacht seien, ihr Allgemeinwissen zu erweitern, und mehr als vier Fünftel von ihnen sind außerdem bemüht, alle kollegenverärgernenden Charaktermängel abzulegen und ihre Umgangsformen zu verbessern. bpd

Dualer 5-A-Treiber

Fairchild bietet den Hybrid-Baustein SH 3011 als Leistungstreiber für Steuerungen und ähnliches an. In ein 8-poliges T0-3-Gehäuse sind zwei voneinander unabhängige Verstärker integriert. Die Eingänge der Verstärker sind TTL-kompatibel. Einen Kollektorstrom von 5 A (Spitzenstrom 8 A) und eine Kollektor-Emitterspannung von 80 V vertragen die Endtransistoren an den Ausgängen. Bei Sättigung liegen zwischen Kollektor und Emitter 0,8 bis 2,2 V je nach Höhe des Kollektorstroms an. Die Verlustleistung beträgt 15 W bei 25 °C und 8,5 W bei 75 °C Gehäusetemperatur.

Spannungsregler-IC

Eine Serie von 3-poligen, einstellbaren Reglern für negative Spannungen wurde von National Semiconductor herausgebracht. Mit den Reglern der Serie LM 137 lassen sich Spannungen von -2 V bis -37 V einstellen. Zwei externe Widerstände bestimmen die Ausgangsspannung. Ein Ausgangskondensator stellt die dynamische Stabilität und den niedrigen Ausgangswiderstand sicher. Die Brummunterdrückung beträgt 75 dB, und die Ausgangsrauschspannung ist geringer als 0,003% der Ausgangsspannung in einem Frequenzbereich bis 10 kHz. Es wird eine Änderung der Ausgangsspannung von weniger als 0,2% garantiert, wenn ein 10-W-Impuls für 10 ms auftritt.

Uhren-Schaltkreis

Der IC FCM 7040 von Fairchild ist ein in N-Kanal-MOS-Technik aufgebauter Uhrenschaltkreis in einem 40-poligen DIL-Gehä-

se, mit dem eine 4stellige LED-Anzeige direkt angesteuert werden kann. Die Helligkeit der Anzeige kann von 0 mA bis 25 mA gesteuert werden. Angezeigt wird wahlweise die Zeit in Stunden und Minuten (12- oder 24-Stunden-Anzeige), in Minuten und Sekunden beim Rückwärtszählen (maximal 99 Minuten und 59 Sekunden) sowie die Start- und die Stopp-Zeit. Der IC enthält außerdem einen Hilfsoszillator, einen Alarmsignal-Generator und einen 10-Minuten-Zeitgeber. Die Versorgungsspannung kann 7 V bis 12 V betragen. Bei 10 V fließt ein Versorgungsstrom von 10 mA.

Kurzberichte über Messen + Tagungen

Hobby-tronic

Senkrechtstart

Unerwartet stark war das Interesse der deutschen Hobby-Elektroniker an ihrer ersten Ausstellung, die vom 23. - 26.2.1978 von der Dortmunder Veranstaltungs- und Ausstellungsgesellschaft Westfalenhalle GmbH durchgeführt wurde. 35273 zahlende Besucher sahen in Dortmund das Angebot der 82 Aussteller und sorgten dafür, daß die Erwartungen der Veranstalter um das Zweifache übertrafen wurden.

Mit der Hobby-tronic'78, der 1. Ausstellung für Hobby-Elektroniker, auf der Produkte für sämtliche Bereiche dieses Freizeitberei-

ches, wie CB-Funk, Amateur-Funk, Elektronik-Bastler, Funkfernsteuerung, Hobby-Computer und Elektro-Akustik vertreten waren, konnte die Westfalenhalle GmbH also erfolgreich eine vorhandene Marktlücke nutzen. Die erste Auswertung der Besucherumfrage zeigte, daß die Elektronik-Fans aus der gesamten Bundesrepublik nach Dortmund kamen. Etwa 40% der Besucher reisten aus mehr als 200 km Entfernung an. Registriert wurden auch zahlreiche Interessenten aus den westlichen Nachbarländern, aus der Schweiz, Österreich und dem skandinavischen Raum.

Bemerkenswert war außerdem, daß die Ausstellung intensiv von Elektronik-Händlern als Informationsmöglichkeit genutzt wurde. Da durch den starken Andrang aber für die Aussteller kaum Zeit für umfassende Beratung blieb, wurden für 1979 bereits konzeptionelle Konsequenzen gezogen: Die Hobby-tronic'79 vom 7. - 11. März 79 wird um einen vorgezogenen „Händler-Tag“ verlängert. An diesem Tag haben ausschließlich Wiederverkäufer Zutritt.

Für eine Beteiligung im nächsten Jahr entschieden sich 91% der Aussteller, 9% wollen „eventuell“ wiederkommen. Da bereits während der Hobby-tronic'78 eine große Zahl bisher nicht vertretener Firmen für 1979 eine Beteiligung ankündigten, erwartet die Westfalenhalle GmbH, daß die Zahl der Aussteller im kommenden Jahr auf etwa 160 steigen wird.

VDE-Kongreß 1978

60. Hauptversammlung

Der VDE-Kongreß 1978, die 60. Hauptversammlung des Verbandes Deutscher Elek-

Die Anzeigenabteilung informiert:

Nach 3½jähriger Abwesenheit kehren wir von der Landshuter Allee in unser Stammhaus in die Lazarettstraße 4 zurück.

Ab 29. März 78 erreichen Sie uns deshalb wieder unter unserer früheren Telefon-Nr. (089) 18 60 51 (die FS-Nr. 5 216 075 und die Postanschrift Postfach 20 19 20, 8000 München 2, bleiben bestehen).

Gern nehmen wir auch hier Ihre Anzeigenaufträge entgegen. Und Ihr Besuch ist uns dann noch willkommener, denn es gibt kaum noch Parkprobleme.

HÜTHIG & PFLAUM VERLAG GmbH & Co.
Fachliteratur KG — Anzeigenabteilung

Tel. München
089/
18 60 51

trotechniker, findet vom 2. bis 5. Oktober 1978 in der Stadthalle in Hannover statt. Er steht unter dem Thema „Revolutioniert die Elektrotechnik unsere Welt?“. Den Festvortrag „Gemeinsame Energie- und Forschungspolitik – eine Herausforderung für Europa“ hält der Kommissar der Europäischen Gemeinschaften in Brüssel, Dr. jur. Guido Brunner. Im Mittelpunkt des Kongresses, der interessante Beiträge zur Berufs- und Bildungspolitik sowie ein umfangreiches technisch-wissenschaftliches und kulturelles Rahmenprogramm bietet, steht die VDE-Mitgliederversammlung. Voraus gehen die Delegiertenversammlung und ein Presseempfang. Vorgesehen sind ferner ein Jungmitgliedertreffen, eine Festversammlung im Kuppelsaal, ein Ehrenempfang im Beethovensaal sowie Besichtigungen und Exkursionen.

Technische Zuverlässigkeit

Wissenschaftliche Tagung

Der Fachausschuß „Zuverlässigkeit“ der Nachrichtentechnischen Gesellschaft im VDE (NTG), die Arbeitsgruppe „Technische Zuverlässigkeit“ der Deutschen Gesellschaft für Qualität (DGQ) und der Ausschuß „Technische Zuverlässigkeit“ des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) veranstalten in Gemeinschaft mit dem Deutschen Komitee Instandhaltung (DKIN) am 29. und 30. März

1979 in Nürnberg die 10. Tagung „Technische Zuverlässigkeit“. Die wissenschaftliche Tagungsleitung wird von Prof. Dr. Paul Dietrich wahrgenommen. Die drei Themengruppen in einzelnen Fachvorträgen behandeln die Zuverlässigkeit trotz steigender Komplexität der Produkte, der Anforderungen und der Information. In der Anmeldung von Fachvorträgen wurden die Autoren gebeten, die Themengruppen zu benennen und bis zum 15. Juni 1978 ihre Vorschläge an Obring, Gerhard Streichan in Firma AEG-Telefunken, N1Q, Elisabethenstr. 3, 7900 Ulm, einzureichen.

Terminkalender für Messen+Tagungen

03.04.—08.04.78

Paris
Salon International des Composants Electroniques

04.04.—06.04.78

Brighton
Europäische Konferenz über optische Systeme

10.04.—14.04.78

Brüssel
Didacta Eurodidac '78

19.04.—27.04.78

Hannover
Hannover-Messe '78

17.04.—19.04.78

München
NTG-Fachtagung: Neue Entwicklungen in der Nachrichtenübertragung

2.5.—6.5.78

London
HiFi-Spring
High Fidelity Show

21.05.—25.5.78

Birmingham
Sight and Sound 78

23.05.—25.05.78

Boston
IEEE-Intercon-International

06.06. — 12.06.78

Sofia
Fachsalon für elektronische Rechen- und Meßapparatur, Haushalts- und Industrie-elektronik

11.06. — 15.6.78

Birmingham
Shopex International

11.06. — 14.06.78

Chicago
Consumer Electronics Show

30.6. — 2.7.1978

Friedrichshafen
ham radio 78 – Internationale Amateurfunk-Ausstellung und Bodenseetreffen des DARC

18.08. — 24.08.78

Düsseldorf
hifi – Internationale Ausstellung mit Festival

Verlag und Herausgeber

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

Verlagsanschriften:

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

Gesellschafter:

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

Verlagsleitung:

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

Koordination:

Fritz Winzinger

Verlagskonten:

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

Druck

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

**FUNK
TECHNIK**

Fachzeitschrift für
die gesamte Unterhaltungselektronik

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

Redaktion

Chefredakteur:
Dipl.-Ing. Wolfgang Sandweg

Redakteure:

Curt Rint, Margot Sandweg

Redaktion Funk-Technik

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

Außenredaktion Funk-Technik
Redaktionsbüro W. + M. Sandweg
Weiherfeld 14
8131 Aufkirchen über Starnberg
Telefon (0 81 51) 56 69

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

Anzeigen

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

Paketanschrift:
Lazarettstraße 4
8000 München 19

Gültige Anzeigenpreisliste:
Nr. 11 vom 1. 9. 1977



Vertrieb

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

Bezugspreis zuzüglich Versandkosten:
Jahresabonnement 80,- DM (im Inland
sind 6% Mehrwertsteuer eingeschlossen)
Einzelheft 3,50 DM
Kündigungsfrist:
Zwei Monate vor Quartalsende (Ausland:
Bezugsjahr)
Bei unverschuldetem Nichterscheinen keine
Nachlieferung oder Erstattung.

Der HiFi-Lautsprecher

vom Spezialisten

Manipulation mit der Plazierung

„ Unterschiedliche Lautstärke ist ein Faktor, der den objektiven Lautsprechervergleich unmöglich macht. Unterschiedliche Plazierung ist ein **anderer**: weil sich tiefe Töne kugelförmig um den Lautsprecher herum ausbreiten, während hohe Töne mehr oder weniger stark gebündelt werden (auch bei Kalotten). Das hat zur Folge, daß ein Lautsprecher auf dem Fußboden ganz anders klingt als in Ohrhöhe (an der Wand oder im Regal). Weil die Kugelwelle am Boden reflektiert und der Baß verstärkt wird; gleichzeitig aber die hohen Töne auf Ihre Knie treffen statt auf Ihre Ohren. Der gleiche Lautsprecher wird also in Ohrhöhe weniger Baß und mehr Höhen, auf dem Fußboden mehr Baß und weniger Höhen produzieren.

Merke: jede an einen Lautsprecher grenzende Fläche (Decke, Fußboden, Seitenwände) wirkt sich als Verdoppelung im Baßbereich aus. Und das ist die Praxis: es werden Lautsprecher auf dem Fußboden mit solchen im Regal – Lautsprecher in Zimmerecke (3 [!] angrenzende Flächen) – mit Lautsprechern in Ohrhöhe verglichen.

Merke: der objektive Lautsprechervergleich ist nur möglich, wenn zwei Lautsprecher unmittelbar nebeneinander, bei gleicher Lautstärke, verglichen werden.

Für manche Verkäufer ein Handicap. Für Sie, lieber Leser, eine wichtige Information. „

In der nächsten Summit-Information erfahren Sie etwas über Musik.

High-Fidelity – klarer sehen – besser verstehen – optimal hören. Durch SUMMIT.

NEU!
SUMMIT-Gesamtkatalog (Schutzgeb. DM 3,-)
HIFI-Broschüre „Das Letzte über HIFI“ (Schutzgeb. DM 5,-)
Bitte anfordern!

SUMMIT
heißt Spitze
SUMMIT
das ist Musik

Summit

Subskriptionsangebot bis 31.10.1978

Nur DM 135,— statt später ca. DM 174,—



Curt Rint (Hrsg.)

Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

Das universelle Nachschlagewerk für Studium und Praxis in völlig neuer Konzeption

Band 1

1978. 12., völlig neu überarbeitete Auflage.
752 Seiten mit 464 Bildern und Tabellen
Kunststoffeinband DM 54,80
ISBN 3-8101-0042-0
Tabellen, Mathematik, Grundlagen der Elektrotechnik/Elektronik, Werkstoffe und Passive Bauelemente sind die fünf Hauptabschnitte des neugestalteten ersten Bandes. Bei der Bearbeitung wurde wieder besonderer Wert darauf gelegt, daß die wesentlichen Begriffe und Beziehungen übersichtlich und systematisch herausgestellt, versehen mit technischen Daten, Tabellen, Diagrammen und Zeichnungen dargestellt werden, damit das Gelesene sofort in der Praxis und im Studium angewendet werden kann. Der Schwerpunkt liegt stets auf der genauen Formulierung der behandelten Begriffe, der wichtigen Naturgesetze und der exakten Erläuterung der Bauelemente.

Bereits erschienen

Band 2

1978. 12., völlig neu überarbeitete Auflage.
Ca. 750 Seiten
Kunststoffeinband ca. DM 60,—
ISBN 3-8101-0043-9
Der zweite Band, für den die gleichen Prinzipien wie für den ersten Band gelten, gliedert sich in vier Hauptgruppen, und zwar Tabellen, Mathematik, Grundlagen und HF-Meßtechnik. Die mathematischen Grundlagen werden für die immer komplexer werdenden Techniken, wie z. B. Fernsehen (Farbfernsehen), Satellitenfunk, Halbleiterphysik – um nur einige Gebiete aufzuzählen – immer wichtiger. Gediogene Kenntnisse der Höheren Mathematik sind daher notwendig. Auch der wesentliche Informations- und Wissensstoff der Grundlagen erweitert sich stets. Auf

diese neuen Fachgebiete wird in diesem Band ganz besonders ausführlich eingegangen. Das „Wissen um das Messen“ ist ebenfalls eine Grundbedingung für ein erfolgreiches Arbeiten. In dem ausführlichen Beitrag „HF-Meßtechnik“ werden die notwendigen Meßtechniken ausführlich erklärt.

Erscheint voraussichtlich im April 78

Band 3

1978. 12., völlig neu überarbeitete Auflage.
Ca. 750 Seiten.
Kunststoffeinband ca. DM 60,—
ISBN 3-8101-0044-7
Dieser Band ist den Halbleiter-Bauelementen und Bausteinen sowie den Vakuum-Bauelementen gewidmet. Sehr ausführlich werden die Halbleiter-Optoelektronik und der Quarz in der HF-Technik behandelt. Ein sehr umfangreicher Abschnitt behandelt das Fernsehen (Farbfernsehen) von den physikalischen Grundlagen, der Normung, den Aufnahme- und Wiedergabegeräten bis hin zur Studioteknik.

Erscheint voraussichtlich im Nov. 78

Vom Subskriptionsangebot ausgeschlossen sind:

Band 5

Fachwörterbuch mit Definitionen und Abbildungen. 1970. 810 Seiten mit 514 Abb., Leinen DM 36,50
ISBN 3-8101-0005-6

Band 7

1964. 755 Seiten mit 538 Abb. und 46 Tab., Leinen DM 30,50
ISBN 3-8101-0007-2

Band 8

1969. 755 Seiten mit 537 Abb. und 48 Tab., Leinen DM 30,50
ISBN 3-8101-0008-0

Der Subskriptionspreis für die Bände 1–3, die in völlig neuer Konzeption erscheinen, beträgt bis 31. 10. 1978 DM 135,— zuzüglich Versandkosten. Danach beträgt der Ladenpreis für die 3 Bände ca. DM 174,— zuzüglich Versandkosten.

Bestellcoupon

Curt Rint (Hrsg.)

Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

Ich/Wir bestellen aus dem
Hüthig & Pflaum Verlag,
Lazarettstraße 4, 8000 München 19

_____ Bände 1–3 zum Subskriptionspreis
von DM 135,—

Von den lieferbaren Titeln der
Handbuchreihe

_____ Ex. Band 5, DM 36,50

_____ Ex. Band 7, DM 30,50

_____ Ex. Band 8, DM 30,50

Name _____

Straße _____

Ort _____

Unterschrift _____

Geben Sie diesen Bestellcoupon
bitte Ihrer Buchhandlung.

Hüthig & Pflaum Verlag • München/Heidelberg



Schwerpunkt: Ländliche Entwicklung

Die meisten Menschen in der Dritten Welt wohnen auf dem Land. Die Mehrzahl in Dörfern ohne Verkehrsverbindungen. In Hütten ohne Licht, ohne Kanalisation, ohne Wasserversorgung. Armut bestimmt ihr Leben. Der tägliche Kampf ums Dasein. Millionen hungern und sind ohne Arbeit, ohne jede Unterstützung. Es mangelt an Bildung, an Gerechtigkeit. Noch liegt auf dem Land vieles im argen. Vor allem dort müssen die Voraussetzungen

geschaffen werden, damit die Menschen in Zukunft zumindest vor nacktem Hunger sicher sind.

»Brot für die Welt« unterstützt deshalb verstärkt Programme, deren Ziel es ist, die Entwicklung auf dem Lande voranzubringen. Und zwar gleichzeitig in verschiedenen Bereichen: Land- und Forstwirtschaft, Handwerk und Gewerbe, Bildung und Gesundheit. Mehr als 50 Prozent der Mittel werden für derartige Projekte eingesetzt. Sie sind Ergebnis sorgfältiger Vorbereitung und enger Zusammenarbeit mit Partnern in Übersee, die zu Eigenleistungen bereit sind.

Die Hilfe, die nun ins Dorf kommt, mobilisiert die Menschen. An die Stelle der Resignation tritt Hoffnung, später der Stolz auf die gemeinsam erbrachte Leistung.

Brot für die Welt

Hilfe zum Leben

Spendenkonto 500500-500
bei Landesgirokasse Stuttgart,
Commerzbank AG Stuttgart
und Postscheckamt Köln

OPTONICA HiFi-Stereo-Cassetten-tapedeck RT 3838 H

Der Cassetten-Computer. Natürlich von SHARP.



electronic tape processor RT-3838

Sie fordern zu Recht Perfektion. Hier ist sie. OPTONICA-Präzision in Aufnahme- und Wiedergabetechnik. Und eine Steuerungsautomatik, die ihresgleichen sucht: OPTONICA hat die Cassetten-Suchlaufautomatik APLD mit einer Zeitlogik kombiniert. Was Sie anwählen, erklingt taktgenau.

Sie befehlen durch Tastendruck. Zum Beispiel:

Auffinden eines von 20 Musikstücken. Wiedergabe einer besonderen Bandstelle. Aufnahme eines Programms, während Sie nicht zu Hause sind.

Automatisch wird Ihre programmierte Anweisung ausgeführt.

Der Microprocessor steuert drei wesentliche Funktionen: die APLD-Schaltung tastet signallose Stellen ab und findet den gewünschten Programmteil.

Das elektronische Memory-Bandzählwerk steuert beliebige Bandstellen an. Die eingebaute Quarz-Digitaluhr bietet die Basis für die Zeitlogik und die Schaltung aller zeitabhängigen Funktionen.

Auf Tastendruck hören Sie genau das, was Sie wünschen. Beliebig oft. In hervorragender Wiedergabequalität.

Erhältlich im Fachhandel.

● Flüssigkristallanzeige

Der eingebaute Microprocessor steuert sekundengenau jede Bandstelle an und startet oder stoppt Aufnahme und Wiedergabe zum vorprogrammierten Zeitpunkt.

● Zählwerk der Programm-suchautomatik (APLD)

Das vollelektronische Bandzählwerk mit Speicherfunktion sucht jede gewünschte Bandstelle auf, und der abzuspielende Bandausschnitt wird mit Hilfe des zusätzlichen Rücklaufspeichers wiedergegeben.

● Start-/Stop-Taste für Timer

● Uhr-Taste

● Sekundenzähl-Taste

● APLD-Taste

Die APLD-Suchlaufautomatik findet unter 20 Musikstücken das gewählte im schnellen Vor- und Rücklauf.

APLD

Auto Program Locate Device

● Zählwerk-speicher-Taste

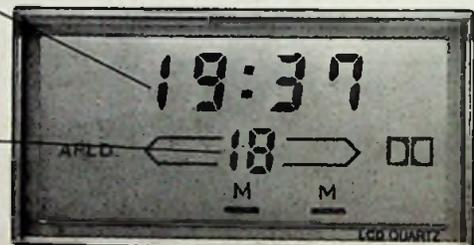
● Bandzählwerk-Taste

● Direktspeicher-Taste

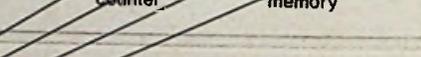
● Löschtaste

● 0-9 Eingabetasten

2 getrennte LED-Spitzenwertanzeiger, Gleichlaufschwankungen $\pm 0,15\%$ (DIN 45 500), Frequenzgang 30-16.000 Hz (Fe-Cr-Band), DOLBY®-System. Einstellbar auf Fe-, FeCr- und CrO₂-Betrieb, PLL-Gleichstrom-Servomotor mit Quarzsteuerung.



clock start stop counter tape counter



LCD light



SHARP ELECTRONICS (EUROPE) GMBH
STEINDAMM 11, 2000 HAMBURG 1
Tel. 040/24 75 55



Niederlande: SENFOR B.V.
Groot Handelsgebouw, Stationsplein 45, Rotterdam 3004, Tel. 010-14 44 44
Österreich: KAPSCH & SÖHNE A.G.
Wagenseigasse 1, 1121 Wien, Tel. 0222-83 45 21
Schweiz: DEWALD AG
Seestraße 561, 8038 Zürich, Tel. 01-45 13 00