

7 1. April-Ausgabe 1975
30. Jahrgang

FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift für Rundfunk, Fernsehen, Phono und Hi-Fi



Treffpunkt

Hannover
Messe '75
16.-24. April



Halle 8
Stand 301

FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift der Rundfunk-,
Fernseh-, Phonowirtschaft

**Nr. 8 Messeheft
(erhöhte Auflage)**

Nr. 9 Berichtsheft I / Anzeigenschluß 10. 4.
Nr. 10 Berichtsheft II / Anzeigenschluß 24. 4.
Nr. 11 Berichtsheft III / Anzeigenschluß 10. 5.

Telefon 089/162021

Gegründet von Curt Rint

FUNK TECHNIK

Vereinigt mit
Rundfunk-Fernseh-Großhandel

Fachzeitschrift für Rundfunk, Fernsehen, Phono und Hi-Fi

Redaktion: 1 Berlin 52, Eichborndamm 141 bis 167, Telefon (0 30) 4 11 60 33, Fernschreiber 01 81 632.

W. Roth, C. Rint

Anzeigenverwaltung: 8 München 2, Postfach 20 19 20, Paketanschrift: 8 München 19, Lazarettstraße 4, Tel. (0 89) 16 20 21, Fernschreiber 05 216 075. Z. Z. ist Anzeigenpreisliste Nr. 9a vom 1. 3. 1975 gültig.

W. Sauerbrey (Anzeigenleiter).

Abonnentenverwaltung: 69 Heidelberg 1, Wilckensstraße 3—5, Tel. (0 62 21) 4 90 74, Fernschreiber 04 61 727.

Die Zeitschrift erscheint monatlich zweimal.

Bezugspreis: Vierteljährlich 20,— DM inkl. 5,5% MWSSt., zuzüglich Versandgebühren, im Ausland 80,— DM jährlich zuzüglich Porto. Einzelheft 3,50 DM zuzüglich Porto.

Kündigungen sind jeweils zwei Monate vor Quartalsende (Ausland: Bezugsjahr) dem Verlag schriftlich mitzuteilen. Bei unverschuldetem Nichterscheinen keine Nachlieferung oder Gebührenerstattung.

Zahlungen an: Hühlig und Pflaum Verlag GmbH & Co. Fachliteratur KG München/Heidelberg, Postscheckkto. München Nr. 82 01—800, Deutsche Bank, Heidelberg, Konto-Nr. 01/94100, Postscheckkonto Wien Nr. 23 12 215, Postscheckkonto Basel Nr. 40 140 83.

Gesamtherstellung: Richard Pflaum Verlag KG, Graphischer Betrieb, 8 München 2, Postfach 20 19 20.

Herausgeber: Hühlig und Pflaum Verlag GmbH & Co. Fachliteratur KG, München/Heidelberg.

Verlagsleitung: Ing. P. Elblmayr, München, Dipl.-Kfm. H. Hühlig, Heidelberg.

Für die Rücksendung unverlangt eingesandter Manuskripte wird keine Gewähr übernommen. Nachdruck, auch auszugsweise, sowie anderweitige Vervielfältigung nur mit vorheriger Zustimmung der Redaktion gestattet. Bei allen Einsendungen an die Redaktion wird das Einverständnis zur vollen oder auszugsweisen Veröffentlichung vorausgesetzt, wenn gegenteilige Wünsche nicht besonders zum Ausdruck gebracht werden.

Inhaber und Beteiligungsverhältnisse: Persönlich haftender Gesellschafter: Hühlig und Pflaum Verlag GmbH, München. Kommanditisten: Hühlig GmbH & Co Verlags-KG in Heidelberg, Richard Pflaum Verlag in München, Beda Bohlinger in Gauting.

Aus dem Inhalt

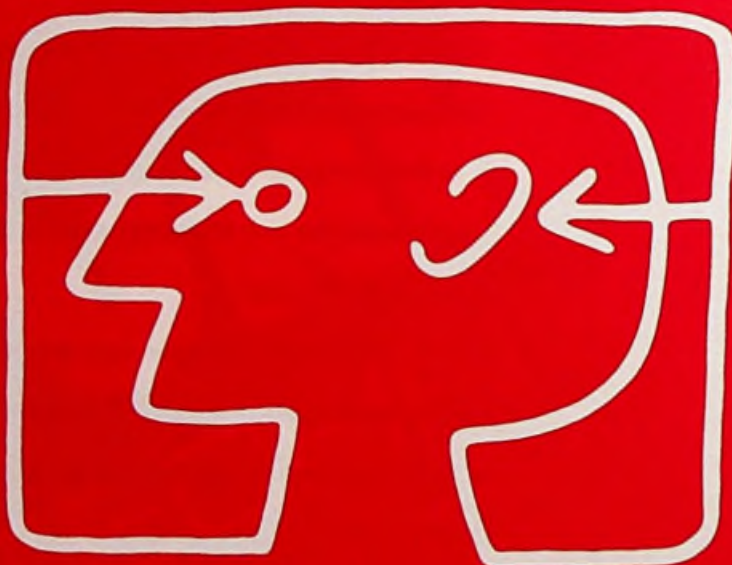
didacta 1975 — Resignation oder Pragmatismus?	159
Amateurfunkdienst im Wandel der Zeit	161
Aufnahmecomputer für automatische Ein- und Ausblendung	167
NF-Millivoltmeter mit Klirrfaktor-Meßzusatz	169
Schottky-Gleichrichter	173
Lagern, Pflegen und Reinigen von Schallplatten	176
Spalteinstellung von Cassettenrecordern	177
MOS-integrierbare Digital-Analog-Wandler	180
Berichtigung	184
Hardware auf der didacta 1975	185
Ergebnisse des Betriebsvergleichs im Fachgroßhandel	190
Die aktuelle Tendenzübersicht	191

Unser Titelbild: Beispiel für den Einsatz des AV-Wagen-Systems von Grundig. Die linke Kamera ist auf die Wandtafel gerichtet, die rechte überträgt ein Oszillogramm. Über den AV-Wagen „Kleinregie“ (links) können die Bildsignale gemischt und weiterverteilt werden. Die Kamera auf dem AV-Wagen „video“ (rechts) mit Videorecorder „BK 2000 Color“ und Monitor ist mit einem Mikroskop gekuppelt (s. a. Seite 186). Aufnahme: Grundig

Internationale Funkausstellung 1975 Berlin 29.8.-7.9.

VERPFLICHTET
INFORMATION
PROGRAMM

vip



1975

Montag	2	3	10	17	24	31	7	14	21	28
Dienstag	4	11	18	25	1	8	15	22	29	
Mittwoch	5	12	19	26	2	9	16	23		
Donnerstag	6	13	20	27	3	10	17	24		
Freitag	7	14	21	28	4	11	18	25		
Sonnabend	1	8	15	22	5	12	19	26		
Sonntag					6	13	20	27		
AUGUST										
Montag		4	11	18	25	1	8	15	22	29
Dienstag		5	12	19	26	2	9	16	23	30
Mittwoch		6	13	20	27	3	10	17	24	
Donnerstag		7	14	21	28	4	11	18	25	
Freitag		8	15	22	29	5	12	19	26	
Sonnabend	1	9	16	23	30	6	13	20	27	
Sonntag	2	3	10	17	24	7	14	21	28	
SEPTEMBER										

Termin vorziehen!

Gesellschaft zur Förderung der Unterhaltungselektronik (GFU) mbH, Frankfurt/M

AMK Berlin Ausstellungs-Messe-Kongreß-GmbH
D 1000 Berlin 19, Messedamm 22
Tel.: (030) 30 38-1, Telex: 01 82 908 amkb d

didacta 1975 — Resignation oder Pragmatismus?

Vom 10. bis 14. März 1975 fand in Nürnberg die 13. didacta — Europäische Lehrmittelmesse — statt, die als die bedeutendste Weltmesse für die Gebiete Lehr- und Lernmittel gilt. Während im allgemeinen die Messegesellschaften mit steigenden Ausstellerzahlen glänzen wollen, zeigte sich bei der didacta 1975 ein deutlicher Rückgang gegenüber der letzten didacta 1972 in der Bundesrepublik Deutschland. In Hannover waren es 1972 noch 844 Aussteller (+ 132 zusätzlich vertretene Firmen), 1975 nur noch 645 (+ 173); auch aus dem Ausland kamen nur 116 (+ 34) Aussteller gegenüber 327 (+ 71) im Jahre 1972. Gründe für diesen Rückgang gibt es viele: einmal die relativ kurze Zeit seit der 12. didacta 1974 in Brüssel, neue Messen ähnlichen Charakters (zum Beispiel Interschul), ferner die Tatsache, daß der Messeplatz Nürnberg nicht die Bedeutung wie Hannover hat, und zum anderen die Angebotskonsolidierung. Aber auch wirtschaftliche Gesichtspunkte und damit die Frage nach der Kosten-Nutzen-Relation bei Messen sind sicherlich schärfer beurteilt worden als in der Vergangenheit.

Was die Rundfunk- und Fernsehbranche betrifft, so gehörte sie zwar nicht von der Bedeutung her, aber rein zahlenmäßig stets zu einer Randgruppe. Auf die Gesamtausstellerzahl bezogen, lag der Anteil bei etwa 3 bis 4%, und auch hier war diesmal eine deutliche Abnahme der Ausstellerzahl zu verzeichnen. Der Begriff AV wurde vor etwa fünf Jahren zum oft strapazierten Begriff einer Branche. Audiovisuelle Lehrmethoden sollten Tafel und Kreide ablösen und zudem noch weitaus effektivere Lernergebnisse bringen. Eine faszinierende Angelegenheit einerseits und ein großes Geschäft andererseits — konnte man glauben. Einige sprachen damals vom Zigmillionen- oder gar vom Milliardengeschäft. Bedingt durch diesen Anreiz, hat die Elektronikbranche große Anstrengungen unternommen, um spezielle Geräte und Systeme zu entwickeln: VCR, Super-8-Abtaster, Bildplatte usw. Auf der anderen Seite kamen aber Betrachtungen und Überlegungen sehr viel nüchterner Art hinzu, die deutlich machten, daß sich die technische Entwicklung sehr viel schneller auf einen Markt einstellen kann, als das wirtschaftlich von der Abnehmerseite her möglich ist. Nicht zuletzt diese Überlegungen waren sicher für viele Firmen dieser Branche Anlaß, nicht mehr auf der didacta auszustellen.

Die Einführung neuer Mediensysteme in breite Absatzmärkte braucht eben ihre ökonomisch-gesetzmäßige Zeit, und das gilt besonders für den schulischen Bereich. Einmal sind die Etatmittel für die in die 10 000 DM gehenden Investitionen für einzelne Schulen kaum aufzubringen. Was bleibt, ist Stückwerk: in diesem Jahr die Kamera, im nächsten die Monitoren usw. Für Geräte der unteren Preisklasse — zum Beispiel Super-8-Projektoren, Tageslichtprojektoren — greift man leichter in die Schulkasse. Hinzukommt die leidige Frage der Programme. Auf dem Super-8-Sektor gibt es eine große Anzahl von Programmianbietern, ebenso für vorgefertigte Folien für Schreibprojektoren. An die Herstellung eigener Programme — beispielsweise auf Film — wird dabei nur selten gedacht. VCR-Kassetten-Programme sind hingegen noch nicht in genügender Auswahl vorhanden und zudem im Verhältnis zum Film teurer.

Natürlich gibt es einige „Vorzeigeobjekte“ — Schulen, die nach dem neuesten Stand der audiovisuellen Technik eingerichtet sind. Sie sind aber selten und zudem meist nur als Versuchsobjekte zu werten, um praktische Ergebnisse über

den audiovisuellen Unterricht zu gewinnen. In den meisten Fällen handelt es sich um Neubauten, bei denen sich die materiellen Aufwendungen für große Fernsehanlagen beispielsweise in den Baukosten unterbringen lassen, ohne den eigentlichen Schuletat später außergewöhnlich zu belasten.

Frage ist aber auch hier, wer die Programme erarbeiten und realisieren soll. Kann ein Lehrer das überhaupt? Zumindest stellt man hier hohe zusätzliche Anforderungen an seinen Berufsidealismus. In der Schule von heute ist man deshalb erst einmal bestrebt, wenigstens die kleinen Schritte zu vollziehen. Dazu gehören Tageslichtprojektoren, auch Super-8-Projektoren und vielleicht später einmal auch die Bildplatte. Für Fernsehanlagen größeren Umfangs ist kein Geld vorhanden und wohl auch wenig Engagement von der Schulseite her. Die Arbeitsgemeinschaft Unterrichtstechnik im ZVEI beispielsweise rechnet mit keiner Tendenzwende in diesem Jahr und auch nicht mit Zuwachsraten bei den elektronischen AV-Medien.

Zum AV-Bereich gehört jedoch nicht nur das rein schulische Lernen. Ein wichtiges Gebiet ist die Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitern in der Industrie. Das Kennenlernen neuer Produktionsverfahren, Technologien und rationeller Verkaufsstrategien ist von der Kosten-Nutzen-Relation her genau in Mark und Pfennig abschätzbar. Dort ist für die elektronische Industrie bereits ein Markt vorhanden. Dort ist man auch sehr viel leichter bereit, größere Investitionen vorzunehmen, weil der Kostenaufwand in direktem Zusammenhang mit dem Verkauf oder mit der Verbesserung der Produkte gesehen wird.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß auf der einen Seite ein großer, aber sehr finanzschwacher Markt, auf der anderen ein sehr kleiner, aber finanzkräftiger Abnehmerkreis vorhanden ist. Auch die didacta 1975 machte das deutlicher als je zuvor. Von der Technik her gesehen, wurde der wichtigste Teil der Geräte oder Systeme, die man 1972 als Prototypen zeigte, marktreif und praktisch sofort lieferbar vorgestellt. Zwar soll dies nicht bedeuten, daß die technische Entwicklung stehenbleibt. Die Basis ist aber fertig; Veränderungen wird es nur noch im Detail geben.

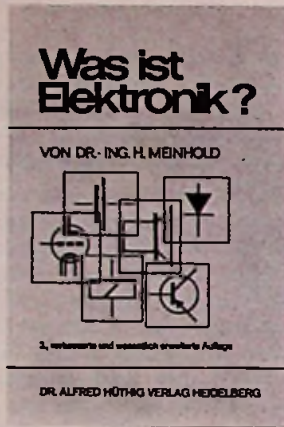
War also der Ausblick, den die didacta bot, resignierend? Keineswegs. Nach der Welle der Neuentwicklungen, des Trennens der Spreu vom Weizen, ist der Pragmatismus wieder eingekehrt. Auch wenn dieser Markt von der materiellen Seite her für die Elektronikbranche noch nicht den Stellenwert erreicht hat, den man sich wünscht, so muß diese Branche aktiv am Markt und auch auf der didacta vertreten bleiben, um zu informieren und um aus der Alltagspraxis der Didaktik informiert zu werden. Daß elektronische Medien tiefgreifend in dem AV-Bereich wirksam werden, ist jedem klar. Die didacta sollte man aber außerdem noch unter dem Gesichtspunkt der Exportförderung sehen.

Abschließend ist allerdings zu überlegen, ob die Art und Weise der Produkt- und Systempräsentation insgesamt nicht verbessert werden kann. Zum Pragmatismus gehören vor allem sachlich fundierte Informationen, Hilfestellung für die nicht mit der Technik vertrauten Didaktiker, Verarbeitung von Fallstudien und vielleicht auch Zusammenarbeit mit Lehrmittelverlagen, um zusammen mit dem System entsprechende Programme anbieten zu können.

N. Bolewski

Hüthig

Dr. Alfred Hüthig
Verlag GmbH
6900 Heidelberg 1
Postfach 10 28 69



Dr.-Ing. Heinz Meinhold

Was ist Elektronik?

3., verbesserte und wesentlich erweiterte Auflage 1973. 181 Seiten. Mit 121 Abbildungen. Kartoniert DM 14,80

Das Ziel, anschaulich den Lehrlingen, Gesellen und Meistern der Elektrohandwerke zu zeigen, was Elektronik ist, und vor allem die Furcht zu nehmen, daß es sich um schwierige Vorgänge handelt, die gar nicht oder nur mit sehr viel Mühe und Arbeit begriffen werden können, blieb auch bei der 3. Auflage oberstes Gebot des Autors. Sie wurde vom Autor ergänzt, verbessert und auf den neuesten Stand der Technik gebracht.

In diesem Buch wird versucht, drei wesentliche Teilbereiche der Elektronik dem Leser näherzubringen und verständlich zu machen: Die Grundgesetze, die physikalischen Effekte und die Bauelemente. Obwohl die digitale Technik, die als eines der modernsten Gebiete der Elektronik angesehen werden kann, bereits ein eigenes, selbständiges Gebiet darstellt, wurde auch diese Technik berücksichtigt.



Dr.-Ing. Heinz Meinhold

Schaltungen der Elektronik

3., umgearbeitete und wesentlich erweiterte Auflage 1973. 130 Seiten. Mit 113 Abbildungen. Kartoniert DM 11,80

Die Technik der elektronischen Schaltungen muß ständig an die neu entwickelten Halbleiterbauelemente angepaßt werden. Bei der 3. Auflage wurde daher eine Reihe neuer Abschnitte eingefügt, andere erweitert und durch neue Schaltungen ergänzt.

Aufbauend auf „Was ist Elektronik“ vermittelt die Zusammenstellung und Erläuterung der wichtigsten und häufigsten Schaltungen dem Praktiker das Verständnis der Arbeitsweise und die Merkmale dieser Schaltungen.



Dr.-Ing. Heinz Meinhold

Formeln, Rechenbeispiele und Tabellen für Elektrotechniker und Elektroniker

2. durchgesehene und erweiterte Auflage 1974. 159 Seiten. Mit 52 Abbildungen und 24 Tabellen. Kartoniert DM 18,80

Der Praktiker steht immer wieder vor der Aufgabe, elektrische und elektromagnetische Wirkungen abzuschätzen oder zu berechnen. Hier wurden die grundlegenden Formeln der Elektrotechnik und Elektronik zusammengestellt und anhand zahlreicher Rechenbeispiele ihre Anwendung dargelegt.

Fordern Sie ausführliches Informationsmaterial an.

Elektronik leicht gemacht

Amateurfunkdienst im Wandel der Zeit

E. FENDLER, DL 1 JK

1. Einleitung und Definition

Mit der starken Ausweitung der Funkdienste auf allen Gebieten hält auch das Amateurfunkwesen Schritt. Heute sind in der Welt über 680 000 Amateurfunkstellen gemeldet. Die Regelung ihrer Probleme erfolgt innerhalb des Internationalen Fernmeldevertrags (IFV) in der Vollzugsordnung für den Funkdienst (VO-Funk). Hier werden Rechte und Pflichten sowie Zulassungsbedingungen grundsätzlich festgelegt.

Die Definition und Aufgabenstellung des Amateurfunkdienstes beschreibt Artikel 1, Abs. 78 der VO-Funk wie folgt: „Ein von Funkamateuren ausgeübter Funkdienst für die eigene Ausbildung, für den Verkehr untereinander und für technische Studien.“

Es sind über 75 Jahre vergangen seit den ersten drahtlosen Verbindungen Marconis. Die geistige Bereitschaft des seinerzeitigen Amateurs zum unkonventionellen Experimentieren wurde durch einen Erinnerungs-Funkwettbewerb 1974 gewürdigt.

2. Entstehungsgeschichte

2.1. Historische Vorgeschichte

Guiglielmo Marconi (Bologna) kombinierte den von Heinrich Hertz (Karlsruhe) 1885 konstruierten Funkensender und -Empfänger mit dem von Edouard Branly (Frankreich) 1890 entwickelten Fritter und den von dem Russen Alexander Popov gefundenen Antennendrähten.

Nach einigen Vorversuchen kam 1897 die erste drahtlose Telegrafieverbindung zustande von Fiatholm im Bristolkanal nach Lavernock Point über 5 km (14. Mai, Marconi) und bei Berlin über 21 km (7. Oktober, Slaby). Die Sendefrequenz war gegeben durch die Länge der benutzten Drähte von etwa 70 m als $\lambda/4$ -Strahler ($\lambda = 280$ m), also etwa 1 MHz.

Durch Trennung von Funken- und Antennenkreis erreichte Ferdinand Braun (Straßburg) 1898 die Möglichkeit der Frequenzabstimmung. Der

problematische Fritter wurde 1901 durch den von Braun bereits 1874 erfundenen Kristalldetektor abgelöst. Schließlich führten drei wichtige Erfindungen zum Bau von Röhren-Sendern und -Empfängern: 1. die Vakuum-Verstärkerröhre nach R. v. Lieben (1906), 2. das Audion nach L. de Forest (1907) und 3. die Schwingungserzeugung durch Rückkopplung nach A. Meissner (1913).

2.2. Entstehung des organisierten Amateursendebetriebs

In den USA schlossen sich in den Jahren 1911 bis 1914 die ersten Sende- und Empfangsamateure in Radioklubs zusammen und organisierten einen Funkweitverkehr über Relais-Linien. Am Sitz des ersten Radioklubs in Hartford wurde 1914 die „American Radio Relay League“ (ARRL) gegründet, und das erste Callbook nannte 500 lizenzierte Radioamateure.

Die Frequenzen über 1,5 MHz wurden offiziell nicht genutzt, aber für Amateurversuche freigegeben. Im Winter 1921/22 schickte die ARRL P. Godley, 1 AAW, nach Schottland, wo er amerikanische Amateurstationen empfangen konnte. Nun war die Brauchbarkeit der kurzen Wellen erwiesen, und am 27. November 1923 gelang die erste Zweiwegverbindung über den Atlantik auf einer Wellenlänge von 110 m zwischen den Stationen 1 MO/1 XAM (F. Schnell und J. Reinartz, USA) und 8 AB (L. Deloy, Frankreich). Wenig später glückte die Antipoden-Verbindung: 8 AB mit dem Neuseeländer Smith auf 90 m Wellenlänge.

Auch in Rußland, wo am 31. März 1918 sich 34 Techniker zu einem Amateurradioklub zusammenschlossen, ist eine erste kontinentale Weiterverbindung zwischen R 1 FL (F. Lbov) in Nijn-Novgorod und einer Station im damaligen Mesopotamien erwähnenswert.

Die Klubs von 23 Nationen vereinigten sich nun am 14. April 1925 in Paris zur „International Amateur Radio Union“ (IARU) mit dem Präsidenten Hiram Percy Maxim. Die deutsche

Delegation bestand aus F. Cremers, R. Formis, K. Krause, Professor Esau, Jäger und v. Stockmayer.

2.3. Entwicklung in Deutschland

Als Folge des Ersten Weltkrieges war die Entwicklung in Deutschland weit zurückgeblieben. Hier begann die Gründung von Radioklubs am 6. April 1923 in Berlin (vorerst noch Rundfunkempfang); ein Jahr später wurden die Vorsitzenden ins Reichspostministerium geladen. Das Ergebnis war die Freigabe des Baues von Detektorempfängern und die Einführung der Prüfung zur Erlangung der Audionversuchserlaubnis als Voraussetzung für den Selbstbau von Röhrenempfängern. Sender durften im Labor anerkannter Funkvereine betrieben werden. 1925 gab es 34 Lizenzen, aber die weitere Entwicklung war wegen der ablehnenden Haltung der Behörden dem Amateurfunk gegenüber stark gehemmt.

Die Radioklubs waren seit 1924 im sogenannten „Funkkartell“ mit dem Sitz in Berlin zusammengeschlossen. Am 28. Juli 1925 gründeten diese Verbände den „Deutschen Funktechnischen Verband“ (DFTV) in München. Innerhalb des DFTV schlossen sich nun vierzig Sendeamateure auf der ersten KW-Tagung am 17. Januar 1926 in Jena zum „Deutschen Sende-Dienst“ (DSD) zusammen. Die dritte KW-Tagung in Kassel am 20. März 1927 brachte dann den endgültigen Zusammenschluß der Kurzwellenamateure unter Einbeziehung der Empfangsamateure (DE) in dem „Deutschen Amateur-Sende- und Empfangsdienst“ (DASD), der fortan den damals noch vergeblichen Kampf um die Lizenzierung des privaten Amateurfunks aufnahm.

Im August 1933 kam es zu einer gesetzlichen Regelung der Sendegenehmigung für Funkfreunde. Aufgrund einer vom DASD vorbereiteten Liste wurden 300 Urkunden ausgegeben, weitere Bewerber aber vorerst nicht berücksichtigt. Viele Genehmigungen wurden auch wieder eingezogen, jedoch zählte man am Ende dieser Periode vor Kriegsbeginn 1939 über 600 Rufzeichen, während die Zahl der Anwärter (DE-Prüfungen) bei etwa 3500 lag.

Nach langen Vorarbeiten und Verhandlungen der Radioklubs in den Besatzungszonen mit den zuständigen Behörden wurde nach dem Zweiten Weltkrieg das noch heute gültige Gesetz über den Amateurfunk (AFuG) vom 14. März 1949 vom damaligen Wirtschaftsrat verabschiedet. Der

Amateurfunkdienst in der Bundesrepublik Deutschland leitete am 23. März 1949 mit 700 Rufzeichen (beginnend mit DL 1 AA) seine heutige Entwicklung ein.

Die Vorsitzenden der Amateurfunkverbände der Länder der Bundesrepublik Deutschland sprachen sich auf der Tagung am 7. September 1950 in Bad Homburg für die Gründung eines Verbandes auf Bundesebene, unter Auflösung der selbständigen Einzelverbände, aus. So ist nun die Mehrzahl der Funkamateure seit dem 1. Januar 1951 im „Deutschen Amateur-Radio-Club“ (DARC) vereinigt. Inzwischen sind 25 Jahre vergangen, und im Gesamtbestand der beim FTZ gemeldeten Amateurfunkstellen der Bundesrepublik wurde die Zahl 20 000 überschritten.

2.4. Frequenz-Zuweisungen

Zu Anfang bestand nur der Wellenplan einer Vorkonferenz in Washington mit folgender Einteilung: über 6000 m Transozeanfunk, 3300...6000 m Kontinentalverkehr, 2650...3300 m Schiffsverkehr, 2050...2650 m Behördenfunk, 1550 m Flugfunknavigation, 285 und 275 m Polizeifunk, unter 275 m Amateurfunk.

Die Entwicklung der Amateur-Frequenzbereiche 1912 bis 1959 zeigt Bild 1. Der erste Deutsche Kurzwellenwettbewerb des DASD im Jahre 1927 fand in den Bereichen 40...42, 62...65, 43...47, 30...32 und 8...9 m statt. Auf der internationalen Funkkonferenz 1932 in Madrid (Weltnachrichtenvertrag) erhielten die Amateurbänder ihre heutige grundsätzliche Einteilung mit den harmonischen Frequenzen um 160, 80, 40, 20, 10 und 5 m Wellenlänge. In Deutschland fiel das 160-m-Band mit der Lizenzierung 1933 weg, und das 5-m-Band wurde Anfang 1935 gesperrt. Mit dem AFuG 1949 begann eine rege Aktivität auf dem neuen UKW-Band bei 2 m (144...146 MHz). Die Weltnachrichtenkonferenz wies dem Amateurfunk weitere Bereiche zu, die auch in der Bundesrepublik Deutschland übernommen wurden, so am 2. September 1952 die Bereiche 70 cm (430...440 MHz) und 15 m (21,0...21,45 MHz). 1956 wurden weitere Bereiche im Gebiet der Dezi- und Zentimeterwellen frei.

Eine systematische Übersicht der Amateurfunkbereiche oberhalb 30 MHz (VHF, UHF, SHF) mit den wichtigsten Bandunterteilungen durch die IARU veranschaulicht Bild 2. Diese Bereiche sind auch für die Lizenzklasse C, bei der die Morseprüfung entfällt, in der BRD (gemäß DVO vom 13. März 1967) zur Benutzung im Sprechfunk mit Leistungen bis 50 Watt zugelassen.

Für das 160-m-Band (1815...1835 kHz) werden für die Sendart A 1 mit klei-

nen Leistungen Sondergenehmigungen erteilt. Entsprechend WARC-ST¹⁾, Genf 1971, wurde auch der Amateurfunk über Satelliten in den Bereichen 7, 14, 21 und 28 MHz sowie zwischen 144 und 146, 435 und 438 MHz sowie 24 und 24,05 GHz genehmigt.

3. Sende- und Empfangsgeräte

3.1. Kurzwellen-Sender

Die ersten einstufigen Sender entsprachen der Schaltung von Meissner oder abgeändert nach Hartley mit Röhrentypen wie RS 5, RS 21 und ST 51. Kleinere Röhren (beispielsweise RE 54) wurden oft parallel geschaltet. Die Technik entwickelte sich bald zu getrennten Steuersendern (MO = Master Oszillator), Frequenzverdopplern (FD) und Leistungs-Endstufen (PA).

Um 1934 setzte sich der frequenzstabile elektronengekoppelte Oszillator (ECO) durch. E. Graff entwickelte die Standardgeräte des DASD in Normgehäusen mit den indirekt geheizten Röhren AF 7, AL 4 usw. J. K. Clapp (USA) beschrieb 1948 eine besonders stabile Oszillatorschaltung. Für die Leistungsstufe standen nach dem Kriege Röhrentypen aus ehemaligen Wehrmachtsgeräten (zum Beispiel RL 12 P 10 und LS 50) zur Verfügung. Auch wurden überzählige Nachrichtengeräte der US-

¹⁾ World Administration Radio Conference for Space Telecommunication

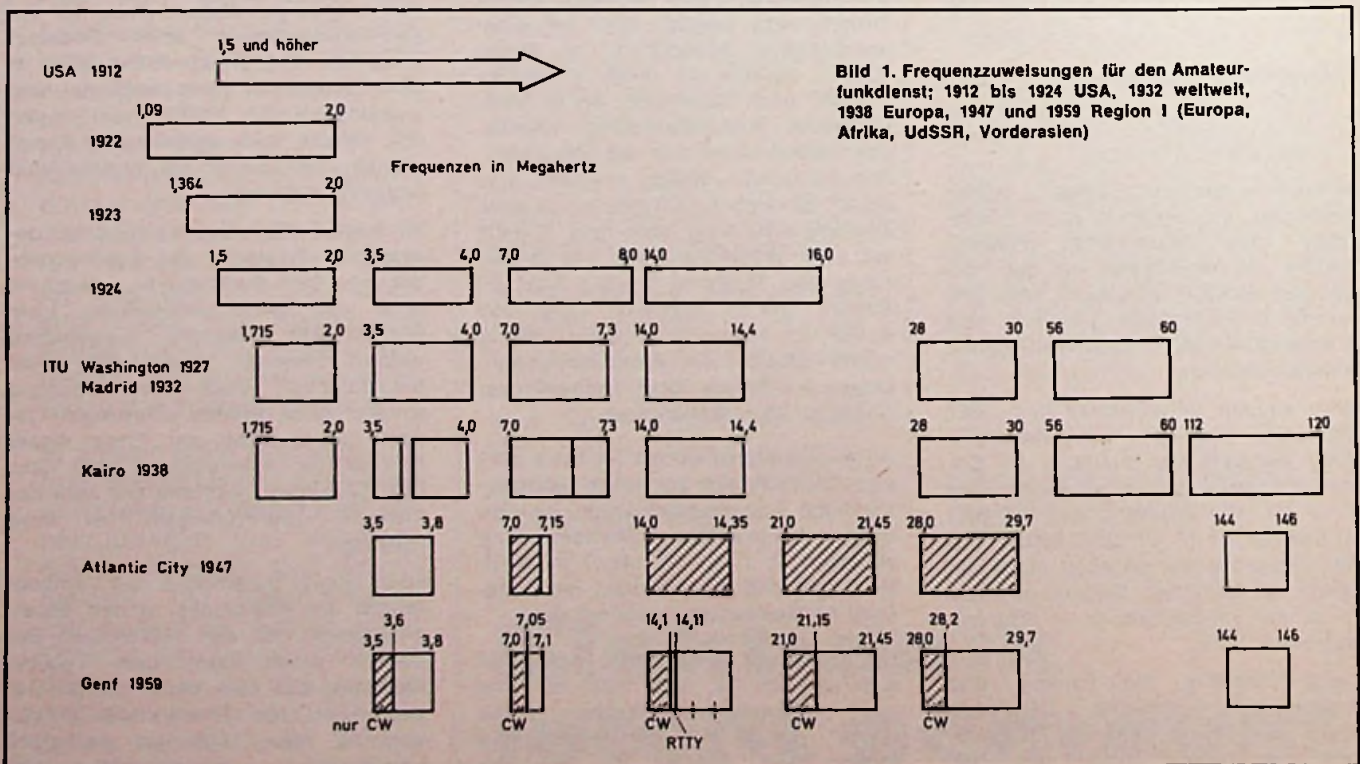
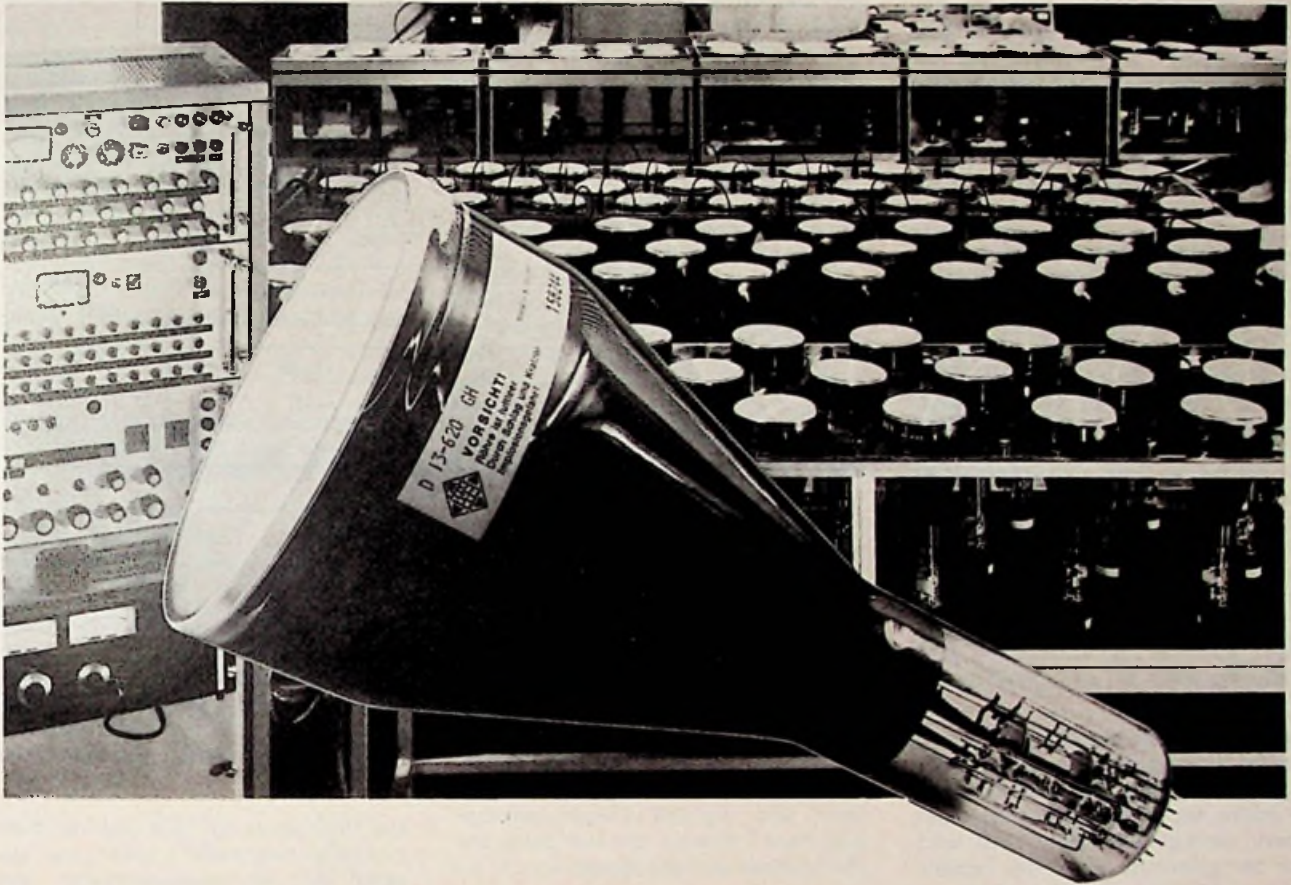


Bild 1. Frequenzzuweisungen für den Amateurfunkdienst; 1912 bis 1924 USA, 1932 weltweit, 1938 Europa, 1947 und 1959 Region 1 (Europa, Afrika, UdSSR, Vorderasien)

D 13-620

TELEFUNKEN Elektronenstrahlröhre für vielseitige Anwendungen



Die Sichtbarmachung elektrischer oder mechanischer Vorgänge nach Amplitude und zeitlichem Verlauf erfolgt am einfachsten auf dem Bildschirm geeigneter Elektronenstrahlröhren.

Die Röhre D 13-620 ist für die Verwendung in Service- und

Schul-Oszillographen sowie für Sichtgeräte in Industrie und Elektromedizin vorgesehen. Besondere Eigenschaften der Röhre D 13-620 sind kurze Gesamtbau-
länge von max. 304 mm, 13 cm Planschirm mit einer ausnutzbaren Auslenkung von 80 x 100 mm, hohe Linienschärfe sowie

einfacher und robuster Aufbau. Hohe Produktionsstückzahlen gewährleisten eine gleichbleibende Qualität.

Wir senden Ihnen gern technische Unterlagen, bitte schreiben Sie uns.

AEG-TELEFUNKEN
Fachbereich Röhren / Vertrieb
7900 Ulm
Söflinger Straße 100

Betriebswerte:

Heizung	6,3 V / 300 mA
Beschleunigungsspannung	U_{ACC} 2000 V
Ablenkkoeffizienten	D 3 D 4 14,5 V / cm
	D 1 D 2 28 V / cm



Elektronenstrahlröhren
von AEG-TELEFUNKEN

B 1 75 BWB 4 003

Streitkräfte als „Surplus“ billig in den Handel gebracht und für die Amateurbereiche umgebaut, wie beispielsweise „BC-696“, „BC-457“ usw. Aber es entstanden auch viele interessante Selbstbaugeräte.

Neben dem Angebot an amerikanischen Röhren (807, 832 usw.) standen auch deutsche Senderöhren, wie im Jahre 1950 die EL 34 und etwas später die EL 156 oder QB 3/300, zur Verfügung. Gegen 1966 erschien die EL 3010 für Mikrowellen- und SSB-Betrieb. Heute werden über 50 Senderöhren deutscher Hersteller gezählt.

Die Industrie begann 1959, auch Geräte für den Kurzwellenamateur anzubieten, wie beispielsweise Hannes Bauer einen 15-Röhren-Sender für die Amateur-Kurzwellenbänder. Bekannt wurde dann auch der CW/AM-Sender „DX 100“, ein Bausatz von der amerikanischen Firma Heathkit.

Nun erschienen auch die ersten deutschen Stationen mit Einseitenbandmodulation und unterdrücktem Träger (SSB). Anfangsschwierigkeiten beim Einstellen sowie andere Störungen waren bald überwunden. Seit 1962 hat die Industrie hervorragende Entwicklungen auf den Markt gebracht, und heute ist SSB zu der bevorzugten Betriebsart geworden.

Industriell hergestellte Geräte²⁾ haben sich im Amateurfunk besonders im Kurzwellen-Weitverkehr durchgesetzt, der heute allgemein im Gleichwellenverkehr durchgeführt wird. Damit wird auch der geforderte Stand der Technik (DVO z. AFuG v. 13. März 1967) erreicht; folgende Mindestwerte werden durchweg eingehalten:

- Toleranz der Betriebsfrequenz:
 $< 50 \cdot 10^{-6}$
- Bandbreiten der HF-Leistung:
 - A 1 Morse 20 Baud \triangleq 125 BpM = 100 Hz
 - A 1 RTTY 50 Baud = 250 Hz
 - A 2 1000 Hz 20 Baud = 2200 Hz
 - A 3J 300 ... 2500 Hz Modulation = 3000 Hz (SSB)
 - F 1 RTTY + 425 Hz Hub = 1150 Hz
 - F 3 Modulation \pm 2500 Hz Hub = 10 000 Hz (UKW)
- Unerwünschte Ausstrahlung außerhalb der Bandbreiten:
 - Dämpfung bei Kurzwellen 50 dB (jedoch $< 2,5$ mW)
 - Dämpfung bei UKW 60 dB

²⁾ Das Verkaufsprogramm 1974 einer deutschen Firma enthält beispielsweise folgende Gerätearten: 4 KW-Sender, 12 KW-Bandempfänger, 11 Transceiver (80 ... 10 m), 6 Linear-Endstufen, 21 2-m-Geräte, 12 70-cm-Geräte, 10 RTTY- und SSTV-Geräte, 82 Antennen.

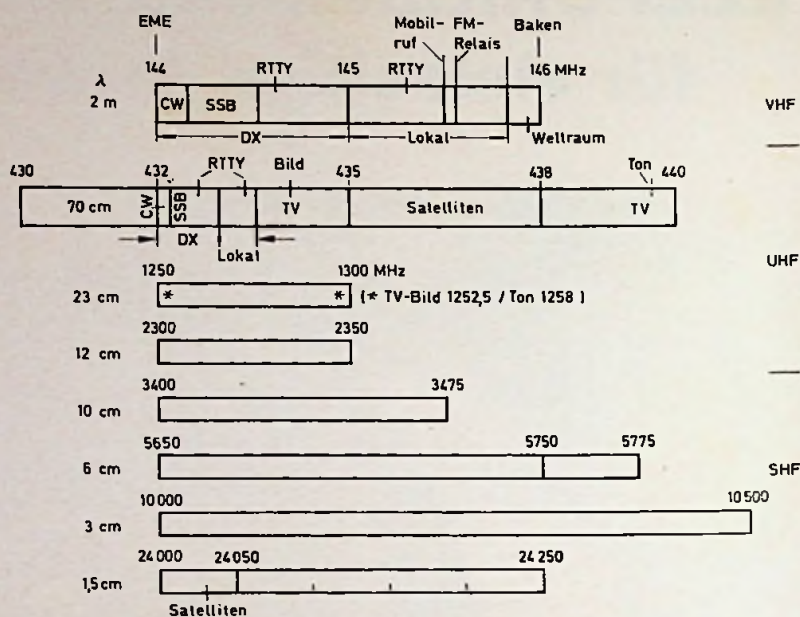


Bild 2. UKW-Frequenzbereiche für den Amateurfunkdienst mit IARU-Bandunterteilungen (Stand 1974)

— Sicherheitsmaßnahmen, Erfüllung der jeweiligen elektrotechnischen Vorschriften (VDE).

Die Betriebstechnik von heute verlangt auch eine genaue direkte Frequenzanzeige. Die Forderungen nach Kanalaraster, dekadisch einstellbaren Oszillatoren und digitaler Frequenzanzeige sind neue Probleme, die sich durch die Mikroelektronik lösen lassen.

3.2. UKW-Sender

Während der KW-Sender im allgemeinen umschaltbar für die Bänder 3,5 ... 28 MHz ausgeführt und oft mit dem Empfänger zu einem „Transceiver“ vereinigt wird, empfehlen sich für die UKW-Bereiche (oberhalb 30 MHz) Einbandgeräte.

Die ersten Arbeiten nach der Lizenzierung waren der Bau von kleinen transportablen Gegensprechgeräten für 2 m. Nach der Freigabe der höheren Frequenzbereiche (VHF, UHF, SHF) stellte der Senderbau besondere Anforderungen und spezielle Erfahrung an die mechanischen Arbeiten und frequenzstabilen Schaltteile. Wegweisend wurden die Veröffentlichungen von K. G. Lickfeld, DL 3 FM, in den Jahren 1950 bis 1965. Im 2-m-Band waren 1970 etwa 6600 Amateure in der Bundesrepublik Deutschland tätig, ein großer Teil im Mobilbetrieb.

3.3. KW-Empfänger

Seit den ersten Anfängen dominierte fast 30 Jahre lang die Audionschaltung

mit NF-Verstärkung (0-V-1). Beim Empfang schwacher CW-Stationen läßt sich der Abstimmkreis durch Rückkopplung variabel entdämpfen, und bei geschickter Bedienung erzielt man verhältnismäßig hohe Empfindlichkeit und Selektion.

Um 1935 wurde aus den USA der kommerzielle Empfänger „HRO“ der National Co. mit auswechselbaren Spulenkästen bekannt. Dieser 9-Röhren-Überlagerungsempfänger blieb für die deutschen Amateure ein Wunschtraum; seine Schaltung bestand aus den Stufen 2 \times HF, Mischer, Oszillator, Quarzfilter, 3 \times ZF, Demodulator, Telegrafieüberlagerer und NF-Verstärker. Mit weniger Aufwand entstand der DASD-Super mit 5 Röhren, Vorstufe mit Katodenrückkopplung, hohe ZF (1,6 MHz) mit Rückkopplung.

Die italienische Firma Geloso brachte 1954, speziell für den Amateurverkehr, einen Bandempfänger, mit Doppelüberlagerung (1. ZF = 4,6 MHz, 2. ZF = 467 kHz) und 5stufig regelbarem Quarzfilter auf den Markt. G. Paffrath, DL 6 EG, entwickelte einen Einfachsuper mit regelbarer, elektronisch entdämpfter ZF (1,6 MHz), der 1957 in die Serienfertigung mit günstigem Preis ging. Höhere Anforderungen an die Trennschärfe mit relativ einfachen Mitteln ermöglichte das Doppelquarzfilter, bei dem die Bandbreite veränderbar war und die ZF konstant blieb. 1964 erschien das mechanische Filter

(Stores, USA) zum nachträglichen Einbau in die ZF-Stufe (455 kHz) mit Verstärkungsausgleich zur Selektivitätsverbesserung.

3.4. UKW-Empfänger

Als UKW-Empfänger wurden zunächst frequenzstabile Vorsatzgeräte mit hoher Grenzempfindlichkeit gebaut. Bekannt sind Wallman-Konverter, Cascade- und Gegentakt-Empfänger. Als vorteilhaft erwies sich der Einfachsuper. 1966 erschien in Deutschland der erste 2-m-SSB-Transceiver. Das Modell „HG 70 D“ (Götting) entspricht noch heute dem Stand der Technik. Es ist interessant, die Entwicklung von 40 Jahren in einem Vergleich aufzuzeigen (Tabelle I).

Tabelle I. Vergleich zweier Amateur-UKW-Stationen aus den Jahren 1933 und 1973

	1933	1973
Station	5-m-Sender (CO-FD-FD-PA) Empfänger (0-V-2)	2-m-Transceiver „HG 70 D“
Betriebsart	CW	CW, AM, FM, SSB
Bauart	Selbstbau, offen	Kommerziell, Metallgehäuse
Grundfläche	20 cm × 70 cm	22 cm × 28 cm
Röhren	8	—
Halbleiter	—	129
LC-Kreise	9	58
Quarze	1	6

4. Betriebsarten und Sondereinrichtungen

4.1. Morsetelegrafie (CW)³⁾

Der internationale Funkverkehr erfordert Kenntnisse der Morsetelegrafie. Mit Hilfe der internationalen Betriebsabkürzungen ist damit auch unter schwierigen Verkehrsbedingungen eine weltweite Verständigung möglich.

Samuel F. Morse gab 1837 das Alphabet aus Punkten und Strichen an,

³⁾ CW = Continuous Wave

deren Verhältnis zueinander heute nach der Vollzugsordnung für den Telegrafendienst (Genf 1958) genormt ist: Verhältnis Punkt : Pausen = 1 : 1 und Punkt : Strich = 1 : 3. Die Zeit für eine Nachrichtenübermittlung hängt vom Tempo der Zeichen ab. Die DVO zum AFuG fordert 60 BpM (Buchstaben pro Minute). Zum Geben benutzt man die Handtaste, bei größeren Geschwindigkeiten bis zu 250 BpM die halbautomatische Taste (bug). Im Laufe der Zeit sind viele Systeme beschrieben worden, die aber die festgelegte Zeichennorm nur mangelhaft einhalten. Die Lösung brachten dann später aufwendige elektronische Schaltungen mit Punkt-Strich-Speicherung. Betrachtet man das Morsealphabet als Binärcode, dann kommt man auch zu meßbaren Größen wie Punkt- oder Strichfrequenz. Liebhaber-Schnelltelegrafisten (Radio-Telegraphy-Speed-Club) bevorzugen oft einen biologisch angepaßten Zeichenrhythmus.

Das Prinzip des CW-Sendens ist unverändert geblieben, obwohl es nicht an fortschrittlichen Überlegungen zu einem Übergang auf CW-Impulstechnik gefehlt hat. Die dabei entstehende Problematik ist neu. Auch die Anwendung der Korrelationstechnik, wie beim Kompressionsradar, wurde für CW diskutiert, denn sie würde das Aufnehmen von Signalen unterhalb des Rauschpegels ermöglichen.

4.2. Telefonie

Die bequemste Verkehrsart ist das Funksprechen. Die früher gebräuchliche Amplitudenmodulation wird immer mehr durch andere Verfahren ersetzt. In den USA wurde 1948 die Schmalband-FM (NBFM) freigegeben, die auch im deutschen Amateurfunk angewandt wurde. Im Weitverkehr hat sich inzwischen die Betriebsart A3J — Einseitenbandmodulation mit völlig unterdrücktem Träger (SSB) — durchgesetzt, wenn auch Vor- und Nachteile, speziell im Amateurverkehr, noch diskutiert werden.

Ein Vergleich der bekannten Betriebsarten in bezug auf den Wirkungsgrad ergibt: SSB-Betrieb erreicht für den Nachrichteninhalt etwa halbe Leistung des CW-Betriebs, AM-Betrieb bei Anoden-B-Modulation nur etwa 10% der CW-Werte und bei Vorstufen-Modulation noch weniger.

Im UKW-Nahverkehr (Mobilfunk) wurde — speziell beim Relaisbetrieb — die Frequenzmodulation eingeführt; der Wirkungsgrad ist gut, und die Modulationsschaltungen sind einfach.

4.3. Fernschreiben

Radio-Teletype (RTTY) wurde bei Amateuren erstmalig 1946 in den USA versucht. Seit 1961 erteilt auch die Deutsche Bundespost befristete Sondergenehmigungen. Gearbeitet wird, wie im Drahtfernsehnetz, nach CCIT Nr. 2 mit dem Fünfer-Code.

Die Zeichen des Alphabets haben — im Gegensatz zur Morsetelegrafie — einheitliche Länge und bestehen ebenso wie die Zwischenräume, Start- und Stoppsignale aus einer Fünfer-Impulsgruppe. Die Übertragung erfolgt über zwei Frequenzen mit dem Sprung (shift) von 850 Hz, der Pausenfrequenz (mark) von 2125 Hz und der tieferen Zeichenfrequenz (space).

Auf den UKW-Bändern soll die Betriebsart F1 für DX und F2 für den Ortsverkehr benutzt werden. Auch Überseeverbindungen werden zwischen 14,10 und 14,11 MHz mit der Standardgeschwindigkeit von 45,45 Baud in der Betriebsart A1, A3J oder F1 durchgeführt. In den USA sind etwa 10 000 Stationen für RTTY eingerichtet.

Der Schreibverkehr erfordert Umstattergeräte und Blattschreiber (Lorenz oder Siemens). Fernschreibmaschinen machen große Laufgeräusche. Amateure versuchen deshalb — bei Verzicht auf die schriftliche Dokumentation —, die geräuschlosen elektronischen Displays (Datensichtgeräte) einzusetzen. Vereinzelt sind auch Fernschreiber nach dem System Hell in Betrieb.

4.4. Fernsehen

Die europäische Entwicklung des Amateur-Fernsehens nahm ihren Anfang in Holland. W. Kerkhof (PAØKT) machte 1936 die ersten Versuche im 80-m-Band, wobei die Bilder noch mit einem Bairdschen Spiegelrad erzeugt wurden. Inzwischen hat sich die Technik so entwickelt, daß Amateur-Fernsehen nach der CCIR-Norm B nicht mehr selten ist. Die Bundespost erteilt seit 1967 A5-Sondergenehmigungen für 70 cm (434,25 MHz Bild und 439,75 MHz Ton). Bisher wurden etwa 400 Lizenzen erteilt.

In den USA entwickelte sich gleichzeitig analog dem Verfahren der Wettersatelliten bei Amateuren das „Slow-scan-Television“ (SSTV). Die Zerlegung der Schmalband-Standbilder von je 8 Sekunden Dauer mit 120 Zeilen erfolgt im NF-Bereich. Somit können Sendung und Empfang mit SSB auf Kurzwellen erfolgen. Die Post erteilt nun auch seit 1973 Sondergenehmigung. Für die Speicherung der

SSTV-Bilder lassen sich normale Tonband-(Cassetten-)Geräte benutzen. Aufnahmen mit normalen Fernsehkameras lassen sich durch Normwandlung in ein SSTV-Bild umsetzen.

4.5. UKW-FM-Relais-funkstellen

Die große Aktivität im 2-m-Band und die Entwicklung der Halbleitertechnik haben ein Netz von Ein-Kanal-Umsetzern auf exponierten Plätzen entstehen lassen. Die Post erteilt dafür besondere Klub-Lizenzen. Diese Relaisstellen (zur Zeit über 80 in der BRD) sollen der Betriebssicherheit des Verkehrs zwischen Fahrzeugstationen sowie auch der Erzielung großer Entfernungen dienen. Die Empfangskanäle liegen zwischen 144,15 und 144,3 MHz, die Sendekanäle zwischen 145,7 und 145,85 MHz für die Sendart F3 und für Steuerzwecke F2.

4.6. Funk-Baken

Der von H. Salzbrunn geschaffene Bakensender D4WYF leitete eine geschichtliche Entwicklung ein; er war in den Jahren 1941 bis 1945 dauernd zu hören auf den Bandgrenzen 3,5, 7,0, 14 und 28 MHz. Gegenwärtig arbeitet eine Reihe von Bakensendern, die auch laufend von wissenschaftlichen Instituten registriert werden. Das vom DARC konzipierte weltweite Bakenprogramm (WAB) bietet Möglichkeiten zur Klärung von Anomalien der Wellenausbreitung, zum Beispiel das CCIR-Studienprogramm „Ausbreitung über sporadische E-Schichten“.

Interessante Versuche mit kurzzeitigen Bakensendungen erfolgten auch durch Ballon-Starts mit dem Umsetzer „Bar-tob“ 2 m/2 m oder dem Transponder „Mirabel“ 70 cm/2 m.

4.7. Weltraum

Der Satellitenfunk begann mit den ersten „Sputnik“-Signalen am 4. Oktober 1957 auf 20,005 MHz, die alle Funkamateure in der Welt auf den Plan riefen. Inzwischen wurden in 17 Jahren mehr als 1700 „offizielle“ Satelliten gestartet.

Im Jahre 1960 entstand in den USA das Projekt OSCAR (Orbital Satellite Carrying Amateur Radio, das heißt: Umlaufender Satellit, der Amateurgeräte enthält). OSCAR 1 wurde am 12. Dezember 1961 im Huckepack-Verfahren mit einem offiziellen Satelliten abgeschossen. Seine Telemetriesignale HI waren 14 Tage lang auf dem 2-m-Band zu hören. OSCAR 3 war der erste Satellit, über den als Transponder

2-m-Verkehr (9. bis 24. März 1965) abgewickelt werden konnte. OSCAR 4 (1965/66) empfing 2-m-Signale und sandte sie im 70-cm-Band zurück.

Die 1969 gegründete AMSAT (Radio Amateur Satellite Corporation in Washington), der auch der DARC und VFDB⁴⁾ als Mitglied angehören, arbeitet an der Entwicklung langlebiger solarzellengespeicherter OSCAR-Satelliten, die zuverlässige UKW-Verbindungen in allen Betriebsarten ermöglichen sollen. Seit dem 15. November 1974 umkreist OSCAR 7 mit 114,943 Minuten Umlaufzeit die Erde und ermöglicht Funkreichweiten bis zu 8000 km. Er ist umschichtig rund um die Uhr mit je einem Transponder 2 m/10 m (2 W) und 70 cm/2 m (10 W) abwechselnd in Betrieb. Der letztgenannte Transponder wurde von K. Meinzer, DJ 4 ZC, und W. Haas, DJ 5 KQ, gebaut. Der Satellit enthält außerdem vier Baken mit den Frequenzen 29,5, 145,975, 435,1 und 2304 MHz.

Eine Erde-Mond-Erde-Verbindung (EME) wurde auch von Amateuren versucht, nachdem es in der US-Armee in den fünfziger Jahren gelang, eigene Signale durch Reflexion am Mond zu beobachten. 1960 bis 1964 machten W1BU und HB9RG mit 400 W HF-Leistung und 10-m-Spiegeln weltweite Verbindungen über Mondreflexion. Der Aufwand ist für eine Streckendämpfung von 270 dB bei 1296 MHz natürlich sehr groß.

4.8. Wellenausbreitung (Sonderaufgaben)

Die Geschichte des Amateurfunks nahm ihren Anfang mit der Entdeckung der Überseeverkehrsmöglichkeit mit Kurzwellen. Es gab seitdem zahlreiche Fälle der Mitarbeit von Amateurstationen und Arbeitsgemeinschaften bei der Erforschung der Wellenausbreitung, insbesondere über die Ionosphäre. Aus den Jahren 1932 bis 1939 sind beispielsweise die Arbeiten der deutschen 10-m-Gruppe bekannt. Später wurden den Amateuren innerhalb des „Internationalen Geophysikalischen Jahres“ ab 1. Juli 1957 bestimmte Aufgaben zugeteilt. Das Amateur-Funk-Beobachtungsreferat (AFB) ist durch E. Brockmann, DJ 1 SB, bekanntgeworden. Im Laufe der Jahre hat sich ein spezielles Studium besonderer Ausbreitungswege bei UKW herausgebildet: die troposphärischen Überreichweiten (Rückstreuung durch eine Polarlicht-[Aurora]-Zone und

Reflexionen an Meteoriten [Meteor-Scatter]). Über die Polarlicht-Rückstrahlung ultrakurzer Wellen hat G. Lange-Hesse, DJ 2 BC, umfangreiche Auswertungsergebnisse veröffentlicht.

4.9. Notrufe

Weil Amateurstationen heute weit verbreitet sind, liegt es nahe, sie in äußersten Notfällen⁵⁾ in Anspruch zu nehmen. Tatsächlich ist das öfter geschehen, zum Beispiel bei dringendem Bedarf an Medikamenten für Menschen in Lebensgefahr oder bei Naturkatastrophen, wo professionelle Nachrichtennetze ausfielen oder nicht ausreichten.

Die zuständigen Organisationen in der Welt arbeiten noch an Untersuchungen über ein Notfunksystem mit Hilfe von Relaisstationen, Selektivruf usw.

5. Zusammenfassung – Zukunftsaussichten

Die hier dargelegte Entwicklung des Amateurfunks in 50 Jahren zeigt eine zunehmende Verbreiterung der Anwendungsmöglichkeiten, Probleme und Ziele. Dem einzelnen bieten sich je nach Neigung die mannigfaltigsten Betätigungsfelder auf zwei Gebieten: als Hobbyist mit angeeigneten Mindestkenntnissen bis zum Technischen Physiker mit weltweiter Betriebserfahrung oder mit käuflich erworbenen Industriegeräten bis zum Selbstbau der Stations- und Sondergeräte mit eigenen Entwicklungen.

Die Jugend hat Gelegenheit, sich auf einen funktechnischen Beruf vorzubereiten oder in ihm zu reifen, denn der Bedarf an vorgeschultem Personal wird größer. Auch der zunehmende wirtschaftliche Faktor der kommerziell gebauten Amateurfunkgeräte ist von Bedeutung. Eine besondere — mehr sportliche — Aufgabe kommt den internationalen Fuchsjagden zu. Weil im Laufe der Zeit die Anforderungen immer mehr wachsen, gibt es keinen Stillstand im Amateurfunkdienst. Aber der Weiterbestand der Frequenzbereiche ist auch bedroht. Wichtig ist deshalb die Mitarbeit an der Zukunftssicherung. Gedacht ist an die Lösung von Entstörungsproblemen, Beobachtung der Frequenzbenutzung fremder Funkdienste (Bandwacht) und den ständigen Nachweis aufgabenbezogener Tätigkeit auf allen zugewiesenen Frequenzbereichen.

⁴⁾ Verband der Funkamateure der Deutschen Bundespost

⁵⁾ Der Gebrauch der internationalen Notzeichen „SOS“ oder „MAYDAY“ ist im Amateurfunkdienst verboten.

Aufnahmecomputer für automatische Ein- und Ausblendung

H. FUNKE

Über die neue Tonband-Heimstudiommaschine „TG 1020“ und ihre wichtigsten Qualitätsparameter hatten wir bereits kurz im Heft 4/1975, S. 82–83, berichtet. Eine Besonderheit dieses Hi-Fi-Tonbandgerätes der Spitzenklasse ist der sogenannte Aufnahmecomputer, mit dessen Hilfe es möglich ist, ohne Betätigung der Pegeleinsteller weiche Ein- und Ausblendungen auszuführen. Über dieses interessante schaltungstechnische Detail berichtet der nachstehende Aufsatz.

Um dem Hi-Fi-Tonbandamateur automatisch und perfekt die gleichen Ein- und Ausblendmöglichkeiten zu geben, die der Profi im Studio mit zwei Händen, Fingerspitzengefühl und viel Übung hat, wurde das neue Heimstudio-Tonbandgerät „TG 1020“ (Bild 1) der Braun AG als erstes seiner Art mit einem neuartigen „Aufnahmecomputer“ ausgestattet.

Herbert Funke ist Mitarbeiter in der Hi-Fi-Tonbandgeräte-Entwicklung der Braun AG, Frankfurt am Main.

Technisch läuft eine Ein- und Ausblendung mit Hilfe des selbstverständlich auch abschaltbaren Aufnahmecomputers folgendermaßen ab: Zunächst läßt man das Tonband nach Betätigung der „Start“-Taste bis zu der Bandstelle vorlaufen, an der eine neue Aufnahme beginnen soll. Dann werden die „Pause“- und die „Computer“-Taste (in der mittleren rechten Tastenreihe zwischen der „Netz“-Taste in der oberen und der „Stop“-Taste in der unteren Tastenreihe im Bild 1) gedrückt. Nach Einschalten der Tasten „Aufnahme“ und

„Start“ ist das Gerät aufnahmebereit. Beim Lösen der Taste „Pause“ wird die Aufnahme dann weich eingeleitet und nach erneutem Drücken dieser Taste am Ende der Aufnahme ebenso weich ausgeblendet. Der Aufnahmecomputer steuert dabei alle Vorgänge so, daß beim Betätigen der „Pause“-Taste der HF-Oszillator langsam abgeklungen ist, bevor das Band zum Stillstand kommt, und umgekehrt beim Lösen der „Pause“-Taste das Band angelaufen ist, bevor der HF-Oszillator langsam hochläuft.



Bild 1. Hi-Fi-Tonbandgerät „TG 1020“ mit schaltbarem Computer für automatisch gesteuerte Ein- und Ausblendungen

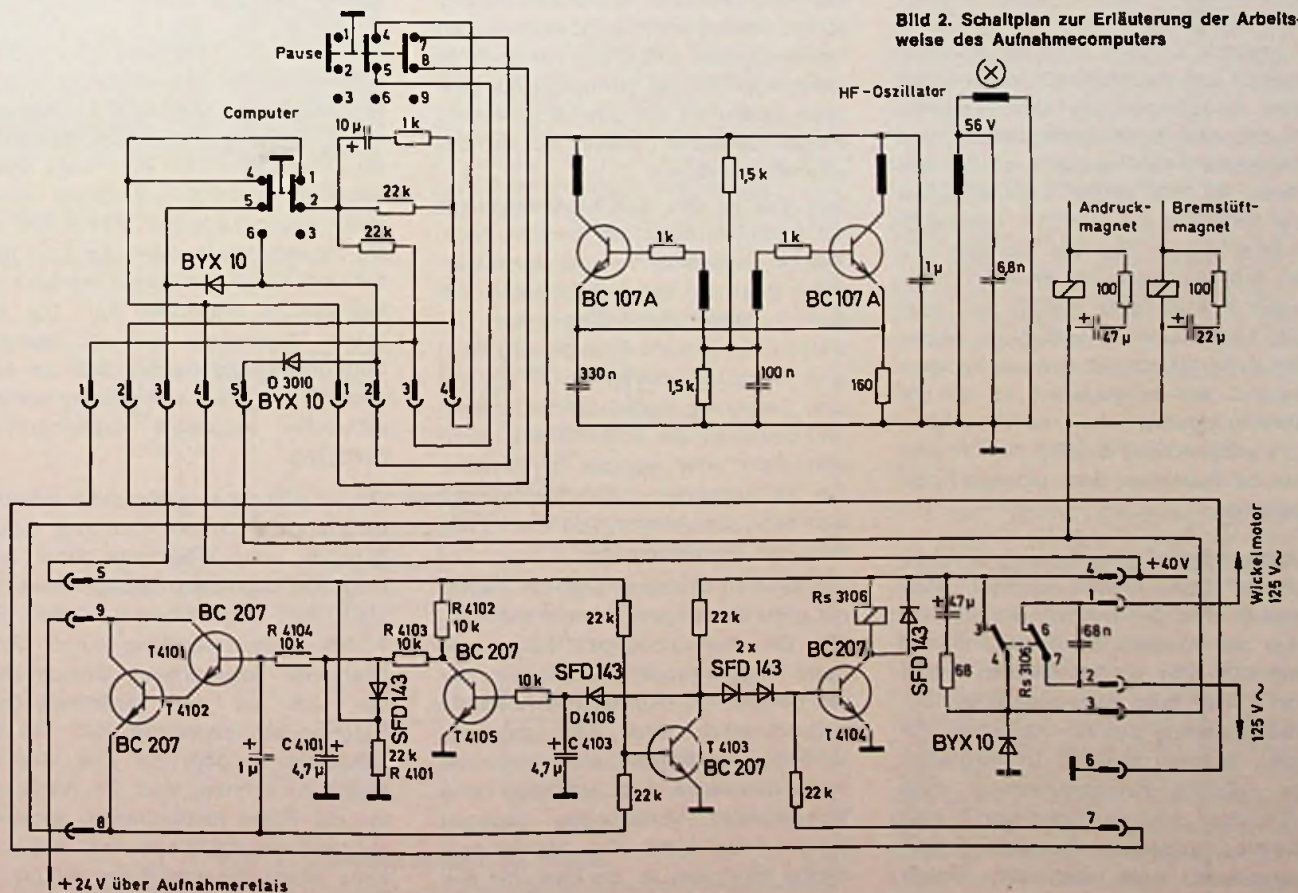


Bild 2. Schaltplan zur Erläuterung der Arbeitsweise des Aufnahmecomputers

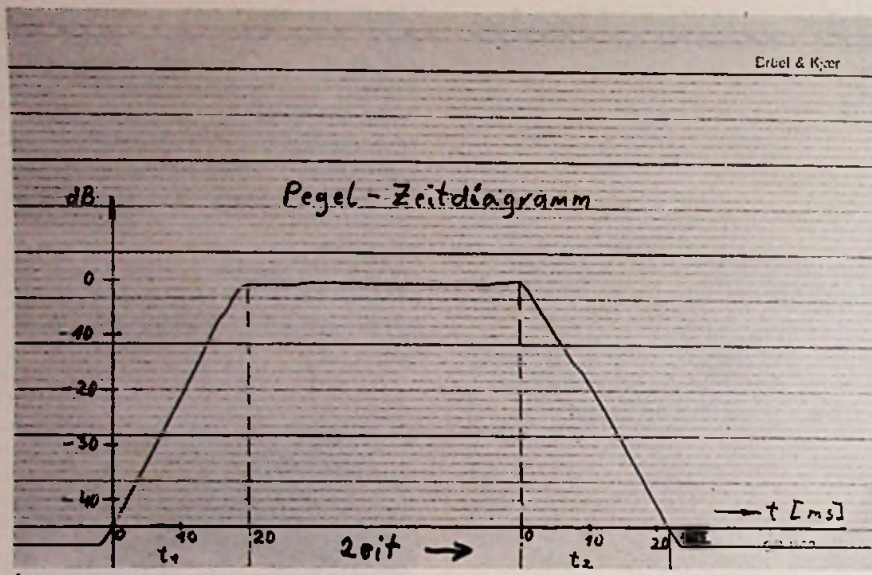


Bild 3. Pegel-Zeit-Diagramm der automatischen Ein- und Ausblendung

Wie der Schaltplan (Bild 2) zeigt, verlaufen die elektronischen Vorgänge bei Aufnahmebetrieb folgendermaßen: Nach Drücken der „Pause“-Taste lädt sich der Kondensator C 4103 auf, und der Transistor T 4105 wird durchgesteuert.

Wird nun die „Pause“-Taste bei Aufnahmebeginn gelöst, dann erhalten über die zwischen den Punkten 2 und 5 liegende Diode D 3010 der Andruckmagnet und der Bremslüftmagnet sofort volle Erregerspannung. Der Transistor T 4103 wird dann durchgesteuert und Transistor T 4104 gesperrt, so daß das Relais RS 3106 abfällt. Dadurch liegen die Wickelmotoren und der Bremslüftmagnet wieder über die Kontakte von RS 3106 an Spannung. Weil der Transistor T 4103 leitet, entlädt sich jetzt der Kondensator C 4103. Nach Ablauf der Zeitkonstante lädt sich der Kondensator C 4101 langsam auf, so daß die Versorgungsspannung des HF-Oszillators entsprechend ansteigt; er wird also erst bei laufendem Band langsam hochgefahren.

Wird zur Beendigung der Aufnahme die „Pause“-Taste erneut gedrückt, dann entlädt sich der Kondensator C 4101 über die Widerstände R 4101, R 4102 und 4103. Über die Transistoren T 4101 und T 4102 folgt entsprechend die Betriebsspannung des HF-Oszillators, der damit langsam abklingt. Unterschreitet die Oszillator-Betriebsspannung etwa 0,7 V, dann wird der Transistor T 4103 stromlos, so daß der Transistor T 4104 angesteuert wird und das Relais

RS 3106 anzieht. Damit werden der Andruckmagnet und der Bremslüftmagnet sowie die Wickelmotoren abgeschaltet.

Helium-Neon-Laserröhren für Video-Abtastsysteme

Das Prinzip der Schallplatte als rotierender Programmspeicher scheint sich nun auch bei Videosystemen durchzusetzen, nachdem bisher Bandgeräte das Feld praktisch noch allein beherrschten. Wirtschaftlichkeitsberechnungen haben ergeben, daß sich vorproduzierte Sendungen für das Heimgerät bei gleichen Laufzeiten mit gepreßten Platten billiger verkaufen lassen als mit bespielten Bändern.

Das Prinzip des Video-Plattenspielers mit Laserlicht-Abtastung besteht darin, daß der Laserstrahl von der aufgezeichneten Bild- und Tonspur moduliert und dann in einem optoelektronischen Detektor in elektrische Signale umgesetzt wird. Es gibt Bildplatten, deren „Rillen“ aus Bereichen wechselnder Transparenz bestehen, die auftreffendes Laserlicht mehr oder weniger durchlassen. Die so erzeugten Lichtschwankungen sind dann die Ausgangssignale für die Bild- und Tonwiedergabe.

Bei anderen Systemen sind die Platten mit undurchsichtigem Material beschichtet. Die Aufzeichnungen haben die Form langgestreckter Vertiefungen, deren Längen und gegenseitige Abstände unterschiedlich sind. Fällt das abtastende Laserlicht auf die unverformte Plattenoberfläche, dann entstehen keine Videosignale; Vertiefungen dagegen beugen das Licht. Das Vertiefungsmuster moduliert so die Intensität des

Aus dem Diagramm im Bild 3 läßt sich der Pegel-Zeit-Verlauf des vom Aufnahmecomputer gesteuerten Ein- und Ausblendvorgangs für 1000 Hz Meßfrequenz ersehen. Es ergeben sich folgende Werte: Einblendzeit $t_1 = 20$ ms, Ausblendzeit $t_2 = 22$ ms, Ein- und Ausblenddämpfung 46 dB.

Bei Wiedergabebetrieb entlädt sich nach Betätigen der „Pause“-Taste der Kondensator C 4101 über den Widerstand R 4104 schnell, so daß der Transistor T 4103 sofort sperrt, der Transistor T 4104 durchsteuert und das Relais RS 3106 anzieht. Andruckmagnet, Bremslüftmagnet und Wickelmotoren werden stromlos. Am Ende der Pause verläuft der Vorgang wie bei Aufnahme. Das Fehlen der Oszillator-Steuerspannung vom Aufnahmerelais verhindert, daß über die Darlington-Transistoren T 4101 und T 4102 eine Oszillatorspannung entsteht.

reflektierten Lichtes. Aufgefangen werden diese Lichtsignale von einem optoelektronischen Detektor, der die entsprechenden Eingangssignale für das Fernsehgerät liefert.

Die Aufzeichnungsspuren einer Bildplatte liefern die Videosignale in so hoher räumlicher Dichte, daß bei optischen Abtastverfahren das Laserlicht die beste Lösung für eine lange Spieldauer ist. Inzwischen sind auf dieser Basis einige Verfahren entstanden, für die Siemens die He-Ne-Röhre LGR 7621 mit 1 mW Ausgangsleistung und 632,8 nm Wellenlänge entwickelt hat. Die koaxiale Glastechnik der mit wenigen Einzelteilen aufgebauten, 26,5 cm langen und 140 g schweren Röhre ermöglicht eine besonders kostengünstige Fertigung.

Um ein brauchbares Signal-Rausch-Verhältnis zu erreichen, muß das durchgehende oder reflektierte Licht eine möglichst hohe Leuchtdichte haben. Die LGR 7621 von Siemens liefert bei 1 mW Ausgangsleistung einen Lichtstrahl im sogenannten Grundmodus, der sich auf den kleinstmöglichen Durchmesser fokussieren läßt. Um die Sendeleistung über die Zeit konstant halten zu können, sind die Resonatoren der Röhre hemisphärisch angeordnet. Dadurch ergibt sich auch eine sehr hohe Richtungsstabilität des Strahls.

NF-Millivoltmeter mit Klirrfaktor-Meßzusatz

H.-G. BACH

1. Allgemeines

Beim Aufbau und Abgleich von Hi-Fi-Verstärkern, Meßverstärkern und ähnlichen Baugruppen benötigt man ein Meßgerät zur Messung von Wechselspannungen und Klirrfaktoren. Das hier beschriebene Gerät (Bild 1) ist für die Messung von Tonfrequenzspannungen im Bereich 10...50 000 Hz in zwölf Meßbereichen (1 mV, 3 mV, ..., 300 V) bestimmt. Um den preiswerten und einfachen Nachbau zu ermöglichen, wurde darauf verzichtet, für die Klirrfaktormessung ein durchstimmbares Filter zu verwenden. Der Klirrfaktor wird vielmehr bei einer Festfrequenz um 1000 Hz gemessen, die der eingebaute, sehr klirrarmer Meßton-Generator liefert. Die Grundwelle wird mit

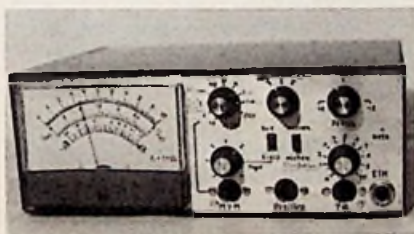


Bild 1. Ansicht des NF-Millivoltmeters mit Klirrfaktor-Meßzusatz

einem zweifach vorhandenen aktiven Doppel-T-Filter unterdrückt, so daß man am Millivoltmeter nach vorheriger 100-%-Eichung den Klirrfaktor direkt in Prozent ablesen kann. Der kleinste meßbare Klirrfaktor liegt bei etwa 0,1 Prozent.

2. Schaltung

Aus dem Prinzipschaltbild (Bild 2) ersieht man, daß der Betriebsartenschalter S1 das Gerät zur Messung von NF-Spannungen (a) oder von Klirrfaktoren (b) umschaltet. Eine dritte Schalterstellung (c) ist für die Überprüfung der Ausgangsspannung des Meßtongenerators bestimmt. In Stellung a gelangt die zu messende Spannung zum Eingangsteiler (1 mV bis 300 V) und von dort zum Meßverstärker mit Gleichrichter und zur Anzeige. In Schalterstellung b wird die Eingangsspannung U_e über P1 geteilt und dem Meßvorverstärker zugeführt. Seine Verstärkung ist umschaltbar, um in dem weiten Spannungsbereich von 30 mV bis 220 V mit P1 die Ausgangsspannung des Meßvorverstärkers auf $1 V_{eff}$ einstellen zu können.

Für die Eichung wird der Schalter S2 in Stellung „eichen“ gebracht. Bei der Klirrfaktormessung unterdrückt das Filter die Grundwelle des Signals um

70...80 dB. Die durch den Klirrfaktor

$$k = \frac{\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \dots}}{\sqrt{U_0^2 + U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \dots}}$$

gegebenen Restanteile zeigt das Millivoltmeter an. Der Widerstand R schützt die IS im Filter und den Meßvorverstärker vor Überlastung, falls beim Umschalten von S1 die Kontakte a und b und bei hoher Eingangsspannung U_e kurzzeitig durch den Schaltarm miteinander verbunden sein sollten.

Mit P2 kann die vom Meßtongenerator gelieferte Signalspannung für das Meßobjekt an der Buchse TG entnommen werden. Die Frequenz des Meßtongenerators ist um etwa 0,4% veränderbar, um trotz vorhandener Temperaturdriften von Filter und Generator stets die Minimeinstellung der Anzeige zu ermöglichen.

Die Versorgungsspannungen von $\pm 12 V$ werden einem einfach stabilisierten Netzteil entnommen.

3. Beschreibung der Baugruppen

3.1. Eingangsteiler, Meßverstärker

Bild 3 zeigt die Schaltung der Baugruppen Eingangsteiler, Meßverstärker, Gleichrichter und Anzeige. Der Eingangsteiler wurde aus Trimm- und Festwiderständen zusammengesetzt. Dem Verfasser stand zum Abgleich ein Digital-Ohmmeter zur Verfügung; dadurch entfiel die mitunter schwierige Beschaffung von Meßwiderständen nichtgenormter Werte. Nach dem Abgleich der Teilerplatte werden die Trimmwiderstände mit „Uhu-Plus“ festgelegt. Vom Meßbereichschalter S3 gelangt die Meßspannung zum überlastungssicheren FET-Eingang des Meßverstärkers (Bild 4). Er hat etwa 100fache Gesamtverstärkung; sie wird mit P3 auf Vollausschlag des Instruments geeicht. Am Oszillografenausgang stehen somit $100 mV_{eff}$ zur Verfügung.

Für eine lineare Skalenteilung des Instruments ($50 \mu A$, $1 k\Omega$) ist eine streng proportionale Gleichrichtung im mV-Gebiet Voraussetzung. Zur Kompensation der Schwellenspannung der vier Brückendiode legt man die Gleichrichterschaltung in den Gegenkopplungszweig des Operationsverstärkers 741. Sein Ausgangsstrom durch das Instrument regelt die Spannung am Differenzeingang des 741 stets auf 0 V. Dadurch liegt die Wechselspannung des nichtinvertierenden Eingangs auch am invertierenden Wider-

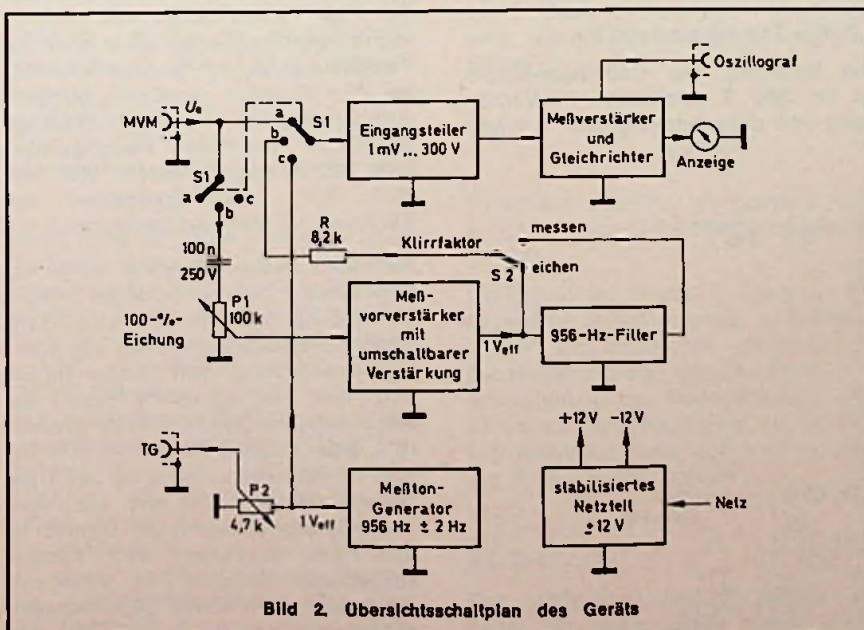


Bild 2. Übersichtsschaltplan des Geräts

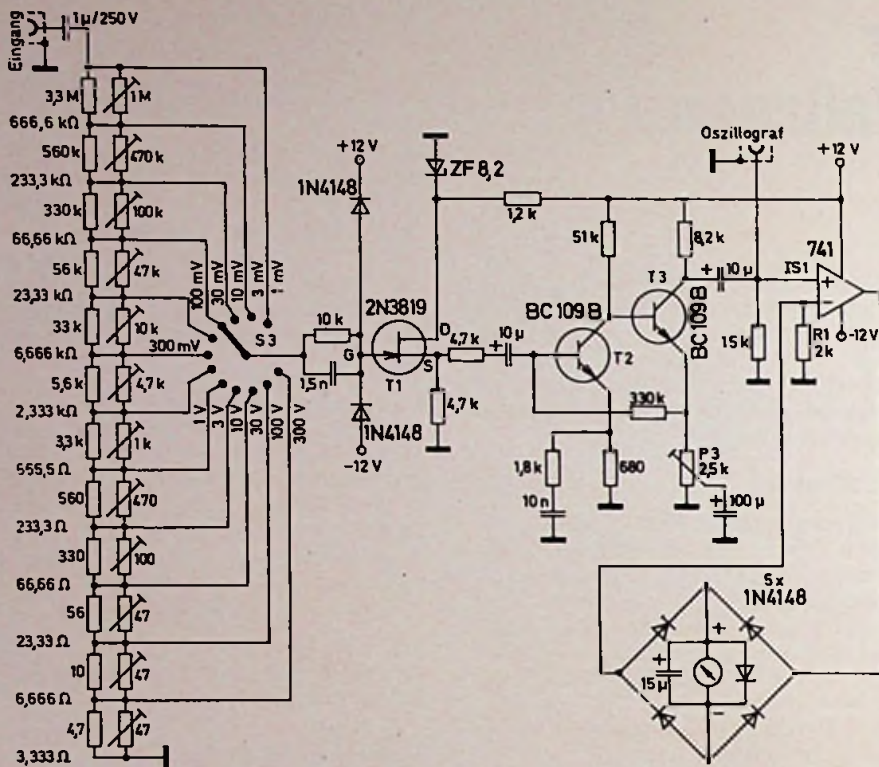


Bild 3. Stromlaufplan für Eingangsteiler, Meßverstärker, Gleichrichter und Anzeige

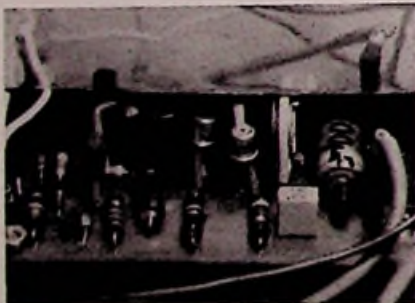


Bild 4. Platine des Meßverstärkers

Bild 5. Stromlaufplan des Meßtongenerators

stand R 1 (2 kΩ). Hier besteht jetzt eine strenge Linearität zwischen Wechselspannung und pulsierendem Gleichstrom, so daß die geforderte lineare Gleichrichtung im mV-Bereich erreicht ist. Stellt man an den Frequenzgang des Meßverstärkers höhere Ansprüche, dann ist eine Frequenzkompensation des Eingangsteilers und das Ersetzen des Operationsverstärkers 741 durch einen 709 erforderlich.

3.2. Meßtongenerator

Die Schaltung des Meßtongenerators ist im Bild 5 dargestellt. In Verbindung mit dem Schwingkreis Tr1 und

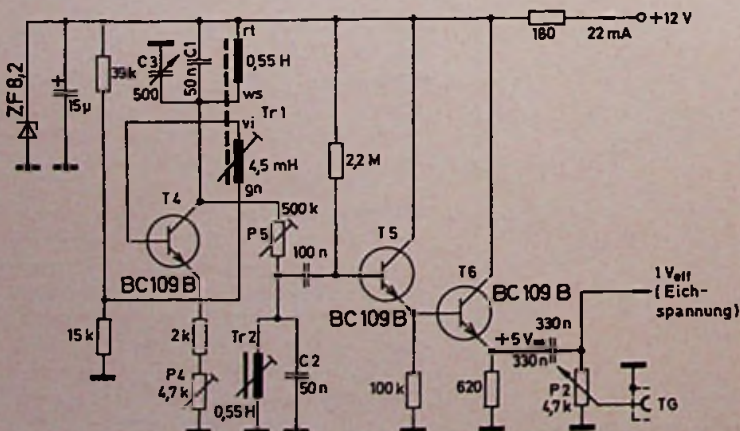
C 1, C 3 erzeugt der Transistor T 4 eine Sinusschwingung von 956 Hz. Der Einstellwiderstand P 4 wird auf sicheres Anschwingen des Generators eingestellt. Nach diesem Prinzip läßt sich aber der Klirrfaktor kaum stabil unter 0,2% bringen. Deshalb wird zur Verringerung des Klirrfaktors mit der Ausgangsspannung des Generators über P 5 ein schwachgedämpfter, auf die Resonanzfrequenz abgeglicherer Schwingkreis Tr 2, C 2 angestoßen. Aus physikalischen Überlegungen folgt, daß die Spannung an diesem Parallelresonanzkreis sehr klirrfarm ist. Sie wird mit den Transistoren T 5 und T 6 abgenommen und steht an P 2 mit weniger als 1,2 kΩ Innenwiderstand zur Verfügung. Mit P 5 stellt man für die Eichung die maximale Amplitude 1 V_{eff} ein. Der Klirrfaktor dieses Meßtongenerators liegt bei etwa 0,05%. Um später genau im Resonanzpunkt des Filters arbeiten zu können, läßt sich die Frequenz des Meßtongenerators mit dem Drehkondensator C 3 auf 956 Hz ± 2 Hz abstimmen.

Die Übertrager Tr1 und Tr2 haben Ferrit-Schalenkerne (Siemens) mit einem A_L-Wert von 400. Die Schwingkreisinduktivität beträgt 0,55 H. Die Kondensatoren C 1, C 2 sind aus Gründen der thermischen Stabilität Styroflexkondensatoren.

3.3. Meßverstärker und Doppel-T-Filter

Gemäß der Schaltung in Bild 6 wird die auf ihren Klirrgehalt zu untersuchende Signalspannung mit P 1 geteilt; sie liegt am überlastungssicheren Eingang des Operationsverstärkers 741. Zur Abtrennung von Gleichspannungskomponenten dient C 4. Die Verstärkung ist mit S 4 umschaltbar auf V = 2 und V = 35. Die für Vollaussteuerung auf 1 V für das Filter erforderliche minimale Eingangsspannung ist 30 mV_{eff}. Deshalb läßt sich auch bei Vorverstärkerstufen der Klirrfaktor messen und optimieren.

Auf den Meßvorverstärker folgt ein zweifaches aktives Doppel-T-Filter. Die IS3 hat für das Filter einen konstanten Eingangswiderstand und dient zur Entkopplung von Meßverstärker und Filter. Das eigentliche Filter 1 besteht aus dem Doppel-T-Filter und der IS 4. Das Doppel-T-Filter (f₀ = 956 Hz) liegt im Rückkopplungszweig des Operationsverstärkers. Für von der Resonanzfrequenz abweichende Signale ist das Filter unwirksam. Sein Verstärkungsfaktor ist eins. Im Resonanzpunkt setzt eine starke gegenkoppelnde Wirkung ein. Bei sorgfältigem Ab-



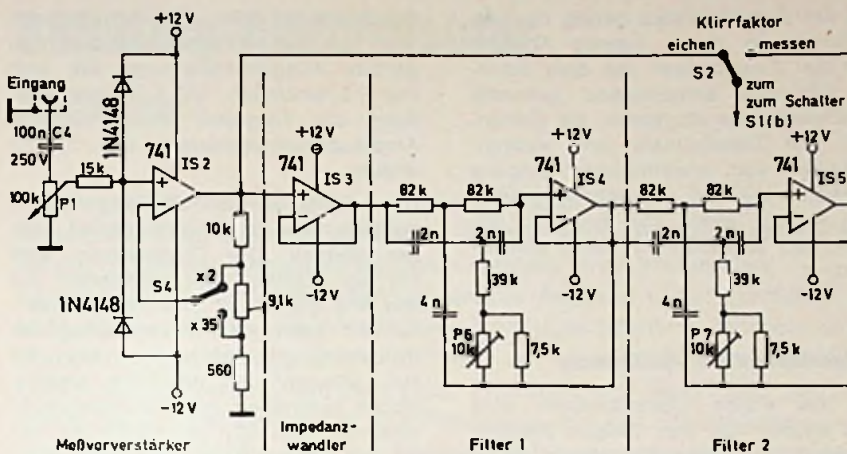


Bild 6. Stromlaufplan des Meßverstärkers und der Doppel-T-Filter

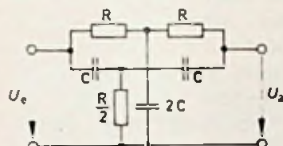
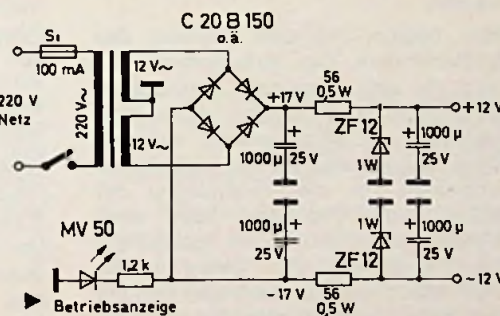


Bild 7. Schaltung zur Berechnung der Doppel-T-Filter

Bild 8. Stromlaufplan des stabilisierten Netzteils



strom durch die Zenerdioden. Man erhält damit eine bessere Stabilisierung der Ausgangsspannung, weil die Dioden bei höheren Strömen im Durchbruchgebiet einen kleineren differentiellen Widerstand haben als bei kleinen Strömen. Mit dieser einfachen Auslegung der Schaltung erhält man eine Restbrummspannung von maximal 2 mV_{eff}. Der eingeschaltete Zustand des Meßgeräts wird durch eine Lumineszenzdiode MV 50 angezeigt. Der Strom durch diese Diode sollte 15 mA nicht überschreiten, um das Netzteil nicht übermäßig zu belasten. Die gesamte Gleichstromversorgungsleistung liegt bei etwa 3,5 W, so daß ein kleiner Netztransformator ausreicht.

4. Aufbau

Das hier beschriebene Meßgerät wurde in ein Aluminiumgehäuse (25 cm X 9 cm X 20 cm) eingebaut. Die Frontplatte wird gebohrt und geschliffen, danach zweifarbig beschriftet und mit farblosem Lack überzogen.

Im Gehäuse wird zuerst der Netztransformator montiert, der möglichst weit vom Filter entfernt angeordnet sein muß, um Instabilitäten infolge elektrostatischer und magnetischer Einstreuungen zu verhindern. Dann setzt man die Schalter, Buchsen und das Instrument ein. Die Baugruppen Meßtongenerator, Meßverstärker und Eingangsteiler werden möglichst dicht hinter den betreffenden Potentiometern und Schaltern angebaut. Die Platinen sind als gedruckte Schaltungen ausgeführt.

Die spannungsbegrenzenden Schutzdioden im Meßverstärker sollten auf gleiche Restströme ausgesucht werden, um Umschaltsprünge und Arbeitspunktverschiebungen des Transistors T1 zu vermeiden. Für das Filter sind alle frequenzbestimmenden Widerstände und Kondensatoren vor dem Einbau zu prüfen und auf enge Toleranzen (≤ 1%) auszusuchen. In erster Linie ist hier die relative Übereinstimmung wichtig, weil sie Einfluß auf die Güte des Filters hat. Die absoluten Werte insgesamt dürfen durchaus mehrere Prozent vom Soll-Wert abweichen, weil die Genauigkeit der Meßfrequenz von untergeordneter Bedeutung ist. Die Filterplatine ist ebenso wie alle anderen Baugruppen unter Verwendung von Abstandsrollchen im Gehäuse verschraubt (Bild 9). Es erwies sich als günstig, das Filter zusätzlich mit einer abschirmenden Folie zu umgeben, die eine kapazitive Rückkopplung — insbesondere auf den Meßverstärker — sicher verhindert.

Tabelle I. Dimensionierungsbeispiele für das Doppel-T-Filter

Frequenz f	Widerstand R	Kapazität C
100 Hz	68 kΩ	22 nF + 1500 pF
1000 Hz	82 kΩ	1,8 nF + 150 pF
2000 Hz	51 kΩ	1,5 nF + 56 pF
3000 Hz	47 kΩ	1 nF + 120 pF

gleich sind je Filter maximal 50 dB Dämpfung erreichbar. Um den Meßbereich nach unten bis auf 0,1% zu erweitern, sind zwei Filter mit gleicher Resonanzfrequenz hintereinander geschaltet. Theoretisch wären damit 100 dB Dämpfung möglich, die praktisch jedoch wegen der Streuungen der verwendeten Filterbauteile nicht erreichbar sind. Um die angegebene Dämpfung von 70 bis 80 dB des gesamten Filters zu realisieren, müssen die Widerstände und Kondensatoren auf ihre Toleranz ausgesucht werden. Das Einstellpotentiometer P6 dient zum Einstellen der maximalen Dämpfung.

fung. Um eine gute Langzeitstabilität zu erreichen, sollte man hierfür 10-Gang-Wendelpotentiometer verwenden.

Mit der im Bild 6 angegebenen Dimensionierung ergibt sich eine Resonanzfrequenz von 956 Hz. Wenn eine andere Resonanzfrequenz gewünscht wird, lassen sich die Werte nach der Formel

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

berechnen (Bild 7). In Tabelle I sind einige so berechnete Werte zusammengestellt.

Bei den Widerständen R sollte die angegebene Größenordnung eingehalten werden, um wegen des endlichen Eingangswiderstandes des 741 keine Verschlechterung der Sperrdämpfung des Filters zu bekommen. Bei zu großem C/R-Verhältnis kann ein solches aktives Filter instabil werden.

3.4. Netzteil

Das stabilisierte Netzteil (Bild 8) arbeitet mit einem relativ hohen Quer-

Die Stromversorgungsleitungen sind als einfache Kabel, die NF-führenden Leitungen als abgeschirmte Kabel ausgeführt. Eine Ausnahme bilden die Zuleitungen vom Eingangsteiler zum Schalter S3. Sie sind ungeschirmt, da-

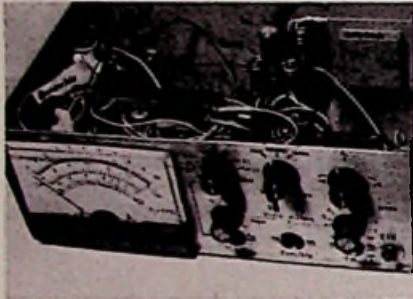


Bild 9. Frontansicht und Innenaufbau des Geräts

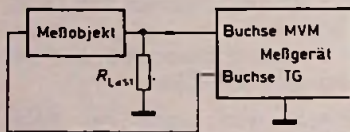


Bild 10. Prinzip der Klirrfaktormessung

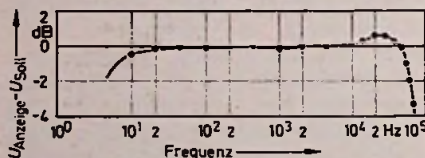


Bild 11. Frequenzgang des Geräts vom Eingang bis zur Anzeige für 1 V Eingangsspannung

mit die Erdkapazitäten gering bleiben. Dafür ist in einem kleinen Abstand von der Teilerplatine und dem Schalter S3 eine entsprechend geformte Weißblechplatte eingebaut, die Störungen vom Transformator und Meßton-generator vom empfindlichen Eingang fernhält. Weitere Einzelheiten über den Aufbau lassen sich aus den Bildern vom ausgeführten Gerät entnehmen.

5. Inbetriebnahme und Eichung

Vor der ersten Inbetriebnahme wird das Netzteil von den übrigen Platinen getrennt und elektrisch geprüft. Sind die im Bild 8 angegebenen Werte vorhanden, kann nach Anschluß des Netzgeräts an die übrigen Platinen das gesamte Meßgerät in Betrieb genommen werden.

Man beginnt mit dem Abgleich des Millivoltmeters. Das Potentiometer P3 wird für eine gegebene Normalspannung (Tongenerator oder, wenn nicht verfügbar, die Netzspannung) auf richtigen Zeigerausschlag des Instruments eingestellt. Ist die Teilerplatine mit einem Digital-Ohmmeter oder einer Widerstandsdekade mittels Spannungs- oder Stromvergleichs genau eingestellt, dann stimmt damit die Eichung des Millivoltmeters auch für alle anderen Bereiche.

Zum Abgleich des Meßtongenerators wird zunächst P4 auf sicheres Anschwingen eingestellt. Dann stellt man C3 auf seinen Mittelwert und verdreht den Kern von Tr1 so lange, bis man die gewünschte Frequenz erhält.

Anschließend wird der Schwingkreis Tr2, C2 auf Resonanz gebracht. Die genaue Ausgangsspannung läßt sich mit P5 einstellen. Mit C3 kann man dann die Frequenz ohne merkliche Amplitudenschwankungen um ± 2 Hz ändern.

Das Einstellen der 10-Gang-Wendelpotentiometer des Filters bedarf einiger Sorgfalt. Der Tongenerator wird mit der Buchse MVM verbunden; S2 und S3 stehen in Stellung „eichen“. Mit P1 stellt man Vollausschlag am Instrument ein und schaltet dann S2 auf „Messen“ um. Mit dem Oszilloskopfen kontrolliert man die Ausgangsspannung von IS4 und stellt sie mit P6 auf Minimum ein (S3 nach oben schalten). Dabei soll eine Dämpfung von 40 bis 50 dB erreicht werden. Gelingt das nicht sofort, kann der Abgleich der Frequenz des Meßtongenerators und der Resonanzfrequenz des Doppel-T-Filters wechselseitig erfolgen. Filter 2 wird auf die gleiche Weise mit P7 eingestellt. Werden dann beide Filter hintereinander geschaltet, erreicht man mindestens 70 dB Dämpfung. Das entspräche einem Eigenklirrfaktor des Gerätes von etwa 0,03 Prozent.

Um die Langzeitstabilität der Eichung des Gerätes sicherzustellen, ist es günstig, das Gerät vor der Eichung künstlich zu altern, indem man es einige Male im Kühlschranks abkühlt und dann auf der Heizung auf etwa 50 °C erwärmt.

Der Meßvorgang für die Klirrfaktorbestimmung (Bild 10) entspricht etwa dem der Eichung. Vom Meßton-generator erhält das Meßobjekt seine richtige Meßspannung. S1 steht in Position b, S2 in Stellung „eichen“. Dann folgt die 100-%-Eichung mit P1. Nach Umschaltung von S2 auf „messen“ und von S3 auf immer empfindlichere Meßbereiche stellt man dann mit C3 das Minimum des Zeigerausschlages ein. Der Klirrfaktor ist auf der entsprechenden Skala direkt in Prozent ablesbar.

Der Frequenzgang des Gerätes ($U_{\text{Anzeige}} - U_{\text{Soll}}$) vom Eingang bis zur Anzeige, gemessen mit $U_0 = 1$ V, ist im Bild 11 dargestellt. Die wichtigsten technischen Daten lassen sich aus Tabelle II entnehmen. Man erkennt daraus, daß dieses selbstgebaute Meßgerät ein nützliches und vielseitig anwendbares Instrument für Werkstatt und Labor ist. Es hat sich in der Praxis gut bewährt.

Tabelle II. Technische Daten des Millivoltmeters mit Klirrfaktor-Meßzusatz

Betriebsart	Millivoltmeter
12 Meßbereiche	1 mV ... 300 V
Frequenzgang	
im Bereich 20 ... 10 000 Hz	$\pm 0,1$ dB
im Bereich 10 ... 50 000 Hz	$\pm 0,5$ dB
Betriebsart	Klirrfaktormessung
Eingangsspannungsbereich	30 mV ... 220 V
Meßfrequenz	956 Hz ± 2 Hz
Ausgangsspannung des Meßtongenerators	0 ... 1 V
Klirrfaktor des Meßtongenerators	$< 0,05\%$
Eigenklirrfaktor des Meßgeräts insgesamt	$< 0,06\%$
Meßbereich für Klirrfaktormessung	0,1 ... 100%

Schottky-Gleichrichter

H. FRIEDBERG

Bei den meisten elektronischen Geräten wird ein großer Teil der aufgenommenen Leistung letztlich in Wärme umgesetzt. Diese Wärme muß an die Umgebung abgeführt werden. Oberhalb einer bestimmten Leistungsdichte wird dafür stark steigender Aufwand nötig: Ventilator-kühlung, Heat-Pipes usw. Ventilatoren benötigen Wartung, müssen, um Staub vom Gerät fernzuhalten, mit Filtern versehen werden, die ebenfalls gelegentliche Wartung und Reinigung erfordern, und Heat-Pipes sind immer noch recht kostspielig. Die Forderung, bei der Entwicklung elektronischer Geräte auch auf geringen Leistungsverbrauch zu achten, ist daher nicht unbegründet. Dazu kommt bei tragbaren und mobilen Geräten noch die Forderung nach möglichst langer Lebensdauer der Batterien.

Besonders sorgfältig muß in dieser Hinsicht bei der Auslegung des Stromversorgungssteils vorgegangen werden, vor allem, wenn bei niedrigen Spannungen recht hohe Ströme benötigt werden. Für Gleichrichter in solchen Netzteilen, in DC/DC-Wandlern und als Freilaufdioden in schaltenden Netzgeräten stehen seit einiger Zeit Schottky-Gleichrichter zur Verfügung. Gegenüber normalen PN-Silizium-Gleichrichtern haben Schottky-Gleichrichter wesentlich niedrigere Durchlaß-Spannung und extrem kurze Schaltzeiten, also bei gleichem Strom wesentlich geringere Verlustleistungen. Die Wirkungsweise von Schottky-Gleichrichtern beruht auf der Sperrschichtbildung an einem Metall-Halbleiter-Übergang. Tatsächlich ist die Gleichrichterwirkung an Metall-Halbleiter-Übergängen viel länger bekannt als die von PN-Übergängen. Beispiele aus der Anfangszeit der Halbleitertechnik sind der Kristalldetektor und die Spitzendioden.

Die Beschreibung des Metall-Halbleiter-Übergangs läßt sich am anschaulichsten an einem Bändermodell beschreiben. Bild 1 zeigt, daß für den Elektronenfluß vom Metall in den Halbleiter eine große Potentialschwelle existiert. Wird eine Spannung in Durchlaßrichtung angelegt, werden die Energieniveaus im Halbleiter erhöht und Elektronen aus dem Leitungsband fließen in das Metall (Bild 2). Eine ge-

wisse Schwelle bleibt noch bestehen, jedoch die Verteilung der Elektronenenergie im Leitungsband des Halbleiters ermöglicht deren Überwindung.

Bei höherer Durchlaß-Spannung verschwindet die Schwelle vollständig, und der Strom ist nur noch von den Bahnwiderständen und den sonstigen ohmschen Widerständen im Stromkreis begrenzt.

Da positive Ladungsträger (Löcher) im Metall nicht vorhanden sind, kann auch eine Injektion von solchen in den Halbleiter nicht stattfinden. Bei Schottky-Gleichrichtern sind nur Majoritätsträger am Stromtransport beteiligt. Damit entfallen auch die mit der Rekombination der Minoritätsträger verbundenen Vorgänge, die die Sperrverzugszeit bei PN-Übergängen recht lange machen.

Bei Spannung in Sperrrichtung wird die Energie im Leitungsband des Halbleiters reduziert (Bild 3). Nur ein sehr kleiner Strom fließt, da die Potentialschwelle zwischen Metall und Halbleiter unverändert bleibt. Nur thermisch angeregte Elektronen und Tunneleffekte können zum Ladungstransport beitragen. Bei richtiger Auswahl des Metall-Halbleiter-Systems kann die Höhe der Potentialschwelle so festgelegt werden, daß man einen guten Kompromiß zwischen Spannungsabfall in Durchlaßrichtung und Sperrstrom erhält. Als Halbleitermaterial kommt in erster Linie Silizium in Frage.

Zum Vergleich ist in Bild 4 das Bändermodell für einen PN-Übergang dargestellt. Wie man sieht, sind auf beiden Seiten Potentialschwellen vorhanden. Diese addieren sich zu einem

größeren gesamten Potentialunterschied, der überwunden werden muß, um Stromfluß in Durchlaßrichtung zu

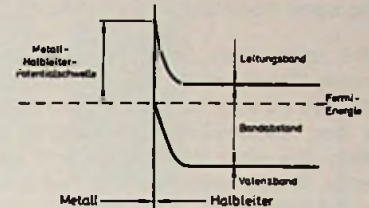


Bild 1. Bändermodell eines Metall-Halbleiter-Überganges. Die Elektronen im Metall haben Energien unter der Fermi-Energie

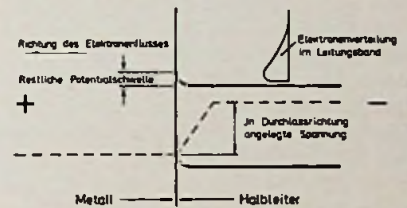


Bild 2. Metall-Halbleiter-Übergang mit Spannung in Durchlaßrichtung

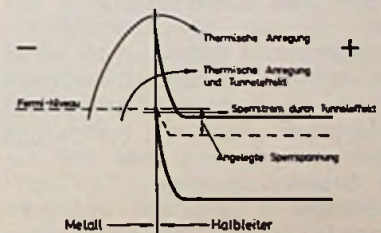


Bild 3. Sperrspannung am Metall-Halbleiter-Übergang

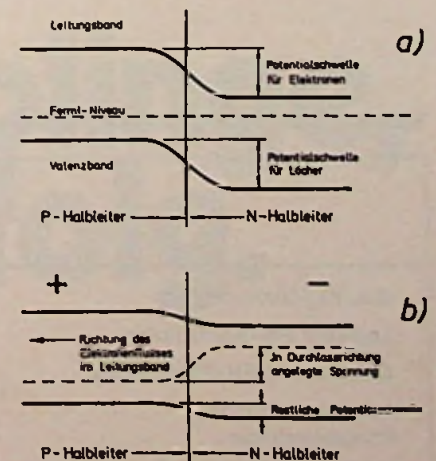


Bild 4. PN-Übergang ohne Spannung (a) und mit Sperrspannung (b)

Ing. Heinz Friedberg ist Geschäftsführer der Ing. Erich Sommer Elektronik GmbH, 6 Frankfurt (Main).

Halbleitergleichrichter

erhalten. Am Ladungstransport sind sowohl Löcher als auch Elektronen beteiligt. Die Löcher im N-Gebiet und die Elektronen im P-Gebiet sind Minoritätsträger, die bei Anlegen einer Spannung in Sperrrichtung rekombinieren müssen, bevor der PN-Übergang seine Sperrfähigkeit erreicht.

Bild 5 zeigt einen Schnitt durch einen Schottky-Gleichrichter. Die hochohmige epitaxiale Schicht muß sehr dünn sein, um den Serienwiderstand niedrig zu halten. Die über die SiO₂-Schicht reichende Anodenmetallisierung reduziert die Feldstärke an den Rändern des Metall-Halbleiter-Überganges und verbessert die Sperrcharakteristik. Nach dem in Bild 5 gezeigten Prinzip ist der Schottky-Gleichrichter 50 HQ 020 (International Rectifier) aufgebaut. Er hat einen maximalen Richtstrom von 50 A und eine periodisch zulässige Spitzensperrspannung von 20 V. Die Kennlinie des 50 HQ 020 ist in Bild 6 wiedergegeben. Man erkennt, daß die Sperrcharakteristik von der eines PN-Übergangs sich erheblich unterscheidet. Bis zu Sperrspannungen von etwa 8 bis 10 V verläuft sie sehr flach, um dann einen annähernd ohmschen Verlauf zu nehmen.

Die Sperrspannung von nur 20 V scheint auf den ersten Blick für praktische Anwendungen zu niedrig. Betrachtet man jedoch gleichzeitig den sehr niedrigen Spannungsabfall in Durchlaßrichtung (0,65 V bei 100 A), so wird deutlich, daß dieser Gleichrichter ein sehr weites Anwendungsfeld beim Gleichrichten niedriger Spannungen finden wird. Genannt seien hier nur die Stromversorgungsteile für Logikschaltungen in Computern, umfangreicheren industriellen Steuerungen, elektronischen Telefonvermittlungen usw. mit Betriebsspannungen zwischen 5 V (TTL, DTL) und 12 V (High Level

Logik) und oft erheblichem Stromverbrauch.

Wie schon oben erwähnt, sind Schottky-Gleichrichter Majoritätsträger-Bauteile und haben keine Rekombination von Minoritätsträgern. Diese Eigenschaft ist sehr wichtig beim Einsatz bei höheren Frequenzen. Selbst in speziell gefertigten (golddiffundierten) PN-Gleichrichtern erreichen bei Frequenzen über 10 kHz die Schaltverluste beachtliche Größen. Schottky-Gleichrichter dagegen können bis zu Frequenzen über 100 kHz eingesetzt werden.

Bei einem Vergleich der Sperrverzögerungszeit verschiedener Gleichrichter gleicher Leistung (Tabelle I) zeigt sich



Bild 5. Schematischer Schnitt durch einen Schottky-Gleichrichter

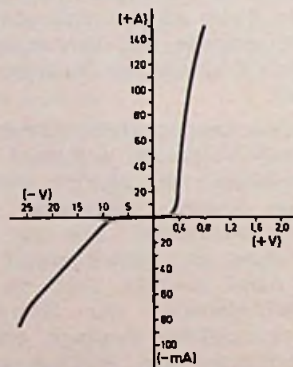


Bild 6. Kennlinie des 50 HQ 020 von International Rectifier

Tabelle I. Sperrverzögerungszeit verschiedener Gleichrichter

	Sperrverzögerungszeit	Sperrverzögerungsstrom	Rekombinationsladung
Schottky-Gleichrichter	150 ns	1,0 A	75 nC*)
Legierter PN-Gleichrichter	5 µs	50 A	125 µC
Diffundierter PN-Gleichrichter	3 µs	40 A	60 µC
Schnell sperrender PN-Gleichrichter	1,0 µs	25 A	12,5 µC

*) Elektrizitätsmenge Q in Coulombs (C) As

die deutliche Überlegenheit des Schottky-Gleichrichters. Der Unterschied zwischen einem schnell sperrenden PN-Gleichrichter mit einer Rekombinationsladung von 12,5 µC gegenüber 75 nC beim Schottky-Gleichrichter beträgt mehr als zwei Größenordnungen.

Der Strom während der Sperrverzögerungszeit ist ein Nebenschluß für die Stromquelle. Jedesmal, wenn die Diode von Durchlaß- in Sperr-Richtung umschaltet, geht eine gewisse Energiemenge verloren, die in Wärme umgesetzt wird, zum Teil im Gleichrichter selbst, zum Teil in den ohmschen Widerständen der Verdrahtung, des Transformators usw. Nimmt man an, daß die Stromquelle eine feste Spannung U hat, so ist die in Wärme umgesetzte Energie:

$$E = U \cdot Q_{rr} = U \int Idt$$

(Ws/Umschaltung)

und daraus unter der Annahme, daß die Kurvenform des Rekombinationsstroms dreieckig ist:

$$E = U \cdot \frac{I_{rr} \cdot t_{rr}}{2}$$

und die Verlustleistung:

$$P = U \cdot \frac{I_{rr} \cdot t_{rr}}{2} \cdot f$$

Zur Dokumentation der geringen Verlustleistung von Schottky-Gleichrichtern wurde mit der o. g. Beziehung die Verlustleistung für einen Gleichrichter in Mittelpunktschaltung berechnet. Angenommen wurde dabei rechteckige Kurvenform, eine Spannungsquelle mit 20 V und eine Ausgangsspannung von 5 V (geregelt durch Pulsweitenmodulation) bei 100 A. Die gleichen Berechnungen wurden auch für schnell sperrende PN-Gleichrichter durchgeführt und in der Tabelle II den Ergebnissen für die Schottky-Gleichrichter gegenübergestellt.

Die Schaltverluste bei schnell schaltenden PN-Gleichrichtern betragen $20 \cdot 12,5 \cdot 10^{-6}$ Ws/Umschaltung. Bei den Schottky-Gleichrichtern 50 HQ 020 nur $20 \cdot 75 \cdot 10^{-9}$ Ws/Umschaltung. Die Durchlaßspannung der PN-Gleichrichter ist etwa 1,15 V bei 100 A, die Schottky-Gleichrichter haben beim gleichen Strom einen Spannungsabfall von nur 0,65 V. Die statischen Verluste ergeben sich durch Multiplikation der Durchlaßspannung mit dem Durchlaßstrom, wobei vorausgesetzt wurde, daß auch der Strom rechteckige Kurvenform hat.

Die Tabelle II zeigt, wie durch den Einsatz von Schottky-Gleichrichtern schon



**Publikumsliebliche,
für Ihren Erfolg.**

LOEWE
RADIO · TV · HiFi
Loewe Opta GmbH Berlin/Kronach

Tabelle II. Vergleich der Verlustleistung von schnell schaltenden PN-Dioden und Schottky-Gleichrichtern

Frequenz kHz	Verluste schnell schaltender Dioden (für zwei Dioden in Mittelpunktschaltung)				Verluste von Schottky-Dioden				Gleichrichter-Wirkungsgrad %	
	Statischer Verlust W	Schaltverluste in W		Gesamtverluste W	Statischer Verlust	Schaltverluste in W		Gesamtverluste W	schnell schaltende Dioden	Schottky-Dioden
		je Umschaltung	Gesamt			je Umschaltung	Gesamt			
1	115	$0,5 \cdot 10^{-3}$	0,5	115,5	65	$3 \cdot 10^{-6}$	0,003	65,003	81,2	88,5
5	115	$0,5 \cdot 10^{-3}$	2,5	117,5	65	$3 \cdot 10^{-6}$	0,015	65,015	81,0	88,5
10	115	$0,5 \cdot 10^{-3}$	5	120	65	$3 \cdot 10^{-6}$	0,03	65,03	80,6	88,5
20	115	$0,5 \cdot 10^{-3}$	10	125	65	$3 \cdot 10^{-6}$	0,06	65,06	80,0	88,5
40	115	$0,5 \cdot 10^{-3}$	20	135	65	$3 \cdot 10^{-6}$	0,12	65,12	78,4	88,5
100	115	$0,5 \cdot 10^{-3}$	50	165	65	$3 \cdot 10^{-6}$	0,3	65,3	75,2	88,4

bei niedrigen Frequenzen der Wirkungsgrad wesentlich verbessert werden kann. Bei 1 kHz wird beim Einsatz von Schottky-Gleichrichtern bereits eine um 50 W niedrigere Verlustleistung erzielt, bei 100 kHz steigt die Differenz gegen die schnell schaltenden PN-Gleichrichter auf nahezu 100 W.

Um die rechnerischen Ergebnisse nach Messungen zu belegen, wurde bei International Rectifier ein experimenteller DC/DC-Wandler aufgebaut. Im Frequenzbereich von 1,5 kHz bis 20 kHz konnte mit den Schottky-

Gleichrichtern 50 HQ 020 keine Änderung des Wirkungsgrades nachgewiesen werden. Mit normalen und schnellen PN-Silizium-Gleichrichtern dagegen wurde der vorherberechnete Abfall des Wirkungsgrades bei höheren Frequenzen bestätigt.

Die übrigen elektrischen und thermischen Kennwerte von Schottky-Gleichrichtern sind vergleichbar mit denen von PN-Gleichrichtern gleicher Leistung. Die einzige Ausnahme ist die niedrigere Grenztemperatur für Betrieb und Lagerung.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß Schottky-Gleichrichter wichtige Bauelemente für die Stromversorgung von Verbrauchern mit niedrigen Spannungen und hohen Strömen sind. Sie können bei Frequenzen bis über 100 kHz eingesetzt werden, ohne daß die Schaltverluste nennenswert ansteigen. Letzteres ist vor allem wichtig beim Einsatz als Freilaufdiode in schaltenden Netzgeräten und als Gleichrichter in DC/DC-Wandlern mit höheren Frequenzen.

Lagern, Pflegen und Reinigen von Schallplatten

Schallplatten sind zwar für den Musikfreund „Gebrauchsgegenstände“, aber trotzdem muß man sie mit Sorgfalt behandeln, wenn man möglichst lange etwas von ihnen haben will. Dazu gibt die BASF ein paar Hinweise:

Lagern

Schallplatten sollten nach Durchmessern geordnet flach liegend oder senkrecht in schmalen Fächern stehend aufbewahrt werden. Bei Flachlagerung legt man nicht mehr als etwa zehn Platten je Stapel aufeinander, um Druckschäden für die untersten Platten zu vermeiden. Für die Senkrechtlagerung nimmt man möglichst schmale Fächer. Ab einer bestimmten Schräglage beginnen Platten nämlich „durchzuhängen“, was nach längerer Zeit zu einem Verziehen der Oberflächen führt. (Sollte das doch einmal passiert sein: Flachlagern mit leichter Belastung kann diesen Fehler mildern.)

Der Aufbewahrungsraum sollte normale Zimmertemperatur haben, damit es keine Verformungen des thermoplastischen Materials gibt.

Pflegen

Platten darf man niemals unverpackt lagern, weil sich sonst auf ihnen Staub absetzt, der sich nur schwer entfernen läßt. Sie sollten nur für das Abspielen aus den schützenden Taschen genommen werden. Zur Plattenpflege lassen sich folgende Mittel einsetzen:

1. Die Plattenbürste aus weichem Samt. Man drückt sie zur Staubbentfernung vor dem Abspielen sanft auf die sich drehende Platte.
2. Die Reinigungsrolle aus antistatisch imprägniertem Samt. Anwendung ähnlich wie bei der Plattenbürste.
3. Die Reinigungsbürste, die – ähnlich einem Tonarm – von den Plattenrillen geführt wird und während des gesamten Abspielens auf der Platte bleibt. Sie kann trocken benutzt, aber auch mit einem Antistatikum angefeuchtet werden.
4. Die „Naßfahr-Einrichtung“. Sie ähnelt einem Tonarm und ist mit einer Spezialflüssigkeit gefüllt. Damit wird ständig die gerade abgetastete Rillenzonen befeuchtet. Das führt zugleich zu einer starken Verminderung des Reibgeräusches der Leerrillen und zu einer Vermeidung des statischen Knisterns.
5. Die mitlaufende Antistatik-Einrichtung (s. a. Heft 4/1975, S. 71, 74). Hier läuft während des Abspielens ein kleiner

Plattenbesen aus feinsten Kupferdrähtchen mit, der von einer tonarmähnlichen Einrichtung in der Rille, die gerade abgespielt werden soll, geführt wird. Dieser Plattenbesen ist mit den Schutzkontakten einer Schuko-Steckdose verbunden und führt dadurch statische Aufladungen an die Erde des Netzes ab. Dabei läßt sich übrigens die Aufladungsgefahr durch Vorbehandlung der Platte mit einem metallisierten Tuch noch weiter verringern.

Reinigen

Gut gepflegte Platten bedürfen keiner weiteren Reinigung. Schwieriger ist jedoch die Säuberung anderweitig beschmutzter Platten. Man kann versuchen, durch leichtes Reiben mit einem spiritusgetränkten Leinenbausch die Verschmutzung zu lösen, wobei in Rillendirection – also nicht quer – zu reiben ist. Andere chemische Lösungsmittel sind mit Vorsicht zu verwenden, weil sie das Plattenmaterial auflösen und damit zerstören können.

Nicht zu vergessen ist die regelmäßige Säuberung der Abtastnadel. Bei den heute üblichen hochempfindlichen Tonabnehmern führen Staubablagerungen an dieser Stelle zu sehr deutlich hörbaren Verzerrungen; gleichzeitig sind dadurch aber auch Verletzungen der Plattenoberfläche nicht auszuschließen.

Spalteinstellung bei Cassettenrecordern

H. ZANDER

Der Azimutwinkel von Magnetköpfen in Magnetbandgeräten muß möglichst klein sein, um neben der Kompatibilität der Magnetbänder auch einen guten Frequenzgang zu gewährleisten. Bei Cassettenrecordern ist wegen des mechanischen Aufbaus eine Schiefstellung des Kopfes leichter möglich. Der Beitrag beschreibt eine Schaltung, mit der sich eine Winkelabweichung ohne großen Aufwand feststellen und korrigieren läßt.

1. Allgemeines

Der Azimutwinkel gibt die Neigung des Spalts zum Lot auf die Bezugsfläche in Richtung der Tangentialebene an (Bild 1a). Die bei Schiefstellung des Kopfes auftretenden Verluste hängen von der Winkelabweichung α , von der Spurbreite b und der aufzeichneten Wellenlänge λ ab

$$\begin{aligned} \text{Verluste (dB)} &= \\ &= 20 \lg \frac{\sin \frac{\pi \cdot b \cdot \tan \alpha}{v}}{\frac{\pi \cdot b \cdot \tan \alpha}{v}} \quad (1) \end{aligned}$$

$$\text{mit } \lambda = \frac{v}{f} \quad (2)$$

(v = Bandgeschwindigkeit,
 f = Frequenz).

Aus Gl. (1) ergibt sich, daß die Verluste mit kleiner werdender Bandgeschwindigkeit zunehmen. Bei der Aufnahme und Wiedergabe von Stereo-Signalen tritt zusätzlich ein Phasenfehler zwischen beiden Signalen auf, der bei der Bildung des Summensignals zu Auslöschungen und damit zu Klangverfärbungen führen kann (Bild 1b). Größere Phasendifferenzen verfälschen zudem das stereophone Klangbild.

Die Phasendifferenz $\Delta\varphi$ ergibt sich aus

$$\Delta s = d \cdot \sin \alpha \quad (3)$$

$$\text{und } \Delta t = \frac{\Delta s}{v} \quad (4)$$

$$\text{mit } \Delta\varphi = \frac{\Delta t}{T} \cdot 360 \text{ (in Grad)}$$

Ing. (grad.) Horst Zander ist Mitarbeiter der Stiftung Preußischer Kulturbesitz, Berlin.

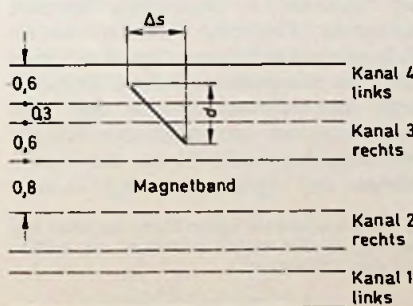
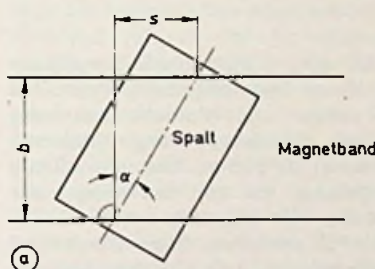


Bild 1a (oben). Schematische Darstellung der Spaltlage. Bild 1b (unten). Lage der vier Spuren bei einem Cassettenrecorder

$$\begin{aligned} \text{und } T &= \frac{1}{f} \\ \text{zu } \Delta\varphi &= \frac{d \cdot \sin \alpha \cdot f}{v} \quad (5) \end{aligned}$$

Daraus ergibt sich, daß bei konstantem Azimutwinkel der Phasenfehler um so größer wird, je kleiner die Bandgeschwindigkeit und je größer die Aufnahme- beziehungsweise Wiedergabefrequenz ist. Bild 2 zeigt den Spannungsverlust als Funktion des Fehlerwinkels [1] für ein 10-kHz-Signal am Beispiel eines Cassettenrecordern mit 4,75 cm/s Bandgeschwindigkeit und 0,6 mm Spurbreite. Nimmt man das benachbarte Maximum als

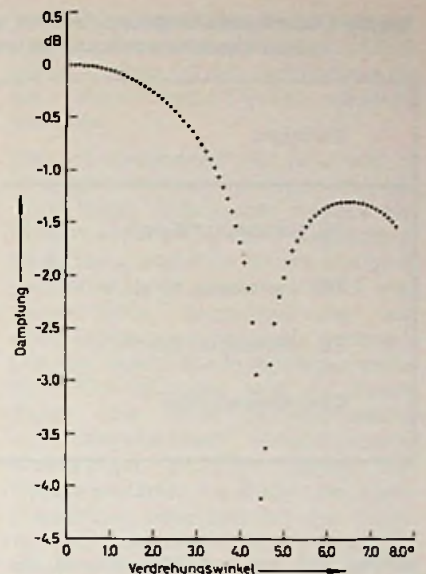


Bild 2. Spannungs- und Phasendämpfung als Funktion des Spalt-Verdrehungswinkels (Computer-Ausdruck; die Skalenwerte der x-Achse sind mit 0,1, die der y-Achse mit 10 zu multiplizieren)

Bezugspunkt, so ergeben sich bei einer Schiefstellung des Kopfes von $0,65^\circ$ ($39'$) Verluste von mehr als 13 dB. Beim Vergleich verschiedener Magnetbandgeräte-Arten zeigt sich, daß bei Cassettenrecordern — bezogen auf das Nachbarmaximum — die Verluste bereits bei einer geringeren Abweichung des Kopfes aus dem Lot größer sind als bei Spulen-Tonbandgeräten (Tabelle I). Das bedeutet, daß der Azimutwinkel bei Cassettenrecordern, weil hier Abweichungen besonders kritisch sind, möglichst genau auf null Grad eingestellt werden muß. Es kommt hinzu, daß bei Cassettenrecordern der Kopfträger an das Band gedrückt wird und sich als Folge dieser häufigen mechanischen Bewegung die optimale Lage sehr viel leichter verstellt.

An die zu entwickelnde Kontrollschaltung (Bild 3) wurden folgende Anforderungen gestellt: kleine Abmessungen, geringe Leistungsaufnahme, anpaßbar an unterschiedliche elektrische Anforderungen und Aufbau mit handelsüblichen Bauelementen.

2. Schaltung

Die Schaltung (Bild 4) besteht im wesentlichen aus der Eingangsstufe mit je einem Spannungsfollower pro Kanal als Impedanzwandler ($R_{in} \gg 10 \text{ M}\Omega$, $R_{out} < 1 \Omega$) und den anschließenden Schaltungen für den Spannungs- und Phasenvergleich.

Mit der Spannungsvergleichsschaltung wird die Stellung des Tonkopfes be-

Tabelle I. Spannungsdämpfung für drei verschiedene Tonbandgeräte und einen Cassettenrecorder bei verschiedenen Fehlerwinkeln

Geräteart	Fehlerwinkel ¹⁾ Grad	Spannungsdämpfung ¹⁾ dB
TB, Halbspur, 19 cm/s	0,78	13,26
	0,54	42
TB, Viertelspur, 19 cm/s	1,56	13,26
	1,08	42
TB, Viertelspur, 9,5 cm/s	0,78	13,26
	0,54	42
Cassettenrecorder	0,65	13,26
	0,45	42

stimmt, bei der vom Magnetband die maximale Spannung induziert wird. Sie besteht aus einem aktiven Gleich-

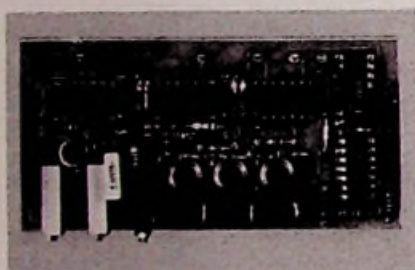


Bild 3. Platine des Kontrollgeräts für die Spalt-einstellung

Bild 4. Blockschalbild des Kontrollgeräts
(K 1 = K 2 = K 3 = 734 o. ä.; MFF 1 = MFF 2 =
= 1/2 9602; V 1 = V 2 = 1/2 747; V 3 = V 4 =
= 1/2 747; V 5 = 741; V 6 = LM 310)

richter, einem Spitzenspannungsfolger und einem Spannungskomparator. Mit ihm werden die Momentanspannung und die Spitzenspannung (Maximalspannung) verglichen. Die prozentuale Abweichung, bei der der Komparator anspricht, läßt sich mit dem Potentiometer P 3 einstellen. Diese Einstellung ist erforderlich, weil der vom Magnetband abgetastete Pegel nicht konstant ist, sondern in gewissen Grenzen schwankt. Folgende Faktoren beeinflussen diese Schwankungen: Gleichlauf des Magnetbandgerätes, Andruckkraft des Magnetbandes an den Tonkopf, Material und Alter des benutzten Magnetbandes. Durch das Nachlaufen der Spitzenspannung — der

¹⁾ Die angegebenen ersten Werte beziehen sich jeweils auf das Nachbarmaximum, die zweiten auf das 1. Minimum.

Betrag wird durch das Potentiometer P 3 bestimmt — erreicht man eine eindeutige Anzeige beim Überschreiten des Spannungsmaximums.

Ein aktiver Gleichrichter (Bild 5) zur Gewinnung des Effektivwertes wurde gewählt, um unerwünschte Eigenschaften der Gleichrichterdioden (beispielsweise nichtlineare Kennlinie) auszuschalten. Dadurch lassen sich auch Eingangssignale im Millivolt-Bereich mit großer Genauigkeit durchschalten. Bei der vorliegenden Schaltung wird über die Rückkopplung des ersten Verstärkers die Stromverteilung zwischen den beiden Signalwegen geschaltet. Bei einem Polaritätswechsel der Eingangsspannung wechselt ebenso das Vorzeichen der Gesamtverstärkung. Für eine positive Eingangsspannung ist der Strom i positiv, und die Diode D 1 wird in Durchlaßrichtung betrieben; D 2 ist gesperrt. Der Verstärker V 1 arbeitet als Inverter. Die Sperrung von D 2 bewirkt, daß der nichtinvertierende Eingang von V 2 auf der virtuellen Masse am Eingang von V 1 liegt. Auch der zweite Verstärker arbeitet als Inverter, und es ist $e_0 = -e_1$ für positive Eingangsspannungen.

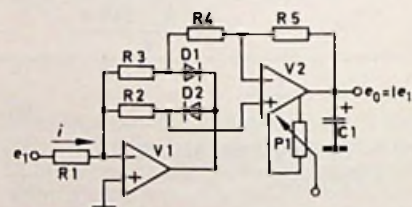
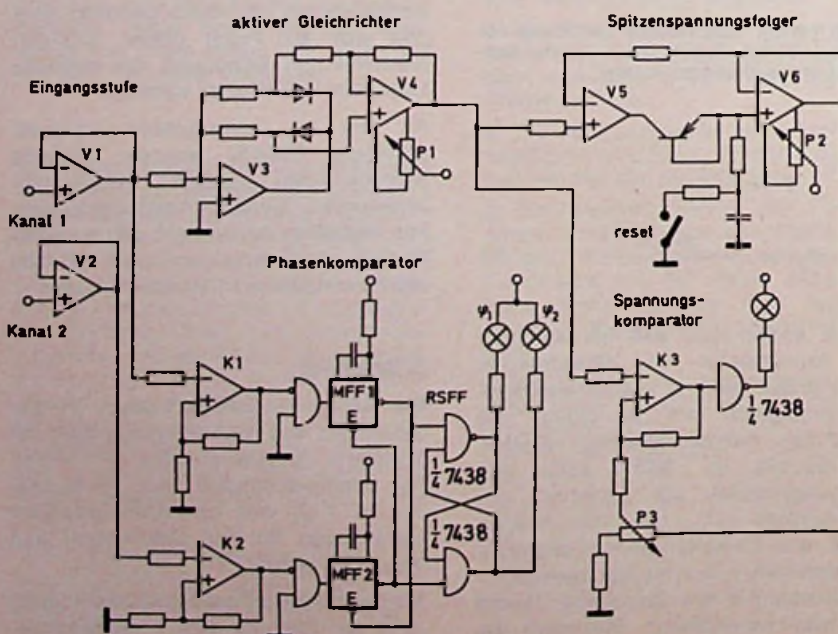


Bild 5. Schaltung des aktiven Gleichrichters
(R 1 = R 2 = R 3 = R 4 = R 5 = R 6; V 1 = V 2 = 741 o. ä.)



Bei negativer Eingangsspannung wird D 1 gesperrt und D 2 durchgeschaltet. In diesem Fall steuert der invertierende Verstärker V 1 den nichtinvertierenden Eingang von V 2 an. Das hat eine Vorzeichenänderung der Gesamtverstärkung zur Folge. In dieser Betriebsart fließt nicht der gesamte Strom durch den neuen Rückkopplungswiderstand, sondern er spaltet sich in Teilströme auf, deren Verhältnis durch die Teilerwiderstände bestimmt wird. Zwei Drittel des Stroms fließen durch den neuen Rückkopplungswiderstand von V 1 und ergeben eine Ausgangsspannung von $-2e_1/3$. Das restliche Drittel des Stroms fließt durch den gegenüberliegenden Zweig durch den Rückkopplungswiderstand von V 2 und erzeugt am Ausgang die Spannung $-e_1/3$. Die Addition der beiden Spannungen ergibt eine Aus-

gangsspannung von $e_0 = -e_1$ für negative Eingangsspannungen, und es ist $e_0 = |e_1|$.

Ein Vorteil dieser Schaltung ist, daß alle Widerstände den gleichen Wert haben. Der Kondensator C 1 dient zur Glättung der Halbwellenspannung. Er wird gerade so groß gewählt, daß bei einer Frequenz von 10 kHz am Ausgang des aktiven Gleichrichters keine Restwelligkeit mehr vorhanden ist. Eine zu große Kapazität würde die Ansprechempfindlichkeit der Spannungsvergleichsschaltung vermindern, eine zu kleine Kapazität keine eindeutige Anzeige ergeben.

An den Ausgang des aktiven Gleichrichters schließt sich der Spitzenspannungsfolger an (Bild 6). Er besteht aus einem zweistufigen Spannungsfolger mit einer Diode zwischen dem Ausgang der ersten Stufe und dem Eingang der zweiten Stufe. Bei der vorliegenden Anwendung wurde eine Transistordiode eingesetzt, um einen möglichst kleinen Rückwirkungsstrom zu erreichen. Ist die Spannung am Eingang des ersten Verstärkers größer als die Ausgangsspannung des Spitzenspannungsfolgers, dann fließt ein Strom durch die Diode und lädt den Kondensator C 2 auf. Die Ladung des Kondensators bestimmt die Höhe der Ausgangsspannung. Ist die Eingangsspannung kleiner als die Ausgangsspannung, kann kein Strom durch die Diode fließen. Die Ausgangsspannung wird auf dem bisher erreichten Wert festgehalten. Die Zeitdauer, für die sich dieser Wert innerhalb der geforderten Genauigkeitsgrenzen speichern läßt, wird durch den Rückwirkungsstrom durch die Diode in den Ausgang von V 1, durch den Leckstrom des Kondensators und durch den Entladestrom in den Eingang des zweiten Verstärkers bestimmt. Sein Eingangswiderstand sollte deshalb möglichst groß sein ($R_{in} > 10 \text{ M}\Omega$). Beide Spannungen — Momentanspannung und Spitzenspannung — werden anschließend durch einen Komparator miteinander verglichen. Dazu ist es notwendig, daß die Offsetspannung am Ausgang des aktiven Gleichrichters und am Ausgang des Spitzenspannungsfolgers auf null Volt abgeglichen wird (P 1 und P 2 in Reihenfolge).

Solange der Spitzenwert der Momentanspannung folgt, das heißt der Magnetkopf sich der Idealstellung nähert, ist die Anzeigelampe (Bild 3) ausgeschaltet. Nach dem Überschreiten der Position wird die Momentanspannung kleiner als der Spitzenwert, der Komparator spricht an, und die Lampe leuchtet auf. Bedingt durch die eingangs erwähnten Fehlerquellen wird

nur bei optimalen Voraussetzungen eine eindeutige Anzeige erreicht. In der Praxis hat sich gezeigt, daß man die besten Ergebnisse durch mehrmaliges Überfahren der Maximumstellung erreicht. Zu diesem Zweck kann der Ladungskondensator C 2 von Hand entladen werden. Die Ansprechempfindlichkeit wird durch das Potentiometer P 3 bestimmt.

Der Phasenkomparator dient zur Anzeige der Gleichphasigkeit sowie der Phasenlage. Ein Wechsel der Phasenlage wird durch einen Wechsel der Anzeige (φ_1, φ_2) signalisiert. Dazu vergleicht man die NF-Spannung durch einen Komparator mit der Referenzspannung 0 V (Masse). Ist der Momentanwert des Eingangssignals positiv, liegt am Ausgang des Komparators das Potential „0“; ist der Momentanwert negativ, ist der Ausgang „1“. Zur Erhöhung der Stabilität hat der Komparator eine Hysterese von etwa 0,1% der Ausgangsspannung. Der anschließende monostabile Flipflop wird von der negativen Flanke am Ausgang des Komparators getriggert. Die abgegebenen Impulse haben eine Dauer von 90 μs , entsprechend 90% der Periodenzeit eines 10-kHz-Signals. Der zuerst getriggerte MFF sperrt für diese Zeitdauer den anderen MFF über den E-Eingang und setzt gleichzeitig den RS-Flipflop. Sein Schaltzustand kann sich erst dann wieder ändern, wenn der andere MFF zuerst getriggert wird. Der Status des RS-Flipflop wird durch zwei Lampen angezeigt. Es leuchtet

jeweils die Lampe für den Kanal auf, dessen Phase voreilend ist. Durch diese Aussage ist die Drehrichtung für die Magnetkopfjustierung eindeutig bestimmt.

Die Speisespannung der Schaltung ist eine symmetrische Gleichspannung von $\pm 5 \text{ V}$; beide Spannungen müssen stabilisiert sein. Ist in dem Magnetbandgerät keine passende Stromversorgung vorhanden, kann man nach Bild 7 eine symmetrische Doppelspannung aus einer Gleichspannungsquelle erzeugen. Die von einem Spannungsregler gelieferte 10-V-Spannung wird zu diesem Zweck über einen Rechenverstärker mit nachfolgendem komplementären Emitterfolger in $\pm 5 \text{ V}$ geteilt. Der Rechenverstärker ist dabei als Spannungsfolger geschaltet. Ist das Teilerverhältnis der Widerstände R 1 und R 2 gleich 1, dann erhält man zwei gleiche positive und negative Spannungen. Der Ausgangsstrom ist begrenzt durch den Differenzstrom, der in oder aus dem Massepol fließt. Er hängt ab von der symmetrischen Belastung des Netzgerätes und kann bei dieser Schaltung 750 mA betragen.

Schrifttum

- [1] ● P f a u , E.: Tonbandtechnik, S. 161. Stuttgart: Fischer Taschenbuch Verlag 1973.
- [2] ● G e r b e r , W.: Probleme und Fortschritte in der Magnetbandtechnik. In: Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechnik Bd. 8, S. 683. Berlin: Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik 1969.
- [3] ● W e b e r s , J.: Tonstudioteknik, S. 300. München: Franzis Verlag 1968.
- [4] ● G a e m e , J. G.: Applications of operational amplifiers, S. 123. New York: McGraw-Hill 1973.
- [5] ● The voltage regulator handbook, S. 3—8. Fairchild Semiconductor, Linear application staff 1974.

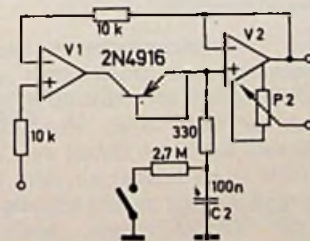


Bild 6. Schaltung des Spitzenspannungsfolgers (V = 741 o. ä.; V 2 = LM 310)

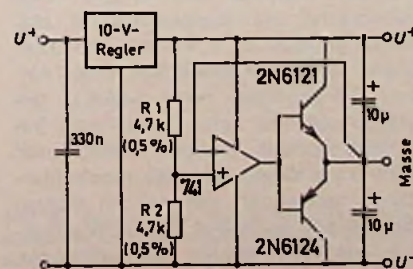


Bild 7. Schaltung zur Erzeugung zweier symmetrischer Spannungen von $\pm 5 \text{ V}$ aus einer 10-V-Spannung

MOS-integrierbare Digital-Analog-Wandler

1. Teil. Das Impulsdauerverfahren (Tastzeitverhältnisverfahren)

R. REINER

Mit der MOS-Technik lassen sich umfangreiche digitale Schaltungen monolithisch integrieren. Analoge MOS-Schaltungen sind dagegen heute nur in wenigen Spezialgebieten zu finden (zum Beispiel Eimerkettenschaltungen als analoge Schieberegister). Trotzdem werden heute Schaltungsteile in digitaler MOS-Technik realisiert, die bisher als analoge Schaltung ausgeführt wurden. Die Gründe dafür liegen bei den Kosten und der technischen Zweckmäßigkeit. Immer dann, wenn statt der bisherigen Lösung eine digitale Lösung denkbar ist, die jedoch bis heute aus Preisgründen nicht in Frage kam, lohnt es sich, über eine MOS-Realisierung nachzudenken. Das digitale System sieht im Augenblick sehr viel komplizierter aus, weil die Schaltung umfangreicher ist, doch durch den hohen Integrationsgrad der MOS-Technik wird die Schaltung billig und die Gerätefertigung oft vereinfacht. Die technischen Vorteile eines digitalen Systems gegenüber einem analogen sind bekannt: Zuverlässigkeit, große Störsicherheit, Justierarbeiten entfallen, digitale Werte lassen sich beliebig lange speichern. Vor allem in der Unterhaltungselektronik finden sich viele Beispiele für den Einsatz digitaler MOS-Schaltungen an Stellen, wo bisher analoge Lösungen üblich waren: Frequenzerkennung (nach dem Frequenzzählerprinzip oder durch PLL-Schaltungen in digitaler Form), Speicherung und elektrische Änderung von analogen Werten (z. B. Lautstärke-, Helligkeits- und Farbsättigungseinstellung bei fernbedienten Fernsehgeräten), Tonfrequenzgenerator mit besonderer Form der Ausgangsspannung (z. B. Treppenspannungsgenerator für elektronische Orgeln).

Die beiden letzten Beispiele lassen erkennen, daß es beim Ersatz von analogen Schaltungen durch digitale oft notwendig sein wird, an der Schnittstelle zu den weiteren Schaltungen wieder auf analoge Größen überzu-

gehen. Man benötigt also Digital-Analog-Wandler, die meistens dann zu aufwendig sind, wenn sie neben der MOS-Schaltung zusätzlich eingebaut werden müssen. Die MOS-integrierbaren Digital-Analog-Wandler können mit der digitalen Schaltung auf einem einzigen Halbleiter-Chip integriert werden. Das ist die Voraussetzung für viele Anwendungen der MOS-Technik.

In diesem Beitrag sollen 2 Prinzipien, die für MOS-DA-Wandler in Frage kommen, mit je einem Ausführungsbeispiel besprochen werden:

Teil 1: Das Impulsdauerverfahren (Tastzeitverhältnisverfahren)

Teil 2: Das R-2R-Netzwerkverfahren.

Beide Verfahren haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile: Das Impulsdauerverfahren benötigt einen Oszillator, der ständig in Betrieb ist. Es tritt eine rechteckförmige Ausgangsspannung auf, die in einem externen Tiefpaß geglättet werden muß. Durch diese Schwingungen können möglicherweise benachbarte Schaltungen gestört werden.

Mit dem Impulsdauerverfahren lassen sich sehr genaue DA-Wandler aufbauen, die maximale Auflösung liegt praktisch bei etwa 15 bit. Schaltungen nach diesem Verfahren haben den Vorzug, relativ leicht prüfbar zu sein, weil das Ausgangssignal rechteckförmig ist und mit Digital-Testern überprüft werden kann.

Das R-2R-Netzwerkverfahren ist ein rein statisches Verfahren, es wird kein Oszillator benötigt und es tritt keine Schwingung im Ausgangssignal auf. Allerdings gibt es 2 Effekte, die dazu führen, daß die Genauigkeit eines solchen DA-Wandlers nicht beliebig gesteigert werden kann, wenn man ihn in MOS-Technik realisiert: Wenn man MOS-Transistoren als Netzwerkwiderstände verwendet, wie das im folgenden Beispiel geschieht, ist die Wandlerkennlinie vom Prinzip her nichtlinear, sie bekommt einen Durchhang. Die 2. Einschränkung liegt in der Ausbeute und der Prüfbarkeit:

Die Netzwerkwiderstände lassen sich nicht einzeln vermessen oder gar abgleichen, jede einzelne Spannungsstufe muß nachgemessen werden.

Es dürfte unwirtschaftlich sein, solche DA-Wandler mit einer größeren Auflösung als 6 bit monolithisch integrieren zu wollen.

1. DA-Wandler nach dem Impulsdauerverfahren

1.1. Prinzip

Die Ausgangsspannung der MOS-Schaltung zeigt dabei eine digitale Form: Sie ist eine Rechteckspannung. Der Analogwert liegt im Tastverhältnis dieser Rechteckspannung. Außerhalb des Schaltkreises kann die Rechteckspannung sehr einfach in eine Gleichspannung, deren Höhe den Analogwert darstellt, umgewandelt werden. Durch eine integrierende Schaltung, einen Tiefpaß, wird der zeitliche Mittelwert der Rechteckspannung ausgesiebt. Das Bild 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau. Ein Schalter, der von der vorausgehenden Digitalschaltung gesteuert wird, schaltet zwischen den Polen einer Spannungsquelle hin und her. In dem nachgeschalteten RC-Tiefpaß wird der zeitliche Mittelwert der Ausgangsspannung gebildet. Dieses Prinzip erfordert außer der Spannungsquelle keine Präzisionsbauelemente. Bedingung für eine gute Genauigkeit ist nur die Linearität der Bauelemente und die exakte Steuerung des Tastzeitverhältnisses. Das Tastzeitverhältnis läßt sich mit digitalen Mitteln sehr genau einstellen, deshalb bietet sich dieses Prinzip für die MOS-Technik ganz besonders an.

Leider können DA-Wandler nach diesem Prinzip nicht beliebig schnell arbeiten. Der Tiefpaß, der unbedingt erforderlich ist, benötigt eine bestimmte Einschwingzeit. Die Grundfrequenz, die in der Rechteckspannung enthalten ist, muß so stark bedämpft werden, daß die Welligkeit der Spannung am Tiefpaßausgang in annehmbaren Grenzen liegt. Theoretisch könnte man ein Tiefpaßfilter wählen, dessen Grenzfrequenz nur wenig unterhalb der

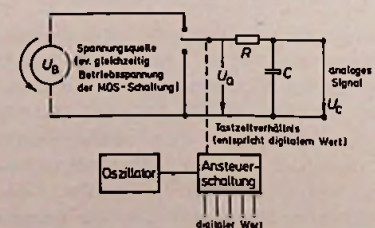


Bild 1. Prinzip des Impulsdauer-Verfahrens (Tastzeitverhältnisverfahren)

Dipl.-Ing. Robert Reiner ist Mitarbeiter der Siemens AG, Unternehmensbereich Bauelemente München.

Grundfrequenz liegt und dessen Filterflanke sehr steil verläuft. Man käme so zu den schnellstmöglichen Einschwingzeiten. Praktisch bedeutet ein solches Filter jedoch meist einen unververtretbaren Aufwand. Man wird immer versuchen, mit dem billigsten Tiefpaß auszukommen, also möglichst mit einem einfachen RC-Glied. Ein einfaches RC-Glied hat einen Dämpfungsverlauf von 6 dB/Oktave, daher muß die Grenzfrequenz weit unterhalb der Grundfrequenz liegen, damit die verbleibende Welligkeit hinreichend klein ist, d.h. die Einschwingzeit ist in der Praxis relativ lang.

1.2. Ansteuerung des Schalters

In der digitalen Schaltung fällt das Ergebnis zunächst in Form einer Dualzahl an. In einer Ansteuerschaltung muß die Dualzahl in ein Tastverhältnis umgeformt werden. Im folgenden werden 2 Schaltungsmöglichkeiten besprochen.

Die erste Variante führt zu einer Rechteckspannung konstanter Frequenz. Die zweite Variante (das stochastische Verfahren) hat zum Ziel, die Schaltfrequenz gegenüber der ersten Variante zu erhöhen, was für die Dimensionierung des Tiefpasses vorteilhaft ist. Sie führt zu einer Rechteckspannung, deren Frequenz von der umzuformenden Dualzahl abhängt.

Nach der Erläuterung des Funktionsprinzips dieser beiden Schaltungsvarianten werden die Vor- und Nachteile gegeneinander verglichen.

1.2.1. Das einfache Umformungsverfahren

Der Speicher (Bild 2) ersetzt die vorausgehende Digital-Schaltung. An seinen Ausgängen steht die Dualzahl an, die in das Tastverhältnis umgeformt werden soll. Zu der Umformung benötigt man den Vergleicher, den Zähler, den Oszillator und das RS-Flipflop. Der Zähler läuft ständig durch. Er soll rückwärts zählen. Immer dann, wenn er die Stellung 0 durchläuft, setzt er das RS-Flipflop zurück. Nach der Stellung 0 springt er in die Stellung voll und zählt rückwärts. Sobald die Zählerstellung gleich der Dualzahl ist, gibt der Vergleicher einen Setzimpuls an das RS-Flipflop, das gesetzt bleibt, bis der Zähler die Stellung 0 erreicht hat. Wenn die Dualzahl groß ist, erfolgt das Setzen relativ früh innerhalb einer Zählperiode und das RS-Flipflop steht relativ lange im gesetzten Zustand. Ein Ausgang des RS-Flipflops kann daher den Schalter steuern.

Bei diesem Verfahren ist die Frequenz der Schaltstufe unabhängig von der Dualzahl, es besteht ein festes Verhältnis zwischen der Schaltfrequenz, der Oszillatorfrequenz und der Auflösung:

$$f_{\text{oszillator}} = 2^n \cdot f_{\text{schalt}}$$

n gibt dabei das Auflösungsvermögen des DA-Wandlers an.

Bei einer MOS-Schaltung ist die höchstmögliche Oszillatorfrequenz beschränkt (Größenordnung etwa 1 MHz). Bei einer Auflösung von 6 Bit ist die Schaltfrequenz also etwa nur 15 kHz, bei höheren Auflösungen ist sie noch niedriger.

1.2.2. Das stochastische Verfahren [2]

Dieses Verfahren soll zu einer höheren Schaltfrequenz führen. Zur Funktion vergleiche Bild 3: Gegenüber dem Ver-

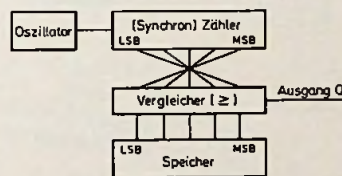


Bild 2. Umformung der Digital-Information in ein Tastzeitverhältnis. Die Ausgangsfrequenz ist konstant



Bild 3. Umformung der Digital-Information in ein Tastzeitverhältnis nach dem „stochastischen“ Verfahren

Zählerstand		Ausgangsspannung bei Speicherstellung	
wirklich	vertauscht	010	100
000	000	0	0
001	100	0	1
010	010	0	0
011	110	0	1
100	001	1	0
101	101	1	0
110	011	1	1
111	111	1	1
0001	000	0	0
001	100	0	1
010	010	0	0

Bild 4. Beispiel für die Ausgangsspannung eines stochastischen DA-Wandlers bei verschiedenen Digitalwerten (Speicherstellungen)

gleicher in Bild 2 muß der hier verwendete Vergleicher unterscheiden können, ob der Zählerstand größer oder kleiner ist als die Dualzahl. Er ist also komplizierter. Einen Vorteil bringt er dann, wenn man die Anschlüsse des Zählers vertauscht, so daß der Vergleicher die höchstwertige Stelle (MSB = most significant Bit) des Zählers mit der niederwertigsten Stelle (LSB = least significant Bit) der Dualzahl vergleicht. Im anschließenden Beispiel ist für 2 verschiedene Dualzahlen (Speicherstellung 1 und Speicherstellung 2) gezeigt, wie der Verlauf der Ausgangsspannung, die den Schalter steuert, sein würde.

In der ersten Spalte (Bild 4) sind die Zählerstände aufgetragen, von oben nach unten gelesen ergibt sich der Zeitverlauf. In der 2. Spalte sind die Zählerstände mit vertauschten Wertigkeiten eingesetzt. Es wird angenommen, daß der Vergleicher immer dann eine logische 1 ausgibt, wenn der Speicherstand größer ist als der Zählerstand, und eine logische Null, wenn der Speicherstand kleiner oder gleich dem Zählerstand ist. Daraus ergeben sich die in Bild 4 gezeichneten Ausgangsspannungen für die Speicherstellungen 010 und 100. Man erkennt, daß die Schaltfrequenz in diesen Fällen größer ist als beim einfachen Verfahren, daß sie aber nicht konstant ist, sondern vom Speicherstand, von der Dualzahl, abhängt. Auf die gleiche Weise kann man die Ausgangsspannung für die anderen Speicherstände ermitteln und sieht dann:

Bei den Speicherständen voll und (leer + 1) ergibt sich die gleiche Schaltfrequenz wie beim einfachen Verfahren.

Bei allen ungeraden Speicherständen (LSB = 1) ist die niedrige Schaltfrequenz des einfachen Verfahrens im Spektrum enthalten, allerdings nur mit einem Bruchteil der dortigen Amplitude.

1.2.3. Vergleich der beiden Ansteuerungsverfahren

Das stochastische Verfahren hat gegenüber dem einfachen in den meisten Schaltzuständen den Vorteil, eine höhere Ausgangsfrequenz zur Ansteuerung des Schalters zu liefern, was zu kleineren Welligkeiten der gesiebten Spannung oder zu kürzeren Einschwingzeiten oder zu billigeren Tiefpässen führen kann.

Das stochastische Verfahren besitzt aber auch Nachteile, die diesen Vorteil in manchen Fällen kompensieren:

- a) Der Vergleicher ist aufwendiger, er besitzt eine kleinere Arbeitsgeschwin-

digkeit als der Vergleich bei dem einfachen Verfahren. Daher muß die Oszillatorfrequenz beim stochastischen Verfahren u.U. abgesenkt werden.

b) Bei 2 bestimmten Dualzahlen ist die Ausgangsfrequenz nicht höher als beim einfachen Verfahren. Mit dem oben erwähnten Nachteil ergibt sich in diesen Fällen insgesamt eine niedrigere Ausgangsfrequenz. Bei ungeraden Dualzahlen ist im Spektrum diese niedrigste Schaltfrequenz enthalten. Die Schaltfrequenz und das Spektrum der Ausgangsspannung ist von der Größe der Dualzahl abhängig. Über den ganzen Bereich gesehen, tritt ein breiteres Störspektrum auf als bei dem einfachen Verfahren, was in speziellen Fällen stören kann.

Im Abschnitt 1.5.3. wird dargelegt, daß die Genauigkeit des Impulsdauerverfahrens durch den Temperaturgang der Schaltflanken begrenzt ist.

Wenn dieser Effekt eine Rolle spielt, hat es keinen Sinn, das stochastische Verfahren anzuwenden, weil dabei mehr Schaltflanken auftreten als beim einfachen Verfahren und der Temperaturgang der Analog-Spannung damit erhöht wird.

1.3. Die Schaltstufe

Die Schaltstufe kann auf mehrere Arten realisiert werden. Selbstverständlich wird man zunächst danach streben, die Schaltstufe mitzuintegrieren, das ist grundsätzlich bei allen bekannten MOS-Techniken möglich. Wenn aber besondere Anforderungen an die Schaltstufe gestellt werden, z.B. besonders hohe Spannung, empfiehlt es sich, die Schaltstufe extern zu realisieren. Die nächsten Abschnitte gehen auf die verschiedenen Möglichkeiten ein.

1.3.1. Mitintegrierte Schaltstufen

Der Umschalter aus dem Prinzip-Bild 1 wird aus 2 gesteuerten MOS-Transistoren aufgebaut.

In den einkanaligen Techniken (N- und P-Kanal-Technik) verwendet man eine Gegentakt-Schaltung mit Hilfsinverter, wie sie in Bild 5a dargestellt ist. Im allgemeinen benötigt man für eine solche Gegentakt-Schaltung eine zusätzliche Betriebsspannung U_H , die höher ist als die Betriebsspannung U_B , damit der obere Transistor leitend gesteuert werden kann.

In der C-MOS-Technik eignet sich ein üblicher, niederohmig dimensionierter Inverter als Schaltstufe. Er kommt ohne Hilfsspannung aus (Bild 5b).

Die Hilfsspannung zum Betrieb der Gegentaktschaltung bei den einkanaligen Techniken bedeutet manchmal einen Nachteil für den Anwender der Schaltung. In einigen Fällen ist es möglich, diesen Nachteil zu vermeiden. Wenn die Betriebsspannung U_B und die Schaltfrequenz günstig liegen, kann man Schaltungen verwenden, die sich die hohe Hilfsspannung selbst erzeugen (z. B. über Bootstrap-Kapazitäten).

Günstige Werte für die P-MOS-Ionenimplantations-Technik sind beispielsweise $U_B = -12V$ und $f_{Schalt} = +40kHz$. In anderen Fällen kann man darauf verzichten, 2 gesteuerte Transistoren zu verwenden. Unter Umständen genügt eine Schaltung aus einem Transistor und einem Lastwiderstand (Bild 5c). Auch hier kommt man ohne Hilfsspannung aus, man muß jedoch in Kauf nehmen können, daß die Wandlerkennlinie vom Prinzip her einen Durchgang bekommt (Abschnitt 1.3.2. und 1.5.1.) und daß die Ausgangsspannung nicht exakt auf Null gebracht werden kann. (Wenn der Transistor eingeschaltet ist, teilt sich die Betriebsspannung auf den Lastwiderstand und den Transistor auf.)

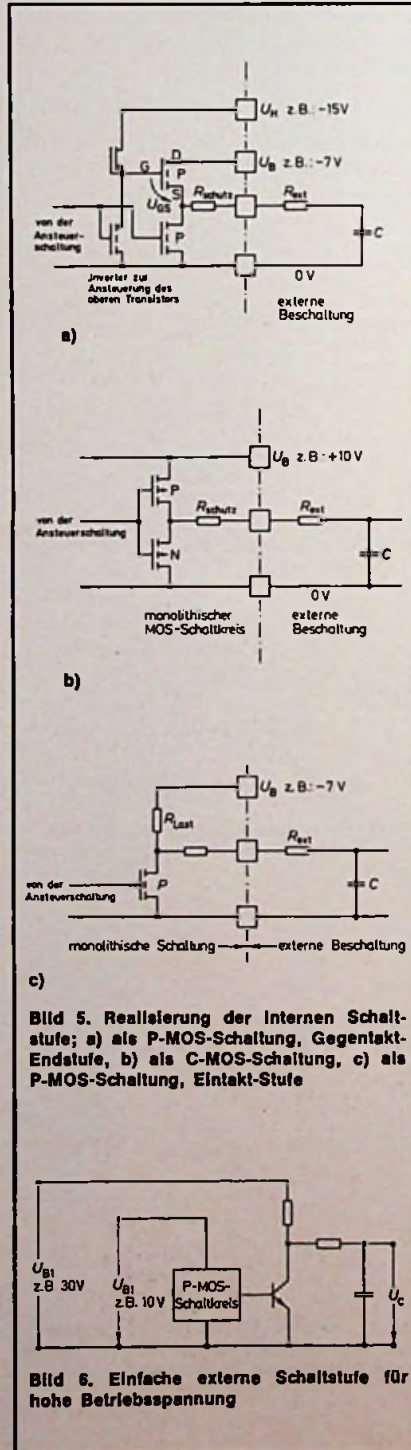
In den Bildern 5a—5c sieht man einen Schutzwiderstand R_{Schutz} , der mit dem externen Widerstand in Serie liegt. Der Schutzwiderstand ist damit Bestandteil des Tiefpasses. Wenn man den externen Widerstand R_{ext} einsparen will, kann man ihn mitintegrieren, doch diese kleine Einsparung empfiehlt sich nicht. Der Widerstand ist dann endgültig festgelegt und läßt sich später, wenn eine Schaltungsänderung gewünscht wird, nicht mehr verkleinern. Der Schutzwiderstand wird so dimensioniert, daß der Ausgang kurzschlußfest ist, praktisch liegen die Werte je nach Betriebsspannung und den verwendeten Schalttransistoren zwischen 100Ω und einigen $k\Omega$.

Der Kondensator C des Tiefpasses wird immer extern dazugeschaltet, weil die Kapazitätswerte, die bei einem mitintegrierten Kondensator erreicht werden können (pF), viel zu klein sind gegenüber den erforderlichen Werten (μF).

1.3.2. Externe Schaltstufen

Wenn besondere Anforderungen an die Schaltstufe gestellt werden (z. B. hohe Ausgangsspannung oder keine Hilfsspannung bei der P-MOS- oder N-MOS-Technik) kann die Schaltstufe extern dazugeschaltet werden, der MOS-Schaltkreis liefert dann nur die Steuerspannung. Die externe Schaltstufe ist kein MOS-Problem, daher soll hier nur eine besonders einfache Form für hohe Ausgangsspannungen beschrieben werden:

Aus einer P-MOS-Schaltung (Bild 6) lassen sich besonders leicht NPN-Transistoren ansteuern. Die Höhe der Betriebsspannung für die Schaltstufe (U_{B2}) kann unabhängig von der MOS-Betriebsspannung (U_{B1}) gewählt werden. Die Schaltstufe ist als einfacher Inverter mit Lastwiderstand ausgeführt, die Schaltung ist deshalb besonders ein-



fach, allerdings ist der Innenwiderstand der Schaltstufe in beiden Schaltzuständen ungleich, was zu einem Durchhang der Wandlerkennlinie führt (vergleiche 1.5.1.). Es hängt vom besonderen Anwendungsfall ab, ob dieser Durchhang stört, in manchen Fällen kann er sogar erwünscht sein (zum Beispiel Ansteuerung einer Kapazitätsdiode).

1.4. Ausführungsbeispiel

Bei Fernsehgeräten, die über Ultraschall ferngesteuert werden, müssen die Einstellungen für Lautstärke, Helligkeit und Farbsättigung elektrisch verstellt werden können. Dazu könnte man 3 Motorpotentiometer einsetzen, doch es ist wesentlich günstiger, statt dessen einen einzigen MOS-Baustein zu verwenden. Der MOS-Schaltkreis besitzt 3 Vor-Rückwärtszähler, in denen die Informationen über die gewünschten Werte der 3 Größen digital gespeichert sind und durch Bedieneingänge verändert werden können, und hinter jedem Vor-Rückwärtszähler einen DA-Wandler nach dem Impulsdauerverfahren.

Bild 7 zeigt das Blockschaltbild des Schaltkreises. Die Auflösung beträgt 6 bit, was für diese Anwendung reichlich ist. Der Oszillator, der mitintegriert ist und der nur eine externe Kapazität benötigt, schwingt mit etwa 1 MHz, die Ausgangsfrequenz der Schaltstufen beträgt damit etwa 15 kHz. Die Schaltfrequenz ist unabhängig von der digitalen Information, da die Ansteuerschaltung nach Bild 1 arbeitet. Die genaue Frequenz ist unkritisch, sie geht nicht in die Ausgangsspannung ein. Obwohl 3 DA-Wandler sich auf dem Schaltkreis befinden, wird der Oszillator und der Synchron-

zähler nur einmal benötigt. Der Aufwand für einen DA-Wandler wird dadurch recht klein, dies ist ein besonderer Vorteil des Impulsdauerverfahrens. Der Schaltkreis arbeitet mit einer Betriebsspannung von +5,3... +6,2 V und einer Hilfsspannung von -10...-15 V. Der Innenwiderstand der Schaltstufen ist dabei kleiner 1 kΩ, die Schaltstufe ist kurzschlußfest. Der Schaltkreis wird mit einer positiven Betriebsspannung versorgt, obwohl es sich um P-MOS-Technik handelt, die eigentlich eine negative Betriebsspannung benötigt. Dies ist möglich, weil die MOS-Masse, der Anschluß U_{ss} , auf den positiven Pol der Betriebsspannung geschaltet ist. Damit stimmen MOS-Masse und Masse des Fernsehgerätes zwar nicht überein,

was aber in diesem Fall und vielen anderen Fällen keinen Nachteil bedeutet. Weitere Informationen zu diesem Schaltkreis in [3].

1.5. Abweichungen vom Ideal

Bei dem Beispiel im vorausgehenden Abschnitt spielen die Abweichungen vom Ideal noch keine Rolle. Die einzige Größe, deren Schwankung in den Wert der analogen Ausgangsspannung bemerkbar eingeht, ist die Betriebsspannung.

Wenn man die Auflösung des DA-Wandlers wesentlich steigert, z. B. bei 10 Bit, müssen die Abweichungen der MOS-Schaltung von den idealen Bauelementen, wie sie im Prinzip-Schaltbild (Bild 1) angenommen wurden, berücksichtigt werden. In den nächsten Abschnitten werden 3 wichtige Effekte angeführt.

1.5.1. Durchhang der Wandlerkennlinie

Die Schaltstufe besteht aus 2 MOS-Transistoren oder einem MOS-Transistor und einem Widerstand (Bild 5). Die Arbeitsbedingungen für den oberen und den unteren Transistor sind unterschiedlich, das kann dazu führen, daß die Durchlaßwiderstände der Transistoren voneinander abweichen. Bei den Schaltstufen aus einem Transistor und einem Lastwiderstand ist diese Abweichung vom Prinzip her vorhanden und besonders groß. Die unterschiedlichen Widerstände führen zu einem Durchhang der Wandlerkennlinie (Bild 8). Die Wandlerkennlinie bleibt aber reproduzierbar. Je nach Anwendungsfall wird man einen bestimmten Durchhang zulassen können oder in manchen Fällen sogar wünschen.

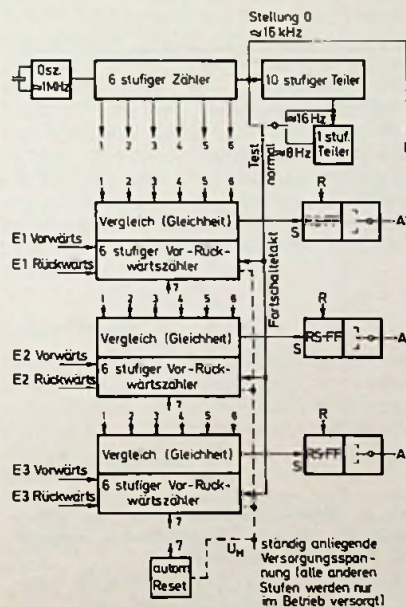


Bild 7. Blockschaltplan des SVD 75

BERU-INFORMATION · BERU-INFORMATION · BERU-INFORMATION · BERU-INFORMATION · BERU-INFORMATION

Wußten Sie schon, daß...

- ... BERU 1912 gegründet wurde
- ... BERU bei den führenden Automobilherstellern in der Erstausrüstung ist
- ... BERU 25% der Lohnkosten für Prüfungen und Kontrollen aufwendet
- ... BERU-Produkte in 110 Ländern verkauft werden

BERU-Information

... für BERU der Fachgroßhandel wichtigster Handelspartner ist ... BERU zu den Besten gehört. Bei Zündkerzen, Glühkerzen, Funkentstörmittel

BERU, 714 Ludwigsburg



BERU-INFORMATION · BERU-INFORMATION · BERU-INFORMATION · BERU-INFORMATION · BERU-INFORMATION

Vereinfachte Modellbetrachtung zur Abschätzung des Fehlers: Wenn der untere Transistor eingeschaltet ist, sei der Gesamt-Widerstand, über den die Kapazität entladen wird, R .

Wenn der obere Transistor eingeschaltet ist, sei der Gesamt-Widerstand, über den die Kapazität aufgeladen wird, $R + \Delta R$.

Das Tastverhältnis sei $\gamma =$ Einschalt-dauer des oberen Transistors zur Periodendauer.

Die Abweichung

$$\Delta U_C = U_{C \text{ real}} - U_{C \text{ ideal}}$$

ergibt sich dann zu

$$U_C = U_{C \text{ ideal}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{R}{(1-\gamma) \cdot \Delta R}}$$

mit $U_{C \text{ ideal}} = U_B \cdot \gamma$

Wenn $\Delta R \ll R$ ergibt sich die größte Abweichung ΔU_C bei $\gamma = 1/2$. In Bild 8 ist die Abweichung vom Ideal für 2 Verhältnisse $\Delta R/R$ dargestellt. Bei $\Delta R/R = 0,1$ ist die größte Abweichung 2,5% von der Betriebsspannung, bei $\Delta R/R = 0,5$ beträgt sie 10%.

1.5.2. Einfluß der Hilfsspannung

Bei P- und N-MOS-Schaltungen hängt der Widerstand des oberen Transistors von der Hilfsspannung ab (Bild 5a). Durch eine schwankende Hilfsspannung wird der Durchgang verändert und die Reproduzierbarkeit eingeschränkt.

1.5.3. Temperaturabhängigkeit

Die Temperatur beeinflusst die Schaltflanken, dadurch wird auch der zeitliche Mittelwert der Ausgangsspannung verändert (Bild 9). Wenn die Schaltflanke um ΔT länger dauert als im idealen Fall, wird dadurch der zeitliche Mittelwert verändert um:

$$\varepsilon \cdot U_B = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta T}{T} \cdot U_B$$

Wenn man annimmt, daß sich auf Grund von Temperaturschwankungen die Flankendauer um ΔT_1 verändert und die dadurch verursachte Änderung des Ausgangsspannungsmittelwertes nur $\varepsilon_1 \cdot U_B$ betragen darf, erhält man für die Periodendauer T einen Mindestwert T_{min} .

$$T_{\text{min}} = \frac{\Delta T_1}{2 \cdot \varepsilon_1}$$

Wenn beispielsweise die Schwankung der Schaltflanke $\Delta T_1 = 500$ ns beträgt und eine Genauigkeit von $\varepsilon_1 = 1\%$ gefordert wird, muß die Perioden-

dauer T größer gewählt werden als 250 μ s.

Wenn diese Beschränkung wirksam wird, hat es keinen Sinn, das „stochastische“ Verfahren (Abschnitt 1.2.2.) anzuwenden. (Fortsetzung folgt)

Schrifttum

- [1] Bigall: Neue MOS-Bausteine für elektronische Orgeln, Siemens Bauteile Report 1/75, S. 1...4.
- [2] Corradetti, A., u. Oliva, I.: MOS A/D and D/A Converter Circuits based on the Stochastic Principle: Reliability and Economicity for Industrial Control and Data Processing Systems. Mikroelektronik (1972) S. 315...326
- [3] Datenblatt S 175, Siemens AG, München 80, Balanstr. 73.

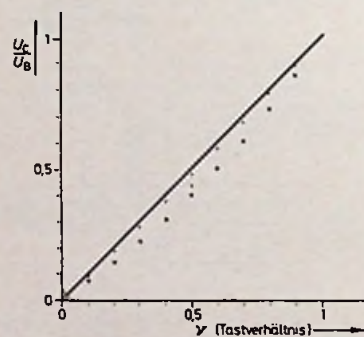


Bild 8. Wandlerkennlinie. Wenn die Widerstände in beiden Schaltzuständen ungleich sind, ergibt sich ein Durchgang

- $\Delta R = 0,1 \cdot R$: $\cdot 0,091; 0,184; 0,279; 0,376; 0,475; 0,576; 0,679; 0,784; 0,891$
 $\Delta R = 0,5 \cdot R$: $\times 0,069; 0,143; 0,222; 0,308; 0,4; 0,5; 0,608; 0,726; 0,857$

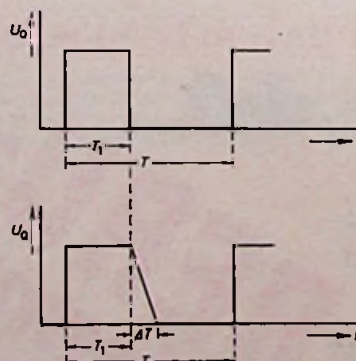


Bild 9. Die Schaltflanken beeinflussen den Mittelwert der Ausgangsspannung

Kurz berichtet

Hi-Fi-Tage des Deutschen High-Fidelity-Instituts (dhfi) finden in diesem Jahr am 3./4. Mai in Gießen, am 7./8. Juni in Böblingen und am 1./2. November in Flensburg statt.

Eine neue Broschüre über Sprachlehranlagen hat Philips herausgegeben. Sie enthält Informationen über die unterschiedlichen Systeme und geht ausführlich auf die neuen Anlagen für Compact-Cassetten ein.

Radio RIM in München hat aus eigener Produktion zwei anspruchsvolle Schallplatten mit Barockmusik herausgebracht.

Gesamtmarkt-Erhebungen für Elektro-Konsumgüter, nach Artikelgruppen gegliedert, will die Fachhandelsgemeinschaft Eltrop, Frankfurt, in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Konsum-, Markt- und Absatzforschung (GfK), Nürnberg, durchführen.

Einen neuen „Audio-Video-Technik-Gesamtkatalog 1975“ hat Philips im März herausgegeben.

In den Austauschdienst übernommen hat Philips jetzt auch die Auto-Cassetten-Abspielgeräte „Auto-Cassette N 2605“ und „Auto-Cassette Stereo N 2607“. Während der Garantiezeit erfolgt der Austausch kostenlos.

Einen Service-Druck auf der Platinen-Lötselte erhalten jetzt alle Farbfernsehgeräte von ITT Schaub-Lorenz. Der Druck enthält alle wichtigen Diagnose-Informationen, die mit gleichen Symbolen in den Service-Unterlagen der Geräte wiederkehren.

Neu herausgebracht hat Dual die Service-Anleitungen P 55, CV 61, CD 40, CV 20.

„Urlaub à la Cassette“ heißt ein bundesweites Preisausschreiben, das die BASF Ende April startet. Einsendeschluß ist der 15. Juli.

Einen Fotowettbewerb unter dem Motto „Wälder, die keiner mag“, startete die Firma Hirschmann. Bei der bis 31. Juli begrenzten Aktion geht es darum, häßliche Antennenwälder auf Wohnhäusern möglichst eindrucksvoll zu fotografieren.

Berichtigung

Elektronischer Zeitgeber mit zwei Bereichen

(Heft 4/1975, S. 75–78)

In der Einzelteilliste auf Seite 78 ist als Hersteller für die Lumineszenzdioden TIL 209 die Firma Texas Instruments einzusetzen. Die entsprechende Intermetall-Typenbezeichnung ist CQY 65.

Hardware auf der didacta 1975



Für die Rundfunk- und Fernsehbranche ist die didacta keine Messe, bei der Neuentwicklungen im Vordergrund stehen müssen. Dort geht es um die Präsentation der speziell für diesen Bereich interessanten Geräte. Was allgemeine Tendenzen anbelangt, so wird darüber bereits in diesem Heft auf Seite 159 berichtet.

Bell & Howell

Der Geschäftsbereich Photo, Kino, Video der Bell & Howell GmbH stellte neben Filmprojektoren, Fernsehkameras und Bildaufzeichnungsgeräten das tragbare Farbaufnahme- und -wiedergabesystem der Japan Victor Company vor. Es besteht aus einem 1/2"-Farbrecorder und einer Zweiröhren-Farbkamera, die aus Batterien gespeist werden und von ihrem Aufbau her sehr kompakt und leicht sind. Die Farbkamera hat je ein Vidikon für Luminanz und Chrominanz (dichroitische Spiegel in Streifenfilterform). Bestückt ist sie mit einem 2,0/15...60-mm-Variobjektiv. Die Einstellung der Belichtung erfolgt über TTL-Lichtmeßeinrichtung mit Lichtwertanzeige im Sucher. In der Kameravorderfront befindet sich ein Elektret-Mikrophon. Scharfeinstellung und Wahl des Bildausschnitts sind auf einem kleinen Suchermonitor mit vorgeschalteter abklappbarer Lupe kontrollierbar. Das Gewicht der Kamera ist 3,8 kg. Der 1/2"-Farbrecorder erfüllt die Bedingungen des japanischen EIAJ-1-Standards. Er hat Einrichtungen für Stand- und Zeitlupenaufnahme (vierfach). Die maximale Aufzeichnungsdauer ist 35 min. Der Recorder wiegt zusammen mit dem Akku 9,5 kg und



Tragbare Farbfernsehkamera und 1/2"-Farbrecorder der Japan Victor Company im Vertrieb von Bell & Howell

läßt sich in einer speziellen Umhängetasche tragen. Neben dem Betrieb aus Batterien ist auch mit einem Adapter der Anschluß an das Stromnetz möglich. Als Zubehör lieferbar ist ein Anschlußkabel für die Autobatterie. Am Ausgang des Recorders liegt ein Standard-RGB-Signal. Mit Hilfe eines Kameraadapters können die Signale der Fernsehkamera auch auf andere Farbrecorder (zum Beispiel auch auf 3/4"-Farbrecorder vom „U-matic“-Typ) aufgezeichnet werden. Für die Wiedergabe der Recorderaufzeichnung oder des Kamerasignals auf normalen Heimempfängern steht ein HF-Modulator (bei der Kamera in Verbindung mit dem Kameraadapter) zur Verfügung. Die Kamera hat ein Auflösungsvermögen von etwa 450 Zeilen; bei Farbaufzeichnungen mit dem tragbaren Recorder ergibt sich eine Auflösungsgrenze bei etwa 250 Zeilen. Als günstigste Beleuchtungsstärke bei Farbaufnahmen wurden 1100 lx, als Untergrenze 400 lx angegeben.

Robert Bosch

Ein komplettes CCTV-Farbstudio für zentrale Ausbildungsstätten in Industrie, Schule und Verwaltung demonstrierte der Geschäftsbereich Fernsehanlagen der Robert Bosch GmbH. Das Studio ermöglicht die Produktion von individuellen Video-Lehr-Bändern unter Einbeziehung der Informationsquellen öffentlichen Fernsehens, 16-mm-, Super-8-Film, Kleinbild-Dia und Vorlagen graphischer Art. Live-Kameras können zur Aufnahme von eigenen Programmbeiträgen eingesetzt werden. Folgende Bausteine bildeten das auf der didacta gezeigte Farbstudio: die Schwarz-Weiß-Kamera „T XK 931 A 1“ und die Farbkamera „T CP 40 A“ als Live-Kameras im Studio, die Schwarz-Weiß-Kamera „T XK 92 A 1“ als Titel-Kamera für Bild- und Textvorlagen, der Multiplexer „TC 6 MT 9-001“ zum Abtasten von Filmen und Dias und der Monitor „MC 661 BC 9 A“ als Demodulator für die öffentlichen Fernsehprogramme und als Farbnachschaumonitor des Regiepults. Zentrale Bedieneinheit ist das Regiepult „T RP 12-012“.

Esco

Die Esco, Gesellschaft für Fernsehprojektion, hat den von Kalart Victor hergestellten Fernsehprojektor „Tele-Beam“ in ihren Vertrieb aufgenommen. Das gesamte zweiteilige Gerät hat die relativ kleinen Abmessungen von etwa 58 cm × 38 cm × 84 cm. Mit dem „Tele-Beam“ können sowohl von der Fernsehkamera und vom Magnetband kommende als auch direkt Fernseh-

sendungen vergrößert wiedergegeben werden. Das auf einem kleinen Schwarz-Weiß-Monitor erzeugte Bild läßt sich mit verschiedenen Objektiven (I...V) von 55 cm × 75 cm (Projektionsabstand 1,5 m) bis auf 4,5 m × 6 m (Projektionsabstand 12 m) vergrößern. Die weiteren technischen Daten im einzelnen sind: CCIR-Norm, Leistungsaufnahme 550 W, Projektionsneigung ±15°, zulässiger Abstand zwischen Bedien- und Projektionseinheit bis zu 120 m.

Eumig

Die Eumig Industrie GmbH, bekannt als Hersteller von Filmprojektoren, zeigte zwei kleine Fernsehkameras mit den Typenbezeichnungen „VC 551“ und „VC 552“. Sie sind mit einem 2/3"-Vidikon bestückt. Das Modell „VC 551“ hat einen Spiegelreflexsucher und ein 1,9/9...30-mm-Objektiv. Die Blende ist auf zwei Positionen einstellbar: einmal auf volle Öffnung 1:1,9, zum anderen auf 1:5,6. Die Empfindlichkeitsregelung erfolgt zwischen 40 und 40 000 lx automatisch. Als Horizontalauflösung werden 320 Zeilen (4 MHz) und als Störabstand 42 dB (unbewertet) angegeben.

Im Gegensatz zum vorangegangenen Modell hat die „VC 552“ C-Mount-Normalgewinde, so daß sich Objektive nach Wahl einsetzen lassen. Die minimal erforderliche Beleuchtungsstärke wird bei diesem Typ mit 20 lx, die Auflösung mit über 400 Zeilen (5,5 MHz) und der Störabstand mit 52 dB (bewertet) angegeben. Für das Modell „VC 551“ wurde ferner ein neues Netzgerät mit HF-Modulator vorgestellt, über das die Kamera mit allen handelsüblichen Fernsehgeräten und VCR-Geräten verbunden werden kann.

Fernseh System Gesellschaft

Vertreten war auch die Fernseh System Gesellschaft, die herstellerunabhängig Fernsehanlagen plant und erstellt. Auf Grund eines eigenen Baukastensystems können Geräte jeder Größe und Form und von jedem Hersteller zu einer AV-Anlage aufgebaut werden. Auch entwickelt und produziert das Unternehmen eigene Geräte, und zwar die sogenannten Multiple-Choice-Systeme „Famulus“, „Activa MPG“ und „ALMA“ mit oder ohne Ausdruckeinheiten.

Grundig

Auf der didacta zeigte Grundig aus seinem Produktionsprogramm eine Reihe von Geräten und Anlagen, die auf Grund ihrer Konzeption als didaktische Hilfsmittel für die zeitnahe Unterrichtsgestaltung besonders geeignet sind.

Aus dem Bereich der Unterhaltungselektronik handelte es sich dabei um Rundfunkgeräte, Hi-Fi-Anlagen, Tonbandgeräte und Cassettenrecorder sowie um Schwarz-Weiß- und Farbfernsehempfänger. Der Sektor Professionelles Fernsehen präsentierte in erster Linie audiovisuelle Einrichtungen für

das klassen- und schulinterne Fernsehen. Hierbei wurden bewährte Komponenten wie Fernsehkamera, Monitor, Dia- und Filmprojektor zu mobilen Funktionseinheiten in einem AV-Wagen zusammengefaßt. Mehrere Typen stehen zur Verfügung.

Der AV-Wagen „Video“ ist das vielseitigste Modell. Die schwenkbare Kamera mit Beleuchtungseinrichtung ermöglicht die Übertragung von Schriftstücken, Makro- und Mikroaufnahmen, Versuchen sowie Live-Übertragungen von Veranstaltungen. Der Wagen enthält ferner ein VCR-Gerät. Ein Kontroll-Monitor dient zur Überwachung.

Der AV-Wagen „Duplex“ ermöglicht den Einsatz von 16-mm-Film- und Dia-Unterrichtsmaterial. Durch die Übertragung auf Fernsehempfänger entfällt die Raumverdunklung weitgehend. Für Kontrollzwecke steht ein drehbarer Monitor zur Verfügung. Mit dieser Anordnung kann auf einfache Weise vorhandenes Film- und Diamaterial in eigene, schulinterne Fernsehproduktionen einbezogen werden. Der AV-Wagen „Triplex“ unterscheidet sich von der vorgenannten Ausführung nur durch die zusätzliche Bestückung mit einem Super-8-Projektor.

Im AV-Wagen „Audio“ sind Hi-Fi-Steuergerät, Plattenspieler, Stereo-Cassettenrecorder oder -Tonbandgerät sowie zwei Lautsprecherboxen zusammengefaßt.

Der AV-Wagen „1"-Recorder“ dient zur Aufzeichnung und Wiedergabe öffentlicher oder selbstproduzierter Fernsehprogramme. Als Kontrollgerät wird ein auf einer neigbaren Brücke montierter Farbmonitor benutzt. Der 1"-Videorecorder ist mit zwei Tonspuren, Standbild- und Zeitlupen-Einrichtung sowie Schnittmöglichkeit ausgestattet.

Mit dem AV-Wagen „Kleinregie“ können mit Videomixer und Tonmischpulten aus mehreren Bild- und Tonquellen schulinterne AV-Produktionen erstellt werden. Zu den Arbeitsmöglichkeiten gehören die Mischung zweier Videosignale, weiche Überblendung sowie horizontaler und vertikaler Schnitt mit Kombinationsvarianten. Das Tonmischpult hat fünf Eingänge. Ein serienmäßig eingebauter elektronischer Zeiger erlaubt Hinweise auf besonders wichtige Details im Fernsehbild.

Von ihrem Grundaufbau her sind die Grundig-AV-Wagen — ähnlich den auch im Schulbereich gebräuchlichen Laborwagen — mit arretierbaren Laufrollen ausgestattet. Durch mechanische Verbindungen in den Seitensegmenten können die einzelnen Wagentypen bei Bedarf zu Funktionsgruppen zusammengestellt werden. Netzsteckdosen an den Wagen ermöglichen den Anschluß zusätzlicher Geräte.

Erstmals gezeigt wurde eine preisgünstige, voll farb-tüchtige Kopieranlage für die Vervielfältigung von Unterrichtsprogrammen. Sie besteht aus einem 1"-Videorecorder vom Typ „BK 401“ als Mastermaschine und vier VCR-Geräten vom Typ „BK 2000 color“, die über einen Video-Audio-Verteiler angesteuert werden. Der Kopiervorgang erfolgt im Real-Time-Verfahren und kann über zwei Farbmonitoren überwacht

werden. Außerdem steht ein Kontroll-Oszillograf zur Verfügung. Der Eingangswähler der Kopieranlage, auf den ein Kontroll-Monitor folgt, gestattet den Anschluß von vier Programmquellen: Fernsehkamera, Farbgenerator, Video-Audio-Tuner und Farb-Multiplexer.

Der erstmals vorgestellte neue Farb-Multiplexer ermöglicht zusammen mit einem neuartigen optischen System und bei kompaktem Aufbau Farbfilmab-tastung von 8-mm- und 16-mm-Filmen sowie Farb-Diaab-tastung unter Verwendung der Farbfernsehkamera „FAC 60“. Die Umschaltung der drei Bildquellen ist auch während des Betriebes am optischen System möglich.

Eine weitere Neuheit war die Farbfern-sehkamera „FAC 1500“: eine Zweiröhren- $\frac{2}{3}$ "-Kamera mit einem elektronischen Sucher, die an alle auf dem Markt vorhandenen Farbvideorecorder

oder Farbfernsehempfänger angeschlossen werden kann. Sie ist mit einem 12,5...75-mm-Variobjektiv bestückt und wiegt 2,6 kg (Steuergerät 3,6 kg).

Zur Einspeisung der in Schulen produzierten Programme in die Antennenanlage wurde der Video-Audio-Modulator „VAR 70“ vorgestellt. Der Restseitenbandmodulator ist in drei Gehäuseausführungen für die VHF-Kanäle 2, 3 und 4 lieferbar. Jede Ausführung kann für ein oder zwei Kanäle bestückt werden.

Auch auf dem Bereich Meßtechnik wurden auf der didacta schwerpunktmäßig die Geräte gezeigt, die im schulischen Betrieb vorteilhaft einsetzbar sind. Im Mittelpunkt stand ein betriebsbereiter Universal-Meßplatz, zu dem auch ein Oszillograf, ein Millivoltmeter und ein Digital-Multimeter gehören.

Hitachi-Shibaden

Erstmals zeigte Hitachi-Shibaden während der didacta die mit $\frac{2}{3}$ "-Plumbicon-Aufnahmeröhren bestückte Farbkamera „FPC-1000 P“. Die Farbkamera entspricht prinzipiell dem klassischen Aufbau mit dichroitischen Farbteiler. Bei dieser Kamera wird von der Firma besonders der niedrige Preis betont.

Von der Grundkonzeption ähnlich ist die Farbkamera „FP-1212“ aufgebaut. Sie ist mit 1"-Plumbicon-Aufnahmeröhren bestückt.

Auf dem Schwarz-Weiß-Sektor stand die Fernsehkamera „FP-210 E“ mit einem 1"-PbO-Resistron im Vordergrund des Angebots. Die Kamera hat C-Mount-Objektivgewinde und kann mit fast allen Objektiven bestückt werden. Außerdem ist sie nach CCIR voll fremdsynchronisierbar.

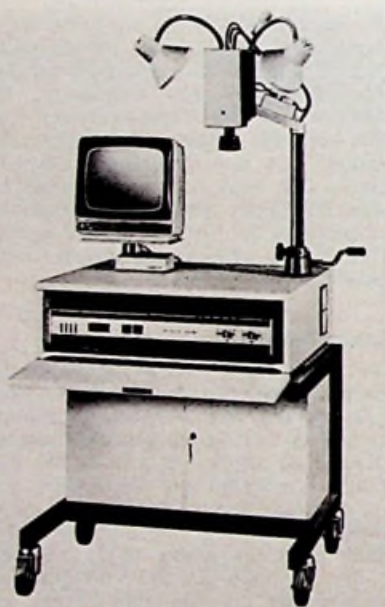
Für spezielle Anwendungen im Bereich der Medizin und Forschung wurde die Farbkamera „HV-1100“ mit Chalnicon-Aufnahmeröhren vorgestellt. Sie haben gegenüber Vidikon-Typen im Rotbereich eine höhere Empfindlichkeit und sind einbrennsicherer, so daß selbst starke Lichtreflexe durch beispielsweise verchromte Operationsinstrumente bis zu 120 000 lx keinen Schaden anrichten.

Neu vorgestellt wurde auch eine Multiplexer-Anlage mit drei Eingängen (16-mm-, Super-8-Projektor und Dia-projektor) und der Dreiröhren-Farbkamera „HV-1100“ sowie Synchronantriebs- und Blendenstellmotoren.

Neben den erwähnten Geräten zeigte das Unternehmen auch noch die dem Fachmann schon bekannten Farbkameras „HV-1500“ und „FP-1500“ mit Filterstreifen-Vidikons sowie AV-Wagen und Geräte der Firmen Zeiss, Leitz, Hanau, Reichert und Wild Heerbrugg mit adaptierten Shibaden-Farbkameras.

Matsushita Electric

Matsushita Electric gab einen Überblick über ihr Angebot an Nationalgeräten. Im Vordergrund stand dabei das Modell „NV-3082 E/WV-85E“. Es handelt sich um eine kleine Schwarz-Weiß-Kamera mit einem tragbaren $\frac{1}{2}$ "-



AV-Wagen „Video“ von Grundig mit einer Kamera auf höherverstellbarem, schwenk- und neigbarem Kugelstall, einem drehbaren Monitor, Bedlengerät und Beleuchtungseinrichtung



Farbfernsehkamera „FP-1212“ von Hitachi mit 1"-Plumbicon-Aufnahmeröhren

Videorecorder. Der Recorder entspricht dem japanischen Standard I. Die Aufnahmezeit bei CCIR ist 38 min. Die Horizontalauflösung wird mit mehr als 300 Zeilen angegeben, der Rauschabstand mit 40 dB. Zusätzlich sind ein HF-Modulator für die Wiedergabe über den Heimempfänger, ein Netzgerät sowie ein Farbadapter erhältlich. Das Gerät wiegt einschließlich Batterien 7,5 kg. Der Batteriesatz ist für einen Dauerbetrieb von 45 min ausgelegt. Die Kamera hat ein Elektret-Mikrofon sowie C-Mount-Objektivgewinde. Sie wird mit einem Variobjektiv geliefert.

Die Horizontalauflösung für das $\frac{2}{3}$ "-Vidikon mit getrenntem Feldnetz ist 450 Zeilen. In die Kamera eingebaut ist ein kleiner elektronischer Sucher mit einer Größe von 1,5". Als Minimalbeleuchtungsstärke werden 50 lx angegeben. Das Gewicht der Kamera ist 2 kg.

Von Interesse war auch ein PAL-Farbvideorecorder für die $\frac{1}{2}$ "-Cassette. Die Horizontalauflösung wird bei Farbe mit 260 Linien angegeben, der Frequenzgang mit 3 MHz -20 dB, der Rauschabstand mit > 40 dB. Auch für dieses Gerät steht ein Farb-HF-Modulator zur Verfügung. Die Abmessungen des Geräts sind 485 mm \times 388 mm \times 208 mm.

Für CCTV-Systeme lieferbar ist weiterhin eine Farbfernsehkamera nach dem PAL-System. Es handelt sich um eine Zweiröhren- $\frac{2}{3}$ "-Vidikon-Kamera, die intern oder extern synchronisiert werden kann. Die Horizontalauflösung wird mit 400 Linien angegeben. Die Standardbeleuchtungsstärke liegt bei 2000 lx, die minimale Beleuchtungsstärke mit einem 1:2,0-Objektiv bei 500 lx. Die Kamera ist mit einem elektronischen 3"-Sucher und einem 2,0/12,5...75-mm-Objektiv mit manueller oder elektrischer Vario-Einstellung bestückt. Bei Verwendung des externen Synchrongenerators „WJ-1500“ ist der zusätzliche Anschluß eines Farb-Spezialeffekt-Generators „WJ-4500“ möglich. Er gestattet das Ein-, Aus- und Überblenden mit maximal fünf Kameras. Außerdem ist der Generator für die Stanz-Technik geeignet.

Nordmende

Auf einem repräsentativ gestalteten Stand stellte Nordmende neben Farbfernsehgeräten sein VCR-Gerät und den Super-8-Abtaster „CCS“ vor. Mit dem „CCS“-Gerät entwickelte dieses Unternehmen eine neue Technologie. Der Filmlauf erfolgt kontinuierlich. Das Zeilenraster der Bildröhre wird in Filmlaufrichtung mitgesteuert. Damit tritt der gleiche Effekt auf, wie bei einer ruckweise arbeitenden Filmtransportmechanik. Wählbare Bildfrequenzen sind 25 B/s und, um kompatibel mit der Fernsehnorm zu sein, $16\frac{2}{3}$ B/s. Der Film wird auf einer 18-cm-Spule in eine Bell 8-Howell-Filmkassette eingelegt. Da die Filmeinfädung vollautomatisch erfolgt, ist die Bedienung des Geräts sehr einfach. Die Serienfertigung des „CCS“-Filmabstastgeräts begann im Herbst 1974. Wie ein Firmensprecher mitteilte, ist die erste Serie bereits verkauft. Nach Bewährung in der Praxis und einigen sich daraus ergebenden

geringfügigen Modifikationen wird in Kürze die zweite Serie vom Band laufen. Über Aufbau und Arbeitsweise dieses Abtasters wurde bereits ausführlich im Heft 11/1974, S. 383–385, Heft 12, S. 433–435, und Heft 13, S. 457–458, dieser Zeitschrift berichtet.

Philips

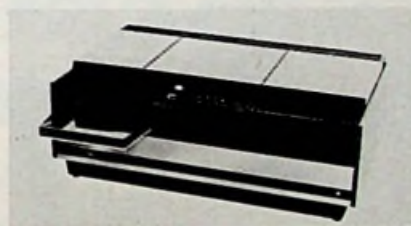
Das umfangreiche Vertriebsprogramm für Unterricht und Ausbildung der Philips GmbH, Unternehmensbereich Elektronik Industrie, das die Bereiche Audio-Video-Technik, Sprachlehranlagen- und -systeme, das P.I.P.-System sowie das elektronische Lehrsystem „Practronics“ umfaßt, wurde — zum Teil in den unterschiedlichsten Applikationen — auf der didacta ausgestellt.

Das Fernseh-Mini-Studio „LDH 8310“ ist ein Fernsehsystem, das besonders für Ausbildungsaufgaben an Schulen, kommerziellen und technischen Ausbildungseinrichtungen, Fachhochschulen und Universitäten entwickelt wurde. Es ist so konzipiert, daß es auch von Laien beziehungsweise angeleiteten Kräften ohne Schwierigkeiten bedient werden kann. Das Mini-Studio besteht aus zwei Fernsehkameras mit vielseitigem Zubehör, einer Bildregie, bestehend aus Regiepult zum Schalten und Trickmischen von Video-Signalen, und drei Kontrollmonitoren mit einer Bildschirmdiagonale von 10 cm. Hinzu

kommen Tonregie, HF-Modulator, Netzeinheit, Mikrofon mit Tischständer, drei Mikrofon-Kopfhörer-Kombinationen und ein Kopfhörer sowie Anschluß- und Verbindungskabel. An das Mini-Studio können darüber hinaus für eine Programmaufzeichnung die VCR-Geräte „N 1500“ und „N 1520“ angeschlossen werden. Außerdem kann das 2-Kamera-Studio auch mit Hilfe des Video-Sets „LDH 8311“ zu einem 3-Kamera-System ausgebaut werden.

Die Fernsehkamera „LDH 225“ hat einen elektronischen Sucher mit 10 cm Bildschirmdiagonale. Sie ist auf einem fahrbaren Stativ montiert und deshalb flexibel einsetzbar. Die Kamera hat C-Mount-Objektivfassung und wird mit einem 1,8/12,5...75-mm-Objektiv geliefert. Die Empfindlichkeit wird automatisch zwischen Beleuchtungsstärken von 20 und 100 000 lx geregelt. Die Fernsehkamera „LDH 25“ entspricht in der technischen Ausstattung dem vorangegangenen Modell. Sie wird allerdings ohne Sucher-Monitor und mit einem 1,7/17-mm-Spezialobjektiv geliefert, mit dem bis zu briefmarkengroße Objekte bildschirmfüllend abgebildet werden können. Da auch diese Kamera C-Mount-Objektivfassung hat, kann das Objektiv gegen andere ausgetauscht werden. Ein Telecine-Adapter, der als Kameravorsatz montierbar ist, erlaubt auch die Dia- oder Filmabtastung mit dieser Kamera.

Die Bildregie besteht aus einer Monitoreinheit mit drei Kontroll-Monitoren, die jeweils eine Bildschirmdiagonale von 10 cm haben, und einem Regiepult. Es hat neben der elektronischen Kameraanwahl und den Bildmischeinheiten einen Synchronimpuls-Generator (CCIR-Norm) für die System-Synchronisation. Werden die Kameras an das Regiepult angeschlossen, so sind sie zentralsynchronisiert, und die Kamerasignale werden störungsfrei geschaltet. Die Kamera- oder Bildanwahl erfolgt über eine 2-Ebenen-Drucktasteneinheit



Super-8-Filmabtaster „CCS“ von Nordmende



Fernseh-Mini-Studio „LDH 8310“. Von links nach rechts: Fernsehkamera „LDH 225“, VCR-Gerät, Bildregie und Tonregie, Batteriesatz

und arbeitet in der Vertikalaustastlücke, so daß eine einwandfreie und lückenlose Aufzeichnung aller geschalteten Videosignale möglich wird. Mit einem Schieberegler können zwei Kamerasignale weich überblendet werden, und mit dem Trickmischer (zwei Schieberegler) sind vertikaler, horizontaler Schnitt und Eckeneinblendungen möglich. Die Bildregie hat einen Anschluß, über den die Audio- oder Video-Ausgangssignale eines VCR-Geräts eingespeist werden können.

Zur Tonregie gehören ein Kondensator-Mikrofon „N 8500“ mit Tischständer und ein Kopfhörer. Das Regiepult hat fünf Kanäle. Davon sind drei für den Anschluß von Mikrofonen und zwei für den Anschluß von Tonbandgeräten oder Plattenspielern vorgesehen. Jeder Kanal ist über einen Schieberegler aussteuerbar. Die zwei Ausgangssignale sind über unabhängige Schieberegler regelbar, wobei die Aussteuerung eines Kanals über ein VU-Meter kontrolliert werden kann. Zusätzlich sind je ein Regler für Höhen und Tiefen vorhanden.

Die Mini-Studio-Einrichtung sieht außerdem einen HF-Modulator für die direkte Wiedergabe auf einem normalen Heimempfänger und eine Netzeinheit vor, die eine Gleichspannung von 9 V liefert, und aus der alle System-Einheiten gespeist werden können.

Siemens

Im Vordergrund der fernsehtechnischen Neuheiten stand bei Siemens ein 3-Kanal-Bildregie-Mischpult. Mit ihm lassen sich Bildsignale von verschiedenen Schwarz-Weiß-Fernsehkameras miteinander mischen. In die mit einer fahrbaren Kamera live aufgenommenen Vorgänge können dann von weiteren Kameras zum Beispiel Dias, Bild- oder Schriftvorlagen als zusätzliche Erläuterungen eingeblendet werden. Zur Kontrolle sind vier Monitore vorhanden, über die die einzuspielenden Programmbestandteile beobachtet werden können. Das Mischpult ist auch von einem Videorecorder aus fremdsynchronisierbar. Über den eingebauten Trickmischer können zwei Videosignale beliebig gemischt oder weich überblendet werden. Es sind auch horizontale, vertikale oder horizontal-vertikal kombinierte Schnitte möglich. Die einzelnen Trickmischbilder lassen sich weich überblenden. Mit einer eingebauten „Stanze“ können elektronisch zwei Bilder nach einer Schablonenvorlage miteinander gemischt werden.

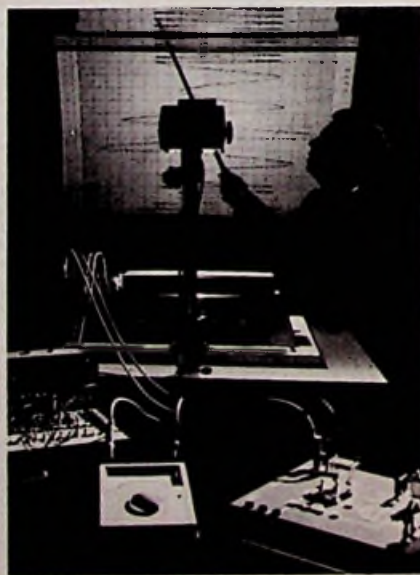
Neu waren auch zwei Schwarz-Weiß-Fernsehkameras. Die Kompaktkamera „K6“ hat ebenso wie das Modell „K7“ eine $\frac{2}{3}$ "-Vidikon-Aufnahmeröhre. Der Aufnahmeteil beider Kameras ist identisch. Die „K7“ hat jedoch noch einen elektronischen Bildsucher mit 12 cm Schirmbilddiagonale und ein manuell einstellbares Variobjektiv. Die Kamera hat einen eingebauten Taktgeber. Über den S-Ausgang lassen sich gleichzeitig mehrere Kameras mit einer Mutterkamera oder einem Videorecorder synchronisieren. Der Taktgeber liefert normgerechte Signale entsprechend CCIR und ist auf zwei verschiedene Zellennormen umschaltbar. Beide Ka-

meras haben ferner eine automatisch arbeitende Empfindlichkeitsregelung zur Anpassung an vorhandene Beleuchtungsstärken. Zusätzlich kann das Objektiv mit einer Blendautomatik ausgerüstet werden, um die Aufnahmeröhre vor Schäden durch extreme Beleuchtungsunterschiede zu schützen. Die Kameras sind — verglichen mit den bisher gefertigten Geräten — in der Form neu gestaltet worden und haben eine auffällige Zweifarbenlackierung. Die „K6“ hat ein wetterfestes Gehäuse und ist deshalb besonders für Außenaufnahmen zu bevorzugen. Die „K7“ mit elektronischem Sucher wird vor allem für den Studiobetrieb empfohlen. Beide Kameras sind sehr leicht und können deshalb auch auf Amateurstative montiert werden.

Eine weitere Neuheit war der AV-Gerätewagen. Es handelt sich um mobile Regieeinrichtungen, die aus audio-



Dreikanal-Bildregie-Mischpult von Siemens für die Umschaltung, Trickmischung und Überblendung der Bildsignale von Schwarz-Weiß-Fernsehkameras. Hintergrund: Schwarz-Weiß-Fernsehkameras „K7“



Selbstabgleichender Linienschreiber mit Overhead-Projektionseinrichtung von Siemens

visuellen Bausteinen der Bild- und Ton-technik bestehen und zu einem fahrbaren Studio miteinander kombiniert werden können. Die mobile Regieeinrichtung kann daher besonders im Unterricht sehr vielseitig eingesetzt werden.

Ein neues VCR-Gerät, das „Videocord FM 101“ ergänzte das Angebot an Fernsehhausrüstungen für den schulischen Gebrauch.

Interessant war noch das Angebot an elektronischen Unterrichtsmitteln. Neben dem Elektronik-Lehrbaukasten „Multitest“ für die Grundausbildung wurden weitere ebenfalls lötfreie Elektronik-Lehrbaukästen für Transistoren und integrierte Stromkreise ausgestellt. Ferner war eine Reihe von Zusatzgeräten, wie Stromversorgungen verschiedener Größen, Katodenstrahlzilografen und ein neuer Funktionsgenerator, zu sehen. Der Weiterführung des Elektronik-Unterrichts in Bausteintechnik dient der „Simatic“-Lehrbaukasten. Er eignet sich zum Experimentieren mit Digital-Bausteinen, weil die verwendete stör- und zerstörsichere Logik ein Beschädigen der Bausteine selbst bei Fehlschaltungen ausschließt. Die neuerdings verwendeten internationalen Symbole für die Verknüpfungsglieder sind gegenüber den vordem üblichen sinnvoller und daher leichter merkbar.

Als Übergang zu komplizierten Regelungen wurde der neue „Simadyn“-Reglerlehrbaukasten entwickelt, der auf dem „Simadyn“-System aufbaut. Mit ihm können die verschiedenen Reglerverhalten demonstriert werden. Mit dem Prozeß- und Regelkreis-Simulator, der zwei Prozeßstrecken und zwei Regler enthält, können schon größere Regelaufgaben gelöst werden. Das Siemens-Regelmodell „Teleperm C“, das aus modular und steckbar aufgebauten Analog-Regel- und Rechenbausteinen dieses Systems entwickelt wurde, kann bei Studien mit experimentellen Regelkreisen und Analog-Rechenschaltungen zum besseren Verständnis technischer Funktionsabläufe in der Prozeßtechnik eingesetzt werden.

Lehrkräfte im naturwissenschaftlichen Unterricht müssen oft Funktionsabläufe vor einem größeren Zuhörererkreis erläutern. Mit der von Siemens herausgebrachten Registrier- und Projektionseinrichtung können einzelne Funktionsabläufe registriert und mit einem Projektor als Bild vorgeführt werden. Mit der Einrichtung lassen sich elektrische und physikalische Meßgrößen in Form von elektrischen Signalen darstellen. Ein Linienschreiber vom Typ „Kompensograph“ erfaßt die einzelnen Meßgrößen und zeichnet ihren Verlauf kontinuierlich schreibend als Diagramm in kartesischen Koordinaten auf. Der Linienschreiber arbeitet nach dem Kompensationsprinzip und hat zwei Meßkanäle, mit denen zwei Meßgrößen unabhängig voneinander über die gesamte Schreibbreite registriert werden können. Der Schreiber ist wahlweise als Einbereichs- oder Mehrbereichsgerät mit elf umschaltbaren Spannungs- und Strom-Meßbereichen lieferbar. Mit verschiedenen Zusatzeinrichtungen kann der Linienschreiber an fast jede Meßaufgabe angepaßt werden. Der Overhead-Projektor hat eine Grundplatte,

die den Linienschreiber aufnimmt, sowie eine Führungssäule mit einem vertikal verstellbaren Bildwerfergerät zum Projizieren des vom „Kompensographen“ aufgezeichneten Kurvenzugs. Der Projektor leuchtet bei einer Projektionsentfernung von 1,8 m eine 1,4 m x 1,4 m große Fläche aus. Mit dem Gerät können außerdem auf Transparent-Folien übertragene Vorlagen im DIN-Format A 4 wiedergegeben werden.

Sony

Sony gab einen Überblick über sein Lieferprogramm. Im Vordergrund stand dabei der sogenannte „Video-Rover VO-3800/DXC 1600“. Es handelt sich um ein tragbares batteriebetriebenes Farb-Video-Cassetten-Aufnahme- und -Wiedergabesystem, das von einer Person getragen und bedient werden kann. Die Einröhren-Trinicon-Handkamera hat ein eingebautes Elektret-Mikrofon und ein 2,5/18...108-mm-Variobjektiv. Die weiteren Daten der Kamera sind: Horizontalauflösung 300 Zeilen, Störabstand im Luminanzkanal >45 dB. Als minimale Beleuchtungsstärke werden 250 lx angegeben. Die Synchronisation ist auf intern oder extern umschaltbar. Der Recorder hat Nachvertonungseinrichtung und eine Pausentaste. Drei Möglichkeiten der Spannungsversor-

gung über interne Batterien oder externe Gleichspannung sowie über ein Zusatzgerät aus dem Netz ermöglichen eine optimale Flexibilität im Einsatz. Die maximale Spielzeit der Spezial-Cassette „KCS-20“ ist 20 min. Die Cassetten lassen sich auch mit Hilfe eines Zusatzadapters in stationären „U-matic“-Geräten verwenden.

Gezeigt wurde auch der „U-matic“-Video-Cassettenrecorder. Es handelt sich hier um ein mehr professionelles Gerät. Eine universell einsetzbare elektronische Schneide- und Nachvertonungseinrichtung für alle Funktions-



„Video-Rover VO-3800/DXC-1600“ von Sony; ein tragbares, batteriebetriebenes Farb-Video-Cassetten-Aufnahme- und -Wiedergabesystem

varianten macht diese Maschine zur Muttermaschine für alle Programmproduktionen. Die Auflösung der Aufzeichnung auf 3/4"-Band entspricht der Qualität von 1"-Maschinen.

Telefunken

Auf der didacta demonstrierte die Telefunken Fernseh und Rundfunk GmbH mit ihrem Vertriebsgebiet „Angewandtes Fernsehen“ audiovisuelle Systeme für den Medienverbund an Schulen und Hochschulen. Die Aktivitäten dieses Vertriebszweiges umfassen Planung, Projektierung, Lieferung und Montage kompletter fernsehtechnischer Geräte und Einrichtungen. Zu den bemerkenswertesten Anlagen, die Telefunken in letzter Zeit in Auftrag genommen und installiert hat, zählen unter anderem die audiovisuellen Zentren der Pädagogischen Hochschulen Hildesheim, Dortmund, Bochum, Münster und die Gesamthochschule Kassel, fünf Bildungszentren in Berlin, die Fernsehausrüstung im Kongreßzentrum Hamburg, das Bildungszentrum der IG-Metall in Sprockhövel sowie die Farbfernsehanlage der Medizinisch-Biologischen Fakultät der Universität Stuttgart-Hohenheim. Nennenswerte technische Neuheiten waren nicht zu verzeichnen.

...bopla aktuell...

element-Gehäuse

direkt vom Hersteller

Es gibt keine bessere und schönere Verkaufspackung für Ihre Elektronik.

Zum Einbau von Kleingeräten, Leiterplatten und anderen Bauelementen der Elektronik, speziell für den Hobby-Techniker geeignet.

(Abb. E440H): Handgriff

Fordern Sie bitte Muster, Angebot und den neuen Katalog an.

bopla
bündoplast

4980 Bünde 1
Moltkestraße 60
Tel.: (0 52 23)
56 01 + 56 07
Telex 9313160

...bopla aktuell...

Besuchen Sie uns auf der Hannover-Messe, Halle 8, Stand 508

Eine Industrie für die Industrie

Götarp

Lassen Sie uns ein Angebot machen. Wir benötigen nur eine Zeichnung oder ein Muster.

SWED EXPO

GÖTARPS FABRIKS AB, S-330 30 GNOSJÖ, Schweden
Tel. 0370/914 30
Telex 70160 goetarp s

Ergebnisse des Betriebsvergleichs im Fachgroßhandel

Das Institut für Handelsforschung an der Universität zu Köln legte vor kurzem die Ergebnisse seines Großhandels-Betriebsvergleichs für das Jahr 1973 vor.

Im Berichtsjahr 1973 wurden die Angaben von 113 Firmen mit mehr als 64% Elektroartikeln, 26 Firmen mit mehr als 64% Rundfunk- und Fernseh-artikeln sowie 15 Firmen ohne eindeutigen Sortimentschwerpunkt ausgewertet. Wie in den Vorjahren, so lag auch diesmal die durchschnittliche Betriebsgröße weit über dem Bundesdurchschnitt; da die Betriebsgröße erfahrungsgemäß einen starken Einfluß auf die betriebswirtschaftliche Situation hat (die „Großen“ schneiden im allgemeinen besser ab als die „Kleinen“), können die Ergebnisse nur die Situation größerer und großer Unternehmen zutreffend widerspiegeln.

In sämtlichen drei Sparten sind 1973 die Kosten stärker gestiegen als die Umsätze:

Zunahme gegenüber 1972 in Prozent

	Kosten	Umsatz
Elektro-Großhandel	+ 17	+ 9
Rundfunk- und Fernseh-Großhandel	+ 11	+ 8
GH mit gemischtem Sortiment	+ 13	+ 7

Am stärksten ausgeprägt war das Auseinanderlaufen der Umsatz-Kostenscheren im Elektro-Großhandel; der Anteil der Handlungskosten am Umsatz erhöhte sich hier von 15,0% (1972) auf 16,2% (1973). Aber auch im Rundfunk- und Fernseh-Großhandel sowie bei den Betrieben ohne ausgeprägten Schwerpunkt hatte sich der Kostendruck 1973 verstärkt. Die Unterschiede in der absoluten Höhe der Kostenspannen dürften in erster Linie betriebsgrößen- und sortimentsbedingt sein.

Ein unverändert stark expansiver Kostenfaktor ist das Personal. Die Verbesserung der Umsatzleistung je beschäftigte Person als Ausdruck der Produktivitätsentwicklung im Perso-

nalbereich hat nicht ausgereicht, die Kostenexpansion zumindest auf das Ausmaß der Umsatzentwicklung zu begrenzen. Vor allem der Elektro-Großhandel hatte nur eine geringe Ver-

besserung der Personalleistung (um rd. 5%) zu verzeichnen.

Im Elektro-Großhandel ist ferner der starke überproportionale Anstieg der Zinsaufwendungen für Fremdkapital bemerkenswert. Dies ist einmal eine Folge der starken Kreditverteuerung — der Elektro-Großhandel finanziert nach früheren Erhebungen des Ifo-Instituts über die Hälfte seines Kapitalbedarfs aus fremden Mitteln —, zum anderen aber auch eine Folge der um rd. 8% gestiegenen Lagerquote (Anteil des Lagerbestandes am Umsatz).

Zahl der erfaßten Betriebe, durchschnittliche Betriebsgröße und Leistungskennziffern im Jahre 1973

Merkmal	Sortiments-Schwerpunkt		
	mehr als 64% Elektroartikel	mehr als 64% Rundfunk- und Fernsehartikel	gemischtes Sortiment
Zahl der erfaßten Betriebe	113	26	15
Absatz je Betrieb (Mio. DM)	13,4	21,5	24,9
Beschäftigte je Betrieb	55	58	101
Absatz je beschäftigte Person	243,9	371,0	245,8
Lagerumschlagshäufigkeit (... mal)	7,4	7,2	6,0
Lagerbestand je 1000 DM Absatz	11 030	12 012	14 120

Aufgliederung der Gesamtkosten 1973 nach Kostenarten in Prozent des Absatzes

Kostenart	Sortiments-Schwerpunkt		
	mehr als 64% Elektroartikel	mehr als 64% Rundfunk- und Fernsehartikel	gemischtes Sortiment
Personalkosten (ohne Unternehmerlohn und Provisionen)	8,4	5,9	7,8
Unternehmerlohn	0,7	0,5	0,4
Provisionen	0,3	0,3	0,3
Raumkosten	1,4	0,9	1,3
Werbe- und Reisekosten	0,5	0,4	0,4
Transport- und Verpackungskosten	0,2	0,1	0,2
Kosten des Fuhr- und Wagenparks	0,6	0,5	0,6
Zinsaufwendungen für Fremdkapital	0,8	0,4	0,9
Zinsen für Eigenkapital	0,7	0,6	0,7
Abschreibungen	0,8	0,6	0,8
Alle Verwaltungs- und sonstigen Kosten	1,8	1,4	1,0
Gesamtkosten	16,2	11,6	14,4

Außenstände und Verbindlichkeiten am Jahresende sowie Skonti und Boni im Jahre 1973 in Prozent des Absatzes

Merkmal	Sortiments-Schwerpunkt		
	mehr als 64% Elektro- artikel	mehr als 64% Rund- funk- und Fernseh- artikel	gemischtes Sortiment
Außenstände insgesamt	18,1	19,2	18,2
davon:			
Kontokorrent-Außenstände	17,8	18,8	18,0
Besitzwechsel	0,3	0,4	0,2
Verbindlichkeiten insgesamt	14,6	20,7	18,6
davon:			
Kontokorrent-Verbindlichkeiten	11,1	16,6	14,8
Schuldwechsel	3,5	4,1	3,8
Kundenskonti und -boni	1,8	2,3	1,7
Lieferantenskonti und -boni	4,2	4,6	4,2

Quelle: Mitteilungen des Instituts für Handelsforschung an der Universität zu Köln, Nr. 8/1975.

Aber auch in den anderen beiden Fachsparten hat sich die Lagerquote erhöht (der Lagerumschlag verringert), wodurch relativ mehr Finanzierungsmitel benötigt wurden. Hinsichtlich der Höhe der Lagerkapitalbindung nimmt der Rundfunk- und Fernseh-Großhandel innerhalb der 26 vom Kölner Institut analysierten Fachzweige einen Mittelplatz ein; der Elektro-Großhandel liegt mit seiner Lagerquote etwas unter dem ermittelten Durchschnittswert.

Über die Höhe der Handelsspanne liegen keine Veröffentlichungen vor, so daß keine umfassenden Aussagen über die Gewinnsituation unserer Großhandelsparten gemacht werden können. Saldiert man die an Kunden gewährten Skonti und Boni mit den von den

Lieferanten erhaltenen Skonti und Boni, so verblieb dem Elektro-Großhandel 1973 ein Skontogewinn in Höhe von 2,4% vom Umsatz und dem Rundfunk- und Fernseh-Großhandel ein solcher in Höhe von 2,3% vom Umsatz und damit mehr als 1972. Dies sagt jedoch noch nichts über die Höhe des Gesamtgewinns aus, da die Bruttospanne nicht bekannt ist.

Im Elektro-Großhandel sind die Außenstände höher als die Verbindlichkeiten, während im Rundfunk- und Fernseh-Großhandel die passive Finanzierung weit stärker ist als die aktive. Das bedeutet, daß der Elektro-Großhandel an der Finanzierung des gesamten Distributionsvorganges stärker beteiligt ist als der Rundfunk- und Fernseh-Großhandel. ■

Die aktuelle Tendenz-übersicht

Februar

Wichtige Hinweise auf die geschäftliche Entwicklung im Fachhandel mit Rundfunk-, Fernseh- und Phono-Geräten liefern die monatlichen Erhebungen sowohl des Instituts zu Köln wie auch des Ifo-Instituts in München. Die Zahlen beider Institute werden nach unterschiedlichen Verfahren ermittelt, so daß die Ergebnisse leider nicht vergleichbar sind.

Institut für Handelsforschung

Im Berichtsmonat Februar 1975 setzte sich die rückläufige Tendenz der Umsätze fort. Die am Kölner Betriebsvergleich beteiligten Firmen verzeichneten um 7% geringere Einnahmen als im Februar 1974. Die Entwicklung der Verkaufspreise wurde vom Statistischen Bundesamt mit +5% angegeben. Nach erfolgter Preisbereinigung machte die Umsatzeinbuße sogar 11 bis 12% aus. Diesem Ergebnis stand im vergangenen Jahr allerdings ein gegenüber Februar 1973 erzielter Mehrumsatz von 11% gegenüber.

Die aufgelaufenen Umsätze der beiden ersten Monate dieses Jahres verminderten sich gegenüber dem Vorjahr

Infrarot-Nachtsichtgerät Modell EH 60
Reichweite ca. 350 m
Zub.: Akku, Ladegerät
Preis DM 2218,-
Wir liefern: Minsender-
Aufspürgeräte, Kugel-
schreiber, Mikrolone, Kör-
perschallrichtungen
Fordern Sie gegen
DM 3,- in Briefmarken
Katalog an.



E. Hübner Electronic
405 MG.-Hardt, Postf. 3, Tel. 0 21 61 / 5 99 03

Ich möchte Ihre überzähligen

RÖHREN und TRANSISTOREN

in großen
und kleinen Mengen kaufen

Bitte schreiben Sie an
Hans Kaminsky
8 München-Sölln · Spindlerstr.17

... benötigen Sie

technische Kunststoffteile + Preß- und Spritzformen

diese fertigt ...

WALTER GOLETZ, 5883 Kierspe, Postfach 12 51

Umsatzentwicklung im Radio-, Fernseh-, Phono-Fachhandel

	Prozentuale Veränderung des Wertes im Berichtsmonat					
	kumuliert					
	gegenüber					
	vorigen Monat		gleichem Monat im Vorjahr		gleicher Zeit im Vorjahr	
	1975	1974	1975	1974	1975	1974
Einzelhandel im Februar	-1	+2	-7	+13	-6	+12
Großhandel im Januar*)						

*) Bei Redaktionsschluß waren die Werte noch nicht erhältlich.

Quellen: Institut für Handelsforschung an der Universität zu Köln (Einzelhandel), Statistisches Bundesamt (Großhandel)

wertmäßig um 6% und preisbereinigt um 10%. Gegenüber 1973 betrug die Umsatzentwicklung nominal +6%, real aber -0,5%. Die Verkaufspreise stiegen um 7%.

Auch die Fachgeschäfte des Beleuchtungs- und Elektroeinzelhandels blieben hinter den Vorjahresergebnissen zurück. Die Februarumsätze verminderten sich wertmäßig um 4% und preisbereinigt um 9%; die ersten beiden Monate zusammen brachten Einbußen von 2% (nominal) und 6% (real). Die Umsätze der Musikfachgeschäfte stiegen dem Werte nach im Februar um 6% und im Durchschnitt der beiden ersten Monate dieses Jahres um 10%.

Für den Facheinzelhandel insgesamt ermittelte Köln wertmäßig ein Plus von 5% und preisbereinigt ein Minus von 3% (Februar 1975 zu 1974) bzw. +6% und -2% (Januar und Februar).

Saisonentwicklung

Obwohl im Februar zwei Verkaufstage weniger zur Verfügung standen als im Januar, verminderten sich die Umsätze nur um 1%. Trotz des anderen Vorzeichens war die Abweichung gegenüber dem mit +2,5% ermittelten langjährigen Durchschnitt nur gering. Die Umsätze im Februar dürften nicht ganz 6,4% und die aufgelaufenen Umsätze von Januar und Februar 12,7% des Jahresumsatzes betragen haben.

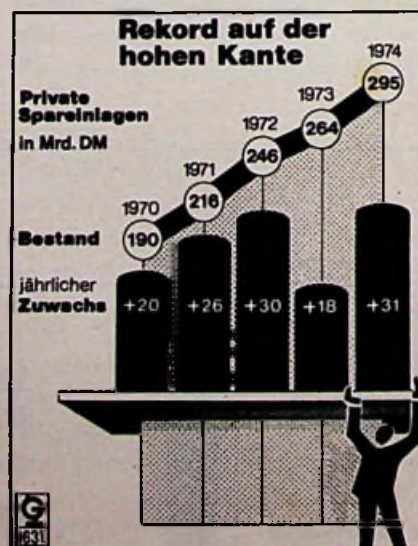
Die Beleuchtungs- und Elektroeinzelhandlungen sowie die Musikfachgeschäfte setzten im Berichtsmonat jeweils 7% weniger als im Vormonat um. Für den Facheinzelhandel insgesamt wurde ein Saisonrückgang von 9% ermittelt.

Leistungskennziffern

Die Personalleistung wurde mit einem Umsatz von 8170 DM je beschäftigte Person ermittelt. Dabei ergab sich ge-

genüber dem vorjährigen Februar (9150 DM) ein Rückgang um etwa 10% und im Vergleich zum Januarergebnis (8630 DM) von 5%. In ähnlicher Weise entwickelten sich auch die Durchschnittsumsätze je qm Gesamtgeschäftsraum, und zwar von 375 DM im Februar 1974 und 350 DM im Januar 1975 auf 330 DM im Berichtsmonat. Mit 690 DM wurde der Durchschnittsumsatz je qm Verkaufsraum ebenfalls niedriger als die Vergleichswerte im Vorjahr (785 DM) und im Vormonat (730 DM) ermittelt.

Die Betriebe mit bis zu 10 Beschäftigten setzten im Februar nur 8000 DM je Beschäftigten um, während die größeren Firmen eine durchschnittliche Personalleistung von 8300 DM erzielten. Auch die Raumeistung war mit 350 DM in den größeren Betrieben höher als in der unteren Größenklasse (300 DM). Hinsichtlich der Umsatzentwicklung schnitten die Firmen mit mehr als 10 Beschäftigten (-6,5%) ebenfalls etwas besser ab als die Firmen mit bis zu 10 Beschäftigten (-8,5%).



Ifo-Institut

Einzelhandel

Geschäftslage und Umsatz: Die Absatzsituation hat sich weiter verschlechtert. Ein Viertel der Testfirmen sprach von einer schlechten Geschäftslage. Betroffen waren sämtliche Sparten, am stärksten jedoch Schwarz-Weiß-Fernsehgeräte sowie Farbgeräte. Drei Fünftel der Testfirmen konnten hier die entsprechenden Vorjahresumsätze nicht erreichen.

Lagerbestände: Vier Fünftel der Testfirmen bezeichneten die Bestände als normal, ein Fünftel als überhöht. Lediglich bei Rundfunkgeräten erwies sich die Bestandssituation als normal.

Verkaufspreise: Die Verkaufspreise zogen vereinzelt an. Bei Fernsehgeräten wurde allerdings auch teilweise von Preissenkungen gesprochen. Für die nächsten Monate ist keine Verstärkung des Preisanstiegs in Sicht.

Längerfristige Geschäftsaussichten: Nach Meinung des überwiegenden Teils der Testfirmen sind keine nennenswerte Veränderungen der Geschäftslage in den nächsten Monaten zu erwarten. Für Fernsehgeräte sowie Rundfunkgeräte wird jedoch auch recht häufig mit einer weiteren Absatzverschlechterung gerechnet.

Großhandel

Geschäftslage und Umsatz: Die Absatzlage hat sich ganz erheblich verschlechtert. Der Anteil der „schlecht“-Stimmen erhöhte sich auf zwei Drittel. Drei Viertel der Testfirmen schnitten im Berichtsmonat mit einem Umsatzminus ab. Betroffen waren in erster Linie Fernseh- und Rundfunkgeräte.

Lagerbestände: Drei Zehntel der Testfirmen hatten zu große Bestände, bei Farbfernsehgeräten war es sogar die Hälfte.

Verkaufspreise: Auch diesmal wurden kaum Preiserhöhungen vorgenommen. Vereinzelt erfolgten Preisanhebungen bei Phono- und Tonbandgeräten sowie Einzelteilen und Zubehör.

Längerfristige Geschäftsaussichten: Die Firmen sind äußerst pessimistisch. Über die Hälfte rechnet für die nächsten Monate mit einer weiteren Verschlechterung der Geschäftslage. Am stärksten betroffen dürften Schwarz-Weiß-Fernsehgeräte sein.

Gute Nachricht für Ihre Schallplatten



Die meisten Leute beschädigen ihre Schallplatten durch schlechte Tonabnehmersysteme, was nicht nur ärgerlich, sondern auch völlig unnötig ist. Die hohen Töne werden nicht mehr abgetastet, die Wiedergabe klingt verzerrt, Ihre neue Schallplatte bleibt nicht lange neu. Die Lösung: ein neuer Tonabnehmer.

Machen Sie den Vergleich mit Ortofon's neuem System VMS 20. Es paßt universell zu jedem Laufwerk.

Führende Hifi-Experten haben bestätigt, daß die Qualität des VMS 20 weit über der seiner Preisklasse liegt. Was unterscheidet also das VMS 20 von seinen Konkurrenten?

Ein Tonabnehmersystem höchster Präzision aber extrem robust gebaut.

Ein Tonabnehmersystem, das seine magnetische Energie aus einem kraftvollen Ringmagneten erhält, und damit dem Nadelträger eine große Bewegungsfreiheit ermöglicht. Das bedeutet in der Praxis, daß Sie Ihre Schallplatten mit niedrigerem Auflagegewicht abhören können und die Plattenabnutzung ein Minimum beträgt.

Der Nadelaustausch ist wie bei allen magnetischen Abtastsystemen von Ortofon problemlos. Alle Nadelträger sind entweder mit elliptisch oder sphärisch geschliffenem Diamanten bestückt. Ortofon verwendet übrigens nur selektierte, ganze, spiegelpolierte Diamanten für das VMS 20.

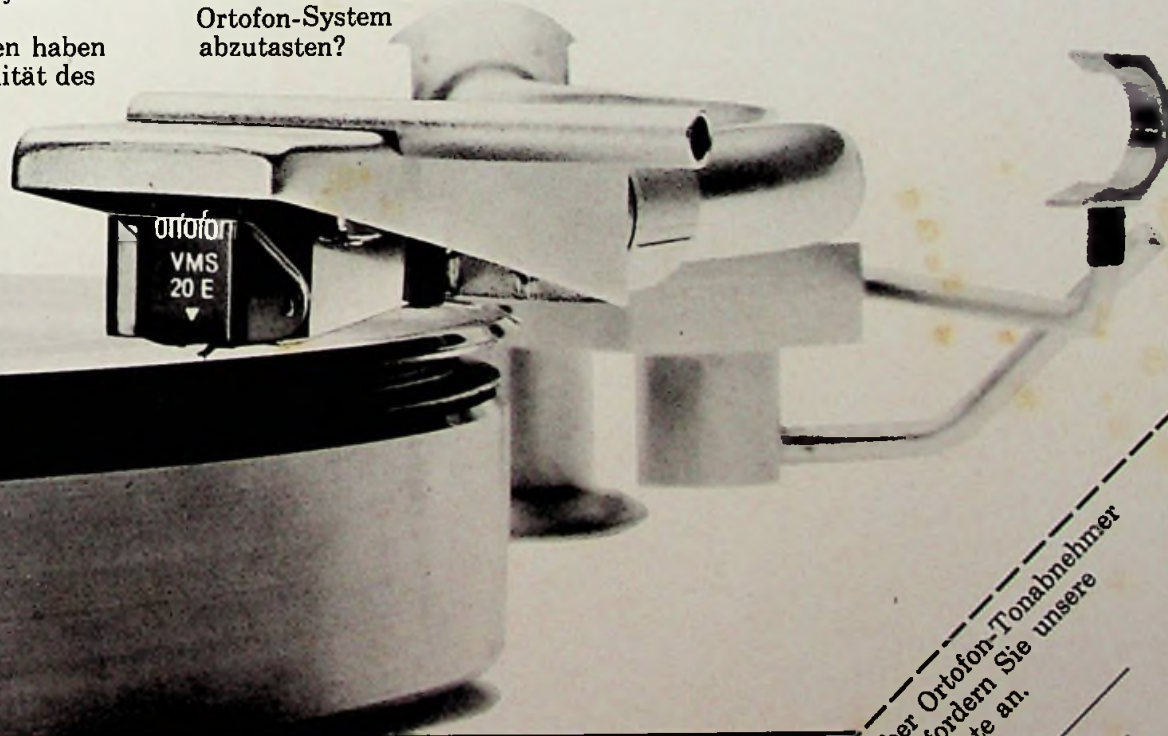
P.S.: Wußten Sie übrigens schon, daß wohl der größte Teil Ihrer Schallplattensammlung auf professionellen Schneidanlagen von Ortofon hergestellt wurde? Was könnte also besser sein, als Ihre Platten auch mit einem Ortofon-System abzutasten?

In jedem Fall ein Optimum. Ist das VMS 20 nicht gerade das, wonach Sie schon lange suchen?

Technische Daten:

Frequenzbereich:	
(Hz-KHz) ± 1 dB	20-10
Kanaltrennung bei 1 KHz (dB)	25
Compliance (cm/dyne)	
Horizontal	$40 \cdot 10^{-6}$
Vertikal	$30 \cdot 10^{-6}$
Trackability bei 300 Hz mit empfohlenem Auflagegewicht (um)	70
FIM Verzerrung bei empfohlenem Auflagegewicht DIN 45542	
max. Pegel (%)	< 1
Empfohlenes Auflagegewicht (Pond)	0.75-1.5
Nadeleinschub	D 20E/D 20S

ortofon
accuracy in sound



syma electronic

4 Düsseldorf, Grafenberger Allee 39
Tel.: 0211 / 68 27 88-89

Wenn Sie mehr über Ortofon-Tonabnehmer wissen wollen, fordern Sie unsere Prospekte an.

98329

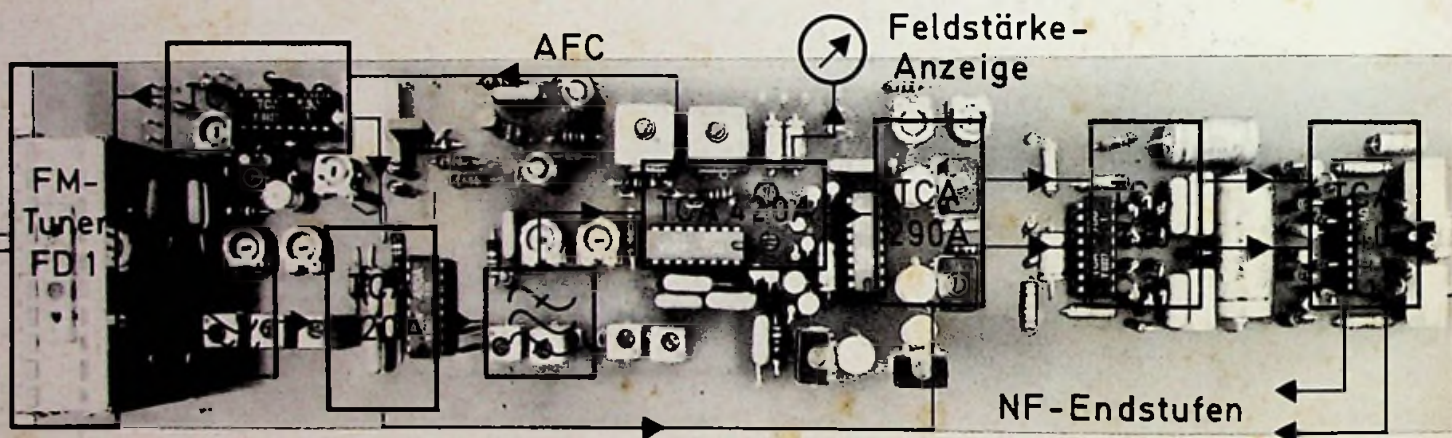
Mickan, G.

Z L 15933

Valvo

1255 Woltersdorf
125 Goethestr. 11

- FD 1** FM-Tuner-Modul mit Vierkreis-Diodenabstimmung
- TCA 290 A** Matrix-Stereo-Decoder mit automatischem pilottonabhängigem Mono/Stereo-Umschalter und Anschluß für Stereo-Anzeigelampe
- TCA 420 A** ZF-Verstärker mit symmetrischem FM-Demodulator und Ausgängen für abgleichbare Stereo-Schaltspannung und feldstärkeabhängigen Anzeigestrom
- TCA 530** Regelbare 30 V-Stabilisierungsschaltung für Abstimmiodentuner mit AFC
- TCA 730** Stereo-Lautstärke- und -Balance-Steuerung mit abschaltbarer physiologischer Lautstärkeregelung
- TCA 740** Stereo-Höhen- und -Tiefen-Steuerung



für HiFi-Stereo- Empfänger.

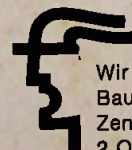
Weitere Informationen
erhalten Sie
unter Bezug auf Nr. 1176 von

VALVO
Artikelgruppe Integrierte Techniken
Artikelgruppe Fernsehenteile
2 Hamburg 1 Burchardstraße 19
Telefon (040) 32 96 1



VALVO

Bauelemente
für die gesamte
Elektronik



Wir stellen aus:
Bauelemente-
Zentrum, Halle 12,
2. Obergeschoß,
Stand 2434
(Mitte der Halle)