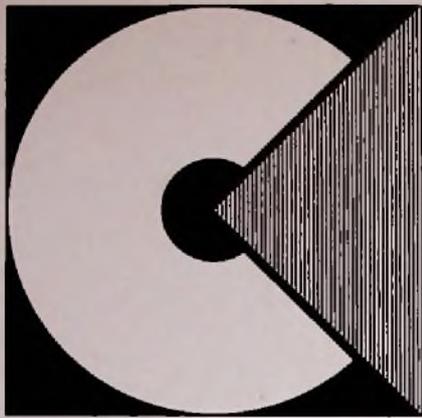


2 Februar 1979
34. Jahrgang
ISSN 0016-2825

FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift für die gesamte Unterhaltungselektronik





Centrum für High Fidelity

Die exklusive Einrichtung für unsere Partner des Fach-, Groß- und Einzelhandels.

Exklusiv in dem Anspruch, etwas Besonderes zu bieten. Wir wollen, daß Sie besser informiert sind. Die Materie HiFi-Stereophonie ist für Sie mehr, als ein Spiel mit Daten und Zahlen?

Sie wollen die Technik über die Musik verkaufen und nicht umgekehrt?

Seminare

Dann sollten Sie sich mit dem „CENTRUM FÜR HIGH-FIDELITY“ näher befassen.

Wir informieren, beraten, schulen über den Gesamtkomplex HiFi-Stereophonie: sachlich, fundiert und firmenneutral.

Fordern Sie unsere Seminar-Broschüre an.

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

Grundseminare: Summit, Usingen/Ts.

16. – 18. Januar 1979

13. – 15. Februar 1979

13. – 15. März 1979

24. – 26. April 1979

15. – 17. Mai 1979

19. – 21. Juni 1979

Grundseminare: Dynamic Audio, Schwyz

20. – 22. Februar 1979

20. – 22. März 1979



HiFi-Lautsprecher-Technik

Hans G. Hennel GmbH & Co. KG, Wilhelmstraße 2, 6390 Usingen/Ts., Telefon (06081) 3021, Telex 0415337



Knobloch/Gublass

PAL-SECAM

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

In jeder Buchhandlung erhältlich!

Wichtig für jeden Service-Techniker

Winfried Knobloch / Eduard Gublass

Service an Farbfernsehempfängern

Die Schaltungstechnik der Farbfernsehempfänger hat sich durch die in den letzten Jahren erfolgte stürmische Entwicklung der Halbleiterbauelemente grundsätzlich geändert. – Durch diesen Wandel bedingt, hat es sich als notwendig erwiesen, die erste Auflage völlig neu zu gestalten.

Der erste Abschnitt des Buches führt über die Schwarzweißtechnik in die PAL- und SECAM - Farbfernsehempfängertechnik ein. Hier sind die Grundlagen zusammengetragen, die das notwendige Wissen vermitteln, den Service an Farbfernsehempfängern durchzuführen. Das Aufstellen der Geräte beim Kunden, Fragen, die beim Werkstatt-Service auftreten und eine Einführung über aktuelle Fehler-suchhilfen sind im zweiten Abschnitt zusammengestellt. Den Service an den Gerätebausteinen, den Moduln, erklärt der

dritte Abschnitt. Hier werden viele praxiserprobte und bei der Fehlersuche zeiteinsparende Hinweise für den Service-techniker gegeben. Der Stoff ist nach den Signalwegen im Farbfernsehempfänger gegliedert, wobei sowohl PAL- als auch SECAM-Geräte behandelt werden. Ein eigener Abschnitt ist den Sonderproblemen gewidmet, die den modernen Fernsehempfänger so attraktiv machen, wie die vielfältigen Ausführungen der Nah- und Fernbedienungssysteme, Ton- und Bildübertragung, Bildschirmeinblendungen, SECAM-PAL-Transcoder und viele andere Techniken und Geräte. Hinweise für den PAL-Service, eine Prognose über die Entwicklung des Farbfernsehempfänger-Services, Schrifttumshinweise und ein ausführliches Sachverzeichnis beschließen den Inhalt dieses für den Service-Techniker so wichtigen Fachbuch.

Hüthig & Pflaum Verlag · München/Heidelberg

Werkstatt und Service

Warenkunde

Hörfunk-Antennen:

- Anregungen zur Auswahl von UKW-Antennen
für anspruchsvollen Stereo-Empfang T 51

Meß-Praxis

Die Wahl des zweckmäßigen Meßgerätes:

- Analog-Multimeter oder
Digital-Multimeter? T 58

Eigenbedarf der Fachwerkstatt

- Neue Meßgeräte T 62

Berufliche Bildung

- Terminkalender für Kurse und Lehrgänge T 62

FT-Lehrgang für Radio- und Fernsehtechniker:

- Einführung in die Digitaltechnik,
1. Folge T 64

Grundwissen für Praktiker:

- Bauelemente der Elektronik, Teil 28:
Speicher-Schaltdioden und
Tunneldioden T 66

Forschung und Entwicklung

Systeme und Konzepte

Mikroelektronik:

- Der Mikroprozessor verändert die Schal-
tungen und den Geräteaufbau in der
Unterhaltungselektronik T 79

- Bekanntgemachte Patentanmeldungen T 83

Bauelemente und Werkstoffe

Magnetische Tonaufzeichnung:

- Eisenpulver-Cassettentonband
mit hohem Energiewert T 86

Intermetall:

- Investition für VLSI-Entwicklung T 89

Farbfernseh-Bildröhren:

- Das Farbbildröhren-System 30 AX von Valvo T 90

Anzeige-Elemente:

- Stand der Technik und Neuentwicklungen
bei optoelektronischen Displays T 93

- Neue Bauelemente T 100

Titelbild

Ein gutes Beispiel dafür, was neuzeitlicher Ladenbau bewirken kann, ist das Interfunk-Fachgeschäft Fernseh-Schwarz in Günzburg, das kürzlich von der Ladenbaufirma Orschler Produktion KG, Stockstadt, modernisiert wurde. Die Hi-Fi-Abteilung in diesem Bild strahlt besonders deshalb eine für den Kunden wohlthuende Atmosphäre aus, weil die Warenböden der Regale mit Teppichboden belegt sind, während die Rückwände mit Stoff bespannt wurden. (Bild: Orschler)

**Bevor Sie Ihren Augen
und Ohren nicht mehr
trauen:**



**für die Reinigung
von Tonköpfen an
Video- und Tonband-
geräten VIDEO-SPRAY 90.**

Sie als Fachmann reinigen Magnetköpfe sowie Tonwellen an Video- und Tonbandgeräten sicher auch schon längst nach Profi-Art: mit VIDEO-SPRAY 90. Selbst hartnäckige Verschmutzungen werden von den Tonkopfflanken gelöst. Der Erfolg: reiner, voller Ton. Schmutzrückstände gibt es keine. Selbstredend, daß es unschädlich und absolut gebrauchssicher ist. Es brennt auch nicht und trocknet im Nu. – Verständlich, daß auf VIDEO-SPRAY 90 keiner mehr verzichten mag. Sei es in der Industrie, in Rundfunkanstalten, auf dem Datenverarbeitungs-Sektor – oder auch nur zu Hause, wenn es gilt, dem Cassetten-Recorder guten Ton beizubringen.

So helfen Produkte der Kontakt-Chemie Zeit und Kosten sparen. Darauf vertrauen Fachleute in aller Welt. Gern senden wir Ihnen ausführliche Informationen. Der Coupon macht es Ihnen leicht.

Informations-Coupon

- Ich möchte mehr über VIDEO-SPRAY 90 wissen.
- Bitte schicken Sie mir zusätzlich Ihre kostenlose Broschüre „Saubere Kontakte“ mit nützlichen Werkstatt-Tips.

Firma _____
 Name _____
 Ort _____
 Straße _____ Tel. _____

KONTAKT 7550 Rastatt
CHEMIE Postfach 1609
 Telefon 07222 / 342 96

Ihr Fachberater



Etwa 450 Seiten. Mit vielen Abbildungen, Schaltzei-
 chen, Diagrammen und
 Schaltungsbeispielen. Ta-
 schenbuchformat, flexibler
 Kunststoffeinband, DM
 10,80 (Abo-Preis DM 8,60;
 siehe unter Vorzugspreis
 für Abonnenten) incl.
 MWSt., zuzüglich Versand-
 kosten.

Das Taschenbuch ist schon seit vielen Jahren ein treuer Beglei-
 ter für viele Fachleute. Die alljährliche Neubearbeitung sorgt
 dafür, daß dem Benutzer ein »Informationspaket« nach dem
 aktuellsten Stand der Normung und der elektrotechnischen
 Bestimmungen an die Hand gegeben wird. Alle Angaben sind
 unmittelbar auf die Berufspraxis zugeschnitten. Dem Elektro-
 installateur, dem Betriebselektriker und allen verwandten Be-
 rufen wird somit ein handwerkliches Nachschlagewerk für die
 tägliche Arbeit geboten. Im großzügigen Kalendarium werden
 alle Termine und sonstigen Merkdaten notiert. In der Ausgabe
 79 wurden die Kapitel neu überarbeitet, erweitert oder in Teilen
 ganz neu verfaßt.

**Inhalt: Energieversorgung und -verteilung • Schutz- und Si-
 cherheitstechnik, Unfallverhütung • Beleuchtung, Heizung,
 Klimatisierung • Steuerungs- und Regelungstechnik • Meß-
 technik • Antennen, Fernmeldetechnik, Elektronik • Elektrische
 Maschinen • Bestimmungen, Formeln, Tabellen • Adreßteil.**

Vorzugspreis für Abonnenten

Für unsere Jahrbücher bieten wir erstmals einen Vorzugspreis
 an, wenn Sie ab Ausgabe 79 zur Fortsetzung bestellen. Wir ge-
 wahren dann einen Preisnachlaß von 20% auf den jeweils gül-
 tigen normalen Verkaufspreis. Im Falle der Ausgabe 79 also
 statt DM 10,80/Abo-Preis DM 8,60 (zuzüglich Porto). Das Abo
 kann jährlich bis spätestens 30. 6. für das folgende Jahr ge-
 kündigt werden.

Hüthig & Pflaum Verlag

Bestellschein

- Jahrbuch für das Elektrohandwerk 1979, DM 10,80
- Jahrbuch für das Elektrohandwerk 1979
 Abo-Preis, DM 8.60

 Vor- und Zuname

 Straße Pflz/Ort

 Datum Unterschrift

Einsenden an:
 Hüthig & Pflaum Verlag, Wilckensstr. 3, 6900 Heidelberg 1

Hörfunk-Antennen

Anregungen zur Auswahl von UKW-Antennen für anspruchsvollen Stereo-Empfang

Dr.-Ing. August Fiebranz, Esslingen

Welcher Besitzer einer Hi-Fi-Anlage möchte nicht die örtlichen Empfangsverhältnisse optimal nutzen, damit er Stereo-Sendungen möglichst gut empfangen kann? Erstaunlicherweise haben sich jedoch die Fachgeschäfte noch nicht genügend darauf eingestellt, ihren Kunden die hierzu erforderliche maßgerechte Antennenanlage für Stereo-Hörfunk anzubieten: Nur zu jedem achten Stereogerät verkaufen sie auch eine Antenne. Der Beitrag schildert, nach welchen Gesichtspunkten derartige Antennen ausgewählt werden sollten.

Eine Antenne, die UKW-Stereo-Sendungen einwandfrei empfangen soll, muß erheblich höhere Forderungen erfüllen als eine Antenne für Mono-Empfang, denn die Tonwiedergabe soll bei Stereo besonders arm an Verzerrungen und Störungen sein.

Anforderungen an Stereo-Antennen

Der Antennenpegel soll nach den VDE-Bestimmungen 0855 Teil 2 mindestens einen Wert von 50 dB μ V haben, während für Mono-Empfang nur 40 dB μ V verlangt werden. Da eine große Niederfrequenz-Bandbreite, für die Übertragung der beiden Stereo-Kanäle benötigt wird, müßte der Pegel nach der theoretischen Berechnung für rauschfreien Stereo-Empfang um 25 dB höher sein als für Mono-Empfang*). Abweichend davon ist für Mono-Empfang ein nur um 10 dB verringerter Mindestpegel festgelegt, damit auch andere Störungen, beispielsweise das Übersprechen frequenzbenachbarter starker Sender, vermieden werden.

*) Siehe Telefunken-Laborbuch, Bd. 4 (1967), S. 228-234

Durch gute Richtwirkung der Antenne müssen Wellen des empfangenen Senders, die an großen Flächen (Hochhäusern oder Berghängen) reflektiert worden sind und erst nach einem Umweg von einigen Kilometern zur Empfangsantenne gelangen, ausreichend unterdrückt werden. Sonst entstehen Reflexionsstörungen, die unangenehmes „Zwitschern“ verursachen. Die gute Richtwirkung kann auch dazu genutzt werden, Antennenpegel starker Ortssender abzusenken, damit sie nicht den Stereo-Empfang von schwächer ankommenden, frequenzbenachbarten Sendern durch Übersprechen stören.

Lieferbare Antennenarten

Von den Herstellern werden für UKW-Hörfunk Dachantennen mit unterschiedlicher Richtwirkung angeboten. Zum Empfang mehrerer Sender aus verschiedenen Richtungen sind Kreuzdipole (Bild 1) vorteilhaft, weil sie Wellen aus allen Richtungen annähernd gleich gut aufnehmen und deshalb nicht ausgerichtet zu werden brauchen (Bild 2). Dagegen nimmt ein einfacher Dipol oder Faltdipol (Bild 3 und 4) ein Signal aus der Hauptempfangsrichtung mit um 3 dB höheren Pegel auf als eine Rundempfangsantenne. Durch Reflektoren und Direktoren wird der Empfangspegel noch um den Antennengewinn erhöht. Beispielsweise hat eine 3-Element-Antenne (Bild 5 und 6) etwa 5 dB, eine 5-Element-Antenne (Bild 7) etwa 7 dB, eine 6-Element-Antenne (Bild 8) 7,5...8,5 dB und eine 8-Element-Antenne (Bild 9) 8,5...10 dB Gewinn. Mit zunehmender Elementzahl wird außerdem das Vor-Rück-Verhältnis größer und der horizontale Öffnungswinkel kleiner.

An Hand von Ausführungsbeispielen werden später noch hauptsächlich von der Richtwirkung abhängende Emp-

fangsmöglichkeiten mit verschiedenen Antennen erläutert. Zunächst möchten wir aber zwei Lösungen behandeln, die keine genaue Analyse der örtlichen Empfangsbedingungen erfordern.

Günstig für Einzelanlagen: Richtantenne mit Rotor

Um außer den Ortssendern auch alle anderen am Aufstellungsort erreichbaren Sender optimal zu empfangen, ist eine möglichst große Richtantenne jeweils auf den eingestellten Sender auszurichten. Dazu dient ein am Antennenstandrohr

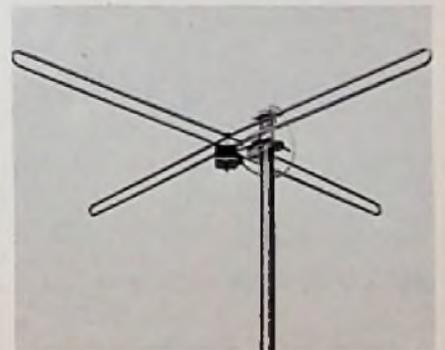
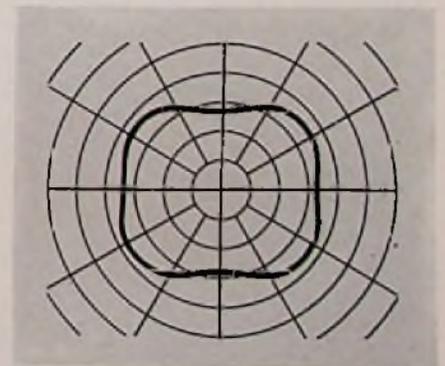


Bild 1. UKW-Kreuzdipol

Bild 2. Rundempfangs-Diagramm des Kreuzdipols



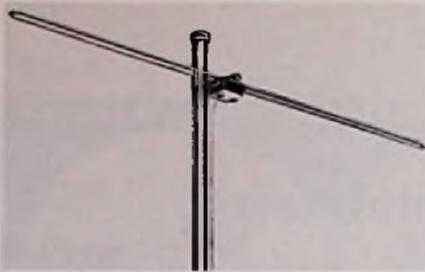


Bild 3. UKW-Faltdipol

angebrachter Rotor (Bild 8), der die Antenne jeweils in die Richtung dreht, die an einem Steuergerät (Bild 10) in der Nähe des Empfängers einzustellen ist. Bei lieferbaren Steuergeräten ist dazu entweder ein Drehzeiger auf einer Windrosenskala oder ein Schalter auf eine von fünf vorzuprogrammierenden Richtungen einzustellen.

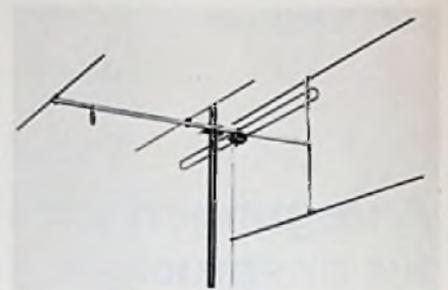


Bild 7. UKW-5-Elementantenne

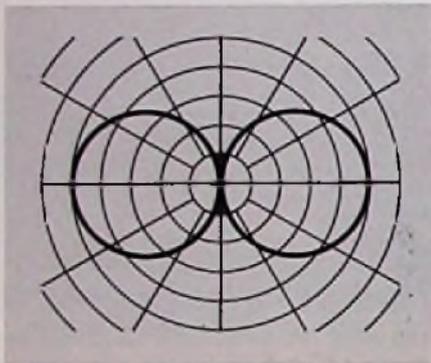


Bild 4. Achter-Richtkennlinie des UKW-Faltdipols

Verwendbar bei guten Empfangsverhältnissen: Zimmerantennen

Wer auf eine Dachantenne verzichten muß und günstige Empfangsverhältnisse hat, kann eine Zimmerantenne (Bild 11) verwenden. Gegenüber einer eingebauten Geräteantenne bringt eine UKW-Zimmerantenne meistens eine erhebliche Empfangsverbesserung. Dazu ist sie an einen möglichst günstigen Platz zu stellen und dort so auszurichten, daß möglichst viele Programme gut zu empfangen sind. Vorteilhaft ist ein Platz in einem Regal oder auf einem Schrank, wo die Antenne in der erprobten Stellung stehen bleiben kann. Zimmerantennen mit eingebautem Verstärker können den Empfang schwacher Sender verbessern, aber man muß darauf achten, daß der angeschlossene Rundfunkempfänger nicht durch starke Ortssender übersteuert wird.



Bild 8. UKW-6-Elementantenne mit Rotor



Bild 5. UKW-3-Elementantenne

Stereo-Empfang mit Gemeinschafts-Antennenanlagen

Mietern und Wohnungseigentümern kann das Recht auf einwandfreien Stereo-Empfang nicht abgesprochen werden. Gemeinschafts-Antennenanlagen müssen deshalb den Empfang der Regional-UKW-Sender in Stereogüte ermöglichen. Ob dies für weitere Programme mit zumutbarem Aufwand möglich ist, hängt von den örtlichen Empfangsbedingungen ab. Die folgenden Erörterungen gelten aber auch für Einzelanlagen ohne Rotorantenne.

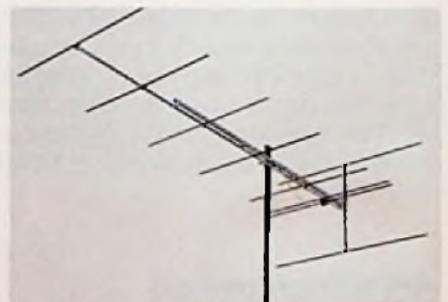
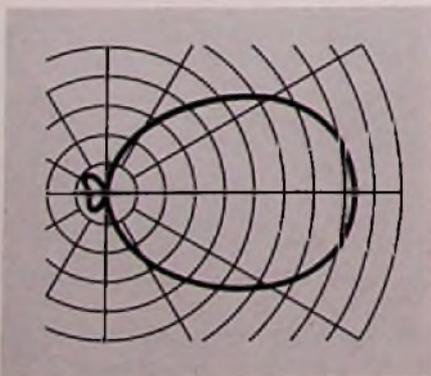


Bild 9. UKW-8-Elementantenne

Bild 6. Richt-Diagramm der UKW-3-Elementantenne



Bei schlechten Empfangsverhältnissen ist eine Richtantenne auf den Standort der örtlichen Versorgungssender auszurichten, wenn keine Aussicht besteht, von weiteren Sendern brauchbare Stereo-Signale zu erhalten. Das gilt in erster Linie für Orte in Tälern. Bei besseren Empfangsbedingungen ist guter Empfang zusätzlicher Programme möglich, wenn man mehr Aufwand treibt. Die höheren Kosten dafür sind eher tragbar, weil sie sich auf viele Teilnehmer verteilen.

Antennenwahl nach der Richtwirkung

Um eine günstige Antenne für einen Anwendungsfall zu ermitteln, ist eine Skizze der am Ort zu empfangenden Sender mit ihren Strahlungsbereichen anzufertigen. Beispiele dazu zeigen die Bilder 12 bis 14; eingetragen sind die Leistungen der Sender, deren Entfernung vom Empfangsort sowie Empfangsantennen-Richtdiagramme, die sich auf weiter hinten beschriebene Anlagenbeispiele beziehen.



Bild 10. Steuergerät für Antennenrotor

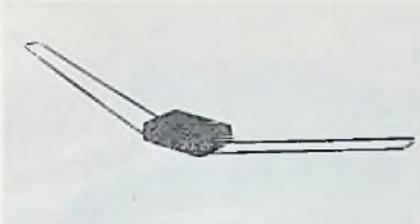


Bild 11. UKW-Zimmerantenne

Die Sender-Daten ermöglichen zwar eine grobe Schätzung der zu erwartenden Empfangspegel, müssen jedoch für eine zuverlässige Planung durch Vorversuche an der Empfangsstelle ermittelt werden. Als Grenzwerte für brauchbaren Stereo-Empfang werden hier mindestens 20 kW Sendeleistung und höchsten 100 km Entfernung des Senders vom Empfangsort angenommen.

Für einwandfreien Empfang müssen die nach VDE geforderten Mindestpegel an der Antenne für Stereo oder wenigstens für Mono von den schwächsten Sendern erreicht werden. Von den stärksten Sendern dürfen aber die zulässigen maximalen Ausgangspegel eines an die Antenne angeschlossenen Verstärkers nicht überschritten werden, um Störungen durch Kreuzmodulation zu vermeiden. Ausschlaggebend für die Brauchbarkeit einer Empfangsanlage sind demnach die Unterschiede der Antennenpegel von den verschiedenen Sendern.

Bei dem Beispiel „Karlsruhe“ (Bild 12) sind unter guten Empfangsverhältnissen an einer Rundempfangsantenne von den eingezeichneten Sendern Pegel mit Unterschieden von höchstens 10 dB zu erwarten mit Ausnahme des Senders Götteborn, der aber wegen der Entfernung über 100 km ohnehin nur brauchbaren Mono-Empfang liefern dürfte. Deshalb bedeutet der voraussichtlich um weitere 10 dB niedrigere Empfangspegel keine zusätzliche Beschränkung. Bei dieser Empfangsanlage sind die angegebenen Grenzwerte beispielsweise bei einem Verstärker mit 50 dB Verstärkung und 110 dB μ V zulässigem Ausgangspegel

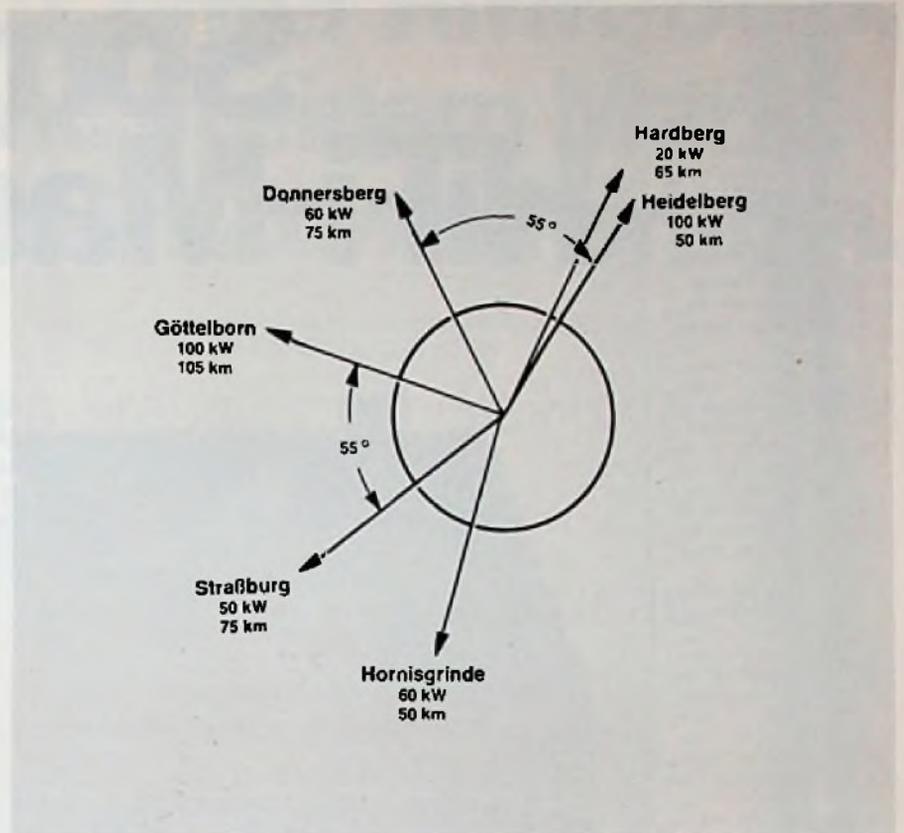
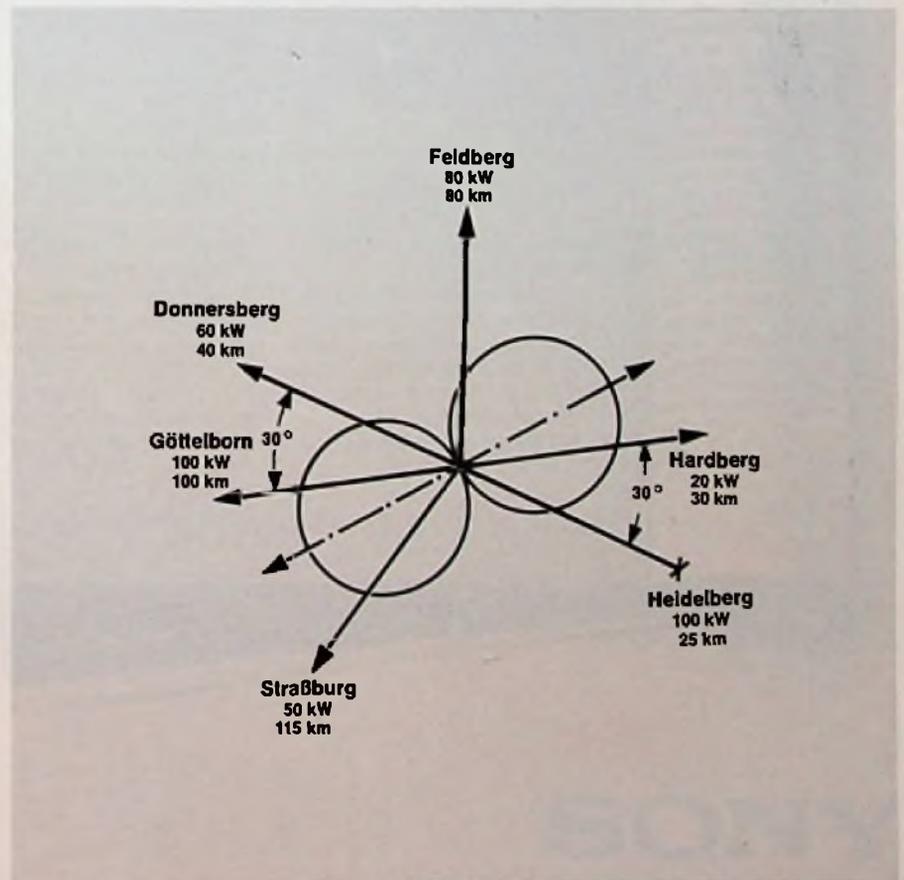


Bild 12. Anlagen-Beispiel „Karlsruhe“ mit Rundempfangsantenne

Bild 13. Anlagen-Beispiel „Ludwigshafen“ mit einfachem Dipol



Sony's HiFi-Maschine



SONY HiFi-MUSIC-CENTER HMK-80 B

So mancher Liebhaber von Musik in High-Fidelity hat seine liebe Not mit Stripps und Strapps von sogenannten Mehrkomponenten-HiFi-Anlagen.

Diesen Mitmenschen möchten wir von Sony unsere neue HiFi-Maschine, Sony HMK-80 B, widmen.

Sie verschafft sowohl dem kritischen Auge als auch dem sensiblen Ohr volle Genugtuung.

Denn die Sony HMK-80 B läßt sich nicht nur mühelos in die Wohnungseinrichtung integrieren, sondern produziert auch mühelos High-Fidelity in einer Qualität, die einer Anlage aus Einzelbausteinen ebenbürtig ist.

Wie es sich halt für eine der

besten Kompaktanlagen der Welt gehört.

Doch bevor Sie jetzt die Sony HiFi-Maschine bei Ihrem Fachhändler einem kritischen Test unterziehen, ein paar Takte technisches Detail:

Verstärkerteil: 2 x 70 Watt Musik, Anschlüsse für Tonband, Kopfhörer, 2 Paar Lautsprecher, Loudness-Schalter, Höhenfilter, Monitorschaltung für Hinterbandkontrolle.

Tunerteil: 5 Stationstasten zur Sendervorwahl, FM-Muting, ISS-Schalter, hohe Eingangsempfindlichkeit.

Der Plattenspieler: Direktantrieb, Drehzahlregulierung, Leuchtstroboskop. Vollautomatisch oder manuell bedienbar. Antiskating, Gleichlaufschwankungen

± 0,06%. Geräuschspannungsabstand über 65 dB.

Der Cassettenrecorder: Dolby® Rauschunterdrückung. Extrem langlebige Sony F & F Magnetköpfe. Frequenzgang 40 Hz-16.000 Hz (FeCr-Band). 2 Mikrofonanschlüsse.

Alles in allem hervorragende Voraussetzungen für Klang in High-Fidelity. Ohne Kompromisse.

Die neue Sony HiFi-Maschine steht abfahrbereit bei Ihrem Fachhändler.

Erfreulicherweise zu einem Preis, bei dem man nicht zusammenfährt. Klingt gut, nicht wahr?

SONY

Sony GmbH, Hugo-Eckener-Str. 20, 5000 Köln 30

*Dolby ist das eingetragene Warenzeichen der DOLBY LABORATORIES INC.

Neu: Sony Music Center HMK-80B. Tonangebend in einem Markt mit klingenden Zuwachsraten.

Zur allgemeinen Freude greift das HiFi-Fieber in Deutschland immer mehr um sich.

Daß die lieben Hörer dabei nicht nur auf das Aussehen ihrer HiFi-Geräte achten, sondern auch auf die inneren Werte, freut uns von Sony ganz besonders.

Zeigt es uns doch, daß wir mit der neuen Sony HMK-80 B auf der richtigen Wellenlänge liegen: mit einem reichhaltigen Innenleben. Mit kompakten Abmessungen. Und mit einer Leistung, die alle erkömmlichen Vorstellungen von Kompaktanlagen prengt.

Sicher wird sich das HiFi-Fieber mit diesem Erreger noch erheblich schneller ausbreiten.

SONY

Sony GmbH, Hugo-Eckener-Str. 20, 5000 Köln 30

einzuhalten, so daß ein Verteilungsnetz mit 50 dB Gesamtdämpfung angeschlossen werden darf. Damit können 12 Programme von SWF, HR, SDR und Frankreich in Stereogüte und noch drei Programme von SR mono empfangen werden.

An schlechten Empfangsstellen kann man den Empfang der Sender Donnersberg (SWF), Hardberg (HR) und Heidelberg (SDR) mit Hilfe einer Richtantenne mit 5 oder 6 Elementen verbessern. Dabei muß man allerdings auf die französischen Programme von Straßburg und die saarländischen von Göttingen verzichten.

Die gleichen Programme wie in Karlsruhe kann man beispielsweise in Ludwigshafen (Bild 13) bei guten Empfangsverhältnissen mit einem einfachen Dipol empfangen, dessen Hauptempfangsrichtung die strichpunktierte Linie im Bild 13 angibt. Auch die zu erwartenden Pegeldifferenzen sind ungefähr die gleichen. Vom Sender Straßburg ist allerdings bei der Entfernung nur mit brauchbarem Mono-Empfang zu rechnen. Bei schlechten Empfangsverhältnissen würde der Einsatz einer Richtantenne mit 5, 6 oder 8 Elementen die Beschränkung auf SDR von Heidelberg und HR vom Hardberg oder auf SWF vom Donnersberg und SR von Göttingen erfordern.

Beim dritten Ausführungsbeispiel „Nellingen“ (Bild 14), ungefähr 10 km südöstlich des Stuttgarter Fernsehturms, können 7 Programme des SDR und AFN von Stuttgart und des SWF vom Raichberg in Stereo-Güte empfangen werden. Außerdem ist Mono-Empfang von 11 Programmen (HR vom Hardberg, BR vom Grünen, Schweiz vom Säntis und Österreich vom Pfänder) möglich. Ein einfacher Dipol mit der im Bild 14 gezeichneten Ausrichtung bringt zwar alle diese Programme, aber da die Entfernungen der Sender zum Empfangsort sehr unterschiedlich sind, treten Pegeldifferenzen bis zu etwa 44 dB auf; beim Stereo-Empfang von den Sendern Stuttgart und Raichberg ist mit einem Pegelunterschied von etwa 20 dB zu rechnen. Ein Verstärker mit dem zulässigen maximalen Ausgangspegel von 110 dB μ V darf demnach nur eine Verstärkung von höchstens 110 - 40 - 44 = 26 dB haben. Eine Richtantenne mit 5 Elementen und der im Bild 14 gestrichelt eingezeichneten Lage der Richtkennlinie erhöht die Pegel der südlich liegenden Sender und verringert durch Minimumspeilung zugleich die Pegel der Stuttgarter Sender, so daß eine Pegeldifferenz von etwa 30 dB verbleibt und der

erwähnte Verstärker etwa 40 dB Verstärkung haben darf. Dabei muß man aber auf den Empfang der HR-Programme verzichten. Außerdem besteht bei den abgeschwächten Stuttgarter Sendungen die Gefahr von Reflexionsstörungen, die jedoch in günstigen Fällen durch geschicktes Ausrichten der Antenne vermieden werden können.

Zwei Antennen mit Trennverstärker

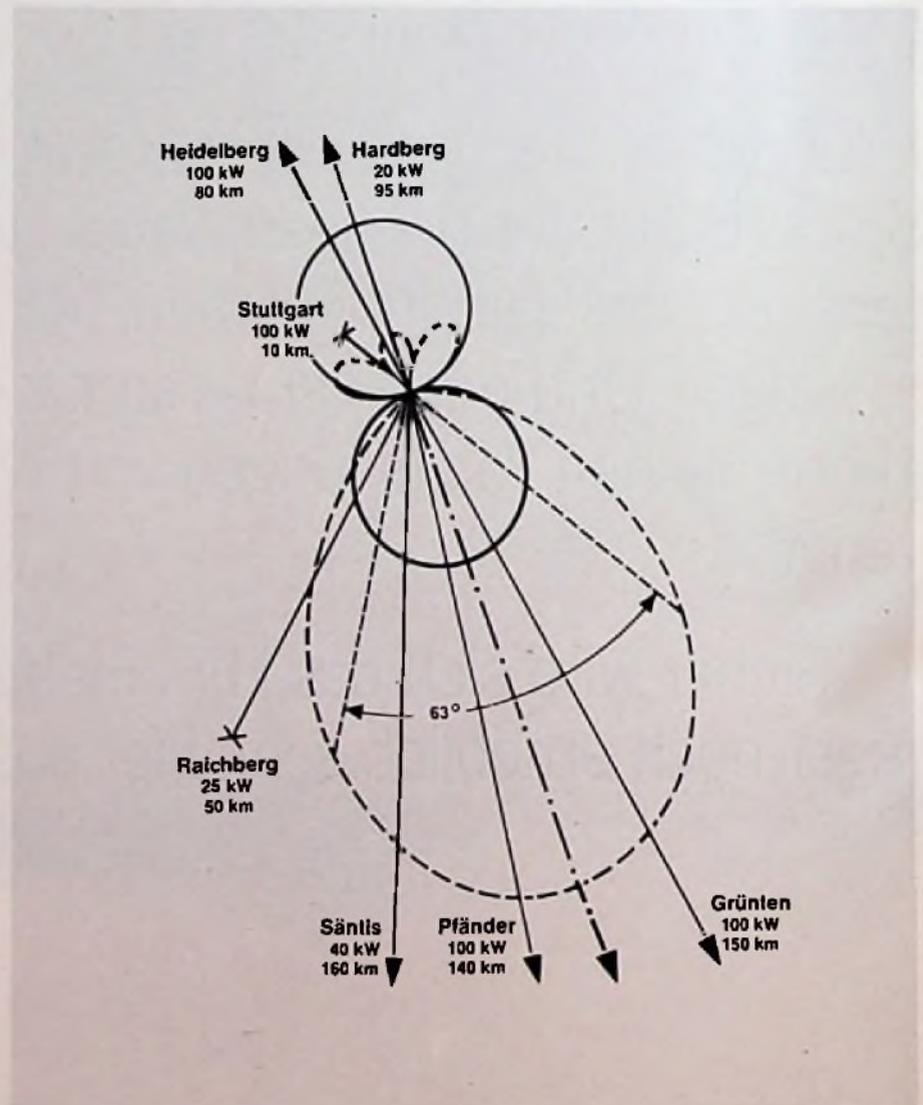
Es ist naheliegend, die Sender und Programme, auf die bei der Verwendung einer Richtantenne verzichtet werden muß, mit einer zweiten Richtantenne zu empfangen. Dabei macht aber das Zusammenschalten der beiden Antennen Schwierigkeiten. Frequenzweichen wie beim Fernsehen gibt es nicht, weil Filter

mit der dazu erforderlichen Selektivität nicht hergestellt werden können. Frequenzunabhängige Verbinder, die Verteilern von Gemeinschaftsanlagen entsprechen, haben eine so große Durchgangsdämpfung, daß der Gewinn der Richtantennen zum großen Teil wieder ausgeglichen wird und nur selten Empfangsverbesserungen zu erreichen sind, die die beträchtlichen zusätzlichen Kosten lohnend erscheinen lassen.

Diese Schwierigkeiten können in vielen Fällen weitgehend durch einen Trennverstärker, wie das Modell Lvb 3210 der Firma Hirschmann, behoben werden, der in erster Linie für die im folgenden Abschnitt beschriebene Teilaufbereitung geschaffen worden ist.

Der Trennverstärker hat, wie aus der Blockschaltung im Bild 15 zu ersehen ist, zwei Eingänge mit je einem Pegelsteller

Bild 14. Anlagen-Beispiel „Nellingen“ mit einfachem Dipol und Richtantenne



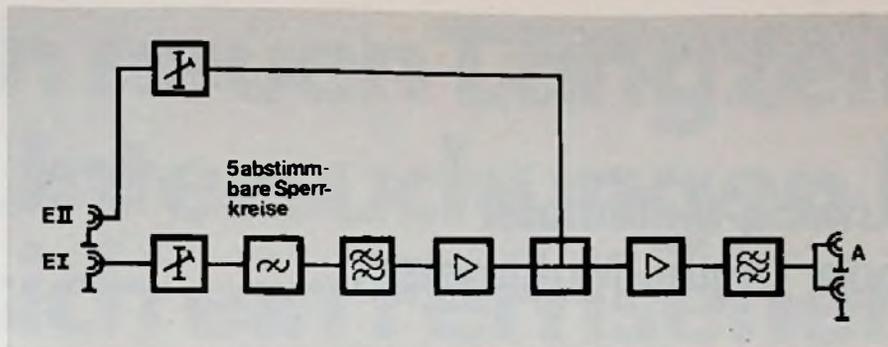


Bild 15. Blockschaltbild des Trennverstärkers LvB 3210

zum Absenken des Eingangspegels um bis zu 18 dB. Der Ausgang ist in üblicher Weise an eine Sammelleitung anzuschließen. Am Eingang I sind fünf abstimmbare Sperrkreise und eine Vorverstärkerstufe eingeschaltet. Deren Ausgang und der Eingang II sind über einen Verbinder an den Verstärker angeschlossen. Für den Eingang I beträgt die Verstärkung 37 dB und für den Eingang II 24 dB. Der maximale Ausgangspegel ist 121 dB_{μV}. Die Entkopplung der beiden Eingänge beträgt mindestens 40 dB. Der besondere Vorteil ist die Ersparnis, die sich durch die Vereinigung von Verstärker, Verteiler und Sperrkreisen in einem Gerät bei den Kosten für Beschaffung und Montage ergibt. So ein Trennverstärker mit zwei UKW-Antennen lohnt sich aber nur in Gemeinschaftsanlagen, in denen ein Verstärker erforderlich ist. Zwei große Richtantennen, mit dem Trennverstärker betrieben, bringen folgende Empfangsverbesserungen gegenüber einer einfachen Antenne: höhere Antennenpegel durch den größeren Antennengewinn, verringerte Pegelunterschiede am Verstärkerausgang. Es muß aber darauf geachtet werden, daß sich die Pegel der beiden Signale, die vom gleichen Sender über die beiden Antennen und die beiden Verstärkerwege zum Ausgang gelangen, dort um wenigstens 20 dB unterscheiden. Sonst könnten Störungen auftreten, die den bereits erwähnten Reflexionsstörungen entsprechen.

Beim Ausführungsbeispiel „Karlsruhe“ (Bild 12) ist beispielsweise die größere Richtantenne mit der Ausrichtung Nord an den Eingang I des Trennverstärkers anzuschließen und die andere mit der Ausrichtung West an den Eingang II. Mit den eingebauten Filtern sind die Pegel der Heidelberger Sender um etwa 10 dB abzusenken. Dann dürfte bei den für Stereo-

Empfang geeigneten Sendern noch Pegelunterschiede bis zu etwa 6 dB verbleiben.

Im Beispiel „Ludwigshafen“ (Bild 13) wird die größere Richtantenne mit Ausrichtung Südwest an den Eingang I und die andere mit Ausrichtung Ost an den Eingang II angeschlossen. Durch die Richtwirkung der Antennen sind dabei die Pegel der Sender Heidelberg und Donnersberg um einige dB abzusenken, damit die Pegelunterschiede bei den für Stereo-Empfang brauchbaren Sendern etwa 6 dB betragen. Die Filter vor dem Eingang I sind auf die Heidelberger Sender einzustellen, damit der erforderliche Störabstand von 20 dB am Eingang des Endverstärkers erreicht wird.

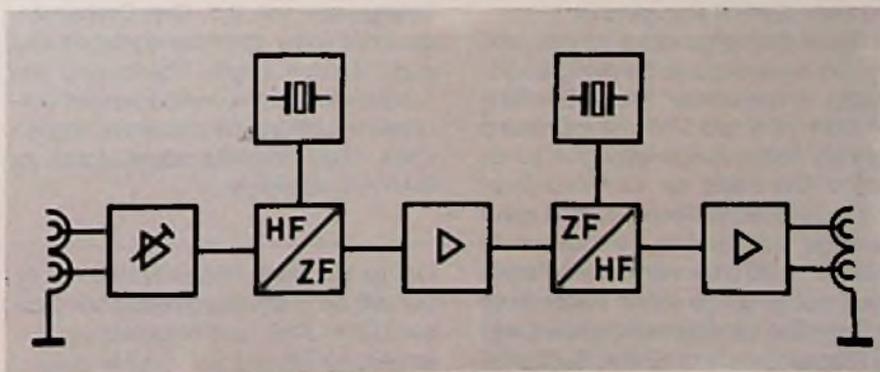
Nicht in jedem Fall ist mit Trennverstärker und zwei Richtantennen eine befriedigende Lösung erreichbar. In der Anlage „Nellingen“ (Bild 14) müßte beispielsweise die große Richtantenne mit Ausrichtung Süd an den Eingang I angeschlossen werden. Eine zweite Richtantenne mit Ausrichtung Nord würde zwar brauchbaren Mono-Empfang der HR-Programme vom Hardberg bringen, aber mit Pegeln, die mindestens 30 dB unter de-

nen der Stuttgarter Sender liegen. Außerdem würde die Rückdämpfung der Südantenne durch den Vorverstärker annähernd ausgeglichen, so daß sich von den beiden Antennen für die Stuttgarter Sender annähernd gleiche Pegel ergeben würden. Der erforderliche Störabstand von 20 dB wäre auch durch die eingebauten Filter nicht zu erreichen, zumal sich dabei auch eine unerwünschte Pegelsenkung für die frequenzbenachbarten Sender Raichberg und Pfänder ergeben würde.

Aufbereitung und Teilaufbereitung

In großen Gemeinschafts-Antennenanlagen ist es erforderlich, Feldstärke-schwankungen nicht nur für den Fernseh-Bereich, sondern auch für UKW-Hörfunk auf konstante, möglichst hohe Pegel am Ausgang der Kopfverstärkerstelle auszuregulieren. Für UKW-Hörfunk ist dazu die Aufbereitung mit UKW-Kanalumsetzern (Bild 16) erforderlich. In diesem Gerät wird das Signal eines UKW-Hörfunksenders nach der geregelten Eingangsverstärkung in die gleiche Zwischenfrequenzlage umgesetzt wie in Rundfunkempfängern. Die genormte Zwischenfrequenz von 10,7 MHz wird verwendet, weil sie für keinen anderen Zweck benutzt werden darf und günstige Selektionsmittel für diese Frequenz erhältlich sind. Das verstärkte und begrenzte ZF-Signal wird in einem zweiten Umsetzer wieder in einen Kanal des UKW-Bereichs von 87,5 bis 104 MHz zurückgesetzt. Darauf folgt noch ein Ausgangsverstärker. Die hohe Selektivität der UKW-Kanalumsetzer bietet den zusätzlichen Vorteil, daß störende Signale, wie das Übersprechen frequenzbenachbarter Sender, weitgehend unterdrückt werden.

Bild 16. Blockschaltbild des UKW-Kanalumsetzers Lvu 8201 (Bilder: Hirschmann)



Bei der Vollaufbereitung ist für jeden UKW-Sender ein Kanalumsetzer erforderlich. Daher können zum Empfang von Sendern aus verschiedenen Richtungen ohne weiteres mehrere Antennen verwendet werden. Diese Lösung dürfte, da sie teuer ist, jedoch nur für große Anlagen in Betracht kommen.

Der Verstärker Lvb 3210 bietet nun die Möglichkeit, nur für die Programme der Sender, die über Eingang II empfangen werden, Kanalumsetzer zu verwenden. Diese kostensparende Teilaufbereitung läßt zwar die Pegelschwankungen der nicht aufbereiteten Signale bestehen, aber sie kann häufig Schwierigkeiten, die beim Empfang mit zwei Antennen auftreten würden, verringern. Bei den Anlagen-Beispielen „Karlsruhe“ (Bild 12) und „Ludwigshafen“ (Bild 13) können zur Teilaufbereitung vor den Eingang II des Trennverstärkers jeweils sechs UKW-Kanalumsetzer geschaltet werden.

In der Anlage „Ludwigshafen“ können nun die Pegel der Sender Heidelberg und Hardberg denen der Sender auf dem Donnersberg angeglichen werden, so daß für Stereo-Empfang alle Sendepiegel annähernd gleich sind. In der Anlage „Karlsruhe“ werden die Pegel der Sender Göttelborn und Straßburg auf den Mittelwert der Pegel an der Nordantenne angehoben; die geringen Unterschiede der Pegel an dieser Antenne bleiben unverändert.

Im Anlagen-Beispiel „Nellingen“ (Bild 14) kann für die Teilaufbereitung außer einem einfachen Dipol mit Ausrichtung Nord/Süd am Eingang I des Trennverstärkers eine große Richtantenne mit Ausrichtung auf den Sender Raichberg und drei UKW-Kanalumsetzer für die SWF-Programme am Eingang II empfohlen werden. Die Pegel der vier Stuttgarter Sender sind durch die eingebauten Sperrfilter um etwa 10 dB abzusenken. Damit ergibt sich am Eingang I zugleich eine erwünschte Pegelsenkung für zwei frequenzbenachbarte SWF-Sender. Zu diesem Zweck ist das fünfte Filter auf 88,3 MHz (SWF I) abzugleichen.

Mit dieser Empfangsanlage ist meistens auch bei weniger guten Empfangsbedingungen einwandfreier Stereo-Empfang von SDR, AFN und SWF mit annähernd gleichen, hohen Ausgangspegeln zu erreichen. Die Pegel der für Mono-Empfang angegebenen Sender dürften dabei allerdings zum großen Teil wesentlich mehr als 10 dB unter den Stereo-Pegeln liegen, zumal einige dieser Pegel durch die Sperrfilter mit abgesenkt werden, weil der Frequenzabstand zu den Stuttgarter Sendern gering ist.

Die Wahl des zweckmäßigen Meßgerätes

Analog-Multimeter oder Digital-Multimeter?

Ing. (grad.) Hans Jürgen Wehner, Buckenhof

Multimeter gehören in der Unterhaltungselektronik zu den wichtigsten Meßgeräten. Ob aber ein digitales oder ein analoges Multimeter zweckmäßiger ist, sollte nicht zu einer Frage der Weltanschauung gemacht, sondern nach praktischen Überlegungen entschieden werden. Welche Gesichtspunkte dabei für den Praktiker maßgebend sind, behandelt der Autor in diesem Beitrag.

Bei der Auswahl des für eine bestimmte Anwendung zweckmäßigen Multimeters steht der Praktiker oft vor der Frage, ob er sich für ein analoges oder für ein digitales Multimeter entscheiden soll. Diese Entscheidung wird im folgenden durch einen kritischen Vergleich zwischen beiden Geräte-Arten erleichtert. Hierfür ist zunächst eine Bestandsaufnahme der gegenwärtigen Gerätetechnik erforderlich.

Analog-Multimeter

Das Analog-Multimeter (Bild 1) mit Vor- und Nebenwiderständen, Diodengleichrichtung sowie Drehspulinstrument gehört trotz vermehrter Verwendung elektronischer Bauelemente nach wie vor zur Grundausstattung einer Service-Werkstatt. Gute Geräte haben Drehschalter für die Meßbereichswahl und eine Garantiefehlergrenze von 2,5. Das Drehspulinstrument sollte spannbandgelagert und durch Dioden gegen Überlastung geschützt sein. Strombereiche werden üblicherweise mit Schmelzeinsätzen abgesichert. Der Innenwiderstand sollte im $k\Omega/V$ -Bereich liegen.

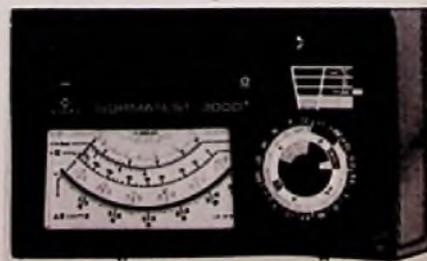
Ing. (grad.) Hans Jürgen Wehner ist innerhalb der Vertriebsabteilung der Gosson GmbH Meß- und Regeltechnik, Erlangen, für Marketing-Produkte zuständig.

Für diese Multimeter sind jedoch Grenzen gesetzt, was Eingangswiderstand und Frequenzbereich anbelangt. Abhilfe kann man nur dadurch schaffen, indem man Verstärker vorschaltet. Urhane dieser Geräte ist das klassische Röhrenvoltmeter.

Die moderne Halbleitertechnik ermöglichte eine drastische Bauteilreduzierung, so daß äußerlich ein „elektronisches“ kaum von einem herkömmlichen Multimeter unterschieden werden kann. Auch die Bezeichnung FET-Multimeter ist gebräuchlich und sagt eigentlich nur aus, daß die Eingangsstufe aus einer Feldeffekttransistorstufe besteht; mit ihr werden Eingangswiderstände im $M\Omega$ -Bereich erzielt. Vor allen Dingen ist es vorteilhaft, daß der Eingangswiderstand über sämtliche Spannungsmessbereiche konstant ist.

Die höchstzulässige Meßfrequenz kann je nach Ausführung weit im kHz-Bereich liegen. Meist haben solche Multimeter eine Garantiefehlergrenze von 1,5 oder besser; eine Spiegelskala sollte aber dann nicht fehlen. Die Stromversorgung geschieht durch Trockenbatterien oder Akkus. In diesem Zusammenhang darf die Forderung nicht unerwähnt bleiben, den Betriebszustand – sprich das Eingeschaltetsein – durch eine eindeutige Schaltermarkierung oder ähnliche optische Zeichen hervorzuheben. Mancher

Bild 1. Kleines Analog-Multimeter



**Lieber Herr Suhr,
in neuen Langzeit-
Untersuchungen hat
sich ein Fernseher
herauskristallisiert,
der entscheidend zu-
verlässiger ist.**

**Auf Seite T 68 + T 69
können Sie ihn ken-
nenlernen.**



Bild 2. Elektronisches Analog-Multimeter

vergeßliche Servicetechniker mußte schon oft tief in die Tasche greifen, um seinen Batteriebedarf zu decken. Die richtige Versorgungsspannung wird meist intern überprüft und ist auf der Anzeigeskala durch Segmente gekennzeichnet. Größere Geräte haben außer Strom-, Spannungs- und Widerstandsmeßbereichen auch noch solche für Temperatur, Dämpfung und Kapazität sowie auch eingebaute NF-Signalgeneratoren.

Die Ausstattung mit elektronischen Bauteilen ist sehr unterschiedlich und reicht von einfachen Transistorstufen bis zu komplexen Operationsverstärkeranordnungen, die – meßgerätetechnisch betrachtet – die Schnittstelle oder den Übergangspunkt zu den digitalen Multimetern (Bild 2) sind.

Digital-Multimeter

Das Digital-Multimeter hat zum Teil die gleichen Eigenschaften wie das elektronische Analog-Multimeter: hohen Eingangswiderstand und erweiterten Frequenzbereich. Dies ist verständlich, da der wesentliche Teil eines Meßgerätes, die analoge „Vorverarbeitung“, bei beiden Gerätetypen etwa die gleichen Merkmale aufweist. Die Genauigkeit der Eingangsstufen von Digital-Geräten sollte jedoch groß sein, damit die hohe Auflösung des Digitalteils auch vernünftig genutzt werden kann – eine Forderung, die manchmal übersehen wird.

Der Digitalteil eines Gerätes – der A/D-Wandler – wird im wesentlichen vom Halbleiterhersteller festgelegt. In vielen Geräten sind deshalb immer wieder die gleichen oder zumindest ähnliche Bausteine zu finden.

Daraus ergibt sich, daß Geräte mit gleicher Stellenzahl einen ähnlich hohen Grundfehler-Anteil (Fehlertoleranz des A/D-Wandlers) haben; dazu kommen noch Fehler, die durch Vor- und Nebengewiderstände, Gleichrichter und andere

Bauteile sowie den Analogteil verursacht werden. Üblich ist bei $3\frac{1}{2}$ Stellen beispielsweise ein Grundfehler-Anteil von 0,05% vom Meßwert ± 1 digit (1 Ziffernschritt).

Die Stellenzahl wird leider nicht einheitlich gekennzeichnet

Bei der Angabe der Stellenzahl hat sich leider noch keine eindeutige Kennzeichnung einbürgern können, ganzzahlige Stellenzahlen ausgenommen (3- oder 4-stellige, 999 oder 9999 digits). Ein Gerät mit $3\frac{1}{2}$ digits kann maximal die Zahl 1999 anzeigen, in Sonderfällen auch 3000, wenn auch logischerweise die maximale Anzeige bei 5000 liegen müßte. Dieses Verwirrspiel ist so zu erklären: Die ganze Zahl gibt die vollen Stellen an, und das Anhängsel $\frac{1}{2}$ den Übergang von 1 auf 2 an. Ein Gerät mit maximal 6000 digits müßte entsprechend als $3\frac{5}{6}$ stellig bezeichnet werden, wie es manchmal auch geschieht. Besser ist es jedoch, wenn maximale Zählschritte, digits oder counts angegeben werden, da diese eine eindeutige Aussage sind. Um die maximale Auflösung eines Meßbereichs zu „errechnen“, muß die Angabe der Stellenzahl ohnehin umgesetzt werden: ein Meßbereich 200 mV ergibt bei einem $3\frac{1}{2}$ stelligen Meßgerät 2000 digits, der Meßbereich wird also 200,0 mV. Die Auflösung beträgt demnach 100 μ V.

LED- oder LCD-Anzeige?

Welche Anzeigeeinheit gewählt wird, hängt im wesentlichen vom Geschmack des Anwenders ab. Die bewährte Leuchtdiodenanzeige (Bild 3) ist im hellen Sonnenlicht nicht oder sehr schlecht ablesbar und braucht überdies viel Strom. Sinnvoll ist diese Display-Art deshalb nur für Netzbetrieb oder wiederaufladbaren Akkusatz. Immer mehr Servicegeräte der neueren Generation sind daher mit LCD-Anzeige ausgerüstet (Bild 4). Sie ist bei hellem Licht gut ablesbar und hat einen geringen Stromverbrauch, so daß preisgünstige Trocken-

Bild 3. Digital-Multimeter mit LED-Anzeige



Bild 4. Digital-Multimeter mit LCD-Anzeige (Bilder: Gossen/Norma)

batterien verwendet werden können. Es soll jedoch nicht verschwiegen werden, daß diese Anzeigedisplays bei tiefen Temperaturen (-15 bis -20°C) Schaden nehmen können oder sogar zerstört werden. Man kann ja nicht ausschließen, daß ein Meßgerät auch einmal eine frostige Nacht in einem Auto liegenbleibt.

Digitalgeräte benötigen nicht viele Meßbereiche

Wegen der hohen Auflösung bei Digitalgeräten kommt man mit wenigen Meßbereichen aus. Meistens sind die Meßbereiche dekadisch, also im Verhältnis 1:10, gestuft; für Gleich- und Wechselspannung reichen sie von 200 mV bis 650 V oder 1000 V (dies hängt von der Prüfspannung des Gerätes ab), Gleich- und Wechselstrom-Meßbereiche sind je nach Einsatzfall von 2 μ A bis 2 A oder 10 A direkt möglich. Für die Widerstandsmessung müssen 200 Ω als untere und 20 M Ω als obere Grenze betrachtet werden.

Zur Meßbereichs-Umschaltung werden Drehschalter, Drucktasten oder Schiebeshalter verwendet (in der Beurteilung, welche Umschaltung am günstigsten ist, scheiden sich immer noch die Geister). Einige Geräte bieten sogar Meßbereichsautomatik, bei Servicegeräten jedoch nur für den Spannungsbereich. Die automatische Meßbereichsumschaltung geschieht nicht trägheitslos, so daß bei Serienprüfungen störende Wartezeiten entstehen können. Die Automatik ist jedoch abschaltbar; der vorgewählte Meßbereich kann somit auch festgehalten werden.

Kritischer Vergleich zwischen Analog- und Digital-Multimetern

Selbst wenn man die Frage, ob ein Analog- oder Digital-Multimeter günstiger ist,

auf das Anwendungsgebiet „Service an Geräten der Unterhaltungselektronik“ einschränkt, kann eine allgemeingültige Antwort nur als Versuch gelten.

Die wichtigsten Merkmale für ein Meßgerät

Als erstes ist es einmal nötig, die wichtigsten Merkmale aufzuzeigen, die für ein Seriengerät von Bedeutung sind: Meßmöglichkeiten und Meßbereiche, Genauigkeit, Überlastbarkeit, Zuverlässigkeit, Größe und Gewicht, Sicherheit sowie Wartung und Reparatur. Die Reihenfolge soll hier keine Wertung angeben, sondern ist willkürlich gewählt.

Anzeige des Meßwertes

Der Hauptvorteil digitaler Multimeter ist unbestritten die eindeutige Anzeige des Meßwertes. Eine Anzeige von 220,4 V oder 12,3 V ist ohne „Überfragungsfehler“ abzulesen. Es gibt kein Verwechseln von Skalen, keine falschen Skalenfaktoren, keine Parallaxen und keinen Lageeinfluß wie bei Analog-Multimetern.

Abgleicharbeiten

Müssen oft Abgleicharbeiten durchgeführt werden, was im Service durchaus der Fall ist, so liegen die Vorteile zweifelsohne bei Analog-Geräten. Beispielsweise einen Arbeitspunkt in einer Verstärkerschaltung einzustellen, vor allem wenn er in einem weiten Abgleichbereich liegt, ist wesentlich schneller und übersichtlicher mit einem Zeigerinstrument zu bewerkstelligen. Das gleiche gilt bei der schnellen Überprüfung und dem Vergleich von Meßwerten auf großer oder kleiner – wenn es also auf die Tendenz der Anzeige und nicht unmittelbar auf den rein numerischen Meßwert ankommt. Die gut erkennbare „Tendenzanzeige“ nach Größe und Richtung ist somit der Hauptvorteil bei Analog-Geräten.

Widerstandsmessungen

Meßumfang und Meßbereiche – vor allem bei Strom und Spannung – sind Eigenschaften, die vom Fabrikat und Typ abhängig sind und nicht von der Anzeigeart. Anders sieht es bei den Widerstandsmessbereichen aus: Bedingt durch den hyperbolischen Skalenverlauf bei Zeiger-Ohmmetern, entstehen zum Teil erhebliche Meßfehler, die in der Größenordnung von 30% vom Meßwert liegen können. In Werkstätten findet man aus diesem Grund meist zusätzlich eine kleine Widerstandsmeßbrücke, mit der sich Widerstandswerte genauer ermitteln lassen, als dies mit dem Ohmmeßbereich eines Analog-Multimeters möglich ist.

Das Digital-Multimeter kann in vielen Fällen eine solche Meßbrücke ersetzen, da der Ohmmeßbereich leicht einstellbar ist, die Werte genau angezeigt werden und gut ablesbar sind.

Von Vorteil bei dem Meßprinzip des Digitalmultimeters ist, daß es zusätzlich als Präzisions-Gleichstromgeber verwendet werden kann: Ein Prüfling, dessen Widerstand festgestellt werden soll, wird mit einem konstanten Strom gespeist (1 μ A, 10 μ A, 100 μ A oder 1 mA); damit wird – unter Berücksichtigung des Spannungsabfalls am Prüfling – der Widerstandswert in Ohm angezeigt.

Eingangswiderstand

Hoher Eingangswiderstand – oft als einer der Vorteile bei Digital-Multimetern hingestellt – wird auch bei elektronischen Analog-Multimetern erreicht. Daher sind Messungen in hochohmigen Kreisen, bei denen das Meßobjekt sehr gering belastet wird, mit beiden Arten möglich. Auch der Frequenzbereich ist, wie der hohe Eingangsnebenwiderstand, durch die analoge Vorverarbeitung festgelegt und deshalb nicht von der Anzeigeart abhängig.

Fehlertoleranz

Betrachtet man die Fehlertoleranz, so zeigen sich große Unterschiede zwischen Analog- und Digital-Multimetern. Hat das Analog-Multimeter einen Anzeigefehler von 1,5%, was für solche Geräte als gut zu werten ist, so liegt dieser bei Digital-Geräten um 0,1 bis 0,4% (bei Gleichspannung).

Die Messung von Wechselgrößen bringt jedoch auch für ein Digital-Multimeter erhebliche Probleme: Fehler von 1% vom Meßwert und größer sind deshalb bei Servicegeräten keine Seltenheit.

Überlastbarkeit

Eine wichtige Eigenschaft von Meßinstrumenten ist eine große Überlastbarkeit. Schon manches Analog-Gerät ist in früheren Jahren „abgebrannt“, weil der Benutzer vergessen hatte, einen angemessenen Meßbereich zu wählen. Bei Digital-Multimetern gibt es in diesem Punkt kaum Schwierigkeiten – ein Vollschutz ist die Regel: Auch im kleinsten Meßbereich, beispielsweise 200 mV, kann ohne Bedenken an Netzspannung gegangen werden. Bei einer Vielzahl von Geräten ist dieser Überlastbereich sogar nur durch den maximalen Meßbereich begrenzt – meist 600 V oder 1000 V. Spannungen, die darüber liegen, wie Booster-Spannungen in Fernseh-Geräten, können durch zusätzlich eingebaute

Überspannungsableiter unschädlich gemacht werden. Hier sollte man jedoch eingehend die Gebrauchsanweisung des betreffenden Gerätes studieren. Widerstandsmessbereiche können bei guten Geräten ebenfalls 220 V vertragen. Strombereiche sind im allgemeinen durch Schmelzsicherungen geschützt. Bei Analog-Geräten ist der Überlastungsschutz sehr unterschiedlich ausgeführt. Es soll nicht außer acht gelassen werden, daß gerade auf diesem Gebiet große Anstrengungen unternommen worden sind, Fehler, die bei älteren Konstruktionen noch aufgetreten sind, zu beseitigen. Zumindest bei hochwertigen elektronischen Analog-Geräten ist deshalb ein guter Überlastschutz zu erwarten. Billigstergeräte werden auch in Zukunft bei Überlast mehr „gefährdet“ sein.

Die Preisunterschiede sind nahezu verschwunden

Im Preis liegen digitale Multimeter oft auf gleicher Höhe mit sehr guten elektronischen Analog-Geräten. Bemerkenswert ist, daß es sich mittlerweile eben „lohnt“, auch nicht so hochgezüchtete Geräte zu bauen. War es ehemals, bedingt durch den hohen Preis des A/D-Wandlers und der Anzeige, nur allzu vernünftig, diesen Digitalteil bis ins letzte auszunützen, so kann man es sich heute leisten, bei erheblichen Preissenkungen des Digitalteils auch weniger hochgezüchtete Eingangsschaltungen zu verwenden. Der Gerätepreis von Digital-Multimetern wurde für viele Anwender dadurch attraktiver.

Ergebnis: Das „ideale“ Service-Multimeter gibt es nicht

Für einfache Messungen und Überprüfungen ist das Analog-Multimeter unschlagbar: Preiswert und robust, reicht es für viele Arbeiten in der täglichen Praxis aus. Stellt man höhere Anforderungen, so kommt nur ein elektronisches Analog-Multimeter oder ein Digital-Multimeter in Betracht. Müssen Meßwerte mit hoher Genauigkeit gemessen werden, so ist auf jeden Fall das digitale Instrument richtig; braucht man mehr die Tendenzanzeige, wird man dem elektronischen Analog-Instrument den Vorzug geben. Über „analog oder digital“ sollte die Sicherheit nicht vergessen werden. Entspricht das Gerät der VDE-Bestimmung 0411, so kann man gewiß sein, auch zur Verminderung des persönlichen Sicherheitsrisikos beigetragen zu haben.

Neue Meßgeräte

Digitalmultimeter mit geringer Stromaufnahme

Das digitale Taschenmultimeter der Firma Metrix, Stuttgart, hat einen zentralen Funktions- und Bereichsschalter sowie eine 18 mm hohe LCD-Anzeige. Folgende Meßbereiche sind verfügbar: 1 mV bis 1000 V Gleichspannung, 1 mV bis 600 V Wechselspannung, 10 μ A bis 2 A Gleich- und Wechselstrom sowie 1 bis 20 M Ω . Daneben ist Meßbereichserweiterung mit Zubehörteilen möglich für



Digital-Multimeter MX 500 (Metrix)

Gleichstrom bis 15 A, für Wechselstrom bis 1000 A, für Spannung bis 30 kV sowie für Temperatur. Gegen Überlastung geschützt sind alle Spannungs- und Widerstandsbe- reiche bis 220 V und die Strombereiche durch Schmelzsicherungen. Das Gerät kann 1000 Stunden mit 2 handelsüblichen 9-V-Batterien oder 2000 Stunden mit Alkali-Batterien betrieben werden. Die Abmes- sungen betragen 195 mm \times 97 mm \times 55 mm bei einem Gewicht von rd. 500 g.

Mini-Frequenzzähler

Kaum größer als ein Taschenrechner ist das Frequenzzähler-Modell 7044 der Dynatrade Handels-GmbH, Düsseldorf. Es hat zwei Meßbereiche 50 MHz und 500 MHz, die Anzeige ist siebenstellig, und es entspricht in seinen Fehlergrenzen den für die Prüfung von Funkgeräten im KW-, CB, VHF- und UHF-Bereich gel- tenden Vorschriften. Der Frequenzfehler im Temperaturbereich von +15°C bis +35°C ist kleiner als 2 ppm. Das Gerät wird betriebsbereit geliefert mit Schutzta- sche, kleiner Meßantenne, eingebauten NiCd-Batterien, Ladegerät und Batte- rie-Sparschalter. Entwickelt und gefertigt im EWG-Bereich entspricht es unseren Qualitätsansprüchen, Ersatzteile- und



Mini-Frequenzzähler Modell 7044 (Dyna- trade Handels-GmbH)

Reparaturbetreuung ist daher sicherge- stellt. Der Preis beträgt 795 DM zuzüglich Mehrwertsteuer.

Getaktete Netzgeräte für hohe Leistung

Zur Stromversorgung elektronischer Sy- steme wurden von BBC, Mannheim, die getakteten Netzgeräte der Familie „Ce- tact“ mit hohem technischen Standard entwickelt. Solche Stromversorgungsge- räte sind sicherlich gut geeignet für Servi- ce-Werkstätten, in denen häufig Autora- dios, tragbare Schwarz-Weiß- und Farb- fernsehergeräte repariert werden; an ein Netzgerät sind dann mehrere Reparatur- plätze anschließbar. Mit der bei den Netzgeräten angewendeten 20-kHz- Technik ist es möglich, in Verbindung mit hochwertigen Leistungstransistoren und Leistungsdiolen einen Wirkungsgrad von 75 % . . . 90 % zu erreichen. Kleine magnetische Bauteile und kompakter Aufbau ermöglichen trotz hoher Lei- stungsabgabe platzsparenden Einbau. Als 19-Zoll-Einschübe sind die Geräte in alle gängige Systemträger einsetzbar. Eine zusätzliche Kühlung ist bis zu einer Umgebungstemperatur von 70°C nicht nötig. Zur Verfügung stehen Geräte der Leistungsklassen 85 W, 150 W, 200 W,

Mehrspannungs-System 300 S, Grund- gerät mit Steckkarten (BBC)



300 W und 1 kW. Alle Standard-Ein- gangsspannungen bis 380 V~ und 220 V= sowie alle gängigen Ausgangs- spannungen bis 60 V= können gewählt werden. Die Ausgangsspannungen sind von den Eingangsspannungen galva- nisch getrennt und mit einer Fehlertole- ranz von 0,5 % festgelegt. Zusätzlich können Ein- und Ausgangsspannungen elektronisch überwacht werden. Bei Unter- oder Überspannung wird das Netz- gerät abgeschaltet. Die Geräte gibt es in der Baureihe 150 mit einem oder zwei Ausgängen (Ausgangsleistung 150 W), in der Baureihe 200 für eine, zwei oder drei Ausgangsspannungen (Ausgangs- leistung bis 200 W), in der Baureihe 300 E ebenfalls für eine, zwei oder drei Aus- gangsspannungen (Ausgangsleistung 300 W) sowie als Mehrspannungssystem 300 S (Ausgangsleistung 300 W), das aus einem vollständigen 19-Zoll-Bau- gruppenträger besteht, in den das Grundgerät (Leistungsgerät) fest einge- baut ist. An vier freien Plätzen können zu- sätzlich Steckkarten eingefügt werden. Diese enthalten entweder Längsregler, mit denen aus den Ausgangsspannun- gen des Leistungsgerätes unterschiedliche weitere Versorgungsspannungen er- zeugt werden, oder Überwachungsein- richtungen. Bei Vollausbau ohne Über- wachungsbaustein können sieben un- terschiedliche Ausgangsspannungen zur Verfügung gestellt werden. Die Steckkar- ten-Regler sind lieferbar für Ausgangs- leistungen bis 37,5 W (Grenzleistung).

Terminkalender für Kurse und Lehrgänge

1.3. – 30.3.79

Elektronik-Lehrgang III – Aufbaulehr- gang Grundsaltungen

Ort: Hildesheim

Gebühr: 730 DM

Veranstalter: Bildungszentrum der Hand- werkskammer Hildesheim

5.3. – 6.3.79

Allgemeine Oszillografentechnik – Aufbau und Anwendung

Ort: Essen

Gebühr: 410 DM (Mitglieder 370 DM)

Veranstalter: Haus der Technik e.V., Es- sen

19.3. – 12.4.79

Elektronikpaß-Lehrgang I – Grundla- gen der Elektronik

Ort: Hildesheim

Gebühr: 450 DM

Veranstalter: Bildungszentrum der Hand- werkskammer Hildesheim

AEG-TELEFUNKEN

Aktives Nachtsehen mit

Infrarot Bildwandlerröhren



*Hochfrequenz-Anglasung der
Bildwandler-Kolbenteile*

Die aktive Nachtsichttechnik bietet auch heute noch einen großen Vorteil: Durch die Beleuchtung der Szene mit einem Infrarotscheinwerfer ergeben sich Schlagschatten und damit kontrastreiche Leuchtschirmbilder.

Die Zuverlässigkeit von Infrarot-Mikroskopen, Justier- und Kontrollgeräten für IR-Strahler sowie von Nachtsichtgeräten hängt entscheidend von der Qualität der eingesetzten Infrarot-Bildwandlerröhre ab.

Infrarot-Bildwandlerröhren von AEG-TELEFUNKEN stellen aufgrund der langjährigen Fertigungserfahrung des Unternehmens Qualitätserzeugnisse dar. Sie sind in moderner Glas-Metall-Technik aufgebaut und von hoher optoelektronischer und mechanischer Güte. Ihre besonderen Vorzüge sind:

- Hoher Wandlungswirkungsgrad
- Hohes Auflösungsvermögen
- Geringe Untergrundhelligkeit
- Hohe Spannungsfestigkeit
- Hohe Stoß- und Vibrationsfestigkeit

Fordern Sie Informationsmaterial und technische Daten von

AEG-TELEFUNKEN
Serienprodukte
Geschäftsbereich Röhren
und Baugruppen
Söflinger Straße 100
7900 Ulm (Donau)
Telefon: (07 31) 191-1
Telex: 7 12601



Optoelektronische Röhren von
AEG-TELEFUNKEN

Einführung in die Digitaltechnik

1. Folge

Immer stärker breitet sich die Digitaltechnik auch in den Geräten der Unterhaltungselektronik aus. Schon bald wird ein Radio- und Fernsehtechniker beruflich keine Chance mehr haben, wenn er diese für ihn jetzt noch verhältnismäßig neue Technik nicht gründlich lernt. Glücklicherweise ist dieses Gebiet jedoch leichter zu lernen, als es anfangs aussieht. Einen einfachen und doch gründlichen Einstieg in die Digitaltechnik bietet diese von Obering. Horst Pelka, München, speziell für Radio- und Fernsehtechniker ausgearbeitete Beitragsfolge.

1. Einleitung

In der klassischen Rundfunktechnik war man gewohnt, nur mit sinusförmigen Spannungen umzugehen. Die Fernsehtechnik brachte nicht sinusförmige Ströme in Form von Video-Signalen und Impulsen. Mit der Einführung von digitalen Frequenzanzeigen, Abstimmspeichern mit Spannungs- und Frequenzsynthese sowie den Fernbedienungen hielt nun auch die Digitaltechnik Einzug in das Gebiet der Rundfunk- und Fernsehgeräte.

Was verbirgt sich aber hinter dem Wort: digital? Bekannt ist zum Beispiel das Digital-Voltmeter und die digitale Frequenzanzeige. Digital ist auf jeden Fall der Gegensatz zu analog. Eine analoge Größe kann jeden beliebigen Wert annehmen: Ihre Einteilung ist kontinuierlich, das heißt zwei benachbarte Werte können beliebig dicht nebeneinander liegen. Eine digitale Größe kann dagegen nur diskrete Werte annehmen: Es können nicht beliebig kleine Veränderungen realisiert werden (Bild 1.1). Digital angesteuerte Anzeigen geben den Meßwert somit nicht wie ein Zeigerinstrument an, sondern der Zahlenwert läßt sich direkt ablesen. Je größer die Anzahl der Stellen ist, desto besser kann eine analoge Größe

nachgebildet werden. Ein 5stelliges Digital-Voltmeter ist deshalb genauer, als ein 3stelliges.

Ein ähnliches Beispiel wäre das Abwiegen von einem Kilo Mehl und einem Kilo Äpfel. Beim Mehl kann der Kaufmann durch gleichmäßiges Hinzuschütten das Gewicht ganz genau einstellen – hier also das Beispiel einer analogen Größe. Bei den Äpfel, wo ein Stück die kleinste Einheit ist, kann er das Gewicht meist nur annähernd genau abwiegen, nämlich etwas weniger oder etwas mehr als ein Kilo. Ähnlich kann ein Digital-Voltmeter die Anzeige nur schrittweise ändern. Zwischenwerte zwischen zwei benachbarten Stufen der kleinsten Größe gibt es hier nicht. Man kommt aber zu einem scheinbar fließenden Übergang, wenn die Stufen klein genug gewählt werden. Um noch einmal auf das Beispiel des Kaufmanns zurückzukommen, wenn er also statt Äpfel Reis abwiegen würde.

Bild 1.1. Unterschied zwischen analogen und digitalen Größen am Beispiel eines Voltmeters mit Zeigerinstrument und digital angesteuerter Ziffernanzeige

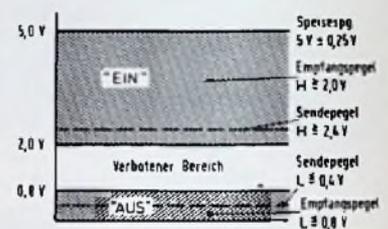
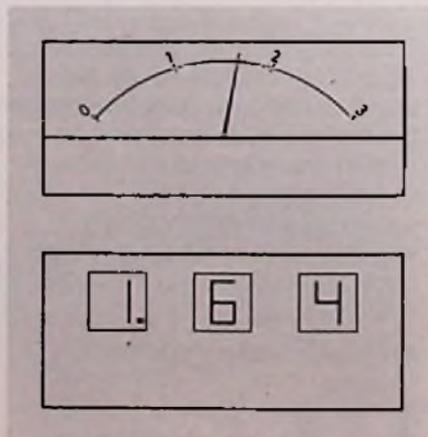


Bild 1.2. Zuordnung von Toleranzfeldern für die Zustände „ein“ und „aus“ bei TTL-Digitalschaltungen

Die Digitaltechnik ist nichts grundlegend Neues. Beim Bau von mechanischen Rechenmaschinen wurde die digitale Zahlenverarbeitung schon vor mehreren Jahrhunderten durchgeführt (Leibniz 1646 – 1716). In Verbindung mit der Elektronik hat die Digitaltechnik heute eine so große Bedeutung erlangt, daß sie aus unserem Leben nicht mehr wegzudenken ist. Denken wir nur an den elektronischen Taschenrechner, der uns eine unvorstellbare Arbeitserleichterung gebracht hat. Auch das Tastentelefon wird in einigen Jahren zum Standard gehören, genauso wie die Buchung einer Flugreise über eine Datenverarbeitungsanlage. Für den Elektroniker ist die Digitaltechnik deshalb so bedeutungsvoll, weil sie nur zwei Wert-Zustände besitzt, nämlich „ein“ und „aus“. Während man bei analogen Schaltungen Probleme mit Temperaturdrift, Spannungsschwankungen, überlagertem Brumm und Rauschen hat, läßt sich bei der Digitaltechnik, wenn den Zuständen „ein“ und „aus“ bestimmte Toleranzfelder zugeordnet werden, das Signal viel einfacher und sicherer erkennen und sogar wieder regenerieren (Bild 1.2.).

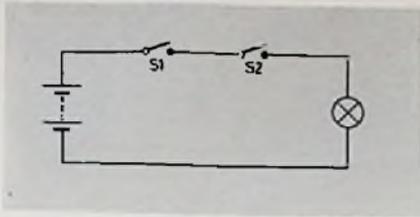


Bild 2.1. Erklärung einer UND-Verknüpfung anhand einer Kontaktschaltung mit angeschlossener Glühlampe

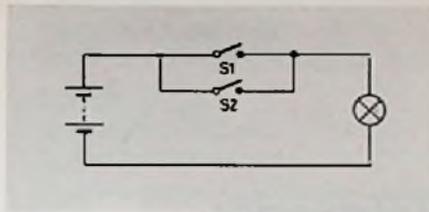


Bild 2.2. Erklärung einer ODER-Verknüpfung anhand einer Kontaktschaltung mit angeschlossener Glühlampe

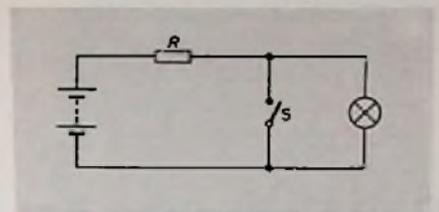


Bild 2.3. Mit der NICHT-Verknüpfung leuchtet die Glühlampe bei offenem Schalterkontakt auf

2. Boolesche Algebra

Diese Algebra, die nach dem englischen Mathematiker Georg Boole (1815 – 1864) benannt wurde, verwendet nur die beiden Binärzeichen 0 und 1; man kann stattdessen auch „true“ (wahr) und „false“ (falsch) sagen. Besser ist es aber, keine direkte Übersetzung zu wählen, sondern die Ausdrücke „ja“ und „nein“ zu benutzen.

Betrachtet man die verschiedenen Formeln der Booleschen Algebra, so kommt deren Charakter zum Ausdruck. Wir wollen uns aber in dieser Serie nicht mit der mathematischen Seite befassen, sondern versuchen, von der Praxis her in die Materie einzusteigen. In der Schaltalgebra, so wird die Boolesche Algebra auch genannt, heißen die drei Grundverknüpfungen:

UND ODER NICHT

Aus ihnen können alle anderen Verknüpfungen abgeleitet werden. Sehen wir uns doch einmal diese drei Grundverknüpfungen anhand einer normalen Gleichspannungsquelle sowie Schaltern und Lampen an. Den Zuständen (Binärzeichen) sind dabei folgende Schalterstellungen zugeordnet:

Schalter offen: Null

Schalter geschlossen: Eins.

2.1. UND-Verknüpfung

Betrachten wir dazu Bild 2.1. Die Spannungsquelle ist über die Schalter S 1 und S 2 mit der Glühlampe verbunden. Wird nur einer der beiden Schalter geschlossen, kann die Glühlampe nicht aufleuchten. Erst, wenn Schalter S 1 und Schalter S 2 geschlossen sind, leuchtet die Glühlampe auf. Hier handelt es sich also um eine UND-Verknüpfung.

2.2. ODER-Verknüpfung

In Bild 2.2 ist die Spannungsquelle über zwei parallel geschaltete Schalter mit der Glühlampe verbunden. Wird einer der

beiden Schalter geschlossen, leuchtet die Glühlampe auf. Es handelt sich also um eine ODER-Verknüpfung, denn die Glühlampe leuchtet auf, wenn Schalter S 1 oder Schalter S 2 geschlossen ist.

2.3. NICHT-Verknüpfung

Bild 2.3. zeigt die Gleichspannungsquelle über einen Vorwiderstand mit der Glühlampe verbunden. Der Schalter befindet sich parallel zur Glühlampe. Die Glühlampe leuchtet nicht, wenn der Schalter geschlossen ist. Die Funktion des Schalters hat sich also bei dieser Beschaltung umgekehrt. Es handelt sich um ein inverses Verhalten, also um eine NICHT-Verknüpfung.

3. Positive und negative Logik

Von positiver Logik spricht man, wenn die binäre Eins einer positiveren Spannung und die binäre Null der negativeren Spannung zugeordnet ist. Wenn die Zuordnung umgekehrt vorgenommen wird, spricht man von einer negativen Logik. Diese hatte insbesondere in der Anfangszeit der Transistortechnik, in der PNP-Transistoren geläufig waren, eine größere Bedeutung. Da der PNP-Transistor an seinem Kollektor eine gegenüber dem Emitter negative Spannung benötigte, wurden „negative“ Logikschaltungen häufig auch mit negativen Spannungen betrieben; die Masse war dann mit dem Pluspol verbunden (Bild 3.1.). Später wurden dann NPN-Transistoren gebräuchlicher, die mit positiven Kollektorspannungen arbeiten. Um die einzelnen Logikschaltungen auseinander zu halten, wurden dann die Ausdrücke positive und negative Logik eingeführt. Fehlt dieser Hinweis, was meistens der Fall ist, so handelt es sich um positive Logik.

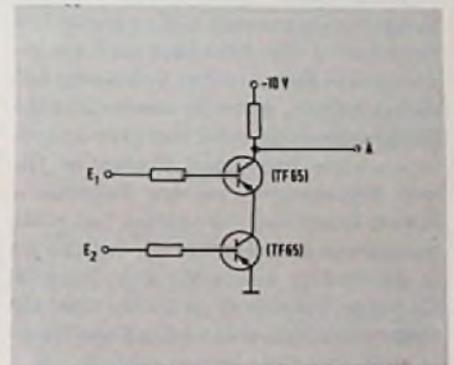


Bild 3.1. Beispiel einer negativen Logik (NAND) mit PNP-Transistoren

Die Bauelemente-Hersteller sind im Gegensatz zur Datentechnik von den Binärzeichen Null und Eins ganz abgegangen. Nach DIN 41785, Blatt 4, werden die zwei möglichen Wertebereiche der binären elektrischen Größe mit L (Low) und H (High) bezeichnet. Nach der Definition liegen dabei die Werte des L-Bereiches näher bei $-\infty$ und Werte des H-Bereiches näher bei $+\infty$. Der Buchstabe „L“ bedeutet immer den tieferen Spannungspegel, Buchstabe „H“ den höheren Spannungspegel. Die bisher übliche Angabe positive oder negative Logik ist auf Grund der Einführung von „L“ und „H“ nicht mehr notwendig. Im normalen Fall sind also Funktionen immer bei „H“ eingeschaltet und bei „L“ ausgeschaltet. Ist dies aus gerätetechnischen Gründen umgekehrt, so spricht man von einem Aktiv-Low und versteht die Funktion oben mit einem Querstrich (zum Beispiel: $\overline{\text{MEMW}}$). (Wird fortgesetzt)

Grundwissen für den Praktiker

Bauelemente der Elektronik

Teil 28: Speicher-Schaltdioden und Tunnelndioden

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

Speicher-Schaltdioden

Diese Diode wird auch mit „step-recovery-diode“ (sprunghafte Erholung), „snapp-off-diode“, „step-recovery-varactor“ oder auch „Speicher-Varaktor“ bezeichnet.

Durch Vorwärtspolung des PN-Überganges wird in diesem zunächst eine Minoritätsträger-Ladung gespeichert, deren Größe vom Durchlaßstrom abhängt. Gegenüber einer normalen

Bild 1. Schnittbild durch den Aufbau einer Speicher-Schaltdiode (Siemens)

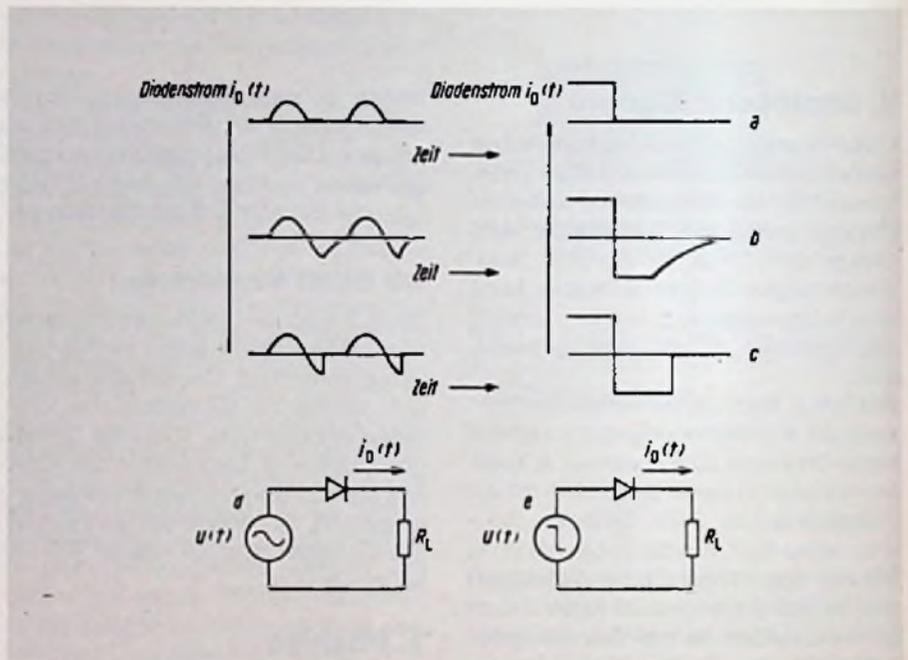
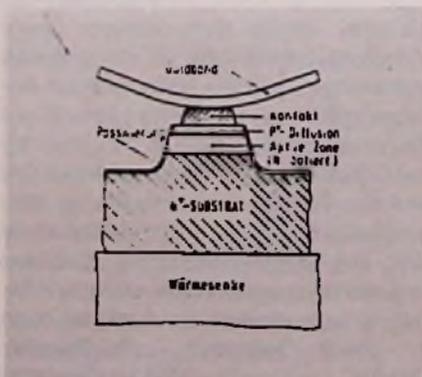


Bild 2. Verlauf der Diodenströme verschiedener Dioden bei Ansteuerung mit einer Sinus- und einer Rechteckspannung (Siemens). a ideale Diode, b herkömmliche Schaltdiode, c Speicher-Schaltdiode, d, e Meßschaltungen

Halbleiterdiode ist die step-recovery-Diode so gebaut, daß der negative Ausräumstrom $-I_R$ nach Ablauf der Speicherzeit von seinem vollen Wert sofort auf etwa Null abfällt. Die Übergangszeit für diesen Stromabbruch liegt bei 20 ... 400 ps, ist also extrem kurz.

Den Aufbau einer step-recovery-Diode oder auch Speicher-Schaltdiode zeigt Bild 1. Auf ein hochdotiertes N^+ -Substrat (Elektronendichte rd. $10^{19}/\text{cm}^3$) folgt eine schwach dotierte N-Schicht (Elektronendichte rd. $10^{14}/\text{cm}^3$) und hierauf eine durch Diffusion erzeugte P^+ -Schicht (Löcherdichte rd. $10^{19}/\text{cm}^3$). Bei Polung in Durchlaßrichtung wer-

den in die schwach leitende N-Zone von beiden Seiten Ladungsträger (Elektronen und Löcher) injiziert und überschwemmen diese vollkommen. Wegen der geringen Anzahl der Majoritätsträger in dieser Zone ist die Lebensdauer τ der injizierten Minoritätsträger ziemlich groß (bis zu einigen 100 ns). Wird die Diode in Sperrrichtung gepolt, so werden die in der N-Schicht gespeicherten Ladungsträger wieder abgebaut. Dabei fließt ein negativer Ausräumstrom solange nahezu konstant, bis die Löcherkonzentration am P^+N -Übergang und die Elektronenkonzentration am N^+N -Übergang auf Null gesunken sind. We-

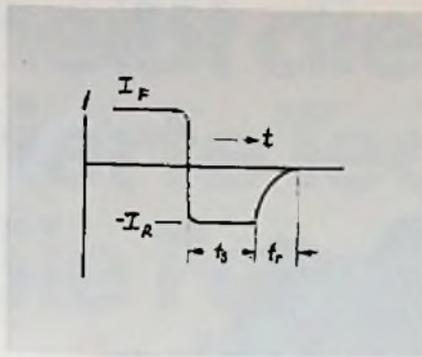


Bild 3. Zeitlicher Verlauf des Diodenstromes einer Speicher-Schaltdiode beim Umschalten vom Durchlaßgebiet in das Sperrgebiet

gen der sehr dünnen N-Schicht ist die zu diesem Zeitpunkt in der Diode gespeicherte Ladung sehr gering. Der Ausräumstrom fällt deshalb sehr rasch auf Null ab. Die Diode wirkt wie ein Schalter, der nach einer gewissen Verzögerungszeit, der Speicherzeit t_s , plötzlich geöffnet wird.

Zum Vergleich mit einer herkömmlichen Schaltdiode ist in Bild 2 der Diodenstrom bei sinusförmiger und bei impulsförmiger Ansteuerung dargestellt. Wenn auch der Ausräumstrom $-I_R$ sehr schnell auf den statischen Sperrstrom abfällt, so wird hierzu doch eine endliche Zeit t_f (auch „transition time“ T_T genannt) benötigt (Bild 3). In den Datenblättern wird diese Abfallzeit t_f für einen bestimmten Betriebsfall (z. B. $I_F = 10 \text{ mA}$ und $U_R = 10 \text{ V}$) angegeben.

Die Speicher-Schaltdiode wird einerseits zur Frequenzvervielfachung, andererseits zur Impulsversteigerung verwendet.

Frequenzvervielfachung

Durch die sehr kurze Abfallzeit ergibt sich eine starke Nichtlinearität des Stromes mit vielen Oberwellen. Damit ist diese Diode sehr gut zur Frequenzvervielfachung geeignet und ermöglicht auch einen guten Wirkungsgrad selbst bei hoher Vervielfachung in einer Stufe und auch ohne zusätzliche Schwingkreise (wie beim Sperrschichtvaraktor). Damit dieser Effekt erzielt werden kann, muß die Lebensdauer der Minoritätsträger viel größer als die Periodendauer der Eingangsfrequenz sein:

$$\tau \gg 1/f_o \tag{1}$$

τ Lebensdauer der Minoritätsträger

Andererseits muß aber auch die Abfallzeit klein gegenüber der Periodendauer der Ausgangsfrequenz sein:

$$t_f \leq 1/f_o \tag{2}$$

f_o Eingangsfrequenz
 f_o Ausgangsfrequenz

Zum Vergleich zwischen dem Kapazitätsverlauf einer Speicher-Schaltdiode (step recovery) und dem eines Sperrschichtvaraktors wurde Bild 4 aufgenommen. Während beim Sperrschichtvaraktor die Kapazität stetig, wenn auch nichtlinear mit steigender Sperrspannung abnimmt (quadratische Kennlinie für abrupten PN-Übergang mit $n = 1/2$), fällt bei der Speicher-Schaltdiode die Sperrkapazität schon bei geringer Sperrspannung auf einen Wert, der sich auch bei höherer Sperrspannung nicht mehr ändert. Die noch eingezeichnete Kennlinie für eine „A-Mode-Diode“ gehört zu einem Diodentyp, der etwa beide Eigenschaften miteinander vereinigt und der bei geringer Vervielfachungszahl eingesetzt wird.

Die Bedingungen nach Gl. 1 und Gl. 2 bedeuten sowohl eine Einschränkung nach tiefen Frequenzen (minimale Eingangsfrequenz) wie auch eine nach hohen Frequenzen (maximale Ausgangsfrequenz) und damit auch eine maximal mögliche Vervielfachung. Das Schaltschema eines Frequenzvervielfachers mit einer Speicher-Schaltdiode ist in Bild 5 wiedergegeben. Über eine Drosselspule bekommt die Diode eine Vorspannung in Sperrrichtung eingepreßt, wird aber ja nunmehr bis in den Durchlaßbereich angesteuert. Die Induktivität L_k dient mit dem Kondensator C_k zur Anpassung des Generators; die Kreise L_o/C_o bzw. L_o/C_o werden auf die Eingangsfrequenz f_o bzw. auf die Ausgangsfrequenz f_o abgestimmt. Die $\lambda/2$ -Leitung vor dem Lastwiderstand filtert die gewünschte Ausgangsfrequenz f_o aus.

Zum Berechnen des Wirkungsgrades soll angenommen werden, daß eine ideale Speicherschaltodiode vorhanden ist; die Rekombination der Minoritätsträger und ihre Diffusion werden vernachlässigt. Außerdem soll angenommen werden, daß die Sperrschichtkapazität konstant sei. Beides ist nicht ganz genau erfüllt, weshalb der erreichbare Wirkungsgrad immer kleiner als der hier berechnete wird. Aber eine solche Idealisierung kann doch zeigen, in welcher Richtung eine Verbesserung stattfinden kann. Für den Wirkungsgrad ergibt sich [34]:

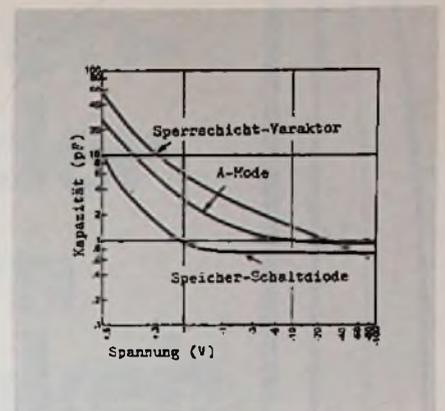


Bild 4. Verlauf der Kapazität verschiedener Diodentypen in Abhängigkeit von der Spannung (Alpha)

$$\eta = \frac{1}{(A + \sqrt{A^2 + 1})^2} \tag{3}$$

Darin bedeuten:

$$A = \frac{\pi \cdot (x^2 - 1)}{2 \cdot Q}$$

$$x = \frac{f_o}{f_e}$$

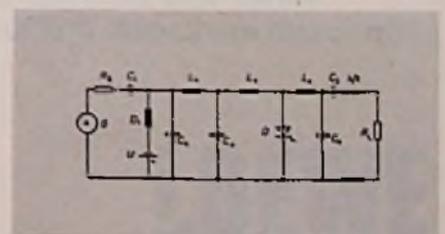
Q ist die Diodengüte.

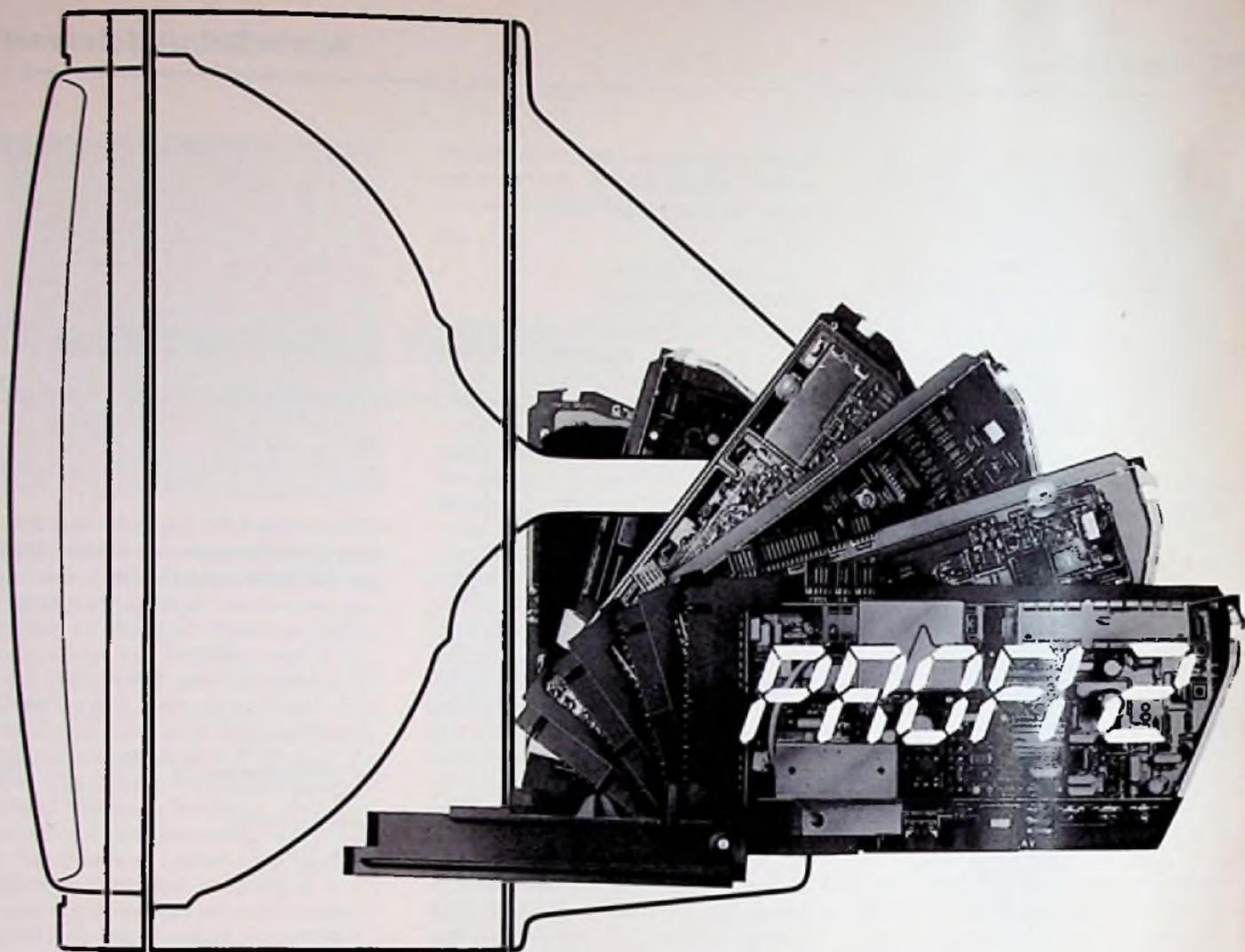
Gl. 3 wurde für Diodengüten zwischen 50 und 1000 berechnet und in Bild 6 ausgewertet.

Bei kleinen Vervielfachungsfaktoren x spielt die Diodengüte keine so große Rolle wie bei hohen Vervielfachungsfaktoren. Je höher der Vervielfachungsfaktor werden soll, um so größer muß auch die Güte sein, damit der Wirkungsgrad noch eine annehmbare Größe ergibt.

Für reale Speicher-Schaltdioden ergeben sich wesentlich geringere Wir-

Bild 5. Prinzipschaltbild eines Frequenzvervielfachers mit einer Speicher-Schaltdiode





**Deutschlands Fernseher
waren so gut, daß es ganz
neuer Techniken bedurfte,
sie noch entscheidend
zu verbessern:**

LOEWE Profi 2 heißt die neue, paten- tierte Technik, mit der Sie Fernsehkäufer so viel Zuverlässigkeit bieten können wie mit keiner anderen.

LOEWE hat jetzt den Auf- bau von Fernsehern revolutionierend vereinfacht.

Loewe hat erstmals für Fernseher die Baustrukturen aus der Computer- und Nachrichtentechnik eingesetzt und damit den Aufbau von Fernsehgeräten revolutionierend vereinfacht. So wurde es möglich, die gesamte Technik eines Fernsehers in nur sechs gleichgroße, parallel steckbare Großmoduln zu gliedern.

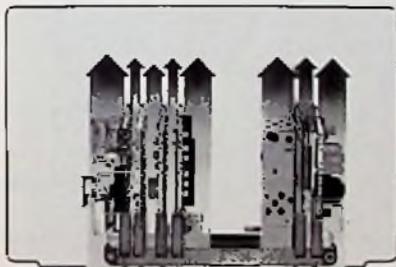
Diese Technik, die sonst Datenverarbeitung und Weltraumtechnik überschaubar und damit ebenso sicher wie variabel macht, gibt jetzt Loewe Fernsehern eine einzigartige Summe von Vorteilen und Möglichkeiten:

Die Arbeitstemperaturen der einzelnen Bauelemente wurden stark gesenkt, die Zuverlässigkeit entscheidend gesteigert, die Fehler-
suche und -beseitigung wesentlich vereinfacht. Durch problemlose Steck- und Austauschbarkeit der konsequent getrennten Funktionsbereiche wurde größtmögliche Zukunftssicherheit erreicht.

**Extreme Zuverlässigkeit:
Für Sie und Ihre Kunden ein**

überzeugendes Argument – und damit ein gutes Geschäft.

Wenn Sie Ihren Kunden einen Loewe empfehlen, schließen Sie konsequent an eine uralte Hand-
delerfahrung an: Der zufriedene Kunde ist der beste. Denn er kommt wieder.



LOEWE Profi 2: Sicherheit mit doppeltem Boden. Und ein doppeltes Geschäft dazu.

Ein weiterer interessanter Aspekt für Sie ist der schnelle, kostengünstige und damit ertragsstarke Service. Denn Profi 2 bietet Ihnen erstmals Fehler-Diagnose ohne Hilfsmittel. Die Moduln können auch bei eingeschaltetem Gerät einzeln herausgeklappt und überprüft werden, jeder Fehler läßt sich durch einfachen Austausch des betreffenden Moduln beheben.

Wenn wir schon beim Geschäft sind: Machen Sie LOEWE zu Ihrer Profitmarke Nr. 1.

Auch Fernsehkäufer sind nur dann bereit, mehr zu investieren, wenn ihnen dafür mehr und Besseres geboten wird: ein Produkt mit unverwechselbaren Vorteilen. Profi 2 bietet Ihnen hier die Chance, erkennbare Eigenständigkeit zu verkaufen.

Mit der intensivsten Publikums-
werbung in der Geschichte des Hauses Loewe stützen wir diese Argumentation. Wir machen klar, was der entscheidende Zugewinn an Zuverlässigkeit und Lebens-
dauer wert ist. Und wir sagen, warum es sich lohnt, für Loewe Perfektion den angemessenen Preis zu bezahlen.

**Wir meinen, Sie sollten
daran teilhaben.
Ordern Sie also Ihren
LOEWE Anteil am Geschäft.**

LOEWE

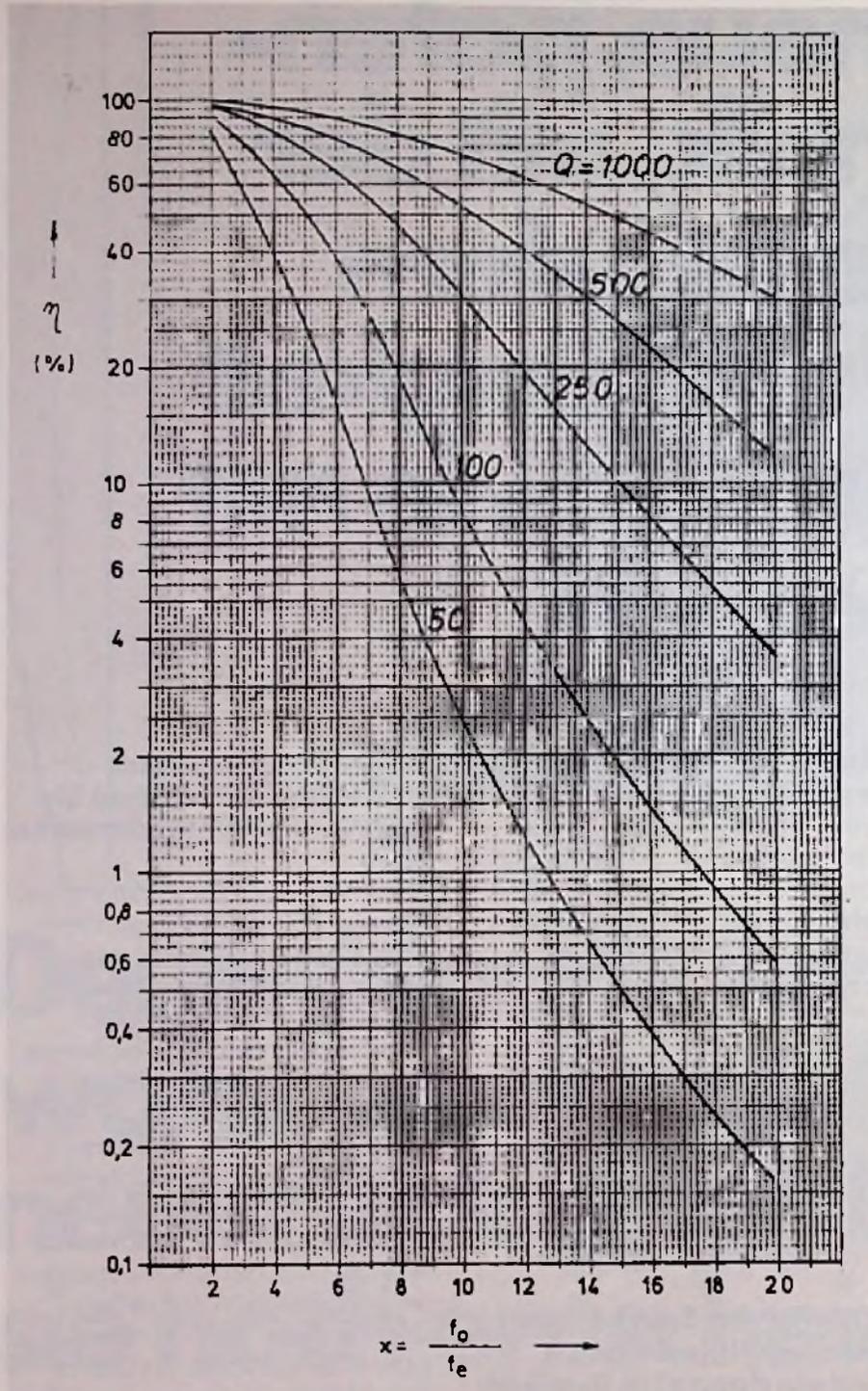


Bild 6. Wirkungsgrad η einer idealen Speicher-Schaltodiode in Abhängigkeit vom Vervielfachungsfaktor x bei unterschiedlichen Diodengüten Q (nach Unger/Harth)

kungsgrade. Zu deren Berechnung wird zunächst die Speicherzeit t_s ermittelt. Aus der in den Datenblättern angegebenen Speicherzeitkonstanten τ läßt sich die Speicherzeit t_s berechnen:

$$t_s = \tau \cdot \ln \left(1 + \frac{I_F}{|-I_R|} \right); \quad (4)$$

I_F Flußstrom,
 $-I_R$ Sperrstrom (Bild 3),
 τ Speicherzeitkonstante.

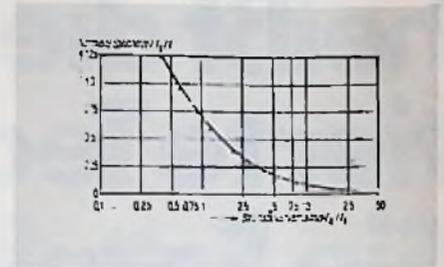


Bild 7. Normierte Speicherzeit t_s/τ in Abhängigkeit vom Stromstärkeverhältnis $-I_R/I_F$ (Siemens)

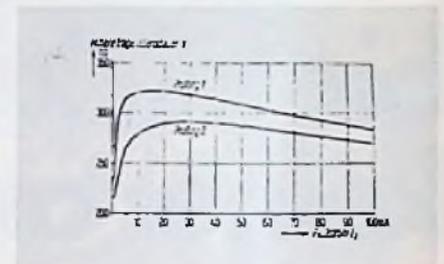


Bild 8. Mittlere Trägerlebensdauer in Abhängigkeit vom Flußstrom I_F (Siemens)

In den Datenblättern wird die Speicherzeitkonstante τ bei einem Verhältnis $I_F/|-I_R| = 1/0,6$ angegeben, so daß hierfür nach Gl. 4

$$t_s \approx \tau$$

wird. Normiert man die Speicherzeit t_s zur Speicherzeitkonstante τ , so ergibt sich die normierte Speicherzeit t_s/τ . Diese wurde in Bild 7 in einer Kurve dargestellt.

Bei hohem Ausräumstrom $|-I_R|$ im Verhältnis zum Flußstrom läßt sich also die Speicherzeit t_s wesentlich verkleinern. Die mittlere Trägerlebensdauer hängt zwar von der Höhe des Flußstromes ab; dieser Einfluß ist aber nicht allzu groß, bei Flußströmen größer als 10 mA, wie Bild 8 für einen bestimmten Typ zeigt. (Die Meßwerte bei praktischen Dioden liegen ja auch bei $I_F = 10 \text{ mA}$). Je höher die Umgebungstemperatur wird, um so größer wird auch die mittlere Trägerlebensdauer; die Größe des Flußstromes spielt dabei eine nur geringe Rolle.

Zum Erzielen eines möglichst guten Wirkungsgrades bei der realen Speicherschaltodiode als Frequenzvervielfacher soll der Faktor $\omega \cdot t_s$ möglichst zwischen 10 und 100 liegen. Wird $\omega \cdot t_s$ für eine gegebene Diode zu klein, so beeinträchtigen die Rekombinationsverluste den Wirkungsgrad; bei zu

FUNK TECHNIK

MESSESCHWERPUNKTE '79

HANDWERKSMESSE '79, MÜNCHEN (17. 3.-25. 3.)

Hauptausgabe: Nr. 3 vom März.
Anzeigenschluß: 23. 2. 1979

HANNOVER-MESSE '79, HANNOVER (18. 4.-26. 4.)

Hauptausgabe: Nr. 4 vom April.
Anzeigenschluß: 26. 3. 1979

Berichtsheft Nr. 6 vom Juni.
Anzeigenschluß: 7. 5. 1979

INTERNATIONALE FUNKAUSSTELLUNG, BERLIN (24. 8.-2. 9.)

Vorschauausgabe: Nr. 7 vom Juli.
Anzeigenschluß: 8. 6. 1979

Hauptausgabe: Nr. 8 vom August.
Anzeigenschluß: 16. 7. 1979

1. Berichtsausgabe: Nr. 10 vom Oktober.
Anzeigenschluß: 5. 9. 1979

2. Berichtsausgabe: Nr. 11 vom November.
Anzeigenschluß: 8. 10. 1979

3. Berichtsausgabe: Nr. 12 vom Dezember.
Anzeigenschluß: 9. 11. 1979

**Nutzen Sie die Aktualität
dieser Ausgaben für eine
Anzeigenschaltung!**

Wir informieren Sie gerne!

FUNK TECHNIK

ANZEIGEN-ABTEILUNG

Postf. 20 19 20 · 8000 München 2
Tel. (089) 18 60 51 · FS: 5 216 075



PHILIPS

Bewährt und begehrt
Philips Fachbücher
in Ausbildung, Beruf und Hobby

Ein praktischer Ratgeber für alle, die mit Planung,
Aufbau und Wartung von ELA-Anlagen zu tun haben:



U. F. Herrmann
Handbuch der Elektroakustik
Technik und praktische Anwendung

Allgemeine Begriffe · Schall · Das menschliche Ohr · W/m^2 · Phon · dB- μ bar · Mikrofone · Handhabung von Mikrofonen · Verstärker · Ausgangsleistung · Das 100-V-Anpassungssystem · Lautsprecher · Elektrisches und mechanisches Verhalten · Lautsprecher Ausführungen und Verwendungszweck · Installation von Lautsprechern verschiedener Ausführung · Akustik · Schallübertragung im Freien · Raum- und Bauakustik · Grundlagen für die Planung von Beschallungsanlagen · Besondere elektroakustische Anlagen · Einpegelung und Übergabe von elektroakustischen Anlagen · Fehler-suche und Werkstattinweise.

253 Seiten, 260 Abb., davon 35 Fotos, Taschenbuch T17, Kt34,- DM

Über den neuesten Stand der Empfangsantennentechnik informiert ausführlich:



Ing. (grad.) G. Boggel
Antennentechnik

Empfangsanlagen für Ton- und Fernseh-Rundfunk

EA - Einzel-Antennenanlagen
GA - Gemeinschafts-Antennenanlagen
GGA - Groß-Gemeinschafts-Antennenanlagen

Einzel- und Gemeinschafts-Antennenanlagen · Aufbau und Funktion einer GGA · Empfangsantennen für Ton- und Fernseh-Rundfunk · Passive Bauteile für Gemeinschafts-Antennenanlagen · Aktive Bauteile für Gemeinschafts-Antennenanlagen · Koaxialkabel für Antennenanlagen · Messungen an Gemeinschafts-Antennenanlagen · Richtlinien und technische Vorschriften für Gemeinschafts-Antennenanlagen · Fernsehnormen · Sendertabellen

131 Seiten, 92 Abb., davon 18 Fotos, Taschenbuch T19, Kt26,- DM

Mehr als 155.000 verkaufte Exemplare.
Das 2 bändige Lese-, Lern- und Lehrbuch,
das einmalige Nachschlagewerk:



Philips Lehrbriefe
Elektrotechnik und Elektronik

Band 1, Einführung und Grundlagen
8., völlig Neubearb. u. erw. Aufl.
391 Seiten, 814 Abb., 919 Stichwörter,

Ln 29,- DM

Band 2, Technik und Anwendung
6., völlig Neubearb. u. erw. Aufl.
495 Seiten, 843 Abb., 1178 Stichwörter,

Ln 29,- DM

Ausführliche Inhaltsangaben und Besprechungen aller
Philips Fachbücher finden Sie im neuen Gesamtverzeichnis, dem
Katalog Philips Fachbücher 1978/79,

den Sie per Postkarte anfordern können.
Philips Fachbücher sind im Buchhandel erhältlich.

Philips GmbH
Fachbuch-Verlag

Postfach 10 14 20 · 2000 Hamburg 1



mitglied der
informations-
gemeinschaft
elektro-ige

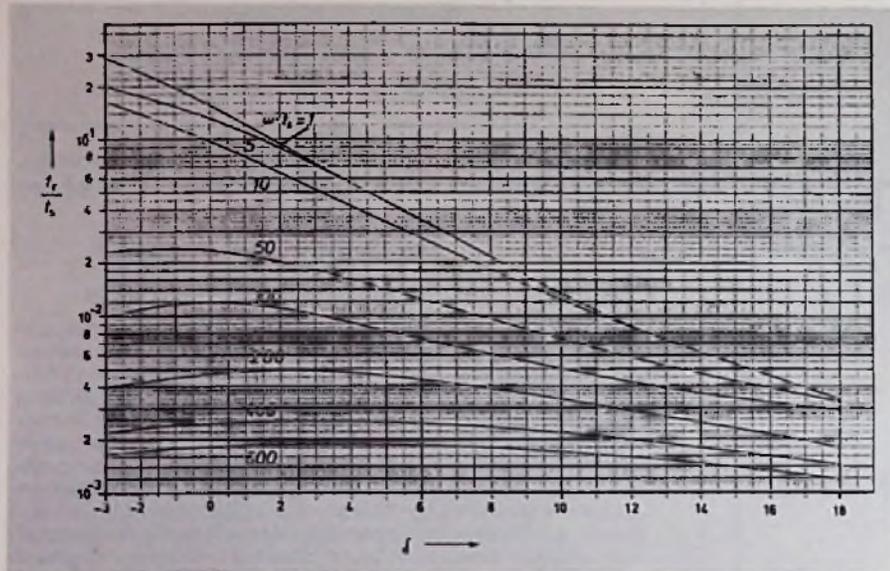


Bild 9. Driftkonstante δ in Abhängigkeit vom Verhältnis t_r/t_s für verschiedene Werte von $\omega \cdot t_s$ (nach Unger/Harth)

großem Wert sind es die Hystereseverluste. Aber nicht nur von der Speicherzeit t_s hängt ein guter Wirkungsgrad ab; hierfür ist auch die Driftkonstante δ bzw. die damit nach Bild 9 zusammenhängende Abfallzeit t_r maßgebend. In Bild 10 ist der Zusammenhang des maximalen Wirkungsgrades für einen Frequenzverdoppler in Abhängigkeit von $\omega \cdot t_s$ bei verschiedenen Werten von δ gezeigt. Das Maximum liegt hier bei $\omega \cdot t_s = 10 \dots 100$; die absolute Höhe von η ist aber um so größer, je größer δ wird.

Beispiel: Es soll ein Frequenzverdoppler mit einer Speicherschaltodiode der Typen nach Tabelle 1 entworfen werden. Eingangsfrequenz $f_o = 1$ GHz. Es soll die Diode genommen werden, die eine möglichst hohe Ausgangsleistung bei möglichst gutem Wirkungsgrad ergibt.

Nach Tabelle 1 muß zunächst die optimal geeignete Diode ausgesucht werden. Für eine möglichst große Leistung muß sowohl die Durchbruchspannung U_B wie auch die Kapazität möglichst groß sein. Andererseits muß

aber der Frequenzbereich von $f_o = 1$ GHz zu $f_o = 2$ GHz möglich sein. Aus diesem Grund wären alle Typen 6100 bis 6103 geeignet. Da aber die Trägerlebensdauer zehnmal so groß wie der Reziprokwert der Eingangsfrequenz, also größer als 10 ns sein soll, kommen nur noch die Typen 6102 und 6103 in Betracht. Je nachdem, ob nun der Wirkungsgrad im Vordergrund stehen soll (möglichst kleine Abfallzeit $t_r = T_r$) oder die erzielbare Ausgangsleistung (möglichst große Kapazität und große Durchbruchspannung), muß zwischen diesen beiden Typenreihen entschieden werden. Es soll für einen möglichst guten Wirkungsgrad dimensioniert werden, also wird Typ DVB-6102D (größte Kapazität) ausgewählt:

- $U_B = 45$ V
- $C_{1-\epsilon} = 2 \dots 3$ pF
- $\tau = 25$ ns
- $t_r = 0,2$ ns
- $f_{c-\epsilon} = 250$ GHz

$$\omega \cdot \tau = 6,28 \cdot 1 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{s} \cdot 25 \cdot 10^{-9} \cdot s = 157$$

Dieser Wert ist für einen guten Wirkungsgrad nach Bild 10 zu groß. Es wird deshalb das Verhältnis $-t_r/t_s$ nicht zu 0,6 (Meßwerte), sondern zu etwa 1 nach Bild 7 gewählt. Dann wird die normierte Speicherzeit

$$t_s/\tau = 0,69;$$

man erhält mit $\tau = t_s/0,69$:

$$\omega \cdot t_s = 157 \cdot 0,69 = 108$$

oder

$$t_s = \tau \cdot 0,69 = 17 \text{ ns};$$

$$t_r/t_s = 0,2 \text{ ns}/17 \text{ ns} \approx 0,01 = 10^{-2};$$

$$Q = \frac{f_c}{f_o} = \frac{250 \text{ GHz}}{1 \text{ GHz}} = 250.$$

Aus Bild 10 ergibt sich:

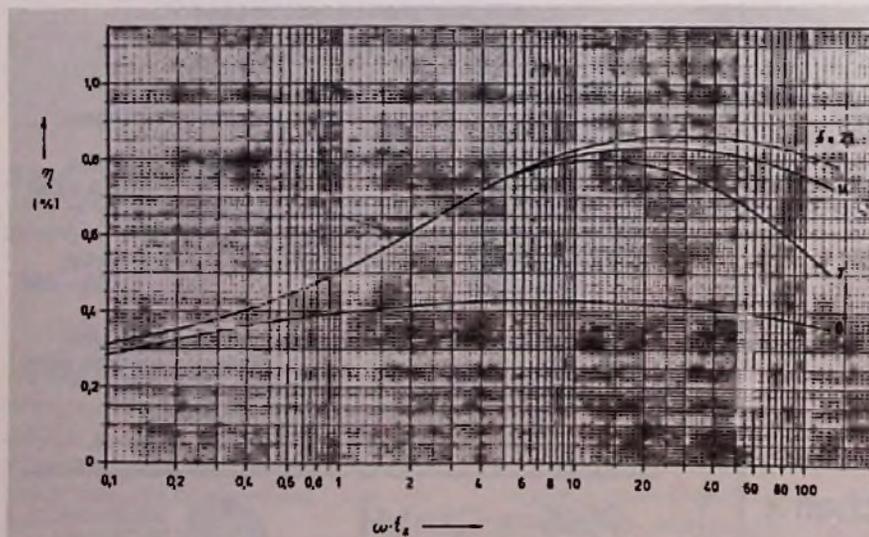
$$\delta \approx 2.$$

Damit wird der Wirkungsgrad (Bild 10):

$$\eta \approx 45\%.$$

Ein besserer Wirkungsgrad könnte nur durch Wahl einer anderen Speicher-Schaltodiode mit geringerer Abfallzeit t_r erzielt werden. Wie vergleichende Rechnungen gezeigt haben, nutzt eine Änderung der Speicherzeit t_s durch unterschiedliche Stromverhältnisse nicht viel. Wesentlich ist eine möglichst kleine Schaltzeit t_r . Günstiger wäre z. B. Typ PLR 303 ($\tau = 30$ ns; $t_r = 0,11$ ns, $C_{1-\epsilon} = 0,5 \dots 1,2$ pF; $U_B = 30 \dots 50$ V) von Parametric-Industries. Durch die kleinere Kapazität und die geringere Durchbruchspannung wird zwar die Leistung geringer, aber der

Bild 10. Maximaler Wirkungsgrad des Frequenzverdopplers mit realer Speicher-Schaltodiode bei Aussteuerung von U_B bis zum Optimum in Flußrichtung; $Q = 100$; $n = 0,1$ (nach Unger/Harth)



Wirkungsgrad wegen der viel kleineren Zeit t , besser. Eine andere Möglichkeit bestünde in der Wahl einer Diode DVB-6100C nach Tabelle 1. Die hiermit sehr viel geringere Ausgangsleistung wegen des kleinen Wertes von U_B könnte durch Hintereinanderschalten mehrerer Dioden in einem Gehäuse nach Bild 11 ausgeglichen werden.

Aus der Definition des Wirkungsgrades

$$\eta = \frac{P_o}{P_v}$$

und

$$P_v = P_o - \dot{P}_o$$

ergibt sich durch Umrechnen eine Beziehung zwischen der Verlustleistung P_v und der Ausgangsleistung P_o :

$$P_o = \frac{\eta}{1-\eta} \cdot P_v \quad (5)$$

Die zulässige Verlustleistung $P_{v,zul}$ kann aus der maximalen Kristalltemperatur $T_{i,max}$, der maximalen Umgebungstemperatur T_U , dem äußeren Wärmewiderstand R_{thGU} und dem inneren Wärmewiderstand R_{thJG} nach Gl. 6 berechnet werden:

$$P_{v,zul} = \frac{T_i - T_U}{R_{thJG} + R_{thGU}} \quad (6)$$

Für das vorstehende Beispiel soll nun die maximale Ausgangsleistung nach Gl. 13 in Teil 27 berechnet werden (wobei offen bleibt, ob der Faktor K noch derselbe ist):

$$P_o = 0,25 \cdot 45^2 \text{ V}^2 \cdot 10^9 \frac{1}{\text{s}} \cdot 3 \cdot 10^{-12} \text{ F}$$

$$P_o = 1,5 \text{ W}$$

Tabelle 1. Daten von Speicher-Schaltdioden für Frequenzvervielfachung

Typ	Min. Durchbruchspannung U_B (V)	Kapazität C_{1-6} (pF)	Min. Trägerlebensdauer (ns)	Max. Abfallzeit t (ps)	Eingangsfrequenz (GHz)	Ausgangsfrequenz (GHz)
DVB-6100A	15	0,25–0,50	10	70		
DVB-6100B	15	0,50–1,0	10	70	0,5–3,0	9,0–18,0
DVB-6100C	15	1,0 –1,5	10	70		
DVB-6101A	30	0,25–0,50	10	100		
DVB-6101B	30	0,50–0,75	10	100		
DVB-6101C	30	0,75–1,00	10	100	0,5–3,0	5,0–15,0
DVB-6101D	30	1,00–1,25	10	100		
DVB-6101E	30	1,25–1,50	10	100		
DVB-6102A	45	0,5–1,0	25	200		
DVB-6102B	45	1,0–1,5	25	200		
DVB-6102C	45	1,5–2,0	25	200	0,25–1,5	2,0–7,5
DVB-6102D	45	2,0–3,0	25	200		
DVB-6103A	60	0,5–1,0	60	300		
DVB-6103B	60	1,0–1,5	60	300		
DVB-6103C	60	1,5–2,0	60	300	0,10–1,0	1,3–4,0
DVB-6103D	60	2,0–3,0	60	300		
DVB-6104A	75	1,5–3,5	100	400		
DVB-6104B	75	3,5–5,5	100	400		
DVB-6104C	75	5,5–7,5	100	400	0,05–0,75	0,75–3,0
DVB-6104D	75	7,5–10,0	100	400		

Die zulässige Verlustleistung ergibt sich bei der Annahme eines äußeren Wärmewiderstandes R_{thGU} von 10 K/W, einer maximalen Kristalltemperatur von 150°C und einer maximalen Umgebungstemperatur von 50°C zu:

$$P_{v,zul} = \frac{150^\circ - 50^\circ}{(25 + 10) \text{ K/W}} = 2,86 \text{ W}$$

Nach Gl. 5 darf bei einem Wirkungsgrad von $\eta = 45\%$ die maximale Ausgangsleistung werden:

$$P_o = \frac{0,45}{1-0,45} \cdot 2,86 \text{ W} = 2,34 \text{ W}$$

Bis zu dieser Ausgangsleistung von etwas über 2 W kann die Diode also gefahrlos unter den gegebenen Bedin-

ROBUSTE

ELEKTROAKUSTIK

DRUCKKAMMER-LAUTSPRECHER · MEGAPHONE · MAGNET-SYSTEME · ZUBEHÖR



ELEKTROAKUSTIK
FALKENBERG GMBH

Gaismannshofstr. 38 · D- 8500 Nürnberg · Tel. 0911/312486 · Telex 06 235 16

Unterlagen
anfordern!

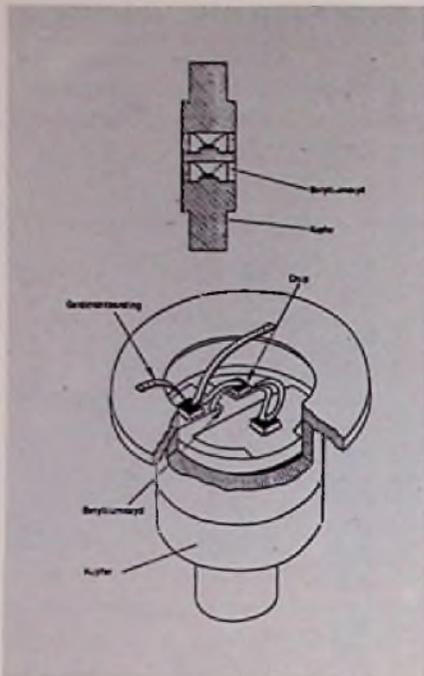


Bild 11. Serienschaltung mehrerer Speicher-Schaltdioden durch Aufeinanderstapeln (a) oder durch Anbringen in einer Ebene (b) zum Erzielen einer höheren Durchbruchsspannung (Siemens)

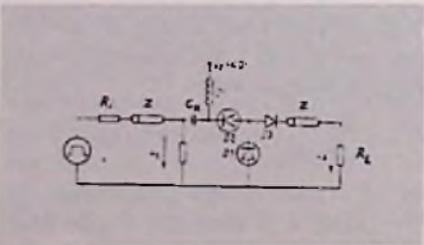


Bild 12. Schaltung zur Versteigerung von Impulsen mittels Speicher-Schaltdioden

$$R_1 = Z = R_L = 50 \Omega$$

- D1 Speicher-Schaltdiode mit kurzer Speicherzeit
- D2 Speicher-Schaltdiode mit längerer Speicherzeit
- D3 schnelle Schaltdiode (Siemens)

gungen betrieben werden. Der in diesem Beispiel berechnete Wirkungsgrad wurde nach Bild 10 für eine Güte von 100 berechnet, während die Güte der verwendeten Diode bei 250 lag. Wie aus Bild 6 bei der idealen Speicher-Schaltdiode hervorgeht, macht die unterschiedliche Güte bei dem kleinen Vervielfachungsfaktor von 2 nicht viel aus. Dies wäre erst bei höheren Vervielfachungsfaktoren der Fall gew-

sen. Wie das Beispiel gezeigt hat, eignen sich Speicher-Schaltdioden nicht für sehr hohe Frequenzen ($f_0 > 10 \dots 20$ GHz), weil hier wegen der dann zu hohen Abfallzeit t_f die Hystereseverluste zu groß werden. Hier sind Sperrschicht-Varaktoren besser geeignet. Bei nicht allzu hohen Frequenzen, hohen Vervielfachungsfaktoren und größerer Leistung sind aber die Speicher-Varaktoren (Speicher-Schaltdioden) besser geeignet.

Impulsformung

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit für Speicher-Schaltdioden besteht in der Formung sehr steiler Impulse wegen der kleinen Abfallzeit unter 1 ns. In Bild 12 ist ein Schaltbild zur Impulsversteigerung gezeigt. Über die Drosselspule L werden die beiden Speicherschaltioden D1 und D2 in Durchlaßrichtung geschaltet. Durch den geringen Flußwiderstand ist die Ausgangsspannung also zunächst gleich 0. Mit dem positiv gerichteten Impuls des Generators werden die beiden Dioden gesperrt. Hierbei soll Diode D2 eine höhere Trägerlebensdauer und damit auch eine größere Speicherzeit als Diode D1 haben. Nach Ablauf der Speicherzeit von D1 sperrt also diese Diode in weniger als 1 ns, so daß der Ausgang über D3 (Planar-Schaltdiode) das Signal des Impulsgenerators erhält. Wegen der Teilung über R_1 und R_L sowie des Flußwiderstandes von D2 wird die Ausgangsamplitude etwas kleiner als die Hälfte der Amplitude des Impulsgenerators. Zunächst ist Diode D2 noch leitend, da ja ihre Speicherzeit größer als diejenige von D1 war. Nach Ablauf der Speicherzeit von D2 sperrt auch diese Diode, und die Ausgangsspannung geht wieder sehr rasch auf 0 zurück.

Tunnelndioden (Esakidioden)

Die Tunnelndiode stellt eine Halbleiter-Flächendiode mit extrem hoch dotierten P- und N-Gebieten ($n_p = n_n = 10^{18} \dots 10^{20}/\text{cm}^3$) dar. Außerdem ist die Breite des PN-Überganges sehr klein (rd. $0,01 \mu\text{m}$). Diese beiden physikalischen Gegebenheiten verursachen den Kennlinienverlauf nach Bild 13. In Durchlaßrichtung (positiver Anschluß am P-Gebiet) steigt der Diodenstrom mit wachsender Spannung steil an, durchläuft dann ein Maximum (Spitze: peak; deshalb I_p bzw. U_p) und fällt dann mit weiter wachsender Spannung wieder ab, um dann nach einem

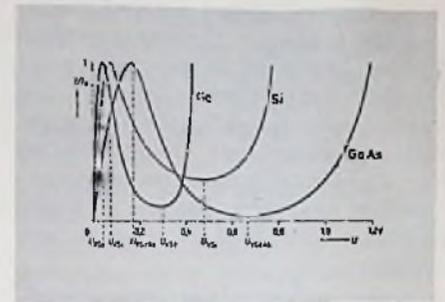


Bild 13. Strom-Spannungskennlinien von Tunnelndioden aus verschiedenen Materialien (Siemens)

Minimum (Tal: valley, deshalb I_v bzw. U_v) in die normale Diodenkennlinie einzumünden. Bei Polung in „Sperrrichtung“ steigt der Strom ebenfalls mit der Spannung stark an (in Bild 13 nicht dargestellt; der negative Ast der Kurven ist aber ähnlich wie der erste Teil des positiven Teiles der Kurve ausgelegt); die Tunnelndiode hat also kein Sperrverhalten.

Im Gegensatz zu einer normalen PN-Diode tritt hier bei kleinen positiven Spannungen ein Bereich negativen Widerstandes auf. Da dieses Verhalten nicht mehr mit der Theorie einer Halbleiterdiode, sondern nur durch den quantenmechanischen Tunneleffekt zu erklären ist, wurde dieses Bauelement als Tunnelndiode bezeichnet. Zuweilen ist auch der Ausdruck „Esakidiode“ nach ihrem Erfinder, dem Japaner Esaki, gebräuchlich.

Durch diesen negativen Widerstand in einem Teil des Kennlinienverlaufes kann ein Teil des positiven (Verlust-)Widerstandes in einem äußeren Kreis kompensiert werden, so daß mit der Tunnelndiode eine Verstärkung eines angelegten Signales erfolgen kann. Wird der äußere Kreis überkompensiert, d. h. wenn der Betrag des negativen Widerstandes größer als der des positiven Widerstandes wird, so können sogar ungedämpfte Schwingungen erzeugt werden. Die Tunnelndiode wirkt also als echtes aktives Bauelement im Gegensatz zu den bisher besprochenen Diodentypen, die gegebenenfalls bei Abgabe einer Wechselleistung (z.B. die Varaktoren) eine noch größere Ansteuerwechselleistung benötigten. Bei Tunnelndioden, aber auch bei anderen Diodentypen (Lawinenlaufzeit-Dioden oder Gunn-Dioden) wird die abgegebene Wechselleistung nur aus einer zugeführten Gleichstromleistung erzeugt.

In Bild 14 sind die Frequenz-Leistungskurven für verschiedene Mikrowellengeneratoren aufgeführt. Wie noch anhand der Daten gebräuchlicher Tunnelnioden gezeigt werden wird, liegt die obere Frequenzgrenze der Tunnelnioden bei rd. 10 GHz und die maximale Wechselleistung bei 1 mW oder Bruchteilen davon. Dies entspricht auch etwa dem Bereich von Bild 14.

Die oberste Grenzfrequenz, bis zu der die Tunneldiode noch brauchbar ist, ergibt sich aus der Betrachtung des gesamten Scheinwiderstandes. Man erhält [43]:

$$f_{gr} = \frac{1}{2\pi C_i \cdot R_n} \cdot \sqrt{\frac{R_n}{R_s} - 1} \quad (7)$$

C_i Diodenkapazität

R_n Betrag des negativen Widerstandes der Tunneldiode

R_s Serienwiderstand

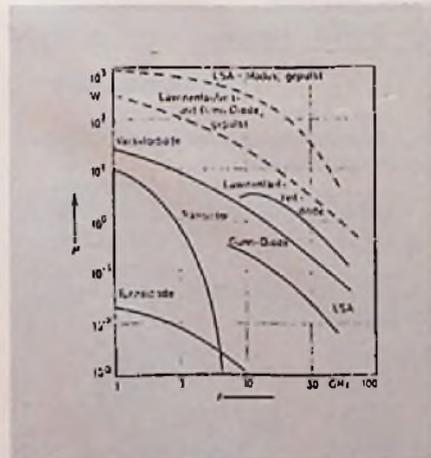
Selbstverständlich muß die maximal angewandte Frequenz um einen bestimmten Sicherheitsabstand unterhalb dieser Grenzfrequenz liegen, wie aus Bild 15 für einen Typ mit einer Grenzfrequenz von 442 MHz hervorgeht [44]. Nach Bild 15 könnte also ein Betrieb bis zu Frequenzen von rd. 200... 300 MHz möglich sein. Es ergibt sich aber nach dem Ersatzschaltbild von Bild 16 noch eine weitere Grenzfrequenz, nämlich die Serienresonanzfrequenz f_r [45]:

$$f_r = \frac{1}{2\pi C_i \cdot R_n} \cdot \sqrt{\frac{R_n^2 \cdot C_i}{L_s} - 1} \quad (8)$$

Diese Serienresonanzfrequenz gilt für die äußeren Anschlüsse 1-1 nach Bild 16.

Beispiel: Es soll die Tunneldiode Typ AEY30A verwendet werden. Wie groß

Bild 14. Frequenz-Leistungskurven von Mikrowellengeneratoren



INTERNATIONAL AKTUELL INTERESSANT



MODELL

die monatlich erscheinende Fachzeitschrift für den Flugmodellbau. Interessant und informativ, mit vielen farbigen Seiten. Unentbehrlich für den Modellbaufreund, der auf dem laufenden bleiben will. Angefangen von Konstruktionsbeschreibungen und Testberichten, Detail-Beschreibungen und Neuerscheinungen auf dem Markt, über elektronische Schaltungen und Gerätebau, über Motoren und Getriebe, Hinweise und Kniffe bis hin zu Berichten internationaler Wettkämpfe und Vereinsnachrichten findet der Interessierte alles, was wissenswert ist.

Mit einer Auflage von 45 000 Stück und seiner Streuung im europäischen Raum ist MODELL die gewichtigste Fachzeitschrift auf diesem Sektor.

Das Einzelheft kostet 3,50 DM
Das Jahresabonnement
36,- DM

SCHIFFSMODELL

Seit Januar 1978 gibt es für Freunde des Schiffsmodell-sports eine eigene Fachzeitschrift aus dem Neckar-Verlag. Sie erscheint monatlich und vertritt alle Richtungen: Motorboote, Segelschiffe, Handelsschiffe, Kriegsschiffe, Rennboote und historische Schiffe. Sie berichtet über alle Gebiete des Schiffmodellbaues, über wichtige Wettkämpfe nationaler und internationaler Art. Motoren, Stromquellen und Fernlenkeinrichtungen werden besprochen und über Tests berichtet. Gute Eigenkonstruktionen werden darin veröffentlicht, Tips gegeben und Kniffe verraten.

Die Auflage von SCHIFFS-MODELL umfaßt schon heute ca. 30 000 und darf wohl als konkurrenzlose Fachzeitschrift auf diesem Sektor angesehen werden.

Das Einzelheft kostet 3,50 DM
Das Jahresabonnement
36,- DM

Neckar Verlag
Villingen - Schwenningen

Kontaktcoupon

Ich möchte Ihre Zeitschriften kennenlernen, schicken Sie mir kostenlos und unverbindlich

- Probeheft, Modell
 Probeheft, Schiffsmodell

Name

Vorname

Straße/Ort

Bitte einsenden an:
Richard Pflaum Verlag KG, Lazarettstraße 4, 8000 München 2

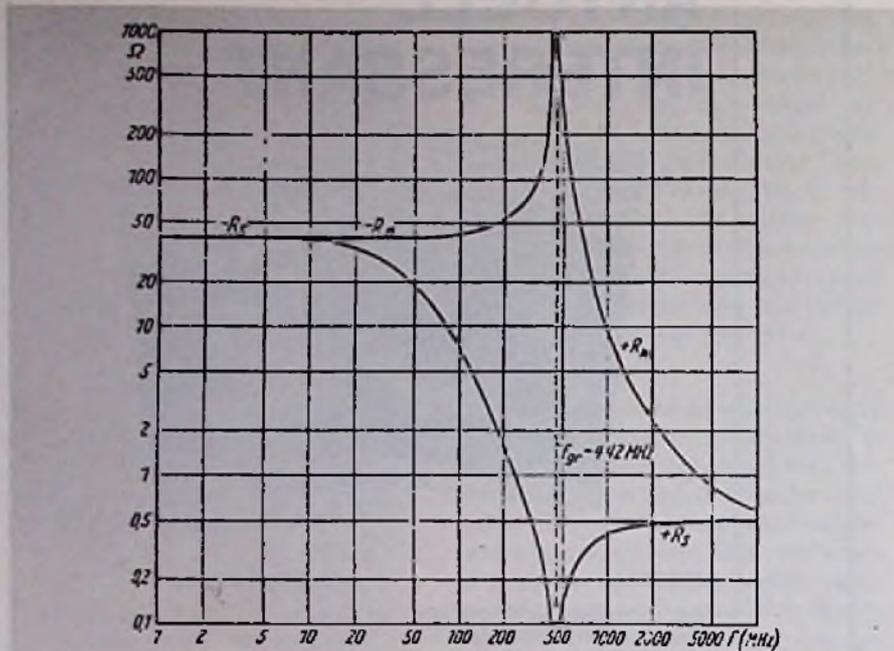


Bild 15. Frequenzabhängigkeit der Ersatzwiderstände R_s und R_n

sind die Grenzfrequenz und die Serienresonanzfrequenz? ($C_1 = 0,6 \text{ pF}$; $R_n = 110 \Omega$; $R_s \leq 7 \Omega$).

$$f_{gr} = \frac{1}{6,28 \cdot 0,6 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot 110 \Omega \cdot \sqrt{\frac{110 \Omega}{7 \Omega} - 1}}$$

$$f_{gr} = 9,25 \text{ GHz.}$$

$$f_r = \frac{1}{6,28 \cdot 0,6 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot 110 \Omega \cdot \sqrt{\frac{110^2 \Omega^2 \cdot 0,6 \cdot 10^{-12} \text{ F}}{0,2 \cdot 10^{-9} \text{ H}} - 1}}$$

$$f_r = 14,33 \text{ GHz.}$$

Meistens wird der negative Widerstand $-R_n$ in den Datenblättern angegeben; oft auch aber die Differenz $|R_n - R_s|$. Da aber R_s immer viel kleiner als $-R_n$ ist und die Streuung von $-R_n$ groß ist, ist es gleichgültig, ob der wahre innere Widerstand $-R_n$ oder der von außen meßbare Wert $|R_n - R_s|$ angegeben wird.

Wenn auch für eine hohe Verstärkung bzw. gute Entdämpfung der negative Widerstand möglichst groß und der Serienverlustwiderstand möglichst klein sein sollen, so sind für einen stabilen Betrieb doch Grenzen gesetzt. Es muß gelten [43]:

$$\frac{L_s}{C_1 \cdot R_n} < R_s < R_n \tag{9}$$

oder daraus:

$$R_n > \sqrt{\frac{L_s}{C_1}} \tag{10}$$

Wenn nicht ausdrücklich der negative Wert von R_n betont wird, ist mit R_n immer dessen Betrag gemeint; R_n ist also als positive Zahl einzusetzen.

Die Tunnelodiode kann in zwei verschiedenen Betriebszuständen eingesetzt werden: als bistabiler Schalter oder als Verstärker. Welcher Betriebszustand möglich ist, hängt vom Wert des Gleichstrominnenwiderstandes ab. Ist dieser Widerstand R_i (z.B. der Innenwiderstand eines Spannungsteilers) kleiner als der negative Widerstand R_n , so kann ein stabiler Arbeitspunkt auf der fallenden Kennlinie eingestellt werden. Die Schaltung arbeitet dann als Verstärker, wenn der positive Wechselstrom-Widerstand des Schwingkreises kleiner als der negative Widerstand der Tunnelodiode ist (dann ist der positive Leitwert des Schwingkreises größer als der negative Leitwert der Tunnelodiode, so daß insgesamt ein positiver Leitwert übrigbleibt); im umgekehrten Fall entsteht ein Oszillator mit der Resonanzfrequenz des Schwingkreises (Bild 17).

Wird hingegen der Innenwiderstand des Gleichstromkreises größer als der negative Widerstand R_n gemacht, so ergibt sich ein Kippverhalten der Tunnelodiode. Es kann dann kein Arbeitspunkt auf dem Ast der negativen Kennlinie eingestellt werden, sondern es ergeben sich zwei stabile Zustände, je nach Größe der Ansteuerspannung.

Eine HF-Verstärkerschaltung mit einer Tunnelodiode ist in Bild 18 dargestellt:

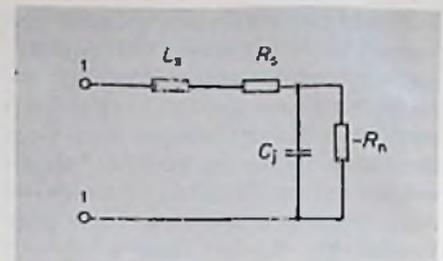


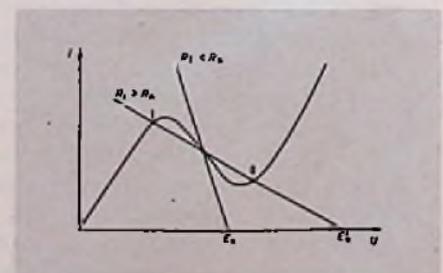
Bild 16. Ersatzschaltbild der Tunnelodiode

oben die Schaltung, unten das Ersatzschaltbild. Sowohl der Lastwiderstand wie auch der Generatorwiderstand werden optimal an den Schwingkreis angepaßt, d.h. transformiert mit \ddot{u} . Da ein Parallelschwingkreis vorliegt, muß vom Widerstandsbegriff auf den Leitwertbegriff übergegangen werden. Der Leitwert G , stellt dabei den Verlustleitwert des Schwingkreises selbst dar, während $-G_n$ der negative Leitwert der Tunnelodiode ist. Die Kapazität C enthält die Kapazität der Tunnelodiode und die Schwingkreiskapazität. Die Schaltung in Bild 18 ist in konzentrierter Form gezeigt; sie kann bei höheren Frequenzen auch in Streifenleiter- oder Koaxialtechnik ausgeführt sein – an der Wirkungsweise ändert dies nichts. Mit dem veränderbaren Widerstand R_1 wird im Zusammenhang mit R_2 eine solche Spannung eingestellt, daß der Arbeitspunkt etwa im Wendepunkt des negativen Kennlinienastes der Tunnelodiode liegt, also bei rd. 150 mV. R_2 selbst muß so bemessen werden, daß sein Wert kleiner als der negative Widerstand R_n der Tunnelodiode ist (Verstärkerschaltung). Die optimalen Übersetzungsverhältnisse für den Generator- und den Lastwiderstand bzw. deren Leitwerte ergeben sich zu [44]:

$$\ddot{u}_G = \frac{2\pi C B - G_1 + G_n}{2G_G} \tag{11}$$

$$\ddot{u}_L = \frac{2\pi C B - G_1 + G_n}{2G_L} \tag{12}$$

Bild 17. Statische Stabilitätsbedingungen



G_n Betrag des negativen Leitwertes
Die maximal mögliche Leistungsverstärkung erhält man zu [44]:

$$V_{L,max} = \left(1 - \frac{G_1 - G_n}{2\pi \cdot C \cdot B}\right)^2 \quad (13)$$

B Bandbreite des Kreises

Beispiel: Es soll ein HF-Verstärker mit einer Tunneldiode bei $f = 470$ MHz und einer Bandbreite von 8 MHz entworfen werden. Innenwiderstand des Generators: 75Ω ; Lastwiderstand: 75Ω . Die Kapazität des Schwingkreises sei $8,5$ pF; Güte des Schwingkreises $Q = 100$. Es wird die Tunneldiode AEY30D ausgewählt.

$$G_1 = \frac{2\pi f C}{Q}$$

$$G_1 = \frac{6,28 \cdot 470 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot 8,5 \text{ pF}}{100} = 0,25 \text{ mS}$$

$$C_0 = 1,5 \text{ pF}$$

$$C_{ges} = 1,5 \text{ pF} + 8,5 \text{ pF} = 10 \text{ pF}$$

$$R_n = 40 \Omega$$

$$\ddot{U}_L = \frac{6,28 \cdot 1,5 \text{ pF} \cdot 8 \cdot 10^6 \text{ Hz}}{2 \cdot 13,3 \cdot 10^{-3} \text{ S}}$$

$$\frac{0,25 \cdot 10^{-3} \text{ S} - 25 \cdot 10^{-3} \text{ S}}{2 \cdot 13,3 \cdot 10^{-3} \text{ S}}$$

$$\ddot{U}_L = 0,93 \approx 1$$

$$G_n = 1/R_n = 1/40 \Omega = 25 \text{ mS};$$

$$G_0 = 1/R_0 = 1/75 \Omega = 13,3 \text{ mS} =$$

$$= 1/R_L = G_L$$

Da das Übersetzungsverhältnis nahezu 1 wurde, können sowohl der Lastwiderstand R_L wie auch der Generatorwiderstand R_0 direkt an den Schwingkreis angekoppelt werden. Das war auch zu erwarten gewesen. Die optimale Leistungsverstärkung ergibt sich doch, wenn die Summe aller Wirkleitwerte etwa Null ist, d.h. wenn die gesamten positiven Wirkleitwerte so groß wie der negative Wirkleitwert der Tunneldiode sind. Die beiden Wirkleitwerte von je $13,3$ mS ergeben aber

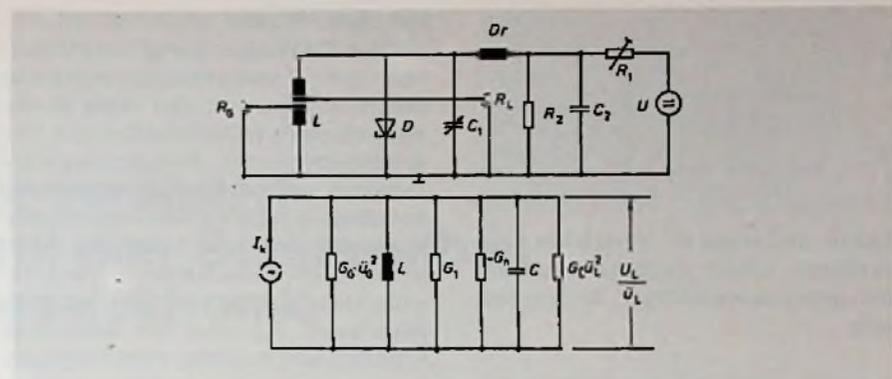


Bild 18. Selektiver HF-Verstärker mit einer Tunneldiode und gleichstrommäßiger Parallelspeisung
oben: Schaltung unten: Ersatzschaltbild

$26,6$ mS, also einen ähnlichen Wert wie der negative Wirkleitwert G_n mit 25 mS. Der positive Wirkleitwert des Schwingkreises selbst kann dagegen in erster Näherung vernachlässigt werden. Selbstverständlich liegt eine solche Dimensionierung an der Grenze zum instabilen Schwingbetrieb; in der Praxis wird man dem Schwingkreis noch einen Dämpfungswiderstand parallel schalten.

Für die maximale Leistungsverstärkung ergibt sich nach Gl. 13:

$$V_{L,max} = \left(1 - \frac{0,25 \cdot 10^{-3} \text{ S} - 25 \cdot 10^{-3} \text{ S}}{6,28 \cdot 1,5 \text{ pF} \cdot 8 \cdot 10^6 \text{ Hz}}\right)^2$$

$$V_{L,max} = 112000.$$

$$10 \cdot \log V_{L,max} = 50 \text{ dB}.$$

Man kann Gl. 13 auch so interpretieren, daß die Bedingung für die Stabilität der Verstärkung herauskommt [47]. Für eine stabile Verstärkung muß R_n zwischen zwei Grenzwerten liegen.

$$\frac{R_0 R_T}{R_0 + R_T} < R_n < R_T \quad (14)$$

R_T resultierender Widerstand aus R_L und dem Paralleldämpfungswiderstand des Schwingkreises

Wird Gl. 14 auf das vorher berechnete Beispiel angewendet, so ergibt sich:

$$G_0 + G_1 = \frac{1}{75 \Omega} + \frac{1}{75 \Omega} + 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ S} = 27 \text{ mS};$$

der gesamte Parallelwiderstand wird $37,08 \Omega$ groß.

$$37,08 \Omega < 40 \Omega < 73,35 \Omega$$

$$R_T = \frac{1}{G_0 + G_1} = 73,35 \Omega$$

Die Stabilitätsbedingung ist also gerade noch erfüllt, was auch schon mit Gl. 13 festgestellt wurde.

Wie schon gesagt, arbeitet die Schaltung als Oszillator, wenn der gesamte positive Widerstand des Schwingkreises (Verlustwiderstand und hineintransformierter Belastungswiderstand) größer als der Betrag des negativen Widerstandes der Tunneldiode ist. Es gilt also:

$$R_p > R_n. \quad (15)$$

Da die Kreisverluste meistens aus dem (Serien-)Verlustwiderstand der Spule bestehen, kann die Beziehung von Gl. 15 auch auf den Serienverlustwiderstand R_{sL} umgerechnet werden. Mit der bekannten Beziehung

Beilagenhinweis:

Der Gesamtauflage unserer heutigen Ausgabe liegt ein Prospekt der Firma STOREbest-Ladeneinrichtung GmbH bei.

Wir empfehlen diese Beilage der Aufmerksamkeit unserer Leser.

für Kfz., Maschinen, Werbung
PVC-Klebeschilder
FIRMEN-, BAU- u. Magnet-Schilder
BICHLMEIER 82 Ro-Kastenau
Erlenweg 17, Tel. 08031/31315-71926

Deutschlands ältester Fachversand für
fabrikneue und systemerneuerte
Color- und S/W-Bildröhren

Unser Lieferprogramm:
Fernseh-, Oszillographen-, Monitor-, und alle Typen
von Spezial-Bildröhren

Fordern Sie kostenlos neueste Liste an
IMRA Bildröhren 4054 Nettetal 2
Kehrlstraße 83 Telefon (021 57) 64 20

**Bildröhren
regenerieren
mit Garantie**

2 Jahre Dauertest
Beweis für absolute
Sicherheit und Erfolg

- regeneriert mit Langzeitgarantie (100 % Katodenschutz)
 - beseitigt Schlüsse
 - mißt Lebensdauer, Fokus, Katodenstrom (autom. UG2-Einstellung), Kennlinie, Schlüsse
- Heizspannungen: 4,5 · 6,3 · 8,4 · 11 · 13 Volt
Adapterfach an der Rückwand

Preis DM 599,—
incl. MWSt. mit
steckbaren Adaptern
für 350 Bildröhren

MÜTER BMR 7
Krieglitzweg 38 - 4353 Oer-Erkenschwick
Telefon (023 68) 20 53

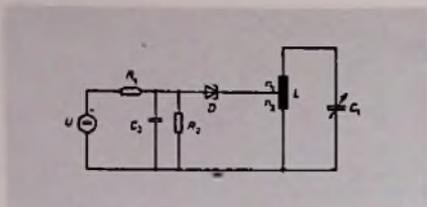


Bild 19. Selektiver HF-Verstärker bzw. Oszillator (ohne Koppelwicklungen) und gleichstrommäßiger Serienschaltung

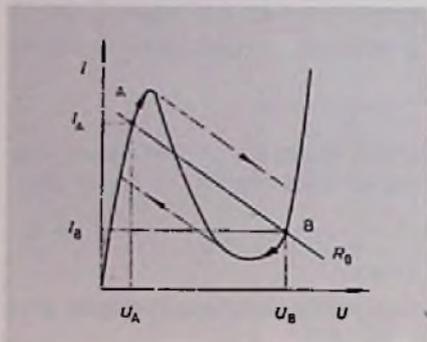


Bild 20. Arbeitskennlinie einer Tunnel diode für den Schaltbetrieb (SEL)

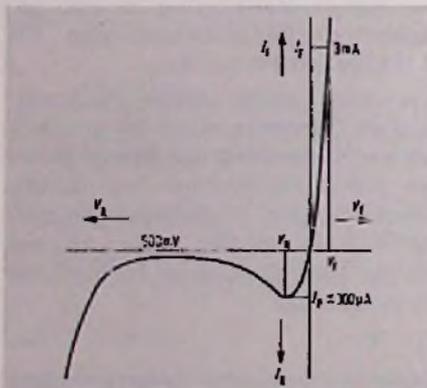


Bild 21. Strom-Spannungskennlinie der Backward-Diode TU 300 (Siemens)

$$R_p \cdot R_n = X^2$$

$$X = \omega_0 \cdot L = \frac{1}{\omega_0 \cdot C}$$

kann eine Beziehung zum Serienver lustwiderstand gefunden werden:

$$R_p = \frac{X^2}{R_{nL}} > R_n$$

$$R_{nL} < \frac{X^2}{R_n} = \frac{1}{\omega_0^2 \cdot C^2 \cdot R_n}$$

In Bild 19 ist nochmals eine Verstärker- bzw. Oszillatorschaltung gezeigt [48]. Über eine (hier nicht gezeigte) weitere Wicklung bzw. Anzapfung kann die erzeugte Frequenz bzw. verstärkte Spannung ausgekoppelt werden. Ob die Schaltung einen stabilen Verstärker

darstellt oder einen frei schwingenden Oszillator, hängt ausschließlich vom Transformationsverhältnis der Wicklungen ab. Der hohe Kreiswiderstand R_p (einschließlich des hineintransformierten Belastungswiderstandes) wird durch die angezapfte Schwingkreisspule an die Tunnel diode angepaßt. Liegt diese Anzapfung hoch, so wird der resultierende Parallelwiderstand größer als der negative Widerstand R_n , und die Schaltung schwingt als Oszillator. Wird hingegen die Anzapfung weiter unten zum masseseitigen Ende gewählt, so arbeitet die Schaltung als Verstärker. Wie schon ausgesagt wurde, ist die Verstärkung um so höher, je näher der positive Parallelwiderstand an den negativen Widerstand R_n der Tunnel diode kommt. Wegen der unvermeidlichen Streuungen der Kenndaten der Tunnel diode muß für beide Betriebsfälle ein entsprechender Sicherheitsabstand gewählt werden.

Für den Tunnel diodentyp AEY30 wird ein Rauschmaß von 5 dB bei $f=7,5$ GHz angegeben, für diese hohe Frequenz ein sehr geringer Wert. Praktisch ausgeführte Tunnel diodenverstärker erreichen etwa dieselben Rauschwerte, die für die Diode selbst angegeben wird; die Verstärkung ist allerdings für einen sicheren Betrieb wesentlich geringer. Die Firma Monmouth-RF-Produkte gibt z. B. für den Frequenzbereich von 2,2...2,3 GHz ein Rauschmaß von 4,7 dB und eine Verstärkung von 17 dB an; im Frequenzbereich von 14,5...15,5 GHz ist das Rauschmaß 5,5 dB und die Verstärkung 15 dB.

Wird die Tunnel diode im Schaltbetrieb verwendet, so muß der Gleichstromwiderstand größer als der negative Widerstand R_n sein. In Bild 20 ist die Arbeitskennlinie für den Schaltbetrieb gezeigt. Stabil sind hier nur die beiden Schaltpunkte A und B. Ist gerade der Punkt A erreicht, so kann durch eine der Gleichspannung überlagerte kleine Wechselspannung (es muß nur die Spitzenspannung U_p überschritten werden) der Teil der Kennlinie mit negativem Widerstand erreicht werden. Da hier aber kein stabiler Arbeitspunkt möglich ist, springt der Strom der Tunnel diode auf den zweiten stabilen Schnittpunkt der Widerstandsgeraden mit der Tunnel diodenkennlinie, den Punkt B. Umgekehrt ergibt eine Erniedrigung der Spannung U_a bis unter die Talspannung U_v wieder den Arbeitspunkt A.

Da bei der Tunnel diode keine Sperrverzugs ladungen auftreten, die die Schaltzeit verringern können, wird also sehr rasch (weniger als 1 ns) zwischen den beiden Punkten A und B umgeschaltet. Die Schaltzeit kann näherungsweise berechnet werden zu [1]:

$$t_r \approx \frac{C_D (U_{pp} - U_v)}{I_p - I_v} \approx \frac{C_D \cdot 0,19 \text{ V}}{I_p \left(1 - \frac{1}{m}\right)}$$

$$U_{pp} = 540 \text{ mV}$$

$$U_v = 350 \text{ mV}$$

$$m = \frac{I_p}{I_v} \text{ (angegeben)}$$

C_D gesamte Diodenkapazität

Beispiel: Es soll die Schaltzeit t_r für die Tunnel diode TU410/10 berechnet werden. $C_D = 5 \text{ pF}$; $m = I_p/I_v = 9$; $I_p = 10 \text{ mA}$.

$$t_r \approx \frac{5 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot 0,19 \text{ V}}{10 \cdot 10^{-3} \text{ A} (1 - 1/9)}$$

$$t_r \approx 0,11 \text{ ns}$$

Backward-Dioden

Backward-Dioden sind Tunnel dioden mit geringerer Dotierung, bei denen der Höcker nur ganz schwach ausgebildet ist. Sie werden in umgekehrter Richtung (rückwärts: backward) betrieben, d. h. der Durchlaßbereich wird zum Sperrbereich und umgekehrt (positiver Pol der Wechselspannung nicht wie bei Tunnel dioden am P-Gebiet, sondern am N-Gebiet). Es wird hier der „Sperrbereich“ der Tunnel dioden mit dem steil ansteigenden Ast des Sperrstromes als Durchlaßbereich benutzt. In Bild 21 ist der Kennlinienverlauf einer Backward-Diode gezeigt.

Durch die praktisch nicht vorhandene Schwellenspannung können sehr kleine HF-Spannungen gleichgerichtet werden. Der Sperrbereich beträgt nur rd. 0,5 V und geht etwa bis zum Wert U_v der Tunnel diode. Die maximal zulässigen Ströme und Spannungen sind sehr klein (0,5 V und 5 mA); da diese Dioden nur bei sehr kleinen Spannungen eingesetzt werden sollen, spielt dies keine Rolle. Wie aus Bild 21 zu erkennen ist, stellt die Backward-Diode durchaus keine ideale Diode dar, da der Sperrstrom groß ist. Dies muß eben bei der Anwendung berücksichtigt werden. Dafür ist diese Diode bei sehr kleinen HF-Spannungen und sehr hohen Frequenzen (bis zum GHz-Gebiet) brauchbar. Die in Bild 21 gezeichnete Kennlinie entspricht dem Typ TU 300 von Siemens.

(Wird fortgesetzt)

Mikroelektronik

Der Mikroprozessor verändert die Schaltungen und den Geräteaufbau in der Unterhaltungselektronik

Dr. Gert Siegle, Hildesheim

Die Anwendung von Mikroprozessoren in der Unterhaltungselektronik scheint bei flüchtiger Betrachtung nur zu einem erhöhten Bedienungskomfort zu führen. In Wirklichkeit aber zieht der Mikroprozessor auch Veränderungen in der Schaltungstechnik sowie in Entwicklung und Fertigung der Geräte nach sich, die sich bis zum Kundendienst hin auswirken. Einen Eindruck von den wichtigsten Veränderungen gab der Autor im Rahmen eines Vortrages, auf dem dieser Beitrag beruht.

Dieses Jahrhundert ist gekennzeichnet durch eine stürmische Entwicklung auf dem Gebiet der Technik. Aus den ersten Versuchen mit elektromagnetischen Wellen entstanden innerhalb weniger Jahrzehnte drahtlose Übertragungsanlagen mit hervorragender Übertragungsqualität. Die moderne Elektrotechnik führte in der Unterhaltungselektronik zu einer besonders raschen Innovation. So wurde aus dem „Dampfradio“ die Hi-Fi-Anlage, die Fernbedienung gehört zur Selbstverständlichkeit bei Farbfernsehern, Video-Bandgeräte und Video-Spiele wurden neu eingeführt. In Diskussion sind bereits zusätzliche Dienste wie Bildschirm- und Videotext, bei denen der Verbraucher Informationen abfragen kann.

In anderen Bereichen der Konsumgeräte-Industrie beginnt sich die Elektronik gerade einzuführen, doch ist auch dort – zum Beispiel im Auto, bei Kameras und Küchenmaschinen – wegen der vielen zusätzlichen Bedienungserleichterungen und Verbesserungen der Gerätefunktionen ein rasches Vordringen zu erwarten.

Dr. Gert Siegle ist Leiter der Rundfunk- und Fernsehgeräteentwicklung der Blaupunkt-Werke GmbH, Hildesheim

Der Mikroprozessor löste einen Innovationsschub aus

In den vergangenen Jahren löste ein neues elektronisches Bauelement einen Innovationsschub für Entwicklung und Fertigung vieler elektronischer und elektromechanischer Geräte aus: der Mikroprozessor. Dieser vielseitig verwendbare Baustein entstand aus der immer komplexer werdenden Technik der Taschenrechner. Weil der Mikroprozessor durch besondere Programme gesteuert wird, kann er in unterschiedlichen Geräten völlig verschieden gartete Aufgaben übernehmen.

Anhand der Fernsteuertechnik soll gezeigt werden, wie und mit welchen Konsequenzen dieses moderne Bauelement in Geräten eingesetzt werden kann. Das Beispiel läßt sich unschwer auf die anderen, später zusammenfassend erwähnten Anwendungsgebiete übertragen.

Der Mikroprozessor für das Bedienteil in Farbfernsehgeräten

Der Wunsch des Verbrauchers nach möglichst zuverlässigen Geräten mit bestmöglichem Bedienungskomfort führte in der Farbfernsteuertechnik zu einem Wettlauf der Gerätehersteller bei der Einführung vollelektronischer Bedienteile und zusätzlicher Gerätefunktionen.

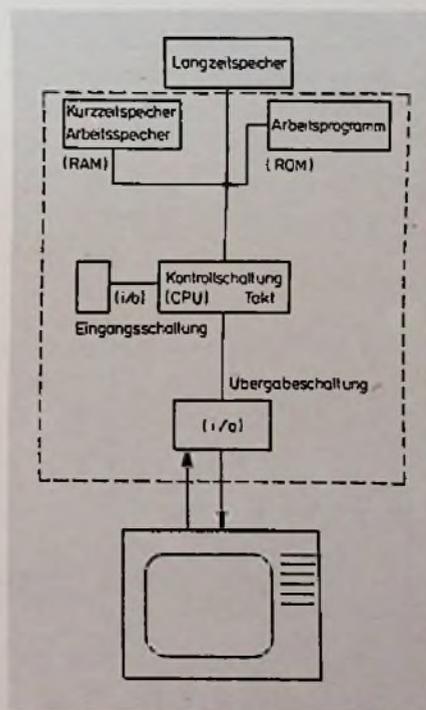
Eine solche Entwicklung war nicht möglich ohne große technologische Schritte, die gleichzeitig zur Arbeitsteilung innerhalb der Industrie führten: Miniaturtechnik bei der Bauteilindustrie, Zusammenfügen bei der Geräteindustrie. Die Bedienung mittels mechanischer Schalter und mechanisch abstimmbare Kondensatoren wurde mehr und mehr abgelöst – zunächst durch die Einführung elektrischer Schaltungen aus Einzelhalbleitern und

danach durch integrierte Schaltungen. Innerhalb des vergangenen Jahres schließlich wurden die mechanisch einzustellenden Potentiometer durch elektronische Speicher (Memories) ersetzt.

Immer mehr Bedienungsvorgänge können rein elektronisch gesteuert werden

Die hohe Schaltungsdichte und Speicherfähigkeit der integrierten Schaltungen ermöglicht es damit, schrittweise mehr und mehr Steuervorgänge rein elektronisch zu bewirken und zusätzliche, früher nicht realisierbare jetzt einzuführen. Sieht man sich die für die Bedienung eines Fernsehgerätes notwendigen Bausteine einmal an (Bild 1), so erkennt

Bild 1. Schematischer Aufbau eines Bedienteils



man, daß sich alle Baugruppen eines Mikrocomputers wiederfinden lassen: Die Befehlseingabe durch Fernbedienung oder Tasten am Gerät erfolgt über einen Eingangsschaltkreis zum Kontrollbaustein, der das Gerät wiederum über eine Ausgabeschaltung steuert. Der Kontrollschaltkreis verarbeitet nach einem fest vorgegebenen Schema die eingegebenen Befehle. Dieses Schema ist durch die Maske des ICs fest vorgegeben (fest „verdrahtet“) bzw. beim Mikrocomputer im Programmspeicher (ROM) abgelegt. Einige der ausgeführten Operationen müssen während der Einschaltdauer des Gerätes beibehalten werden (z.B. Programm 3 wird angewählt und muß erhalten bleiben, bis das Gerät ausgeschaltet wird oder ein anderes Programm angewählt ist). Diese Information speichert daher ein Kurzzeitspeicher mit veränderlichem Befehlsinhalt, der seinen Inhalt beim Ausschalten wieder verliert. Informationen, die beim Abschalten nicht verlorengehen dürfen, z.B. die Abstimmung

für einen Sender, sind durch einen Programmiervorgang in einen getrennten Langzeitspeicher einzubringen, der aber ebenfalls umprogrammierbar sein muß. Dies läßt sich auch mit den Kurzzeitspeichern bewältigen, falls man eine Batterie zum Aufrechterhalten der Betriebsspannung des Speichers anschließt. Besser geeignet sind jedoch sogenannte nichtflüchtige Speicher. Diese enthalten auf dem IC einen Kondensator in so gut isolierender Umgebung, daß die in dessen Ladung steckende Information jahrelang erhalten bleiben kann. Es liegt also durchaus nahe, anstelle vieler Sonderbausteine standardisierte Mikroprozessoren und Speicher einzusetzen, die bereits vom Halbleiterhersteller optimal ausgelegt sind, um die genannten Funktionen auszuführen. Wenn Mikroprozessor, Speicher und Ein-/Ausgabeschaltung sogar auf einem Halbleiterplättchen zusammengefaßt sind, spricht man von einem Mikrocomputer. Dabei fehlt bislang die Möglichkeit, nichtflüchtige Speicher mit zu integrieren.

Diese müssen deshalb bisher gesondert an den Mikroprozessor angeschlossen werden.

Der Einfluß des Mikroprozessors auf Entwicklung und Fertigung

Die vollelektronische Lösung verändert nicht nur ganz erheblich die Schaltungstechnik gegenüber bisher üblichen halblektronischen Verfahren, sondern auch in außerordentlichem Umfang den Geräteaufbau und damit alle Stufen der Geräteentwicklung, Gerätefertigung bis hin zum Kundendienst.

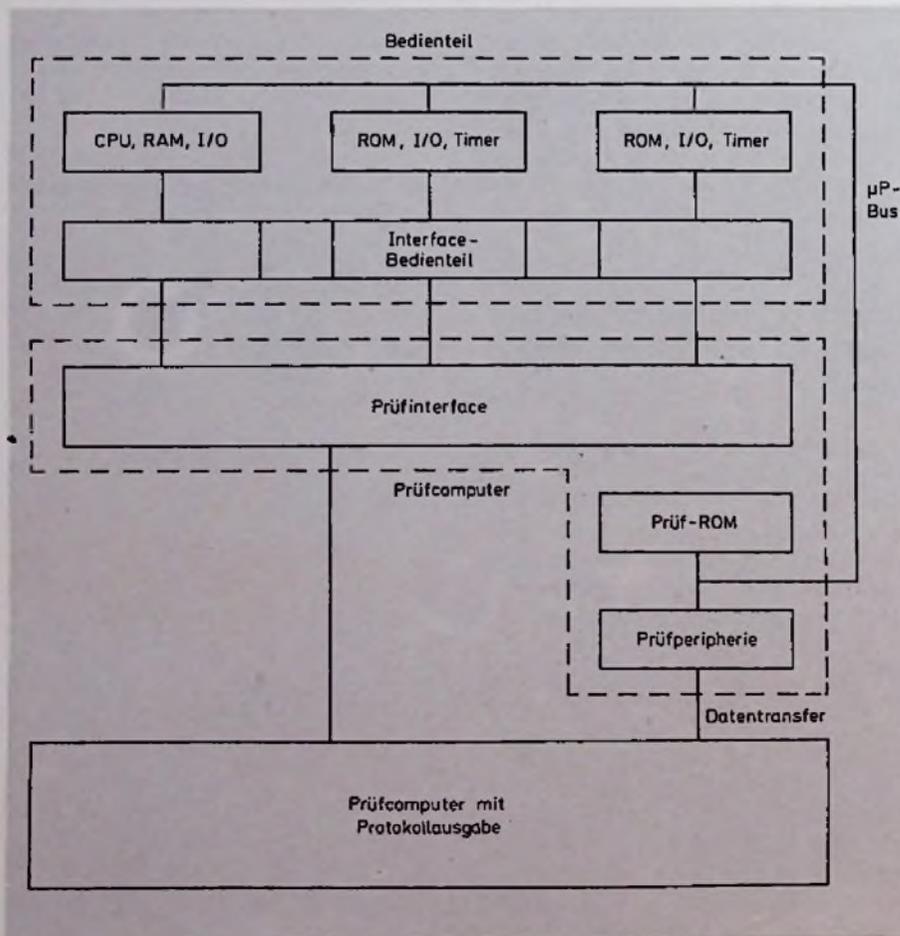
So handelte es sich bei elektromechanischen Bedienteilen um firmenspezifische Aufbauten mit mechanisch zu betätigenden Abstimmelementen und einfachen elektrischen Bauteilen. Die bei einer Neukonzipierung anfallenden Arbeiten bestanden aus der elektromechanischen Konstruktion, der Mustererstellung und der Werkzeuganfertigung und -korrektur. Die Dauer dieser Arbeiten bis hin zur Fertigung betrug zwei bis drei Jahre.

Bei elektronischen Bedienteilen erfolgte der Aufbau mit elektrischen Bauteilen höherer Integration, wobei eine firmenspezifische Wahl der Funktionen nur noch im begrenzten Umfang möglich war. Die Entwicklungsarbeiten begannen mit einem Definitions-Schaltungsaufbau aus vielen Standard-Halbleitern und passiven Bauteilen. Dieser Aufbau wurde dann durch die Integration der Standard-Bauteile in mehreren Iterationsschritten optimiert. Die Entwicklung dauerte anderthalb bis zwei Jahre.

Bei den mikroprozessor-gesteuerten Bedienteilen wird ein Hardware-Aufbau mit standardisierten Mikroprozessorbausteinen sowie Interface-ICs und parallel dazu das anwenderspezifische Programm entwickelt. Durch das Programm können wieder firmenspezifische Bedienteile geschaffen werden. Die Arbeitsgänge bestehen aus der parallelen Entwicklung von Programm und Hardware-Aufbau, der gleichzeitigen Kontrolle vom Programm und der peripheren Schaltung im Gerät und dem anschließenden Umsetzen der Software in das Maskenprogramm des Mikroprozessors. Die Dauer von der Konzipierung des Bedienteils bis zur Mengenlieferung beträgt hier nur noch ein bis anderthalb Jahre.

Man erkennt schematisch, wie sich von der mechanischen bzw. halbelektronischen Lösung beim Übergang zum mikroprozessorgesteuerten Gerät der Schwerpunkt der Geräteentwicklung verschiebt, und zwar vom „Aufbau per Löten“ zum Programmieren eines Mikrocomputers (Software), wobei im allge-

Bild 2. Prüfaufbau für die Prüfung von Mikroprozessor-Bedienteilen



meinen parallel zur Erstellung der Software auch eine gerätespezifische Anpassungsschaltung entwickelt werden muß (Hardware).

Beschleunigte Entwicklung und verringerte Fertigungszeit

Durch das hohe Speicherplatzangebot der Mikrocomputer werden nicht nur viele Zusatzfunktionen möglich, es beschleunigt sich gleichzeitig auch die Geräteentwicklung, da standardisierte digitale Schaltungen viel rascher in Geräte einzufügen sind als analoge Schaltungen, vor allem, wenn diese noch neu zu entwickeln sind.

Die Entwicklungsaufgaben erhalten damit als zusätzlichen Schwerpunkt die Software-Erstellung, während die Hardware-Entwicklungsarbeit je Gerät kleiner werden kann, wenn die Zahl der Funktionen nicht allzu sehr ansteigt. Insgesamt jedoch wachsen die Entwicklungsarbeiten je Firma durchaus an, da die Zahl der Zusatzfunktionen je Gerät steigt, häufigere Produktvariation und -verbesserung erwartet werden und der Markt mehr unterschiedliche Produkte verlangt.

Durch die Verwendung dieser standardisierten digitalen Bausteine einschließlich Mikrocomputer ist das Risiko einer Fehlfunktion nach Abschluß der Entwicklung kleiner, was zur Beschleunigung der Geräteentwicklung beiträgt.

Auf der anderen Seite sinkt die Fertigungszeit je Gerät ab, da die Bauteilzahl trotz höherer Komplexität des Gerätes aufgrund der starken Integration abnimmt. Hierzu kommt, daß die digitalen Bausteine betriebssicherer als analoge arbeiten können und sich somit die Gefahr von Ausfällen im Fertigungsdurchlauf verringert.

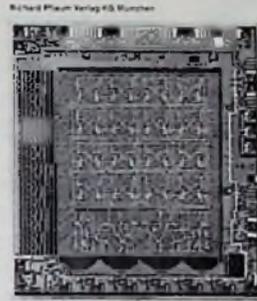
Der Zwang zur automatischen Prüfung

Der Prüfung muß jedoch wesentlich mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden als bei den früheren einfachen und leicht testbaren Schaltungen: Da alle Funktionen der Geräte vor Auslieferung umfassend geprüft werden müssen, wäre es sehr langwierig und aufwendig, bei Geräten mit vielen Bedienungsfunktionen alle Funktionen manuell anzuprobieren. Man denke nur daran, wie lange es bei einer Kalenderuhr dauerte, wenn geprüft werden mußte, ob alle Monatslängen (Januar 31 Tage usw.) richtig wiedergegeben werden.

Daher muß eine automatische Prüfung in die Geräteproduktion eingeführt werden. Im einfachsten Fall prüft ein weiterer Mikrocomputer den im Gerät eingebauten

Neuerscheinung

Herbert Bernstein
Hochintegrierte Digitalschaltungen
und Mikroprozessoren



Herbert Bernstein

Hochintegrierte Digitalschaltungen und Mikroprozessoren

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

Digitalschaltungen und Mikroprozessoren finden heute in der Elektrotechnik ein breites Anwendungsspektrum. Der Bereich der Anwendungsmöglichkeiten reicht von der Haushaltselektronik über gewerbliche Funktionen bis zur Unterhaltungselektronik und Großrechenanlagen.

Der Autor kennt aus seiner Unterrichtspraxis die Probleme der Entwicklungsingenieure, der Elektro- und Elektronikpraktiker aus Industrie-, Handels- und Handwerksbetrieben, Kundendiensttechniker, technische Kaufleute und Fachlehrkräfte. Dementsprechend wurde dieses Buch geschrieben.

Das Buch ist in 15 Abschnitte aufgeteilt:

Zahlssysteme / Codes / Karnaugh-Diagramm / Logik-Norm / Codierer, Decodierer, Umcodierer / Zähltechnik / Multiplexer und Demultiplexer / Schieberegister / Sende- und Empfangseinrichtungen / Registerschaltungen / Digitale Rechentechnik / Halbleiter-Speicher / Anwendung von Halbleiterspeichern / Komplexe Digitalschaltungen / Lehr- und Lern-Mikroprozessor / Mikroprozessor-System 8080.

Im Buchhandel und beim Verlag erhältlich

Pflaum

Richard Pflaum Verlag KG
Lazarettstraße 4
8000 München 19

anhand ausgeklügelter Testprogramme auf einen fehlerfreien Ablauf der logischen Funktionen. Normalerweise werden jedoch spezielle Prüfcomputer benutzt.

Auch hierbei ist ein ganz anderer Ablauf erforderlich als bei bisherigen Schaltungskonzepten: Anstelle einfacherer Funktionsprüfungen ist hier die Programmierung von Automaten notwendig, die dann wesentlich genauer und rascher alle für die Funktion wichtigen Punkte und Parameter prüfen können. Bei der Verwendung von Mehrchip-Mikrocomputersystemen kann die „Central Processing Unit“ (CPU) des zu testenden Mikrocomputers durch Hinzufügen eines besonderen Prüfprogramms und einer Prüfperipherie an das Bussystem des Mikropro-

zessors in Zusammenarbeit mit dem Prüfcomputer einen Teil der Prüfarbeiten selbst mit übernehmen und damit die Prüfdauer verringern. Dadurch ist eine sehr umfassende Prüfung der Mikroprozessorbauweise möglich, die nicht an den Anschlüssen der einzelnen Bausteine haltmacht, sondern es erlaubt, auch einzelne Bereiche innerhalb des Mikrocomputers gründlich zu testen. Von dieser Möglichkeit wird bei Blaupunkt seit etwa einem Jahr mit gutem Erfolg Gebrauch gemacht.

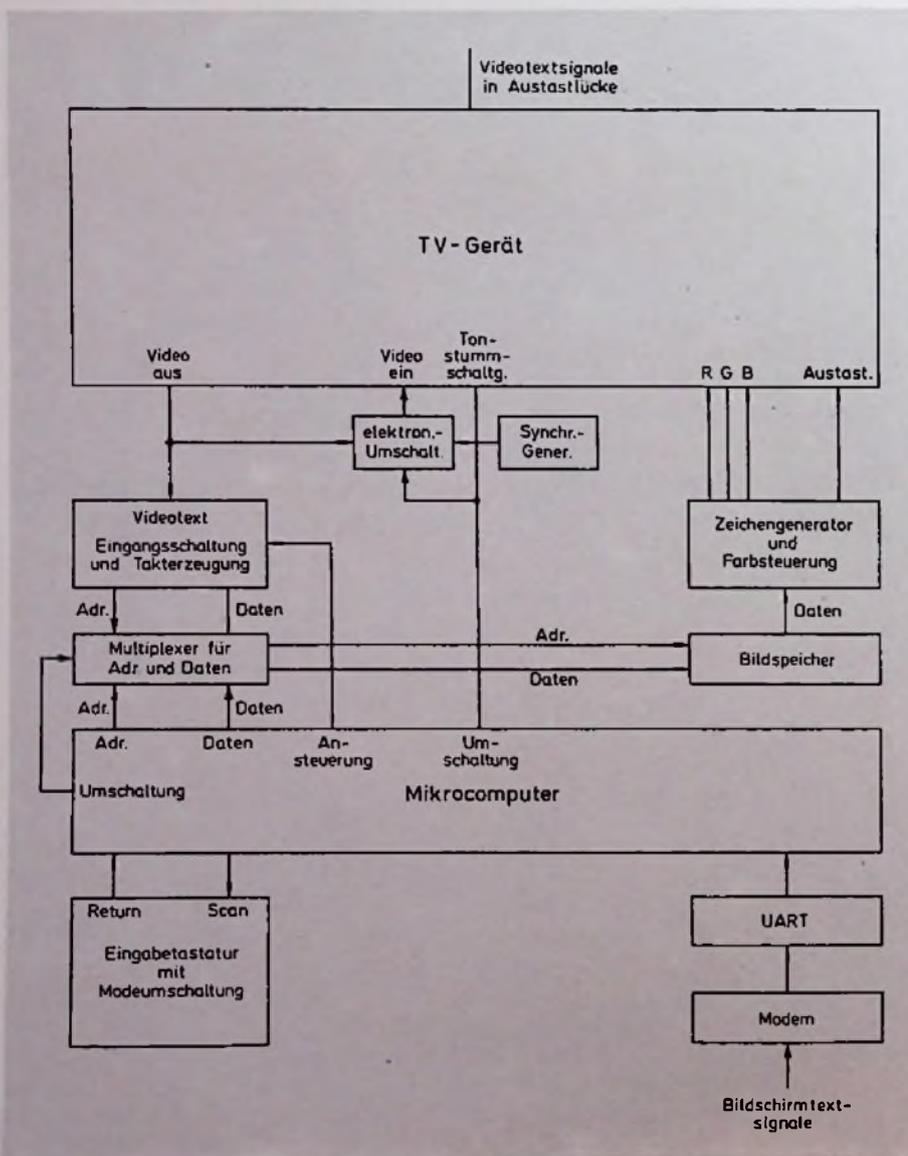
Auswirkungen auf den Kundendienst
Im Servicefall erlauben die kompakteren Bedienteile zum Nutzen des Kunden einen raschen Austausch. Die Reparaturfähigkeit verbessert sich bei geeignetem

Aufbau sogar: Steckbare integrierte Schaltungen und funktionell übersichtlicher Ablauf der digitalen Befehle erlauben gute Lokalisierung schadhafter Bauteile bzw. Baugruppen.

Die in professionellen Anlagen häufig angewandte Prüfpraxis, bei der das System ein Eigendiagnoseprogramm erhält, läßt sich dagegen im Bereich der Unterhaltungselektronik kaum anwenden, da dieses Verfahren eine wesentliche Erweiterung des Programms voraussetzt und damit eine starke Kostenerhöhung beim einzelnen Gerät bedeutet.

Insgesamt ergibt sich aus dem geschilderten Strukturwandel ein steigender Anteil an höher qualifiziertem Personal für Entwicklung, Fertigung, Prüfung und Kundendienst. Obwohl die mittlere Produktionszeit je Gerät absinken wird, braucht ein Beschäftigungsproblem dann nicht aufzutreten, wenn durch rechtzeitiges Erkennen der Entwicklungstrends und Ausnutzen der damit verbundenen Möglichkeit Entwicklung und Fertigung im Lande bleiben.

Bild 3. Blockschaltbild Videotext-Bildschirmtext-Empfängergerät



Weitere Beispiele für Mikroprozessoreinsätze in der Konsumelektronik

An dem ausführlich beschriebenen Beispiel des Fernsehgeräts kann man erkennen, wie die Veränderung der Gerätetechnik firmeninterne Abläufe ändert und Anforderungsprofile für die Mitarbeiter beeinflusst.

Uhren und Taschenrechner

Wesentlich stürmischer noch als in diesem Beispiel lief die Einführung der Mikrocomputer in zwei Geräteklassen, bei denen nur rein elektrische Funktionen zu steuern sind: in elektronischen Uhren und in Taschenrechnern.

Hier hat die Entwicklung innerhalb ganz kurzer Zeit den Sprung von der Mechanik zur Elektronik genommen: Niedrige Kosten und Leistungsfähigkeit elektronischer Lösungen verdrängten innerhalb kurzer Zeit die mechanischen Aufbauten. War zum Beispiel früher die Qualität einer mechanischen Uhr mit Unruhe wesentlich bestimmt durch die Zahl der Lagersteine, so gilt heute in den USA der Hinweis „Zero Jewels“ als Ausweis für geringe Anfälligkeit, wie sie bei elektronischen Uhren gegeben ist.

Foto- und Filmkameras

Dort, wo mechanische Funktionen oder nicht integrierbare elektronische Schaltungen gesteuert werden müssen, geht

die Einführung der Mikrocomputer langsamer vorstatten. Dennoch sind schon viele Beispiele zu nennen, die den auch hier gültigen Trend zu mehr Elektronik zeigen: So bewirkt in Kameras der Mikrocomputer die elektronische Steuerung der Blenden- und Verschlussautomatik einschließlich Blitzlichtsteuerung; bei Filmkameras auch noch die Motorsteuerung mit der Möglichkeit von Trickaufnahmen.

Hi-Fi-Geräte

In Hi-Fi-Geräten können von dem Mikrocomputer neben der Fernbedienung, der Sendereinstellung, -anwahl und -speicherung eine direkte Frequenzeingabe, die Steuerung der Analogwerte und der Quellenwahl erfolgen. Bei Plattenspielern und Tonbandgeräten können neben den üblichen Ein-/Aus-Funktionen das Aufsuchen von Musikanfängen und die Motorregelung bedient werden.

Nähmaschinen

In Nähmaschinen können im Festwertspeicher des Mikrocomputers Ablaufprogramme für die Nadelführung eingegeben werden, wodurch auf Abruf verschiedene Stichmuster automatisch erzeugbar sind. In Herden und Waschmaschinen dienen Mikrocomputer zur Steuerung und Überwachung von Zeitabläufen, Temperatur, Koch- und Waschprogrammen und überwachen gleichzeitig Sicherheitsverriegelungen.

Videospiele

Bei Videospielen kann das Spielprogramm in einem Festwertspeicher (ROM) enthalten oder auf einer Compact-Cassette magnetisch gespeichert sein. Der Mikroprozessor enthält dadurch die „Spielregeln“. Er verarbeitet diese zusammen mit den durch den Spieler eingegebenen Befehlen, gibt ein Videosignal ab, das auf dem Bildschirm zu sehen ist und erzeugt akustische Signale.

Bildschirm und Videotext

Bei Bildschirm- und Videotext können Sonderinformationen über Telefonleitungen oder Sendersignale künftig auf den Bildschirmen in Form von Buchstaben oder Zeichnungen dargestellt werden. Die Umkodierung der gesendeten Informationen in eine für das Fernsehgerät geeigneten Umsetzung der Instruktionsbefehle zur Auswahl der gewünschten Information, die Ablage der Zeichen im Bildspeicher und gegebenenfalls die Abspeicherung der Informationen auf Datenträgern oder den Ausdruck der Seiten auf Druckern.

Wahrscheinlich wird in Zukunft in jedem Haushalt ein Computer vorhanden sein, der auf dem Bildschirm auf Abruf gewünschte Daten zeigt, die ihm entweder vom Benutzer eingegeben, von der Fernsehanstalt (Videotext) oder einem Zentralcomputer über Telefon (Bildschirmtext) zugesendet werden.

Warum der Mikrocomputer nicht aufzuhalten ist

Die Beispiele zeigen, daß viele uns bereits vertraute Geräte durch die Anwendung hochleistungsfähiger „intelligenter“ Mikrocomputer vielfältig erweitert werden können. Da damit oft keine oder nur geringe Kostensteigerungen verbunden sein werden, die Gerätequalität steigt und der Komfort der Bedienung größer wird, ist die Einführung sicherlich nicht anzuhalten. Die Bewältigung dieser Technik ist daher eine zwingende Notwendigkeit für jede Industrienation und jede im Lande produzierende Firma.

Laser-Verstärker

Der längste Laser

Der längste bekannte Laser-Verstärker ist mehr als einen Kilometer lang, aber extrem dünn. Er besteht aus einer nicht einmal haarfeinen Glasfaser der Art, die sonst zur Nachrichtenübertragung auf Lichtwellen benutzt wird. Entwickelt wurde er in den Forschungslaboratorien des amerikanischen Bell-Fernmeldekonzerns.

Der neuartige Laserverstärker wird von einem anderen Laser bepumpt. Dessen einfarbiges Licht regt die Moleküle der Glasfaser gleichsam durch Zusammenstöße an, so daß sie ihrerseits sichtbare Strahlung abgeben. Voraussetzung dafür ist nicht nur Einfarbigkeit des anregenden Laser-Lichts, sondern auch höchstmögliche Durchlässigkeit des Glasmaterials für die jeweils zur Anregung verwendete Licht-Wellenlänge. Dieser Umstand ermöglicht auch die extremen Längen des neuen Laser-Typs.

Die Laser-Wirkung wurde bisher mit Fasern erprobt, die extrem feine Kerne aus Glassorten besaßen, die jeweils für die eingestrahlten Lichtwellenlängen höchste Durchlässigkeit aufwiesen. In der Nachrichtentechnik werden solche Fasern als „Monomode-Fasern“ bezeichnet,

da sie von vielen möglichen Schwingungsformen des Lichts nur eine weiterleiten.

Die im Faserkern angeregte Strahlung hat eine andere Farbe bzw. Wellenlänge als das anregende Laserlicht. Verschiebungen der Wellenlänge treten sowohl nach Blau als auch nach Rot auf. Das aus dem Glasfaser-Laser austretende Licht ist deshalb nicht einfarbig, sondern kann in eine Reihe unterschiedlicher Wellenlängen zerlegt werden. Bis zu einem gewissen Grad ist der neue Laser-Typ somit abstimmbar.

Die Gesetzmäßigkeit, die der neue Laser-Typ ausnutzt, ist in der Physik seit 50 Jahren als Raman-Effekt bekannt. Darunter versteht man die Lichtaussendung durch die Moleküle eines lichtdurchlässigen Stoffs, der mit einfarbigem Licht bestrahlt wird. Die Veränderung der Wellenlänge des ausgestrahlten gegenüber dem eingestrahlten Licht ist für den jeweils bestrahlten Stoff typisch.

Weil die Lichtaussendung vom Faserkern nach allen Richtungen geschieht, ist die Faser mit einer spiegelnden Umhüllung versehen, die Streulicht in den Kern zurückwirft. Die Laserverstärkung beginnt, sobald der Gewinn, das heißt die Lichtaussendung in der gewünschten Richtung, größer als die Streuverluste wird. Dann erreichen die neuen Glasfaser-Raman-Laser Umwandlungs-Wirkungsgrade um 50 Prozent. Wegen der geringen Wirkungsgrade der Pump Laser wird trotzdem nur eine verhältnismäßig geringe Lichtausbeute erzielt. Dr. W. Baier

Bekanntgemachte Patentanmeldungen

Belastungsschaltung für eine Signalquelle

Patentanspruch: Belastungsschaltung für eine Signalquelle, die einen Anpassungswiderstand erfordert, insbesondere für einen Tonabnehmereinsatz mit sich bewegendem Magneten, der ein Entzerrerverstärker nachgeschaltet ist, in dessen Rückkopplungszweig ein RC-Netzwerk angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Anpassungswiderstand gebildet ist durch die Reihenschaltung der Kollektor-Emitterstrecke eines Transistors oder der Senken-Quellenelektrodenstrecke eines Feldeffekttransistors und eines RC-Netzwerkes, welches dem im Rückkopplungszweig des Entzerrerverstärkers identisch ist, und

die Basis des Transistors bzw. die Steuerelektrode des Feldeffekttransistors mit einem Punkt des Rückkopplungsnetzwerks des Entzerrerverstärkers verbunden ist.

DBP.-Anm. H 03 h, 7/38. AS 2 711 520
Bekanntgemacht am 7.12.1978

Anmelder: Matsushita Electric Industrial Co. Ltd., Kadoma, Osaka (Japan)

Erfinder: Nobuya Sano, Iomagun, Naraken (Japan)

Dämpfungsschaltung

Patentanspruch: Dämpfungsschaltung mit einem in einen Strompfad zur Abschwächung eines angelegten Signals eingeschalteten Feldeffekt-Transistor, gekennzeichnet durch eine Schaltungsanordnung zum Abgreifen einer ein Maß für die von dem Feldeffekt-Transistor einem angelegten Signal dargebotene Impedanz bildenden Gleichspannung und durch einen Gleichspannungs-Rückkopplungspfad, der nach Maßgabe dieser Gleichspannung den Feldeffekt-Transistor so steuert, daß unerwünschten Änderungen dieser Impedanz entgegengewirkt wird.

DBP.-Anm. H 03 h, 7/24. AS 2 650 583
Bekanntgemacht am 15.6.1978

Anmelder: The Marconi Co. Ltd., Chelmsford, Essex (Großbritannien)

Erfinder: David William Stevens, Chelmsford, Essex (Großbritannien)

Filter mit frequenzabhängigen Eigenschaften für elektrische Analogsignale

Patentanspruch: Filter mit frequenzabhängigen Übertragungseigenschaften für elektrische Analogsignale, die in quantisierter oder codierter Form vorliegen, bei dem die Bauelemente durch Torschaltungen realisiert sind, und bei dem, ausgehend von einer LC-Filtergrundschialtung, die die gewünschten frequenzabhängigen Übertragungseigenschaften aufweist, vorzugsweise einer Abzweigschaltung, die reaktiven Zweipolselemente dieser Grundschialtung (Induktivität, Kapazität) als laufzeitbehaftete Eintorschaltungen und Leistungselemente als laufzeitbehaftete Zweitorschaltungen ausgebildet sind, die nichtreaktiven Zweipolselemente dieser Grundschialtung (Widerstand, Leerlaufwiderstand, Kurzschlußwiderstand, widerstandsfreie und widerstandsbehaftete Quelle) als laufzeitfreie Eintorschaltungen und die nichtreaktiven Mehrtorelemente (Transformator, Gyrator, Zirkulator) als laufzeitfreie Mehrtorschaltung ausgebildet sind, und bei dem zur Zusammenschaltung der Tore der Tor-

schaltungen Adapter vorgesehen sind, über die die Torwiderstände der zusammengesetzten Tore aneinander angepaßt sind, nach Patent 2 027 303, dadurch gekennzeichnet, daß zur Nachbildung einer in einer C-Abzweigschaltung auftretenden Schleife, die aus K Kapazitäten oder K Induktivitäten gebildet ist, die einem dieser Elemente entsprechende Welle durch die negative Summe der den anderen Elementen entsprechenden Wellen gebildet ist.

DBP.-Anm. H 03 h, 11/00. AS 2 517 099 - Zusatz zu 2027303

Bekanntgemacht am 12.10.1978

Anmelder: Siemens AG, Berlin und München

Erfinder: Prof. Dr. Alfred Fettweis, 4630 Bochum

Gegentaktverstärker mit verbesserter Stromverstärkung bei hohen Frequenzen

Patentanspruch: Gegentaktverstärker mit verbesserter Stromverstärkung bei hohen Frequenzen mit zwei jeweils einen Differenzverstärker bildenden Transistorpaaren, bei denen die Emitter jeweils eines Transistorpaares über jeweils einen Koppelzweig miteinander verbunden sind und bei denen ein zu verstärkendes Eingangssignal im Gegentakt in die Basen der ersten Transistoren der Transistorpaare einspeisbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Kollektor-Emitterstrecken jeweils eines Transistors der Transistorpaare in Reihe geschaltet sind und daß jeweils der Kollektor des ersten Transistors der Transistorpaare und der Kollektor des zweiten Transistors der Transistorpaare derart an jeweils eine Ausgangsklemme gekoppelt sind, daß sich die Kollektorströme phasengleich zu jeweils einem über eine Ausgangsklemme fließenden Strom überlagern.

DBP.-Anm. H 03 f, 1/42. AS 2 146 418
Bekanntgemacht am 9.11.1978

Anmelder: Tektronix, Inc., Beaverton, Oreg.

Erfinder: Carl Robert Battjes, Portland, Oreg.

Transistor-Kaskaden-Verstärkerschaltung

Patentanspruch: Transistor-Kaskaden-Verstärkerschaltung mit einer ungeradzahigen Anzahl invertierender Stufen, insbesondere in monolithisch integrierter Ausführung mit einem/ein/RC-Glied enthaltenden Gegenkopplungsweig zwischen der Eingangselektrode des Transistors der ersten Stufe und der Ausgangselektrode des Transistors der letzten Stufe, bei der zur selbständigen Ein-

stellung der Ausgangsgleichspannung auf einen vorbestimmten Wert zwischen der Eingangselektrode des Transistors der ersten Stufe und der Ausgangselektrode des Transistors der letzten Stufe ein zu den Transistoren der Kaskadenschaltung komplementärer Transistor angeordnet ist, dessen Kollektorelektrode mit der Eingangselektrode des ersten Transistors direkt über einen Widerstand verbunden ist und dessen Emitterelektrode über einen oder mehrere Widerstände mit der Ausgangselektrode des letzten Transistors verbunden ist und an dessen Basiselektrode die Mittelelektrode eines Spannungsteilers angeschlossen ist, nach Hauptpatent 1 933 224, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungsteiler durch einen Einzelwiderstand zwischen der Basiselektrode des komplementären Transistors und der Masselektrode ersetzt ist.

DBP.-Anm. H 03 f, 1/22. AS 2 029 956
Bekanntgemacht am 23.11.1978

Zusatz zu 1 933 224

Anmelder: Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, Frankfurt

Erfinder: Johann Mattfeld; Hans Mitterdorfer, 7100 Heilbronn

Quarzoszillator

Patentanspruch: Oszillatorschaltung mit einem Verstärker und einem Quarz, von dem nur ein Anschluß mit einem Anschluß des Verstärkers und der andere Anschluß mit dem Nullpunkt der Schaltung verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß in die Verbindung des anderen Anschlusses des Quarzes mit dem Nullpunkt ein Blindwiderstand eingefügt ist und daß die an diesem Blindwiderstand ausschließlich durch den den Quarz durchfließenden Strom erzeugte Spannung die Ausgangsspannung der Oszillatorschaltung ist.

DBP.-Anm. H 03 b, 5/32. AS 2 161 960
Bekanntgemacht am 22.6.1978

Anmelder: Philips Patentverwaltung GmbH, Hamburg

Erfinder: Dipl.-Ing. Franz Fick, Hamburg

Schutzbeschaltung

Patentanspruch: Schutzbeschaltung für mit periodisch geschaltetem Übertrager arbeitende Gleichspannungsumsetzeinrichtungen mit stabilisierter Ausgangsspannung, die zur Aufnahme des an der Primärwicklung des Übertragers jeweils beim Sperren des Schalters oder der Schalter durch die Streuinduktivität induzierten Stromes eine Reihenschaltung eines Schutzkondensators mit einem Gleichrichter pro Schalter enthält und die die Spannung am Schutzkondensator

durch eine Entladeschaltung auf einen stabilisierten, für den oder die Schalter unschädlichen Wert begrenzt, dadurch gekennzeichnet, daß die Entladeschaltung aus einer zweiten Gleichspannungsumsetzeinrichtung besteht, die die im Schutzkondensator aufgenommene elektrische Leistung verlustarm auf die Ausgangsseite der die Betriebsfunktion erfüllenden ersten Gleichspannungsumsetzeinrichtung überträgt, wobei die zweite Gleichspannungsumsetzeinrichtung als mit einem Speicherübertrager arbeitender Gleichstromsteller ausgebildet ist.

DBP.-Anm. H 02 h, 9/04. AS 2 319 068
Bekanntgemacht am 1.6.1978
Anmelder und Erfinder: Dipl.-Ing. Ulrich Timme, 8047 Karlsfeld

Tonfrequenz-Transistorverstärker

Patentanspruch: Tonfrequenz-Transistorverstärker mit einem, zwei komplementäre Transistoren enthaltenden Ausgangsverstärkerkreis und einem Vorspannungskreis aus wenigstens einem passiven, nicht-linearen Halbleiterelement zur Erzeugung einer vorgegebenen Gleichspannung zwischen den Eingangs Elektroden der beiden komplementären Transistoren, einem dem Vorspannungskreis parallelgeschalteten Elektrolytkondensator, ferner mit einem einen Lastwiderstand enthaltenden Treiberverstärkerkreis, der dem Ausgangsverstärkerkreis die erforderliche Steuerleitung zuführt, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorspannungskreis in Reihe zum Lastwiderstand des Treiberverstärkerkreises liegt und dem Elektrolytkondensator ein erster unipolarisierter Kondensator parallel geschaltet ist, dessen Kapazitätswert kleiner als der des Elektrolytkondensators ist.

DBP.-Anm. H 03 f, 1/32. AS 2 617 196
Bekanntgemacht am 8.6.1978
Anmelder: Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd., Kawasaki, Kanagawa (Japan)
Erfinder: Kazuo Ishii, Tokio

Sinuswellengenerator mit einem rückgekoppelten Verstärker

Patentanspruch: Sinuswellengenerator mit einem rückgekoppelten Verstärker, der einen ersten und einen zweiten Pol, von denen einer den Eingang und einer den Ausgang des Verstärkers bildet, sowie einen dritten Pol hat, der an Masse liegt, und mit einem mit den Polen des Verstärkers verbundenen Rückkopplungsnetzwerk, das aus Impedanzen zweier Arten besteht, deren eine Widerstände und deren andere Kondensatoren sind, wobei zwischen dem ersten Pol und

Masse der Widerstand des Rückkopplungsnetzwerkes groß gegenüber dem des Verstärkers und zwischen dem zweiten Pol und Masse der Widerstand des Rückkopplungsnetzwerkes klein gegenüber dem des Verstärkers ist, dadurch gekennzeichnet, daß im Rückkopplungsnetzwerk eine erste Impedanz zweiter Art einerseits mit dem ersten Pol des Verstärkers und andererseits mit je einem Pol einer ersten und einer zweiten Impedanz erster Art verbunden ist, daß der andere Pol der ersten Impedanz erster Art über eine dritte Impedanz erster Art und der andere Pol der zweiten Impedanz erster Art über eine zweite Impedanz zweiter Art mit Masse verbunden ist, daß die Verbindung zwischen der zweiten Impedanz erster Art und der zweiten Impedanz zweiter Art direkt mit dem zweiten Pol des Verstärkers und über ein Schaltungselement an die Verbindung zwischen der ersten und der dritten Impedanz erster Art angeschlossen ist und daß der erste Pol des Verstärkers den Ausgang und der zweite Pol den Eingang des als Spannungsverstärker ausgeführten Verstärkers oder der erste Pol den Eingang und der zweite Pol den Ausgang des als Stromverstärker ausgeführten Verstärkers bildet.

DBP.-Anm. H 03 b, 5/26. AS 1 934 173
Bekanntgemacht am 8.6.1978
Anmelder: Hasler AG, Bern
Erfinder: Heinz Steinger, Langenthal (Schweiz)

Schaltung zur digitalen Frequenzeinstellung eines Oszillators

Patentanspruch: Schaltung zur digitalen Frequenzeinstellung eines in einer Regelschleife liegenden Oszillators, bei der die zum Zählen einer vorgegebenen Soll-Schwingungszahl erforderliche, über einen voreinstellbaren ersten Frequenzzähler ermittelbare Zählzeit mit einem Soll-Zeitintervall verglichen wird und als Vergleichsergebnis eine Regelspannung entsteht, die einem Frequenzsteuereingang des Oszillators zugeführt wird, bei der ferner ein zweiter, als Vor-Rückwärts-Zähler ausgebildeter Frequenzzähler vorgesehen ist, von dem die außerhalb der Zählzeit des ersten Frequenzzählers, jedoch noch innerhalb des Sollzeitintervalls auftretenden Oszillatorschwingungen in der einen Zählrichtung, die innerhalb der Zählzeit des ersten Frequenzzählers, jedoch bereits außerhalb des Soll-Zeitintervalls auftretenden Oszillatorschwingungen dagegen in der anderen Zählrichtung gezählt werden und bei der die erreichte Endstellung des Vor-Rückwärts-Zählers über einen Digi-

tal-Analog-Wandler zur Bildung der Regelspannung dient, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Frequenzzähler in der Weise voreinstellbar ist, daß das Koinzidenzsignal als Überlaufsignal gebildet wird, daß durch eine Zusatzschaltung die ersten Koinzidenzsignale unterdrückt werden, daß dem Vorwärts-Rückwärts-Zähler eine Torschaltung vorgeschaltet ist, die die Oszillatorschwingungen zwischen dem Auftreten des $(n + 1)$ -ten Überlaufsignals und einem das Ende des Sollzeitintervalls definierenden Signal durchläßt.

DBP.-Anm. H 03 b, 3/04. AS 2 163 971
Bekanntgemacht am 16.11.1978
Anmelder: Siemens AG, Berlin und München
Erfinder: Karl Schlosser, 8033 Planegg

Rekursives Digitalfilter

Patentanspruch: Rekursives Digitalfilter zum Erzeugen eines digitalen Ausgangssignals auf vorbestimmte Weise aus einem digitalen Eingangssignal, mit mindestens zwei digitalen Verzögerungsanordnungen, einer digitalen Multiplikationsanordnung mit mindestens zwei Eingangsleitungen, die in einem gemeinsamen Verteilerpunkt miteinander gekoppelt sind und denen ein auf das Ausgangssignal bezogenes digitales Signal zugeführt wird, und weiteren Eingängen für mindestens zwei Filterkoeffizienten zum Erzeugen digitaler Produktsignale, die einer Zusammenfügungsanordnung zum Erzeugen eines digitalen Summensignals zugeführt werden, das einem Rückkopplungskreis zum Erzeugen eines Rückkopplungssignals zugeführt wird, wobei der Ausgang des Rückkopplungskreises mit dem Verteilerpunkt gekoppelt ist, dadurch gekennzeichnet, daß zur Vermeidung von Grenzyklen das digitale Summensignal, welches aus den von der Multiplizieranordnung erzeugten digitalen Produktsignalen mit noch nicht begrenzter Stellenzahl gewonnen ist, einer im Rückkopplungskreis angeordneten Abbrechanordnung zugeführt wird, die bei dem in Betrag und Vorzeichen dargestellten Summensignal diejenigen Bitstellen abschneidet, die auf die signifikantesten Bits mit einer Stellenzahl entsprechend der Stellenzahl der Verzögerungsanordnung und der Filterkoeffizienten folgen.

DBP.-Anm. H 03 h, 11/00. AS 2 432 594
Bekanntgemacht am 9.11.1978
Anmelder: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven (Niederlande)
Erfinder: Theodoor A.C.M. Claasen; Wolfgang F.G. Meckenbräuer; Johannes B.H. Peek, Eindhoven (Niederlande)

Magnetische Ton-Aufzeichnung

Eisenpulver-Cassettentonband mit hohem Energiewert

Dr. Ernst Christian, Nürnberg

Das gute alte Eisenpulver-Band kommt wieder zu Ehren. Das zeigt ein Vergleich zwischen ihm und herkömmlichen Cassettentonbändern. Der Autor – er ist Leiter des Grundig-Magnetton-Labors und Obmann des Fachnormenausschusses Magnetton-technik – belegt die Vorzüge des neuen Bandes anhand verschiedener Kennlinien und geht auch auf die geräteseitigen Voraussetzungen ein. Vorgestellt wird weiterhin ein von der Firma Philips eingebrachter Vorschlag, die Form des Cassettentrückens zu ändern, damit ein automatisches Umschalten der Aufnahme-Betriebsdaten möglich wird.

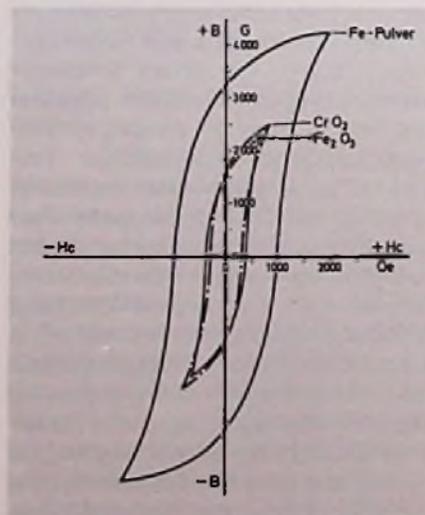
Die neuen Eisenpulver-Cassettentonbänder haben gegenüber bisherigen Cassettentonbändern höhere Energiewerte und dünnere Magnetschichten. Da der höhere Energiewert dieser Bänder etwa zu gleichen Teilen auf das Steigern der Koerzitivfeldstärke und der Sättigungsremanenz zurückgeht, ist bei dafür ausgelegten Cassettengeräten sowohl ein Erweitern des Übertragungsbereiches als auch ein Verbessern der Dynamik möglich. Beim Beibehalten des für Chromdioxid-Bänder nach DIN 45513 Teil 7 festgelegten Bandflußverlaufs von $3180 \mu\text{s} + 70 \mu\text{s}$ können derart bespielte Eisenpulver-Bänder auch auf herkömmlichen Cassettengeräten abgespielt werden.

Das Eisenpulver-Band im Vergleich

Der Stand der Technik von Cassettentonbändern ist durch die beiden bei der Physikalisch Technischen Bundesanstalt (PTB) hinterlegten Urmuster, die mit den Leerteilen (unbespielte Bandstellen) der

Bezugsbänder nach DIN 45513 Teil 6 und DIN 45513 Teil 7 übereinstimmen, festgelegt. Es handelt sich dabei in Teil 6 um ein Band mit Eisenoxidschicht (Fe_2O_3) und in Teil 7 um eines mit Chromdioxidschicht (CrO_2). Das CrO_2 -Band ist auch das offizielle Hi-Fi-Cassettentonband nach DIN 45500 Teil 9. Infolge der systembedingten ungünstigen physikalischen Voraussetzungen der Compact-Cassette [1], insbesondere der niedrigen Bandgeschwindigkeit und schmalen Spur, sind die in den letzten Jahren erreichten Verbesserungen der elektroakustischen Eigenschaften von Cassettengeräten vorrangig auf Bandverbesserungen zurückzuführen. Das neue Eisenpulver-Band ermöglicht in dieser Beziehung einen weiteren deutlichen Schritt nach vorn. Die wichtigsten magnetischen Eigenschaften der Bänder sind aus dem Verlauf ihrer Hystereseschleife zu erkennen.

Bild 1. Hystereseschleifen von Cassettentonbändern. $1 \text{ G} = 10^{-4} \text{ T}$, $10 \text{ Oe} \approx 0,8 \text{ A/cm}$



	Fe_2O_3	CrO_2	Fe-Pulver
$H_c \text{ (A/cm)}$	239	398	796
$B_r \text{ (T)}$	0,1550	0,1450	0,3300
B_r/B_s	0,89	0,85	0,8

Tabelle 1. Magnet-Kennwerte von Cassettentonbändern

Bild 1 zeigt die Hystereseschleifen von Cassettentonbändern mit den drei unterschiedlichen Magnetschichten Fe_2O_3 , CrO_2 und Fe-Pulver. Aus den Hystereseschleifen ergeben sich die in Tabelle 1 zusammengefaßten Magnet-Kennwerte. Analog zu diesen Werten verhalten sich auch die elektroakustischen Kennlinien dieser Bandsorten. Bild 2 zeigt die wichtigsten elektroakustischen Kennlinien in Abhängigkeit vom Vormagnetisierungsstrom I_{HF} . Sie wurden unter den Meßbedingungen Bandgeschwindigkeit $v = 4,76 \text{ cm/s}$, Vormagnetisierungsfrequenz $f_{\text{HF}} = 69 \text{ kHz}$ bei linearer Wiedergabeverstärkung ermittelt. Es bedeutet im einzelnen:

$A_{333/3}$ Maximale Wiedergabespannung der Tonfrequenz 333 Hz bei einem Klirrgrad $k_3 = 3\%$. Der Wert gilt als Maß für die Tiefen-Aussteuerbarkeit. Der Tonfrequenz-Strom $I_{333 \text{ Hz}}$ wird in jedem Meßpunkt so lange verändert, bis der Klirrgrad $k_3 = 3\%$ beträgt.

$A_{12,5}$ Maximale Wiedergabespannung der Tonfrequenz 12,5 kHz bei beliebig großem Klirrgrad k_3 . Dieser Wert ist das Maß für die Höhen-Aussteuerbarkeit. Der Tonfrequenzstrom $I_{12,5 \text{ kHz}}$ wird, ohne den Klirrgrad k_3 zu berücksichtigen, in jedem Meßpunkt so lange verändert, bis sich die maximale Wiedergabespannung ergibt.

45 Jahre Eisenpulver-Band

Eisenpulver-Band – unter dem Modenamen „Reineisen“-Band der vorläufig letzte Schrei auf dem Tonbänder-Markt – ist keineswegs so jung, wie es scheint. Im Jahre 1934 lieferte nämlich BASF schon 50000 m Tonband auf Spulen zu je 1000 m, und dieses Band war mit Carbonyl-Eisenpulver beschichtet. Lange „lebte“ das Eisenpulver-Band zu jener Zeit freilich nicht. Schon knapp zwei Jahre später wurde es vom Eisenoxid-Band abgelöst, das damals günstigere magnetische Eigenschaften aufwies. Heute schließt sich der Kreis wieder, denn die technologische Weiterentwicklung mit dem Ziel geringer Korngrößen und die jetzt möglichen geringen Luftspaltbreiten bei den Tonknöpfen versprechen dem Eisenpulver-Band einen zweiten Frühling. Ob er diesmal wohl etwas länger dauert?

Der Wiedergabekopf ergab mit einem Bezugsband nach DIN 45513 Teil 7 (Zeitkonstante $3180 \mu\text{s} + 70 \mu\text{s}$) einen EMK-Frequenzgang $U_{12,5 \text{ kHz}}$: $U_{333 \text{ Hz}} = +13,6 \text{ dB}$. Die Spurbreite war dabei 0,6 mm. Aus den Aussteuerbarkeits- und Frequenzgangkurven erkennt man nun, daß die drei Bandsorten zum optimalen Ausnutzen ihrer Eigenschaften unterschiedlicher-Arbeitspunkte I_{HF} bedürfen. Unter den gegebenen Randbedingungen bieten sich dann folgende Arbeitspunkte an: für Fe_2O_3 -Band + 2,5 dB für CrO_2 -Band + 7 dB und für Fe-Pulver-Band + 10 dB. Das bedeutet, daß bei der Aufnahme mit einer dieser drei Bandsorten ein unterschiedlicher, für die jeweilige Bandsorte optimierter Arbeitspunkt eingestellt werden muß. Darüber hinaus muß die Aufnahmeentzerrung ebenfalls an die Bandeigenschaften derart angepaßt sein, daß der durch Normen festgelegte Bandfluß erreicht wird. Zur Zeit ist für Fe-Pulver-Band noch kein Bandfluß genormt, es empfiehlt sich jedoch der für CrO_2 -Band genormte Bandfluß, entsprechend einer Zeitkonstante von $3180 \mu\text{s} + 70 \mu\text{s}$. Nimmt man zu den Kennlinienwerten noch die Geräuschspannung nach „Kurve A“ [2] hinzu, so ergeben sich die in Tabelle 2 zusammengefaßten elek-

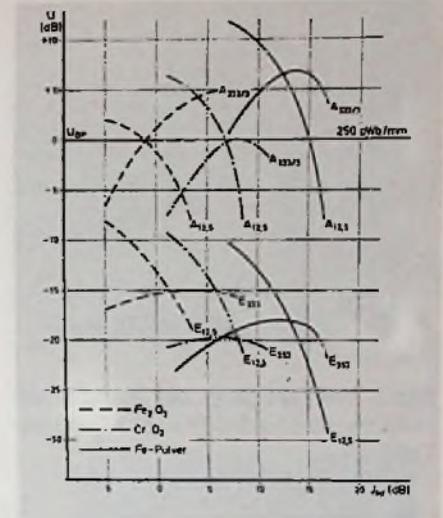


Bild 2. Elektroakustische Kennlinien von Cassettentonbändern

troakustischen Daten. Hier beziehen sich die für Fe-Pulver angegebenen Daten auf das neue Bandmaterial „Metafine“ der Firma 3 M. Wie man sieht, hat das Eisenpulver-Band gegenüber dem als Hi-Fi-Band bekannten Chromdioxid-Band er-

U_{BP} Der Bezugspegel U_{BP} ergibt sich beim Abtasten des genormten Bandflusses 250 pWb/mm. Er dient als Bezugslinie für die Bewertung der übrigen Kennlinien.

E_{333} Wiedergabespannung der Tonfrequenz 333 Hz in Abhängigkeit vom Vormagnetisierungsstrom. Sie dient als Maß für die Tiefen-Empfindlichkeit. Der Tonfrequenzstrom $I_{333 \text{ Hz}}$ bleibt bei der Aufnahme der Empfindlichkeits-Kennlinie konstant, und wird so bemessen, daß die Wiedergabespannung etwa 20 dB unter der des Bezugspegels liegt.

$E_{12,5}$ Wiedergabespannung der Tonfrequenz 12,5 kHz in Abhängigkeit vom Vormagnetisierungsstrom als Maß für die Höhen-Empfindlichkeit. Der Tonfrequenzstrom $I_{12,5 \text{ kHz}}$ ist der gleiche wie bei der Aufnahme der Empfindlichkeitskennlinie E_{333} .

Die Kennlinien wurden mit einem Grundig-Spezialkopf, der als kombinierter Aufnahme-Wiedergabekopf ausgebildet war, aufgenommen. Die effektive Spaltbreite war $1,5 \mu\text{m}$. Das Kernmaterial war lamelliert und bestand aus einem Werkstoff (Al, Fe, Si-Legierung) mit der besonders hohen Sättigungsinduktion von 1 T. Dieser Wert ist notwendig, um die hochkoerzitive Magnetschicht des Metallpulver-Bandes optimal aussteuern zu können.

Tabelle 2. Elektroakustische Daten von Cassettentonbändern

	Fe_2O_3	CrO_2	Fe-Pulver	
Zeitkonstante	120	70	70	μs
Vormagnetisierungsstrom (Arbeitspunkt)	+ 2,5	+7	+10	dB
Strom $I_{333 \text{ Hz}}$ für max. Wiedergabespannung A_{333} (Vollpegelstrom)	+2,5	+3,0	+5,5	dB
Klirrgrad k_3 von A_{333}	3	3	3	%
Maximale Wiedergabespannung A_{333}^* (Tiefenaussteuerbarkeit)	+3,5	-0,2	+4	dB
Empfindlichkeit E_{333}	+4,2	0	+1,5	dB
Frequenzgang $E_{333}/E_{12,5}$	-11,0	-11	-8,0	dB
Maximale Wiedergabespannung $A_{12,5}^*$ (Höhen-Aussteuerbarkeit)	-14,6	-14,2	-4,0	dB
Geräuschspannung mit Filter Kurve A*	-54,5	-58	-57	dB
Dynamik bei 333 Hz	58	57,8	61	dB

* Werte sind auf Bezugspegel U_{BP} bezogen.

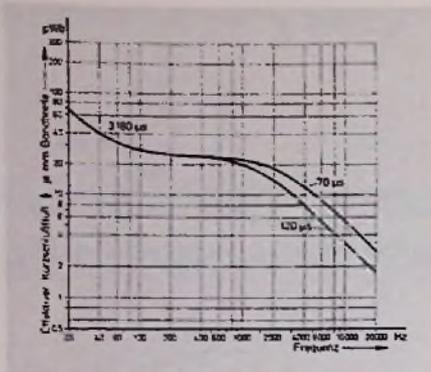


Bild 3. Frequenzgang des Bandflusses im Kurzschluß nach DIN 45 513 Teil 6 und Teil 7

hebliche Vorteile. Verbesserungen zeigen sich primär bei der Höhen-Aussteuerbarkeit und sekundär beim Geräuschspannungsabstand (Dynamik). Durch die verbesserte Höhen-Aussteuerbarkeit kann der Übertragungsbereich nach oben ausgeweitet werden, ohne daß die Aufnahmeentzerrung bei der oberen Eckfrequenz vergrößert werden muß. So ist mit einem Eisenpulver-Band bei 18 kHz etwa die gleiche Aufnahmeentzerrung erforderlich, die mit dem Chromdioxidband schon bei 12,5 kHz aufzubringen ist. Diese Eigenschaft ist wichtig,

da die Aufnahmeentzerrung der hohen Frequenzen die durch die Amplitudenstatistik vorgegebene Grenze nicht überschreiten darf [3]. Bezüglich des Bandflußverlaufs der hohen Frequenzen empfiehlt sich eine Zeitkonstante von 70 µs, nach DIN 45 513 Teil 7 wie bei Chromdioxidband, so daß die Wiedergabeentzerrung für die beiden Bandsorten Eisenpulver-Band und Chromdioxidband gleich sein kann. Die Zeitkonstante für Eisenoxidband ist nach DIN 45 513 Teil 6 mit 120 µs festgelegt, was eine unterschiedliche Wiedergabeentzerrung zwischen CrO₂ und Fe-Pulver einerseits und Fe₂O₃ andererseits bedeutet. Den für Fe₂O₃- und CrO₂-Band genormten Frequenzgang des Bandflusses zeigt Bild 3. Mit einem Bandflußverlauf entsprechend diesen Kurven ist das Austauschen bespielter Bänder sichergestellt.

Das Umschalten wird bei Chromdioxid-Band sowohl für Aufnahme als auch für Wiedergabe durch zwei im Cassettenrücken befindliche Aussparungen automatisch ausgelöst. Diese Aussparungen müssen beim Eisenpulver-Band für den Wiedergabevorgang ebenfalls vorgesehen werden. Darüber hinaus muß man für das automatische Regeln des Aufnahmevorgangs bei Eisenpulver-Cassetten, auch Metallpulver- oder MP-Cassetten

genannt, ein weiteres Erkennungsmerkmal vorsehen. Die Firma Philips hat einen entsprechenden Vorschlag bei den zuständigen Normen-Gremien eingereicht. Bild 4 zeigt diesen Vorschlag, der in zwei zusätzlichen symmetrisch zur Cassettenmitte angebrachten Löchern 2 für die Aufnahme besteht, während die Wiedergabe-Umschaltung durch die Löcher 1 wie bei Chromdioxid-Cassetten erfolgt.

Tonköpfe für das Eisenpulver-Band

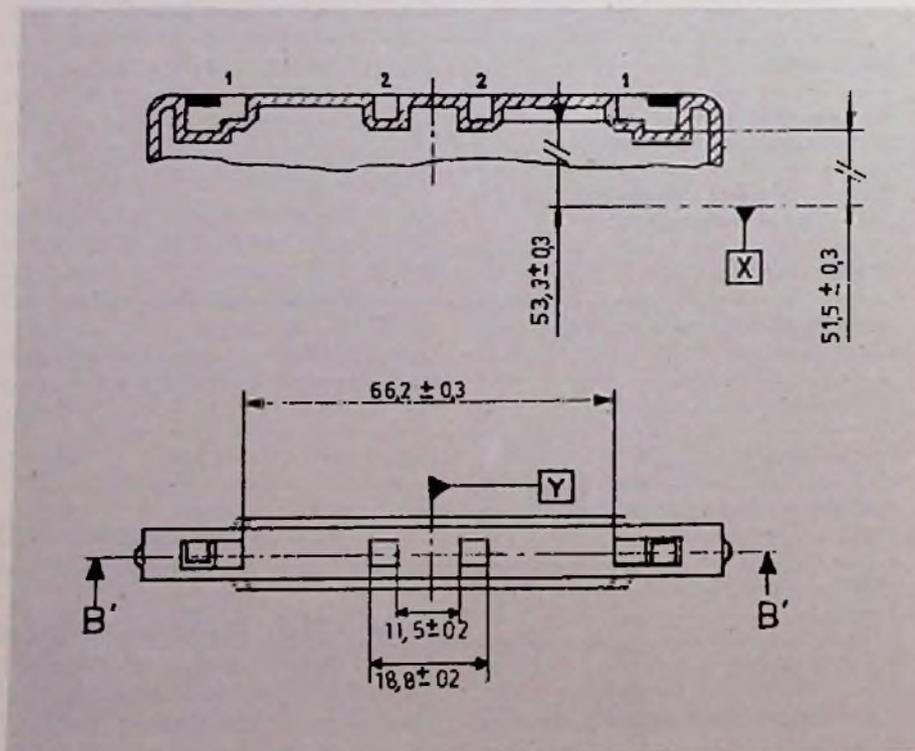
Entsprechend dem erhöhten Energiewert $B \times H$ des Eisenpulver-Bandes ist beim Aufzeichnen und Löschen auch ein kräftigeres Tonkopf-Spaltfeld erforderlich. Für das Bespielen von Metallpulver-Cassetten sind daher Geräte mit Spezialköpfen notwendig. Demgegenüber können bespielte Metallpulver-Cassetten auch mit normalen Geräten wiedergegeben werden. Zum Löschen ist ein Löschfeld von rund 2390 A/cm erforderlich, das außerdem auf die Magnetschicht gebündelt sein muß. Das erfordert ein Kopfkernmaterial mit hoher Sättigungsinduktion (etwa 1 T) und eine besondere Konfiguration der Löschspalte. Gleiches gilt für den Vormagnetisierungsstrom des Aufnahmekopfes. Um jedoch die Höhen-Aussteuerbarkeit optimal auszunutzen, wurde auf ein Verdoppeln (6 dB) des Vormagnetisierungsstromes verzichtet; man begnügte sich damit, ihn nur um 3 dB gegenüber Chromdioxid-Band anzuheben (Tabelle 2). Damit ist es möglich, eine obere Eckfrequenz bei normalem Aufnahmeentzerrungsaufwand von immerhin 18 kHz zu erreichen.

Voraussetzung für das Einführen von Eisenpulver-Band bei Compactcassetten-Geräten sollte das Normen der wichtigsten Betriebsparameter wie Arbeitspunkt und Bandfluß-Zeitkonstante sein, damit der Typenwirrwarr auf dem Cassettenmarkt nicht noch größer wird. Weitere Anwendungsmöglichkeiten bieten sich im Audiobereich für das Eisenpulver-Band durch ein Verringern der Bandgeschwindigkeit; das gilt auch für Videocassetten.

Literaturverzeichnis

- [1] DIN 45516 Magnetbandkassette für Schallaufnahme auf Magnetband 4
- [2] DIN 45633 Teil 1 Präzisionsschallpegelmessung
- [3] Engel, F.: Schallspeicherung auf Magnetband. Agfa Gevaert 1975, S. 107

Bild 4. Vorschlag zum automatischen Umschalten bei Eisenpulver-Cassetten



Intermetall

Investitionen für VLSI-Entwicklung

Mit einem 4500 qm großen Forschungs- und Entwicklungszentrum hat sich Intermetall auf das Zeitalter der Mikroelektronik bereits heute vorbereitet. Mit der Inbetriebnahme der Reinraumbereiche für die Herstellung von VLSI-Schaltungen wurde dieser Zweckbau im Oktober dieses Jahres fertiggestellt.

Mehr als 300 modernste Arbeitsplätze für Ingenieure, Techniker und Assistenten wurden mit einer Gesamtinvestition von über 25 Mio. DM geschaffen. Zu den herausragenden Besonderheiten gehören ein Maskenzentrum zur Herstellung von VLSI-Strukturen, ein Computer-Design-Center und ein Reinraum-Diffusionszentrum, ebenfalls vorbereitet auf VLSI-Entwicklungen.

Maskenherstellung mit E-Beam

In dem neuen Maskenzentrum mit hochkonstanter Reinraum-Klimatisierung wurde eine der modernsten Electron-Beam-Anlagen der Welt installiert. Dieses E-Beam-System, von dem es auf der Welt bisher weniger als 10 Anlagen gibt, ermöglicht die Herstellung äußerst feiner Strukturen mit einer Breite von nur einem Mikrometer mit einer Toleranz von $0,125\mu\text{m}$.

Die Gesamtinvestitionen für dieses Maskenzentrum, von dem auch die anderen ITT-Semiconductors-Werke bedient werden, betragen 12 Mio. DM. Im Hinblick auf die Höchstintegration bringt diese neue Elektronenstrahl-Belichtungsanlage eine Verkürzung der „Turn-Around-Time“ vom Design zur fertigen Maske, eine Verbesserung der Ausbeute (Yield) bei zunehmender Chip-Größe und steigender Integrations-



Neues Intermetall-Forschungs- und Entwicklungszentrum

dichte (Verkleinerung der Geometrie) und erlaubt direktes Schreiben mit E-Beam auf Wafer.

VLSI-Entwicklungen mit Computer-Design

Mit einem neuen Computer-Design-System wurde der Schritt vom bisherigen computerunterstützten Entwickeln (CAD) zum integrierten Computer-Design vollzogen. Ein spezielles Computer-System „Prime 400“ erlaubt die Schaltungsentwicklung vom Computer bis zur Maske von ein- und demselben Datenträger. Damit wird die Entwicklungszeit trotz ständig steigender Komplexität drastisch verkürzt (Faktor 2 : 1).

Mit einem - von der Großserienfertigung autonomen - Diffusionszentrum ist Intermetall für Erfordernisse der Mikroelektronik gerüstet. Unter Reinraumbedingungen (KI. 100) werden innovative, hochintegrierte Schaltungen entwickelt, u. a. in HMOS-Technik, und bevorzugt VLSI-Schaltungen für Großserienfertigung vorbereitet. Mit diesen Investitionen in Verbindung mit dem bekannt hohen Stand der Automatisierung in der Montage und beim Testen von Integrierten Schaltungen baut Intermetall seine Position aus, insbesondere in der Konsumelektronik, aber auch im wachsenden Bedarf der Nachrichtentechnik und Automobilelektronik.

Farbfernseh-Bildröhren**Das Farbbildröhren-System 30 AX von Valvo**

Dipl.-Ing. Klaus Nerstheimer, Hamburg

In diesem Jahr wird die Valvo Unternehmensgruppe Bauelemente der Philips GmbH das erste für den Anwender abgleichfreie Farbbildröhren-System unter der Bezeichnung 30 AX einführen. Die Bildröhren dieses Systems sind zwar etwas teurer als die 20-AX-Röhren, aber der Geräte-Hersteller benötigt dafür weniger Bauelemente für die Schaltung, wie von Valvo mitgeteilt wurde. Der Autor schilderte vor Fachjournalisten die wesentlichen Merkmale des neuen Systems und die Unterschiede zum bisherigen System 20 AX.

Das neue Farbbildröhren-System 30 AX von Valvo besteht aus der Bildröhre selbst und der Ablenkeinheit; die noch beim System 20 AX erforderliche Mehrpoleinheit wird bei dem neuen System nicht mehr benötigt. Für den Anwender bietet das System 30 AX eine Reihe beachtlicher Vorteile. Vor allem läßt es sich in der Gerätefertigung sehr einfach handhaben: Die Ablenkeinheit wird an drei Paß-Auflagepunkten gegen den Bildröhrenkonus festgeklemmt. Jeglicher mechanischer oder elektrischer Abgleich für Konvergenz, Farbreinheit sowie Rasterlage und -form – außer der OW-Korrektur – entfällt. Außerdem ist der Leistungsbedarf für die sehr kleine Ablenkeinheit gering, und auf dem ganzen Bildschirm wird eine hohe Bildschärfe erreicht.

Der bedeutendste Vorteil für den Anwender des neuen Systems ist, daß es bei getrennter Lieferung von Bildröhre und Ablenkeinheit „abgleichfrei“ ist. Um unter

dieser Randbedingung innerhalb eines Bildformates jede Bildröhre mit jeder Ablenkeinheit paaren zu können, ohne danach die Kombination abgleichen zu müssen, dürfen bestimmte Parameter für Bildröhre und Ablenkeinheit nur minimale Streuungen aufweisen. Ebenso dürfen bei der Montage der Ablenkeinheit auf der Bildröhre keine Streuungen in der Lage zueinander auftreten.

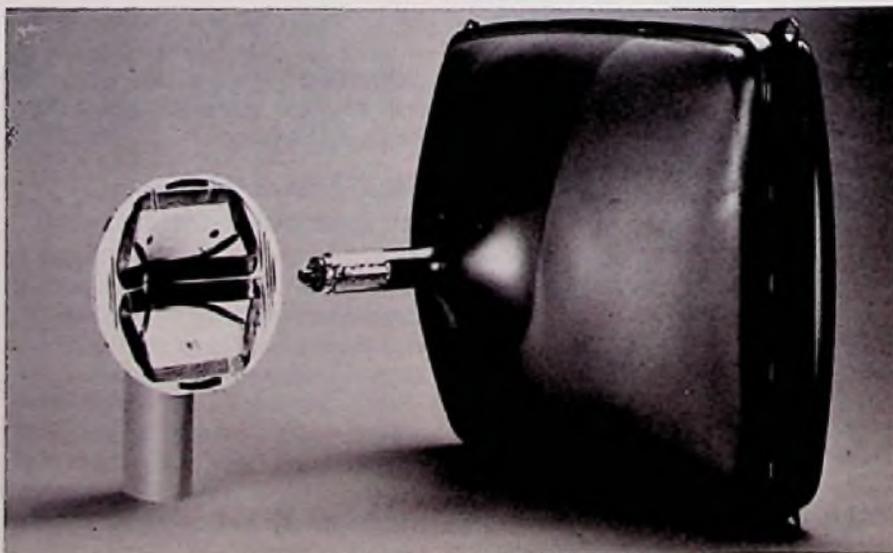
Ein neues „Referenzsystem“

Erreicht wird das hauptsächlich durch weitgehende Einengung mechanischer Streuungen, durch individuellen Abgleich der Bildröhre und der Ablenkeinheit in ihrer Fertigung und durch die Anwendung eines neuen Referenzsystems. Maßgeblich zur Einengung der Streuungen haben zwei von 20 AX beibehaltene Gegebenheiten beigetragen: der große Normhalsdurchmesser mit dem dadurch möglichen

großen Farbauswahlwinkel und die Strangwickeltechnik der Doppelsattel-Ablenkeinheit.

Das Referenzsystem soll sicherstellen, daß die Hauptachse von Bildröhre und Ablenkeinheit sowie der Ablenkmittelpunkt der Ablenkeinheit und der Belichtungspunkt des Bildschirmes übereinstimmen. Dazu wird das Referenzsystem bereits beim Herstellen der Unterteile von Bildröhre und Ablenkeinheit sowie deren Zusammenbau benutzt. Auch bei der Bildröhre 20 AX wurde ein Referenzsystem angewendet. Bezugslinie war dabei der in den Bildröhrenkonus eingepaßte Glasring. Das Referenzsystem für 30 AX ist demgegenüber wesentlich verfeinert worden. So wird jeder Bildröhren-Konus (Bild 1) und jeder einteilige Kunststoffträger der Ablenkeinheit (Bild 2) mit je drei erhabenen Paßauflagepunkten versehen. Die Ebene durch die drei Paßauflagepunkte ist dabei jeweils Bezugsebene im Referenzsystem für das entsprechende Bauelement.

Bild 1. Das Farbbild-System 30 AX von Valvo besteht aus der Ablenkeinheit und der Bildröhre, an deren Konus die drei Paßauflagepunkte zu erkennen sind



Dipl.-Ing. Klaus Nerstheimer ist Leiter der Technisch-Commerziellen Gruppe RÖ I in der Valvo Unternehmensgruppe Bauelemente der Philips GmbH, Hamburg



Bild 2. Die Ablenkeinheit hat eine hexagonale Ablenkspule und einen kleinen Kunststoffträger mit drei Paßauflagepunkten sowie oben und unten außerhalb der Spule je einen Dauermagneten zum Begradigen des Nord-Süd-Rasters

Keine Einstellung der Farbreinheit

Da die Längentoleranzen der Bildröhre bei 30 AX sehr klein geworden sind, kann auf eine axiale Verschiebung der Ablenkeinheit zum Zweck der Farbreinheits-Einstellung verzichtet werden. Nach der Montage der Ablenkeinheit auf der Bildröhre stimmt ihr Ablenkmittelpunkt mit dem Belichtungspunkt des Schirmes überein: Sie hat die richtige axiale Position.

Ein weiterer Teil der Farbreinheits-Einstellung wurde bei 20 AX – ebenso wie die Begradigung der horizontalen Mittellinie und die Einstellung der statischen Konvergenz – mit Hilfe der bekannten Mehrpoleinheit vollzogen. Mit ihren statischen Zwei-, Vier- und Sechspolefeldern wurde erreicht, daß die drei Strahlen durch die jeweiligen Belichtungspunkte des Bildschirmes gehen und sich unabgelenkt in einem Punkt in der Bildmitte treffen.

Der Bedarf für diese Korrekturen ist bei 30 AX wegen der kleineren Streuungen gering. Sie werden mit Hilfe einer weiteren Neuerung durchgeführt: dem inneren Magnetring. Dieser ersetzt die bisher benötigte Mehrpoleinheit. Es handelt sich dabei um einen kleinen Ring aus dünnem Draht, der in das Elektronenstrahlensystem eingelegt wird. Er wird bei der fertigen Bildröhre von außen so magnetisiert, daß sein Magnetfeld dem resultierenden Feld der bisherigen Mehrpoleinheit nach ihrem Abgleich entspricht.

Jede Bildröhre, die die Fabrik verläßt, verhält sich damit aufgrund kleiner Streuungen und individueller Dimensionierung der Paßauflagepunkte sowie des Abgleichs des inneren Magnetringes so, daß kein Abgleich der Farbreinheit oder der statischen Konvergenz mehr nötig ist.

Ablenkeinheit in Strangwickeltechnik

Die Ablenkeinheit hat, wenn sie richtig entworfen ist, einen vernachlässigbar kleinen Einfluß auf Landung und statische Konvergenz. Die Streuungen ihrer mechanischen Parameter gehen in erster Linie in die dynamische Konvergenz ein. Bei 30 AX ist eine Kompensation der Streuungen der dynamischen Konvergenz nicht mehr erforderlich.

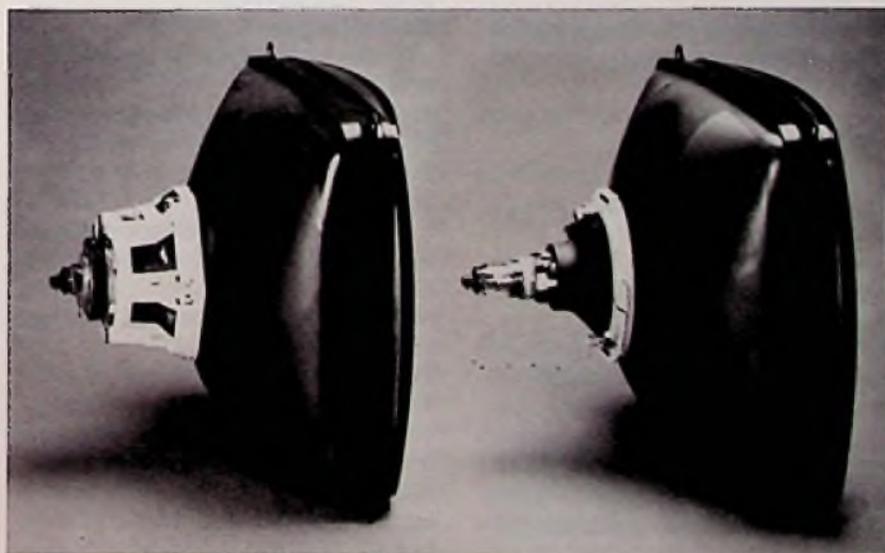
Da die Mehrpoleinheit entfallen ist und kein axialer Verschieberegion mehr benötigt wird, können die bisher gekröpften halsseitigen Wickelköpfe flach an den Bildröhrenhals gelegt werden (Bild 3). Dadurch kann auch auf dieser Seite der Ablenkeinheit die Strangwickeltechnik angewendet werden. Darüber hinaus brauchen wegen des kleineren halsseitigen Spulendurchmessers weder der Jochring noch der Kunststoffträger der Ablenkeinheit geteilt zu werden. Eine noch störende Unsymmetrie wird in der Ablenkeinheitsfertigung mit einem Potentiometer ausgeglichen, das die bisher übl. Dämpfungswiderstände parallel zu den Spulenhälften ersetzt.



Bild 3. Horizontal-Ablenkspule für das System 20 AX (links) und das System 30 AX (rechts)

Die ungekröpte Ausführung der Ablenkeinheit mit der Anwendung der Strangwickeltechnik an beiden Enden der Spulen bietet neue Möglichkeiten, die Feldformen den Erfordernissen der Selbstkonvergenz anzupassen. Ein wichtiger Fehler, der dabei vermieden werden muß, ist „Koma“. „Koma“ kann zur Mißkonvergenz zwischen dem Mittelstrahl (Grün) und den Seitenstrahlen (Rot, Blau) und zur Ablenkdefokussierung der Seitenstrahlen führen. Um beide Fehler zu vermeiden, dürfen keine „Feldformer“ in die Röhre eingebaut werden; das Ablenkfeld muß vielmehr komafrei sein. Das geschieht bei 30 AX für das Horizontalfeld durch die entgegengesetzte Windungsverteilung zwischen dem vorderen und dem hinteren Spulende. Für das

Bild 4. Die unterschiedliche Größe der Ablenkeinheiten 20 AX (links) und 30 AX (rechts) geht aus diesem Bild deutlich hervor



Vertikalfeld werden Feldformer in die Vertikalspulen eingelegt.

Diese Maßnahmen führen dazu, daß jede Ablenkeinheit mit jeder Bildröhre ohne nachträgliche Korrektur ein auf dem ganzen Schirm konvergiertes Farbbild ergibt. Ein weiterer, bei 20 AX noch erforderlicher Abgleichvorgang ist die Einstellung eines geraden Rasters durch Verdrehen der Ablenkeinheit. Das wird bei 30 AX dadurch überflüssig, daß einer der drei Paß-Auflagepunkte der Ablenkeinheit so ausgeführt ist, daß der entsprechende Paß-Auflagepunkt der Bildröhre einrastet. So wird die Ablenkeinheit in der richtigen radialen Position für ein gerades Raster gehalten und gegen Verdrehung gesichert.

Ein weiterer Vorteil von 30 AX liegt in der guten Rasterform, die durch zwei Maßnahmen erreicht wird:

- Der OW-Raster-Korrekturbedarf wird durch Einlegen eines zweiten Satzes von Feldformern in die Ablenkeinheit auf 8% verringert.

- Das gerade Nord-Süd-Raster wird hauptsächlich durch die hexagonale Form der schirmseitigen Windungen der Horizontalspulen erreicht. Zusätzlich werden hier oben und unten zu dem geraden Teil je ein Dauermagnet angebracht (Bild 2).

Durch den Fortfall der radialen und axialen Verschiebung der Ablenkeinheit kommt man bei 30 AX ohne Gehäuse für die Ablenkeinheit aus. Sie besteht nur noch aus den vier Teilspulen, dem ungeteilten Jochring sowie dem einteiligen, stabilen Kunststoffträger und beansprucht daher sehr wenig Raum (Bild 4).

Höhere Ablenkempfindlichkeit

Zur Verbesserung der Ablenkempfindlichkeit tragen eine ganze Reihe von Maßnahmen bei:

- Verlängerung des Ablenkfeldes durch Fortfall der Kröpfung,
- optimale Anpassung der Innenkontur des Hals-Konus-Überganges an den Verlauf der Elektronenstrahlen,
- längerer Jochring ohne Ausschnitte,
- größeres Kupfervolumen der Vertikalspule.

Das führt zu einer Verringerung der Ablenkleistung, die mehr als 20 W Leistungseinsparung am Netzstecker erbringt; daraus folgt aber auch eine um über 10°C geringere Betriebstemperatur der Ablenkeinheit, was zu mehr Stabilität und zu einer höheren Zuverlässigkeit führt.

Terminkalender für Fachveranstaltungen

26.02. – 27.02.1979

London

Internationale Konferenz „Video Disc & Videogram“

Auskünfte: Noth Media Ltd., 37 New Bond Street, London W1Y 9HB

01.03. – 03.03.1979

Rotterdam

3rd Symposium and Technical Exhibition on Electromagnetic Compatibility

Auskünfte: T. Dvorak, ETH Zentrum-HF, CH-8092 Zürich

13.03. – 15.03.1979

Berlin

NTG-Fachtagung „Bilddarstellende Systeme und Technologien für neue Kommunikationsformen“

Auskünfte: VDE-Zentralstelle Tagungen, 29.03. – 30.03.1979

Nürnberg

Gemeinschaftstagung „Technische Zuverlässigkeit“

Auskünfte: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt 70

03.04. – 05.04.1979

Baden-Baden

NTG-Fachtagung „Höchstintegrierte Schaltungen“

Auskünfte: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt 70

15.05. – 18.05.1979

London

Electronic Component Show

Auskünfte: Industrial and Trade Fairs Ltd., Radcliffe House, Blenheim Court, Solihull, West Midlands B91 2 BG

21.05. – 23.05.1979

Ghent (Belgien)

2nd European Hybrid Microelectronic Conference

Auskünfte: ISHM Deutschland e.V., Reinekestraße 22, 8000 München 90

21.05. – 27.05.1979

Moskau

8. Imeko-Kongreß – Meßtechnik für den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt

Auskünfte: Imeko-Sekretariat, Postfach 457, H-1371 Budapest

27.05. – 01.06.1979

Montreux

11. Internationales Fernseh-Symposium und Technische Ausstellung

Auskünfte: International Television Symposium and Technical Exhibition, Postfach 97, CH-1820 Montreux

Neuer Halbleiter-Werkstoff

Dioden aus Kunststoff

Den amerikanischen Gelehrten Alan J. Heeger und Alan G. MacDiarmid an der Universität von Pennsylvania ist es gelungen, einem Kunststoff Halbleitereigenschaften zu verleihen. Sie benutzen dazu Polyacetylen, das auf dem als Schweißgas bekannten Acetylen beruht. Polyacetylen besteht aus langen Kettenmolekülen aus Atomgruppen, die jeweils ein Atom Kohlenstoff und ein Atom Wasserstoff enthalten. Als Folie hat der Kunststoff das glänzende Aussehen von Metall und erinnert an poliertes Nickel. In den Kettenmolekülen des Polyacetylens liegen die Kohlenstoffatome so dicht beieinander, daß sie Elektronen ihrer Hüllen austauschen können. Wird der Austausch durch Anlegen einer elektrischen Spannung gerichtet, bedeutet er einen elektrischen Stromfluß. Wie bei allen bekannten leitenden Kunststoffen wird der elektrische Strom jedoch vorzugsweise in Richtung der Kettenmoleküle geleitet.

Wie Heeger und MacDiarmid feststellen, zeichnet Polyacetylen sich dadurch aus, daß seine elektrische Leitfähigkeit durch entsprechende Beimischungen um das enorme Verhältnis eines zu einer Billion verändert werden kann. Damit füllt es fast den gesamten Bereich zwischen Isolatoren und Metallen aus. Am folgenreichsten ist aber die Entdeckung, daß sich dem Polyacetylen ähnlich wie beim Silicium erwünschte Halbleitereigenschaften verleihen lassen. Durch Dotieren mit Natrium oder Lithium entsteht ein Halbleiter vom N-Typ; ein Halbleiter vom P-Typ läßt sich durch Dotieren mit Brom oder Jod erzielen.

Laut Heeger und MacDiarmid können P-N-Übergänge, die in der Elektronik eine Diode ausmachen, auf zwei Wegen im Kunststoff erzeugt werden. Einerseits können eine P- und eine N-Folie innig miteinander verbunden werden. Andererseits erscheint es auch möglich, Folien von beiden Seiten her in der gewünschten Weise zu dotieren.

Das Silicium wird Polyacetylen keinesfalls ersetzen. Es ist nicht abzusehen, wie beispielsweise integrierte Schaltkreise, aus dem Kunststoff hergestellt werden könnten. Anders liegen die Dinge bei der Energiegewinnung aus dem Sonnenlicht, wo sehr große Flächen gebraucht werden, die sich mit Folien leicht schaffen lassen. web

Anzeige-Elemente

Stand der Technik und Neuentwicklungen bei optoelektronischen Displays

Dr. rer. nat. Alois Schauer, München

Optoelektronische Anzeigen – auch Displays genannt – wandeln elektrische Signale in optische Signale um und ermöglichen so eine Verständigung zwischen Maschine und Mensch. Ihre Bedeutung nimmt wegen des ständig wachsenden Informationsflusses, den diese Kommunikation mit sich bringt, immer mehr zu. In diesem Beitrag beschreibt der Autor die heute üblichen Anzeigen, das sind LED-, Plasma- und LCD-Displays, vergleicht ihre Eigenschaften und gibt einen Ausblick auf zukünftige Technologien.

Die darzustellende Information kann sehr verschiedenartig sein. Eine einfache Klassifikation geht von der Menge der Information, dem Informationsinhalt aus. Er reicht vom "Ein"- oder "Aus"-Zustand einer Signallampe bis zum farbigen Fernsehbild. Im ersten Fall genügt ein Leuchtpunkt und im zweiten wird etwa eine Million Bildpunkte benötigt. Zahlen werden üblicherweise mit 7-Segment-Anordnungen dargestellt, während man für Buchstaben und Zahlen 16-Segment-Anordnungen oder Matrizen mit mindestens 7×5 Bildpunkten für jedes Zeichen verwendet (Bild 1).

Dr. rer. nat. Alois Schauer ist Abteilungsleiter im Bereich Anwendungstechnik Optoelektronik, der zum Unternehmensbereich Bauelemente der Siemens AG gehört. Vor einiger Zeit erschien dieser Beitrag in Heft 2/78 der Zeitschrift »Siemens Forschungs- und Entwicklungsberichte«. Für die Funk-Technik wurde er vom Autor noch einmal überarbeitet und auf den neuesten Stand gebracht.

Für die Darstellung von Bildpunkten gibt es drei neue Displaytypen: Leuchtdioden (LEDs), Plasmaanzeigen und Flüssigkristallanzeigen (LCDs). Die in Bild 2 angegebenen Zahlen zeigen die Entwicklung auf dem Markt. Danach behalten LEDs zwar den größten Marktanteil, aber die größte Wachstumsrate haben LCDs. Die Etablierung auf dem Markt läßt erkennen, daß alle drei Typen bereits einen soliden technischen Stand erreicht haben. Das schließt nicht aus, daß noch ständig auf allen drei Gebieten wesentliche Fortschritte erzielt werden.

LED-Anzeigen

Leuchtdioden sind Halbleiterbauelemente, die unter dem Einfluß einer angelegten elektrischen Spannung Licht emittieren. Die Lichtemission ist die Folge einer Rekombination von Elektronen und Löchern im pn-Übergang eines Halbleiterkristalls (Bild 3).

Bild 4 zeigt schematisch das Energiebänderdiagramm und den Prozeß der Elektronenanregung, die Rekombination, sowie die damit verbundene Emission eines Lichtquants. Die Energie des Lichtquants ist durch die Energielücke E_g zwischen Valenz- und Leitungsband gegeben. Zur Ausstrahlung von sichtbarem Licht ($\lambda = 400 \text{ nm}$ bis 700 nm) muß E_g größer als 1,8 eV sein, da die Energie von Lichtquanten im sichtbaren Spektralbereich des Lichts von 1,8 eV bis 3,10 eV reicht. Silizium und Germanium mit Energielücken von 1,1 eV oder 0,7 eV kommen dafür also nicht in Frage. Größere Energielücken haben Halbleiterverbindungen wie GaAs (1,43 eV), GaP (2,26 eV) und GaN (3,5 eV). Mit $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$ kann man je nach Phosphorgehalt alle Farben zwischen rot ($x = 0,3$) und grün ($x = 1$) realisieren.

Die Elektronen-Loch-Rekombinationen müssen nicht mit der Ausstrahlung von Licht verbunden sein, sondern sie können auch strahlungslos mit Wärmeentwicklung erfolgen. Ein erstes wichtiges Ziel in der LED-Technologie war daher, den Wirkungsgrad für die Lichtemission durch Erhöhen der Wahrscheinlichkeit für die Strahlungsrekombination und Erniedrigen der Wahrscheinlichkeit für die strahlungslosen Übergänge zu optimieren. Die strahlungslosen Übergänge finden an Fehlstellen im Kristallgitter, zum Beispiel an Verunreinigungen oder Versetzungen, statt. Es war ein schwieriges technologisches Problem, diese Fehlstellen zu vermeiden. Brauchbare Wirkungsgrade erhält man mit epitaktisch auf Halbleitersubstraten abgeschiedenen Schichten. Das dominierende Substrat war lange Zeit GaAs, auf das beispielsweise GaAsP epitaktisch abgeschieden wurde. Neuerdings wird in großem Umfang auch GaP als Substrat verwendet. Der Vorteil liegt neben dem guten Wirkungsgrad der epitaktisch darauf abgeschiedenen GaAsP-Schichten darin, daß GaP transparent ist. Dadurch ist es möglich, das nach unten ausge-

Bild 1. Anordnung der Bildpunkte bei einer 7-Segment-Anzeige (links), 16-Segment-Anzeige (Mitte) und 7×5 -Matrix (rechts)



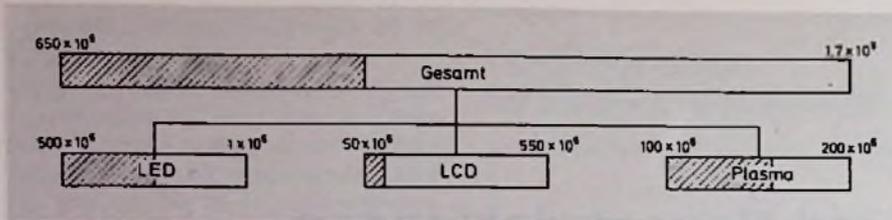


Bild 2. Entwicklung des Display-Weltmarktes: Zahl links: Markt 1976 in DM; Zahl rechts: Markt 1981 in DM

strahlte Licht durch einen Reflektor umzulenken und nutzbar zu machen. Der Fachausdruck für die GaP-Substrat-Technik ist TSN-Technologie (transparent substrate, nitrogen doped).

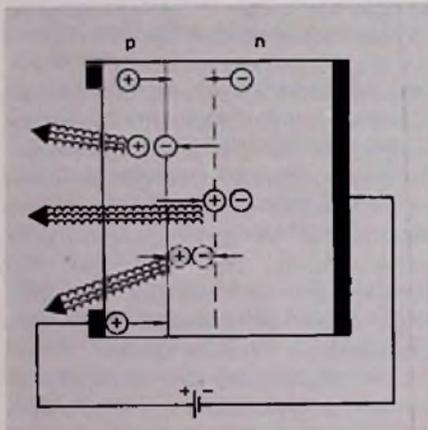


Bild 3. LED-Chip mit Lichtemission am pn-Übergang

Die einfachste LED-Anzeige ist ein Signallämpchen, dessen Aufbau Bild 5 zeigt: Es besteht aus dem Halbleiterchip von typisch 0,4 mm × 0,4 mm × 0,2 mm, der mit 2 Kontakten versehen ist. Eine Kunststoffumhüllung schützt Chip und Kontakt draht. Sie sorgt ferner für eine gute Lichtauskopplung und bestimmt die Abstrahlcharakteristik. Im Vergleich mit Glühlampen haben LED-Lampen viel niedrigere Betriebstemperaturen; sie sind viel kleiner, robust und sehr zuverlässig. Außerdem fallen sie nicht plötzlich aus, sondern ihre Helligkeit nimmt langsam ab, wobei nach etwa 100 000 Stunden die Helligkeit auf die Hälfte des Ausgangswerts gefallen ist. Man kann selbstverständlich auch eine Vielzahl von LED-Lämpchen in

den verschiedensten Anordnungen zur Anzeige verwenden oder die LEDs zu einer quasianalogen Anzeige in einer Reihe dicht nebeneinander anordnen.

Vielseitigere Anzeigen für Zahlen und Buchstaben sind entweder diskret oder monolithisch aufgebaut (Bild 6). Diskrete Anzeigen, wie sie auch in Meßgeräten verwendet werden, haben für jedes Segment einer Ziffer eine eigene Leuchtdiode. Ein Reflektor oder ein diffus streuender Kunststoff bewirkt dann, daß ein heller Lichtbalken zu sehen ist.

Kleinere Anzeigen, wie sie zum Beispiel in Taschenrechnern verwendet werden, haben monolithische Displays. Diese bestehen aus Halbleiterchips mit jeweils 7 integrierten Segmenten (eine Ziffer) auf einem Chip. Jedes Segment ist getrennt ansteuerbar, und die Kunststoffumhüllung ist frontseitig als Linse ausgebildet, so daß die Anzeige gut lesbar ist.

Inzwischen werden auch monolithische Anzeigen mit 16-Segment-Zeichen oder 5 × 7-Matrizen für die Darstellung alphanumerischer Zeichen hergestellt.

Eine moderne Displayentwicklung, nicht nur bei LED-Anzeigen, heißt »in-

telligentes Display«. Dabei werden die eigentlichen Anzeigen mit integrierten LSI-Halbleiterschaltungen als Einheit kombiniert, wobei die LSI-Schaltung nicht nur Decoder, Multiplexer und Treiber enthält, sondern auch Speicher. Das gibt zum Beispiel die Möglichkeit, zusammen mit einem Mikroprozessor eine Laufschrift auf dem Display zu verwirklichen. Dabei kann mit wenigen Stellen verhältnismäßig viel Information zeitlich nacheinander dargestellt werden. Ein Beispiel für eine intelligente Anzeige ist die 4stellige LED-Anzeige mit 16-Segment-Zeichen, HA 4041 r, deren interne Schaltung Bild 7 zeigt.

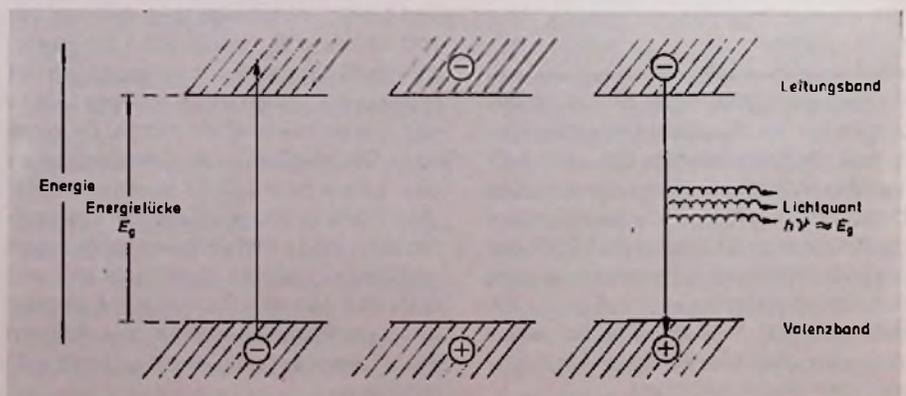
LED-Anzeigen haben deshalb so breite Anwendung gefunden, weil sie mit niedrigen Spannungen betrieben werden, IC-kompatibel sind, sich sehr gut für Multiplexbetrieb eignen und sich durch Zuverlässigkeit und Robustheit auszeichnen. Da neben dem konventionellen Rot auch Displays mit den Farben Orange, Gelb und Grün zu haben sind, können auch mehrfarbige Anzeigen mit LEDs aufgebaut werden. Was noch fehlt, ist die Farbe Blau. Im Labor gibt es auch das schon, und zwar mit den Materialien GaN, SiC oder II-VI-Verbindungen. Allerdings ist der Wirkungsgrad für die praktische Verwendung noch zu klein.

Plasmaanzeigen

Wenn es darauf ankommt, viel mehr Information darzustellen als mit LEDs wirtschaftlich möglich ist, kommen andere Displays, etwa Gasentladungsanzeigen, auch Plasmaanzeigen genannt, zum Einsatz.

Gasentladungen werden ja schon lange in Leuchtstofflampen zur Be-

Bild 4. Energiebänder-Diagramm für eine LED



leuchtung ausgenutzt. Für Displayzwecke integriert man nun viele kleine Gasentladungsstrecken zwischen zwei isolierenden, durchsichtigen Platten und stellt damit Ziffern und Buchstaben dar. Bild 8 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Plasmasdisplays: Zwei Glasplatten sind mit transparenten Leiterbahnen versehen, die sich rechtwinklig kreuzen. Im Gas zwischen den parallelen Glasplatten können jeweils an den Kreuzungsstellen zweier angesteuerter Leiterbahnen Gasentladungen gezündet werden. Man verwendet meist das rötliche Licht der Neon-Gasentladung für die Darstellung von Zeichen, wobei jedes Zeichen zum Beispiel aus einer 7×5 - oder 9×7 -Punktematrix gebildet wird (Bild 9). Man kann auch Leuchtstoffe verwenden und diese mit Hilfe der Gasentladung zum Leuchten anregen. Dann sind auch andere Farben möglich (Bild 10).

Auf dem Markt gibt es gleichstrombetriebene (DC) und wechselstrombetriebene (AC) Plasmasdisplays. Bild 11 zeigt Aufbau und Ansteuerprinzip eines DC-Displays: Es besteht aus einem Anzeigeteil zwischen Katoden und Frontanoden sowie einem Vorionisationsteil zwischen Katoden und rückwärtigen Anoden. Im Vorionisationsteil wird die Gasentladung ständig schrittweise von Katode zu Katode weitergeschoben und jeweils dort in den Anzeigeteil "gezogen", wo Information erscheinen soll. Von besonderer Bedeutung ist, daß die Katoden gruppenweise zusammengefaßt sind und beispielsweise über 3 Leitungen angesteuert werden. Der Schiebebetrieb der Gasentladung erfolgt durch Taktimpulse auf diese Leitungen. Da anstelle von mehreren hundert Katodenleitungen hierbei nur einige wenige Leitungen herausgeführt werden müssen, ist der Aufwand für die Ansteuerung – der sonst bei einer matrixadressierten Anzeige verhältnismäßig hoch ist – stark verringert worden.

Bei einem AC-Plasmasdisplay sind die Leiterbahnen, wie in Bild 12 gezeigt, von Isolierschichten bedeckt. Diese Isolierschichten speichern kapazitiv Ladung, so daß auch die eingeschriebene Information im Display gespeichert wird. Deshalb ist ein externer Speicher nicht erforderlich. Man benötigt hier zwar normalerweise den vollen Aufwand zum Ansteuern der Matrix, spart aber den externen Speicher. In neuerer Zeit sind auch AC-Datensichtschirme mit Schiebebetrieb

bekannt geworden. Typisch für so einen Wechselspannungs-Plasmaschirm ist ein Aufbau mit 512×512 Bildpunkten. Sogar 1024×1024 Bildpunkte wurden schon verwendet. Bild 13 zeigt ein 512×512 -Display und den Informationsinhalt den man damit darstellen kann.

Plasmaschirme gewinnen zunehmend an Bedeutung. Sie werden in der Datentechnik eingesetzt und sind hier bereits eine gewisse Konkurrenz für Kathodenstrahlröhren. Plasmaschirme findet man in den Terminals von Banken, aber auch für graphische Anzeigen und für militärische Anwendungen sind sie geeignet.

Der flache Bildschirm

Ein alter Wunschtraum ist der flache Fernseh Bildschirm, der so flach und leicht ist, daß man ihn im Idealfall wie ein Bild an die Wand hängen kann. An seiner Entstehung wird auf der Basis von Gasentladungs-, Elektrolumineszenz- und Flüssigkristallanzeigen gearbeitet. Nur mit Gasentladungsanzeigen konnten bisher farbige, bewegte Bilder an Versuchsaufbauten einiger Labors demonstriert werden. Ein Fernseh Bildschirm ist aber nicht allein wegen der Zahl der Bildpunkte und dem Kontrastumfang das Display mit den höchsten Anforderungen. Auch die dafür erforderliche Helligkeit und der nötige Wirkungsgrad für die Umsetzung elektrischer Leistung in Licht stellen für die Entwickler große Probleme dar. Man ist sich heute darüber einig, daß mit Glimmlicht an der negativen Elektrode, das üblicherweise in

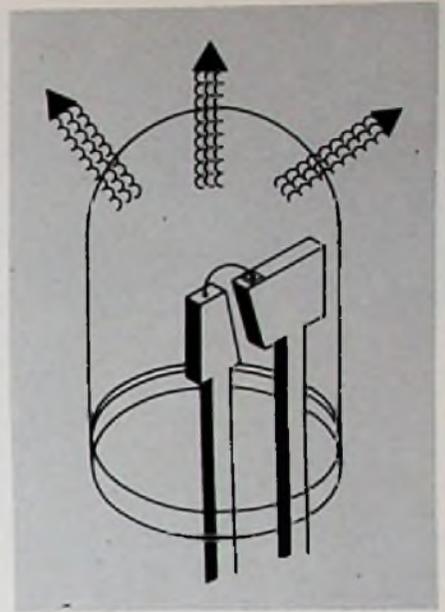
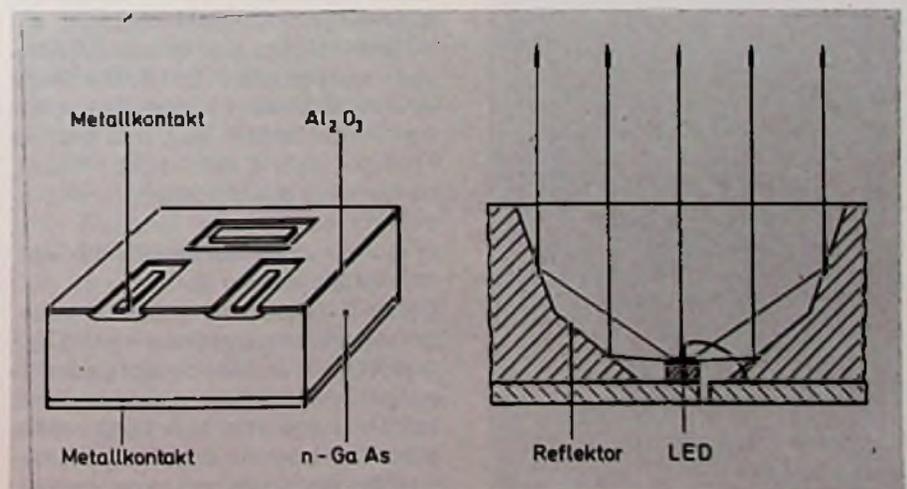


Bild 5. LED-Signallampe

alphanumerischen Plasmaanzeigen ausgenutzt wird, die für das Fernsehen erforderliche Helligkeit nicht erreicht werden kann. Die Arbeiten konzentrieren sich daher auf die positive Säule der Gasentladung. Bild 14 zeigt eine der vielen Anordnungen, die untersucht werden. Ungefähr eine Million Displayzellen, wie sie in Bild 14 dargestellt sind, müssen in einem Display integriert werden, um einen Farbfernseh Bildschirm üblicher Größe zu erhalten. Die Idee, die hinter der Verwendung der positiven Säule steckt,

Bild 6. Querschnitt durch ein monolithisches (links) und ein diskretes (rechts) LED-Display



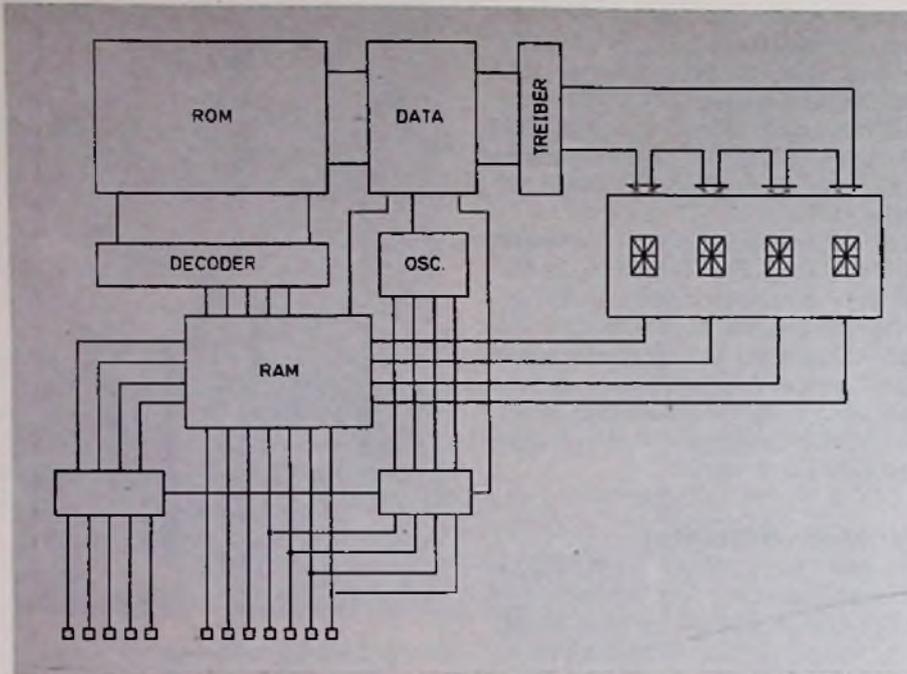


Bild 7. Schaltung eines intelligenten Displays

besteht darin, die gleiche hohe Helligkeit und einen ebenso guten Wirkungsgrad mit Displayzellen zu erreichen, wie bei den positiven Säulen in üblichen Neonlampen. Das Problem liegt jedoch darin, daß Displayzellen für Fernsehschirme Abmessungen von etwa 0,5 mm haben sollten, und daß Helligkeit und Wirkungsgrad stark von den Abmessungen abhängen. Die erforderliche Spitzenhelligkeit kann

zwar durch einen Speicherbetrieb erreicht werden; ungelöst ist aber das Problem des Wirkungsgrades.

Flüssigkristallanzeigen

Plasmaanzeigen und LED sind aktive Anzeigen, das heißt sie erzeugen selbst Licht. Das ist immer dann ein Vorteil, wenn eine Signalwirkung erwünscht ist. Wenn man aber eine Anzeige haben will, die auf den Betrachter möglichst ermüdungsfrei wirken soll oder die bedrucktem Papier möglichst ähnlich sein soll, wie das in der Textverarbeitung angestrebt wird, so ist eine passive Anzeige günstiger.

Die passive Anzeige hat den Vorteil, daß ihr Kontrast mit zunehmender Beleuchtungsstärke nicht abnimmt; sie bleicht nicht aus und ist also auch bei stark wechselnden Lichtverhältnissen sowie in direktem Sonnenlicht gut lesbar. Hinzu kommt, daß eine passive Anzeige, da sie kein Licht erzeugt, sondern nur das Umgebungslicht moduliert, sehr wenig Leistung verbraucht, was für alle batteriebetriebenen Geräte wichtig ist.

Die heute wichtigsten passiven Anzeigen sind Flüssigkristallanzeigen. Flüssige Kristalle wurden bereits Ende des vorigen Jahrhunderts entdeckt. Man hat sie lange rein forschungsmäßig behandelt oder als eine Kuriosität betrachtet. Ihre große technische Bedeu-

Bild 8. Grundsätzlicher Aufbau eines Plasmadisplays

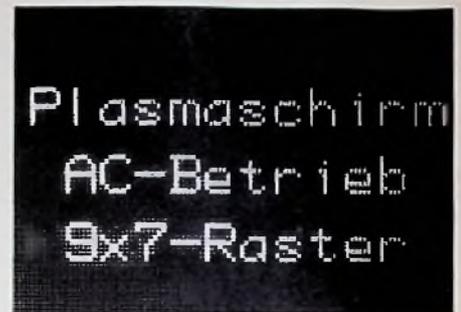
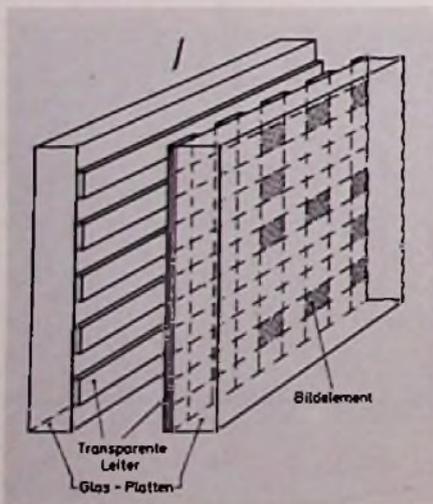


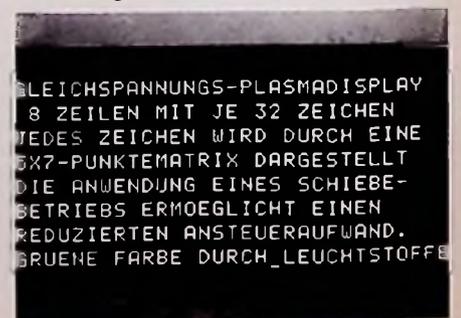
Bild 9. Vergrößerter Ausschnitt einer Plasmaanzeige

tung wurde von Fachleuten erst nach den Arbeiten von Heilmeyer bei RCA im Jahre 1968 erkannt, die auf eine Anwendung der dynamischen Streuung für Anzeigen gerichtet waren. Seitdem ist eine stürmische Entwicklung zu beobachten.

Flüssigkristalle bestehen aus langgestreckten, stäbchenförmigen Molekülen. Eine typische Molekülstruktur umfaßt zwei durch eine starre Mittelgruppe verbundene Benzolringe mit Flügelgruppen an den Außenseiten. Die Eigenschaften solcher Moleküle sind stark anisotrop, das heißt, sie hängen sehr von der Richtung ab. Auch der Molekülverband, der flüssige Kristall, zeigt diese Anisotropie, verhält sich aber rheologisch wie eine Flüssigkeit.

Flüssigkristallmoleküle haben entweder ein starkes permanentes elektrisches Dipolmoment oder eine hohe Polarisierbarkeit, die beim Anlegen eines elektrischen Feldes zu einem starken Dipolmoment führt. Mit Hilfe des angelegten elektrischen Feldes kann die Orientierung der Flüssigkristallmoleküle über die Wechselwirkung mit den Dipolen beeinflusst und damit

Bild 10. Gleichspannungs-(DC)Plasmaanzeige



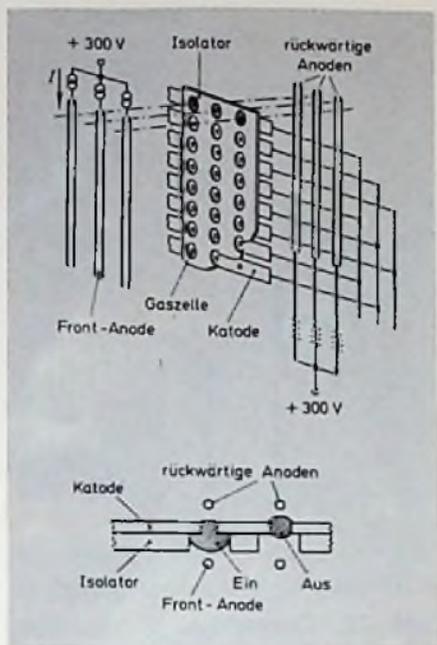
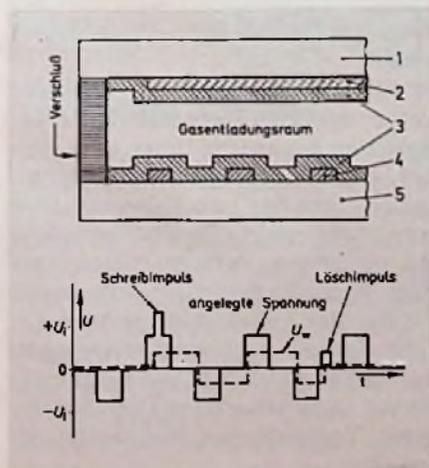


Bild 11. Grundsätzlicher Aufbau einer DC-Plasmaanzeige mit Schiebebetrieb

zwischen definierten Orientierungen umgeschaltet werden. Wegen der Brechungsindex-Anisotropie führt das zu verschiedenen optischen Zuständen, die zur Darstellung von Information ausgenutzt werden können.

Bild 12. Grundsätzlicher Aufbau einer AC-Plasmaanzeige im Querschnitt (oben) und das Ansteuerschema (unten). 1 Glasplatte, 2 x-Leiter, 3 Dielektrikum, 4 y-Leiter, 5 Glasplatte, U_w Wandspannung, U_i Zündspannung



Dynamisch streuende Zellen, die zu ihrer Funktion einen geringen Stromfluß benötigen, der eine turbulente Strömung im Flüssigkristall hervorruft, sind heute weitgehend durch Feldefektzellen abgelöst worden. Der wichtigste Vertreter ist die Schadt-Helfrich-Zelle (Twisted Nematic Cell), deren Wirkungsweise aus Bild 15 zu erkennen ist: Die parallel zu den Substraten orientierten Flüssigkristalmoleküle ändern ihre Orientierung beim Übergang von einem Substrat zum anderen kontinuierlich um 90° . Befindet sich die Zelle zwischen parallelen Polarisatoren, so erscheint die Anzeige dunkel, weil die Zelle die Polarisationsrichtung des Lichtes um 90° dreht. Ein angelegtes elektrisches Feld orientiert die Moleküle parallel zum elektrischen Feld, so daß die Drehung der Polarisationsrichtung entfällt und die Anzeige transparent ist. Die zum Betrieb einer Schadt-Helfrich-Anzeige für Armbanduhren erforderliche Leistung beträgt etwa ein Mikrowatt!

Eine Flüssigkristallzelle für Anzeigezwecke ist nun folgendermaßen aufgebaut (Bild 16): Der Flüssigkristall befindet sich als dünne Schicht – meist $10 \mu\text{m}$ dick, – zwischen zwei parallelen Glasplatten, die auf ihren Innenseiten mit transparenten Elektrodenschichten, zum Beispiel dotiertem Zinnoxid, versehen sind. In die Elektrodenschichten sind die geometrischen Strukturen, wie man sie für die Anzeige benötigt, eingätzt. Eine elektrische Spannung zum Umschalten des Flüssigkristalls wird zwischen Vorder- und Rückelektrode angelegt. Sehr wichtig ist eine einheitliche Orientierung der Flüssigkristalmoleküle, die durch eine geeignete Vorbereitung oder Beschichtung der Innenwände der Zelle erreicht wird.

Flüssigkristallanzeigen werden heute in Millionenzahlen hergestellt. Sie haben sich bei Armbanduhren durchgesetzt und bei Taschenrechnern bereits einen beträchtlichen Anteil errungen. Darüber hinaus wird gegenwärtig hauptsächlich in drei Richtungen weitergearbeitet.

Mittelgroße Anzeigen

Die Herstellung mittelgroßer Anzeigen, die größer sind als Armbanduhrenanzeigen, aber noch kleiner als Großanzeigen, eröffnet den Flüssigkristallen viele neue Anwendungsgebiete. Außer Tischuhren und Meßinstrumenten seien Verwendungsmöglichkeiten in der Meß-, Steuer- und

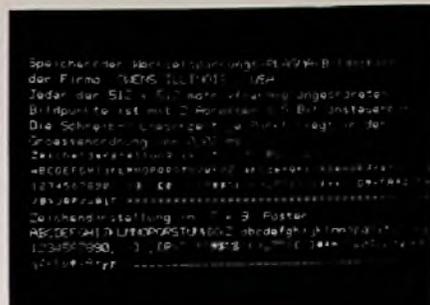
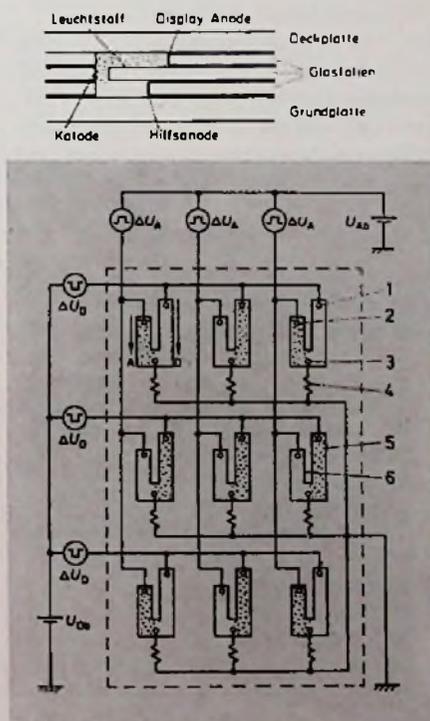


Bild 13. Wechselspannungs-(AC)-Anzeige

Regeltechnik, der Unterhaltungs- und Freizeitelektronik der Haushaltelektronik sowie in der Fernsprechtechnik genannt. Weitere Anwendungsgebiete sind im Armaturenbrett von Kraftfahrzeugen sowie die Anzeigen in Zapfsäulen. Da die Hersteller von Flüssigkristallanzeigen die Marktmöglichkeiten

Bild 14. Flacher Plasma-Bildschirm mit positiver Säule. Querschnitt durch eine Zelle (oben) sowie schematische Anordnung und Betrieb der Zellen (unten). 1 Display-Anode, 2 Hilfsanode, 3 Katode, 4 Widerstand, 5 Display-Gasentladungsraum, 6 Hilfs-Gasentladungsraum



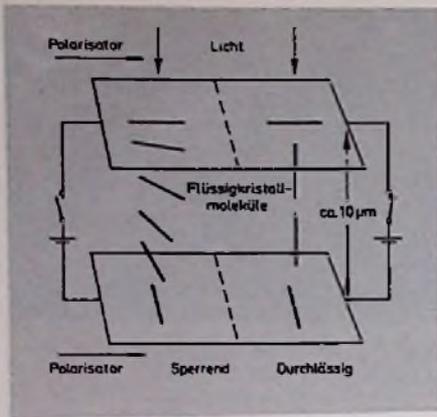


Bild 15. Grundsätzlicher Aufbau einer Schadt-Helfrichzelle

sehen, welche mittelgroße Anzeigen bieten, bilden diese einen Schwerpunkt der zur Zeit laufenden Arbeiten.

Komplexe Anzeigen

Bei Armbanduhrendisplays handelt es sich um verhältnismäßig einfache Anzeigen mit wenigen Ziffern, die unmittelbar angesteuert werden; das heißt, jedes Segment der 7-Segment-Anzeige hat eine eigene Zuleitung und einen eigenen Treiber. Eine wichtige Entwicklung geht zu komplexeren Anzeigen mit mehr Informationsinhalt, die dann aber aus Wirtschaftlichkeitsgründen nicht mehr direkt angesteuert werden können, weil sonst der Ansteuerungsaufwand zu groß würde. Hierfür muß man eine Matrixansteuerung im Multiplexbetrieb einsetzen. Das Verbindungsschema von 7-Segment-Anzeigen für einen 7-Schritt-Multiplexbetrieb zeigt Bild 17. In diesem Fall werden die sieben Segmentzeilen nacheinander angesteuert und

jeweils alle Rückelektroden. Bedingt durch elektrooptische Eigenschaften der Flüssigkristalle ist ein 7-Schritt-Multiplexbetrieb von Schadt-Helfrich-Flüssigkristallen nicht ohne weiteres möglich. Handelsübliche Anzeigen arbeiten daher beispielsweise mit 3 Multiplexschritten. Dabei werden auch die Rückelektroden unterteilt, und das Verbindungsschema der Segmente ist komplizierter als im Bild 17. Die Tendenz geht aber zu 7 Schritten, wobei man mit 7 x 5-Matrixanordnungen nicht nur Zahlen, sondern auch Buchstaben in Form einer Datenzeile darstellen kann. Für solche Datenzeilen gibt es viele Anwendungen, etwa bei der Datenausgabe von Mikroprozessoren.

Daß man Flüssigkristallanzeigen in Zukunft unter bestimmten Bedingungen auch mit wesentlich höheren Multiplexarten als 7:1 betreiben kann, zeigt das Labormodell eines Datensichtschirms mit 16 000 Bildpunkten, die zeilensequentiell angesteuert werden. Schwarz erscheinende Bildpunkte befinden sich in der Phase des nematischen Zustandes (Flüssigkristallmoleküle parallel), der transparent ist, aber durch geeignete Beleuchtung über eine Jalousiefolie dunkel erscheint. Der weiße Hintergrund wird durch die sogenannte fokalkonische Flüssigkristallphase gebildet (Flüssigkeitsmoleküle schraubenförmig angeordnet), die lichtstreuend ist. Beide Zustände – der nematische und der fokalkonische – können in einem bestimmten Feldstärkebereich eines elektrischen Haltefeldes nebeneinander existieren (Bistabilitätseffekt). Ihr Vorhandensein hängt dann vom jeweils zuvor eingenommenen Zustand ab.

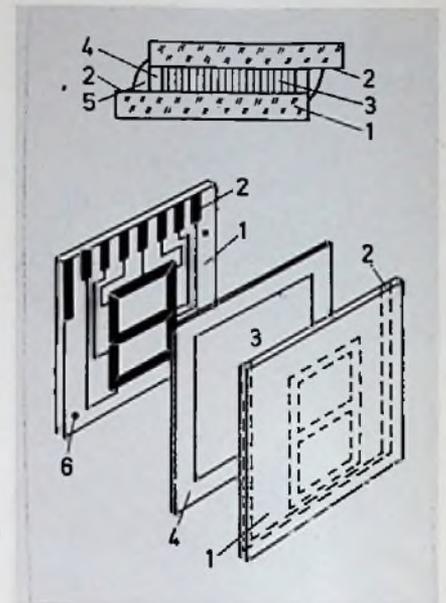


Bild 16. Querschnitt durch eine Flüssigkristallzelle (oben) und ihr Aufbau (unten). 1 Glasplatte, 2 Elektrodenschicht, 3 Flüssigkristall, 4 Abstandsrahmen, 5 Verschluss, 6 Füllöffnung

Neue Farbstoffe

Obwohl bereits durchaus akzeptabel, wird das optische Erscheinungsbild von Flüssigkristallanzeigen ständig weiter verbessert. In diesem Zusammenhang sind – mehr in die Zukunft gerichtet – fluoreszenzaktivierte Anzeigen und dichroitische Farbstoffe zu nennen.

Bei fluoreszenzaktivierten Anzeigen wird eine Kunststoff-Lichtsammelplatte in Kombination mit einer Flüssigkristallanzeige benutzt. Das gesammelte Licht erzeugt Fluoreszenzlicht, das nur an den Segmenten der Anzeige ausgekoppelt wird, so daß man helle Zeichen auf dunklem Grund erhält.

Im Fall der dichroitischen Farbstoffe werden spezielle Farbstoffe dem Flüssigkristall zugesetzt. Unter dem Einfluß eines angelegten elektrischen Feldes "schalten" die Flüssigkristalle um und nehmen die Farbstoffmoleküle mit, so daß eine Farbumschaltung erfolgt. Anzeigen dieser Art sind – nach Lösung der Lebensdauerprobleme – auch deshalb besonders interessant, weil sie keine Polarisatoren benötigen, die viel Licht absorbieren und bei höheren Temperaturen feuchtempfindlich sind.

Tabelle 1 Display-Eigenschaften

Eigenschaft	LED	Plasma	LCD
Betriebsspannung:	2 V	250 V	3 V
Leistungsverbrauch für eine 12 mm hohe Ziffer:	140 mW	50 mW	0,005 mW
Betriebstemperatur:	-55 °C bis +85°C	0 °C bis +60 °C	-15 °C bis +60 °C
Schaltzeit:	100 ns	10 µs bis 20 µs	100 ms
Multiplexbetrieb:	sehr gut	sehr gut	möglich
Kontrast:	abhängig von der Beleuchtung		
Informationsinhalt:	niedrig	niedrig bis hoch	niedrig bis mittel
Fläche:	klein bis mittel	klein bis groß	klein bis groß

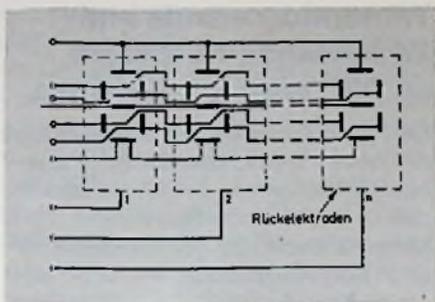


Bild 17. Verbindungsschema von 7-Segment-Anzeigen für 7-Schritt-Multiplexbetrieb

Vergleich der Displayeigenschaften

Aus dem vorangehenden kann geschlossen werden, daß es die ideale Anzeige, die für alle Zwecke gleich gut ist, nicht gibt. Je nach den gegebenen Anforderungen ist die eine oder andere besser geeignet.

In Tabelle 1 sind einige wichtige Eigenschaften von LED- und Plasmadisplays sowie von Flüssigkristallanzeigen zusammengestellt, so daß es möglich ist, Vergleiche anzustellen und Vor- und Nachteile der verschiedenen Anzeigarten für praktische Anwendungsfälle gegeneinander abzuwägen. Offensichtlich ist, daß LED-Displays gut geeignet sind, wenn die Anzeige nicht zu groß ist und wenig Information dargestellt werden muß. Dagegen können Plasmadisplays auch für Computer-Terminals mit hohem Informationsinhalt verwendet werden. Die hervorragenden Eigenschaften von Flüssigkristallanzeigen sind der extrem niedrige Leistungsbedarf, die weitgehende Unabhängigkeit des Kontrastes von der Umgebungshelligkeit und die freie Gestaltbarkeit der Anzeigefläche in integrierter Form.

Zukünftige Anzeigen

LED-, Plasma- und Flüssigkristallanzeigen haben einen Stand erreicht, der es erlaubt, viele Anforderungen zu erfüllen. Ihre Möglichkeiten sind jedoch noch keineswegs ausgeschöpft, und intensive Entwicklungsarbeiten werden zur Zeit durchgeführt. Das wird zweifellos zu weiteren Verbesserungen der Produkte und zu erweiterten Anwendungsgebieten führen. Darüber hinaus wird weltweit in der Industrie und in Forschungsinstituten an

der Entwicklung völlig neuer Displays gearbeitet. Dabei werden die verschiedenartigsten physikalischen Effekte ausgenutzt. Tabelle 2 gibt hier einen Überblick. Der Stand der Arbeiten ist aber noch nicht so weit gediehen, daß die aufgeführten Displays schon in nennenswerten Stückzahlen auf dem Markt erhältlich wären. Am weitesten fortgeschritten und am bedeutendsten sind Elektrochrome und Elektrolumineszenzanzeigen. Diese sollen nachfolgend kurz beschrieben werden.

Elektrochrome Displays

Elektrochrome Displays (Bild 18) sind passive Anzeigen, die in Materialien, wie aufgedampftem Wolframoxid, beim Durchgang von elektrischem Strom eine Veränderung vom transparenten Zustand in einen tiefblauen Zustand zur Darstellung von Information ausnutzen. Die blaue Farbe bleibt nach Abschalten des Stromes erhalten – die Anzeige kann Information speichern! Durch Umpolen der Stromrichtung kann der transparente Zustand wiederhergestellt werden. Die dünne WO₃-Schicht muß in Kontakt mit einem Elektrolyten sein, und die Änderung der Lichtabsorption wird durch

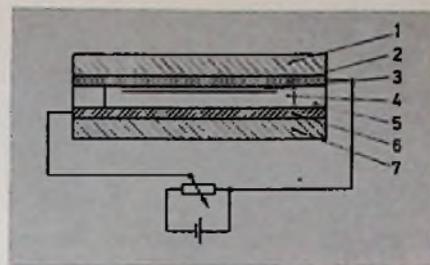


Bild 18. Grundsätzlicher Aufbau eines elektrochromen Displays. 1 transparentes Substrat, 2 transparente Elektrodenschicht, 3 elektrochemische Schicht (WO₃), 4 Elektrolyt, 5 Verschuß, 6 Grundelektrode, 7 Grundsubstrat

die Bildung von Wasserstoffbronze entsprechend der Reaktion $nH^+ + WO_3 + e^- \rightarrow H_nWO_3$ bewirkt, wobei H⁺ aus dem Elektrolyten kommt und e⁻ aus der Elektrode. Versuche, den flüssigen Elektrolyten durch einen festen zu ersetzen, um eine passive elektrochrome Anzeige in reiner Festkörpertechnologie herzustellen, was viele Vorteile hätte, sind noch nicht befriedigend verlaufen.

Tabelle 2. Mögliche zukünftige Displays

Display	Wirkungsweise
Elektrochrom Flüssig:	zum Beispiel Viologen
Fest:	zum Beispiel Färbung einer WO ₃ -Schicht durch Ladungstransport
Elektrolumineszenz:	Licht-Emission unter dem Einfluß eines elektrischen Feldes
Elektrophoretisch:	Bewegung geladener Teilchen in einem elektrischen Feld
Magneteilchen:	Ausrichtung magnetischer Dipole im magnetischen Feld
Kolloid-Suspension oder Gyricon:	Ausrichtung elektrischer Dipole im elektrischen Feld
Ferroelektrisch:	Elektro-Optische Effekte in PLZT (Bleilanthan-Zirkonat-Titanat)
Elektret:	Bewegung eines Elektrets im elektrischen Feld
Piezoelektrisch:	Piezoelektrisches Verbiegen metallisierter Kunststoff-Folien
Bubble:	Sichtbarmachen von Bubbles durch den Faraday-Effekt
Elektro-Chemolumineszenz:	Lichtemission durch elektrochemische Prozesse

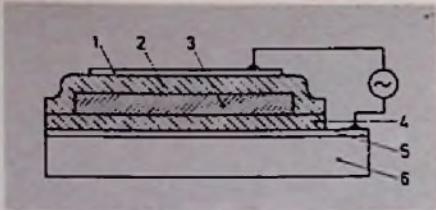


Bild 19. Grundsätzlicher Aufbau eines (AC)-Elektrolumineszenz-Displays. 1 Al, 2 Y_2O_3 , 3 ZnS:Mn, 4 Y_2O_3 , 5 SnO_2 , 6 Glas

Das Interesse an elektrochromen Anzeigen ist sehr groß, weil sie ein gutes Erscheinungsbild bieten (hoher Kontrast, weiter Winkelbereich zum Ablesen), nur etwa 2 V Betriebsspannung benötigen und Information speichern können. Das Lebensdauerproblem ist allerdings auch noch nicht gelöst.

Elektrolumineszenz-Displays

Elektrolumineszenz-Displays (Bild 19) sind aktive Festkörperanzeigen. Licht wird unter dem Einfluß eines elektrischen Feldes, zum Beispiel von einer mit Mangan dotierten Zinksulfidschicht, emittiert. Man versuchte, den schon 1936 von Destriau entdeckten Effekt in den 50er Jahren für Beleuchtungszwecke und in den 60er Jahren für Displayzwecke auszunutzen. Die Arbeiten waren mehr oder weniger erfolglos, weil nur mangelhafte Helligkeit und Lebensdauer erzielt werden konnten.

Ein Durchbruch gelang 1974 mit aufgedampften ZnS-Schichten zwischen Isolierschichten, ebenfalls in Aufdampftechnik und Wechselspannungsbetrieb (AC). Hohe Helligkeit und lange Lebensdauer wurden erzielt. Datensichtschirme mit AC-Elektrolumineszenz sind als Produkte angekündigt; Versuche mit kleinen Fernsehschirmen werden auch schon durchgeführt.

Die guten Daten wurden bisher allerdings nur mit mangandotierten ZnS-Schichten erreicht, die eine orangefarbene Farbe emittieren. Andere Farben können zwar mit anderen Materialien auch erzeugt werden, jedoch bei geringer Helligkeit und bei schlechtem Wirkungsgrad. Hier steht ein Durchbruch noch aus. Aber auch an den mehr konventionellen Elektrolumineszenzanzeigen, welche eine aktive

Schicht aus pulverförmigem Material benutzen, wird intensiv weitergearbeitet.

Ausblick

Die Vorteile und der Stand der Technik von LED-, Plasma- und Flüssigkristallanzeigen gewähren eine Ausweitung ihrer Anwendung in der Zukunft. Sie werden mechanische Lösungen aus optischen und Zuverlässigkeitsgründen verdrängen. Die Ähnlichkeit von Flüssigkristallanzeigen mit bedrucktem Papier spielt eine besondere Rolle. Welche der Anzeigen, die sich noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium befinden, praktische Bedeutung erlangen wird, hängt von der Lösung noch offener Probleme ab.

Nähere Informationen über LED-, Plasma- und Flüssigkristallanzeigen sind zu erhalten bei den Siemens Landesgesellschaften im Ausland und den Zweigniederlassungen in der Bundesrepublik.

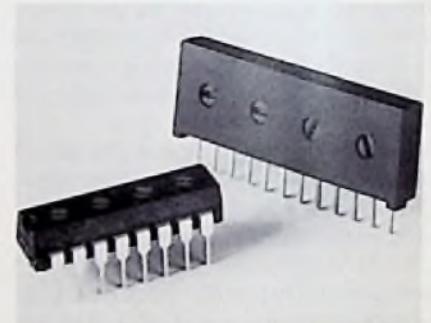
Neue Bauelemente

BU 208 und BU 208 A jetzt mit Ionen-Implantation

Die bekannten npn-Schalttransistoren BU 208 und BU 208 A von RCA (Vertrieb: Alfred Neye Enatechnik GmbH, 2085 Quickborn-Hamburg) werden jetzt unter Anwendung der Ionen-Implantation hergestellt. Damit werden sie den hohen Anforderungen bei der Einhaltung der elektrischen Parameter besser gerecht. Um eine möglichst gleichmäßige Stromverteilung sicherzustellen, wird ein 3facher Metallisierungsprozeß mit Aluminium, Titan und Nickel angewendet. Gute Langzeitkonstanz der elektrischen Eigenschaften erreicht man mit einer Hartglaspassivierung. Die Transistoren haben nach wie vor ein TO-3-Gehäuse, das nach der Jedec-Norm aber TO-204 MA heißt. Vorteilhaft sind kurze Schaltzeiten, eine niedrige Sättigungsspannung, geringe thermische Widerstände und ein großer sicherer Arbeitsbereich (safe operating area). Die Transistoren eignen sich besonders für Horizontal-Ablenkstufen in Schwarz-Weiß- und Farbfernsehempfängern.

Trimmwiderstände und Widerstands-Netzwerke im DIL- oder SIL-Gehäuse

Die Firma Preh stellt auf der Grundlage der neuen Dickschichttechnik „Polypyron“ ein Programm von Trimmwiderständen, Widerstands-Netzwerken und Kombinationen aus Trimmwiderständen und Festwiderständen im DIL- oder SIL-Kunststoffgehäuse her. Das Programm umfaßt folgende Ausführungen: Bei den Trimmwiderständen 1, 2 oder 4 Stück im 4-, 8- oder 16poligen DIL-Gehäuse. Widerstands-Netzwerke sind im 4-, 8-, 14- oder 16-Pin-DIL-Gehäuse und im 6-, 8-, 12-, 14-, 16-, 20- oder 24-Pin-SIL-Gehäuse zu haben. Die Kombinationen aus Trimmwiderständen und Festwiderständen gibt es mit 1, 2 und 3 Trimmwiderständen sowie maximal 6 Festwi-



Trimmwiderstände und Widerstands-Netzwerke im DIL- oder SIL-Gehäuse (Preh)

derständen. Lieferbar sind sie im 8- oder 16poligen DIL-Gehäuse und im 6- oder 12poligen SIL-Gehäuse. Technische Daten: Widerstandsbereich 47Ω bis $1 M\Omega$. Widerstandstoleranz bei den Festwiderständen $\pm 20\%$ (andere Toleranzen auf Anfrage), bei den Trimmwiderständen $\pm 20\%$ ($\pm 10\%$ auf Anfrage). Grenztemperaturbereich $-55^\circ C$ bis $125^\circ C$. Die Belastbarkeit ist für einen einzelnen Trimmwiderstand $0,05 W$, für einen Festwiderstand ebenfalls $0,05 W$, und abhängig von der Zahl der Widerstände in einem Gehäuse.

Hochleistungs-Schalttransistoren

Die 48-V-Serie von SGS-Ates besteht aus den Transistoren: 2 N 5038/39 (20 A), 2 N 5671/72 (30 A), 2 N 6033 (40 A), und 2 N 6032 (50 A). Die Kollektor-Emitter-Sättigungsspannung ist für den 2 N

6033 maximal 1 V (bei 40 A), für den 2 N 6032 maximal 1,3 V (bei 50 A). Die Speicherzeit ist kleiner als 500 ns. Einen maximalen Kollektorstrom von 10 A hat die 250-V-Serie mit den Transistoren BUW 34/35 (400 V) und BUW 36 (450 V). Bei einem Strom von 8 A ist die Anstiegszeit 400 ns und die Fallzeit 350 ns. Für die Sättigungsspannung wird ein Wert von 1,5 V angegeben ($I_c = 8$ A). Diese Hochvolt-Leistungstransistoren werden mit der Multiepitaxial-Mesa-Technologie hergestellt, einem Verfahren, das gegenüber der Dreifachdiffusion kostengünstiger ist. Die Transistoren haben ein TO-3-Gehäuse und sind für Schaltnetzteile, Konverter und Inverter vorgesehen.

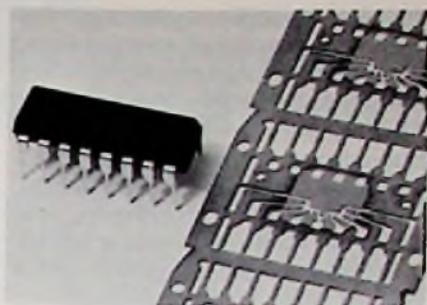
Quasianaloge Anzeige

Die amerikanische Firma DCC (Vertrieb: Ginsbury Electronic, 8012 Ottobrunn) fertigt hybrid aufgebaute LED-Zeilen mit 50 oder 100 Elementen als 50 mm lange, steckbare Einheiten. Die LED-Chips sind mit Abständen von 0,5 mm oder 1 mm auf einem DIL-Keramiktträger (50 mm x 13 mm) montiert und mit einer kontrasterhöhenden Kunststoffscheibe abgedeckt. Anzeigen mit rot-, grün- und gelbleuch-

tenden GaP-LEDs und Infrarotstrahler (GaAs) stehen zur Verfügung. Mit nur 20 Anschlüssen ist auch die Multiplexansteuerung der Zeilen möglich. Je eine Zehnergruppe (z.B. LED 1 ... 10) hat einen gemeinsamen Kathodenanschluß, und alle LEDs auf gleichlautende Einerstellen (z.B. 1, 11, 21 ...) haben einen gemeinsamen Anodenschluß. Diese „Verdrahtung“ ist durch gedruckte Leiterbahnen auf dem Keramiktträger ausgeführt.

Hohe Verlustleistung mit einem Standard DIL-Gehäuse

Für den 5-W-NF-Verstärker TDA 1905 und das Darlington-Array L 702 hat SGS-Ates erstmals ein DIL-Gehäuse mit einem thermischen Widerstand von weniger als 35 kW verwendet. Äußerlich kann man es nicht von üblichen 16poligen DIL-Gehäusen unterscheiden, doch reichen bereits 6 cm² Kupferfläche einer Platine aus, um eine Verlustleistung von 3 W abzuführen. Ermöglicht wird das durch einen 0,4 mm dicken Kupferrahmen, der die acht Anschlüsse einer Reihe verbindet und so für eine günstige Wär-



DIL-Gehäuse mit Kupferrahmen zum Abführen hoher Verlustleistungen (SGS-Ates)

meabfuhr sorgt. Diese Anschlüsse fallen für die elektrischen Verbindungen weg, die über die restlichen acht Anschlüsse erfolgen müssen. Für höhere Verlustleistungen ist ein kammförmiger Kühlkörper in die vorhandenen acht Bohrlöcher einzusetzen und gemeinsam mit den IC-Anschlüssen zu verlöten. Das Gehäuse bringt Vorteile beim Erstellen des Layouts einer Platine, da alle Verbindungen auf einer Seite herausgeführt sind und der Kühlkörper einfach auf das Gerätechassis zu montieren ist.

ANZEIGENSCHLUSS

für die **FUNK-TECHNIK Nr. 4**

vom **April 1979**

ist am **26. 3. 1979**

FUNK-TECHNIK, Anzeigenabteilung
Postfach 20 19 20, 8000 München 2
Telefon (089) 18 60 51, FS: 5 216 075



ZDF

Wir suchen für den Bereich Außenübertragungsbetrieb einen jüngeren

Musikhochschule-Absolventen (Ing. grad.) als Toningenieur

Zu den Aufgaben gehört das selbständige und verantwortliche Bedienen der Tonmischpulte bei Live-Sendungen und Sendungen mit Live-Teilen, bei schwierigen Mischungen oder schwierigen Produktionen; ggf. Überwachen zugeteilter Mitarbeiter.

Vorausgesetzt wird die abgeschlossene Ausbildung an einer Musikhochschule, Fachhochschule für Toningenieur, Konservatorium o. ä. Der Besitz eines Führerscheins der Klasse 3 (ohne Einschränkungen) ist erforderlich. Der Einsatz erfolgt überwiegend im Außendienst und ist mit längeren Dienstreisen verbunden. Wir bieten leistungsgerechte Bezahlung, Urlaubs- und Weihnachtsgeld, eine günstige Urlaubsregelung sowie sonstige Sozialleistungen.

Bewerbungen mit Zeugniskopien und kurzem, handgeschriebenem Lebenslauf richten Sie bitte an die

Personalabteilung des ZDF, Postfach 40 40, 6500 Mainz.

Luminanz-Verzögerungsleitung. Gegenüber den bisherigen Leitungen haben die kurzen Verzögerungsleitungen von Valvo folgende Vorteile: Bandbreite rd. 8 MHz, kleinere Welligkeit des Dämpfungsverlaufes, längere Nominal-Verzögerungszeit, niedrigere Gruppenlaufzeit. Eine Ausführung mit Abschirmung kann auch in der Nähe magnetischer Störfelder betrieben werden; der Einfluß solcher Felder ist dabei um 40 dB geringer.

LEDs mit Montageclips. Für die rechteckigen roten, grünen und gelben LEDs der Serie MV5x124 bietet die Firma Monsanto (Vertrieb: Alfred Neye Enatechnik GmbH, 2085 Quickborn-Hamburg) nunmehr schwarze Montageclips unter der Bezeichnung MP 65 an. Diese Clips erhöhen den Kontrast und vereinfachen die Montage; sie sind allerdings nur mit Leuchtdioden lieferbar.

Chrominanz-Verzögerungsleitung. Die Verzögerungsleitung DL 700 der Firma Valvo ist kleiner als die Ausführung DL 50 und kann dieses Modell ohne weitere Maßnahmen ersetzen.

Halleffekt-Schaltung. Am Ausgang des Bausteins SAS 231 von Siemens erhält man eine zur einwirkenden magnetischen Induktion proportionale Spannung. Mit einer Widerstandsbeschaltung kann neben dem Nullpunktgleich auch die Steigung der Ausgangskennlinie festge-

legt werden. Die Mikropack-Bauform ist so flach, daß der IC schon für den Betrieb in Luftspaltbreiten ab 0,5 mm geeignet ist. **NPN-Transistor** Den bereits bekannten Transistor BU 125 gibt es jetzt bei SGS-Ates unter der Bezeichnung BU 325 auch im SOT-32-Plastikgehäuse. Besondere technische Eigenschaften sind der lineare Verlauf der Stromverstärkung zwischen 50 mA und 1,5 A sowie die sehr geringe Sättigungsspannung von 0,1 V bei 500 mA. Der BU 325 eignet sich somit gleichermaßen für Linear- und Schalter-Anwendungen.

Transistor-Arrays. Drei Differenz-Npn-Pärchen sind im Baustein ULN 2047 A der Sprague GmbH, Frankfurt/Main. Der Chip hat ein 16poliges DIL-Gehäuse und ist für Schalter-Anwendung bestimmt. Ein 16poliges DIP-Gehäuse hat der Baustein ULN 2083 A, dessen fünf unabhängige Npn-Transistoren vielseitig verwendbar sind.

Transistor-Array. Der L 702 von SGS-Ates ist ein 4fach Darlington-Array und in zwei Gehäusevarianten verfügbar; dem FIN-DIP-Gehäuse und einem neu entwickelten 16poligen DIL-Gehäuse für hohe Verlustleistung. Wichtige Daten: $U_{CE0} = 70 V, I_C = 1,5 A, U_{CEsat} = 1,4 V (I_C = 1,25 A) h_{FE} = 800$.

Quarzoszillator im DIL-Gehäuse. Den integrierten Quarzoszillator QO 53 von

Siemens gibt es für Frequenzen zwischen 600 kHz und 25 MHz. Das „Ziehen“ auf Sollfrequenz ist mit einem zusätzlichen Trimmkondensator möglich. Wegen seiner Bauform ist der Quarzoszillator auch für die automatische Leiterplattenbestückung geeignet.

Monitorröhren. Für Video-Displays, alphanumerische Displays und Graphic-Displays eignen sich die Monitorröhren M 24-300, M 31-300, M 31-330 und M 38-300 der Firma Valvo. Die Schirmdiagonalen sind 24 cm, 31 cm und 38 cm. Der Ablenkwinkel ist bei der 24-cm-Röhre 90° und bei der 38-cm-Röhre 110°; die 31-cm-Röhre gibt es für beide Winkel. Alle Röhren sind mit den Leuchtfarben weiß oder grün lieferbar. Außerdem stehen für die Röhren passende Ablenkpakete zur Verfügung.

NPN-Leistungstransistoren. Kollektor-Spitzenströme von 10 A, 16 A und 30 A kennzeichnen die Hochspannungsschalttransistoren 2 N 6542, 2 N 6544 und 2 N 6546 von RCA (Vertrieb: Alfred Neye, Enatechnik GmbH, 2085 Quickborn-Hamburg). Die Werte für den Kollektor-Dauerstrom liegen zwischen 5 A und 15 A. Bei gesperrter Emitterdiode ist die zulässige Kollektor-Emitter-Sperrspannung 650 V. Zahlreiche Parameter sind nicht nur bei 25°C, sondern auch bei 100°C Gehäusestemperatur definiert.

**FUNK
TECHNIK**

Fachzeitschrift für die gesamte Unterhaltungselektronik

Erscheinungsweise: Monatlich

Vereinigt mit „Rundfunk-Fernseh-Großhandel“

Verlag und Herausgeber

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

Verlagsanschriften:

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

Gesellschafter:

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

Verlagsleitung:

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

Koordination:

Fritz Winzinger

Verlagskonten:

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

Redaktion

Chefredakteur: Dipl.-Ing. Wolfgang Sandweg

Redakteure:

Josef Barfuß, Curt Rint, Margot Sandweg, Ing. (grad.) Stephan Schall

Redaktion Funk-Technik

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

Wirtschaftsredaktion Funk-Technik

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

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

Anzeigen

Anzeigenleiter: Walter Sauerbrey

Hüthig & Pflaum Verlag Anzeigenabteilung „Funk-Technik“
Postfach 20 19 20
8000 München 2
Telefon (0 89) 18 60 51
Telex 5 216 075 pfla

Paketanschrift: Lazarettstraße 4
8000 München 19

Gültige Anzeigenpreislste Nr. 11b vom 1. 9. 1977



Vertrieb

Vertriebsleiter: Peter Bornscheuer

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

Bezugspreis: Einzelheft DM 7,- ab Verlag inklusive Mehrwertsteuer zuzüglich Port. Jahresabonnement Inland DM 80,- + DM 12,- Versandkosten. Jahresabonnement Ausland DM 80,- + DM 22,80 Versandkosten.

Kündigungen sind jeweils 2 Monate vor Ende des Bezugsjahres möglich und dem Verlag schriftlich mitzuteilen. Die Abonnementsgelder werden jährlich im voraus in Rechnung gestellt, wobei bei Teilnahme am Lastschriftabbuchungsverfahren über die Postscheckkammer und Bankinstitute eine vierteljährliche Abbuchung möglich ist.

Bei unverschuldetem Nichterscheinen keine Nachlieferung oder Erstattung.

Druck

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

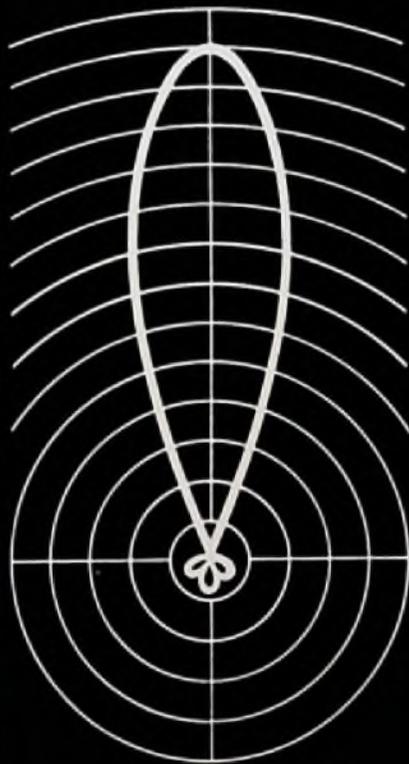
Für besseren Stereo-Empfang eine Richtantenne von Hirschmann.

Guter Stereo-Empfang erfordert eine zehnfach höhere Antennenspannung als Mono-Empfang. Das heißt: Mit einer Normalantenne können in der Regel nur starke Ortsender einwandfrei in Stereo empfangen werden. Für perfekten Stereo-Empfang auch weiter entfernter Sender ist deshalb eine Richtantenne erforderlich. Die optimalste Lösung ist die Richtantenne mit Rotor. Dabei wird die Antenne vom Wohnzimmer aus ferngesteuert auf den jeweils gewünschten Sender ausgerichtet bzw. gedreht.

Unser Programm:

UKW-Richtantennen, Antennenrotoren, UKW-Zimmerantennen, UKW-Gemeinschaftsantennen und UKW-Aufbereitungsanlagen für größere Mehrfamilienhäuser und Hochhäuser.

Bei schwierigen Empfangsverhältnissen sollte man sich auf Hirschmann Qualitätsantennen verlassen und auf den Rat des Fachhändlers.



Empfangsdiagramm einer Richtantenne

Unsere Alternative heißt Qualität



Hirschmann

Richard Hirschmann
Radiotechnisches Werk
Richard-Hirschmann-Str. 19
D-7300 Esslingen/Neckar

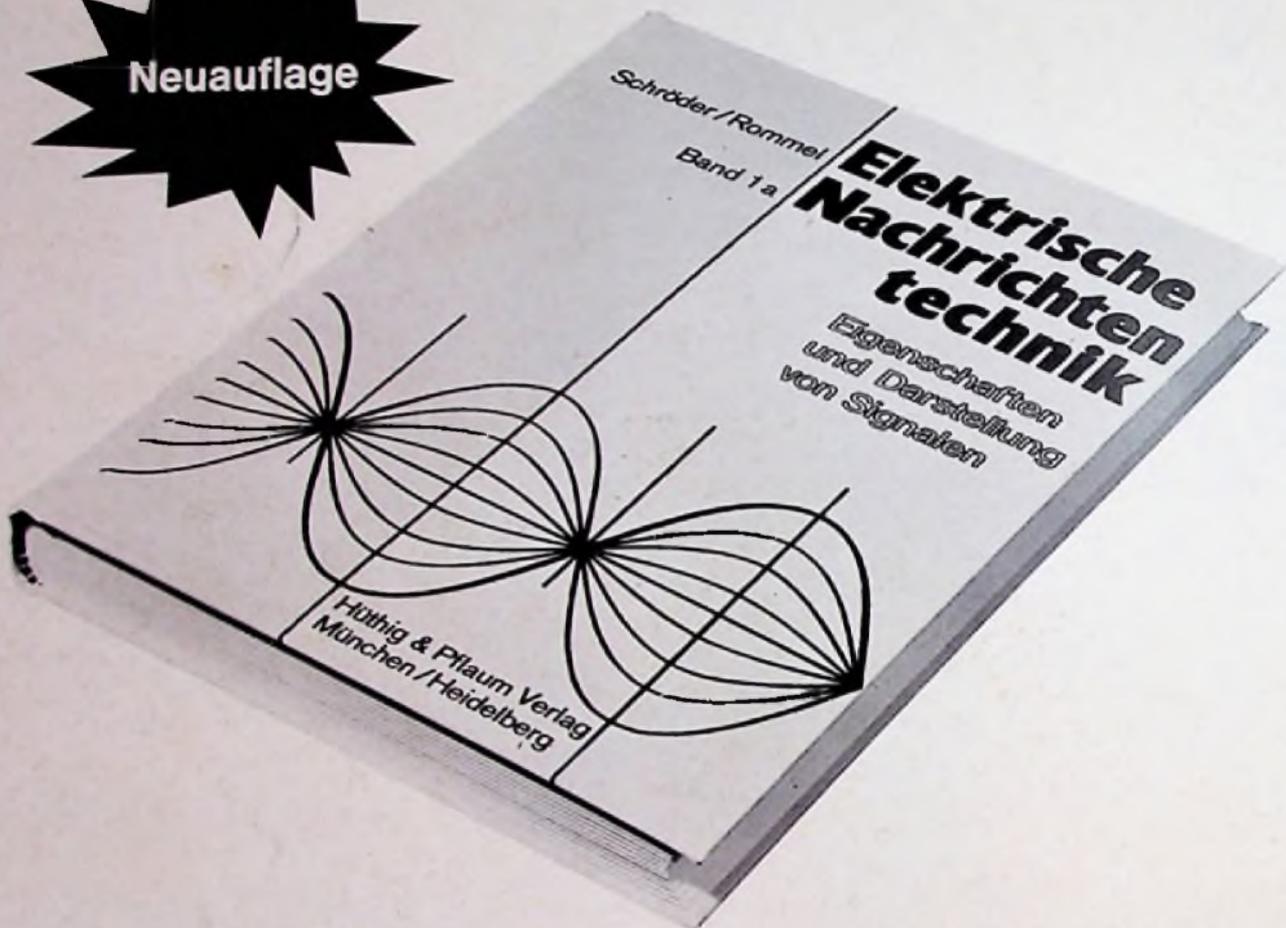
Coupon für die 12-seitige Broschüre »Für besseren Empfang in Stereo und Mono – das große Rundfunkantennen-Programm von Hirschmann«



11.79.50/1

Beim Studium und in der Praxis tausendfach bewährt

Neuaufgabe



Dr.-Ing. Heinrich Schröder
Dr.-Ing. Gunther Rommel

Elektrische Nachrichtentechnik

Band 1a: Eigenschaften und Darstellung von Signalen

1978, 10., völlig neu bearbeitete Auflage, 416 Seiten,
179 Abbildungen und Tabellen, gebunden, DM 59,80
ISBN 3-8101-0045-5

Dr.-Ing. Heinrich Schröder

**Band 2: Röhren und Transistoren mit ihren Anwendungen
bei der Verstärkung, Gleichrichtung und Erzeugung von
Sinusschwingungen**

1976, 603 Seiten, 411 Abbildungen, 14 Tabellen, 48 Re-
chenbeispiele, 60 Aufgaben, Ganzleinen, DM 56,-
ISBN 3-8101-0016-1

Dr.-Ing. Heinrich Schröder
Dipl.-Ing. Gerhard Feldmann
Dr.-Ing. Günther Rommel

**Band 3: Grundlagen der Impulstechnik und ihre Anwen-
dung beim Fernsehen**

1976, 764 Seiten, 549 Abbildungen, 59 Rechenbeispiele, 22
Aufgaben, Ganzleinen, DM 56,-
ISBN 3-8101-0017-X

Bestellcoupon:

- Elektrische Nachrichtentechnik Bd. 1a, DM 59,80
— Elektrische Nachrichtentechnik Bd. 2, DM 56,-
— Elektrische Nachrichtentechnik Bd. 3, DM 56,-

Vor- und Zuname

Straße

Plz/Ort

Datum

Unterschrift

Hüthig & Pflaum Verlag, München/Heidelberg
Lazarettstr. 4, 8000 München 19. Tel.: 089/186051

Hüthig & Pflaum Verlag