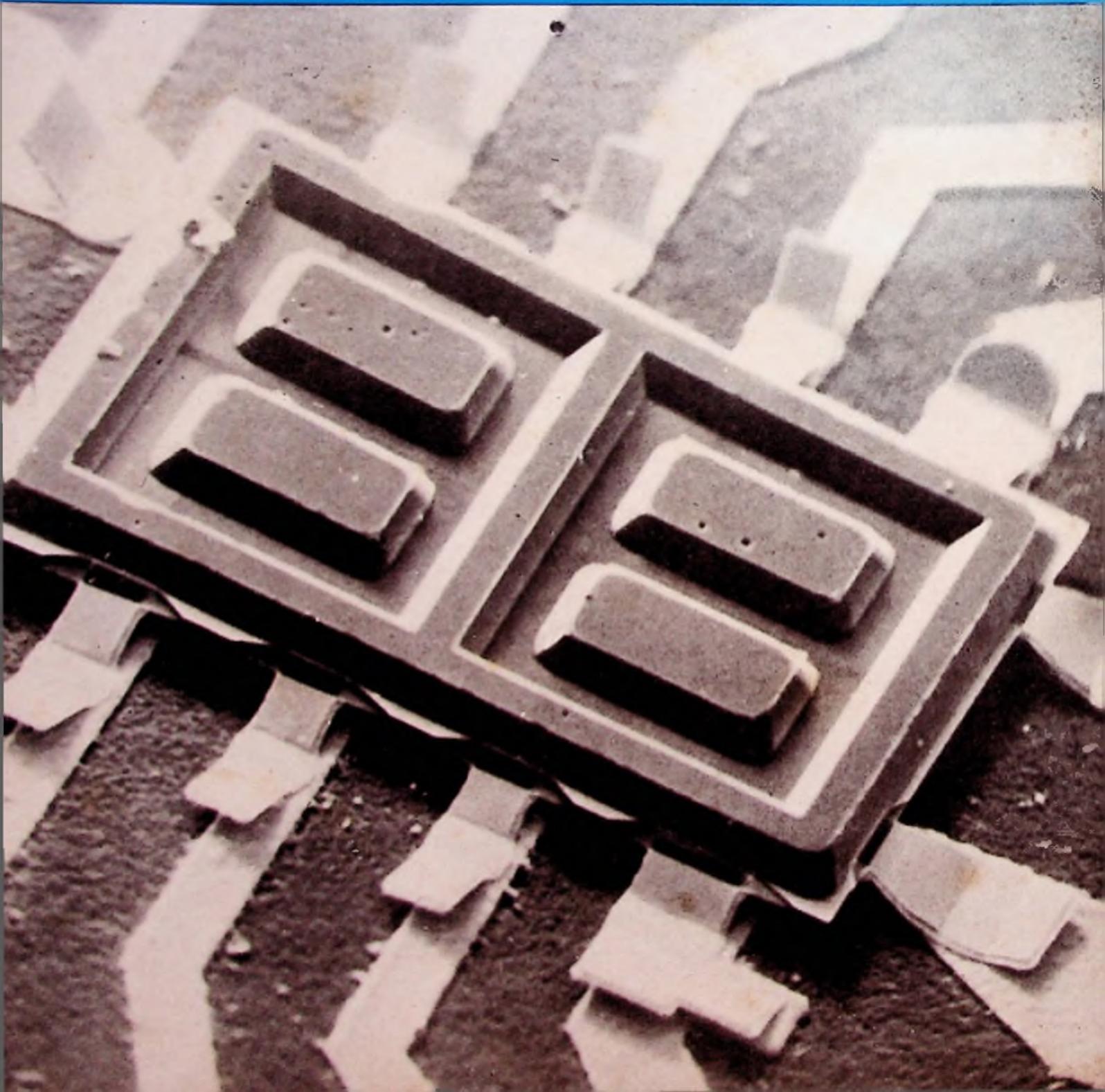


1

1. Januar-Ausgabe 1977
32. Jahrgang

FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift für die gesamte Unterhaltungselektronik



Wir bauen nicht nur die Schwierigen . . .

TELEFUNKEN Wanderfeldröhren für Breitband-Richtfunksysteme



Wanderfeldröhren:
Bei einer Zwischenprüfung

Unser Name steht weltweit für Entwicklungs-Know-how und Fertigungs-Qualität. Auf allen Gebieten moderner Elektronik und Elektrotechnik.

2 weitere Beispiele: Die Wanderfeldröhren YH 1203 und YH 1162

wurden für modernste Nachrichtenübertragungsanlagen in 7R-Bauweise entwickelt. Die Übertragungskapazität beträgt 2700 Kanäle.

Die Kombination der Betriebswerte, Verstärkung, Wirkungsgrad, linearen und nicht linearen Verzerrungen sowie Rauschverhalten, ist für die Breitband-Richtfunk-Anwendung optimal gelöst.

Durch ihren 3stufigen Kollektor erreicht die YH 1162 einen Gesamtwirkungsgrad von über 40%.

Geringes Volumen und Gewicht, einfacher Service und die anerkannte Zuverlässigkeit und hohe Lebensdauererwartung sind die Merkmale aller TELEFUNKEN-Wanderfeldröhren.

YH 1203

Frequenzbereich $f = 6,4 \dots 7,1$ GHz

Ausgangsleistung $P_2 = 22$ Watt

Wirkungsgrad $\eta > 28\%$

YH 1162

Frequenzbereich $f = 3,4 \dots 4,2$ GHz

Ausgangsleistung $P_2 = 22$ Watt

Wirkungsgrad $\eta > 40\%$

Stromversorgungen für beide Wanderfeldröhren können wir auf Wunsch ebenfalls anbieten.

Weitere Informationen durch

AEG-TELEFUNKEN

Fachbereich Röhren

Söflinger Straße 100, 7900 Ulm

Telefon: (07 31) 19 11



Wanderfeldröhren
von AEG-TELEFUNKEN

Laborteil:

Forschung und Entwicklung

Technologie

Sautter, Dr. D.: Halbleiter-Technologie –
Das Innovationstempo ist noch ungebrochen F & E 1

Grundlagen

Parker, D. W., Pratt, R. G., Smith, F. W.,
und Stevens, R.: Filter auf der Basis von
akustischen Oberflächenwellen
(3. Teil und Schluß) F & E 4

Fachveranstaltungen

Terminkalender für Messen und Aus-
stellungen F & E 7

Systeme und Konzepte

Suhrmann, R.: Moderne Schaltungskonzepte
machen den Fernsehempfänger zum viel-
fältig nutzbaren Bildterminal F & E 8

Bauelemente

Köhler, A.: Farbbildröhren –
Die Inline-Familie F & E 12
Kurzberichte über neue Bauelemente F & E 14

Werkstatteil:

Werkstatt und Service

Amateure

Koch, E.: Geräte und Antennen für das
Jedermann-Band W & S 1
Elektronisches Schloß: Dimensionierung
und Aufbau der Schlüsselwiderstände W & S 5

Werkstatt-Ausstattung

Netzgerät: Ausgangsspannung einstellbar
von 0...38 V W & S 4

Antennen-Praxis

Kurzberichte aus der Antennentechnik W & S 6

Ausbildung

Kurse und Lehrgänge W & S 6

Werkstatt-Praxis

Meldungen für den Service W & S 6

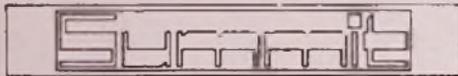
Warenkunde

Nisius, H. J.: Die Qualitätsbeurteilung
von Hi-Fi-Anlagen in vergleichenden
Hörtests W & S 8

Titelbild

In der Halbleiter-Technologie ist das Innovations-
tempo noch immer ungebrochen; der Beitrag auf
Seite F & E 1 dieses Heftes behandelt einige Schwer-
punkte auf diesem Gebiet. Das Bild auf der Titelseite
ist eine Aufnahme mit dem Raster-Elektronenmikro-
skop und zeigt zur Illustration des Themas einen
Halbleiterkristall mit Luftspaltisolierung und Beam-
leads, auf ein Keramiksubstrat montiert. (Bild: Valvo)

die marke



Ein Name der verpflichtet

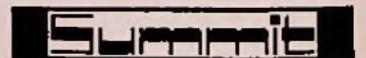
Namen sind Schall und Rauch. Es sei denn – man verbindet mit ihnen ein Erlebnis, eine Erfahrung, das Besondere.

Summit steht für das Besondere. Summit steht für ein bedeutendes Lautsprecherunternehmen.

Erfahren Sie im nächsten Heft mehr über Summit und was hinter diesem Namen steht.

Sie werden eine sehr positive Erfahrung machen, denn Summit, sprich: Sammit, zu deutsch: Spitze, nimmt seinen Namen ernst.

Ihr Hans G. Henkel
und sein Summit-Team



...das ist Musik

Halbleiter-Technologie

Das Innovationstempo ist noch ungebrochen

Dr. D. Sautter, Hamburg

Die Grenzen der modernen Halbleiter-Technologien sind immer noch nicht erreicht. So wird beispielsweise die nächste Generation integrierter Schaltungen eine weiter erhöhte Packungsdichte und eine größere Komplexität aufweisen. Einige der Schwerpunkte und Entwicklungsrichtungen der Halbleiter-Technologie werden aufgezeigt.

Die Entwicklungsrichtungen bei den Technologien für integrierte Schaltungen werden ebenso wie einige neue Entwicklungen bei diskreten Halbleitern durch Fortschritte in den Basis-Technologien geprägt. Nach wie vor leben wir – elektronisch gesehen – im Zeitalter der Silizium-Planar-Technologie. Alle

wesentlichen Fortschritte – jetzt und in absehbarer Zukunft – werden sich vorzugsweise auf diesem Gebiet abspielen. Weiterentwicklung der Silizium-Basis-Technologien bedeutet

- bessere Beherrschung des Silizium-Volumens, d. h. der Dotierverfahren,
- bessere Beherrschung der Grenzschichten Oberfläche-Volumen,
- bessere Beherrschung kleiner Strukturen, damit verbunden Fortschritte in der Erhöhung der Packungsdichte und in der Größe des Funktionsinhalts einer integrierten Schaltung.

Dr. D. Sautter ist Mitarbeiter der Valvo Unternehmensgruppe Bauelemente der Philips GmbH, Hamburg.

Basis-Technologien

Ionenimplantation

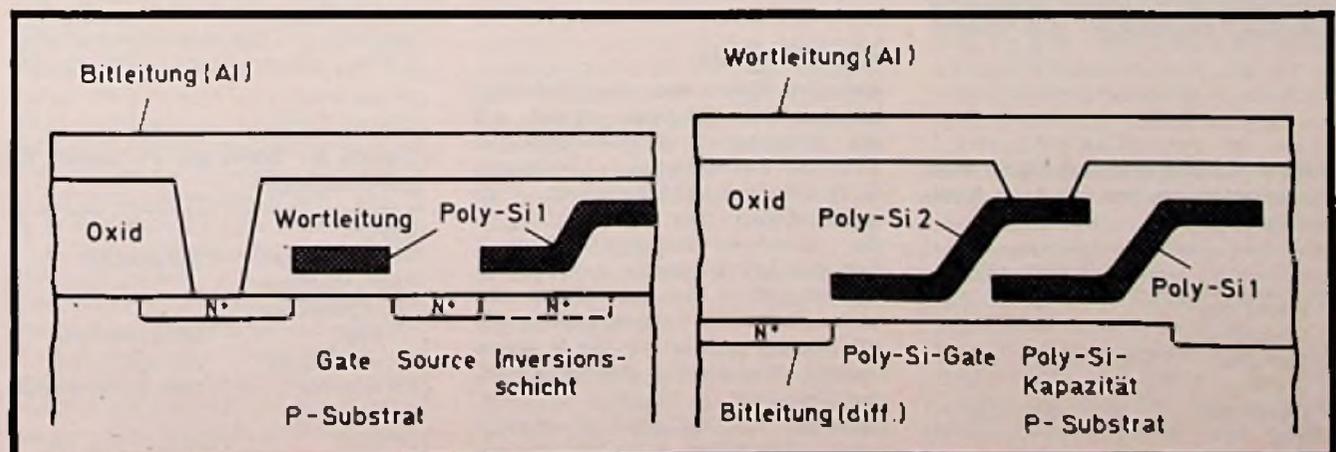
Die Ionenimplantation erweist sich als eine vielseitig anwendbare, genaue und „saubere“ Dotiermethode. Ihr klassischer Anwendungsfall – Stabilisierung und Einstellung der Schwellenspannung von MOS-Transistoren – hat weitere Fortschritte gemacht. MOS-Transistoren mit Verarmungs- und Anreicherungsrandschichten auf demselben Kristall werden inzwischen fertigungsmäßig mit engen Toleranzen beherrscht. Hier geht es also um eine weitere Verfeinerung und Verbesserung der MOS-Prozesse.

Wesentliche Fortschritte sind aber auch bei der Anwendung der Ionenimplantation für bipolare Höchstfrequenzschaltungen und UHF-Transistoren gemacht worden. Weiterhin ist die Ionenimplantation wichtig zur Herstellung eines eng tolerierten Dotierprofils, das für die Eigenschaften und Ausbeuten von Kapazitätsdioden von großer Bedeutung ist. Eine wesentliche Erhöhung der Spannungsfestigkeit von Analogschaltungen ($U_{CE0} > 50\text{ V}$) läßt sich mit ionenimplantierten „channel-stopperrn“ erreichen.

Epitaxie

Ergänzend zur Ionenimplantation sind Fortschritte in der Epitaxie von Bedeutung. Einerseits sind epitaktische Schichten mit einer Dicke $< 1\text{ }\mu\text{m}$ möglich, was für integrierte Höchstfrequenzschaltungen wesentlich ist. Andererseits

Bild 1. RAM-Speicherelement mit Polysilizium-Verdrahtung (links) und Doppel-Polysilizium-Verdrahtung (rechts)



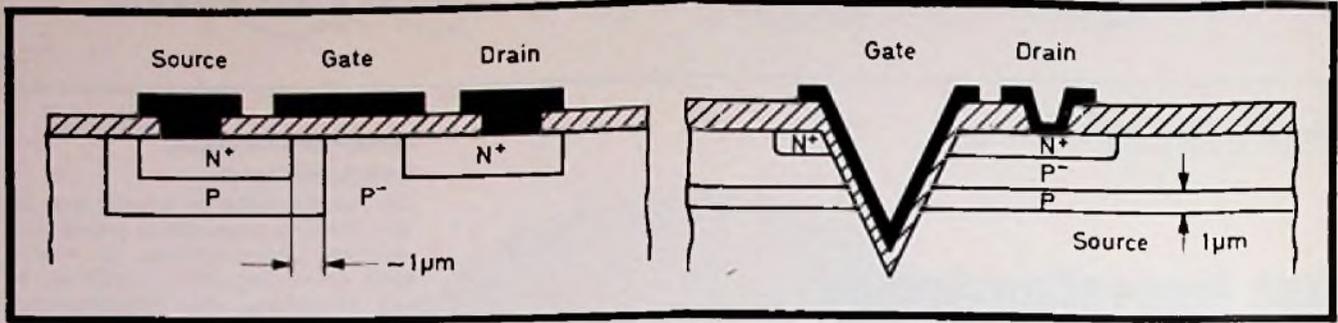


Bild 2. Vergleich zwischen DMOS (links) und VMOS (rechts)

läßt die Profilepitaxie beliebige Dotierungsprofile bei großen Schichtdicken (einige 10 µm) zu, was eine notwendige Voraussetzung zum Herstellen von AM-Kapazitätsdioden ist. Verbesserungen der hochohmigen epitaktischen Schichten großer Dicke führen zu besseren Leistungsbauelementen.

Strukturverkleinerung

Zur Verkleinerung der Strukturen bis in den Sub-Mikrometerbereich und zur Toleranzeinengung haben zwei Verfahren große Fortschritte gemacht:

Plasmaätzen. Die Fenster in den Siliziumdioxid-Schichten werden nicht mehr mit Säuren geätzt; feinste Strukturen mit Breiten bis herab zu 1 µm lassen sich jetzt mit Ionenstrahlen herstellen.

Elektronenstrahlbelichtung. In der Fotolithografie gewinnt der Ersatz des herkömmlichen UV-Lichtes durch Elektronenstrahlen zur Herstellung extrem präziser Masken und möglicherweise zum direkten Belichten des Fotolacks auf den Silizium-Scheiben schnell an Bedeutung.

Ionenimplantation, dünne epitaktische Schichten, Plasmaätzen und Elektro-

nenstrahlbelichtung sind die Grundtechnologien für die nächste Generation integrierter Schaltungen; diese bringen Kleinstrukturen und damit eine weitere Erhöhung der Packungsdichte bei hochintegrierten Schaltungen. Die mit wirtschaftlichen Ausbeuten produzierbaren Kristallgrößen überschreiten den Wert 30 mm². Schaltungsinhalt und Komplexität integrierter Schaltungen werden sich also weiterhin erheblich erhöhen. Im folgenden wird über den Stand der Entwicklung einiger wichtiger Technologien und Bauelemente-Familien berichtet.

Diskrete Halbleiter

Extrem flache Dotierungsprofile, durch Ionenimplantation erzeugt, führen zusammen mit kleinsten Strukturen zu Silizium-PNP-HF-Transistoren mit einer Arbeitsfrequenz von 1 GHz.

Leistungstransistoren mit Dreifachepitaxie lösen wegen ihrer besseren SOAR-Eigenschaften die Epibasis-Typen ab. Epitaktische Leistungsdiolen und Leistungsdioden mit Schottkykontakten haben niedrigere Durchlaßspannungen als konventionell gefertigte Dioden.

Bipolartechnik

Bei allen Fortschritten der MOS-Technik darf nicht übersehen werden, daß die verbesserten Basis-Technologien auch die Bipolartechnik – besonders in Hinblick auf LSI-Schaltungen – stimuliert haben. Dies gilt vor allem für die Low-Power-Schottky-TTL-Technik. Der 8-bit-Mikroprozessor 8 X 300 von Valvo/Signetics, der auf 40 mm² Kristallfläche rd. 700 Gatterfunktionen enthält, ist ein Beispiel für die in dieser Technik erreichbaren Geschwindigkeiten (Zykluszeit rd. 200 ns). Speicher in Bipolartechnik machen große Fortschritte. 4-k-bit-ROMs und

-PROMs mit 60 ns Zugriffszeit sind Stand der Technik. Die nächste Generation von Speichern mit Kapazitäten von 8 k bit und 16 k bit sowie mit Zugriffszeiten von 80 ns oder 120 ns ist in Entwicklung. Tabelle 1 zeigt auch, daß die Fläche eines Speicherelements von 1700 µm² über 1000 µm² auf 450 µm², also auf 25 % des Ausgangswertes, zurückgehen wird.

Die I²L/I²L-Technik erhält wachsende Bedeutung. In den Packungsdichten (Tabelle 2) ist diese Technik den besten MOS-Techniken immer noch unterlegen, erreicht aber – mit dem Low-Power-Schottky-Prozeß gefertigt – Werte von 320 Gattern/mm² für „regelmäßige Logik“ und von 150 Gattern/mm² für „wilde Logik“. Bei Verzögerungszeiten unter 20 ns/Gatter ist eine Komplexität von 1200 Gattern/Kristall erreicht worden. Erste LSI-Schaltungen in I²L-Technik findet man in der 8-X-Serie von Valvo/Signetics. Hohe Packungsdichten werden durch zusätzlichen Einsatz der Zweilagendrahtung erzielt.

Bei Anwendung von ECL-Prozessen auf die I²L-Technik – mit 1-µm-Epitaxie, Oxidisolations und Ionenimplantation – sind Packungsdichten bis zu 400 Gattern/mm² bei Signalverzögerungszeiten < 5 ns erreicht worden. Wegen des

Tabelle 1. Zugriffszeit und Fläche eines Speicherelements bei bipolaren ROMs und PROMs.

	4 k bit	8 k bit	16 k bit
Fläche des Speicherelements (µm ²)	1700	1000	450
Zugriffszeit (ns)	60	80	120

Tabelle 2. Stand der I²L-Technik für LSI-Schaltungen

Signalverzögerungszeit	<20 ns/Gatter
Packungsdichte „regelmäßige Logik“	320 Gatter/mm ²
„wilde Logik“	150 Gatter/mm ²
Komplexität	>1200 Gatter/Kristall
Power-delay product	<5pJ

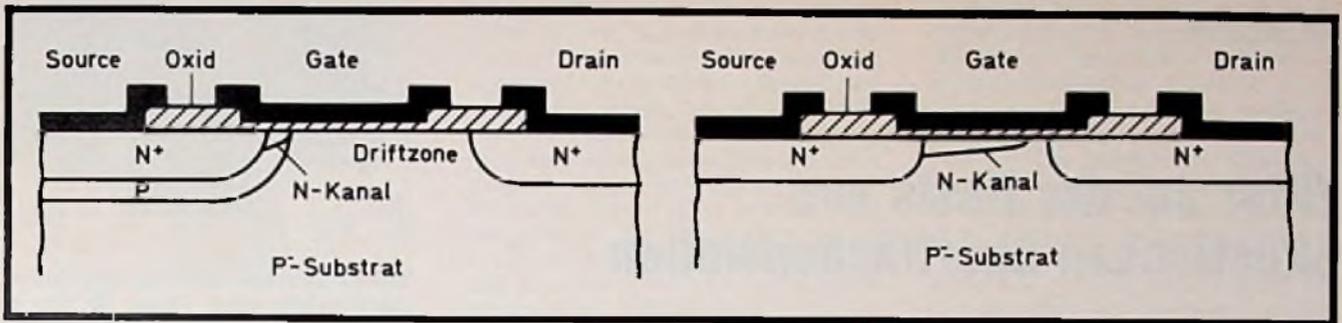


Bild 3. Vergleich zwischen NMOS (links) und DMOS (rechts)

kleinen Power-delay-Produkts wird die I²L-Technik bei fast gleichen Packungsdichten neben NMOS eine wesentliche Rolle in der Digitaltechnik spielen. Die Bipolartechnik hat für analoge Schaltungen im Bereich niedriger Frequenzen keine so spektakuläre Entwicklung vor sich. Ionenimplantation und neue Isolationsmethoden führen aber zu einer stetigen Verbesserung der Leistungsgrenzen. Dies gilt besonders für die Spannungsfestigkeit, die deutlich die heute wirtschaftlich erreichbare 50-V-Marke überschreiten wird. Im GHz-Bereich sind bei Valvo erfolgreiche Schaltungs- und Technologieentwicklungen im Gange. Mit vollionenimplantierten Zonen für Basis, Emittor und Widerstände sowie bei Verwendung dünner epitaktischer Schichten und unter Anwendung der Luftspaltisolation – Montage mit Beam-Leads auf Dünnschichtsubstrate – ist es gelungen, Breitbandverstärker bis 1 GHz, HF-Oszillatoren bis 3,5 GHz und Mischer bis 4 GHz zu entwickeln (Titelbild).

MOS-Techniken

Die CMOS-Technik gehört zu denjenigen IC-Techniken, die etwas in den Hintergrund des Interesses getreten sind. CMOS-Schaltungen sind jedoch immer noch am störsichersten und haben die geringste Verlustleistung von allen existierenden MOS-Schaltungen. Ihre stetige Weiterentwicklung – es sei hier nur an die erhebliche Ausweitung der CMOS-Standardreihe HEF 4000 B in LOCOS-Technik von Valvo erinnert – sichert ihnen einen wachsenden Anwendungsbereich. Die NMOS-Technik hat zweifellos eine der höchsten Wachstumsraten unter den IC-Techniken. Die Komplexität von NMOS-Schaltungen ist weiter fortgeschritten als die moderner Bipolarschaltungen, z. B. die von I²L-Schaltungen. NMOS-Gatter sind schneller geworden;

ihre Signalverzögerungszeit hat die von Gattern in Standard-TTL-Technik erreicht. Entwicklungsschwerpunkte sind:

- Integration von Transistoren des Anreicherungs- und Verarmungstyps auf demselben Kristall, wobei Transistoren des letzten Typs die Lasttransistoren bilden. Die Packungsdichte wird damit verdoppelt, die Zykluszeit von NMOS-Mikroprozessoren um den Faktor 2...3 reduziert. Bei Speichern führt der Übergang zur Zweilagigen-Polysilizium-Verdrahtung (Bild 1) zu einer Packungsdichte, die die Entwicklung von 16-k-bit- und 32-k-bit-Speichern mit einer Kristallgröße von konventionellen 4-k-bit-Speichern erlaubt.
- Die Weiterentwicklung der NMOS-Technik ist zwar noch nicht zu Ende; neuerdings treten aber auch MOS-Techniken mit neuen Grundprinzipien – DMOS (D: doppelt diffundiert) und VMOS (V: V-Graben) – in den Vordergrund (Bild 2). Diese Techniken lösen das Problem der weiteren Verkleinerung der Gatekanallängen bis < 1 µm durch Umgehen der fotolithografischen Prozesse. Diese Gate-Strukturen werden durch aufeinanderfolgende Diffusionen unterschiedlicher Dotierung und Diffusionsgeschwindigkeit hergestellt. Bei Signetics sind seit 1968 die ersten DMOS-Bauelemente entwickelt und produziert worden. Bild 3 zeigt eine typische DMOS-Struktur im Vergleich zur konventionellen NMOS-Technik. Die erreichte Kanallänge von 1 µm und die breite N-Driftzone führen zu folgenden Eigenschaften:
- Schaltgeschwindigkeiten von 5 ns/Gatter und damit Low-Power-Schottky-TTL-Eigenschaften,
- die Packungsdichten überschreiten bei 5-µm-Strukturen die der besten NMOS-Techniken,
- mit der breiten, an den Drainkontakten anschließenden, schwach dotierten Driftzone können hohe Spannungsfestigkeiten – bis zu 300 V – erreicht werden.

DMOS kann also in Zukunft eine wichtige Rolle in Bereichen spielen, die bisher der Low-Power-Schottky-TTL- und ECL-Technik vorbehalten waren, und zwar auf der ganzen Anwendungsbreite der Digitaltechnik, Logikbausteine, Displaytreiber, Multiplexer, I-k-bit-RAMs und -ROMs sind auf dem Markt oder in Entwicklung einschließlich der ersten 4-bit-Mikroprozessoren. Ein breites Anwendungsgebiet erschließt sich aber auch für diskrete HF-Transistoren für den Konsum-Sektor. Eine Diskussion der wichtigsten MOS-Techniken muß auch CCDs und PCCDs erwähnen. Ladungsgesteuerte Bauelemente spielen eine wachsende Rolle, vor allem bei Bildsensoren und als Verzögerungselemente, z. B. bei der Signalverarbeitung im Fernsehen. Sensoren werden sich vor allem als Bildsensoren mit zunächst 1000 Bildpunkten je Zeile durchsetzen. Sie werden damit für Anwendungen im Bereich der Faksimileübertragung geeignet sein; Taktfrequenzen bis 1000 MHz sind möglich.

Ausblick

Das Innovationstempo der modernen Halbleitertechnologien ist ungebrochen. Die Silizium-Planartechnologie erweist sich als eine noch lange nicht ausgeschöpfte Basistechnologie. Das gilt vor allem für die Entwicklung neuer Belichtungsverfahren (Elektronenstrahlen) und für Prozeßverfeinerungen. Die weitere Verkleinerung der Strukturen hat allerdings absehbare Grenzen. Durch weitere Strukturverkleinerungen erhält man Leistungsdichten im Silizium und in den metallischen Leitbahnen, die nicht mehr abgeleitet werden können und zur Zerstörung der Leitbahnen führen. Diese Grenzen sind noch nicht erreicht. Die nächste Generation integrierter Schaltungen wird uns also weiter erhöhte Packungsdichten und größere Komplexität bringen. ■

Bandpaßfilter

Filter auf der Basis von akustischen Oberflächenwellen

3. Teil

D. W. Parker, R. G. Pratt, F. W. Smith und R. Stevens, Redhill

Durch die Erfindung der Interdigitalstruktur vor nunmehr zehn Jahren ist es möglich geworden, akustische Oberflächenwellen in Systemen der Informationsübertragung einzusetzen. Seither wird in verschiedenen Laboratorien an einer großen Anzahl von Schaltungselementen gearbeitet, die auf akustischen Oberflächenwellen beruhen. Eine Forschergruppe in den Mullard Research Laboratories hat Computermethoden zum Entwurf von Filtern mit vorgegebener Frequenzcharakteristik ausgearbeitet. Mit diesem Hilfsmittel hat man u. a. analoge Bandpaßfilter entwickelt, die als Zwischenfrequenzfilter in Fernsehempfängern geeignet sind.

Oberflächenwellenfilter für einen Fernsehempfänger

In Bild 12 sind der Tuner und der Zwischenfrequenzteil eines Fernsehempfängers schematisch dargestellt. Die ankommenden UHF- oder VHF-Signale werden im Tuner T in Signale mit einer Frequenz von ca. 37 MHz, der sogenannten Zwischenfrequenz, umgesetzt. Da der Tuner selbst keine ausgeprägten selektiven Eigenschaften besitzt, ist die wichtigste Aufgabe des Bandfilters F in dem Zwischenfrequenzteil, das erwünschte Signal von etwaigen anderen Signalen zu trennen. Da eines der beiden Seitenbänder des Fernsehsignals teilweise unterdrückt ist (Restseitenbandmodulation), ist die Form der Filterdurchlaßkurve von großer Bedeutung für eine gute Demodulation. Um Intermodulationsverzerrungen im Empfänger zu vermeiden, muß außerdem das Tonsignal im Filter in bezug auf das Maximum der Durchlaßkurve um etwa 20 dB abgesenkt werden. Weiterhin müssen bei genau bestimmten Frequenzen Dämpfungspole („traps“) in der Filtercharakteristik auftreten, die

D. W. Parker, B.A., R. G. Pratt, B.Sc., F. W. Smith, B.Sc. und R. Stevens, B.Sc. sind Mitarbeiter der Mullard Research Laboratories, Redhill (Surrey), England. Diese Arbeit wurde veröffentlicht in Philips techn. Rundsch. 36 (1976/77) Nr. 2.

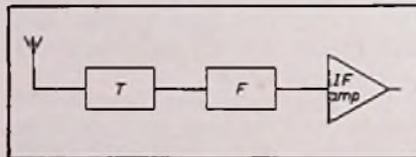


Bild 12. In einem Fernsehempfänger befindet sich das Zwischenfrequenzfilter (F) zwischen dem Tuner (T) und dem ZF-Verstärker (IF ampl.).

mit den Trägerfrequenzen der Nachbarkanäle zusammenfallen. Die Spezifikation für die Amplitudencharakteristik eines Bandfilters nach der britischen Fernsehnorm zeigt Bild 13.

Die Anforderungen, die an ein solches Filter hinsichtlich der Mittenfrequenz und der Bandbreite gestellt werden, sind derartig, daß sich die Ausführung dieses Filters als Oberflächenwellenfilter aufdrängt. Die Substratabmessungen sind relativ klein und das Auflösungsvermögen, das vom fotolithografischen Prozeß verlangt wird, liegt noch innerhalb der Möglichkeiten gängiger IC-Technologien. Ein herkömmliches Zwischenfrequenzfilter enthält eine Anzahl Spulen, die alle in der Fabrikation abgeglichen werden müssen. Die Vorteile, die das Oberflächenwellenfilter in Aussicht stellt, wie kein Abgleich, gute Reproduzierbarkeit und Zuverlässigkeit, sind zweifellos nicht zu übersehen.

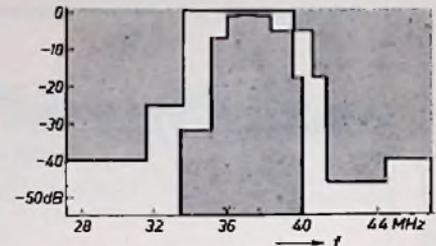


Bild 13. Toleranzmaske der Amplitudencharakteristik eines Filters für das in Großbritannien gebräuchliche System (System I). Die Amplitudencharakteristik muß zwischen den gerasterten Gebieten verlaufen.

Für ein Produkt, das als Konsumartikel gedacht ist, worin eine starke Nachfrage herrscht, ist der Preis nicht weniger wichtig als die technische Qualität. Diese Tatsache übte einen großen Einfluß auf die Richtung aus, die wir mit unseren Untersuchungen einschlugen. Die erste, vielleicht wichtigste Entscheidung, die vor der Filterherstellung getroffen werden muß, ist die Wahl des Substratmaterials. Wie bereits oben ausgeführt wurde, hängt die Filtercharakteristik unmittelbar mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit v der Oberflächenwelle zusammen. Aus diesem Grunde muß das Material einen Wert für v haben, der in hohem Maße reproduzierbar ist, eine hinreichende Temperaturunabhängigkeit aufweist und sich darüber hinaus nicht nach einer gewissen Zeit ändert. Dieses ist vor allem im Hinblick auf die Dämpfungspole, die exakt mit den Trägerfrequenzen der Nachbarkanäle zusammenfallen müssen, wichtig. Der Unterschied in v bei verschiedenen Filtern desselben Typs darf nicht größer als 0,25 % sein, der Temperaturkoeffizient muß kleiner als $120 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ sein und darf sich während der Lebensdauer des Filters (ungefähr 10 Jahre) nur um weniger als 0,5 % ändern.

Das am meisten verwendete Substratmaterial für Oberflächenwellenfilter ist Lithiumniobat (LiNbO_3), dessen Schnitt meist so gewählt wird, daß die Ausbreitung entlang der z-Richtung in einer y-Ebene stattfindet. Bei diesem Material ist $k^2 = 0,048$, was ein sehr hoher Wert ist. Wir waren jedoch der Meinung, daß dieses Material zu teuer für die Herstellung eines Fernsehfilters sei. In der Anfangsphase unserer Untersuchungen haben wir wegen des geringen Preises die Verwendung von piezoelektrischer Keramik erwogen. Wir haben dann festgestellt, daß die Reproduzierbarkeit von v bei dieser Art von

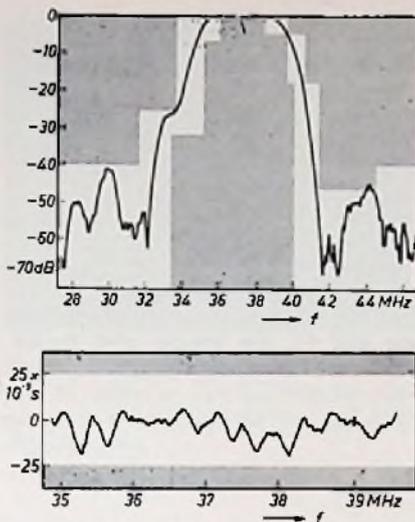


Bild 14. a) Wie Bild 13, eingezeichnet die Amplitudencharakteristik eines unserer Filter. Diese erfüllt voll und ganz die Anforderungen. b) Die Gruppenlaufzeitcharakteristik des obengenannten Filters, ebenfalls mit der dazugehörigen Toleranzmaske.

Material nur etwa 1 % beträgt, was zu schlecht ist. Deswegen sind wir zu den einkristallinen Materialien zurückgekehrt, da diese die Anforderungen an die Reproduzierbarkeit in hohem Maße erfüllen.

Ein Material, welches wir untersucht haben, ist einkristallines Wismut-Siliziumoxid, $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$, wobei sich unsere Untersuchungen auf Filter konzentrierten, deren Substrat aus diesem Material hergestellt wurde [14]. Weil es einen niedrigeren Schmelzpunkt hat und aus billigeren Grundstoffen besteht, ist dieses Material zu einem niedrigeren Preis als LiNbO_3 herzustellen. Es ist nicht ferroelektrisch und braucht somit nicht polarisiert zu werden. Da die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Oberflächenwellen halb so groß wie beim Lithiumniobat ist, fallen die Filterstrukturen kleiner aus, so daß sich mehr davon auf einer Platte unterbringen lassen, was die Herstellungskosten ebenfalls reduziert. In der Richtung, die wir verwenden (eine $\langle 110 \rangle$ -Richtung in einer $\langle 100 \rangle$ -Fläche), hat das Material einen annehmbaren Wert für k^2 (0,018) und einen Temperaturkoeffizienten der Laufzeit von $+118 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$.

Die Einfügungsdämpfung eines Fernseh-Zwischenfrequenzfilters darf nicht zu hoch sein, da sonst das Signal/Rauschverhältnis im Fernsehempfänger zu klein würde. Es ist kaum möglich, eine hohe Einfügungsdämpfung durch eine zusätzliche Verstärkung im Tuner

auszugleichen, da hierdurch Schwierigkeiten bei der Signalverarbeitung entstehen. Andererseits darf die Einfügungsdämpfung eines Oberflächenwellenfilters wegen der zweifach reflektierten Signale auch nicht zu niedrig sein. Wenn diese verzögerten Signale nicht mindestens 40 dB unter dem gewünschten Signal liegen, erscheint auf dem Schirm des Fernsehempfängers ein verschobenes zweites Bild. Wie bereits ausgeführt, nimmt die Amplitude des zweifach reflektierten Signals zu, wenn die Einfügungsdämpfung abnimmt; sie ist ungefähr gleich der doppelten Einfügungsdämpfung plus 6 dB. Fordern wir für das zweifach reflektierte Signal einen Abstand von -40 dB, so folgt hieraus für die Einfügungsdämpfung ein Wert von 17 dB. Würde man eine der früher angeführten Methoden zur Verkleinerung des zweifach reflektierten Signals anwenden, würden die hieraus entstehenden Kosten zu hoch werden. Eine Einfügungsdämpfung von 17 dB läßt sich mit einem Filter auf einem $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ -Substrat erreichen, wobei an einer Seite eine abstimmbare Induktivität mit kleinem Q angeschlossen wird. Die mit einem derartigen System ausgerüsteten Fernsehempfänger entsprechen den Erwartungen in hohem Maße.

In verschiedenen Ländern Europas und auch in anderen Teilen der Welt werden unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich einiger Details der Frequenzcharakteristiken gestellt. Bisher haben wir uns auf Entwürfe für System I (Großbritannien) und System G (Niederlande, Deutschland, usw.) konzentriert. Die Amplitudencharakteristik eines Filters, welches die Spezifikationen für System I erfüllt, ist in Bild 14 a dargestellt. Es handelt sich hierbei um ein Filter mit einfachen Fingern; der uniforme Ausgangswandler hat 16 und der Eingangswandler 74 Finger. Das Substratmaterial ist $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$. Der Eingangswandler ist so entworfen worden, daß die Wechselwirkung zwischen den akustischen Quellen gering ist. Dies ist eine der Ursachen dafür, daß die Gruppenlaufzeitcharakteristik über den gesamten Durchlaßbereich bis auf 25 ns konstant gehalten werden konnte; siehe Bild 14 b.

Das andere System (G) weist einen deutlichen Unterschied gegenüber dem englischen auf: Das Signal wird hier mit einer vorverzerrten Gruppenlaufzeitcharakteristik ausgesendet. Man erreicht auf diese Weise, daß die Gruppenlaufzeitverzerrung, die durch konventionelle, aus Spulen und Kondensatoren aufgebaute Filter entsteht, kompensiert wird. Dies bedeutet jedoch, daß ein Oberflächenwellenfilter diese

Gruppenlaufzeitverzerrung genau nachbilden muß. Die Anforderungen hinsichtlich der Amplituden- und Phasencharakteristiken sind in Bild 15 in der Form von Toleranzmasken wiedergegeben. Zusätzlich sind die an einem unserer Filter gemessenen Charakteristiken wiedergegeben. Auch dieses Filter ist auf $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ hergestellt und hat einen uniformen Ausgangswandler mit 18 Fingern. Für den Eingangswandler wurde hier eine aus 200 Fingern bestehende Doppelfingerstruktur gewählt. Bild 15 zeigt, daß sowohl die Amplituden- als auch die Phasencharakteristik innerhalb der Toleranz liegt. Weiterhin besteht eine große Übereinstimmung zwischen der berechneten und der gemessenen Gruppenlaufzeitcharakteristik. Die Maske, die bei der Herstellung dieses Filters verwendet wird, ist in Bild 16 dargestellt.

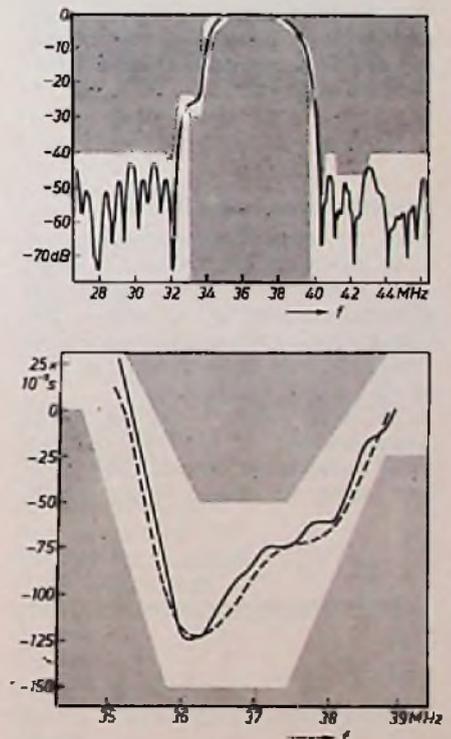


Bild 15. a) Toleranzmaske und gemessene Amplitudencharakteristik eines Fernsehfilters für System G (Niederlande, Deutschland, usw.). b) Toleranzmaske und gemessene Gruppenlaufzeitcharakteristik eines Filters für System G. Diese Gruppenlaufzeitcharakteristik wurde so gewählt, daß die Gruppenlaufzeitverzerrung, die im Sender entsteht, kompensiert wird. Die gestrichelte Linie ist die berechnete Charakteristik.

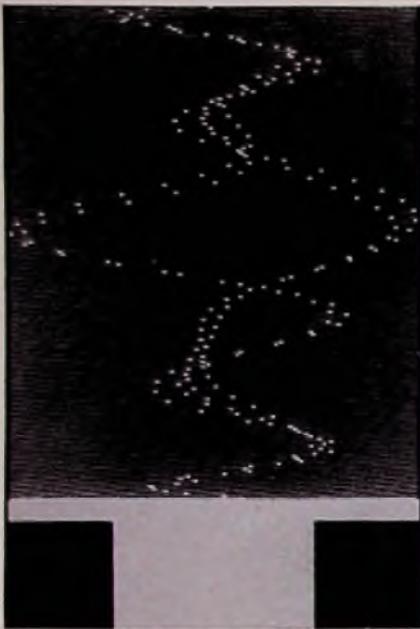


Bild 16. Ein Teil der Maske, mit der die Wandler des Filters nach Bild 15 hergestellt wurden. Dieser Teil bezieht sich auf den Eingangswandler, der 200 Finger besitzt.

Andere Arten von Filtern

Auch für andere Anwendungen, wie z. B. Zwischenfrequenzfilter für Radar und Telekommunikation, haben wir Oberflächenwellenfilter entworfen. Bei diesen Anwendungen spielt jedoch der Preis nicht eine so entscheidende Rolle wie bei den Fernsehfiltern. In der Radartechnik, in der mit Pulsen gearbeitet wird, ist die Form der vom Filter produzierten Signale nicht weniger wichtig als dessen Frequenzgang.

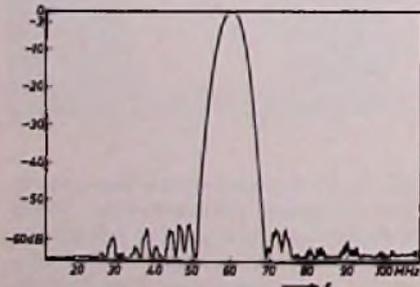


Bild 17. Gauß-Charakteristik, realisiert mit Hilfe eines Oberflächenwellenfilters. Filter mit einer Gauß-Charakteristik werden in Radarsystemen verwendet, weil sie keine Verzerrungen des Ausgangssignals verursachen.

Hieraus ergibt sich, daß insbesondere das zweimal reflektierte Echo des Oberflächenwellenfilters auf einen Pegel von -60 dB abgesenkt werden muß. Häufig wählt man beim Entwurf von Radarfiltern eine Einfügungsdämpfung von 25 bis 20 dB, um das zweifach reflektierte Signal genügend klein zu halten. In einigen Fällen werden auch spezielle Maßnahmen am Wandler getroffen, um dieses Echo teilweise oder vollständig zu unterdrücken. Wir wollen nun drei Anwendungen von Oberflächenwellenfiltern auf dem Gebiet des Radars und der Telekommunikation besprechen.

Das Gauß-Filter

Eine Art von Amplitudencharakteristik, die leicht mit einem Oberflächenwellenfilter realisiert werden kann, ist die Gauß-Charakteristik. Weil diese einen Verlauf hat, der keine Verzerrungen der Pulse verursacht, ist sie besonders wichtig in der Radartechnik. Da die Einfügungsdämpfung bei dieser Anwendung ziemlich hoch sein darf, haben wir ein solches Filter auf einem $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ -Substrat hergestellt, wobei die Wellenausbreitung in einer (100)-Richtung und einer (110)-Ebene stattfindet. Diese Orientierung ist besonders günstig im Hinblick auf die Erzeugung von Oberflächenwellen, ohne daß gleichzeitig Wellen angeregt werden, die in das Substrat hineinlaufen [10]. Die Charakteristik eines derartigen Filters mit einer Bandbreite von 4 MHz (zwischen den 3-dB-Punkten) ist in Bild 17 wiedergegeben. Bild 18 vergleicht den mittleren Teil der Charakteristik des Filters mit dem theoretischen Verlauf. Weil Sorge dafür getragen ist, daß keine Wellen in das Substrat hineinlaufen, ist die Dämpfung in Wendebereichen der Filterkurve sehr gering.

„Matched“ Filter

Eine Klasse von Filtern, die sich außerordentlich gut durch Oberflächenwellenfilter realisieren läßt, sind die „matched“ Filter. Diese werden verwendet, wenn Pulse vor einem Hintergrundrauschen optimal detektiert werden sollen. Hierfür muß die Frequenzcharakteristik eines solchen Filters an das Frequenzspektrum der zu empfangenden Pulse angepaßt sein. So besitzt zum Beispiel das Frequenzspektrum eines Rechteckpulses die Form $(\sin x)/x$. Für die optimale Detektion eines solchen Pulses vor dem Hintergrund eines Gauß-Rauschens braucht man ein Filter mit einer identischen Frequenzcharakteristik. Bild 19 zeigt die $(\sin x)/x$ -förmige Charakteristik des Filters, das an einen Rechteckpuls von 10 μs , der auf eine Trägerwelle von 13,5 MHz aufmoduliert wird, angepaßt ist. Speist man in den Eingang dieses Filters einen Rechteck-

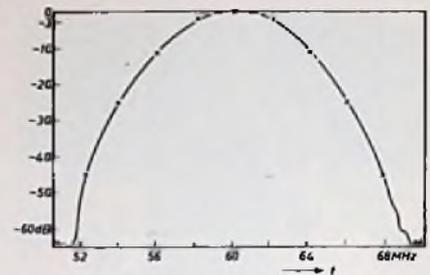


Bild 18. Ausschnitt der Charakteristik von Bild 17. Die Kreuze sind Punkte der theoretischen Gauß-Kurve.

puls ein, so erhält man am Ausgang eine dreieckförmige Funktion, wie es in Bild 20 gezeigt ist.

Die Verbesserung des Signal/Rauschverhältnisses, die man im Vergleich zu einem entsprechenden Filter erhält, welches lediglich den mittleren Teil der Charakteristik ausnutzt, beträgt 2,5 dB. (Der mittlere Teil der Charakteristik nähert sich dem üblichen Zwischenfrequenzverlauf an.) Die Verwendung eines „matched“ Filters bringt jedoch nur einen Nutzen, wenn das zu detektierende Signal ein gut definiertes Spektrum besitzt. In Radarsystemen, die Magnetrons als Oszillatoren verwenden, ist dieses Spektrum leider zu schlecht, um diese Methode gewinnbringend anwenden zu können. Deswegen ist die Anwendung auf mehr verfeinerte Radarsysteme beschränkt.

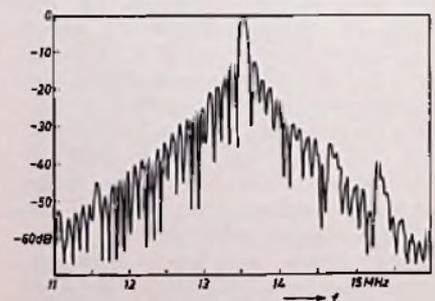


Bild 19. Frequenzverlauf eines „matched“ Filters, angepaßt an das Spektrum einer 13,5-MHz-Trägerwelle, die mit einem Rechteckpuls von 10 μs moduliert wurde. Mit einem derartigen Filter können die Pulse besser von einem Rauschen unterschieden werden. (Verbesserung im Vergleich zu einem herkömmlichen Filter 2,5 dB). Für Rechteckpulse muß die Frequenzcharakteristik die Form $(\sin x)/x$ haben.

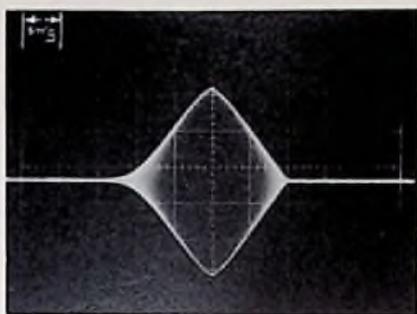


Bild 20. Ausgangssignal des Filters von Bild 19, wenn an den Eingang ein Puls mit einer Trägerfrequenz von 13,5 MHz angelegt wird.

In einigen Fällen genügt ein Filter, dessen Charakteristik sich der eines „matched“ Filters annähert. Bild 21 zeigt als Beispiel eine $(\sin x)/x$ -Charakteristik, die auf die Bandmitte und die ersten beiden Seitenbänder beschränkt ist. Eine solche Charakteristik bringt gegenüber einem konventionellen Filter eine Verbesserung des Signal/Rauschverhältnisses von ungefähr 1 dB. Man kann sich schwer vorstellen, wie eine solche Charakteristik anders als mit Oberflächenwellenfiltern realisiert werden könnte.

Breitbandfilter

In Telekommunikationssystemen benötigt man häufig Filter, die über einen großen Frequenzbereich einen flachen Verlauf ihrer Amplitudencharakteristik zeigen. Solche Filter, mit einer relativen Bandbreite von bis zu 50 %, haben wir mit akustischen Oberflächenwellen realisiert. Um die Einfügungsdämpfung in Grenzen zu halten, wurden sie auf LiNbO_3 hergestellt, dessen hoher Wert

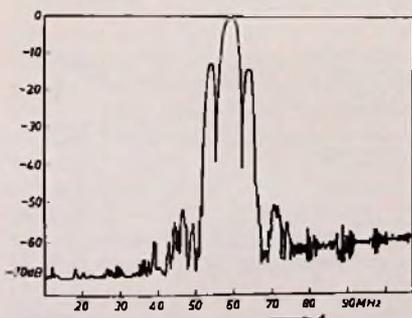


Bild 21. Annäherung des „matched“ Filters. Die Frequenzcharakteristik besteht aus dem Mittelteil der Funktion $(\sin x)/x$ mit den ersten beiden Seitenbändern. Die Verbesserung im Vergleich zu einem herkömmlichen Filter beträgt hier 1 dB.

für k^2 ausgenutzt wurde. Diese Filter werden gewöhnlich an beiden Seiten mit einer Induktivität abgestimmt, so daß beim Entwurf dem Einfluß, den diese Abstimmung auf die Form der Frequenzcharakteristik hat, Rechnung getragen werden muß. Ein Beispiel für ein derartiges Filter zeigt Bild 22.

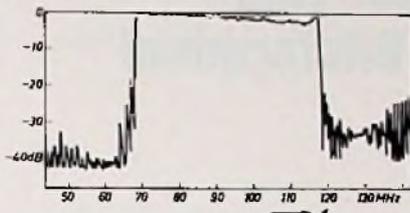


Bild 22. Amplitudencharakteristik eines Breitbandfilters, die zwischen 65 und 115 MHz nahezu flach ist.

Die Untersuchungen an Filtern für Radar und Telekommunikation wurden vom Procurement Executive des britischen Verteidigungsministeriums unter der Verantwortlichkeit von CVD gefördert.

Literatur

[1] R. F. Mitchell: Akustische Oberflächenwellenfilter, Philips techn. Rdsch. 32 (1971/72) S. 191-202.
 [2] K. W. Moulding und D. W. Parker: IEEE 1974 Ultrasonics Symp. Proc., S. 168.
 [3] R. F. Mitchell und D. W. Parker: Electronics Lett. 10 (1974) S. 512.
 [4] T. W. Bristol, W. R. Jones, P. B. Snow und W. R. Smith: IEEE 1972 Ultrasonics Symp. Proc., S. 343.
 [5] J. J. Campbell und W. R. Jones: IEEE Trans. SU-15 (1968) S. 209.
 [6] R. G. Pratt, G. Simpson und W. A. Crossley: Electronics Lett. 8 (1972) S. 127.
 [7] R. G. Pratt, G. Simpson und C. W. O'Connor: Electronics Lett. 10 (1974) S. 369.
 [8] R. H. Tancrell und R. C. Williamson: Appl. Phys. Lett. 19 (1971) S. 456.
 [9] D. E. Penna, D. W. Parker, F. W. Smith und R. Stevens: Electronics Lett. 10 (1974) S. 489.
 [10] R. F. Mitchell und E. Read: IEEE Trans. SU-22 (1975) S. 264.
 [11] M. F. Lewis: Electronics Lett. 8 (1972) S. 553.
 [12] W. R. Smith, H. M. Gerard, J. H. Collins, T. M. Reeder und H. J. Shaw: IEEE Trans. MTT-17 (1969) S. 856.
 [13] H. Engan: IEEE Trans. ED-16 (1969) S. 1014.
 [14] J. C. Brice, T. M. Bruton, O. F. Hill und P. A. C. Whiffin: The Czochralski growth of $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ crystals, J. Crystal Growth 24/25 (1974) S. 429.

Terminkalender für Messen + Tagungen

14. 01. — 16. 01. 1977
 Consumer Electronics Show
 McCormick Place
 Chicago
24. 01. — 30. 01. 1977
 5. Internationale Fachausstellung
 Salon International Audiovisuel et
 Communication
 Kongreßpalast CIP, Porte Maillot
 Paris
06. 03. — 10. 03. 1977
 Macroshop — Internationale Fachausstellung für Ladeneinrichtung
 Utrecht
07. 03. — 13. 03. 1977
 Festival International du Son
 Kongreßpalast CIP, Porte Maillot
 Paris
08. 03. — 11. 03. 1977
 NTG-Fachtagung „Antennentechnik“
 Bad Nauheim
13. 03. — 20. 03. 1977
 Leipziger Frühjahrsmesse
31. 03. — 06. 04. 1977
 Salon International des Composants
 Electroniques
 Porte de Versailles
 Paris
- März 1977
 AES-Convention der Audio
 Engineering Society
 Paris
26. 03. — 03. 04. 1977
 IHM 77 — Internationale Handwerksmesse — Messe des Handwerks und für das Handwerk
 Messegelände
 München
20. 04. — 28. 04. 1977
 Hannover Messe 1977
 Messegelände Laatzen
17. 05. — 20. 05. 1977
 London Electronic Components Show
 Olympia
 London
23. 05. — 25. 05. 1977
 Tagung „Technische Zuverlässigkeit“
 Nürnberg
03. 06. — 09. 06. 1977
 10. Internationales Fernseh-Symposium
 Montreux 1977
05. 06. — 08. 06. 1977
 Consumer Electronics Show
 McCormick Place
 Chicago
20. 06. — 24. 06. 1977
 Laser — Opto-Elektronik —
 3. Internationaler Kongreß und
 Internationale Fachmesse
 München

Farbfernsehgeräte

Moderne Schaltungskonzepte machen den Fernsehempfänger zum vielfältig nutzbaren Bildterminal

R. Suhrmann, Hamburg

Moderne Schaltungskonzepte und ihre konsequente Weiterentwicklung erlauben es, mit dem Farbfernsehgerät zusätzliche Aufgaben zuverlässig und preisgünstig durchzuführen; Aus dem herkömmlichen Fernsehempfänger wird sich in absehbarer Zeit ein vielfältig nutzbares Bildwiedergabe-Terminal für die Wohnung entwickeln. Der Beitrag behandelt einige moderne Konzepte, an denen dieser Weg erkennbar wird.

Bei der Entwicklung neuer Schaltungskonzepte für Farbfernsehgeräte lagen die Schwerpunkte bisher in der Erhöhung des Integrationsgrades bei gleichzeitiger Verringerung der Anzahl diskreter Bauelemente und der Anzahl der Abgleichschritte sowie im Ausbau des Bedienungskomforts. Diese Gesichtspunkte sind mittlerweile in der Fernsehgeräte-Produktion oder mindestens in der Entwicklung berücksichtigt worden. Als neue wichtige Ziele gelten nunmehr:

- Herabsetzung der Leistungsaufnahme der Geräte,
- Entwicklung von Fernsehgeräteschaltungen, die eine Verarbeitung von Zusatzinformationen gestatten und neben dem normalen Fernsehempfang auch andere Verwendungsmöglichkeiten der Fernsehgeräte ohne weiteres zulassen.

Es versteht sich von selbst, daß bei der Realisierung dieser Ziele die monolithische Integration bei der Bauelementherstellung eine entscheidende Rolle einnimmt.

Optimale Einstellung des Bildes

Bild 1 zeigt die Blockschaltung eines modernen Farbfernsehempfängers, der mit integrierten Schaltungen der zweiten Generation von Valvo aufgebaut ist. Im ZF-Teil findet die integrierte Video-ZF-Verstärker-Schaltung TDA 2541, die den geregelten ZF-Verstärker, den Bild-ZF-Demodulator in Form eines Synchrondemodulators und einen Videoverstärker enthält, zunehmend Ein-

R. Suhrmann ist Mitarbeiter der Valvo Unternehmensbereich Bauelemente der Philips GmbH, Hamburg.

gang auf dem Markt. Diese Schaltung erzeugt auch die Regelspannung für die automatische Verstärkungsregelung (AVR) und die automatische Scharfabstimmung (AFC). Eine automatische Scharfabstimmung ist erforderlich, um die genaue Abstimmung des Empfängers und damit eine hohe Bildqualität sicherzustellen. Weiterhin spielt sie bei digitalen Abstimmssystemen eine wichtige Rolle.

Der PAL-Decoder besteht in der zweiten Generation aus der Leuchtdichte-

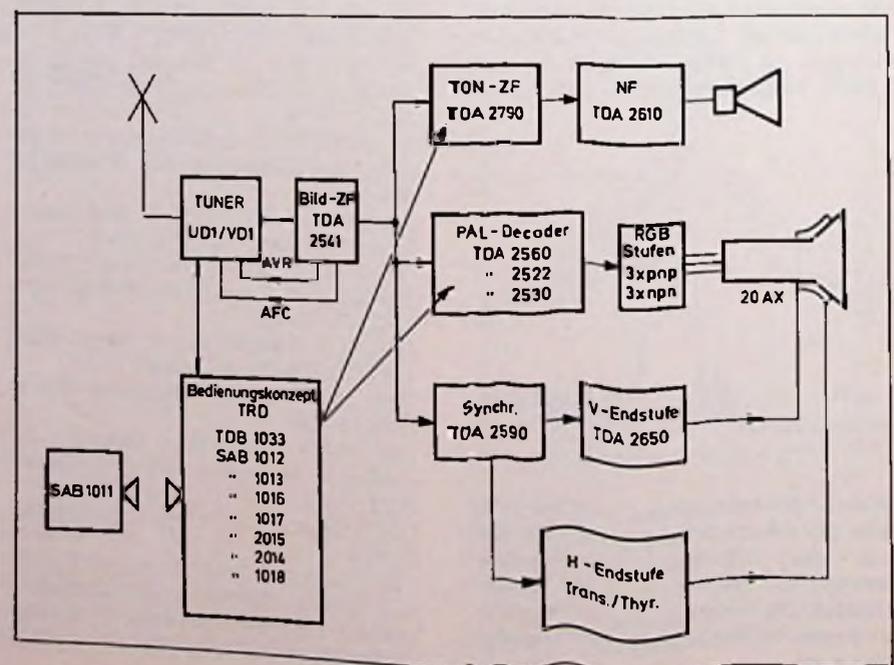
Farbart-Kombination TDA 2560, der Synchrondemodulator-Kombination TDA 2522 und der RGB-Schaltung TDA 2530. Diese integrierten Schaltungen wurden bereits so konzipiert, daß sich mit ihnen Signaleinblendungen im Fernsehschirmbild durchführen lassen.

Im Synchronisierteil löst die Horizontal-Kombination TDA 2590 der zweiten Generation den weitverbreiteten Vorgängertyp TBA 920 der ersten Generation langsam ab. Für die Vertikalablenkung steht die Vertikal-Kombination TDA 2650 zur Verfügung, die außer dem Oszillator auch die Endstufe enthält. Im Tonteil werden die Ton-ZF-Kombination TDA 2790 und die 7-W-NF-Endverstärker-Schaltung TDA 2610 verwendet. Die Schaltung TDA 2790 enthält neben dem Ton-ZF-Verstärker und Ton-ZF-Demodulator auch Stufen für die Lautstärke- und Klangeinstellung, so daß eine Fernbedienung der analogen Größen Lautstärke und Klang leicht durchführbar ist.

Bedienungskomfort

Für den Bedienungskomfort gibt es bei Valvo ein System von integrierten Schaltungen (TRD-System: Touch-Remote-DICS-System), mit dem sich die Funktionen der Bild- und Toneinstellung sowie der Programmwahl und Programmspeicherung fernbedienen lassen. Im einzelnen können folgende Funktionen mit den Schaltungen des TRD-Systems (TDB 1033, SAB 1011 bis 1014, SAB 1016 bis 1018, SAB 2014 und SAB 2015) betätigt werden: Gerät „Ein“

Bild 1. Blockschaltung eines modernen Farbfernsehempfängers mit integrierten Schaltungen der zweiten Generation von Valvo



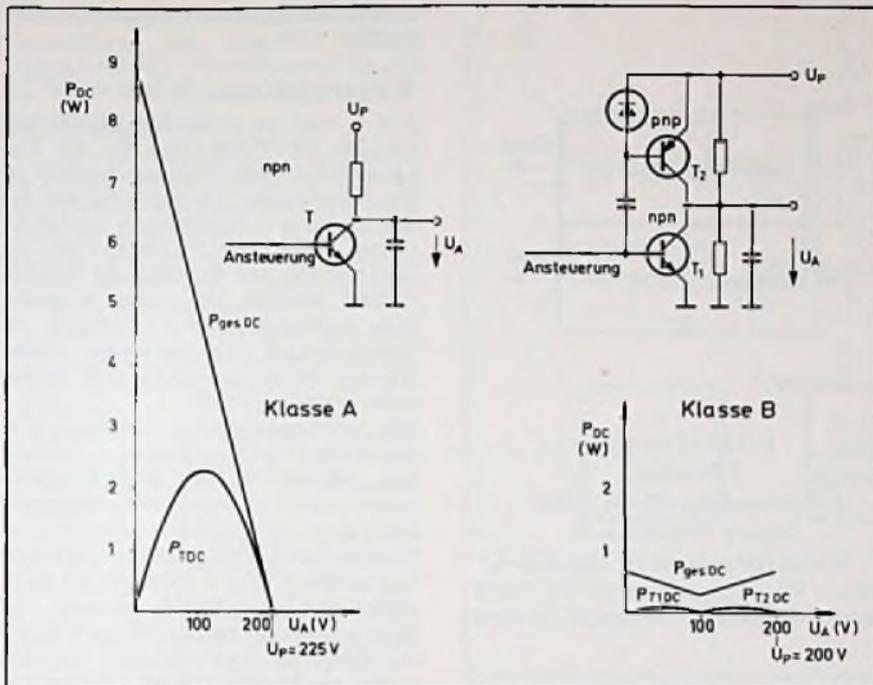


Bild 2. Prinzipschaltung sowie Abhängigkeit der Gleichstrom-Gesamtverlustleistung $P_{ges DC}$ und der Gleichstrom-Transistorverlustleistung $P_{T DC}$ von der Ausgangsgleichspannung U_A bei einer RGB-Eintakt-A-Endstufe (links) und einer RGB-Gegentakt-B-Endstufe (rechts)

und „Aus“, Programm, Kanal, Suchlauf, Speichern von Kanalnummern, Lautstärke, Helligkeit, Farbsättigung, Stummschaltung des Tons, Grundeinstellungen. Mit dem Bedienungssystem lassen sich bis zu 16 Kanalnummern speichern, so daß es möglich ist, ebenso viele Programme direkt anzuwählen und den Empfänger mit hoher Präzision auf den zugehörigen Empfangskanal abzustimmen.

Alle genannten Schaltungen dienen letzten Endes dazu, auf dem Farbbildschirm ein optimales Bild zu erzeugen und bequem einstellen zu können.

Geringere Leistungsaufnahme

Bei den RGB-Endstufen konnte durch Übergang von Klasse-A-Eintakt-Schaltungen auf Klasse-B-Gegentakt-Schaltungen eine wesentliche Herabsetzung der Geräte-Leistungsaufnahme erzielt werden. In Bild 2 sind für diese beiden Schaltungsvarianten die Prinzipschaltungen und die Abhängigkeiten der Gesamt- und Transistor-Gleichstromverlustleistungen in Abhängigkeit von der Ausgangsgleichspannung U_A gegenübergestellt. Die maximale Gesamtverlustleistung $P_{ges max}$ beträgt für alle drei RGB-Endstufen bei der Klasse-A-Schaltung rd. 27 W und bei der Klasse-B-Schaltung rd. 6 W; die entsprechenden Werte für die mittlere Gesamtverlustleistung lauten rd. 20 W und <3 W. Die Verminderung der Leistungsauf-

nahme durch die Verwendung der Klasse-B-RGB-Endstufen beträgt also rund 20 W. Eine Reduzierung der Leistungsaufnahme dürfte in Zukunft auch in anderen Schaltungsteilen des Fernsehempfängers zu erwarten sein. Durch eine Herabsetzung der Leistungsaufnahme erzielt man neben verringerten Betriebskosten auch einen besseren Wärmehaushalt im Fernsehempfänger; das bedeutet geringere Temperaturbelastung der Bauteile und damit höhere Zuverlässigkeit.

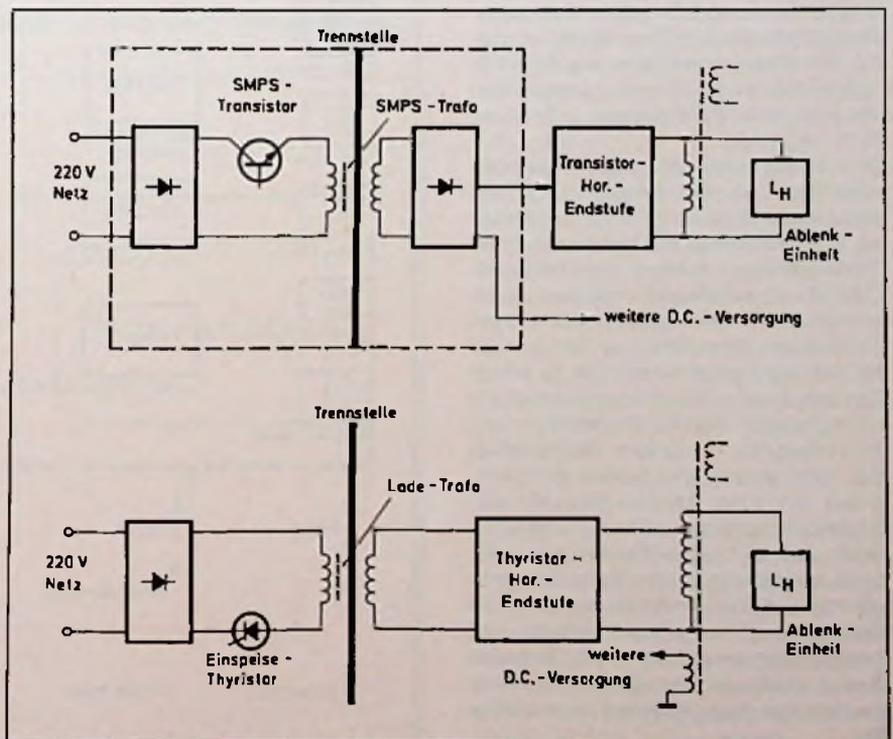
Netztrennung

In Zukunft sollen an das Fernsehgerät in zunehmendem Maße Peripheriegeräte, wie Video-Cassetten-Recorder, Bildwiedergabegeräte angeschlossen werden. Es ist daher zweckmäßig, wenn nicht sogar erforderlich, auch beim Fernsehgerät die bei Rundfunk- und Phonogeräten schon lange selbstverständliche galvanische Trennung zwischen dem stromversorgenden Netz und dem Gerät einzuführen. Durch eine galvanische Trennung vom Netz erzielt man einen sicheren Berührungsschutz, vermeidet Brummstörungen und ermöglicht einfache Signalein- und -auskopplungen vor allem im Video- und NF-Frequenzbereich. Der erforderliche zusätzliche Aufwand für die Netztrennung

Bild 3. Zwei Schaltungsmöglichkeiten der galvanischen Trennung von Versorgungsnetz und Fernsehgerät:

Oben: Trennung in im Transformator des Schaltnetzteils (SMSP) bei Transistor-Horizontal-Endstufen

Unten: Trennung im Ladeltransformator einer Thyristor-Horizontal-Endstufe



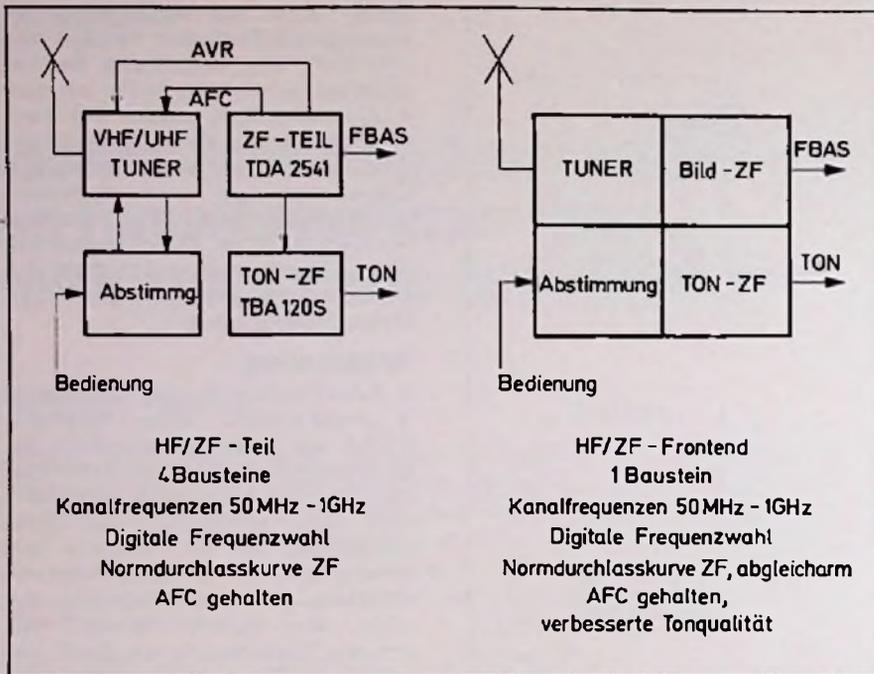


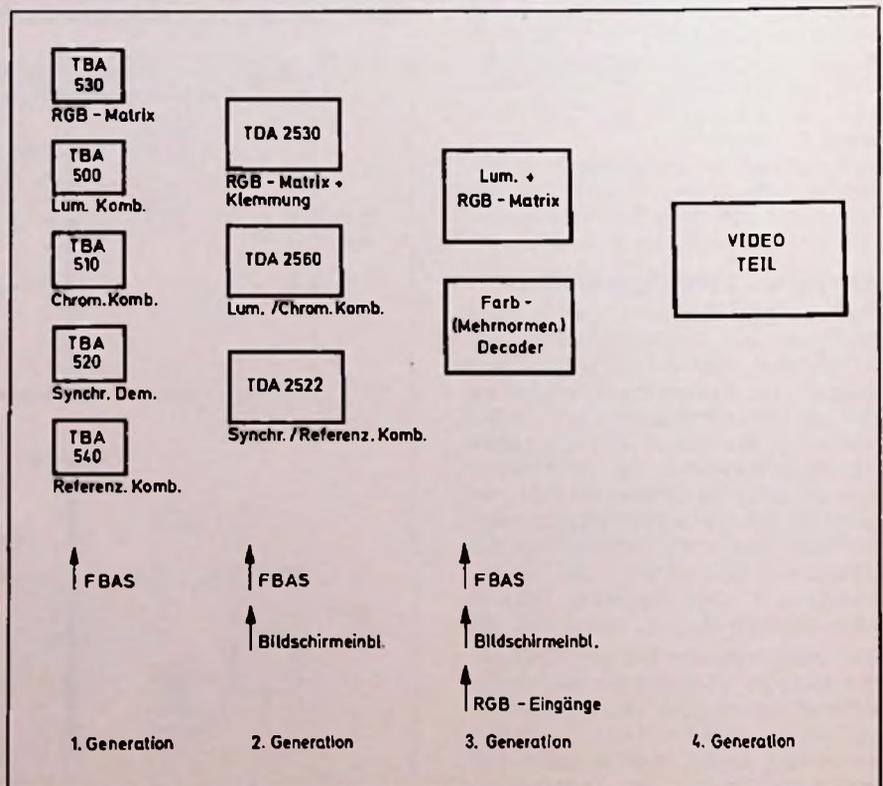
Bild 4. Zur Weiterentwicklung des HF-ZF-Teils eines Farbfernsehgerätes

wird an anderer Stelle, z. B. durch Fortfall der HF-Modulatorstufe im VCR-Gerät und durch vereinfachte Konstruktionen von externen Geräteanschlüssen, weitgehend ausgeglichen. Da bei Netztrennung die Zusatzgeräte nicht mehr, wie bisher üblich, über den Antenneneingang des Fernsehempfängers angekoppelt werden müssen, lassen sich darüber hinaus Störungen von Nachbarempfangsstellen (besonders in Gemeinschaftsantennen-Anlagen), die durch unerwünschtes Auskoppeln oder Ausenden von HF-Signalen entstehen, leicht vermeiden.

Bild 3 zeigt zwei praktikable Lösungsvorschläge für die Netztrennung. Bei Horizontalendstufen mit Transistoren ist es zweckmäßig, die Netztrennung im Transformator eines Schaltnetzteils (SMPS) vorzunehmen. Werden andererseits Horizontalablenkstufen mit Thyristoren verwendet, so ist es vorteilhaft, die Ladedrosselspule zu einem Transformator („Ladetransformator“) umzugestalten und für die Netztrennung zu verwenden. In beiden Fällen benötigt man wegen der hohen Schaltfrequenz nur einen kleinen Kern für den Trenntransformator. Es ist einleuchtend, daß sich eine Verringerung der Leistungsaufnahme des Fernsehgerätes günstig auf das Problem auswirkt, die Netztrennung möglichst einfach und preisgünstig sowie mit einem geringen Raumbedarf und geringem Gewicht an zusätzlichen Bauelementen durchzuführen.

Die Weiterentwicklung von Farbfernsehgeräten unter Berücksichtigung der eingangs genannten Schwerpunkte soll an Hand von zwei Beispielen aus dem

Bild 5. Übersicht über die vergangene und zukünftige Entwicklung im Video-Klein-signalanteil eines Farbfernsehgerätes



Bereich der Signalverarbeitung skizziert werden.

Eingangsstufen

Bild 4 zeigt die zukünftige Entwicklung für den HF-ZF-Teil, also für die Eingangsstufen des Fernsehempfängers. Der Kanalwähler (Tuner), die für die elektronische Abstimmung erforderlichen Stufen und die Stufen für die Verarbeitung des Bild-ZF- und Ton-ZF-Signals werden zu einem Baustein, dem sogenannten HF-ZF-Frontend zusammengefaßt: die genannten Stufen werden weiter entwickelt und besser aufeinander angepaßt.

Die Verbesserungen bestehen u. a. darin, die Eingangsstufen so zu entwerfen, daß sie die beim Kabelfernsehen auftretenden erhöhten Anforderungen, besonders hinsichtlich Kreuzmodulationsfestigkeit und Nachbarkanalselektion, erfüllen. Da bei Verwendung einer automatischen Scharfabstimmung der Abstimmzustand des Empfängers intern festgelegt ist, muß weiterhin das ZF-Filter hinsichtlich dieses Abstimmzustandes optimal abgeglichen und zum Vereinfachen der Abgleicharbeit möglichst abgleicharm aufgebaut werden. Zum Verbessern der Tonqualität ist es erforderlich, nicht nur im NF-Teil, sondern vor allem im Ton-ZF- und Bild-ZF-Teil weitere Maßnahmen zu treffen.

Das HF-Frontend liefert für die Weiterverarbeitung das komplette FBAS-Signal und das Ton-NF-Signal an die nachfolgenden Stufen.

FBAS-Signalteil

Als zweites Beispiel soll die Entwicklung des FBAS-Signalteils, der im wesentlichen den PAL-Decoder enthält, betrachtet werden; sie ist in Bild 5 dargestellt. Die einzelnen Entwicklungsstufen lassen sich durch folgende Merkmale kennzeichnen:

1. Generation: 5 integrierte Schaltungen (nur für die FBAS-Signalverarbeitung) Einführung elektronischer Potentiometer.
2. Generation: 3 integrierte Schaltungen, Signaleinkopplungen für Schirmbildeinblendungen im Farbdifferenzsignalteil.
3. Generation: 2 integrierte Schaltungen, Signaleinkopplungen für Schirmbildeinblendungen im Farbdifferenz- und RGB-Signalteil, Mehrnorm-Decoder.
4. Generation: Weitere Reduzierung der Bauelementezahl, möglicherweise Ersatz der Glasverzögerungsleitungen durch Charge Coupled Devices (CCD's). Ein ähnlicher Trend, die Funktionen in wenigen integrierten Einzelschaltungen zusammenzufassen, wie in Bild 5 für den Signalteil gezeigt wurde, ist übrigens auch beim Bedienungsteil mit den gegenwärtig noch recht zahlreichen Typen an integrierten Schaltungen zu erwarten.

Nach Einführung der Netztrennung und den erwähnten Möglichkeiten der

Bild 6. Gegenwärtige und in nächster Zukunft zu erwartende Verwendungsmöglichkeiten eines Farbfernsehgerätes

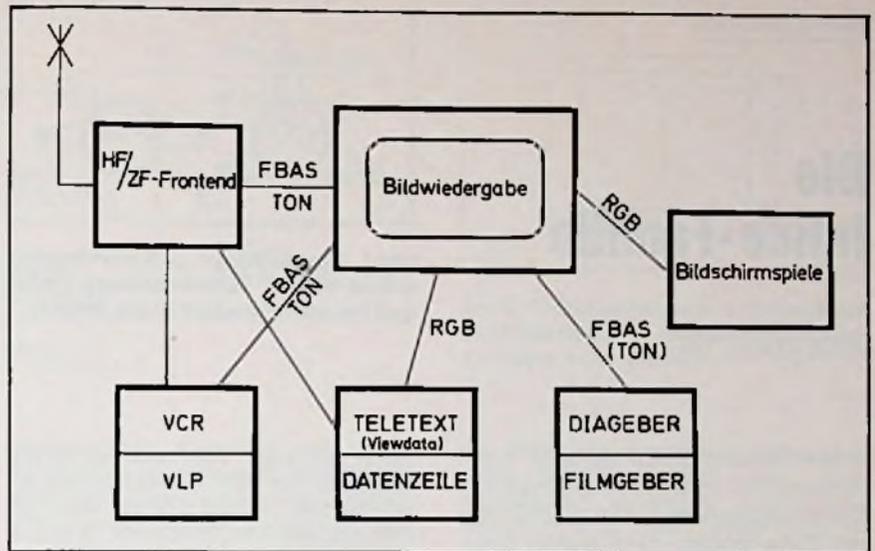
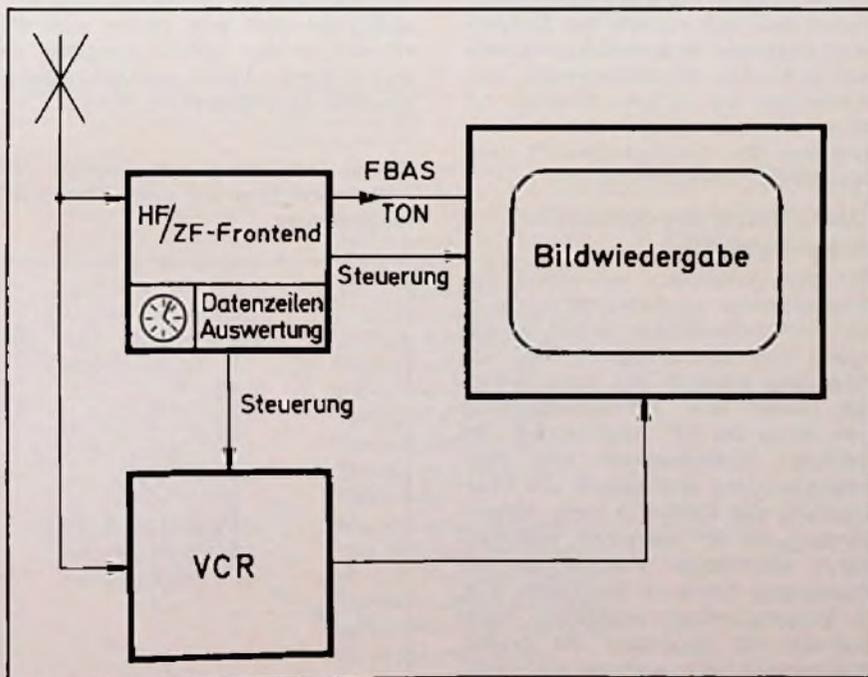


Bild 7. Prinzipschaltung für die Funktionssteuerung eines Farbfernsehgerätes und eines VCR-Gerätes mit einer Schaltuhr oder den Kennungssignalen der Datenzeile

Signaleinkopplungen läßt sich ein Fernsehgerät neben dem normalen Fernsehempfang bei zahlreichen weiteren Anwendungen als hochwertiges Bildwiedergabegerät benutzen.

Weitere Anwendungen als Bildwiedergabegerät

Bild 6 zeigt einige in naher Zukunft zu erwartender Zusatzanwendungen. Das

übliche Fernsehgerät ist hier in den Empfangsteil (HF-ZF-Frontend) und den Bildwiedergabeteil aufgeteilt. Dem Bildwiedergabeteil kann das FBAS- und Ton-Signal entweder vom Empfangsteil oder auch von einem Video-Cassetten-Recorder (VCR), einer Video-Langspielplatte (VLP) oder einem Dia- bzw. Filmgeber über die „Videoschnittstelle“ zugeführt werden. Auch ist es möglich, den Bildwiedergabeteil mit den RGB-Signalen eines elektronischen Bildschirmspiels zu steuern. Mit Zusatzschaltungen können weiterhin die Informationen von Teletext und Datenzeile auf dem Bildschirm wiedergegeben werden.

Schließlich ist es denkbar, die Funktionen der einzelnen Geräte mit einer Schaltuhr oder den in der Datenzeile enthaltenen Kennungssignalen zum gewünschten Zeitpunkt ein-, aus- oder umzuschalten. Diese Möglichkeit ist in Bild 7 skizziert. Das HF-Frontend enthält eine Auswerteschaltung, die bei Übereinstimmung von senderseitigem Kennungssignal mit der im Empfänger vorgewählten Kennung entweder die identifizierte Sendung auf dem Bildschirm wiedergibt oder sie auf dem VCR-Gerät speichert.

Die geschilderten Schaltungskonzepte und ihre konsequente Weiterentwicklung führen also zu vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten und zu einer verbesserten Nutzung des Fernsehgerätes. Ihre Realisierung verlangt Bauelemente, die es gestatten, die zusätzlichen Aufgaben zuverlässig, preisgünstig und mit hoher Qualität durchzuführen. ■

Farbbildröhren

Die Inline-Familie

Artur Köhler, Ulm

Inline-Farbbildröhren erzielen Konvergenz mit wesentlich geringerem Schaltungsaufwand als Bildröhren mit Delta-System. Dies wurde möglich durch Vereinfachen bzw. Weglassen der Konvergenzeinheit. Hochspannungsspeisung, Videoansteuerung, Horizontal- und Vertikalablenkung sind jedoch bei beiden Systemen gleich. Für unterschiedliche Bildschirmformate und Ablenkwinkel wurden Inline-Konzepte mit verschiedener Auslegung der Ablenkspulensysteme entwickelt, deren Funktion und Eigenschaften hier beschrieben werden.

Das einfachste Inline-Konzept

Bei der Delta-Röhre sind die drei Strahlerzeuger am Umfang eines Zylinders angeordnet (Bild 1). Um die von ihnen ausgehenden Elektronen in allen Orten der Bildfläche zu konvergieren, bräuchte man ein rotations-symmetrisches, völlig anastigmatisches Ablenkensystem. Ein solches aber gibt es bis heute nicht. Um dennoch Konvergenz der Strahlen zu erhalten, korrigiert man die Fehler durch drei vor dem Hauptablenksystem angebrachte Ablenkspulen mit stark astigmatischen Eigenschaften, der „Konvergenzeinheit“.

Damit diese Ablenkspulen in den drei Richtungen korrigierend auf die Elektronenstrahlen wirken, müssen sie mit horizontal- und vertikalfrequenten Strömen entsprechender Kurvenform gespeist werden. Dies erfordert natürlich einen erheblichen Schaltungsaufwand. Bei der Inline-Röhre dagegen liegen die drei Strahlerzeuger auf einer Linie,

Oberingenieur A. Köhler ist Mitarbeiter im Fachbereich Röhren von AEG-Telefunken in Ulm.

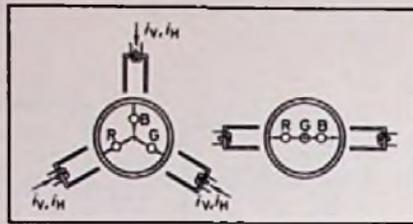


Bild 1. Strahlerzeuger und Konvergenzeinheit bei der Delta-Anordnung (links) und bei der Inline-Anordnung (rechts)

wobei die Lage des mittleren Strahlerzeugers mit dem Bildmittelpunkt zusammenfällt. Müssen bei der Delta-Anordnung alle drei Strahlen R, G und B konvergiert werden, so ist dies bei der Inline-Anordnung nur für die beiden äußeren Strahlen R und B nötig. Folglich kann eine der drei Konvergenzspulen samt zugehöriger Schaltung eingespart werden. Dies ist ein erster Schritt zur Vereinfachung.

Eine analoge optische Anordnung veranschaulicht die Funktionsweise des noch weiter vereinfachten, heute weit verbreiteten Inline-Systems: Eine linienförmige Lichtquelle läßt sich mit einer Zylinderlinse dann als Brennpunkt abbilden, wenn sie senkrecht zur Zylinderachse steht (Bild 2). Eine solche Linse ist extrem astigmatisch, denn eine parallel zur Zylinderachse orientierte Lichtlinie (c d in Bild 2) wird nicht mehr als Punkt, sondern wieder als Linie abgebildet.

Auf die Inline-Röhre übertragen bedeutet dies, daß ein wie die Zylinderlinse wirkendes astigmatisches Ablenkfeld auch ohne Hilfsmagnetfelder eine Konvergenz der äußeren Strahlen mit dem mittleren erzeugen kann. Damit entfallen die Konvergenzeinheit samt zugehöriger Ansteuerschaltung.

Die Grenzen des einfachsten Inline-Systems

Mit der einfachsten Ausführung des Inline-Systems ist Konvergenzgenauigkeit nur innerhalb eines begrenzten Bereichs von Bildschirmgröße und Ablenkwinkel erzielbar. Als obere Grenze gilt derzeit eine Bildschirmdiagonale von 36 cm bei 90° Ablenkwinkel. Bei größeren Ablenkwinkeln und Bildschirmformaten wird jedoch die Überlagerung der beiden in ihrer Ablenkrichtung um 90° versetzten astigmatischen Ablenkfelder ungenau, so daß unzulässige Fehler in den Ecken, d. h. in Diagonalrichtung, entstehen. Hinzu kommen die besonders bei großen Bildformaten sich nachteilig auswirken-

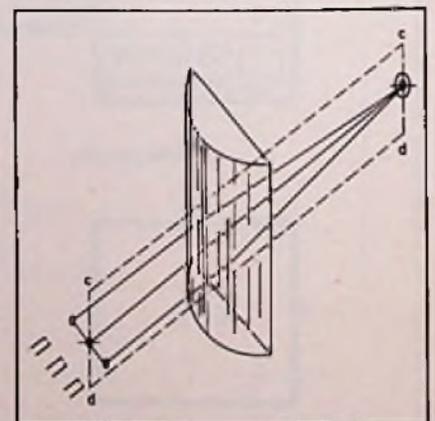
den mechanischen Toleranzen von Röhre und Ablenkspule.

Wirtschaftliche Inline-Konzepte

Um die bei größeren Bildschirmabmessungen auftretenden Konvergenz- und Toleranzfehler klein zu halten, sind deshalb Zusatzeinrichtungen nötig. Mit wirtschaftlichem Aufwand läßt sich der Bereich der Konvergenzfreiheit erweitern bis zu Bildschirmabmessungen von 46...67 cm bei 110° Ablenkwinkel.

Das „Uniline“-System war so konzipiert, daß es in die vorhandenen Delta-Geräte eingesetzt werden konnte. Die Ablenkspulen behielten deshalb die bei der Delta-Technik übliche annähernd homogene Feldverteilung. Schablonenform, Wickeltechnik und die für die Ansteuerschaltung maßgebenden Spulenanschlußwerte konnten dadurch beibehalten werden. Bei Betrieb einer solchen Ablenkeinheit mit der Inline-Röhre ohne zusätzliche Korrektur ergeben sich Abweichungen von der Konvergenz an den Bildrändern, die etwa gleich groß wie bei Delta-Röhren sind, nämlich 12...15 mm. Die Konvergenzkorrektur geschieht nicht durch eine separate Konvergenzeinheit, sondern durch vier Toroidwicklungen, die im Norden, Süden, Osten und Westen auf dem Ferritkern der in Sattelspulen-Technik ausgeführten Ablenkeinheit aufgebracht sind. Sie werden — wie bei einer Konvergenzeinheit — mit horizontal- und vertikalfrequenten Strömen gespeist, um zeitabhängig das Ablenkfeld so zu verstärken bzw. abzuschwächen, daß die Strahlen auf dem Bildschirm konvergieren. Wegen der beträchtlichen Konvergenzabweichung müssen auch die Korrekturstrome entsprechend groß sein. Ferner muß die Kurvenform der Ströme sorgfältig an den örtlichen Ablauf der Konvergenzabweichung angepaßt werden.

Bild 2. Erläuterung des Prinzips der Selbstkonvergenz bei Ablenkspulen für Inline-Röhren



Ablenkrichtung:		Systembeispiele
horizontal	vertikal	
A) Selbstkonvergenz, siehe Bild 3 u. Toleranzkorrektur	Konvergenzkorrektur	20 AX/66 cm PIL/67 cm
B) Konvergenzkorrektur, siehe Bild 4	Selbstkonvergenz und Toleranzkorrektur	20 AX/51 cm und 46 cm Hitachi/51 cm Toshiba
C) Selbstkonvergenz u. Toleranzkorrektur	Selbstkonvergenz und Toleranzkorrektur	20 AX/56 cm

Tabelle 1. Möglichkeiten der Konvergenzkorrektur

Unterschiedliche Grundlagen der verschiedenen Konzepte

Die nachstehend behandelten wirtschaftlichen Konzepte zur Konvergenzkorrektur nützen – im Gegensatz zu „Uniline“ – alle das Prinzip der astigmatischen Ablenkfelder, „Selbstkonvergenz“ genannt, aus. Während der Aufwand bei den verschiedenen Konzepten fast gleich ist, unterscheiden sie sich in den technischen Einzelheiten erheblich.

Wie erwähnt, gelingt es nur unter besonderen Bedingungen, die Ablenkfelder für alle Ablenkrichtungen „selbstkonvergierend“ zu machen. Es ist daher naheliegend, nur eine Ablenkrichtung mit dem zur völligen Selbstkonvergenz nötigen astigmatischen Feld auszustatten und in der anderen Ablenkrichtung eine im Vergleich zum Delta-System kleine Strahldivergenz (etwa 2...4 mm) zuzulassen, deren Korrektur noch einen gewissen Auf-

wand erfordert. Aber auch dort, wo es bei gegebenem Bildformat, Elektronenstrahlerzeugungssystem und Ablenkwinkel gelingt, für beide Ablenkrichtungen Selbstkonvergenz zu erreichen, ist es zweckmäßig, Korrekturmittel einzusetzen, um die Wirkung von Fertigungstoleranzen auf die Konvergenz auszugleichen. Hierbei ergeben sich folgende, in der Praxis angewandte Möglichkeiten (Tabelle 1):

Der Begriff „Konvergenzkorrektur“ schließt eine Toleranzkorrektur mit ein. Er bezieht sich auf eine neben den immer auftretenden Toleranzfehlern vorhandene systematische Divergenz (Bilder 3, 4).

Nicht die Aufteilung von Selbstkonvergenz und Konvergenzkorrektur auf die Ablenkrichtungen, sondern die Mittel, die zur Durchführung der Korrekturen verwendet werden, bestimmen den Aufwand. Daher ist eine Gliederung nach diesem Gesichtspunkt fast noch informativer (Tabelle 2):

Tabelle 2. Mittel zur Konvergenzkorrektur

Mittel zur		Systembeispiele
Konvergenzkorrektur	Toleranzkorrektur	
a) Konvergenzeinheit (nur aus einer Ablenkrichtung gespeist, d. h. mit nur einer Wicklung)	Dieselbe Konvergenzeinheit und mechanisches Justieren der Bildröhre zur Ablenkeinheit	Hitachi/51 cm Toshiba
b) Vierpolwicklung auf dem Ferritkern der Ablenkeinheit	Dieselbe Vierpolwicklung auf dem Ferritkern der Ablenkeinheit sowie einstellbar unsymmetrische Speisung der Ablenkspulenhälften für horizontale und vertikale Ablenkung	20 A
c) Vierpolwicklung auf dem Ferritkern der Ablenkeinheit	Mechanisches Justieren der Bildröhre zur Ablenkeinheit. Nach dem mechanischen Justieren wird die Ablenkeinheit mit der Bildröhre fest verbunden	PIL

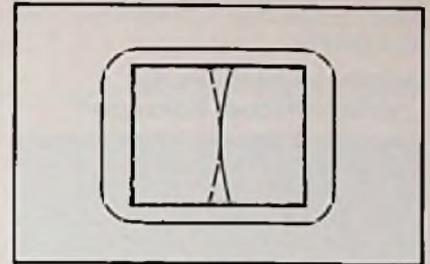
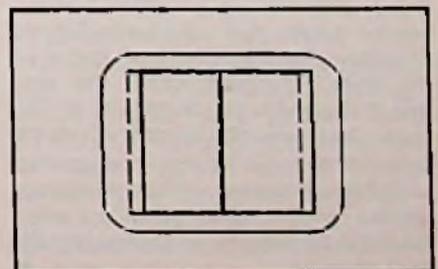


Bild 3. Selbstkonvergenz in horizontaler Ablenkrichtung (Vertikalkonvergenz-Korrektur erforderlich)

Es wurde behauptet, der Gesamtaufwand bei den verschiedenen „wirtschaftlichen Systemen“ unterscheide sich nur wenig voneinander. Dazu ist zu sagen: Eine einfache Konvergenzeinheit mit nur einer Wicklung auf zwei U-förmigen Ferritpolshuhen ist im Aufwand (Material plus Arbeitszeit) mit vier als Toroidwicklungen auf dem Ferritkern der Ablenkeinheit aufgebrauchten Hilfsspulen vergleichbar. Allerdings ist es für die Landungsreserve nicht günstig, Konvergenzebene und Ablenkebene voneinander zu trennen. Hier sind die Systeme mit Konvergenzwicklung auf dem Ferritkern der Ablenkeinheit (z. B. 20 AX) im Vorteil.

Das mechanische Justieren der Ablenkeinheit zur Bildröhre zum Toleranzausgleich (z. B. PIL) kostet Arbeitszeit. Außerdem gibt es Konvergenzfehler, die man durch mechanisches Justieren nicht ohne Kompromisse beseitigen kann. Für die elektrische Toleranzkorrektur über eine Vierpolwicklung mit Einstellern in der Ansteuerschaltung (z. B. 20 AX) gilt diese Einschränkung nicht, jedoch kostet das Einstellen ebenfalls Arbeitszeit. Der Zeitaufwand dürfte also etwa gleich sein, doch ist das elektrische Einstellen vielseitiger und bequemer. In den Fällen, in denen Konvergenzeinstellungen nötig sind, wird die Toleranzkorrektur automatisch und

Bild 4. Selbstkonvergenz in vertikaler Ablenkrichtung (Horizontalkonvergenz-Korrektur erforderlich)



ohne zusätzlichen Zeitaufwand mit durchgeführt.

Ausführungsformen der „wirtschaftlichen Konzepte“

Nicht immer ist der Gesamtaufwand auch nach außen hin erkennbar. So fällt bei der Kombination A-c (z.B. PIL, siehe Tabelle) dem Anwender kaum auf, daß hier eine Vierpol-(Toroid)-Wicklung zur Konvergenzkorrektur (c) verwendet wird, weil sie auf der beim PIL-System als Toroidwicklung ausgeführten Hauptablenkwicklung nicht erkennbar ist. Die Ansteuerschaltung und die 2 Einsteller zur Konvergenzkorrektur (A) sind auf der Ablenkeinheit mit angeordnet, werden voreingestellt und sind im Lieferumfang des Herstellers enthalten. Trotzdem zählen sie zum Gesamtaufwand. Dies gilt ebenso für die mechanische Toleranzkorrektur, die vom Hersteller durchgeführt werden muß, bevor Röhre und Ablenkeinheit fest miteinander verbunden werden.

Die Kombination A-a (z.B. Hitachi) versteckt ihren Aufwand weniger gut: Die gesondert hinter der Ablenkeinheit auf dem Röhrenhals befindliche Konvergenzeinheit ist mit der (passiven) Ansteuerschaltung (2 Einsteller) kombiniert und mit der Ablenkspule fest verdrahtet. Da Ablenkeinheit und sämtliche Konvergenzmittel mit der Röhre zusammen als Baugruppe geliefert werden, ist die Verarbeitung beim Anwender auch nicht aufwendiger als bei A-c. Die Kombinationen A-b, B-b und C-b (z.B. 20 AX) zeigen zunächst nichts als ihre toroidförmige Vierpolwicklung auf dem Ferritkern der Ablenkeinheit. Sie fällt nur dann ins Auge, wenn die Ablenkwicklungen in Satteltechnik ausgeführt sind (20 AX).

Die Entscheidung über den weiteren Aufwand liegt im Ermessen des Anwenders. So kann er den Einstellaufwand zum Toleranzausgleich den jeweiligen Erfordernissen anpassen. Bei mittleren Formaten (56 cm, 51 cm) z.B. kann er ihn ganz einsparen, bei großen Formaten in dem Maße reduzieren, in dem es dem Hersteller von Bildröhre und Spule gelingt, die Fertigungstoleranzen zu verkleinern. Hier wurden in letzter Zeit nennenswerte Fortschritte erzielt.

Diese Variante des Inline-Systems scheint derzeit das anpassungsfähigste von allen Konzepten zu sein. Dabei ist die 20-AX-Typenreihe wegen des großen Querschnitts im „Normhals“ in der Lage, Elektronenstrahlerzeugersysteme aufzunehmen, die infolge ihres großen Linsendurchmessers optimal ausgelegt werden können. Das garantiert bestmögliche Bildschärfe im gesamten Bildschirmbereich. ■

Kurzberichte über Neuheiten aus der Fertigung

Beschickungs- und Sortiereinrichtung für ICs

Eine automatische Beschickungs- und Sortiereinrichtung für ICs im DIL-Gehäuse mit 8...40 Anschlüssen hat Siemens entwickelt. Zusammen mit einem Prüfgerät kann die Einrichtung bis zu 9000 Bauteile in der Stunde prüfen und sortieren. Die Eingabekanäle können gleichzeitig zwei bzw. 13 Magazine mit Bauelementen aufnehmen. Für die acht Ausgabekanäle können fast



Automatische Beschickungs- und Sortiereinrichtung für ICs von Siemens

alle üblichen Magazinformaten verwendet werden. Da alle Prüflinge in Rückenlage transportiert werden, lassen sich Typen verschiedener Dicke problemlos handhaben. Als „Sortier-Trigger“ dient ein Signal von 3,5...30 V mit beliebiger Polarität und einer Impulsbreite von mindestens 0,5 ms. Zusätzlich ist eine Temperaturbox lieferbar, die bis +125 °C aufgeheizt werden kann und etwa 400 ICs mit 14-Pin-Gehäuse aufnimmt.

Meldungen über Bauelemente

VHF-MOS-Transistoren bis 450 MHz. 3N204, 3N205 und 3N206 sind neue

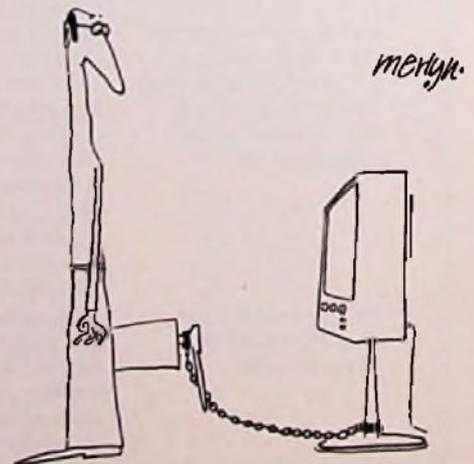
RDA-MOS-Feldeffekt-Transistoren (N-Kanal-Depletion-Typen), die speziell für HF-Verstärker (3N204), Mischer (3N205) und Fernseh-ZF-Verstärker (3N206) vorgesehen sind. Sie können bei Speisepannung bis 25 V verwendet werden. Kleinsignal-Verstärkung: mindestens 14 dB, Rauschfaktor: 5 dB maximal, bezogen auf 450 MHz und 10 mA Drainstrom.

4-Bit-Mikroprozessor. Die Komponentenserie 2900 von Advanced Micro Devices Inc. ist nun auch von der Motorola GmbH als Zweitlieferant erhältlich. Es handelt sich um folgende Bauteile: Mikroprozessor-Slice MC2901, Folgesteuerungen MC2909 bzw. MC2911 und Register MC2918.

Kurzberichte über neue Bauelemente

Spannungsregler

Motorola hat folgende vier Serien von Spannungsreglern neu entwickelt: MC 7700C (750 mA positiv), MC 78M00C (500 mA positiv), MC 78L00C (100 mA positiv) und MC 79L00C (100 mA negativ). Jede Serie besteht aus sechs bis acht Typen, die auf eine Spannung von 5...24 V festgelegt sind. Der Schaltkreis enthält verschiedene Schutzschaltungen: thermischen Überlastungsschutz, internen Kurzschlußschutz sowie Schaltung, die den Ausgangskurzschlußstrom reduziert. Die Bausteine sind im Plastikgehäuse 199 oder im Metallgehäuse TO-39 bzw. TO-92 erhältlich. Die Regler sind für Applikationen der professionellen und der Unterhaltungselektronik geeignet.



Sprechfunk

Geräte und Antennen für das Jedermann-Band

Seit Mitte 1975 dürfen in der Bundesrepublik Sprechfunkgeräte im 11-m-Band („Jedermann-Band“, „CB“, „Citizen-Band“) von jedermann ohne Nachweis eines Bedarfs betrieben werden. Inzwischen ist das Interesse an diesen Geräten stark gewachsen. Unser Beitrag behandelt deshalb die wichtigsten Fragen, die mit Sprechfunkgeräten für das 11-m-Band zusammenhängen, und stellt einige Modelle vor.

Sprechfunkgeräte sind nicht nur in den unterschiedlichsten Gewerbeunternehmen, sondern auch im privaten Bereich vielseitig anwendbar: für Bergsteiger und Wassersportler, für Mitteilungen über die Verkehrssituation von Autofahrer zu Autofahrer in den Hauptverkehrsstunden, als Personenrufanlage im Wohnhaus und – eine besonders wichtige Anwendung – für Notrufe aller Art von mobilen Anlagen aus. Auf diesem Gebiet haben sich die Mitglieder von Autohilfsclubs besonders verdient gemacht.

Die meisten 11-m-Sprechfunkgeräte werden jedoch nicht für solche zweckgerichteten Anwendungen benutzt, sondern dienen mehr der Unterhaltung durch Zufallskommunikation, wie sich in Ballungsgebieten zeigt. Viele Benutzer glauben, sich ohne Lizenzprüfung ähnlich wie Funkamateure (diese Bezeichnung ist jedoch geschützt) betätigen zu können: Sie starten „CQ-Rufe“, verwenden in den Gesprächen Amateurfunk-Abkürzungen und tauschen sogar QSL-Karten aus. Da ist im 11-m-Sprechfunk-Bereich keine offiziellen Rufzeichen gibt, legt sich jeder selbst einen phantasievollen Rufnamen zu.

Ausführungen der Geräte

Die Bundespost hat technische Vorschriften über die 11-m-Sprechfunkgeräte erlassen¹⁾, in der auch die max-

mal zulässige Sendeleistung festgelegt ist. Es ist verboten, sie durch Anschließen eines Leistungsverstärkers (Amateurslogan: „Nachbrenner“) zu erhöhen.

Alle Geräte müssen eine FTZ-Serienprüfnummer haben, die bei ortsfesten Geräten mit den Kennbuchstaben „KF“, bei beweglichen mit „PR 27“ beginnt. Für stationär betriebene 11-m-Sprechfunkgeräte ist eine postalische Betriebsgenehmigung erforderlich und eine monatliche Gebühr von 15 DM zu entrichten.

11-m-Sprechfunkgeräte gibt es in drei Grundausführungen:

- Hand-Sprechfunkgeräte mit eingebautem Mikrofon-Lautsprecher, ausziehbarer Antenne und eingesetzter Batterie,
- Auto-Sprechfunkgeräte mit Anschluß für Auto-Funkantenne und Autobatterie,
- Feststationen, die aus dem Netz gespeist werden und Anschluß für eine Dachantenne haben.

Wichtig ist bei allen Ausführungen die Zahl der Kanäle (bis zu zwölf). Wenn nur eine sehr geringe Entfernung mit Hand-Sprechfunkgeräten überbrückt werden soll, genügt die Einkanal-Ausführung. Mobil- und Feststationen sollten mehrere Kanäle haben, damit man ausweichen kann, wenn ein Kanal belegt ist; das ist in Ballungsgebieten sehr wichtig.

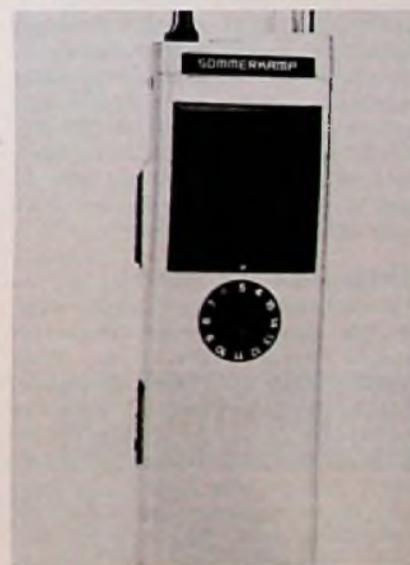
Reichweite

Die Reichweite von Hand-Sprechfunkgeräten innerhalb eines Stadtgebietes



Hand-Sprechfunkgerät „Stratofon P3“ (Kolbe & Co.)

Hand-Sprechfunkgerät „TS 512“ für 12 Kanäle (Sommerkamp)



liegt je nach Bebauung zwischen 500 m und 3 km. Feststationen mit Dachantenne haben eine größere Reichweite. Im Freigelände und über Wasser lassen sich mit mobilen Geräten bis zu 50 km und mehr überbrücken.

Ein ungestörter Funkverkehr ist im CB-Band allerdings nicht gewährleistet: das Diathermiegerät eines Arztes oder ein

¹⁾ Koch, E.: Neue technische Vorschriften für 11-m-Sprechfunkgeräte. Funk-Technik 30 (1975) S. 471.



Auto-Sprechfunkgerät „TS 712“ (Sommerkamp)



Feststation für das 11-m-Band mit 12 Kanälen und Digitaluhr

Industriegenerator – beide benutzen ebenfalls Frequenzen im 11-m-Band – in unmittelbarer Nähe des Funkgerätes können erheblich stören; in Ballungsgebieten sind außerdem oft alle 12-Kanäle belegt, so daß kein Funkverkehr möglich ist. Viel Ärger gibt es auch durch Überreichweiten ausländischer CB-Stationen.

Einige Gerätebeispiele

Aus dem umfangreichen Angebot sollen als Beispiele einige Geräte vorgestellt werden. Die Firma Hans Kolbe & Co., Hildesheim, bietet zwei Einkanal-Modelle „Multifon“ für den Nahbereich an, die vor allem als Spielzeug gedacht sind. Höhere Ansprüche erfüllt dagegen das Modell „Stratofon P3“ dieses Herstellers mit 3 Kanälen, 2 W Senderinput, Rauschsperr, Ruf-taste, Zeigerinstrument für Batterie-kontrolle, Empfangsfeldstärke und Ausgangsleistung, Anschlußbuchsen für Hörer und Ladegerät.

Das Hand-Sprechfunkgerät „TS 512“ von Sommerkamp (Vertrieb: Richter & Co., Hannover) hat die Abmessungen 230 mm X 78 mm X 43 mm, wiegt 800 g und bietet 12 Kanäle, 2 W Senderinput, Ruf-taste, Squelchregler, HF-Vorstufe mit Dual-Gate-MOSFET im Empfänger-eingang, Krachtöter, elektronische Sende/Empfangs-Umschaltung, An-

schlußbuchsen für Hörer und Ladegerät sowie Meßinstrument für Batteriespannung, Empfangsfeldstärke und Senderoutput. Das Gerät hat einen „Stand-by-Schalter“ für Empfangsbereitschaft: Er schaltet das Gerät 10 s lang aus, dann 2 s lang ein. Dadurch wird die Stromaufnahme auf 8 mA herabgesetzt, während sie bei voller Verstärkung 60 mA beträgt.

Der „Transceiver TS 712“ von Sommerkamp hat 12 Kanäle, 2 W Senderinput, eine Eingangsempfindlichkeit von $1 \mu\text{V}/10 \text{ dB Sinad}$ und große Kreuzmodulationsfestigkeit durch Verwendung von Dual-Gate-MOSFETS in der Empfänger-Vor- und Mischstufe. Das Gerät bietet Tonruf, Squelchregler, elektronische Sende/Empfangs-Umschaltung, Meßinstrument für Empfangsfeldstärke und Senderoutput, eingebauten Lautsprecher, 2-W-NF-Output. Als Zubehör werden ein Mikrofon sowie eine Halterung für den Einbau im Auto geliefert. Das gleiche Modell gibt es auch als Feststation „TS-712 P“ mit eingebautem Netzteil.

Zur Luxusklasse zählt die Feststation „KF 9012D“ von Kaiser electronic, Heidelberg, mit 12 Kanälen und 2 W Senderinput. Das Empfängerteil mit einer Eingangsempfindlichkeit von $0,5 \mu\text{V}/10 \text{ dB Sinad}$ ist ein Doppelsuper (1. ZF 11,275 MHz, 2 ZF 455 kHz) mit 6 kHz

Bandbreite und einer Nachbarkanal-Dämpfung von etwa 80 dB. Mit „Delta-Tuning“ läßt sich der Empfänger nachstimmen, falls die Gegenstation einen nicht richtig abgeglichenen Senderquarz verwendet. Eine von der Netzfrequenz gesteuerte eingebaute Digital-Uhr dient nicht nur zur Zeitanzeige, sondern auch, um die Feststation zu einer vorgewählten Zeit einzuschalten oder zu diesem Zeitpunkt einen Summton ertönen zu lassen. Ein Meßinstrument zeigt Eingangsfeldstärke und Senderoutput an. Diese Feststation läßt sich mit einem Selektivrufteil ausrüsten, das nach dem Dreitonfolgesystem oder nach dem Doppeltonverfahren arbeitet. Dadurch können sich Gegenstationen, die das gleiche Selektivrufsystem benutzen, gezielt anrufen: der Lautsprecher schaltet sich erst ein, wenn das für die eigene Station bestimmte Rufsignal eintrifft. Man muß also nicht alle anderen Gespräche auf dem eingeschalteten Kanal mithören. Die beiden Rufverfahren sind gegen Fehlwertung sicher.

Antennen für Sprechfunkgeräte

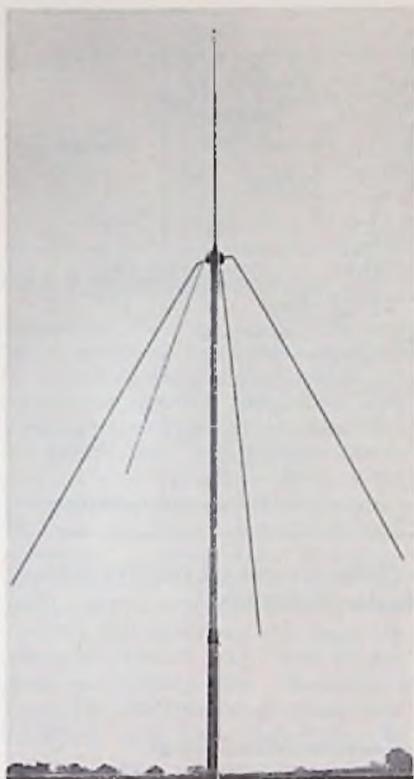
Bei der geringen Sendeleistung der 11-m-Sprechfunkgeräte kommt es darauf an, Antennen mit möglichst hohem Wirkungsgrad zu verwenden. Da mit Vertikalpolarisierung gearbeitet wird, müßte ein $\lambda/4$ -Strahler eine Länge von etwa 2,75 m haben, was bei Mobilantennen eine große mechanische Stabilität erfordern würde.

Aus diesem Grunde wird bei Fahrzeugantennen – von Sonderfällen abgesehen – die geometrische Länge der Rute gekürzt und ihre elektrische Länge zum Ausgleich mit einer Verlängerungsspule vergrößert. Bei 1230 mm langen Ruten beispielsweise beträgt die elektrisch wirksame Länge $\lambda/10$. Mobilfunkantennen haben Ruten von 535 ... 2630 mm Länge.

Für Feststationen verwendet man $\lambda/4$ - und $\lambda/5/8$ -Strahler. Diese sogenannten „Ground-plane-Antennen“ benötigen als Gegengewicht mindestens drei abgestimmte Radials mit etwa 2,5 m Länge. Nachstehend sollen einige Funkantennen vorgestellt werden:

- Das Modell „Moba 3700/1“ (Hirschmann) mit bis zu 40° einstellbarem Neigungswinkel hat eine 1230 mm lange, abstimmbare Rute. Elektrisch wirksame Länge: $\lambda/10$, Welligkeit: kleiner/gleich 1,1, Bandbreite: 0,1 MHz. Die Antenne läßt sich bei Verwendung der Antennenweiche AP 62/327 auch für das Autoradio benutzen.

- Die abstimmbare Fensterantenne „Moba 116K“ (Hirschmann) kann schnell angebracht werden. Ihr Fuß wird auf eine Fensterscheibe geschoben und festgespannt. Das Fenster läßt sich



Groundplane-Antenne „Strata 27 G4“ (Hirschmann)

ganz schließen, und die 1200 mm lange Edelstahlrute ragt über das Dach hinaus. Über einen Haftmagneten wird die Abschirmung des Koaxialkabels mit der Karosseriemasse verbunden. Elektrisch wirksame Länge: $\lambda/10$, Welligkeit: kleiner/gleich: 1,8, Bandbreite: 0,1 MHz.

● Die Antenne „Strata 27 G4“ (Hirschmann) für Feststationen hat einen 2,35 m langen abschraubbaren $\lambda/4$ -Strahler und vier 2,5 m lange, ebenfalls abschraubbare Gegengewichte (Radials) zum Befestigen auf Standrohr mit

50 mm Durchmesser. Die $\lambda/5/8$ -Antenne „27 5/8“ hat gegenüber einem $\lambda/4$ -Vertikalstrahler einen Gewinn von 3 dB bei einer Rutenlänge von 6,76 m. Strahler und Radials sind aus Polyesterfaserglas und daher gegen Alterung und Witterungseinflüsse sicher. Stehwellenverhältnis: kleiner/gleich 1,5, Bandbreite: 2 MHz.

Meßgeräte für die Fachwerkstatt

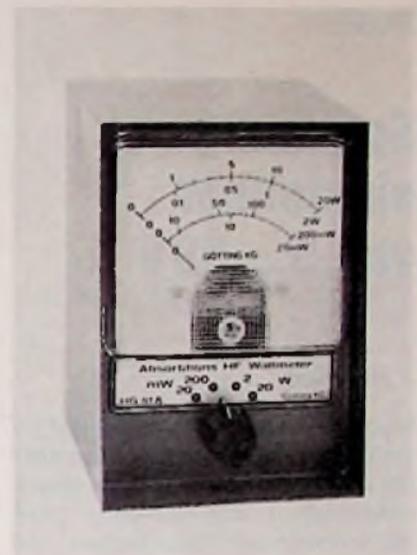
Für Reparaturen an den Geräten benötigt die Fachwerkstatt zusätzlich vor allem einen Frequenzzähler, dessen Meßbereich mindestens bis 30 MHz reicht. Zu empfehlen ist außerdem ein Breitband-Oszilloskop, das den Frequenzbereich von etwa 27 MHz darstellen kann. Weiterhin benötigt man ein Stehwellen-Meßgerät, das zwischen Gerät und Antennenanschlußkabel geschaltet wird.

Bei allen Reparaturarbeiten und Messungen am Senderteil von Sprechfunkgeräten ist der Antennenanschluß mit einem Ersatzwiderstand abzuschließen, um Störungen anderer Stationen im eingestellten Kanal zu vermeiden. Hierfür eignet sich z. B. das Milliwattmeter „HG 81 A“ der Götting KG, Röddensen, in das der Abschlußwiderstand eingebaut ist. Das Gerät gestattet Leistungsmessungen von 4 mW bis 20 W im Frequenzbereich 3 bis 500 MHz. Mit ihm läßt sich nach Zeigerausschlag der Senderabstimmkreis trimmen.

Vertriebswege

Der Vertrieb der Sprechfunkgeräte schien zunächst wenigen Spezialfirmen vorbehalten zu sein. Inzwischen sind sie aber auch in Versandhandelskatalogen und in Warenhäusern zu finden. Der Fachhandel dagegen verhält sich mit wenigen Ausnahmen abwartend, weil

● das Verkaufspersonal geschult werden muß, denn im Spezialgeschäft



Milliwattmeter „HG 81A“ (Götting KG)

erwartet der Kunde fachmännische Beratung;

- der Markt nur schwer überschaubar ist, denn die meisten Modelle kommen aus Fernost-Ländern;
- die Umstellung auf die neuen FTZ-Nummern häufig einen Wechsel der Typen nach sich zieht;
- die Werkstatt zusätzliche Meßgeräte benötigt, damit Reparaturen an Sprechfunkgeräten durchgeführt werden können.

Trotz dieser Hindernisse sollte der Fachhandel Sprechfunkgeräte für das Jedermannband in sein Sortiment aufnehmen, denn diese Geräte werden eines Tages für den Privatmann ebenso selbstverständlich sein wie der Fotoapparat.

In den USA werden schätzungsweise schon 10 Millionen Sprechfunkgeräte für das CB-Band benutzt. E. Koch

27 MHz
Sprechfunkgeräte/
Zubehör-Prospekt
und Preisliste
anfordern vom
Fachlieferanten
für Handel, Industrie
und Behörden

RICHTER & CO
Allemannstr. 17-19 · 3000 Hannover 1
Ruf (0511) 664611 · Telex 0922343

MÜTER BMR
hergestellt mit der längsten erfahrung in der regeneratortechnik

BMR 6
Bildröhren-Meßplatz und Regenerierautomat mit Regenerierprogramm und Schlußautomatik; Bildschirmkontrolle mit dem Diffusionsbild ohne Ablenkeinheit (Pat. angem.); Maße: 47x29x23 cm.

BMR 7
Bildröhren-Meß-Regenerator; regeneriert mit Erfolg und beseitigt Schlüsse; Emissionen messen – Kennlinienaufnahme – Schlußmessen;

Gew.: 15 kg;
Preis: 1698,- DM + MWST.

Gew.: 4,5 kg;
Preis: 490,- DM + MWST.

Maße: 23x14x18 cm;

Kabel für S/W-mini + 110°, Color-Dickhals, -Dünnhals und -IN-LINE sind im Preis enthalten. Lieferung direkt durch den Hersteller oder den Fachgroßhandel.

Ulrich Müter, Spezialhersteller f. Bild-Röhren-Meß-Regeneratoren
Kriedellweg 38, 4353 Oer-Erkenschwick, Telefon (0 23 68) 20 53

Netzgerät

Spannung einstellbar von 0...38V

J. Reinmiedl

Stabilisierte Spannungen unter 2 V werden häufig gebraucht, sind aber mit den üblichen integrierten Spannungsreglern nicht realisierbar. Nur mit aufwendigen Schaltungen, die einen Netztransformator mit zwei getrennten Sekundärwicklungen verwenden, konnte man bisher stabilisierte Gleichspannungen bis fast herunter auf 0 V erzeugen. Dieser Beitrag zeigt, daß sich sowohl Schaltungsaufwand als auch die Ausgaben für den Transformator beachtlich senken lassen.

In der „Electronics“ vom 20. Februar 1975, S. 73 bis 74, hat F. P. Miles eine Schaltung beschrieben (Bild 1), bei der die Ausgangsspannung bis auf 0 V herunter einzustellen ist – mit einem gewöhnlichen Netztransformator. Dabei wurde der integrierte Spannungsregler 723 C verwendet.

Nachstehend die wichtigsten Bemessungsregeln aus der Originalarbeit

$$U_{20max} = (R_2/R_1) U_{ref}$$

$$R_2 = (U_{20max}/U_{ref}) R_1$$

$$R_7 \approx \frac{U_{10}}{10} - 0,62$$

$$U_{ref} = 7,15 \text{ V}; R_7 \text{ in } k\Omega$$

U_{10} darf beim Spannungsregler 723 C 40 V nicht überschreiten, sonst „verabschiedet“ sich das Bauteil.

$$R_8 \approx 0,65/I_{max} \quad (I_{max} \text{ in A})$$

Die Ausgangsspannung U_{20} ist einstellbar von 0 V bis zum Wert der Eingangsspannung U_{10} abzüglich des kleinen Spannungsabfalls im Regeltransistor.

Für den Nachbau des Gerätes wurde ein Netztransformator mit einer zweimal 15-V-Sekundärwicklung (2,5 A) verwendet. Der Widerstand R10 wurde zusätzlich eingefügt, um bei sehr kleinen Ausgangsspannungen eine ausreichende Vorbelastung des Regeltransistors zu erhalten.

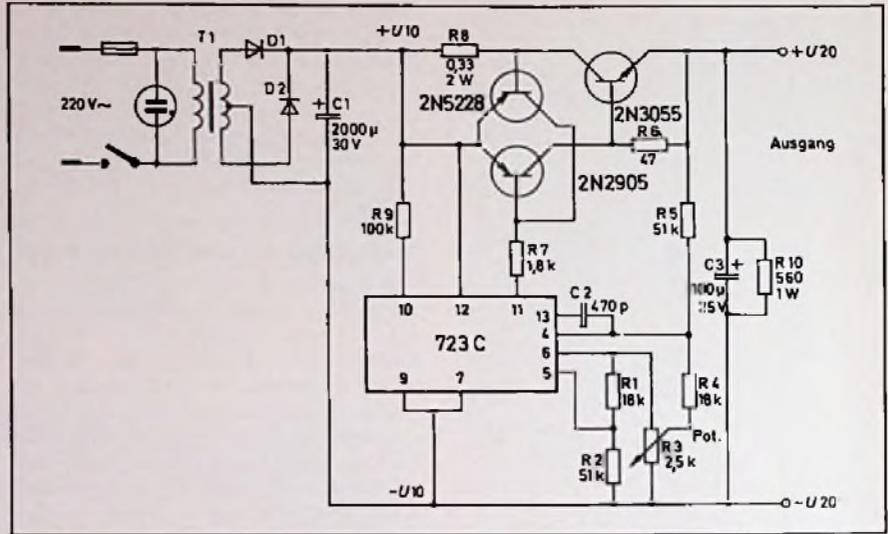


Bild 1. Gleichspannungs-Regelschaltung; die Dioden D1 und D2 (100 V/3 A) können ersetzt werden durch einen Brückengleichrichter B 40 C 3200

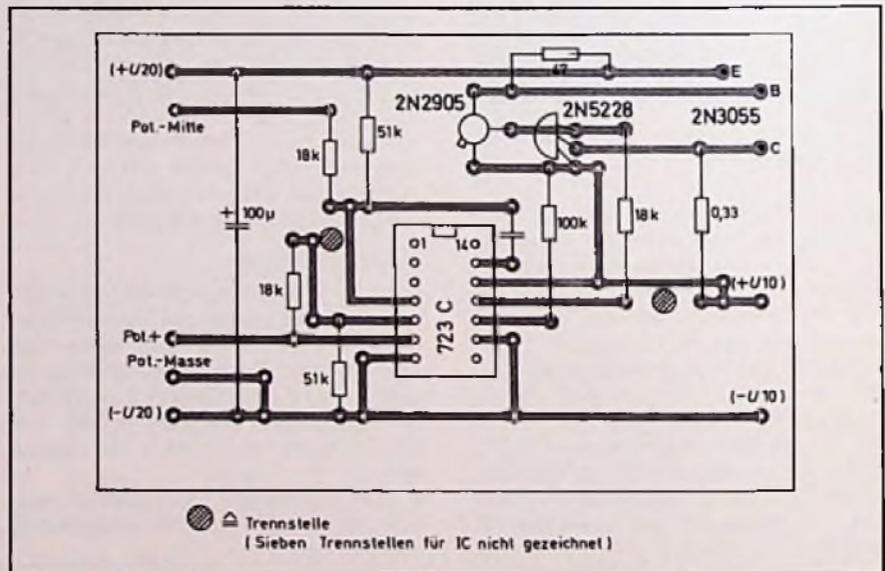
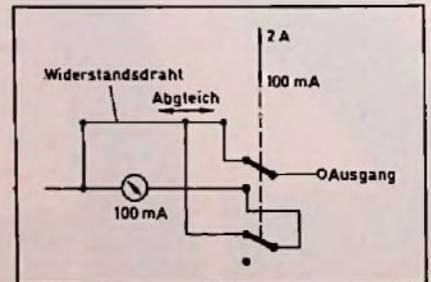


Bild 2. Schaltungsplatte (Bestückungsseite)

Bild 2 zeigt die Bestückungsseite der Schaltungsplatte. Unterbrechungen von Leiterbahnen waren – außer zwischen den Anschlüssen des 723 C – nur an den zwei markierten Stellen nötig. An den Ausgang ist ein Voltmeter (20 V) und ein Amperemeter (100 mA) geschaltet.

Mit einem Shunt kann der Meßbereich auf 2 A erweitert werden (Bild 3). Der Shunt sollte nicht einfach mit einem Ein-Aus-Schalter an das Instrument ge-

Bild 3. Shunts des Strommessers



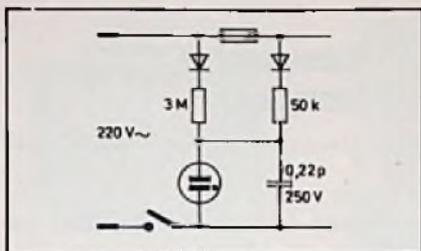


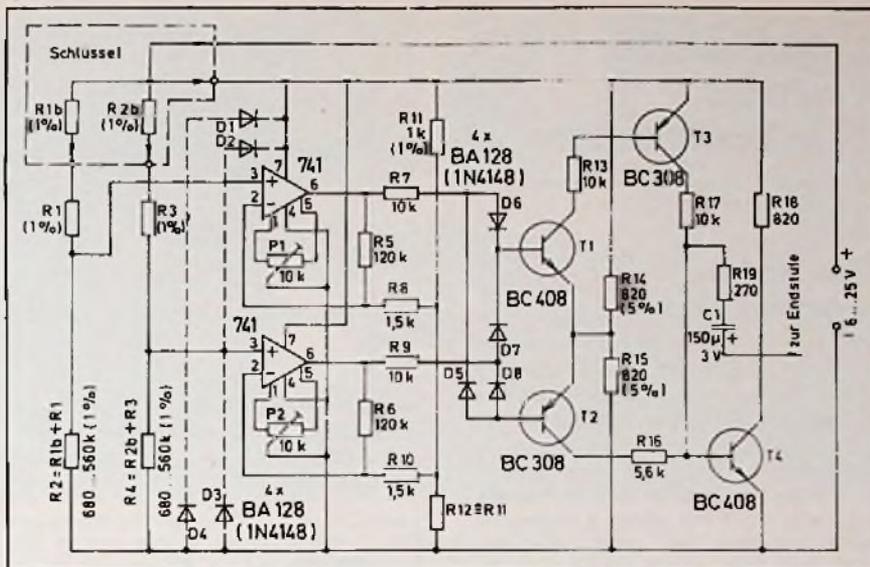
Bild 4. Erweiterter Netzeingang

legt werden, denn der undefinierte und sich verändernde Übergangswiderstand des Schalters kann leicht Fehlmessungen verursachen. Der Hauptstrom wird deswegen über einen besonderen Kontakt geführt. Aus dem gleichen Grund ist auch das Instrument über einen speziellen Kontakt an den Shunt gelegt. Will man die zusätzliche Information „Sicherung unterbrochen, Netzspannung vorhanden“ gewinnen, so ist der Netzeingang entsprechend Bild 4 zu erweitern. Bei Unterbrechung durch die Sicherung bewirkt der 3-MΩ-Widerstand ein Blinken der Signallampfen. Der 50-kΩ-Widerstand begrenzt den Strom durch die Lampe. ■

Elektronisches Schloß

Dimensionierung und Aufbau der Schlüsselwiderstände

In Heft 20/1976 veröffentlichten wir von H. Schreiber den Beitrag „Elektronisches Schloß mit Widerstandskombination“. Dazu wurden aus dem Leserkreis Fragen zu Dimensionierung und Aufbau der Schlüsselwiderstände laut. Im folgenden Beitrag, der eine Ergänzung darstellt, geht der Autor auf diese Fragen ein.



Die korrigierte Fassung von Bild 1

Die Formeln zur Berechnung der Schlüsselwiderstände $R2 = R1b + R1 + R4 = R2b + R3$ wurden links unten in Bild 1 zusammen mit den möglichen Grenzwerten (680 Ω bis 560 kΩ) angegeben. Dazu ein Rechenbeispiel: Weil R2 und R4 zwischen 680 Ω und 560 kΩ beliebige Werte haben können, wählt man $R2 = 1\text{ k}\Omega$, $R4 = 121\text{ k}\Omega$ – gegebenenfalls aufgrund zufällig vorhandener Werte. Der Schlüsselwiderstand R1b muß nun zusammen mit R1 1 kΩ ergeben, also beispielsweise $R1b = 330\ \Omega$, $R2 = 670\ \Omega$. Das gleiche gilt für $R2b + R3 = 121\text{ k}\Omega$. Damit sind Werte möglich, wie $R2b = 20\text{ k}\Omega$, $R3 = 101\text{ k}\Omega$ oder $R2b = 90\text{ k}\Omega$, $R3 = 21\text{ k}\Omega$, usw. Für die Schlüsselwiderstände sind möglichst kleine Bauelemente zu verwenden, damit man sie beispielsweise in einem fünfpoligen Stecker für Tonfrequenzleitungen unterbringt. Ein entsprechender Sockel dient dann als „Schlüsselloch“. Auch Röhrensockel sind zusammen mit passenden Steckern verwendbar. Die hohe Polzahl wird den Einbrecher entmutigen, weil er eine hohe Kombinationszahl vermutet. Um das Ausmessen zu erschweren, beschaltet man freie Anschlüsse

mit irgendwelchen Widerständen oder verwendet sie zum Auslösen einer Alarmanlage, die auf angelegte Spannungen anspricht. Zwei, vielleicht selbstverständliche, Ergänzungen: In Bild 1 liegt die gestrichelt gezeichnete Verbindung zwischen D1 und DA auch am Eingang (Pin 3) des oberen Operationsverstärkers. Es handelt sich außerdem nicht um Umsetzung in einer binären Logikschaltung (siehe Seite 668 oben), sondern um Wandlung in eine Binär-Logik:



Die an den Ausgängen der Operationsverstärker möglichen drei Zustände (Plus, Null Minus) müssen so in eine binäre Logik („Auf“ und „Zu“) umgesetzt werden, daß der Befehl „Auf“ nur dann erhalten wird, wenn die ternären Logikausgänge auf Null liegen.

H. Schreiber

DAS GRÖSSTE FILMANGEBOT DER WELT

Über 15.000 Super-8 Spielfilme u. Dias aller Interessengebiete
Preislisten + Prospekte kostenlos!

Wir verschenken
5.000
Colorfilme
im Werte von je
DM 69,-

Wir erfüllen **ALLE** Filmwünsche
zu absoluten Niedrigstpreisen

300seitige Farbkataloge gegen DM 10,- (Schein) Schutzgebühr
Jedem 20. Katalogbesteller schenken wir zusätzlich einen
Int. S-8 Color-Spielfilm im Werte von DM 69,-
VERSA GmbH, Abt. 82/10 Sonnenberger Str. 22, 6200 Wiesbaden

Filmoriginale aller Fachgebiete in 16/35 mm
mit Rechten, dringend zu kaufen gesucht.

Zuschriften an

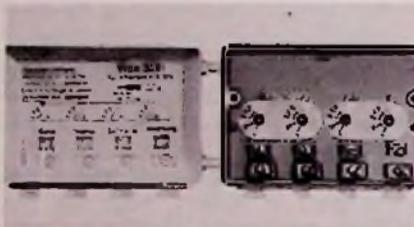
FBT Film-Bild-Ton GmbH

Postfach 24 21, 6200 Wiesbaden, Telefon (0 61 21) 37 65 22

**Kurzberichte
aus der
Antennentechnik**

**Abstimmbare
Antennenweichen**

Mit den abstimmbaren Antennenweichen von Hirschmann können mehrere UHF-Antennen zusammengeschaltet werden. Bei den Typen Wak 2471, 3471 und 3481 liegt in jedem Weichenzweig ein Kanalpaß, der auf optimalen Kanal-durchgang einzustellen ist. Die Ausführung Wak 3571 hat einen Eingang für LMKU und Band I/III. Hinter den zwei UHF-Eingängen der Weiche ist jeweils



Abstimmbare Antennenweiche von Hirschmann

ein Filter auf den Empfangskanal abzustimmen. Dieser Empfangskanal wird an einem Eingang gesperrt, am anderen durchgelassen. Die Abstimmung von Paß und Sperre auf den gleichen Kanal bringt den Vorteil, daß nur zwei Kanäle Abstand auf jeder Seite des Betriebskanals notwendig sind; bei anderen gebräuchlichen Abstimmweichen sind hingegen mindestens drei bis vier Kanäle als Abstand einzuhalten. An den Ein- und Ausgängen werden abgeschirmte Koaxialkabel angeschlossen.

**UKW-
Sperrkreiskombination**

Die Sperrkreiskombination Vrs 020 von Hirschmann besteht aus vier abstimmbaren Sperrkreisen für den Bereich 87,5... 104 MHz; sie läßt LMK und Band I ungedämpft durch. Ein Sperrkreis bringt 11 dB Dämpfung; sind zwei Kreise auf die gleiche Frequenz abgestimmt, beträgt die Sperrtiefe etwa 15 dB. Für jeden weiteren Sperrkreis sind jeweils 3 dB hinzuzuzaddieren. Bei einem 1-MHz-Abstand von der Sperrfrequenz beträgt die Dämpfung nur noch 6 dB. Die Sperrkreiskombination ist im abgeschirmten Metallgehäuse untergebracht; sie ist an



UKW-Sperrkreiskombination von Hirschmann

Verstärkereingänge nach DIN 54 325 anzustecken, bei Hirschmann-Verstärkern der Reihe „SK“ und „Vr“ rastet der Anschluß ein.

**Meldungen über
neue Antennen**

**„Minicaset“-Mehrbereichs-
verstärker**

Um zwei Breitbandverstärker ist das für kleine und mittlere Anlagen bestimmte Verstärkersystem „Minicaset“ von Siemens erweitert worden. Für Fälle, bei denen neben Fernseh- auch Rundfunk-signale (UKW, LMK) zu verstärken sind, entwickelte man den Verstärker S 43685-V-A. Er hebt Fernsehsignale um 26 dB, UKW-Spannungen um 23 dB und LMK-Signale um 20 dB an. Mit den zwei eingebauten UKW-Sperren lassen sich auch schwierige Empfangssituationen meistern. Als Leistungs-Nachverstärker zu den Typen S 43680-V-A und S 43685-V-A wird der Typ S 43683-V-A verwendet. Der dreistufige Transistorverstärker hebt die Signale im Bereich 40... 860 MHz an. Das Dämpfungsglied hat einen Stellbereich von 10 dB; die LMK-Frequenzen werden über eine Weiche vorbeigeleitet.

**Meldungen über
neue Hilfsmittel**

„Licht-um-die-Ecke“. Der Lichtbieger „Libo“ der Firma Dipl.-Ing. Ernest Spirig ist klein, handlich und hat einen echten Glasfaserlichtleiter. Energiequelle sind zwei Mignonzellen. **Platinenfertigung aus dem Koffer.** Die Lindy KG hat ihren Printkoffer ergänzt; er enthält nun alles, was zur Herstellung von Platinen nötig ist. Anwendung: Prototypen- und Kleinserienfertigung.

**Kurse und
Lehrgänge**

8. 3. 1977

Bonddiagramme als anschauliches Instrument zur Lösung technischer Probleme – Gemeinsame Simulation in verschiedenen Fachbereichen

Ort: Essen

Veranstalter: Haus der Technik

Leitung: J. Thoma

Inhalt: Darstellung technischer Systeme; Grundlagen der Bonddiagramme; Mechanik und Maschinenbau; ölhdraulische Anwendungen; Elektrotechnik und Elektronik; Simulation und EDV.

Gebühr: 205 DM

4. 4. bis 29. 4. 1977

Fernseh- und Farbfernseh-Lehrgänge (4 Teile)

Ort: Lauterbach

Veranstalter: Bildungszentrum für Elektrotechnik im ZVEH

Inhalt: Einführung in die Schaltungstechnik der Schwarz-Weiß-Geräte, in die Farbfernseh-Technik und in die Meßgeräte; Aufbaukurs I und II für Farbfernsehen.

**Meldungen für
den Service**

Blaupunkt. Für diese Geräte sind jetzt Kundendienst-Anleitungen vorgelegt worden: Autoradio Bamberg electronic 7 635 953, Mainz CR (ASU) 7 636 982/987; Schwarz-Weiß-Fernsehgeräte Orbis 7 675 210/211 Olympus 7 675 230, Scout-Bermuda 7 675 250, Toledo 7 675 400, Malaga 7 675 401, Tunis 7 675 420, Tarragona 7 675 440, Caracas 7 675 700; Bedienteil D 12/D 16 (Ultraschall).

Nordmende. Für das Farbfernseh-Chassis FV sind nun die Reparaturunterlagen erschienen.

Philips. Für diese Geräte und Komponenten liegen jetzt Service-Druckschriften vor: Farbfernseh-Empfänger D26C765, 22C545, 18C636; Schwarz-Weiß-Empfänger 24B660, 20B630, Chassis T8; Stereo-Kombination TAPC 22AH963, Hi-Fi TAPC 22AH967; Hi-Fi-Lautsprecherbox 22RH454; Hi-Fi-Plattenspieler 22GC006, 22GC022; Radio-Recorder 22AR170, 22RR260, 22RR645; Cassetten-Recorder N2214, N2215, N2511; Autoradio 22AC860.



Oben: Das universelle Kombinations-Portable Triumph 1426 UM von Grundig vereint einen Schwarz-Weiß-Fernseher mit einem Rundfunkempfänger für UKW und MW in einem Gehäuse. Gewicht: 10 kg. Stromversorgung: 220-V-Netz oder externer 12-V-Akku.



**Praktische
Produkt-
Ideen**

Unten: Speziell für den Schulbetrieb entwickelt ist der Cassetten-Recorder LFD 2351 AV von Philips. Ein schwarzer Koffer enthält ein modifiziertes Modell N 2412 mit Impulstonkopf, zwei Breitbandlautsprecher und ein Dia-Steuergerät.

Oben: Nah- und Fernbedienung in einem verwirklicht ein von ITT Schaub-Lorenz entwickeltes System. Der Geber einer Ultraschall-Fernbedienung ist in das Gerät einsteckbar und wird so zum Bedienfeld mit Stromversorgung durch das Gerät.

Unten: Ob Cassetten-Tape-decks Front- oder Decklader sein sollen, ist umstritten. Die Vorzüge beider Versionen wurden in das Modell N 2511 HiFi von Philips hineingebaut. Ergebnis: Übersichtliches Bedienpult, gleichzeitig aber auch flaches Gehäuse.



Links: Die Schaltuhr TE-61 von National Panasonic schaltet Geräte innerhalb von 24 Stunden in 15-min-Schritten ein oder aus.

Unten: Für Hi-Fi-Studios ist dieses Micro-Modell DDX-1000 mit extrem guten Daten und 3 Tonarmen gedacht.



Das Hi-Fi-Studio

Die Qualitätsbeurteilung von Hi-Fi-Anlagen in vergleichenden Hörtests

Teil 3

Heinz Josef Nisius, Trier

Wie die Qualität von Hi-Fi-Erzeugnissen beurteilt werden kann, gilt auch unter Fachleuten immer noch als strittig. Im Widerstreit der Meinungen und angesichts der Datenfülle ist der Kaufinteressent verunsichert, aber der Hi-Fi-Verkäufer trägt nur selten im erforderlichen Maß zur Aufklärung bei. Deshalb erläutert der Autor aufgrund seiner reichhaltigen Hörerfahrung, worin Hi-Fi-Qualität besteht, wie sie ermittelt werden kann und wie es zu vielen der weitverbreiteten Fehlurteile kommt.

Ein Testfehler kommt selten allein

Das letzte Beispiel macht deutlich, daß die verschiedenen Testfehler eng miteinander verbunden sein können, daß sie sich mitunter gegenseitig verursachen.

Außerdem wird erkennbar, daß es im Einzelfall recht schwierig ist, genau abzugrenzen, ob ein Fehler nur ein systematischer, ein methodischer oder ein subjektiver ist. In der Regel sind die Grenzen zwischen den Fehlern fließend, und beim einzelnen Fehler kann man nur gewichten, welcher Fehlerart er insbesondere zuzuordnen ist. Wenn wir hier die Fehlerarten sozusagen in theoretischer Isolierung „auseinandernehmen“, so geschieht dies nicht aus akademischer Freude an Systematisierung, sondern weil wir in anderen Zusammenhängen immer wieder vor der Frage stehen, wo welche Fehlerart auftreten kann und wie sie zu umgehen ist.

Dabei kann uns das Verständnis der einzelnen Fehlerarten erste Ansätze zur Überwindung des Problems geben. Damit eine subjektive Entscheidung nicht durch falsche Vorgaben beeinträchtigt wird und die getroffene Wahl sehr bald Reuegefühle weckt, müssen insbesondere die systematischen und die methodischen Fehler verhindert werden. Da systematische Fehler einprogrammiert sind und deshalb nicht mehr unschädlich gemacht werden können, müssen wir unser ganzes Augenmerk auf sie richten. Methodische Fehler können in der Regel im Verlauf des Tests noch abgestellt werden. Sie sind

grundsätzlich nicht weniger „schlimm“ als systematische, doch in der Regel leichter zu erkennen und zu beheben.

Bevor wir uns mit den einzelnen Fehlerarten sehr ausführlich befassen und dabei dieser oder jener Test-Modetorheit auf die Spur kommen, wollen wir an einem Beispiel abschließend den Zusammenhang zwischen den verschiedenen Fehlerarten untersuchen.

Zu testen sind die beiden Lautsprecherpaare (A) und (B). Ihre technischen Daten sind wie folgt:

Lautsprecher (A):

Kompaktbox

Dreiwegesystem mit Kalottenmittel- und -hohtöner

40 W (Sinus) belastbar

Praktische Betriebsleistung 2,1 W

Scheinwiderstand 4 Ohm

Lautsprecher B:

Baßreflexbox

Dreiwegesystem mit Kalottenmittel- und -hohtöner

80 W (Sinus) belastbar

Praktische Betriebsleistung 1,1 W

Scheinwiderstand 8 Ohm

Um methodische Fehler auszuschließen, müssen beide Typenpaare mit gleicher Lautstärke gehört werden. Um gleiche Lautstärke zu erhalten, können zwei Wege beschritten werden:

1. Einpegeln mit Musikprogramm oder
2. Einpegeln mit rosa Rauschen und Pegelmesser.

1. Wird die Gleichheit der Lautstärke subjektiv, also mittels Musikprogramm eingestellt, so kann sich bereits ein erster subjektiver Fehler einschleichen. „Musik wird störend oft empfunden, dieweil sie mit Geräusch verbunden.“ Was als Geräusch empfunden wird, ist

subjektiv sehr unterschiedlich. Als „geräuschvoller“ empfinden wir in der Regel diejenige Musik, die wir nicht so sehr schätzen oder gar ablehnen. Verwenden wir beispielsweise bei einem Kunden, der ein ausgesprochener Liebhaber der Barockmusik ist, zum Einpegeln eine James-Last-Aufnahme (womit absolut nichts gegen die Barock-Musik gesagt sein soll!), so empfindet der Bach-Liebhaber diese Art von Musik als geräuschvoller, subjektiv lauter als eine objektiv gleichlaute Bach-Kantate. Das bedeutet: Diejenige Box, die die spezifischen Klangstrukturen Lastscher Musik besser reproduziert, wird von dem Bach-Liebhaber als lauter empfunden. Pegeln wir also die Lautsprecher nach seiner Lautheitsempfindung ein, so wird die Box, die den Last genauer reproduziert, im Pegel zurückgenommen. Testen wir dann nach dieser Einpegelung, so ist diese Box – es soll beispielsweise Box (A) sein – gegenüber Box (B) zu leise. Dieser Pegelunterschied kommt dann zur Auswirkung, wenn wir nach dem Einpegeln mit Barock-Musik weiter testen: Der Lautsprecher (A) ist zu leise eingestellt und wird als schlechter empfunden als Lautsprecher (B). Der Pegelunterschied zwischen den beiden Lautsprechern ist ein methodischer Fehler. Aber dieser methodische Fehler ist durch einen subjektiven bedingt.

2. Nehmen wir nun an, daß die beiden Lautsprecher meßtechnisch exakt auf gleiche Pegel eingestellt worden sind (wir werden noch sehen, wie man das mit erträglichem Aufwand bewerkstelligen kann). Getestet wird dann – getestet, nicht eingestellt! – mit Last-Klängen, die ja bekanntlich nicht das Entzücken unseres Kunden auslösen. Dann wird Box (A), eben die Lastfreundlichere, subjektiv als lauter und zugleich als weniger gut empfunden. Sie hat die geringeren Verkaufschancen, obwohl sie eventuell, mit einer Bach-Kantate getestet, dem Kunden deutlich besser gefallen würde. In diesem Fall ist die Fehlentscheidung auf einen subjektiven Fehler, eben das Mißverhältnis zwischen Musik und Musikhörer zurückzuführen. Der subjektive Fehler wurde aber verursacht durch einen methodischen, nämlich die Wahl des falschen, dem Hörer „nicht liegenden“ Musikprogramms. Eigentlich sind die Dinge noch etwas komplizierter, aber in diesem Zusammenhang reicht es, wenn wir sie so vereinfacht darstellen.

Zu diesem Geflecht von subjektiven und methodischen Fehlern kann nun noch ein systematischer Fehler hinzukommen: Wenn beide Lautsprecher

unterschiedliche Wirkungsgrade haben (das schlägt sich in der Betriebsleistung nieder), so benötigen sie zur Erzeugung gleicher Lautstärken unterschiedlich hohe Verstärkerausgangsleistungen. In unserem Beispiel braucht Box (A) mehr Leistung als Box (B), um so laut wie Box (B) zu „spielen“. Um dieses Problem zu lösen, bieten sich im Hi-Fi-Studio mehrere Möglichkeiten an. Folgende drei sind falsch bzw. unzumutbar:

- Box (A) wird über den Receiver (I), Box (B) über den Receiver (II) betrieben. Beide Receiver haben in ihrem Verstärkerteil, insgesamt gesehen, gleiche technische Daten. Allerdings hat Receiver (II) die kürzeren Einschwingzeiten, was durchaus in Hörvergleichen bewiesen werden kann. Er hat also den schnelleren, den besseren Verstärker. Folglich ist die an ihn angeschlossene Box (II) bevorzugt.
- Als Verstärker werden zwei absolut gleiche Typen verwendet. Über ein Widerstandsnetzwerk, wie es in vielen Umschaltplätzen vorkommt, werden die beiden Lautsprecher eingeregelt. Wenn dieses Widerstandsnetzwerk in den Lautsprecherleitungen liegt, also zwischen Verstärkerausgang und Lautsprecher, so verändert es nachhaltig das Impulsverhalten des Verstärkers in Abhängigkeit vom angeschlossenen Lautsprecher. Auch das Impulsverhalten des jeweiligen Lautsprechers wird beeinflusst. In unserem Beispiel wäre Box (B) die benachteiligte.
- Bei einigen Umschaltplätzen ist das Widerstandsnetzwerk so geschaltet, daß es über die Monitor-Buchse des Verstärkers zwischen Steuer- und Endverstärker eingeschleift werden kann. Benutzt man ein solches Umschaltplättchen, so wird zwar auch das Impulsverhalten der Geräte beeinträchtigt, aber nicht in dem Ausmaß wie im vorherigen Fall. Wieder andere Umschaltplättchen haben zum Einpegeln der Endstufen Verstärkerzüge eingebaut. Das ist zwar die eleganteste Lösung, aber die Erfahrung zeigt, daß die in den Plätzen eingebauten Verstärker im allgemeinen so schlecht sind, daß man mit solchen Einrichtungen auf keinen Fall mehr hochwertige Lautsprecher testen kann, weil das Signal durch den Pultverstärker nachhaltig verschlechtert wird. Insgesamt gesehen wird durch diese Beispiele erhärtet, daß systematische Fehler am schwersten in den Griff zu bekommen und leider auch sehr schwerwiegend sind. Sie lassen sich keinesfalls durch methodische oder subjektive Fehler oder „Tricks“ kompensieren oder verringern. Systematische Fehler verhindern somit von vornher-

ein und durchgängig eine hinreichend objektive Testgestaltung.

Die hier dargestellten Testmaßstäbe sind – zugegeben – sehr streng. Aus vielerlei Gründen, nicht zuletzt aus berechtigten ökonomischen, wird man sie in der Praxis nie voll und ganz berücksichtigen können. Meist werden in diesem oder jenem Punkte Abstriche gemacht werden müssen. Welches Maß an Genauigkeit im Einzelfall erreicht werden kann oder muß, werden wir an anderer Stelle erörtern.

Zum Problem der Referenzanlage

Es darf als gesichert gelten, daß jedes anspruchsvolle Hi-Fi-Studio eine Referenzanlage hat. Das ist eine Anlage, die Bezugspunkt aller Gerätetests ist und das Beste repräsentiert, was das Haus zu bieten hat. Dabei ist das Beste nicht immer auch das Teuerste. Die Referenzanlage prägt wesentlich das Image eines Studios, zumindest hinsichtlich des Qualitätsanspruchs.

Die Auswahl und Zusammenstellung einer Referenzanlage ist so lange ziemlich problemlos, wie nur eine ganz bestimmte Käuferschicht angesprochen wird. Wer mit seinem Angebot ausnahmslos eine sehr finanzkräftige Käuferschicht ansprechen will, hat wohl eine Referenzanlage, deren Komponenten an der oberen Grenze des technisch und klanglich Leistbaren angesiedelt ist. Wer sich ausschließlich an der breiten Masse orientiert, hat in der Referenzanlage Geräte stehen, die in einem Exklusiv-Studio unter „ferner liefen“ rangieren. Wie aber soll ein Studioleiter disponieren, der sowohl „Brotartikel“ wie auch das Exklusive anbietet? Braucht er zwei Referenzanlagen, eine für den sehr anspruchsvollen Kunden, und eine für den „Normalverbraucher“?

Grundsätzlich ist nichts gegen mehrere Referenzanlagen einzuwenden. Doch erscheint es zumindest als verkaufpsychologisch problematisch, in ein und demselben Hörraum dem minderbemittelten Kunden zu demonstrieren, daß er für den Fachberater von vorneherein zur unteren Klasse der Hi-Fi-Interessenten gehört. Es soll Studios geben, die durch räumliche Trennung diese Diskriminierung noch unterstreichen. Selbstverständlich hat die Zweiteilung von Angebot und Referenzanlage auch ihre Vorzüge, sowohl technische als auch verkaufstrategische. Hier soll keine Entscheidung für oder gegen eine Doppelgleisigkeit fallen oder provoziert werden. Mit diesem Problem fertigzuwerden ist die undankbare Aufgabe eines jeden Studioleiters oder Unternehmers, dessen Kenntnis

der Käufermentalität hier nicht unterlaufen werden kann.

Wie diese Frage auch immer entschieden werden wird, in jedem Falle ist zu berücksichtigen, daß die studioeigene Referenzanlage nie ein objektives Optimum darstellt, sondern immer nur ein subjektives. Denn die Wahl der Geräte für die Referenzanlage ist letztlich so subjektiv wie die Wahl, die ein Kunde bei der Anschaffung einer Stereoanlage zu treffen hat. Die Bedingungen der Wahl, die Tests, das Auswahlverfahren braucht in seiner Objektivität davon nicht berührt zu werden.

Außer diesem subjektiven Faktor spielen immer auch ökonomische Faktoren eine wesentliche Rolle bei der Zusammenstellung einer Referenzanlage. Nur in den seltensten Fällen ist es durchsetzbar, daß der Studioleiter seine „Traumanlage“ als Referenzanlage anschaffen kann. Insofern ist jede Referenzanlage immer hausspezifisch.

Wenn wir uns dazu durchringen, mit nur einer Referenzanlage zu arbeiten, so müssen wir die beratungstechnischen Probleme berücksichtigen, die aus dieser Vorgabe entstehen: Die Durchführung einer Referenzanlage der obersten Qualitätsklasse kann bei einem Hi-Fi-Interessenten, der nicht in diese Preisklasse einsteigen will oder kann, sehr unterschiedliche Reaktionen auslösen. Wer mit seinen eigenen Ohren hört, wie weit die Welten von Spitzenanlage und Konsumentanlage auseinanderliegen, kann entweder resignieren oder motiviert werden.

Der resignierte Hi-Fi-Anwärter sagt sich in etwa: „Wenn die klanglichen Unterschiede so groß sind und für mich ohnehin nur eine ‚schlechtere‘ Anlage in Betracht kommt, so kann ich mich auch noch mehr einschränken, als ich ursprünglich vorhatte. Es langt sowieso nur zu einem traurigen Kompromiß.“ Im Bewußtsein der qualitativen Grenzen seiner späteren Anlage wird er schließlich weniger anlegen, als er zuerst eingeplant hatte. Ein einmaliger Kunde, den man erst gar nicht in die Adressenkartei aufzunehmen braucht.

Der motivierte Käufer verhält sich genau umgekehrt. Er wird von der hohen Klangqualität dazu angespornt, seine Disposition noch einmal zu überdenken. Im wesentlichen können drei Reaktionen unterschieden werden:

- Der Kunde ist bereit, tiefer in die Tasche zu greifen und eine teurere Anlage zu kaufen.
- Er wartet mit dem Kauf der Anlage und spart weiter „auf Qualität“ an.
- Er kauft in dem ihm möglichen Rahmen, disponiert in technischer Hinsicht aber so, daß er jederzeit seine Anlage in qualitativer Hinsicht „aufrüsten“ kann.

Beim motivierten Hi-Fi-Käufer hat der berühmte Hi-Fi-Bazillus Einzug gehalten. Dieser Käufer entwickelt sich nach und nach zum Audiofetischisten, der nie mit seiner Anlage zufrieden sein, immer wieder verkaufen und immer wieder Besseres kaufen wird. Ein sicherer Dauerkunde fürs Studio.

Ob ein Kunde nun mit Resignation oder mit neuer Motivation reagiert, hängt von vielen Umständen und Einflüssen ab. Die meisten Hi-Fi-Anwärter reagieren übrigens positiv, also mit gesteigerter Motivation. Das gilt insbesondere für jene, die ein noch unverstelltes Verhältnis zur Musik haben, die Musik nicht ausschließlich aus der Konserve kennen und genießen. Liebhaber von E-Musik zählen eher zur Gattung der Motivierten. Es liegt letztlich am beratungspsychologischen Geschick des Verkäufers, wie der Kunde reagiert. Eine sich abzeichnende Motivation kann bekanntlich verstärkt werden, wenn dem Musikliebhaber Anlagen unterschiedlicher Qualität im eigenen Wohnraum vorgeführt werden. Insgesamt gesehen soll also eine Referenzanlage Maßstäbe setzen:

- Sie soll die qualitativen Zielvorstellungen des Käufers höher schrauben.
- Sie soll Fixpunkt, Orientierungspunkt bei den Gerätetests sein.
- Sie soll eine sinnvolle Auswahl bzw. Zusammenstellung der Geräte vorbereiten, gemäß dem Motto „von den Wandlern zur Elektronik“.

Es dürfte inzwischen selbstverständlich sein, daß auch bei einer Referenzanlage die Wandler, also das Tonabnehmersystem und die Lautsprecher, die wichtigste Rolle spielen. Zumal für die Referenzanlage gilt die These von der Vorrangigkeit der Wandlerwahl. Wenn gespart werden muß, dann allenfalls bei der Elektronik. Wie nämlich will man die Qualität von Verstärkern gehörmäßig demonstrieren bzw. vergleichen, wie die klanglichen Eigenschaften von Empfängern oder Tonbandgeräten, wenn nicht die Wandler höchstes Niveau haben?

An dieser Stelle müssen wir allerdings schon wieder relativieren, um hintergehbare Zusammenhänge zwischen Wandlern und Elektroniken einzukalkulieren.

Wer als Referenzlautsprecher einen Typ bereithält, der Verstärkerleistungen von 100 W (Sinus) und mehr benötigt, hat letzten Endes keinen Bezugspunkt für schwächere Verstärker. Dieser Lautsprecher verliert also u. U. seinen Referenzcharakter im Zusammenhang von Verstärkertests. Er kann wohl zum Anheben des Anspruchsniveaus beitragen,

aber für Verstärkervergleiche wird dann ein weniger „anspruchsvolles“ Modell notwendig. Dies muß dem Kunden aus Gründen der Objektivität und Fairneß im richtigen Augenblick und Zusammenhang klargemacht werden. Dabei sollte hervorgehoben werden, daß mittels dieses Referenzlautsprechers grundsätzlich einmal dargelegt werden sollte, wozu die Nachrichtentechnik heute in der Lage ist: Dies zu wissen und erfahren zu haben, ist um so notwendiger, als ohne diesen „objektiven“ Maßstab der Klangqualität jedes Suchen und Wählen sinnlos wird.

Andererseits kann man mit einem hochwertigen und extrem leistungsstarken Referenzverstärker demonstrieren, zu welchen Klangqualitäten ein Lautsprecher grundsätzlich fähig ist. Eine solche Demonstration sollte aber lediglich dazu dienen, eine bereits getroffene Lautsprecherwahl zu bestätigen oder den letzten Impuls zur Wahl eines bestimmten Lautsprechers zu setzen, vor allem bei unentschlossenen und vorsichtigen Kunden. Um den Kunden nicht zu verunsichern, sollte aber vorher grundsätzlich der Weg „von den Wandlern zur Elektronik“ beschriftet werden.

Ein ähnliches Problem kann bei Referenz-Tonabnehmersystemen bestehen. Es gibt Typen, die einen hervorragenden Entzerrervorverstärker benötigen, damit Ihre Übertragungseigenschaften nicht verschlechtert werden, etwa durch Höhenabfall oder Schwächung im Baßbereich. Zu diesen kritischen Modellen gehören die meisten dynamischen Systeme, die in der Regel nur einen Bruchteil der Spannung abgeben, die „normale“ Magnetsysteme aufbringen. Dynamische Systeme werden deshalb meist über einen Anpassungsübertrager an den Verstärker angeschlossen. Gute Übertrager sind teuer und verursachen immer eine gewisse Klangbeeinträchtigung. Außerdem gibt es nicht viele Verstärker, an deren Eingang „phono magnet“ ein Übertrager angeschlossen werden kann, ohne daß die beschriebenen Fehler auftreten.

Die Alternative zum Übertrager ist ein Verstärker, der in seinem entzerrenden Eingang (phono magnet ist immer ein sogenannter entzerrender Eingang) so empfindlich ist, daß er auch noch bei direktem Anschluß eines dynamischen Systems seine Nennleistung erreicht, ohne unerträgliche Störgeräusche (Rauschen und Brummen) zu produzieren. Leider gibt es nicht viele Verstärker, die dieses Anpassungsproblem beherrschen.

Benutzt man als Referenzsystem ein solches dynamisches System, so muß dem Kunden wiederum erläutert wer-

den, warum dieses System nur an diesen Vorverstärker angeschlossen werden kann, und daß die Wahl dieses Systems in gewisser Weise schon einer Vorentscheidung für einen bestimmten Verstärker gleichkommt.

Wir sehen, daß Referenzanlagen sehr wohl das Anspruchsniveau des Hi-Fi-Interessenten heraufschrauben und beim Hörvergleich von Lautsprechern und Tonabnehmersystemen als Qualitätsnormal dienen können, daß sie aber unter Umständen „verlassen“ werden müssen, wenn Klarheit über die Konzeption der Wandlerwahl besteht. Auf dieses Problem der Relativierung und Optimierung einer Anlage kommen wir noch ausführlich zurück.

Grundregeln für den Testaufbau

Wie wir gesehen haben, treten systematische Testfehler auf, wenn die zusammenschalteten Geräte sich gegenseitig beeinflussen. Die Übertragungseigenschaften (und damit die klanglichen Eigenschaften) der Geräte müssen also während des Testens konstant bleiben, damit die Ergebnisse von Hörvergleichen als objektiv angesehen werden können. Schließlich müssen bei Hörtests die Bezugsgeräte von höchstmöglicher Qualität sein. Diese Forderungen können erfüllt werden, wenn man folgende Regeln beachtet:

1. Man kann innerhalb eines Testdurchgangs immer nur eine ganz bestimmte Geräteart testen. Vergleicht man beispielsweise Tuner, so müssen Verstärker und Lautsprecher immer gleichbleiben. Diese „Folgegeräte“ dürfen also innerhalb des Testdurchgangs mit Tunern nicht ausgewechselt werden. Bei Verstärkertests dürfen innerhalb eines Testdurchgangs nur Verstärker verglichen werden, nicht zugleich Tonabnehmer und/oder Lautsprecher. Letztere müssen über den ganzen Test hin dieselben Exemplare sein.

2. Die zu testenden Geräte (man nennt sie auch „Probanden“) müssen an Folgegeräte höchster Qualität angeschlossen werden. Um beim Beispiel „Tunertest“ zu bleiben: der Verstärker, an den die verschiedenen Tuner angeschlossen werden, sowie die beiden Stereolautsprecher müssen von höchstmöglicher Qualität sein.

3. Die Probanden müssen anpassungsmäßig mit den Folgegeräten optimiert sein. Bei Tunertests bedeutet das z. B.: der Verstärker ist so auszuwählen, daß seine Übertragungsdaten und die des Tuners nicht verschlechtert werden. Deshalb verwenden wir einen

Verstärker mit ausreichend hohem Eingangswiderstand, mindestens 100 k Ω .

4. Die Umschaltulte müssen kapazitätsarm und praktisch induktionsfrei, gut abgeschirmt und (theoretisch) frei von Übergangswiderständen sein. Außerdem müssen sie ohne Schaltknackse arbeiten und frei von Übersprechen zwischen den einzelnen Ein- und Ausgängen sein.

5. Die Signalleitungen (Verbindungskabel, Tonleitungen) müssen so kurz wie möglich gehalten werden und von höchster Qualität sein. Lautsprecherleitungen benötigen einen hinreichend großen Querschnitt: im Studio mindestens 1,5 mm² (Querschnitt der einzelnen Kupferader). Andere Signalleitungen müssen kapazitätsarm und gut geschirmt sein.

6. Steckverbindungen müssen theoretisch frei von Übergangswiderständen, kapazitätsarm, gut geschirmt und frei von Übersprechen sein. Leider sind wir in dieser Beziehung auf die „Vorgaben“ der einzelnen Geräte angewiesen. Beim Übergang von einer Steckernorm auf die andere sollten keine Adapter verwendet werden, sondern speziell angefertigte, passende Kabel. Eine 150 cm lange Übergangsleitung von fünfpoligem DIN-Stecker auf 2 Cynch-Stecker ist im Zweifelsfalle einer Kombination aus 100 cm langem DIN-Kabel und einem 25 cm langen DIN-Cynch-Adapter vorzuziehen.

7. Zumindest bei kritischen Hörvergleichen sollten nicht mehr als drei, höchstens vier Probanden miteinander verglichen werden. Bei größeren Testfeldern besteht darüber hinaus die Gefahr zusätzlicher methodischer und subjektiver Fehler.

8. Geräte, die die Signalübertragung in irgendeiner Weise beeinflussen, haben im Testaufbau nichts zu suchen. Zu diesen Geräten gehören beispielsweise Dynamikexpander, Oktav-, Terz- oder andere aufwendige Filter (auf „deutsch“: Equalizer). Demgegenüber kann ein Oszilloscope zur Veranschaulichung komplizierter Zusammenhänge oder zur Erhärtung von Testergebnissen sehr wohl verwendet werden, sofern er nicht infolge schlechter Kabel oder falscher Anschlüsse die Signalübertragung beeinflusst.

Die Solidität eines Studios wird man daran ermesen, in welchem Ausmaß diese Regeln beachtet werden. Grundsätzlich sind sie um so genauer zu befolgen, je höher die Qualitätsklasse der zu testenden Geräte und je geringer die klanglichen Unterschiede der Testgeräte sind.

Ausnahmen sind natürlich auch hier möglich, zum Beispiel in einer Testphase, in der es darum geht, die durch

Hörtests in die engere Wahl genommenen Geräte zu optimieren. Mit solchen Ausnahmen müssen wir uns aber noch gesondert befassen.

Modetorheiten und Irrtümer

Vergleicht man diese Regeln mit den testpraktischen Gegebenheiten in manchen Hi-Fi-Studios, so kann man bisweilen nur schwer ein mitleidiges Lächeln oder den Anflug eines „gerechten Zorns“ unterdrücken. Mitleidiges und nachsichtsvolles Lächeln ist angebracht, wenn aus gutem Glauben (Irrglauben bzw. Aberglauben), jedenfalls in bester Absicht (das muß nicht immer die ökonomische sein), Grundregeln nicht beachtet werden. Gerechter Zorn stellt sich dann ein, wenn man merkt, wie durch Mißachtung wichtiger Grundprinzipien der Gerätezusammenschaltung bewußt und planmäßig Kunden manipuliert werden.

Umschaltmonstren

Es gibt (zu) viele Hi-Fi-Studios, die stolz darauf hinweisen, daß sie in einer riesigen Umschaltanlage ein überwältigendes Gerätearsenal zusammengelafßt haben. Sie werben mit dem Hinweis auf vieltausendfache Umschalt- und Vergleichsmöglichkeiten. Vielleicht verkennen sie die Probleme, die in einem solchen Testmonstrum stecken. Vielleicht spekulieren sie auch auf die Testabergläubigkeit der technischen Laien, denen gigantomane Testmeiler imponieren.

Die Ernsthaftigkeit oder die Gesinnung, aus der heraus solche Monsterstudios entstanden sind, kann man mitunter daran ermesen, in welchem Umfang Kompensationsglieder in die Anlage eingeschleift sind, also aufwendige Filter, Dynamikexpander, Symmetrierafos oder — man höre und staune — Pupin-Spulen, wie sie zum Ausgleich von Übertragungsverlusten im Telegrafien- und Telefonbau verwendet werden. Gutgläubig handeln in der Regel jene, die solche Phasen- und Impulsgangverzerrer in ihre Testeinrichtung einbauen. Sie glauben fest daran, daß durch solche Manipulationen naturgegebene Nachteile technische Geschwulste behoben werden können. Dabei verweisen sie auf die einschlägige Praxis in der kommerziellen Nachrichtentechnik. Allerdings vergessen sie, daß dort diese Kompensationsmaßnahmen zwar technisch bedingt, aber von den Fachleuten als notwendig (und kleineres zweier) Übel erachtet werden. Es lohnt nicht, alles zu untersuchen, was in solchen Testungetümen systematische Testfehler erzeugt. Es soll hier nur ein grundsätzliches nachrichtentechnisches

Prinzip als Bewertungsmaßstab für solche Anlagen betrachtet werden.

Eine verlust- und verfälschungsfreie Signalübertragung ist nur theoretisch möglich. Praktisch treten immer Verluste und Verfälschungen auf. Insofern kennzeichnet jener Hersteller das Qualitätsniveau seiner Verstärker unter dem richtigen Gesichtspunkt, der behauptet, seine Verstärker seien „ein Stück Draht mit Verstärkung“. Denn alles, was vom Ideal des reinen „Stück Drahts“ abweicht, beeinflußt die Signalübertragung. Hierzu gehören Kapazitäten und Induktivitäten. Hierzu gehören insbesondere aber aktive Bauelemente, wie Dioden, Transistoren, Röhren und integrierte Schaltungen.

Fehler durch Leitungen

Jede Leitung hat eine gewisse Induktivität und eine gewisse Kapazität. Hätte sie außerdem nicht auch noch Realanteile, also einen endlichen ohmschen Widerstand, so wäre das nicht unbedingt tragisch. Aber gerade die Kombination der Blindanteile mit den Realanteilen ist das Verhängnis: Jedermann weiß, daß man mit Kondensatoren und Spulen den Frequenzgang eines Geräts beeinflussen kann. Das bedeutet, daß kapazitäts- und induktivitätsbehaftete Leitungen — und das sind alle Leitungen — den Frequenzgang einer Anlage beeinflussen. Man spricht in diesem Zusammenhang von „linearen Verzerrungen“, die erkennbar werden in der Anhebung oder Absenkung bestimmter Frequenzbereiche.

Je aufwendiger also die Verkabelung von Testschaltungen ist, desto größer werden die linearen Verzerrungen. Der Amplitudenfrequenzgang verschlechtert sich also in dem Maße, in dem aufwendige Leitungen zur Testzusammenschaltung benötigt werden. Dies gilt insbesondere für die niederpegeligen Signalleitungen, wie sie die Verbindungskabel zwischen Signalquellen (Tunern, Plattenspielern, Tonbandgeräten) und Verstärkern darstellen. Daß diese Leitungen auch als Antenne wirken können, sei nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

Bei Lautsprecherleitungen sind Kapazität und Induktivität in der Regel vernachlässigbar klein, sofern die Leitungen hinreichend niederohmig, also dick genug sind, und sofern nicht die nachgeschalteten Lautsprecher, etwa elektrostatische, Probleme einbringen. Dafür gibt es bei Lautsprecherleitungen ein anderes Problem: Sind sie zu lang oder zu dünn, so steigt ihr Widerstand so sehr an, daß er den günstigen, sehr kleinen Innenwiderstand des Verstärkerausgangs nicht mehr zur Auswirkung kommen läßt. Dann verschlechtert sich das Baßverhalten der Lautsprecher.

Einige Übertragungsfehler, die durch unzweckmäßige Leitungsmaterialien sowie durch eine zu aufwendige Verkabelung auftreten, lassen sich in gewissem Umfang ausgleichen. Zur Kompensation werden ganz bestimmte Geräte benutzt: Mittels Anpassungs- und Symmetrierübertragern lassen sich Störgeräusche, die über eine aufwendige Verkabelung eingespeist werden, in Grenzen verringern. Übertrager verschlechtern jedoch in jedem Fall, weil sie frequenzabhängige Bauelemente sind, den Amplitudenfrequenzgang und das Impulsverhalten einer Anlage. Bisweilen erzeugen sie sogar hörbare nichtlineare Verzerrungen (Klirrvverzerrungen). Zur Kompensation der Frequenzgangfehler kann man Equalizer verwenden. Doch diese verursachen neue Probleme.

Fehler durch aktive Bauelemente

Halbwegs zufriedenstellende Equalizer sind aktiv, haben also Transistoren und andere Halbleiter-Bauelemente. Alle aktiven Bauelemente erzeugen nichtlineare Verzerrungen, wozu die Klirrvverzerrungen ebenso gehören wie die vielfältigen Modulationsverzerrungen. Je aufwendiger ein Gerät, desto mehr nichtlineare Verzerrungen können entstehen. Nichtlineare Verzerrungen sind dann schwer zu beherrschen, wenn ein Gerät sehr unterschiedliche Funktionen zu erfüllen hat, wenn es etwa – und das ist ja typisch für Equalizer – zugleich

verstärken und den Frequenzgang verändern soll. Die Gesamtverstärkung eines Equalizers ist zwar in der Regel nur 1 (Eingangss- und Ausgangssignal haben den gleichen Pegel), aber im Detail besehen, muß das Gerät doch verstärken, um die – grob gesprochen – Verluste auszugleichen, die bei der Frequenzgangbeeinflussung entstehen. Equalizer können zwar in gewissem Umfang den Amplitudenfrequenzgang einer Anlage zurechtbiegen, aber sie verursachen zugleich auch andere Signalverfälschungen.

Ein letzter Gesichtspunkt noch in diesem Zusammenhang: Es gibt keine Beeinflussung des Amplitudenfrequenzgangs, ohne daß nicht zugleich auch der Phasenfrequenzgang verbogen wird. Über die Bedeutung des Phasenfrequenzgangs für die Klangqualität haben wir schon gesprochen. Hier sei nur noch einmal darauf hingewiesen, daß ein „unstimmiger“ Phasenfrequenzgang zumal bei guten Lautsprechern deutlich zur Verschleierung des Klangbildes beiträgt. Und ausgerechnet der Phasenfrequenzgang ist durch Kompensationsmittel, wie wir sie hier betrachtet haben, nicht mehr „hinzukriegen“, in der Regel wird er nur noch mehr verschlechtert. Die Gründe dafür sind recht kompliziert und liegen wesentlich „außerhalb des Hörbereichs“, aber ihre Auswirkungen sind durchaus im Hörbereich angesiedelt.

Fazit

Je aufwendiger eine Umschaltanlage, desto größer sind die systematischen Fehler, die beim Hörtest auftreten. Wir werden uns deshalb an anderer Stelle Gedanken darüber machen müssen, welcher Umschaltaufwand gerade noch gerechtfertigt ist.

(Wird fortgesetzt)

Technische Druckschriften

Makro-Funktions-Elektronik (MFE). Auf die Anwendung von MFE-Bausteinen wird in einem Handbuch mit diesem Titel hingewiesen. Die Makro-Funktions-Elektronik ist ein praxisbezogener Weg, um Elektronik anzuwenden. Wie der Anbieter mitteilt, sollte auch der Elektronik-Laie mit MFE in der Lage sein, Elektronik-Schaltungen für seine Problemlösungen zu verwenden. Notwendig ist dazu nur, das Problem kurz zu skizzieren, die Firma wird dann aus ihrem Baukasten-System die optimale Anwendung vorschlagen. Es gibt Bausteine für Anzeigen, Drucken, Signalübertragung, Rechnen, Speichern, Codieren, Kartenlesen, A/D-Wandeln, Festwerteingabe, Vergleichen und Tastatureingabe. Hans-Diedrich Kreft, Systemelektronik, Postfach 1108, 2056 Glinde/Hamburg

Verlag und Herausgeber

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

Verlagsanschriften:

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

Gesellschafter:

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

Verlagsleiter:

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

Verlagskonten:

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

Druck

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

**FUNK
TECHNIK**

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

Redaktion

Chefredakteur:
Dipl.-Ing. Wolfgang Sandweg

Redakteure:

Dipl.-Ing. Paul J. Muenzer, Curt Rint,
Margot Sandweg, Gerhard Wolski

Redaktion Funk-Technik

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

Außenredaktion Funk-Technik

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

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

Anzeigen

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

Paketanschrift:
Lazarettstraße 4
8000 München 19

Gültige Anzeigenpreisliste:
Nr. 10 a vom 1. 10. 1976



Vertrieb

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

Bezugspreis zuzüglich Versandkosten:
Jahresabonnement 80,- DM (im Inland
sind 5,5% Mehrwertsteuer eingeschlossen)
Einzelheft 3,50 DM
Kündigungsfrist:
Zwei Monate vor Quartalsende (Ausland:
Bezugsjahr)
Bei unverschuldetem Nichterscheinen keine
Nachlieferung oder Erstattung.



HITACHI

CWP-137

„Der Verdienstvolle“



Farb-Portable

Bildröhre: 32 cm Präzisions-Inline Black Matrix, selbst-konv.

Tuner: Allstations-Trommel-Tuner

Tonausgangsleistung: 2 Watt

Antenne: 75 Ohm Koaxialanschluß + Doppel-Teleskop

Lautsprecher: 10 x 10 cm

Qualitätsstandard: HITACHI

Gehäusefarbe: Anthrazit/Metallic

Garantie:

3 Jahre auf die Farbbildröhre

2 Jahre auf alle übrigen Ersatzteile

1 Jahr auf Arbeitszeit

1 Jahr Lagergarantie

Diese Garantie ist gültig für alle HITACHI-Farbfernsehgeräte rückwirkend ab 1.1.1975.

AKTUELL AKTUELLInformationen für
den Rundfunk- und
Fernsehfachhandel1255 Woltersdorf
125 Goethestr. 11**SHARP**SHARP ELECTRONICS (EUROPE) GMBH
Steindamm 11 · 2000 Hamburg 1
Tel. (0 40) 24 75 55 · Telex 02 161 867

SHARP hat die klaren Farben.

Und eine Reihe verkaufs fördernder Details mehr.

Es ist unser Bestreben, dem Fachhandel mit aktuellen Geräten und fairem Verhalten ein guter Partner zu sein. Heute und in Zukunft. Unsere Fernsehgeräte sind ein Ausdruck dieses Versprechens.

In Fernsehern von SHARP sind überzeugende Argumente „eingebaut“:

Linytron-plus mit „Black Stripes“ und In-Line-Schlitzmaske – das ist die Garantie für ein brillantes, scharfes Bild mit klaren Farben.

Die Linytron-plus-Bildröhre wurde technisch so durchgestaltet, daß eine Verzeichnung der Farben beim Erwärmen der Bildröhre (Betriebszustand) verhindert wird.

Selbst nach langem, ununterbrochenem Fernsehen bleiben die Farben konstant. Eine Nach- bzw. Neureglung ist nicht erforderlich.

8 Sensortasten für die Programmwahl. Eine davon zusätzlich mit spezieller AV-Schaltung.

Ausgereifte Modultechnik mit steckbaren Einheiten. Einfacher und damit preiswerter Service.



SHARP C-1871 G
Bilddiagonale 46 cm

Farbfernseher von SHARP haben die für die üblichen Wohnungen vernünftigen Bildschirmgrößen. Und passen mit ihrem zeitlosen Design zu jeder Einrichtung.



SHARP C-1471 G
Bilddiagonale 36 cm



Schwarz Weiß Fernseher

Neu im interessanten Portable-Programm von SHARP: 12P 30.

- Der leichte, zuverlässige Allround-Portable
- Für 220-V-Netzbetrieb oder 12-V-Batterie
- Volltransistorisiert, integrierte Schaltkreise
- In Rot und Weiß lieferbar
- Frontlautsprecher
- Teleskopantenne
- Anschlußmöglichkeit an 75-Ohm-Hausantenne
- Anschlußbuchse für Ohrhörer
- Kunststoffgehäuse mit Griffmulde

Wir informieren Sie gern ausführlich über unsere Farbfernseher und S/W-Geräte.



**Partner
des Fachhandels.
Heute und in Zukunft.**