

6/7

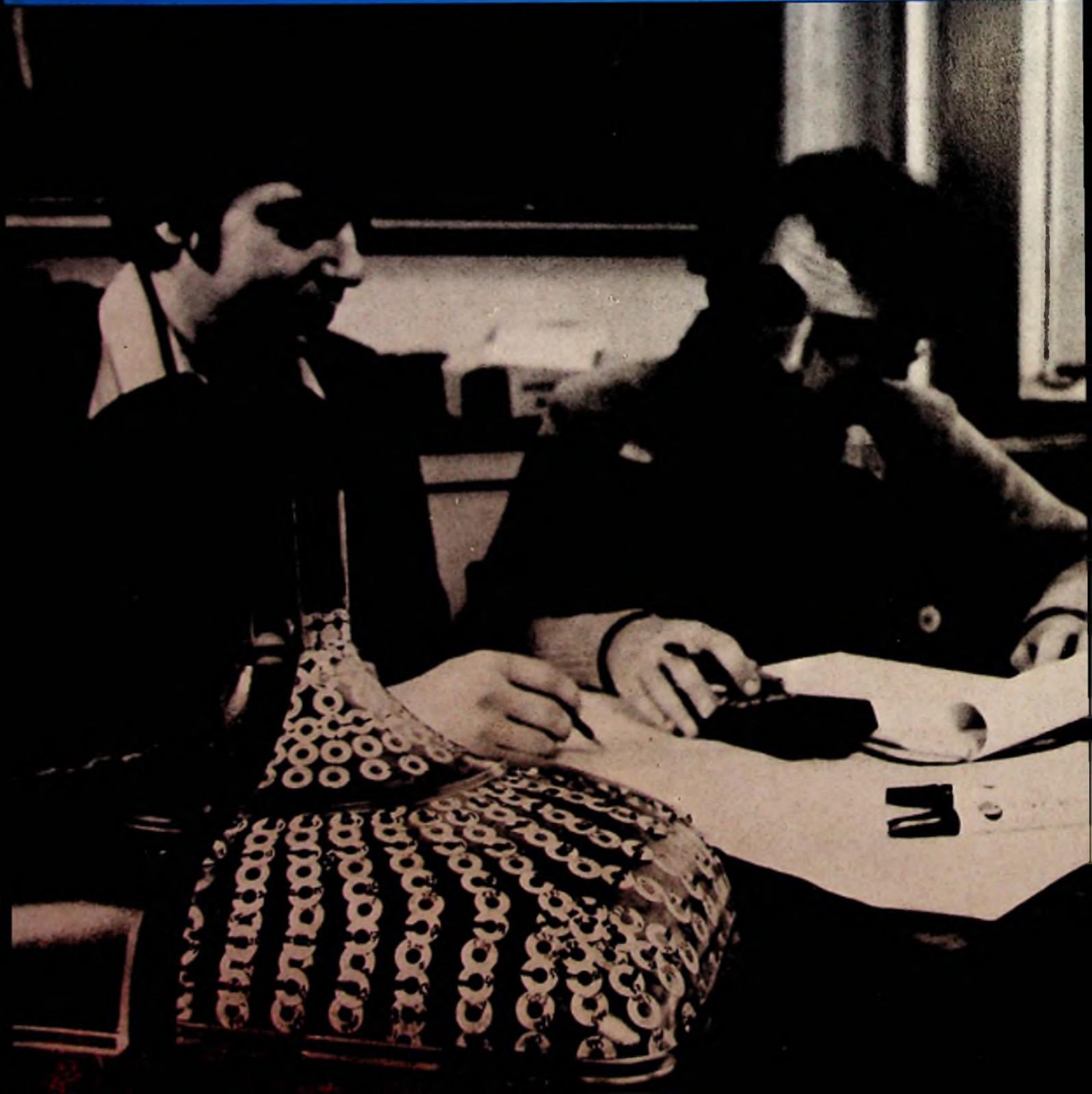
2. März-/1. April-Ausgabe 1978  
33. Jahrgang  
ISSN 0016-2825

# FUNK

# TECHNIK

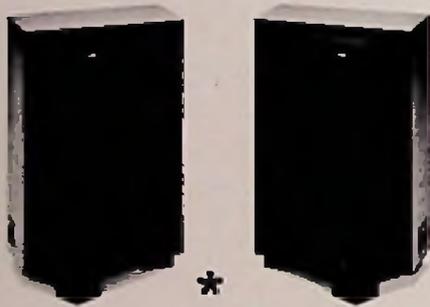
Fachzeitschrift für die gesamte Unterhaltungselektronik

● - Impuls-Modul mit  
Technik



# Warum wir keinen Grund haben, den Großen nachzueifern

Die W.S.B.-Electronic ist kein Newcomer. Die Branche kennt Wolfgang Brede seit 20 Jahren. Er half Sony und Pioneer erfolgreich werden. Warum er nicht bei den Großen bleibt? Nun, je größer einer wird, desto größer die Gefahr der Bürokratie.



Wolfgang Brede aber will echte Partnerschaft und Fachhandelstreue. Sein persönlicher Kontakt zum Handel macht vieles „Unmögliches“ möglich und deshalb bleibt die W.S.B.-Electronic eine vergleichsweise kleine Firma.

- Mit Hifi-Produkten von Weltniveau, z. Zt. exklusiv Mirsch, Schweden · Sonab, Schweden
- Mit einer sauberen Vertriebspolitik
- Mit flexiblen Preisen und hohen Renditen für den Fachhandel
- Mit einer schnellen, kompetenten und zuverlässigen Service-Mannschaft

Der Erfolg beim Fachhandel gibt diesem Konzept recht. Vielen Dank für das bisher gezeigte Vertrauen.

Überzeugen Sie sich selbst: Wolfgang Brede erwartet Ihren Anruf.

## \* Der Neue. **MIRSCH OM 3-29**

Mit neuem Konzept – typisch Olle Mirsch: In der Seite jeder Box das Spezialesystem für den besonders notwendigen Nachhall-Effekt. Das gibt den überzeugenden, vollkommenen Konzertsaal-Klang.

Panorama-Life-Style.

Testen Sie (Wir sprechen eben nicht nur von den besten Lautsprechern – wir haben sie auch)

Der Tarifkonflikt im Druckereigewerbe wirkte sich leider auch auf die technische Herstellung von Heft 6/78 der Funk-Technik aus. Damit unseren Lesern kein Nachteil daraus entsteht, haben wir die

ursprünglich vorgesehenen Hefte 6/78 und 7/78 zu dem vorliegenden Doppelheft 6-7/78 zusammengefaßt. Wir bitten Sie um Verständnis für diese Maßnahme.  
Verlag und Redaktion

## Werkstattteil: Werkstatt und Service

### Ausbildung und Weiterbildung

Empfangsantennen: Antennenkurs in Kürze,  
Teil 6: Störungen, die durch Antennen  
unterdrückt werden können . . . . . W & S 111

### Warenkunde

Erprobungsbericht:  
Der „Acoustic Dimension Compiler“  
schafft neue Musik-Dimensionen . . . . . W & S 114  
Farbfernsehgeräte: Die neuen Modelle  
der Serie „Super Color“ . . . . . W & S 122

### Werkstatt-Bedarf

Kurzberichte über neue Meßgeräte . . . . . W & S 126  
Kurzberichte über neue Hilfsmittel . . . . . W & S 126  
Meldungen für den Service . . . . . W & S 131

### Hobby-Werkstatt

Technische Druckschriften . . . . . W & S 131  
Anregung zum Nachbau:  
SSB/CW-Transceiver für 80/40 m . . . . . W & S 132  
Kurse und Lehrgänge . . . . . W & S 136

## Laborteil: Forschung und Entwicklung

### Grundlagen

Berechnung von Bauteilen:  
Impulsübertrager mit Ferritkern . . . . . F & E 43  
Die Problematik der Beschallungstechnik,  
Teil 2: Strahlergruppentechnik . . . . . F & E 50

### Forschung und Lehre

Magnetische Aufzeichnung:  
Anwendungen des Magneto-Widerstands-  
effektes für Dünnschicht-Leseköpfe . . . . . F & E 54

### Systeme und Konzepte

Satellitengetragener Fernseh-Rundfunk:  
Systemstudie einer Heim-Empfangsanlage . . . . . F & E 56  
Hi-Fi-Tonaufzeichnung: Qualitätssprung  
durch Pulscod-Modulation . . . . . F & E 59

### Titelbild

Im Philips-Forschungslaboratorium in Eindhoven werden die mechanischen Spannungen im Kolben einer Fernseh-Bildröhre nach der Methode der finiten Elemente mit Hilfe eines Computers berechnet; bei komplizierten gekrümmten Oberflächen dieser Art versagen die alten Spannungs-berechnungsmethoden. Die gedachte Einteilung des Körpers in eine Vielzahl leicht zu berechnender Elemente und das Aneinanderfügen der Einzelergebnisse mit einem speziellen Computerprogramm wurde vom Stuttgarter Institut für Statik und Dynamik von Luft- und Raumfahrtkonstruktionen zum sogenannten ASKA-System entwickelt und von Philips erweitert.  
(Bild: Philips)

SIEMENS

# Nachfrage vorprogrammiert:

Siemens-Farbfernsehgeräte  
mit Mikrocomputer



Anstoß zur Fußballwelt-  
meisterschaft wird auch dem  
Häufung mit Farbfernsehgeräten  
neuen Impuls geben.

wie dort wird die Technik  
entscheidende Rolle spielen.

Siemens-Farbfernsehgeräte  
haben den Mikrocomputer – ein  
elektronisches ›Gedächtnis‹,  
das sich alle Programmwünsche  
merkt und das Gerät pünktlich  
ein-, um- und auch wieder  
ausschaltet. Mit dem schon jetzt  
jedes wichtige Spiel und –  
die erwartete Nachfrage  
vorprogrammiert werden kann.

Das Zuggpferd ›Mikrocomputer‹  
hat schon in den vergangenen  
Monaten seine enorme Stärke  
bewiesen, deshalb haben wir es  
auch vor unsere umfassende  
Publikumswerbung 1978  
gespannt. Von Ende März bis Ende  
Juni. Rechtzeitig zur Fußball-  
weltmeisterschaft.

**Ein Partner hält Wort – Siemens**

Empfangsantennen

## Antennenkurs in Kürze

### Teil 6: Störungen, die durch Antennen unterdrückt werden können

Dr.-Ing. A. Fiebranz, Esslingen

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

#### Störabstand

Vom gewünschten Sender kommt das Nutzsignal zum Empfängereingang. Durch verschiedene Störungsarten, die im folgenden erläutert werden, entstehen Störsignale. Die Differenz der Pegel von Nutz- und Störsignalen ist maßgebend für die Güte des Hörfunk- und des Fernsehempfangs. Diese Differenz in dB wird als Störabstand bezeichnet. Vorausgesetzt, daß der Empfänger einwandfrei arbeitet, genügt ein bestimmter Störabstand für ein einwandfreies Bild und einen guten Ton. Im Bild wirken sich Stör-

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

gnale viel stärker aus als im Ton. Verschiedene Bildstörungen haben charakteristische Erscheinungsformen, die Rückschlüsse auf die Ursachen der Störsignale zulassen.

#### Rauschen (Schnee oder Gries)

Wenn die Störung auf dem Bildschirm tanzenden Schneeflocken oder Gries gleich (Bild 6.01), ist der Netzpegel zu gering. Ursache dieser Störung sind Rauschsignale, die im Empfängereingang entstehen. Ihr Pegel kann deshalb durch Maßnahmen an den Antennen nicht vermindert werden. Der für den rauschfreien Empfang maßgebende Rauschabstand kann durch Erhöhung des Netzpegels am Empfängereingang vergrößert werden. Dazu kann ein in Antennennähe angebrachter Verstärker dienen, dessen Verstärkung mindestens die Kabeldämpfung ausgleicht. Eine zusätzliche Vergrößerung des Rauschabstandes ergibt sich, wenn der Verstärker einen kleineren Rauschpegel hat als der Empfänger.

Wenn der Empfangspegel niedrig ist, kann man außerdem eine Antenne mit größerem Gewinn wählen. Der Gewinn von Yagi-Antennen nimmt aber z.B. nur um etwa 2 dB zu, wenn die Anzahl der Antennenelemente verdoppelt wird. Dabei ist die Verminderung des Schnees im Bild gerade erkennbar. Wenn der Empfangspegel zu klein ist, kann man mit wirtschaftlich noch vertretbaren Antennen kein rauschfreies Bild erhalten.

#### Reflexionsstörungen (Geisterbilder)

Unter Geisterbildern (Bild 6.02) versteht man seitlich gegeneinander verschobene Doppel- oder Mehrfachbilder. Die zusätzlichen Bilder sind im Testbild oder anderen stehenden Bildern und an Schriften, besonders gut zu erkennen. Sie werden durch Wellen des empfangenen Senders verursacht, die z.B. an Berghängen oder Gebäuden mit großen Flächen reflektiert worden sind. Die reflektierten Wellen haben einen weiteren Weg zurückgelegt als die direkte Welle. Der gleiche Bildpunkt kommt also auf der reflektierten Welle später an und erscheint deshalb rechts neben dem Bildpunkt der Hauptwelle noch einmal (Bild 6.03).

Geisterbilder können nur mit einer Richtantenne ausgeblendet werden, wenn die reflektierten Wellen aus einer anderen Richtung kommen als die Hauptwelle. Auch Wellen, die nach zweimaliger Reflexion aus der gleichen Richtung wie die direkte Welle auf die Antenne treffen, können durch die

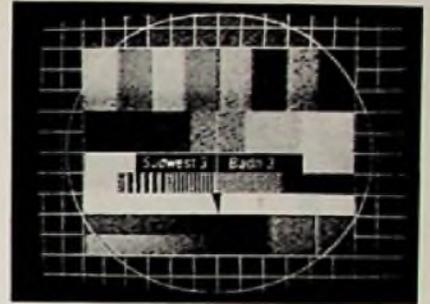


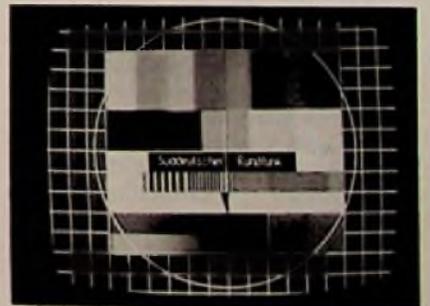
Bild 6.01. Testbild mit Rauschstörungen

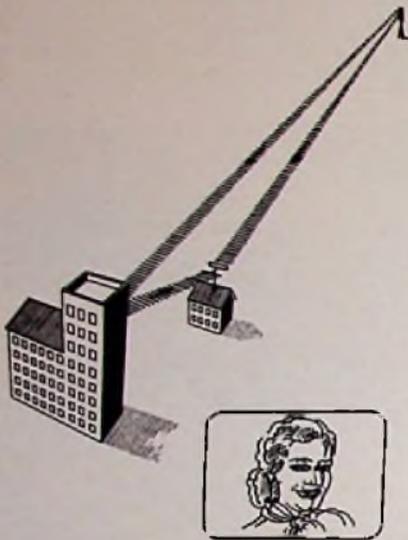
Richtwirkung der Antenne nicht unterdrückt werden. Solche Mehrfachreflexionen kommen im allgemeinen nur bei sehr schlechten Empfangsbedingungen, z.B. in tiefen und schmalen Tälern, vor und verursachen dort sehr viele Geisterbilder.

Um Geisterbilder zu beseitigen, sollte man versuchen, für eine Antenne mit guter Richtwirkung einen Aufstellungsort zu finden, an dem sie so ausgerichtet werden kann, daß die direkte Welle stark genug ist und die reflektierten Wellen möglichst schwach sind. Dabei muß der Störabstand wenigstens um 3 dB größer werden, damit der Einfluß im Bild bemerkbar wird. Das kann auch für den Unterschied des Vor-Rück-Verhältnisses von zwei Antennen angenommen werden. Um reflektierte Wellen zu unterdrücken, die schräg seitlich von vorn kommen, braucht man eine Antenne mit kleinem Öffnungswinkel in der waagerechten Ebene.

Ein deutlich abgesetztes zweites Bild ist auf einem großen Bildschirm, z.B. einem 66-cm-Schirm, erst zu erkennen, wenn es wenigstens 2 mm Abstand vom Hauptbild hat. Dazu muß die reflektierte Fläche mindestens etwa 30 m hinter der Empfangsantenne stehen. Sonst decken sich die beiden Bilder noch annähernd, so daß höchstens die Konturen unscharf sind. Die Konturen-

Bild 6.02. Testbild mit Reflexionsstörungen (Geisterbildern)





**Bild 6.03. Entstehen eines Gelsterbildes**

scharfe (Plastik) kann aber durch die Feinabstimmung des Empfängers innerhalb gewisser Grenzen verbessert werden. In Ausnahmefällen. z.B. wenn eine Welle von einer großen Metallfläche ständig gutreflektiert wird, kann die Empfangsantenne auf diese reflektierende Fläche ausgerichtet werden. Dabei könnte die direkt vom Sender kommende Welle ein zweites Bild erzeugen, das sich links vom Hauptbild befindet, weil die erzeugende Welle den kürzeren Weg zurückgelegt hat. In solchen Fällen spricht man von einem Vorgeist (Bild 6.04). Er kann auch entstehen, wenn das Antennensignal dem Empfänger über eine lange Leitung (länger als ca. 20 m) zugeführt wird und die Senderfeldstärke so groß ist, daß durch direkte Einstrahlung in den Empfänger ein zweites Bild links neben dem Hauptbild erzeugt wird.

**Moiré-Störungen**

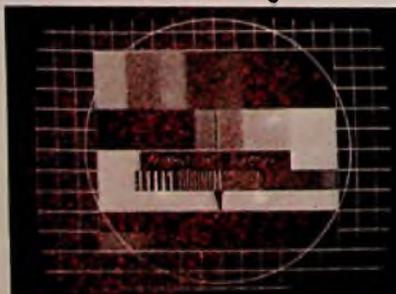
Beim Fernsehen spricht man von Moiré-Störungen, wenn Flächen, die im ungestörten Bild gleichmäßige Helligkeit haben, ein Web- oder Strickmuster zeigen (Bild 6.05). Diese Störungen werden durch Wellen erzeugt, die entweder keine oder eine andere Modulation haben als die Hauptwelle. Moiré-Störungen können von einem Sender mit anderem Programm herrühren, der entweder im gleichen oder in einem Nachbarkanal strahlt. Ein Störsender im gleichen Kanal kann durch die Richtwirkung der Antenne unterdrückt werden, aber auch ein Sender im Nachbarkanal, der wegen der ungenügenden Trennschärfe des Empfängers stört. Weitere Quellen von Moiré-Störungen sind: gewerblich genutzte Hochfrequenzgeneratoren und Fernseh- und UKW-Rundfunkempfänger. Diese Geräte können Oberwellen abstrahlen, die in die Fernsehbereiche fallen. Die Oszillatorfrequenz der UKW-Rundfunkempfänger ist um die genormte Zwischen-

frequenz von 10,7 MHz höher als die Empfangsfrequenz. Die erste Oszillator-Oberwelle mit einer Frequenz von 196,4 bis 229,4 MHz liegt also in den Kanälen 8 bis 12 des Fernsehbereiches III. In der gleichen Weise können auch die erste und die zweite Oberwelle des Bereich-III-Oszillators eines Fernsehempfängers Moiré-Störungen im Bild eines anderen Gerätes verursachen, das auf einen Kanal der Bereiche IV oder V abgestimmt ist. Fernsehempfänger mit der Zwischenfrequenz von 38,9 MHz gefährden dabei z.B. durch die erste Oberwelle ihres Oszillators die Kanäle 21 bis 28 und durch die zweite Oberwelle die Kanäle 42 bis 60.

Gewerblich genutzte Hochfrequenzgeräte dürfen nach den Störstrahlungsvorschriften der Deutschen Bundespost nur so wenig strahlen, daß sie den Rundfunk- und den Fernsehempfang mit einer ordnungsgemäßen Empfangsanlage im Versorgungsgebiet eines Senders nicht stören können (Gesetz über den Betrieb von Hochfrequenzgeräten vom 9.8.1949). Gleichartige Bestimmungen bestehen für Rundfunk- und Fernsehempfänger (VDE 0872 – Funkentstörung von Ton- und Fernseh-Rundfunk-Empfangsanlagen. Die Einhaltung der angeführten Bestimmungen wird vom Funkstörungsmeßdienst überwacht. Beauftragte dieser Post-Dienststellen ermitteln auf Anforderung kostenlos die Störquellen und sorgen dafür, daß sie beseitigt werden, soweit die gesetzlichen Bestimmungen verletzt werden. Der Funkstörungsmeßdienst greift allerdings nur dann ein, wenn die gestörte Empfangsanlage ordnungsgemäß ist. Zu einer ordnungsgemäßen Anlage gehört stets eine Überdachantenne.

Die UHF-Kanäle sind so verteilt, daß sie möglichst nirgendwo Oszillatoroberwellen von VHF-Kanälen der Sender im gleichen Empfangsgebiet umfassen. Eine Ausnahme besteht im Empfangsgebiet Stuttgart. Dort stört die erste Oszillatoroberwelle eines Empfängers, der auf den Kanal 11 für das erste Fernsehprogramm eingestellt ist, den Empfang des zweiten Fernsehprogramms im Kanal 26. Um diese Störung durch Geräte, die die Störstrahlungsvorschriften erfüllen, zu vermeiden, muß der UHF-Eingangspegel mindestens 47 dBµV betragen, in ungünstigen Fällen muß er noch größer sein. Als Abhilfemaßnahmen an gestörten Empfangsanlagen kommen abgeschirmte An-

**Bild 6.04. Testbild mit Vorgeist**



**Bild 6.05. Fernsehbild mit Moiré-Störungen**

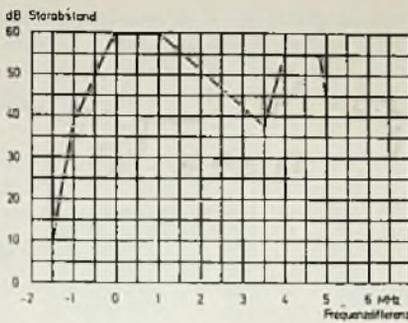
tennzuleitungen und nahe bei der Antenne eingeschaltete Verstärker zum Erhöhen des Netzpegels und des Störabstandes in Betracht. Defekte Geräte, die den Störstrahlungsvorschriften nicht mehr entsprechen, können so stark stören, daß die Störungen durch Maßnahmen an den UHF-Antennenanlagen nicht zu beseitigen sind. Dann kann nur die Entstörung oder Außerbetriebnahme des störenden Gerätes helfen.

**Störimpulse**

Störungen, die im Ton Knackgeräusche erzeugen, verursachen im Bild unregelmäßige, meistens durchlaufende schwarze oder weiße Punktreihen. Die häufigste Quelle dieser Störungen im Fernsehbild sind Zündanlagen von Otto-Motoren der Kraftwagen. Nach der deutschen Straßenverkehrs-Zulassungsordnung müssen alle Kraftfahrzeuge mit Otto-Motor funkentstört sein. Auch die meisten anderen Staaten in Europa haben diese Vorschrift. Trotzdem können an verkehrsreichen Straßen auch in Anlagen mit ordnungsgemäßer Antenne Zündstörungen auftreten, weil die Entstörung mancher Wagen unwirksam geworden ist. Störimpulse durch überspringende Funken in elektrischen Anlagen und Geräten, die z.B. bei Wackelkontakten zwischen elektrischen Leitungen auftreten, und durch luftelektrische Entladungen, die bei Gewittern am stärksten sind, werden mit wachsender Empfangsfrequenz immer schwächer. In den Bereichen für UKW-Rundfunk und Fernsehen (VHF und UHF) sind sie deshalb nur selten zu bemerken. Beim Tonempfang sind diese Störungen durch die Frequenzmodulation zusätzlich unterdrückt. Die Entstörung elektrischer Geräte ist gesetzlich vorgeschrieben. Wenn sie fehlt oder unwirksam geworden ist, muß sie wiederhergestellt werden. Störende elektrische Geräte werden ebenfalls auf Anforderung durch die Funkstörungsmeßdienste ermittelt, die auch dafür sorgen, daß die erforderlichen Entstörungsmaßnahmen getroffen werden.

**Tonstörungen**

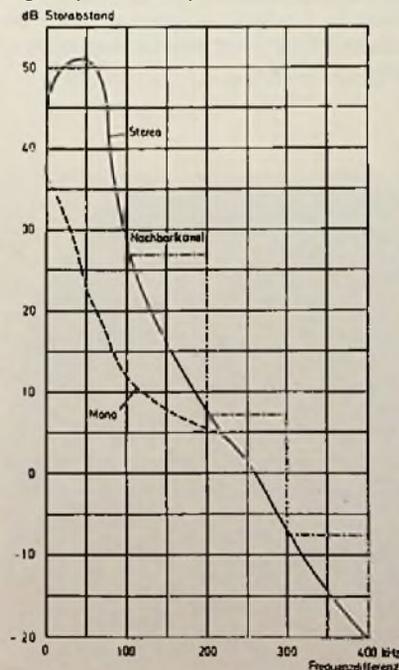
Wenn beim Fernsehen ein gutes Bild empfangen wird, gibt es auch keine Tonstörungen, die außerhalb des Empfängers



**Bild 6.06. Erforderlicher Störabstand zum Vermeiden von Moiré-Störungen beim Fernsehen in Abhängigkeit von der Frequenzdifferenz zwischen Störsignal und Nutzsignal-Bildträger (nach CCIR)**

entstehen. Beim Stereo-UKW-Empfang kommen dagegen in der Praxis Störungen vor, deren Ursachen die gleichen sind wie beim Fernsehen. Für guten Stereo-Empfang sind wesentlich höhere Anforderungen zu stellen als für Mono-Empfang. Durch das räumlich richtige Hören, das die Stereophonie bietet, wird gute Klangwirkung nur gewährleistet, wenn die Tonwiedergabe frei von Verzerrungen und Störungen ist. Um das zu erreichen, muß die Antenne folgende Bedingungen erfüllen: Für völlig rauschfreie Stereo-Wiedergabe ist am Verstärkereingang ein um 20 dB höherer Antennenpegel erforderlich als für guten Mono-Empfang.

**Bild 6.07. Mindeststörabstand empfangswürdiger UKW-Tonrundfunksender von Störsendern in benachbarten Kanälen in Abhängigkeit von der Frequenzdifferenz zwischen Nutz- und Störsignal (nach CCIR)**



Weilen des empfangenen Senders, die an großen Flächen (Hochhäusern oder Berghängen) reflektiert worden sind und erst Inlnach einem Umweg von einigen Kilometern zur Empfangsantenne gleangen, müssen durch ausreichende Richtwirkung unterdrückt werden. Sonst entstehen Reflexionsstörungen, die sich ähnlich anhören wie die Störungen durch einen übersteuer-ten Verstärker.

Weiterhin müssen die Antennenpegel starker Ortssender oft beträchtlich abgesenkt werden, damit sie nicht den Stereo-Empfang von schwächer ankommenden, frequenzbenachbarten Sendern durch Übersprechen stören. Abhilfen für diesen Zweck sind Sperrfilter und die Richtwirkung der Antenne.

**Mindestwerte der Pegel und Störabstände an Empfangsantennen**

VDE 0855 Teil 2/1975 „Funktionseignung von Antennenanlagen“ enthält die Angaben über die erforderlichen Mindestpegel an Empfangsantennen. Für die Fernseh-bereiche sind in der folgenden Tabelle Antennenpegel aufgeführt, mit denen bei handelsüblichen Empfangsgeräten die für gute Wiedergabe erforderlichen Rauschabstände zu erwarten sind.

**Tabelle 1. Antennenpegel**

Bereich	Erforderlicher Pegel	
	für etwa 46 dB Rauschabstand (rauschfreie Bildqualität)	für etwa 37 dB Rauschabstand (zumutbare Bildqualität)
F I	59 dBµV	50 dBµV
F III	57 dBµV	48 dBµV
F IV/V	63 dBµV	54 dBµV

Im UKW-Ton-Rundfunkbereich sind für Mono-Empfang Antennenpegel von 40 dBµV, für Stereo-Empfang von mindestens 50 dBµV erforderlich. Für den LM-Ton-Rundfunkbereich gelten Empfangsgebiete als versorgt, wenn die Mindesttagesfeldstärke 60 dBµV/m beträgt.

Für ein Bild ohne sichtbare Reflexionsstörungen (Geister) muß der Nutzpegel der direkten Welle etwa um 30 dB größer sein als der Störpegel der reflektierten Welle. Dies ist durch Versuche ermittelt worden. Beim Stereo-Tonempfang reicht der Störabstand von etwa 20 dB aus, um Reflexionsstörungen zu vermeiden.

Beim Fernsehempfang hängt der Störabstand, der zum Vermeiden von Moiré-Störungen erforderlich ist, von der Lage des Störsignals im Fernsehkanal ab. Störsignale, die dem Bild- oder Farbträger benachbarte Frequenzen haben, wirken sich am

stärksten aus (Bild 6.06). Fremde Störer in Nachbarkanälen sind im Fernsehbild nur wahrzunehmen, wenn die Störpegel annähernd gleich oder größer sind ans der Nutz-pegel.

Einwandreier Stereo-Empfang ist nur von UKW-Sendern gewährleistet, bei denen die im Bild 6.07 angegebenen Störabstände eingehalten sind. Als Störer kommen dabei in erster Linie UKW-Sender in benachbarten Kanälen in Betracht. Guter Stereo-Empfang erfordert im allgemeinen einen Frequenzabstand von 400 kHz zwischen zwei zu empfangenden Sendern.

Bei Sendern in Entfernungen über 100 km muß mit zeitabhängigen Pegeländerungen bis zu 30 dB gerechnet werden. Deshalb schließt einwandreie Stereo-Wiedergabe bei nur einem Empfangsversuch Störungen durch Sender in Nachbarkanälen zu anderen Zeiten nicht aus. Die Gewähr dafür, daß nicht zeitweise solche Störungen auftreten, ist deshalb in manchen praktischen Fällen nur für Ortssender zu erreichen.

(Wird fortgesetzt)

**Drei Fundamente für den Aufstieg**

Die Inhaber von 6 Betrieben, die sich innerhalb weniger Jahre aus kleineren Anfängen zu beachtlichen Unternehmen emporgearbeitet haben, wurden nach den grundsätzlichen Leitlinien ihrer Handlungsweise gefragt. Die Antworten waren zwar sehr vielfältig – trotzdem lassen sie sich in 3 Punkten zusammenfassen:

1. Möglichst oft das Betriebsgeschehen im Rückblick objektiv analysieren, hartnäckig allen Mißerfolgen und allem Versagen nachgehen, furchtlos jede Fehlentwicklung und Schuld der Vergangenheit sich eingestehen und alles Negative durch den Einsatz sämtlicher verfügbarer Mittel korrigieren und beseitigen.
2. Die Gegenwart kritisch, umsichtig und vorurteilslos einschätzen. Unsicherheiten und Provisorien ausschalten und durch eine dauerhafte, vertraueneinflößende und zuversichtverbreitende Ordnung ersetzen. Alle geistigen und finanziellen Reserven für die als aussichtsvoll erkannten Richtungen verwenden. Auch langfristige Erfolge und steten Aufschwung niemals als selbstverständlich nehmen und sich darauf ausruhen – denn es stimmt heute mehr denn je: Stillstand ist Rückschritt!
3. Mutig, ohne Illusionen und Sentimentalitäten immer wieder eine Vorschau auf die zukünftige Berufsentwicklung halten und diese unter Berücksichtigung der in den Fachzeitschriften, Fachbüchern und Berufsverbandsinformationen erhaltenen neuesten Erkenntnisse, Untersuchungen und Erfahrungsberichte realistisch einschätzen.

Erprobungsbericht

## Der „Acoustic Dimension Compiler“ schafft neue Musik-Dimensionen

Unter der Bezeichnung „Acoustic Dimension Compiler ADC-2“ brachte die Firma Wega einen Nachhallgenerator zum Anschluß an Hi-Fi-Anlagen heraus, mit dem der Raumakustik-Eindruck elektronisch verändert werden kann. Dipl.-Ing. Herbert Walz, Professor an der Fachhochschule München, beschäftigte sich mit den Eigenschaften dieses Gerätes.

Der Klangcharakter jeder Art von Musik wird zwar in erster Linie von den beteiligten Instrumenten bestimmt, jedoch in nicht unerheblichem Maße auch von den akustischen Eigenschaften des Raumes, in dem diese Musik erklingt. Dies gilt nicht nur für die Live-Aufführung im Konzert, sondern auch für die Hi-Fi-Wiedergabe zu Hause.

### Einflüsse der Raumakustik

Für Musiker tritt diese Problematik tagtäglich auf, und er muß sie bewältigen. Jeder Musiker kennt beispielsweise den Unterschied in der Akustik eines leeren Konzertsaaes während einer Probe und des mit Zuhörern gefüllten Saales während des Konzertes. Im leeren Saal wird der Schall viel ungehinderter reflektiert als im voll besetzten; es tritt daher auch viel mehr Hall auf. Nicht nur die Nachhallzeit wird dadurch beeinflusst, sondern auch der Klang des reflektierten Schalles. Durchgang durch Luftstrecken und Reflektionen an Wänden, Decke und Fußboden, führt nämlich vor allem zu einer Schwächung der hohen Frequenzen ab etwa 7 kHz. So kommt es, daß unterschiedliche Räume nicht nur unterschiedliche Nachhallzeiten aufweisen, sondern auch den Klang mehr oder weniger stark dunkler einfärben. Musiker müssen sich infolgedessen in Tempo und Tongebung der Raumakustik anpassen.

Auch der Toningenieur muß sich mit der Akustik des Raumes, in dem eine Aufnahme gemacht werden soll, auseinandersetzen. Kompliziert wird seine Tätigkeit zusätzlich durch den Unterschied in der Aufnahmecharakteristik der Mikrofone gegenüber dem menschlichen Gehör. Es gibt Anhänger sehr trockener Aufnahmen, die sehr wenig Hall haben und dadurch Einzelheiten sehr deutlich wiedergeben. Es gibt aber auch Freunde von Aufnahmen mit stärkerem Hallanteil, weil sich auf ihnen die Einzelinstrumente

besser verbinden und dadurch die Gesamtheit eines Werkes vielfach besser zum Ausdruck kommt. Der Musikhörer entscheidet hier nach seiner Kenntnis der Dinge. Ist er Konzertbesucher, so wird er zu stärker die Raumakustik berücksichtigenden Aufnahmen tendieren, weil diese dem Klangbild nahekommen, das er vom Konzertbesuch her gewöhnt ist. Musikhörer, die selbst aktiv Musik ausüben, sind gewöhnt, Musikinstrumente aus nächster Nähe zu hören, und so wäre es zu erklären, wenn sie trockenere Aufnahmen bevorzugten. Sicher ist das jedoch nicht, denn es gibt gewichtige Gründe für das Gegenteil. Ein Solist mit konventionellem Instrument hat eine so kleine Schallenergie zur Verfügung, daß es nur dann gelingt, einen großen Raum mit Klang zu erfüllen, wenn die Raumakustik als Hilfe benützt wird, die den Ton trägt. Soll ein derart erzeugter Ton zur Auf-

nahme gelangen, muß zwangsläufig die Raumakustik mitgenommen werden. Wie man sich also letztlich entscheidet, bleibt eine Ermessensfrage, und dies auf der Seite der Musikhörer.

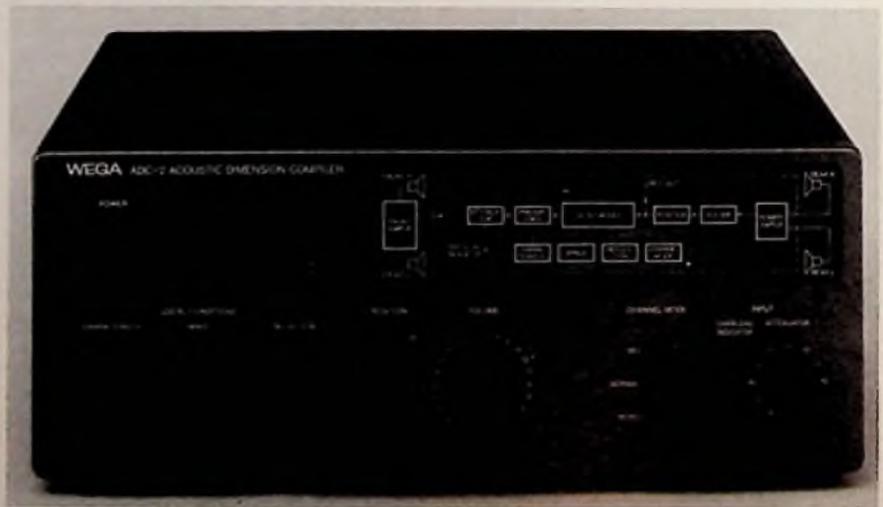
Es bleibt also festzuhalten, daß einerseits der Raumakustik in der Musik eine wichtige Rolle zukommt, daß andererseits aber der Raumklang einer Aufnahme durch die Aufnahmeapparatur manipulierbar ist. Der Schritt von der natürlichen zur elektronisch erzeugten Akustik liegt daher nahe.

### Sound-Processing im professionellen Tonstudio

Im Aufnahmerraum des Tonstudios sind Decke, Fußboden und Wände so mit schallschluckenden Materialien belegt, daß kaum mehr Reflexionen stattfinden können. Jedes Instrument wird auf einer eigenen Spur der Bandmaschine aufgezeichnet, wovon sie 24 oder mehr haben kann. Das gesamte Ensemble kann gleichzeitig aufgenommen werden, indem man die einzelnen Instrumente durch Schallwände akustisch voneinander trennt, oder es wird ein Instrument nach dem anderen aufgenommen. Wie die Aufnahme erfolgt, hängt vielfach von der Termingestaltung des Studios und insbesondere von den mitwirkenden Stars ab.

In jedem Fall werden alle Instrumente ohne Hall aufgenommen und die dem Musikhörer den räumlichen Eindruck vermittelnden Schallanteile erst beim Abmischen der Vielspuraufnahme auf das Stereo-Masterband hinzugefügt. Zu diesem Zweck hat das Mischpult für jeden der 24 oder mehr Kanäle eine Halleinrichtung und vieles mehr. Auf diese Weise entstehen Aufnahmen, die keineswegs künstlich, sondern vielmehr erstaunlich frisch und natürlich klingen können.

### Acoustic Dimension Compiler ADC 2 (Wega)



# Der HiFi-Lautsprecher

vom Spezialisten

**Musik wird oft nicht schön empfunden,  
weil sie mit Geräusch verbunden**

(Wilhelm Busch)

Bei aller Technik, bei allen Empfehlungen für objektive Hörvergleiche – siehe Summit-Info 1 bis 3 – verlieren wir häufig den Blick für das Wesentliche. Die MUSIK. Bei der Auswahl ihrer HiFi-Komponenten werden die Leute zusehends kritischer. Bei der Auswahl der Tonträger nur in den seltensten Fällen. HiFi-Stereophonie ist nicht nur eine Frage der Wiedergabetechnik – sie beginnt bei der Aufnahme, beim Tonträger, z. B. der Schallplatte. Ist für Sie eine HiFi-Stereoanlage mehr als ein Prestige-Objekt und mehr als ein Instrumentarium zur Erzeugung von Hintergrundberieselung, dann sollten Sie der Auswahl Ihrer Schallplatten größte Sorgfalt widmen.

Verlangen Sie nicht einfach Beethovens Fünfte.

Lassen Sie sich über Interpretation und die klanglichen Qualitäten der Aufnahme vom Fachmann beraten.

#### Merke:

- Je mäßiger die Aufnahme und die Klangqualität des Tonträgers – je verwaschener die Qualitätsunterschiede von HiFi-Komponenten.
- Bestimmen Sie bei der Vorführung die Musik und lassen Sie sich nicht durch Lärm beeindrucken.
- Ungeeignet für den Hörvergleich sind elektronische Musik, Orgelmusik!, oder Instrumente, die Sie nicht kennen.
- Besuchen Sie wieder einmal ein Konzert. Dieses Erlebnis führt auf das richtige Maß der Dinge zurück.

In der Regel wird High Fidelity mit „höchste Naturtreue der Wiedergabe“ übersetzt. Für uns – das Summit-Team – bedeutet sie ästhetisch befriedigender Musikgenuß.

Wohl dem Menschen, der die Technik vergessen kann und Musik nur um der Musik willen hört.

In der nächsten Summit-Information erfahren Sie etwas über Manipulationen mit der Vorführungsmusik.

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

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

SUMMIT  
heißt Spitze  
SUMMIT  
das ist Musik

Summit



# **Endlich etwas, das Sie Ihren Kunden verblüffend demonstrieren können.**

Gemeinsam mit Spitzen-  
designern haben Ingenieure  
und Techniker von ITT diesen  
neuen Touring Stereo Cassette  
109 entwickelt: modern, kraft-  
voll, überlegen.

Er präsentiert sich als der  
stärkste Touring, den es je gab.  
Über vier Lautsprecher wird  
eine Spitzenausgangsleistung  
von 11 Watt abgestrahlt.  
Aber nicht nur deshalb wird  
es dem Fachhandel Spaß  
machen, diese mobile Stereo-  
anlage interessierten Kunden  
vorzuführen.

## **HiSonic**

Nichts ist verblüffender  
als der Druck auf die HiSonic-  
Taste während der Stereo-  
demonstration. Da klingt es  
dann, als wenn die beiden  
Stereo-Lautsprechergruppen  
(bestehend jeweils aus einem  
Hochton- und einem Mittel-/  
Tiefton-Lautsprecher) weit  
rechts und links vom Gerät  
stehen. Das ist weit mehr, als  
die übliche Stereo-Basisver-  
breiterung. Es ist auch weit  
mehr, als sich in Worten be-  
schreiben läßt.

Das hat nichts mehr mit  
den üblichen Ergebnissen  
einer Umschaltung der Basis-  
breite zu tun, weil bei HiSonic

praktisch das gesamte Ton-  
frequenz-Spektrum in die  
elektronische Verbreiterung  
der Stereobasis einbezogen  
wird. Man muß das selber  
gehört haben – und vorführen.

## **UKW Stereoempfang**

Und auch das ist eindrucks-  
voll: Mit dem neuen Touring  
Stereo Cassette 109 kann man  
nicht nur den einen oder  
anderen Ortssender mit guter  
Stereoqualität empfangen.  
Sondern mindestens auch  
noch eine ganze Anzahl anderer  
UKW-Sender, die Stereo-  
programme ausstrahlen. An  
der UKW-Hochantenne hält  
dieser neue Touring in punkto  
störungsfreiem Stereoemp-  
fang sogar den Vergleich mit  
HiFi-Receivern stand.

## **Technische Daten**

Wellenbereiche:  
UKW, KW (19 bis 49 m), MW, LW  
Automatische UKW-Scharfab-  
stimmung (AFC).  
UKW-Stereoanzeige mit LED.  
Abstimm-Anzeigeelement.  
Beleuchtete Großflächenskala.  
Spitzenausgangsleistung:  
2 x 5,5 W.  
4 Lautsprecher.  
HiSonic-System für extreme  
Stereo-Basisverbreiterung.  
Getrennte Baß- und Höhen-  
regler sowie Balanceregler.

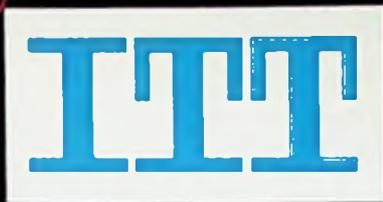
Spitzen-Stereo-Cassetten-  
laufwerk.  
Automatische Band-Endab-  
schaltung mit Tastenauslösung.  
Bandzählwerk.  
Pauseschalter.  
Aufnahmeanzeige durch LED  
(verlöscht automatisch, wenn  
die Batteriespannung nicht  
mehr ausreicht, um wirklich  
gute Aufnahmen zu machen).  
Automatische Umschaltung  
für Eisenoxid und Chrom-  
dioxid-Cassetten.  
Cue/Review-Einrichtung.  
2 eingebaute Elektret-  
Mikrophone.

## **Stromversorgung**

6 Monozellen.  
Eingebautes Netzteil oder  
„dryfit“-Akku.  
Automatische Batterie- und  
Akku-Abschaltung bei Netz-  
betrieb.

## **Anschlußmöglichkeiten**

Plattenspieler, Tonband-  
gerät, Rundfunkempfänger  
oder Nachverstärker,  
Mikrofon, 2 Außenlautsprecher  
(links/rechts), Kopfhörer,  
UKW- und KW-Außenantenne.  
Gehäuseausführung:  
stahlgrau.  
Abmessungen:  
43 x 26,5 x 10 cm.  
Gewicht:  
ca. 5,1 kg (mit Batterien).



**Technik der Welt  
made in Germany**



**11 Watt, 4 Lautsprecher: der stärkste Touring, den es je gab**

# **TOURING STEREO CASSETTE**

Mit HiSonic-System: Stereo-Klang,  
als ob die Lautsprecher weit auseinander stehen.

**ITT Schaub-Lorenz, 7530 Pforzheim**

## Sound-Processing im privaten Bereich

Wie auch immer der Raumeindruck auf den Tonträger gebannt wurde, ob eine natürliche Akustik eingefangen oder mit Sound-Processing ein künstlicher Raumeindruck geschaffen wurde, so bleibt doch zweierlei festzuhalten. Erstens, muß der auf dem Tonträger fixierte Raumeindruck nicht jedem Musikhörer entsprechen. Zweitens wird dieser Tonträgerinhalt in einem Wohnraum wiedergegeben, dessen Akustik für diesen Zweck wenig geeignet ist. Die dadurch eintretende Verschlechterung der Musikwiedergabe sowohl in räumlicher als auch in klanglicher Hinsicht ist nicht unerheblich. Sie braucht allerdings nicht als unabänderlich hingenommen zu werden, denn es bleibt doch die Verbesserungsmöglichkeit auf der gerätetechnischen Seite. Verschiedene Wege in dieser Richtung wurden bereits besprochen. Einer dieser Wege ist die künstliche Erzeugung raumvermittelnder Schallanteile. Die auf dem Tonträger vorhandene Musik wird als Direktschall angesehen – der im Konzertsaal von vorne kommt – und infolgedessen über Frontlautsprecher wiedergegeben. Das Räumlichkeit vermittelnde Signal wird daraus elektronisch erzeugt und über Rücklautsprecher wiedergegeben, so wie auch im Konzertsaal der reflektierte Schall als Träger der räumlichen Information von hinten kommt. Selbstverständlich ist das raumvermittelnde Signal einstellbar, so daß der Benutzer die räumlichen Dimensionen der wiedergegebenen Musik selbst bestimmen kann. Die Firma Wega ist diesen Weg gegangen und hat dafür ein entsprechendes Gerät entwickelt.

### Acoustic Dimension Compiler

Wega hat das Gerät ADC-2 als Hi-Fi-Baustein zur Erweiterung vorhandener Hi-Fi-Anlagen konzipiert. Um problemlos Anschluß an unterschiedliche Hi-Fi-Anlagen zu gewährleisten, hat das Modell ADC-2 einen Pegelabschwächer mit Übersteuerungsanzeige, der eine Anpassung an die jeweilige Größe des Eingangssignales gestattet. Die bisherige Hi-Fi-Anlage übernimmt die Abstrahlung des frontalen Direktschalles, der Compiler soll den indirekten Raumklang hinzufügen. Die Zuordnung der übrigen Hi-Fi-Komponenten, wie Plattenspieler, Cassettendeck oder Tonbandgerät, bleibt gegenüber dem Steuergerät unverändert. Es spielt dabei keine Rolle, ob das Steuergerät ein Verstärker oder ein Receiver ist. Der Compiler wird an das Steuergerät mit einer kurzen, zweikanaligen Signalverbindung angeschlossen. Alle Programme können wie bisher am Steuergerät eingestellt werden. Über die Signalverbindung übernimmt der Compiler in jedem Falle seinen Signalanteil und bildet daraus seinen indirekten Raumklang. Das Gerät kann also immer seine Wirkung entfalten, gleichgültig, ob ein Rundfunkprogramm,

eine Platte oder eine Bandaufnahme wiedergegeben werden.

Die Lautsprecher der bisherigen Hi-Fi-Anlage bleiben unverändert; sie dienen als Frontlautsprecher. Der Compiler arbeitet auf zwei zusätzliche Lautsprecher, die hinter den Zuhörern aufgestellt werden. Auch bei der Aufstellung dieser Rücklautsprecher müssen die üblichen Bedingungen erfüllt sein: ungehinderte Abstrahlung, resonanzfreier Untergrund, phasenrichtiger Anschluß, Abstand vom Boden 1 bis 2 m. Die Abstrahlrichtung ist unkritisch. Dies ist daran zu erkennen, daß sich bei optimaler Einstellung der Gesamtanlage die räumliche Wirkung aller vier Boxen in einem so großen Bereich ergibt, daß man darin umhergehen kann. Die Tatsache, daß im reflektierten Schall die hohen Frequenzen geschwächt sind, berücksichtigt der Compiler durch Absenken der hohen Frequenzen (laut Herstellerangaben bei 7 kHz um 2 dB). In zwei weiteren Einstellpositionen kann eine noch stärkere Dämpfung der Höhen erreicht werden. Der Verzögerungsschaltkreis des ADC-2 läßt sich auch abschalten, so daß der Compiler dann wie ein gewöhnlicher Hi-Fi-Verstärker arbeitet.

Je größer ein Raum ist, um so länger dauert es, bis der reflektierte Schall zurückgekehrt ist. Da der ADC-2 auch die Raumgröße elektronisch simulieren soll, ist die Nachhallzeit einstellbar. Laut Herstellerangaben sind bei Stereo-Betrieb je Kanal Nachhallzeiten von 0 bis 0,5s einstellbar. Da in sehr großen Räumen die Richtungsorientierung des reflektierten Schalls verlorengeht, ist es durchaus vertretbar, den ADC-2 zur Erzielung noch größerer Nachhallzeiten auf Mono-Betrieb umzuschalten. Dadurch verdoppelt sich laut Herstellerangaben die Nachhallzeit auf maximal 1 s.

Wandteppiche, Vorhänge, Teppichböden und Polstermöbel mindern die Nachhallintensität. Räume mit Steinböden und großen Mauerflächen hingegen haben eine große Nachhallintensität, wie dies bei vielen Kirchen zu beobachten ist. Bei Konzertsälen bemüht man sich meist um eine mittlere Nachhallintensität. Holzverkleidung an Wänden und Decke zusammen mit Parkettfußböden können einen erheblichen Beitrag leisten zu ausgewogenen Nachhallverhältnissen.

Der ADC-2 soll nicht nur irgendeinen Raumklang erzeugen, sondern es ermöglichen, unterschiedliche Räume elektronisch zu simulieren. Es muß dem Benutzer daher möglich sein, die Nachhallintensität nach seinen Vorstellungen zu wählen. Laut Herstellerangaben ist die Nachhallintensität so weit reduzierbar, daß nur noch die erste Reflexion erzeugt wird. Jeder natürliche Raum erzeugt wenigstens sie. Das Ohr empfindet sie als so selbstverständlich, daß sie meist nicht mehr bewußt wahrgenommen wird. Von diesem Minimalwert aus kann dann die

Nachhallintensität gesteigert und den individuellen Vorstellungen angepaßt werden. Der Compiler hat auch einen Balance-Einsteller. Der Hersteller weist allerdings selbst darauf hin, daß er nur in Sonderfällen aus der neutralen Position verstellt zu werden braucht, da der hörbare Raumeindruck weitgehend unabhängig ist von der Position des Zuhörers.

Zur Lautstärke der Frontlautsprecher muß auch die Lautstärke der Rücklautsprecher im richtigen Verhältnis einstellbar sein. Der ADC-2 hat einen Lautstärkesteller, mit dem man die Lautstärke der Rücklautsprecher gerade so einstellen kann, daß man sie noch nicht als getrennte Schallquelle wahrnimmt.

So ergibt sich im allgemeinen die beste räumliche Wirkung. Wenn es das Steuergerät ermöglicht, den ADC-2 mit dem Ausgang des Vorverstärkers zu verbinden, dann kann man mit dem Lautstärkeregel des Steuergerätes alle vier Lautsprecher gleichzeitig in ihrer Lautstärke verändern, wobei das Lautstärkeverhältnis von Front- und Rücklautsprechern erhalten bleibt.

Der Compiler hat vom Hersteller absichtlich keine Klangsteller erhalten, da er ausschließlich den elektronisch simulierten Raum beeinflussen soll. Wie im Konzertsaal die Klangfarbe von den Instrumenten bestimmt wird, so sollen auch Klangfarbenveränderungen dem Steuergerät und damit dem Direktschall der Frontlautsprecher vorbehalten bleiben.

### Weitere Anwendungen

Der Compiler hat einen Ausgang, an dem Eingangssignal und raumbestimmendes Signal gemischt zur Verfügung stehen. Man kann damit ein Programm mit einem größeren Raum hinterlegen und wieder zweikanalig aufnehmen. Zwar ist sicherlich das exakte Verfahren eine vierkanalige Aufzeichnung, dennoch dürfte auch schon das zweikanalige Verfahren interessant sein. Live-Mitschnitte können beispielsweise etwas trockener gestaltet werden, da sie ja nachträglich mit etwas mehr Räumlichkeit versehen werden können. Dies kann von Vorteil sein, denn trockene Aufnahmen zeichnen sich meist durch Fehlen störender Geräusche von Publikum oder Straßenverkehr und durch ein besonders präsenten Klangbild aus.

Der Hersteller verweist eigens darauf, daß man mit dem Compiler Mono-Aufnahmen ein stereoeähnliches Klangbild verleihen könne. Ein ähnlicher Fall liegt vor, wenn man Kunstkopfaufnahmen über Lautsprecher wiedergeben möchte. Bekanntlich geht hierbei der ausgeprägte Raumklang, der ja über Kopfhörer problemlos wiederzugeben ist, weitgehend verloren. Mit Hilfe der Rücklautsprecher, die die Rauminformation des ADC-2 abstrahlen, kann man diesen Verlust in beachtlichem Umfang ersetzen.

Der Klang von elektronischen Heimorgeln dürfte sich mit Hilfe des Compilers räumlicher und damit natürlicher gestalten lassen, wobei der besondere Vorzug darin zu sehen ist, daß der Spieler den Raumklang seinem persönlichen Stil und dem Charakter seiner Stücke anpassen kann.

Vielfach wird bei gesellschaftlichen Anlässen klassische Musik gewünscht. Heute sind aber Gesellschaftsräume durchweg derart mit schalldämmenden Materialien versehen, daß es auch versierten Musikern mit großem tragfähigem Ton nicht gelingt, mit einer derartigen Akustik fertigzuwerden. Es bleibt hier nur der Ausweg über eine Akustikverbesserungsanlage. Ist eine solche nicht schon bereits unsichtbar eingebaut, kann man eine Hi-Fi-Anlage, erweitert mit einem Compiler, verwenden. Als Akustikverbesserungsanlage eingesetzt, sind alle vier Lautsprecher so in der Lautstärke einzustellen, daß sie gegenüber der direkten Schallabstrahlung der Instrumente nicht als eigene Schallquellen wahrgenommen werden. Die Frontlautsprecher der Hi-Fi-Anlage wird man auch hier vor dem Publikum aufstellen, in nicht allzugroßer Entfernung vom Stereo-Mikrofon, damit sich Direktschall der Instrumente und von den Frontlautsprechern abgestrahlter Schall in der Laufzeit noch nicht hörbar unterscheiden. Die beiden Boxen, die an dem Compiler angeschlossen sind, wird man an beiden Seiten des Raumes aufstellen. Mit Hilfe des Einstellers für die Raumgröße wird man ihre Schallabstrahlung gerade so wählen, daß sie sich mit dem Direktschall der Instrumente deckt.

Diese Akustikverbesserungsanlage ist zwar sichtbar, was nicht gerade als günstig anzusehen ist, sie hat aber – Verwendung von Hi-Fi-Mikrofonen vorausgesetzt – insgesamt Hi-Fi-Qualität und ist damit auch den klanglichen Anforderungen klassischer Musik gewachsen. ■

## Begriffe der Phonotechnik

### Capstanantrieb

Antriebsart, bei der die Motorwelle mit der Plattentellerachse verbunden ist (Direktantrieb), so daß alle mechanischen Zwischenbetriebe (z.B. Reibräder, Riemen) wegfallen. Der Antriebsmotor ist meist als nieder-touriger mehrpoliger Hysterese-Synchron-Außenläufer ausgeführt, wobei die Pole zur Erhöhung ihrer Anzahl oft im Plattenteller integriert sind. Capstanantriebe findet man in Hi-Fi-Geräten, wo geringe Laufwerkgeräusche, hoher Gleichlauf und geringe Drehzahlschwankungen erwünscht sind.

(Wird fortgesetzt)

Für Opernhäuser sind wir nicht zuständig.  
Wir sorgen aber für klangreinen Musikempfang im Wagen.



## BERU-Autoradio

### Herausragende Eigenschaften

- Entwicklung in Deutschland
- Produktion in Japan
- = die Qualität stimmt
- der Preis stimmt
- brillante Tonwiedergabe
- hohe Eingangs-Empfindlichkeit im UKW-Bereich



Stereo-Kassetten-Autoradio GL 1600

**Zu diesem Gerät liefern wir selbstverständlich auch die passenden Dreiweglautsprecher, Einbaulautsprecher, Kugellautsprecher und die Antenne.**

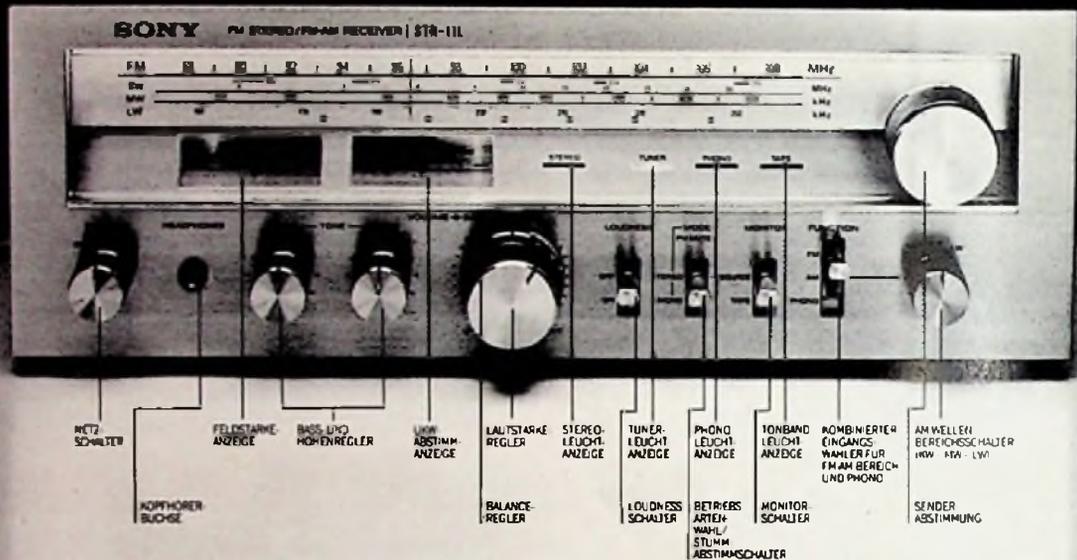
**Das BERU-Autoradiosystem, die Stereo-Empfangsanlage im Auto.**



**BERU Der gute Ton im Auto**

**BERU Ludwigsburg**  
Partner des Fachhandels.

# Irgendwann will jeder Mann einen Sony fahren.



Nachdem wir Sie anschaulich mit der Instrumentierung und den Bedienelementen unseres neuesten Modells, des neuen Sony-HiFi-Receivers STR-11 L, vertraut gemacht haben, möchten wir Sie zu einem Probelauf bei Ihrem Fachhändler einladen.

Damit Sie sich unbeschwert dem widmen können, was einem beim Ausfahren einer Sony-High-Fidelity-Anlage besonders reizt. Die Rede ist von ihrer Leistung.

So bringt der neue Sony-Receiver STR-11 L mit seinem Verstärkerteil satte 2 x 45 Watt Musik an 4 Ohm. Sein Frequenzumfang geht von 10-50.000 Hz. Sein Klirrgewert ist unter 0,5%.

Und sein Tunerteil bringt Programme auf UKW, MW, LW und KW. Seine Trennschärfe 50 dB (400 kHz). Seine Intermodulations-Verzerrung 0,5% (Stereo). Seine FM-Empfindlichkeit 17 Micro-Volt bei einem Signal-Rauschabstand von 26 dB.

Alles hörbar gemacht durch einen Klang ohne falsche Töne. Eben High-Fidelity von Sony.

Aber es kommt fast noch besser: Der neue Sony-Receiver STR-11 L ist nicht etwa ein hochgezüchtetes Schaustück, nein, Sie können ihn auch käuflich erwerben. Zu einem fairen Preis, der unter 600 Mark liegt.

Schließlich wollen wir und Ihr Fachhändler es Ihnen nicht unnötig schwer machen, endlich einen Sony zu fahren.

Sony GmbH, Mathias Brüggel Str. 70-72, 5000 Köln 30

**SONY**

**Neu:**

**Sony-Receiver STR-11 L.**

**Das faire Sony-Angebot für einen  
explodierenden Markt.**

Drei Dinge liegen bei jungen Männern in Deutschland in der Beliebtheits-Skala ganz oben: die Freundin, das Auto, die HiFi-Anlage.

Wir von Sony möchten diese Rangfolge gern ein wenig zugunsten HiFi verändern. Und wir glauben, daß uns der neue Sony STR-11 L erheblich dabei helfen dürfte.

Diesen beeindruckenden Receiver gibt es nämlich zu einem Preis, der die Erfüllung anderer Wunschträume nicht gleich in weite Ferne rücken läßt. Schließlich haben wir von Sony neben Receivern auch sonst noch einiges zu bieten.

**SONY**

## Farbfernsehgeräte

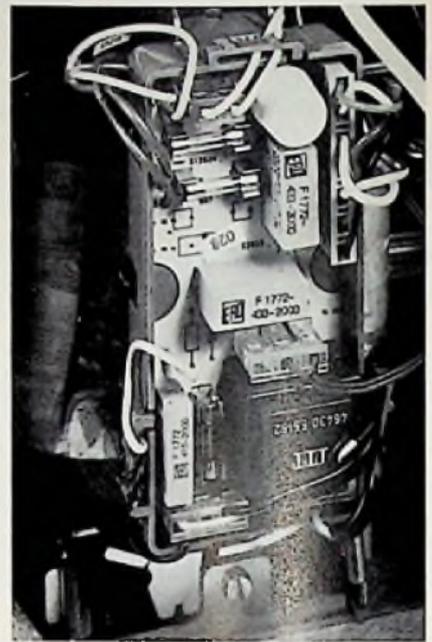
## Die neuen Modelle der Serie „Super Color“

Grundig bringt als Serie „Super Color '78“ eine neue Modellreihe von 66-cm-Farbfernsehgeräten heraus, die gegenüber den bisherigen Modellen eine Reihe von Neuerungen und Verbesserungen enthalten. Der nachstehende Bericht gibt einen ersten Überblick über die Geräte.

Zu den wichtigsten Merkmalen der neuen Farbfernsehgeräte der Serie „Super Color '78“ (Bild 1) gehören Netztrennung, Ausstattung mit der „Hi-Bri“-Bildröhre, Verwendung eines Oberflächenwellenfilters im Bild-ZF-Verstärker und die Anwendung eines „Quasi-Parallelton“-Verfahrens. Ebenfalls neu ist die Möglichkeit, sechs Videorecorderfunktionen über die Fernbedienung zu steuern. Die Geräte enthalten einen Aufbewahrungsschacht für die Fernbedienung, der einen Anschluß für einsteckbare Tele-Spiele und künftige Videotext-Decoder hat.

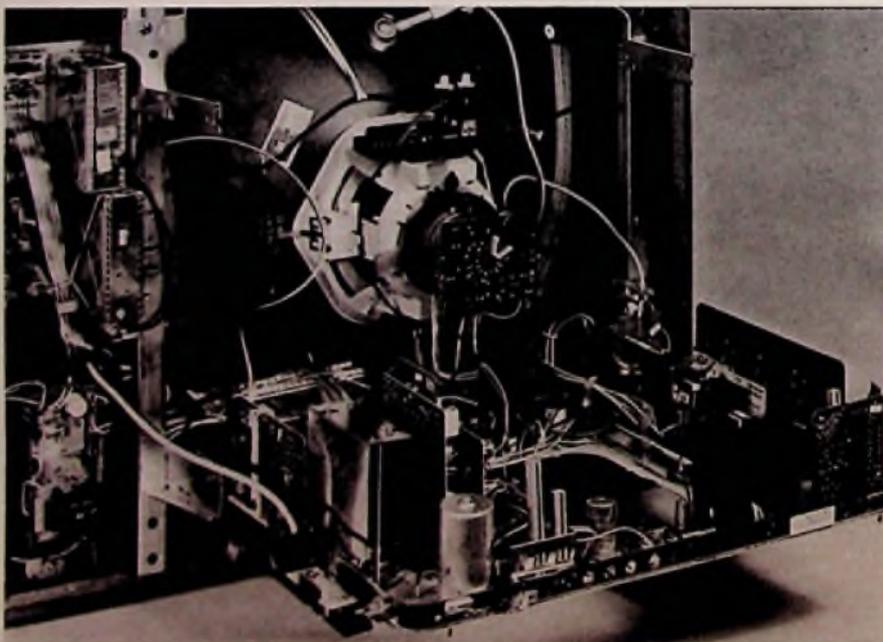
Die neuen Geräte gliedern sich in vier Ausstattungsklassen. Neben einigen Modellen

mit Sensor-Bedienung für zwölf Programme gibt es zwei unterschiedlich fernsteuerbare Gerätegruppen mit direkter oder sequentieller Programmwahl für jeweils 16 Programme und fernbedienbarer Ein-/Ausrichtung, dazu automatischen Sender-Suchlauf und individuell speicherbare Feinabstimmung. Die Luxusklasse bietet zusätzlich das vorteilhafte Sender-Programmiersystem „Stations-Computer“ sowie die Uhrzeit-Einblendung „TV-Clock“. Hierzu zählen auch fünf Standgeräte, darunter erstmalig eine Ausführung mit geräumiger Schublade zur betriebsbereiten Unterbringung eines Video-Cassettenrecorders.



**Bild 2.** Bei dem Netztrafo in den neuen Super-Color-Geräten unterbricht ein Thermoschutz die Primärwicklung bei Erwärmung auf 110 °C und schaltet sie nach Abkühlung auf 70 °C wieder ein

**Bild 1.** Innenansicht des Farbfernsehempfängers „Super Color 8272“ von Grundig



### Netztrennung

Ein Netztrennungskonzept, das der wachsenden Bedeutung von problemlosen Anschlußmöglichkeiten einschließlich der künftigen audiovisuellen Geräte Rechnung trägt, hat Grundig bei den neuen fernsteuerbaren Geräten verwirklicht. Sie haben einen eingebauten Netztrafo (Bild 2), der für die gesamte Leistungsaufnahme des Gerätes dimensioniert ist und eine 100%ige galvanische Trennung des gesamten Chassis einschließlich sämtlicher Bauteile vom Stromnetz bewirkt. Damit ist der Anschluß für Zusatzgeräte aller Art ohne Sicherheitsrisiko möglich, und bei Servicearbeiten erübrigt sich der Anschluß des Gerätes über einen Trenntrafo.

### Anschlußmöglichkeiten

Die Geräte haben frontseitig eine fünfpolige Tonband-Normbuchse zum Aufzeichnen des Fernsehtons oder für den Anschluß einer Hi-Fi-Anlage (Bild 3). Ebenso ist ein schaltbarer Kopfhöreranschluß vorhanden. Ein Universalschacht erlaubt das Anschließen von Tele-Spielen und künftigen Videotext- oder Bildschirmtext-Decodern. An der Rückfront befinden sich Anschlußbuchsen für zwei externe Lautsprecher. In der gehobenen Fernsteuerklasse gibt es zusätzlich eine vierpolige Fernsteuerbuchse für Videorecorder. Eine sechspolige AV-Video-Normbuchse ist bei Bedarf durch Austausch des ZF-Bausteins nachrüstbar. Ein solcher



Bild 3. Bedienteil des Modells 8272

Video-Eingang, wie er bisher nur in der professionellen Technik üblich ist, erlaubt den direkten Anschluß von Fernsehkameras, Videorecordern oder Bildplattenspielern ohne Umweg über die Antennenbuchse sowie die Verwendung des Gerätes als Video-Monitor.

### Erhöhte Sicherheit

Zur erhöhten Sicherheit sind ferner die Rückwände, Leiterplatten und Kabelisolierungen des Gerätes aus schwer entflammbarem Material hergestellt. Damit erfüllen die neuen Geräte die verschärften Bedingungen der Schutzklasse II, der höchsten Sicherheitsstufe im Rahmen der VDE-Richtlinien.

Für eine gesteigerte Betriebssicherheit sorgen außerdem mehrere neue elektronische Schutzschaltungen. Die Leistungsaufnahme der netzgetrennten Geräte wird von einer Thyristor-Speisestromregelung kontrolliert. Neuartig sind auch die Bildröhren-Schutzschaltungen, die bei einem Ausfall des Vertikal- oder Horizontalbausteins die Farbbildröhre vor Folgeschäden schützen.

### Bildqualität

Alle neuen Super-Color-Geräte sind mit der Inline-Farbbildröhre „Hi-Bri“ ausgestattet. Sie wird so angesteuert, daß sich bei normaler Bildhelligkeit aufgrund des geringeren Strahlstrombedarfs ein deutlich schärferes Farbbild ergibt. An weiteren schaltungstechnischen Maßnahmen, die der Farbbildqualität zugute kommen, ist der nunmehr galvanisch gekoppelte Antenneneingang mit Anpassung an die Eingangsstufe des PIN-Dioden-geregelten Tuners zu nennen sowie die erstmalige Verwendung eines Oberflächenwellenfilters im Bild-ZF-Verstärker, das für eine stets konstante Durchlaßkurve und damit gleichbleibende hohe Trennschärfe sorgt.

### Quasi-Parallelton-Verfahren

Um die Qualität des Fernsehtons zu verbessern, hat Grundig einen neuen Weg eingeschlagen. „Quasi-Parallelton“ heißt das aufwendige, erstmals serienmäßig angewandte Verfahren, das die Vorteile des reinen Parallelton-Systems mit denen des allgemein üblichen Intercarrier-Systems in sich vereint (Bild 4).

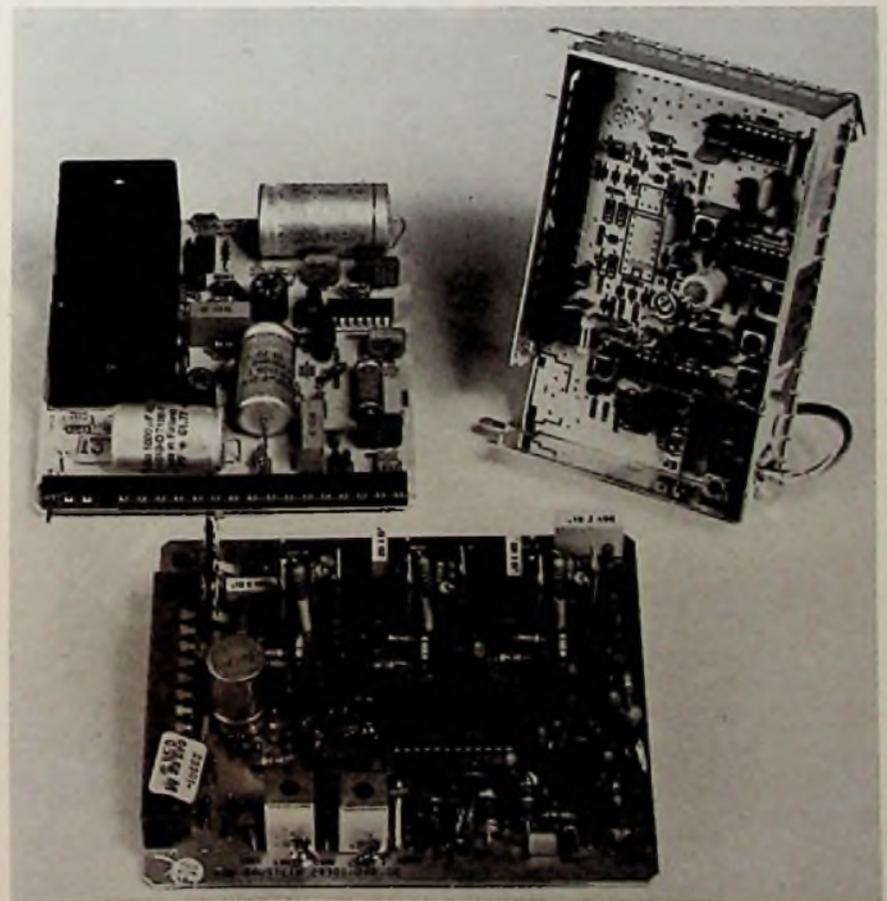
Beim Quasi-Parallelton-Verfahren, mit dem alle ferngesteuerten Super-Colorgeräte ausgestattet sind, beginnt der Tonkanal schon gleich nach dem Tuner. Zur breitbandigen Verarbeitung des Tonträgers, unbeeinträchtigt von den Selektionsmitteln im Bildverstärker, ist ein getrennter Verstärker vorhanden, optimal ausgelegt für die Ton-Zwischenfrequenz von 33,4 MHz. Die Demodulation erfolgt durch einen Phasen-Diskriminator, der Störungen durch den Bildträger unterdrückt. Das so gewonnene zweite Ton-ZF-Signal wird dem normalen 5,5-MHz-ZF-Tonverstärker zugeführt und schließlich demoduliert. Der mit dem Quasi-Parallelton-Verfahren erzielte Störab-

stand ist größer als 46 dB und entspricht damit den Forderungen der Hi-Fi-Norm DIN 45 500. Selbst widrigste Umstände, wie Übermodulation des Senders, gelle Schrift-einblendungen oder unkorrekte Sendereinstellung, können das Tonsignal nicht mehr beeinträchtigen.

### Ton-Endstufe

Völlig neu konzipiert ist auch der niederfrequente Tonverstärker, der eine Sinusleistung von 10 W abgibt und nahezu die Werte der Hi-Fi-Norm erreicht. Bässe und Höhen sind getrennt einstellbar. Die Lautstärkeeinstellung erfolgt gehörrichtig. Ein mit gerasterter Mittelstellung versehener Lautstärke-Einsteller am Gerät erlaubt es, den beim Einschalten wiederkehrenden Optimalwert individuell zu bestimmen. Ein weiteres Merkmal ist die Lautsprecherausstattung: Die einfacheren ferngesteuerten Modelle enthalten einen 15-W-Lautsprecher, während die mit TV-Clock und Stations-Computer versehenen Geräte der Luxusklasse mit einer geschlossenen 20-W-Einbaubox ausgestattet sind. Das Standgerät S 9272 Hi-Fi hat sogar einen Hi-Fi-Verstärker nach

Bild 4. Drei Module aus dem Chassis der neuen Super-Color-Geräte: Vorne der RGB-Baustein, dahinter links der Ton-NF-Baustein, rechts der neuartige ZF-Baustein mit getrennten Verstärkerwegen für Bild und Tonträger





**Bild 5.** Mit dem Geber der Infrarot-Fernsteuerung können 16 Programme in Direktwahl sowie eine Reihe anderer Funktionen gesteuert werden, auch die eines angeschlossenen Video-Recorders

DIN 45 500 und eine eingebaute Hi-Fi-Zweiweg-Box.

### Fernsteuerkonzept

Die weiterentwickelten Infrarot-Fernsteuerungen der neuen Super-Color-Geräte haben eine Cassettenform (Bild 5). Sie erlaubt es, den Fernsteuergeber zur Aufbewahrung in einen Schacht an der Frontseite des Gerätes einzuschieben. Dieser Schacht hat außerdem die Funktion einer Anschlußstelle für Tele-Spiele-Cassetten sowie künftige Videotext- oder Bildschirmtext-Decoder. Funktionell gesehen gibt es zwei Fernsteuer-Ausführungen: Der „Tele-Pilot 120 E“ ist für sequentielle (vorwärts/rückwärts) Fernwahl von 16 Programmen zugleich mit Ein/Aus-Schaltung und sechs weiteren Funktionen ausgelegt. Dagegen bietet der zu den Geräten der Luxusklasse gehörende „Tele-Pilot 160 E“ Direktwahl für 16 Programme. Von seinen elf weiteren Tasten bewirkt die mit „A“ bezeichnete, daß bei einem am Fernsehgerät angeschlossenen VCR-Video recorder die Funktionen „Aufnahme“, „Cassette“, „Stop“, „Wiederga-

be“, „Rücklauf“ und „Vorlauf“ vom Tele-Pilot aus drahtlos gesteuert werden können. Bei dieser Fernsteuer-Neuheit ist die VCR-Fernsteuerbuchse des Fernsehgerätes über einen Adapter mit dem Fernsteuer-Anschluß des Videorecorders verbunden. □

Die Detailaufnahme der Kopftrommleinheit eines Betamax-Video recorders verdeutlicht die „Sandwich“-Bauweise: Die rotierende Video-Kopfscheibe bewegt sich zwischen zwei feststehenden Trommeln. Auf der in der Bildmitte schräg nach unten rechts verlaufenden Kante liegt das Video-Band auf. Schon winzige Staubpartikel auf dieser Führungskante können sich auf die Bildqualität äußerst negativ auswirken.

(Bild: Sony)



### Mängelrügen

## Die Ursachen von Fehlleistungen

*Ein größerer Handwerksbetrieb stöhnte immer mehr unter der Zahl und den Kosten von Mängelrügen – bis die beiden Inhaber anfangen, alle näheren Umstände sämtlicher Reklamationen in sofortigen Besprechungen mit den für die kritisierte Arbeit zuständigen Leuten so restlos wie möglich zu ergründen und die Ergebnisse in einer Kartei zusammenzutragen. Im Rahmen dessen stießen sie bei über 75 Prozent der eingetretenen Fehlleistungen auf stets sich wiederholende Ursachen:*

*Mangelhafte Auftragserteilung durch den Kunden; fehlende oder unvollständige schriftliche Unterlagen; Änderungswünsche der Kunden mitten in der Auftrags erledigung; lückenhafte Arbeitsunterweisung der Mitarbeiter oder unzureichende Überwachung durch die Vorgesetzten; Einsatz von Durchschnitts-Fachkräften bei schwierigen Aufgaben; Zeitnot und Hetze durch zu kurz veranschlagte Termine; Verwendung von nicht erprobten oder nicht einwandfreien Materialien; Zusammenfassen von miteinander nicht harmonisierenden Leuten zu einer Arbeitsgruppe; Fahrlässigkeit, Schluderei oder Gleichgültigkeit der Mitarbeiter.*

*Aus diesen Erfahrungen zogen die Chefs unverzüglich alle Konsequenzen und aufgrund dessen wurden die Fehlerquellen systematisch beseitigt bzw. mindestens die Möglichkeiten hierzu weitgehend gemindert. Von den dann eintretenden Anfangserfolgen ließen sich die Inhaber jedoch nicht beruhigen. Unermüdlich verfolgten sie jede weitere Beschwerde bis zum oft tief verborgenen liegenden Ausgangspunkt zurück und versuchten für alle entdeckten Ursachen Abhilfe zu finden. Der Gesamterfolg ihrer Bemühungen erweist sich als beträchtlich: Innerhalb von drei Jahren gingen die Kundenreklamationen von früher durchschnittlich 150 pro Jahr über 106 und 72 auf 49 zurück und im gleichen Zeitraum steigerte sich durch die eingesparten Mängelrügen-Beseitigungen bzw. entfallenden Preisnachlässe der ursprüngliche Reingewinn um fast 16 Prozent.*

bpd



## Kurzberichte über neue Meßgeräte

### Taschen-Digitalmultimeter

Das Modell 8020 A von Fluke ist ein Taschen-Digitalmultimeter mit LCD-Anzeige. Ein CMOS-Schaltkreis, der alle digitalen und analogen Funktionen sowie einen AD-Konverter und einen 7-Segment-Decoder enthält, ist eingebaut. Dieses technische Konzept ermöglicht etwa 200 Betriebsstunden an einer 9-V-Alkalin-Batterie. Mit 24 Meßbe-



Digitalmultimeter 8020 A (Fluke)

reichen läßt sich Gleich- und Wechselspannung, Gleich- und Wechselstrom und Widerstand messen. Widerstände können außerdem durch zwei Leitwertmeßbereiche bestimmt werden. Wo der 20-M $\Omega$ -Bereich aufhört, schaltet sich der 200-nS-Bereich ein und erlaubt, Widerstände bis 10 000 M $\Omega$  zu bestimmen. Mit dem 200-mS-Bereich (500  $\Omega$  bis 1 M $\Omega$ ) kann die Stromverstärkung von Transistoren ermittelt werden, wenn nur ein Basiswiderstand angeschlossen wird. Das Gerät ist geschützt bei Überlastung und Pulsspannungen bis 6 kV.

### Oszilloskop für den mobilen Einsatz

Das Modell MS-15 von Non Linear Systems (Vertrieb: Macrotron GmbH, Cosimastraße 4, 8 München 81) ist ein tragbares Oszilloskop mit den Abmessungen von 78 mm x 160 mm x 200 mm und dem Gewicht von 1,5 kg. Der Y-Verstärker hat 15 MHz Bandbreite, Ablenkbereiche von 0,01 V bis 50 V je Teilung und die Eingangskopplung wahlweise für Gleich- oder Wechselspannung. Die Zeitbasis ist auf 0,1  $\mu$ s bis 500 ms je Teilung einstellbar. Der Trigger-

impuls kann automatisch, intern, extern oder vom Netz zugeführt werden. Sein Pegel ist einstellbar. Ein Horizontaleingang mit einer Empfindlichkeit von 1 V je Teilung ist vorhanden. Der eingebaute Signalgenerator gibt ein Rechtecksignal von 1 V mit einer Frequenz von etwa 15 kHz ab. Damit kann das Oszilloskop geeicht oder ein Zähltrafo-Schwingtest vorgenommen werden. Das Bildschirmraster besteht aus 4 x 5 Quadra-



Oszilloskop MS-15 (Non Linear Systems)

ten mit 0,6 cm Kantenlänge. Mit den eingebauten NiCd-Zellen kann das Oszilloskop 4 Stunden betrieben werden. Das Gerät kostet einschließlich Standbügel, Meßleitung und drei NiCd-Zellen 799 DM (Einzelpreis). Als Zubehör bekommt man ein Netzteil für 30 DM, einen Tastkopf 10:1 für 85 DM und eine Ledertasche für 97 DM. Die genannten Preise enthalten keine Mehrwertsteuer.

### Tragbares Digitalmultimeter

Das Quadriovameter MX 737 A von Metrix ist ein tragbares Digitalmultimeter mit einer 4-stelligen, 11 mm hohen LED-Anzeige. Das Gerät hat Bereiche für Gleichspannung von 100  $\mu$ V bis 1000 V, für Wechselspan-



Quadriovameter MX 737 A (Metrix)

nung von 500  $\mu$ V bis 700 V, für Gleich- und Wechselstrom von 100  $\mu$ A bis 10 A und für Widerstände von 100 m $\Omega$  bis 10 M $\Omega$ . Die Abweichung des angezeigten vom gemessenen Wert beträgt maximal 0,05%. Überlastungsschutz besteht bis 380 V Wechselspannung bei den Widerstandsbereichen. Bei Stromüberlastung ist das Gerät dadurch geschützt, daß entweder ein eingebautes Shunt oder Sicherungen defekt werden. Das Gerät ist stabil genug, um einen Sturz vom Tisch auf den Boden schadlos zu überstehen. Es hat ein Blechgehäuse mit Schaumgummiüberzug, die Abmessungen sind

190 mm x 125 mm x 176 mm und das Gewicht von 1 kg. Verschiedenes Zubehör, wie Hochspannungssonden, Stromzangen, Temperaturmeßgeräte, dB-Adapter und ein Speichertastkopf ist erhältlich. Gespeist wird das Gerät aus aufladbaren Nickel-Cadmium-Batterien.

### Kleines Digital-Multimeter

Die Modelle LM 300 und 350 von Non-Linear-Systems (Vertrieb: Macrotron GmbH, 8 München 81) sind Digital-Multimeter mit 8 mm hoher LCD-Anzeige. Das LM 300 hat eine 3stellige (höchster Anzeigewert 999) und das LM 350 eine 3 1/2stellige (höchster Anzeigewert 999) Anzeige. Die übrigen Daten sind bei beiden Modellen gleich. Es stehen 21 Meßbereiche für Gleich- und Wechselspannung bis 1000 V, für Widerstände bis 10 M $\Omega$  sowie für Gleich- und



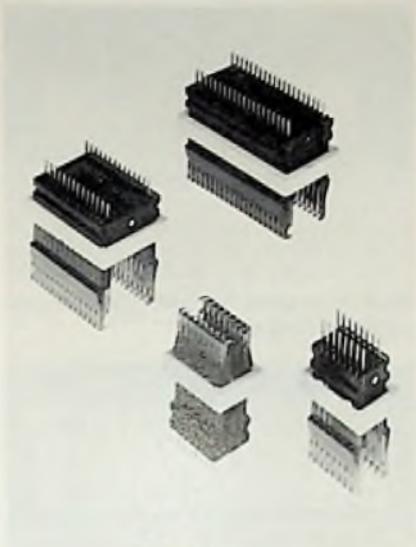
Digital-Multimeter (Non-Linear-Systems)

Wechselstrom bis 1 A zur Verfügung. Die Geräte sind gegen Überlastung im Gleich- und Wechselspannungsbereich bis 100 V und im Widerstandsbereich bis 500 V geschützt. Sie haben die Maße von 45 mm x 65 mm x 96 mm und wiegen 270 g einschließlich Batterie. Mit Batterien oder aufladbaren NiCd-Zellen lassen sich die Geräte bis zu 20 Stunden betreiben. Das LM 300 kostet 299 DM und das LM 350 385 DM. Als Zubehör bekommt man eine Ladenetzzeinheit mit 3 NiCd-Zellen, einen Hochspannungstastkopf für 45 kV, eine Gurt-Umhängetasche aus Leder und ein Standbügelgehäuse.

## Kurzberichte über neue Hilfsmittel

### Testclips für ICs

Die Serie IC-Testclips der Firma Fischer Elektronik, 5880 Lüdenscheid, enthält nunmehr außer der 16poligen und 28poligen

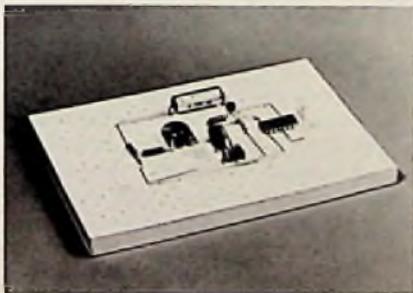


IC-Testclips (Fischer Elektronik)

noch die 40polige Ausführung. Die Testclips werden auf den IC gesteckt und mit einem Feststerring arretiert. Die Kontakte sind vergoldet. Dadurch wird geringer Übergangswiderstand gewährleistet. Mit den Testclips lassen sich die ICs auch herausziehen oder einsetzen. Sie kosten 16polig 12 DM, 24polig 24 DM und 40polig 28 DM, wenn kleine Mengen bis 9 Stück abgenommen werden.

## Experimentier- und Lehrsystem

Für verschiedene Anwendungen liefert die ip-lehr- und experimentiersysteme GmbH, 7992 Teitnang 1, das Elaboard-System. Mit dem „Elaboard-Standard“ können elektronische Schaltungen lötfrei auf einer elastischen Steckplatine erstellt werden. Bei dem



Elaboard-System (ip-lehr- und experimentiersysteme GmbH)

„Elaboard-Didact“ handelt es sich um eine Steckplatine für Lehr- und Demonstrationszwecke mit den entsprechenden Steckbausteinen. Das „Elaboard-Kit“ enthält eine komplette Bauteile-Sammlung für Schaltungen vom einfachen Stromkreis bis zur MOS-Technik. Mit den Kits wird nach didaktischen Gesichtspunkten in die Elektronik eingeführt. Sie sind geeignet für die Schule und das Selbststudium. Das „Elaboard-

Soft“ umfaßt Anleitungen, Schaltpläne und Lehrprogramme. Das umfangreiche Elaboard-Zubehör ergänzt das Programm.

## Meldungen für den Service

**Blaupunkt-Serviceunterlagen** erschienen für: Bedienteil PS 19, Farbfernseh-Chassis 100 K (Type 7666.../7667...) und FM 100/FM 100 K (Service-Informationen 27 H 34/77 und 28 H 36/77).

**Grundig-Serviceunterlagen** kamen heraus für: Satellit 3000, Receiver 40, R45, 50 (mit Abgleich- und Prüfvorschrift) und RPC 600 TP.

## Technische Druckschriften

**Potentiometer.** Ein Übersichts-Kurzkatalog von Beckmann Components, München, enthält auf 8 Seiten das Lieferprogramm an Trimm-, Ring-, Motor- und Wendepotentiometern, Widerstandsnetzwerken, Hybriden Schaltkreisen, Präzisionsantrieben, Gasentladungs- und Flüssigkristallanzeigen.

**Halbleiter.** Die Preisliste 1978 für Kleinstückzahlen von TTL Logikfamilien, CMOS, Integrierte Lineare Schaltungen, Mikroprozessoren, Prototypensysteme, Halbleiterspeicher, Diskrete und Opto-Bauelemente der Firma Texas Instruments Deutschland GmbH liegt jetzt vor.

**Steckverbindungen.** Die Alfred Neye-Enatechnik GmbH brachte einen Katalog über „Methoden“-Steckverbindungen heraus.

**Spannungsregler.** RCA brachte eine 80seitige englischsprachige Broschüre mit 101 Schaltungsvorschlägen für den Entwurf und Einsatz von Spannungsreglern in Verbindung mit Transistor-Arrays heraus.

**Bauelemente, wie Potentiometer, Kunststoff- und Metallrehknöpfe sowie selbstklebende Skalen** findet man in dem neuen Katalog P 78 der Firma Pop elektronik GmbH, 4 Düsseldorf 22.

**Meßtechnik.** Eine meßtechnische Applikationsschrift enthält in Form eines Faltprospektes Blockschemata, Diagramme, mathematische Formeln und Kurzbeschreibungen zu Meßproblemen der professionellen Funktechnik von der Firma Rhode & Schwarz.

**Meßgeräte.** Die Firma Telonic Industries GmbH, Köln, gibt einen Katalog mit Preisliste über Kikusui-Geräte in englischer Sprache heraus.

**Steckverbinder.** Das Programm der Valvo-Steckverbinder ist erweitert worden um die Baureihe F 161 Rechteck-Steckverbinder nach MIL-C-22 308 und um die Baureihe L 1904 A Rund-Steckverbinder nach DIN 41 524/IEC 130-9 mit „Push-Pull“-Kuppelung. Darüber liegen Übersichtsblätter vor.

**Einbau-Meßgeräte.** Die Informationsschrift „Liste E 1978“ mit einem Umfang von 224 Seiten DIN A 4 über Einbau-Meßgeräte ist von der Gossen GmbH herausgebracht worden.

**Audio-Video-Systeme.** Einen neuen Audio-Video-Systeme-Gesamtkatalog 1978/79 hat die Philips GmbH, Hamburg, herausgegeben. In ihm werden die Produkte der Vertriebsbereiche Elektroakustik, Sprech- und Personensuchanlagen, professionelle Magnetbandgeräte, Dolmetscher- und Konferenzsysteme, technisches Fernsehen und Technik in Unterricht und Ausbildung sowie Ultraschall-Alarmsysteme und Rundfunk und Fernsehen an Bord von Schiffen sowie der Bereich „Funktionelle Musik“ ausführlich dargestellt. Neben der technischen Produktinformation findet man auch Applikationshinweise, Schaltungs- und Systembeschreibungen und die dazugehörigen technischen Zeichnungen. Ferner werden Hinweise über Vertriebsnetz und Servicestellen gegeben.

**Löten von Kupfer.** Unter Berücksichtigung der neuesten Normen wurde der DKI-Informationsdruck i.3 „Löten von Kupfer und Kupferlegierungen“ überarbeitet und in erweiterter Fassung neu herausgebracht. Er gibt einen Überblick über die Grundbegriffe des Lötens, die Lötstoffe, wie Lote, Flußmittel und Lötenschutzgase, die Lötverfahren und die Gestaltung von Lötstellen. Darüber hinaus enthält er eine Auflistung der lötechnischen Normen und Vorschriften vom Stand Januar 1978, Werkstoffnormen und weitere Literaturangaben. Der Druck ist beim Deutschen Kupfer-Institut e.V., Berlin, erhältlich.

**Schalengehäuse.** Der Katalog SG 77 der Odenwälder Kunststoffwerk GmbH & Co. KG, 6967 Buchen, enthält Schalengehäuse mit variablen Bauhöhen.

**LPS-Bausteine.** Von Fairchild ist ein neu überarbeitetes Low-Power-Schottky-Datenbuch herausgekommen. Auf 350 Seiten sind die technischen Daten von rd. 150 LPS-Bausteinen beschrieben. Das Buch ist zu einem Preis von 12,50 DM bei der TE-WI Verlag GmbH, München, erhältlich.

**Schwing-Quarze.** Der neue Katalog der Crystek Corporation über Quarze (1 MHz bis 100 MHz) ist bei der Atlantik Elektronik GmbH, München, erhältlich.

Anregung zum Nachbau

# SSB/CW-Transceiver für 80/40 m

H. Müller-Schlösser, Germering

Der hier beschriebene Sender-Empfänger kann als bewegliche Station verwendet werden. Aufbau und Verdrahtung sind entsprechend stabil ausgeführt. Die maximale Ausgangsleistung beträgt rd. 25 W, so daß dieses Gerät für Wettbewerbe verwendet werden kann.

Kernstück des kleinen Transceivers ist eine Platine der Firma Plessey (Unterlagen und alle ICs können von der Firma Neumüller, München, bezogen werden). Der Aufbau des Gerätes ist einfach, da alle Bauelemente auf einer Platine untergebracht und mit handelsüblichen Bauteilen bestückt sind. Der Transceiver kann mit dem 220-V-Netz oder mit der Autobatterie betrieben werden.

### Aufbau

Das Gerät (Bild 1) befindet sich in einem flachen Stahlblechgehäuse (220 mm x 208 mm x 65 mm, Fa. Ettinger, München). Es besteht aus folgenden Baugruppen:

- Sender und Empfänger einschließlich ZF-Teil
  - Eingangskreis
  - NF-Verstärker
  - HF-Linearverstärker
  - Variabler Frequenz-Oszillator (VFO)
  - Netzteil
  - Umschaltung Senden-Empfang (Relais-Anordnung)
  - Tongenerator für CW-Betrieb
- Auf der linken Seite der Frontplatte (Bild 1) sind Skala und Feintriebknopf des Preselectors. In der oberen Mitte ist das S-Meter, darunter der Bereichswahlschalter mit den beiden Leuchtdioden und ganz unten der Lautstärkereger. Auf der rechten Seite sind



Bild 1. Ansicht des SSB/CW-Transceivers für 80/40 m



Bild 2. Rückansicht des Transceivers

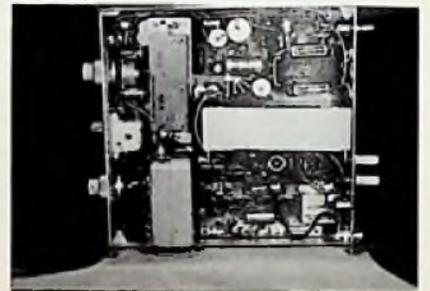
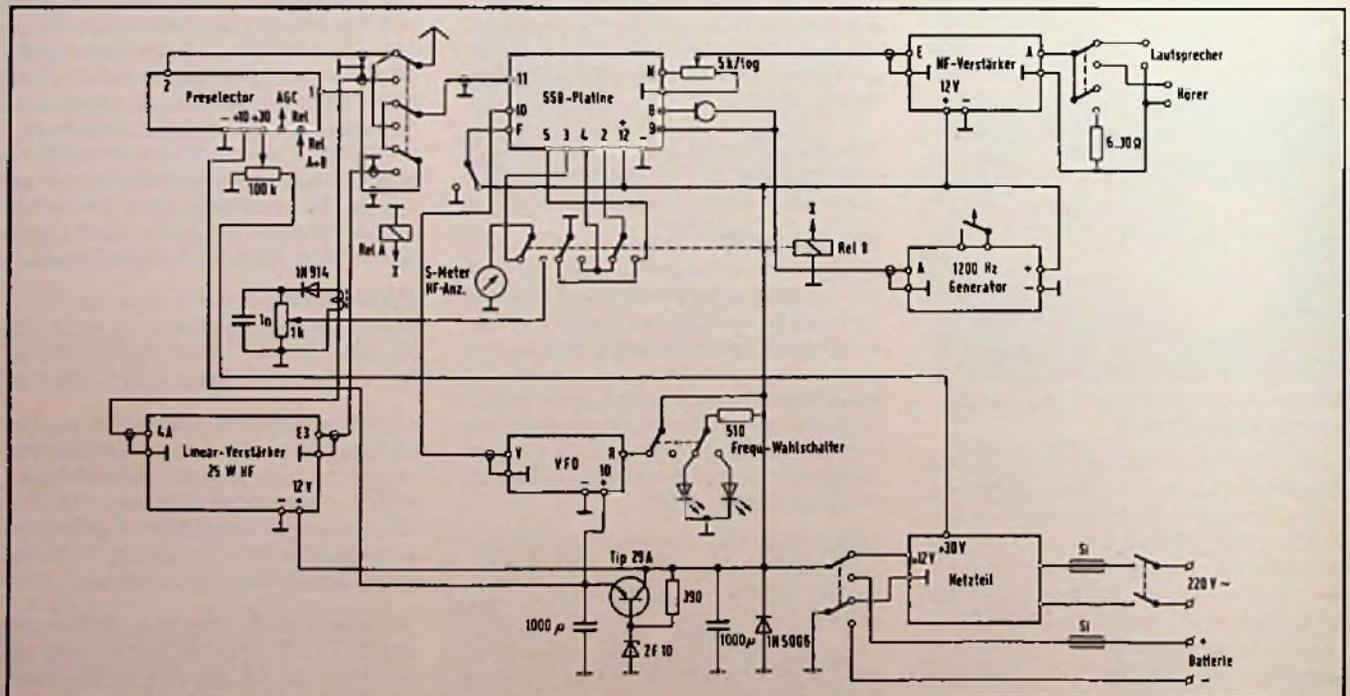


Bild 3. Lage der Baugruppen

Bild 4. Gesamtverdrahtungsplan



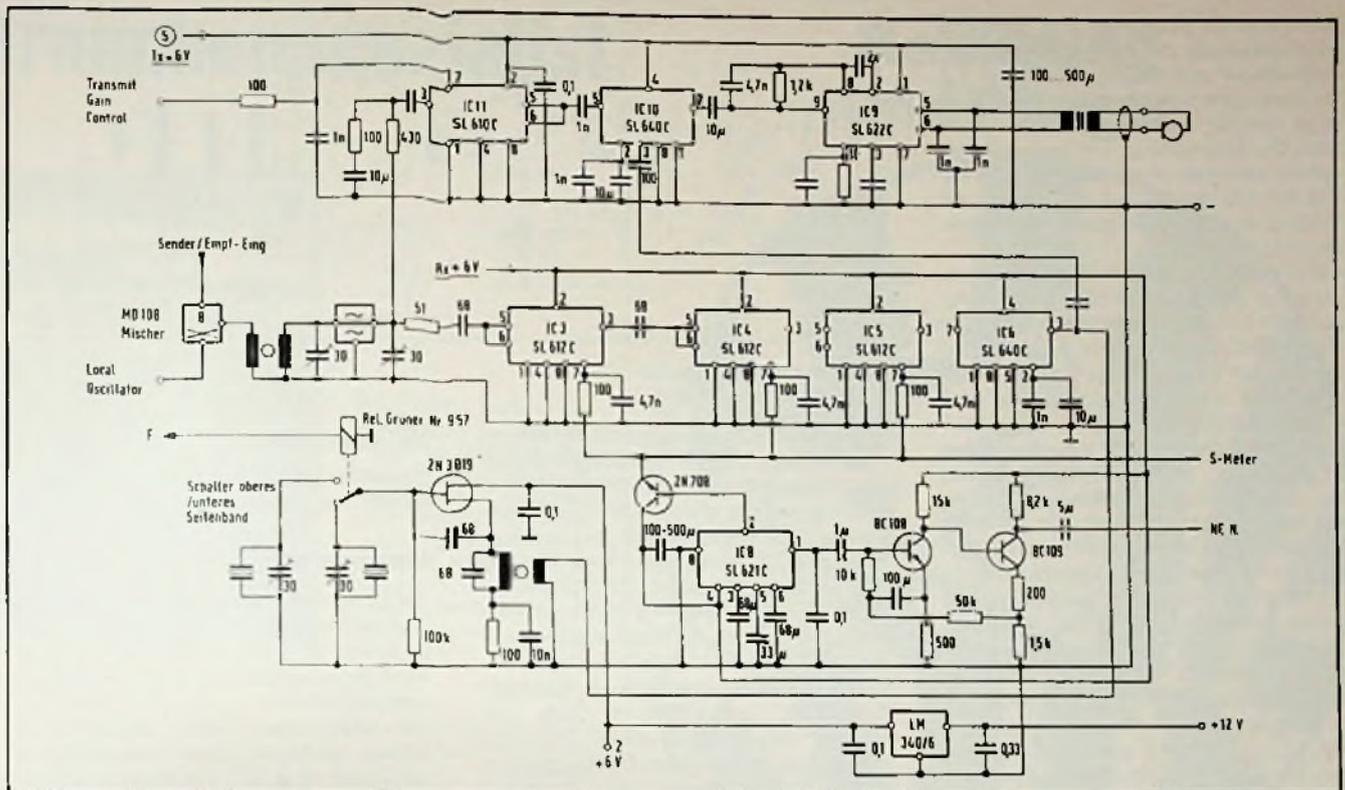


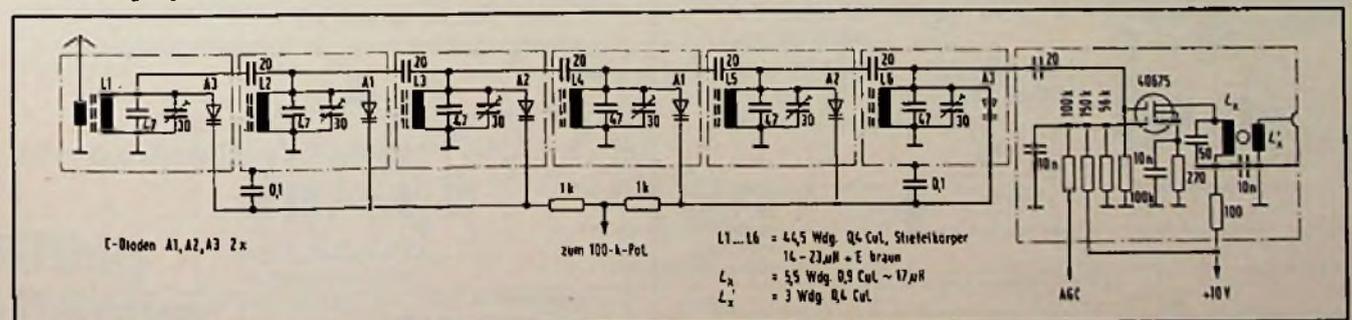
Bild 5. Sender-Empfänger

Skala und Feintriebknopf des VFO. Beide Skalen sind von hinten beleuchtet. Als Beschriftung wurden Letraset-Ziffern, mit farblosem Lack überspitzt, verwendet. Der Schalter in der linken unteren Ecke der Frontplatte ist für die Umschaltung der Seitenbänder (oberes oder unteres), der Schalter in der rechten unteren Ecke zur Ein-/Ausschaltung des Lautsprechers gedacht. Die Gesamtverdrahtung des Gerätes zeigt Bild 4. Sämtliche Anschlußpunkte und die dazugehörigen Zuleitungen sind, zur einfacheren Fehlersuche, zu bezeichnen. Die HF-Spannungsanzeige erfolgt über einen Stromwandler, das S-Meter arbeitet in diesem Fall als Anzeigeinstrument. Ein kleiner Ferritring wird mit 4 Windungen bewickelt (0,4 mm Lackdraht). Dieser Ring wird dann über die Antennenzuleitung geschoben und mit etwas Uhu angeklebt. Die undu-

zierte Spannung wird an einer HF-Diode gleichgerichtet. Über ein Potentiometer kann zum Schluß der Ausschlag am Instrument eingestellt werden. Der Sender ist zusammen mit dem Empfänger auf der Plesseyplatine (85 mm x 128 mm) untergebracht (unten rechts in Bild 3). Er arbeitet nach der Filtermethode, hier mit Diodenmischer und Quarzfilter (Bild 5). Der IC SL 622 arbeitet als Mikrofonverstärker, die gelieferte Ausgangsspannung ist konstant. Die Anordnung arbeitet ähnlich einem Dynmaikkompressor, eine Übersteuerung des Senders ist nicht möglich. Das erzeugte Signal wird im IC SL 640 mit dem Trägeroszillatorsignal gemischt (beim „Senden“ und „Empfang“ kann der Oszillator-Eingang über ein Kleinrelais umgeschaltet werden). Der Mischer liefert ein Zweiseitenband-Signal mit einem

um rd. 40 dB unterdrückten Träger, welches im IC SL 610 verstärkt wird. Das Quarzfilter wählt das gewünschte Seitenband aus und gibt es an den Ringmischer weiter. Das Seitenband-Signal der gewünschten Frequenz hat hier etwa 100 mV, über weitere Verstärker wird es auf 25 W gebracht. Das Umschalten von „Senden“ auf „Empfang“ geschieht durch Anlegen der Betriebsspannung an den jeweiligen Anschlußpunkt an der Platine. Der Empfänger ist als Einfachsuper mit einer Zwischenfrequenz von 9 MHz ausgelegt (Bild 5). Das über 6 abgestimmte Vorkreise laufende HF-Signal gelangt über einen Dual-Gate-Transistor 40 675 direkt an den Eingang eines Diodenmischers und wird hier mit dem VFO-Signal gemischt. Es entsteht eine Zwischenfrequenz von 9 MHz. Der Diodenmi-

Bild 6. Eingangskreis



scher wird als Empfangs- und Sendermischer verwendet, da er ein günstiges Intermodulations- und Großsignalverhalten hat. Die Durchgangsdämpfung liegt etwas hoch; auch benötigt man eine verhältnismäßig hohe Oszillatorleistung, um diesen Mischer optimal betreiben zu können. Der hier verwendete Mischer (Fa. Anzac, Type MD 108) verlangt eine Oszillatorspannung von mindestens 400 mV.

Der Breitband-Transformator MCL T9-1 am Ausgang der Zwischenfrequenz ist als Anpaßglied für das Kristallfilter gedacht. Das Signal durchläuft ein 9-MHz-Kristallfilter mit der üblichen Bandbreite von 2,4 kHz (Filter-type XF9B, Fa. Kristallverarbeitung, Nekarbischofsheim oder Fa. Neumüller, München) und gelangt von hier zum eigentlichen ZF-Verstärker. Dieser Verstärker besteht aus drei, in Reihe geschalteten, IC SL 612. Es folgt ein integrierter Mischer (SL 640), welcher das ZF-Signal mit Hilfe eines Trägersoszillators umsetzt. Der Trägersoszillator ist mit einem FET-Transistor ausgerüstet und enthält zwei umschaltbare Quarze, die zum genannten Q-Filter passen (oberes und unteres Seitenband). Die erzeugte Frequenz wird über einen Ringkern-Übertrager induktiv ausgekoppelt. Am Mischer SL 640 können rd. 100...200 mV gemessen werden. Von hier läuft das Signal, entsprechend demoduliert, an den NF-Vorverstärker SL 630 (1 x BC 108, 1 x BC 109; Bild 5). Der Ausgang dieses Vorverstärkers ist mit dem Buchstaben „N“ bezeichnet. Von hier wird die NF-Spannung über ein logarithmisches Potentiometer von 5 k $\Omega$  an den NF-Endverstärker geführt (siehe Kabelplan). Bei Kopfhörerbetrieb wird der Lautsprecher abgeschaltet.

Der IC SL 621 erzeugt die Regelspannung für den ZF-Verstärker. Die Anstieg-, Halte- und Abfallzeit des IC kann durch entspre-

Bild 7. NF-Verstärker

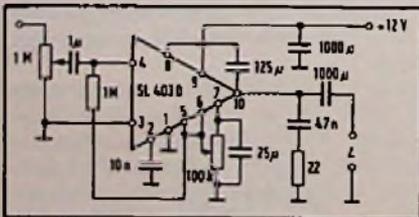


Bild 9. Schaltung des VFO

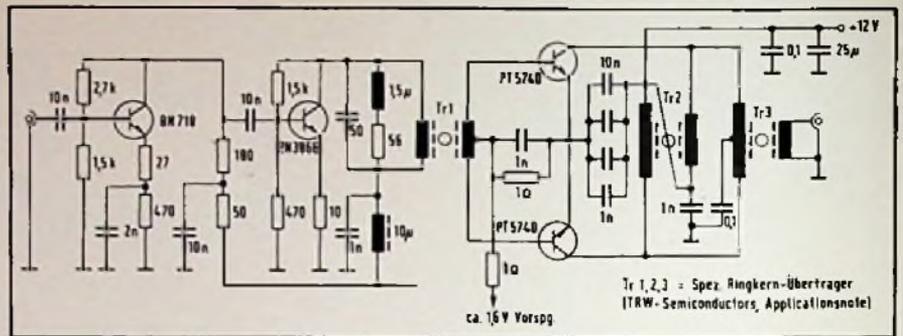
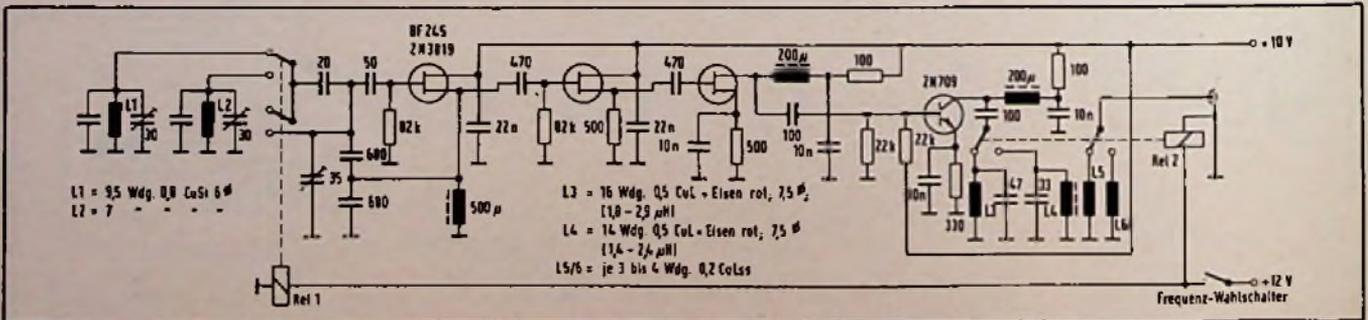


Bild 8. Linearverstärker

chende Beschaltung eingestellt werden, die Optimalwerte sind im zugehörigen Schaltbild (Bild 5) enthalten. Vom gleichen IC wird ein Transistor für die S-Meter-Anzeige angesteuert, der die Regelspannung an dieses Instrument legt. Der Regelungsbereich aller drei ZF-Verstärker beträgt rd. 100 dB. Die gesamte Verstärkung erfolgt nach Selektion durch das Q-Filter. Die Intermodulationsfestigkeit wird nur vom Diodenringmischer bestimmt. Die Empfindlichkeit des Empfängers liegt bei rd. 2  $\mu$ V/10dB/S+N. Durch Vorschalten einer rauscharmen HF-Stufe (40675) kann die Empfindlichkeit verbessert werden. Dies ist meistens nur auf höheren Bändern nötig. Um die Dämpfung des 6-kreisigen-Preselectors zu verringern, wurde eine Vorstufe eingesetzt. Dieser Selector wird für beide Bänder mit Hilfe von Kapazitätsdioden abgestimmt (BB 113 2x). Es war dies die einzige einfache Möglichkeit einer Abstimmung bei derart kleinem Raum.

**Eingangskreis**

Der Eingangskreis ist als Preselector ausgebildet (Bild 6 und Bild 3, links oben). Diese Einheit befindet sich in einem Gehäuse (105 mm x 36 mm x 34 mm); sie wird mit Kapazitätsdioden abgestimmt. Sämtliche Kreise sollen möglichst auf Gleichlauf gebracht werden. Die Abstimmungsspannung wird über ein Potentiometer mit Feintrieb eingestellt. Auf die Achse dieses Potentiometers wird zum Schluß ein Mentor-Feintrieb aufgesetzt, welcher dann von der Frontplatte aus eingestellt werden kann (Bild 1, linke Skala mit Knopf).

**NF-Verstärker**

Der NF-Verstärker (Bild 7) hat eine Leistung von rd. 3 W an 8 $\Omega$ .

**Linearverstärker**

Der Linearverstärker (Bild 8) liefert bei einer Betriebsspannung von 13,5 V etwa 25 W/50 $\Omega$  HF-Leistung. Der Verstärker ist vierstufig aufgebaut und wurde der amerikanischen Zeitschrift „QST“ 1973/9 entnommen. Um genügende Breitbandigkeit zu erreichen, wurden Ringkern-Transformatoren verwendet. Ausführliche Unterlagen können von der Fa. TRW-Semiconductor Inc. über Fa. Hek GmbH, 2400 Lübeck 1, bezogen werden. Der Verstärker ist in ein Gehäuse (120 mm x 65 mm x 35 mm) eingebaut (Bild 1, oberhalb der Plessey-Platine).

**Variabler Frequenz-Oszillator**

Der VFO (Bild 9) ist 4stufig und befindet sich in einem MS-Gehäuse (36 mm x 78 mm x 64 mm, Bild 3, u.l.). Empfehlenswert sind die Gehäuse der Fa. Componenta, Type A101 oder A102 (Alu-Spritzgußgehäuse). Die Schaltung ist etwas aufwendig, da der Oszillator zwei stabile Steuerfrequenzen erzeugen muß. Seine Frequenzstabilität wird mit Hilfe einer Temperatur-Kompensation und gleichzeitiger Verwendung von Glimmerkondensatoren (im Gatekreis) erreicht. Der Bereichsschalter an der Frontplatte schaltet zwei Kleinrelais (Fa. Rim, München, Nr. 32-37-035,2xU), welche die Frequenz-

# Der Branchenspezialist

**Jahrbuch 78  
der  
Unterhaltungselektronik**

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

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

Das Jahrbuch ist in folgende Kapitel gegliedert:

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

In jeder Buchhandlung erhältlich!

**Hüthig  
& Pflaum**

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

**Das Thema des Monats:**

## Reinigung und Pflege:



## für elektrische Schaltungen Kontakt 60<sup>®</sup>, 61 und WL

Welche vergleichbaren Sprays könnten Ihnen Gleiches bieten: Lösen, Umwandeln, Reinigen, Schützen? Dieser Vielfacheffekt hat sie berühmt gemacht. KONTAKT 60, 61 und WL. Sie sprühen Schmutz-, Oxyd- und Sulfidschichten einfach weg. Das Ergebnis: einwandfreie Schaltfunktionen und anhaltender Korrosionsschutz - im Handumdrehen.

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

### Informations-Coupon

- Ich möchte mehr über KONTAKT 60<sup>®</sup>, 61 und WL wissen.
- Bitte schicken Sie mir zusätzlich Ihre kostenlose Broschüre „Saubere Kontakte“ mit nützlichen Werkstatt-Tips.



Firma \_\_\_\_\_  
Name \_\_\_\_\_  
Ort \_\_\_\_\_  
Straße \_\_\_\_\_ Tel. \_\_\_\_\_

**KONTAKT  
CHEMIE**

7550 Rastatt  
Postfach 1609  
Telefon 07222/34296

www.ft.4

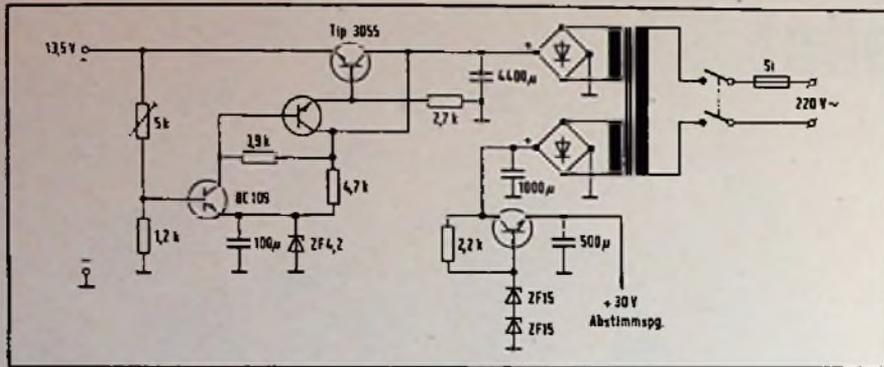


Bild 10. Netzteil

bereiche gleichzeitig im Oszillator und im Ausgangskreis umschalten. Die Bereiche sind für:

- 80-m-Band 12 500 ... 12 800 MHz
- 40-m-Band 16 000 ... 16 100 MHz.

Der gewählte Bereich wird durch eine Leuchtdiode angezeigt. Die Abstimmung erfolgt durch einen 35-pF-Drehkondensator über Zahnrad und Feintrieb von außen. Hier ist der gleiche Skalenausschnitt wie beim Preselector vorgesehen (Bild 1, rechte Skala). Die Schaltung enthält je einen FET-Transistor im Oszillator und den Bufferstufen. Danach folgt eine normale HF-Verstärkerstufe.

Der Oszillator liefert etwa 500 mV auf beiden Frequenzen.

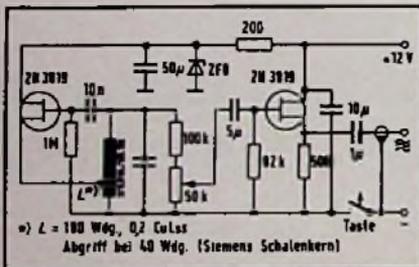


Bild 11. NF-Generator für CW-Betrieb

### Weitere Baugruppen

Das eingebaute Netzteil (Bild 10) liefert 13,5 V bei einer Last von 2 A. Der Netztrafo (Schnittbandkern) wird an der Rückwand des Gehäuses angeschraubt (Bild 3, oben rechts).

Die Umschaltung „Senden-Empfang“ erfolgt durch zwei Flachrelais (Siemens, Typ V 23036 A 2021-A io4). Beide Relais sind am Deckel des Preselector-Gehäuses befestigt. Über die PTT-Taste am Mikrophon werden diese Relais eingeschaltet. Bei CW-Betrieb wird die PTT-Taste kurzgeschlossen, da der Sender mit Hilfe des Tongenerators im Rhythmus der Telegrafiezeichen hochgefahren wird.

Der NF-Generator (Bild 11) erzeugt eine Tonfrequenz von 1 200 Hz und wird bei

CW-Betrieb getastet. Seine Ausgangsspannung kann über ein Potentiometer eingestellt werden. Er ist seitlich am Deckel der Linear-Endstufe angebracht □

### Bauelemente für Hobbyelektroniker

## Leistungstransistoren

Wenn Hobbyelektroniker einen Leistungstransistor benötigen, greifen sie gerne auf den als „Arbeitspferd der Elektronik“ bekannten Transistor 2 N 3055 zurück, obwohl bei jedem neuen Typ, der herauskommt, die Leistungsgrenze höher gelegt wird. Zur Auswahl beschreiben wir einige neu herausgekommene Leistungstransistoren.

Die Darlingtons GE 5060 und GE 6060 von General Electric (Vertrieb: Nucletron Vertriebs-GmbH, 8 München 50) vertragen eine Kollektorspannung von 350 V bis 450 V und einen Kollektorstrom von 20 A (Spitzenstrom 25 A). Die maximale Verlustleistung beträgt 100 W. Die Serie GE 6060 ist ein schneller Schalt-Darlington. Bei 10 A Kollektorstrom beträgt die Anstiegszeit maximal 0,4 µs, die Speicherzeit 2,5 µs und die Abfallzeit 1,0 µs. Entwickelt wurden beide Typen für Schaltungen wie Schaltnetzteile, elektronische Zündung und Motorregelung. Kurze Schaltzeiten haben die Typen 2 N 6338, 2 N 6339, 2 N 6340 und 2 N 6341 von RCA (Vertretung: Alfred Neye-Enatechnik GmbH). Sie betragen maximal: 0,3 µs Anstiegszeit, 1,0 µs Speicherzeit und 0,25 µs Abfallzeit. Die Kollektor-Emitterspannung darf je nach Typ 100 V bis 150 V, der Kollektorstrom 25 A (Spitzenstrom 50 A) und die Verlustleistung 200 W betragen. Alle Typen haben eine Stromverstärkung von mindestens 12 bei 25 A.

Komplementäre Leistungstransistoren wie die Typen 2 N 4398, 2 N 4399, 2 N 5745 und IR 4502 (PNP) sowie 2 N 5301, 2 N 5302, 2 N 5303 und IR 802 (NPN) von

International Rectifier, vertreten durch Alfred Neye-Enatechnik GmbH, können bis zu 200 W Verlustleistung aufnehmen. Bei den 40-V- und 60-V-Typen beträgt der maximale Kollektorstrom 30 A, jedoch 20 A bei den 80-V- und 90-V-Typen. Empfohlen werden sie für Hochleistungs-NF-Verstärker.

Als Leistungstreiber und in NF-Endstufen kann man die Typen RCS 258 und BDY 29 von RCA (Vertretung: Alfred Neye-Enatechnik GmbH) einsetzen. Der RCS 258 verträgt maximal eine Verlustleistung von 250 W, eine Kollektor-Emitterspannung von 60 V und einen Kollektorstrom von 20 A (Spitzenstrom 30 A). Bei dem BDY 29 dürfen zwischen Kollektor und Emitter maximal 75 V anliegen. Ein Kollektorstrom bis 30 A ist erlaubt bei einer Verlustleistung bis 220 W. Die Stromverstärkung beträgt 15 bis 60 bei 15 A Kollektorstrom und 2 V Kollektor-Emitterspannung.

## Terminkalender für Kurse und Lehrgänge

3.4. – 5.4.78

Mikrocomputer-Workshop MCS-80/85

Peripherie

Ort: München

Gebühr: 650 DM

Veranstalter: Intel Semiconductor, München

3.4. – 5.4.78

Mostek- und RCA-Mikrocomputer-Systeme – Einführungsseminar

Ort: Bad Bramstedt

Gebühr: 850 DM

Veranstalter: Alfred Neye – Enatechnik, Quickborn

3.4. – 5.4.78

Höchstintegrierte Schaltungen

Ort: Baden-Baden

Veranstalter: VDE, Frankfurt

5. 4. 1978

Akkumulatoren, Batterien und Brennstoffzellen

Ort: Essen

Gebühr: 145 DM

Veranstalter: Haus der Technik e. V., Essen

6.4. – 7.4.78

Mostek- und RCA-Mikrocomputer-Systeme – Systemtrainingskurs

Ort: Bad Bramstedt

Gebühr: 685 DM

Veranstalter: Alfred Neye – Enatechnik, Quickborn

10.4. – 12.4.78

Mikrocomputer-Workshop PL/M-80

Ort: Frankfurt

Gebühr: 650 DM

Veranstalter: Intel Semiconductor, München

Berechnung von Bauteilen

# Impulsübertrager mit Ferrit-Kern

Aufbau und Wirkungsweise von Impulsübertragern werden in der Literatur selten so gründlich behandelt wie in diesem Beitrag von Dipl.-Ing. Otmar Kilgenstein, Professor an der Fachhochschule Nürnberg. Der Autor betrachtet vor allem die Dimensionierung von Impulsübertragern und berücksichtigt dabei viele in der Praxis auftretende Entwicklungsprobleme.

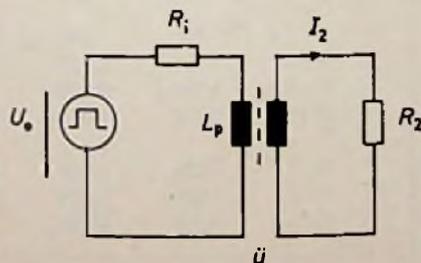
Es sollen hier Impulsübertrager behandelt werden, die primär von einer Impulsspannungsquelle mit dem Innenwiderstand  $R_1$  gespeist und sekundär mit dem Widerstand  $R_2$  abgeschlossen werden (Bild 1).

Unter der Voraussetzung vernachlässigbarer Verluste in der Induktivität (die einen weiteren Parallel-Verlustwiderstand  $R_p$  ergäben, der aber meistens sehr hoch gegen die Schaltungswiderstände  $R_1$  und  $R_2$  ist), berechnet sich der auf der Primärseite erscheinende Widerstand  $R$  zu

$$R = \frac{R_1 \cdot \ddot{u}^2 \cdot R_2}{R_1 + \ddot{u}^2 \cdot R_2} \quad (1)$$

$\ddot{u} = u_1 / u_2 =$  Primär-Windungszahl / Sekundär-Windungszahl

Bild 1. Ersatzschaltbild eines beschalteten idealen Impulsübertragers



Wie Bild 2 zeigt, weist die Ausgangsspannung einen in erster Näherung linear verlaufenden Dachabfall auf.

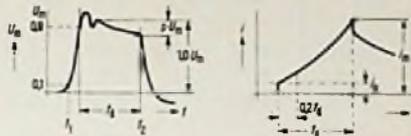


Bild 2. Spannungs- und Stromverlauf bei einem Impulsübertrager mit einem Ringkern aus Ferrit (Siemens)

Unter der Annahme, daß nur geringe Werte des Dachabfalles (bis etwa 10%) zulässig sein sollen, ergibt sich für die Impulsinduktivität der Primärseite die Beziehung

$$L_p \geq \frac{100 \cdot t_d \cdot R}{p} \quad (2)$$

- $t_d$  – Impulsdauer
- $p$  – prozentualer Dachabfall
- $R$  – Widerstand nach Gl.1

**Beispiel.** Wie groß muß die Primärinduktivität eines Impulsübertragers mindestens sein, wenn bei einem Sekundärwiderstand von  $60 \Omega$  und einem Innenwiderstand von  $R_1 = 200 \Omega$  maximal 8% Dachabfall zugelassen sind? Impulsdauer  $t_d = 5 \mu s$ ;  $\ddot{u} = 2$ .

$$R = \frac{200 \Omega \cdot 4 \cdot 60 \Omega}{200 \Omega + 4 \cdot 60 \Omega} = 109 \Omega,$$

$$L_p \geq \frac{100 \cdot 5 \cdot 10^{-6} s \cdot 109 \Omega}{8} = 6,8 \text{ mH.}$$

Den  $A_L$ -Wert für Impulsübertragung erhält man aus der Gleichung

$$A_{LP} = \frac{\mu_p \cdot \mu_0 \cdot A_o}{l_e} \quad (3)$$

$\mu_p$  – Impulspermeabilität bei  $\Delta B_{max}$  und  $t_d$  (z. B. aus Bild 3)

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{V \cdot s}{A \cdot m} = 4\pi \cdot 10^{-9} \frac{V \cdot s}{A \cdot cm}$$

$A_o$  – effektiver magnetischer Querschnitt (aus Datenbuch)

$l_e$  – effektive magnetische Weglänge (aus Datenbuch)

Vergleicht man die Impulspermeabilität  $\mu_p$  aus Bild 3 mit der Anfangspermeabilität  $\mu_i$  aus Tabelle 2 (für N 30), so sieht man, daß die Werte bei den relativ langen Zeiten  $t_d$  von  $5 \mu s$  etwa übereinstimmen, bei der in Bild 3 eingezeichneten

neten Kurve für die kurze Zeit von  $0,5 \mu s$  aber bei höherer Induktion erheblich abweichen. Um den Kern nicht in die Sättigung zu treiben, darf eine maximale Induktion  $B_m$  nicht überschritten werden. Zum Vergleich ist in Bild 4 die Hysteresekurve eines hochpermeablen Werkstoffes (hier T 35) dargestellt. Der Induktionshub wird hier begrenzt auf  $B_m - B_r$  für unipolare und  $B_m + B_r$  für bipolare Impulse.

Für den Impuls aus Bild 2 ergibt sich also aus Bild 4 etwa 2 kG (200 mT). Dies ist etwa auch der Wert, bis zu dem in Bild 3 die Kurven gezeichnet sind. Wenn auch die jeweiligen Darstellungen immer nur für einen bestimmten Werkstoff gelten, so kann man doch (von speziellen Sonderwerkstoffen abgesehen) bei den üblichen Kernwerkstoffen damit rechnen, daß eine Induktion von 200...300 mT nicht überschritten werden kann.

Bevor die Primärwindungszahl berechnet werden kann, muß die Kerngröße be-

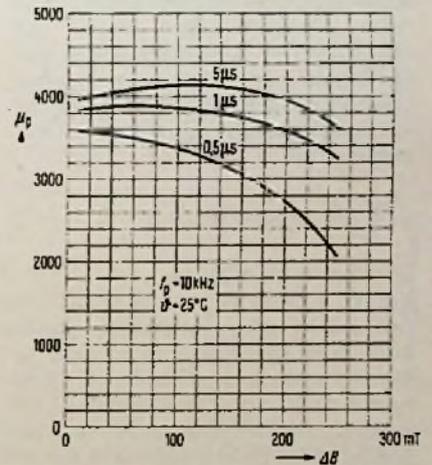
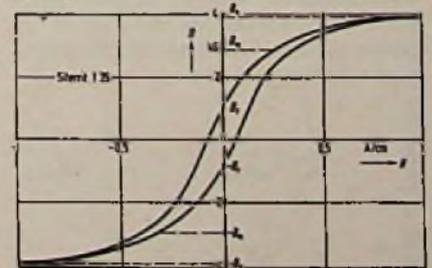


Bild 3. Impulspermeabilität in Abhängigkeit vom Induktionshub für das Kernmaterial N 30 (Siemens)

Bild 4. Hystereseschleife eines hochpermeablen Ferritwerkstoffes (Siemens)



**Tabelle 1. Technische Daten für Siferrit-Ringkerne**

Typ	Abmessungen			Gewicht g	Technische Daten			
	$d_a$ mm	$d_i$ mm	$h$ mm		$l_p/A_o$ mm <sup>-1</sup>	$l_o$ mm	$A_o$ mm <sup>2</sup>	$V_o$ mm <sup>3</sup>
R 2,5	2,5±0,12	1,5±0,1	1,0±0,1	0,02	12,2	6,1	0,5	3,0
R 4	4,0±0,15	2,4±0,15	1,6±0,1	0,07	7,65	9,7	1,27	12,3
R 6,3	6,3±0,2	3,8±0,15	2,5±0,12	0,3	4,95	15,3	3,1	47,5
R 10	10 ±0,25	6,0±0,15	4,0±0,15	0,9	3,06	24,5	8,0	96
R 3,9	3,94±0,15	2,24±0,15	1,3 ±0,15	0,045	8,57	9,32	1,07	9,8
R 5,8	5,84±0,20	3,05±0,15	1,52±0,15	0,127	6,37	13,0	2,0	26,5
R 9,5	9,53±0,25	4,75±0,20	3,17±0,20	0,703	2,85	20,69	7,26	150,0
R 12,5	12,5±0,3	7,5±0,2	5 ±0,15	2	2,45	30,4	12,0	380
R 16	16 ±0,4	9,6±0,3	6,3±0,15	3	1,95	38,7	20,0	770
R 25	25 ±0,6	15 ±0,5	10 ±0,3	13	1,23	60,2	49,0	2 950
R 34	34 ±0,7	20,5±0,5	12,5±0,3	31	0,99	82,0	83,0	6 780
R 42	41,8±1	26,2±0,6	12,5±0,3	45	1,08	102,5	95,0	9 750
R 58	58,3±1	40,8±0,8	17,6±0,4	110	1,00	153,0	153,0	23 400

stimmt werden, weil davon der  $A_{LP}$ -Wert nach Gl.3 abhängt. Man kann näherungsweise für  $\mu_p$  auch die Anfangspermeabilität  $\mu_i$  einsetzen (bei Ringkernen gibt es keinen Luftspalt), sofern die Geschwindigkeit der Induktionsänderung je nach Werkstoff die Größe von 150...200 mT/μs nicht überschreitet. Für das Beispiel mit  $t_d = 5\mu s$  und einer maximalen Induktionsänderung von 250 mT aus Bild 3 errechnet sich die Induktionsänderung zu

$$\frac{250 \text{ mT}}{5\mu s} = 50 \text{ mT}/\mu s,$$

sie ist also klein genug.

Tabelle 1 zeigt die Abmessungen und technischen Daten für Ringkerne aus Siferrit. In Tabelle 2 sind die  $A_L$ -Werte für kleine Induktion einschließlich der Toleranzen für verschiedene Werkstoffe angegeben. Die Windungszahl  $N_1$  kann folgendermaßen berechnet werden: Für die Impulsdauer  $t_d \geq 2\mu s$  gilt

$$N_1 = \sqrt{\frac{L_p}{A_{LP}}} \quad (4)$$

Um  $A_{LP}$  berechnen bzw.  $A_L$  aus Tabelle 2 entnehmen zu können, muß mit Bild 5 noch die Mindestgröße des Kernes bestimmt werden. Nach dem Induktionsgesetz ergibt sich

$$N_{1min} = \frac{U_1 \cdot t_d}{A_o \cdot \Delta B_{max}} = \frac{\ddot{u} \cdot R_2 \cdot I_2 \cdot t_d}{A_o \cdot \Delta B_{max}}$$

$$N_{1min} = \frac{K}{A_o \cdot \Delta B_{max}} \quad (5)$$

Das Nomogramm aus Bild 5 ist folgendermaßen zu handhaben: Die mit Gl.2 berechnete Induktivität wird durch die Größe  $K$  aus Gl.5 dividiert und in Bild 5 (linke Spalte) eingetragen. Dann wird eine Linie bis zur maximal zulässigen Kerntemperatur beim gewählten Werkstoff (rechte Spalte) gezogen und auf der mittleren Spalte die Hilfsgröße  $N'//$  abgelesen, mit der das mindesterforderliche Kernvolumen berechnet werden kann:

$$V_o \geq \frac{L_p}{\mu_p \cdot \mu_o \cdot N'^2} \quad (6)$$

**Beispiel.** Ein Sekundärimpuls wird mit der Strom-Amplitude  $I_2 = 150 \text{ mA}$  u. der Dauer  $t_d = 5 \mu s$  bei maximal 8% Dachabfall benötigt. Der Abschlußwiderstand  $R_2$  beträgt 60 Ω, der Generatorwiderstand  $R_1 = 200 \Omega$  und das Übersetzungsverhältnis  $\ddot{u} = 2 : 1$ . Die maximale Kerntemperatur ist 60 °C; als Werkstoff wird Siferrit N 30 verwendet.

Der Widerstand  $R$  wurde bereits mit 109 Ω berechnet, die Induktivität  $L_p$  zu 6,8 mH. Aus Bild 3 wird bei  $B_{max} = 200 \text{ mT}$  für  $t_d = 5 \mu s$  für die Impulspermeabilität  $\mu_p = 4000$  abgelesen. Mit  $L_p = 6,8 \text{ mH}$  und  $K = 2 \cdot 60 \Omega \cdot 0,15 \text{ A} \cdot 5 \mu s = 90 \mu Vs$  ergibt sich  $L_p/K = 76 \mu H/\mu Vs$ . Aus Bild 5 folgt bei der maximalen Kerntemperatur von 60 °C die Hilfsgröße  $N'// = 35/\text{cm}$ . Damit kann mit Gl.6 das mindestens erforderliche Kernvolumen  $V_o$  berechnet werden:

$$V_o \geq \frac{6,8 \text{ mH}}{4000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-9} \cdot Vs/\text{Acm} \cdot 35^2/\text{cm}^2}$$

$$= 0,11 \text{ cm}^3.$$

Der nächstpassende Kern aus Tabelle 1 ist R 10 mit  $V_o = 0,196 \text{ cm}^3$ ;  $A_e = 8 \text{ mm}^2$  und  $l_e = 24,4 \text{ mm}$ .

$$A_{LP} = \frac{4000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-9} \text{ Vs}/\text{Acm} \cdot 8 \text{ mm}^2}{24,4 \text{ mm}}$$

$$= 1,65 \mu H.$$

Berechnet man  $A_L$  mit  $\mu_i = 4300$  bei N 30 und R 10 (Tabelle 2), so ergibt sich der

**Tabelle 2.  $A_L$ -Werte für Ringkerne aus verschiedenen Ferritsorten**

Werk-	Typ	$A_L$ -Wert in nH	
		unt. Grenze	ob. Grenze
T 26	$\mu_i = 2200, A_L$ -Toleranz ±25%		
	R 12,5	850...	1440
	R 16	1060...	1780
	R 25	1680...	2800
	R 34	2080...	3490
	R 42	1920...	3220
	R 58	2070...	3450
N 30	$\mu_i = 4300, A_L$ -Toleranz ±25%		
	R 2,5	330...	550
	R 4	535...	885
	R 6,3	815...	1365
	R 10	1320...	2200
	R 3,9	470...	785
	R 5,8	635...	1060
	R 9,5	1420...	2370
	R 12,5	1660...	2770
	R 16	2070...	3470
	R 25	3280...	5500
	R 34	4080...	6850
	R 42	3750...	6250
	R 58	4050...	6750
T 35	$\mu_i = 6000, A_L$ -Toleranz ±25%		
	R 2,5	460...	780
	R 4	740...	1230
	R 6,3	1140...	1900
	R 10	1840...	3100
	R 3,9	660...	1100
	R 5,8	890...	1480
	R 9,5	2000...	3300
T 38	$\mu_i = 10\ 000, A_L$ -Toleranz ±30%		
	R 2,5	720...	1340
	R 4	1150...	2135
	R 6,3	1770...	3300
	R 10	2870...	5340
	R 3,9	1025...	1910
	R 5,8	1385...	2565
	R 9,5	3090...	5735

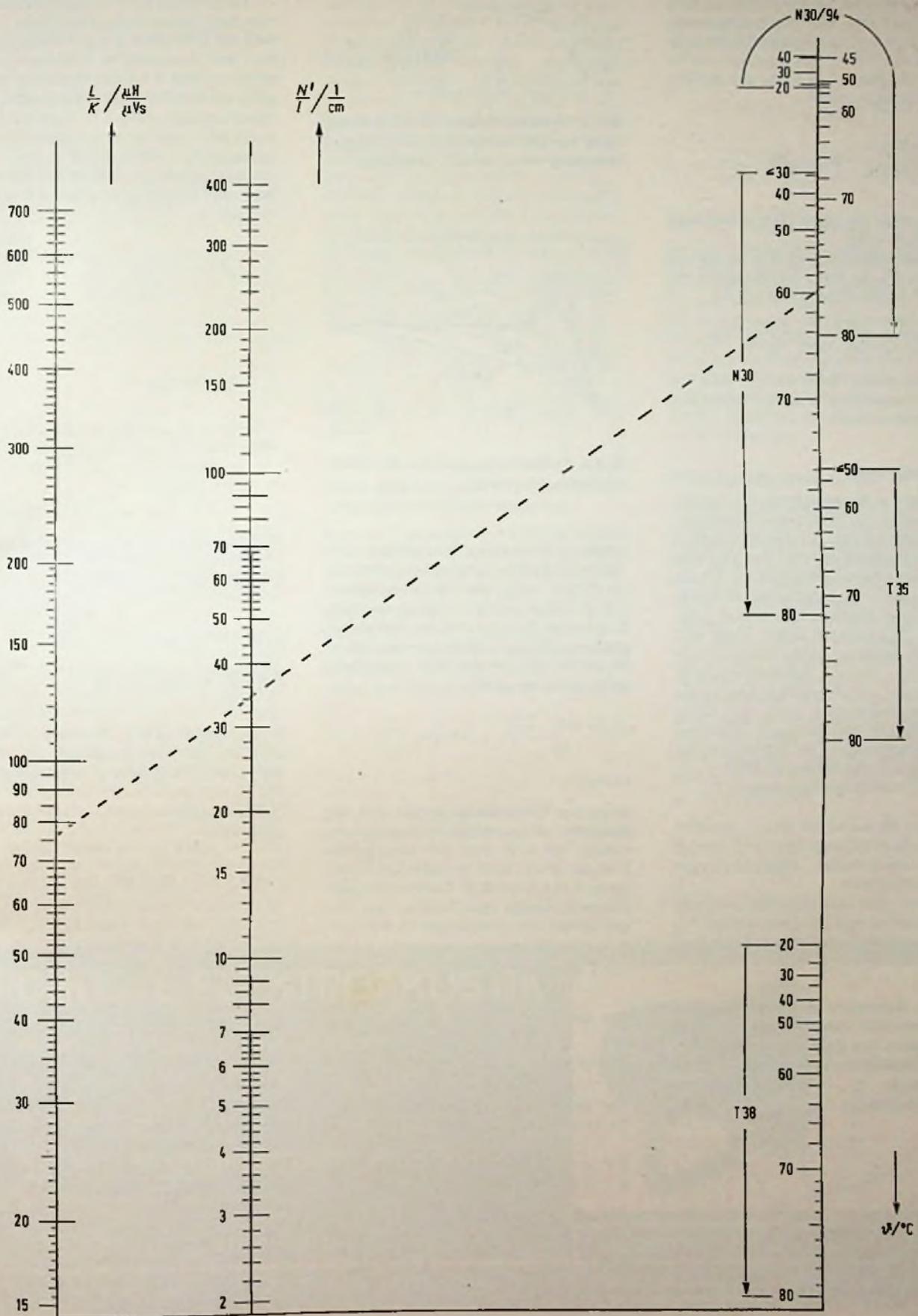


Bild 5. Nomogramm zum Berechnen des Kernvolumens (Siemens)

Wert 1,76  $\mu\text{H}$ . Dies ist aber gerade der Mittelwert aus den zwei Toleranzgrenzen von 1,32  $\mu\text{H}$  und 2,2  $\mu\text{H}$  nach Tabelle 2. Es kommt also für  $A_L$  fast dasselbe wie für  $A_{LP}$  heraus. Nach Gl.4 ergibt sich die Primärwindungszahl zu

$$N_1 = \sqrt{\frac{6,8 \text{ mH}}{1,65 \mu\text{H}}} = 64,5 \approx 66$$

Damit wird die Sekundärwindungszahl  $N_2 = N_1/2 = 33$ .

Nun muß aber noch mit Gl.5 kontrolliert werden, ob die maximale Induktion von 200 mT nicht überschritten wurde:

$$N_1 \approx \frac{90 \cdot 10^{-6} \cdot \text{V} \cdot \text{s}}{8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot 200 \cdot 10^{-3} \text{ T}} \approx 56$$

Es ist der größere Wert, also der nach Gl.4 vorher berechnete von 66 Windungen, zugrunde zu legen.

**Anstiegszeit**

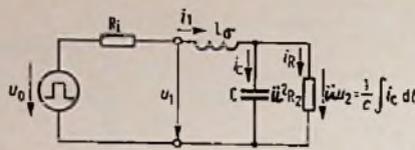
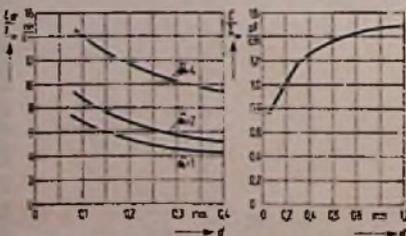
Für manche Anwendungen des Impulsübertragers, z. B. für Thyristor-Zündübertrager, werden sehr geringe Anstiegszeiten des Impulses verlangt. Die Anstiegszeit hängt hauptsächlich von der Art der Wicklung und den äußeren Widerständen  $R_1$  und  $R_2$  ab. Hierbei ist die Streuinduktivität  $L_\sigma$  die wichtigste Größe. Diese wird dann am kleinsten, wenn die Drähte für die Primär- und die Sekundärwicklung miteinander verdreht werden. Sowohl die Streuinduktivität wie auch die Wicklungskapazität wachsen dann proportional zur Drahtlänge  $l_w$  der Primärwicklung an. Bild 6 zeigt die Abhängigkeit von  $L_\sigma/l_w$  und  $C/l_w$  vom Drahtdurchmesser  $d$ .

**Beispiel.** Es sollen die Streuinduktivität  $L_\sigma$  und die Wicklungskapazität  $C$  für den bereits berechneten Impulsübertrager bestimmt werden.

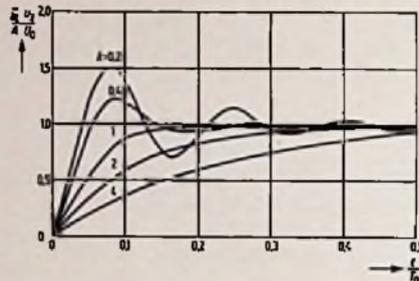
Zunächst muß der maximal mögliche Drahtdurchmesser gefunden werden. Für den gewählten Kern R 10 ergibt sich nach

**Bild 6. Richtwerte für Streuinduktivität und Kapazität verdrehter Drähte in Abhängigkeit vom Drahtdurchmesser**

$d$  — Drahtdurchmesser,  $L_\sigma$  — Streuinduktivität,  $C$  — Wicklungskapazität,  $L_w$  — Drahtlänge



**Bild 7. Ersatzschaltung für die Berechnung der Streuinduktivität bei Vernachlässigung von  $L_p$  und  $R_p$  (Siemens)**



**Bild 8. Zeitlicher Verlauf des Einschaltvorgangs (Siemens)**

Tabelle 1 ein innerer Durchmesser von maximal 6,15 mm. Unter der Annahme einer dichten, einlagigen Wicklung müssen sich auf dem inneren Umfang die Windungen der Primär- und der Sekundärwicklung verteilen, also insgesamt  $66 + 33 = 99$  Windungen. Die Drahtdicke dürfte dann maximal

$$\frac{6,15 \text{ mm} \cdot 3,14}{99} = 0,2 \text{ mm}$$

betragen.

Nach der Drahttabelle ergibt sich bei doppelter Lackisolation ein Nenndurchmesser von 0,16 mm. Um noch etwas Platz zu lassen, wird der Nenndurchmesser zu 0,14 mm gewählt. Die Drahtlänge je Windung beträgt nach Tabelle 1 bei diesen Kernen mit rechteckigem Querschnitt

$$l = 2(d_a - d_i) + 2h$$

Für den Kern R 10 ergibt sich:

$$l = 16 \text{ mm}$$

Die primäre Drahtlänge beträgt dann  $16 \text{ mm} \cdot 66 = 105,6 \text{ cm}$ .

Für  $\ddot{u} = 2$  erhält man aus Bild 6 bei  $d = 0,14 \text{ mm}$

$$L_\sigma = 8 \cdot 106 \text{ nH} = 848 \text{ nH}$$

und

$$C = 0,9 \cdot 106 \text{ pF} = 95,4 \text{ pF}$$

Zur Berechnung der Anstiegszeit benutzt man die Ersatzschaltung nach Bild 7. Je nach der Größe der Konstanten  $k$  ergeben sich drei verschiedene Einschwingvorgänge. In Bild 8 ist der Einschwingvorgang als Funktion von  $k$  dargestellt. Die Dämpfungskonstante  $k > 1$  gilt für aperiodische Vorgänge;  $k = 1$  bedeutet den aperiodischen Grenzfall, d. h. den Fall kürzester Anstiegszeit ohne Überschwingen. Die Dämpfungskonstante  $k$  berechnet sich zu:

$$k = \left( \frac{R_1}{L_\sigma} + \frac{1}{\ddot{u}^2 \cdot R_2 \cdot C} \right) \cdot \frac{T_a}{2} \quad (7)$$

mit

$$T_a = \sqrt{L_\sigma \cdot C \cdot A} \quad (8)$$

und

$$A = \frac{\ddot{u}^2 \cdot R_2}{R_1 + \ddot{u}^2 \cdot R_2} \quad (9)$$

Für  $k = 1$  berechnet sich die Anstiegszeit

$$t_r = 3,35 \cdot \sqrt{L_\sigma \cdot C \cdot A} \quad (10)$$

Ist  $k^2 > 1$ , so wird

$$t_r \approx 2,2 \cdot k \cdot \sqrt{L_\sigma \cdot C \cdot A} \quad (11)$$

$k$  geht gegen unendlich, wenn in Gl.7 entweder die Streuinduktivität  $L_\sigma$  oder die Wicklungskapazität  $C$  verschwinden. Für  $L_\sigma \rightarrow 0$  oder  $L_\sigma < 2 \cdot \ddot{u}^2 \cdot C \cdot R_1 \cdot R_2$  (hohe kapazitive Belastung des Übertragers) wird:

$$t_r \approx 2,2 \cdot C \cdot (R_1 + \ddot{u}^2 \cdot R_2) \quad (12)$$

$$\text{Für } C \rightarrow 0 \text{ bzw. } C < \frac{2 \cdot L_\sigma}{\ddot{u}^2 \cdot R_1 \cdot R_2}$$

wird

$$t_r \approx \frac{2,2 \cdot L_\sigma}{R_1 + \ddot{u}^2 \cdot R_2} \quad (13)$$

**Beispiel.** Für den bereits berechneten Impulsübertrager soll die Anstiegszeit berechnet werden. Um entscheiden zu können, welche Gleichung für  $t_r$  verwendet wird, muß zunächst aus den gegebenen Größen die Dämpfungskonstante  $k$  berechnet werden.

Aus Gl.9:

$$A = \frac{4 \cdot 60 \Omega}{200 \Omega + 4 \cdot 60 \Omega} = 0,55$$

Aus Gl.8:

$$T_a = \sqrt{0,848 \cdot 10^{-6} \text{H} \cdot 95,4 \cdot 10^{-12} \text{F} \cdot 0,55},$$

$$T_a = 6,6 \text{ ns}.$$

Aus Gl. 7:

$$k = \left( \frac{200 \Omega}{0,848 \cdot 10^{-6} \text{H}} + \frac{1}{4 \cdot 60 \Omega \cdot 995,4 \cdot 10^{-12} \text{F}} \right) \cdot \frac{6,66 \cdot 10^{-9} \text{s}}{2} = 0,93 \approx 1$$

Da die Dämpfungskonstante etwa gleich 1 ist, kann Gl.10 zur Berechnung der Anstiegszeit benutzt werden:

$$t_r = 3,35 \cdot \sqrt{0,848 \cdot 10^{-6} \text{H} \cdot 95,4 \cdot 10^{-12} \text{F} \cdot 0,55}.$$

$$t_r = 22 \text{ ns}.$$

Diese Anstiegszeit beträgt etwa nur 2% der Impulsdauer von 5 µs, so daß ein wenig verformter Impuls übertragen wird.

### Folgefrequenz

Bei der Übertragung unipolarer Impulse interessiert, wie weit die Impulsfrequenz erhöht werden kann, ohne die Form der übertragenen Impulse wesentlich zu beeinträchtigen.

Die maximale mögliche Folgefrequenz hängt wesentlich von der Impulsdauer  $t_d$ , der Permeabilität sowie der zulässigen relativen Amplitudenabnahme der Sekundärspannung ab. Setzt man die Werte für die zulässige Dachschräge  $p$  (Abnahme der Amplitude auf der Primärseite) und die zulässige Dachschräge  $q$  (Sekundärseite) gleich groß an, so erhält man – wie hier nicht näher abgeleitet werden soll – ein maximales Tastverhältnis  $t_d/T$  ( $t_d$  – Dauer des Impulses;  $T$  – Zeitraum zwischen dem Beginn zweier Impulse) bei  $p = q = 5\%$  von  $1 : 14 = 0,071$ ; bei kleineren Werten von  $p$  und  $q$  wird das Tastverhältnis noch wesentlich kleiner.

Das theoretisch maximal mögliche Tastverhältnis ist gleich 1, d. h. nach dem Ende eines Impulses kommt gleich der nächste. Da aber endliche – wenn auch kleine – Anstiegs- und Abfallzeiten vorhanden sind, dürfte das maximal mögliche Tastverhältnis bei 0,9 liegen.

Ein größeres Tastverhältnis kann dadurch erzielt werden, wenn in der Impulspause der Übertrager primär- und sekundärseitig abgetrennt wird und dann nicht mehr niederohmig belastet ist. Primärseitig erfolgt die Abtrennung meistens automatisch durch einen Schalttransistor; sekundärseitig kann die Abtrennung durch eine eingeschaltete Diode erfolgen. Bild 9 zeigt eine solche Anordnung.

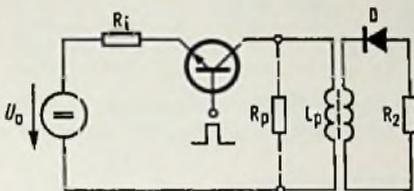


Bild 9. Schaltung zum Verkürzen der Abschaltzeitkonstanten (Siemens)

Wird der Übertrager in der Impulspause nach Bild 9 völlig abgetrennt, so ergibt sich das Problem einer hohen Rückschlagspannung, die den Transistor spannungsmäßig weit überlasten kann. Hierauf wird noch eingegangen werden. Der in Bild 9 gestrichelt eingezeichnete Widerstand  $R_p$  stellt den Verlustwiderstand des Kernes dar. Er berechnet sich zu

$$R_p = \frac{L_p}{\mu_1} \cdot \alpha \quad (14)$$

$$\text{mit } \alpha = 5 \cdot 10^{-10} \text{ s}^1$$

Die maximal mögliche Impulsfrequenz kann man mit Gleichung 15 etwa abschätzen

$$f_p \approx \frac{1}{t_d + \frac{\mu_1}{\alpha} \cdot t_p (2 - p)} \quad (15)$$

Beispiel: Wie groß ist die maximale Impulsfolgefrequenz bei dem schon berechneten Impulsübertrager

$$f_p = \frac{1}{5 \cdot 10^{-4} \text{ s} + \frac{4300}{5 \cdot 10^{10}} \cdot 0,69 \text{ s}} = \frac{1}{5 \cdot 10^{-4} \text{ s} + 0,06 \cdot 10^{-4} \text{ s}} = 0,2 \text{ MHz}.$$

Wie das Beispiel gezeigt hat, ist der zweite Term im Nenner von Gl.15 wesentlich kleiner als der erste. Man kann also die maximale Impulsfolgefrequenz auch näherungsweise als den Reziprokwert der Impulsdauer (für ein Tastverhältnis von etwa 1) berechnen. Dies gilt aber nur für relativ lange Impulszeiten wie hier von 5 µs. Bei sehr kurzen Impulsen wird die maximale Impulsfrequenz auch vom zweiten Term im Nenner beeinflusst und damit verkleinert.

### Rückschlagspannung

Um die Rückschlagspannung bei abgeschaltetem Impulsübertrager auf ein erträgliches Maß zu begrenzen, kann primär parallel zu  $L_p$  (oder sekundärseitig ein entsprechender Widerstand, dividiert durch  $\mu^2$ ) ein Widerstand  $R_z$  geschaltet werden. Um die Rückschlagspannung und damit auch die Verlustleistung im Kern in der Impulspause möglichst klein zu halten, soll dieser Widerstand  $R_z$  möglichst klein sein (aber groß gegen  $\mu^2 \cdot R_2$ , sonst hätte die ganze Abschaltung keinen Sinn). Die untere Grenze für  $R_z$  ist dadurch gegeben, daß die Abschaltzeitkonstante  $T_a$  nicht größer als nach Gl. 16 werden darf.

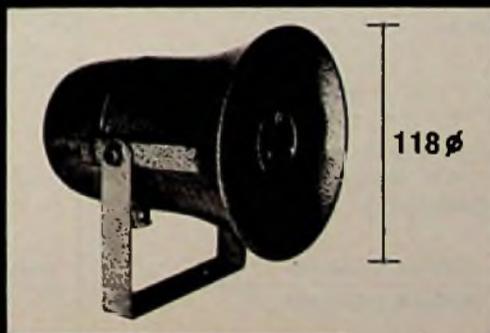
$$T_a \leq \frac{T - t_d}{\ln 2} = \frac{L_p}{R_a} \quad (16)$$

$$\text{mit } R_a = \frac{R_p \cdot R_z}{R_p + R_z}$$

## ROBUSTE ELEKTROAKUSTIK

- \* Druckkammerlautsprecher
- \* in Guss, Alu oder Kunststoff
- \* von 5 - 50 Watt
- \* auch mit eingebautem Verstärker
- \* Megaphone

NEUEN Katalog anfordern!



ELEKTRONIK · ELEKTRO · BAUELEMENTE

FALKENBERG GmbH & Co. KG

8500 Nürnberg Gaismannshofstr. 38 Tel. 0911-312486 Telex 623516

Mit  $T_0 = T_{\text{eig}} + T_z$

ergibt sich dann

$$T_z = \frac{L_p}{R_z} = \frac{T - t_{\text{nl}}}{\ln 2} - T_{\text{eig}}, T_{\text{eig}} = \frac{L_p}{R_p} = \frac{\mu_i}{\alpha}$$

oder hieraus

$$R_z = \frac{L_p}{1,45 (T - t_0) - \mu_i \alpha} \quad (17)$$

Die Rückschlagspannung  $U_{1r}$ , berechnet sich allgemein zu:

$$U_{1r} = \frac{U_1 \cdot t_a \cdot R_a}{L_p \left( 1 - e^{-\frac{T-t_a}{t_a}} \right)} \approx \frac{U_1 \cdot t_a \cdot R_a}{L_p} \quad (18)$$

Hier wird für  $R_a = R_p$  eingesetzt ohne den Widerstand  $R_z$ ; mit Widerstand  $R_z$  wird  $R_a$  gleich der Parallelschaltung von  $R_p$  und  $R_z$ . Wird  $R_z$  nach Gl.17 berechnet, so vereinfacht sich für die Rückschlagspannung zu

$$U_{1r} = \frac{2 \cdot U_1 \cdot t_a \cdot R_p}{L_p} \quad (19)$$

**Beispiel.** Es soll für den schon berechneten Impulsübertrager mit  $T = 10 \mu\text{s}$  die Rückschlagspannung mit und ohne  $R_z$  berechnet werden.

$$R_z = \frac{6,8 \cdot 10^{-3} \text{H}}{1,45 \cdot (10 - 5) \cdot 10^{-6} \text{s} - \frac{4300}{5 \cdot 10^{10} \text{s}^{-1}}}$$

= 0,95 kΩ,

$$R_p = \frac{L_p \cdot \alpha}{\mu_i} = \frac{6,8 \cdot 10^{-3} \text{H} \cdot 5 \cdot 10^{-10} \text{s}^{-1}}{4,3 \cdot 10^3}$$

= 79,2 kΩ,

$$R_a = \frac{0,95 \text{ k}\Omega \cdot 79,2 \text{ k}\Omega}{0,95 \text{ k}\Omega + 79,2 \text{ k}\Omega} = 0,94 \text{ k}\Omega.$$

Mit  $R_z$ :

$$U_{1r} = \frac{2 \cdot 18 \text{ V} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ s} \cdot 0,94 \cdot 10^3 \Omega}{6,8 \cdot 10^{-3} \text{ H}}$$

= 24,2 V,

$$U_1 = \ddot{u} \cdot R_z \cdot t_2 = 2 \cdot 60 \Omega \cdot 0,15 \text{ A} = 18 \text{ V}.$$

Ohne  $R_z$ :

$$U_{1r} = \frac{18 \text{ V} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ s} \cdot 79,2 \cdot 10^3 \Omega}{6,8 \cdot 10^{-3} \text{ H}}$$

= 1046 V.

Die Spannung von rund 25 V mit Zusatzwiderstand  $R_z$  wird von den üblichen Transistoren ohne weiteres vertragen; die Spannung ohne  $R_z$  von rund 1 kV aber keineswegs.

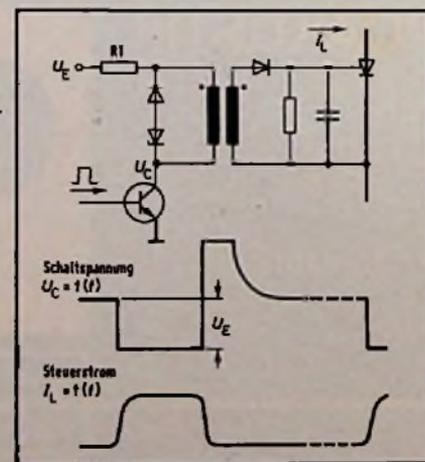
Ist  $U_n$  wie nach Bild 9 gegeben, so kann  $U_1$  auch hieraus berechnet werden:

$$U_1 = \frac{U_0 \cdot R}{R_1}$$

$R$  folgt aus Gl.1.

Außer durch einen Widerstand auf der Primär- bzw. der Sekundärseite kann die hohe Rückschlagspannung auch durch die Parallelschaltung einer Z-Diode in Reihe mit einer Si-Diode auf der Primärseite vermieden werden. Die Si-Diode in Reihe zur Z-Diode ist deshalb notwendig, weil sonst bei eingeschaltetem Übertrager die Z-Diode im Durchlaßzustand betrieben würde. Erst wenn der Übertrager durch den Transistor abgeschaltet wird, tritt eine Überspannung auf der Primärseite in solcher Richtung auf, daß die Z-Diode nunmehr durchbricht. Dann ist auch die Si-Diode leitend. Bild 10 zeigt eine solche Schaltung.

**Bild 10. Beispiel für Thyristoransteuerung (Vacuumschmelze)**



Impulsübertrager zur Ansteuerung von Thyristoren (Zündübertrager) müssen etwas andere Anforderungen als reine Impulsübertrager erfüllen. Bei Zündübertragern kommt es wesentlich auf einen steilen Anstieg der Sekundärspannung an; auch muß der Impuls eine längere Zeit anstehen, damit der Thyristor sicher durchzündet. Die Impulsform ist nicht so kritisch; die Dachschräge kann durchaus bis zu 20...25% betragen. Die Ansteuerschaltung kann entweder ein Transistor-schalter wie nach Bild 10 sein; es wird auch häufig eine Ansteuerschaltung mit einem Unijunction-Transistor nach Bild 11 angewendet.

Die mit dem Übertrager erhältliche Impulsform hängt nicht nur von den Eigenschaften des Übertragers selbst, sondern auch von der Art der Ansteuerschaltung ab. Mit der Schaltung nach Bild 10 ergeben sich annähernd rechteckförmige Impulse; mit der Schaltung nach Bild 11 mehr dreieckförmige. Bild 12 zeigt die beiden genannten Impulsformen.

Die sogenannte Spannungs-Zeitfläche, die der Übertrager verarbeiten muß, ist im oberen Teil von Bild 12 etwa gleich  $U \cdot t_a$ , im unteren Teilbild aber nur etwa halb so groß (annähernd eine dreieckförmige Fläche).

Wird ein Thyristor über eine Unijunction-Ansteuerschaltung betrieben, so ist die Berechnung des Übertragers nur annähernd möglich. Dies kommt einerseits daher, daß der Lastwiderstand hier die nichtlineare Eingangskennlinie des Thyristors ist; andererseits ist aber auch der Innenwiderstand der Steuerquelle, nämlich die Strecke E-B<sub>1</sub> des Unijunction-Transistors ebenfalls eine nichtlineare Größe. Die zur Berechnung des Übertragers notwendigen Kennwerte sollen deshalb bei einem mittleren Wert der beiden nichtlinearen Größen angenommen werden.

Zur Schaltung nach Bild 11 ist noch zu sagen, daß zwischen der auf Niederspannungspotential liegenden Primärwicklung und der auf Netzpotential liegenden Sekundärwicklung eine relativ gute Isolation zu fordern ist. Das bedeutet aber, daß die beiden Wicklungen nicht mehr miteinander verdreht werden können; d. h. die Streuinduktivität wird größer werden. Bild 13 zeigt die  $R_{B1}-I_a$ -Kennlinie des Unijunction-Transistors.

**Beispiel.** Es soll der Zündübertrager für eine Schaltung nach Bild 11 entworfen werden. Für die Thyristoren wird der Typ BST C 03 (Siemens) mit  $I_{L \text{ max}} = 16 \text{ A}$  bei  $U = 200...1200 \text{ V}$  gewählt. Nach Datenblatt beträgt die mindesterforderliche Zündspannung für sicheres Zünden 3,5 V; der mindesterforderliche Zündstrom ist 50 mA. Die Maximalwerte betragen etwa 8 V und 0,3 A. Der Berechnung soll ein mittle-

rer Wert für den Zündkreis von 6 V und 0,1 A zugrundegelegt werden.  
Der Unijunktions-Transistor BSV 56 A hat einen Wert  $\eta = 0,56 \dots 0,75$ . Die maximale Ladespannung bis zum Durchbruch der Basis-Emitterstrecke beträgt dann

$$U_c = \eta \cdot U_0 = \eta \cdot 20 \text{ V} = 11,2 \dots 15 \text{ V.}$$

Hier von muß noch die Basis-Emitterspannung von rd. 0,7 V abgezogen werden, so daß die Spannung an der Primärwicklung beim Durchbruch etwa 10,5...14,3 V beträgt.

Da nur 3,5 V an der Sekundärwicklung notwendig sind, aber 6 V geliefert werden sollen, wird ein Übersetzungsverhältnis von  $\dot{u} = 2$  gewählt. Im folgenden soll mit einem mittleren Wert für  $\eta$  von 0,66 gerechnet werden. Die Primärspannung ist dann zu Beginn des Impulses 12,5 V und die Sekundärspannung (ohne Berücksichtigung der sicher klein zu haltenden Verluste) gleich 6,25 V. Der Innenwiderstand der Steuerquelle  $R_i$  beträgt nach Bild 13 bei  $I_c = 0,1 \text{ A}$  rd. 15  $\Omega$ . Für den Lastwiderstand (Thyristor-Eingangswiderstand)  $R_L$  ergibt sich bei 6 V und 0,1 A die Größe von 60  $\Omega$ . Für  $\dot{u} = 2$  wird an der Primärwicklung

$\ddot{u}^2 \cdot R_L : 2 = 4 \cdot 60 \Omega : 2 = 120 \Omega$  wirksam. Hierbei ist berücksichtigt, daß beide Thyristoren gleichzeitig im Steuerkreis angesteuert werden. Für die Impulsdauer kann man näherungsweise setzen:

$$t_d \approx C \cdot (R_{b1} + \ddot{u}^2 \cdot R_i / 27)$$

$$t_d = 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ F} \cdot 135 \Omega = 27 \mu\text{s.}$$

Da die Zündverzugszeit nur wenige  $\mu\text{s}$  beträgt, ist die Impulsdauer ausreichend groß. Für die zulässige Dachschräge wird 10% angesetzt. Nun kann mit Gl.5 die Primärinduktivität berechnet werden.

$$L_p = \frac{100 \cdot 27 \cdot 10^{-6} \text{ s} \cdot 13,3 \Omega}{10}$$

$$\approx 3600 \mu\text{H,}$$

$$R = \frac{15 \Omega \cdot 120 \Omega}{135 \Omega} = 13,3 \Omega$$

Die zu übertragenden Spannungszeitfläche, also die Größe  $K$  in Gl.5, beträgt

$$K \approx 0,5 \cdot 12,5 \text{ V} \cdot 27 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 169 \mu\text{Vs}$$

(dreieckförmiger Impuls).

Für die Größe  $L/K$ , die zur Berechnung der Kerngröße nach Bild 5 benötigt wird, ergibt sich:

$$L/K = 3600 \mu\text{H} : 169 \mu\text{Vs} = 21,3 \mu\text{H}/\mu\text{Vs.}$$

Soll wieder eine maximale Kerntemperatur von 60 °C vorausgesetzt werden, so erhält man die Hilfsgröße  $N''/l'$  aus Bild 5 zu 9,6  $\text{cm}^{-1}$ . Damit kann dann das mindesterforderliche Kernvolumen berechnet werden (Kernmaterial N 30,  $\mu_i = 4300$ ):

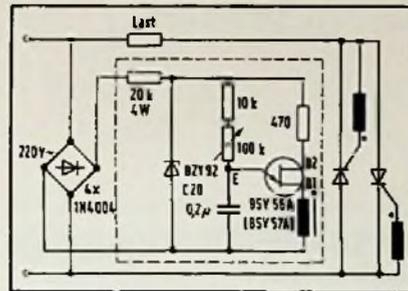


Bild 11. Ansteuerschaltung mit einem Unijunktions-Transistor (Telefunken)

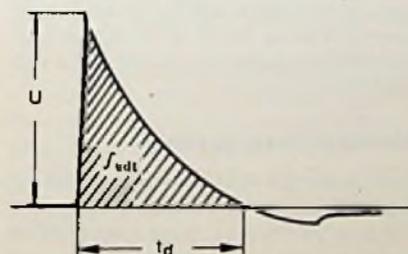
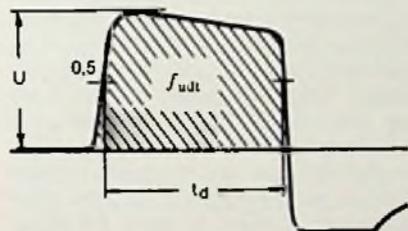
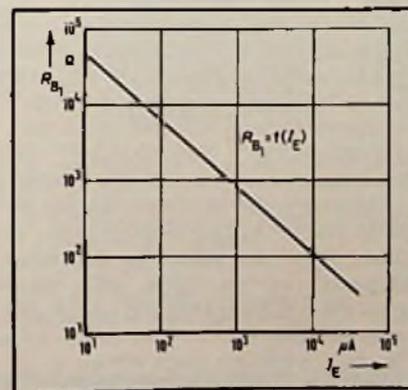


Bild 12. Impulsformen für einen Zündüberträger (Vacuumschmelze)

Bild 13. Ausgangskennlinie für einen Unijunktions-Transistor (Telefunken)



$$V_c \geq \frac{3600 \cdot 10^{-6} \text{ H} \cdot \text{Vs}}{4300 \cdot 4\pi \cdot 10^{-9} \cdot 9,6^2 \text{ cm}^2 \cdot \text{A cm}}$$

$$= 0,72 \text{ cm}^3$$

Für 0,72  $\text{cm}^3$  muß mindestens die Kerngröße R 25 nach Tabelle 1 gewählt werden (es ginge auch noch knapp die kleinere Größe R 16, aber es soll nicht so knapp dimensioniert werden). Kern R 25: Kleinster  $A_L$ -Wert bei N 30: 3280 nH,  $A_o = 49 \text{ mm}^2$ , Windungszahl  $N$  nach Gl.4:

$$N_1 = \sqrt{\frac{3600 \cdot 10^{-6} \text{ H}}{3280 \cdot 10^{-9} \text{ H}}} \approx 34,$$

Sekundärwindungszahl jeweils 17.

Nachkontrolle mit Gl.5 ( $\Delta B_{\text{max}} = 200 \text{ mT}$ ):

$$N_1 \geq \frac{169 \cdot 10^{-6} \text{ Vs}}{49 \text{ mm}^2 \cdot 0,2 \text{ T}} = 17,2.$$

Der Kern ist also ausreichend dimensioniert. Da bei der hier geforderten Wicklungsart mit guter Isolation zwischen Primär- und Sekundärwicklung die Streuinduktivität gegenüber der Wicklungskapazität überwiegen dürfte, wird die maximal zulässige Streuinduktivität nach Gl.13 berechnet.

$$L_{\sigma} = \frac{(R_1 + \ddot{u}^2 \cdot R_2) t_r}{2,2} =$$

$$= \frac{135 \Omega \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ s}}{2,2} = 61 \mu\text{H.}$$

Als Anstiegszeit wurde  $t_r = 1 \mu\text{s}$  festgesetzt, da nach Datenbuch für den gewählten Thyristor diese Anstiegszeit nicht überschritten werden soll. Die Streuinduktivität darf also rd. 1/60 der Hauptinduktivität betragen, was noch zu realisieren ist. Nachkontrolle der maximalen Impulsfrequenz nach Bild 11:

$$f = \frac{1}{R \cdot C \cdot \ln \frac{1}{1 - \eta}} \quad (20)$$

Da der Widerstand  $R$  veränderlich ist und in Gl. 20 im Nenner steht, ergibt sich die maximale Frequenz bei  $R_{\text{min}} = 10 \text{ k}\Omega$ .

$$f_{\text{max}} = \frac{1}{10 \cdot 10^3 \Omega \cdot 0,2 \cdot 10^{-4} \text{ F} \cdot \ln \frac{1}{1 - 0,66}}$$

$$= 463 \text{ Hz.}$$

Damit wird

$$T \approx 2000 \mu\text{s} \text{ und } t_d/T = 0,0135 (1 : 74).$$

Elektroakustik

# Die Problematik der Beschallungstechnik

## Teil 2: Strahlergruppentechnik

Dipl.-Ing. E. Behnke, Wolfenbüttel

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

Die in Beschallungsanlagen am häufigsten verwendete Lautsprecherform ist der Tonstrahler oder die Strahlergruppe. Die Wirkung der Strahlergruppen beruht auf ihren Richteigenschaften, die allerdings aus der äußeren Form nicht unmittelbar zu ersehen sind. Daher ist für den erfolgreichen praktischen Einsatz die Kenntnis der physikalischen Grundlagen der Strahlergruppe nicht zu umgehen.

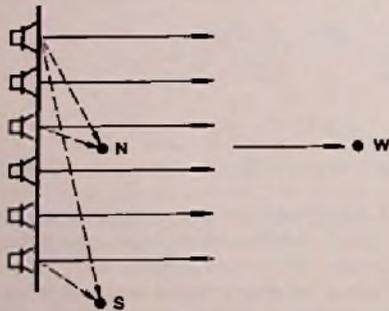


Bild 1. Wirkungsweise einer Strahlergruppe

Eine Strahlergruppe ist eine aus einer Anzahl gleichphasig betriebener Konuslautsprechern bestehende Lautsprecheranordnung. Werden die einzelnen Systeme übereinander angeordnet, so nennt man das eine gerade Strahlergruppe. Nur von solchen ist nachfolgend die Rede.

### Wirkungsweise

Für einen Hörer, der sich bei senkrechter Anordnung des Tonstrahlers weit weg im Punkt W (Bild 1) befindet, addieren sich infolge der Gleichphasigkeit alle von den

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

Einzelsystemen erzeugten Schalldrucke. In Gruppennähe bei N addieren sich nicht alle Schallteile der Einzellausprecher, da Laufwegdifferenzen zu Interferenzwirkungen führen. Noch stärker trifft das für den Hörer in Punkt S zu, bei dem alle Schalldruckanteile zu verschiedenen Zeiten eintreffen und sich mehr oder weniger auslöschen. Die Folge ist, daß der Tonstrahler bei W laut zu hören ist. Bei Annäherung an Punkt N nimmt die Lautstärke aber nicht so viel zu wie bei einem Einzelsystem, und in Punkt S ist ein Schalldruckabfall gegenüber Punkt N zu verzeichnen.

### Abstrahlcharakteristik

Die horizontale Abstrahlcharakteristik eines senkrechten Tonstrahlers entspricht der eines einzelnen Lautsprechersystems und ist nahezu unabhängig von der Länge des Tonstrahlers. Demgegenüber hängt die vertikale Charakteristik stark von der Länge des Tonstrahlers ab. In Bild 2 ist – unter Vernachlässigung von Nebenmaxima – die Richtcharakteristik einer 1,5 m langen Strahlergruppe dargestellt.

Die rückwärtige Abstrahlung ist durch Lautsprecher-Korb und Magnet behindert. Durch die Gehäusekonstruktion und Dämmmaßnahmen kann sich eine achtförmige Einschnürung ergeben. Diese richtungsabhängige Verminderung der Schallabstrahlung ergibt eine schallschwache Zone (Bild 3 und 4). Wegen der guten Rückkopplungsfreiheit können in dieser Zone die Mikrofone vorteilhaft aufgestellt werden. Dabei sollte möglichst die Interferenzwirkung mit ausgenutzt werden.

Die bei Tonsäulen nach hinten abgestrahlte Leistung ergibt – hervorgerufen

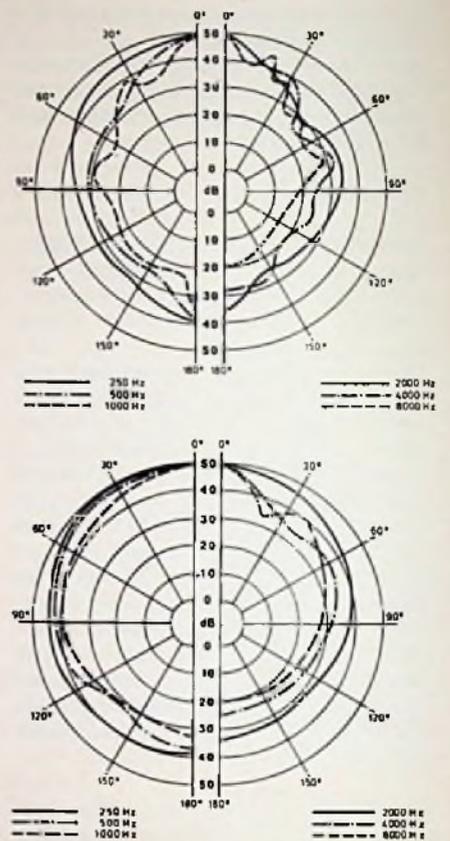
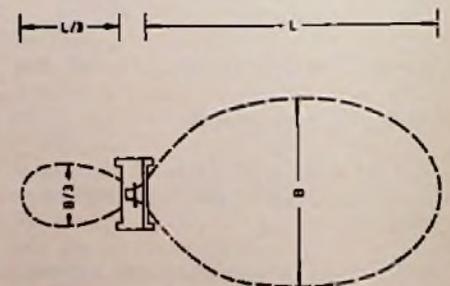


Bild 2. Vertikale (oben) und horizontale (unten) Richtcharakteristik eines senkrechten Tonstrahlers mit 1,5 m Länge

durch besondere Anordnung der Systeme und Dämmmaßnahmen – rd. 1/3 der Reichweite in Vorwärtsrichtung. Um die rückwärtige Abstrahlung wegen Rückkopplungs- oder Reflektionsgefahr zu vermeiden, sind bestimmte Gruppenstrahler in geschlossene Gehäuse eingebaut, die die Rückwärtsstrahlung durch geeignete Dämmmaßnahmen weiter herabzusetzen (Bild 5). Hieraus ergeben sich Abstrahlungsverhältnisse, die in grundlegendem Unterschied zu den Gruppenstrahlern ohne Gehäuse stehen.

Bild 3. Richtcharakteristik einer Tonsäule (nicht maßstäblich)



**Bündelungsgrad und Kennempfindlichkeit**

Durch die Konzentration des Schalldruckes in der horizontalen Ebene erhält man eine Wirkungsgradsteigerung, die mit „Bündelungsgrad“ bezeichnet wird. Es gilt:

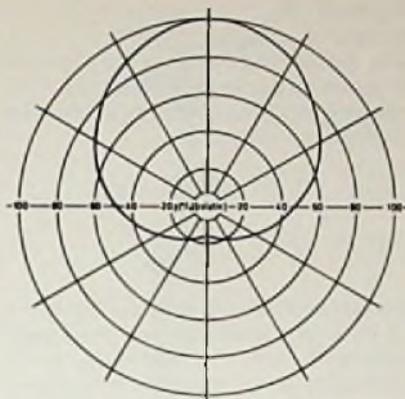
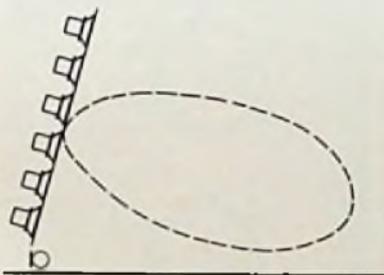
$$\Gamma = 2,4 \cdot \sqrt{r \cdot f} \quad (1)$$

für  $r \cdot f > 0,34$ .

$\Gamma$  – Bündelungsgrad  
 $r$  – Gruppenlänge in m  
 $f$  – Frequenz in kHz

Diese (vereinfachte) Formel erfaßt den Bündelungsgrad jedoch nur im mittleren Frequenzbereich richtig und ist daher auch nur für Frequenzen im mittleren Frequenzbereich anwendbar. Unterhalb von 250 Hz steigt nämlich der Strahlungswiderstand der einzelnen Lautsprechersysteme zu den tiefen Frequenzen hin an, da jede Membrane gegen den Schalldruck der Nachbarmembranen arbeitet. Das hat zur Folge, daß der Bündelungsgrad in der Praxis weniger abnimmt, als es nach der Formel zu erwarten wäre. Auch bei hohen Frequenzen beeinflussen

**Bild 4. Mikrofonanordnung unterhalb einer Strahlergruppe**



**Bild 5. Horizontal-Diagramm eines Tonstrahlers mit nierenförmiger Abstrahlcharakteristik**

die Eigenschaften der Lautsprechersysteme die Gültigkeit der Formeln. Es erfolgt nicht der rechnerische starke Anstieg des Bündelungsgrades, da nur der Innenteil der Membran schwingt und dadurch die Strahlergruppe nicht mehr dicht besetzt ist. Das wirkt ebenso linearisierend in bezug auf den Bündelungsgrad wie die Erhöhung des Strahlungswiderstandes bei tieferen Frequenzen. Für überschlägige Berechnungen liefert diese Formel ausreichend genaue Ergebnisse.

Eine weitere Größe zur Charakterisierung eines Lautsprechers ist die Kennempfindlichkeit  $E_k$ . Sie ist nicht nur ein Vergleichsmaß für den Wirkungsgrad, sondern sie erlaubt auch überschlägige Berechnungen.

Zur meßtechnischen Bestimmung wird in 1 m Abstand vom Lautsprecher (Freifeld) bei Speisung mit 1 VA der mittlere Schalldruckpegel zwischen 250 Hz und 4000 Hz ermittelt. Diese Größen, in die Formel eingesetzt, ergeben die Kennempfindlichkeit  $E_k$ .

$$E_k = \frac{p \cdot l}{\sqrt{P}} \quad (2)$$

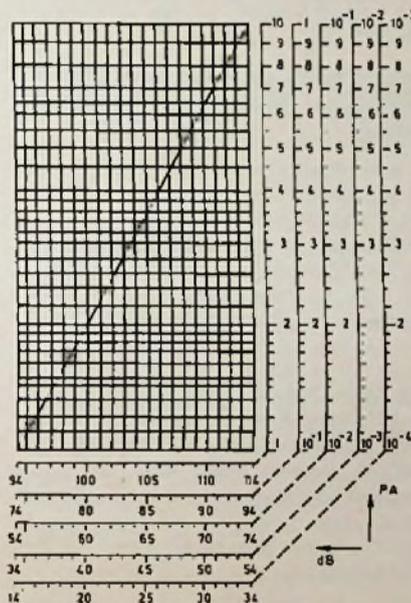
$p$  – Effektivwert des Schalldruckes in Pascal  
 $l$  – Abstand, in dem der Schalldruck  $p$  erzeugt werden soll, in mm  
 $P$  – dem Lautsprecher zugeführte Scheinleistung in VA.  
 Beispiel 1. Es ist die erforderliche Verstärkerleistung zu ermitteln, wenn mit einem Lautsprecher

$$(E_k = 2,0 \frac{Pa \cdot m}{VA})$$

in 50 m Entfernung ein Schalldruckpegel von 74 dB erreicht werden soll. Es ist:

**Bild 6. Umrechnung des Schallpegels von dB in Pa ( $2 \cdot 10^{-5} Pa \approx 0 dB$ )**

74 dB  $\approx 0,1 Pa \approx 1 \mu bar$



**MÜTER BMR 6 MÜTER BMR 7 MÜTER CSG 1**



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

Preis DM 1794,- + MWSL.

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

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

Hergestellt mit der längsten Erfahrung in der Regeneriertechnik.



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

Preis DM 499,- + MWSL.

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



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

Preis mit Abschwächer DM 790,- + MWSL.

Lieferung vom Hersteller oder durch den Großhandel

Ulrich Müter, Kriekdillweg 38, 4353 Ger-Erkenschwick, Tel. (02368) 2053

Form der Gruppe	Abstände der Systeme	Form der Schallscheibe in der Ebene mittlerer Frequenzen	Faktor
	1x6		2,4
	1x12		3,5
	1x24		4,9
	2x6		3,5
	2x12		4,9
	4x6		4,9
	6x6		6
	4x12		6,3
	6x12		8,5
	12x12		12

Bild 7. Form der Schallscheibe für verschiedene Tonstrahler-Zusammenstellungen

$$E_k = \frac{P \cdot L}{\sqrt{P}}, \quad P = \left( \frac{P \cdot l}{E_k} \right)^2$$

Bekannt sind  $E_k = 2,0 \frac{Pa \cdot m}{\sqrt{VA}}$   $l = 50 m$ .

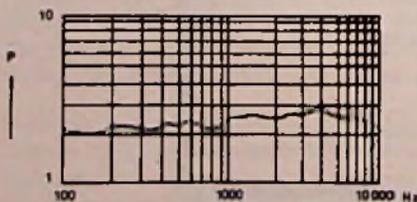
Zur Umrechnung des Schalldruckpegels in Schalldruck und umgekehrt empfiehlt sich die Benutzung des Diagrammes Bild 6. Daraus ergibt sich für einen Schalldruckpegel von 74 dB ein Schalldruck von  $p = 0,1 Pa$ . In die Formel eingesetzt, erhalten wir eine erforderliche Verstärkerleistung

$$P = \left( \frac{0,1 \cdot 50}{2,0} \right)^2 VA,$$

$P = 6,25 VA$

Die Kennempfindlichkeit eines einzelnen Lautsprechersystems unterscheidet sich selbstverständlich von der eines Tonstrahlers. Die Kennempfindlichkeit des gesamten Tonstrahlers im Vergleich zum Einzelsystem läßt sich berechnen mit

Bild 8. Frequenzkurve eines 1,5 m langen Tonstrahlers



$$E_{kg} = I \cdot E_k$$

Beispiel 2.

Die Kennempfindlichkeit der Systeme eines 3 m langen Tonstrahlers ist  $E_k = 2,0$ . Wie groß ist die Kennempfindlichkeit des Strahlers bei 0,7 kHz?

$$I = 2,4 \sqrt{f \cdot l} = 2,4 \sqrt{2,1} = 3,5,$$

$$E_{kg} = 2,0 \cdot 3,5 = 7,0 \frac{Pa \cdot m}{\sqrt{VA}}$$

Man erkennt, daß durch Verwendung von Tonstrahlern entweder die Reichweite wesentlich (um den Faktor  $I$ ) erhöht wird oder ganz erheblich an Leistung (um den Faktor  $1/I^2$ ) gespart werden kann.

Die nachfolgende Tabelle gibt den Bündelungsgrad für verschiedene Strahlungsgruppenlängen und Frequenzen an:

Gruppenlänge m	Frequenzen			
	0,5 kHz	0,7 kHz	1,0 kHz	2,5 kHz
0,75	1,47	1,74	2,01	3,29
1	1,7	2,01	2,4	3,8
1,2	1,86	2,2	2,63	4,16
1,5	2,08	2,46	2,94	4,65
2	2,4	2,84	3,4	5,37
3	2,94	3,48	4,16	6,6

Vom Standpunkt der Lautsprechertechnik aus betrachtet, fallen diese „Verstärkerfaktoren“ stark ins Gewicht. Schon bei einer Gruppe von nur 1 m Länge ist bei einer Frequenz von 1000 Hz der Verstärkungsfaktor 2,4. Die Erzeugung des gleichen Schalldruckes mit einem Einzelsystem würde etwa sechsfache Verstärkerleistung erfordern. In Bild 7 ist die Form der Schallscheibe in der vertikalen Ebene für verschiedene Tonstrahler-Zusammenstellungen dargestellt.

### Frequenzgang

Der Frequenzgang eines Tonstrahlers unterscheidet sich von dem eines im Tonstrahler enthaltenen Einzelsystems. Bei den tiefen Frequenzen erfolgt eine Anhebung des Schalldruckpegels durch einen nicht unmittelbar mit der Richtwirkung der Gruppe zusammenhängenden Effekt. Räumlich eng benachbarte Lautsprecher-Systeme haben bei konstanter zugeführter Leistung eine höhere Abstrahlung, als wenn sie weit voneinander getrennt sind. Diese echte Wirkungsgradsteigerung beruht darauf, daß die Lautsprechermembranen bei ihrer Bewegung nicht nur gegen den eigenen Schalldruck, sondern auch gegen den der Nachbarmembranen zu arbeiten hat. Die

Gegenkraft des Schallfeldes ist im Vergleich zur Massenhemmung klein, daher tritt durch ihre Vergrößerung keine merkliche Veränderung der Membrange-

Bild 9. Blick von hinten in einen geöffneten Tonstrahler Telefunken L 504 b

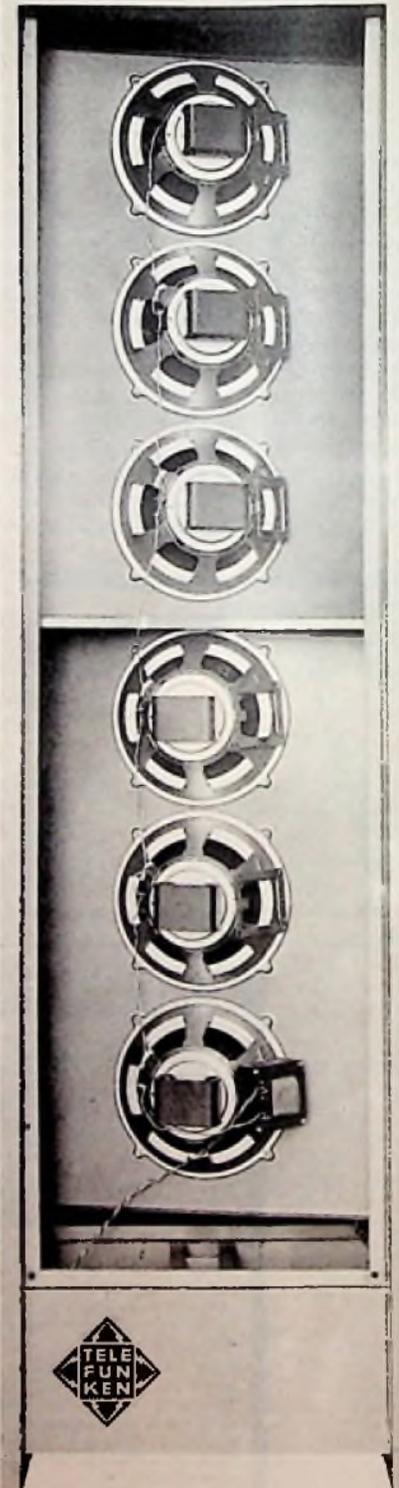




Bild 10. Freiflächenbeschallung mit Tonstrahlern

schwindigkeit ein, so daß sich die geleistete Nutzarbeit tatsächlich vervielfacht. Die Forderung enger räumlicher Nachbarschaft ist nötig, damit die verschiedenen Schalldrucke von der Einzelmembrane mit gleicher Phase eintreffen. Sie ist bei Tonstrahlern mit abnehmender Frequenz für immer mehr Systeme gleichzeitig erfüllt, so daß die Wirkungssteigerung nach unten hin zunimmt und daher eine Kompensation des Druckabfalles, der aus der Bündelungsabnahme erfolgt, möglich wird (Strahlungskopplung).

Die gemessene Frequenzkurve zeigt einen ausgeglichenen Verlauf (Bild 8). Bei den mittleren und hohen Frequenzen wird durch die Interferenzwirkung des Tonstrahlers in der Bündelungsebene

eine verbesserte Schallabstrahlung erreicht.

Oftmals ist jedoch die Höhenwiedergabe in der Streuebene nicht ausreichend. Hier kann man sich den Umstand zunutze machen, daß die Einzelsysteme bei hohen Frequenzen schon eine gewisse Richtwirkung entlang der Systemachse haben und kann diese Achsen in verschiedenen Richtungen gegen die Gruppenachse neigen. Bei kleinen Kippwinkeln zwischen den Systemen und der Gruppenachse ist diese Maßnahme ohne Einfluß auf die Bündelung der tiefen und mittleren Frequenzen, lockert aber die Konzentrierung der hohen Frequenzen auf. Ferner kann man die natürliche Ungleichheit der Einzelsysteme in Bezug auf Phase und Amplitude gerade bei hohen Fre-

quenzen nutzen, hat also darauf zu achten, daß nicht zufällig besonders gut übereinstimmende Systeme in einer Gruppe verwendet werden. Auch kann man Systeme geringfügiger Unterschiedlichkeit zusammenstellen. Die wirksamste Maßnahme jedoch ist die Verwinkelung der Lautsprechersysteme gegen die Gruppenachse (Bild 9).

Wie energisch die Auflockerungsmaßnahmen sein müssen, richtet sich vor allem nach der notwendigen Gruppenlänge und nach dem Ort der beabsichtigten Verwendung. In Innenräumen sorgt z. B. die Wandreflexion immer für eine gewisse Verwischung der Richteffekte.

(Wird fortgesetzt)

### Meldungen aus Forschung und Lehre

Investitionen für FCE. Die bundesdeutsche Elektroindustrie investierte 1976 rund 4,2 Mrd. DM für Forschung und Entwicklung. Dieser Betrag ist etwas höher als der gesamte Aufwand der Elektroindustrie für Investitionen zur Erweiterung und Rationalisierung der Produktion. Spitzenreiter war 1976 der Fachbereich Nachrichtentechnik, der je Beschäftigten nahezu 8 000 DM in Forschung und Entwicklung steckte. Im Durchschnitt der Elektroindustrie wurde je Beschäftigten etwa 4 300 DM aufgewendet. Die Auswertung nach Beschäftigten-Größenklassen ergab, daß Unternehmen bis 1 000 Beschäftigte 2,5 bis 3 Prozent, Unternehmen zwischen 1 000 und 2 000 Beschäftigten 4,5 bis 5 Prozent und Unternehmen mit mehr als 2 000 Beschäftigten durchschnittlich über 7,5 Prozent des Umsatzes für die Grundlagenforschung sowie für die Neu- und Weiterentwicklung von Produkten einsetzten.

pio

### *Ein Geschäft die Kauf 30-70 Posten*

kontrollieren, aufgliedern und sichern müssen gibt es nichts besseres, als eine MOGLER-Schreibkasse. Verlangen Sie Offerte 188 oder Tel.: 07131/53061. MOGLER-Kassenfabrik, Postfach 2680, D-7100 Heilbronn

#### Bellagenhinweis:

Der Gesamtauflage unserer heutigen Ausgabe liegt ein Prospekt der Firma Rudolf Haufe Verlag bei.

Wir empfehlen diese Bellage der Aufmerksamkeit unserer Leser.

## IMRA-Bildröhrenversand

Seit 1959 mit dem größten Programm

Systemerneuerte und fabrikneue Bildröhren Color und Schwarz-Weiß.

Direkt ab Lager lieferbar.

Fordern Sie bitte unsere neue Preisliste an

Unter Zusicherung schnellster Erledigung Ihrer Aufträge, erwarten wir gern Ihren Anruf.

### IMRA-Bildröhrenversand A. Rütten

Kehrstraße 83, 4054 Nettetal 2 (Kaldenkirchen)  
Telefon (0 21 57) 64 20

Magnetische Aufzeichnung

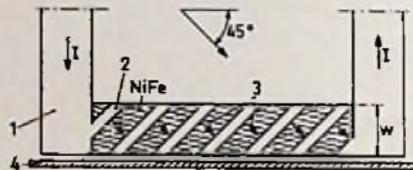
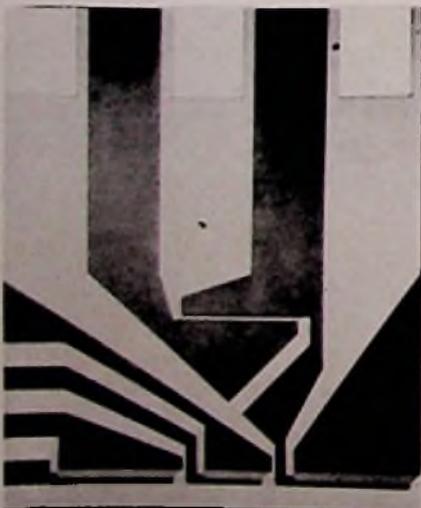
# Anwendungen des Magneto-Widerstandseffektes für Dünnschicht-Leseköpfe

Schon vor mehr als einem Jahrhundert wurde entdeckt, daß der elektrische Widerstand bestimmter Metalle durch das Anlegen eines Magnetfeldes beeinflusst werden kann, aber erst in den letzten Jahren sind Vorschläge für die praktische Anwendung dieses sogenannten Magneto-Widerstandseffektes ausgearbeitet worden.

Für die neuerliche Forschungstätigkeit auf diesem Gebiet gibt es zwei Gründe:

○ Die Entwicklung der magnetischen Aufzeichnung führte zu immer größeren Informationsdichten und erforderte magnetische Sensoren in einer Kompaktheit, die sich mit den üblichen induktiven Sensoren nicht ohne weiteres erreichen läßt.

**Bild 1.** Mikrofoto des im Philips Forschungslaboratorium erfundenen Magneto-Widerstandskopfes mit „barber poles“. Auf einem Substrat sind drei solcher ferromagnetischer Lesestreifen mit schräg verlaufenden Goldbändern nebeneinander angebracht. Der vierte „barber pole“ (etwas höher, in der Mitte des Fotos) reagiert nicht auf Schwankungen des Magnetfeldes, sondern dient zur Kompensation der vom mittleren Lesestreifen aufgenommenen Störsignale. Die hellen Streifen sind Leiter. Vor Gebrauch wird diese Konstruktion an der Unterseite bis in unmittelbare Nähe der drei Lesestreifen abgeschliffen.



**Bild 2.** Struktur des Dünnschichtmusters für einen „barber pole“ (schematisch).

- 1 Zuleitungen aus Gold;
- 2 gut leitende Bänder auf dem Nickelbleistreifen;
- 3 die Richtung des durch den „barber pole“ geschickten Stroms  $I$ ;
- 4 Querschnitt des Magnetbands, das sich senkrecht zur Zeichnungsebene bewegt. Durch die Anbringung der Bänder 2 wird die Stromrichtung um einen Winkel von  $45^\circ$  gedreht.

○ Durch die Entwicklung von Herstellungsmethoden für Mikromuster in dünnen Metallschichten lassen sich winzige Magneto-Widerstandselemente herstellen, die zum Auslesen von im Mikromaßstab variierenden Magnetfeldern verwendbar sind. Die Verfeinerung und Miniaturisierung der üblichen Magnetköpfe, die nach dem Prinzip der magnetischen Induktion arbeiten, nähert sich jedoch der Grenze, die durch Eigenschaften und Bearbeitungsmöglichkeiten der verwendeten Werkstoffe gesetzt wird. Im Philips Forschungslaboratorium gab es daher in den letzten Jahren eingehende Untersuchungen über die Verwendung dünner Schichten magneto-resistiven Materials für die Konstruktion eines Dünnschicht-Lesekopfes zum Auslesen von Informationen, die auf Magnetbändern und in Magnetblasenspeichern eingeschrieben sind. Inzwischen wurden ganz neue Konstruktionen für Magneto-Widerstandsköpfe (englisch: magneto-resistive heads, abgekürzt MRH) entwickelt. Sie erwiesen sich als sehr viel empfind-

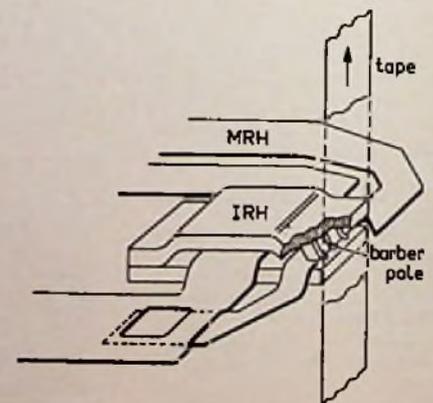
licher als die gängigen induktiven Leseköpfe, so daß sich das Verstärkerrauschen bei ihnen weniger stark bemerkbar macht.

Ein solcher Miniaturlesekopf wird – ähnlich wie ein IC – auf einem Siliziumplättchen angebracht. Die IC-Technologie gestattet es, zahlreiche Dünnschichtköpfe sehr kleiner Abmessungen auf einem Si-Substrat anzubringen. Ein solcher Mehrspur-Lesekopf kann zum Auslesen von Bändern oder Scheiben mit extrem hoher Informationsdichte verwendet werden. Das Si-Substrat bietet ferner die Möglichkeit, für das Parallelauslesen benötigte elektronische Schaltungen anzubringen, so daß man von einem integrierten Lesekopf sprechen kann.

Es gibt zwei Arten von Dünnschichtköpfen: die induktiven (englisch: inductive recording head, IRH) und die magneto-resistiven (MRH). Der Dünnschicht-IRH, im Prinzip eine kleine Spule mit nur wenigen Windungen, eignet sich gut für das Einschreiben von Information in Magnetplatten und -bänder, ist aber zum Auslesen eigentlich zu unempfindlich. Der MRH ist als Lesekopf empfindlicher, aber man kann damit nicht einschreiben.

Das Besondere an den neuen MRH-Konstruktionen ist, daß der Magneto-Widerstandseffekt im wesentlichen nicht linear ist. Die Tatsache bedeutete bisher eine Einschränkung bei Anwendungen, die eine unverzerrte Wiedergabe der aufgezeichneten Information erforderten. K. E. Kuijk, einem Mitarbeiter der Philips-Laboratorien, gelang es, diese Verzerrung auf einfache Weise zu vermeiden, indem er auf dem MRH-Streifen in schräger Anordnung eine Reihe gut leitender Bänder anbrachte, z.B. aus aufgedampftem Gold (Bild 1). Die Empfindlichkeit ändert sich durch diese Maßnahme praktisch nicht. Das Aussehen eines solchen langgestreckten Streifens mit schräg verlaufenden Bändern unterschiedlicher Farbe war die Ursache dafür, daß die neue MRH-Konstruktion den Namen „barber pole“ er-

**Bild 3.** Skizze eines kombinierten Lese- und Schreibkopfes, der einen MRH mit „barber pole“ und einen Dünnschicht-IRH enthält.



hielt – nach der im Ausland zur Kennzeichnung von Friseurläden verwendeten rotweißen Stange.

Die üblichen MRHs bestehen gewöhnlich nur aus einem Nickeleisenstreifen. Das Ausgangssignal eines derartigen Streifens ist eine quadratische Funktion der magnetischen Feldstärke. Deshalb müssen bei einem solchen MRH zusätzliche Maßnahmen getroffen werden, damit die Eingabe/Ausgabe-Kennlinie linear wird. Da der Arbeitspunkt auf dieser Kennlinie von dem Winkel abhängt, den der Meßstrom mit den magnetischen Kraftlinien bildet, kommt es darauf an, diesen Winkel richtig zu wählen. Ein bekanntes Verfahren hierfür ist der Einbau eines kleinen Permanentmagneten in den Kopf.

Die „barber-pole“-Konstruktion verwendet einen besonderen Aufbau für die Linearisierung (Bild 2): Gut leitende Goldbänder sind schräg auf einem Magneto-Widerstandstreifen aus Nickeleisen (Breite  $w$ ) angebracht, dessen Leitfähigkeit viel schlechter ist als die der Goldbänder. Dadurch fließt der zugeführte Strom  $I$  nicht mehr in Längsrichtung durch den Streifen, sondern bildet mit ihm einen Winkel von  $45^\circ$ . Infolge der Vorzugsrichtung der Vormagnetisierung ist der Nickeleisenstreifen in Längsrichtung magnetisiert, so daß der Strom im „barber pole“ nun ebenfalls einen Winkel von  $45^\circ$  mit dem auszulesenden Magnetfeld bildet. Es hat sich gezeigt, daß man dadurch eine gute Linearisierung der Kennlinien sowie maximale Empfindlichkeit erzielt.

Der „barber pole“ läßt sich konstruktiv leicht mit einem induktiven Schreibkopf kombinieren, sofern dieser ebenfalls in Dünnschichttechnik ausgeführt wird. Bild 3 ist eine Skizze, Bild 4 das Mikrofoto einer solchen Integration: Zur Ausführung dieser Konstruktionen wurden besondere Techniken entworfen, die Dünnschichtmuster mit abgeschrägten Kanten ergeben. Dies ist wichtig, wenn verschiedene Muster übereinander ange-

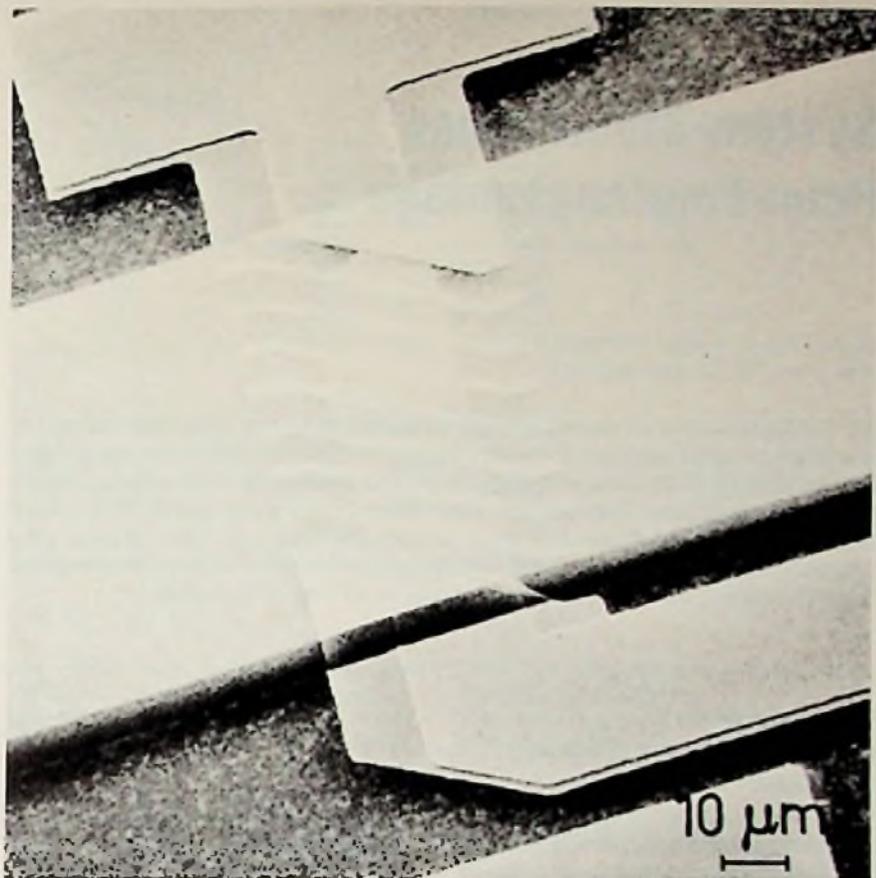


Bild 4. Mit dem Elektronenmikroskop angefertigte Aufnahme eines kombinierten Lese- und Schreibkopfes mit „barber pole“

bracht werden müssen, da sich die Wahrscheinlichkeit von Unterbrechungen in den obersten Schichten dadurch stark verringert. Bei dem kombinierten Kopf befindet sich der „barber pole“ im Spalt des magnetischen Jochs des induktiven Kopfes. Eine solche Kombination bietet gegenüber einem induk-

tiven Schreibkopf, der auch als Lesekopf verwendet wird, den Vorteil, daß sich beim Auslesen eine viel größere Empfindlichkeit erzielen läßt, auch bei höheren Frequenzen. Diese Mitteilung bezieht sich auf Laborexperimente, die nicht zwangsläufig eine industrielle Auswertung bedingen. □

Fragen Sie Ihren Fachhändler nach TONACORD-Tonnadeln!

## Schwierigkeiten

mit japanischen, amerikanischen, englischen Tonnadeln?  
mit Plattenspieler-systemen?

Auch die Sondertypen liefern wir preisgünstig neben dem gängigen Programm! Schreiben Sie mit oder ohne Muster an:

**TONACORD**  
233 Eckernförde · Postfach 1444  
Tel. 04351/41122

für Kfz. Maschinen, Werbung

### PVC-Klebeschilder

FIRMEN-BAU- u. Magnet-Schilder

**BICHLMEIER 82 Ro-Kastenau**  
Erlenweg 17 · Tel. 08031/31315-71925

**KINDER ZUGABEARTIKEL**

AUS PLASTIK

**500 TEILE NUR DM 67,50**

FORNEN SIE UNSEREN PROJEKT FÜR PRÄMIERTE WERBEGESCHENKE

**RANCKA-WERBUNG**  
2 Hamburg 66, Postfach 541043  
Telefon: 040 / 56028 01

### Elektronische Orgeln zum Selbstbau

Dr. Böhm-Orgeln sind unübertroffen vielseitig.

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

Bauen Sie sich für wenig Geld Ihre Superorgel selbst!  
Schon Zehntausende vor Ihnen, meist technische Laien, haben gebaut und sind begeistert!

**Dr. Böhm**  
Elektronische Orgeln und Bausätze, Postf. 2109/14/6/7  
4950 Minden, T. 0571/52031

Gratis-Katalog anfordern!

Satellitengetragener Fernseh-Rundfunk

# System-Studie einer Heim-Empfangsanlage

Dipl.-Phys. J. Vogel, Hamburg  
Dipl.-Phys. E. Suchel, Hamburg

Bei der Diskussion über die technischen Möglichkeiten eines zukünftigen satellitengetragenen Fernsehens wurde in den vergangenen Jahren nicht immer deutlich genug zwischen realitätsbezogenen Planungen und spektakulären Phantasie-Vorstellungen unterschieden. Deshalb soll dieser Beitrag anhand der gegenwärtig bereits festgelegten System-Parameter einen kurzen Überblick über das Konzept einer rauscharmen 12-GHz-Heim-Empfangsanlage geben, deren Aufbau allerdings als Ingenieurmodell mit dem Stand der Technik von 1975/76 zu werten ist.

## Grundkonzept für eine Fernsehversorgung über Satelliten

Schon seit Jahren gibt es im Rahmen des Fernsehprogramms gelegentlich ein indirektes Satelliten-Fernsehen als interkontinentale Übertragung mit Nachrichten-Satelliten. Hierfür sind beim Fernseh-Teilnehmer keine zusätzlichen Installationen erforderlich, denn alle Frequenzumsetzungen, Norm- und Modulationswandlungen werden von den öffentlich-rechtlichen Institutionen und Körperschaften übernommen, und die Kosten sind durch die Fernsehgebühren abgegolten.

Im Gegensatz hierzu benötigt das vom Teilnehmer direkt empfangbare Satelliten-Fernsehen auf der Sendeseite besondere Hochleistungs-Satelliten. Auf der Empfangsseite kommen mehrere gleichberechtigte Versorgungskonzepte (Bild 1) in Betracht:

○ In Gebieten mit geringer Bevölkerungsdichte oder bei topographisch schwierigen Verhältnissen wird der „Individual“-Empfang überwiegen: Über eine 12-GHz-Empfangsantenne mit einem Konverter werden die Programme dem herkömmlichen Fernseh-Empfänger zugeführt. Die beim Fern-

Dipl.-Phys. J. Vogel leitet das Applikationslabor im Produktbereich „Professionelle Röhren und Bauteile“ der Valvo Röhren- und Halbleiterwerke der Philips GmbH, Hamburg.

Dipl.-Ing. E. Suchel ist Mitarbeiter im Artikelbereich „Professionelle Röhren und Bauteile“ der Valvo Unternehmensbereich Bauelemente der Philips GmbH, Hamburg.

seh-Teilnehmer hierfür erforderlichen Zusatzgeräte werden zu einer Heim-Empfangsanlage zusammengefaßt (Bild 2).

○ In Ballungsgebieten werden die Signale von einer Kopfstation empfangen und in vorhandene Gemeinschaftsantennen-Anlagen oder Kabel-Verteilungssysteme eingespeist.

○ In gebirgigen Gebieten werden die Signale von Kopf-Stationen aufgenommen,

umgesetzt und über Kleinsender wieder abgestrahlt.

In der Bundesrepublik Deutschland werden die Konzepte „Individual-Empfang“ und Empfang über Kopfstationen nebeneinander bestehen. Eine Vollversorgung mit neuen Programmen allein über Kabelfernseh-Anlagen ist nach dem heutigen Wissensstand aus Kostengründen nicht diskutabel.

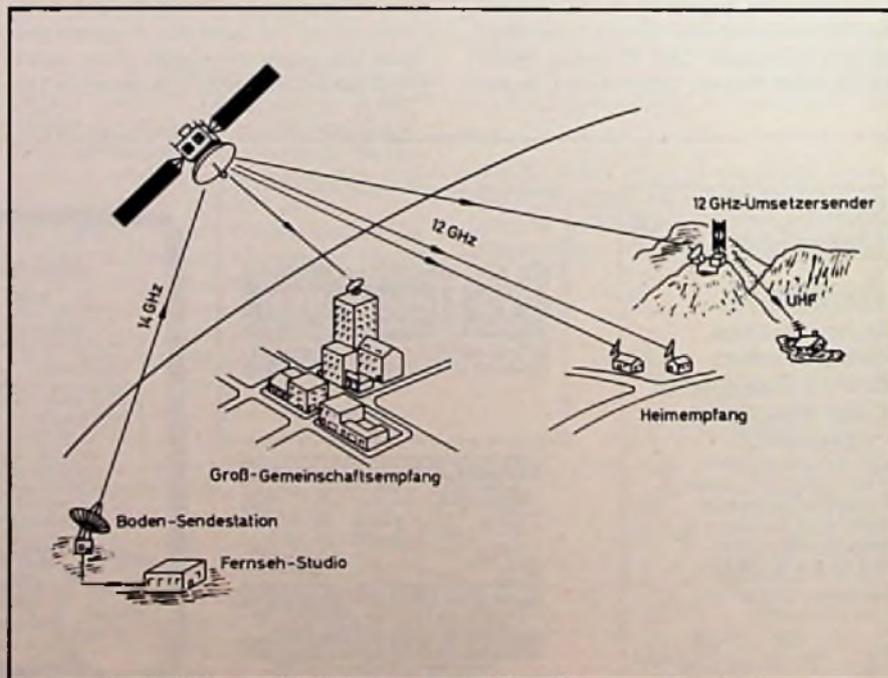
## Mit terrestrischen 12-GHz-Sendern gelingt keine Fernseh-Vollversorgung

In einer umfangreichen Studie hat das Forschungs-Institut der Deutschen Bundespost beim FTZ die Ausbreitungsverhältnisse von Zentimeter-Wellen untersucht. Hierzu war in Berlin ein 12-GHz-Versuchsnetz mit vier terrestrischen Senderstationen und 120 Meßempfängern aufgebaut worden. Im Rahmen von Vorplanungen für zukünftige Sendernetze sollten in Ballungsgebieten die örtlichen Feldstärkeverteilungen bei einer 12-GHz-Rundstrahlung untersucht und die Möglichkeiten einer Vollversorgung geprüft werden.

Die langjährigen Arbeiten und deren Auswertung<sup>1)</sup> wurden 1976 abgeschlossen. Die Untersuchungen ergaben, daß bereits unterhalb von 30 m Empfangshöhe der Beu-

<sup>1)</sup> Sakowski, K.: Ausbreitungsdaten für neue Rundfunkversorgung im 12-GHz-Bereich, FTZ-Bericht.

Bild 1. Versorgungskonzepte für satellitengetragenen 12-GHz-Fernseh-Rundfunk



gungseinfluß der benachbarten Bebauung zunehmend stark in Erscheinung tritt. Das bedeutet:

○ Auch bei besten Voraussetzungen wird eine hochprozentige Versorgung (> 50%) mit terrestrischen 12-GHz-Sendern nur in seltenen Fällen möglich sein.

○ eine Vollversorgung (> 90%) wird wahrscheinlich nur in Verbindung mit empfangsseitigen Drahtverteilanlagen realisierbar sein.

Ein terrestrisches 12-GHz-Sendernetz zur Versorgung von Fernseh-Empfängern kann demnach in Ballungsräumen nicht in Betracht kommen.

### Die Entscheidungen der Internationalen Fernmelde-Union

Die World Administration Radio Conference (WARC) der Internationalen Fernmelde-Union (ITU) hat im Februar 1977 in Genf das Kunststück fertiggebracht, die Frequenz-, Positions- und Ausleuchtpläne für das Satelliten-Fernsehen auszuhandeln. Die Anforderungen von 112 antragstellenden Ländern wurden berücksichtigt und koordiniert; jedes Land erhielt – zumeist 5 – Fernsehkanäle zugewiesen. Auch die Orbitpositionen der Satelliten, die Ausleuchtgebiete sowie technische Einzelheiten über Kanal-Breiten und -Abstände, über das Modulationsverfahren (FM) und über die räumliche Stabilität der Orbitpositionen wurden festgelegt.

Aus dem gesamten Band VI von 800 MHz Breite erhielt Europa 40 Kanäle. Der Bundesrepublik wurden die Kanäle 2, 6, 10, 14 und 18 zugeteilt. Sie liegen nicht innerhalb einer 400 MHz breiten Bandhälfte, so daß diese Rasterung günstig für die Dimensionierung der Empfangsanlagen ist; außer-

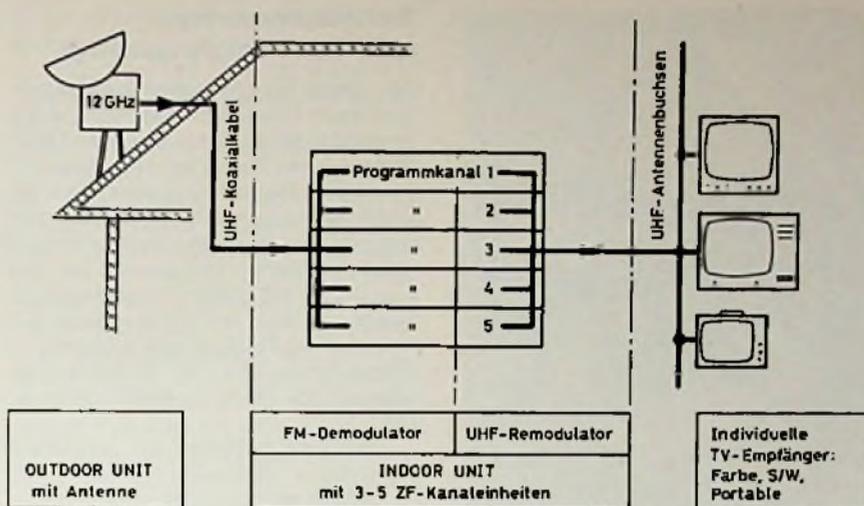


Bild 2. Schema einer 12-GHz-Heim-Empfangsanlage

dem können in Grenzgebieten zusätzliche Kanäle aus Nachbarländern empfangen werden.

Die von Satelliten versorgten Gebiete lassen sich nicht als Bereiche mit scharf definierten Grenzen festlegen: Die von der Antennenkeule des Bordsenders ausgeleuchtete Fläche hat meist Ellipsenform und kann nicht den komplizierten Grenzverläufen in Europa folgen; Überstrahlungen („spill-over“) in benachbarte Länder sind daher unvermeidlich. Noch im März 1974 standen sich in der Sitzung der „UN Working Group on Direct Broadcasting Satellites“ in Genf die Meinungen von Ost und West zu den Problemen der Überstrahlung scheinbar unüberbrückbar gegenüber. Der Genfer Konferenz im

Jahre 1977 dagegen ist es gelungen, diese Probleme zu entschärfen.

Der Genfer Plan (Final Act) tritt am 1.1.1979 in Kraft und gilt für 15 Jahre.

### Forderungen an eine Heim-Empfangsanlage

Die Zahl der Heim-Empfangsanlagen wird trotz der zahlreichen Ballungsgebiete bei weitem größer sein als die Zahl der Kopf-Stationen. Deshalb ist es volkswirtschaftlich sinnvoll, auf der Satellitenseite einen höheren Aufwand zugunsten eines wenig aufwendigen Empfängerkonzeptes zu treiben. Die Sendeleistung des bordgetragenen Fernsehenders muß daher so hoch sein,

## Die Anzeigenabteilung informiert:

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

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

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

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

**Tel. München**  
**089/**  
**18 60 51**

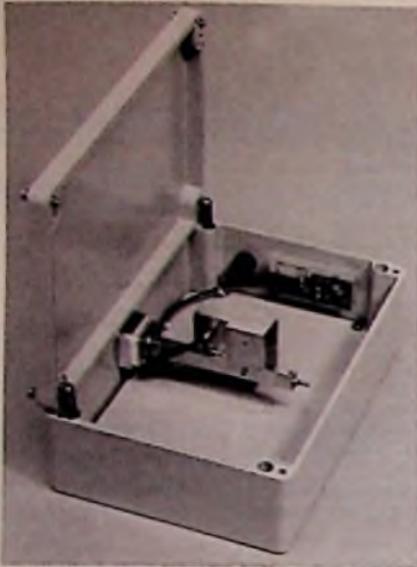


Bild 3. Die gesamte „Outdoor Unit“ im geöffneten Zustand

daß auf der Erde jedermann mit verhältnismäßig geringem Aufwand für seine Empfangsanlage am Empfang teilnehmen kann. Von der Senderöhre im Satelliten einige hundert Watt je Kanal zu fordern, ist nach dem heutigen Stand der Technik keine unlösbare Aufgabe.

Bei dem Entwurf von 12-GHz-Empfangsanlagen unter der gegebenen Systembetrachtung sind grundsätzlich Forderungen zu berücksichtigen.

Empfangseinrichtungen für neue 12-GHz-Programme müssen mit den vorhandenen Fernseh-Empfängern kompatibel sein. Die Aufgabe wird mit Empfangs-Konvertern gelöst, die das 12-GHz-Signal in die UHF-Fernsehgebiete Band V transponieren, so daß es mit den vorhandenen Geräten empfangen werden kann. Eingriffe in die Empfänger sind nicht erforderlich. Erst in der zweiten oder dritten Generation werden andere technische Gesamt-Konzepte sinnvoll erscheinen.

Für den Fernsehteilnehmer ist ein niedriger Preis für den Empfangskonverter wichtig. Das elektronische Konzept, die Aufbautechnik und die Fertigungstechnologie sind daher so zu wählen, daß die kostensenkenden Möglichkeiten der Massenfertigung voll genutzt werden können.

Für einen wesentlichen Teil des Konverters wird hierzu die konventionelle „MHz“-Technik benutzt, die mit den VHF- und UHF-Bereichen einen hohen Reifegrad erreicht hat. Für den im Höchstfrequenzbereich arbeitenden Teil des Konverters müssen Aufbautechniken angewendet werden, die erst in den letzten Jahren entwickelt worden sind.

### Technischer Aufbau einer Heim-Empfangsanlage

Das übliche Modulationsverfahren für konventionelle Fernsehübertragungen ist die Amplituden-Modulation (AM). Für ein satellitengelegenes Fernsehen muß Frequenzmodulation (FM) benutzt werden, denn nur so können bessere S/N-Werte erzielt werden, und die erforderliche Sendeleistung ist wesentlich kleiner: man benötigt nur etwa  $1/50$  der bei AM nötigen Primärleistung. Allerdings ist dafür ein etwas größerer Aufwand auf der Empfangsseite notwendig. Hieraus ergibt sich für die Heim-Empfangsanlage<sup>2)</sup> eine Reihe von Funktionselementen:

- Gerichtete Aufnahme des einfallenden Fernsehkanal-Signals (F1),
- Unterdrückung unerwünschter Störfrequenzen in beiden Richtungen (F2),
- Umsetzung des Signals auf eine erste Zwischenfrequenz (F3/F4),
- Vor-Verstärkung des umgesetzten Signals in der ersten Zwischenfrequenzlage (F5).

#### „Outdoor Unit“

Die Funktionselemente F1 – F5 werden zu einer auf dem Dach montierten Baueinheit „Outdoor Unit“ (Bild 3) zusammengefaßt. Sie setzt das von der Antenne aufgefangene Signal in der Mischereingangsstufe auf eine niedrige Zwischenfrequenz um und führt es über ein HF-Kabel weiter an die Kanaleinheit („Indoor-Unit“), die innerhalb des Gebäudes aufgestellt wird.

**Antenne (F1).** Die Antennen-Abmessungen gehen wesentlich in die Gütezahl und damit in die Empfindlichkeit des Gesamtsystems ein. Als Kompromiß zwischen Aufwand und

Leistungsfähigkeit wird für die Antenne eine Parabolstruktur mit 90 cm Durchmesser verwendet. Mit modernen Produktionstechniken sind solche Antennen kostengünstig herzustellen. Die „Outdoor Unit“ ist breitbandig für z.B. 15 Kanäle ausgelegt. Die folgende Mischer-Eingangsstufe (Bild 4) enthält die Funktionen F2 – F5.

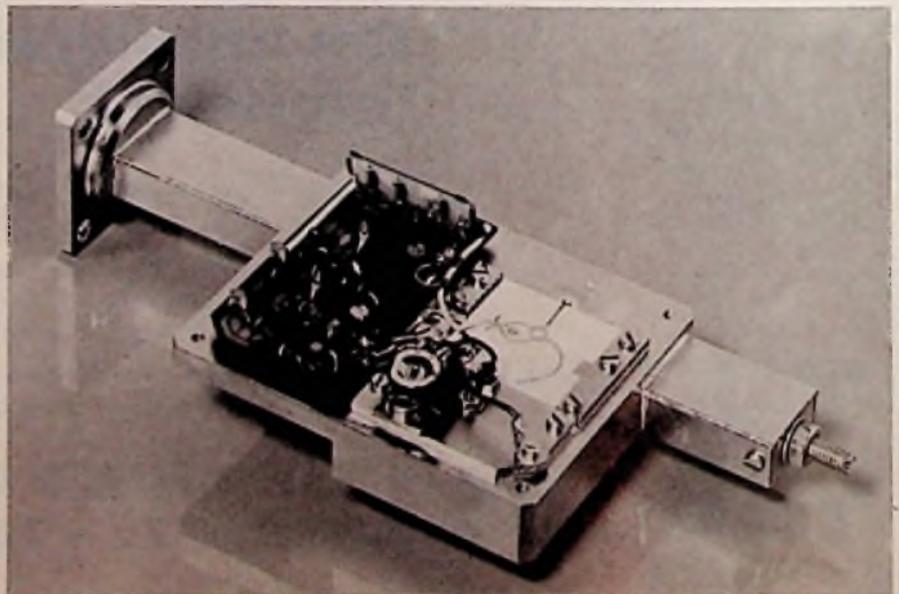
**EingangsfILTER (F2).** Für diese kritische Funktion wurde ein breitbandiges Spezialfilter mit Hochpaßcharakter entwickelt, das wegen seines einfachen Aufbaus besonders preiswert herzustellen ist.

**Mischstufe (F3).** Für das Gesamtsystem soll die Systemrauschzahl kleiner als 6 dB sein; das liegt in der Nähe der besten mit Mixern erreichbaren Werte. Verwirklicht wurde der Mischer als planare Mikrostreifenleitungs-Struktur in MIC-Technologie.

**Misch-Oszillator (F4).** Es wurde ein freilaufender kompensierter Gunn-Oszillator entwickelt. Weder die „Geradeaustechnik“ mit mehrstufigen Verstärkern, Vervielfachern und Filtern, noch die teure Technik der Phasenfangschaltungen brauchte angewendet zu werden.

**Erste Zwischenfrequenz-Verstärkung (F5).** Die beim Mischvorgang entstehenden Umsetzungsverluste müssen durch eine nachfolgende Verstärkung ausgeglichen werden. Der ZF-Verstärker sollte wegen der kritischen rausch-optimalen Ankopplung so nahe wie möglich an den Mischer-Ausgang angeschlossen werden. Seine Verstärkung wird so gewählt, daß die HF-Kabeldämpfung bis zur „Indoor-Unit“ ausgeglichen wird (bis zu 100 m Kabellänge sind zulässig). Da die Versorgungsspannung für die Mischer-Eingangsstufe über das HF-Koaxialkabel zugeführt wird, enthält die Einheit eine Weiche, in

Bild 4. Geöffnete Mischereingangsstufe



<sup>2)</sup> Vogel, J.K.: Abschlußbericht vom 24.6.77 über das Projekt FRS-HEA, Valvo.



Bild 5. Dieses 19"-Gehäuse enthält die gesamte „Indoor Unit“

der Versorgungsspannung und HF-Spannung getrennt werden.

Die 1. ZF darf sich nicht mit anderen Frequenzbändern der Fernseh- und Rundfunkdienste überlappen. Deshalb kommen für ihren Wert nur zwei Bereiche in Betracht: zwischen Band III und IV (niedrige ZF) oder oberhalb von Band V (hohe ZF). Aus der Diskussion der Vor- und Nachteile ergibt sich, daß für die weitere Entwicklung eine hohe ZF zu bevorzugen ist. (rd. 1 GHz). Die derzeit realisierte Konzeption arbeitet aber aus Gründen einer guten System-Rauschzahl mit einer 1. ZF um 400 MHz.

Die Mischer-Eingangsstufe ist in einem Aluminium-Gußgehäuse untergebracht und wird über einen Hohlleiteranschluß mit der Parabol-Antenne verbunden.

#### „Indoor Unit“

Der zweite Hauptteil der Empfangsanlage umfaßt die weitere Signalaufbereitung bis zur Belegung der Kanäle im UHF-Band V und der Zuleitung zur Antennenbuchse der vorhandenen Fernseh-Empfänger; er wird „Indoor Unit“ genannt (Bild 5) und besorgt im wesentlichen die Modulations-Umwandlung von FM auf AM. Für jeden 12-GHz-Programmkanal ist eine eigene ZF-Kanaleinheit erforderlich.

Am Ausgang des ersten ZF-Verstärkers werden die FM-Signale auf eine zweite, niedrigere Zwischenfrequenz umgesetzt. Dieses Konzept ist für die Gesamtfunktion der Kanaleinheit zwar nicht zwingend, bietet aber wesentliche Vorteile gegenüber der Einfachumsetzung; vor allem ist dadurch ein modularer Aufbau mit identischen Kanaleinheiten möglich, die kostengünstig gefertigt werden können. Legt man die für alle Kanäle gleiche niedrigere Zwischenfrequenz auf 120 MHz, so lassen sich für Teilfunktionen handelsübliche ICs verwenden.

Die Modulationswandlung je Kanal erfolgt in zwei Phasen: In dem FM-Demodulator werden Video-Signal und Ton-NF-Signal gewonnen; in dem anschließenden UHF-Remodulator wird mit Amplituden-Modulation ein UHF-Kanal belegt. Jede einzelne ZF-Kanaleinheit muß die folgenden Funktionen erbringen:

○ Frequenzumsetzung auf die 2. ZF von 120 MHz (F7),

○ Verstärkung/Begrenzung, Video-Diskriminator (F8),

○ Video-Filter und Ton-Diskriminator zum Auskoppeln von Video-Signal und FM-Ton-signal (F9),

○ Automatische Frequenznachstimmung AFC (F10).

Die Funktionsblöcke F7 bis F10 aus den Kanaleinheiten werden in einem „FM-Demodulator“ genannten Einschub zusammengefaßt. Die am Ausgang des FM-Demodulators zur Verfügung stehenden Video- und Ton-NF-Signale können von handelsüblichen Fernseh-Empfängern nicht direkt verarbeitet werden, da sie keinen Video-Eingang haben. Deshalb werden die Signale in weiteren Funktionsstufen F11 bis F13 auf das UHF-Fernsehband V aufmoduliert und danach auf eine gemeinsame Leitung geführt, z.B. eine Hausinstallation, an die einige Fernseh-Empfänger unmittelbar angeschlossen werden können. Die Kanäle werden dann in der üblichen Weise durch den Tuner des Empfängers eingestellt. FM-Modulation und UHF-Remodulation erfolgen gemäß CCIR-Empfehlungen bzw. -Standards.

FM-Demodulator und UHF-Remodulator-Einheit (Bild 5) werden mit ihrem gemeinsamen Netzteil in einem Gehäuse untergebracht und innerhalb des Gebäudes („Indoor Unit“) aufgestellt. □

### Terminkalender für Fachveranstaltungen

04.04.—06.04.78

**Brighton**

Europäische Konferenz über optische Systeme

17.04.—19.04.78

**München**

NTG-Fachtagung: Neue Entwicklungen in der Nachrichtenübertragung

21.05.—25.5.78

**Birmingham**

Sight and Sound 78

23.05.—25.05.78

**Boston**

IEEE-Intercon-International

18.09.—20.09.78

**Berlin**

NTG-Fachtagung in Zusammenarbeit mit IEEE: Informations- und Systemtheorie in der digitalen Nachrichtentechnik

18.09.—21.09.78

**Amsterdam**

ESSCIRC '78 — 4th European Solid State Circuits Conference

02.10.—05.10.78

**Hannover**

VDE-Kongreß '78

60. VDE-Hauptversammlung

#### Hi-Fi-Tonaufzeichnung

## Qualitätssprung durch Pulscode-Modulation

Die mit herkömmlichen Hi-Fi-Tonbandgeräten erzielbare Aufzeichnungsqualität ist kaum noch zu verbessern, weil der damit verbundene technische Aufwand nahezu exponentiell steigt: Die Kosten wären unverträglich hoch.

Dennoch läßt sich die Qualität der magnetischen Tonaufzeichnungen erheblich steigern. Die japanische Sony Corporation hat dazu ein Verfahren mit Pulscode-Modulation (PCM) entwickelt, bei dem das analoge Audio-Signal digitalisiert und dann auf einem Betamax-Video-Recorder aufgezeichnet wird. Beim Abspielen werden die Digital-Informationen wieder in das analoge Audio-Signal zurückverwandelt. Die gesamte für dieses Verfahren erforderliche Schaltung der PCM-Codier/Decodier-Einheit ist in einem kompakten Gerät untergebracht.

Bei Tonaufzeichnungen mit Pulscode-Modulation gibt es gegenüber herkömmlichen Tonaufzeichnungen weder Gleichlauf- noch Pegelschwankungen; außerdem sind Frequenzgang, Klirrgrad und Dynamik unabhängig von Magnetband und Tonkopf. Besonders die Dynamik verdient Beachtung: Mit PCM werden Werte von 85 dB (Aufnahme) und 95 dB (Wiedergabe) erreicht.

Das PCM-Verfahren unterteilt die analoge Signalkurve in eine zeitliche Folge von Amplitudenwerten, die in Binärfolge aufgezeichnet werden. Das Einteilen des Signals in Zeitabschnitte nennt man „Sampling“, das Unterteilen der Amplitude in Amplitudenwertstufen „Quantisieren“. Sowohl die Stufen der Amplitudenwerte wie auch die Zeitabschnitte für das Abtasten müssen hinreichend fein sein, damit keine wichtige Information des Audio-Signals verlorengeht. Aus der Systemtheorie der Nachrichtentechnik folgt, daß mit etwa 44000 Abtastungen je Sekunde der gesamte Tonumfang hinreichend gut erfaßt wird: Die Kurvenform des Audio-Signals läßt sich damit genügend genau abtasten.

Wie viele Stellen der Binärcode haben muß, um eine hinreichend feine Unterteilung der Amplitude in digitale Werte darstellen zu können, zeigt folgende Betrachtung: Ein Unterschied zwischen dem größten und dem kleinsten Spannungsamplitudenwert um



Die PCM-Einheit im Vordergrund ermöglicht zusammen mit einem Betamax-Video-Recorder Tonaufnahmen in professioneller Qualität

den Faktor 10 würde nach der Definition des Dezibels einem Wert von 20 dB entsprechen: Die Dynamik betrüge in diesem Falle 20 dB. Einer Dynamik von 60 dB entspricht der Faktor  $10^3$  beim Verhältnis des größten

Amplitudenwertes zum kleinsten. Um eine Dynamik von mindestens 60 dB erreichen zu können, müßte die Spannungsamplitude demnach in mindestens 1000 Stufen unterteilt werden. Für die binäre Darstellung so

vieler Werte ist ein 10stelliger Binärcode (10-bit-Code) erforderlich; mit ihm lassen sich Zahlenwerte von 0 bis 1024 darstellen. Das Sony-System benutzt einen 32-bit-Code; je 12 bit für die Amplitudenwerte jedes der beiden Stereo-Kanäle und 8 bit für eine Drop-out-Kompensation. Demnach werden bei jeder der von Sony gewählten 44100 Abtastungen je Sekunde 32 bit aufgezeichnet. Das Magnetband muß also  $44100 \times 32$  bit/s speichern können; das entspricht einem Frequenzumfang von 1,411 MHz. Für ein herkömmliches Tonbandgerät ist das unmöglich, doch mit einem Video-Recorder läßt sich ein solcher PCM-Code leicht aufzeichnen, angeboten werden. Aus diesem Grund wird in der PCM-Einheit ein normales Video-Signal erzeugt; anstelle des nicht vorhandenen Bildinhaltes wird dann die PCM-Codierung zwischen die Horizontal-Synchronimpulse eingefügt.

Bei der Wiedergabe mit PCM ist während der Dauer der Synchronimpulse kein Ton-Signal vorhanden. Dieser Effekt würde sich im Klang ähnlich wie Gleichaufschwankungen bei einem normalen Tonbandgerät bemerkbar machen. Um das zu verhindern, wird das vom Band abgenommene PCM-Video-Signal zunächst in einen Speicher geleitet, der die während der Synchronphase ausgefallenen Signalteile ergänzt. Erst danach erfolgt die Digital/Analog-Wandlung, und über ein Tiefpaßfilter wird aus den einzelnen Amplitudenwerten wieder das ursprüngliche Audio-Signal zurückgewonnen.

F. Mantz

**Verlag und Herausgeber**

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

**Verlagsanschriften:**

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

**Gesellschafter:**

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

**Verlagsleitung:**

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

**Koordination:**

Fritz Winzinger

**Verlagskonten:**

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

**Druck**

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

**FUNK  
TECHNIK**

Fachzeitschrift für  
die gesamte Unterhaltungselektronik

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

**Redaktion**

Chefredakteur:  
Dipl.-Ing. Wolfgang Sandweg

**Redakteure:**

Curt Rint, Margot Sandweg

**Redaktion Funk-Technik**

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

**Außenredaktion Funk-Technik**

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

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

**Anzeigen**

Anzeigenleiter:  
Walter Sauerbrey

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

Paketanschrift:  
Lazarettstraße 4  
8000 München 19

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



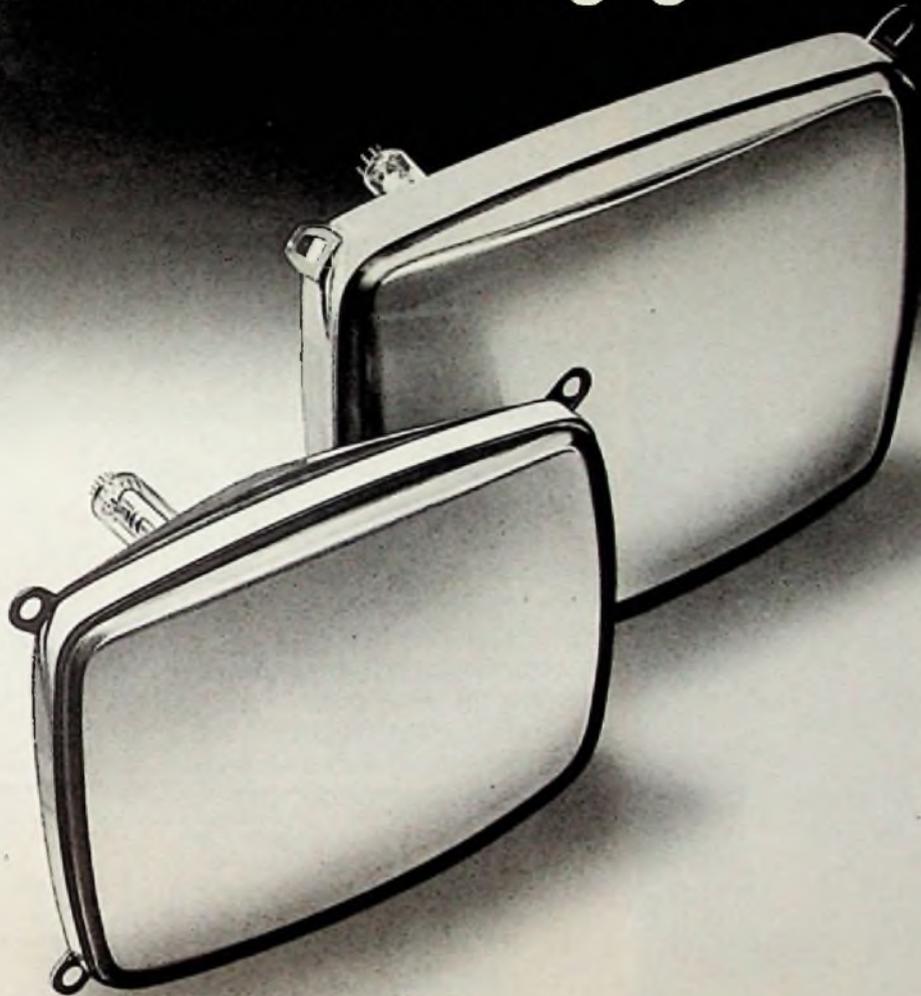
**Vertrieb**

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

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

Neu  
M 31 - 150  
M 38 - 121

## TELEFUNKEN Monitorröhren für alle Anwendungsgebiete



*Datensichtgerät  
im praktischen Einsatz*

Für jeden Arbeitsbereich in Industrie, Datenverarbeitung und Elektromedizin bieten wir ein umfangreiches Programm an Monitorröhren. Sicherlich auch die passende Röhre für Ihren speziellen Anwendungsfall.

Die M 31 - 150 und M 38 - 121 haben einen Ablenkwinkel von  $110^\circ$ , wurden also speziell für kompakte Bildschirm-Arbeitsplätze konzipiert.

Das in diesen Röhren eingesetzte Strahlerzeugersystem bietet nicht nur hohe Auflösung bei besonders guter Helligkeit des Leuchtschirmes, sondern auch eine gleichmäßige Schärfe über den gesamten Ablesbereich.

Diese Eigenschaften unserer Röhren sichern - bei sachgemäßer Anwendung - ein ermüdungsfreies Arbeiten über längere Zeiträume.

Sie können unter verschiedenen Schirmfarben wählen und wenn Sie eine mattierte Grauglasscheibe wünschen, steht Ihnen auch diese Sonderanfertigung zur Verfügung.

Betriebswerte  
Heizung: 6,3 V / 300 mA  
Beschleunigungsspannung:  
U<sub>ACC 1</sub> 600 V  
U<sub>ACC 2</sub> 16 kV

Datenblätter für Röhren und entsprechende Ablenkmittel sendet Ihnen gern

AEG-TELEFUNKEN  
Serienprodukte  
Röhren und Baugruppen  
Söflinger Straße 100  
7900 Ulm (Donau)  
Telefon: (07 31) 191 658  
Telex: 71 26 01



Technische  
Elektronenstrahlröhren von  
AEG-TELEFUNKEN

# Unentbehrliche Labor-Hilfen in HIRSCHMANN Qualität.

Es sind die kleinen, durchdachten Hilfsmittel, die darüber entscheiden, ob die Arbeit im Elektro/Elektronik-Labor zügig abläuft.

Da ist z. B. eine Miniatur-Klemmprüfspitze, die sich besonders gut an dünne, engstehende Anschlüsse elektronischer Bauelemente anklammern läßt – mit einem vergoldeten Haken, der für sicheren Kontakt sorgt.

Da ist der Schnellspanstecker, der das Anschließen von Drähten einfach macht. Drückt man auf das Isolierteil, wird die Querbohrung frei und der Draht kann eingeführt werden – läßt man es los, klemmt er fest.

Da gibt es Miniatur-Abgreifklemmen und Feinstabgreifklemmen. Die HIRSCHMANN Klemmprüfspitzen sind unter der Bezeichnung »Kleps« weltweit zum Begriff geworden.

HIRSCHMANN Labor- und Werkstatt-Hilfen verbinden die Qualität der Idee mit der des Produkts.

**Unsere  
Alternative  
heißt  
Qualität**



**Hirschmann**

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

**Coupon** für Prospekt  
»Laborhilfen«

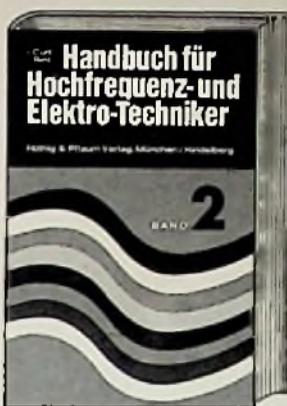
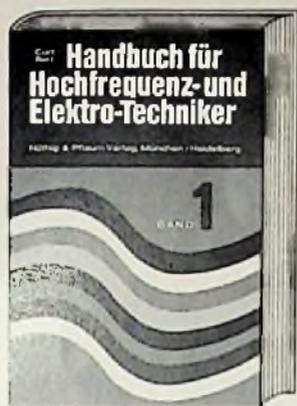


IV.78.43. 1

Beratung auf unserem Stand 2331/2430, Halle 12, Hannover-Messe

# Subskriptionsangebot bis 31.10.1978

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



Curt Rint (Hrsg.)

## Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

Das universelle Nachschlagewerk für Studium und Praxis in völlig neuer Konzeption

### Band 1

1978. 12., völlig neu überarbeitete Auflage.

752 Seiten mit 464 Bildern und Tabellen  
Kunststoffeinband DM 54,80

ISBN 3-8101-0042-0

Tabellen, Mathematik, Grundlagen der Elektrotechnik/Elektronik, Werkstoffe und Passive Bauelemente sind die fünf Hauptabschnitte des neugestalteten ersten Bandes. Bei der Bearbeitung wurde wieder besonderer Wert darauf gelegt, daß die wesentlichen Begriffe und Beziehungen übersichtlich und systematisch herausgestellt, versehen mit technischen Daten, Tabellen, Diagrammen und Zeichnungen dargestellt werden, damit das Gelesene sofort in der Praxis und im Studium angewendet werden kann. Der Schwerpunkt liegt stets auf der genauen Formulierung der behandelten Begriffe, der wichtigen Naturgesetze und der exakten Erläuterung der Bauelemente.

### Bereits erschienen

### Band 2

1978. 12., völlig neu überarbeitete Auflage.

Ca. 750 Seiten.  
Kunststoffeinband ca. DM 60,—  
ISBN 3-8101-0043-9

Der zweite Band, für den die gleichen Prinzipien wie für den ersten Band gelten, gliedert sich in vier Hauptgruppen, und zwar Tabellen, Mathematik, Grundlagen und HF-Meßtechnik. Die mathematischen Grundlagen werden für die immer komplexer werdenden Techniken, wie z. B. Fernsehen (Farbfernsehen), Satellitenfunk, Halbleiterphysik – um nur einige Gebiete aufzuzählen – immer wichtiger. Gediogene Kenntnisse der Höheren Mathematik sind daher notwendig. Auch der wesentliche Informations- und Wissensstoff der Grundlagen erweitert sich stets. Auf

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

Erscheint voraussichtlich im April 78

### Band 3

1978. 12., völlig neu überarbeitete Auflage.

Ca. 750 Seiten.  
Kunststoffeinband ca. DM 60,—  
ISBN 3-8101-0044-7

Dieser Band ist den Halbleiter-Bauelementen und Bausteinen sowie den Vakuum-Bauelementen gewidmet. Sehr ausführlich werden die Halbleiter-Optoelektronik und der Quarz in der HF-Technik behandelt. Ein sehr umfangreicher Abschnitt behandelt das Fernsehen (Farbfernsehen) von den physikalischen Grundlagen, der Normung, den Aufnahme- und Wiedergabegeräten bis hin zur Studioteknik.

Erscheint voraussichtlich im Nov. 78

Vom Subskriptionsangebot ausgeschlossen sind:

### Band 5

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

### Band 7

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

### Band 8

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

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

## Bestellcoupon

Curt Rint (Hrsg.)

Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

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

\_\_\_\_\_ Bände 1–3 zum Subskriptionspreis  
von DM 135,—

Von den lieferbaren Titeln der  
Handbuchreihe

\_\_\_\_\_ Ex. Band 5, DM 36,50

\_\_\_\_\_ Ex. Band 7, DM 30,50

\_\_\_\_\_ Ex. Band 8, DM 30,50

Name \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

Ort \_\_\_\_\_

Unterschrift \_\_\_\_\_

Geben Sie diesen Bestellcoupon  
bitte Ihrer Buchhandlung.

Hüthig & Pflaum Verlag • München/Heidelberg

# Neue Dimensionen für den Hi-Fi-Sound.

Aufgrund einer 50jährigen Erfahrung in der Entwicklung immer neuer Lautsprecher kann Valvo ein umfangreiches und bis ins Detail ausgewogenes Typenprogramm hoher Qualität anbieten.

Besonders in der Hi-Fi-Technik sind unsere Lautsprecher-Entwicklungen richtungsweisend für neue Gerätekonzepte, z. B. die Kalotten-Lautsprecher, Systeme mit eingebautem Beschleunigungsaufnehmer als

»motional feed-back« und die neuen Hochtöner-Lautsprecher mit Kunststoffkorb.

Und nicht zu vergessen: Valvo Hochtöner mit »sun gloss rings« für offene Boxen – wieder eine Neuentwicklung im Jubiläumsjahr.

Valvo Hi-Fi-Lautsprecher sind eine gelungene Kombination aus Technik und Design – für Perfektion auch im letzten Glied der Übertragungskette.



## Maximale Klangqualität.

A 0378/1371

Weitere Informationen erhalten Sie unter Bezug auf Nr. 1266 von

VALVO  
Artikelgruppe Fernsehenteile  
Burchardstraße 19 2 Hamburg 1  
Telefon (0 40) 32 96-425



### VALVO

Bauelemente  
für die gesamte  
Elektronik

Hannover Messe Wir stellen aus: Bauelemente-  
Zentrum Halle 12 2. Obergeschoß Stand 2434

