

Postvertriebsstück  
Nötig und Pflaum Verlag, 69 Heidelberg 1, Postf. 102999

Gebühr bezahlt

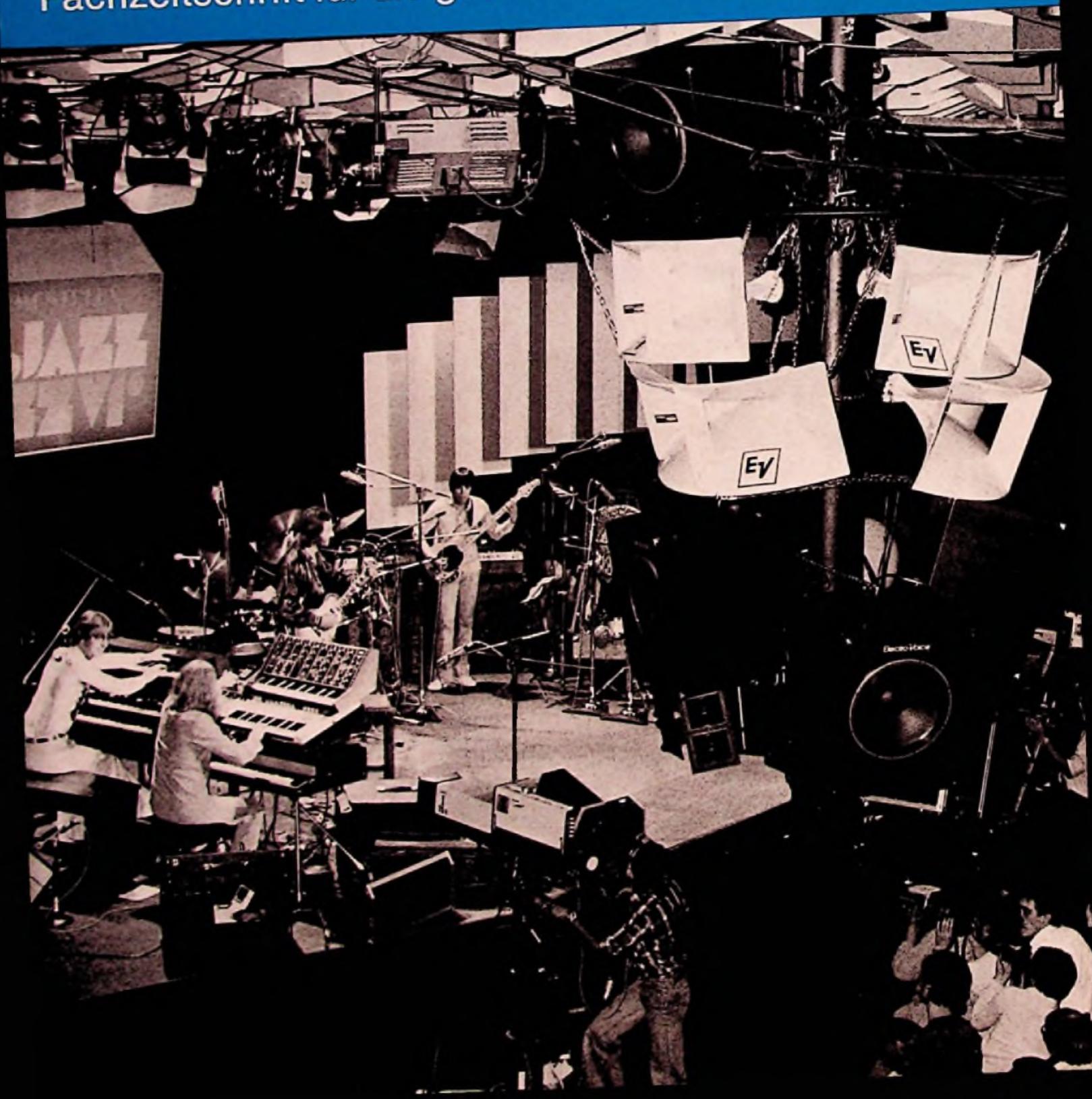
B 3109 DX

15

1. August-Ausgabe 1978  
33. Jahrgang  
ISSN 0016-2825

# FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift für die gesamte Unterhaltungselektronik



# Für besseren Stereo-Empfang eine Richtantenne von Hirschmann

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

Unser Programm: UKW-Richtantennen, Antennen-Rotoren, UKW-Zimmerantennen, UKW-Gemeinschaftsantennen und UKW-Aufbereitungsanlagen für größere Mehrfamilienhäuser und Hochhäuser.

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

**Unsere  
Alternative  
heißt  
Qualität**



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

**Gutschein** für die  
12-seitige Broschüre „Für  
besseren Empfang in Stereo und  
Mono – das große Rundfunk-  
antennen-Programm von  
Hirschmann“.



II. 78 47.1

Empfangsdiagramm einer Richtantenne

Beratung auf unserem Stand 7009, Halle 7, hifi

## Werkstattteil: Werkstatt und Service

### Ausbildung und Weiterbildung

- Antennenkurs in Kürze, Teil 11:  
Verteilungsnetz von Gemeinschafts-  
Antennenanlagen . . . . . W & S 245
- Grundwissen für Praktiker. Bauelemente  
der Elektronik, Teil 25:  
Leuchtdioden . . . . . W & S 247

### Hobby-Werkstatt

- Voltmeter mit Speicherezusatz . . . . . W & S 262

## Laborteil: Forschung und Entwicklung

### Schaltungstechnik

- Farbfernsehempfänger. Sendereinstellung  
durch Tastenwahl der Fernsehkanäle . . . F & E 137

### Systeme und Konzepte

- Digitaltechnik. Satelliten-Übertragung  
digitaler Fernsehsignale mit niedriger  
Bitrate . . . . . F & E 153

### Grundlagen

- Schaltungsberechnung. Die Bemessung  
des Überbrückungskondensators für den  
Emitterwiderstand . . . . . F & E 156

### Forschung und Lehre

- Sonnenenergie. Solarzellen mit  
Stromspeicher . . . . . F & E 155

### Titelbild

Eine ungewöhnliche Aufgabe löste die Firma Electro-Voice mit der Beschallung des Konzertsaals im Casino von Montreux, in dem das Internationale Festival mit Jazz-, Soul- und Pop-Musikern stattfindet. Während die Musiker von den Monitoren einen ziemlich hohen Schalldruckpegel erwarten, wünschen die Ingenieure des Aufnahmestudios und des Rundfunks einen möglichst geringen Pegel, um das Einspielen der Monitore in die Mikrophone zu verhindern. Um die Beschallungsanlage zu entwerfen, von der das Bild einen Ausschnitt zeigt, wurde das akustische Verhalten der Konzerthalle durch Messungen genau untersucht.

(Bild: Electro-Voice)



**Hitachi kommt...**

**...mit seinen  
»turmhoch«  
überragenden  
HiFi-Bausteinen  
der Studioklasse.**

Bauen Sie sich Ihr HiFi-Geschäft mit Hitachi aus. Baustein für Baustein. Lassen Sie sich überzeugen von der „turmhohen“ Qualität aller Hitachi HiFi-Geräte. Stellen Sie fest, was viele Ihrer Fachkollegen bereits erkannt haben: Hitachi ist mehr als ein klingender Name. Hitachi bedeutet Pioniertum, Ideenfülle und Überlegenheit in vielen Bereichen der HiFi-Technik. Hitachi baut HiFi-Tuner, -Verstärker, -Steuergeräte, -Plattenspieler, -Cassetten-Maschinen, -Boxen, -Kopfhörer.

Verständlich, daß der Hitachi HiFi-Turm komplett mit Rack LA-4 000 im Angebot nicht fehlt.

Mit diesen HiFi-Bausteinen der Studioklasse kommen Sie hoch hinaus. Turmhoch!

HT-550 HiFi-Plattenspieler mit quarzgesteuertem Unitorque-Motor, Halbautomat, Direktantrieb. Mit Magnet-System. Gleichlaufschwankung nur  $\pm 0,03\%$ . Antiskating. Rumpelgeräuschabstand 74 dB.

SR-903-Receiver mit Dynaharmony-Technik. Spitzenausgangsleistung 160 W pro Kanal (2 x 110 W Sinus). UKW/MW. Frequenzumfang 10-30.000 Hz. Trennschärfe 75 dB. Eingangsempfindlichkeit 1,2  $\mu$ V.

D-850 HiFi-Cassetten-Maschine mit Dreikopfbestückung für separate Funktion Aufnahme/Wiedergabe/Hinterbandkontrolle. Signal-Rauschspannungsabstand 63 dB (DOLBY). Frequenzgang (CrO<sub>2</sub>) 30-16.000 Hz.

HS-530 HiFi-3-Weg-Box. Mit Ganz-Metallmembran. Patentiertes Kräuselsicken-Konzept. 135 W Musikbelastbarkeit, 100 W Nennbelastbarkeit.

 **HITACHI**

**mehr Spaß an der Technik**

Informieren Sie sich bei: Hitachi Sales Europa GmbH (Mitglied des dhfi) · Kleine Bahnstraße 8  
2000 Hamburg 54 · Hitachi Sales Warenhandel-Gesellschaft m.b.H. · Kreuzgasse 27 · 1180 Wien

Empfangsantennen

# Antennenkurs in Kürze

## Teil 11: Verteilungsnetz von Gemeinschafts- Antennenanlagen

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.

Meistens ist es günstiger, die Antennensteckdosen von Gemeinschaftsanlagen mit einer größeren Anzahl von Anschlüssen nicht im Zuge einer einzigen Leitung anzuordnen, sondern sie auf mehrere sogenannte Stammleitungen zu verteilen. Diese Leitungen dürfen aber nicht wie beim Lichtnetz unmittelbar, sondern nur durch besondere Verteiler oder Abzweiger mit gemeinsamen Zuleitungen verbunden werden, damit die elektrische Anpassung der verschiedenen Leitungen aneinander innerhalb zulässiger Fehlergrenzen erhalten bleibt. An den Enden der einzelnen Stammleitungen müssen ohmsche Widerstände (Ab-

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,

schlußwiderstände) eingeschaltet werden, deren Wert gleich dem Wellenwiderstand des verwendeten Kabels (75 Ohm) ist, damit Stehwellen auf den Leitungen vermieden werden. Sie würden eine ungleichmäßige Spannungsverteilung auf diesen Leitungen bewirken und die Spannung an manchen Dosen in einzelnen Empfangskanälen in unzulässigem Maße verändern. Der Abschlußwiderstand wird in die letzte Antennensteckdose jeder Stammleitung eingesetzt.

### Verteiler und Abzweiger

Verteiler verteilen die zugeführte Leistung gleichmäßig auf mehrere Stammleitungen (Bild 11.01). Durch Abzweiger wird die Leistung in der angeschlossenen Stammleitung mit geringer Dämpfung durchgeleitet und nur ein geringer Teil der abgezweigten Leitung zugeführt (Bilder 11.02 und 11.03). Leitungen, an denen mindestens zwei Antennensteckdosen für Rundfunk und Fernsehen liegen, heißen Stammleitungen. Dazu gehören die an Verteiler angeschlossenen Leitungen. Die von der Antenne kommende Leitung wird auch als Hauptstammleitung hervorgehoben (Bild 11.01). Bei Abzweigern wird die durchlaufende Leitung, auf der der größere Leistungsanteil weitergeführt wird, ebenfalls als Stammleitung bezeichnet. Wenn an die abgezweigten Leitungen mindestens zwei Antennensteckdosen für Rundfunk und Fernsehen angeschlossen sind, spricht man von abgezweigten Stammleitungen (Bild 11.02). Wenn an jeder Leitung aber nur eine Doppelsteckdose zum Anschluß eines Rundfunk- und eines Fernsehempfängers liegt, nennt man sie Stichleitung (Bild 11.03).

Verteiler und Abzweiger enthalten elektrische Bauelemente, die zur Verteilung der Leistung und zur Anpassung der Leitungen aneinander erforderlich sind. Durch die Verteilung sind die Pegel an den abgehenden Leitungen kleiner als an der ankommenden Leitung. Außerdem haben die Verteiler Verluste. Als Maß für die Abschwächung durch Verteilung und Verluste wird die Verteilerdämpfung angegeben, die bei gleichmäßiger Verteilung für alle abgehenden Leitungen gleich groß ist (Bild 11.01). Bei Abzweigern heißt die kleinere Dämpfung in der durchlaufenden Stammleitung Durchgangsdämpfung, die größere Dämpfung für die Stichleitungen bzw. die abgezweigten Stammleitungen Anschlußdämpfung (Bilder 11.02 und 11.03).

Verteiler zum Anschluß von zwei, drei oder vier Stammleitungen werden am meisten verwendet. Wenn eine größere Anzahl von

Stammleitungen erforderlich ist, werden an die Anschlüsse für die abgehenden Stammleitungen eines ersten Verteilers weitere Verteiler angeschlossen. Da die Verteilerdämpfung hauptsächlich durch Leistungsverteilung verursacht ist, nimmt sie mit der Zahl der abgehenden Stammleitungen zu. Die Dämpfung der Verteiler zum Anschluß von drei oder vier Stammleitungen ist unabhängig von der Anzahl der tatsächlich angeschlossenen Leitungen, weil ein nicht benutzter Abgang mit einem Widerstand abgeschlossen werden muß.

Abzweiger können so ausgeführt sein, daß außer der durchlaufenden Stammleitung eine oder mehrere Stichleitungen oder abgezweigte Stammleitungen angeschlossen werden können. Abzweiger sind so ausge-

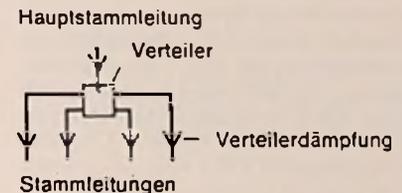


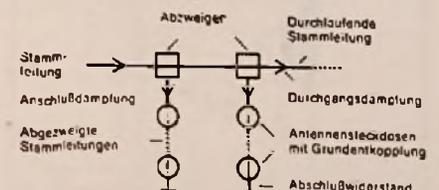
Bild 11.01. Prinzipschaltung eines Verteilers mit gleichmäßiger Leistungsverteilung

legt, daß die Durchgangsdämpfung in der durchlaufenden Stammleitung klein ist (etwa 0,5 bis 2 dB). Die Anschlußdämpfung für die Stichleitungen und die abgezweigten Stammleitungen ist ziemlich groß (> 10 dB). Ihre Größe hängt von der Zahl der abgezweigten Stichleitungen bzw. Stammleitungen, aber auch von der gewünschten Entkopplung dieser abgezweigten Leitungen von der Stammleitung ab.

### Antennensteckdosen

In Gemeinschafts-Antennenanlagen werden gegenseitige Störungen gleichartiger

Bild 11.02. Prinzipschaltung eines Leitungsnetzes mit durchlaufender Stammleitung und abgezweigten Stammleitungen



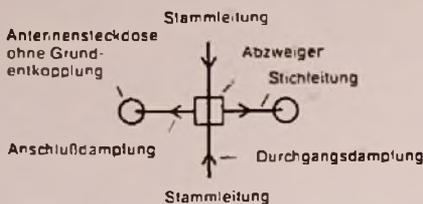


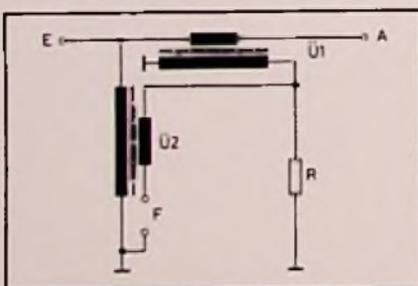
Bild 11.03. Prinzipschialtung eines Leitungsnetzes mit einer Stammleitung und Stichleitungen

Empfänger, die auch auf den gleichen Sender eingestellt sein können, durch nichtselektive Entkopplungsmittel verhindert, die in den Antennensteckdosen eingebaut sind. Die Kopplungsdämpfung, die Grunddämpfung genannt wird, soll nach den Technischen Vorschriften der Deutschen Bundespost und dem 2. Teil der VDE-Bestimmungen 0855 mindestens 22 dB zwischen zwei Antennensteckdosen sein.

Am einfachsten ist es, die Grunddämpfung durch ohmsche Widerstände zu erzeugen, die zwischen der Stammleitung und jeder Empfängeranschlußbuchse eingeschaltet sind. Diese Widerstände verursachen Leistungsverluste, die durch die Anschlußdämpfung der Antennensteckdosen erfaßt werden. Die Entkopplungswiderstände verhindern auch, daß ein Kurzschluß an einer Antennensteckdose den Pegel an anderen Dosen merklich verringert. Jede Antennensteckdose und der angeschlossene Empfänger entziehen der Stammleitung eine kleine Leistung. Dieser Leistungsverlust bewirkt für die Stammleitung eine Durchgangsdämpfung der Antennensteckdose.

Statt der Entkopplungswiderstände werden auch richtungsabhängige Entkoppler verwendet. Annähernd gleiche Anschlußdämpfung in allen Fernseh-Frequenzbereichen haben Antennensteckdosen mit einer richtungsabhängigen Schaltung, deren Prinzipschialtung Bild 11.04 zeigt. Die Sekundärwicklungen von zwei Übertragern sind hintereinander und mit dem Eingang des Fernsehempfängers in Reihe geschaltet. Zwischen dem Verbindungspunkt der beiden

Bild 11.04. Transformatorischer Richtungskoppler



Sekundärwicklungen und Masse ist ein Widerstand  $R$  eingeschaltet, der die gleiche Größe hat wie der Eingangswiderstand des angeschlossenen Fernsehempfängers  $F$ . Die Primärwicklung des einen Übertragers  $U1$  liegt zwischen dem Eingang  $E$  und dem Ausgang  $A$  und die Primärwicklung des zweiten Übertragers  $U2$  zwischen dem Eingang  $E$  und Masse. Die Wicklungen sind so bemessen und gepolt, daß in den beiden Sekundärwicklungen Ströme erzeugt werden, die sich im Widerstand  $R$  fast auslöschten und im Eingangswiderstand des Empfängers  $F$  addieren, wenn der Strom in der Primärwicklung des Übertragers  $U1$  vom Eingang  $E$  zum Ausgang  $A$  fließt. Eine am Dosenausgang oder am Eingang eines nachgeschalteten Bauteils reflektierte Welle mit umgekehrter Stromrichtung, verursacht

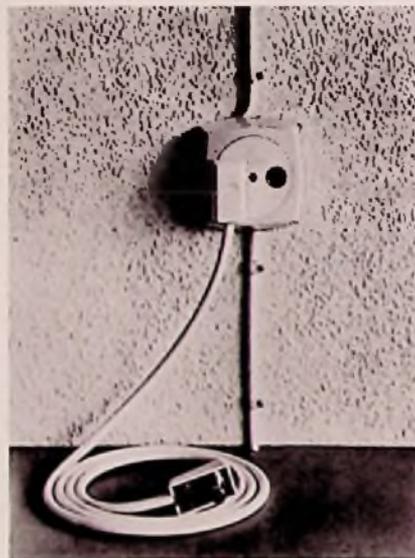


Bild 11.05. Auf Putz montierte Antennensteckdose nach DIN 45 330 mit Empfängeranschlußkabel nach DIN 45 332

dagegen nur einen sehr kleinen Strom im Eingangswiderstand des Fernsehempfängers  $F$  und einen großen Strom im Widerstand  $R$ .

Für verschiedene Verwendungszwecke gibt es einige Ausführungsarten von Antennensteckdosen. Neben Einfachsteckdosen mit einer Empfängeranschlußbuchse werden am häufigsten Doppelsteckdosen nach DIN 45 330 mit zwei Empfängeranschlußbuchsen verwendet. Sie enthalten Filter zum Trennen der Tonrundfunk- und Fernsehbereiche, so daß an die eine Steckbuchse ein Rundfunkempfänger und an die andere ein Fernsehempfänger anzuschließen ist. Die erwähnten Dosenarten werden für Aufputz- und Unterputzinstallation ausgeführt (Bild 11.05). Die Unterputzdosen passen in 58-mm-Putzeinsätze (Bild 11.06). Unterputzdosen können entweder einzeln oder in

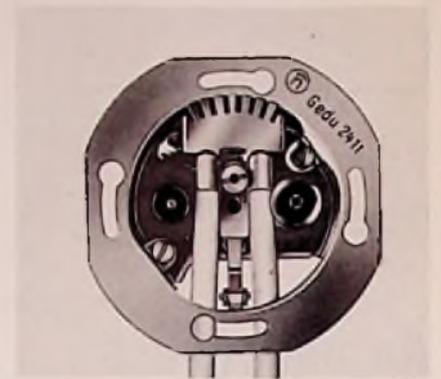


Bild 11.06. Störstrahlungssicherer Unterputzeinsatz einer Antennensteckdose nach DIN 45 330

Kombination, zusammen mit Netzsteckdosen unter den Abdeckplatten, die für Starkstrom-Installation gebräuchlich sind, gesetzt werden (Bild 11.07). Es wird empfohlen, bei jeder Antennen-Doppelsteckdose zwei Netzsteckdosen zum Anschluß des Tonrundfunk- und des Fernsehgerätes vorzusehen.

In der einzigen Antennensteckdose einer Einzelanlage sind keine Grunddämpfungsmittel erforderlich. Doppelsteckdosen enthalten jedoch Filter zum Trennen der Tonrundfunk- und Fernsehbereiche. Diese Steckdosen dürfen auch an Stichleitungen verwendet werden. Dabei ist vorausgesetzt, daß an jeder Stichleitung nur eine einzige Dose liegt und der Abzweiger mindestens die gleiche Grunddämpfung hat wie die Antennensteckdosen für Gemeinschaftsanlagen. In der einzigen Steckdose an einer Stichleitung ist auch der Abschlußwiderstand nicht erforderlich. Wenn an der Steckdose kein Gerät angeschlossen ist, könnte eine Stehwelle auf der Stichleitung im ungünstigen Fall einen Kurzschluß am Abzweigeranschluß hinter dem Grunddämpfungswiderstand bewirken. Das hat bei den praktisch verwendeten Widerständen keinen merklichen Einfluß auf die Antennenpegel der anderen Steckdosen.

### Hinweise für die Kabelverlegung

Abgeschirmte Kabel in Gebäuden können in Isolierrohr, direkt im Putz oder auf Putz verlegt werden. Im Putz und auf Putz dürfen nur Kabel mit ausreichend starkem Schutzmantel aus Isolierstoff über der Abschirmung verwendet werden. Die Verlegung in Isolierrohr wird empfohlen, weil dabei die Gefahr der Kabelbeschädigung viel geringer ist als bei direkt eingeputzten Kabeln, und weil defekte Kabel in Rohren ausgewechselt werden können. Man soll den kürzesten Leitungsweg wählen, aber die Kabel wie bei Starkstrom-Installationen (DIN 18015) nur senkrecht oder waagrecht, nicht schräg

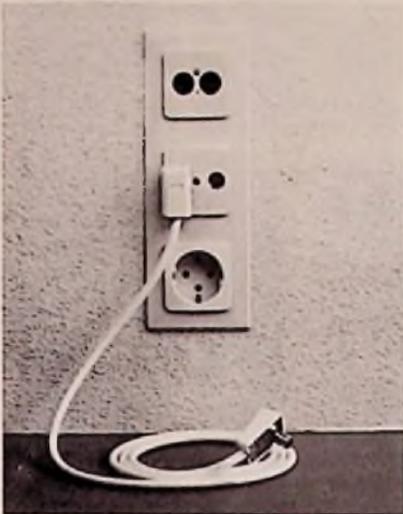


Bild 11.07. Kombination von Netzsteckdose, Antennensteckdose nach DIN 45 330 mit Empfängeranschlußkabel und Lautsprecherdoppeldose für Stereoanlage.

über die Wand führen. Antennenkabel sollen nicht scharf geknickt werden und nicht mit Krampen, sondern nur mit passenden Kunststoffschellen befestigt werden. Sie dürfen nicht an Stellen verlegt werden, an denen die Temperatur auf mehr als 70° C steigt.

Nach VDE 0855 Teil 1 muß der Abstand zwischen festverlegten, leitfähigen Teilen einer Antennenanlage und leitfähigen Teilen einer elektrischen Anlage mit Spannungen über 65 V bis 1000 V gegen Erde in geschlossenen Räumen mindestens 10 mm, bei Installationen im Freien mindestens 20 mm betragen. Zu Teilen der genannten Anlagen gehören auch deren Befestigungsmittel. Dieser Abstand darf nur dann unterschritten werden, wenn durch festangebrachte, ausreichend isolierende Zwischenlagen, zum Beispiel durch Kabel mit Mantelisolierung,

sichergestellt ist, daß sich an der Nahrungsstelle die Leiter der beiden Anlagen nicht berühren können. Unter dieser Voraussetzung dürfen Antennenkabel mit Starkstromleitungen im gleichen Kabelkanal verlegt werden. In Aufzugschächten und im Maschinenraum von Aufzügen dürfen Antennenkabel und Antennenbauteile aus Sicherheitsgründen nicht untergebracht werden. Die Verlegung der Isolierrohre und direkt eingeputzten Kabel in Neubauten ist im übrigen mit der gleichen Sorgfalt auszuführen wie die Installation der elektrischen Licht- und Kraftleitungen.

In bewohnten Häusern macht die Installation des Leitungsnetzes keine Schwierigkeiten, wenn unter Putz verlegte Leerröhre und Leerdosen vorhanden sind. Das ist in Altbauten meistens nicht der Fall. Deswegen kommt Unterputzinstallation nur selten (zum Beispiel bei gleichzeitiger Generalrenovierung) in Betracht. Auf Putz verlegte Kabel sollen wenig sichtbar, soweit wie möglich hinter Vorhängen verlegt werden. Wände und Tapeten sind möglichst nicht zu beschädigen.

Es ist zweckmäßig, in jeder Wohnung mehrere Antennensteckdosen anzubringen. Mieter, die keinen Anschluß wünschen, müssen die Ausführung der Installationsarbeiten in ihrer Wohnung zulassen.

Bei nachträglicher Installation einer Antennenanlage erfordern senkrecht verlaufende Stammleitungen zwar in den Wohnungen Deckendurchbrüche, aber im allgemeinen die kürzesten Kabel und keine Wanddurchbrüche. Es besteht auch die Möglichkeit, die senkrecht verlaufenden Stammleitungen im Treppenhaus zu verlegen, in dem manchmal geeignete Leerröhre vorhanden sind. In den Wohnungen sind dann keine Deckendurchbrüche erforderlich. Diese Installation kann aber ungünstig sein, wenn vom Abzweiger zur Antennensteckdose lange Kabel auf umständlichen Wegen durch mehrere Wanddurchbrüche zu verlegen sind.

(Wird fortgesetzt)

Grundwissen für den Praktiker

## Bauelemente der Elektronik

### Teil 25: Leucht-Dioden

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

Leuchtdioden werden nur in Flußrichtung betrieben, da die zulässige Sperrspannung (3... 6 V) nur sehr klein ist. Fließt durch eine Halbleiterdiode ein Strom in Durchlaßrichtung, dann werden sowohl Elektronen vom N-Gebiet wie auch Löcher vom P-Gebiet in die Sperrschicht injiziert. Wird für das N-Gebiet eine hohe Dotierung und für das P-Gebiet

„Seitdem wir diesen Mikrocomputer haben, leide ich unter Rückenschmerzen!“

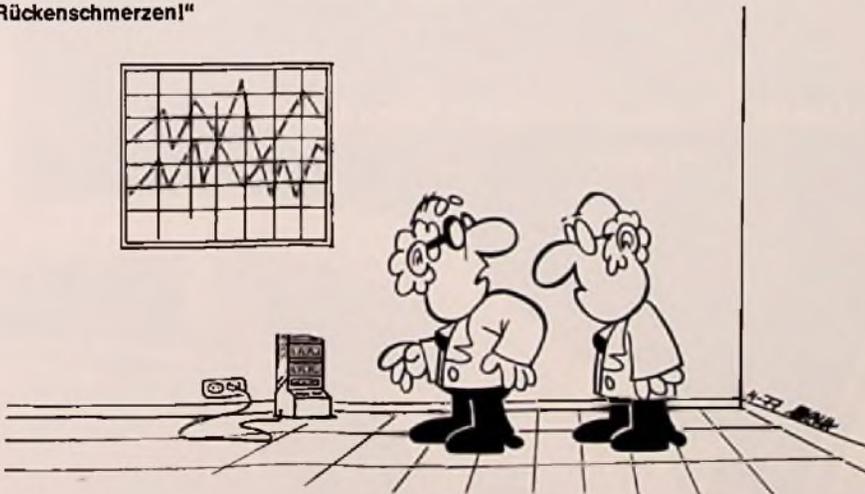
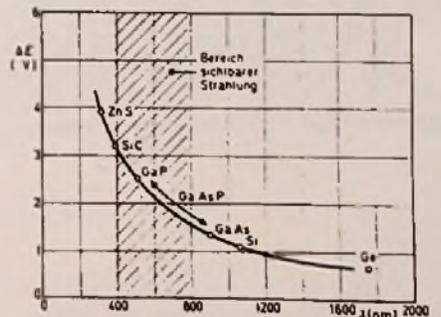


Bild 1. Abhängigkeit der Wellenlänge der entstehenden Strahlung bei Lumineszenz-Dioden von dem Bandabstand des verwendeten Halbleitermaterials (Valvo).





**Endstation Sehnsucht.  
HiFi von Sony.**

**Über 50 neue Sonys auf der HiFi '78 Düsseldorf. Halle 3, Stand 3010. Anhören!**

**SONY**

# Jetzt macht Sony HiFi populär.

In gleichem Maße, wie jede musikalische Hörprobe die Sehnsucht nach einer hochwertigen HiFi-Anlage verstärkt, wird sie für gewöhnlich durch die herbe finanzielle Realität wieder gedämpft.

Und genau das empfinden wir von Sony als eine unerträgliche Situation.

Verstehen wir doch High-Fidelity als ein Stück Lebensqualität, das jedem Musikliebhaber zugänglich sein sollte.

Deshalb freuen wir uns, daß wir Ihnen jetzt eine Reihe von neuen, hochwertigen Sony-HiFi-Anlagen vorstellen können, die durch die Bank hervorragende Qualität zu außergewöhnlich fairen

Preisen bieten.

Insgesamt über 50 neue Sonys.

Premiere ist auf der HiFi '78 in Düsseldorf.

Wie wär's, wenn Sie Ihren Kunden auch einen Hauch von HiFi-Messe bieten? Unter dem Motto „Endstation Sehnsucht“ gibt es zu den attraktiven neuen Sonys nicht minder attraktive Sony-Presenter, Dekorationen, Werbematerial und Werbeunterstützung.

Wenn Sie an dieser Aktion interessiert sind, rufen Sie uns an.  
Tel. (02 21) 5 96 63 46/7/8.

Vielleicht ist Endstation Sehnsucht dann nicht nur HiFi von Sony. Sondern auch Ihr HiFi-Studio.

**SONY**

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

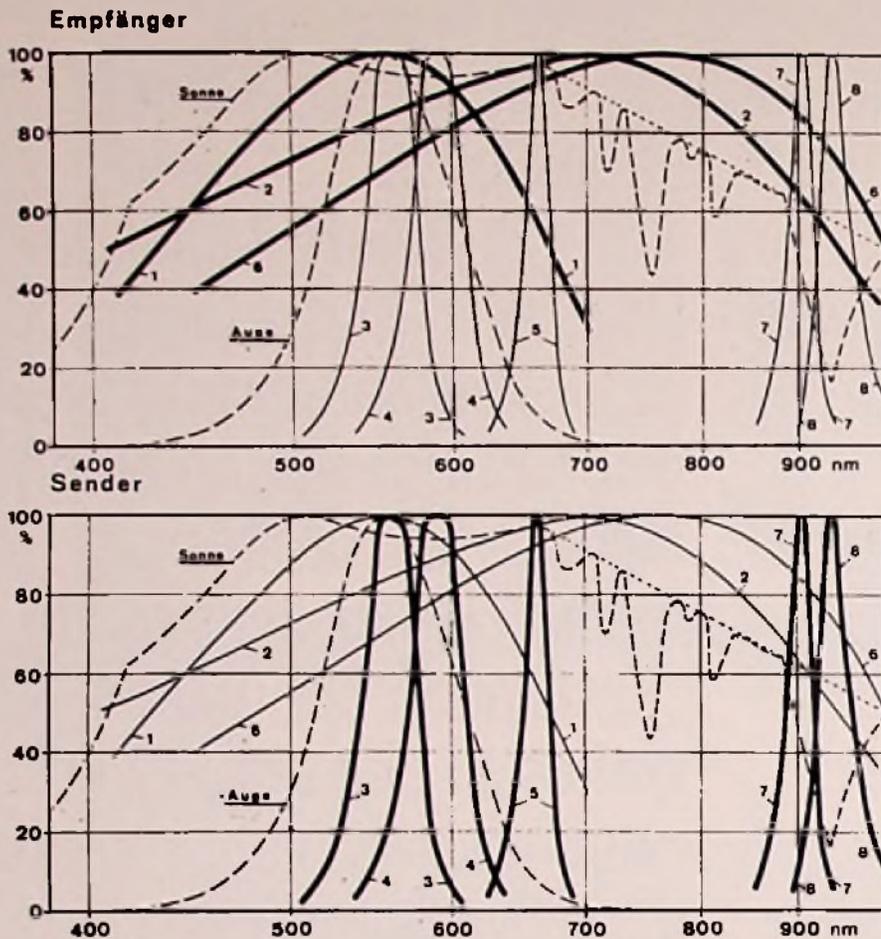


Bild 2. Zusammenstellung verschiedener Lichtemitter (a) und Lichtempfänger (b) sowie Spektrum der Sonne und Empfindlichkeitskurve des Auges für den sichtbaren Bereich des Lichtes (Telefunken)

eine niedrige gewählt, dann wird der Strom über den PN-Übergang nahezu vollständig von Elektronen getragen. Ein solches Dotierungsprofil wird durchwegs bei den LED-Bauelementen verwendet. Die in das P-Gebiet eingeschleusten Elektronen rekombinieren dort mit den Löchern. Bei dieser Rekombination wird ein Teil der Energie in Wärme verwandelt, ein anderer Teil wird in Form einer elektromagnetischen Strahlung abgegeben. Während bei den reinen Halbleitern wie Ge oder Si die Umwandlung in Wärme weitgehend überwiegt, ergibt sich bei den zusammengesetzten Halbleitern, wie GaAs (Gallium-Arsenid), GaAlAs, GaP usw. III/V-Verbindungen) ein merklicher fotoelektrischer Effekt in Form einer Strahlung. Für die Energie eines abgestrahlten Photons gilt das Plancksche Gesetz nach Gl. 1:

$$E_{ph} = \Delta E = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda} \quad (1)$$

$h$  — Plancksche Konstante ( $6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Ws}^2$ )  
 $c$  — Lichtgeschwindigkeit ( $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ )  
 $E_{ph}$  — frei werdende Energie

Hieraus kann man die Wellenlänge der abgestrahlten Energie berechnen.

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{e \cdot V} \quad (2)$$

$e$  — Elementarladung ( $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$ )  
 Der Ausdruck  $\frac{h \cdot c}{e}$  (3)

wurde schon  $\frac{1}{0,805 \cdot 10^6 \text{ V} \cdot \text{m}}$  berechnet. Hier wird nun der Reziprokwert benötigt.

$$\frac{h \cdot c}{e} \cdot \frac{1}{V} = 1,242 \mu\text{m}$$

Damit kann man die Wellenlänge der ausgesandten Strahlung leicht berechnen, wenn der Bandabstand des verwendeten Materials bekannt ist. In Bild 1 sind für die wichtigsten Materialien die Bandabstände aufgetragen.

**Beispiel:** Welche Wellenlänge der Strahlung ergibt sich

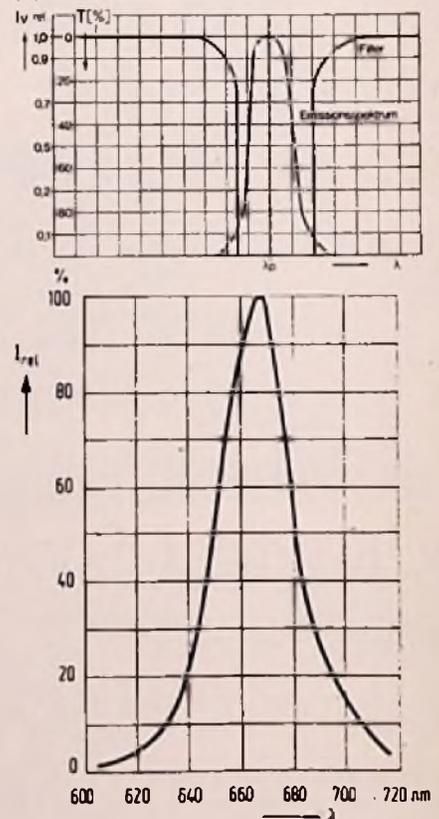
- a) bei Verwendung von GaP und
  - b) bei Verwendung von GaAs? (Bild 1)
- a)  $\lambda = 1,242 \mu\text{m} : 2,5 = 0,5 \mu\text{m}$   
 $\lambda = 500 \text{ nm}$

b)  $\lambda = 1,242 \mu\text{m} : 1,3 = 0,955 \mu\text{m}$   
 $\lambda = 955 \text{ nm}$

Im Fall a) ergibt sich eine Strahlung mit grüner Farbe, im Fall b) eine Strahlung im nahen Infrarotbereich. In Bild 2a sind verschiedene Lichtemitter (Sender) und in Bild 2b einige Empfänger (Fotodioden und Fotoelemente) sowie zum Vergleich auch die Strahlungskurve der Sonne sowie die Empfindlichkeitskurve des Auges aufgetragen. Während die Zusammensetzung des Grundmaterials im wesentlichen die Wellenlänge der Strahlung bestimmt, kann doch durch entsprechende Dotierung eine gewisse Verschiebung im Wellenlängenbereich erzielt werden.

Die ausgesandte Strahlung selbst hat nur eine sehr geringe Halbwertsbreite von 20 ... 40 nm, d. h. etwa 3 ... 5% der Wellenlänge des Strahlungsmaximums. Für viele Anwendungszwecke kann also eine Leuchtdiode als monochromatische Strahlungsquelle angesehen werden. Von dieser Tatsache wird häufig Gebrauch gemacht bei LED-Anzeigen, wo durch ein farbiges Filter, das die einfarbige LED-Strahlung fast nicht schwächt, das einen großen Frequenzbereich umfassende Umgebungslicht aber stark unterdrückt, eine wesentliche Kontrastverstärkung erzielt wird.

Bild 3. Relative spektrale Emission (a) für die rot leuchtende GaAsP-Leuchtdiode CQY 26 (Siemens) und ideale Filterkurve (b)



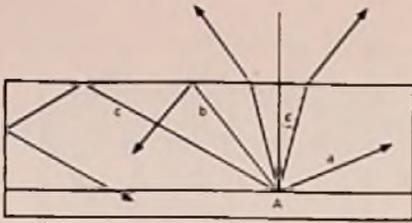


Bild 4. Bahnen einiger von einem Punkt im Inneren des Kristalls ausgehenden Photonen mit teilweiser Totalreflexion an der Kristalloberfläche (Valvo)

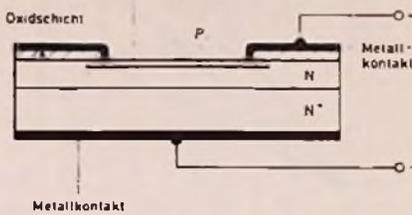


Bild 5. Prinzipieller Querschnitt durch eine GaP- oder GaAsP-Luminiszenzdiode mit PN-Übergang nahe an der Kristalloberfläche (Valvo)

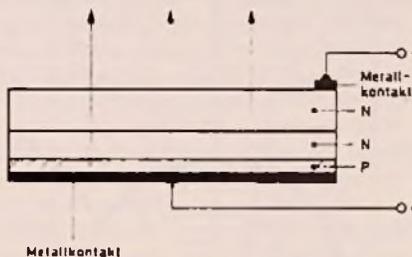


Bild 6. Prinzipieller Querschnitt durch eine GaAs-IR-LED mit PN-Übergang an der Kristallunterseite (Valvo)

Der Wirkungsgrad einer Leuchtdiode ist an sich schon sehr klein und liegt bei 0,5...5%, wenn man die abgestrahlte Leistung zur aufgenommenen elektrischen Leistung betrachtet. Von diesem an sich schon kleinen Teil steht nur derjenige Anteil als Nutzleistung zur Verfügung, der die Oberfläche des Kristalls unter einem Winkel erreicht, der kleiner als der Winkel für Totalreflexion ist. Für GaAsP beträgt dieser Winkel nur 16°. Alles andere wird in den Kristall reflektiert und geht verloren. Eine wesentliche Ver-

besserung läßt sich erzielen, wenn über dem Kristall eine kugelförmige Kunststoffabdeckung angebracht wird, weil dann die ausgesandten Strahlen eine geringere Brechung gegenüber dem Kunststoff erfahren und durch die runde Form die Oberfläche ungehindert verlassen können.

Damit die im Kristall erzeugten Lichtquanten diesen möglichst ungehindert durchdringen können, muß entweder die nur wenige Mikrometer dicke Sperrschicht an der Oberfläche liegen (wie es in Bild 5 für eine GaP- oder GaAsP-Leuchtdiode gezeigt ist), oder der PN-Übergang liegt an der Kristallunterseite, wie Bild 6 für eine GaAs-Infrarotdiode erkennen läßt. Das letztere ist nur deswegen möglich, weil GaAs für die erzeugte IR-Strahlen einen hohen Transmissionsgrad (Durchlässigkeit) aufweist. Die Konstruktion mit dem PN-Übergang an der Kristallunterseite und damit am großflächigen Metallkontakt hat den großen Vorteil, daß die Wärmeableitung wesentlich verbessert wird. GaAs-IR-Dioden können also viel stärker belastet werden. Dies ist hier besonders günstig, da ja solche Dioden ausschließlich für Steuerungszwecke (Lichtschranken, IR-Fernsteuerungen) verwendet werden und durch die hohe Ausgangsleistung ein sicherer Betrieb ermöglicht wird. Die farbigen

Bild 7. Abstrahlwinkel einer LED mit gewölbter Kunststoffumhüllung (a) und mit eingebauter Glaslinse (b) (Valvo)

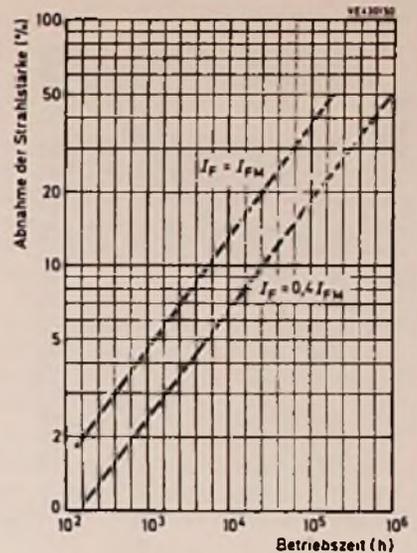
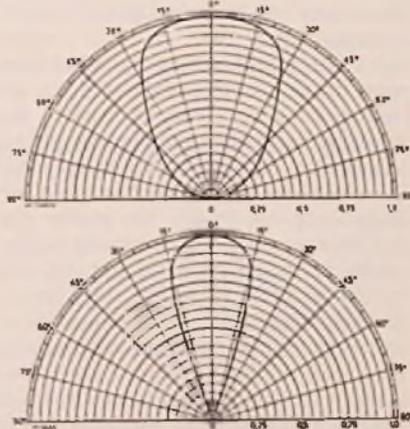


Bild 8. Lebensdauerkurven für Leuchtdioden bei maximal zulässigem und bei reduziertem Flußstrom mit Interpolarisierung in die Zukunft (Valvo)

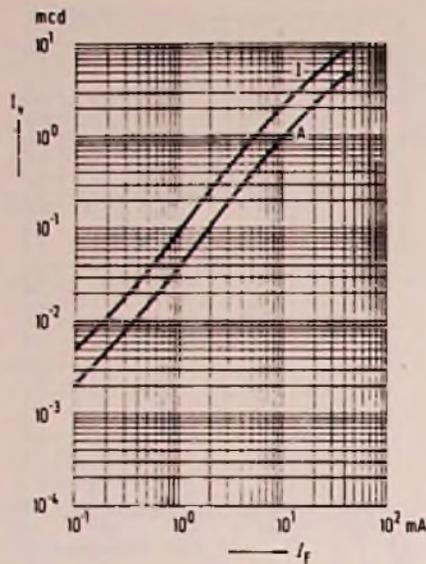
Leuchtdioden werden nur für visuelle Anzeigezwecke gebraucht, wo keine so hohe Leistung notwendig ist.

Je nach Konstruktion der Kristallfläche und der Umhüllung sowie einer eventuell vorhandenen Linse ist der Abstrahlwinkel mehr oder weniger groß. In Bild 7a ist der Abstrahlwinkel einer GaAs-LED mit gewölbter Kunststoffumhüllung und in Bild 7b der Abstrahlwinkel einer GaAs-LED mit eingebauter Glaslinse gezeigt. Leuchtdioden haben gegenüber den früher verwendeten Glühlampen vielerlei Vorteile, von denen einige hier aufgezählt werden sollen: Kleine Abmessungen, robuster Aufbau, Betriebsspannung und -strom sind klein, nahezu monochromatische Strahlung, sehr kurze Anstiegs- und Abfallzeiten sowie eine sehr große Lebensdauer.

Betrachtet man ein Abfallen der Strahlstärke auf 50% des ursprünglichen Wertes als Ende der Lebensdauer, so ist mit mehr als  $10^5$  Stunden (11,4 Jahre) zu rechnen; bei Belastung mit nur 40% des maximalen Stromes (was oft mehr als

# Die neuen Goodman's!

Im Vertrieb der DYNAUDIO Electronic, Postfach 153, 2000 Hamburg 6, Telefon (040)43 11 71, Telex 02 15 489



Linke Seite:

Bild 9. Lichtstärke  $I_v$  als Funktion des Flußstromes für die grün strahlende Leuchtdiode LD 471 (Siemens)

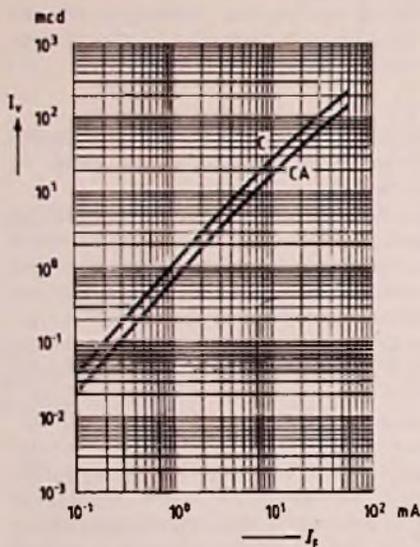
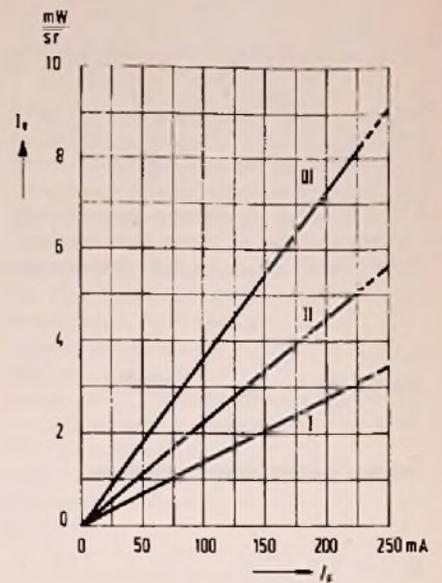
Bild 10. Lichtstärke  $I_v$  als Funktion des Flußstromes für die »superhelle« gelbgrün strahlende Leuchtdiode LD 57 C/CA (Siemens)

Rechte Seite:

Bild 11. Strahlstärke  $I_e$  als Funktion des Flußstromes für die IR-GaAs-Leuchtdiode mit Plastikabdeckung LD 241 (Siemens)

Bild 12. Abstrahlcharakteristik für die Leuchtdiode nach Bild 11 (Siemens)

Bild 13. Strahlstärke  $I_e$  als Funktion des Flußstromes für die IR-GaAs-Leuchtdiode mit Glaslinse CQY 77 (Siemens)



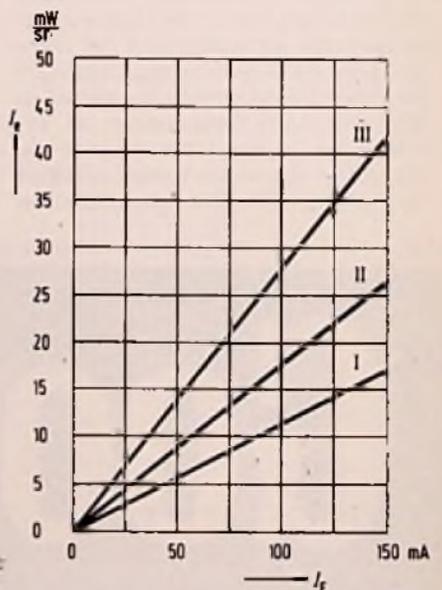
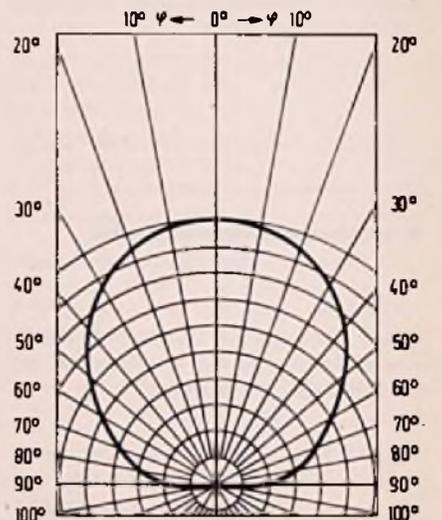
Für LEDs mit Strahlung im sichtbaren Bereich (rot, grün, gelb, orange) wird die für die Helligkeit kennzeichnende Größe je  $I_v$  in die Lichtstärke, Lumen Steradian (Raumwinkel) oder Candela (cd) angegeben. In Bild 9 ist die Lichtstärke  $I_v$  als Funktion des Durchlaßstromes  $I_f$  aufgetragen.

Die Lichtstärke wächst also etwa proportional zum Flußstrom. Für den üblichen Bezugswert von  $I_f = 20$  mA erreicht dieser Typ eine Lichtstärke von 2...4,5 mcd. Es gibt aber auch »superhelle« LEDs, bei denen durch besondere Ausgestaltung des Aufbaues und der Herstellung (Reflektor) bei gleichem Strom eine 10fache Lichtstärke erreicht wird (Bild 10).

Für LEDs mit Strahlung im Infrarotbereich (GaAs-Leuchtdioden) wird die die Helligkeit kennzeichnende Größe, die Strahlstärke, in Watt je Steradian (W/sr) angegeben. Je nach Ausgestaltung der Stirnfläche der Diode ergibt sich z. B. bei Abdeckung mit Plastik ein großer Abstrahlwinkel und damit eine kleine Strahlstärke bei gegebenem Strahlstrom, wie Bild 11 und Bild 12 zeigen. Wird hingegen eine Glaslinse zur Abdeckung vorgesehen, so kann bei kleinerem Strahlstrom eine etwa zehnfach höhere Strahlstärke erreicht werden, allerdings dann in einem sehr kleinen Abstrahlwinkel. Bild 13 und Bild 14 zeigen die Kennlinien einer solchen LED.

Für welche dieser Ausführungen man sich entscheidet, hängt von der gegebenen Aufgabe ab.

Im Gegensatz zu normalen Halbleiterdioden mit Durchlaßspannungen von 0,6...0,7 V ist die Durchlaßspannung bei LEDs wesentlich größer. Sie liegt je nach Ausführung zwischen 1,7 V und 2,4 V, bezogen auf einen Strom  $I_f = 20$  mA. In Bild 15a und b sind die Durchlaßkennlinien zweier verschiedener Typen von LEDs gezeigt.



ausreichend ist) kann sogar die zehnfache Lebensdauer erwartet werden, d. h. mehr als 100 Jahre. Schon diese im Vergleich zu Glühlampen außerordentlich hohe Lebensdauer wäre ein Grund für die Einführung von LEDs an Stelle von Glühlampen; hinzu kommt noch, daß eine Glühlampe durch Fadenbruch plötzlich und ganz ausfällt; eine LED hingegen wird nur ganz langsam etwas weniger hell als vorher.

Die hier genannten Eigenschaften ermöglichen eine weitgestreckte Zahl von Anwendungen, z. B. Anzeige von Ziffern und Buchstaben, Verwendung als Signallampen, Aufbau von trägheitslosen Skalen, Abtasten von Lochstreifen, Lichtschranken und optoelektronische Übertragung von analogen und digitalen Signalen, besonders in der Verbindung mit Lichtleitern bei der vielkanaligen Übertragungstechnik.

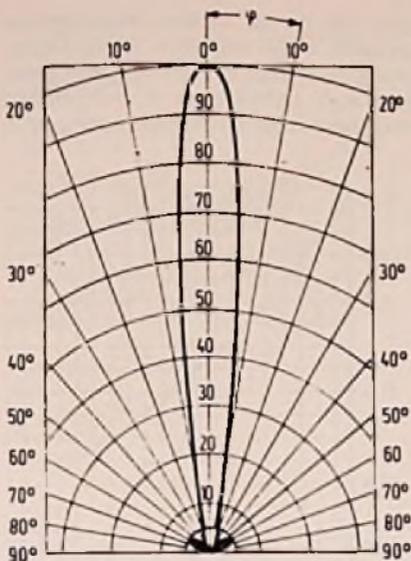
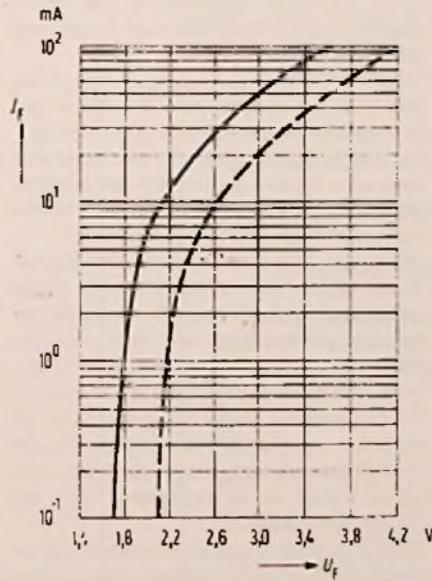
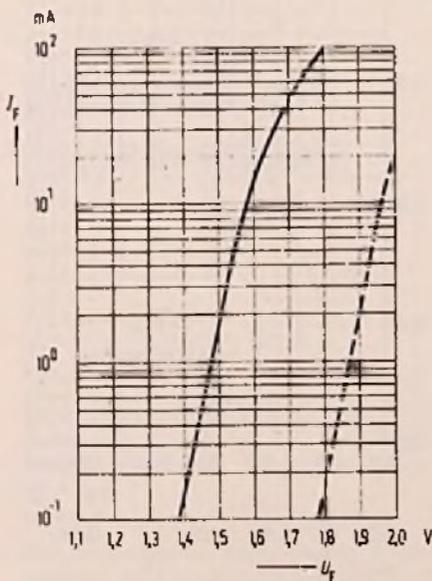


Bild 14. Abstrahlungscharakteristik für die Leuchtdiode nach Bild 13 (Siemens)

Aus diesen beiden Teilbildern kann die starke Streuung der Durchlaßspannung entnommen werden. Im ungünstigsten Fall kann sich z. B. bei Bild 15a bei  $U_F = 1,75$  V der Strom  $I_F$  zwischen 0,1 mA und 100 mA, also über 3 Zehnerpotenzen einstellen. Ganz abgesehen von der unterschiedlichen Belastung der einzelnen Diode je nach Streuwert ist auch die Helligkeit dann sehr unterschiedlich. Da das Auge aber schon geringe Unterschiede wahrnehmen kann, können also LEDs weder parallel geschaltet noch direkt an einer konstanten Spannung betrieben werden. Sie müssen vielmehr mit einem

Bild 15. Durchlaßkennlinie für die rotleuchtende GaAsP-Leuchtdiode LD 41 (a) und für die gelbleuchtende GaP-Leuchtdiode CQY 29 (Siemens)



zumindest näherungsweise konstanten Strom betrieben werden, wobei als einfachste Möglichkeit die Speisung über einen hochohmigen Widerstand erfolgen kann. In Bild 16a ist die Speisung über einen Vorwiderstand, in Bild 16b über eine Konstantstromquelle mit Transistor und in Teilbild c über einen Kaltleiter gezeigt. Besonders die letztere Möglichkeit ist deswegen besonders interessant, weil damit ein Betrieb bei Spannungen zwischen 4,5 V und 380 V ohne Umschalten möglich ist. Der Strom in der LED ändert sich dabei etwa im Verhältnis 1 : 2, was durchaus tragbar ist. Wird eine Diode impulsartig belastet, so wird der innere Wärmewiderstand kleiner. Das bedeutet, daß bei gleichem mittlerem Durchlaßstrom die Diode weniger warm wird. In Bild 17 ist die zulässige Impulsbelastbarkeit für die LED LD 41 dargestellt.

Der zulässige Gleichstrom für diesen Typ beträgt 0,1 A bei  $T_u = 25$  °C.

**Beispiel:** Die Diode LD 41 soll mit einem mittleren Gleichstrom von 30 mA betrieben werden. Wie groß ist der maximal fließende Strom bei einem Tastverhältnis von  $v = 0,1$  und wie groß ist die Impulsfolgefrequenz?

Für den mittleren Gleichstrom gilt:

$$I_{FAV} = I_F \cdot v$$

$I_{FAV}$  – mittlerer Gleichstrom

$v$  – Tastverhältnis

$I_F$  – maximaler Strom

Dann ergibt sich für den maximal fließenden Strom:

$$I_{Fmax} = 30 \text{ mA} : 0,1 = 300 \text{ mA}$$

Bei  $I_F = 0,3$  A und  $v = 0,1$  kann aus Bild 17 die Zeit  $t = 1 \cdot 10^{-3}$  s abgelesen werden.

Aus der Definition des Tastverhältnisses

kann dann  $T$  berechnet werden.

$$T = \frac{t}{v} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ s}}{0,1} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

$$\text{oder } f = 1/T = 100 \text{ Hz}$$

Wird nun die Zeit  $t$  auf z. B.  $10^{-5}$  s und die Frequenz  $f$  gleichzeitig auf den hundertfachen Wert erhöht, also  $T = 1/10\,000$ , dann bleibt das Tastverhältnis  $v = 10^{-5} : 10^{-4} = 10^{-1} = 0,1$  gleich. Nach Bild 17 dürfte dann der maximale Strom  $I_F = 0,55$  A betragen. Er soll aber – da  $I_{FAV} = 30$  mA bleiben soll – auch mit 0,3 A gleich bleiben. Die Diode ist also in diesem Betriebsfall wesentlich weniger belastet und wird daher weniger warm.

**Beispiel:** Um welchen Betrag würde die Kristalltemperatur der LED LD 41 steigen, wenn ein mittlerer Gleichstrom von 30 mA fließt? Wärmewiderstand:  $R_{th,LU} = 350$  K/W.

Es entsteht (nach Bild 15a) eine Verlustleistung von  $1,65 \text{ V} \cdot 0,03 \text{ A} = 50 \text{ mW}$ . Bei einem Wärmewiderstand von 350 K/W ergibt sich also eine Temperaturerhöhung von:

$$\Delta T_u = 0,05 \text{ W} \cdot 350 \text{ K/W} = 17,5 \text{ K}$$

Bei einer Temperaturerhöhung von 17,5 °C wird also die Sperrschicht auf 25 °C + 17,5 °C = 42,5 °C erwärmt.

Nach der (hier nicht dargestellten) Kurve  $I_{wei} = f(T_u)$  wird die relative Helligkeit auf 85% der maximalen Helligkeit verringert. In Bild 18 ist eine solche Kurve der relativen Helligkeit in Abhängigkeit von der Temperatur für einen anderen Typ gezeigt. Man könnte auch diese Kurve benutzen; das Ergebnis ist praktisch dasselbe. Die Helligkeit von Leuchtdioden sinkt also relativ stark mit steigender Temperatur. Schon bei nicht allzu hoher Belastung ergibt sich bereits eine Temperatur, die zu einer merklichen Verringerung der Helligkeit führt.

Wird nun eine LED im Impulsbetrieb angesteuert, so wird sie bei gleichbleibendem mittleren Gleichstrom und kleinem Tastverhältnis sowie hoher Impulsfrequenz wesentlich weniger warm. Also geht auch die scheinbare Helligkeit weniger zurück oder, mit anderen Worten, bei gleicher endgültiger Helligkeit kann ein geringerer Gleichstrom vorgesehen werden. Diese scheinbare Steigerung der Helligkeit bei Impulsbetrieb zeigt Bild 19. Da es für viele Anwendungszwecke, besonders bei LED-Anzeigen, darauf ankommt, mit möglichst geringer Batterieleistung für eine gegebene Helligkeit auszukommen, könnte nach Bild 19 z. B. bei einem Tastverhältnis von 0,1 etwa der Faktor 2 gewonnen werden. Bei gleicher subjektiver Helligkeit kann der Strom bei Impulsbetrieb gegenüber Gleichstrombetrieb um den Faktor 2 gesenkt werden. Obwohl die Wellenlänge der erzeugten Strahlung bei Leuchtdioden vom Material

Werkstatt und Service

und der Dotierung abhängt, ist diese doch keine gleichbleibende Größe. Bei steigender Temperatur steigt die Wellenlänge um einige Prozent im zulässigen Temperaturbereich an; es gibt also eine leichte Verfärbung der ausgesandten Strahlung. Für die praktische Anwendung dürfte dies jedoch von geringerer Bedeutung sein. In Bild 20 ist eine solche typische Kurve gezeigt.

Wichtiger ist die Schaltzeit, die für einen Anstieg von 10% auf 90% der maximalen Helligkeit bzw. den Abfall von 90% auf 10% definiert ist. Bei einem Vergleich verschiedener Typen muß jedoch beachtet werden, daß nicht immer der maximale Wert des Flußstromes gleich ist; damit ist natürlich auch die angegebene Schaltzeit verschieden zu bewerten. Je nach Typ liegt die Anstiegs- und Abfallzeit zwischen 20 ns bis zu etwa 1 µs. Von den meisten Herstellern wird nur bei den Infrarot-LEDs die Schaltzeit angegeben, da nur bei solchen Dioden eine Übertragung schneller Signale sinnvoll ist. Bei den vi-

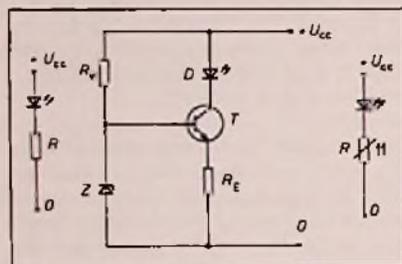
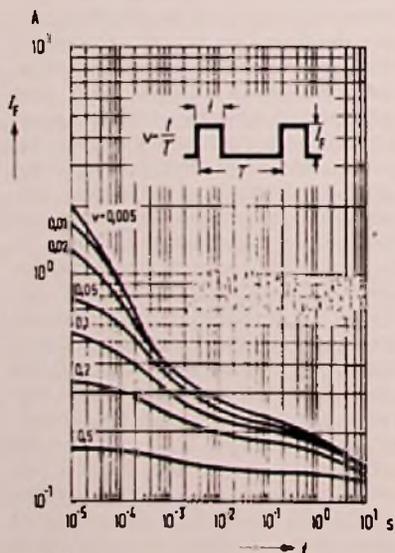


Bild 16. Speisung einer Leuchtdiode über einen Vorwiderstand (a), über eine Konstantstromquelle mit Transistor (b) und über einen Kaltleiter (c)

Bild 17. Zulässige Impulsbelastung für die Leuchtdiode LD 41 in Abhängigkeit von der Impulszeit  $t$  und dem Tastverhältnis  $v$  (Siemens)



suell eingesetzten farbigen LEDs ist die Schaltzeit ziemlich uninteressant, weil das Auge doch nicht folgen kann.

Außer zur Anzeige eines Spannungspiegels bzw. der damit verbundenen ursprünglichen Größe werden Leuchtdioden in der Form von Siebensegment-Anzeigen zum Darstellen von Zahlen oder bei den alphanumerischen Anzeigen zum Darstellen von Buchstaben und Symbolen in großem Umfange verwendet. Durch entsprechende Ansteuerung der einzelnen Segmente können alle Zahlen von 0 bis 9 durch Aufleuchten der jeweiligen Segmente angezeigt werden. Für die Zahl »8« werden z. B. alle 7 Segmente gehörenden Leuchtdioden bekommen Strom. Für die Zahl 3 werden nur die Segmente a, b, c, d und g benötigt.

Eine weitere wichtige Anwendungsmöglichkeit von Leuchtdioden sind die Optokoppler. Hier wird der durch eine Leuchtdiode erzeugte Lichtstrom – meistens unsichtbares infrarotes Licht einer GaAs-LED – nach einer Wegstrecke von einigen Millimetern auf einen Fotoempfänger (Fotodiode, Fotoelement oder Fototransistor) geleitet und schaltet diesen durch. Der große Vorteil dieser Optokoppler liegt darin, daß mit dieser Anordnung von einem elektronischen Kreis ein zweiter gesteuert werden kann, ohne daß eine galvanische Verbindung dazwischen besteht. Damit kann ein auf Niederspannungspotential liegender Stromkreis einen auf Hochspannungspotential liegenden zweiten Stromkreis steuern. Im Extremfall kann zwischen der als Sender wirkenden Leuchtdiode und dem Fotoempfänger eine Glasfaser – Lichtleiter – Übertragungsstrecke von vielen Metern Länge eingefügt sein, so daß sich damit gefahrlos eine beliebige Übertragungseinrichtung (Fernsprechen, Fernsteuerung, Fernmeßeinrichtungen) an Hochspannungsleitungen höchster Spannung ankoppeln läßt.

Eine andere Anwendungsmöglichkeit bilden Gabelkoppler, wo ein infraroter Lichtstrahl durch einen hindurchgeführten Gegenstand unterbrochen wird und damit eine weitere Schaltfunktion auslöst. Hiermit können z. B. Geldstücke in einem Automaten gezählt werden.

Wird das Licht einer GaAs-IR-Leuchtdiode durch eine entsprechende Optik gebündelt und auf einen Fotoempfänger gelenkt, der ebenfalls eine Optik aufweist, dann können mit einer solchen Lichtschranke Entfernungen bis zu 50 m überbrückt werden. Jeder Gegenstand (z. B. auch ein unbefugter Mensch), der diesen unsichtbaren Lichtstrahl unterbricht, löst dann sofort in aller kürzester Zeit ein Alarmsignal aus.

Zuletzt soll noch erwähnt werden, daß es auch Lumineszenzdiodezellen (GaAs)

gibt, die bis zu 10 aneinandergereihte einzelne LEDs enthalten. Diese Anordnung dient zum berührungslosen Ablesen von Lochstreifen für Computer, Werkzeugmaschinensteuerungen usw. In

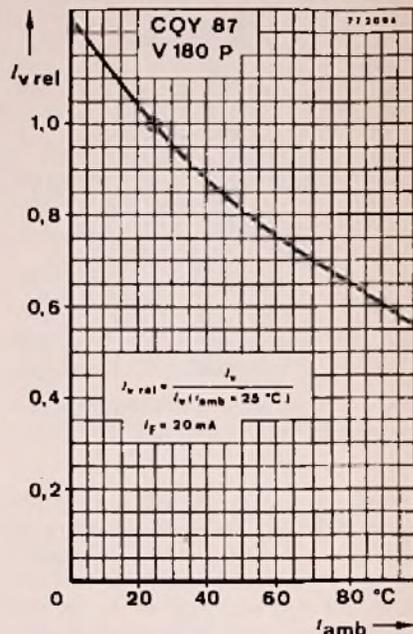
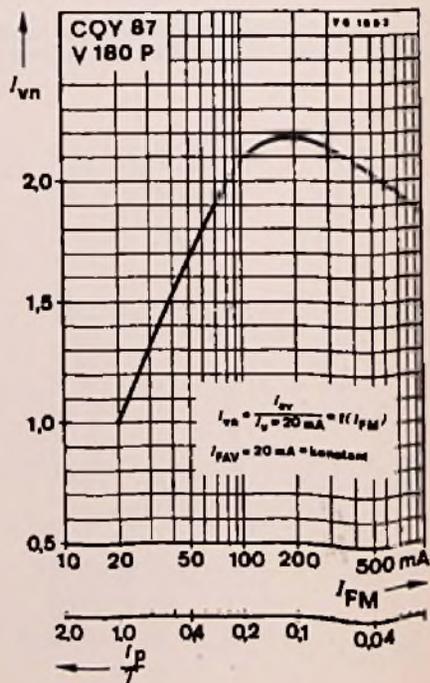


Bild 18. Darstellung der relativen Helligkeit für die gelbleuchtende GaAs-P-Leuchtdiode CQY 87 in Abhängigkeit von der Temperatur (Telefunken)

Bild 19. Scheinbare relative Helligkeit für die Leuchtdiode CQY 87 in Abhängigkeit vom maximalen Flußstrom  $I_{FM}$  und dem Tastverhältnis  $t_p/T$  (Telefunken)



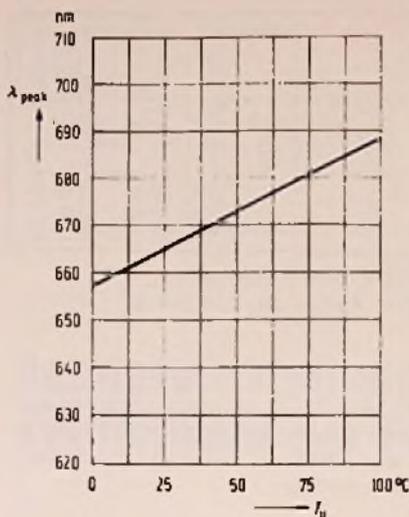


Bild 20. Abhängigkeit der Wellenlänge der ausgesandten Strahlung von der Temperatur für die Leuchtdiode CQY 26 (Siemens)

den wenigen Jahren seit Einführung der Leuchtdioden haben sich diese schon in vielen Gebieten Anwendungen erobert, die nicht mehr entbehrt werden können. Sicher wird es aber in Zukunft noch weitere Möglichkeiten geben, besonders, wenn die Helligkeit noch weiter gesteigert werden könnte. Es wird auch bereits daran gearbeitet, z. B. flache Fernsehbildröhren aus Leuchtdiodenzeilen zu verwirklichen, wenn auch derzeit noch keine fertigungsreifen Exemplare existieren.

(Wird fortgesetzt)

Anregung zum Nachbau

## Voltmeter mit Speicherzusatz

Hermann Schreiber, Orsay

Der Autor beschreibt einen Speicherzusatz mit Speicherzeiten bis zu 15 Minuten für ein einfaches Gleichspannungsvoltmeter mit Operationsverstärker.

Bei Messungen an gedrängt und unübersichtlich aufgebauten Geräten ist es oft

## Das Thema des Monats:

# Suchen und Finden:



## für schnelle Fehlersuche Kälte-Spray 75

Die Zeit der langen Fehlersuche ist endgültig vorbei. KÄLTE-SPRAY 75 macht kurzen Prozeß: einfach auf die störungsverdächtigen Bauelemente sprühen — und schon ist der Fehler geortet. Denn schadhafte Halbleiter, Kondensatoren, Widerstände und Dioden reagieren prompt auf den Kälteschock — (z.B. in Fernsehgeräten durch sofortige Änderungen auf dem Bildschirm). Deshalb ist KÄLTE-SPRAY 75 das ideale Orientierungsmittel bei der Fehlersuche. Nicht nur in der gesamten Rundfunk- und Fernseh-Technik — auch in der Halbleitertechnik, Automation, Datenelektronik in Forschung und Entwicklung.

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



www.ft8

### Informations-Coupon

- Ich möchte mehr über KÄLTE-SPRAY 75 wissen.
- Bitte schicken Sie mir zusätzlich Ihre kostenlose Broschüre „Saubere Kontakte“ mit nützlichen Werkstatt-Tips.

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

**KONTAKT** 7550 Rastatt  
**CHEMIE** Postfach 1609  
 Telefon 07222 / 34296

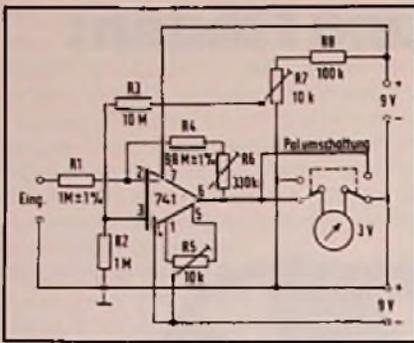


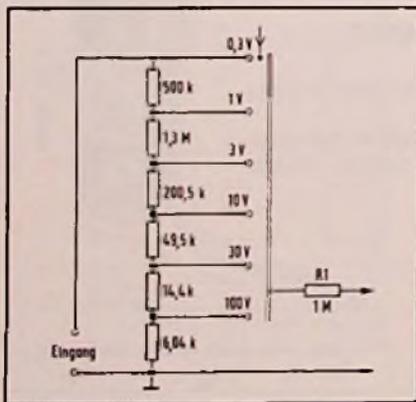
Bild 1. Meßverstärker für Gleichspannungen (Spannungsverstärkung 10, Eingangswiderstand 1 MΩ)

schwierig, gleichzeitig die Spitze eines Tastkopfes auf dem Meßpunkt zu halten und das Meßgerät abzulesen. Gelegentlich müssen zeitraubende Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um Kurzschlüsse zu vermeiden, die durch ein Verrutschen der Prüfspitze entstehen können. Einfacher ist es, ein Speichervoltmeter zu verwenden. In dieses Gerät wird der Meßwert über einen Druckknopf im Tastkopf eingegeben und kann anschließend abgelesen werden, selbst wenn keine Verbindung mehr zum Meßpunkt besteht.

**Voltmeter mit Operationsverstärker**

Bild 1 zeigt ein Beispiel für die Verwendung eines Operationsverstärkers ( $\mu A$  741 oder ähnlicher Typ) zusammen mit einem Gleichspannungsvoltmeter mit hohem Eingangswiderstand. Der Nullabgleich erfolgt mit R5, der an den Offset-Anschlüssen des IC angeschaltet ist. Der Ruhestrom im Eingang

Bild 2. Spannungsteiler für Meßverstärker



wird über R3 kompensiert. Dazu ist R7 so einzustellen, daß sich die Nullanzeige bei Kurzschluß am Eingang nicht ändert.

Um die Drifterscheinungen vernachlässigbar zu halten, wurde nur eine Spannungsverstärkung von 10 vorgesehen. Sie kann mit R6 abgeglichen werden. Der Eingangswiderstand ist durch den Wert von R1 (1 MΩ) gegeben. Höhere Meßbereiche lassen sich durch Zuschalten zusätzlicher Widerstände in Reihe mit R1 erhalten (z.B. 9 MΩ für den Bereich 3 V; 32,3 MΩ für 10 V). Da so hochohmige Präzisionswiderstände teuer sind, ist der in Bild 2 gezeigte Spannungsteiler vorzuziehen, solange keine besonders hohen Eingangswiderstände gefordert werden. Es ist auch möglich, am Ausgang der Schaltung in Bild 1 ein Voltmeter größerer Empfindlichkeit anzuschalten oder die Verstärkung der Schaltung durch Erhöhen von R4 zu steigern. Die Drifterscheinungen werden dann jedoch stärker und erfordern ein häufiges Nachgleichen der Nullkorrekturen (R5, R7).

**Speicherzusatz**

Die Schaltung in Bild 3 enthält zwei als Sourcefolger betriebene Feldeffekt-Transistoren. Bei Eingabe des zu speichernden Wertes wird C1 durch kurzen Tastendruck an S1 aufgeladen. Die Belastung durch T1 ist so gering, daß die Ladung von C1 erst nach mehreren Minuten auf 99% des Ausgangswertes zurückgeht, vorausgesetzt, C1 ist sehr verlustarm (Mylar). Bei der Wahl von T1 und T2 ist zu beachten, daß die durch Änderungen der Betriebsspannung entstehenden Nullpunktschwankungen um so geringer sind, je ähnlicher die Kenndaten der beiden Transistoren sind. Sie sollen bei gleicher Gate-Source-Spannung  $U_{GS}$  (max.  $\pm 0,1$  V) einen Drainstrom von  $I_D = 1$  mA aufweisen. Eine lange Speicherzeit kann nur durch Verwendung von Transistoren mit geringem Gatereststrom erreicht werden. Besonders günstig sind die Typen BF 800, BF 801, BF 810, BFW 12 oder die Doppelltransistoren 2N5199. Aber auch mit ausgesuchten Exemplaren von BF 245, BF 256, 2N3819 sind Haltezeiten von mehr als 15 Minuten bei 1% Drift möglich.

Da die Spannungsverstärkung der FET-Schaltung etwa 0,95 beträgt, ist ein höherer Spannungsgewinn im Operationsverstärker notwendig. Dazu ist R6 auf 1 MΩ zu erweitern und so abzugleichen, daß die Gesamtverstärkung wieder 10 beträgt.

Der Speicherzusatz kann auch an andere Voltmeter oder auch unmittelbar an eine zu messende Spannungsquelle angeschaltet werden. In diesem Fall ist zu beachten, daß beim Speicherzusatz kein Überlastungsschutz vorgesehen ist, während in der Schaltung nach Bild 1 der Widerstand R1 einen auch bei starker Überlastung noch wirksamen Schutz darstellt. Bei hohem Innenwiderstand der zu messenden Spannungsquelle kann sich C1 nur voll aufladen, wenn

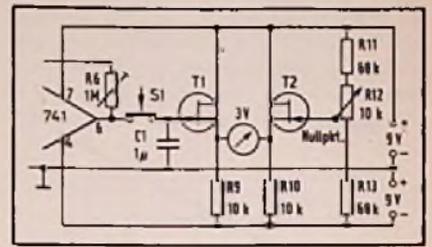


Bild 3. Speicherzusatz (Drift kleiner als 0,07%/a/min)

die Taste S1 genügend lange gedrückt wird. Ist der Innenwiderstand wesentlich höher als 1 kΩ, so kann es zu Bedienungsschwierigkeiten kommen.

**Das Auslösen der Speichereingabe**

Soll die Taste S1 (Bild 3) über ein längeres Kabel angeschlossen werden, so kann eine unzureichende Isolation dieses Kabels Schwierigkeiten bereiten. Man kann dann die Taste durch einen weiteren Feldeffekt-Transistor (Bild 4) ersetzen, der bei geschlossenem S2 mit -9 V vorgespannt und damit gesperrt wird. Der dann auftretende Reststrom liegt in der Größenordnung des

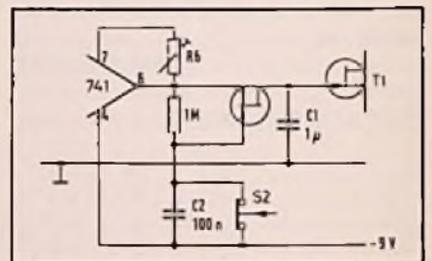


Bild 4. Auslösung der Speichereingabe durch einen zusätzlichen Feldeffekt-Transistor

Reststromes von T1, hat aber entgegengesetzte Richtung. Dadurch kann mit entsprechend ausgesuchten Transistoren eine zumindest teilweise Kompensation erreicht werden. Durch Öffnen von S2 sinkt der Innenwiderstand des Schalltransistors auf etwa 100 Ω, womit eine rasche Aufladung von C1 möglich ist. C2 dient zum Ableiten eventuell in die Leitung zu S2 induzierter Brummspannungen. Soll die Leitung zur Taste über Masse zurückgeführt werden, so kann S2 durch einen NPN-Transistor ersetzt werden, dessen Basis durch einen an Masse geführten Widerstand (100 kΩ) vorgespannt wird. Die Taste ist dann in Reihe mit diesem Vorwiderstand zu legen. □

Farbfernsehempfänger

## Sendereinstellung durch Tastenwahl der Fernsehkanäle

Wolfgang Clas, Fürth

Alle Grundig-Farbfernsehgeräte der Spitzenklasse sind mit einem „Stations-Computer“ ausgestattet, einem quartzesteuerten Abstimmssystem nach dem Synthesizer-Prinzip. Diese Schaltung gestattet es dem Benutzer des Gerätes, den gewünschten Fernsehkanal durch einfache Tastenwahl der Kanalnummer einzustellen. Der Beitrag beschreibt ausführlich die Arbeitsweise dieses Abstimmsystems.

### Einleitung

Bei den 66-cm-Spitzenmodellen des Farbfernsehgeräteprogrammes von Grundig erfolgt die Kanal- und Bandwahl – also die gesamte Senderabstimmung – durch einen Stations-Computer, der nach dem Synthesizerprinzip arbeitet. Dieses quartzesteuerte Abstimmssystem erlaubt es, die gewünschten Fernsehkanäle direkt anzuwählen. Hierzu dienen am Bedienteil des Gerätes (Bild 1) zwei Drucktasten, eine für die 10er- und eine für die 1er-Kanalstelle. Somit ist es möglich, bei Kenntnis der für den jeweiligen Empfangsbereich zuständigen Kanäle die Senderabstimmung auch ohne ein Antennensignal vorzunehmen und abzuspeichern. Mit der Suchlaufaste (Suchlauf K 1 – 100) lassen sich außerdem alle in den Empfangsbereich einfallenden empfangswürdigen Sender absuchen, wobei ein Antennensignal erforderlich ist. Während des Sendersuchlaufs werden bis zu 100 fest vorgegebene, in einem IC maskenprogrammierte Kanäle schrittweise angewählt. Bei Empfang eines Senders stoppt der Suchlauf automatisch. Mit zwei Feinabstimmungstasten F + und F – läßt sich bei Bedarf der empfangene Sender auf un- oder überscharfe Bildkonturen korrigieren. Nach Betätigen der Speichertaste wird die Abstimminformation – Kanalnummer und Feinabstimmung – in einem elektrisch programmierbaren, nicht flüchtigen Abstimm Speicher abgespeichert.

Wolfgang Clas ist Lehrgangleiter für Farbfernsehgeräte-Service im Kundendienst-Zentrum der Grundig AG, Fürth.

von der Fernsteuerung ein Auslesebefehl – ein sogenannter Interruptimpuls – an den Abstimm Speicher gegeben und dadurch die gespeicherte Information (Kanalnummer und Feinabstimmung) ausgelesen. Auf einem kleinen Zusatzchassis (Bild 2) sind die beiden für das Abstimmssystem erforderlichen Module, der Synthesizer-Tuner und der Synthesizer-Baustein, untergebracht. Beide Module sind abgeschirmt, durch Kennstifte unverwechselbar und im Servicefall leicht auszutauschen.

### Prinzipielle Funktion des Synthesizers mit Blockschaltbild

Die Erstellung der richtigen Oszillatorfrequenz – Bildträgerfrequenz des einfallenden Senders plus 38,9 MHz – erfolgt durch das PLL-Verfahren (PLL – Phase Locked Loop – phasenstarrer Regelkreis). Die Frequenz des spannungsgesteuerten Tuneroszillators (VCO-Voltage Controlled Oszillator) wird nach einer Verteilung (Teilerfaktor: 64) in einem programmierbaren Teiler heruntergeteilt und in einem Phasendetektor mit einer festen Referenzfrequenz verglichen. Der Phasendetektor registriert die Differenz und regelt über ein aktives PI-Glied den Tuneroszillator solange nach, bis die beiden verglichenen Frequenzen exakt gleich sind. Der Vorteil dieser Schaltung ist eine quartz-stabile Oszillatorfrequenz, da bei bereits kleiner Abweichung der Phasendetektor sofort nachstimmt. Soll ein anderer Sender

Über den in den Stations-Computer-Geräten verwendeten Uhrbaustein wird außer der quartzgenauen Uhrzeit – untere linke Bildschirmecke – die Nummer des jeweils angewählten Fernsehkanals in der unteren rechten Bildschirmecke eingeblendet. Die Anzeige des Frequenzbandes konnte somit entfallen.

Die Information über die jeweils gewählte Programmnummer erfolgt mit einer LED-Anzeige. Eine 16-Programm-Infrarot-Fernsteuerung legt für den nichtflüchtigen Abstimm Speicher im BCD-Code die Adressierung der Programmspeicherplätze fest. Außerdem wird bei jedem Programmwechsel

Bild 1. Bedienteil eines Super-Colorgerätes mit Stations-Computer



empfangen werden (andere Oszillatorfrequenz), wird das Teilverhältnis des programmierbaren Teilers geändert. Der Phasendetektor stimmt dann den Tuneroszillator solange nach, bis bei dem neuen Teilverhältnis die geteilte Oszillatorfrequenz und die Referenzfrequenz gleich sind (Bild 3).

**Blockschaltbildbeschreibung**

Die Tuneroszillatorfrequenz wird verstärkt und durch den festen Vorteiler (SO 436 befindet sich auf der Oszillatorplatte im Tunergehäuse) um den Faktor 64 heruntergeteilt. Die so vorgeteilte Oszillatorfrequenz wird über zwei symmetrische Gegentakt-ECL-Ausgänge mit rd. 1 V (Spitze-Spitze) an den Synthesizer-Baustein weitergegeben (Bild 2).

Im PLL-IC (SO 437) wird die heruntergeteilte  $f_o$  einem programmierbaren Synchronteiler zugeführt. Das Teilverhältnis läßt sich kontinuierlich zwischen 1 und 8191 einstellen. Programmiert wird der Teiler durch eine 13-bit-Information vom Festwertspeicher (ROM) im SM 564. Die Ausgangsfrequenz des Teilers wird im Phasendetektor mit der Referenzfrequenz verglichen. Der Phasendetektor stimmt bei Ungleichheit der beiden Frequenzen über den Operationsverstärker (PI-Glied) den Tuneroszillator solange nach, bis die beiden verglichenen Frequenzen übereinstimmen. Die Referenzfrequenz liefert ein 4-MHz-Quarzoszillator. Sie wird um den Faktor  $2^{11} = 2048$  heruntergeteilt auf eine Frequenz von 1.953125 kHz. Im ROM sind die Informationen für 100 Fernsehkanäle fest eingespeichert, wobei jede Kanalinformation aus 16 bit besteht. 13 bit werden für die Bestimmung des Teilverhältnisses, und 3 bit für die Bandwahl benötigt. Von einem der zwei TMS 3896 NL (je 8x14-bit-Speicher) bekommt der ROM ein 14-bit-Wort. Hierin wird ihm mitgeteilt, für welchen der 100 Kanäle er die 13-bit-Teilerinformation ausgeben soll. Gleichzeitig ist in dem 14-bit-Wort die Information für die Feinabstimmung enthalten. Die Information, welches Programm empfangen werden soll, also welcher der 16 Speicher ausgelesen wird, liefert der TP-Empfänger (Programmadresse).

Eine Refresh-Schaltung regeneriert die Speicher im TMS 3896 NL. Nach jedem Programmwechsel wird das ausgelesene Programm nochmals in den selben Speicher eingeschrieben. Eine Verriegelung verhindert das Einschreiben einer falschen Information.

**Baustein SO 437 (PLL-IC)**

Im SO 437 befinden sich ein programmierbarer Frequenzteiler (Teilverhältnis 1:1 bis 8191:1), ein 13-bit-Schieberegister zum Steuern des Teilers, der Quarzoszillator mit Teiler und der Phasendetektor (Bild 4). Die vorgeteilte Oszillatorfrequenz wird ge-

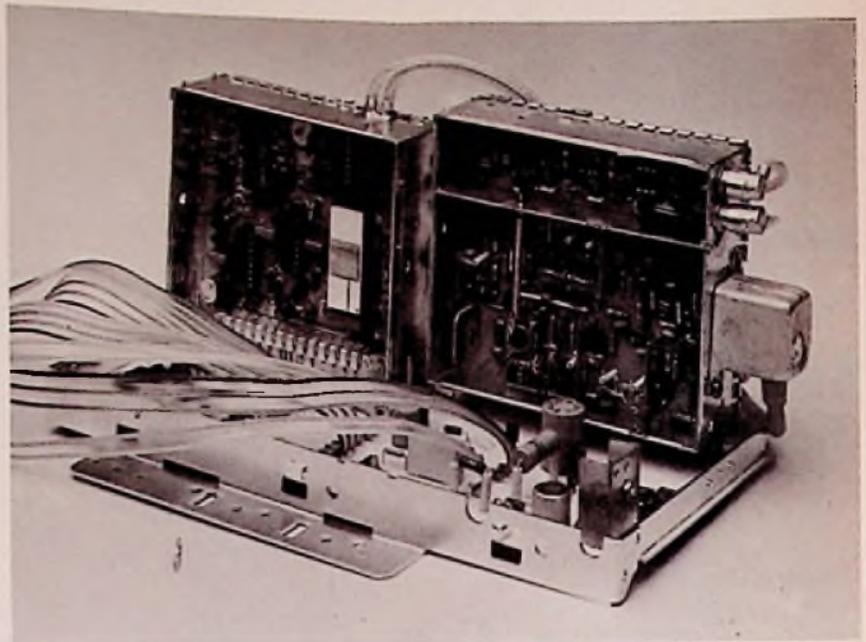
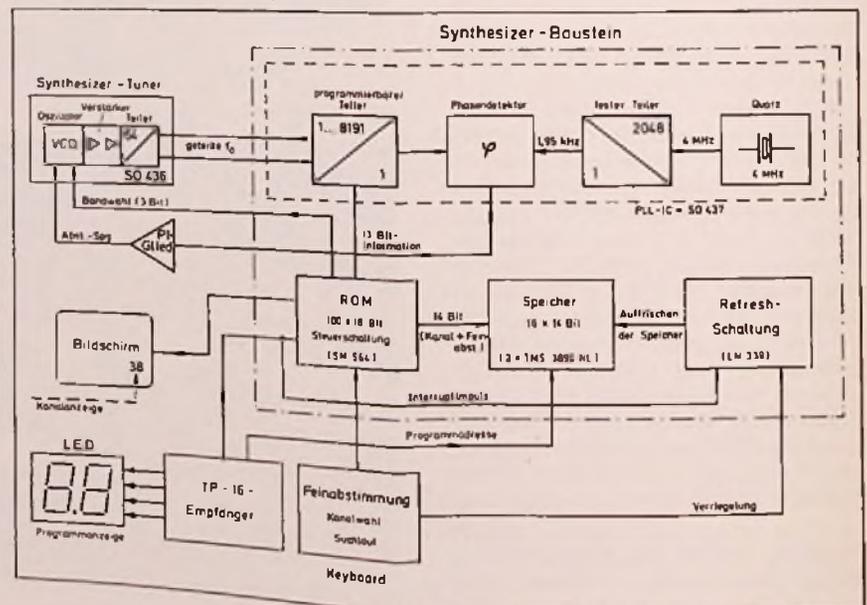


Bild 2. Ansicht des elektronischen Abstimmensystems links der PLL-Synthesizer-Steckbaustein, rechts der Tuner mit VCO-Oszillator

genphasig mit einer Amplitude von rd. 1 V (Spitze-Spitze) an den Synchronteiler gegeben und je nach Teilverhältnis heruntergeteilt. Das Teilverhältnis wird bestimmt von einer 13-bit-Information aus dem Steuerbaustein SM 564, die seriell in das Schieberegister eingelesen wird. Das Schieberegister programmiert den Synchronteiler entsprechend. Im SO 437 befindet sich weiterhin ein 4-MHz-Quarzoszillator, dessen Teiler von

2048:1 ( $2^{11}$ ) auf eine Frequenz von 1.953125 kHz heruntergeteilt wird. Die 1,95 kHz bilden die Referenzfrequenz, mit der im folgenden Phasendetektor die heruntergeteilte Tuneroszillatorfrequenz verglichen wird. Der Phasendetektor bildet daraus eine Regelspannung, die den Operationsverstärker TBB 1331 steuert. Diese Regelspannung bezieht sich auf eine vom PLL-IC mitgelieferte Referenzspannung und erreicht nur Werte von einigen Millivolt.

Bild 3. Blockschaltbild des Synthesizers



Der Operationsverstärker liefert an seinem Ausgang die entsprechende Abstimmspannung (rd. 1...30 V), die an die Kapazitätsdioden im Tuner gegeben wird. An einem Abgriff des festen Teilers wird ein Rechtecksignal von 62,5 kHz abgenommen, das als Taktsignal für den ROM-IC (SM 564) dient. Weiterhin liefert der SO 437 Nadelimpulse zur Synchronisation der Steuerschaltung im SM 564.

### Steuerschaltung (SM 564 (ROM-IC))

Das Kernstück des SM 564 ist der Festwertspeicher ROM (Read Only Memory), ein frei adressierbarer Festspeicher, dessen Information dem Baustein vom Hersteller über die Metallisierungsmaske nach Kundenwunsch fest eingegeben wurde. Sie kann also bei Stromausfall nicht verlorengehen, ist aber auch nicht veränderbar.

In diesem ROM sind einhundert 16-bit-Worte fest einprogrammiert. Sie enthalten für 100 Kanäle das entsprechende Fernsehband (3 bit) und das benötigte Teilverhältnis (13 bit). Über einen „1-aus-100-Decoder“ wird der gewünschte Kanal eingegeben und damit die richtige 16-bit-Kombination abgerufen. Gesteuert wird der „1-aus-100“-Decoder von 2 Zählschieberegistern (Schieberegister und Zähler). Sie enthalten die Information für Kanal-Zehner und Kanal-Einer. Der ROM wählt das richtige Fernsehband und gibt die 13-bit-Teilerinformation parallel in ein Schieberegister. Dieses Schieberegister wird anschließend seriell ausgelesen und gibt die Daten an den Addierer weiter. Das 13-bit-Wort aus dem ROM enthält jedoch nur die unterste Frequenzgrenze des Kanals. In dem Addierer wird zu diesen 13 bit noch der Zählerinhalt des Feinabstimmungszählers addiert. Erst dann hat die komplette Teilerinformation den Wert für die gewünschte Abstimmung (Bild 4).

Über die Steuerschaltung werden sämtliche Keyboard-Funktionen veranlaßt. Ebenso werden dort die Takt- und Setz-Impulse für die Schieberegister (Kanal-Einer und -Zehner, Feinabstimmung und ROM-SR) erstellt und die Datenübertragungen zum SO 437 und zum Abstimm Speicher durchgeführt. Die Information über den eingestellten Kanal und die Feinabstimmung wird dann als 14-bit-Wort in einem der 2 Speicher-ICs TMS 3896 NL abgespeichert. Dieses 14-bit-Wort setzt sich aus 4 bit für Kanal-Zehner, 4 bit für Kanal-Einer und 6 bit für die Feinabstimmung zusammen.

Der Feinabstimmungszähler umfaßt 6 bit und kann damit 64 verschiedene Zählerstände annehmen (0 bis 63). Im Normalfall (Feinabstimmung: 0) wird der Zähler automatisch auf die Zahl 32 gesetzt. Nach der Addition zum 13-bit-Wort hat die Teilerinformation den Wert für genaue Mittenabstimmung der Kanäle. Durch Betätigen der

# Das Know How für Mehrgewinn



Für besseren Einkauf,  
für Verkaufstraining,  
erfolgreiche Werbung  
und Ladengestaltung,  
Rationalisierung des  
Betriebsablaufs,  
Erfahrungsaustausch mit  
ehrlichen Kollegen.

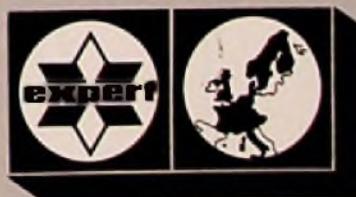
**Wir haben für jedes Problem  
den richtigen Experten.**

Sie sind herzlich eingeladen  
zu einem unverbindlichen  
Informationsgespräch auf der  
Hifi-Messe in Düsseldorf.

18.-24. August 1978

Übergang zwischen Halle 6 und 7

**bild+ton**



Zentrale der expert-Gruppe Deutschland  
Am Pferdemarkt 61 · 3012 Langenhagen  
Telefon (0511) 77021

Forschung und Entwicklung

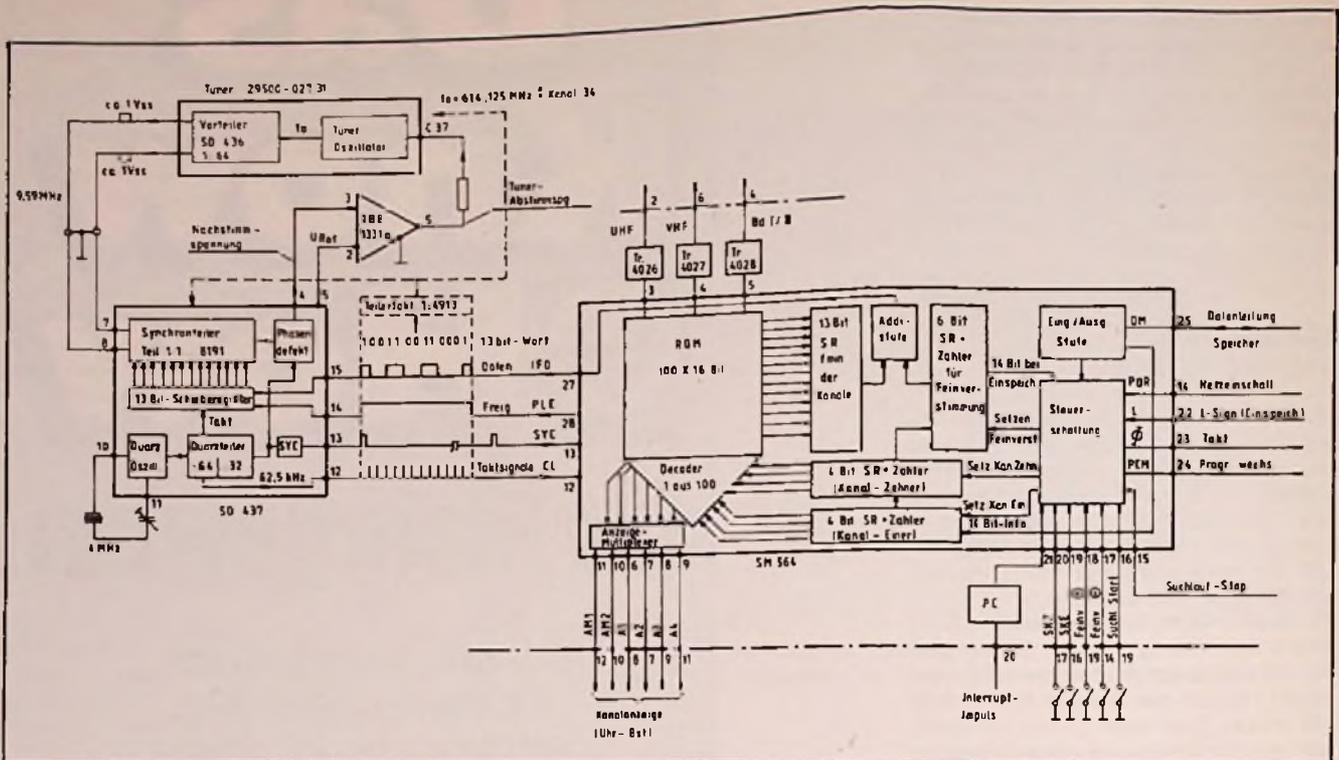


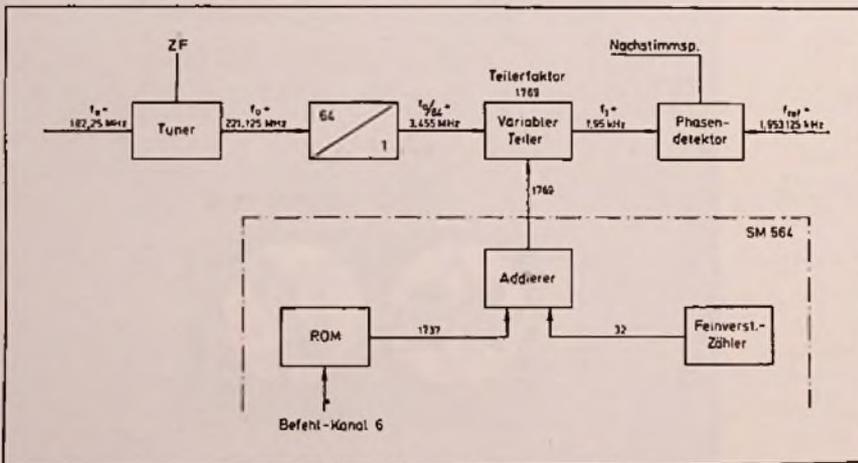
Bild 4. Prinzipschaltbild der Frequenzsynthese für Kanal 34

Keyboard-Taste „Feinabstimmung -“ wird der Feinverstimmungszähler auf einen niedrigeren Zählerstand als 32 besetzt. Der programmierbare Teiler im SO 437 wird auf ein kleineres Teilverhältnis gebracht, wodurch die Oszillatorfrequenz des Tuners unter dem Wert für Mittenabstimmung bleibt. Ebenso wird durch die „Feinabstimmung +“ =Taste der Feinabstimmungszähler auf höheren Zählerstand als 32 gebracht. Auf Grund der höheren Oszillatorfrequenz wird das Bild in Richtung „überscharf“ abgestimmt. Insgesamt kann der Feinabstimmungszähler von seinem Mittelwert 32 noch 31 Schritte nach oben (dann 63) und 32 Schritte nach

unten (dann 0) getaktet werden. Durch kurzes Drücken auf eine der Feinabstimmungstasten wird der Zähler immer um einen Schritt geändert („+“-Zähler aufwärts, „-“-Zähler abwärts). Bei längerem Betätigen der Tasten wird mit einer Frequenz von 4 Hz der Zähler schrittweise weitergetaktet. Mit jedem Schritt, in dem der programmierbare Teiler sein Teilverhältnis ändert, verschiebt sich die Oszillatorfrequenz des Tuners um 125 kHz (1,953125 kHz mal 64). Über den Feinverstimmungszähler läßt sich damit die Oszillatorfrequenz bis + 3,875 MHz (31x125 kHz) und - 4 MHz (32x125 kHz) von der Mittenfrequenz verändern.

**Beispiel: Kanal 6 soll empfangen werden.** Der Bildträger von Kanal 6 liegt bei 182,25 MHz. Demnach muß der Oszillator auf  $182,25 \text{ MHz} + 38,9 \text{ MHz} = 221,15 \text{ MHz}$  schwingen. Der ROM bekommt von den Kanal-Schieberegistern den Befehl „Ausgabe der 16-bit-Kombination für Kanal 6“. Der ROM legt das richtige Fernsehband fest und gibt das Teilverhältnis 1737 heraus. Der Feinverstimmungszähler liefert die Zahl 32, so daß nach dem Addierer ein gesamtes Teilverhältnis von  $1737 + 32 = 1769$  den programmierbaren Teiler steuert. Rückrechnung:  $f_{ref} = f_1 = 1,953125 \text{ kHz}$ ; damit muß die Eingangsfrequenz des variablen Teilers  $f_0/64 = f_1 \times 1769 = 3,455 \text{ MHz}$  sein. Vor dem festen Teiler von 64 zu 1 hat der Tuneroszillator demnach eine Frequenz von  $f_0 = 221,125 \text{ MHz}$ . Bei dieser  $f_0$  wird der Kanal 6 empfangen. Die Oszillatorfrequenz erreicht zwar nicht exakt den Wert 221,125 MHz, jedoch ist die Abweichung mit 0,01% verschwindend gering.

Bild 5. Abstimmbeispiel für Kanal 6



**Suchlauf**

Mit den Kanalwahl-Tasten wird der gewünschte Sender direkt angewählt. Durch Drücken der Suchlauf-Taste können sämtliche Kanäle nacheinander abgerufen werden. Über die Steuerschaltung erhalten die Zähler für Kanalwahl im SM 564 eine Taktfrequenz von 4 Hz. Schrittweise wird

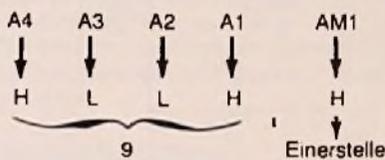
nun jeder einzelne Kanal angewählt. Wird ein empfangswürdiger Sender festgestellt, kommt von einer Koinzidenzschaltung (TCA 991) ein Stoppbefehl, der im SM 564 den Suchlauf stoppt.

Die Koinzidenzschaltung vergleicht den Zeilenrückschlagimpuls des Empfängers mit dem Zeilensynchronimpuls des Fernsehsenders. Koinzidenz herrscht nur, wenn die Zeilenfrequenz des Fernseh-Gerätes synchronisiert ist.

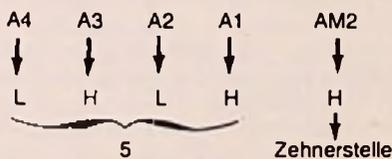
**Kanalanzeige**

Vom „1-aus-100“-Decoder im SM 564 dem Uhr-Baustein die Information zur Anzeige des gerade eingestellten Fernsehkanals zugeführt (Bild 6). Über den Zeichengenerator (im Uhr-Baustein) wird die Kanalnummer in der rechten unteren Ecke des Bildschirmes eingeblendet. H-Signal am AM2-Ausgang entspricht der Darstellung der Zehnerstelle, H-Signal an AM1 zeigt die Einerstelle an.

**Beispiel: Kanal 59 soll angezeigt werden.** An A1 bis A4 stehen zuerst



dann



Beide Signale stehen abwechselnd an den Ausgängen mit einer Wechselfrequenz von 62,5 Hz.

**Abstimm Speicher TMS 3896 NL**

Zwei TMS 3896 NL mit einer Speicherkapazität von jeweils 8x14 bit arbeiten als nicht flüchtige Abstimm Speicher. Die eingespeicherte Information bleibt auch dann erhalten, wenn die Versorgungsspannung des Gerätes abgeschaltet wird. Die Speicher werden nach jedem Programmwechsel durch eine Refresh-Schaltung wieder aufgefrischt.

**Speicherplatz-Adresse**

Die einzelnen Speicherplätze werden durch die Adressiereingänge A, B, C und D festgelegt. Hierzu kommt vom TP-Empfänger über die Chassis-Anschlüsse 13, 14, 15 und 16 die Programminformation. Diese H/L-Kombination (BCD-Code) wird mit 4 Transistoren invertiert und an die Pins 2, 3, 4 und 5 der beiden Speicher-ICs gegeben (Bild 7a und 7b).

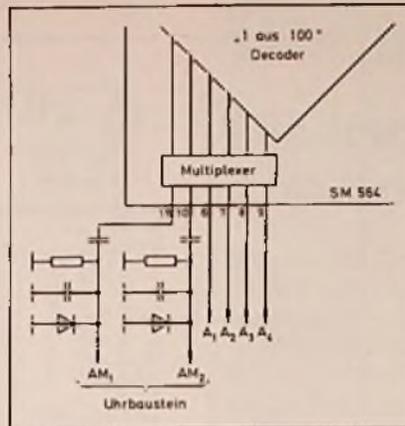


Bild 6. Informationszuordnung für die Kanäle

Der betreffende TMS 3896 NL ist dann aktiviert, wenn Adresseingang D (Pin 5) und Freigabeeingang DE (Pin 6) gleiche Signale erhalten (H- oder L-Signal). Während der ersten acht Programme führt Eingang D immer H-Signal (Tabelle 1). Damit wird durch den an +F gelegten Pin 6 des IC 4081 dieser Speicher angewählt. Bei Programm 9 bis 16 liegt Eingang D an L-Signal, so daß durch den an Masse gelegten Pin 6 des IC 4071 dieser Speicher-IC angesprochen ist.

**Einspeichervorgang**

Durch Betätigen der Speichertaste wird das im ROM-IC zur Verfügung stehende 14-bit-Wort – 8 bit für die Kanalnummer, 6 bit für

die Feinabstimmung – in den angewählten Speicher-IC eingelesen und abgespeichert. Sofort nach dem Einspeichern ruft die Steuerschaltung im SM 564 die abgespeicherte Information wieder ab und gibt sie in den Regelkreis. Über den Bildschirm ist somit die Kontrolle möglich, ob Kanal und Feinabstimmung fehlerfrei eingelesen werden.

Wird durch Drücken der Speichertaste der dort angeschlossene IC-Eingang des Speicher-ICs an Masse gelegt, erscheint am Load-Ausgang – Pin 13 – ein H-Signal. Dieser L/H-Sprung leitet den Einspeichervorgang ein. Am Datenausgang des ROM-ICs erscheint das erste Bit der einzuspeichernden Information. Mit 14 Taktimpulsen wird das 14-bit-Wort in das Schieberegister des jeweiligen Speicher-ICs eingelesen.

Durch einen ebenfalls mit der Speichertaste eingeleiteten Löscht-Schreibzyklus wird rd. 500 ms die alte Information im adressierten Speicher gelöscht und anschließend 500 ms lang die neue Information eingespeichert. Nach dem Ende der Speicherzeit ändert sich am Load-Ausgang der Pegel von High nach Low. Diese Signalfanke leitet den Lesevorgang ein: Das Schieberegister im Speicher-IC wird ausgelesen und das 14-bit-Wort über die Datenleitung an das SM 564 zurückgegeben. Mit diesem Auslesen ist der gesamte Einspeichervorgang beendet.

Die Keyboardfunktionen (Kanal, Feinabstimmung und Suchlauf) sowie der Programmwechsel sind während des Einspeicherns gesperrt.

**Programmwechsel**

Der Programmwechselbefehl – ein rd. 7 ms langer Interruptimpuls vom Telepilot-Emp-

Tabelle 1. H/L-Kombination an den Adressiereingängen der Speicher-ICs bei dem jeweiligen Programm (Speicherplatz-Adressen)

Programm	Adressiereingänge				
	A	B	C	D	
	TMS-Pin 2	TMS-Pin 3	TMS-Pin 4	TMS-Pin 5	
1	H	H	H	H	Speicherung durch IC 4081 (Pin 6 - H-Signal)
2	L	H	H	H	
3	H	L	H	H	
4	L	L	H	H	
5	H	H	L	H	
6	L	H	L	H	
7	H	L	L	H	
8	L	L	L	H	
9	H	H	H	L	Speicherung durch IC 4071 (Pin 6 - L-Signal)
10	L	H	H	L	
11	H	L	H	L	
12	L	L	H	L	
13	H	H	L	L	
14	L	H	L	L	
15	H	L	L	L	
16	L	L	L	L	
invertierte Programmkombination					

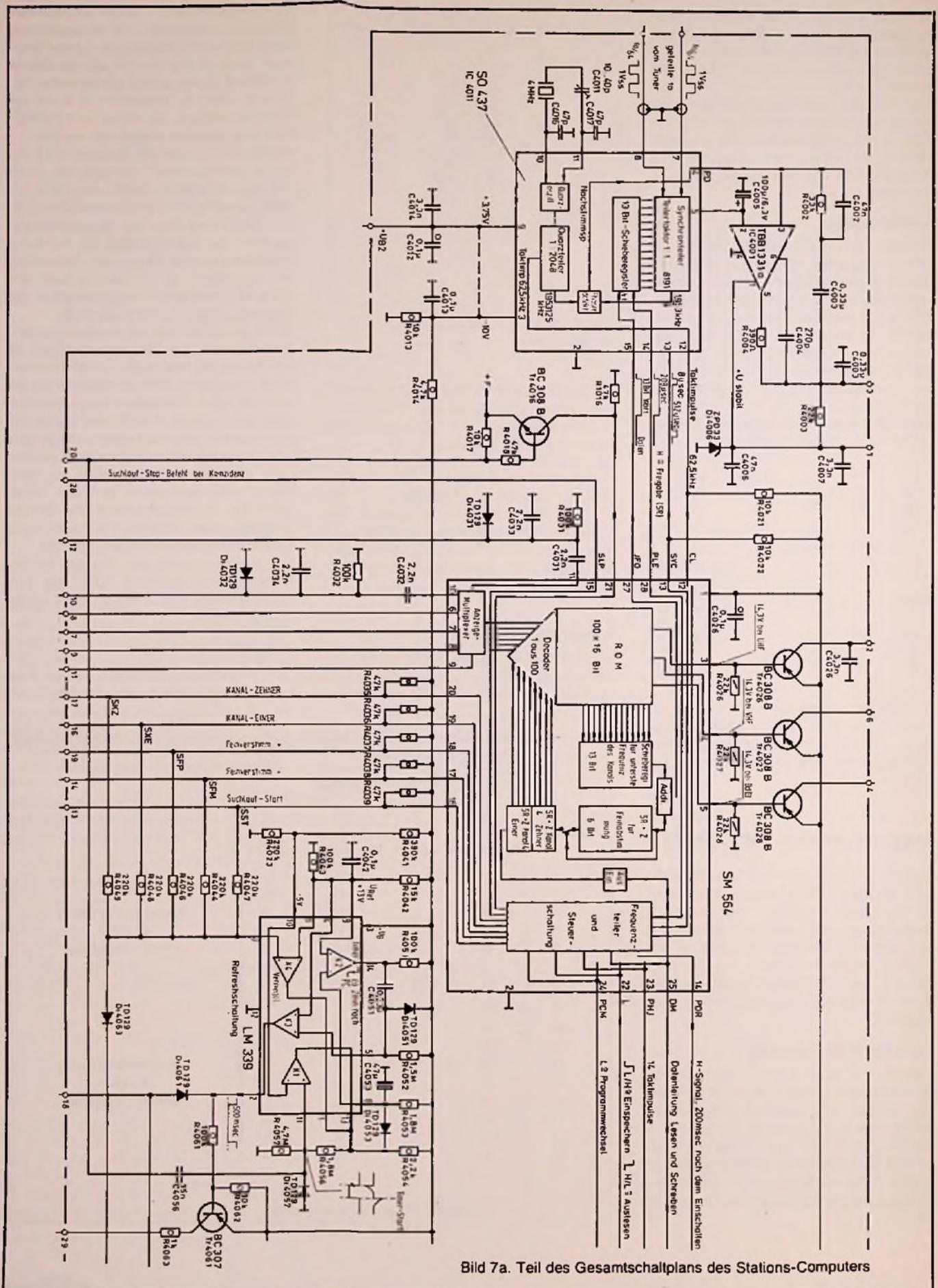


Bild 7a. Teil des Gesamtschaltplans des Stations-Computers

fänger – wird über den Bausteinanschluß 20 an die Steuerschaltung SM 564 gegeben. Der Low/High-Sprung des durch einen Transistor invertierten Interruptimpulses leitet den gesamten Auslesevorgang ein. Der durch die im BCD-Code anliegende Programmnummer adressierte Speicherplatz im TMS gibt seine Information parallel in ein Schieberegister, welches anschließend seriell ausgelesen wird und die Daten in die Steuerschaltung (SM 564) gibt. Da beim Lesen die Information im Speicher erhalten bleibt, kann dieser beliebig oft abgefragt werden.

### Datentransfer nach Einschalten des Gerätes

Im TMS 3896 NL befindet sich ein Schmitt-Trigger, der bei ansteigender Betriebsspannung am IC – dies erfolgt nach jedem Einschalten des Gerätes – einen Low-High-Sprung an seinen POR-Ausgang (Power on Reset) gibt. Diese positiv gerichtete Impulsflanke wird dem SM 564 zugeführt und leitet den Auslesevorgang (wie bei Programmwechsel) ein. Die Datenfreigabe vom TMS erfolgt erst bei H-Signal am POR-Ausgang. Während der Aufbauphase der Betriebsspannung sind die TMS-Eingänge deshalb verriegelt.

### Refresh-Schaltung

In den verwendeten Speicherbausteinen (TMS 3896 NL) wird die Information in Form von Ladung in kleinen Kapazitäten, den Ladungsinseln, eingespeichert. Dieses Verfahren hat den großen Vorteil, daß der Speicher auch ohne Betriebsspannung seine Informationen behält. Eine Stützbatterie bzw. Spannungsversorgung bei ausgeschaltetem Fernsehgerät ist nicht erforderlich. Um zu verhindern, daß während einer langen Speicherzeit Änderungen der eingespeicherten Information auftreten, erfolgt nach jedem Auslesen des Speichers (bei Programmwechsel und Einschalten des Gerätes) ein Auffrischen des Speicherinhaltes. Die Refresh-Schaltung (Bild 8) besteht im wesentlichen aus 4 Komperatoren, die in einem LM 339 integriert sind. Es ist eine Zeitschaltung, die rd. 2 min. nach jedem Programmwechsel oder dem Einschalten des Gerätes die Speicherpins aktiviert. Ein Refresh-Vorgang unterscheidet sich jedoch vom Einspeichern dadurch, daß die negative Versorgungsspannung ( $V_{DD2}$ ) von  $-24$  V während der Löschezit abgeschaltet und während der Schreibzeit wieder zugeschaltet wird. Dadurch wird die in den Speicherplätzen stehende „alte“ Information nicht gelöscht, sondern von der „Neuen“ überschrieben.

Im Ruhezustand hat der Ausgang des Komperators K 1 (Pin 13) Low-Signal. Über den Rückkopplungswiderstand R 1 gelangt dieses L-Signal an den nichtinvertierenden Eingang (Pin 11), so daß dieser Zustand

# KATHREIN

## Fernseh- und Radio-Meßempfänger MFK 31

### Die handliche Top-Kombination

- Ganze 365x236x253 mm klein – und trotzdem für Rundfunk und Fernsehen.
  - Mit großem Meßbereich – zur Messung direkt an Antennen, wie des Maximalpegels an Verstärkern.
  - Reflexionen trotz kleinem Bildschirm sehr gut zu ermitteln.
  - Hohe Hf-Dichtigkeit.
- MFK 31 – mit den konzentrierten Erfahrungen tausender Benutzer, dem Bau tausender Geräte: handlich, stabil, vielseitig nutzbar!



Qualität macht ihren Weg

# KATHREIN

F 085

Antennen · Electronic · Communications · Anlagen

Postfach 260 8200 Rosenheim 2 Telefon 08031/184-1

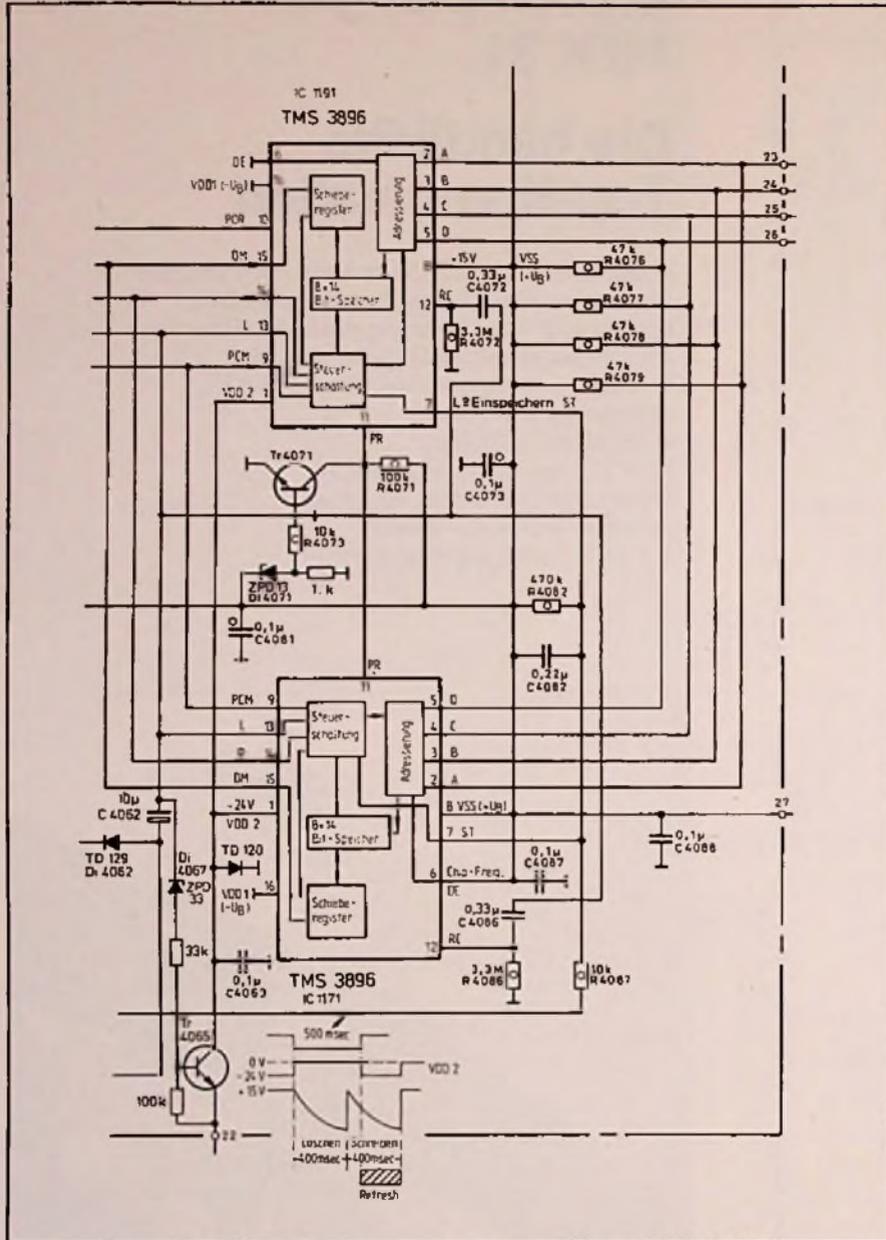


Bild 7b. Teil des Gesamtschaltplans des Stations-Computers

aufrecht erhalten bleibt. Das L-Signal am Ausgang von K 1 verhindert über Diode Di 1 die Aufladung von C 1 über R 2. Während des Lesevorganges (nach Einschalten oder Programmwechsel) kommt über Anschluß 20 ein 7 ms langer Interruptimpuls. Mit dem Ende dieses Impulses, d. h. mit dem L/H-Sprung, entsteht am „+“-Eingang von K 1 ein positiver Nadelimpuls. Der Komparatorausgang nimmt H-Signal an, wodurch Di 1 sperrt. Jetzt kann sich C 1 über R 2 aufladen. Solange die Spannung am C 1 (Pin 8) kleiner ist als die Referenzspannung von 13 V am Pin 9, bleibt der Ausgang von

K 2 (Pin 14) auf H-Signal. Nach rd. 2 min hat sich C 1 soweit aufgeladen, daß die Spannung am Pin 8 die Referenzspannung übersteigt. Der Ausgang von K 2 (Pin 14) wird dadurch auf L-Signal belegt. Über C 2 gelangt dieser negative Spannungssprung an den Pin 5 von Komparator K 3. Dadurch wird am „+“-Eingang dieses Komparators die Referenzspannung unterschritten (Pin 4 – 13 V), wodurch der Ausgang von K 3 für 500 ms Low-Signal annimmt. Diese Zeit wird durch R 3 und C 2 bestimmt. Das L-Signal am Ausgang von K 3 aktiviert über Diode Di 2 den Pin 7 des TMS 3896 NL, wo-

durch ein Speichervorgang eingeleitet wird. Gleichzeitig wird von dem Low-Signal am Ausgang von K 3 und Transistor Tr 1 durchgeschaltet. Über R 4 wird die negative Spannung (-24 V) an der Z-Diode Di 3 aufgehoben. Der Längstransistor Tr 2 sperrt und schaltet die negative Versorgungsspannung ab.

Bei einem normalen Speichervorgang wird während der Zeit „Löschen“ die alte Information auf den Speicherplätzen gelöscht. Durch die Abschaltung der -24 V wird dieser Löschvorgang verhindert. In der danach folgenden Schreibzeit wird die schon im Speicher stehende „alte Information“ von der „Neuen“ überschrieben.

Nach einem Programmwechsel dauert es rd. 2 min, bis der Refresh-Vorgang abläuft. Wird während dieser Zeit eine der Keyboard-Tasten betätigt (Feinabstimmung, Kanal und Suchlauf), so ändert sich die 14-bit-Kombination in den Schieberegistern des ROM-ICs. Beim folgenden Refresh-Vorgang würde dieses geänderte 14-bit-Wort die alte Information im Speicher-IC überschreiben, was zu einer fehlerhaften Einspeicherung führen würde. Aus diesem Grunde wird bei Betätigung einer der Keyboard-Tasten (nach Programmwechsel) der Refresh-Vorgang verriegelt.

Im Ruhezustand steht am Pin 7 des Komparators K 4 H-Signal (+ 15 V über R 4 und R 6). Der Ausgang von K 4 (Pin 1) führt H-Signal. Wird eine der Keyboard-Tasten gedrückt, sinkt die Spannung am Pin 7 unter 13 V. Der Ausgang von K 4 (Pin 1) nimmt L-Signal an. Über die leitende Diode Di 1 wird eine Aufladung von C 1 und damit der Refresh-Vorgang verhindert. Der Widerstand R 1 legt dieses L-Signal an den Pin 11 des Komparators K 1, wodurch dessen Ausgang ebenfalls L-Signal annimmt und dieser Zustand (Entladung von C 1) aufrecht erhalten bleibt.

Weiterhin wird die Refresh-Schaltung bei einem Einspeichervorgang verriegelt. Mit der abfallenden Flanke des Load-Impulses (TMS-Pin 13) wird über C 3 die Diode Di 4 durchgeschaltet und der Pin 7 kurz unter 13 V gezogen. Der Ausgang von K 4 nimmt dadurch ebenfalls L-Signal an, wie bei einem Drücken der Keyboard-Tasten. Auch wird über diesen Weg der C 1 nach jedem Refresh-Vorgang entladen.

### Kurze Wiederholung der wichtigsten Funktionsabläufe

○ In den Speicher-ICs TMS 3896 NL wird die Belegung der 16 Programm-Speicherplätze mit der Kanalnummer und der zugehörigen Feinabstimmung als 14-bit-Wort festgehalten.

○ Bei Programmwechsel wird durch dieses 14-bit-Wort dem SM 564 mitgeteilt, welcher Kanal empfangen werden soll. Im ROM das SM 564 ist fest einprogrammiert, welches

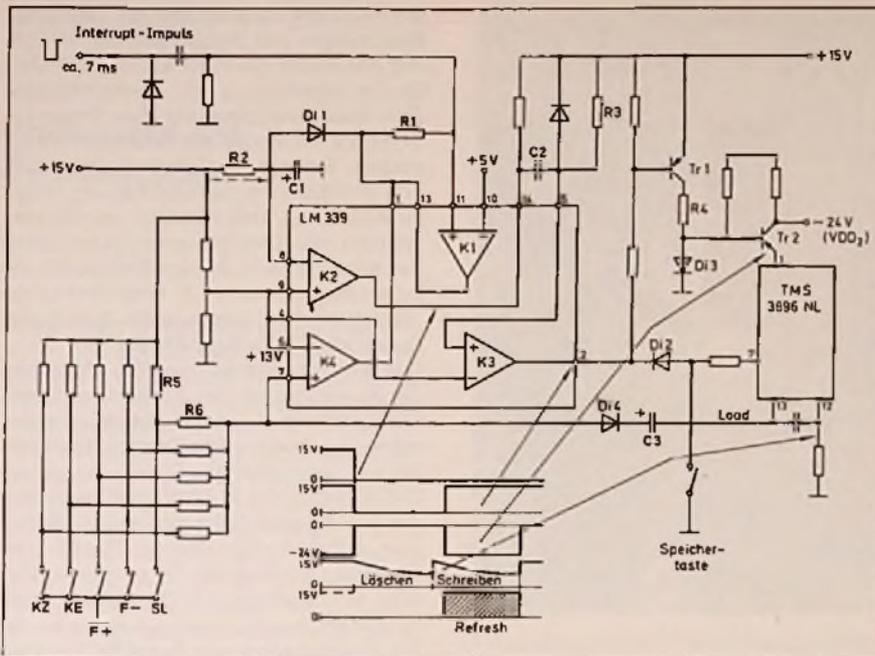


Bild 8. Refresh-Schaltung

Teilverhältnis für die einzelnen Kanäle eingestellt werden muß. Ebenfalls „weiß“ der ROM, um welches Fernsehband es sich handelt. Er gibt eine 13-bit-Kombination ab, zu der der Wert der Feinabstimmung addiert wird. Das komplette 13-bit-Wort programmiert den variablen Teiler im SO 437 (PLL-Kreis).

○ Auf Grund des neuen Teilverhältnisses wird über den Operationsverstärker (TBB 1331 a), welcher als aktives PI-Glied arbei-

tet, der Tuneroszillator solange nachgestimmt, bis die Oszillatorfrequenz des gewünschten Kanals erreicht ist.

○ Die Refresh-Schaltung aktiviert nach jedem Programmwechsel den Speicherbefehlseingang, um die eingespeicherte Information wieder aufzufrischen.

○ Die Koinzidenzschaltung (TCA 991) hat die Aufgabe, bei eingeschaltetem Suchlauf, diesen zu stoppen, sobald ein empfangswürdiger Sender festgestellt wird. □

## Digitaltechnik

## Satelliten-Übertragung digitaler Fernsehsignale mit niedriger Bitrate

Mitte Juni führte die Standard Elektrik Lorenz AG (SEL) im oberbayerischen Raisting das von ihr entwickelte System zum Übertragen von digitalen Fernsehsignalen mit einer Bitrate von 34 Mbit/s im praktischen Betrieb mit dem Satelliten Symphonie vor. Dies war die erste Demonstration mit einem derartigen System und in dieser Qualität in Europa.

Die digitale Signalübertragung bietet gegenüber einer analogen Übertragung mehrere Vorteile. Dazu gehört, daß nicht die Übertragungsstrecke, sondern im wesentlichen der Sender die Qualität digital übertragener Signale bestimmt. Da digitale Signale nur wenige diskrete Werte aufweisen können, lassen sie sich, falls sie auf der Übertragungsstrecke verzerrt oder gestört werden, zur ursprünglichen Signalform regenerieren.

Im Fall von digitalisierten Fernsehsignalen ist es außerdem möglich, die Signale von redundanten Informationen zu befreien. Bei der für die digitale Übertragung häufig verwendeten Pulsmodulation (PCM) könnte das Fernsehsignal als eine Reihe

# Verbindung von Musik und Technik

Wenn vom 18. - 24. August 1978 die hifi in Düsseldorf stattfindet, werden über 250 Hersteller ihr internationales Angebot präsentieren: Professionelle Technik für anspruchsvolle hifi-Freunde und kritische Musikliebhaber. Sie können alles hören und testen, was der internationale Markt zu bieten hat: Anlagen und Geräte, die mindestens den Qualitätsanforderungen der DIN 45.500 entsprechen, Boxen, Kopfhörer, Zubehör etc. Klassisches und avant-

# hifi

# 78

gardistisches Design. Außerdem können Sie hinter die Kulissen der Sendeanstalten schauen und ein musikalisches Rahmenprogramm mit hervorragenden Interpreten aus allen Bereichen der Musikwelt genießen. Kommen Sie, hören Sie, sehen Sie!

Weitere Informationen:  
Düsseldorfer Messegesellschaft mbH  
-NOWEA- Inlandsmessen 2, hifi 78,  
Postfach 32 02 03, D-4000 Düsseldorf 30

**4. Internationale Ausstellung mit Festival, Düsseldorf, 18.-24. August 1978, täglich 10-19 Uhr**

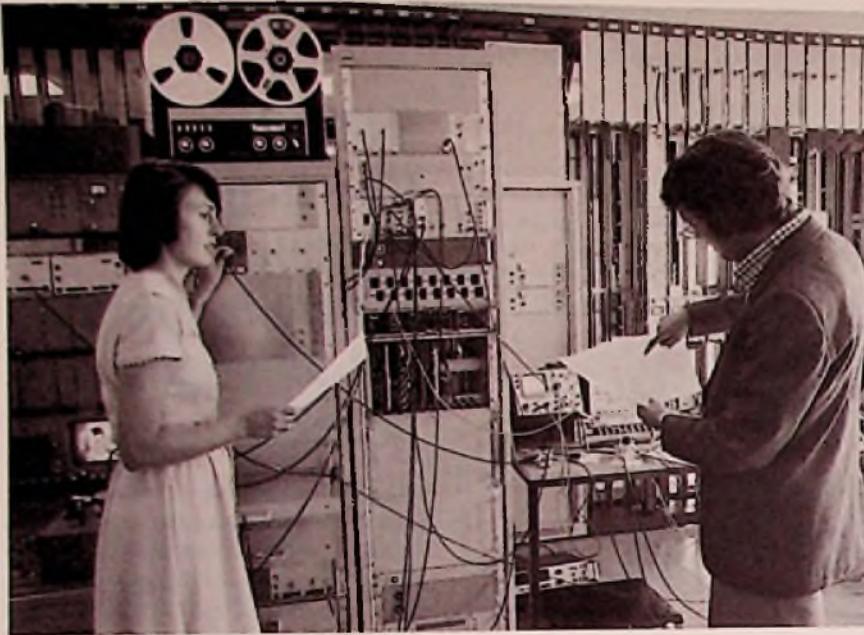


Bild 1. In diesen Gestellen ist die labormäßige Ausführung der Meß- und Übertragungseinrichtungen untergebracht. In der endgültigen Form wird die Anlage erheblich kleiner sein.

dicht aufeinanderfolgender Bildpunkte übertragen werden, wozu allerdings eine relativ hohe Bitrate von etwa 100 Mbit/s erforderlich ist. Da die Bildpunkte untereinander oft

Bild 2. Bei der Demonstration wurden zwei Farbbildmonitore übereinandergestellt, damit die Übertragungsqualität verdeutlicht werden konnte. Auf dem unteren Bildschirm wurde das Analogsignal, auf dem oberen das Digitalsignal nach der Übertragung über den Satelliten wiedergegeben. Einen Qualitätsunterschied haben wir mit dem bloßen Auge nicht feststellen können.



sehr ähnlich sind, kann man sich darauf beschränken, nur die Differenz zwischen benachbarten Bildpunkten oder dem betroffenen Bildpunkt und einem aus benachbarten Bildpunkten gebildeten Schätzwert (Prädikation) zu übertragen. Dieses Verhalten heißt Differenz-Pulsmodulation (DPCM). Außerdem läßt sich diese Differenz je nach Bildinhalt mehr oder weniger fein auflösen (Quantisieren). Auf diese Weise gelingt es, die Bitrate auf 34 Mbit/s zu reduzieren. Diese Bitrate eignen sich zur Übertragung in einem PCM-System mit 480 Telefonkanälen, für die Übertragung außerhalb des Fernsehstudios wird die Bitrate 34 Mbit/s von der European Broadcasting Union (EBU) favorisiert. Beim Benutzen von Satelliten erlaubt es eine digitale Übertragung mit dieser Bitrate gegenüber der konventionellen Übertragung mit analoger Frequenzmodulation (FM), die Sendeleistung im Satelliten auf ein Fünftel zu vermindern. Die Vorteile der digitalen Fernsehübertragung haben zu einer weltweiten Aktivität auf diesem Gebiet geführt. Bereits im Jahre 1972 wurde in den USA ein erstes Versuchssystem mit kleiner Bitrate (etwa 30 Mbit/s) vorgestellt und die Satellitenübertragung demonstriert. Allerdings genügte diese Übertragung noch nicht hohen Qualitätsansprüchen. Gefördert durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT), begannen auch bei SEL im Jahre 1973 Arbeiten auf dem Gebiet der digitalen Bildübertragung. Unter der Projekträger-schaft der Gesellschaft für Weltraumfor-

schung (GfW) und später der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DFVLR) wurde ein System für die Übertragung von Fernsehsignalen über Satellitenstrecken mit einer Bitrate von 34 Mbit/s entwickelt und inzwischen fertiggestellt. Erstmals in Europa konnte damit eine 34-Mbit/s-Fernsehübertragung mit guter Bildqualität über Satelliten demonstriert werden. Als Übertragungsmedium diente der europäische, über dem Kreuzpunkt zwischen Äquator und 11,5° westlicher Länge „stehende“ Nachrichtensatellit Symphonie, Flugmodell 2, Transponder C.

Das Versuchssystem von SEL digitalisiert die Komponenten des Farbfernsehsignals (Helligkeitssignal und Farbkomponenten) sowie zwei hochwertige Tonsignale und reduziert die gesamte Bitrate zu einem DPCM-Signal mit 34 Mbit/s, um es zusammen mit digitalen Synchronsignalen über einen 4-Phasen-Modulator in 70-MHz-Zwischenfrequenzlage der Sendestelle in Raisting zu übergeben. Am Ende der mehr als 70 000 km langen Übertragungsstrecke von der Erdefunkstelle zum Satelliten Symphonie und zurück zur Erdefunkstelle Raisting wurde das Signal demoduliert, wieder in das analoge Fernsehsignal umgesetzt und einem Fernsehmonitor zugeführt.

Die durchgeführten Versuche dienen zum Messen und Erproben des Systems unter realen Übertragungsbedingungen. Dabei war es möglich, den Unterschied zwischen analogen FM- und digitalen DPCM-Übertragungen, den Einfluß der Sendeleistung auf die Empfangsqualität sowie die Wirkung verschiedener Prädiktions- und Quantisierungsverfahren zu untersuchen.

Das System verspricht vielseitige Anwendungsmöglichkeiten nicht nur im Zusammenhang mit kommerziellen Nachrichtensatelliten und dem geplanten Fernsehrundfunksatellit für Direktempfang, sondern auch bei terrestrischen Übertragungen auf Richtfunk-, Koaxialkabel- und Lichtleitstrecken. Weitere Anwendungen sind in der störungsempfindlichen digitalen Studio-Speichertechnik zu erwarten. □

### Terminkalender für Fachveranstaltungen

12.09. – 14.09.1978

Zürich

Semicon/Europa – Halbleiter-Fachmesse  
Auskünfte: Semicon/Europa, Oberdorfstr.  
28, CH-8001 Zürich

18.09. – 20.09.1978

Berlin

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

Sonnenenergie

## Solarzellen mit Stromspeicher

Unabhängig voneinander gelang es israelischen und amerikanischen Gelehrten, Solarzellen zu entwickeln, die auch nachts Strom liefern können: Der Stromspeicher ist Bestandteil der Zellen.

Übliche Solarzellen sind Siliziumscheiben, die von einer Seite her mit Fremdatomen versetzt sind. So entstehen zwei Schichten, von denen eine Elektronenmangel, die andere Elektronenüberschuß hat. Aufgrund von Ausgleichsvorgängen bildet sich zwischen ihnen ein von elektrischen Ladungen freier Übergang. Hier besteht eine elektrische Spannung. Schlägt einfallendes Licht nun Elektronen aus den Atomen heraus, pumpt diese Spannung sie durch die Leitungen angelegter Stromkreise.

Am Berliner Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft kam Professor Heinz Gerischer auf den Gedanken, das anders zu nutzen. Grundgedanke ist, daß man chemische Reaktionen auch als Austausch von

Elektronen beschreiben kann. Vom Sonnenlicht freigesetzte Elektronen können also bei chemischen Reaktionen mitwirken. Gerischer widmete seine Forschung der solaren Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff. Wasserstoff ist ein leicht transportabler Energieträger, der mit längst erprobten Techniken aus sonnenbegünstigten Gegenden in die Industriestaaten transportiert werden kann.

Bemerkenswert an Gerischer Idee ist, daß die fotoelektrolytische Zelle ohne klassischen Stromkreis auskommt. Im Vergleich mit der üblichen Solarzelle ist nur die obere Schicht ein Halbleiter, die untere dagegen eine elektrisch leitende Flüssigkeit, ein Elektrolyt. Der Übergang besteht somit zwischen Halbleiter und Elektrolyt.

Chemische Reaktionen sind es auch, die das Speichern und die Abgabe elektrischer Energie erlauben. Damit wird es möglich, Solarzelle und Akkumulator als Einheit zu bauen. In den Vereinigten Staaten ist das in Labors des Bell-Telephone-Konzerns und der Technischen Hochschule von Massachusetts gelungen, in Israel am Weizmann-Institut in Rehovot unweit von Tel Aviv.

Die israelische Entwicklung zeichnet sich durch Praxisbezogenheit aus. Professor Joost Manassen, Dr. Gary Hodes und Dr. David Cahen verzichten auf teures einkristallines Halbleitermaterial. Sie benutzen Cadmiumselenid, das nicht einmal einkristallin ist. Es wird galvanisch, also durch

elektrolytische Vorgänge, auf leitende Trägermaterialien aufgebracht. Das ergibt sehr dünne Halbleiterschichten. Wegen des geringen Materialverbrauchs ist das billig. Zugleich entfällt die Notwendigkeit, in staubfreien Räumen zu arbeiten, was sonst in der Halbleitertechnik Vorbedingung ist. Nicht zuletzt, heben die israelischen Gelehrten hervor, kann man durch galvanische Techniken sehr große Zellenflächen herstellen, was sonst schwer möglich ist.

In der Solarzelle des Weizmann-Instituts bildet der Halbleiter den einen Pol, eine Gegenelektrode im Elektrolyt den zweiten. Das ist die stromliefernde Zelle. Zum Akkumulator wird sie, indem eine Speicherelektrode angefügt wird, die von der Solarzelle durch eine halbdurchlässige Membran getrennt ist. Sie wird mit der Halbleiterelektrode elektrisch leitend verbunden. Wenngleich das einfach klingt, waren bis zur praktischen Verwirklichung viele Einzelprobleme zu lösen.

Die Entwicklung ist noch nicht abgeschlossen. Die Speicherzellen wandeln nicht ganz vier Prozent der einfallenden Sonnenenergie in elektrische Energie um. Am Weizmann-Institut hofft man, zu sechs bis acht Prozent zu gelangen. Fertigungstechnische Fortschritte lassen am Ende Preise um vier Mark je Watt elektrischer Leistung erwarten. Damit würde die fotoelektrochemische Solarzelle zum ernsthaften Mitbewerber auf dem Energiesektor. Dr. W. Baier



500 Stück im Schaukasten  
DM:49,50  
Fordern Sie unseren Prospekt mit vielen preiswerten Zugabe-Artikeln  
**RANCKA-WERBUNG**  
2 HAMBURG 54  
Postfach 541043 · Telefon 040-560 29 01

für Kfz. Maschinen. Werbung  
**PVC-Klebeschilder**  
FIRMEN-BAU- u. Magnet-Schilder  
**BICHLMEIER 82 Ro-Kastenau**  
Erlenweg 17 · Tel. 080 317 31315-7 19 85

## Bildröhren regenerieren mit Garantie

2 Jahre Dauertest  
Beweis für absolute Sicherheit und Erfolg



- regeneriert mit Langzeitgarantie (100 % Katodenschutz)
- beseitigt Schlüsse
- mißt Lebensdauer, Fokus, Katodenstrom (autom. UG2-Einstellung), Kennlinie, Schlüsse

Heizspannungen: 4,5 · 6,3 · 8,4 · 11 · 13 Volt  
Adapterfach an der Rückwand

Preis DM 559,-  
incl. MWST. mit steckbaren Adaptern für 350 Bildröhren

**MÜTER BMR 7**

Kirchhofweg 38 · 4353 Der-Eickenbruch  
Telefon (0 21 681) 20 53

### Elektronische Orgeln zum Selbstbau

Dr. Böhm-Orgeln sind unübertroffen vielseitig.

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

Bauen Sie sich für wenig Geld Ihre Superorgel selbst!

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

**Dr. Böhm**

Gratis-Katalog anfordern!

Elektronische Orgeln und Bausätze - Postf. 21 09/14/15  
4950 Minden, T. 0571/52031



Schaltungsberechnung

### Die Bemessung des Überbrückungs-Kondensators für den Emitterwiderstand

Zu unserem in Heft 2/78 veröffentlichten Beitrag von Dipl.-Ing. H. Peschl, Bremen, erhielten wir seinerzeit aus dem Leserkreis ergänzende Ausführungen, die von anderen Betrachtungsweisen ausgingen und in Heft 9/78 zur Diskussion gestellt wurden. Dazu erreichte uns ein weiterer Diskussionsbeitrag von Professor Otmar Kilgenstein, der die Überlegungen von Ing. H. Cap in Heft 9/78 zum Gegenstand hat. Professor Kilgenstein schreibt:  
 ..Die von H. Peschl in Heft 2/78 angeführte Gleichung 15

$$C_E = \frac{1}{\omega R_E} \sqrt{\frac{\left(\frac{V'_{u'}}{V_{u \min}}\right)^2 - 1}{1 - \left(\frac{V'_{u'}}{V_{u \max}}\right)^2}}$$

hatte ich vereinfacht zu

$$C_E = \frac{S}{\omega \sqrt{1 - \rho_1^2}} \quad (15^*)$$

wobei gilt:

$$\rho_1 = \frac{V'_{u'}}{V_{u \max}}$$

Die Größe S ist dabei die Steilheit des Transistors, die bei den hier üblichen kleinen Strömen auch theoretisch zu  $S = I_C / U_T = I_E / U_T$  berechnet werden kann

Herr Cap hatte angegeben:

$$C_E = \frac{1}{Z_E \cdot \omega_{gr}}$$

mit  $Z_E = U_T / I_E$ .

Hierbei stellt  $\omega_{gr}$  die Grenz-Kreisfrequenz dar, bei der die Verstärkung um rd. 3 dB verringert wurde. Setzt man jedoch bei der vereinfachten Beziehung Gl. 15\*

$$\frac{\rho_1}{1 - \rho_1^2} = 1$$

bei  $\rho_1 = 0,707$ , also dem Wert für die Grenzfrequenz (siehe auch die gebrachte Tabelle), so stimmen die beiden Beziehungen

exakt überein. Nach dieser von H. Cap angegebenen Vorschrift für die Bemessung des Emitterkondensators ist aber immer vorausgesetzt, daß der zulässige Verstärkungsabfall auch 3 dB betragen darf, der Verstärker nur aus einer einzigen Stufe besteht und keine Koppelkondensatoren vorhanden sind, die ebenfalls zum Abfall der Verstärkung bei tiefen Frequenzen beitragen.

Alle diese Voraussetzungen sind wohl kaum jemals gegeben, so daß die Bemessung nach H. Cap für die Praxis als nicht brauchbar angesehen werden kann. Der übliche Fall bei einem solchen RC-Verstärker ist doch dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Verstärkerstufen vorhanden, zumindestens einige Koppelkondensatoren da sind und auch meistens die Verstärkung bei der tiefsten zu übertragenden Frequenz vielleicht um 10% abfallen darf, aber keineswegs gleich um 30% (Hi-Fi!). Wie man sich leicht ausrechnen kann, ist bei der Annahme eines zulässigen 3-dB-Abfalles für eine einzige „Ursache“ (d.h. Emitterkondensator und Koppelkondensator) z.B. bei einem 3stufigen Verstärker (3x Emitterkondensator + 4 x Koppelkondensator) die Verstärkung auf nur noch 17% gefallen – auf einen nicht mehr diskutierbaren Wert.

Wenn auch die Überlegungen von H. Cap rein rechnerisch nicht falsch sind, so kann einer solchen Bemessungsvorschrift doch nicht zugestimmt werden, weil in der praktischen Anwendung eine solche Dimensionierung kaum jemals vorkommen wird.“ □

Verlag und Herausgeber

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

Verlagsanschriften:

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

Wilckensstraße 3-5  
 6900 Heidelberg 1  
 Tel. (0 62 21) 4 89-1  
 Telex 4 61 727

Gesellschafter:

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

Verlagsleitung:

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

Koordination:

Fritz Winzinger

Verlagskonten:

PSchK München 8201-800  
 Deutsche Bank Heidelberg 01/94 300  
 (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:

Josef Barfuß, 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 Aulkirchen über Starnberg  
 Telefon (0 81 51) 56 69

Nachdruck ist nur mit Genehmigung der  
 Redaktion gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte  
 wird keine Gewähr übernommen.

Anzeigen

Anzeigenleiter:

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

Paketanschrift:

Lazarettstraße 4  
 8000 München 19

Gültige Anzeigenpreisliste  
 Nr. 11 vom 1. 9. 1977



Vertrieb

Vertriebsleiter:

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

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

Der neue Radio-Recorder bajazzo CR 6000 digital von Telefunken

# Mehr Komfort durch Digital-Schaltuhr und 12 Watt Ausgangsleistung.

Der einzige Radio-Recorder mit quartzgesteuerter elektronischer Digital-Schaltuhr mit 24-Stunden-Anzeige. Und Schalmöglichkeiten für Einschlaf-Automatik, Wecken, Weck-Unterbrechung sowie zeitgesteuerter, selbsttätiger Bandaufnahme/Wiedergabe (bis max. 60 Minuten) bei Netz- und Batteriebetrieb.

Aufnahme-Automatik, umschaltbar für Sprache oder Musik

Drehregler für Lautstärke, Höhen und Tiefen

Rastbare Pausentaste. Versenkte Drucktasten.

Direktschaltung Rundfunk/Cassette (Play-Taste).

Eingebautes Mikrofon

4 Wellenbereiche

Anschlüsse: Ohrhörer/ Zweitlautsprecher Universalbuchse für externes Mikrofon, TA/TB, Radio

UKW-Scharabsimmung (AFC), abschaltbar

Kombiniertes Sender-Abstimminstrument mit Accu-indicator/ Batteriekontrolle. Spielt über Netz (220/110 V) oder mit 6 Monozellen oder mit Akku (als Zubehör lieferbar)

Bei Netzbetrieb regenerieren sich die Monozellen und leisten bis zum Verflachen an Betriebsstunden bzw. der Akku wird wieder aufgeladen.

5 UKW-Stationstasten

Battene-Check



Oszillator-Taste.

Kunststoff-Laufwerk von Telefunken mit 4-fach Band-Endabschaltung und CrO<sub>2</sub>-Elektronik.

Record-Indicator

3-stelliges Zahlwerk mit Rückstelltaste.

Schieberegler für stufenloses micro-mixing.

Umschalter auf dritte Bandsorte (FeCr).

Skala bei Netzbetrieb beleuchtet.

2 eingebaute Lautsprecher

Rundfunkteil mit hochselektiven Keramik-Filtern.

Quartzgesteuerte elektronische Digital-Schaltuhr.



# TELEFUNKEN

Ein Unternehmen des AEG-TELEFUNKEN Konzerns

485.2815

# Der HiFi-Lautsprecher

vom Spezialisten

## Manipulationen durch Testberichte

Die „musikalischen“ Eigenschaften Ihres Hörraumes sind bekannt. Sie können Ihre Lautsprecher optimal plazieren. Sie verfügen über die gleichen HiFi-Komponenten, die gleichen Schallplatten und Mutterbänder wie die Testjuroren. Sie sind gewillt, mit großen Lautstärken zu hören. Und Sie kennen schließlich einen Lautsprecher-Entwickler, der seine Lautsprecher optimal auf Ihren Hörraum auslegt.

Dann sollten Sie Lautsprecher-Vergleichstests blindlings vertrauen.

Nichts gegen die vielfältigen Versuche, Lautsprechertests zu objektivieren. Vom Anspruch, den Stein der Weisen entdeckt zu haben, ist man noch weit entfernt:

- weil der Hörraum ganz entscheidend das Klangbild der Lautsprecher prägt (auch der Testraum)
- weil unterschiedliche Plazierungen keine objektive Vergleichbarkeit zulassen
- weil wir die Manipulation bei der Entstehung der Schallplatte nicht kennen

- weil auch die Tester nicht mit dem Original vergleichen und das Ohr sehr vergeßlich ist.

Wie kommt es, daß man von amerikanischem, japanischem, europäischem und deutschem Sound spricht? Ist es so, daß in Amerika eine Violine anders klingt als in Europa? Ist es so, daß Engländer andere Ohren haben als Deutsche?

Kein Mensch weiß, wie Beethoven seine Musik klingen hörte. Und Beethoven klingt in der Berliner Philharmonie anders als in der Royal Festival Hall in London. Und über den einen Lautsprecher anders als über den anderen. Und Beethovens Fünfte gibt es in 30 Varianten auf Platte - jede anders.

Tests von Lautsprechern können vielleicht eine Orientierungshilfe sein. Ihre eigenen Ohren in Ihren eigenen vier Wänden mit Ihrer eigenen Musik können sie nicht ersetzen.

Was bleibt, ist Ihr Lautsprecher-Vergleichstest, ob beim Handel oder zu Hause. Mit Ihrer Lieblingsmusik - unbeeinflusst von Test-siegern und -verlierern.

In der nächsten Summit-Information erfahren Sie etwas über „Manipulation durch Messen (Ausstellungen)“

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

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

SUMMIT  
heißt Spitze  
SUMMIT  
das ist Musik

**Summit**



# Die Alternative

LEHNERT 

## HiFi System 9000

Bei der Entwicklung unserer HiFi-Bausteine haben wir auf die Technik und den Bedienungskomfort größten Wert gelegt.

Jeder Baustein ist besser als die HiFi-Norm DIN 45.500.



### Verstärker SV 901

2 x 70 Watt Musikleistung (2 x 45 Watt Sinus), LED-Funktionsanzeigen, Rumpelfilter, Loudness, Synchro, Monitor, Overload, 2 Anzeigeinstrumente, abschraubbare Griffe, 220 V~/50 Hz, VDE-SEMCO, Überspielmöglichkeit Tape 1-2/2-1 (Dubbing-System), Anschlußmöglichkeit für 2 Tape-Decks oder Tonbänder, Überlastungsschaltung (Overload), gerasteter Lautstärkeregler, Maße: 43,4 x 27,3 x 13,4 cm

### Tuner ST 902

LED-Funktionsanzeigen, 4 Wellen-Bereiche, UKW Stereo, MW, KW, LW, Muting, 2 Anzeigeinstrumente (Feldstärke-Anzeige, Mittenabstimmung), Outputlevel rastbar, Stereo/Mono-Schalter, abschraubbare Griffe, Maße: 43,4 x 27,3 x 13,4 cm

### Dolby-Deck CD 903

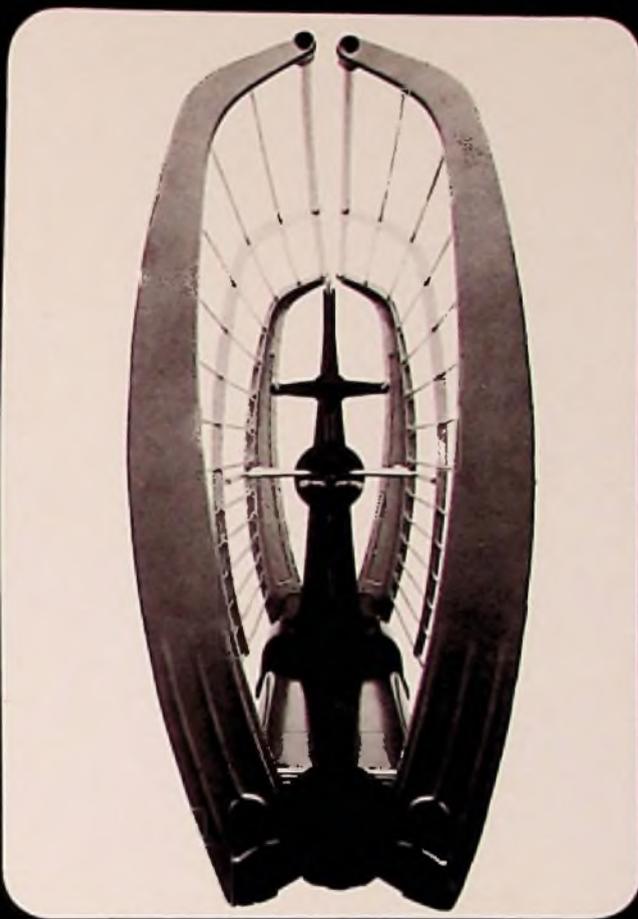
LED-Funktionsanzeigen, 2 Anzeigeinstrumente, Banuzählwerk, Dolby NR, Bandsortenschalter für Standard-Chromdioxid- und Ferrochrom-Band (Equalizer- und Bias-schaltung), getrennte Aussteuerungsregler, Auto-Stop, abschraubbare Griffe, Peak (LED-Spitzenwertanzeige), Pausentaste, Kopfhörer- und Mikrofonanschlüsse (Frontseite), Maße: 43,4 x 30,5 x 13,4 cm

### Plattenspieler P S 904

Direktantrieb, SHURE-Magnetsystem, Automatik, Stroboskop-Anzeige, Antiskating, Geschwindigkeitsfeinregler (Speed-Control), Tonarmlift, stufenlos regelbare Nadelauflage 1 - 4 p, Cueing, Auto-Repead, genormter steckbarer Systemträger, Maße: 45,0 x 35,5 x 16,5 cm

Lehnert GmbH · 6601 Saarbrücken-Schafbrücke

# kompakt



## clou 45

### UHF-Fernsehantenne mit vielen besonderen Vorzügen



kompakt und handlich — komplett vormontiert, kurz, stabil und schwingungsfrei. Leistungsstark — sehr guter Gewinnverlauf bis 14,5 dB. Breitbandig — Kanäle 21-60. Zur zusätzlichen Leistungssteigerung mit »Aktivkapsel AKV 145« vorbereiteter Spezial-Anschlußkasten.

clou 45 — ein kompaktes Bündel der besten Eigenschaften die eine UHF-Antenne haben kann!



Hans Kolbe & Co

Nachrichtenübertragungstechnik  
3202 Bad Salzdetfurth · Postfach 49

# Neue D

Mickan, G.

Z L 15933

1255 Woltersdorf  
125 Goethestr. 11

# 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 und Mitteltöner 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 a

Weitere Informationen erhalten Sie unter Bezug auf Nr. 1371 a von VALVO Artikelgruppe Audio- und Video-Bauteile Burchardstraße 19, 2000 Hamburg 1 Telefon (040) 32 96-425



## VALVO

Bauelemente  
für die gesamte  
Elektronik

