

FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift für Funk-Elektroniker und Radio-Fernseh-Techniker

7 1982 37. Jahrgang

Schallplatten vom
Metall - Master

Urteil: Keine
Dreijahresgarantie

Single-Chip -
Frequenz-Synthesizer

Die Auswahl von Dioden-
und Transistor-Ersatztypen

FM-Tuner mit

eingelöteten

Mickan, G.
1255 Wolfersdorf
125 Goethestr. 11

Die Perfektion der Natur ist unser Vorbild. Funkkommunikation.

Schmetterlinge haben die Gabe, über große Distanzen hinweg Kontakt miteinander aufzunehmen. So genügen schon wenige Impulse, in Form von Duftmolekülen ausgesandt, um einen anderen Schmetterling zum Kommen aufzufordern.

Dieses System der drahtlosen Kommunikation hat SEL schon vor einigen Jahren, seit der Einführung des Eurosignal-Empfängers, für die menschliche Kommunikation nutzbar gemacht. Die Teilnahme am europäischen Funkrufdienst mit dem SEL-Eurosignal bietet die Möglichkeit, zu jeder Zeit an jedem beliebigen Ort erreichbar zu sein.

Dieses kaum notizbuchgroße Gerät ist bereits für viele Ärzte, Manager, Wirtschaftsunternehmer und alle, die viel unterwegs sind, unentbehrlich geworden. Nicht zuletzt auch, weil es Zeit und Geld spart, strapazierte Nerven schont und zusätzliche Freizeit ermöglicht.

An der Perfektion, die die Natur in Millionen Jahren Evolution hervorgebracht hat, sollte sich der Mensch auch noch in Zukunft messen. Wir bei SEL werden es jedenfalls tun.

Immer, wenn es gilt, technisch neue Impulse für Kommunikation zu geben, kann man auf SEL zählen.

Standard Elektrik Lorenz AG.

Standard Elektrik Lorenz AG

Neue Impulse

In diesem Heft:

Schärfe, Helligkeit und Kontrast Im Fernsehbild Seite 283

HIFI-Tuner mit eingebautem Timer Seite 287

Gemeinschafts-Antennenanlagen Seite 298

Kurzbeiträge
Dreijahres-Garantie für Radio- und Fernsehgeräte verboten Seite 271

Vorteile von Stripline-Zirkulatoren Seite 271

Single-Chip-Frequenz-Synthesizer Seite 278

Horizontalkombination für Fernsehempfänger Seite 282

Video-Cassetten richtig gelagert Seite 286

Stromschnittstelle DAS-10 erweitert Meßgeräte mit V.24/V.28-Schnittstelle Seite 286

FM-ZF-Baustein mit Demodulator für Autoradios Seite 294

Übung macht den Meister (III) Seite 301

Rubriken

Technische Neuerungen Seite 272

Hilfsmittel und Zubehör Seite 272

Neue Produkte Seite 273

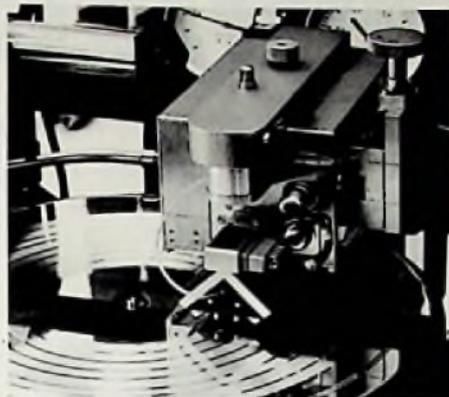
Neue Meßgeräte Seite 275

Neue Bauelemente Seite 303

Besprechung neuer Bücher Seite 305

Firmendruckschriften Seite 306

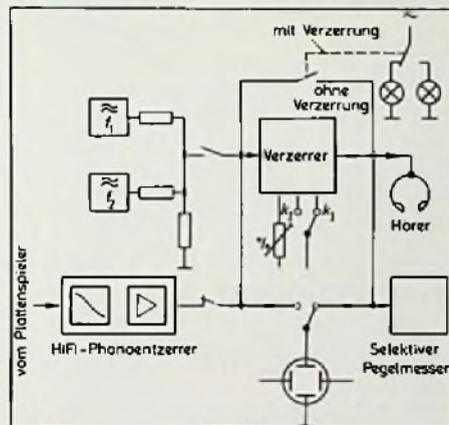
Impressum Seite 306



Titelbild:

Herkömmliche Analog-Schallplatten waren stets mit Knack- und Knisterstörungen behaftet. Damit hatte man sich abgefunden. Daß das aber nicht sein muß, wenn die Masterplatte direkt in Metall geschnitten wird, stellte jetzt die Teldec unter Beweis. Unser Bild zeigt die dafür verwendete Direktschneideeinrichtung. (Siehe auch den Beitrag „Vom Magnetband in die Kupferplatte“ von Prof. C. Reuber)

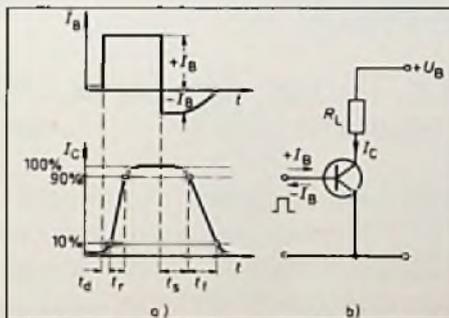
Seite 276



Jetzt ist es nicht mehr High-Fidelity!

Ab wann stören nichtlineare Verzerrungen wirklich? Diese Frage stellte sich unser Mitarbeiter H. J. Haase und führte vor einer Reihe repräsentativer Zuhörer eine Reihe von Tests mit definiert erzeugten Verzerrungen an. Er kam zu ganz erstaunlichen Ergebnissen.

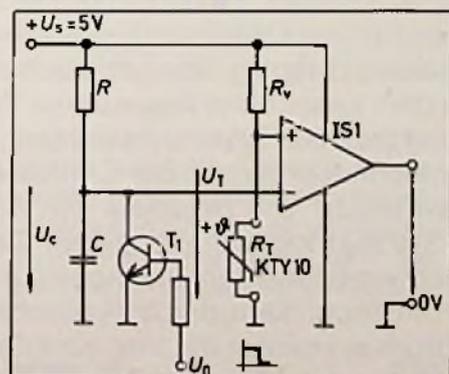
Seite 279



Die Auswahl von Dioden- und Transistor-Ersatztypen

Für den Fachmann in der Service-Werkstatt ist es oftmals schwierig, bei einer Reparatur den originalen Transistortyp zu beschaffen. Der Beitrag soll helfen, unter den 25000 verschiedenen Transistortypen, die es auf der Welt gibt, den geeigneten Ersatztyp zu finden.

Seite 291



Temperaturgesteuerter Pulsdauermodulator für Mikrocomputeranwendungen

Microcomputer benötigen zum Kommunizieren unbedingt Sensoren und Aktuatoren. Dieser Beitrag beschreibt eine Schaltung, mit der Temperaturen in computer-gerechte elektrische Größen umgewandelt werden.

Seite 295

Hüthig

Zur Theorie und Praxis der Antennen

Edmund Stirner

Antennen

Band I: Grundlagen

1977, 229 S., 111 Abb., kart., DM 38, –
ISBN 3-7785-0424-X

Band II: Praxis

1980, 214 S., 144 Abb., kart., DM 44, –
ISBN 3-7785-0491-6



Doz. Edmund Stirner
Fachhochschule
Coburg

Dr. Alfred Hüthig
Verlag GmbH
Postfach 102869
6900 Heidelberg 1

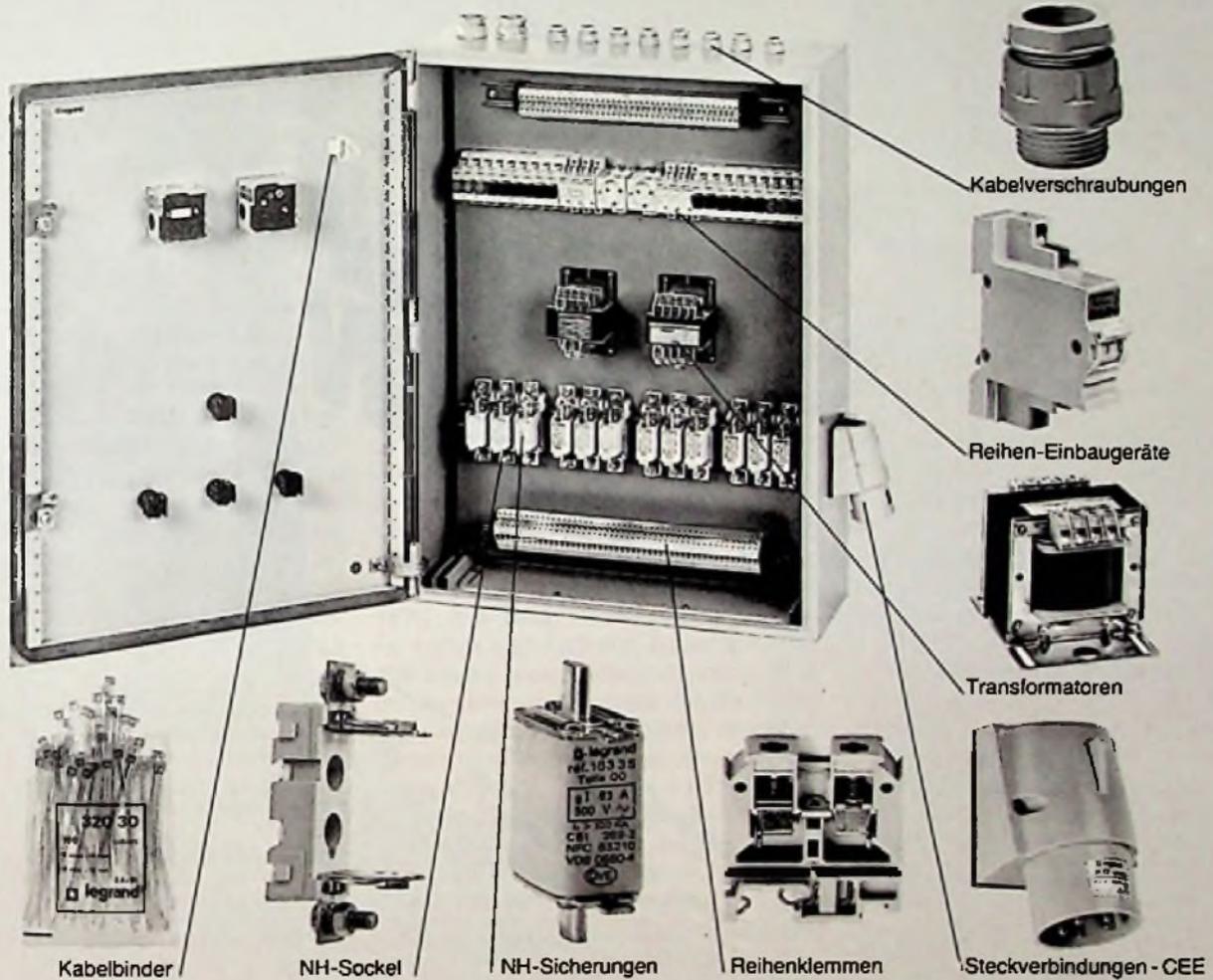
Neben den „klassischen“ Antennentypen, wie z.B. Dipol-, Yagi-, Langdraht-, Rhombusantennen usw., werden auch die neuesten Entwicklungen der Antennentechnik wie ebene phasengesteuerte Antennen, phasengesteuerte Zylinder-Gruppenantennen, breitbandige logarithmische Strahler, gerillte Trichterstrahler, Mehrmoden-Koaxialstrahler und aktive Antennen beschrieben. Die Antennentypen werden unter Berücksichtigung der praktischen Gegebenheiten vorgestellt. Um auch dem Leser ohne besonderen Vorkenntnisse den Einstieg auf dem Gebiet der Antennen zu erleichtern, werden die Grundbegriffe der Antennentechnik erläutert, der Einfluß des Erdbodens auf die Antennengrößen erklärt und Beispiele von Antennen-Anpassungsschaltungen und Symmetriegliedern gegeben. Beide Bände ergänzen einander und erleichtern Studenten und Ingenieuren der Nachrichtentechnik, interessierten Technikern der Antennenbaufirmen, der Bundespost und der Rundfunkanstalten, die ihre Kenntnisse über Antennen ergänzen oder auffrischen wollen, den Einstieg in die Praxis dieser vielfältigen Technik.

AE-137

Alles von einem Hersteller?

Haben Sie mal daran gedacht, welche Vorteile es für Sie bringt, mit einem

Partner zu arbeiten, der einen großen Teil Ihres Elektrobedarfs herstellt?



Warum viele Prospekte und Kataloge wälzen? Machen Sie sich's einfach. Mit dem übersichtlichen Legrand Katalog. Hier finden Sie alles, von der Verschraubung zum Einführen der Kabel, über Klemmen, Sicherungen . . . bis zum Einbaugeschäft.

Für Sie bedeutet das harmonisch aufeinander abgestimmte Produkte in Design und Farbe, ein Lieferant, ein Vertreter, eine Lieferung, eine Rechnung, eine Zahlung. Also weniger „Papierkram“. Wir haben mit unserem umfangreichen In-

dustrie-Programm für Sie die Möglichkeit geschaffen, rationell zu bestellen. Nutzen Sie diesen Vorteil. Überzeugen Sie sich selbst von unserer Leistungsfähigkeit, füllen Sie den Coupon aus und testen Sie uns.

legrand®

Deutsche Legrand GmbH
Windmühlenweg 27
4770 Soest
Telefon (0 29 21) 10 41

DEUTSCHE LEGRAND GMBH · POSTFACH 704 · 4770 SOEST

Ich wünsche

- Vertreter-Besuch
- Legrand Gesamtkatalog
- Spezielle Information über

Absender:

LI 0181

Aktuell wie nie zuvor

Das unentbehrliche Nachschlagewerk



Auf keinem Wissensgebiet geht die Entwicklung so schnell vonstatten wie in der Elektronik. Dies muß sich natürlich auch bei einem Nachschlagewerk bemerkbar machen. Gegenüber der 1974 erschienenen 1. Auflage wurden rund 1000 Stichworte neu aufgenommen, alle anderen kritisch durchgesehen, ergänzt oder verändert. Mehr als 200 neue aktuelle Abbildungen bereichern zusätzlich den Text. Der rasanten Entwicklung auf dem Gebiet der Unterhaltungselektronik (z. B. Video) und Übertragungstechnik (z. B. Bildschirmtext) wurde in besonderem Maße Rechnung getragen. Mit knapp 6000 Stichworten ist die 2. Auflage des Elektronik-Lexikons das aktuelle und konkurrenzlose Standardwerk für den Fach-Ingenieur, den im elektronischen Bereich tätigen Kaufmann, das Handwerk und aufgrund seiner verständlichen Sprache auch für den interessierten Hobby-Elektroniker.

Das Elektronik-Lexikon erscheint voraussichtlich Ende September '82 in zweiter, neu bearbeiteter und erweiterter Auflage. Sichern Sie sich den bis zum Erscheinen günstigen Subskriptionspreis von DM 220,- (Preis nach Erscheinen DM 248,-) und bestellen Sie jetzt über Ihre Fach/Buchhandlung!

So urteilte die Fachpresse über die 1. Auflage des Elektronik-Lexikons:

... Es ist das erste deutschsprachige Werk, das allen Wünschen gerecht wird ...

Internationale Elektronische Rundschau

In der Reihe der Fachlexika schließt dieses Werk eine Lücke; es ist ein wertvolles Nachschlagewerk für alle, die sich in irgendeiner Form für Elektronik interessieren."

Elektro-Anzeiger

Dr. Walter Baier
Elektronik-Lexikon
Zweite, neu bearbeitete und erweiterte Auflage,
ca. 704 Seiten, ca. 1400 Abbildungen,
ISBN 3-440-05026-2,
Leinen im Schuber DM 248,-

**(Subskriptionspreis
bis 15. 10. 1982
DM 220,-)**

**FRANCKH
KOSMOS**

Verlagsgruppe · D-7000 Stuttgart 1 · Postfach 640

Dreijahres-Garantie für Radio- und Fernsehgeräte verboten

Der 5. Zivilsenat des Oberlandesgerichts Zweibrücken hat am 4. 5. 1982 die Werbung eines Funkfachhändlers mit dreijähriger Vollgarantie als unzulässig erklärt. Es hob damit das Urteil der Kammer für Handelssachen des Landgerichts Kaiserslautern vom 22. 10. 1981 auf. Der beklagte Fachhändler wurde verurteilt, folgende Werbung zu unterlassen: „Die Steiner-Garantie zum Nulltarif...“

Wir bieten Ihnen die dreijährige Steiner-Vollgarantie auf alle Farbfernsehgeräte, auf alle Stereoanlagen, d. h. kostenlosen Einsatz für Material, Arbeitszeit und Anfahrt, also keinerlei Kosten für Sie.“ Kläger in diesem Verfahren war die Zentrale zur Bekämpfung unlauteren Wettbewerbs e.V. in Frankfurt. Nach Ansicht des Gerichtes ist die Klage durchaus begründet, denn nach der Zugabe-Verdingungsordnung ist es verboten, im geschäftlichen Verkehr neben einer Ware oder einer Leistung eine Zugabe anzubieten, anzukündigen oder zu gewähren. Eine Zugabe liegt auch dann vor, wenn zur Verschleierung der Zugabe eine Ware oder Leistung mit einer anderen Ware oder Leistung zu einem Gesamtpreis angeboten, angekündigt oder gewährt wird. Entgegen der Auffassung der Vorinstanz kommt es darauf an, ob die verbotene Zugabe zugleich gegen die guten Sitten verstößt. Im vorliegenden Falle verstößt die Beklagte durch die von ihr sogenannte „Steiner-Garantie“ gegen dieses Verbot. Es wurde zwar zugegeben, daß nicht jede Garantiezusage eine Zugabe im Sinne der Zugabe-Verdingungsordnung darstellt, daß vielmehr die sogenannten unechten Garantiezusagen, das sind solche, die nur Nebenpflichten des Hauptvertrages sind und die Vertragsmäßigkeit der Leistung sichern sollen, nicht unter den Zugabebegriff fallen. Sie sind Vertragsbestandteil und keine Zugabe. Sie können daher auch das gesetzliche oder branchenübliche Maß überschreiten. Dies gilt aber nicht für echte Garantiezusagen, die über die Sicherung der Vertragsmäßigkeit der Leistung hinausgehen und weitergehende Risiken ausschalten wollen. Diese können echten Zugabecharakter besitzen. So kann der Verlängerung einer Garantiefrist ein solcher Zugabecharakter zukommen, wenn die Frist so übermäßig lang ist, daß neben den Mängeln, die zur Zeit der Lieferung

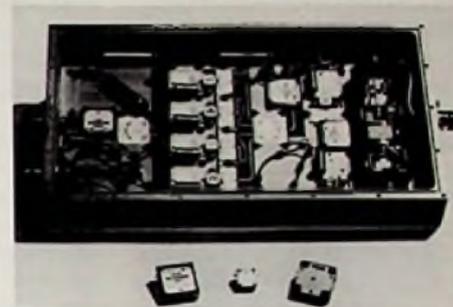
bestanden, auch die normalen Abnutzungen oder sonstige Schäden beseitigt werden sollen. Die beklagte Firma hatte sich bereiterklärt, während der auf den Kauf eines Farbfernsehgerätes folgenden drei Jahre jede anfallende Reparatur kostenlos durchzuführen, also keine Vergütung für Arbeitszeit, Material und Anfahrt zu verlangen. Es liegt nach Ansicht des Oberlandesgerichtes auf der Hand, daß der Käufer dieses Angebot nicht dahin versteht, die Beklagte wolle nur für die Beseitigung bereits bei der Lieferung vorhandener Mängel einstehen. Sie muß aufgrund dieser Zusage nämlich bei allen Schadensfällen eintreten, also auch bei solchen, die auf vorzeitigem Verschleiß oder anderen Umständen beruhen. Widerlegt ist auch der Einwand, daß nach Ablauf der sechsmonatigen gesetzlichen Gewährleistungsfrist kaum noch Schadensfälle auftreten. Das Gericht legte hierzu die wissenschaftlichen Untersuchungen von Prof. Dr. Blasberg¹⁾ zugrunde, die in den letzten Jahren in der Funk-Technik veröffentlicht wurden. Danach fallen nach Ablauf dieser Sechs-Monats-Frist noch viele Geräte aus (im 3. Jahr z. B. noch fast 18%). Aus dieser Untersuchung ging ferner hervor, daß nach drei Jahren fast 80% aller Geräte reparaturbedürftig waren. Wie unsere Leser wissen, hatte sich die Untersuchung auch nicht auf Geräte veralteter Konstruktion bezogen, wie die beklagte Firma einwandt. Unter den von Prof. Blasberg kontrollierten 1800 Geräten befand sich vielmehr eine große Anzahl, die mit moderner Halbleiter-Technologie ausgestattet war. Mit diesem Urteil ist eine seit längerem bestehende Rechtsunsicherheit beseitigt worden, die vor allem von Betrieben ausgenutzt wurde, die keiner Innung angehören.

¹⁾ FT 11 und 12/81
F 12/79

Vorteile von Miniatur-Stripline-Zirkulatoren

Zirkulatoren sind Einwegleitungen mit Ferritbauelementen, die reflektierende Wellen nicht durchlassen, sondern deren Energie an parallel zu den elektrischen Feldlinien eingebrachten Absorptions-

plättchen abgeben. Damit werden Überlastungen von Sendeendstufen vermieden. Der in Bild 1 abgebildete 150-Watt-Halbleiter-Verstärker wurde von TRAK unter der Verwendung von Zirkulatoren gebaut.



Seine technischen Daten sind:

Mittelfrequenz: 1300 MHz,
1 dB-Bandbreite: 110 MHz,
Verstärkerkonstanz: $\pm 0,5$ dB in jedem 30 MHz-Band von 1250 bis 1350 MHz,
Steuerleistung für konstante Ausgangsleistung: 0 bis + 6 dBm,
Ausgangsleistung: min. 100 W, typisch 150 W.

Natürlich kann ein Leistungsverstärker auch ohne Zirkulatoren aufgebaut werden. Hierbei entsteht jedoch das Problem, daß die Leistungs-Transistoren bei dem Endverstärker der Treiberstufe und auch bei den Vorverstärkern bei ihrer max. Verlustleistung betrieben werden. Würde z. B. durch die Vereisung der Antenne eine Fehlanpassung gegeben sein, so würde die reflektierte Leistung in der Endstufe im günstigsten Fall nur Kreuzmodulation und Oberwellen hervorrufen. Bei einer Reflexion über 50% der Leistung können die Endstufe, die Treiberstufe und möglicherweise auch der Vorverstärker beschädigt werden. Sind jedoch alle Verstärkerstufen und die Endstufe am Ausgang mit Zirkulatoren entkoppelt, so wird die reflektierte Leistung in den eingebauten Zirkulator-Abschluß-Widerstand abgeleitet. Das Resultat ist, daß trotz einer vereisten Antenne der Sender weiterarbeiten kann, obwohl die Leistung geringfügig absinkt. Der Zirkulator ist daher ein unentbehrliches Sicherheitsglied innerhalb einer Verstärkerkette, die jeder Entwickler einbauen sollte. Die Verwendung eines Zirkulators ist gleichbedeutend mit einem VSWR-Schutz! Derartige Zirkulatoren werden geliefert von:

Nucletron Vertriebs GmbH,
Gärtnerstraße 60,
8000 München 50,
Tel.: (089) 14 60 81

Technische Neuerungen

Hochfrequenz-Absorber-Material

Die Firma Nucletron hat ab 1. Januar 1982 die Vertretung der Produkte der US-Firma Advanced-Absorber-Products übernommen.

Zur Ermittlung von Strahlungs-Diagrammen der Mikrowellen-Antennen sind großflächige Freigelände erforderlich, auf denen keine reflektierende Gebäude, Maste, Krane oder ähnliche Gebilde stehen dürfen. Selbst bei einem freien Gelände können die Bodenreflexionen die Meßergebnisse verfälschen. Bei schlechten Wetterbedingungen sind Messungen im freien Gelände nicht möglich. Durch eine Verkleidung von kleinen Meßkammern mit geeigneten Absorber-Materialien ist es möglich, ein großflächiges Meßgelände zu simulieren.

Da S- oder X-Band-Antennen aufgrund ihrer großen Abmessungen nicht in diese kleinen Kammern passen, verkleinert man diese so weit, daß ihre Charakteristiken leicht im Ku-Band oder bei höheren Frequenzen gemessen werden können. Die gemessenen Werte sind für die später in

größeren Dimensionen hergestellten Antennen übertragbar. Solche Meßkammern eignen sich besonders für die Vermessung von verkleinerten Flugzeugen oder Flugmodellen und deren Antennen.

Zu diesem Zweck wird die elektrische Länge der Meßkammer verdoppelt, indem man die Sendeenergie auf die parabolische Reflektorwand strahlt. Die zu vermessenden Antennen werden innerhalb des reflektierten Feldes geschwenkt, womit dann auch das Antennen-Diagramm bestimmt werden kann. Hierzu müssen aber alle in der Meßkammer stehenden Geräte und Antennen-Drehstände durch Verkleidung mit geeignetem Absorber-Material reflektionsfrei gemacht werden. Nucletron liefert dafür nicht nur Absorber-Platten, sondern auch wetterfeste Materialien, mit denen Gebäude oder sonstige für Radar-Anlagen reflektierende und störende Objekte im Freien verkleidet werden können. Auch besonders dünne und flexible oder auf ein bestimmtes Frequenzband abgestimmte Absorber-Materialien sind erhältlich.

Derartige Materialien werden vorwiegend zur Reduzierung von Störstrahlung, Entkopplung von HF-Sendern oder Unterdrückung von unerwünsch-

ten Reflektionen innerhalb von Radoms verwendet.

Der Hersteller empfiehlt für höhere Leistungen Absorber-Material, das aus einer sechseckigen Gitterkonstruktion besteht (Bild 1). Durch diesen Aufbau ist es möglich, das Absorber-Material höher zu belasten, da es sehr leicht belüftet werden kann. Einige Materialien eignen sich auch für den Einbau in Hohlleiter, wodurch man hierin eine Dämpfung oder einen Abschlußwiderstand herstellen kann.

Aufgrund der Erfahrungen auf dem Mikrowellen-Gebiet ist es Advanced möglich, kundenspezifische Produkte wie Radoms, Fiberglas-Verkleidungen für Antennen und viele andere Produkte herzustellen. Als Spezial-Produkt findet man bei dieser Firma auch HF-absorbierende Gummi-Gehäuse-Dichtungstreifen oder auch antistatische Verpackungsmaterialien für MOS-Baugruppen.

Hilfsmittel und Zubehör

Polierset für Kunststoffoberflächen

Kratzer auf den Abdeckhauben von Plattenspielern und Kompaktanlagen sowie auf allen Plexiglasmaterialien, Fernsehschirmen und sogar Uhrengläser sind schnell und bis jetzt nicht wiedergutzumachende Ausrutscher.

Mit dem neuen Polierset können solche Schäden jetzt gemildert werden. Die spezielle Polierpaste verursacht beim Auftragen auf die Kunststoffoberfläche keine neuen Kratzer und ist trotzdem so kräftig, die bereits vorhandenen Kratzer zu beseitigen. Sie wird mit kreisenden Bewegungen solange verrieben, bis kein Rückstand mehr sichtbar ist.

Durch die Antistatitpolitur werden die Kanten der Kratzer ab-

gerundet und verhindern jetzt eine Brechung des Lichtes. Der Kratzer wird unsichtbar und neuer Staub kann sich nicht mehr hineinsetzen.

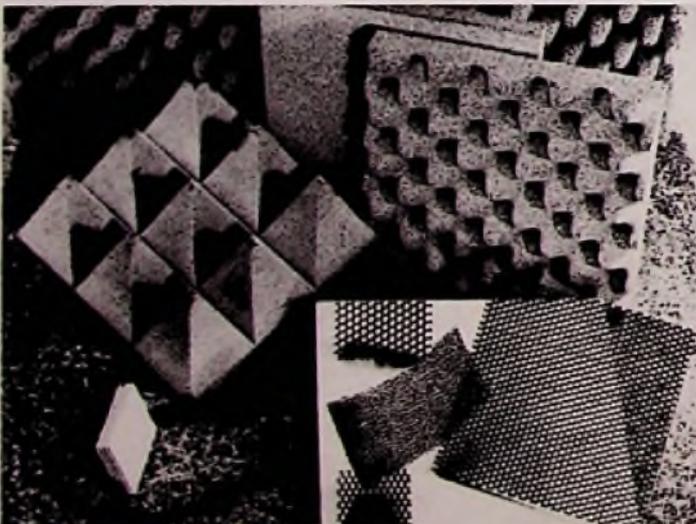
Das Kunststoff-Polierset wird mit allen notwendigen Einzelteilen ab März 82 von den Kaufhauskonzernen sowie Rundfunk-Facheinzelhändlern vertrieben. Hersteller:

A. Hohner Plastik OHG,
Kopenhagener Straße 35-75,
Postfach 510248,
1000 Berlin 51,
Tel. (030) 4 11 3061

Praktischer Reparatur- und Montagetisch

Der Reparatur-Montagetisch Typ FRT 550 erleichtert die Durchführung von Reparaturen an Fernseh- und Videogeräten. Die kreisrund ausgeschnittene Mittelplatte kann durch eine Hubmechanik aus der Tischplattenebene herausgehoben werden.

Das auf der Platte befindliche Reparaturgerät läßt sich dadurch leicht und ohne Schwierigkeiten in jede gewünschte Drehrichtung bringen (Bild 1). Technische Beschreibung: Arbeitsplatte grün, kunststoffbeschichtet, mit Umleimer, Breite 960 mm, Tiefe 560 mm, Drehplatte kreisrund 440 mm Ø, auf 4 Kunststoffrollen laufend, durch Hubmechanik um 23 mm anhebbar, Tischhöhe verstellbar von 730 mm auf 980 mm, fahrbar mit Rollenfeststeller. Vertrieb durch Otto Wolf, Hansemannstr. 12, 4600 Dortmund-Mengede, Tel.: 0231/33 50 99

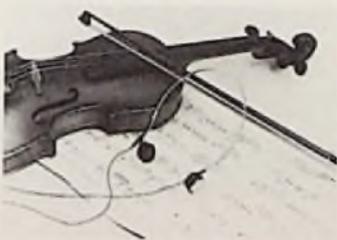


Neue Produkte

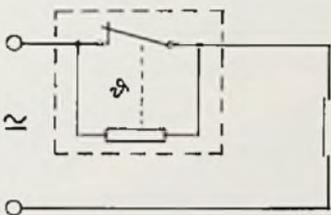
Dynamischer Kopfhörer EAH-09

Er sieht beinahe aus wie ein handgearbeitetes, geschmackvolles Schmuckstück: Der „Flyer“, ein neuartiger, extrem leichtgewichtiger dynamischer Kopfhörer von Technics. Der ganze 25-g-leichte Kopfhörer ist auch bei längerem Tragen am Kopf kaum spürbar und liefert mit einem Schalldruck von 98 dB/W einen überraschend vollen, satten Sound über einen Frequenzbereich von 20 Hz bis 20 kHz. Auf Reisen beansprucht der Winzling weniger Platz als eine Brille – er ist komplett und leicht zerlegbar und mit einem 3,2 mm Klinkenstecker ausgestattet. An die HiFi-Anlage wird er per Adapterstecker angeschlossen.

Technische Daten:
 Übertragungsbereich: 20 Hz–20 kHz
 Max. Eingangsleistung: 100 mW
 Impedanz: 32 Ohm
 Schalldruck: 98 dB/W
 Gewicht: 25 g



Elemente ungeeignet, denn ein reversibler Bimetallschalter schaltet von selbst wieder ein und eine Schmelzsicherung muß ausgetauscht werden. Wenn man für eine von Hand rückstellbare Temperatursicherung keinen Platz hat, war das Problem bisher nur auf Umwegen zu lösen. Die Firma Limitor bietet nun ein Bauteil an, das dieses Problem sehr preisgünstig löst und in Zukunft auch Temperatursicherungen mit Rückstellknopf zum Teil ersetzen wird. Es besteht aus einem Thermoschalter mit Öffnerkontakt und einem dazu parallelgeschalteten Widerstand (Bild 1). Spricht der



Thermoschalter an, so liegt der Widerstand im Stromkreis und heizt den Schalter, der dadurch nicht mehr schließen kann. Der Kontakt bleibt so lange offen, bis das Gerät vom Netz getrennt wird. Diese Thermoschalter mit Selbsthaltung sind lediglich 20 mm x 7 mm x 5 mm groß und etwa 1 g schwer. Sie schalten bis 10 A/250 V.

Hersteller: Limitor GmbH,
 Durlacher Str. 27
 7530 Pforzheim

Rauscharme Breitbandverstärker in Hybridtechnik

Zwei Verstärkerbausteine in Hybridtechnik bietet TRW RF Semiconductors neu an: LNA 0410: Breitbandverstärker für 1–500 MHz, Verstärkung 13 dB ± 0,5 dB, Rauschzahl 3 dB, Ausgangsleistung 6 dBm bei 1 dB Kompression, Ein- und Ausgangsimpedanz 50 Ω; LNA 1100: Breitbandverstärker für 1–1000 MHz bei

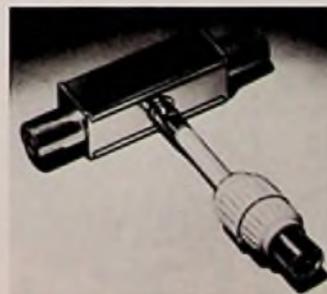
sonst gleichen Daten wie LNA 0410.

Die Verstärker werden im vielpoligen hermetisch dichten Metallgehäuse TO8 geliefert. Militärische Versionen stehen zur Verfügung. Diese LNA-Verstärker finden ihre Anwendung in nahezu allen Bereichen der HF-Technik: als Vortreiber und Treiber in Sendern und Kabelverstärker, als ZF-Verstärker, als Verstärker in Meßgeräten und Telemetrieempfängern und vieles andere mehr.

Datenblätter bei TRW Elektronische Bauelemente Vertriebs-GmbH,
 Konrad-Celtis-Str. 81,
 8000 München 70,
 Tel. 089/7 14 60 65.

Doppelkupplung fürs TV-Spiel

Zu manchen TV-Spielen gehört das Spiel mit dem Antennenstecker: Antennenstecker raus, Spielstecker rein und umgekehrt. Steht das Fernsehgerät in einer Schrankwand, gehört zu diesem Spiel eine große Portion Fingerspitzengefühl bis man mit dem jeweiligen Stecker die Antennenbuchse findet. Mit einer Doppelkupplung für Antennensteckdosen nach DIN 45330 gehört das Spielchen der Vergangenheit an. Die Kupplung (Hersteller: Karl Lumberg, Schalksmühle) ermöglicht den ständigen Anschluß von Antenne und TV-Spiel am Fernsehgerät. Der Hersteller gibt die Verteilungsdämpfung mit maximal 4,5 dB und die Entkopplungsdämpfung mit mindestens 20 dB an.



Hochlastwiderstand für Sender

Der Hochlast-Dummy-Load Typ CT 300 arbeitet gänzlich ohne Kühl-Öl und garantiert daher saubere Handhabung. Ein überdimensionierter Alu-Kühlkörper-Block, macht ihn mit 300 W dauerbelastbar, SWR = 1,1.



Spitzenbelastung: 1000 W;
 Frequenzbereich: 0–250 MHz;
 Impedanz: 50 Ω, Anschluß (vergoldet) für PL-259; Abmessungen: 300 x 95 x 95 mm; Gewicht: 1,75 kg.

Motor mit eingebautem Winkelschrittgeber

Escap® Servomotoren sind mit ein- oder zweikanaligen optischen Winkelschrittgebern ausgerüstet. Die Sensorscheiben sind unmittelbar auf die Spule geklebt und je nach Größe des Motors in 16 bis 360 Linien eingeteilt. Somit entfallen Probleme der Kupplung und Resonanzfrequenz (Bild 1).



Der Infrarotstrahl der Photodiode wird von der Scheibe reflektiert und mit einem Fototransistor in ein sinusförmiges Signal umgewandelt. Angeschlossen wird der Motor direkt auf einer gedruckten Schaltung, die auf dem Motordeckel angebracht ist. Folgende zwei Typen sind erhältlich:

Temperaturwächter mit fernbetätigter Handrückschaltung

Viele Elektrogeräte müssen gegen Übertemperaturen geschützt werden. Dies ist mit reversiblen Bimetall-Thermoschaltern oder mit Temperatur-Schmelzsicherungen leicht möglich. Soll nach Ansprechen des Übertemperaturschutzes das Gerät jedoch von Hand wieder eingeschaltet werden können, sind beide

- Typ C mit 16 Linien, einkanalig für Escap® Motoren bis 16 mm Durchmesser.
- Typ B mit 27 bis 360 Linien, ein- oder zweikanalig für Escap® Motoren von 23 bis 36 mm Durchmesser.

Informationen durch:
Portescap,
165, rue Numa-Droz,
CH-2300 La Chaux-de-Fonds,
Suisse,
Téléphone (0 39) 21 11 41,
Télex 952 127 scap ch

Elektronischer Betriebsstunden-Zähler mit E-Zelle

Diese *Maintenance Monitore* benannten Zähler können je nach Einstellung folgende Betriebsstundenzeiten überwachen:

30 h bis 300 h mit ETS-MX 1
300 h bis 3000 h mit ETS-MX 2
3000 h bis 15000 h mit ETS-MX 3.

Nach Ablauf der eingestellten Betriebsstundenzahl leuchtet eine Schrift „TIME UP“ auf und 220 V/100 mA/50 Hz werden für eine externe Alarmanzeige angeboten. Nach erfolgreicher Wartung des Gerätes muß der Service-Techniker eine sogenannte E-Zelle, die dem Gerät als Zeitnormal dient, gegen eine neue austauschen. Nur bei dem Gerät ETS-MK 1 für 30 bis 300 Betriebsstunden kann durch Herausziehen und Wiederhereinschieben des „RESET PLUG“ die E-Zelle

reversiert werden. Sie ist dann erneut verwendbar!

Wie funktioniert die E-Zelle? Ihr hermetisch abgedichteter Metallbecher ist auf der Innenseite mit Silber beschichtet. Die hierin befindliche axiale Gold-Elektrode ist in einem temperaturstabilen Elektrolyten eingebettet. Fließt durch die E-Zelle, die man auch als Coulomb-Meter betrachten kann, ein Strom, so wird proportional zum Strom die Gold-Elektrode elektrolytisch mit Silberoxid beschichtet. In einer genau definierten Zeit \times Strom ist die Gold-Elektrode völlig mit Silberoxid beschichtet. In diesem Zustand erhöht das Element seinen Widerstand und wird zu einem Kondensator mit etwa 150 μ F Kapazität. Durch Umpolen kann der Silberbelag von der Gold-Elektrode wieder elektrolytisch abgebaut werden, was beim Modell ETS-MX 1 durch ein wiederholtes Einschleiben des „RESET PLUG“ geschieht.

Der Einschub benötigt einen Front-Platten-Ausschnitt von 66 \times 31 mm. Die Tiefe des Einschubs ist einschließlich des Befestigungsbügels 100 mm.

Bei größeren Abnahmemengen reduziert sich der Richtpreis von DM 130,- + MWSt. Anfragen an:

Nucletron Vertriebs GmbH,
Gärtnerstr. 60,
8000 München 50,
Tel.: (089) 14 60 81

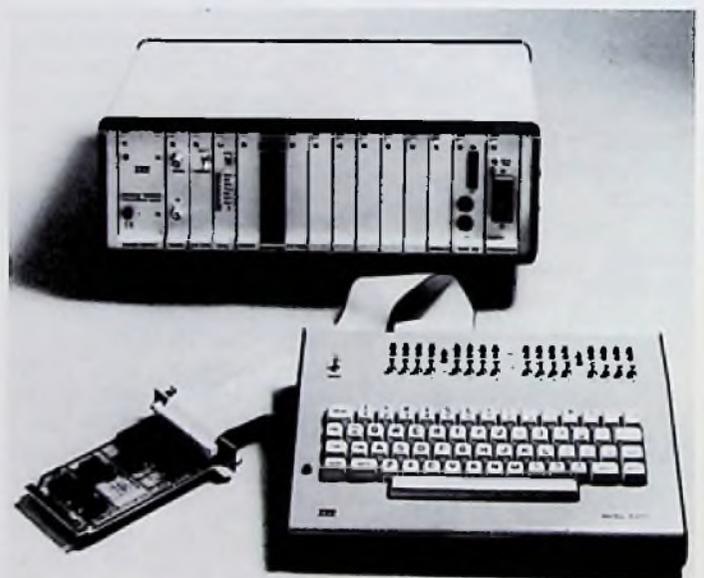
DELSY 2000 – Bedienungsfreundliches Mikroprozessor-Entwicklungssystem

Mikroprozessor-Entwicklungssysteme wurden bisher vorwiegend von Prozessor-Herstellern entwickelt und angeboten – natürlich in erster Linie abgestimmt auf das eigene Produkt. Die volle Leistungsfähigkeit dieser meist recht teuren Systeme wird von den Anwendern selten ausgenutzt. Schon die Vielfalt der Möglichkeiten macht es erforderlich, daß der Anwender sich ständig mit dem System befaßt. Viel Zeit geht für das jeweilige „Erfinden“ verloren und fehlt für die eigentliche Programm-entwicklung. Diese praktischen Erfahrungen wurden bei der Konzeption von DELSY

tes „Bank-Switching“ lassen sich gleichzeitig 7 \times 56-k-Byte-Speicher in gleichen oder überlappenden Adressbereichen benutzen. Zusätzliche Programme wie z. B. BASIC-Interpreter oder PASCAL-Compiler können jederzeit aufgerufen werden, ohne dabei auf die anderen Systemeigenschaften verzichten zu müssen.

Der Lieferumfang der Grundversion für DM 7900,- beinhaltet:

- Zentralbaugruppe mit 8085 CPU
 - Video-Interface (HF- und BAS-Signal)
 - Magnetband-Interface für 2 Cassettenrecorder
 - 8 k-Byte RAM
 - EPROM-Programmierskarte
- Mit dieser Ausstattung erge-



2000 berücksichtigt, einem neuartigen Mikroprozessor-Entwicklungssystem von ITT. So kann z. B. der Anwender jederzeit zwischen den verschiedenen Programmen der 12-k-Byte langen ROM-residenten Betriebssoftware wechseln. Beim Editieren ist es möglich, kurz in den Monitor überzuwechseln, um Programmteile zu testen. Im Monitor kann bereits mit mnemonischen Ausdrücken gearbeitet werden. Durch ein sogenannt-

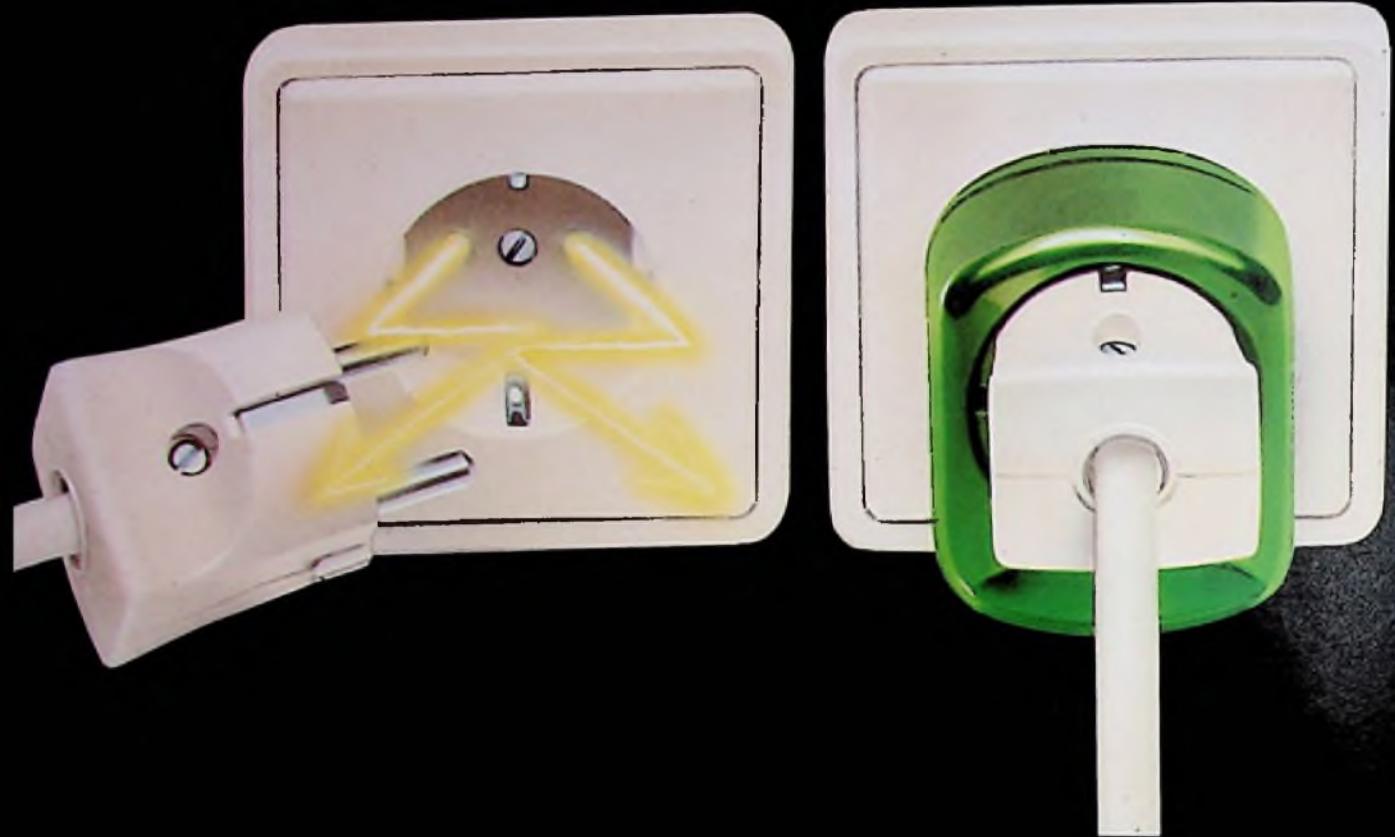
ben sich viele Möglichkeiten, die für die meisten praktischen Einsatzgebiete ausreichend sind, sei es in der Entwicklung oder Schulung. DELSY 2000 ist durch eine Reihe Zusatzbaugruppen (Europa-Format) und periphere Geräte (z. B. Floppy Disc) jederzeit ausbaufähig. Vertrieb durch: Nucletron Vertriebs GmbH, Gärtnerstr. 60, 8000 München 50, Tel.: (089) 14 60 81





**Ab 280 Volt leben über 30.000.000
Geräte in Deutschland gefährlich.**

Besonders bei Himmel,



Hohe Überspannungsspitzen in Freileitungen und Erdkabeln können durch 2 Ursachen entstehen. Erstens durch atmosphärische Entladungen. Und zweitens beim Schalten hoher Leistungen in den Stromnetzen. In Form von Wanderwellen pflanzen sie sich bis in weit entfernte Gebäude und Geräte fort.

Trotz vorhandener Schutzmaßnahmen in den Ortsnetzen – z. B. Ventilableiter – kommt es deshalb immer wieder zu Überschlägen an den Schwachstellen elektrischer Anlagen. Bei empfindlichen Elektrogeräten sind oft teure Schäden die Folge.

Außenblitzschutzanlagen an Gebäuden sind zwar ein wirksamer Schutz gegen Blitzeinschläge. Sie können jedoch keine Spannungsspitzen und Stoßströme von den elektrischen Anlagen und Leitungen fernhalten. Hier hilft nur ein Schutz im Stromnetz von Gebäuden. Die optimale Stelle zum Schutz von Geräten ist dabei die Steckdose.

Wer zieht schon bei einem Gewitter alle Stecker aus den Steckdosen?

Kluge Leute geben den Rat, bei einem Gewitter die Stecker von HiFi-Anlagen, Fernsehern, Videorecordern usw. aus der Steckdose zu ziehen. Diese Leute vergessen zwei Dinge. Erstens die Vergeßlichkeit. Und zweitens, daß die Bewohner nicht immer zuhause sind.

Zudem gibt es viele Geräte, bei denen es sehr teuer wäre, bei jedem Donnergeroll die Gerätestecker herauszuziehen. Büromaschinen, Bürocomputer, Textverarbeitungssysteme, Meßgeräte und dergleichen. Unsere Wirtschaft würde das Milliarden von Arbeitsstunden kosten.

Deshalb der Grüne von Kopp

Die Lösung all dieser Probleme wäre also ein Überspannungsfilter zum Schutz der elektrischen Geräte, der folgende Bedingungen erfüllt:

- Löschung von gefährlichen Spannungsspitzen mit Energien bis zu 10 Joule
- Sicheres und unkritisches Unterbrechen von Folgeströmen beim Zünden einer Funkenstrecke
- Und eine Konstruktion, die den Benutzer nach Möglichkeit nur einen Handgriff kostet

Gerade das letzte Merkmal ist entscheidend für die Marktchancen eines Produktes. Ein zu aufwendiger und zu komplizierter Einbau hat von vorneherein wenig Aussicht auf Erfolg.

Die ideale Lösung wäre ein Überspannungsfilter, der einfach in die Steckdose eines Stromkreises gesteckt wird und an dem die zu schützenden Geräte angeschlossen werden.

Und genau das haben unsere findigen Ingenieure getan: die Grünen von Kopp. Ein Adapter für Schuko-Stecker mit dem der ganze Stromkreis geschützt ist. Einfacher und trotzdem sicher kann ein Überspannungsfilter nicht sein.

Das technische Konzept

Spannungsspitzen mit einer Energie bis zu 10 Joule werden durch einen Varistor auf ungefährliche Werte begrenzt. Bei höherer Energie zündet eine Funkenstrecke. Der dann fließende Folgestrom löst die eingebaute Feinsicherung 4A aus.

Diese Schaltung schützt nicht nur den angeschlossenen Verbraucher, sondern auch den Überspannungsfilter selbst.

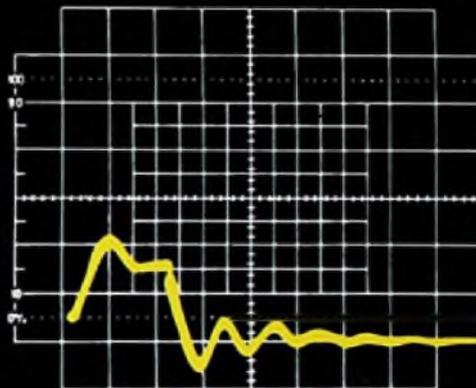
Blitz und Donnerwetter.



GERÄTE

SCHUTZ

Überspannungsfilter



Ablenkung:
500 ns/Raster, 500 V/Raster zeigt das Verhalten des Überspannungsfilters während der Beanspruchung mit pos. Blitzstoßspannung durch den Varistor, dem ein Ansprechen der Funkenstrecke folgt.

Technische Daten:
Nennspannung 220 V 50 Hz. Ansprechstoßspannung, Nennableitstoßspannung und Langwellenstoßspannung in Anlehnung an VDE 0675 G-Schmelzeinsatz F4 DIN 41571. Gesamtanschlußwert pro Geräteschutzstecker ca. 1000 Watt.

Absender

(Postfach oder Straße und Hausnummer)

(Postleitzahl) (Ort)

Bitte
freimachen
mit
50 Pf.

Kopp

Elektrotechnik - Elektronik

Alzenauer Straße 68-70

8756 Kahl (Main)

Marktlücken sind ein gutes Geschäft.

Ein Unternehmen, das expandieren will, hat heute nur zwei Möglichkeiten. Entweder es entwickelt bislang unbekannte Technologien. Oder es schließt eine Lücke im technischen Bereich. Die Grünen von Kopp schließen solch eine Lücke.

Ihre Werbung haben wir gleich mitentworfen.

Eine gute Werbekampagne muß die Werbung am Verkaufsort berücksichtigen. Welche Werbemittel wir für Sie konzipiert und produziert haben, sehen Sie hier:

Investieren Sie vor dem nächsten Gewitter DM



Schützt endlich Fernseher, Stereo-Anlage oder Video-Recorder vor den Folgen bei Blitzeinschlägen in das Leitungsnetz. Einfach zwischen Netzstecker und Steckdose anschließen.

Damit der Blitz nicht aus dem Stromnetz kommt!

Stoppt Fernsehers Himmelfahrt



Stoppt die Blitze vor dem Fernseher!

Die Anzeige für Ihre regionale Zeitung bzw. für Anzeigenblätter.

Wenn Blitze in Leitungen einschlagen.



Wenn Blitze in Leitungen einschlagen, können sie Ihre Geräte zerstören. Schützen Sie Ihre Geräte mit dem Überspannungsfilter.



Den Verkaufsaufsteller für den Verkaufsraum mit 10 Geräteschutz-Überspannungsfiltern.

haben 2 Möglichkeiten

Möglichkeit 1:  Die Versicherung gegen höhere Gewalt.

Möglichkeit 2:  Die Versicherung gegen höhere Gewalt.

Den Prospekt für den interessierten Käufer.

Füllen Sie also heute noch die Bestellkarte aus und schicken sie ab. Damit Sie zum richtigen Zeitpunkt mit Ihrer Werbung für den Überspannungsfilter einsetzen können.

Werbemittel-Anforderung

Vielen Dank für Ihren Tip mit dem richtigen Zeitpunkt. Bitte senden Sie uns folgende Stückzahlen der einzelnen Werbemittel: _____ Maternanzeigen _____ Prospekte



Bitte machen Sie uns ein Angebot über:

- GERÄTE SCHUTZ** _____ Stck. Geräteschutz-Überspannungsfiltern.
- Überspannungsfilter** _____ Stck. Verkaufs-Aufsteller mit 10 Geräteschutz-Überspannungsfiltern.

Name _____

Straße _____

PLZ _____ Ort _____

HÖRZU iwz INTERNATIONAL WERBEMITTEL

stern **STEREO**

Audio video **TV** **Fernsehwoche**
Stereo phone **HiFi-TV** **Wochen** **Gong**

Hörzu, Stern, TV-Hören u. Sehen, Fernsehwoche, IWZ, Gong, Stereo, Video, Audio, HiFi-Stereofonie und Andere.
 Bis zum Start der Publikumswerbung, in der 28. Woche sollten Sie gerüstet sein. Füllen Sie deshalb am Besten heute noch die nebenstehende Bestellkarte aus und senden diese an:

Kopp

Elektrotechnik - Elektronik
 Heinrich Kopp & Co., KG.
 Alzenauer Straße 68-70
 8756 Kahl am Main
 Tel. (06188) 40-1, Telex 04184216

Neue Meßgeräte

Universeller Signalgenerator mit viel Komfort

Der Signalgenerator 4002 von Schlumberger Meßgeräte GmbH, München, wurde mit dem Ziel entwickelt, höchsten Bedienungskomfort und vollständige Programmierbarkeit über den IEC-Bus in einem Gerät zu verwirklichen. Es ermöglicht alle in den CEPT-Empfehlungen für mobile Land- und Seefunkdienste vorgesehenen Messungen und eignet sich darüber hinaus auch für Datenfunk, breitbandige FM-Stereo-Übertragung und amplitudenmodulierte Navigations- und Kommunikationssysteme der Flugsicherung als Meßgerät.

Ein Grundfrequenzbereich von 100 kHz bis 1 GHz mit Verdoppleroption bis 2 GHz liefert in den Mobilfunkbändern bis 480 MHz im Nachbarkanal eine garantierte Rauschunterdrückung von -136 bis -140 dBc/Hz bei einer typischen Frequenzumschaltzeit von 20 msec.

Umfangreiche interne und externe breitbandige Modulationsmöglichkeiten mit extrem niedrigen Modulationsklirr- und hohem Störabstand erlauben ein weites Anwendungsfeld.

Die Bedienung des Gerätes ist durch die vom Mikroprozessor im alphabetischen Anzeigefeld gelieferten Klartext-Informationen auch ohne Bedienungsanleitung fehlerfrei möglich (Bild 1).



Die Dimensionsanzeige des Ausgangspegel kann in mV, μ V, dB μ V und dBm beliebig gewählt und der Spannungspegel wahlweise als Klemmspannung an 50 Ohm oder als EMK angezeigt werden. Wobeln zwischen beliebigen Frequenzgrenzen in frei wählbaren Schritten, Speicherung von 30 vollständigen Eingabezuständen und ein Selbst-Test mit Klartext Fehlermeldung ergänzen den Bedienungskomfort.

Mehr Bedienkomfort zum selben Preis

Das Sekunden-Thermometer Technoterm 5500 fällt durch technische Erneuerungen auf. Die Meßbereichsumschaltung bei +200°C von 0,1°C- auf 1°C-Anzeige geschieht automatisch. Der Bediener kann dadurch im Bereich von -50°C bis +700°C ohne Umschaltung messen.



Die zweite Neuerung erleichtert die Oberflächentemperaturmessungen durch einen Maximalwertspeicher. Durch Umschalten kann die Betriebsart „Momentanwertmessung“ oder „Maximalwertspeicherung“ gewählt werden. Hersteller: testoterm KG, Postfach 1140, 7825 Lenzkirch/Schwarzwald, Telefon (07653) 764

Panelmeter für Drehwinkelanzeige

Das neue Synchro/Resolver-Panelmeter API-30602 von ILC Data-Device Corp. hat 5 LED-Anzeigedekaden mit 10 mm Ziffernhöhe. Die Abmessungen sind 92 x 44 x 185 mm.



Die Stromversorgung erfolgt aus der Referenzfrequenzquelle mit 47 bis 1200 Hz, woraus sich ein breites Anwendungsgebiet der Winkelmessung ergibt. Beispiele sind Navigationssysteme und Achswinkelanzeige in industriellen Verarbeitungsanlagen sowie Prüfsystemen.

Bei einem Anzeigebereich von 359,99° beträgt die Genauigkeit $\pm 0,05^\circ$.

Zum Systemabgleich ist eine Nullverschiebung um $\pm 2^\circ$ vorgesehen. Über tri-state-logic kann die Anzeige von einem Bus gesteuert werden.

Nähere Auskünfte von: FEY ELEKTRONIK BAUELEMENTE GmbH, Horemansstraße 28, 8000 München 19.

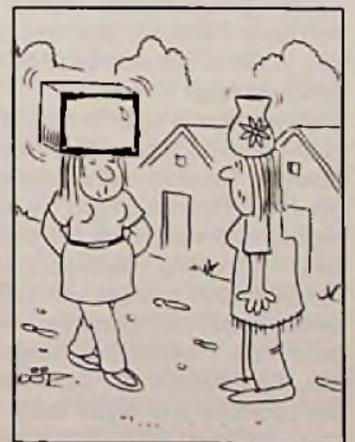
Winkelcodierer mit besonders hoher Auflösung

Im äußeren mechanischen Aufbau gleicht der neue Winkelcodierer CO 100 F dem bereits seit langem an Industrierobotern eingesetztem Modell CO 100 A, dessen Auflösung 12 bit (4096 Schritte auf 360°) beträgt. Eine neue Konzeption

der verwendeten Opto-Elektronik ermöglichte jedoch, die Auflösung auf das Vierfache zu erhöhen, so daß man 14 bit (16.384 Schritte auf 360°) erreicht und den Vollkreis jetzt in Segmente von $1'19''$ teilen kann. Die Winkelinformation wird im Gray-Code ausgegeben. Ein zusätzlicher Eingang zur „enable“ Schaltung ermöglicht die Aktivierung der Ausgangsschaltkreise bei Bus-Betrieb. Das Gerät hat einen Außendurchmesser von 100 mm und einen Wellendurchmesser von 14 mm. Es kann in den Schutzarten IP 30 oder IP 66 geliefert werden. Winkelcodierer dienen zur Umwandlung mechanischer Wegdaten in digitale Informationen.



Nähere Auskünfte durch: TWK-Elektronik GmbH, Postfach 8040, Heinrichstraße 85, 4000 Düsseldorf 1, Telefon 0211/632067



Prof. Dr.-Ing. C. Reuber

Die konventionelle Schallplatte kämpft ums Überleben. Nachdem ernstzunehmende Konkurrenten bereits dieses Jahr auf den Markt drängen, erfährt sie plötzlich Qualitätsverbesserungen, die vor einigen Jahren noch unvorstellbar waren. Einen wesentlichen Qualitätssprung brachte jetzt der Direktschnitt in Metallplatten anstelle der bisher üblichen Lackplatten, über den wir hier berichten wollen (siehe auch Titelbild).

Vom Magnetband in die Kupferplatte

Wichtiger Fortschritt der Schallplatten-Schneidtechnik

Die vor 34 Jahren bei der CBS in den USA erfundene Langspielplatte wurde erst stereophon und dann, mit Rücksicht auf steigendes Qualitätsbewußtsein der HiFi-Freunde, durch digitale Magnetbandaufnahme, direktes Schneiden ohne Magnetbandaufnahme und Vorschläge für spezielle Rauschunterdrückungs-Verfahren schrittweise verbessert. Normalerweise kommen Langspielplatten guter Qualität heute auf Dynamikwerte von mindestens 55 dB, solche mit digitaler Magnetbandaufnahme oder ganz ohne Magnetbandaufnahme auf mindestens 60 dB, und das während der Funkausstellung in Berlin vorgeführte Rauschunterdrückungssystem CX verspricht mindestens 70 dB. Aber bei all diesen Weiterentwicklungen blieb die Schneidtechnik so, wie man sie schon aus den Zeiten der klassischen 78-Touren-Schellackplatte kennt. Das soll nun anders werden, denn das bei der Teldec in Berlin entwickelte DMM-Verfahren bringt wichtige Vorteile.

Der Werdegang einer Schallplatte beginnt heute auch noch beim Schneiden der modulierten Tonrillen in eine Lackfolie. Deren beide Rillenwände tragen die beiden Stereoinformationen. Dies Primärprodukt ist zwar – vorsichtig – abtastbar, für die Serienproduktion müssen von ihm aber auf einem relativ komplizierten Weg genügend viele Preßmatrizen hergestellt werden. Das beginnt mit der Metallisierung der Lackfolie und ergibt dabei einen ersten „Abdruck“ des Geschnittenen. Der

dabei entstehende „Vater“ trägt die zusammgehörigen Stereoinformationen nicht mehr an den gegenüberliegenden Flanken eines „Grabens“, sondern an den Flanken eines „Deiches“. Allerdings ist der Vater noch keine Preßmatrize, denn von jeder geschnittenen Lackfolie kann nur ein einziger Vater hergestellt werden. Deshalb verläuft der normale Herstellungsprozeß über eine weitere „Mutter“ mit Tonrillen zu den Preßmatrizen. Von dieser „Nickelmutter“ kann man jedenfalls die erforderliche Anzahl an Preßmatrizen herstellen.

Das jetzt bei der Teldec in Berlin gestartete Direct Metal Mastering (DMM) kommt ohne Lackfolie aus, denn hier wird direkt in eine Metallschicht geschnitten. Diese erste „Metallmutter“ ermöglicht die Herstellung vieler galvanischer Abzüge, führt also ohne Umweg zu den Preßmatrizen. Damit kann DMM bei der Schallplattenfertigung Fehlerquellen und Qualitätseinbußen vermeiden und außerdem den Fertigungsprozeß entscheidend abkürzen. Im Prinzip könnte man vormittags die DMM-Aufnahme schneiden und nachmittags mit dem Pressen beginnen. Zwar wird das DMM-Verfahren erstmals nur für Langspielplatten hoher Qualität angewandt, doch könnte der Zeitgewinn auch für ganz aktuelle Singles attraktiv werden.

Der DMM-Aufzeichnungsträger ist eine rund 90 µm dicke Kupferschicht, die galvanisch auf einer Stahlplatte abgeschieden wird. Entscheidend sind deren gute

Verspannungseigenschaften, wofür langwierige Untersuchungen zu einem Optimum an Verformbarkeit und Elastizität geführt haben. Die Fachleute betonen, daß diese Schicht mehr amorph als kristallin sein muß und weisen damit auf Fehlordnungen im Kupfer hin, wie sie z. B. durch gezielte Verunreinigung (Dotierung) erreicht werden können.

Das Metall Kupfer als Aufzeichnungsträger hat gegenüber dem Lack ganz entscheidende Vorteile. Alle seit 1881 verwendeten Materialien für das Schneiden von Schallplatten waren nichtmetallisch. Graham Bell und Sumner Tainter arbeiteten mit Wachs, das in der Weiterentwicklung mit verschiedenen Zusätzen verbessert wurde. Auch Gelatine und ähnliche Stoffe hat man probiert, bis man schließlich zum Nitrozelluloselack kam, der bis heute noch verwendet wird. Doch die Lackschicht ist kein absolut stabiles Material; sie verändert sich im Laufe der Zeit und ganz besonders unter Klimaeinwirkung. Hinzu kommen die bei ihr nicht völlig auszuschließenden Rillenwandverformung der eingeschriebenen Modulation. Außerdem muß schon vor dem ersten galvanischen Prozeß eine Leitschicht sehr geringer Dicke aufgebracht werden, deren Struktur äußerst feinkörnig und ohne fremde Einschlüsse sein muß. Dazu braucht man eine Vorbehandlung, mit der die Lackschicht zwar sensibilisiert, aber sonst in keiner Weise angegriffen werden darf. Sie soll eine möglichst gleichmäßige

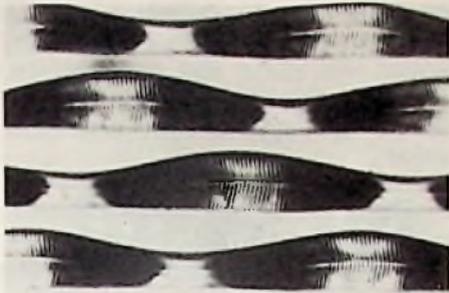


Bild 1. Diese einer Ultraschallschwingung entsprechende Quermodulation des Rillensbodens ist entscheidend für die hohe Qualität der Oberfläche bei der DMM-Technik

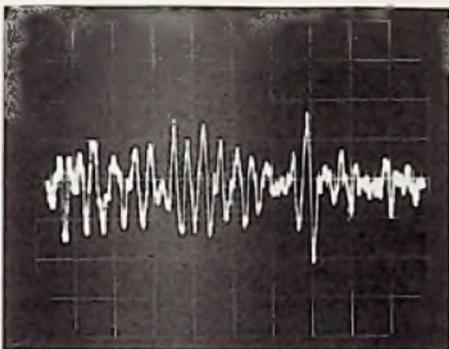


Bild 2. Vergleich von Rumpelstörungen mit dem Oszillografen; oben normale Langspielplatte, unten Langspielplatte in DMM

Anlagerung der Silberatome gewährleisten. Doch hier gibt es schon die ersten Fehler für lästige Impulsstörungen, wie Knacken und Knistern bei der späteren Schallplattenwiedergabe.

Auch die auf die Silberschicht folgende Vernickelung ist nicht problemlos. Die Nickelschicht entsteht nicht im stabilen Gleichgewicht, was nachträglich zu mechanischen Spannungen und Rillenverformungen führt. Um sie gering zu halten, muß man die Wälle zwischen den Rillen stabiler, also dicker halten als eigentlich nötig. Trotzdem bemerkt man bei der klassischen Platte unter Umständen immer noch Vor- und Nachechos.

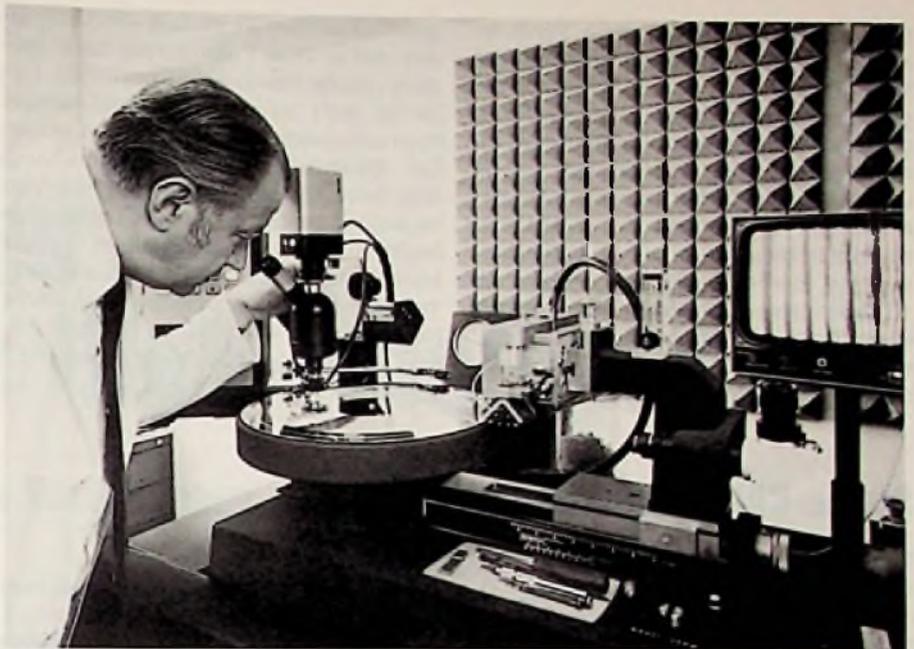


Bild 3. Ein kritischer Blick auf die Schallplatten-Schneidapparatur beim Schneiden in die Kupferfolle

Der Aufzeichnungsträger aus Metall setzt dem Schneidstichel etwa den zehnfachen Schneidwiderstand entgegen als die bisher übliche Lackfolie. Doch mit einer neuen Form des Diamanten und einem größeren Anstellwinkel als bisher war es möglich, bei derselben Schneidleistung zu bleiben. Der Diamant für das Schneiden in Kupfer ist ohne Konterfacette und vermeidet die Amplitudenverluste bei der Aufzeichnung der höchsten Übertragungsfrequenzen und kleiner Rillengeschwindigkeit, also den letzten modulierten Rillen der Langspielplatte.

Außerdem wurden Schneidstichel, Stichelhalterung und Elastizität der Kupferschicht systematisch so aufeinander abgestimmt, daß der Diamant beim Schneiden in eine Ultraschallschwingung versetzt wird (Bild 1). Ihre Frequenz liegt zwischen 60 und 80 kHz und ihre Amplitude nimmt bei größerer Rillentiefe durch den dann höheren Schneidwiderstand zu. Sie erreicht z. B. bei 30 µm Schallrillenmodulation und einer aufgezeichneten Audiofrequenz von 1000 Hz eine Tiefe von etwa 0,3 µm. Die Rillentiefe ist entscheidend für die hohe Oberflächenqualität und damit die Rauschfreiheit des DMM-Masters.

Auch haben Versuche gezeigt, daß Stereorillen in Metallschichten am besten mit einem vertikalen Spurwinkel von nahe 0° geschnitten werden. Die Korrektur des vertikalen Fehlwinkels zwischen Schrei-

beranordnung und dem für die übliche Wiedergabe gewünschten Spurwinkels der Aufzeichnung (20°) wird mit einem elektronischen Laufzeitverzerrer erreicht. Die in DMM-Technik geschnittenen Master sind wirklich frei von Knack- und Knisterstörungen. Diese wesentlich verbesserte Qualität des „Primärwerkzeuges“ wirkt sich bei einwandfreier Weiterverarbeitung und guten Preßbedingungen bis zum Endprodukt vorteilhaft aus. Das akustisch wahrnehmbare Grundgeräusch der DMM-Platten hat im Vergleich mit herkömmlichen Langspielplatten deutlich weniger impulshaltige Störungen. Mit ganz normalen Plattenspielern aufgenommene Grundgeräusch-Frequenzgänge zeigen bei höheren Frequenzen eine Verbesserung bis zu 6 dB (Bild 2).

Weil beim Kupfermaster keine Rückfederungsverformungen auftreten, sind DMM-Platten frei von Vor- und Nachechos. Deshalb kann man die Rillenabstände minimieren und moderne Rillensteuerungsverfahren, wie z. B. bei der Naumann Überspielanlage VSM 80, voll ausnutzen (Bild 3). Damit läßt sich die Spielzeit je Plattenseite um 10 bis 15% verlängern. Die Freiheit von Rillendeformation nach dem Schneiden verbessert auch das Impulsverhalten der Aufnahme, obertonreiche Instrumentalklänge und Stimmen im Konsonantenbereich kommen ganz frei von Verfärbungen.

Übrigens ist DMM nicht ohne Vorläufer entstanden. So werden Videoplatten mit Rillenführung auch schon in Kupferfolie geschnitten, doch dabei sind die Rillen und die Rillenmodulation um mehr als eine Größenordnung kleiner. Der Schritt von den in der Dichtspeichertechnik gesammelten Erfahrungen zur DMM-Langspielplatte brauchte einen Entwicklungsaufwand, der größenordnungsmäßig mit 10 Mannjahren charakterisiert werden kann. Außerdem erinnern sich die Entwickler daran, daß schon 1891 die Erfinder J. Rosenthal und S. Franck vorschlu-

gen, Schallrillen in Metalle einzuschneiden und in ihrer Patentschrift dafür spezielle „große Membranen“ erwähnen. Dabei ist nicht zu vergessen, daß damals noch rein mechanisch geschnitten wurde. Die Bedeutung der DMM-Entwicklung liegt darin, daß hier eine wesentliche Verbesserung der Schallplatten-Qualität allen heute üblichen Plattenspielern zugute kommt und daß man dafür noch nicht einmal, wie bei Rauschminderungs-Verfahren (z. B. dem während der Funkausstellung vorgeführten CX-System von CBS), irgendeine Zusatzelektronik braucht. Die

mit DMM mögliche Qualität setzt allerdings ebenso einwandfreie Aufnahmen voraus, sie dürfte also ausschließlich, oder wenigstens fast ausschließlich, bei den heutigen „Digitalplatten“ angewandt werden.

Für die Plattenhersteller dürfte die Verkürzung des Produktionsprozesses interessant sein, weshalb DMM zweifellos nicht auf Teldec beschränkt bleibt. Anfang April wurden die Möglichkeiten des neuen Verfahrens mit dem aus 20 Langspielplatten bestehenden Startprogramm ganz eindeutig demonstriert.

Single-Chip-Frequenz-Synthesizer

Das folgende Anwendungsbeispiel zeigt, wie sich mit einem programmierbaren Timer-Schaltkreis relativ einfach ein niederfrequenter Frequenz-Synthesizer aufbauen läßt.

Der monolithische Timer/Counter XR-2240 enthält einen programmierbaren 8-Bit-Binärzähler und einen stabilen Zeitbasis-Oszillator in einem 16poligen-Gehäuse. Mit der in Bild 1 gezeigten Schaltungsanordnung lassen sich mit über 2500 diskrete Frequenzen aus einer einzigen Referenzfrequenz erzeugen. Der Betrieb als Frequenz-Synthesizer ist möglich, da die Schaltung die Eingangsfrequenz sowohl teilen als auch vervielfachen kann. Sie kann die Frequenz gleichzeitig mit dem Faktor M multiplizieren und sie durch einen Divisor „ $N + 1$ “ teilen wobei sowohl M als auch N einstellbar ganze Zahlen sind. Die Schaltung ist daher in der Lage, eine Ausgangsfrequenz f_0 zu erzeugen, die zur Eingangreferenz-Frequenz f_R in folgen-

der Beziehung steht:

$$f_0 = f_R \times M / (1 + N)$$

Die Werte für N und M können über den Bereich 1 bis 255 (für N) bzw. 1 bis 10 (für M) verstimmt werden. Das Prinzip der Arbeitsweise der Schaltung läßt sich am besten verstehen wenn man Frequenzteilung und -multiplikation getrennt untersucht.

Frequenzteilung durch $(1 + N)$:

Wenn keine externe Referenzfrequenz f_R vorliegt, läuft der Oszillator des XR-2240 frei auf seiner eingestellten Frequenz ($f_s = 1/RC$), wobei R und C die externen Komponenten am Anschluß 13 sind. Der 8-Bit-Binärzähler kann so programmiert werden, daß er die Zeitbasis-Frequenz durch eine ganze Zahl N teilt und eine Ausgangs-Impulsfolge mit der Frequenz $f_0 = f_s / (1 + N)$ erzeugt.

Frequenz-Multiplikation mit M :

Die Frequenzvervielfachung wird durch Synchronisierung des Zeitbasis-Oszillators auf Harmonische der Referenzfrequenz erreicht. Wenn der Zeitbasis-Oszillator so eingestellt wird, daß er auf einer Frequenz $M \times f_R$ schwingt, ist es möglich, ihn auf die M -te Harmonische des Referenzsignals zu synchronisieren. Der typische Fangbereich der Schaltung ist für Werte von M zwischen 1 und 10 größer als $\pm 3\%$. Da außerdem die Zeitbasis bis auf $\pm 0,5\%$ der externen Einstellung des RC-Gliedes genau ist, bereitet das Einrasten keine Probleme.

Arbeitsweise der Schaltung:

Das Referenzsignal wird dem Synchronisier-Eingang der Zeitbasis (Stift 12) über einen 5,1-k Ω -Widerstand zugeführt. Es sollte eine Rechteck-Impulsfolge mit einer Amplitude von $U_{ss} = 3\text{ V}$ und einer Impulsbreite von etwa 30...80% der Periodendauer T der Zeitbasis sein. Der Multiplikator wird mit dem Potentiometer R 1 eingestellt, das die Periodendauer T der Zeitbasis festlegt ($T = R \cdot C$).

Der Divisor wird durch Verbinden verschiedener Zähler-Ausgänge mit einem gemeinsamen 3-k Ω -Pull-up-Widerstand programmiert. Die Ausgangs-Impulsfolge hat eine konstante Impulsbreite $T = R \cdot C$ und eine Periodendauer $T = (N + 1) \cdot R \cdot C$.

Die Bauelemente R und C können in folgenden Bereichen liegen:

C : 0,005 μF ... 0,1 μF

R : 1 k Ω ... 1 M Ω

Die maximale Schwingfrequenz des Oszillators ist auf etwa 200 KHz beschränkt.

(Aus Feltron: „Elektronik-Applikationen“)

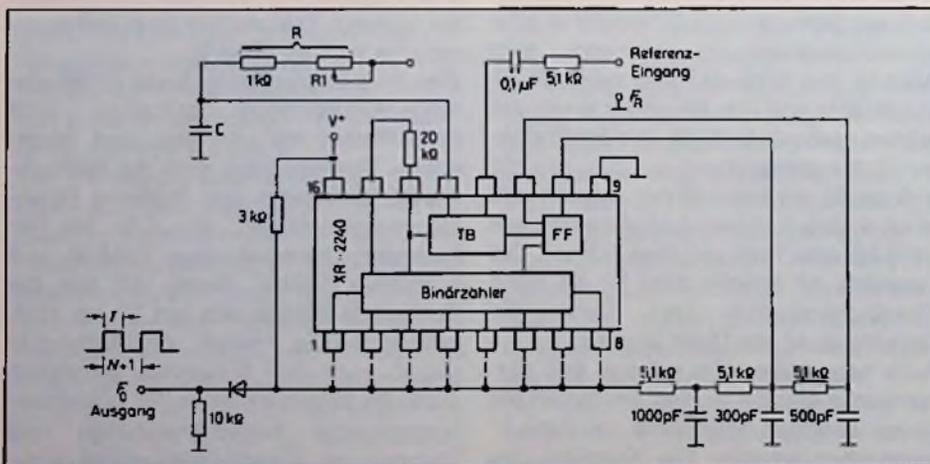


Bild 1: Schaltung des Frequenz-Synthesizers

XR-2240

Hörakustik

Hans Joachim Haase

„Jetzt ist es nicht mehr High-Fidelity!“

Ab wann stören nichtlineare Verzerrungen wirklich?

Nichtlineare Verzerrungen entstehen zum Beispiel an den nichtlinearen Kennlinien von Verstärkerelementen (Transistoren) und elektromechanischen Wandlern (Lautsprechersysteme, Tonabnehmersysteme) oder bei der magnetischen Signalaufzeichnung (Hysteresekurve). Sie äußern sich akustisch als Klangverfremdung, meßtechnisch als gerad- und/oder ungeradzahligte Oberwellen und sind jedem Hi-Fi-Fan ein Greuel. Die Maßangabe für nichtlineare Verzerrungen – der Klirrfaktor – ist deshalb zu einer qualitätsbestimmenden Größe für Hi-Fi-Anlagen geworden. Ob aber das werbeträchtige Drücken des Klirrfaktors auf zwei Nullen hinter dem Komma noch akustischen Nutzen bringt, versuchte der Autor anhand eigener, mit einfachen Mitteln durchgeführter Testreihen zu ergründen. Das Ergebnis zeigt, daß auch einfache Hi-Fi-Anlagen, wenn sie halbwegs vernünftig konzipiert sind, verzerrungsmäßig keinen Grund zur Klage geben dürften.

Zum praxisgerechten Beurteilen der Wiedergabequalität von Hi-Fi-Anlagen sollte es sich jeder Tester zur Regel machen, die Bausteine – insbesondere elektroakustische Wandler – nicht nur meßtechnisch unter die Lupe zu nehmen, sondern auch akustisch zu bewerten. Vom Autor wurden dafür Zuhörer hinzugezogen, die unabhängig von den meßtechnischen Ergebnissen ihr Urteil abgaben. Erfahrungsgemäß bereitet es auch ungeschulten Hörern im A/B-Vergleich keine Schwierigkeiten Unterschiede herauszuhören, wenn es auch bei fast gleichwertigen Objekten nicht einfach ist, die erkannten Abweichungen verbal zu beschreiben. Für den Tester, der die verschiedenen Äußerungen dann unter einen Hut bringen und ein abschließendes Werturteil abgeben muß, sicher ein sowohl schwieriges als auch verantwortungsvolles Unterfangen. Obwohl der Autor bei Hörtests in der Regel bewährte Juroren als Mitarbeiter hat, häuften sich in letzter Zeit innerhalb der Gruppe gegensätzliche Bewertungen, die zum Teil auf den Einfluß der Industriewerbung und die Wortspielereien in Test-

zeitschriften zurückzuführen sind: Testteilnehmer, die sich früher eher schwer entscheiden und nur mühsam ein Hörerlebnis definieren konnten, fingen plötzlich an nichtssagende Schlagworte, wie „knackig“ und „näselnd“ in die Diskussion zu werfen, und hörten auf einmal Verzerrungen, wo keine waren.

Die Testbedingungen

Um den gerade noch hörbaren Grenzkirrfaktoren auf die Spur zu kommen, startete der Autor eine Testreihe mit einer bunten Schar von Zuhörern, die zwischen 17 und 62 Jahre alt waren. Dabei sollte auf möglichst unkompliziertem Wege ergründet werden: Wann stellt ein ungeschulter Hörer fest, jetzt klingt es nicht mehr einwandfrei, das ist nicht mehr High-Fidelity. Da kein störschallgedämpfter Abhörraum zur Verfügung stand und außerdem eine Verstärker/Lautsprecher-Kombination das Ergebnis nicht verfälschen sollte, wurde die Abhörkontrolle über Kopfhörer durchgeführt.

Aus zahlreichen Untersuchungen ist bekannt, daß die Hörbarkeit von Verzerrungen von der Wiedergabelautstärke abhängt, wobei mit größer werdender Lautstärke ein Verdeckungseffekt auftritt, der störende Summentöne durch tiefer liegende Grundtöne verdeckt. Es wurde deshalb ein praxisgerechter und nicht zu hoher Abhör-Schalldruckpegel von 60 dB(A) gewählt, der mit einem Meßmikrophon unmittelbar zwischen beiden Höremscheln eingepegelt wurde.

Ursprünglich sollten mit dem Test auch Verzerrungen im Hochtonbereich erfaßt werden. Es zeigte sich jedoch, daß die Urteile hier sehr stark streuten, und kein allgemein gültiges Urteil abzuleiten war. Das mag daran liegen, daß sich bei den Versuchspersonen unterschiedliche Resonanzen zwischen Hörermembrane und Ohr ausbildeten. Außerdem zeigten bereits früher durchgeführte Abhörsitzungen, daß es sehr schwierig ist, im oberen Tonfrequenzbereich Verzerrungen zu definieren, weil sich ein erhöhter Verzerrungsgrad zunächst in einer vermeintlichen Zunahme des Rauschens bemerkbar macht, und erst darüber hinaus in eine Rauigkeit des Tonsignals übergeht. Aus diesen Gründen wurden zum Hörtest nur Testsignale bis zu $f = 4$ kHz verwendet.

Der Testaufbau

Bild 1 zeigt den Versuchsaufbau, der den elektroakustischen Übertragungsweg von der Signalquelle bis zum Ohr nachgebildet. Die Gesamtverzerrungen des Übertragungsweges wurden stufenweise do-

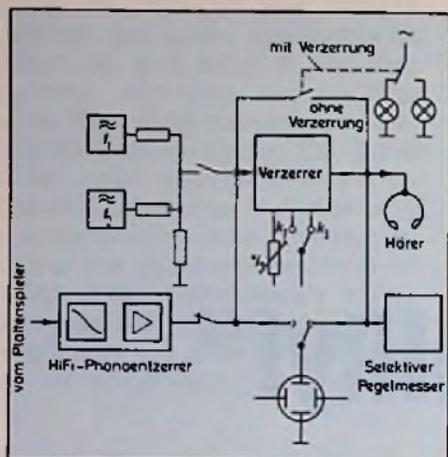


Bild 1. Meßaufbau zum Feststellen der Wahrnehmbarkeit nichtlinearer Verzerrungen. Der Verzerrer erzeugt mit einem A-Verstärker quadratische Verzerrungen (k_2) und mit einem Gegentakt-B-Verstärker kubische Verzerrungen (k_3)

siert ausschließlich von dem Verzerrer erzeugt, während die beiden Tongeneratoren und der dynamische Kopfhörer als Quelle von Verzerrungen zu vernachlässigen waren.

Da davon ausgegangen werden kann, daß auf einem Übertragungsweg überwiegend quadratische und kubische Verzerrungen hinzukommen, wurde der Verzerrer so aufgebaut, daß er wahlweise als gegengekoppelter A-Verstärker oder Gegentakt-B-Verstärker geschaltet werden konnte. Das Maß der k_2/k_3 -Verzerrungen war stufenlos einstellbar, während die Grundwellenverstärkung konstant gehalten wurde. Mit einem Kippschalter ließ sich der Verzerrer in den Übertragungsweg einschleifen oder abtrennen.

Die für quadratische Verzerrungen verantwortliche 2. Harmonische entsteht in Eintakt-A-Verstärkern. Sie äußert sich als unsymmetrische Kurvenformverzerrung (**Bild 2 oben**) insbesondere dann, wenn die Arbeitspunkte nicht stimmen (Störungen in der Spannungsversorgung). Kubische Verzerrungen (3. Harmonische) geben sich hingegen in einer symmetrischen Kurvenformverzerrung zu erkennen, wie sie bei Gegentaktschaltungen mit Übernahmeverzerrungen und bei der magnetischen Schallaufzeichnung entstehen (**Bild 2 unten**).

So stört die zweite und dritte Harmonische

In einer ersten Testreihe wurden nun fre-

quenzabhängige Grenzkirrfaktoren k_2 und k_3 für die Aussage: „Verzerrung gerade hörbar“, ermittelt. Das unter den genannten Testbedingungen, über die Testpersonen gemittelte Ergebnis ist in **Bild 3** dargestellt.

Deutlich unangenehmer wirken kubische Verzerrungen. Deren Klirrgradwerte müssen daher im gesamten Frequenzbereich wesentlich geringer sein, als die der quadratischen Verzerrungen. Da ein direkter Zusammenhang zwischen der k_2 - und k_3 -Bildung innerhalb eines Übertragungsgliedes jedoch kaum gegeben ist, wäre es wünschenswert, daß die Geräte-Hersteller sich nicht auf die graphische Darstellung des k_2 beschränken und wenn schon nicht nach k_2 und k_3 getrennt, zumindest den Gesamt-Klirrfaktor angeben

$$(k_g = \sqrt{k_2^2 + k_3^2})$$

Verblüffend ist, wie schnell unterhalb etwa 200 Hz die Empfindlichkeit des Ohres für Verzerrungen abnimmt. Baß-Lautsprecher müssen schon kräftig verzerren, ehe man das bei der Einzelton-Wiedergabe bemerkt. Diese Grenzkurven zeigen im Vergleich mit den von Verstärker-Herstellern veröffentlichten Klirrfaktorkurven, daß

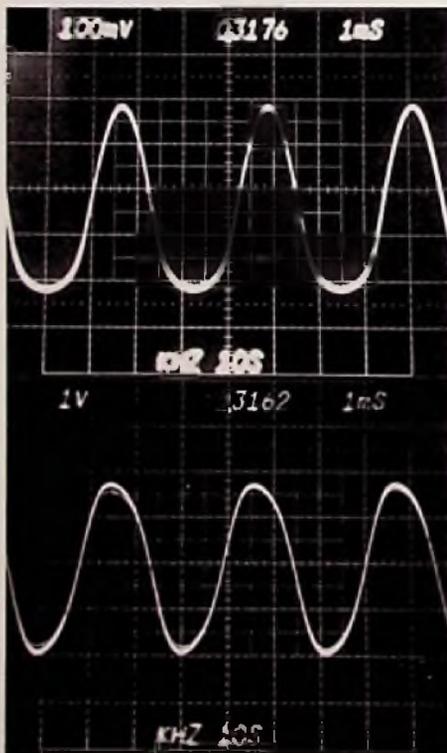


Bild 2. Kurvenformverzerrung eines sinusförmigen Eingangssignals am Ausgang eines nichtlinearen Übertragungsgliedes. Oben: Quadratische Verzerrungen (20%). Unten: Kubische Verzerrungen (10%)

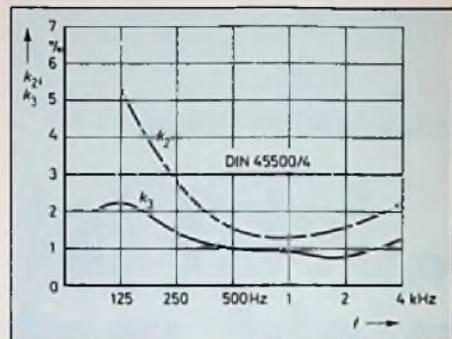


Bild 3. Frequenzabhängigkeit der Grenzkirrfaktoren k_2 und k_3 bei einem Abhör-Schalldruckpegel von 60 dB (A) 60 phon

auch in preisgünstigen Verstärkern innerhalb der normalen Arbeitsbereiche keine hörbaren Verzerrungen entstehen. Diese werden ausschließlich von den Wandler-systemen erzeugt (Tonabnehmer, Cas-setten-Recorder und Lautsprecher). Der Einsatz eines Verstärkers mit Verzerrungen unter 0,1% bringt akustisch keinen Gewinn. Auch das Auswechseln eines Hi-Fi-Verstärkers mit 0,5% Klirrfaktor gegen einen mit 0,05%, innerhalb der ansonsten unveränderten Hi-Fi-Anlage, hat schon oft Enttäuschung bereitet.

Am stärksten stören Intermodulationsprodukte

In einer weiteren Testreihe wurden zwei reine Sinustöne den beiden NF-Generatoren entnommen und über ohmsche Widerstände zusammengeschaltet. Die beiden Frequenzen f_1 und f_2 wurden so gewählt, daß sie zueinander a) im Abstand einer reinen Quint oder b) im Abstand einer reinen Sext standen. Die Quint ist hinsichtlich nichtlinearer Verzerrungen das kritischere Intervall.

Der Pegel von f_2 wurde individuell so eingestellt, daß diese Frequenz als Einzelton gerade noch nicht zu hören war. Es sollte dann signalisiert werden, wann der Ton f_1 durch Intermodulation unsauber wird. Die jeweils genannte Schwelle wurde mit einem selektiven Pegelmess (Bandbreite 8 Hz) festgehalten.

Die sich über die rein quadratische oder kubische Kennlinie am Ausgang des Verzerrers als Störsignal einstellenden Oberwellen, sowie die Summen- und Differenzfrequenzen sind in **Bild 4** dargestellt. Die grafische Auswertung wurde beschränkt auf die Summenfrequenz $f_1 + f_2$ und auf die Intermodulationsfrequenzen 2. Ordnung $2f_1 + f_2$ und $2f_2 + f_1$ (**Bild 5**).

Auffallend ist, daß die Intermodulationsprodukte am meisten störten und davon wiederum besonders die kubischen Verzerrungen. Die (in Bild 5 nicht ausgewerteten) Differenztöne $f_2 - f_1$ und $2f_1 - f_2$ ergaben meßtechnisch einen etwas höheren k_2/k_3 -Wert, wurden akustisch aber als nicht so störend empfunden, wie die Summentöne.

Die Kurven in den Bildern 4 und 5 wurden aus Mittelwerten relativ stark streuender Angaben zusammengestellt. Diese Streuungen können nicht ausschließlich auf unterschiedliche Hörschwellen zurückgeführt werden, sondern waren auch die Folge von Ermüdungserscheinungen und Konzentrationsschwächen. Ein am nächsten Morgen wiederholter Test zeigte für die absolute Lage der (gemittelten) Schwellen ziemlich abweichende Werte, doch blieb die pegel- und frequenzabhängige Tendenz in etwa erhalten. Vergleichsweises sollten daher im Umfang sowie der Zeitdauer beschränkt und möglichst mit ausgeruhten Zuhörern erfolgen.

Musik als Testsignal

Werden musikalische Klangpassagen eingespielt, sind Verzerrungsschwellen nicht mehr eindeutig definierbar, da sie weitgehend vom gewählten Testmaterial abhängen. Sollen bei Tanz- oder Unterhaltungsmusik Verzerrungen erkannt werden, müssen bereits erhebliche Nichtlinearitäten vorliegen, und zwar in einer Größenordnung (Bild 2), wie sie heute von keiner halbwegs vernünftig konzipierten Hi-Fi-Anlage, einschließlich der elektromechanischen und elektroakustischen Wandler, erzeugt werden (Fehlanspassung, Übersteuern usw. natürlich ausgeklammert!).

Zum Feststellen der Hörbarkeit nichtlinearer Verzerrungen beim Abtasten der Musikschallplatten ist die Demonstrations-Schallplatte „1099015 TM“ der DGG (Deutsche Grammophon Gesellschaft) sehr gut geeignet. Hier werden einem Musikausschnitt, der vorzugsweise die mittleren Tonlagen enthält, schrittweise erst quadratische, dann kubische und anschließend auch beide Verzerrungsformen, beginnend von 5% bis 30% ($k_2 + k_3$) hinzugefügt. Auch hier zeigte sich, daß die quantitative Festlegung der Verzerrungsschwelle durch die Jurorengruppe bei einem Musikprogramm wesentlich zögernder erfolgte und auch stärker differierte, als beim Abhören diskreter Einzel- oder

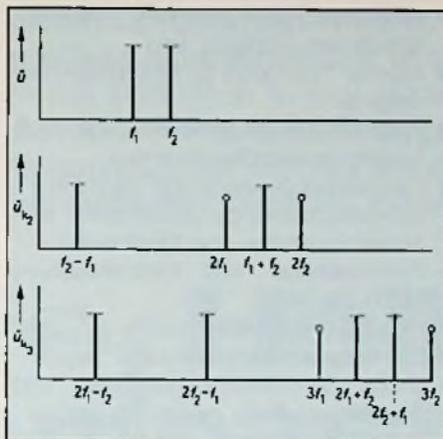


Bild 4. Störpektrum infolge quadratischer und kubischer Verzerrungen

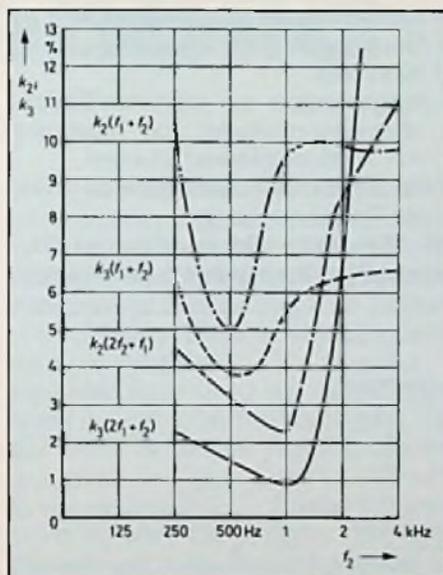


Bild 5. Kritische Klirrfaktorwerte, bei denen Intermodulationsprodukte gerade hörbar werden (gültig bei 60 dB (A) für f_1)

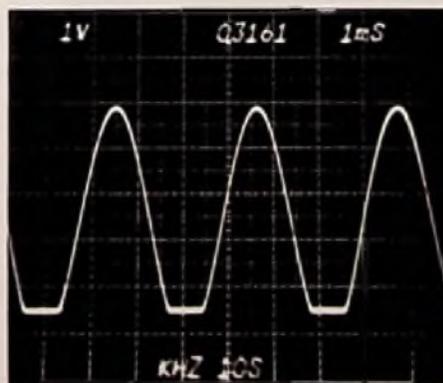


Bild 6. Verzerrungen eines Sinussignals durch quadratische (3%) und kubische (6,3%) Verzerrungen. 50% der Testteilnehmer konnten diese Verzerrung gerade noch wahrnehmen

Kombinationstöne, und daß es eigenartigerweise Musikausübende hier schwerer hatten, als technisch orientierte Zuhörer. Als nicht überraschend wurde registriert, daß ein 19jähriger, der in einer Jugendband eine elektrische Gitarre spielt, in der Hörbarkeit von Verzerrungen einer Volksmusik ausübenden jungen Frau deutlich unterlegen war.

Für eine von 50% der Juroren geäußerten Meinung „in dieser Stufe erkenne ich Verzerrungen“ war ein $k_2 \approx 20\%$, $k_3 \approx 10\%$ und $|k_2 + k_3| \approx 7\%$ nötig (Bild 6). Das bedeutet, daß das menschliche Ohr auf k_2 -Verzerrungen relativ gutmütig, auf k_3 -Anteile dagegen wesentlich empfindlicher reagiert. Diese Erkenntnis führte letztlich auch zur Einführung von Direktschnitt-Schallplatten, bei denen man auf den k_3 -eruptiven Umweg über die magnetische Bandaufzeichnung verzichtet.

Da ein Tonabnehmersystem oft als die wesentliche Verzerrungsursache bei der Schallrillenabtastung angesehen wird, sollte eine letzte Testreihe Auskunft darüber geben, wie zwei bei den Frequenzgängen und der Übersprechdämpfung weitgehend vergleichbare Magnet-Tonabnehmer hinsichtlich der Verzerrungen akustisch eingestuft wurden. Die beiden Testmodelle hatten rein meßtechnisch Unterschiede im Hochfrequenz-Verzerrungsfaktor (DIN 45 549) gezeigt, doch waren die Urteile der Testgruppe sowohl bei Klassik als auch bei U-Musik widersprüchlich. Es kam letztlich zu keiner eindeutigen qualitativen Aussage, weil zur Kontrolle der Aussagen einige Male lediglich der Schalter für die Signallampe umgeschaltet wurde, was prompt die Beurteilung beeinflusste. Auch als dann ein hochwertiger Piezoabtaster in den Test mit einbezogen wurde, lagen die Argumentationen zur Klangbewertung mehr im Frequenzumfang als in den Verzerrungen begründet.

Aus den beschriebenen Vergleichstests können folgende Erkenntnisse oder Bestätigungen früherer Erfahrungen abgeleitet werden:

- Liegen die Verzerrungen von Hi-Fi-Wiedergabeanlagen unterhalb der Kurven der ermittelten Grenz-Klirrfaktoren, ist eine qualitative Aussage hinsichtlich der Verzerrungsfreiheit in der Regel nicht mehr möglich.
- Kubische Verzerrungen (Cassettenwiedergabe) sind akustisch früher feststellbar und stören den Klangeindruck nachhaltiger.

- Störintensiv sind Summentöne.
- Wünschenswert wäre die Angabe der Intermodulationsverzerrungen.
- Werden Teilnehmer an Abhörsitzungen in einer längeren Testreihe gezwungen detaillierte Angaben zu machen, wird das Urteilsvermögen arg strapaziert. Zu empfehlen ist daher stets ein kurzer A/B-Vergleich, der möglichst schnell ineinander übergehen sollte und mit dem Vergleich unterschiedlicher Angebote beginnen soll.

Horizontalkombination für Fernsehempfänger

Die integrierte Schaltung TDA 2593 von Siemens ist an die Farbschaltungen TDA 2522 und TDA 2560 angepaßt. Sie unterscheidet sich von dem bekannten Baustein TDA 2591 durch eine geänderte Schwelle des Zeilenrücklauf-Dunkelastimpulses. Diese Schwelle wurde dem sogenannten „Supersandcastle“-Impuls angeglichen (Bild 1c). Der Baustein enthält folgende Funktionen:

- Zeilenoszillator nach dem Schwellwert-schalterprinzip

- Phasenvergleich zwischen Synchronimpuls und Oszillator (φ_1)
- Interner Tastimpuls für Phasendiskriminator φ_1
- Phasenvergleich zwischen Zeilenrücklaufimpuls und Oszillator (φ_2)
- Fangbereichserweiterung durch Koinzidenzdetektor φ_2 (Koinzidenz zwischen Synchron- und Tastimpuls)
- Zeitkonstanten- und Torumschaltung (VCR-Betrieb)
- Synchronimpulsabtrennstufe
- Störsignalaustastung
- Vertikal-Synchronimpulsabtrenn- und Ausgangsstufe
- Farbsynchronsignalastimpuls und Zeilenrücklauf-Dunkelastimpulsgewinnung mit veränderter Schwelle
- Phasenschieber für Steuerimpuls
- Steuerimpulsbreitenumschaltung und Abschalter
- Ausgangsstufe mit separater Speisungszuführung zur Triggerung von Thyristorableschaltungen
- Steuerimpulsabschaltung bei zu niedriger Speisespannung

Der TDA 2593 wird im 16poligen DIL-Kunststoffgehäuse geliefert. Umgebungs-

temperatur im Betrieb - 20 bis + 60°C. Das Bild 2 zeigt ihn mit einer typischen Außenbeschaltung.

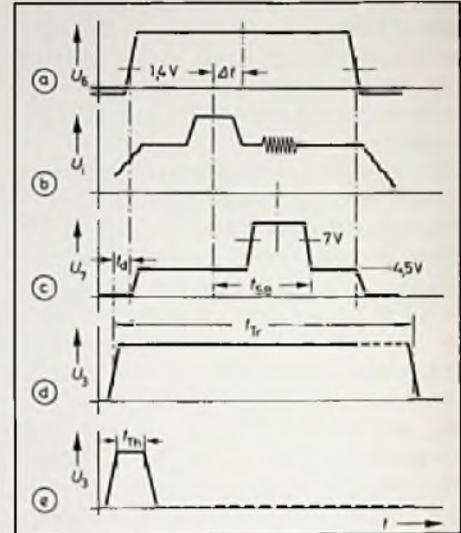
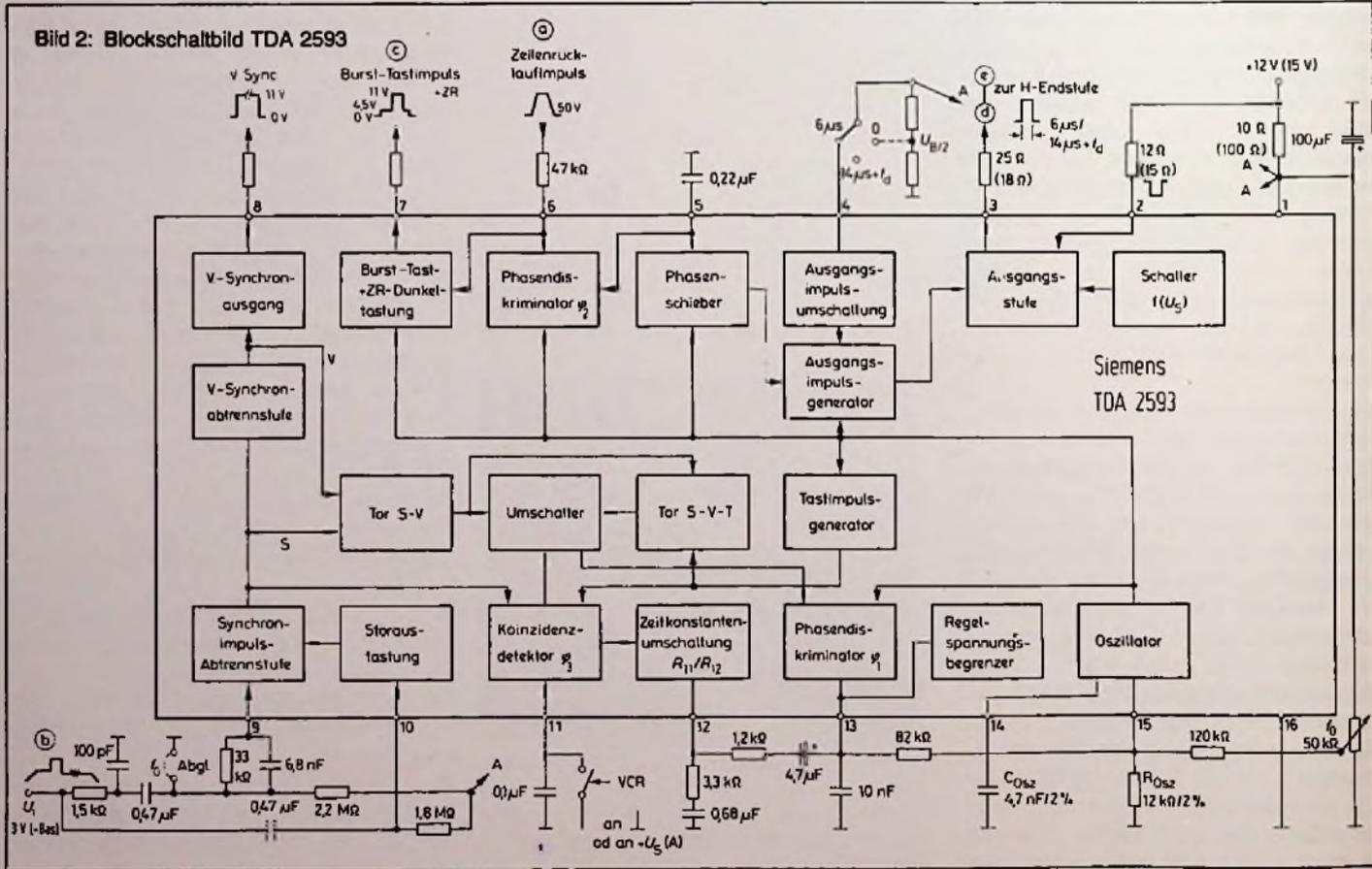


Bild 1: Zeitliche Zuordnung; a) Zeilenrücklaufimpuls, b) FBAS-Eingangssignal, c) Farbsynchronastimpuls und Zeilenrücklauf-Dunkelastimpuls, d) Transistorausgangsimpuls ($U_3 < 3,5 V$), e) Thyristorausgangsimpuls ($U_3 > 9,4 V$)



Dr. Ing. W. Dillenburger

Jeder, der beruflich mit dem Fernsehen zu tun hat, muß über gewisse lichttechnische und optische Kenntnisse verfügen, deren Definition in den Normen festgelegt sind. Leider werden in der Praxis viele Begriffe falsch definiert, erklärt und benutzt. Dieser Beitrag will darauf hinweisen und die korrekten Bezeichnungen ins Gedächtnis rufen.

Schärfe, Helligkeit und Kontrast im Fernsehbild

Folgende Benennungen und Definitionen nach DIN 45 060 vom Juni 1980 sind für die folgenden Betrachtungen wichtig:

1. Helligkeit, die Stärke einer Lichtempfindung, wie sie mit jeder Farbempfindung unlösbar verbunden ist.
2. Grundhelligkeit, die auf dem Bildschirm eines Empfängers eingestellte Helligkeit, die dem Schwarzwert im Bildsignal entspricht.
3. Kontrast, das Verhältnis der Leuchtdichten zweier beliebiger Stellen im Bild. Maximalkontrast wird der Kontrast hellster zu dunkelster Stelle genannt.
4. Gradationsfehler, die durch Übertragungseigenschaften bedingten Unterschiede in der Gradation des Fernsehbildes gegenüber derjenigen der Bildvorlage oder des Szenenbildes.

Bildschärfe und Auflösung

In den letzten Jahren ist in Fernsehkreisen viel über die Qualität des Fernsehbildes, wie es sich dem Betrachter zu Hause darbietet, diskutiert worden. Vor allem betrifft dies die bekannten, durch die Fernsehnorm bedingten Mängel, deren wichtigster das Flimmern bei zu groß eingestellter Helligkeit ist. Es stellt sich die Frage, ob unsere Fernsehnorm überholt ist und ob sie, vor allem in Richtung einer höheren Zeilenzahl, geändert werden sollte. Die erreichbare Schärfe und Auflösung des Bildes ist bei gegebener Zeilenzahl je

Bild bekanntlich durch die verfügbare Videobandbreite begrenzt. Diese wiederum ist durch die Fernsehnorm bestimmt. In vertikaler Richtung begrenzt dagegen die Zeilenzahl je Bild die mögliche Schärfe und Auflösung. Diese ist ebenfalls durch die Norm festgelegt.

Bei voller Ausnutzung der bestehenden Norm zur optimalen Bildübertragung lassen beim derzeitigen Fernsehprogrammangebot und den üblichen Betrachtungsgewohnheiten (Betrachtungsabstand = vier- bis fünffache Bildhöhe) Schärfe und Auflösung kaum etwas zu wünschen übrig.

Eine leichte Verbesserung der horizontalen Auflösung wäre durch Vermeiden der z. Z. üblichen Farbträgerfalle bei unveränderter Zeilenzahl je Bild möglich. Dafür stehen zwei Lösungen zur Verfügung:

1. Die Eliminierung des Farbträgers aus dem Leuchtdichtesignal kann durch ein Kammfilter erfolgen. Das wäre nur eine Aufwandsfrage im Empfänger. In den USA soll es solche Empfänger geben. Der Aufwand für das NTSC-System ist relativ gering, für das Pal-System aber recht groß. Ob er sich lohnen würde, mag dahin gestellt bleiben, zumal ja die Videobandbreite und damit die mögliche Auflösung um 0,8 MHz größer ist als die der NTSC-Norm.

2. Einen anderen Weg zur Eliminierung des Farbträgers hat H. Schönfelder in einem Vortrag zur FKTG-Tagung 1980 gezeigt, der allerdings eine Normänderung

zur Übertragung der Farbinformation darstellen würde. Diese wurde mit Zeitkompression digital in den H-Austastlücken übertragen, so daß für das Leuchtdichtesignal die volle Bandbreite von 5 MHz zur Verfügung steht (Timeplex-Verfahren). Das Verfahren bringt wie die Anwendung eines Kammfilters eine geringe, jedoch gut sichtbare Verbesserung der Bildschärfe und der Auflösung in horizontaler Richtung.

Für einen guten Bildeindruck (Schärfe) ist schließlich noch das Einschwingverhalten des gesamten Verstärkerzugs im Empfänger sehr wesentlich. Das aber ist wiederum eine Frage der Filtertechnik. In dieser Beziehung sind nicht alle Empfängertypen gleichwertig. Auf alle Fälle sollte ein Plasteffekt (nach DIN 45060 ein durch Überschwingen im Bildsignal verursachtes Hervorheben von Bildkonturen) so gering wie möglich sein.

Helligkeit und Kontrast

Diese beiden, von der Übertragungsnorm unabhängigen Parameter des Fernsehbildes lassen sich durch die Empfängereinstellung bekanntlich stark verändern. Mit einer Änderung der Einstellungen ist meistens auch eine Gradationsänderung verbunden. Die Gradation in einem Bild spielt für den guten Bildeindruck eine ausschlaggebende Rolle und zwar oft weit mehr als die Bildschärfe.

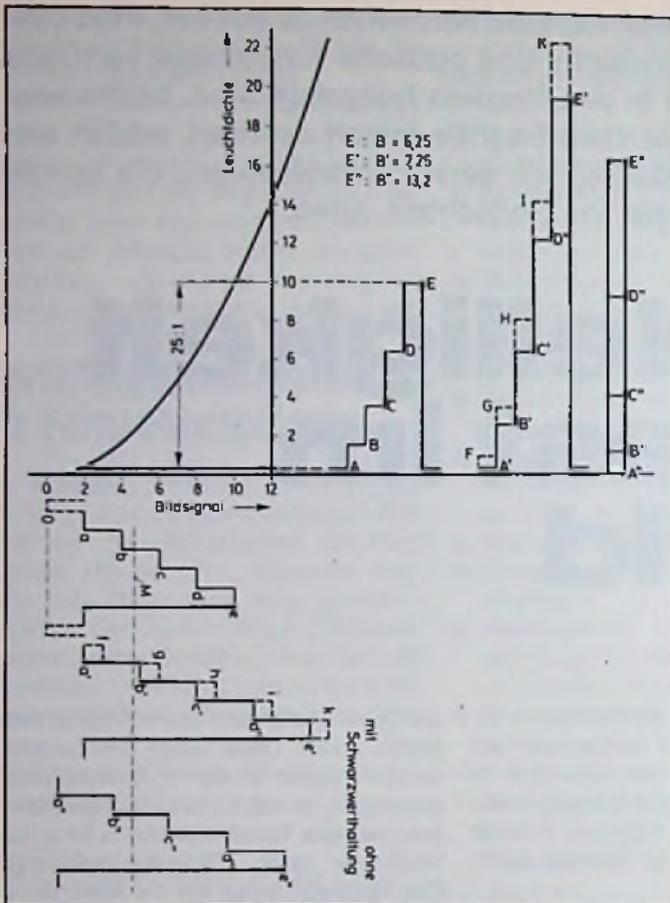


Bild 1: Zusammenhang zwischen Signalamplitude und Leuchtdichteänderung bei verschiedenen Einstellungen des Helligkeitseinstellers

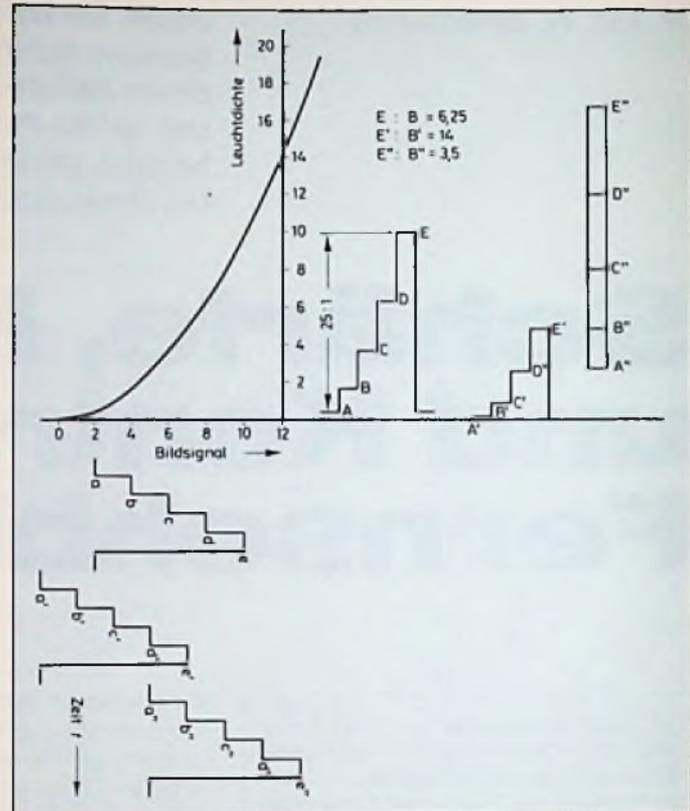


Bild 3: Zusammenhang zwischen Signalamplitude und Leuchtdichteänderung bei verschiedenen Vorspannungen der Strahlerzeugungssysteme

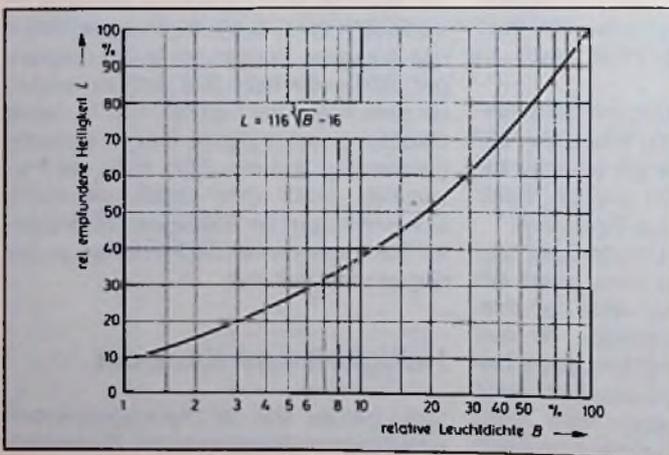


Bild 2: Helligkeit in Abhängigkeit von der Leuchtdichte

Bei der Bildhelligkeit muß man zwischen Spitzenhelligkeit und mittlerer Helligkeit unterscheiden. Im gesamten Helligkeitsbereich eines Bildes wird die mittlere Helligkeit einerseits durch den Bildinhalt und andererseits durch den im Studio einstellbaren Gammawert der Übertragung be-

stimmt. Die am Empfänger maximal einstellbare Helligkeit ist dagegen einerseits durch die Leistungsfähigkeit der Bildröhre und andererseits wegen des auftretenden Flimmerns durch die Bildwechselzahl begrenzt. Der Kontrast wird durch das Raumlicht begrenzt. Diese Begrenzung

läßt sich jedoch praktisch immer durch geeignete Aufstellung des Empfängers oder Verminderung der Beleuchtung – sehr praktisch ist dafür ein Dimmer – ausreichend reduzieren. Helligkeit und Kontrast sollte jeder Zuschauer am Empfänger nach Wunsch und Erfordernissen der Raumbeleuchtung einstellen können. Dazu sind an jedem Empfänger bekanntlich zwei Einsteller vorgesehen. Einer von ihnen beeinflusst die Vorspannung der Strahlensysteme der Farbbildröhre und damit den Strahlstrom, der andere die Größe der der Bildröhre zugeführten Bildsignale. Der Vorspannungseinsteller ist mit Helligkeit bezeichnet und nach wie vor auf der Fernbedienung angeordnet. Der Signalgrößeneinsteller befindet sich dagegen bei neueren Empfängern, für den Betrachter unzugänglich, auf der Rückseite des Empfängers und ist mit Kontrast bezeichnet.

Im Bild 1 wurde einmal dargestellt, was diese beiden Einsteller tatsächlich bewirken. Dazu genügt die Betrachtung des Leuchtdichtesignals, das als zeitlich treppenförmig ansteigendes Signal (Graukeil)

angenommen ist. Wie nachfolgend gezeigt wird, sind beide Bezeichnungen falsch und die Anordnung der beiden Einsteller zumindest unzweckmäßig, sofern man stets in bequemer Weise in der Lage sein will, eine den gegebenen Verhältnissen optimal entsprechende Bildhelligkeit und optimalen Kontrast einzustellen. Die Steuerkennlinie der Bildröhre ist in Bild 1 der Einfachheit halber quadratisch verlaufend angenommen. Sie soll also einen Gammawert von 2,0 haben. Tatsächlich ist dieser näher an 2,5 was jedoch auf die folgende Betrachtung keinen Einfluß hat. Da es sich bei der Darstellung um physikalische Größen handelt, ist an Stelle der subjektiven Helligkeit die Leuchtdichte eingetragen. Sie ist entsprechend der internationalen meßtechnischen Kommission nach Bild 2 mit der Helligkeit verknüpft. Man erkennt, daß die gleiche prozentuale Änderung für kleine Werte der Leuchtdichte stärker empfunden wird als für hohe Werte.

Die Stufen des Bildsignals sind mit a, b, c, d und e bezeichnet. Das Signal mit dem festen „geklemmten“ Schwarzwert a und dem Weißwert b soll das Strahlsystem so steuern, daß ein Maximalkontrast von 25:1 mit den Leuchtdichtewerten A und E entsteht. Wird nun das Signal durch Verstärkungsänderung vergrößert und die Stufe a auf der Kennlinie festgehalten (Stufen a'...e'), so entstehen die Leuchtdichtewerte A'...E'. Die Leuchtdichte ist also in den Stufen B'...E' größer geworden, ihr Maximum also nahezu doppelt so groß wie vorher. Betrachtet man den Kontrast zwischen den Stufen B und E und denjenigen zwischen B' und E', so ist dieser nur wenig angestiegen. Für das Auge ist damit im wesentlichen eine Helligkeitsänderung eingetreten. Nimmt man nun an, daß nicht das a entsprechende Potential festgehalten wird, sondern das Potential, das dem Strahlstrom Null entspricht (was durch Anfügen des gestrichelt gezeichneten Impulses möglich ist, sofern auf das Nullpotential geklemmt wird und der Verstärkungseinsteller der Klemmschaltung nachgeschaltet ist) dann bleibt der Kontrast unabhängig von der Verstärkungseinstellung konstant. Zu den Signalwerten f g h i k gehören die Leuchtdichtewerte F G H I K. Der Maximalkontrast wird unabhängig von der Signalamplitude. Dieser Impuls ist praktisch als Synchronimpuls immer verfügbar. Er muß auf eine geeignete Größe begrenzt werden. Das Ergebnis ist, daß bei einer Verstär-

kungsänderung nur die Bildhelligkeit verändert wird. Der Kontrast selbst bleibt konstant, was ja durchaus erwünscht ist. Bei einem älteren Pal-Color-Empfänger (Telefunken) läßt sich mit dem auf dem Bedienpult angeordneten Verstärkungseinsteller, der mit Kontrast bezeichnet ist, ohne Nachstellen der Grundhelligkeit sehr leicht die gewünschte Bildhelligkeit einstellen. Der gewünschte Wert kann dabei sehr verschieden sein. Die als gut empfundene Helligkeit hängt letztlich von der gegebenen Raumhelligkeit ab und ist individuell recht verschieden. Falsche Einstellung führt vor allem wegen des Flimmereindrucks bei zu großer Helligkeit häufig zu Beschwerden. Die mit Rücksicht auf das Flimmern zulässige maximale Bildhelligkeit ist bei 50 Halbbildern pro Sekunde der deutschen Norm gegenüber der USA-Norm mit 60 Halbbildern um so viel kleiner, daß sie etwa einem Achtel der Leuchtdichte entspricht. Diskutiert wird heute schon die Möglichkeit, im Empfänger eine Normwandlung von 50 Halbbildern/s auf 60 Halbbilder/s vorzunehmen. Das wäre mit Hilfe von Signalspeichern durchaus möglich, erfordert jedoch einen beträchtlichen Mehraufwand, der aber das Problem des Flimmerns praktisch lösen würde.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich folgendes: Der heute mit Kontrast bezeichnete Einsteller gehört als „Helligkeitseinsteller“ auf das Fernbedienpult. Die derzeit übliche Anordnung sollte die Empfängerindustrie ändern. Bestimmt würde manches Fernsehbild oder mancher Empfänger positiver beurteilt. Bei der heute üblichen Praxis bestimmt der Service-Techniker bei der Aufstellung eines Empfängers die Bildhelligkeit, ohne die Beleuchtungsverhältnisse während der Zeit zu haben, zu der der Empfänger am meisten benutzt wird, also abends.

Woher kommt nun die derzeitige Bezeichnung und Anordnung? In den USA fehlte ursprünglich bei allen Schwarzweißempfängern die Schwarzwerthaltung. Auch heute noch gibt es solche Empfänger. Was bei dieser dort vorhandenen Mittelwertsteuerung passiert, ist in Bild 3 dargestellt. Vergrößert man die Verstärkung für das Signal a, b, c, d und e (ohne Impuls) mit dem Mittelwert M um den Faktor 1,5, so ergibt sich das Signal a", b", c", d" und e". Es entstehen die Leuchtdichten A", B", C", D" und E". Gegenüber A, B, C, D und E ist die Spitzenhelligkeit angestiegen. Gleichzeitig wird die Grundhelligkeit

A abgesenkt. Der Kontrast zwischen den Stufen B" und E" hat stark zugenommen. Umgekehrt wird bei geringer eingestellter Verstärkung der Kontrast geringer. Die Bezeichnung Kontrasteinsteller ist also bei dieser Betriebsweise durchaus richtig. Sie wurde dann anscheinend aus den USA unbesehen für Empfänger mit Schwarzwerthaltung übernommen.

Was ist nun aber mit dem sogenannten Helligkeitseinsteller? Auch seine Bezeichnung ist falsch! Er verändert die Vorspannung der Strahlsysteme der Bildröhre und damit den Strahlstrom. Das Bildsignal wird der Vorspannung überlagert und wird bei einer Änderung derselben gegenüber der Kennlinie verschoben. Die für drei verschiedene Lagen erhaltenen Leuchtdichtewerte sind in Bild 3 eingetragen. Die Vergrößerung der Vorspannung ergibt einerseits eine geringere Spitzenhelligkeit, im wesentlichen jedoch eine starke Kontrastzunahme. Umgekehrt wird bei Verminderung der Vorspannung der Kontrast stark reduziert.

Eine Schaltung zur Einstellung der Leuchtdichte für den Schwarzwert des Bildes ohne Einfluß auf dessen Spitzenhelligkeit bzw. Spitzenleuchtdichte wäre ähnlich der SchwarzwertEinstellung bei Studiogeräten ohne Einfluß auf den Weißwert des Bildsignales möglich. Die optimale Bildeinstellung würde dadurch erleichtert. Wenn in den USA der Vorspannungseinsteller bei Geräten ohne Schwarzwerthaltung mit Helligkeit bezeichnet wurde, ist das wiederum richtig. Die Einstellpraxis ist hier folgende:

1. Bildsignal durch Verstärkungseinsteller auf kleinsten Wert stellen (möglichst auf 0).
2. Vorspannungseinsteller so einstellen, daß die gewünschte mittlere Schirmhelligkeit erreicht wird.
3. Verstärkungseinsteller aufdrehen, bis das Bild mit dem gewünschten Kontrast erscheint. Eine Mittelwertänderung im Bildsignal durch Änderung der Anteile von Licht und Schatten bedingt bei Mittelwertsteuerung allerdings eine Kontraständerung und damit Änderung der Spitzenhelligkeit.

Gradation

Zum Schluß seien noch einige Worte über die Gradation angefügt. Diese wird naturgemäß durch eine falsche Empfängereinstellung beeinflusst. Sind Helligkeit und Kontrast optimal eingestellt, so ist sie bei

gegebener Ausleuchtung der übertragenen Szene nur senderseitig durch Gammaeinstellung zu verändern. Viele Filmbilder lassen aber in der Gradation, d. h. Schattenzeichnung und wegen geringer mittlerer Helligkeit, soweit diese durch die Gammaeinstellung gegeben ist, noch viel zu wünschen übrig. Oft genug sieht man völlig weggeschnittene Schatten.

Die Gammaentzerrung und Austastung bzw. Abhebung (Unterschied zwischen Schwarz- und Austastwert) im Bildsignal müssen sehr sorgfältig eingestellt werden. Leider ist es übliche Praxis; die Abhebung auf Null zu halten. Dadurch ist im Oszillogramm nicht zu erkennen, wenn bei einer Zunahme des Kontrastes im abgetasteten Filmbild durch die Austastung etwas von den Schatten weggeschnitten wird. Bei überlagertem Farbträger ist die richtige Einstellung schon gar nicht mehr zu oszillografieren. Die zu beobachtenden Mängel sind also sicher nicht immer durch den Film bedingt. Moderne Filmabtaster mit CCD-Hableitern erlauben eine beträchtliche Verbesserung der Gradation, d. h. Verringerung der Gradationsänderung gegenüber der zu übertragenden Bildvorlage. Wie gut die Gradation bei dem derzeitigen Stand der Technik sein kann, zeigen häufig Direktaufnahmen mit Fernsehkameras. Hier lassen die Eigenschaften des Bildes, ein optimal eingestellter Empfänger vorausgesetzt, kaum etwas zu wünschen übrig. Daß man auch mit einer Videobandbreite von nur 4 MHz (USA-Norm) dazu noch über Normenwandler und Satelliten übertragen, sehr gute Bilder erhält, zeigte in jüngster Zeit die Übertragung der Oper La Bohème aus der Metropolitan Opera in New York. Es war in jeder Beziehung eine Spitzenleistung, bei der allerdings der künstlerische Wert im Vordergrund stand.

Zusammenfassung

Es wurde die Wirkung der Einsteller einerseits für die Vorspannung der Strahlensysteme und andererseits für die Größe der Videosignale betrachtet. Die übliche Bezeichnung der Einsteller erscheint falsch, die Anordnung am Empfänger unzumutbar. Es wird vorgeschlagen, Bezeichnungen und Anordnung zu ändern. Um optimale Einstellung seitens des Betrachters in einfachster Weise zu ermöglichen, sollte die Schaltung so ausgeführt werden, daß der Vorspannungseinsteller

praktisch nur den Bildkontrast bei konstanter Spitzenhelligkeit im Bild beeinflusst. Der Verstärkungseinsteller sollte nur die Bildhelligkeit ohne wesentliche Änderung des Kontrastes beeinflussen. Beide Forderungen lassen sich schaltungstechnisch erfüllen.

Schrifttum

C. Rint Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker, Band 3, 1979, Abschnitt Fernsehen; S. 563–565 und 649–651
G. Brand, G. Müller, H. Schönfelder, K. P. Wendler: „Timeplex“ ein serielles Farbkodierverfahren für Heim-Videorecorder; Fernseh + Kinotechnik 1980 Heft 12

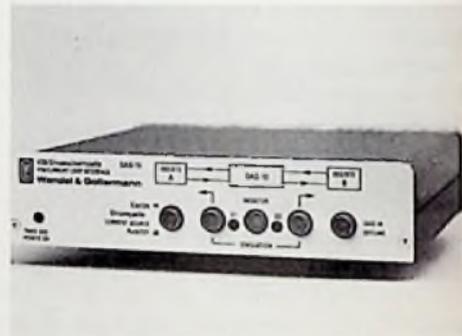
Video-Cassetten richtig gelagert

Pro Videorecorder werden in Deutschland durchschnittlich etwa 10 bis 30 Videocassetten im Jahr gekauft. Daraus läßt sich unschwer ablesen, daß ein Großteil nur einmal bespielt und anschließend archiviert wird. Für viele Endverbraucher tritt dabei die Frage auf: Wie sollen die bespielten Cassetten aufbewahrt werden, ohne daß Qualitätseinbußen auftreten? Die Wiedergabequalität bespielter Videocassetten hängt bei einer langen Lagerzeit hauptsächlich von den Lagerbedingungen ab. Wichtig ist laut 3M Deutschland GmbH, einem der größten Magnetbandhersteller der Welt, dessen Produkte unter dem Markennamen Scotch vertrieben werden, eine staubgeschützte Lagerung bei konstanter Temperatur um 20 °C und relativer Luftfeuchtigkeit bei 50%. Unbedingt beachtet werden muß, daß die Cassetten keinen starken Magnetfeldern ausgesetzt sein dürfen. Sie sollen beispielsweise nicht in unmittelbarer Nähe der Boxen einer HiFi-Anlage aufbewahrt werden. Außerdem ist es günstiger, die Cassetten stehend zu lagern, damit nicht die empfindlichen Bandkanten belastet werden.

Bei Beachtung dieser Regeln ist gewährleistet, daß man an seinen bespielten Videocassetten lange Freude hat, weil dann die mögliche Lagerzeit praktisch unbegrenzt ist.

Stromschnittstelle DAS-10 erweitert Meßgeräte mit V.24/V.28-Schnittstelle

Bei einem Datenendgerät mit Stromschnittstelle werden die logischen Zustände der Datenzeichen „Strom“/„kein Strom (Einfachstrom)“ oder „+/-Strom (Doppelstrom)“ zugeordnet im Gegensatz zur V.24/V.28-Schnittstelle, dort werden den logischen Zuständen Spannungen zugeordnet. Die DAS-10 setzt die Signale an der Stromschnittstelle in V.28-Signale um. Diese können dann von allen V.24/V.28-Meßgeräten verarbeitet werden (Bild).



Die besonderen Vorteile der Stromschnittstelle DAS-10 sind:

- Monitor- und Simulationsbetrieb
- Analyse (Monitorbetrieb) von Einfach- und Doppelstromsignalen bis 60 mA
- Simulation von 20-mA-Einfachstromsignalen
- Aktive und passive Simulation
- Einsetzbar auch als Systemkonverter für V.24/V.28- bzw. 20-mA-Current-Loop-Terminals
- Übertragungsgeschwindigkeit bei 9600 bit/s

Der Anschluß an die Stromschnittstelle ist sowohl über Bananenbuchsen als auch über 15polige-Cannon-Buchsen möglich. Der V.24/V.28-Anschluß besitzt die übliche 25polige Buchse.

Interessenten erhalten ein kostenloses Datenblatt von:

Wandel & Goltermann,
Postfach 45,
7412 Eningen,
Tel. (071 21) 891-570

Dipl.-Ing. Dieter Rottmann¹⁾
 Dipl.-Ing. Kien Du Phung

Die Phasenregelkreise (PLL-Schaltungen) werden bei modernen Tunern mit Mikrocomputern gesteuert. Diese bieten mit geringem zusätzlichem Aufwand die Möglichkeit, Zeitschaltfunktionen zu programmieren und damit die HiFi-Anlage zu gewünschten Zeiten ein- oder auszuschalten und dabei zum Beispiel gewünschte Programme aufzunehmen. Dieser Beitrag beschreibt einen solchen Timer-Tuner.

HiFi-Tuner mit eingebautem Timer

Eigenschaften

Das universelle Steuerelement Mikrocomputer ist auch das Herz dieses mit großem Bedienungskomfort ausgestatteten HiFi-PLL-Synthesizer-Tuners RT 200 von Telefunken (Bild 1). In ihm können nicht nur 16 UKW- und MW-Frequenzen gespeichert werden, sie sind auch, dank eines mitintegrierten programmierbaren Timers, jederzeit vorprogrammiert ein- und ausschaltbar. Ein- und ausgeschaltet werden außerdem die angeschlossenen Geräte, wie CC-Deck und Verstärker.

Einige wesentliche Merkmale dieses Gerätes sind:

- PLL-Synthesizer
- FM- und MW-Bereich
- Elektronische Frequenzeinstellung schrittweise oder kontinuierlich (Tasten), entspricht der manuellen Abstimmung bei „Analog“-Tunern (50-kHz-Schritte bei FM, 9 kHz-Kanalraster-sprünge bei AM)
- je 8 Speicherplätze für FM- und AM-Frequenz

- 24-h-Uhr
- Timerbetrieb für 2 unabhängige Programme (tägliche oder/und einmalige Ein- und Ausschaltzeit)
- Optische (LED-) Führung durch den Setzvorgang des Timers

Das Abstimmsystem

Das Frequenz-Synthesizer-Abstimmsystem arbeitet nach dem PLL-Prinzip (Phase Locked Loop). In der Regelschleife (Bild 2) liegt der integrierte PLL-Schaltkreis MN 6147, der von dem Mikrocomputer MN 1455 LF gesteuert wird, und über ein Filter die Abstimmspannung für die Kapazitätsdioden der FM- und AM-Oszillatoren (VCO) liefert.

Im PLL-Schaltkreis sind alle drei zum Erzeugen einer Regelgröße für die Abstimmspannung erforderlichen Komponenten enthalten. Eine Oszillatorschaltung mit einem 4,5-MHz-Quarz erzeugt über nachgeschaltete programmierbare Teiler die jeweilige Referenzfrequenz für AM (9 kHz) bzw. FM (25 kHz), für den Systemtakt (562,5 kHz) des Mikrocomputers (Controller) und den Uhrtakt (250 Hz). Der IC enthält ferner die Vorverstärker für die

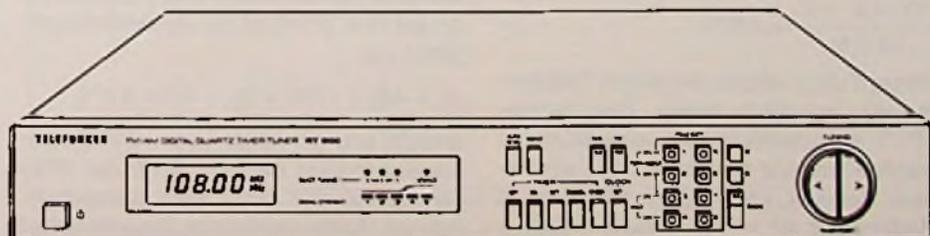
AM- und FM-VCO-Frequenz einschließlich der schnellen Vorteileiler für FM (120 MHz) und programmierbare Zähler, denen jeweils ein Speicher für den Einstellwert zugeordnet ist. Schließlich ist noch der Phasendiskriminator zur Auswertung des Soll/Istwert-Vergleiches enthalten.

Zur Abstimmung einer neuen Empfangsfrequenz teilt der Controller dem PLL-Baustein den gewünschten Frequenzbereich und die einzustellenden Teilungsverhältnisse der einzelnen Stufen nacheinander mit. Dazu sind nur eine Steuertakteitung und vier Datenleitungen nötig. Während der positiven Taktflanke wird der entsprechende Speicher über die Datenleitungen adressiert. Mit der nachfolgenden negativen Flanke werden die dann anliegenden BCD-Teilungsfaktoren geladen.

Die programmierbaren Zähler in der VCO-Frequenzteilerkette bestehen aus einem Hauptzähler und für FM zusätzlich aus einem Pulse-Swallow-Zähler. Der Pulse-Swallow-Zähler ermöglicht im Zusammenspiel mit dem zwischen zwei Teilungsfaktoren umschaltbaren schnellen Vorteiler die Referenzfrequenz (= Regelfrequenz) außerhalb des Hörbereiches zu wählen

¹⁾ Beide Autoren sind Mitarbeiter der Telefunken Fernseh- und Rundfunk GmbH, Hannover

Bild 1: HiFi-Tuner mit Timer



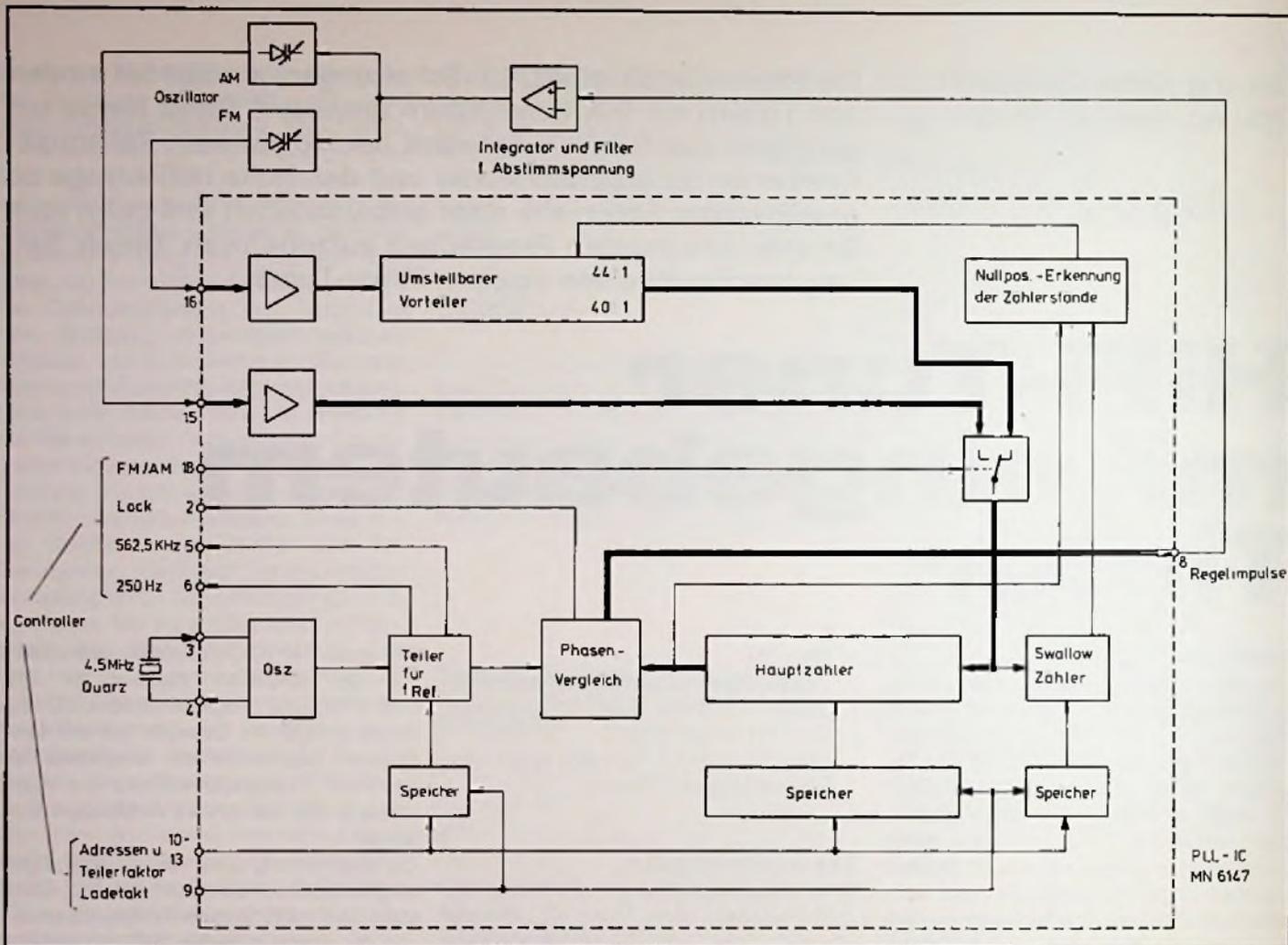


Bild 2: Blockschaltbild des Regelkreises

(z. B. 25 kHz bei FM) und damit einen hohen Störabstand des Abstimmsystems zu erzielen.

Das folgende Zahlenbeispiel verdeutlicht die Arbeitsweise der Pulse-Swallow-Technik: Gewünscht ist z. B. eine Empfangsfrequenz von 96,20 MHz. Die VCO-Frequenz muß dann bei einer ZF von 10,7 MHz

$$\begin{array}{r} 96,20 \text{ MHz} \\ + 10,70 \text{ MHz} \\ \hline 106,90 \text{ MHz} \end{array}$$

betragen. Bei einer Referenzfrequenz von 25 kHz ist der Gesamtteilungsfaktor

$$\frac{106\,900 \text{ kHz}}{25 \text{ kHz}} = 4276$$

Dieser Faktor wird in die beiden Teilfaktoren 40 und 106,9 zerlegt. Der Vorteiler 40 : 1 ist notwendig, um eine MOS-gerechte Frequenz zu erhalten. Die vom festen Vorteiler sonst nicht teilbaren 36 Restimpulse $40 \times (106 + 0,9) = 4240 +$

$36 = 4276$ werden mit Hilfe des Pulse-Swallow-Zählers und des zwischen 40 (= 4×10) und 44 (= 4×11) umschaltbaren Vorteilers verschluckt (swallow = schlucken). Dazu werden die beiden Zahlen 106 und 9 aus den Speichern in die zugehörigen Haupt- und Swallow-Zähler geladen. Der Vorteiler arbeitet zuerst als 44 : 1-Teiler.

Seine Ausgangsimpulse dekrementieren gleichzeitig die beiden Zählerinhalte bis der Swallow-Zähler auf Null steht. Eine Nullpositions-Erkennungslogik schaltet daraufhin den Vorteiler um. Jetzt wird die anliegende VCO-Frequenz durch 40 geteilt und dekrementiert den Hauptzähler bis auf Null. Somit ist der Gesamtteilungsfaktor von

$$(9 \times 44) + (106 - 9) \times 40 = 4276$$

erreicht und ein neuer Lade- und Dekrementiervorgang beginnt. Stellt der Phasendiskriminator (PD) noch Abweichungen zur Referenzfrequenz fest, so liefert

er an einem Ausgang Korrekturimpulse an das nachfolgende Loopfilter (Integrator). Die erhöhte Referenzfrequenz bei FM hat den zusätzlichen Vorteil, daß die Regelung sehr schnell ist. Das Durchlaufen des gesamten FM-Bereiches (87,5 bis 108 MHz) benötigt bei elektronischer Abstimmung ca. 18 s, obwohl die Abstimmung, wie auch bei Suchlauf, im Dialog mit dem Controller erfolgt: Das Antippen der Taste „>“ oder „<“ bedingt einen 50-kHz-Sprung bzw. bei AM einen solchen von 9 kHz. Ist der Phasensregelkreis eingeregelt, so liefert der Phasendiskriminator ein Lock-Signal an den Controller, der dann bei Fortdauer der elektronischen Abstimmung, d. h. bei weiter gedrückter Taste, das Teilverhältnis für den folgenden 50-kHz-Sprung abgibt. Bei Suchlauf prüft er außerdem zuvor noch jeweils einen Signaleingang, der über die Empfangsqualitätskriterien Verstimmung und Feldstärke Auskunft gibt. Beide wirken auf das Stummsignal des FM- und AM-Demodula-

tors ein und gewährleisten, daß der Suchlauf nur bei empfangswürdigen Sendern stoppt. Die Schrittweite von 50 kHz (FM) bzw. 9 kHz (AM) garantiert zusätzlich einen exakten Suchlaufstopp bei Sendermittelfrequenz.

Der Controller als Frequenzspeicher und Timer

Neben dem Ablaufprogramm enthält der Controller noch eine Uhr und einen erheblichen RAM-Speicherbereich für je 8 FM- und AM-Frequenzen und 4 Ein- bzw. Ausschaltzeiten.

Jede angezeigte Frequenz kann über die Taste „Store“ auf einen der 8 Speicherplätze gelegt werden, die dem betreffenden Bereich zugeordnet sind. Der angesprochene Speicherplatz ist durch Leuchten der LED in Tastenmitte von Bereichs- und Speicherplatztaste gekennzeichnet. Bei Bereichswechsel wird außerdem die zuletzt angezeigte Frequenz gespeichert und bei erneutem Bereichswechsel wieder angezeigt.

Die Uhr im Controller ist netzunabhängig und wird von einem 250-Hz-Takt gesteuert, der vom 4,5-MHz-Quarzoszillator im PLL-Schaltkreis abgeleitet ist. Bei diesem HiFi-Tuner ermöglicht eine programmierbare Steuerung den selbsttätigen Empfang zweier beliebiger Stationen während frei wählbarer Zeitspannen. Durch Vergleich der Uhrzeit mit max. 4 einstellbaren Zeiten wird ein zweimaliger selbsttätiger Ein- und Ausschaltbetrieb (Stand by) des Gerätes jeweils mit Abstimmung auf eine beliebige der 16 abgespeicherten Frequenzen möglich.

Das Programmieren der Ein- und Ausschaltzeiten sowie der Programmwahl ist besonders einfach durchzuführen. Der Controller erzeugt dort Blinksignale, wo ein Zusammenhang erkannt oder eine Taste bedient werden muß. Nach Betätigung der „Timer-Set“-Taste wird das Anzeigefeld für die Uhrzeit dunkel getastet mit Ausnahme des als Trennzeichen verwendeten Punktes zwischen Stunden und Minuten, der durch sein Blinken auf die erwartete Eingabe einer Uhrzeit hinweist. Das gleichzeitige Blinken der LED neben der Bezeichnung „Permanent ON“ bedeutet, daß die einzugebende Zeit als täglich sich wiederholende Einschaltzeit des Tuners eingeordnet wird. Nach Eintasten der Zeit, z. B. 1422 (14 Uhr 22) blinken im Wechsel die LED's der beiden Wellenbereichsumschalttasten für UKW und MW. Auf die Wahl des Wellenbereiches folgt

ein Blinken der 8 LED's der Speicherplatzanzeige in zyklischer Folge. Die Wahl des Speicherplatzes, dessen Frequenz zu der vorgegebenen Zeit abgestimmt werden soll, beendet den Setzvorgang für das Einschalten des Gerätes. Zugleich wird durch Blinken des Punktes im erneut dunklen Feld der Uhrzeitanzeige und durch Blinken der LED neben der Bezeichnung „Permanent OFF“ die Eingabe der täglichen Ausschaltzeit des RT 200 verlangt. In gleicher Weise folgen die Hinweise für die Eingabe einer zusätzlichen, nur einmalig auszuführenden Ein- und Ausschaltzeit („Once ON“ und „Once OFF“) mit einem weiteren frei zu wählenden Programmspeicherplatz. Diese beiden Zeitspeicherplätze werden nach ausgeführtem Schaltvorgang gelöscht. Natürlich muß nicht jede der 4 Zeiten eingegeben werden. Der Timer-Setz-Vorgang kann jederzeit abgebrochen („Tuner ON“-Taste) oder eine Zeiteingabe übersprungen werden („>“- oder „<“-Taste). Mit der Taste „Cancel“ können einzelne Zeiten gelöscht und mit der Taste „Check“

die 4 Zeitspeicher einschließlich der beiden gewählten Programmtasten und des zugehörigen Wellenbereiches zur Kontrolle abgefragt werden.

Die Tuner Ein- und Ausschaltfunktion bewirkt zugleich, daß über das Signal „AC out“ vom Controller auch die Stromversorgung der am Tuner befindlichen Netzsteckdosen für Verstärker (RA 200) und Kassettengerät (RC 200) geschaltet werden, so daß im Ausschaltzustand nur noch der Tuner eine Stand by-Leistung von 2,5 W aufnimmt.

Bei Netzausfall sichert ein Akku (4,8 V, 150 mAh) die gespeicherten Frequenzen und Schaltzeiten sowie den aktuellen Uhrbetrieb.

Ergänzende Schaltungsdetails Exakt-Tuning-Anzeige

Als optisches Hilfsmittel zur schnellen und exakten elektronischen Abstimmung auf Mitte eines FM-Senders dienen 3 LED's und zwar eine grüne (D 2) zwischen zwei roten (D 1 und D 3 im Bild 3). Die grüne LED kennzeichnet den Bereich Sender-

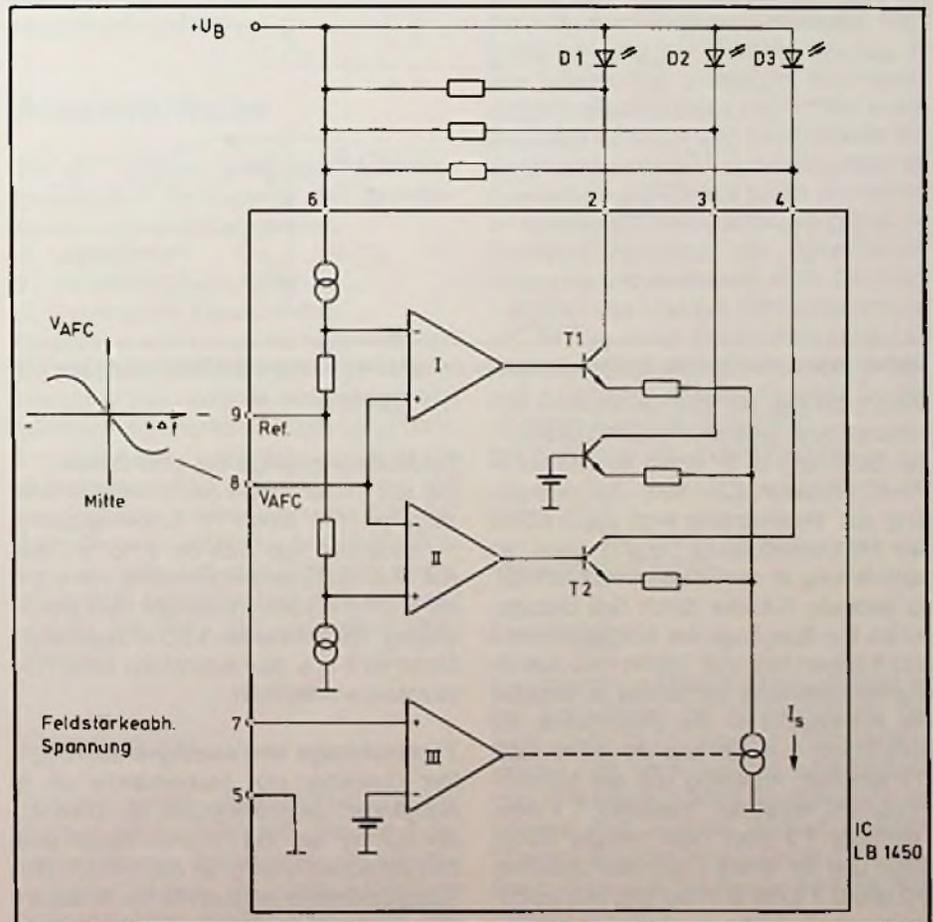


Bild 3: Blockschaltbild der EXACT-TUNING-Anzeige-Schaltung

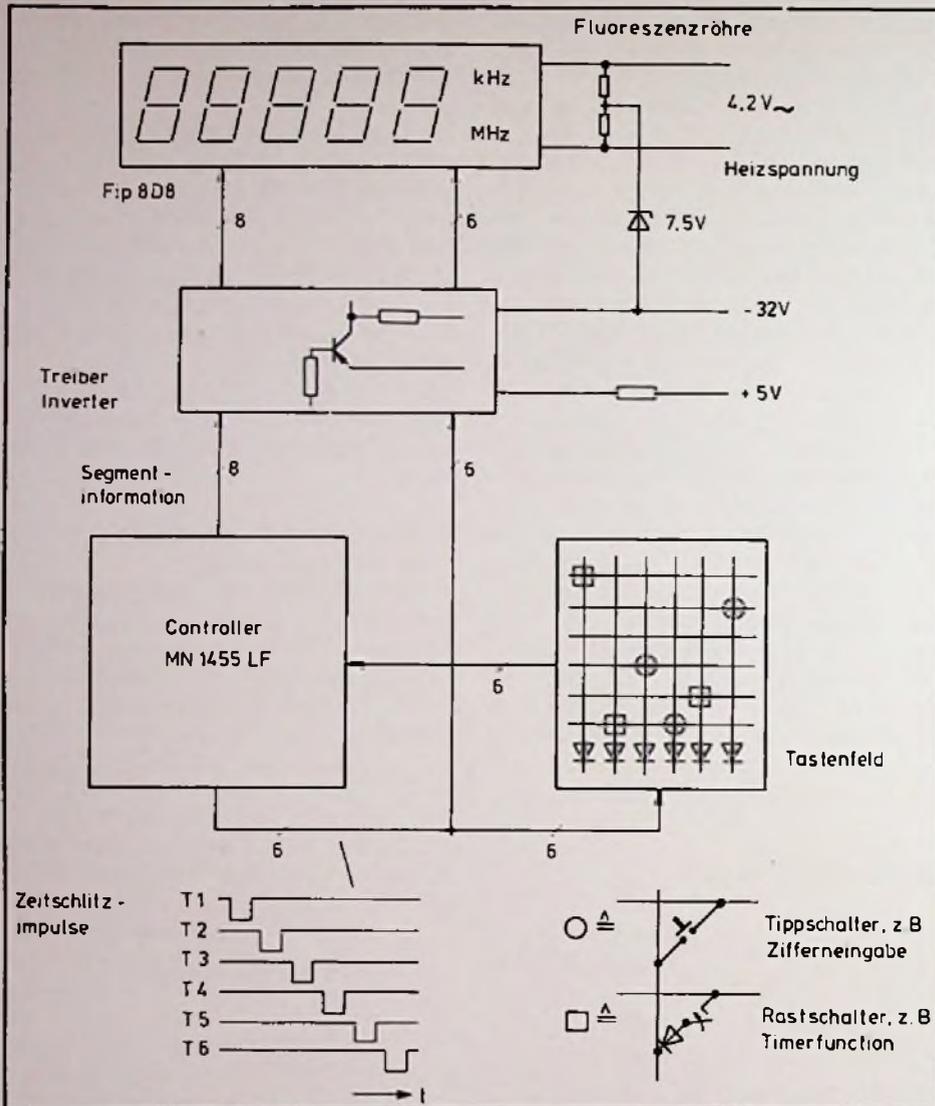


Bild 4: Blockschaltbild der Tastenfeldabfrage und der Ansteuerung der Ziffernanzeigeröhre

mitte ± 20 kHz, die roten bezeichnen den höheren bzw. tieferen Frequenzbereich. Die Schaltung ist in einem einzeiligen 9-Pin-IC enthalten (LB 1450). Zur Auswertung der Verstimmung wird die S-Kurve des FM-Demodulators benutzt. Liegt die Abstimmung in der Senderfrequenzmitte, so geht die S-Kurve durch den Bezugspunkt: Die Ausgänge der Komparatoren I und II haben Null Volt. Wenn eine ausreichende Feldstärke vorhanden ist, schaltet der Komparator III die Stromquelle mit dem Strom I_s durch und die grüne LED D 2 leuchtet. Abhängig von der Verstimmung läßt entweder Transistor T 1 oder Transistor T 2 mehr oder weniger Strom durch und der Strom I_s teilt sich zwischen D 2 und D 1 (oder D 3) auf und kennzeichnet damit die Nähe zur Sendermitte. Bei starker Verstimmung fließt I_s nur durch

D 1 oder D 3.

Feldstärkenanzeige mit LED-Balken

Der aus 5 roten LED's bestehende Balken zeigt bei FM einen HF-Empfangsspannungsbereich von $1 \mu\text{V}$ bis 2 mV an. Bei AM wird ein Spannungsbereich von $8 \mu\text{V}$ bis 5 mV mit kontinuierlichem Helligkeitsanstieg der einzelnen LED's angezeigt. Damit wird u. a. das Ausrichten einer Rotorantenne erleichtert.

Tastenabfrage und Anzeigesteuerung

Der Controller gibt nacheinander an 6 Ausgängen Strobe-Impulse ab (Bild 4), die sich mit ca. 350 Hz wiederholen und den Zeitschlitz sowohl für die Abfrage der Tastenfeldmatrix als auch für die Ansteuerung der 6stelligen Frequenz- und Uhrzeitanzeige bilden. Die Tastenfeldmatrix wird

über 6 Eingänge abgefragt, die Zeit mit 5 Ziffern und der entsprechenden Einheit angezeigt.

Als Anzeigedisplay dient eine Fluoreszenzröhre, die über Treiberstufen angesteuert wird. Die Segmentinformation benutzt 8 Signalleitungen, von denen 4 bei Frequenzänderung auch als Datenleitungen für den PLL-Baustein genutzt werden. Die Ansteuerung der Tasten-LED's erfolgt stationär oder über einen Dekoder aus den BCD-Informationen des Speichers.

Tabelle 1: Technische Daten des RT 200

Empfangsteil/FM	
Wellenbereich	87,50...108,00 MHz
Kreise	11, davon 4 abstimbar
Empfindlichkeit	0,8 $\mu\text{V}/2,6 \mu\text{V}$ Mono/Stereo bei 26 dB an 75 Ω 1,6 $\mu\text{V}/5,2 \mu\text{V}$ Mono/Stereo bei 26 dB an 300 Ω
Begrenzungseinsatz	1 μV für -3 dB (an 75 Ω)
Zwischenfrequenz	10,7 MHz
ZF-Bandbreite	160 kHz
Selektion	65 dB (2 Signal-Methode)
Spiegelselektion	≥ 70 dB
Gleichwellen-Unterdrückung	
(Capture-Ratio)	< 1 dB
Pilotton-Unterdrückung	> 55 dB
Hilfsträger-Unterdrückung	> 70 dB
Übertragungsbereich	10 Hz...16 kHz (für ± 3 dB)
Klirrfaktor	< 0,3% Mono / < 0,5% Stereo (bei 1 kHz und 40 kHz-Hub)
Übersprechdämpfung	> 38 dB bei 1 kHz > 30 dB bei 12,5 kHz
Fremdspannungsabstand	65 dB Mono / > 62 dB Stereo (eff)
Geräuschspannungsabstand	67 dB Mono / 64 dB Stereo (Kurve A/eff)
Bereich der Feldstärkeanzeige	1 μV ...2 mV
Eichgenauigkeit	0 digit (für Senderfrequenzen, die im 50-kHz-Raster liegen)
Empfangsteil/AM	
Wellenbereich	MW = 522...1611 kHz
Empfindlichkeit	9 μV bei 600 kHz (bei 1 kHz 30% Mod)
Kreise	6, davon 2 abstimbar
Zwischenfrequenz	450 kHz
ZF-Bandbreite	4,8 kHz
Fremdspannungsabstand	36 dB bei $U_{\text{Ant}} = 1 \text{ mV}$, 1 kHz und 30% Mod.
Eichgenauigkeit	± 1 digit
Frequenzschritt	9 kHz
Feldstärkeanzeige	8 μV ...5 mV

Bei Gerätereparaturen sind häufig defekte Halbleiterbauelemente durch äquivalente Typen zu ersetzen, weil die Originaltypen nicht greifbar sind. Dazu müssen die technischen Daten der Original- und Ersatztypen miteinander verglichen werden. Dieser Beitrag gibt dem Praktiker Hinweise, wie er am sichersten gleichwertige Typen findet.

Die Auswahl von Dioden- und Transistor-Ersatztypen

Auf dem Weltmarkt werden heute etwa 25 000 verschiedene Transistortypen und etwa 8000 Diodentypen angeboten. Dazu kommen noch etwa gleichviel Thyristoren und andere Halbleiterbauelemente, von den integrierten Schaltungen ganz zu schweigen.

Verständlicherweise gibt es nur wenige, die eine Übersicht über dieses Riesenangebot besitzen. Bereits die Datenbücher und Tabellen der einzelnen Hersteller würden eine beachtliche Bibliothek bilden und ganze Schränke füllen, abgesehen davon, daß die von Herstellern dafür verlangten Schutzgebühren ein kleines Vermögen verschlingen.

Entwicklungsingenieure haben es da relativ leicht, weil sie lediglich die Daten weniger Lieferfirmen zu beachten haben. Was aber ist mit den Facheuten in Wartung und Service? Sie können täglich mit Halbleiterbauelementen der verschiedensten Hersteller konfrontiert werden und müssen im Reparaturfall in der Lage sein, diese sachgerecht so zu ersetzen, daß die Funktion des Gerätes danach wieder voll erfüllt wird.

Solange es sich um deutsche Halbleitertypen handelt, ist das nicht schwierig. Sie lassen sich leicht beschaffen und können ersetzt werden, ohne daß man viele Gedanken an ihre technischen Daten zu verschwenden bräuchte. Problematischer wird es dagegen schon bei ausländischen Typen, die heute selbst in deutschen Geräten verwendet werden und für Servicezwecke gar nicht so schnell beschafft werden können. Hier bieten Vergleichsta-

bellen und Datenbücher, wie sie von verschiedenen Verlagen und Halbleiterherstellern preiswert angeboten werden, eine vorzügliche Hilfe. Der folgende Beitrag gibt Hinweise, wie man mit solchen Tabellen sinnvoll arbeitet.

Auswahlkriterien

Für die Auswahl geeigneter Halbleiterbauelemente sind generell drei Gesichtspunkte zugrunde zu legen

1. Grenzdaten
2. Statische Eigenschaften
3. Dynamische Eigenschaften

Natürlich spielen auch Gehäuseform und Anschlußschema eine Rolle, obwohl man hier durch mechanische Maßnahmen eine eventuell erforderliche Anpassung erzielen kann. Bei Transistoren hat aber die Schichtung (NPN- oder PNP-Typen) und bei Feldeffekt-Transistoren die Kanalleitung (N- oder P-Kanaltyp) oberste Priorität. Das heißt, daß man unbedingt wieder einen PNP-Typ auswählen muß, wenn der defekte Transistor z. B. ein solcher PNP-Typ war.

Grenzdaten

Die Grenzdaten eines Halbleiterbauelementes geben Aufschluß über die maximal zulässigen Spannungen, die maximal zulässige Ströme, die maximal zulässige Verlustleistung (Belastbarkeit) und den zulässigen Temperaturbereich.

Die maximal zulässige Spannung ist die Spannung, bei der die PN-Übergänge noch sicher sperren. Bei Transistoren interessiert hauptsächlich die Kollektor/Emitter-Sperrspannung, die identisch mit der zulässigen Betriebsspannung ist. Man findet sie unter der Bezeichnung U_{max} in der Tabelle. Die zulässigen Sperrspannungen zwischen Basis und Emitter sowie zwischen Kollektor und Basis sind in der Regel geringer als U_{max} . Sie brauchen im Servicefall jedoch nur selten kontrolliert zu werden. Bei Halbleiterdioden geben die Hersteller manchmal die Spitzensperrspannung und manchmal auch die maximal zulässige effektive Wechsellspannung an, die man damit gleichrichten kann. Um Sicherheit gegenüber Störspannungsspitzen zu erhalten, besteht zwischen beiden Angaben folgende Beziehung: bei ohmscher und induktiver Last:

$$U_{max} = \frac{U_s}{2,83}$$

bei kapazitiver Last:

$$U_{max} = \frac{U_s}{5,66}$$

Der maximal zulässige Durchlaßstrom ist bei Transistoren der Kollektorstrom, der auch dann nicht dauernd überschritten werden darf, wenn auf Grund der zulässigen Verlustleistung und der Spannung ein höherer Wert zulässig wäre. Kurzzeitige Überschreitungen sind in Sonderfällen zulässig, ohne daß das Bauelement dadurch zerstört würde.

Ähnliches gilt für den Durchlaßstrom der

Halbleitergleichrichter. Hier geben die Hersteller einen bestimmten Nennstrom (Dauerstrom) an, der periodisch kurzzeitig auf den 10fachen Wert und einmalig sogar auf den 50fachen Wert ansteigen darf. Nun ist damit aber nicht gesagt, daß die angegebenen Stromstärken auch wirklich fließen dürfen. Es könnte durchaus sein, daß in diesem Falle die zulässige Verlustleistung überschritten würde. Diese ist bei Transistoren

$$P_v = U_{CE} \cdot I_C$$

bzw. bei Dioden und Gleichrichtern

$$P = U_F \cdot I_F$$

Darin sind U_F die Durchlaßspannung (bei Silizium-Gleichrichtern 0,7 V) und I_F der Durchlaßstrom.

Die zuverlässige Verlustleistung ist bei Halbleiterbauelementen kein konstanter Wert, sondern hängt von der zulässigen Kristalltemperatur ϑ_j , der Umgebungstemperatur ϑ_u und dem Wärmewiderstand R_{th} ab. Kristalltemperatur und Wärmewiderstand werden in den Tabellen angegeben. Die zulässige Verlustleistung ist dann

$$P_v = \frac{\vartheta_j - \vartheta_u}{R_{th}}$$

Darin sind $\vartheta_j - \vartheta_u$ die Temperaturdifferenz in K, R_{th} der Wärmewiderstand in K/W und P_v die Leistung in W.

Beispiel:

Der Transistor BC 170 hat eine zulässige Kristalltemperatur von $\vartheta_j = 150^\circ\text{C}$ und einen Wärmewiderstand von $R_{th} = 420 \text{ K/W}$. Wie groß ist die zulässige Verlustleistung bei einer Umgebungstemperatur von 60°C ?

$$P_v = \frac{\vartheta_j - \vartheta_u}{R_{th}} = \frac{(150 - 60) \text{ K}}{420 \text{ K/W}} = 0,21 \text{ W}$$

In vielen Tabellen gibt man die zulässige Verlustleistung bei Kleinleistungstransistoren direkt an. Diese Werte gelten für eine Umgebungstemperatur von max. 25°C und werden als totale Verlustleistung P_{tot} bezeichnet. Bei Hochleistungstransistoren wird der Wärmewiderstand nicht gegenüber der Umgebung, sondern gegenüber dem Gehäuseboden gemessen. Bei ihnen ist dann der gesamte Wärmewiderstand die Summe aus den angegebenen inneren und dem äußeren Wärmewiderstand R_{ath} des erforderlichen Kühlkörpers.

$$R_{th} = R_{thi} + R_{ath}$$

R_{ath} wird um so kleiner, je größer die Oberfläche des Kühlkörpers ist. Sofern nur die Verlustleistung P_{tot} angegeben ist, gilt deren Wert für den Fall, daß der Kühlkörper einen unendlich kleinen thermischen Widerstand aufweist.

Beispiel:

Der Hochleistungstransistor 2N3055 hat einen thermischen Innenwiderstand von $R_{thi} = 1,5 \text{ K/W}$ und eine maximal zulässige Kristalltemperatur von $\vartheta_j = 200^\circ\text{C}$. Die maximale zulässige Verlustleistung P_{tot} wird vom Hersteller mit 177 W (bei $\vartheta_u = 25^\circ\text{C}$) angegeben. Montiert man ihn auf einen Kühlkörper mit einem thermischen Widerstand von $R_{ath} = 0,5 \text{ K/W}$, so ist die tatsächlich zulässige Verlustleistung aber nur

$$P_v = \frac{\vartheta_j - \vartheta_u}{R_{thi} + R_{ath}} = \frac{(200 - 25) \text{ K}}{1,5 \text{ K/W} + 0,5 \text{ K/W}} = 87,5 \text{ W}$$

Den angegebenen Wert für P_{tot} kann nur dann ausgenutzt werden, wenn man den thermischen Widerstand des Kühlkörpers auf 0 K/W senken könnte. Das aber ist in der Praxis nicht möglich.

Statische Eigenschaften

So wichtig es ist, die Grenzdaten zu beachten, so wenig sagen sie über die tat-

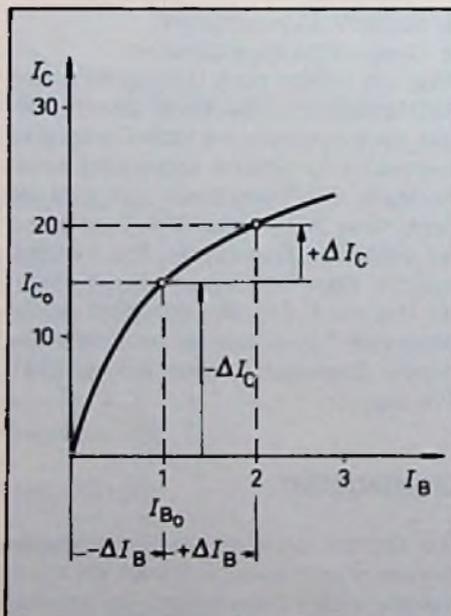


Bild 1: Abhängigkeit des Kollektorstromes vom Basisstrom bei einem Transistor (Stromsteuerkennlinie)

sächlichen Eigenschaften eines Halbleiterbauelementes aus. Diese werden vermehrt durch die Kenndaten gekennzeichnet.

Der wichtigste Kennwert des Transistors ist zweifellos der Stromverstärkungsfaktor. Er wird mit B oder mit β bezeichnet. B ist die sogenannte „Großsignalstromverstärkung“. Bei ihr geht man davon aus, daß die Signalstromänderung ΔI in der gleichen Größenordnung wie die Ruhestrome I_0 liegen (Bild 1). Sie wird deshalb auch als das Verhältnis der Ruhestrome definiert:

$$B = \frac{I_{Co}}{I_{Bo}}$$

und meistens für die Emitterschaltung angegeben. Sind die Signalstromänderungen ΔI dagegen klein gegenüber den Ruhestromen, so wird deren Verhältnis durch die sogenannte „Kleinsignalstromverstärkung“ gekennzeichnet und mit β bezeichnet.

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

Beide Angaben beziehen sich auf einen bestimmten Wert der Kollektor/Emitter-Spannung (z. B. $U_{CE} = 1 \text{ V}$) bzw. der Ruhestrome (z. B. $I_C = 10 \text{ mA}$). Diese Bezugswerte werden in den Datentabellen angegeben.

Bei Feldeffekttransistoren tritt an die Stelle des Stromverstärkungsfaktors die Steilheit S . Sie ist das Verhältnis zwischen dem Drainstrom und der Gate/Source-Spannung bei einem bestimmten Ruhestrom.

$$S = \frac{I_D}{U_{GS}}$$

Die Maßeinheit ist mA/V oder mS . Der Stromverstärkungsfaktor kann bei dem selben Transistortyp verschiedene Werte haben. Um Schwierigkeiten in der Fertigung und der Wartung zu vermeiden, sind sie in Gruppen mit verschiedenen Stromverstärkungsfaktoren unterteilt und mit Farbpunkten gekennzeichnet. Bei der Gerätereparatur sollte man darauf achten, daß der neue Transistor einer ähnlichen Gruppe angehört wie der defekte.

Viele Hersteller kennzeichnen die Transistordaten mit sogenannten Vierpolparametern, bei denen die Ein- und Ausgangsströme und -spannungen eines Vierpols so zueinander ins Verhältnis gesetzt werden, daß Stromverstärkungsfaktor, Spannungsverstärkung, Spannungsrückwir-

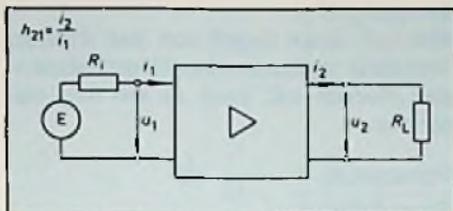


Bild 2: Darstellung des Transistors als Vierpol

kungen, Ein- und Ausgangswiderstände, bzw. -leitwerte zum Ausdruck kommen (Bild 2). Der Stromverstärkungsfaktor ist das Verhältnis zwischen dem Ausgangsstrom i_2 und dem Eingangsstrom i_1 und wird mit h_{21} bezeichnet¹⁾. Auch dieser Art wird bei einem bestimmten Kollektorstrom und bei einer bestimmten Kollektor/Emitter-Spannung angegeben und entspricht der Kleinsignalstromverstärkung β . Bei anderen Strom- und Spannungswerten weicht er mehr oder weniger stark ab und kann anhand der normierten Kurven im Bild 3 korrigiert werden. Das Verhältnis zwischen Ausgangs- und Eingangsspannung ist die Spannungsverstärkung eines Vierpols. In den Herstellerangaben steht aber meistens deren Kehrwert, nämlich die Spannungsrückwirkung. Sie wird ebenfalls wieder als Vierpolparameter angegeben und mit h_{12} bezeichnet.

$$h_{12} = \frac{U_1}{U_2}$$

Auch ihr Wert kann bei abweichenden Betriebsdaten anhand des Bild 3 korrigiert werden.

Ein weiterer Kennwert ist der Ausgangswiderstand des Transistors. Auch hier wird dessen Kehrwert nämlich der Ausgangsleitwert angegeben. Als Vierpolparameter bezeichnet man ihn mit h_{22}

$$h_{22} = \frac{i_2}{U_2}$$

Schließlich kennzeichnet man noch den Eingangswiderstand mit dem Vierpolparameter h_{11}

$$h_{11} = \frac{U_1}{i_1}$$

Selbstverständlich sind auch diese Parameter vom Hersteller bei bestimmten Betriebswerten des Kollektorstromes und der Kollektorspannung gemessen worden und

¹⁾ Ein Index e deutet darauf hin, daß sie für die Emitterschaltung gelten. Das ist aber auch dann der Fall, wenn die Parameter keinen Index aufweisen.

können bei Abweichung anhand der Kurven des Bildes 3 in tatsächliche Werte umgesetzt werden. Ferner sollte man beachten, daß es sich dabei um Werte handelt, die bei bestimmten extremen Betriebsverhältnissen gemessen wurden (offene oder kurzgeschlossene Ein- oder Ausgänge). Die tatsächlichen Daten hängen von dem Generatorinnenwiderstand R_1 und vom Lastwiderstand R_L ab und müssen mit relativ aufwendigen Formeln berechnet werden. Der Praktiker benötigt diese kaum. Er hat nur darauf zu achten, daß bei Reparaturen der neue Ersatztransistor möglichst die gleichen Vierpolparameter besitzt wie der fehlerhafte.

Dynamische Kennwerte

Diese vorstehend genannten statischen Kennwerte gelten sowohl für Gleich- als auch für Wechselspannungsverstärker, sofern die Frequenzen nicht allzu hoch sind. Bei Hochfrequenzanwendungen, Breitbandverstärkern aber auch bei schnellen Schalteranwendungen müssen darüber hinaus noch einige dynamische Kennwerte beachtet werden, die das zeitliche Verhalten charakterisieren. Deren wichtigste sind die Schaltzeiten. Aus dem Bild 4 geht das Schaltverhalten eines Transistors hervor. Es wird durch vier Zeitangaben gekennzeichnet:

- t_d = Verzögerungszeit (delay time)
- t_r = Anstiegszeit (rise time)
- t_s = Speicherzeit (storage time)
- t_f = Abfallzeit (fall time)

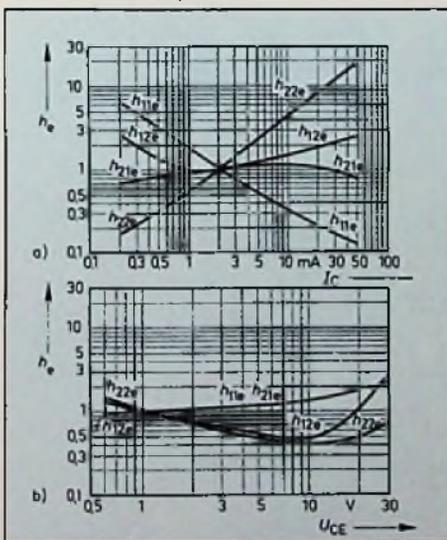


Bild 3: a) Normierte Stromabhängigkeit der Vierpolparameter eines Transistors, b) Normierte Spannungsabhängigkeit der Vierpolparameter eines Transistors

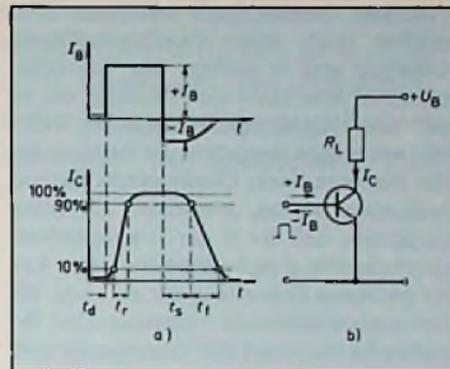


Bild 4: a) Schaltzeiten eines Transistors, b) Meßschaltung zur Bestimmung der Schaltzeiten

Die Verzögerungszeit ist jene Zeit, die vom Moment, da man den Basisstrom einschaltet bis zu dem Moment vergeht, da der Kollektorstrom auf 10% seines Endwertes angestiegen ist. Die Anstiegszeit ist die Zeit, die der Kollektorstrom braucht, um von 10% auf 90% seines Endwertes anzusteigen. Die Summe aus diesen beiden Zeiten ist die Einschaltzeit. Sie wird mit zunehmender Übersteuerung kürzer. Die Speicherzeit wird durch die Sperrschichtkapazität zwischen Kollektor und Basis bestimmt und gibt an, wann nach dem Abschalten des Basisstromes der Kollektorstrom auf 90% des Endwertes abgesunken ist.

Die Abfallzeit gibt schließlich an, wie lange der Kollektorstrom braucht, um von 90% auf 10% seines Endwertes abzusinken. Speicher- und Abfallzeit bilden zusammen die Ausschaltzeit, die mit zunehmender Übersteuerung länger wird. Wird der Basisstrom nicht nur abgeschaltet, sondern umgepolt (Ausräumstrom $-I_B$), so wird die Ausschaltzeit kürzer. In den meisten Hersteller Tabellen werden die Ein- und Ausschaltzeiten für ausgesprochene Schalttransistoren angegeben. Für alle anderen Transistoren gibt man aber besser die Grenzfrequenz an. Die Grenzfrequenz f_B ist die Frequenz, bei der die Kleinsignalstromverstärkung auf 70,7% des Wertes abgesunken ist, den man bei 1000 Hz gemessen hat. Die gleiche Definition gilt für Feldeffekt-Transistoren, wenn man sie anstatt auf die Stromverstärkung auf die Steilheit bezieht.

Die Grenzfrequenz darf nicht mit der Transitfrequenz verwechselt werden, die man ebenfalls häufig in den Herstellerdaten findet. Die Transitfrequenz f_T ist die Frequenz, bei der der Stromverstärkungsfaktor auf $\beta = 1$ abgesunken ist. Bis zu dieser

Frequenz hat ein damit bestückter Verstärker noch eine Verstärkerwirkung. Oberhalb wird er sinnlos. Die Transistfrequenz ist aber auch die Frequenz, bis zu der eine Rückkopplungsschaltung noch frei schwingen kann. Sie ist deshalb bei der Reparatur von Oszillatorschaltungen besonders wichtig. Ansonsten ist darauf zu achten, daß der in der Transistor-Vergleichstabelle ausgewählte Ersatztyp keine geringere Grenzfrequenz aufweist, als der auszutauschende Transistor. Das dynamische Verhalten von Transistoren wird auch durch die Sperrschichtkapazität bestimmt, deren Einfluß allerdings bereits bei der Ausschaltzeit oder der Grenzfrequenz mit berücksichtigt ist. Eine getrennte Betrachtung der Kapazität ist nur dann erforderlich, wenn deren Einfluß durch äußere Schaltungsmaßnahmen neutralisiert wird. Das ist vor allem in nachrichtentechnischen Geräten der Fall. Auf das dynamische Verhalten von Transistoren hat auch die Rauschzahl einen Einfluß, vor allem wenn es sich um Breitbandverstärker handelt.

Das in den Tabellen angegebene Rauschmaß F gibt das Verhältnis zwischen Rauschabstand 1 am Transistoreingang und dem Rauschabstand 2 am Transistorausgang an. Dabei ist der Rauschabstand das Verhältnis zwischen der Nutz- und Rauschleistung. Je größer das Rauschmaß F ist, um so kleiner ist der Rauschabstand am Verstärkerausgang gegenüber demjenigen des Verstärkereinganges. Um so mehr Rauschleistung „produziert“ aber der Transistor selber. Das Rauschmaß ist ein logarithmisches Übertragungsmaß und wird in Dezibel (dB) angegeben. Man kann es mit folgender Formel berechnen:

$$F = 10 \cdot \lg \frac{\text{Rauschabst. 1}}{\text{Rauschabst. 2}}$$

Während gewöhnliche Transistortypen Rauschzahlen zwischen 4 dB und 10 dB aufweisen, geben die Hersteller für spezielle rauscharme Typen Rauschzahlen um $F = 1,4$ dB an. Diese sind für die Verwendung in empfindlichen Eingangsstu-

fen geeignet.

Wer sich einen Begriff von dem linearen Verhältnis zwischen den Rauschabständen machen will, kann es wie folgt berechnen:

$$\frac{\text{Rauschabst. 1}}{\text{Rauschabst. 2}} = 10^{-\frac{F}{10}}$$

Zu einem Rauschmaß $F = 10$ dB gehört ein Verhältnis zwischen den Rauschabständen von 10. Ein Rauschmaß von $F = 1,4$ verringert den am Eingang vorhandenen Rauschabstand aber nur noch um 1,38.

Bei Reparatur- oder Wartungsarbeiten ist unbedingt darauf zu achten, daß ein defekter rauscharmer Transistortyp unbedingt wieder durch einen solchen ersetzt werden muß, dessen Rauschzahl möglichst kleiner, keinesfalls aber größer ist. Umgekehrt können aber rauscharme Transistortypen bedenkenlos anstelle normaler Ausführungen eingesetzt werden, sofern ihre sonstige Daten miteinander identisch sind.

FM-ZF-Baustein mit Demodulator für Autoradios.

Der FM-ZF-Baustein TDA 4200 mit Demodulator wurde speziell für Autoradios entwickelt. Für Konzepte mit automatischem Suchlauf ist die Empfindlichkeit des Ein-

gangsverstärkers einstellbar. Außerdem wird ein Suchlaufstopimpuls abgegeben. Der Baustein wird im 18poligen DIL-Kunststoffsteckgehäuse 20 A 18 nach

DIN 41 866 geliefert. Das Bild 1 zeigt ihn in einer typischen Außenbeschaltung.

Besondere Merkmale

- Einstellbare Eingangsempfindlichkeit
- 8stufiger Begrenzverstärker, Begrenzeinsatz durch externe Beschaltung um 40 dB variierbar,
- Demodulator,
- AFC-Ausgang,
- feldstärkeabhängige Lautstärkeregelung,
- Suchlaufstopimpuls (offener Kollektor, im Nulldurchgang des Demodulators stromführend),
- zwei Feldstärkeausgänge (normal und invertierend),
- bei Einsatz in AM-FM-Geräten kann das AM-Signal über den Anschluß 3 eingespeist und über die Mutestufe zum Ausgang 5 durchgeschleift werden.

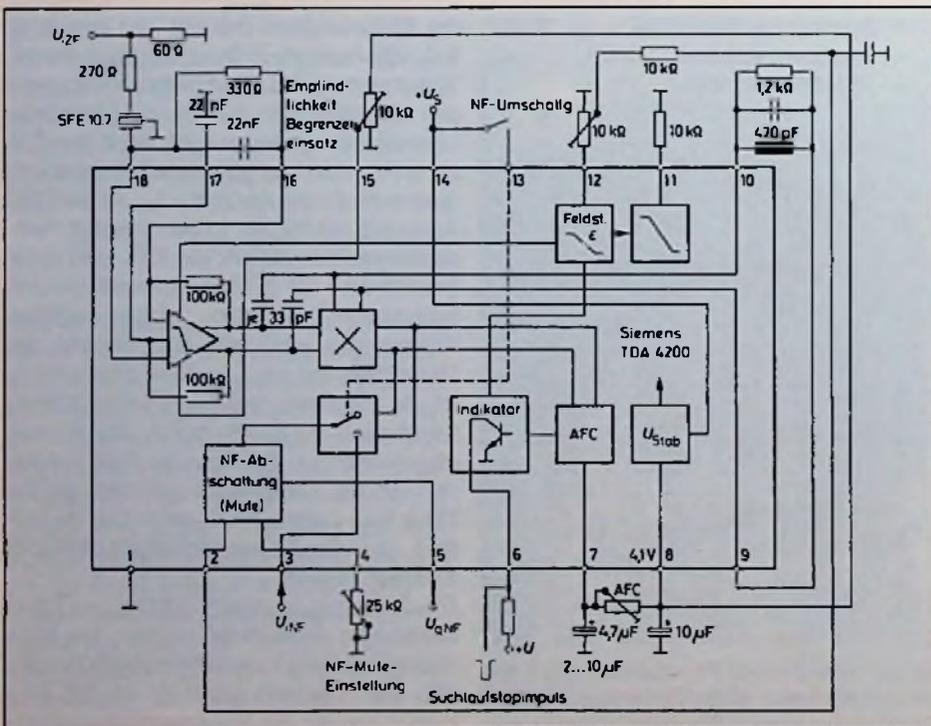


Bild 1: ZF-Verstärker mit Demodulator für Autoradios

Technische Kurzdaten TDA 4200

Betriebsspannungsbereich	7,5 bis 15 V
Typische Stromaufnahme (+ $U_s = 8$ V)	20 mA
Frequenz	0 bis 15 MHz
Umgebungstemperatur im Betrieb	- 25 bis + 85 °C

Mikrocomputer erfüllen nur dann sinnvolle Aufgaben, wenn sie von Sensoren Eingangsinformationen erhalten und Ausgangsinformationen an Aktuatoren abgeben. Im vorliegenden Beitrag wird ein Sensor-Interface beschrieben, mit dem man temperaturabhängige Digitalwerte zur Steuerung von Mikrocomputern erzeugen kann.

Temperatur-gesteuerter Pulsdauer-modulator für Mikrocomputer

Die vorliegende, einfache Schaltung liefert eine temperaturproportionale Monoflop-dauer (Torzeit). Sie kann vorteilhaft bei der Temperaturmessung mit Mikroprozessoren ohne A/D-Wandler eingesetzt werden. Als Fühler dient der Silizium-Temperatur-sensor KTY 10 von Siemens. Durch Auszählen der variablen Pulsdauer mit Hilfe der internen Taktfrequenz des Mikroprozessors und seines On-Chip-Zählers oder über eine Softwareschleife läßt sich der entsprechende Temperaturmeßwert einfach digitalisieren. Die Schaltung zeichnet sich durch hohe Linearität über einen weiten Meßbereich, vernachlässigbare Versorgungsspannungsabhängigkeit und geringe Temperaturdrift aus. Für einen Meßbereich von $\Delta t = 100^\circ\text{C}$ ist eine Auflösung von $0,1^\circ\text{C}$ möglich.

Schaltungsbeschreibung

Die Prinzipschaltung nach Bild 1 besteht aus einem mit IS 1 aufgebauten Komparator. Ein mit T 1 schaltbares RC-Glied bestimmt die Monoflop-dauer. Die Schwellenspannung des Komparators wird über den Spannungsteiler, gebildet aus dem Vorwiderstand R_v und dem Sensorwiderstand R_T , temperaturabhängig verändert.

Das Impulsschema Bild 2 zeigt das Verhalten der Schaltung. Im Ruhezustand liegt das H-Signal (+ 5 V) als Eingangs-

spannung U_e am Transistor T 1. Der Kondensator C wird somit über T 1 kurzgeschlossen (Restspannung $U_{CES} \approx 25\text{ mV}$).

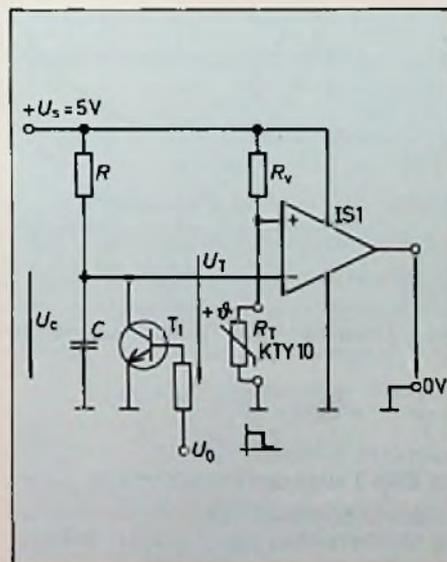


Bild 1: (links) Prinzipschaltung des temperaturgesteuerten Pulsdauermodulators mit dem Silizium-Tempersensoren KTY 10

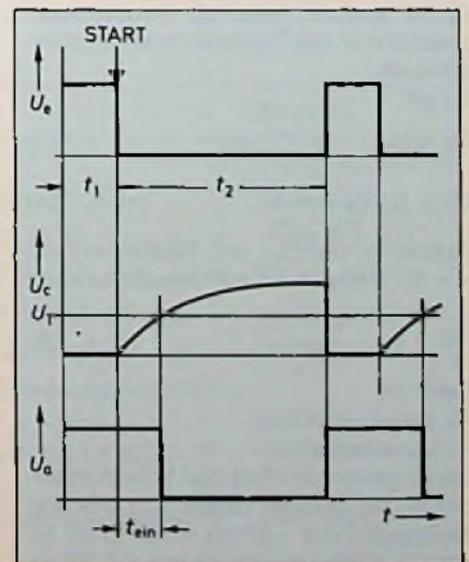


Bild 2: (rechts) Impulsschema zum temperaturgesteuerten Pulsdauermodulator

Für den Komparator gilt:

$$U_a = A_{UO} \cdot U_{ID} = A_{UO} \cdot U_T = U_S \quad (1)$$

Darin sind:

U_a : Ausgangsspannung

A_{UO} : Leerlaufspannungsverstärkung von IS 1

U_{ID} : Differenzeingangsspannung von IS 1

U_T : Spannung am Sensor R_T

U_S : Versorgungsspannung

Durch Zurückfallen der Eingangsspannung U_a auf L-Signal ($< 0,5 \text{ V}$) zum Zeitpunkt $t = 0$ wird das Monoflop vom Mikroprozessor gestartet. Der Kondensator lädt sich über den Ladewiderstand R auf $+U_S$ auf. Beim Durchtritt durch die Triggerschwelle U_T zum Zeitpunkt t_{ein} wechselt die Differenzeingangsspannung U_{ID} am Komparator ihr Vorzeichen und die Ausgangsspannung U_a fällt auf L-Signal zurück.

Die Einschaltdauer t_{ein} wird von der Triggerschwelle U_T bestimmt und ist somit eine Funktion der Temperatur.

$$t_{\text{ein}} = f(T) \quad (2)$$

Nach einer Meßzeit von maximal 3τ ist das Monoflop zum Erfassen eines neuen Temperaturwertes wieder startbereit.

Zusammenhang zwischen Sensorwiderstand R_T und Einschaltdauer t_{ein}

Der Umschaltzeitpunkt des Komparators t_{ein} ist erreicht, wenn die Kondensatorspannung U_C die Triggerschwelle U_T überschreitet.

Es gilt:

$$U_C = U_S (1 - e^{-t/RC}) \quad \text{und} \quad (3)$$

$$U_T = U_S \frac{R_T}{R_V + R_T} \quad (4)$$

Auflösung nach t_{ein} und Normierung auf $\tau = R \cdot C$ führen auf den Zusammenhang

$$\frac{t_{\text{ein}}}{\tau} = \ln \frac{R_V + R_T}{R_V} \quad (5)$$

Darin ist:

R_T Sensorwiderstand

R_V Vorwiderstand.

Durch geeignete Wahl des Vorwiderstandes R_V läßt sich der Verlauf t_{ein}/τ über den Meßbereich von -50 bis $+150^\circ\text{C}$ mit einer Linearitätsabweichung von $\pm 0,7^\circ\text{C}$ linearisieren. Als Bezugstemperatur für die Wahl von R_V dient die Mitteltemperatur T_W des Meßbereichs. R_V berechnet sich wie folgt:

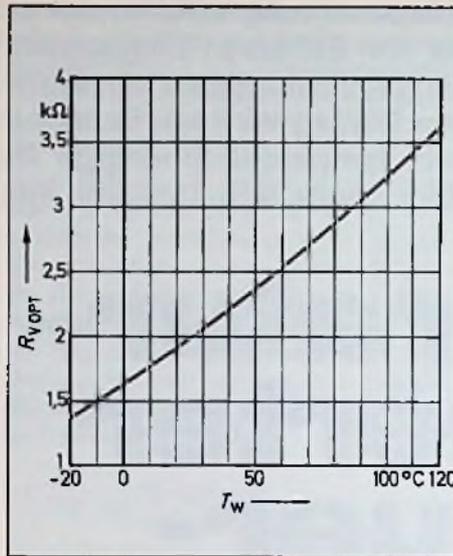


Bild 3: (links) Diagramm zur Bestimmung des optimalen Vorwiderstandes $R_{V \text{ OPT}}$ in Abhängigkeit der Wendepunkttemperatur T_W

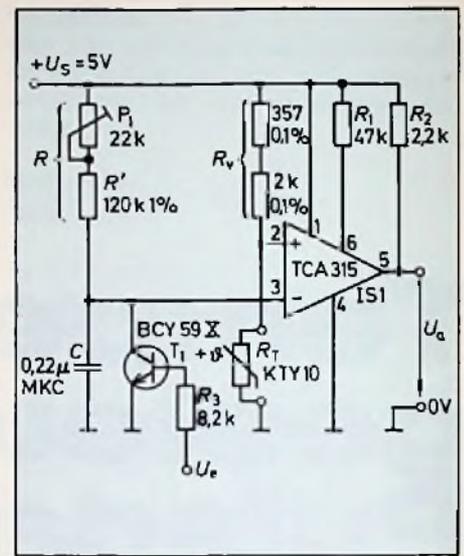


Bild 4: (rechts) Schaltbild des Pulsdauermodulators für einen Meßbereich von 0 bis $+100^\circ\text{C}$

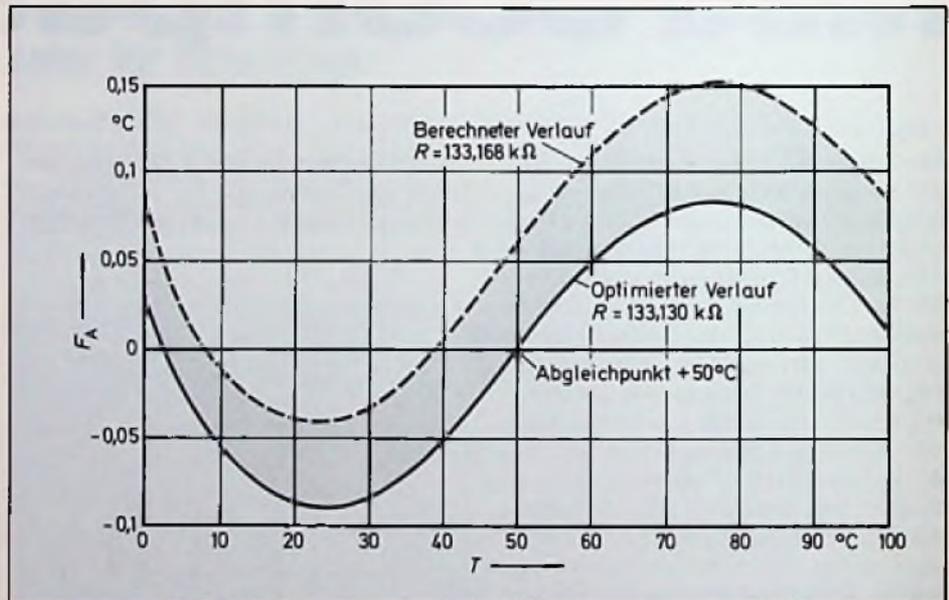


Bild 5: Linearitätsfehler F_A des Pulsdauermodulators nach Bild 4

$$R_{V \text{ OPT}} = 2,7931 \cdot 10^{-2} \cdot (T_W + 241,52)^2 - 16 \quad (6)$$

Das Bild 3 stellt den Verlauf von $R_{V \text{ OPT}}$ in Abhängigkeit von der Mitteltemperatur T_W des Meßbereichs dar. Für KTY-10-Sensoren mit einem von 2000Ω abweichenden Grundwert $R_{(25)}$ ist $R_{V \text{ OPT}}$ in $R_{V \text{ OPT}}^*$ zu korrigieren:

$$R_{V \text{ OPT}}^* = R_{V \text{ OPT}} \frac{R_{(25)}}{2000}$$

Bestimmung der Zeitkonstante

$$\tau = RC$$

Die Wahl der Zeitkonstante τ wird von der Zählfrequenz und der Temporauflösung bestimmt. Dabei gilt folgende Beziehung:

$$\tau = \frac{(T_2 - T_1)}{\ln \frac{R_V + R_{T2}}{R_V} - \ln \frac{R_V + R_{T1}}{R_V}} \cdot \frac{1}{\vartheta \cdot f_z}$$

Darin ist:

- T_1 : Untere Meßtemperatur, in °C
- T_2 : Obere Meßtemperatur, in °C
- R_V : Linearisierungswiderstand*, in Ω
- R_{T1} : Sensorwiderstand* bei T_1 , in Ω
- R_{T2} : Sensorwiderstand* bei T_2 , in Ω
- ϑ : Auflösung °C/LSB, in °C
- f_z : Zählfrequenz, in Hz

Schaltbeispiel für den Meßbereich 0°C bis +100°C

In der Ausführung mit dem Operationsverstärker TCA 315 als Komparator liefert die vorgeschlagene Schaltung einen TTL-kompatiblen Ausgangsimpuls (Bild 4). Die Dimensionierung bezieht sich auf den Ein-Chip-Mikroprozessor SAB 8048 bei Betrieb mit einem 6-MHz-Quarz (2,5 μ s Befehlszykluszeit). Während der Totzeit t_{ein} wird eine Softwareschleife von vier Statements durchlaufen, die alle 10 μ s nach dem Ende des Monoflopimpulses abfragt. Die Anzahl n der Schleifendurchläufe multipliziert mit der Auflösung ist dem gemessenen Temperaturwert bis auf eine Konstante proportional.

Gegeben sind folgende Werte:

- Meßbereich $T_1 = 0^\circ\text{C}$
- $T_2 = +100^\circ\text{C}$

Auflösung $\vartheta = 0,1^\circ\text{C}$

Abfragedauer $t_s = 10 \mu\text{s}$ ($f_z = 100 \text{ kHz}$)
 Aus T_1 und T_2 erhält man die Mitteltemperatur T_w

$$T_w = \frac{T_2 - T_1}{2} = \frac{100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}}{2} = 50^\circ\text{C}$$

Unter Verwendung der angegebenen Gleichungen erhält man folgende Ergebnisse:

(6): $R_{V \text{ OPT}} = 2357,7 \Omega$

(7): $\tau = 29,2969 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

Gewählt: $C = 220 \text{ nF}$

$R = 133,2 \text{ K}\Omega$

(5) $t_{\text{ein}} (+50^\circ\text{C}) = 20,505 \text{ ms}$

Fehlerbetrachtung

Die verbleibende Nichtlinearität der Schaltung zeigt Bild 5 als absolute Temperaturdifferenz zwischen der Temperaturanzeige und der tatsächlichen Sensortemperatur T_{IST} . Beim Fehlerverlauf fällt die Verschiebung der Kurve zu positiven Werten hin auf. Durch Verkürzen der Zeitkonstante τ mit dem Einstellpotentiometer P1 kann eine Verschiebung der Nichtlinearität in den Bereich der Auflösungsgrenze von $\pm 0,1^\circ\text{C}$ erreicht werden. Abweichungen der Schaltung vom theoretisch berechneten Verlauf werden durch die Tole-

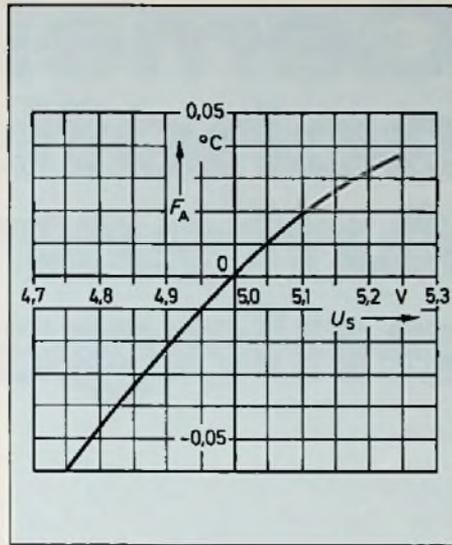


Bild 6: Linearitätsfehler F_A in Abhängigkeit von der Betriebsspannung U_S für die Schaltung nach Bild 4

ranz des Silizium-Tempersensors KTY 10 im Grundwert von z. B. $\pm 10 \Omega$ und seines Vorwiderstandes R_V hervorgehoben. Um mit einem Abgleich auszukommen, wird R_V als Festwiderstand mit einer Toleranz von 0,1% ausgeführt. In die Temperaturdrift gehen außerdem der Temperaturkoeffizient TK des Kondensators, der Reststrom I_{CES} des Transistors und der TK der Widerstände R_V und R ein. Beide Widerstände sind daher Metallschichtwiderstände mit einem TK von $\pm 50 \cdot 10^{-6}/\text{K}$. Als Kondensator wird ein

Tabelle 1: Technische Daten des temperaturgesteuerten Pulsdauermodulators

Speisespannung	$+U_s$	4,75 bis 5,25 V
Speisestrom	I_s	3,7 mA
Modulationsgrad ¹⁾	m	39,2%
Umgebungstemperatur	T_U	0 bis +70 °C
Meßtemperatur	T	0 bis +100 °C
Auflösung	ϑ	0,1 °C
Zählfrequenz	f_z	100 kHz
Meßrate	N	30 s ⁻¹
Linearitätsfehler ²⁾	F_A	$\pm 0,2^\circ\text{C}$
Temperaturfehler ²⁾	F_A	$\pm 0,4$ bis $-0,8^\circ\text{C}$
Ausgangslastfaktor	F_{OL}	10

¹⁾ siehe Datenblatt

$$m = \frac{\Delta t_{\text{ein}}}{t_{\text{ein max}}}$$

²⁾ Abgleich bei $T_{\text{Mess}} = +50^\circ\text{C}$ und bei $T_U = +20^\circ\text{C}$ auf $t_{\text{ein}} = 20,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

MKC-Typ mit einem TK in derselben Größenordnung verwendet. Der Reststrom des Transistors BCY 59X beträgt bei $+70^\circ\text{C}$ typisch 10 nA und ist damit um den Faktor 400 kleiner als der Ladestrom. Die Betriebsspannungsabhängigkeit der Schaltung geht aus Bild 6 hervor. Für die Fehlerangabe in den technischen Daten (Tabelle 1) wird ein Abgleich über P1 bei $T_{\text{Mess}} = +50^\circ\text{C}$ und $+20^\circ\text{C}$ Umgebungstemperatur auf $T_{\text{Anzeige}} = T_{\text{IST}}$ vorausgesetzt. Das erforderliche Material ist in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Michael Beitner
 (Aus Siemens Components 1/82)

Tabelle 2: Stückliste für die Schaltung nach Bild 4

Bauteil	Bestell-Nr.	
C	MKC-Kondensator 0,22 μF , 160 V-	B32435-A2224-J
IS 1	Operationsverstärker mit Darlingtoneingang TCA 315	Q67000-A561
R1	Kohleschichtwiderstand Standard 0207, 47 K Ω , $\pm 5\%$, 0,5 W	B1261-Z4473-J1
R2	Kohleschichtwiderstand Standart 0207, 2,2 K Ω , $\pm 5\%$, 0,5 W	B51261-Z4222-J1
R3	Kohleschichtwiderstand Standart 0207, 8,2 K Ω , $\pm 5\%$, 0,5 W	B51261-Z4822-J1
R _T	Silizium-Tempersensor KTY 10-3 bis -9	Q62705-+
R _V	Metallschichtwiderstände, 2 Stück in Serie geschaltet (2 K Ω und 357 Ω , $\pm 0,1\%$, 0,5 W)	-
R'	Metallschichtwiderstand, Professionasl 0207, 120 K Ω , $\pm 1\%$, 0,4 W	B54311-A124-F2
P1	Spindel-Trimmerwiderstand, Cermetschicht auf Keramikkörper, 22 K Ω , 0,75 W	B58612-Z223-K310
T1	NPN-Silizium-Planar-Transistor BCY 59X	Q60203-Y59-K

In Ballungsgebieten ist es weder wirtschaftlich noch ästhetisch, noch empfangstechnisch besonders günstig, wenn jeder Rundfunk- oder Fernsehteilnehmer seine eigene Antenne aufs Dach stellt. Man kennt die unschönen Antennenwälder auf den Dächern vieler Altstadtbezirke. Dort lassen sie sich freilich nur schwer beseitigen. In Neubaugebieten werden aber schon seit Jahrzehnten Gemeinschafts-Antennenanlagen installiert. Dieser Beitrag will mit grundlegenden Begriffen solcher Anlagen vertraut machen.

Gemeinschafts-Antennenanlagen

Durch Gemeinschafts-Antennenanlagen wird eine größere Anzahl von Teilnehmern von einer Antenne aus mit Empfangssignalen für Radio und Fernsehen versorgt. Dabei spielt es keine Rolle, wie groß die Anzahl der Teilnehmer ist. Bereits bei zwei unabhängig voneinander betriebenen Empfangsgeräten braucht man eine Gemeinschafts-Antennenanlage.

Die Antenne selbst unterscheidet sich kaum von derjenigen einer Einzelanlage (Bild 1). An einem Standrohr sind mehrere Antennen zum Empfang der einzelnen Frequenzbereiche montiert und nach der Einfallsrichtung des jeweiligen Senders ausgerichtet. Da sich die Antennen gegenseitig beeinflussen, müssen sie bestimmte Mindestabstände voneinander haben, die aus der Tabelle 1 hervorgehen. Am Fuße des Standrohres werden

Tabelle 1: Mindestabstände von Antennen
In cm

	F I	U	F III	F IV	F V
F I	250	140	140	80	80
U	140	110	80	80	80
F III	140	80	80	80	80
F IV	80	80	80	60	50
F V	80	80	80	50	50

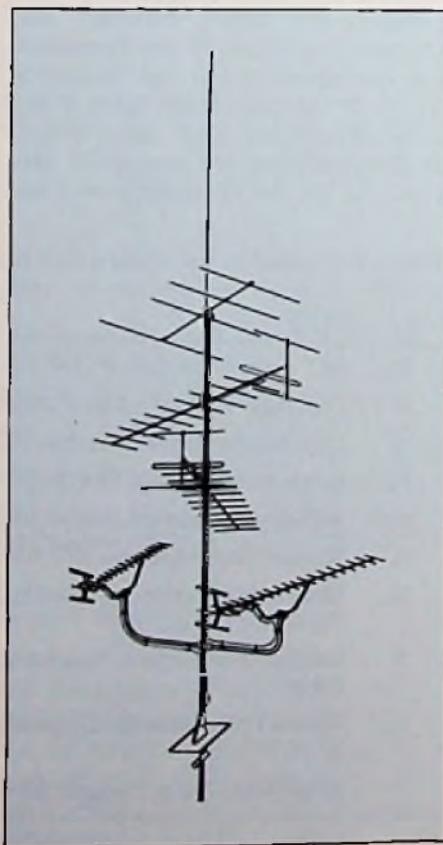


Bild 1: Antenne für Gemeinschaftsanlagen

die einzelnen Antennen über Anpassungsglieder oder Verstärker zusammengefaßt und ihre Signalspannung über eine gemeinsame Antennenleitung (Stammleitung) zum Empfänger geführt. An diese Leitung können prinzipiell alle Teilnehmer ihre Empfänger anschließen. Allerdings sollen sie sich nicht gegenseitig beeinflussen. Außerdem müssen bestimmte Spannungswerte eingehalten werden. Diese liegen

im LW/MW-Bereich zwischen
0,5 mV und 300 mV

im F-I-Bereich zwischen
0,5 mV und 25 mV

im UKW-Bereich zwischen
50 µV und 50 mV

im F-III-Bereich zwischen
0,5 mV und 25 mV

im F-IV/V-Bereich zwischen
1 mV und 25 mV

Bei der Planung und Kennzeichnung von Antennenanlagen und deren Zubehör gibt man allerdings selten reine Spannungswerte an, sondern bedient sich logarithmischer Pegelangaben in Dezibel (dB bzw. dBµV). Es handelt sich dabei um ein

Übertragungsmaß a , das nach folgender Formel berechnet werden kann:

$$a = 20 \lg \frac{u_1}{u_2}$$

In Antennenanlagen beziehen sich diese Pegelangaben auf eine feste Bezugsspannung $u_2 = 1 \mu\text{V}$ und werden deshalb mit $\text{dB}\mu\text{V}$ gekennzeichnet. Ein Pegel von $80 \text{ dB}\mu\text{V}$ ist ein solcher, der 80 dB (≈ 10000 fach) über einer Spannung von $1 \mu\text{V}$ liegt. Dieser Pegel entspricht hier einem Spannungswert von $10000 \cdot 1 \mu\text{V} = 10 \text{ mV}$.

Die Höchst- und Mindestpegel, die am Empfängereingang eingehalten werden müssen, sind in der VDE-Vorschrift 0855/2 und den Vorschriften der Bundespost festgelegt (Tabelle 2). Sie dürfen sich auch

Tabelle 2: Pegel an den Ausgängen der Empfänger-Anschlußkabel

Bereich	Mindestpegel/ $\text{dB}\mu\text{V}$	Maximalpegel/ $\text{dB}\mu\text{V}$
LM	- 6 dB gegenüber der Bezugsantenne	94
UKW	40 für Mono 50 für Stereo	80
FI	52	84
F III	54	84
F IV/V	57	84

dann nicht ändern, wenn andere Teilnehmer zu- oder abgeschaltet werden. Deshalb schaltet man zwischen Antenne und Antennenkabel Verstärker, die entweder schmalbandige Kanalverstärker oder etwas breitbandigere Bereichsverstärker sein können. Kanalverstärker sind vorteilhaft, wenn nur ein Sender je Frequenzband zu empfangen ist. Bereichsverstär-

ker wird man dort wählen, wo innerhalb eines Frequenzbandes (Bereich) mehrere Sender mit nahezu gleichem Pegel empfangen werden können. Ausgesprochene Breitbandverstärker (Mehrbereichsverstärker) verwendet man nur in kleinen Anlagen oder als Netzverstärker in Groß-Gemeinschafts-Antennenanlagen zur Versorgung ganzer Stadtbezirke.

Unabhängig von der Verstärkerart wird ihre Verstärkung auch als Übertragungsmaß in dB angegeben. Am Verstärkerausgang steht ein hinreichend großer Signalpegel zur Verfügung, der an die einzelnen Teilnehmer verteilt werden kann. Er wird durch Kabel und die Verteilungsmaßnahmen reduziert.

Die Leitungen, die vom Verstärkerausgang zu den Steckdosen führen, nennt man Stammleitungen. Werden diese vorher verzweigt, so nennt man die vom Verstärker ausgehende unverzweigte Leitung „Hauptstammleitung“. Die Verteilung erfolgt nach verschiedenen Systemen (Bild 2).

Für die Verteilung zwischen Hauptstamm- und Stammleitungen stehen

1. das Verteilersystem und
2. das Abzweigsystem

zur Verfügung. Die Verteilung zwischen Stammleitung und den Steckdosen erfolgt durch

3. das Durchschleifsystem und
4. das Stichleitungssystem

Beim Verteilersystem gehen von einer Hauptstammleitung mehrere Stammleitungen über Verteiler ab. Die Ausgangsleistung des Verstärkers wird gleichmäßig auf die Steuerleitungen verteilt (Bild 2 a). Beim Abzweigsystem werden in die Hauptstammleitung mehrere Abzweiger eingefügt, von denen dann ein oder mehrere Stammleitungen abzweigt werden.

Sie entziehen der Hauptstammleitung nur einen Teil der dort eingespeisten Leistung (Bild 2 b).

Beim Durchschleifsystem (Bild 2 c) werden die Steckdosen an eine Stammleitung angeschlossen und damit elektrisch parallel geschaltet. In diesem Falle wird auf die verfügbare Leistung gleichmäßig auf alle Steckdosen verteilt. Die letzte Steckdose muß einen Lastwiderstand besitzen, mit dem die Stammleitung abgeschlossen wird.

Beim Stichleitungssystem (Bild 2 d) wird von den einzelnen Steckdosen nur wenig von der auf der Stammleitung verfügbaren Leistung entnommen. Sie wird über Abzweiger ausgekoppelt und über eine Stichleitung zu der jeweiligen Steckdose geführt. Die Steckdosen brauchen keine Abschlußwiderstände. Abgeschlossen werden muß aber die jeweilige Stammleitung. Welches Verteilersystem in der Praxis verwendet wird, hängt von der Gebäudeform und der Lage der Empfängersteckdosen ab. Dabei lassen sich verschiedene Systeme miteinander kombinieren (Bild 3).

Bei der Planung von Gemeinschafts-Antennenanlagen gilt grundsätzlich, daß die Gesamtdämpfung umso kleiner wird und die Pegel an den Steckdosen umso gleichmäßiger sind, je weniger Dosen an einer Stammleitung hängen. Das Bild 4 zeigt ein Gebäude mit 12 Teilnehmern und verschieden aufgeteilten Hauptstammleitungen. Aus ihm geht hervor, daß bei der Aufteilung in vier Stammleitungen an der ungünstigsten Steckdose die geringste Dämpfung und an der gün-

stigsten Steckdose die höchste Dämpfung vorhanden ist. Ferner treten keine Nachteile, wie Vorgeister auf.

Die gesamte Dämpfung zwischen Verstärkerausgang und Empfängereingang kann

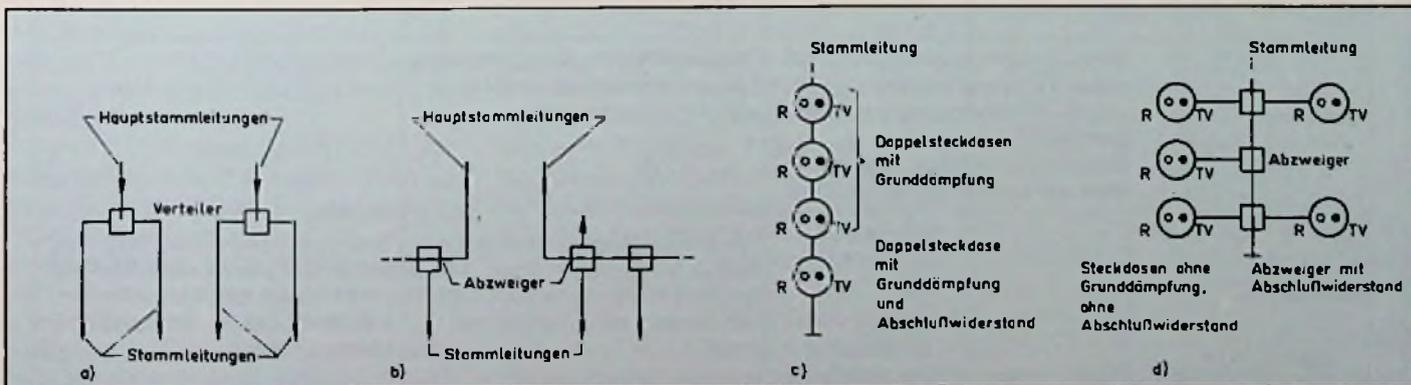


Bild 2: Mögliche Verteilungssysteme: a) Verteilersystem, b) Abzweigsystem, c) Durchschleifsystem, d) Stichleitungssystem

nach folgender Formel berechnet werden:

$$a_{ges} = \ell \cdot a_L + (p - 1) a_{dd} + a_a + \sum a_{ds}$$

Darin ist a_{ges} : Gesamtdämpfung in dB, ℓ : Leitungslänge in m, a_L : Kabeldämpfung in dB/m, p : Anzahl der Antennensteckdosen, a_{dd} : Durchgangsdämpfung einer Antennensteckdose in dB, a_a : Anschlußdämpfung der letzten Steckdose in dB und $\sum a_{ds}$: Summe der sonstigen Durchgangsdämpfungen (Weichen, Verteiler, Abzweiger) in dB.

Aufgabe: An einer Stammleitung von 15 m Länge sind 5 Steckdosen mit je $a_{dd} = 1$ dB Durchgangsdämpfung angeschlossen. Die Anschlußdämpfung der letzten Dose ist $a_a = 12$ dB. Die Weiche hat eine Dämpfung von $a_{ds} = 1$ dB und das Kabel eine solche von $a_L = 0,12$ dB/m. Die Werte gelten für einen bestimmten Frequenzbereich.

1. Wie groß ist die Gesamtdämpfung.
2. Welches Verstärkungsmaß muß der Verstärker des betreffenden Kanales aufweisen, wenn die Antenne eine

Spannung von $68 \text{ dB}\mu\text{V}$ liefert und am Empfängereingang $54 \text{ dB}\mu\text{V}$ benötigt werden?

3. Welche tatsächlichen Spannungen sind am Verstärker- und am Empfängereingang vorhanden?

Am Antennenausgang erhält man

$$U_{Ant} = 1 \mu\text{V} \cdot 2512 = 2512 \mu\text{V}$$

und am Empfängereingang

$$U_{Emp} = 1 \mu\text{V} \cdot 501,2 = 501,2 \mu\text{V}$$

Bild 3: Kombination verschiedener Verteilungssysteme

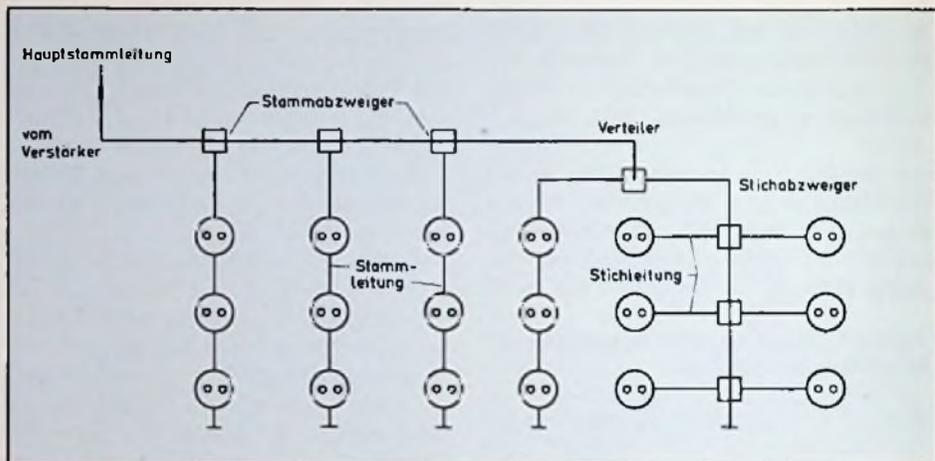
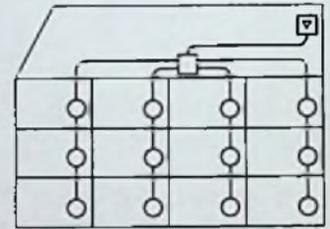
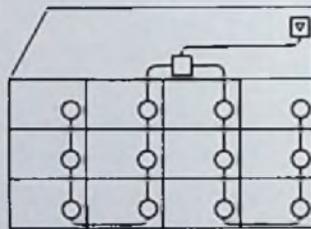
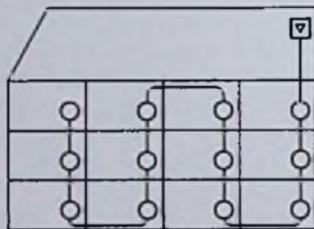


Bild 4



Gesamtdämpfung vom Verstärker zum ungünstigsten Teilnehmer im Bereich FIV/V

37,4 dB

32 dB

31 dB

Gesamtdämpfung vom Verstärker zum ersten Teilnehmer im Bereich FIV/V

14,4 dB

22 dB

26,5 dB

Nachteile:

Große Gesamtdämpfung; der ungünstigste Teilnehmeranschluß liegt im oberen Stockwerk, dadurch Vorgeistgefahr. Dämpfungsunterschied zwischen erstem und letztem Teilnehmer 23 dB.

Vorgeistgefahr, da die ungünstigsten Teilnehmeranschlüsse in den obersten Stockwerken liegen.

Vorteile:

Wesentlich geringere Gesamtdämpfung als bei der ersten Anlage. Dämpfungsunterschied zwischen erstem und letztem Teilnehmer nur noch 10 dB.

Geringere Gesamtdämpfung und kleiner Dämpfungsunterschied zwischen erstem und letztem Teilnehmer. Verringerte Vorgeistgefahr in oberen Stockwerken.

Lösungen der Aufgaben zu „Gemeinschafts-Antennenanlagen“

zu 1. Die Gesamtdämpfung ist

$$a_{ges} = \rho \cdot \alpha_L + (\rho - 1) \cdot a_{dd} + a_a + \sum a_{ds}$$

$$= 15 \text{ m} \cdot 0,12 \text{ dB/m} + (5 - 1) \cdot 1 \text{ dB} + 12 \text{ dB} + 1 \text{ dB} = 18,8 \text{ dB}$$

zu 2. Die Reserve der Antenne beträgt

$$a_{Res} = 68 \text{ dB}\mu\text{V} - 54 \text{ dB}\mu\text{V} = 12 \text{ dB}$$

Davon ist die Gesamtdämpfung abzuziehen. Die Differenz zwischen beiden muß dann der Verstärker als Verstärkungsmaß aufweisen.:

$$a_V = a_{Res} - a_{ges} = 12 \text{ dB} - 18,8 \text{ dB} = -6,8 \text{ dB}$$

zu 3. Aus der Tabelle entnimmt man für $a = 68 \text{ dB}$ ein Spannungsverhältnis von 2512 und für $a = 54 \text{ dB}$ ein solches von 501,2. Diese Verhältnisse mit $1 \mu\text{V}$ multipliziert ergeben die tatsächlichen Spannungen.

Übung macht den Meister (IV)

Wenn Sie unsere Serie „Mikrocomputer in der Unterhaltungselektronik“ lesen, dann brennen Sie sicher darauf, das Erlernete unter Beweis zu stellen. Lassen Sie sich also mit einer Aufgabensammlung von Dipl.-Ing. Wolfgang Link in Sachen Mikrocomputer auf den Zahn fühlen. Folgende Aufgaben handeln vom 7. bis 10. Teil der Serie.

Aufgabe 34. Sie wollen an einen Mikrocomputer eine Tastatur anschließen, die aus 16 Hexadezimalzahlen-Tasten und 6 Funktionstasten besteht. Geben Sie die Blockschaltbilder für zwei verschiedene Anschlußarten der Tastatur an die E/A-Kanäle an. Wieviele Kanalleitungen werden jeweils belegt und wieviele Kanäle sind erforderlich?

Aufgabe 35. Wieviele zusätzliche Anschlußleitungen sind in beiden Fällen bei einer Erweiterung der Tastatur von um acht Tasten erforderlich?

Aufgabe 36. Bei welcher Tastenzahl ist der Aufwand für lineare Anschlußweise und Matrixanordnung gleich groß?

Aufgabe 37. Wenn zehn Tasten in Matrixform angeordnet sind: Wieviele zusätzliche Tasten lassen sich dann anschließen,

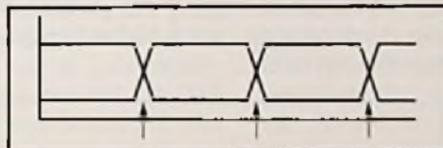
ohne daß weitere Anschlußleitungen zum Mikrocomputer erforderlich werden?

Aufgabe 38. a) Wieviele zusätzliche Leitungen sind erforderlich, wenn man in Bild 43 (FT 1/81) die Anzeigeeinheit um drei Siebensegment-Bausteine erweitert? b) Welche Bauteile sind außerdem dazu erforderlich?

Aufgabe 39. Entwerfen Sie ein Blockschaltbild für eine statische Anzeigeeinheit mit drei Anzeigen.

Aufgabe 40. Mit welcher Frequenz muß die Anzeigeeinheit in Bild 43 der Serie getaktet und mit Daten beschickt werden, damit a) die angezeigten Ziffern scheinbar gleichzeitig leuchten? und b) jeder einzelne Anzeige-Baustein „flimmerfrei“ arbeitet?

Aufgabe 41. Die Zahl 123 soll von einem Matrixdrucker gedruckt werden. Dazu sollen die Impulsdigramme für den Datenbus und die zwei Steuerleitungen „Übernahme“ und „Drucken“ dargestellt werden. Für den Datenbus kann folgende Darstellung des Gesamtzustandes gewählt werden:



An den durch Pfeile gekennzeichneten Stellen ändern eine oder mehrere Leitungen ihren Zustand – das heißt, die Information auf dem Bus ändert sich.

Aufgabe 42. Auf der zweiten Leitung eines E/A-Kanals (dritte Binärstelle von rechts) soll ein Rechteckimpuls ausgegeben werden; alle anderen Kanalanlüsse seien a) auf „0“ b) auf „1“. Welche den jeweiligen Binärmustern entsprechende Hexadezimalzahlen müssen der Reihe nach ausgegeben werden?

Aufgabe 43. Sie wollen auf einem Datensichtgerät in jeder Zeile 48 Zeichen darstellen (5×7 -Punkte-Matrix). Wie oft müssen diese Zeichen für das Schreiben einer Zeichenzeile dem Zeichengenerator zugeführt werden und wievielmals wird ihm insgesamt ein Zeichen zugeführt?

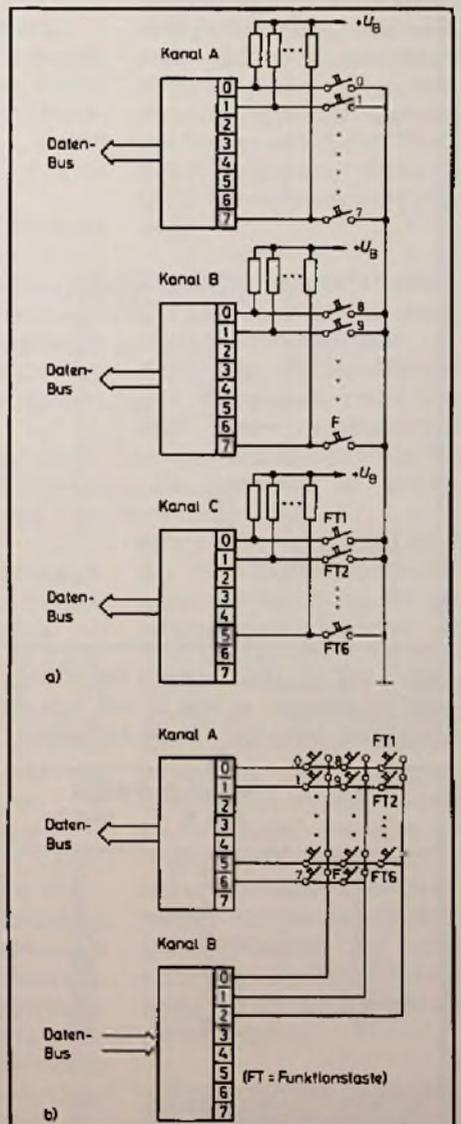
Aufgabe 44. Der Buchstaben „P“ soll von einem Datensichtgerät dargestellt werden (5×7 -Matrix). Welche Bitkombinationen werden der Reihe nach vom Zeichengenerator ausgegeben?

Aufgabe 45. Sie wollen 16 Zeilen zu je 48 Zeichen auf einem Bildschirm darstellen. Wieviel Byte Speicherplatz benötigt der Bildwiederholpeicher?

Aufgabe 46. Wenn für das Schreiben einer Bildschirmzeile rd. $45 \mu\text{s}$ nutzbare Zeit zur Verfügung stehen und 80 Zeichen pro Zeile dargestellt werden sollten, wie „schnell“ muß dann der RAM-Speicher sein (Zugriffszeit)?

Lösungen zu den Aufgaben „Mikrocomputer“

Lösung 34. Bild a) zeigt die „lineare“ Anschlußweise der vorgegebenen Tastatur. Hier werden 22 Kanalleitungen und 2 Kanäle voll, ein dritter teilweise belegt. Bild b) zeigt die gleiche Tastatur in Matrixanordnung. Hierfür sind nur 11 Kanalleitungen, also nur 2 Kanäle erforderlich.



Lösung 35. Bei linearer Anschlußweise sind acht zusätzliche Leitungen, das heißt noch ein weiterer Kanal erforderlich. Bei der Matrixlösung ist lediglich eine weitere Spaltenleitung und ein weiterer Kanalschluß (Anschluß 3) nötig.

Lösung 36. Wenn E/A-Kanäle mit je acht Anschlußleitungen (8 bit) gegeben sind, ist der Aufwand für lineare bzw. Matrixanordnung bei 10 Tasten gleich groß (siehe

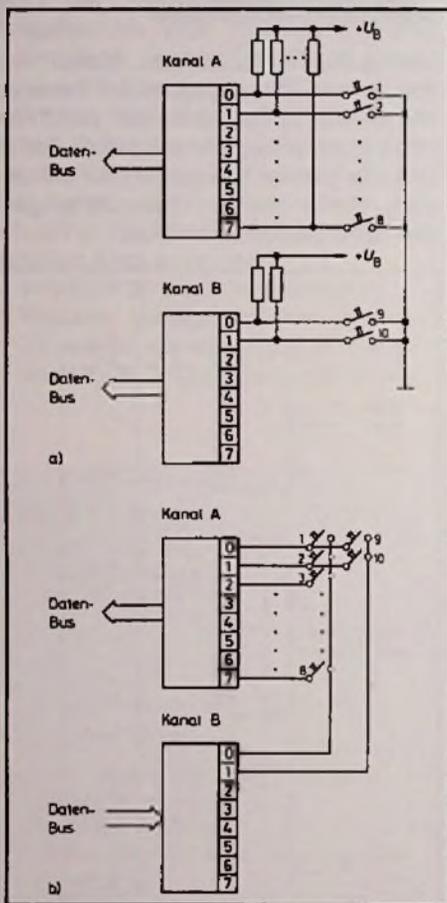


Bild a und b). Durch nähere Betrachtung der Schaltungen a) und b) läßt sich die Richtigkeit folgender Tabelle bestätigen.

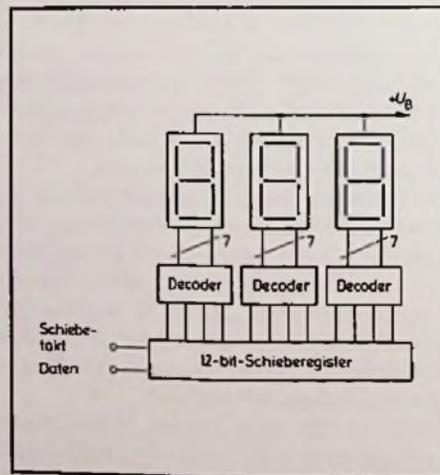
Tasten	Kanalanschlüsse	
	Bild a	Bild b
7	7	8
8	8	9
9	9	10
10	10	10
11	11	10
12	12	10
⋮	⋮	⋮
16	16	10

Die Tabelle läßt die Vorteile der Matrixanordnung gegenüber der linearen Anordnung bei größeren Tastaturen deutlich erkennen.

Lösung 37. Anhand von Bild b) zu Lösung 36 erkennt man, daß sich noch sechs zusätzliche Tasten anschließen lassen. Das ergibt genau zwei Spalten mit je acht Tasten bei zehn Anschlußleitungen.

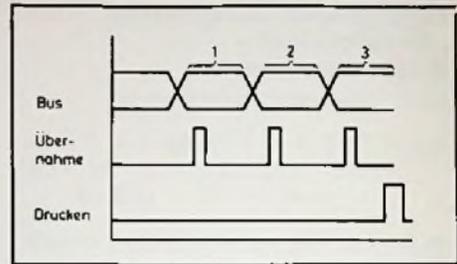
Lösung 38. a) Soll die Anzeigeeinheit um drei Anzeigebausteine erweitert werden, sind drei zusätzliche Leitungen für die Katenanschlüsse erforderlich. Die Anodenanschlüsse a-g der sieben Segmente sind bereits vorhanden („Anzeigebus“) und müssen nur mit den neuen Anzeigen verbunden werden. b) Des weiteren benötigt man drei zusätzliche Transistoren und einen Zähler, der von 0 bis 5 zählen kann.

Lösung 39. Das Bild ist ein mögliches Blockschaltbild für eine statische Anzeigeeinheit mit drei Anzeige-Bausteinen. Zur Speicherung der anzuzeigenden Zahl wird ein 12-bit-Schieberegister verwendet, in das die dreistellige Zahl zunächst geschoben werden muß.



Lösung 40. a) Da jede Anzeige mindestens zwanzigmal pro Sekunde aufleuchten muß, ist bei drei Anzeige-Bausteinen eine Taktfrequenz von $3 \cdot 20 \text{ Hz} = 60 \text{ Hz}$ erforderlich. b) Bei 50 Anzeigen pro Element und Sekunde ist eine Taktfrequenz von $3 \cdot 50 \text{ Hz} = 150 \text{ Hz}$ erforderlich.

Lösung 41. Jeweils nach Anlegen der 1, der 2 und der 3 an den Datenbus erfolgt eine Übernahmeimpuls. Nach Übernahme der 3, also nach Eingabe aller zu druckenden Zeichen, folgt der Druckimpuls.

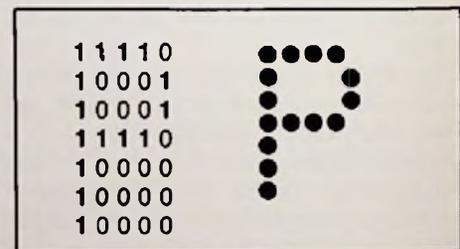


Lösung 42. Da auf Kanalleitung 2 der Reihe nach 0-1-0 erscheinen muß, müssen folgende Bitmuster bzw. die entsprechenden Hexazahlen auf dem Kanal ausgegeben werden:

- a) $0000000_2 = 00_{16}$
 $0000010_2 = 04_{16}$
 $0000000_2 = 00_{16}$
- b) $11111011_2 = F B_{16}$
 $11111111_2 = F F_{16}$
 $11111011_2 = F B_{16}$

Lösung 43. Da in jeder Zeile 48 Zeichen dargestellt werden sollen und jede Textzeile aus sieben Bildschirmzeilen – ohne die Leerzeilen – besteht, muß jedes Zeichen siebenmal dem Zeichengenerator zugeführt werden. Diesem wird insgesamt während einer Textzeile $48 \cdot 7 = 336$ mal ein Zeichen zugeführt.

Lösung 44. Geht man davon aus, daß für jeden zu druckenden Punkt der 5×7 -Punkte-Matrix eine 1 ausgegeben werden muß, ergeben sich folgende nacheinander auszugebenden Bitkombinationen:



Lösung 45. Da 16 Zeilen zu je 48 Zeichen auf dem Schirm dargestellt werden sollen, benötigt der Bildwiederholpeicher $16 \times 48 \text{ Byte} = 768 \text{ Byte}$ Speicherplatz.

Lösung 46. Da für 80 Zeichen nur $45 \mu\text{s}$ zur Verfügung stehen, müssen die einzelnen Zeichen im Abstand von $45 \mu\text{s} : 80 = 563 \text{ ns}$ bereitgestellt werden. Die Zugriffszeit des RAM-Speichers darf also maximal 563 ns betragen.

Neue Bauelemente

Meßpotentiometer mit „Kapton“ für den Automobilbau

Ein elektrisch leitender Kunststoff, auf einen Träger aus Polyimidfolie „Kapton“ von Du Pont aufgeklebt, bildet die Widerstandsschicht von Komponenten, die als preisgünstige Präzisionspotentiometer in Kraftfahrzeugen eingesetzt werden.

Von der Firma New England Instrument (NEI) in den USA entwickelt, erfüllen diese Potentiometer ihre Aufgabe unter Motorhaube, an Bremsbacken, Antennen und in anderen Kraftfahrzeugbaugruppen.

In ihrem Fertigungsverfahren benutzt die NEI eine Technologie mit dem Schutznamen „Resistofilm“; sie beruht im wesentlichen auf einer Dispersion feinsten Kohlenstoffteilchen in einem Kunststoffbindemittel, das auf „Kapton“ aufgebracht und mit diesem verklebt ist. Die Du Pont Folie dient hierbei als elastischer, hochwärmefester Träger mit feiner, glatter Oberfläche zur Verbesserung der Rauschcharakteristik. Die beklebte Folie wird dann auf die gewünschte Größe und Form geschnitten bzw. gestanzt und ergibt so die fertige Widerstandsschicht des Potentiometers.

Diese wirtschaftliche Bauweise hat drastische Kostensenkungen ermöglicht. Solche Potentiometer bewähren sich auch im Dauerbetrieb unter schwierigen Umweltbedingungen, wie Einwirkung von Erschütterungen, durch Motor und Straße sowie von Öl, Benzin und Dieselkraftstoff.

Darüberhinaus entsprechen sie der Forderung nach Genauigkeit und Langlebigkeit bei hohen Temperaturen. Sie ermitteln Relativbewegungen infolge von Weg-, Druck- oder

Temperaturänderungen mit einer Genauigkeit von 0,05%. Die Polyimidfolie „Kapton“ ist ein besonders festes und hitzebeständiges Material für Temperaturspitzen bis 400 °C und besitzt Kombination mechanischer, chemischer und elektrischer Eigenschaften. Daher ist diese Folie für elektronische Anwendungsbereiche geeignet, für die nur noch wenige andere Kunststoffe in Betracht kommen.

Entstördrossel für Kraftfahrzeuge

Die Zündanlage im Auto ist der klassische Sender störender Signale. Doch zunehmend kommt auch die Kfz-Elektronik in Fahrt. Damit solche Geräte den Rundfunkempfang ebenfalls nicht beeinträchtigen können, hat Siemens eine Ringkern-Zweifachdrossel Typ B82722 entwickelt, die ganz besonders auf Bordcomputer zugeschnitten ist. Das Bauelement für Nennströme von 0,3 bis 2,0 A eignet sich mit vier parallelen Anschlüssen für die kompakte Montage auf Leiterplatten.

Die Mikroelektronik eines Bordcomputers arbeitet mit einem integrierten Quarzoszillator, der als Taktgeber für zahlreiche Berechnungen (Wegstrecke, Geschwindigkeit, Verbrauch, Uhrzeit und dergleichen) fungiert. Dieses „Zeitnormal“ schwingt typisch mit 4,1 MHz und kann den Radioempfang im eigenen Auto oder in der näheren Umgebung erheblich beeinträchtigen.

Die neue Zweifachdrossel mit

einem Ringkern im blauen Kunststoffbecher kommt für elektronische Baugruppen aller Art in Frage. Neben Bordcomputern dürften Schaltnetzteile kleinerer Leistung zu bevorzugten Anwendungsgebieten werden. Die Drossel hält Temperaturen zwischen -40 und 125 °C aus, als mittlere relative Feuchte sind 95% zugelassen.

Ihr Becherdurchmesser ist 22 mm. Sie wird in vier Bauformen für Induktivitäten von 47 mH pro Wicklung bei 0,3 A Nennstrom bis herab zu 2,2 mH bei 2,0 A angeboten.

Komponenten für Satelliten-TV-Empfang

Der europäische Testsatellit OTS 2, seit 2 Jahren erfolgreich auf seiner geostationären Position im Orbit, strahlt weiterhin mit 12 GHz Programm ab.

Trotz der relativ bescheidenen Sendeleistung kann OTS 2 fast überall in Westeuropa empfangen werden, wenn entsprechende Empfangsanlagen mit mittelgroßen Parabol-Reflektorantennen eingesetzt werden.

Herzstück einer Antennenanlage ist der 12-GHz-Konverter, auch Außenbaugruppe genannt.

Für den Aufbau von hauseigenen Versuchsanlagen bei den Geräteherstellern sowie für den Vertrieb kompletter Satelliten-Empfangsanlagen an Dritte, liefert Valvo eine kompakte OTS-2-fähige 12 GHz-Baueinheit Typ 1100 IM. Ihre technischen Daten sind:

Rauschzahl 3,5 dB typ.
Frequenz 11,4...11,7 GHz
ZF-Ausgang 200...400 MHz
Die geringe Signalfeldstärke erfordert hohe Anforderungen an die SHF-Eingangsstufe. Durch Verwendung von GaAs-FET-Vorstufen, spezielle Diodenmischer und hochstabile Mischoszillatoren werden diese Anforderungen erfüllt.

Pyroelektrische, keramische Infrarot-Detektoren

In einem gemeinsamen Gehäuse (TO 5 modifiziert) liefert Valvo verschiedene pyroelektrische Infrarot-Detektoren mit zugehörigen FET-Vorverstärkern.

Diese Detektoren sprechen auf schnelle Strahlungsänderungen an und sind besonders für den Einsatz in Umweltüberwachungssystemen, Gasanalysegeräten, Einbruchsmeldern oder Näherungsschaltern geeignet.

In Einbruchsmeldanlagen werden bevorzugt Typen mit Doppелеlementen eingesetzt (RPY 93/94/95). Durch die Differenzschaltung der Elemente wird die Fehlalarmgefahr durch langsame Temperaturveränderungen im Sichtfeld des Detektors reduziert. Diese Typen enthalten ein Kantenfilter für den kurzwelligen IR-Bereich.

Diodensplittransformator

Im Laufe von 6 Jahren ist der Diodensplittransformator (DST) als Hochspannungs- und Zeilentransformator immer mehr vervollkommen worden, und übertrifft jetzt frühere Bauformen an Qualität und Zuverlässigkeit.

Mit dem Typ AT 2076/81 steht ein Valvo Diodensplittransformator zur Verfügung, der gegenüber dem Vorgänger um 30% leichter und damit auch kleiner geworden ist. Erreicht wurde das mit einer speziellen Wickeltechnik für die Zylinderwicklungen der Hochspannungsspulen, die eine kürzere Bauform haben und auch geringere Kernabmessungen erlauben. Geblieben sind die bisherigen Vorteile des niedrigen Innenwiderstands der Hochspannungs-Quelle bei Abstimmung auf die Grundwelle der Ablenkfrequenz.



1-Chip-EPROM-Mikrocomputer

MITSUBISHI, vertreten durch METRONIK GMBH, produziert ab sofort in Musterstückzahlen den 1-Chip-Mikrocomputer M5L 8748 S als Second Source zu Intel's Typ D 8748. Die Serienproduktion wird im 1. Quartal 1982 einsetzen. Der Baustein verfügt über einen 1024-Byte-EPROM und einen 64-Byte-RAM sowie 27 I/O-Ports und einen Timer/Event-Counter mit 8 Bit Länge. Bei Bedarf lassen sich EPROM, RAM und I/O-Ports auf einfache Weise extern erweitern.

Die maximale Taktfrequenz wird mit 6 MHz angegeben, so daß sich eine minimale Zykluszeit von 2,5 µs ergibt.

Nähere Informationen erhalten Sie von Metronik GmbH, Kapellenstr. 9, 8025 Unterhaching.

POWER MOS FET von Hitachi

Mit den Serien 2 SJ und 2 SK stellt Hitachi eine neue Serie von Power MOS FETs modernster Technologie, für einen Spannungsbereich von 60 V bis 450 V bei einem Strom I_D von 0,5 A bis 12 A vor. Die Verlustleistung liegt zwischen 30 und 125 W.



Als Gehäuse stehen sowohl TO-220 AB als auch TP3 zur Verfügung (Bild 1). Für Verstärkeranwendungen sind Komplementär-Typen in N- und P-Kanal-Ausführung bis 200 V lieferbar.

Die POWER MOS FETs haben gegenüber bipolaren Transistoren folgende Vorteile:

1. POWER MOS FETs haben einen sehr hohen Eingangswiderstand und benötigen eine geringe Ansteuerleistung.
2. Es tritt keine Ladungsspeicherung auf. Dies führt zu einer hohen Grenzfrequenz und zu schnellen Schaltzeiten. Aufgrund dieser Eigenschaft können z. B. Ströme von 2 A in 10 ns geschaltet werden. Bipolare Transistoren benötigen hierfür bis zu 100mal größere Schaltzeiten.
3. Durch den negativen Temperaturkoeffizienten steigt bei Erwärmung der Drain-Source-Widerstand an, was zu einer Veränderung des Drainstroms führt. Durch diese thermische Gegenkopplung wird ein Durchbruch „zweiter Art“ vermieden.

Vertrieb durch:

Data Modul,
Landsbergerstr. 289,
8000 München 21,
Tel. (089) 58 20 53,
Telex 05-213 118

Neue IFL-Schaltungen

Programmierbare Logikschaltungen – bei Valvo IFL-Bausteine genannt – werden immer häufiger verwendet, um verdichtete Logik-Konzepte zu verwirklichen. Das spart nicht nur Kosten, sondern bringt darüber hinaus weitere Vorteile durch Raumgewinn, höhere Zuverlässigkeit, Flexibilität usw.

Außer den bereits bekannten IFL-Schaltungen der 28-pin-Serie hat Valvo eine neue 20-pin-Familie in sein Programm aufgenommen. Diese Bausteine zeichnen sich durch eine Anzahl fester Eingänge sowie programmierbarer Ein- bzw. Ausgänge aus. Sie sind außerordentlich flexibel einzusetzen. Als erste Schaltung steht das frei programmierbare Logik Array (FPLA) 82S 152/153 zur Verfügung.

Die zwei Logikebenen (UND/

ODER) ermöglichen auf einfache Art die Verknüpfung auch komplizierter Funktionen. Weitere Informationen von:

Valvo Unternehmensbereich Bauelemente der Philips GmbH,
Burchardstr. 19,
2000 Hamburg 1,
Telex 2 15 401-0 va d,
Tel.: (0 40) 32 96-534

Schwingquarze

Unter dem Namen Data Quarz unterhält die Firma Data Modul ein umfangreiches Lager an Schwingquarzen.

Die Quarze der NX-Serie sind Bauelemente für Standardanwendungen z. B.

- Mikroprozessoren
- Meßtechnik
- Uhren
- Nachrichtentechnik

Die Quarze zeichnen sich durch exakte Kalibrierung sowie gutes Langzeit- und Temperaturverhalten aus.

Diese Nennfrequenz reicht von 1 MHz bis 100 MHz.

Die Gehäusebauformen sind HC-G/U und HC-18, 25/U. Weitere Halter wie HC-33/U und HC-42, 43/U sind ebenfalls lieferbar.

Näheres von:

Data Modul,
Landsbergerstr. 320,
8000 München 21,
Tel. (089) 58 20 53,
Telex 05-2 13 118

Rundfunkgeräte mit elektronischer Abstimmung

In Rundfunkgeräten übernimmt die Schaltung SAA 1057 von Valvo die elektronische Abstimmung für die AM- und FM-Wellenbereiche. Sie wird über einen seriellen Bus von einem Mikrocomputer angesteuert.

Folgende Besonderheiten zeichnen diesen Baustein aus:

- komplettes Abstimm-Modul einschließlich HF-Vorverstärker und Loop-Filter auf einem Chip
- geringer Stromverbrauch,

deshalb besonders für Kofferrgeräte und Autoradios geeignet

- Verstärkung des Loop-Filters über Datenbus einstellbar
- minimaler Aufwand an peripheren Bauelementen.

Weitere Informationen auf Anfrage bei:

Valvo Unternehmensbereich, Bauelemente der Philips GmbH,
Burchardstr. 19,
2000 Hamburg 1,
Telex 2 15 401-0 va d,
Telefon (0 40) 32 96-622

Miniatur-Neigungsschalter im Stahlgehäuse

Einen Neigungsschalter Typ TS 8 mit einem Durchmesser und einer Höhe von je 6,35 mm stellt die Firma Fifth Dimension vor. Der TS 8 ist in einem robusten Stahlgehäuse untergebracht und eignet sich unter anderem für elektronische Spiele, medizinische Anwendungen, Sicherheitssysteme und industrielle Steuerungen. Im Gegensatz zu konventionellen Neigungsschaltern aus Glas ist er unempfindlich gegen raue mechanische Behandlung. Eine sauerstofffreie Atmosphäre im Innern des Schalters verhindert eine Benetzung der Schalterwand mit Quecksilber und andere unerwünschte Effekte, deren Ursache Sauerstoff ist. Der TS 8 kann 0,5 A bei einer Gleichspannung von 12 V bzw. 0,25 A bei einer Wechselspannung von 115 V schalten. Sein typischer Kontaktwiderstand ist 2 Ω. Als Lebenszeit gibt der Hersteller 250 000 Schaltzyklen an. Der Nennwert für den Einbauwinkel beträgt 70°, gemessen von der Horizontalen.

Weitere Informationen:

munic communication,
Bauelemente für die Nachrichtentechnik GmbH,
Sommerstraße 9,
8000 München 90,
Tel. (0 89) 66 98 96,

Besprechungen neuer Bücher

Handbuch Elektronik.

1017 Seiten, 1196 Bilder und zahlreiche Tabellen. Preis 85 DM. Franzis-Verlag, München.

Dieses Buch wendet sich an Ingenieure, deren Tätigkeitsfeld hauptsächlich in der Analog-Technik liegt. Das Autorenteam von über 30 Ingenieuren und Wissenschaftlern hat die Grundlagen der Elektronik wissenschaftlich exakt aufbereitet und systematisiert zu einem Nachschlagewerk für Anwender elektronischer Bauelemente zusammengefaßt. Einige Kapitelüberschriften sollen die Themenbreite dokumentieren: Leiter und Widerstände; Magnetische Werkstoffe und Elemente; Leitungen, Wellenleiter, Resonatoren; Dioden und Tansistoren; Optoelektronik; Hybridschaltungen; Zuverlässigkeit von Elementen usw. Gut gelungen ist die für ein Handbuch wichtige Stoffgliederung, die nach folgendem Schema abläuft: Zuerst kommt der Begriff (Stichwort), dann eine knappe Definition für eilige Leser und erst dann eine ausführliche Erläuterung, die ebenfalls nach einem festen Schema gegeben wird: Als erstes werden allgemeine Grundlagen und Technologien behandelt, dann die Funktionsprinzipien verschiedener Bauelemente-Ausführungen und deren wichtigste Parameter und Kennlinien angegeben, und schließlich kommen Anwendungsbeispiele mit Muster-Berechnungen zur Sprache. Jedem Kapitel folgt ein umfassendes Literaturverzeichnis, das den Weg zu Primärquellen öffnet. Das Stichwortverzeichnis ist auf 15 Seiten untergebracht und gibt zusammen mit den knappen Definitionen dem Buch auch die Funktion eines technischen

Lexikons. Hobby-Elektroniker sollten sich an diesen Wälzer nicht heranwagen, denn die Berechnungen und Diagramme setzen zum Verständnis eine naturwissenschaftliche Ausbildung voraus und sind entsprechend anspruchsvoll. Für sie ist das populär gehaltene „Werkbuch Elektronik“ (siehe FT 11/81) besser geeignet.

Praktikum der Magnettechnik. Von Dr. Ing. Karl Reichel. 272 S. mit 166 Abb.; ISBN 3-7723-6661-9; Lwstr. kart.; Preis DM 24,- FRANZIS-Verlag München.

Der Magnetismus in Theorie und Praxis – eine moderne Übersicht, so der Untertitel des Buches. Das Buch bietet aber mehr als eine Übersicht. Es ist eine gute und aktuelle umfassende Darstellung des Technischen Magnetismus und der Magnettechnik. Der Verfasser hat sich viel Mühe gegeben, die komplizierten Vorgänge möglichst praxisnah darzustellen. Und er hat sein Ziel erreicht! Das Buch ist allen Technikern und Ingenieuren zu empfehlen, die die Magnettechnik näher kennenlernen möchten, ohne sich in trockener Theorie zu verlieren. – Vom Wesen und der Ursache des Magnetismus, den magnetischen Gesetzen, den Einheiten, den Werkstoffen bis zu Meßverfahren wird eine Fülle von Informationen geboten. Den Abschluß bildet ein Verzeichnis der Fachausdrücke und Warenzeichen der Magnettechnik. tn

Schaltungstechniken moderner FM-HiFi-Geräte. Von Bernd Rodekurth. 142 S. mit 76 Abb.; ISBN 3-7723-6641-4; aus der Reihe: Franzis-Service-Werkstattbuch Lwstr. geb.; Preis DM 26,-; FRANZIS-Verlag München
„Die HiFi-Empfangstechnik mit Funktionsbeschreibung,

Schaltungstechnik und Service“; der Untertitel des Buches sagt aus, was der Verfasser dem Leser bieten möchte. So ist auch der Bogen des Buches weit gespannt. Von den physikalischen Grundlagen bis zu den Schaltungstechniken und dem praktischen Einsatz der HiFi-Geräte.

Wenn man die Seiten des Buches liest, spürt man wohl, daß der Verfasser ein Fachmann ist und weiß, worüber er schreibt. Fehlt aber dem Leser dieses Fachwissen, so bleibt er unbefriedigt, denn die einzelnen Kapitel sind sehr kurz und die angesprochenen Vorgänge recht oberflächlich erläutert. Dem Fachmann aber bietet es zu wenig. tn

Analogschaltungen der Meß- und Regeltechnik, von Peter Orlowski, 264 S., 214 Abb., DM 38,-, ISBN 3-8023-0681-3, VOGEL-VERLAG, Fachbuchverlag, Postfach 6740, 8700 Würzburg
Für die heutige Industrieelektronik sind integrierte Bauelemente wie der Operationsverstärker (OP) ein unersetzliches Mittel. Auch viele Praktiker verwenden OPs für den eigenen Schaltungsentwurf. In diesem Buch sind sämtliche Schaltungen mit OPs zu finden, die in der Analogtechnik eingesetzt werden. Dabei orientieren sich alle Beispiele am heutigen Industriestandard und berücksichtigen die neuesten technischen Entwicklungen.

Kapitel 1 bietet die notwendigen Vorkenntnisse zum Verständnis der Analogtechnik. Mit einer Einführung in die Grundzüge der Elektrotechnik wird dem Leser die Realisierung elektrischer Netzwerke klargemacht.

Kapitel 2 ist den OP-Grundlagen gewidmet. Mit Hilfe des inneren Aufbaus und den daraus resultierenden Kenngrößen eines OP wird der Unterschied

zwischen realem und idealem OP aufgezeigt. Dies fördert das Allgemeinverständnis und veranschaulicht das Grenzverhalten von OPs.

Kapitel 3 zeigt spezielle Schaltungen der Analogtechnik und gibt praktische Hinweise für den Schaltungsentwurf und die Fehlersuche.

Einblicke in meß- und regelungstechnische Industrieelektronik gewährt besonders Kapitel 4.

Dieses Buch ist mehr als nur ein Nachschlagewerk, denn es ermöglicht dem Leser eigene Ideen zu verwirklichen. Es eignet sich damit für Studenten, Ingenieure und Entwickler, ebenso wie für Praktiker und versierte Hobby-Elektroniker.

Bauelementelehre der Elektronik von Lothar Starke, 3. völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage, 366 Seiten mit vielen Bildern und Tabellen, zweifarbiger Druck, DM 32,- ISBN 3-87234-973-5, Frankfurter Fachverlag, Frankfurt,

Wer sich mit der Elektronik befassen will, muß nicht nur die allgemein gültigen elektrotechnischen Grundlagen beherrschen, sondern auch die Funktionsweise der elektronischen Bauelemente kennen. Die Wirkungsweise der Standardbauelemente der Elektronik kann man natürlich in vielen Büchern nachlesen. Durch neue technologische Verfahren und durch das Nutzbarmachen neuer Werkstoffe wurde nicht nur die Qualität und die Eigenschaften elektronischer Bauteile entscheidend verbessert, sondern es sind dadurch auch eine ganze Reihe neuer Bauelemente hinzugekommen.

Der bekannte Fachjournalist und Fachbuchautor Dipl.-Ing. Lothar Starke hat aus diesem Grunde in seiner Bauelementelehre der Elektronik, die gerade in der 3. Auflage vollstän-

dig überarbeitet erschienen ist, besonders diese neuen Aspekte der Technik einfließen lassen. Es ist damit ein Werk geworden, in dem man nicht nur die Standardbauteile, sondern auch die vielen neuen Bauelemente findet.

Ein kurzer Blick in das Inhaltsverzeichnis zeigt, wie vielfältig und umfassend der Autor die Bauelemente der Elektronik behandelt und dadurch sein Buch von den anderen Büchern abhebt:

Widerstände, Kondensatoren, Spulen und Transformatoren werden in den heutigen Ausführungen beschrieben und in Tabellen übersichtlich dargestellt. Den Halbleiterbauelementen widmet der Autor einen breiten Raum in der Weise, daß er nicht nur die Dioden behandelt, sondern alle Sonderformen der Dioden ebenfalls in ihrer Wirkungsweise erklärt. Er geht dann weiter über zu den Transistoren, FET, Thyristoren in ihren vielfältigen Ausführungsformen, integrierten Schaltungen, magnetfeldabhängigen Bauteilen, optoelektronischen Bauelementen

bis hin zu den numerischen und alphanumerischen Anzeigeeinheiten. Dann folgen die Informationsspeicher mit den heute gebräuchlichen Ausführungsformen und am Ende des Buches werden noch die Röhren mit dem Schwerpunkt bei den Elektronenstrahlröhren behandelt.

Bei allen behandelten Bauelementen beschreibt der Autor in der ihm eigenen sehr flüssigen und leichtverständlichen Art nicht nur die Wirkungsweise und die Ausführungsformen, sondern er bringt sehr viele typische Kennlinien und Kenndaten. Das Buch erhält dadurch den geschätzten Praxisbezug. Durch die vielen am Ende der einzelnen Kapitel angefügten Testfragen, gewinnt das Buch besonders beim Einsatz zum Selbststudium. Das Niveau dieses Buches ist so gehalten, daß es für die Auszubildenden in elektronische Berufe ebenso geeignet ist, wie für Teilnehmer von Fortbildungslehrgängen auf dem Gebiete der Elektronik und für Studierende an Technikerschulen. Za

Firmen-Druckschriften

VDE-Katalog '82

Wie in jedem Jahr legt der VDE-Verlag auch Anfang 1982 sämtliche derzeit gültigen VDE-Normen, zusammengefaßt im VDE-Katalog '82, vor. Der Anwender sieht an der übersichtlichen Einteilung sofort, ob es zu einer VDE-Bestimmung einen gültigen Entwurf gibt. Interessant ist auch der Hinweis auf die evtl. vorrätige englische Übersetzung. Die für den Anwender sicher bedeutsamen Hinweise auf die Kommentare der VDE-Schriftenreihe zu den VDE-Normen sind erstmalig im Anschluß an die jeweilige Norm enthalten. Der VDE-Verlag gibt ein Exemplar kostenlos ab. Für jedes weitere Exemplar wird eine Schutzgebühr von 7,50 DM erhoben.

Durch das in Berlin und Düsseldorf laufend aktualisierte Bildschirmtext-Programm (*661#) ist es für BTX-Teilnehmer schon heute möglich,

zusammen mit dem VDE-Katalog und seinen Ergänzungen stets einen aktuellen Überblick über sämtliche gültigen VDE-Normen zu haben.

Katalog „Elektrische Meßgeräte“

Im neuen Katalog MP 51 „Elektrische Meßgeräte“, Ausgabe 1982, wird das Gesamtprogramm der von Siemens auf dem Markt angebotenen Geräte für Forschung, Entwicklung, Ausbildung und Service vorgestellt. Es wurde durch eine Reihe von Neuheiten ergänzt.

Diese sind u. a. System Controller, Scanner, Zähler sowie Thermizet-Geräte.

Die jeweilige Produktgruppe wurde mit je einem preisgünstigen Gerät der unteren Leistungsklasse ergänzt, was von mancher Service-Werkstatt besonders begrüßt wird.

Der Katalog kann über folgende Adresse kostenlos angefordert werden:

Siemens Infoservice
Postfach 156
8510 Fürth

FUNK-TECHNIK

Fachzeitschrift
für Funk-Elektroniker und
Radio-Fernseh-Techniker

Gegründet von Curt Rint
Offizielles Mitteilungsblatt
der Bundesfachgruppe
Radio- und Fernseh-Technik
Erscheinungsweise: Monatlich

Verlag und Herausgeber

Dr. Alfred Hühlig Verlag GmbH
Im Weiher 10, Postf. 102869
6900 Heidelberg 1
Telefon (06221) 489-1
Telex 04-61 727 hued d

Geschäftsführer:
Heinrich Gefers (Marketing)
Heinz Melcher (Zeitschriften)

Verlagskonten:
PSchK Karlsruhe 485 45-753
Deutsche Bank Heidelberg
0265 041, BLZ 872 70003

Redaktion

Redaktionsanschrift:
FT-Redaktion
Landsberger Straße 439
8000 München 60
Telefon (0 89) 83 80 36
Telex 05-21 54 98 huem d

Außenredaktion:
Dipl. Ing. Lothar Starke
Lindenstraße 61
7992 Tettnang
Telefon: (0 75 42) 88 79

Chefredaktion:
Dipl. Ing. Lothar Starke

Ressort-Redakteur:
Curt Rint
Ständiger freier Mitarbeiter:
Reinhard Frank, Embühren (Hi-Fi)
Wissenschaftlicher Berater:
Prof. Dr.-Ing. Claus Reuber, Berlin

Redaktionssekretariat:
Jutta Illner, Louise Zafouk

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

Vertrieb

Dr. Alfred Hühlig Verlag GmbH
Im Weiher 10, Postf. 102869
6900 Heidelberg 1
Telefon (06221) 489-280
Telex 04-61 727 hued d

Vertriebsleiter:
Peter Bomscheuer

Bezugspreis:
Jahresabonnement: Inland DM 94,- einschließlich MWSI, zuzüglich Versandkosten; Ausland: DM 94,- zuzüglich Versandkosten.
Einzelheft: DM 8,25 einschließlich MWSI, zuzüglich Versandkosten.

Die Abonnementgelder werden jährlich im voraus in Rechnung gestellt, wobei bei Teilnahme am Lastschriftabbuchungsverfahren über die Postscheckämter und Bankinstitute eine vierteljährliche Abbuchung möglich ist.

Bestellung:
Beim Verlag oder beim Buchhandel. Das Abonnement läuft auf Widerruf, sofern die Lieferung nicht ausdrücklich für einen bestimmten Zeitraum bestellt war.

Kündigungen sind jeweils 2 Monate vor Ende des Bezugsjahres möglich und dem Verlag schriftlich mitzuteilen.

Bei Nichterscheinen aus technischen Gründen oder höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz vorausbezahlter Bezugsgebühren.

Anzeigen

Dr. Alfred Hühlig Verlag GmbH
Im Weiher 10, Postf. 102869
6900 Heidelberg 1
Telefon (06221) 489-203
Telex 04-61 727 hued d

Anzeigenleiter:
Walter A. Holzapfel

GGÜlge
Anzeigenpreislste
Nr. 14 vom 1. 1. 1982

Druck
Schwetzinger Verlagsdruckerei
GmbH



grand mit vierern



MX 522
3 1/2-stellig
bis 0,5 % genau



MX 562
3 1/2-stellig
bis 0,2 % genau



MX 563
3 1/2-stellig
bis 0,1 % genau



MX 575
4 1/2-stellig
bis 0,05 % genau

Ein bestechendes Blatt für differenzierteste Multimeter-Anwendungen.

4 preisgünstige metrix-Multimeter mit neuem Bedienungskonzept: **Kombination von Tasten zur Funktionswahl und Zentralschalter** – aber ausschließlich für Bereiche und dafür entsprechend mehr. Mit Überlastungsschutz bis in die höchsten Strombereiche (auch 10 A). Mit Sicherheitsbuchsen.

MX 562 und MX 563 zusätzlich mit Durchgangsprüfung und akustischem Signal.

MX 563 zusätzlich mit Pegelmessungen bis 25 kHz im Bereich -20/+40 dB – Spitzenwertspeicherung und echte Effektivwert-Messung.

MX 575, 4 1/2-stellig, Effektivwert-Messung und Frequenzmessung bis 50 kHz.

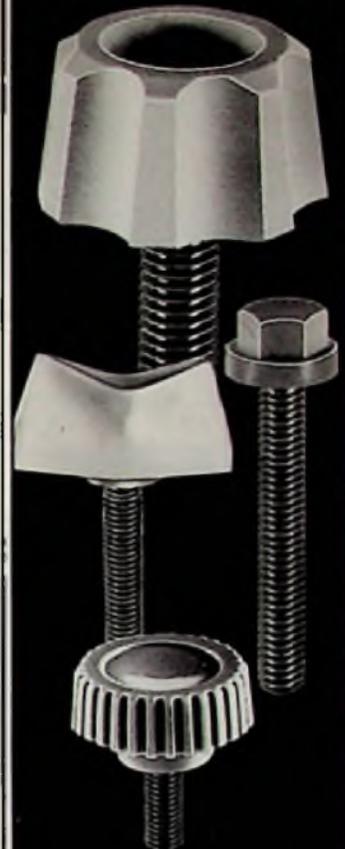
Sie sollten mehr über den Karo-, Herz-, Pik- und Kreuz-Buben von metrix wissen – fordern Sie ausführliche Unterlagen an.

metrix
Postfach 750123 · D-7000 Stuttgart-75
Telefon 0711/47 5046
Telex 7-23062 mrix d

Müller & Weigert GmbH
Kleinreuther Weg 88 · D-8500 Nürnberg
Telefon 0911/3 5020
Telex 6-22 670 muwe d

metrix **m&w**

Meßgeräte **ITT**



BOLLHOFF MEPLAG®

Metallschrauben mit Kunststoffkopf

Kunststoffgriff kombiniert mit Metallgewinde – eine ideale Lösung für häufig zu betätigende Schrauben an modernen Industrieprodukten, korrosionsbeständig, griffsympathisch, farblich angepaßt und serienmäßig in einer Vielzahl von Formen und Größen.



BOLLHOFF & CO

GmbH & Co KG
Archimedesstraße 1-4
4800 Bielefeld 14
Tel. (05 21) 44 82-1 · FS 09 37 345
Wilhelm Böllhoff Ges. m.b.H. Wien

Coupon
Senden Sie mir Unterlagen
über MEPLAG

Anschrift / Abteilung



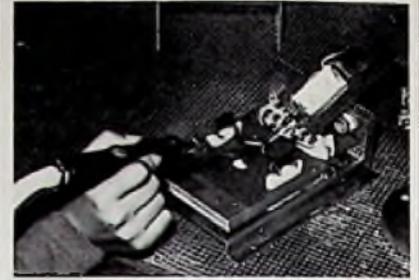
Leister-Kombi mit aufgeschobenem Lötreflektor beim Schrumpfen.
Schrumpfschläuche in allen Grössen und Farben geben Schutz und gutes Aussehen für vielerlei Gegenstände.

Heissluft bis 600 ° C

zum Schrumpfen von PVC- und Teflon-Schläuchen, für Lötvorgänge, in der Elektronik und zum Schweißen von Kunststoff-Platten, Rohren und Folien.

Verlangen Sie kostenlosen Prospekt B 398 und Lieferanten-Nachweis in Ihrer Nähe.

Karl Leister, CH-6056 Kägiswil/Schweiz
Telefon: 004141/665464, Telex: 0045/78305



Leister-Labor-Heissluftgerät beim Schrumpfen von Teflon-Schrumpfschläuchen.
Das 140 g leichte Leister-Labor, ein ideales Gerät beim Schrumpfen, Schrumpflöten, Löten und Entlöten.

Automatische Abisolierzange SES-4010

Eine solide Konstruktion von hoher Präzision, geringem Gewicht und handlicher Ausführung. Sie eignet sich zum Abisolieren von ein- und mehradrigen Drähten und Litzen. Sie entfernt die Isolation in einem Arbeitsgang sicher und schnell, ohne Beschädigung des Leiters. Neun leicht auswechselbare Messersätze aus hochwertigem Werkzeugstahl sind als Standardausführungen lieferbar.



Zum sauberen Abisolieren von teflon-isolierten Leitungen empfehlen wir die speziell für diesen Zweck entwickelte Abisolierzange SES-5011. Ihre extrem breiten, fein gerieften Haltebacken aus Polyamid sorgen für ein sicheres Festhalten der Leitungen ohne Beschädigungsgefahr für die Teflon-Isolation.

Verlangen Sie unser komplettes Programm.



SES-Elektromaterial GmbH
Alte Strasse 22 Postfach 1468
7858 Weil/Rhein
Ruf (07621) 7 30 38 FS 0773925

W. Herzog

Elektrizität und Elektrotechnik

Tell 1:

Grundlagen und Schaltungen
1979, 93 S., 63 Abb., Aufgaben mit vollst. Lösungen, Kunststoffeinfband, DM 17,80
ISBN 3-7785-0514-9

Tell 2:

Elektromagnetische Grundlagen und Wechselstromschaltungen
1979, 162 S., 97 Abb., 100 Aufgaben mit vollst. Lösungen, Kunststoffeinfband, DM 19,80
ISBN 3-7785-0525-4

Hüthig Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH
Postfach 102869 · D-6900 Heidelberg 1

WANTED

(problems)



- Unsere Werkzeuge zeigen nach 300.000 Schnitten keine Verschleißerscheinungen
- DMR produziert Werkzeuge, mit denen Sie Saiten- und Stahlkräfte problemlos schneiden können
- Anfertigung von Spezialwerkzeugen nach Zeichnung
- Die Preise werden Sie überraschen, fordern Sie bitte unseren Prospekt an



DMR® Präzisionswerkzeuge

Vertrieb BRD: Wolfgang Schaeling oHG, Nelkenweg 8,
D-3262 Auetal 2, Tel. 05753/4258, Telex 971711

Aus unserem Lehrbuchprogramm

Klaus Lunze

Einführung in die Elektrotechnik

Lehrbuch für Elektrotechnik als Hauptfach

6., bearb. Aufl. 1978, 320 S., 285 Abb., geb., DM 48,—
ISBN 3-7785-0503-3

Klaus Lunze und Eberhard Wagner

Einführung in die Elektrotechnik

Arbeitsbuch

2., unveränd. Aufl. 1977, 304 S., 318 Abb., 5 Taf., geb., DM 42,—
ISBN 3-7785-0409-6

Hüthig Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH
Postfach 102869 · D-6900 Heidelberg 1

Ihre Fachberater

**Jahrbuch 82
für das
Elektro-
handwerk**

**Jahrbuch 82
für
Elektro-
maschinen-
bau +
Elektronik**

Jahrbuch für das Elektrohandwerk 82

Etwa 450 Seiten, zahlreiche Abbildungen, Tabellen, Diagramme und Schaltungsbeispiele. Taschenbuchformat, flexibler Kunststoffeinband, 12,80 DM (Fortsetzungspreis 10,25 DM; siehe unten), zuzüglich Versandkosten.

Das praxisorientierte Taschenbuch ist seit vielen Jahren ein treuer Begleiter für den Elektro-Fachmann. Wer einmal damit gearbeitet hat, möchte es nicht mehr missen. Dem Elektro-Fachmann in Handwerk, Industrie und Gewerbe wird ein hilfreiches Nachschlagewerk für die tägliche Berufspraxis geboten. Wegen der zahlreichen Änderungen, die sich bei den elektrotechnischen Richtlinien in letzter Zeit ergeben haben, wurde das Jahrbuch vollständig überarbeitet. Somit ist wiederum gewährleistet, daß alle Texte dem letzten Stand der Technik, unter Berücksichtigung aller neuen Bestimmungen, entsprechen. Um eine noch klarere Gliederung zu erzielen, wurde eine neue Kapiteleinteilung vorgenommen. Völlig neu aufgenommen wurde ein Kapitel über Hausgeräte mit Schaltungen und Service-Hinweisen. Jedes Kapitel beginnt mit wichtigen Fachliteratur-Hinweisen. Damit entspricht die Ausgabe 1982 allen Erfordernissen der Praxis.

Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik 82

Etwa 400 Seiten. Mit vielen Schaltbildern, Wickeltabellen, Diagrammen. Taschenbuchformat, flexibler Kunststoffeinband, DM 12,80 (Fortsetzungspreis DM 10,25; siehe unten), zuzüglich Versandkosten. Das „Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik“ enthält alle wichtigen Unterlagen für Elektromaschinenbau und Elektronik, die man in Werkstatt und Betrieb laufend zur Hand haben muß. Die neue Ausgabe 1982 erfüllt wieder alle Ansprüche an einen modernen, praxisbezogenen Fachkalender.

Fortsetzungspreis

Für unsere Jahrbücher bieten wir einen Vorzugspreis an, wenn Sie zur Fortsetzung bestellen. (Dann wird Ihre Bestellung also für 1983 ff. vorgemerkt.) Wir gewähren dann einen Preisnachlaß von 20% auf den jeweils gültigen normalen Verkaufspreis. Im Falle der Ausgabe 82 also statt DM 12,80 / Fortsetzungspreis 10,25. Der Fortsetzungsauftrag kann jährlich bis spätestens 30. 6. für das folgende Jahr gekündigt werden.

Hüthig & Pflaum Verlag

Bestellschein

- Jahrbuch für das Elektrohandwerk 1982, DM 12,80
- Jahrbuch für das Elektrohandwerk 1982, Fortsetzungspreis DM 10,25
- Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik 1982, DM 12,80
- Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik, 1982, Fortsetzungspreis DM 10,25

Vor- und Zuname

Straße Plz/Ort

Datum Unterschrift

Ein senden an:
Hüthig & Pflaum Verlag, Postfach 102869, 6900 Heidelberg 1

KERAMIK VLIES

Das neue Keramik-Isoliermaterial. Kein Asbest!
Schmelzpunkt 1760 °C



Besteht aus wärmebeständigen Fasern hoher Reinheit. Unübertroffen an Festigkeit, ohne daß organische Bindemittel zugesetzt sind.

Eignet sich hervorragend zur Wärmeisolierung. Hohe Elastizität. Hochgradig widerstandsfähig bei mechanischem oder thermalem Stoß. Schalldämmend.

KERAMIK-PAPIER

Das neue Keramik-Isoliermaterial

**verträgt hohe
Temperaturen.**



Dieses Keramikpapier besteht aus wärmebeständigen Fasern von hoher Reinheit (kein Asbest).

- Schmelzpunkt 1760° C
- Läßt sich schneiden, wickeln, rollen, falten
- Hervorragende Stabilität und Gleichmäßigkeit
- Gute dielektrische Festigkeit
- Ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit
- Lieferbar dazu Keramik-Kleber und Härtemittel

Für Versuche liefern wir Probier-Sätze

Hauptsitz Europa:

KAGER Verfahrenstechnik

D-6000 FRANKFURT/M. 61 · Postfach 610324

Telefon: (06104) 5943 und 2098 Telex: 04-17171

Video auf der Weltmesse der Photographie. Dieses Angebot muß Sie interessieren, wenn Sie alle Wachstums-Chancen dieses Marktes wahrnehmen wollen.

In zwei Zentren präsentiert die photokina wichtige Bausteine Ihres Video-Sortiments: Das AV-Zentrum in Halle 13 für die professionellen Anwender unter Ihren Kunden; das gesamte Spektrum für das aktive Hobby-Video-Graphieren in den Rheinhallen.

Und mit dem einen wie dem anderen wächst Ihr Markt.

Kommen Sie im Oktober nach Köln.
Die photokina bringt Sie weiter.

photokina-Fachtagung:

- AV-Praxis '82 – Audiovisuelle Medien in der Praxis, 11.+12.10.82



Bei Insidern berühmt:

Internationale Bilder- und Filmschauen in der Kunsthalle.

Bereits ab 17. September.

Unbedingt ins Besuchsprogramm einplanen!

Coupon

Ausschneiden, ausfüllen und einsenden an:
Messe- und Ausstellungs-Ges.m.b.H. Köln
Postfach 210760, 5000 Köln 21

Senden Sie mir:

- den photokina-Vorkatalog „Video“
(erscheint August '82)

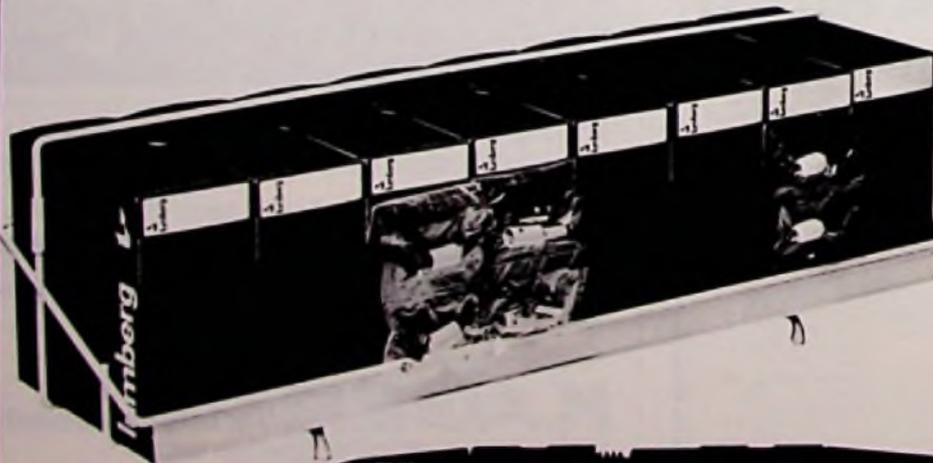
Name und Absender bitte nicht vergessen.

R/FT

lumberg – Qualität die verbindet

Dieser umsatzfördernde Verkaufsständer mit 8 Kartons bietet eine optimale Warenpräsentation bei geringstem Platzbedarf.

Alle Steckverbinder sind im Endlosprinzip verpackt, d. h. sie lassen sich – eingeschweißt in einem Folienstreifen – einzeln herausziehen und abtrennen. Die Ständer können jederzeit nachbestückt werden.



Der Lumberg-Verkaufsständer bietet universelle Aufstellmöglichkeiten.

1. Theken- und Regalaufstellung
2. SB-Lochwand-Aufhängung
3. normale Wandaufhängung



Karl Lumberg GmbH & Co
Gesellschaft für Elektro-Feinmechanik
Postfach 13 60 · Telefon (0 23 55) 83-1
D-5885 Schalksmühle

FT

-Ausgabe Nr. 8
vom August 1982
erscheint am
2. 8. 1982

Wenn Sie

FT

auch als
Werbeträger
nutzen wollen,
bitten wir
bis zum
16. 7. 82 um Ihre
Disposition.

für Kfz. Maschinen, Werbung
PVG-Klebeschilder
FIRMEN-BAU- u. Magnet-Schilder
BICHLMEIER 82 Ro-Kastenau
Erlenweg 17. Tel. 08031/3131

Beilagenhinweis:
Unserer heutigen Ausgabe liegt ein
Prospekt der Fa. Krieg, Heimsheim
bei

Elkoflex

Isolierschlauchfabrik

gewebhaltige, gewebelose, Glas-
seldensilicon- und Silicon-Kautschuk-

Isolierschläuche

für die Elektro-,
Radio- und Motorenindustrie

Werk: 1 Berlin 21, Huttenstr. 41-44
Tel.: 030 / 3 92 30 04 - FS: 0181 885

Zweigwerk: 8192 Geretsried 1
Rotkehlenweg 2

Tel.: 0 81 71 / 6 00 41 - FS: 0526 330

Fragen Sie Ihren Fachhändler
nach **TONACORD-Tonnadeln!**

Schwierig- keiten

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

Auch die Sondertypen
liefern wir preisgünstig neben
dem gängigen Programm!
Schreiben Sie mit
oder ohne Muster an:
TONACORD
233 Eckernförde · Postfach 1444
Tel. 04351/411 22



KÖNIG hat das fast unüberschaubare Geber-Programm auf ganze 74 reduziert! In zwei Gehäuse-Varianten mit der auf dem Markt einmaligen Garantie-Leistung von 2 Jahren. In der Funktion identisch mit den Originalteilen und mit 5 Jahren Großserien-Erfahrung, können Sie sich eigentlich selbst ausrechnen, wieviel Ärger und Zeit Sie sich beim Umtauschen oder Reparieren ersparen!

Im Typenvergleichs-Katalog (kostenlos!) oder per Telefon erfahren Sie alles über die kleine Revolution in Ihrem Service. Auch direkt über den Fachhandel.

Lieferung über Ihren Fachgroßhändler und im Ausland über Claus Grothusen OHG, Saalachstr. 40, A-5020 Salzburg
Van Alphen-Bilthoven B.V., Hobbemalaan 11, NL-3723 Bilthoven
AMEX-Elektronik AG,
Fellerstr. 11, CH-3027 Bern
KÖNIG ELECTRONIC,
Steinstr. 1-5, 6101 Reichelsheim

KÖNIG

ELECTRONIC

DIE GROSSE EUROPÄISCHE PARADE

Musikinstrumente, P.A. Systems, Hi-Fi Anlagen,
Ausstattungen für Discotheken und für Radio-u. Fernsehsender,
Musikaufnahmen, Videosysteme, Fernseh-u. Unterhaltungselektronik



2-6 september 1982 mailänder messegelände

Hallen 16-17-18-19-20-21-26-41F-42

Generalsekretariat
SIM-HI-FI-IVES:
Via Domenichino, 11
20149 MILANO (Italia)
Tel. (02) 49.89.984
Fernschreiber 313627 gexpo I

SIM HI-FI IVES

Eingang: Porta Meccanica (P.zza Amendola)
Porta Edilizia (Viale Eginardo)
Geöffnet: 9,00-18,00
Tage für das Publikum: 2-3-4-5 September
Tag für Fachbesucher: 6 September
(ohne Zulassung des Publikums)

16. internationale fachmesse für musik, hi-fi, video und unterhaltungselektronik

Eichen und Überprüfen von Widerstands-Thermometern

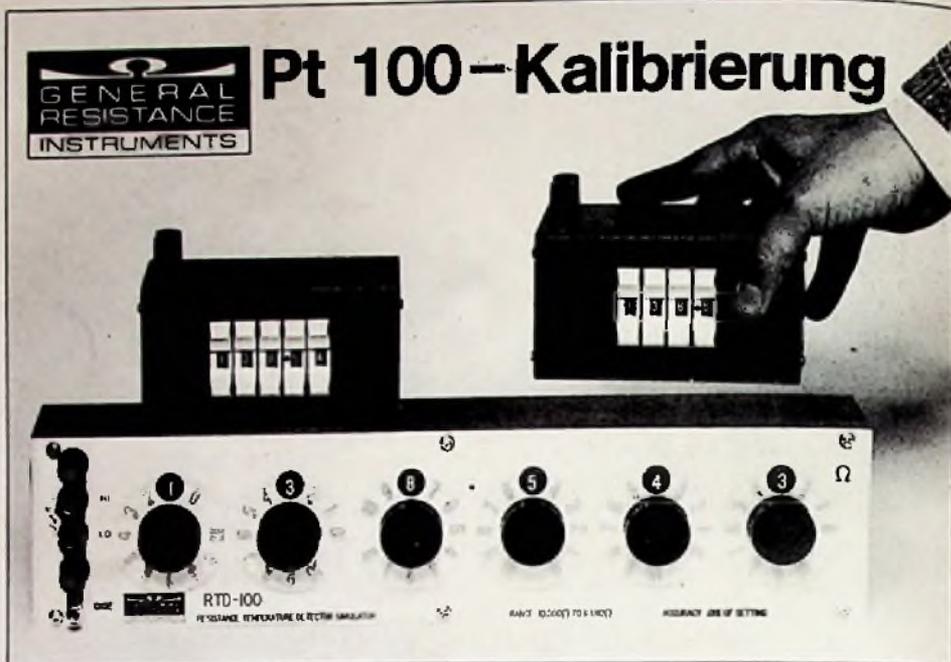
- Temp-Cal Serie zum genauen Quick-Check in der Anlagenwartung mit 10 Festtemperaturen Ihrer Wahl
- RTD-200 zum präzisen Abgleich aller Meß- und Überwachungssysteme, Absolutgenauigkeit $\pm 0,02\%$
- RTD-100 zur hochgenauen Kalibrierung im Eichlabor, Absolutgenauigkeit $\pm 0,01\%$
- höchste Langzeitstabilität garantiert bei allen Geräten zuverlässige Ergebnisse auf Jahre hinaus



40

ZIEGLER-Instruments GmbH & Co.
 Bereich Meßtechnik

4050 Mönchengladbach 2, Postf. 510, Tel. 02166-80091



Multimeter, Universalzähler, Thermometer und Spannungsquelle

- 4 1/2-stelliges Multimeter: Auflösung 10 μV bei DC und AC, 10 n A bei DC und AC, 10 m Ω
- 6-stelliger Universalzähler: Frequenz bis 30 MHz; Perioden- und Pulsbreiten von 1 μs ... 100 s, Ereignisse
- Thermometer -30 ... +200°C, Auflösung 0,1°C; flexibler Fühler für schwer zugängliche Stellen (z.B. Bauteile-Temperatur in Schaltungen) im Lieferumfang
- Variable Spannungsquelle 10mV ... 10 V, belastbar bis 100 mA; galvanisch vom Meßteil getrennt, deshalb gleichzeitig Speisen und Messen möglich. Einstellgenauigkeit <20 mV mit 10 Gang-Poti oder 1 mV durch Messen
- Attraktiver Preis: DM 1 990,- + MwSt.



61

ZIEGLER Instruments GmbH & Co.

4050 Mönchengladbach 2, Postfach 510, Tel. 02166-80091



Multifunktionsmeter MF 10

Gleich- und Wechselspannungs- u. -strom-Generator

- Spannung: 1 mV ... 1100 V (10 VA)
- Strom: 1 μA ... 5 A (5 V Bürde)
- Genauigkeit: Spannung 0,05 % v.Mw. + 0,05 % v.Ew.
 Strom 0,1 % v.Mw. + 0,1 % v.Ew.
- Frequenzen f. Wechselstrom/-spannung: 50, 60, 400 Hz oder ext. Referenzfrequenz
- kurzschluß- und überlastfest
- ideal geeignet für Prüffeld und Labor
- direktes Ablesen des prozentualen Fehlers von Meßinstrumenten möglich.



62

ZIEGLER Instruments GmbH & Co.

4050 Mönchengladbach 2, Postfach 510, Tel. 02166-80091



AC/DC-Kalibrator 828