

A 3109 D

BERLIN

FUNK- TECHNIK

BECKER DR.OPT.

14 1974

2. JULIHEFT

wir sind ganz schön gewachsen

WIFONA

Ein Unternehmen, das sich ganz schön gewachsen hat und wir, die WIFONA, sind stolz darauf.

Mit unserer neuen Produktion...

...haben wir die Produktion unserer Produkte auf ein neues Niveau gehoben. Für Preis und Qualität.

Von der Entwicklung bis zur Fertigung alles unter einem Dach.

Stetige Erweiterung der Fertigungsanlagen sichert die Bedarfsdeckung und den termingerechten Vertrieb unserer Produkte an den Fachhandel.

Jetzt wissen Sie schon ein wenig über uns. Wir würden uns freuen, wenn Sie noch mehr von uns wissen wollen!

Dürfen wir Sie kennenlernen?

Ich wünsche ausführliche Information

Name:

Härten Sie diesen
Coupon an Ihren
Briefbogen und
senden ihn heute
noch ab.

WIFONA

8591 Wiesau/Opf.
Postfach 1214



WIFONA

gelesen · gehört · gesehen	484
FT meldet	486
Funk im Alltag	487
Integrierte Schaltungen Die Entwicklung der integrierten Schaltungen für die Unterhaltungselektronik	488
Fünfzig Jahre Radiotechnisches Werk Richard Hirschmann	490
Persönliches	490
Flüssigkristalle für die Elektronik	491
FT-Informationen	494
Frequenzumsetzer in Fernseh-Großanlagen	495
Datenverarbeitung Holographische Massenspeicher	497
Fertigungstechnik Laser-Trimming von Dickschicht-Widerständen	501
Transistor-Array CA3095 mit datengleichem Super-Beta-Transistorpaar	504
Meßtechnik Elektronische Meßzerhacker	505
Einfacher Längstwellenempfänger für 40...120 kHz	507
Für Werkstatt und Labor	509
Patentrecht Änderungen im Patentwesen	510
Stromversorgung Eisenloser Gleichspannungswandler 6 V auf 12 V	511
FT-Bastel-Ecke Quadro-Stereo-Anschlußgerät für Lautsprecher und Kopfhörer	513
Neue Bücher	514

Unser Titelbild: Die neuen *Siemens*-Kanalumsetzer der Bauweise „7 R“ enthalten elektromechanische Filter, deren Resonatoren bis auf geringfügige Längenunterschiede gleich sind. Ihr Abgleich erfolgt durch Materialabtrag an den Resonatorenenden mit Hilfe von Laserstrahlen. (Aufnahme: *Siemens*)

Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1. Berlin 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141-167. Tel.: (0 30) 4 11 60 31. Telex: 01 81 632 vrfkt. Telegramme: Funktechnik Berlin. Chefredakteur: Wilhelm Roth; Stellvertretender Chefredakteur: Dipl.-Ing. Ulrich Radke, sämtlich Berlin. Chefredakteur: Werner W. Diefenbach, 896 Kempten 1, Postfach 14 47, Tel. (08 31) 6 34 02. Anzeigenleitung: Dietrich Gebhardt; Chefredakteur: B. W. Beerwirth, sämtlich Berlin. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH: Postscheckkonto Berlin West 76 64-103; Bank für Handel und Industrie AG, 1. Berlin 65, Konto-Nummer 2 191 854 (BLZ 100 800 00). Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 3,- DM. Auslandspreise lt. Preisliste (auf Anforderung). Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Leserkreis aufgenommen werden. Nachdruck – auch in fremden Sprachen – und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. – Satz und Druck: Druckhaus Tempelhof, 1. Berlin 42.

NiCd-Akkumulatoren von einem der größten Batterie-Hersteller der Welt: DAIMON.

- DAIMON NiCd-Akkus kann man tausende Male laden und entladen.
- Sie brauchen nicht gewartet zu werden.
- Sie sind in der Lage, hohe Entladeströme abzugeben.
- Selbst bei extremen Temperaturbedingungen sind die DAIMON NiCd-Akkus ein-satzfähig (weil sie mit Sinter-elektroden ausgestattet sind).
- Absolut stoß- und rüttelfest.
- Ein sich selbstschließendes Sicherheits-ventil garantiert die lange Lebensdauer.
- Alle DAIMON NiCd-Akkus sind in jeder Lage zu laden, zu entladen und zu lagern.

Umfangreiches Informationsmaterial erhalten Sie von DAIMON GMBH, Abteilung VK/NC-Technik, 5 Köln 30, Postfach 300 420.





Internationale Funkausstellung 1975 Berlin

Am 21. Juni 1974 fand in Berlin die konstituierende Sitzung des Ausstellungs-Ausschusses der Internationalen Funkausstellung 1975 Berlin (29. August bis 7. September 1975) statt. Nach vorausgegangenen Besprechungen verschiedener Arbeitsgruppen wurden bei dieser Sitzung des Ausstellungs-Ausschusses alle mit der Internationalen Funkausstellung 1975 Berlin zusammenhängenden Fragen besprochen.

18. FIrato

Vom 30. August bis 8. September 1974 findet im RAI-Ausstellungszentrum in Amsterdam die 18. Internationale Radio- und TV-Ausstellung FIrato statt. Das Ausstellungsprogramm umfaßt Rundfunk- und Fernsehgeräte, Tonbandgeräte, Plattenspieler, Schallplatten, Tonbänder, Kassetten und elektronische Musikinstrumente. Vor der Eröffnung der Ausstellung für das Publikum wird am 29. August 1974 ein Händlertag abgehalten.

750 Philips-Fernsehgeräte für die Fußball-WM-Berichterstattung

Für die Spiele der 10. Fußball-Weltmeisterschaft wurden in den neun WM-Stadien 550 Kommentatorplätze eingerichtet, die sämtlich mit 31-cm-Schwarz-Weiß-Portables der Philips-„Philetta“-Serie „12 B 310/312“ ausgestattet waren. Darüber hinaus wurden in den Pressezentren und der DOZ-Zentrale in Frankfurt a. M. rund 200 Philips-Farbfernsehgeräte aufgestellt.

NTG sucht Beiträge zum rechnergestützten Schaltungsentwurf

Der Fachausschuß „Lineare und nichtlineare Netzwerke“ der Nachrichtentechnischen Gesellschaft im VDE (NTG) plant für den 13. und 14. März 1975 in Stuttgart eine Fachtagung mit dem Thema „Methoden und Verfahren zum rechnergestützten Schaltungsentwurf“. Zu diesem Thema werden aktuelle Beiträge von 20 bis 30 Minuten Dauer erbeten; auch solche in englischer Sprache sind zugelassen. Vortragsmeldungen mit einer Inhaltsangabe von etwa einer Schreibmaschinenseite erbittet bis spätestens 20. September 1974 der wissenschaftliche Tagungsleiter, Dr.-Ing. Kurt A n t r e i c h, per Adresse AEG-Telefunken, 715 Backnang, Gerberstraße 31-35.

Kunstkopf-Stereophonie im Sprachlehrprogramm

Die Arbeitsgemeinschaft Deutsche Sprechtechnik, Düsseldorf, hat ein 6stündiges Sprecherziehungsprogramm auf Tonband herausgebracht, das zum Sprechen der gehobenen deutschen Umgangslautung und der deutschen Hochlautung führen soll. Dieses Programm wird durch eine einstündige Kunstkopf-Stereo-Aufnahme ergänzt, auf der die „häufigsten Sprechfehler in der deutschen Aussprache“ genannt und korrigiert werden.

Piezokeramisches 5,5-MHz-Filter „FP4 PO12“

Für den Einsatz im Ton-ZF-Verstärker von Fernsehgeräten entwickelte die CRL Electronic Bauelemente GmbH das piezokeramische Filter „FP4 PO12“. Einige Daten: Mittelfrequenz 5,5 MHz, Frequenztoleranz ± 50 kHz, Bandbreite > 180 kHz bei 3 dB und < 550 kHz bei 20 dB, Durchlaßdämpfung < 5 dB.

Labornetzgerät „11600“

Neu im Sortiment der Münchener Firma Edotronik ist das Labornetzgerät „11600“. Es liefert drei erdfreie Ausgangsspannungen mit getrennter Masse (+15 V, -15 V und +5 V) und ist zur Versorgung aller digitalen und analogen Schaltungen, speziell von analogen Rechenschaltungen, geeignet. Die Änderung der Ausgangsspannungen ist $\leq 1 \cdot 10^{-5}$ (bei $\pm 10\%$ Netzänderung) beziehungsweise $\leq 2 \cdot 10^{-5}$ (10 ... 100 % Laständerung). Der Preis liegt bei etwa 540 DM für die Grundausführung.

Zeigermultimeter „MX 225 A“

Das Metrix-Multimeter „MX 225 A“ zeichnet sich durch große Empfindlichkeit und robusten Aufbau aus. Es ist zwar nicht mit einem Schutzautomaten ausgerüstet, jedoch

wurde durch überdimensionierte Bauelemente sowie verschiedene Schutzschaltungen erreicht, daß kurzzeitige Überlastungen (zum Beispiel durch 220 V Netzspannung) in allen Bereichen das Gerät nicht beschädigen können. Das Multimeter „MX 225 A“ hat einen Innenwiderstand von 1 MOhm/V (Verbrauch etwa 10 μ A) und ist für folgende Messungen geeignet: Gleichspannung 50 mV ... 1000 V, Wechselspannung 3 V ... 1000 V ($f = 30$ Hz ... 20 kHz), Gleichstrom 10 μ A ... 10 A, Widerstand 1 Ohm ... 20 MOhm.

Integrator „CRS 201“

Neu bei Infotronics Ltd. (deutsche Vertretung: Techmation) ist der Integrator „CRS 201“. Eine Besonderheit dieses Geräts ist die Speicherkapazität von vier Programmen mit je 64 Korrekturfaktoren zur Gewichts-, Volumen- oder auch Flächenprozentberechnung. Zur Prozeß-Chromatographie dienen zeitlich vorprogrammierte Steuerausgänge über Relaiskontakte für den Gas-Chromatographen. Die Auswertung von beliebig vielen Peaks auf negativ oder positiv verlaufender Basislinie ist möglich.

Vielfachmeßgerät „Metravo digital“

Neu bei Metrawatt ist das Digital-Multimeter „Metravo digital“ mit 3½-stelliger Anzeige. Es hat 30 Meßbereiche zur Messung von Gleichspannung, Gleichstrom, Wechselspannung, Wechselstrom und Widerständen. Die Meßbereichswahl erfolgt mit einem Drehschalter. Die Grundgenauigkeit ist $\pm 0,1\%$ vom Endwert ± 1 Digit und die Auflösung 100 μ V, 1 nA beziehungsweise 0,1 Ohm. Das Gerät arbeitet am Netz und am Akku; das eingebaute Netzteil ist gleichzeitig Ladegerät für den Akku. Der Anbieter nennt einen Preis von 890 DM ohne Mehrwertsteuer.

CRL-Drahtdrehwiderstände-Sortiment

Das Programm der CRL Electronic Bauelemente GmbH an Drahtdrehwiderständen wurde ergänzt. Neuerdings sind lieferbar: Präzisions-Ringpotentiometer in Einzel- und Mehrfachanordnung (auf Wunsch mit mehreren Anzapfungen), Präzisions-Wendelpotentiometer bis zu 10 · 360° Drehwinkel sowie bewickelte Widerstandselemente („slidewire“) bis zu 1 m Länge mit rechteckigem oder rundem Trägerkörper als Linearregler für Weggeber usw.

Neuer feinbahniger Goldleiter „9260“

Mit dem Material „9260“ hat Du Pont einen Dickfilm-Goldleiter auf den Markt gebracht, der helle, dicht eingebrannte Schichten, eine ausgezeichnete Bahntrennung, hohe Leitfähigkeit sowie erstklassige Beam-Lead-, eutektische Plättchen- und Drahtkontaktierungen ermöglicht. Der neue Goldleiter eignet sich besonders für die Verwendung bei mehrschichtigen elektronischen Miniaturbauteilen, die eine lötfreie Verbindungstechnik erfordern.

Mechanische Miniaturbauteile für die Elektronik

TWK-Elektronik, Düsseldorf, fertigt serienmäßig Lötstützpunkte, Schaltbrücken und Abstandsbolzen in zahlreichen Varianten. Darüber hinaus enthält das Programm isolierte und nichtisolierte Prüfbuchsen sowie Miniaturstecker und Verbindungsleitungen. Für Labor und Musterbau werden komplette Standard-Sortimente geliefert.

Satellitensystem für den inneramerikanischen Fernmeldeverkehr

Die GTE-Tochter GTE Satellite Corporation hat vom US-Bundesamt für das Fernmeldewesen den Zuschlag für die Einrichtung eines Satellitenfunksystems für den Fernmeldeverkehr im Bereich der Vereinigten Staaten erhalten. Das geplante Mehrzweck-Satellitensystem, das 1975 in Betrieb genommen werden soll, ist für den zivilen Sektor bestimmt und wird für die Übertragung von Signalen aller Art ausgelegt, darunter Telefon, Fernschreiben, Faksimile und Datenübertragung sowie Farb- und Schwarz-Weiß-Fernsehsignale. Zum System gehörige Erdfunkstellen sollen in Kalifornien, Florida, Hawaii, Indiana und Pennsylvania eingerichtet werden. Für die Verbindung dieser Stationen untereinander ist ein Satellit vorgesehen, der in 35 880 km Höhe über dem Äquator in Stellung gebracht wird. Die Gesamtinvestitionskosten für das Projekt werden auf über 52 Mill. \$ geschätzt.



Lautfernsprecher jetzt als einfacher Hauptanschluß

Die Deutsche Bundespost führte mit Wirkung vom 1. Juli 1974 den bisher nur als private Zusatzeinrichtung zugelassenen Siemens-Lautfernsprecher „masterset 121“ als „Sprechapparat besonderer Art“ zur Verwendung bei einfachen Hauptanschlüssen sowie in post- und teilnehmer-eigenen Nebenstellenanlagen ein. Der „masterset 121“ ist das einzige derartige Gerät, das die Deutsche Bundespost verwendet. Die Gebühr für einen solchen Lautfernsprecher als einfache Hauptstelle beträgt zusätzlich zur Hauptanschluß-Grundgebühr monatlich 37,70 DM. Mit Zusatzspeisegerät (erforderlich, wenn der Leitungswiderstand 600 Ohm übersteigt beziehungsweise der Schleifenstrom unter 29 mA liegt) erhöht sich die Gebühr auf 45 DM.

Neues Lasersystem verbessert Genauigkeit der Erfassung von Satellitenpositionen

Die Entwicklung und den Bau eines neuen Laser-Entfernungsmeßsystems hat RCA angekündigt. Es soll die genauere Erfassung von Satellitenpositionen auf Erdumlaufbahnen ermöglichen. Das „Laser Range Tracking System“ (LRTS) genannte System soll zusammen mit einem Radarsystem des Typs „AN/FPQ-6“ auf der NASA-Beobachtungsstation Wallops/Virginia/USA installiert werden. Nach Max Lehrer, Vizepräsident und General-Manager der RCA Missile and Surface Radar Division in Moorestown/New Jersey/USA könnte die Kombination dieser beiden Systeme eines der präzisesten Ortungssysteme der Welt sein.

Im Betrieb arbeiten die beiden Systeme so zusammen, daß das Radargerät das Ziel erfaßt und verfolgt und das Lasersystem automatisch auf das Ziel ausrichtet. Der Laser sendet scharf gebündelte Lichtimpulse zum Satelliten, die von Reflektoren wieder zum LRTS zurückgeschickt werden. Dort werden sie von der Empfangsoptik auf-

genommen und dem Entfernungmeßsystem zugeleitet, das die genaue Entfernung zum Satelliten ermittelt. Der weniger scharf gebündelte Radarstrahl ermöglicht eine leichtere Erfassung des Satelliten. Dadurch kann das LRTS das Ziel über einen längeren Zeitraum hinweg verfolgen und eine größere Anzahl von Entfernungsmessungen durchführen.

Hohlleiter „A 82“ im Einsatz

Weil die Kabelverbindung zwischen dem ORTF-Fernsehstudio, Cognac Jay, und dem Richtfunkkreuz Buttes Chaumont (Ausgangspunkt der Strecken nach Straßburg, Lille, Brest und dem Süden) voll ausgelastet ist, werden jetzt über eine Richtfunkverbindung vom Eiffelturm zum Richtfunkkreuz Buttes Chaumont die drei Fernsehprogramme (Bild und Ton) übertragen. Die Anlage wurde von der *Télécommunications Radioélectriques et Téléphoniques (TRT)* im Auftrag der ORTF mit dem Richtfunksystem „ETTH 8000“ aufgebaut. Für dieses System hat AEG-Telefunken den biegsamen trommelbaren Aluminiumhohlleiter „A 82“ mit elliptischem Innenquerschnitt für den Frequenzbereich 7,7...8,5 GHz entwickelt, mit dem die Verbindung vom Betriebsgebäude zum Antennenstandpunkt oberhalb der ersten Aussichtsplattform des Eiffelturms hergestellt wird.

Neuer Gesamtkatalog „Audio-Video-Technik“

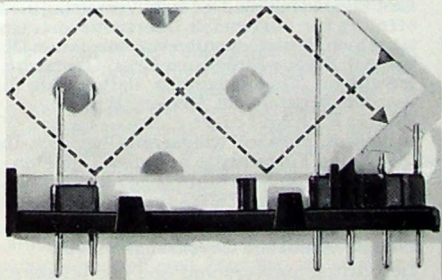
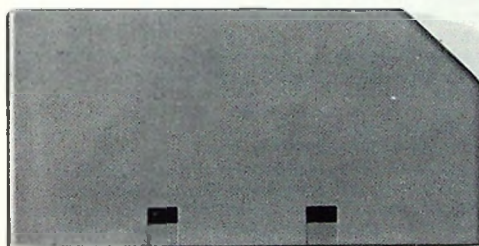
Einen neuen Gesamtkatalog für den Vertriebsbereich „Audio-Video-Technik“ hat *Philips Elektronik Industrie*, Hamburg, jetzt veröffentlicht. Auf über 80 Seiten wird das Vertriebsprogramm, das die Bereiche Elektroakustik, professionelle Magnetbandgeräte, technisches Fernsehen, Sprechanlagen, Personensuchanlagen sowie Technik in Unterricht und Ausbildung umfaßt, ausführlich dargestellt.

Valvo Verzögerungs- leitung DL 50

für Farbfernsehempfänger.

Welche Eigenschaften erwarten Sie von einer Ultraschall-Verzögerungsleitung? Wenn Sie Kontinuität der elektrischen Eigenschaften, hohe Lebensdauer und ausgezeichnetes Temperatur- und Feuchteverhalten erwarten, so haben Sie mit der Verzögerungsleitung DL 50 von VALVO die richtige Wahl getroffen.

Kurzdaten: Phasenlaufzeit $63,943 \pm 5 \times 10^{-3} \mu s$
Durchlaßbereich $\leq 3,43 \dots \geq 5,23$ MHz
Eingangsspannung max. 15 V
Echodämpfung ≥ 22 dB
Betriebsdämpfung 8 ± 3 dB
Flammwidriges Gehäuse nach UL 94 SE-I



Q 0774/1209

Weitere Informationen
erhalten Sie unter
Bezug auf Nr. 1209 von

VALVO GmbH
Artikelgruppe Fernsehenteile
2 Hamburg 1 Burchardstraße 19
Telefon (040) 32 96-445



VALVO

Bauelemente
für die gesamte
Elektronik

Honeywell Bull-Gesellschaftskapital erneut aufgestockt

Von 165 Mill. auf jetzt 200 Mill. DM hat die *Honeywell Bull GmbH*, Köln, ihr Gesellschaftskapital erhöht; das ist die sechste Kapitalaufstockung seit 1970. Die Geschäftsleitung des Unternehmens begründete die Verbreiterung der Stammkapitalbasis mit der zu erwartenden Ausweitung des Geschäftsvolumens nach Einführung der neuen Computer-Serie „60“ auf dem deutschen Markt. Die Kapitalerhöhung der GmbH steht ferner im Einklang mit dem Umsatz- und Gewinnwachstum des Konzerns, der 1973 eine Umsatzsteigerung von 21 % und eine Gewinnerhöhung von 22 % (im Vergleich mit 1972) erreichte.

Comsat-Entwicklungsauftrag für AEG-Telefunken

AEG-Telefunken erhielt einen Entwicklungsauftrag der amerikanischen *Comsat* für einen neuen Wanderfeldröhrenverstärker. Wesentliche Daten des für den Frequenzbereich 3,7 ... 4,2 GHz zu entwickelnden Verstärkers sind ein auf 39 % verbesserter Wirkungsgrad, die Möglichkeit des „dual-mode“-Betriebs mit verschiedenen Ausgangsleistungen sowie geringe lineare und nichtlineare Verzerrungen.

Graetz produzierte das viermillionste Fernsehgerät

Im Bochumer Fernsehgerätewerk von *Graetz* lief vor kurzem das viermillionste Fernsehgerät vom Band. Es wurde – wie auch andere „Jubiläumsgeräte“ in früheren Jahren – in einer Betriebsversammlung unter den Mitarbeitern des Werkes verlost. Die ersten Fernsehgeräte verließen bereits 1956 die Bochumer Produktionsstätte. 1962 konnte das einmillionste Fernsehgerät gefertigt werden, dem 1966 das zweimillionste und 1971 das dreimillionste folgten.

Motorola kündigte Preissenkungen an

Motorola kündigte jetzt eine erhebliche Reduzierung der Preise für CMOS-Schaltungen der Serie MC 14500 und für emittergekoppelte Logikschaltungen der Serie MECL 10 000 an. Diese Preissenkung ergibt sich aus verbesserten Prozeß- und Produktionstechniken sowie steigendem Fertigungsvolumen.

Schroff auf dem Wege zur Zentralisierung

Die *Schroff GmbH* hat jetzt mit ihrem dritten Bauabschnitt begonnen. Im Hauptwerk Straubenhardt-Feldrennach wird ein Bau mit etwa 2000 m² die bisherigen 6000 m² Produktionsfläche (davon 4000 m² 1973 erstellt) ergänzen. Hier werden die Verwaltung, die EDV und die Fertigung von elektronisch geregelten Stromversorgungsgeräten untergebracht. Bis Ende 1974 wird der Umzug von Karlsruhe nach Feldrennach abgeschlossen und damit die angestrebte Zentralisierung erreicht sein.

Schlumberger-Westons Dual-Slope-Patentklage hatte Erfolg

Nach zweijährigen Verhandlungen hat das amerikanische Unternehmen *Weston Instruments*, das zum *Schlumberger*-Konzern gehört, einen Patentstreit gegen die kalifornische Firma *Data Technology* gewonnen. Die Streitigkeiten bezogen sich auf das von *Schlumberger-Weston* angemeldete Analog-Digital-Umsetzverfahren (US-Patent 3,051,939), das als Dual-Slope-Verfahren oder als Zweifach-Integrationsverfahren von vielen Firmen bei Digitalmeßgeräten verwendet wird. *Data Technology* ist jetzt verpflichtet, Lizenzgebühren für die bisher produzierten und alle zukünftigen eigenen Geräte zu zahlen, die mit dem Dual-Slope-Verfahren arbeiten.

Saba-Management besuchte Facheinzelhandel

Auf einer Informationsreise durch die Bundesrepublik unterrichteten der geschäftsführende Gesellschafter der *Saba-Werke GmbH*, Dipl.-Kaufmann Hermann Brunner-Schwer, der stellvertretende Geschäftsführer für den technischen Bereich, Dr. Oswald Hake, und der Leiter des Geschäftsbereiches Marketing und Vertrieb, Helmut Reinauer, in zehn Großstädten den geladenen *Saba*-Facheinzelhandel über Unternehmenspolitik, Produktfragen und Fertigungsprobleme. In gegenseitiger Aussprache konnten nicht nur aktuelle Details der täglichen Geschäftsabwicklung, sondern auch Grundfragen der Fachhandelsentwicklung erörtert werden. Im Vordergrund standen Fragen der Qualität, des Service und der Vertriebspolitik. Die

seit Jahren von *Saba* konsequent praktizierte Vertriebsbindung wurde vom Fachhandel überall einhellig bejaht.

AKG lädt Meßtechniker ein

Die *AKG*, München, hat einen dreitägigen Schulungskursus für Meßtechniker von Rundfunk, Fernsehen, Film und Schallplatte abgehalten, bei dem das digitale Verzögerungsgerät „TDU 7202“ demonstriert wurde. Eine Wiederholung des Kurses ist geplant; Interessenten können sich bei der *AKG*, 8 München 60, Bodenseestraße 226-230, anmelden.

Gutes Tonträgergeschäft zum Jahresanfang

Die im Bundesverband der Phonographischen Wirtschaft e. V. zusammengeschlossenen deutschen Tonträger-Firmen haben für das erste Quartal dieses Jahres durchweg erfreuliche Umsatzzahlen gemeldet. Der Optimismus der ersten drei Monate wird jedoch dadurch getrübt, daß das Geschäft seit April erheblich zurückgegangen ist.

1973er Tonträgerumsätze in den USA

Nach dem Bericht der Recording Industry Association of America (RIAA) sind in den USA die Umsätze von Schallplatten und bespielten Tonbändern im Jahre 1973 auf 2017 Mrd. \$ gestiegen, was eine Steigerung von 4,8 % gegenüber dem Vorjahr (1972 Mrd. \$) bedeutet. Dabei erfolgte die Umsatzsteigerung bei bespielten Tonbändern ausschließlich bei Cartridges (8-Spur-Kassetten); bei MusiCassetten und bespielten Spulentonbändern gingen die Umsätze um 25 beziehungsweise 50 % zurück.

Discountboom in Großbritannien

In Großbritannien macht sich der Trend zum Discountverkauf in der Branche immer stärker bemerkbar. Discounthändler machten im vergangenen Jahr über 27 % des Branchengesamtumsatzes; ihr Anteil am Hi-Fi-Markt betrug sogar 40 %. Dies sind einige Ergebnisse einer neuen Studie, die sich mit dem Markt für Rundfunk- und Tonbandgeräte sowie Plattenspieler aller Art in Großbritannien befaßt. Die unter dem Titel „Audio Equipment Distribution“ erschienene Untersuchung zeigt, daß Warenhausketten und Discounthändler die größten Zuwachsraten in der Branche aufweisen, während der unabhängige Einzelhandel kaum in den Genuß des Booms auf dem Elektrogerätemarkt kam und immer geringere Gewinnspannen in Kauf nehmen mußte. An der Spitze der britischen Elektro-Discounthändler steht mit weitem Abstand die Firma *Comet Radiovision Services*, die 1973 einen Umsatz an Rundfunk- und Tonbandgeräten sowie Plattenspielern in Höhe von etwa 25 Mill. £ (etwa 158 Mill. DM) machte. Der Boom des Discounthandels ruft sowohl bei Herstellern als auch beim Einzelhandel wachsende Besorgnis hervor.

2. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft

Die 2. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG) findet in diesem Jahr vom 15. bis 17. Oktober 1974 in München, Technische Universität, statt. Vorgesehen sind für die sechs Halbtage die Gebiete Videotechnik (2 Halbtage), Kinotechnik, Übertragungstechnik und Empfängertechnik. Der erste Vormittag bleibt neben der Eröffnung für allgemeine Übersichtsvorträge reserviert. Die einzelnen Gebiete werden von berufenen Diskussionsleitern betreut, die zur Einleitung einen Übersichtsvortrag für den jeweiligen Themenbereich halten. Als Diskussionsleiter wurden berufen die Herren Bruch Groll, Großkopf, Schönfelder, Theile und Tümmel. Auch in diesem Jahre soll wieder ein Überblick über aktuelle Probleme und Fortschritte auf allen Gebieten der Technik des Fernsehens und des Films gegeben werden. – Die Mitgliederversammlung der FKTG findet am Abend des 16. Oktobers 1974 statt.

Energietechnische Gesellschaft im VDE

Der Gründungsvorstand und der Wissenschaftliche Beirat der im Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) ins Leben gerufenen Energietechnischen Gesellschaft (ETG) haben sich anlässlich der 1. ETG-Fachtagung konstituiert. Es sind: Gründungsvorsitzender Dr.-Ing. Konrad Geigenmüller, Berlin, stellvertretender Vorsitzender Professor Dr.-Ing. Robert Jötten, Darmstadt, und Geschäftsführer Dr.-Ing. Archibald Grütz, Frankfurt.

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

RUNDFUNK
FERNSEHEN
PHONO
MAGNETTON
HI-FI-TECHNIK
AMATEURFUNK
MESSTECHNIK
HALBLEITER
ELEKTRONIK

**FUNK-
TECHNIK**

Funk im Alltag

Funkdienste sind in den letzten Jahren immer umfangreicher und wichtiger geworden. Sie bewähren sich täglich als zuverlässige Helfer, so daß man sagen kann, Sicherheit ohne Funk als Führungs- oder Hilfsmittel ist heute undenkbar. Allgemein setzt man Funkverbindungen überall dort ein, wo eine leitungsgebundene Nachrichtenübertragung unmöglich ist oder wo es auf schnelle Hilfeleistung ankommt.

Eine der bekanntesten Anwendungen des Funkverkehrs ist die Einsatzlenkung der Streifenwagen der Polizei. Notrufe aus der Bevölkerung gehen bei den Einsatzzentralen ein und werden an den nächsten verfügbaren Funkwagen weitergeleitet, der ständig mit der Zentrale Verbindung hat. Allerdings ist die Zahl der zur Verfügung stehenden Funkkanäle begrenzt. Man muß sie ökonomisch einsetzen, indem man beispielsweise routinemäßige Informationen codiert weitergibt. Diese Codierung von Standardinformationen ist durch Zuordnen von Ziffern und Zifferncombinationen möglich. Jeder Ziffer entspricht dann eine im Sprachübertragungsbereich liegende Frequenz, mit der man die Sendefrequenz kurzzeitig moduliert. Das Funkgerät im Fahrzeug hat zusätzlich eine elektronische Schaltung zum Codieren mit Ziffernfolgen und zur Modulation der Sendefrequenz. Mit einer Decodierschaltung auf der Empfangsseite in der Zentrale werden die Kurztelegramme ausgewertet. Im Zusammenhang damit wird der Zugriff zu Datenbanken über Funk immer dringlicher, damit man an Ort und Stelle Überprüfungen vornehmen und schneller und exakter Auskünfte erhalten kann.

Im Laufe der Zeit übernahm die Feuerwehr neben der Brandbekämpfung noch zahlreiche andere wichtige Aufgaben. Dabei kommt es aber immer auf schnelle Hilfeleistung an. Seit Jahren bereits werden Feuerwehrmänner durch Meldeempfänger über Funk alarmiert. Die aus aufladbaren Batterien gespeisten Empfänger kann man bequem in einer Jackentasche tragen. Zur Alarmierung strahlt die Einsatzzentrale ein codiertes Funksignal aus, dem ein Weckton und eine gesprochene Nachricht folgen. Ein Selektivrufverfahren ermöglicht es, nur die für den Einsatz benötigten Feuerwehrleute zu alarmieren. Bei dieser Methode gibt es keine Störung der Umwelt wie bei der Alarmierung durch Sirenen, deren Steuerung ebenfalls über Funk möglich ist.

Helfer in der Not sind ferner die Funknotrufsäulen, die man überall an Neubaustrecken und Fernverkehrsstraßen aufstellen kann. Sie arbeiten unabhängig von Kabeln und ergänzen die drahtgebundenen Notrufsäulen an den Autobahnen. Hilfesuchende erreichen damit über Funk eine Zentrale, die notwendige Maßnahmen veranlaßt. Oft ist es wichtig, an zeitweilig nicht über Telefon erreichbare Personen (zum Beispiel im Auto, auf einem Boot usw.) Nachrichten zu übermitteln. Eine neue Möglichkeit dazu bietet zunächst in der Bundesrepublik Deutschland und später auch in einigen anderen Ländern der Europäische Funkrufdienst. Er gestattet es, codierte Signale von einer beziehungsweise mehreren Zentralen an einen mit einem entsprechenden Empfangsgerät ausgerüsteten Teilnehmer zu übertragen. Das Verfahren ist in der Praxis einfach. Der Anrufende wählt über das öffentliche Telefonnetz zunächst die zuständige Zentrale und anschließend die Funkrufnummer des betreffenden Teilnehmers. Diese Nummer wird nun codiert vom ortsfesten Sender ausgestrahlt. Bei dem durch Selektivruf angesprochenen Empfänger ertönt dann ein akustisches Signal, und

gleichzeitig leuchtet ein der Funkrufnummer zugeordnetes Lämpchen auf. Für den Funkrufteilnehmer bedeutet das, eine vorher vereinbarte Anweisung auszuführen (zum Beispiel Anruf im Büro, zurückkommen usw.). Es können maximal vier Nummern je Teilnehmer zugeteilt werden. Die Empfänger sind leicht und handlich und lassen sich überallhin mitnehmen.

Bei ärztlichen Einsätzen entscheidet schnelle Hilfe oft über Leben und Tod. Leider sind ärztliche Funknotfalldienste noch sehr selten. Damit nur ein bestimmter Arzt den Notruf erhält, verwendet man auch hier ein Selektivrufsystem. Der Funkverkehr kann beispielsweise über die ständig besetzte Nachrichtenzentrale der Feuerwehr abgewickelt werden, an die dann auch die Telefonleitung für den ärztlichen Notruf angeschlossen sein muß. Für den Arzt ist es von Vorteil, daß er auf diese Weise auch während seiner Besuchsfahrten erreicht werden kann. In akuten Fällen kann er über Funk ein Krankenhaus benachrichtigen, damit alle erforderlichen Maßnahmen rechtzeitig getroffen werden.

Vor allem im Straßenverkehr ist die Zahl der Unfallverletzten erschreckend hoch. Deshalb gewinnt eine Funkverbindung zwischen der Rettungsmannschaft am Unfallort und einem Arzt immer mehr an Bedeutung. Mit einem Funkrettungssystem ist jetzt auch die EKG-Übertragung möglich. Dabei werden die EKG-Elektroden über einen speziellen Adapter mit dem Funkgerät verbunden. Ärzte in einer benachbarten Klinik sind dadurch in der Lage, den Zustand des Patienten schon an der Unfallstelle oder während des Transportes zu beurteilen und Anweisungen zu erteilen. Oft konnten auch Amateurfunker helfend eingreifen, die zufällig am Unfallort vorbeifuhren und über ihre Mobilstation und nächste erreichbare UKW-Relaisstation die Polizei verständigten.

Viele Taxis sind heute mit Funkanlagen ausgerüstet. Die Funkverbindung zur Taxizentrale macht den rationelleren Einsatz der Wagen möglich. Außerdem können bei Überfällen Notrufsignale über Funk ausgestrahlt werden. An einer versteckten, aber gut zugänglichen Stelle befindet sich im Wagen ein Notrufknopf, den der Fahrer leicht und unauffällig betätigen kann. Im Funkgerät wird dann eine Automatik wirksam, die in Intervallen von 20 Sekunden die Kennnummer des Fahrzeugs und ein Notsignal überträgt. Anschließend schaltet sich selbsttätig ein Mikrofon im Fahrzeug ein zum Abhören der Vorgänge am Überfallort. Dieser Notruf wird auch dann ausgestrahlt, wenn der Betriebsschalter des Funkgerätes ausgeschaltet ist.

Heute sind die zur Informationsübermittlung verwendeten drahtlosen Nachrichtenkanäle praktisch voll besetzt. Im Gegensatz zur drahtgebundenen Nachrichtentechnik läßt sich die Anzahl der Funkkanäle nicht ohne weiteres vermehren, obwohl die Zahl der Teilnehmer und die Einsatzgebiete im Bereich der Funkdienste laufend zunehmen. Auf lange Sicht wird man wahrscheinlich nur noch solche Dienste über Funk abwickeln können, für die es keine alternativen Lösungen gibt. Wie Nachrichten-Experten nachwiesen, beanspruchen heute die Massenmedien Rundfunk und Fernsehen mehr als 60 % des für zivile Funkdienste verfügbaren Frequenzspektrums. Ein Ausweichen auf den Gigahertzbereich und das Kabelfernsehen könnte zwar einen Gewinn an für lebenswichtige Einsätze wichtigen Frequenzen bedeuten, aber die Verwirklichung dieses Vorschlags dürfte zu unüberwindlichen internationalen Schwierigkeiten führen.

Werner W. Diefenbach

Die Entwicklung der integrierten Schaltungen für die Unterhaltungselektronik

Während integrierte Schaltungen – vor allem integrierte Digitalschaltungen – in der professionellen Elektronik, zum Beispiel in Computern, schon lange eingesetzt werden, haben sie in den Bereich der Unterhaltungselektronik erst seit praktisch drei Jahren Eingang gefunden. Der Grund dafür war weniger, daß noch kaum geeignete lineare integrierte Schaltungen zur Verfügung standen, sondern vielmehr, daß sich die Schaltungsentwickler in den Labors der Gerätehersteller keineswegs darüber im klaren (und einig) waren, für welche Stufen eine Integration zweckmäßig wäre und welche Stufen auf einem Halbleiterchip zusammengefaßt werden sollten.

Diese Entscheidungen waren allerdings wegen der komplexen Funktionen in den analog arbeitenden Geräten der Unterhaltungselektronik auch sehr viel schwerer zu treffen als bei der Computertechnik, bei der nur verhältnismäßig wenige Funktionen – jedoch in sehr großer Anzahl – benötigt werden. Daher ließen sich viele Gerätehersteller integrierte Schaltungen (vor allem für Fernsehgeräte) nach ihren speziellen Schaltungserfordernissen von der Halbleiterindustrie entwickeln. Das hatte zur Folge, daß die Halbleiterfirmen in aller Welt bald sehr viele integrierte Schaltungen mit den verschiedensten Kombinationen von integrierten Funktionen anboten. Es gab praktisch keine Normung der Typen, und jeder Gerätehersteller ging bei Einführung der Integration in seine Geräte eigene Wege.

Vorteile und Grenzen der Integration

Bevor die Entwicklung der integrierten Schaltungen für die Unterhaltungselektronik am Beispiel der von Philips herausgebrachten Typen beschrieben wird, sei zunächst kurz auf einige Vorteile und auf die Grenzen der Integration eingegangen. Bereits die Transistorbestückung ergab infolge des Fortfalls der Röhrenheizung eine erhebliche Energie-Einsparung und eine wesentlich geringere Wärmeentwicklung. Wegen der sehr viel kleineren Abmessungen der Halbleiter kam man außerdem zu kleineren Chassis, aber die Anzahl der benötigten aktiven und passiven Bauelemente verringerte sich kaum gegenüber den mit Röhren bestückten Geräten.

Hier tritt nun ein ganz besonderer Vorteil der Integration in Erscheinung. Durch die verschiedenen in einer integrierten Schaltung zusammengefaßten Funktionen läßt sich eine erhebliche Verringerung der Anzahl der noch zusätzlich benötigten peripheren Bauelemente erreichen, die bis zu 50 % betragen kann. Dadurch verringern sich aber auch die Anzahl der Lötstellen sowie die Ausfall- und Fehlermöglichkeiten, was die Betriebssicherheit erhöht und den Service vereinfacht.

Außerdem – und das ist einer der wichtigsten Vorteile – kommt man zu kürzeren Montagezeiten und kann auf diese Weise innerhalb gewisser Grenzen die ansteigenden Lohnkosten auffangen.

Mit integrierten Schaltungen lassen sich aber auch Schaltungsprinzipien verwirklichen, die in diskreter Technik einen zu hohen Aufwand erfordern. Hierzu gehören beispielsweise die Kanalwahl mit Sensortasten, der Sendersuchlauf und die drahtlose Fernsteuerung aller Bedienungsfunktionen. Für Stufen, die eine besonders gut stabilisierte Betriebsspannung benötigen, läßt sich die Stabilisierungsschaltung mit auf dem Halbleiterchip unterbringen, so daß dann für die Stabilisierung der Versorgungsspannung des gesamten Gerätes ein geringerer Aufwand erforderlich ist.

Der Integration sind aber auch Grenzen gesetzt, wenn es sich beispielsweise darum handelt, große Ausgangsleistungen zu liefern, wie sie zur Horizontalablenkung in Fernsehempfängern oder in den Endstufen von Hi-Fi-Verstärkern benötigt werden. Eine weitere Grenze ist durch die erreichbare Spannungsfestigkeit gesetzt, die es bisher noch nicht erlaubt, zu den in der Unterhaltungselektronik üblichen Preisen integrierte Schaltungen zu fertigen, mit denen sich hohe Ausgangsspannungen erreichen lassen (zum Beispiel für Video-Endstufen). Auch in den HF-Stufen von Fernseh- und Rundfunkthern wird man wohl auf den Einsatz integrierter Schaltungen verzichten, zumal diese Baugruppen nur verhältnismäßig wenige Stufen umfassen und die Abmessungen hier durch die Schwingkreise bestimmt werden.

Integrierte Schaltungen für Fernsehempfänger

Die Ungewißheit darüber, für welche Stufen des Fernsehempfängers (und vor allem des Farbfernsehempfängers) eine Integration zweckmäßig sei, veranlaßte Philips – der als erster Halbleiterhersteller integrierte Schaltungen für PAL-Farbfernsehempfänger herausbrachte –, in enger Zusammenarbeit mit den Geräteherstellern nach einer Methode zu suchen, die es ermöglichte, die umfangreiche Schaltung eines Farbgerätes in Basisfunktionen aufzuteilen, die sich für eine Integration eignen. Nachdem man sich darüber geeinigt hatte, wurden die Anforderungen an die integrierten Schaltungen festgelegt. Zum Beispiel sollten Treiberschaltungen sowohl die Ansteuerung von Röhren- als auch von Transistor-Endstufen ermöglichen. Solche IS, die in nicht zum Farbteil gehörende Stufen eingesetzt werden, sollten nämlich auch für Schwarz-Weiß-Geräte geeignet sein. Besondere Beachtung erforderten ferner Rausch-

und Störprobleme. Außerdem mußte für eine weitgehende Unabhängigkeit von Schwankungen der Umgebungstemperatur und der Versorgungsspannung gesorgt werden.

Trotz der Schwierigkeiten, die diese und noch viele andere Forderungen für die IS-Entwicklung mit sich brachten, wurde in Zusammenarbeit mit der Geräteindustrie ein intensives Entwicklungsprogramm in Angriff genommen, das schließlich im Dezember 1970 zur Vorstellung der ersten Generation von Philips-IS für Farbempfänger führte.

Erste Generation von Farbfernsehempfänger-IS
Gleichzeitig mit der Vorstellung des PAL-Farbdemodulators TAA 630 bei der Empfängerindustrie wurde die Produktion der Dschungel-IS TAA 700 aufgenommen. Hierbei handelte es sich um eine vor allem für Schwarz-Weiß-Empfänger bestimmte IS, die einen Video-Vorverstärker mit Emitterfolgerausgang und Austastmöglichkeit, einen Gleichrichter zur Erzeugung der getasteten Regelspannung, frequenz- und amplitudenselektive Torschaltungen für die Regelspannung und die Synchronimpulsabtrennung, automatische Zeilensynchronisation sowie die Bildimpulsabtrennung enthielt.

Als nächste folgten TBA 500, TBA 510, TBA 560 und TBA 540. TBA 500 und TBA 510, die ersten Helligkeits- beziehungsweise Farbsignalkombinationen, waren entwickelt worden, um eine weitgehende Flexibilität in der Schaltungsauslegung zu ermöglichen, wie sie die Empfängerindustrie forderte. Die TBA 560, in der die Funktionen dieser beiden IS zusammengefaßt sind, erlaubte jedoch eine wirtschaftlichere Schaltung, weil sie alles umfaßte, was im allgemeinen zwischen dem Videogleichrichter und der Verzögerungsleitung liegt. Die TBA 540 war eine Bezugsspannungskombination, die gleichzeitig das Burst- und das Farbsignaldemodulierte, den PAL-Schalter synchronisierte und den Farbschalter steuerte.

Zu den IS der ersten Generation gehörten ferner die TBA 520 (RGB-Treiber) und die TAA 630 (Farbdifferenztreiber) sowie die TBA 530, mit der sich Farbdifferenzsignale in RGB-Signale umwandeln ließen. Für den Tonkanal wurde schließlich die TBA 750 herausgebracht, die einen fünfstufigen Ton-ZF-Begrenzerverstärker, den Tondemodulator, eine durch Gleichspannung steuerbare Lautstärkeregelung und einen NF-Vorverstärker enthielt. Der NF-Vorverstärker eignete sich zur Ansteuerung sowohl einer Trioden-Pentoden-Endstufe als auch einer Gegentakt-A-Transistor-Endstufe.

Die Erfahrungen, die man bei der Fertigung und der Anwendung der IS der

ersten Generation gesammelt hatte, führten bald zu weiteren Typen. Als Nachfolger der TBA 520 erschien die TBA 990 (RGB-Treiber). Für Schwarz-Weiß-Geräte wurden der Zeilenoszillator TBA 720 A, die Dschungel-IS TBA 890 und TBA 900 (für NPN- beziehungsweise PNP-Tuner) sowie der Video-ZF-Verstärker TCA 540 herausgebracht. Für Farbgeräte waren der Zeilenoszillator TBA 920 und der Video-ZF-Verstärker TCA 270 bestimmt, der sowohl die AFC- als auch

Funktionen der TBA 520 und der TBA 530 auf einem Chip zusammengefaßt sind. Diese IS enthält außerdem die Klemmschaltungen zur Schwarzpegelstabilisierung, einen RGB-Verstärker und die Farbträgerabtrennung.

Die vertikale Aufteilung ist bei Schaltungsgruppen zweckmäßig, die viele Verbindungsleitungen erfordern. Zum Beispiel sind in der TDA 2520 alle Demodulatorfunktionen der TBA 540 und der TBA 520 zusammengefaßt.

lassen. Für Farbdecoder werden IS für drei Varianten angeboten. Mit der Kombination TDA 2500, TDA 2510 und TDA 2520 kann man einen besonders leistungsfähigen Farbdecoder für hochwertige Farbgeräte aufbauen. Die zweite Variante mit praktisch unveränderter Leistungsfähigkeit ist die Kombination TDA 2560 und TDA 2522, wobei in der TDA 2560 die Funktionen der TDA 2500 und der TDA 2510 zusammengefaßt sind. Beide Decoderausführungen liefern das Helligkeits-

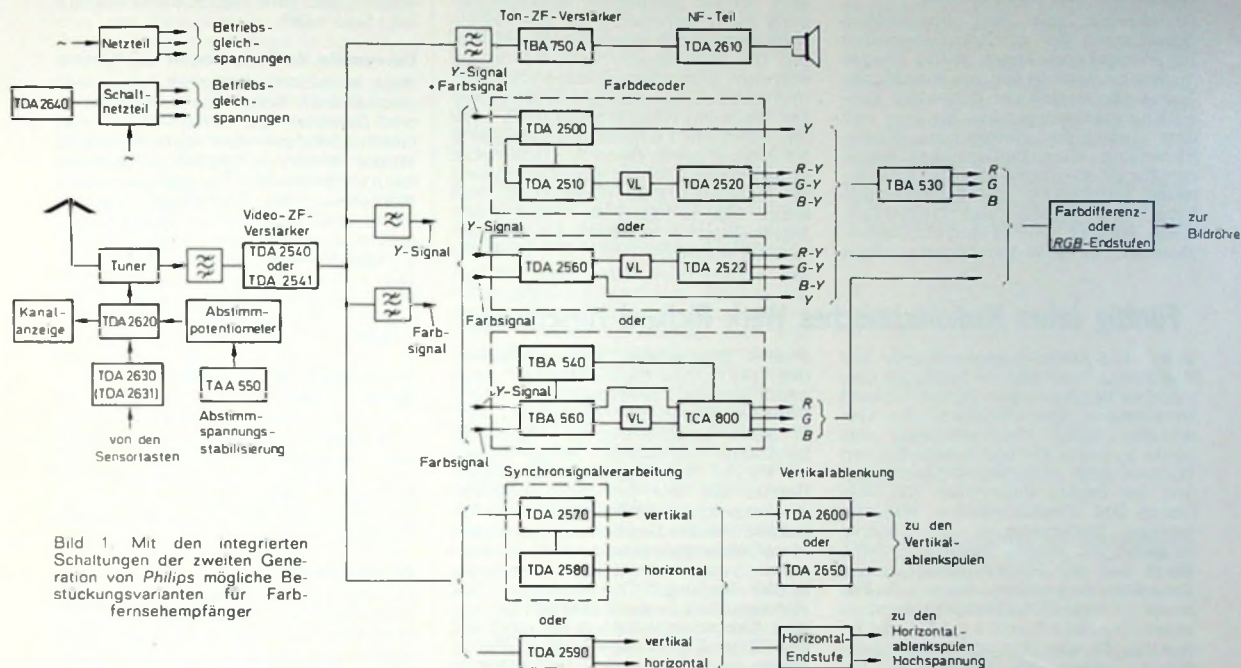


Bild 1 Mit den integrierten Schaltungen der zweiten Generation von Philips mögliche Bestückungsvarianten für Farbfernsehempfänger

die AGC-Spannung lieferte. Damit standen insgesamt 17 integrierte Schaltungen für Fernsehempfänger zur Verfügung.

Weitere Integrationsmöglichkeiten

Im Laufe der Entwicklung der Fernsehempfänger-IS hatte sich ergeben, daß größere Chips verwendet werden konnten, als man früher für wirtschaftlich möglich gehalten hatte. Deshalb konnten also mehr Funktionen auf einem Chip integriert werden. Hier trat nun wieder die Frage auf, wie die Empfängerschaltung zweckmäßigerweise aufzuteilen wäre.

Prinzipiell gibt es zwei Wege, das Problem der zweckmäßigen Schaltungsaufteilung zu lösen: die horizontale und die vertikale Aufteilung. Bei der horizontalen Aufteilung kombiniert man die bei der Signalverarbeitung aufeinanderfolgenden Funktionen, wie sie in einem üblichen Empfänger-schaltbild von links nach rechts (vom Antenneneingang zur Bildröhre) dargestellt sind. Dagegen werden bei der vertikalen Aufteilung Funktionen kombiniert, die im Schaltbild untereinander (von oben nach unten) angeordnet sind.

Ein Beispiel für die horizontale Aufteilung ist die TCA 800, bei der die

TDA 2520 und TCA 800 sind Vorläufer der zweiten Generation von Philips-Fernsehempfänger-IS.

Zweite Generation

Anfang Juni 1974 stellte Philips nun die zweite Generation von integrierten Schaltungen für Fernsehempfänger vor. Bei diesen IS wurden die beschriebenen weiteren Integrationsmöglichkeiten weitgehend ausgenutzt, um eine weitere Verringerung der notwendigen peripheren Bauelemente, eine Senkung der immer weiter steigenden Lohnkosten und schließlich auch eine Verringerung der Anzahl der IS-Typen zu erreichen. Diese Generation von einander angepaßten integrierten Schaltungen ist nicht auf eine bestimmte Empfängerkonzeption beschränkt, sondern bietet die freie Wahl von Alternativen. Im einzelnen handelt es sich bei der zweiten Generation um 16 neue IS, zu denen noch die bereits erwähnten Vorläufertypen TDA 2520 und TCA 800 hinzukommen. Die mit den neuen IS möglichen Bestückungsvarianten für Farbfernsehempfänger sind im Bild 1 dargestellt.

Zum Anschluß an NPN- beziehungsweise PNP-Tuner stehen die Video-ZF-Verstärker TDA 2540 und TDA 2541 zur Verfügung, die sich auch in Schwarz-Weiß-Empfängern einsetzen

signal und die Farbdifferenzsignale. Ein einfacher Farbdecoder für RGB-Empfänger läßt sich mit den IS TCA 800, TBA 560 C und TBA 540 aufbauen.

Auch die Synchronsignalverarbeitung ist mit zwei Varianten möglich. Sowohl die TDA 2590 als auch die IS-Kombination TDA 2570 und TDA 2580 umfassen alle Funktionen, die zwischen dem Videogleichrichter und der Horizontal-Endstufe sowie den Vertikalablenkstufen liegen. Die Vertikalablenkstufe TDA 2650 mit integrierter B-Endstufe kann die Ablenkleistung für Schwarz-Weiß- und für kleinere Farbbildröhren abgeben. Bei 66-cm-Farbbildröhren liefert diese IS die eine Hälfte des Ablenkstroms, während für die andere Hälfte ein zusätzlicher Transistor BD 201 erforderlich ist. Durch eine im Schalterbetrieb arbeitende Endstufe, deren Verlustleistung weniger als die Hälfte der einer üblichen B-Endstufe beträgt, gelang es bei der TDA 2600, die für 110°-Farbbildröhren benötigte Vertikalablenkleistung bereitzustellen. Als NF-Verstärker mit einer Ausgangsleistung von 4 W steht die TDA 2610 zur Verfügung.

Sensortasten-Kanalwahl für vier Programme und Anzeige des gewählten Programms mit einer Ziffernanzeige

geröhre ermöglichen die TDA 2620 und TDA 2630. Zur Erweiterung der Programmwahl auf acht Kanäle sind lediglich eine weitere TDA 2620 sowie die TDA 2631 erforderlich. Bei der letzten IS der zweiten Generation handelt es sich um die Steuer- und Treiberschaltung TDA 2640 für Schaltnetzteile, die freilaufend oder durch Horizontalimpulse getriggert betrieben werden kann.

Integrierte Schaltungen für den Rundfunk- und Audiobereich

Gleichzeitig mit den integrierten Schaltungen der zweiten Generation für Fernsehempfänger stellte Philips auch zehn neue IS für den Rundfunk- und Audiobereich vor. Einer der Entwicklungsschwerpunkte lag hier auf dem Gebiet der gleichstrommäßigen Steuerung aller Bedienungsfunktionen für Hi-Fi-Stereo-Geräte (Abstimmung, Lautstärke- und Balanceregung sowie Höhen- und Tiefenregung). Weitere neue IS sind ein Stereo-Decoder, ein 1,5-W-Verstärker und ein

8-W-Verstärker, der vor allem für Auto-Empfänger bestimmt ist. Für Tonbandgeräte stehen eine Aufnahmeverstärkerschaltung mit integrierter Aussteuerungsautomatik sowie eine Motorregelschaltung zur Verfügung, die auch den Löschoszillator enthält.

Besonders interessant ist die FM-Stör- und unterdrückungsschaltung TDA 1001, mit der sich Störungen weitgehend unterdrücken lassen, so daß zum Beispiel beim Einsatz dieser IS in Autoempfängern keine besondere Motorenstörung mehr notwendig ist. Die Schaltung besteht aus einem Hochpaßfilter, das die Störimpulse vom NF-Signal abtrennt, einem geregelten Verstärker und einem monostabilen Multivibrator. Während eines Störimpulses wird das durch ein Tiefpaßfilter verzögerte NF-Signal durch einen Austastimpuls unterbrochen, so daß sich die Störung im Ausgangssignal nicht auswirken kann. Ein 19-kHz-Filter erhält den Stereo-Pilotton während der Störaustastung aufrecht. U. Radke

Fünfzig Jahre Radiotechnisches Werk Richard Hirschmann

Vom Ein-Mann-Ingenieurbüro zur Weltfirma – so könnte man die Geschichte der Esslinger Firma Richard Hirschmann überschreiben, die Geschichte eines Unternehmens, das heute in neun in- und ausländischen Werken 3200 Mitarbeiter beschäftigt und im letzten Jahr über 130 Millionen DM Umsatz machte. Wie nur wenige Unternehmen in unserer Branche ist dieses Radiotechnische Werk mit der Persönlichkeit seines Gründers verbunden, des am 2. Februar 1974 im 80. Lebensjahr verstorbenen Senators Richard Hirschmann n. n. Es war ihm nicht mehr vergönnt, seinen 80. Geburtstag am 3. Juli 1974 zusammen mit dem Jubiläum seines Werkes zu begehen. Man beging deshalb das Firmenjubiläum in aller Stille und stellte die dafür vorgesehenen Mittel im Sinne des Verstorbenen wissenschaftlichen, kulturellen und sozialen Zwecken zur Verfügung.

„Das Persönlichkeitsbild Richard Hirschmanns entsprach in hoher Vollendung den Vorstellungen von der humanen Führungspersönlichkeit in einer sozialen freien Wirtschafts- und Gesellschaftsordnung. Vorbildlich verbunden sich in ihm der schöpferische Ingenieur, der zuverlässige hilfsbereite Mensch und der wagetunige, verantwortungsbewußte, gesellschaftlich engagierte Unternehmer.“ So hat Professor Dr.-Ing. Heinz Blenke von der Universität Stuttgart den Firmenchef Richard Hirschmann treffend gekennzeichnet. Er war als Unternehmer eine fast ideal zu nennende Synthese von Ingenieur und Mensch. Und diese hohen Qualitäten hat Richard Hirschmann in vorbildlicher Weise auf sein Unternehmen und seine Mitarbeiter zu übertragen verstanden. Zur Geschichte des Unternehmens nur einige markante Daten und Ereignisse. Am 1. Juli 1924 machte sich Richard Hirschmann selbständig. Es begann mit dem in seinem Ingenieurbüro entwickelten und durch ein

Patent geschützten Bananenstecker, der als „Eins-Zwei-Stecker“ noch heute vielen Laboringenieuren und Funkamateuren der damaligen Zeit in bester Erinnerung ist. Als Jungkaufmann trat 1929 der jetzige Direktor Fritz Nürk in den Ein-Mann-Betrieb ein. Die aus dem Bananensteckergeschäft erlösten Mittel ermöglichten 1930 den Kauf einer ehemaligen Metallwarenfabrik und damit die Aufnahme einer industriellen Fertigung in der Esslinger Ottilienstraße. Der Antennenbau begann 1933 mit der ersten Zimmerantenne „A 15“, und auf der 1939er Funkausstellung in Berlin zeigte man die erste Autoantenne. Nach der Währungsreform konnte man 1948 mit dem Wiederaufbau und dem Ausbau der teilweise durch Kriegseinwirkung zerstörten und teilweise demontierten Firma beginnen. Die ersten UKW-Antennen gingen 1950 in die Serienfertigung, und 1954 wurde Fritz Nürk zum Direktor ernannt. Dem 1956 erstellten Werk III Neckartenzlingen folgten im Laufe der nächsten Jahre weitere Werke und Erweiterungsbauten und schließlich 1974 die Grundsteinlegung für das neue Forschungs- und Entwicklungszentrum. Im Jubiläumsjahr 1974 wird Hirschmann etwa 20 Millionen Autoantennen, mehr als 20 Millionen Fernsehantennen und viele Millionen Steckverbinder aller Art auf den Markt bringen.

Richard Günter Hirschmann, der Sohn des Firmengründers, trat am 1. Januar 1968 als Leiter der Abteilung „Wissenschaftliche Unternehmensführung“ in die Firma ein. Nach dem Tode des Vaters übernahm er die Leitung des Unternehmens als alleiniger geschäftsführender Gesellschafter. Nach seinem Willen soll das Unternehmen komplette und ausgereifte Programme anbieten. Eine systematische Diversifikation soll die Anpassung an neue Techniken im Sinne einer optimalen Marktbefriedigung ermöglichen. -th

Persönliches

G. Rittner Leiter der AEG-Telefunken-Geschäftsstelle Nachrichtentechnik in Stuttgart

Der bisherige Leiter der Geschäftsstelle Stuttgart des Unternehmensbereichs „Nachrichtentechnik“ von AEG-Telefunken, Dipl.-Ing. Rolf Backes (63), trat nach über 35-jähriger Tätigkeit für das Unternehmen am 30. Juni 1974 in den Ruhestand. Sein Nachfolger wurde mit Wirkung vom 1. Juli 1974 Ing. grad. Günter Rittner (36).

Persönliche Veränderungen bei Körting

Nach 20 Jahren erfolgreichen und unermüden Schaffens und Wirkens tritt Direktor Herbert Mrosek, Geschäftsführer der Körting Radio Werke GmbH, Grassau/Chiemgau, nach Erreichen der Altersgrenze in den Ruhestand. Als Nachfolger wurden als Geschäftsführer für Entwicklung und Konstruktion der bisherige Leiter der Entwicklung Rundfunk, Dr.-Ing. Waldemar Moortgat-Pick und für den Fertigungsbereich Dr.-Ing. Peter Wunderer berufen.

P. Loviscach bei der AMK ausgeschieden

Am 1. Juli 1974 ist Dr. Peter Loviscach (39), Leiter der Presseabteilung bei der AMK Berlin, ausgeschieden. Er übernimmt als Dozent für Soziologie einen neuen Aufgabenbereich an der Fachhochschule Hagen (Westf.).

W. Buschbeck †

Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Werner Buschbeck, dessen Name mit der Sendertechnik von Telefunken aufs engste verknüpft ist, ist am 11. Juni 1974 in Ulm/Donau im 74. Lebensjahr gestorben. Als junger Diplom-Ingenieur trat er 1923 bei Telefunken ein, wo er zur Senderentwicklung kam und die Abteilung von 1941 an bis zum Kriegsende leitete. Nach Arbeiten in der Sowjetunion kehrte er 1958 zu Telefunken zurück und war dort – bis er 1968 in den Ruhestand trat – in den Ulmer und Berliner Senderlabors tätig. Aber auch noch als Pensionär widmete er sich bestimmten Sonderaufgaben, wobei die theoretischen Probleme bei der Entwicklung von Sendeanlagen Schwerpunkt seiner Tätigkeit waren. 1970 verlieh ihm die TU Berlin die akademische Würde eines Dr.-Ing. E. h. in Anerkennung seiner Pionierleistung auf dem Gebiet der Großsendertechnik, und am 29. Oktober 1973 erhielt er die Hans-Bredow-Medaille in Silber.

H. Hörmann †

Im Alter von 66 Jahren starb Dr. Hans Hörmann, bis zu seiner Pensionierung Leiter der Abteilung Magnetbandtechnik im Münchener Agfa-Gevaert-Technikum. H. Hörmann hat sich als Fachmann für Magnetontechnik einen Namen gemacht. So war er ab 1955 Obmann im Fachnormenausschuß Kinotechnik. In Würdigung seiner Verdienste verlieh ihm der Deutsche Normen-Ausschuß 1970 die DIN-Ehrendnadel.

Flüssigkristalle für die Elektronik

Seit einiger Zeit besteht ein wachsendes Interesse an einer Reihe von chemischen Substanzen, die man wegen ihres eigentümlichen physikalischen Verhaltens als „Flüssigkristalle“ bezeichnet. Ihre optischen Eigenschaften hängen zum Beispiel in starkem Maße von der Temperatur oder von der Stärke eines angelegten elektrischen Feldes ab, indem sich entweder die Farbe der Substanz oder aber ihre Lichtdurchlässigkeit ändert. Mit einigen dieser Substanzen lassen sich deshalb sehr informative Untersuchungen über die Temperaturverteilung an elektronischen Bauelementen, an Schaltungsaufbauten oder Kühlkörpern durchführen; mit anderen kann man auf elektrischem Wege in einfacher Weise optische Signale steuern.

Eine gewisse Verbreitung haben bereits Flüssigkristall-Anzeigeeinheiten gefunden. Sie zeichnen sich durch sehr geringen Leistungsverbrauch aus und bieten außerdem den Vorteil, daß die optische Wiedergabe von Ziffern oder Buchstaben bei ihnen nicht – wie bei den bisher üblichen Glühlampen-, Glühfaden- oder Leuchtdioden-Einheiten – in ihrem Kontrast durch die Umgebungshelligkeit beeinflusst wird. Nachstehend wird ein Überblick über die physikalischen Grundlagen und die Eigenschaften von Flüssigkristallen, über den Aufbau der diese Eigenschaften ausnutzenden Bauelemente sowie über die Gesichtspunkte gegeben, die beim Einsatz von Flüssigkristallen zu beachten sind.

1. Physikalische Grundlagen

Die „klassische“ Einteilung der Stoffe nach ihrem Aggregatzustand – festkristallin, flüssig oder gasförmig – geht von den Kräften aus, mit denen die einzelnen Moleküle einer Substanz aneinander gebunden sind. Beim Kristall ist die Bindung zwischen den Molekülen so fest, daß ohne Zerstörung des Stoffgefüges eine gegenseitige Verschiebung nicht möglich ist. In einer Flüssigkeit dagegen ist diese Bindung bereits wesentlich lockerer. Zwar hält der flüssige Körper noch in einem gewissen Grade zusammen, indem er ein Gefäß als zusammenhängende Masse ausfüllt oder einen Tropfen bildet, innerhalb seines Volumens aber können sich die einzelnen Moleküle schon weitgehend frei bewegen. Bei einem Gas schließlich sind die Bindungskräfte dann so klein, daß auch dieser Zusammenhalt verlorengeht. Die Moleküle in einem Gasvolumen diffundieren auseinander, bis sie – wenn auch in entsprechender Verdünnung – den gesamten zur Verfügung stehenden Raum ausfüllen.

Kristalle einerseits sowie Flüssigkeiten und Gase andererseits zeigen nun aber nicht nur in ihrem mechanischen, sondern auch in ihrem elektrischen und optischen Verhalten wesentliche Unterschiede, auch wenn es sich in jeder dieser drei Phasen um die gleiche Substanz handelt. Einer der Gründe

dafür ist der im allgemeinen unsymmetrische Aufbau der Moleküle.

Bei einem Kristall sind sämtliche Moleküle in der gleichen Richtung angeordnet, so daß sich ihre Unsymmetrie durch den gesamten Kristall hindurch fortsetzt. Ein Kristall zeigt deshalb im Hinblick auf seine physikalischen Eigenschaften in den meisten Fällen ein „anisotropes“ Verhalten, das heißt, Größen wie der Brechungsindex, die Dielektrizitätskonstante und viele andere hängen von der „Orientierung“ des Kristalls ab, also von der räumlichen Lage seiner Achsen in bezug auf die Meßrichtung. Messungen unter verschiedenen Orientierungen liefern deshalb bei einem Kristall im allgemeinen auch verschiedene Meßwerte.

Anders liegen die Verhältnisse bei Flüssigkeiten oder Gasen. Wegen der großen Beweglichkeit der Moleküle in diesen Phasen können sie hier alle möglichen Richtungen einnehmen. Nach außen macht sich die Unsymmetrie der Moleküle dann nicht mehr bemerkbar, weil man sozusagen aus allen Richtungen den gleichen Mittelwert mißt. Flüssigkeiten und Gase verhalten sich also in bezug auf ihre physikalischen Eigenschaften „isotrop“ (nach allen Richtungen gleich).

Der Aggregatzustand eines Stoffes hängt außer von seinen eigenen Eigenschaften auch noch vom Druck und von der Temperatur ab. Die meisten Stoffe sind bei Normaldruck und sehr niedrigen Temperaturen fest, bei sehr hohen gasförmig. Dazwischen liegt ein für jede Substanz spezifischer Temperaturbereich, in dem sie unter Normaldruck flüssig ist. Der Übergang von der festen zur flüssigen Phase wird durch den „Schmelzpunkt“, der von der flüssigen zur gasförmigen Phase durch den „Siedepunkt“ bestimmt.

Daß die Verhältnisse nun aber – genau betrachtet – nicht ganz so einfach sind, läßt sich beispielsweise an der Tatsache erkennen, daß eine Mottenkugel (wenn auch langsam) bereits bei Zimmertemperatur verdampft; man braucht sie dazu nicht erst auf die Siedetemperatur des Naphthalins (218 °C) aufzuheizen. Regenpfützen auf der Straße trocknen erfahrungsgemäß auch schon bei weniger als 100 °C, und selbst Eis verdunstet bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt, ohne aufgetaut zu sein. Die Grenzen zwischen den einzelnen Aggregatzuständen sind also nicht allzu scharf.

So ist es auch nicht verwunderlich, daß beim Schmelzen einer kristallinen Substanz Übergangszustände auftreten können, bei denen die Substanz zwar schon flüssig ist, sich aber auch noch die Anisotropie des Kristalls zeigt. Die Starrheit des kristallinen Gefüges ist in diesem Zustand bereits aufgehoben, innerhalb gewisser kleiner Bereiche jedoch herrscht noch – wie Bild 1 zeigt – eine kristalline Ordnung mit Orientierung der Moleküle. Ein solches Verhalten ist bei einer Rei-

he von organischen Verbindungen mit stabförmigem Molekülaufbau zu beobachten, zum Beispiel bei gewissen Schiff'schen Basen, bei Benzyliden-Anilin- und Azoxyverbindungen, bei Cholesterin- und Benzoesäureestern sowie bei den Estern einiger dem Cholesterin verwandter Stearine. Da solche Substanzen in einem gewissen Temperaturbereich oberhalb ihres Schmelzpunktes zwar bereits flüssig sind, aber auch noch die Anisotropie von Kristallen zeigen, nennt man sie „Flüssigkristalle“ oder „flüssige Kristalle“ (liquid crystals).

Die im Bild 1 schematisch dargestellten Bereiche mit einheitlicher Molekülorientierung können mehr als 10 000

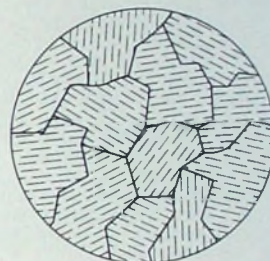


Bild 1. Dickere Schichten von Flüssigkristallen enthalten viele kleine Bereiche, in denen Gruppen von großordnungsmäßig etwa 10 000 Molekülen eine einheitliche kristallähnliche Orientierung aufweisen

Moleküle enthalten; sie sind also nicht sehr klein. Trifft nun Licht auf eine dickere Schicht eines solchen Flüssigkristalls, dann wird es an den verschiedenen Bereichen unterschiedlich reflektiert, und sein Austritt erfolgt in alle möglichen Richtungen. Das Licht kann deshalb nicht geradlinig durchtreten, und die Substanz erscheint trüb. Bei weiterer Erwärmung ergibt sich dann allerdings eine für jeden Flüssigkristall typische Temperatur, bei der die Trübung verschwindet, die Flüssigkeit also klar wird. Bei dieser Temperatur haben sich dann auch die bis dahin noch bestehenden Bereiche mit einheitlicher Molekülorientierung aufgelöst, und die Substanz verhält sich wie eine normale Flüssigkeit, in der die Moleküle jede beliebige Richtung einnehmen können. Damit ist auch die Anisotropie verschwunden, und die Substanz verhält sich jetzt wie jede andere Flüssigkeit isotrop. Wegen des Verschwindens der Trübung wird die Temperatur, bei der dieser Umschlag auftritt, „Klärpunkt“ genannt. Das Phasenschema eines Flüssigkristalls läßt sich daher entsprechend erweitern (Bild 2), wobei zwischen dem Schmelzpunkt T_s und dem Siedepunkt T_p jetzt noch der Klärpunkt K_p einzufügen ist. Der flüssig-kristalline Bereich liegt zwischen dem Schmelzpunkt (Fließpunkt) F_p und dem Klärpunkt K_p . Die Anordnung der stabförmigen Moleküle in den einzelnen im Bild 1 darge-

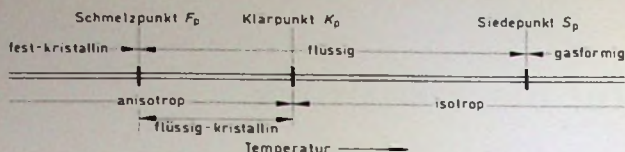


Bild 2 Aggregatzustände eines Flüssigkristalls in Abhängigkeit von der Temperatur

stellten Bereichen kann man etwa mit einem Behälter voll geordneter Zigarren vergleichen. Dabei sind mehrere Ordnungszustände möglich, die Bild 3 zeigt (die stabförmigen Moleküle sind hier der Einfachheit wegen als Striche beziehungsweise Pfeile dargestellt). In der „smektischen“ (seifenartigen, schmierigen) Phase liegen die Moleküle parallel nebeneinander, und die Molekülschichten können sich senkrecht zur Molekülachse gegeneinander verschieben (Bild 3a). Auch in der „nematischen“ (fadenförmigen) Phase sind die Moleküle parallel ausgerichtet, jedoch in den einzelnen Schichten gegeneinander versetzt (Bild 3b); hier können sich die Moleküle auch in ihrer Längsachse gegeneinander verschieben. Die komplizierteste ist die im Bild 3c gezeigte „cholesterische“ (cholesterinartige) Phase. In den einzelnen Schichten liegen die Moleküle zwar auch parallel zueinander, jede dieser Molekülschichten weist aber gegenüber den benachbarten einen Unterschied im Orientierungswinkel auf. Ein senkrechter Schnitt durch die Molekülebenen zeigt deshalb eine schraubenartige oder wendeltreppenähnliche Orientierungsstruktur. Im Bild 3c wurde versucht, dies durch Pfeile deutlich zu machen; die Zeichnung ist eine Projektion senkrecht zu den Molekülebenen.

Bei manchen flüssig-kristallinen Verbindungen treten bei Temperaturerhöhung oberhalb des Schmelzpunktes diese drei „Mesophasen“ (Zwischenphasen) mit genau definierten Umwandlungspunkten nacheinander auf, so daß man in solchen Fällen das im Bild 2 dargestellte Schema noch einmal erweitern müßte.

Von den beschriebenen drei Mesophasen der Flüssigkristalle (auch mesomorphe Phasen genannt) hat die smektische bisher noch keine technische Anwendung gefunden. Die cholesterische und die nematische Phase werden jedoch bereits in größerem Umfang eingesetzt, wobei sich teilweise erhebliche technische Vorteile ergeben.

2. Temperaturmessung mit cholesterischen Flüssigkristallen

Flüssigkristalle mit cholesterischer Mesophase – in erster Linie Abkömmlinge des Cholesterins – haben die Eigenschaft, bei Bestrahlung mit weißem Licht abhängig von der Temperatur in verschiedenen Farben aufzuleuchten. Dies ist so zu erklären, daß bei jeder Temperatur innerhalb der flüssig-kristallinen Phase praktisch nur eine bestimmte Lichtwellenlänge (Farbe) reflektiert wird, alle anderen Wellenlängen dagegen absorbiert werden.

Beim Durchlaufen des für die betreffende Substanz typischen Temperaturbereichs wird das gesamte Spektrum von Rot bis Violett durchlaufen; bei der niedrigsten Temperatur des Bereichs leuchtet die Substanz rot, bei

Bild 3. Mesophasen eines Flüssigkristalls: a) smektische, b) nematische, c) cholesterische Mesophase

der höchsten violett. Der Vorgang ist reversibel, so daß – gleichgültig ob bei steigender oder fallender Temperatur – einer bestimmten Farbe immer eine bestimmte Temperatur zugeordnet ist. Um das Farbenspiel besonders deutlich hervortreten zu lassen, empfiehlt es sich, auf die zu untersuchende Fläche erst schwarzen Lack und darüber dann den Flüssigkristall aufzutragen. Damit ist sichergestellt, daß weitgehend alles nicht vom Flüssigkristall reflektierte Licht absorbiert wird. Einen ähnlichen Effekt erhält man, wenn man einen zwischen zwei Folien eingeschlossenen Flüssigkristall verwendet; die obere Folie muß dann klar durchsichtig, die untere mattschwarz sein.

Durch Mischung geeigneter Substanzen lassen sich mit Flüssigkristallen heute schon Temperaturen zwischen 0 °C und etwa 200 °C erfassen. Der für das Durchlaufen des gesamten Spektrums erforderliche Temperaturbereich – also der Arbeitsbereich der Substanzen – liegt zwischen 0,5 °C und mehr als 50 °C, je nach den für die Mischung verwendeten Substanzen. Für die verschiedenen Temperaturbereiche stehen fertige Lösungen zur Verfügung (Hersteller beispielsweise E. Merk, Darmstadt).

Die Verwendung von Flüssigkristallen für Temperaturuntersuchungen hat im Gegensatz zu den herkömmlichen thermometrischen Verfahren den Vorzug, daß hier ein Temperaturfeld nicht punktförmig abgetastet werden muß, sondern unmittelbar in seiner gesamten flächenmäßigen Verteilung beobachtet werden kann. Auch der zeitliche Aufbau eines Temperaturfeldes läßt sich auf diese Weise sehr gut beobach-

ten und gegebenenfalls mit Hilfe einer Farbfilmkamera dokumentieren. Derartige Untersuchungen waren bisher nur mit Hilfe teurer Infrarot-Kameras möglich. Die Anwendungen in der Elektronik sind vielfältig: Erwärmungsuntersuchungen an Bauelementen und Baugruppen, Kühlkörpern und dergleichen, Fehlersuche, Materialuntersuchungen usw.

Arbeits- und Materialaufwand sind bei Temperaturuntersuchungen mit Hilfe von Flüssigkristallen gering. Nach dem Reinigen der zu untersuchenden Oberfläche von Fett- und Schmutzspuren wird der schwarze wasserlösliche Lack aufgetragen, der bei Raumtemperatur in etwa 15 Minuten trocknet (das Trocknen läßt sich in einem Luftstrom beschleunigen). Nach dem Trocknen wird der cholesterische Flüssigkristall durch Sprühen, Streichen oder Tropfen gleichmäßig aufgetragen und das Lösungsmittel durch Anblasen mit erwärmter Luft verdampft. Nach Glätten der Flüssigkristallschicht ist das Objekt fertig zur Untersuchung. Sind die Arbeiten abgeschlossen, dann lassen sich Schwarzlack und Flüssigkristall mit ange-wärmtem Seifenwasser leicht wieder entfernen.

Ein eindrucksvolles Beispiel für die Wirkungsweise eines cholesterischen Flüssigkristalls ist das im Bild 4 gezeigte Digital-Thermometer (Vertrieb in Deutschland: Tekelec Airtronic, München). Zwischen zwei Kunststoffolien, von denen die obere als Farbfilter ausgebildet ist, das vor allem grünes Licht durchläßt, befinden sich in ziffermä-



Bild 4. Digital-Thermometer mit cholesterischen Flüssigkristallen

ßiger Anordnung Flüssigkristalle, die jeweils bei einer bestimmten Temperatur zwischen +10 °C und +32 °C grünes Licht reflektieren. Je nach der herrschenden Umgebungstemperatur leuchtet dann die entsprechende Ziffernanzeige auf. Bei Zwischenwerten zwischen den um je 2 °C gestaffelten Temperaturangaben leuchtet die niedrigere blau, die höhere gelblichbraun, so daß man bequem interpolieren kann.

3. Beeinflussung von Licht durch nematische Flüssigkristalle

Während eine dickere Schicht eines nematischen Flüssigkristalls aus den bereits beschriebenen Gründen in auffallendem Licht trüb erscheint, ist eine solche Trübung bei einer dünnen Schicht, deren Dicke kleiner ist als die Abmessungen der im Bild 1 skizzierten Bereiche, nicht zu beobachten. Eine solche Zelle erscheint klar durchsichtig. Dies ist so zu erklären, daß in einer

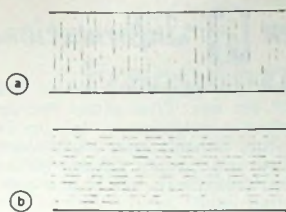


Bild 5. Orientierung in dünnen Schichten eines nematischen Flüssigkristalls: a) homöotrope, b) homogene Orientierung

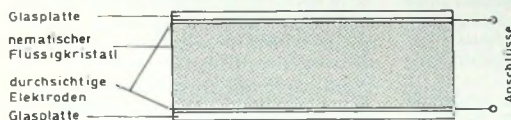


Bild 6. Prinzipieller Aufbau einer Anzeigezelle mit nematischem Flüssigkristall

derartig dünnen Schicht kein Platz für die Ausbildung verschiedener Bereiche ist. Alle Moleküle sind deshalb in einer Richtung orientiert, und eine diffuse Lichtstreuung an verschiedenen Bereichen kann nicht auftreten.

Von Bedeutung für die Beeinflussung von Licht mit Hilfe von nematischen Flüssigkristallen sind vor allem zwei Orientierungen, die im Bild 5 dargestellt sind. Bild 5a zeigt die sogenannte „homöotrope“ (gleichgerichtete) Orientierung, die häufig auch „aufgerichtete Phase“ oder „aufgerichtete Schicht“ genannt wird. Eine solche Zelle zeigt optisch das gleiche Verhalten wie eine senkrecht zur optischen Achse aus einem optisch einachsigen, doppelbrechenden Kristall geschnittene Einkristallschicht. Die optische Achse entspricht der Molekülorientierung, und der Brechungsindex ist in diesem Fall für den ordentlichen und den außerordentlichen Strahl gleich. Befindet sich eine nematische Flüssigkristallzelle mit aufgerichteter Phase zwischen zwei gekreuzten optischen Polarisatoren, dann bleibt bei senkrechter Durchleuchtung das Gesichtsfeld dunkel. Bei schräger Durchstrahlung oder bei mechanischer Deformation der Zelle macht sich allerdings die Anisotropie des Flüssigkristalls sofort durch eine Aufhellung bemerkbar. Man erreicht die aufgerichtete Phase eines nematischen Flüssigkristalls durch chemische Zusätze oder durch eine besondere Behandlung der Zellenwände.

Durch mechanisches Reiben der Zellenwände in der gewünschten Richtung läßt sich die im Bild 5b dargestellte „homogene“ Orientierung erreichen. Auch eine derartige Zelle verhält sich wie ein dünner Einkristall, in diesem Fall aber aus einem optisch einachsigen, doppelbrechenden Kristall parallel zur optischen Achse geschnitten. Die Anisotropie macht sich durch Doppelbrechung, also durch einen Unterschied in den Brechungsindizes des ordentlichen und des außerordentlichen Strahls bemerkbar.

Beide Arten von nematischen Flüssigkristallzellen lassen sich nun durch elektrische Felder beeinflussen. Der grundsätzliche Aufbau einer solchen elektrisch steuerbaren Flüssigkristallzelle ist im Bild 6 dargestellt. Zwischen zwei Glasplatten, die an den Innenflächen mit elektrisch leitenden, aber durchsichtigen Elektroden aus Zinn-

oxid, Indiumoxid oder Gemischen aus beiden versehen sind, befindet sich eine dünne Schicht aus dem nematischen Flüssigkristall mit einer Dicke von der Größenordnung $10\ \mu\text{m}$. Liegt an den Elektroden keine Spannung, dann erscheint die Flüssigkeitsschicht klar. Ihre Lichtdurchlässigkeit läßt sich nun aber durch Anlegen eines elektrischen Signals beeinflussen, wobei drei verschiedene Effekte ausgenutzt werden können: die „dynamische Streuung“, die „Deformation der aufgerichteten Phase“ und die Eigenschaften der „ver-

drillten nematischen Phase“. Ein Stromfluß von $1 \dots 2\ \mu\text{A}/\text{cm}^2$ Zellenfläche ist nur bei der dynamischen Streuung erforderlich; bei den beiden anderen Betriebsarten handelt es sich um reine Feldeffekte, bei denen ein Stromfluß höchstens als unerwünschte Nebenerscheinung auftritt.

Von einem nematischen Flüssigkristall, der zur Beeinflussung von Licht – etwa zum Aufbau einer Anzeigeeinrichtung – verwendet werden soll, muß man folgende Eigenschaften verlangen:

- Schmelzpunkt F_p unterhalb des Betriebstemperaturbereichs,
- Klärpunkt K_p oberhalb des Betriebstemperaturbereichs,
- gute Beeinflussungsmöglichkeit durch elektrische Felder,
- ausreichende Lebensdauer,
- gute Stabilität gegenüber allen bei der Verarbeitung verwendeten Chemikalien sowie gegen Wasser und Sauerstoff,
- gute Stabilität gegenüber elektrischen und optischen Einflüssen.

Die bisher für derartige Zwecke entwickelten Substanzen sind zwar noch nicht in allen Punkten ideal, aber mit den heute häufig verwendeten Azoxyverbindungen sind immerhin schon 25 000 Betriebsstunden (etwa 3 Jahre Einschaltzeit) in einem Temperaturbe-

reich von -10 bis $+80^\circ\text{C}$ zu erreichen. Die benötigten Feldstärken liegen in der Größenordnung von $10\ \text{kV}/\text{cm}$, so daß man je nach ausgenutztem Effekt, verwendeter Substanz und Zellenaufbau mit Elektrodenspannungen zwischen einigen Volt und etwa $30 \dots 50\ \text{V}$ auskommt.

3.1. Dynamische Streuung

Legt man eine nach Bild 6 aufgebaute Zelle, die mit einer etwa $10 \dots 30\ \mu\text{m}$ dicken Schicht eines nematischen Flüssigkristalls mit homöotroper oder homogener Orientierung gefüllt ist, eine Spannung von etwa 10 bis $50\ \text{V}$, dann tritt eine so starke Trübung des Flüssigkristalls auf, daß die Schicht undurchsichtig wird.

Ursache für diese Erscheinung ist eine gewisse Leitfähigkeit des Flüssigkristalls, der für diesen Zweck einen spezifischen Widerstand zwischen etwa 10^9 und $10^{11}\ \Omega \cdot \text{cm}$ aufweisen sollte. Der Transport der Ladungsträger durch die Flüssigkristallschicht bewirkt im Zusammenhang mit den ausrichtenden Kräften des elektrischen Feldes eine gewisse Verwirbelung der Substanz, so daß kleine Bereiche mit ständig wechselnder Orientierung entstehen. An ihnen wird – wie in einer dickeren Schicht eines Flüssigkristalls entsprechend Bild 1 – das auffallende Licht diffus reflektiert, was sich nach außen als Trübung bemerkbar macht. Beim Abschalten der Spannung entfällt die Verwirbelung, und die Flüssigkristallschicht wird wieder klar.

Es lassen sich allerdings auch Zellen aufbauen, die die elektrisch eingegebene Information speichern. Besteht nämlich der Flüssigkristall aus der Mischung einer nematischen mit einer cholesterischen Phase, dann wird beim Anlegen einer Gleichspannung oder einer Wechselspannung mit Frequenzen von weniger als $100\ \text{Hz}$ die Flüssigkristallschicht trüb, ohne daß die Trübung nach Abschalten des Signals wieder verschwindet. Durchsichtig klar wird die Zelle erst wieder, wenn ihr ein Löschsignal mit einer Wechselspannung von einigen kHz zugeführt wird. Nach diesem Verfahren hat man bereits Speicherzeiten von einigen Wochen erreicht, ohne daß man Energie zuführen mußte. (Schluß folgt)

INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Juniheft 1974 unter anderem folgende Beiträge:

Mehrwertige Systeme in der Digitaltechnik

Laser-Doppler-Anemometer – Marc II

Zur hybriden Beschreibung der linearen Eigenschaften integrierter Operationsverstärker

TF-Pegelmeßplatz PS-12/SMP-12

Automatisierte Pegelklassierung

Magnetische Blasen – eine künftige Möglichkeit für die Datenspeicherung

Eine Lumineszenzdiode für drei Farben – „Hattrick“ der Optoelektronik

Neue Geräte zum Messen elektrischer Größen auf der Hannover-Messe 1974

Elektronische Anlagen und Systeme für den besonderen Einsatz

Elektronik in aller Welt · Aus Industrie und Wirtschaft · Persönliches · Angewandte Elektronik · ELRU-Informationen · ELRU-Kurznachrichten

Format DIN A 4 · Monatlich ein Heft · Preis im Abonnement 20,- DM vierteljährlich einschließlich Postgebühren; Einzelheft 7,- DM zuzüglich Porto

Zu beziehen durch jede Buchhandlung im In- und Ausland, durch die Post oder direkt vom Verlag
VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH · 1 BERLIN 52

Je Wohnraum „mindestens 6 Steckdosen“! Die Hauptberatungsstelle für Elektrizitätsanwendung e. V. (HEA) setzt sich in einer Verlautbarung im Interesse der Sicherheit im Heim für eine ausreichende Ausstattung der Wohnräume mit Steckdosen ein. Darin heißt es unter anderem: „Laut Produktionsstatistik des ZVEI werden in der Bundesrepublik pro Jahr je Lichtschalter 1½ Steckdosen gefertigt. Daraus folgt, daß je Wohnraum durchschnittlich weniger als zwei Steckdosen installiert werden – und die reichen ganz und gar nicht aus, denn auch zwei Steckdosen in einem Raum werden den Bedürfnissen des heutigen modernen Haushaltes wahrhaftig nicht gerecht. Was macht der Verbraucher, der Wohnungsbewohner also? Er behilft sich notgedrungen mit Verlängerungsschnüren. Und die führen in vielen Fällen zum Stolpern. Die Unfallzahlen beweisen das. Sie sprechen eine deutliche Sprache: hier tut eine Änderung dringend not. Viele Stürze wären vermeidbar, gäbe es weniger Verlängerungsschnüre und dafür mehr Steckdosen – eine Forderung, die von der HEA seit langem und immer wieder erhoben wird. Die HEA-Empfehlungen hinsichtlich einer zukunfts-sicheren Elektroinstallation fordern je Wohnraum zumindest sechs Steckdosen zuzüglich einiger Leerdosen. Keiner brauchte sich dann mehr mit Verlängerungsschnüren behelfen ...“

Postanschrift, Maschinenschreibregeln. In Deutschland werden seit jeher in der Anschrift von Postsendungen Empfänger, Bestimmungsort sowie Straße und Hausnummer in dieser Reihenfolge genannt. Eine Angleichung an die im EG-Raum und im westlichen Ausland übliche andersartige Reihenfolge – Empfänger, Straße und Hausnummer sowie Bestimmungsort – wäre postalisch wünschenswert und ist zugleich Voraussetzung für den automationsgerechten Brief. Die letztgenannte, für Deutschland neue Reihenfolge, die postalisch auch im innerdeutschen Verkehr seit 1970 nicht mehr beanstandet wird, soll voraussichtlich im ersten Halbjahr 1975 offiziell eingeführt werden. Das wird zugleich mit der Vorlage des Entwurfs zu DIN 5008, „Regeln für Maschinenschreiben“, vor sich gehen. Die Post will dann eine längere Frist für den Übergang von der alten zur neuen Adressenschreibungsart einräumen.

all-akustik. Die Hannoveraner Vertriebsfirma bringt ein Verstärkerprogramm heraus, das insgesamt aus 3 Mischverstärkern, 2 Endstufen und 2 kleinen Ela-Verstärkern und Zubehör für Gestell-Einbau besteht. Die Ausführungen „AMS 120“ (120/160 W) und „AMS 75“ (75/90 W) sind bereits lieferbar. Diese Modelle haben Eingänge für Tonband-Wiedergabe, Tuner, AUX und Mischpult; eine weitere Grundbelegung (für Tonband-Aufnahme) ist vorgesehen.

Becker Autoradio. „Aktuelle Verkehrsinformation für Ihre Sicherheit“ heißt eine 16seitige Broschüre, die über

die Gegebenheiten des Verkehrsrundfunks informiert und auf die Verkehrsrundfunkadapter des Fabrikats sowie auf den geplanten AIS-Auto-Empfänger verweist.

Dynaudio. „Als vorläufig letzte Ergänzung“ des Sortiments wurde der Hi-Fi-Lautsprecher „SSB 70“ herausgebracht. Der Anbieter nennt ihn einen Typ der oberen Mittelklasse; der kompakte Dreiweg-Lautsprecher hat etwa 26 Liter Volumen und eine Belastbarkeit von 40/65 W. Das Gehäuse hat Nußbaumfurnier mit Aluminium-Frontkante. Mit dem Erscheinen des „SSB 70“ wurde die Box „SSB 50“ zum Auslauf-typ.

Hof Electronic. Das in 8012 Ottobrunn (Zaunkönigstraße 18, Telefon (08 11) 6 01 30 17/18) ansässige Unternehmen nimmt neuerdings die Interessen von Arrow Electronics, New York, für den süddeutschen Raum (Postleitzahlen-gebiete 6, 7 und 8) wahr. Arrow Electronics gehört zu den fünf größten Bauelemente-Distributoren in den USA (Jahresumsatz etwa 65 Mill. \$).

Merkelbach. Das Essener Unternehmen arbeitet nicht nur als Rundfunk-, Fernseh- und Phonogeräte-Großhandlung, sondern auch als Distributor beziehungsweise Vertragshändler für Bauelemente- und Halbleiterbauelementehersteller, unter denen sich AEG-Telefunken, Elma-Ryam, Hirschmann, Metrofunk, Neuberger, Nortron, Papst Motoren, Texas-Instruments Deutschland, Weller Elektro-Werkzeuge, Westermann und Wickmann befinden. In dem Katalog „Bauelemente für die Elektronik“ wird das Bauelemente-Sortiment (nicht jedoch das Halbleiterbauelemente-Sortiment, das der optoelektronischen Bauelemente und der Transformatoren, für die es besondere Listen gibt) unterteilt nach 535 Positionen angeboten.

Metz. Die Firma teilte mit, daß ihre Fernsehgeräte im Werk auch Falltests unterworfen werden. Sie werden „in serienmäßiger Originalverpackung stichprobenweise je sechsmal geworfen, und zwar auf jede Kartonfläche aus etwa einem halben Meter Höhe auf den Boden“. Sie müssen danach noch einwandfrei funktionieren. Der Verbraucher wird um Verständnis für die voluminöse Verpackung gebeten, deren Beseitigung nicht immer einfach ist, die das Gerät aber auf dem Transportweg zuverlässig schützen soll.

Plessey. Die Firma veröffentlichte Angaben über ihr IS-Programm in dem 235 Textseiten starken Datenbuch „Integrated circuit databook“ (MOS- und MNOS-Schaltungen, bipolare analoge und digitale IS, integrierte Consumer-Schaltungen). Auf den letzten zwei Seiten des Buches werden etwa 80 neue Bausteine vorgestellt, deren Einführung für dieses Jahr geplant ist. Das Buch ist kostenlos bei der deutschen Vertretung des Unternehmens, der Neumüller GmbH, München, erhältlich.

Teldec. „Lustige Musikanten laden ein ...“ ist der Titel eines 8seitigen Tonträgerverzeichnisses, das im Zeichen einer Brezel, eines Feldblumenstraußes und bunter Bänder 83 Aufnahmen volkstümlicher Musik anbietet.

Diebstahl. Die nachstehend genannten Geräte wurden als gestohlen gemeldet: von der Firma Color-Radio, 6 Frankfurt 60, Wilhelmshöher Straße 96, die Grundig-Typen

„Satellit 2000“ (Nr. 28 806)
„Concert-Boy 1100“ (Nr. 29 835)
„Sono-Clock 30“, weiß (Nr. 23 927)
„Sono-Clock 20a, weiß (Nr. 38 329)
„C 4100“ (Nr. 29 162)
„RF 310“, weiß (Nr. 21 132)
„RF 210“, weiß (Nr. 47 925)
„Transistor 700“ (Nr. 814 092)
„Signal 500“ (Nr. 10 013)
„RTV 700“ (Nr. 23 014)
„Exklusiv 1451“, weiß (Nr. 11 543)
„Studio 1500“, weiß (Nr. 38 279)
„RTV 901“ (Nr. 35 206)
„RTV 500“ (Nr. 80 280)
mit Boxen (Nr. 150 028 u. 149 713)
„Triumph 1415“, gelb (Nr. 16 449)
von der Firma Rudolf Hitz, 852 Erlangen, der Grundig-Kofferempfänger „Concert-Boy“ (Nr. 31 852)
von der Firma Ludwig Reng, 8425 Neustadt, Dr.-Balsler-Straße 5, der Grundig-Farbfernsehempfänger „Super Color 6031 (Nr. 22 310)
Beim Auftauchen der Geräte sollte man die Polizei verständigen; im Fall des Diebstahls bei Color-Radio ist eine Belohnung für die Wiedererlangung ausgesetzt.

Neue Serviceschriften

Blaupunkt

Autoradio „Frankfurt-Stereo Rallye“ (7 632 654)
Autoradios „Karlsruhe“ (7 633 655) und „Dortmund“ (7 633 656)
Autoradio „Ingolstadt“ (7 633 691)
Autoradio „Bonn“ (7 633 326)

Philips

Farbfernsehempfänger „Michelangelo“ (D 26 K 362)
Farbfernsehempfänger „Goya SL electronic“ (D 26 K 460)

Saba

Fernsehempfänger „Pro FP 32 telecomputer K“
Fernsehempfänger „Schauinsland T 251 telecomputer K“
Fernsehempfänger „Schauinsland T 253 telecomputer K“
Fernsehempfänger „Schauinsland T 259 telecomputer K“
Hi-Fi-Verstärker „VS 100 Stereo K“
Hi-Fi-Tuner „TS 100 Stereo K“
Uhren-Radio „electronic clock K“
Ersatzteillisten für „Schauinsland T 251 telecomputer K“, „Pro FP 31 telecomputer K“, „Hi-Fi-Studio 8061 telecommander K“, „VS 100 Stereo K“, „TS 100 Stereo K“ und „electronic clock K“

Frequenzumsetzer in Fernseh-Großanlagen

Frequenzumsetzer gewannen mit der Einführung des Fernsehens im UHF-Bereich (zweites Programm) zunehmend an Bedeutung. Dabei haben sie als Teil eines Antennenverstärkersystems vielseitige Aufgaben zu bewältigen.

1. In Gemeinschafts-Antennenanlagen können durch Frequenzumsetzer auch ältere Fernsehgeräte ohne UHF-Teil das zweite Programm empfangen, weil die auf hohen Frequenzen liegenden Kanäle des UHF-Bereichs (ab Kanal 21 mit 470 MHz ... 790 beziehungsweise 862 MHz) in Kanäle umgesetzt werden, die unterhalb 300 MHz (also im VHF-Bereich) liegen.

2. Mittels Frequenzumsetzung ist es in Groß-Gemeinschafts-Antennenanlagen mit vertretbarem Aufwand möglich, von einer empfangstechnisch gut, das heißt optimal platzierten Antenne aus über Kabel große Wohnbezirke oder kleine Ortschaften, ja sogar

stark auftreten, wenn ein Fernsehsendersignal aus einem Nachbarkanal einstrahlt, wie dies an vielen Orten in Grenznähe möglich ist.

4. Das Problem der „Vorgeister-Fernsehbilder“ – durch Direkteinstrahlung in Antagenteile verursacht – läßt sich durch Frequenzumsetzer ebenfalls gut lösen. Ferner kann auch die sogenannte Moiré-Störung ausgeschaltet werden, die unter Umständen zum Beispiel bei gleichzeitigem Empfang der Kanäle 5 und 10, 6 und 11 oder 7 und 12 auftreten kann.

Funktionsweise eines Frequenzumsetzers

Frequenzumsetzer werden heute ausschließlich in Halbleitertechnik gebaut. Dadurch ergeben sich Bausteine mit sehr handlichen Dimensionen, hoher Robustheit und Betriebssicherheit. Bild 3 zeigt das Blockschaltbild eines „Sicaset“-Frequenzumsetzers, dessen

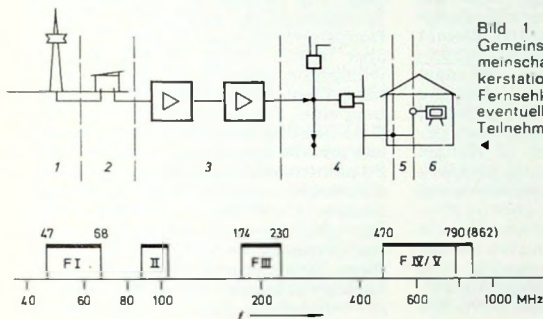


Bild 1. Prinzipschema einer Groß-Gemeinschafts-Antennenanlage; 1 Gemeinschaftsantenne, 2 Hauptverstärkerstation, 3 Breitbandverstärker und Fernsehkabel, 4 Verteillernetz mit eventueller Rückumsetzung, 5 Haus-Teilnehmernetz, 6 Fernsehsteckdose mit Empfänger

Bild 2. Spektrum der genormten Senderfrequenzen im VHF- und UHF-Gebiet; F I: VHF-Bereich I (3 Kanäle), F III: VHF-Bereich III (8 Kanäle), F IV/V: UHF-Bereich (40 Kanäle), $\blacktriangle$ Bereich II: UKW-Hörfunk

Städte mit einer großen Anzahl von Fernseh- und Rundfunkprogrammen zu versorgen (Bild 1). Der Frequenzumsetzer setzt dabei die hohen UHF-Bereiche (FIV/V) in niedrige VHF-Bereiche (FI oder FII) um (Bild 2). Das ist deshalb notwendig, weil bei hohen Frequenzen und langen Leitungen die Kabeldämpfung zu groß wird und zu hohe Verluste bringt (der Skineneffekt nimmt mit höheren Frequenzen rasch zu). Bei hohen Frequenzen erfolgt die Ladungsverschiebung hauptsächlich an der Leiteroberfläche. Die Eindringtiefe δ des Leiterstroms hängt von den magnetischen Eigenschaften, vom spezifischen Widerstand ρ und von der Permeabilität μ des Leiters sowie von der Frequenz f ab. Es gilt

$$\vartheta \approx 50 \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\mu \cdot f}},$$

Da ρ und μ für einen Leiter aus Kupfer konstant sind, läßt sich auch schreiben

$$\vartheta_{Cu} \approx \frac{6,6}{f} \text{ (bei } 20^\circ \text{C).}$$

3. Durch Frequenzumsetzer werden gegenseitige Störungen von Fernsehsignalen in dem sehr dicht gewordenen Fernsehsendernetz vermieden. Eine solche Störung kann besonders dann

Montage wegen der koaxialen Steckverbindungen sehr einfach ist (Bild 4). Ein Frequenzumsetzer für Gemeinschafts-Antennenanlagen hat mehrere Schaltungsgruppen (Bild 3).

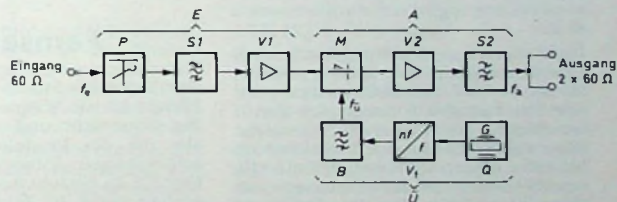
Die Eingangsschaltung E (mit 60 Ohm verlustfreier Anpassung an das Antennenkabel) mit dem Pegelstellglied P in T-Schaltung dient zur Einpegelung des Eingangsfernsehsignals f_e . Sein Stellbereich beträgt 15 dB. Zu fordern ist ein Mindesteingangspegel von 60 dB μ V (≈ 1 mV an 60 Ohm), der ebenfalls durch Vorverstärkung sicherzustellen ist.

Die Selektionsmittel *S 1* am Eingang (mehrere Resonanzkreise) verhindern eine störende Kreuzmodulation KM und eine unzulässige Rückwirkung des Überlagereroszillators auf den Eingang. Nach den VDE-Vorschriften 0855

T 2/5,64, § 5, und 0872 T 1/8,63, § 7, dürfen die Überlagerungsfrequenzen f_0 und deren Obertöne keine höheren Störleistungen als $4 \cdot 10^{-9}$ W (entsprechend 500 μ V an 60 Ohm) und das umgesetzte Signal nicht mehr als $4 \cdot 10^{-7}$ W (entsprechend 5 mV an 60 Ohm) an den Eingang des Frequenzumsetzers abgeben. Das von der Antenne und dem Frequenzumsetzer abgestrahlte Störfeld darf 30 μ V/m in 30 m Abstand nicht überschreiten. Der „Sisacet“-Frequenzumsetzer von Siemens (Bild 4) erfüllt diese Vorschriften mit großer Reserve.

Im UHF-Verstärker *V1* wird das gesiebte Eingangssignal f_e verstärkt, wodurch der Signal-Rausch-Abstand verbessert und das Mischerrauschen verringert wird. Gleichzeitig wird der Überlagerungspegel zwischen Mischer und Eingangsbuchse entsprechend abgesenkt. Die von der Empfangsantenne gelieferte Spannung darf aber ein bestimmtes Niveau nicht unterschreiten, weil sonst der Pegelabstand zwischen Nutz- und Rauschsignal zu gering werden würde. Für ein einwandfreies, unverraushtes Bild (ohne Gries auf dem Bildschirm) muß ein Störabstand von 40 dB gewährleistet sein. Ganz allgemein gilt für die Verstärkerstufe, daß sie möglichst geringes Rauschen haben soll. Als geringstes Antennensignal gelten etwa 80 μV .

In der Überlagerungsschaltung U wird die Grundfrequenz des Überlagerersignals von einem Quarzoszillator Q mit einer Frequenzgenauigkeit von besser als 10^{-4} erzeugt. Der Obertonquarz wird im allgemeinen im 5. oder 7. Oberton erregt. Diese Frequenz ist



jedoch noch nicht hoch genug; sie muß in nachfolgenden 1 oder 2 Vervielfacherstufen V_i durch eine 2...6fach-Vervielfachung auf die zur Mischung nötige Frequenz f_u gebracht werden, damit das Ausgangssignal f_u durch Mischen des Eingangssignals f_e mit f_u in der richtigen Frequenz entsteht.

Es gilt: $f_a = f_c \pm f_u$,
zum Beispiel $f_u = 620 - 60 = 560$ MHz.
Der Grad der Vervielfachung hängt von den Frequenzen der Kanalkombination ab. Für eine Bereichserumsetzung von F IV/V auf F I liegt die Bildträgerfrequenz f_c zwischen 470 und 862 MHz, die Oszillatorfrequenz f_a zwischen 80 und 150 MHz und f_u zwischen 47 und 63 MHz (s. Bild 2). Auf die Vervielfacherstufen folgt noch ein Zweikreisbandfilter B zur höchstmöglichen Unterdrückung unerwünschter Oszilla-

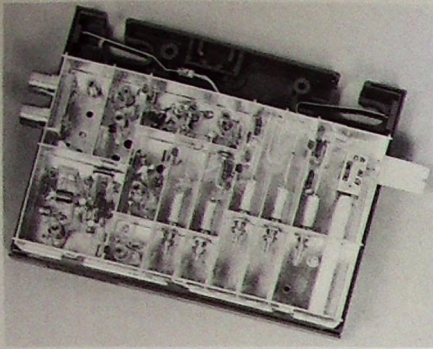
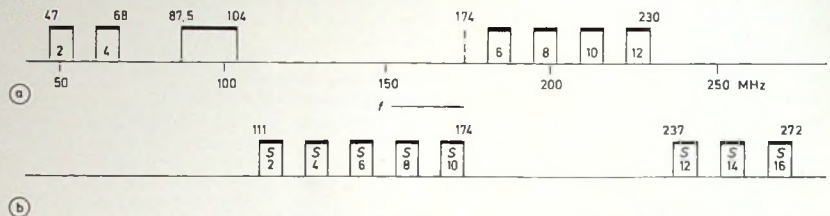


Bild 4. Geöffneter „Sicaset“-Frequenzumsetzer „SAFK 3541“ in Kassettensform (Siemens)

Bild 5. Bildung von Leerkänen im VHF-Gebiet: a) Kanalverteilung für Antennenanlagen bei maximal sechs Kanälen; b) Kanalverteilung für 12 Programme, wobei durch Frequenzumsetzung Sonderkanäle S hinzugefügt werden.



tor-Grund- und -Oberschwingungen. Man kann auf diese Weise einen Nebenwellenabstand von über 40 dB erreichen.

In der Mischstufe M wird ein Transistor an Stelle der sonst üblichen Dioden verwendet. Dies hat folgende Vorteile: größere Mischverstärkung, Verkleinerung der Rauschzahl, bessere Entkopplung von f_u und höhere Aussteuerbarkeit.

Die Ausgangsschaltung A besteht wiederum aus einem Verstärker V 2, der das umgesetzte Fernsehsignal auf den erforderlichen Ausgangspegel von 120 dB μ V bringt, der zur Vermeidung von Kreuzmodulation und Störungen durch Übersteuerungen nicht überschritten werden sollte. Die Gesamtverstärkung ergibt sich daraus zu etwa 48 dB.

In der Ausgangsschaltung sind je nach Frequenzlage ein oder mehrere Selektionskreise S 2 vorhanden. Aber nicht alle Mischprodukte lassen sich damit beseitigen. So ist es oft schwierig, Oberwellen, die an der nichtlinearen Mischennlinie entstehen, vollständig zu eliminieren. Sie dürfen eine gewisse Höhe nicht überschreiten, damit ein Mindeststörabstand von 52 dB gewährleistet ist. Bei Unterschreitung dieses Wertes ist die betreffende Kanalkombination zu sperren.

Ausführungsformen

Entsprechend den Anforderungen der Praxis sind von der Industrie vier verschiedene Grundgerädetypen geschaffen worden, mit denen sich bestimmte Frequenzumsetzungen ausführen lassen. Mit dem Gerätetyp „SAFK 3541“ von Siemens (Bild 4) lassen sich die Bereiche F IV/V (470... 862 MHz) in den Bereich F I (47... 68 MHz) umsetzen. Hier ist $f_u < f_c$, die Verstärkung ist 46 (oder 37) dB, das Rauschmaß 8 dB und die maximal zulässige Kanalpegelspannung 1 V $\pm$ 120 dB μ V (oder 710 mV $\pm$ 117 dB μ V). Das Chassis ist für die Aufnahme der Schaltungsgruppen in mehrere Kammern unterteilt. Für den HF-dichten Verschluss sorgt eine

in den Kunststoffdeckel eingelegte, auf Schaumstoff geklebte Schirmfolie.

Die weiteren Typen transponieren wie folgt: „SAFK 3513“: von F I nach F III, „SAFK 3531“: von F III nach F I, „SAFK 3543“: von F IV/V nach F III.

Übliche Kanalverteilung

Der international genormte Kanalabstand beträgt im VHF-Bereich (bis 300 MHz) 7 MHz und im UHF-Bereich 8 MHz. Letzterer ist ziemlich knapp bemessen. Daraus ergeben sich unter Umständen Schwierigkeiten bei der Aufschaltung auf Fernsehkabelnetze und eventuell auch bei Heimfernseh-

Signale ins Teilnehmernetz eingespeist werden, werden sie wieder in ihre ursprüngliche Frequenzlage zurückgebracht, wozu ebenfalls Frequenzumsetzer eingesetzt werden müssen. Jedes handelsübliche Fernsehgerät ist dann in der Lage, diese Signale zu empfangen.

Doppelfrequenzumsetzer

In schwierigen Empfangslagen kann es nötig werden, Antennensignale innerhalb eines Bereiches durch zwei Frequenzumsetzer umsetzen zu müssen. Das Einpegeln bei Verwendung von zwei Umsetzern verlangt allerdings besondere meßtechnische Maß-

geräten. Man umgeht diese Schwierigkeiten dadurch, daß man nie zwei benachbarte Kanäle belegt. Wie aus Bild 5 hervorgeht, wird es mit diesen Leerkänen möglich, im VHF-Gebiet gemäß der üblichen Frequenzverteilung insgesamt sechs Fernsehkanäle unterzubringen. Man vertritt aber die Auffassung, daß das für die Zukunft nicht genügen wird, so daß man gezwungen sein wird, auf 12 Kanäle überzugehen, indem man das Sechssystem durch Frequenzumsetzung auf 12 Kanäle erweitert. Weil aber im Frequenzbereich dieser neuen Kanäle Sonderdienste arbeiten, dürfen sie nur im geschlossenen Leitungsnetz und nicht für Sender-Empfänger-Relaisstrecken verwendet werden. Bevor die

nahmen, zum Beispiel die Verwendung des Antennenpegel-Meßgerätes „SAM 390a“ von Siemens, das für sämtliche Fernsehnormen geeignet ist. Solche Doppelumsetzungen bringen dann aber in den meisten Fällen den gewünschten ungestörten Fernsehempfang. Wenn beispielsweise beim Empfang eines Fernsehsenders im Bereich F III Geisterbilder (Vorgeister) entstehen und die Umsetzung in den Bereich F I nicht möglich ist, dann muß in einen anderen Kanal im Bereich F III doppelt umgesetzt werden, also zunächst vom Bereich F III in den Bereich F I und vom Bereich F I wieder nach F III. Auf diese Weise lassen sich auch hartnäckige Störungen in den meisten Fällen beheben.

R. Hübner

Fernseh-Kompakt-Studio „LDL 9900“

Das Kompakt-Studio „LDL 9900“ von Philips ist ein kleines Fernsehstudio für Unterricht und Ausbildung, das alle für die Produktion von Fernsehsendungen notwendigen Bausteine enthält. Es besteht aus einer Monitor-einheit sowie der Bild- und Tonregie. Durch praxisingerechte Verbindungs-Sets sind die Bausteine miteinander verbunden, so daß die sonst bei Einzelgeräten notwendigen komplizierten Verbindungen entfallen. In der Endausbauphase lassen sich an dieses Kompaktstudio bis zu fünf Kameras und vier Tonsignalquellen anschließen. Ferner ist der Anschluß eines Video-Cassetten-Recorders möglich. Soll allen an ein Antennennetz angeschlossenen Fernsehgeräten die mit dem Kompakt-Studio aufgenommene Produktion übermittelt werden, so läßt sich ein Kabelfernsehmodulator „LDL 9920“ nachschalten.

Die Monitor-Einheit ist mit drei transistorbestückten 6“-Video-Monitoren in einem kompakten und stapelbaren 19“-Gehäuse ausgestattet. Die Bildregie enthält in einem 19“-Gehäuse drei festinstallierte Systembausteine. Der elektronische

Videoschalter dient zur Umschaltung von maximal fünf Videosignalen in der Vertikal-Austastlücke. Sie garantiert störungsfreie und lückenlose Aufzeichnung aller geschalteten Videosignale. Der Trickmischer ermöglicht eine Reihe von Trickeffekten. So lassen sich vertikaler und horizontaler Schnitt sowie eine Ecken-einblendung an allen vier Ecken durchführen. Ein elektronischer Zeiger ist über die gesamte Bildfläche führbar. Der Video-Mischer dient zur weichen Überblendung von zwei Videosignalen. Beide Eingänge können auch über den Schalter auf Schwarz geschaltet werden.

Die Tonregie, ebenfalls im 19“-Gehäuse, enthält einen 4-Kanal-Tonmischer mit zwei Mikrofonkanälen mit einschaltbarem Baßfilter, zwei Tonträgerkanälen und einem Summenkanal. Zur Aussteuerungsanzeige dient ein VU-Meter. Über eine Intercom-Einrichtung läßt sich eine Sprechverbindung zwischen Kamera und Regie herstellen. Ferner gibt es einen Kopfhörer-Anschluß mit Umschalter für die Tonprogrammkontrolle und die Intercom-Verbindung.

Holographische Massenspeicher

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 29 (1974) Nr. 13, S. 456

3.3.2. Daten-Eingabewandler (Page-Composer)

Für die Dateneingabe in einem holographischen Festwertspeicher reicht ein mechanischer Wechsel von Datenmasken und Festinformation aus. In einem Schreib-Lese-Speicher, dessen Inhalt innerhalb von Mikrosekunden bis Millisekunden geändert werden soll, benötigt man hingegen ein elektronisch schaltbares optisches Bauelement zur schnellen Dateneingabe, einen sogenannten Daten-Eingabewandler oder „Page-Composer“. Die wichtigsten an einen Daten-Eingabewandler zu stellenden Forderungen sind schnelles Schalten innerhalb von weniger als einer Millisekunde, hohe Transmission, gutes Kontrastverhältnis (großes Verhältnis der Lichtdurchlässigkeit der beiden logischen Zustände) und weitgehende Unabhängigkeit des Kontrastes vom Beleuchtungswinkel. Eignung für ermüdungsfreien Dauerbetrieb und Ansteuerbarkeit durch integrierte Halbleiterschaltungen sind weitere wichtige Voraussetzungen für den technischen Einsatz des Datenwandlers.

Von den physikalischen Effekten, die zur Realisierung eines aus mindestens 10 000 schaltbaren Elementen bestehenden Page-Composers Bedeutung haben, sind hervorzuheben:

- Steuerung der Lichtstreuung oder Doppelbrechung in Flüssigkristallen durch Anlegen eines elektrischen Feldes (der gleiche Effekt wird in Flüssigkristallanzeigen ausgenutzt).
- Steuerung der Streuung oder Doppelbrechung in ferroelektrischen Keramiken wie Blei-Zirkonat-Titanat.
- Steuerung der Doppelbrechung in elektrooptischen Kristallen wie Wismutlithat oder Gadoliniummolybdat.
- Thermische Verschiebung der Absorptionskante eines Einkristalls, beispielsweise eines dünnen Plättchens aus Kadmiumsulfid (Verschiebung der Lichtwellenlänge, bei der der Kristall gerade noch lichtdurchlässig ist).
- Elektrostatische Steuerung der Wölbung dünner Metallmembranen.
- Steuerung der Lichtintensität durch akustooptische Modulation.

Von den oben aufgeführten Effekten scheint bislang die Lichtstreuung (dynamische Streuung) und Doppelbrechung in Flüssigkristallen (FK) besonders interessant. Auf diese Substanzen sei deshalb als Beispiel näher eingegangen. Flüssigkristalle sind vielsprechend wegen der relativ niedrigen benötigten Steuerspannungen, des hohen Kontrastverhältnisses und der leichten Verfügbarkeit. Andererseits sind diese Effekte (insbesondere die Streueffekte) relativ langsam. Nur durch Erhöhung der Steuerspannungen über 100 V und spezielle Schaltungsmöglichkeiten gelingt es, Ein- und Ausschaltzeiten auf den interessanten Be-

reich um oder unter einer Millisekunde zu reduzieren. Der Effekt der dynamischen Streuung tritt auf, wenn man eine 10 ... 100 µm dünne Flüssigkristallschicht zwischen zwei durchsichtigen, mit transparenten Elektroden bedampfte Glasplatten bringt und an beide Elektroden eine Spannung von wenigen Volt anlegt [8, 9]. Bild 11 zeigt stark idealisiert die molekularen Vorgänge bei der dynamischen Streuung. Die kurzen Striche symbolisieren die Moleküllängsachsen, die zunächst ein-

geschaltet ist und die Belichtung des Unterhologramms abgeschlossen ist.

Am Beispiel von Flüssigkristall-Matrizen wurden einige wichtige Probleme beim Aufbau schaltbarer Daten-Eingabewandler angesprochen und Lösungsmöglichkeiten angedeutet. Zusammenfassend kann man sagen, daß zur Zeit Daten-Eingabewandler mit befriedigenden Eigenschaften noch nicht auf dem Markt sind und noch weitere Entwicklungsarbeit erforderlich ist.

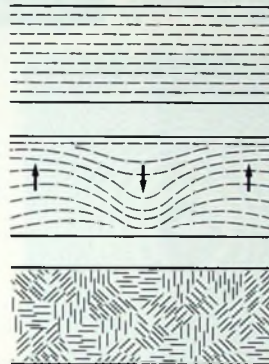
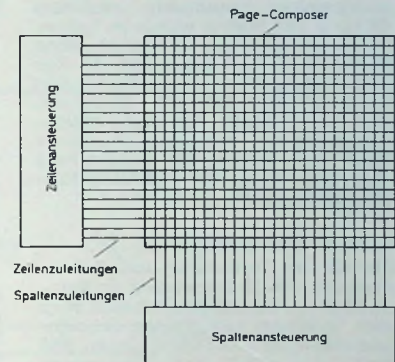


Bild 11. Prinzip der dynamischen Streuung in nematischen Flüssigkristallen. Oben: Spannung 0 V (ungestörte nematische Schicht); Mitte: Spannung ≈ 5 V (sinusförmige Deformationen führen zu einer Schleifenstruktur, deutliches Fließen); unten: Spannung ≈ 20 V (sich ständig verändernde Bereiche heftiger Bewegung, Zustand der dynamischen Streuung)

Bild 12. Blockschaltbild der Matrixansteuerung für Daten-Eingabewandler



heitlich ausgerichtet sind (FK-Schicht durchsichtig), aber unter dem Einfluß eines elektrischen Feldes zunehmend in eine ständig sich ändernde heftige Bewegung geraten (FK-Schicht wirkt lichtstreuend, erscheint milchig-trüb). Für einen Daten-Eingabewandler ist eine matrixförmige Anordnung von Flüssigkristall-Zellen erforderlich, die möglichst gleichzeitig elektronisch angesteuert werden sollen. Zur Reduzierung des elektronischen Aufwands einer Einzelansteuerung für eine Matrix mit typischerweise 10000 Elementen gibt es eine Reihe von Vorschlägen. Bild 12 zeigt das Blockbild eines Daten-Eingabewandlers mit durchgehenden, sich kreuzenden Streifenelektroden sowie mit Zeilen- und Spaltenansteuerung [18]. Um einen Datenwandler in dieser Weise betreiben zu können, sind an das Element zusätzliche Forderungen zu stellen. Zunächst muß das Element eine Schwellenspannung mindestens in Höhe der halben Steuerspannung haben, damit es durch koinzidierende Impulse an den zwei sich kreuzenden Streifenelektroden adressiert werden kann. Außerdem muß das Element seinen Schaltzustand auch ohne Aufrechterhaltung der elektrischen Erregung so lange beibehalten, bis die gesamte Matrix Zeile für Zeile

3.3.3. Detektormatrizen

Beim Auslesen der in einem Unterhologramm gespeicherten digitalen Information fällt das rekonstruierte Lichtpunktraster (Bild 7) auf eine Matrix von Photodetektoren (Bild 5), die die optische Information in elektrische Signale zurückverwandeln. Neben dem Lichtablenker und dem Daten-Eingabewandler ist die Detektormatrix eine weitere wichtige Schnittstelle zwischen holographischem Speicher und DV-Anlage. Da beim Auslesen innerhalb weniger Mikrosekunden eine Informationsmenge von mindestens 10^4 bit anfällt, ist es vorteilhaft, der Matrix zur gleichmäßigeren Auslastung der angeschlossenen Datenkanäle einen Pufferspeicher nachzuschalten. Eine relativ einfache und elegante Lösung dieser Aufgabe ergibt sich durch Einbeziehung der hochentwickelten integrierten Schaltungstechnik auf MOS-Basis. Die Detektormatrix wird im wesentlichen als Halbleiterspeicher ausgeführt, wobei in jedem Speicherelement (Flipflop) zusätzlich eine Silizium-Photodiode integriert ist. Das Prinzipschaltbild einer solchen Speicherzelle zeigt Bild 13 [10]. T1 und T2 sind die Schalttransistoren des Flipflops, T3 und T4 haben die Funktion von Widerständen. Mit Hilfe

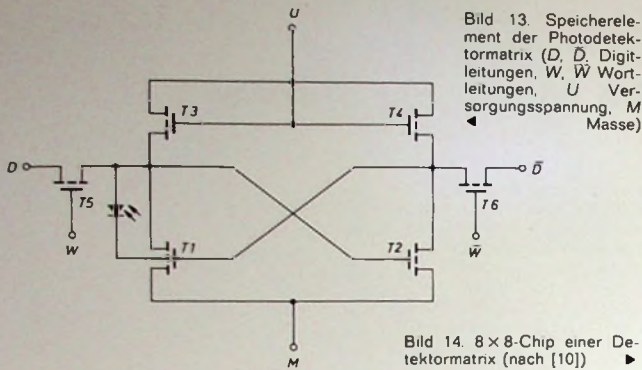


Bild 14. 8×8 -Chip einer Detektormatrix (nach [10])

der Treibertransistoren T5 und T6 kann das Flipflop über die Digitleitungen D, $\bar{D}$ und Wortleitungen W, $\bar{W}$ elektrisch gesetzt und ausgelesen werden. Die Photodiode liegt parallel zum Transistor T1; sie bewirkt jedoch nur eine unbedeutende Asymmetrie der Schaltung. Jäntschi, v. Hundelshausen und andere [10] haben ein Chip aus 8×8 Elementen einer Detektormatrix praktisch realisiert (Bild 14). Die Matrix wurde im Laborversuchsmuster eines holographischen Festwertspeichers eingesetzt [6]. Zur Realisierung einer Gesamtmatrix von beispielsweise 100×100 Elementen muß eine Vielzahl von Chips zusammengeschaltet werden. Insgesamt kann das Problem der Realisierung einer Detektormatrix heute als prinzipiell gelöst gelten.

3.3.4 Optische Bauteile

Obwohl zur Aufnahme und Rekonstruktion von Hologrammen im Prinzip Linsen nicht erforderlich sind, wird man in einem praktischen Schreib-Lese-Speicher nicht ohne Linsen und andere optische Bauteile auskommen (Bild 6). Als neuartige Bauteile erfordern die bereits erwähnten sogenannten Hololinsen (Linsenraster) eine kurze Erläuterung. In der Strahlführungskonzeption des Bildes 6 dient ein Linsenraster zur Erzeugung der Beleuchtungsstellen für den Daten-Eingabewandler. Jeder Strahlposition des Lichtablenkers ist hier eine kleine Linse zugeordnet. Eine einfache Realisierung des Linsenrasters aus gekreuzten zylindrischen Glasstäben ist in [11] vorgeschlagen worden. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, statt der kleinen Linsen Hologramme einzusetzen, die abbildende Eigenschaften haben. Linsenraster aus Hologrammen haben die Vorteile der einfacheren Herstellung und der größeren Flexibilität bezüglich Rastermaß und Brennweite. Bild 15 zeigt eine holographisch erzeugte Zonenlinse mit den typischen nach außen hin enger werdenden konzentrischen Ringen.

Wählt man im Gegensatz zur Strahlführung nach Bild 6, die einen kombinierten Daten-Eingabe- und -Ausgabewandler erfordert (Latrix), eine Anordnung ohne Referenzstrahlumkehr (Trennung von Detektormatrix und Page-Composer), dann benötigt man eine Linse von der Größe der Speicherplatte mit großem Öffnungsverhältnis. Diese Linse begrenzt unter

Bild 15 (unten). Holographisch erzeugte Zonenlinse



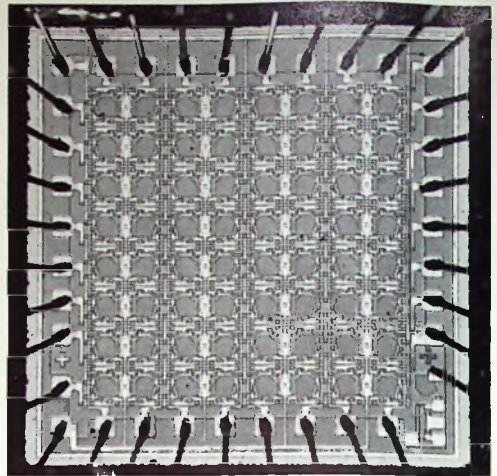
Umständen die Größe der Speicherplatte und damit die erreichbare Speicherkapazität. Auf die Leistungsgrenzen holographischer Blockspeicher und die Möglichkeiten, diese Grenzen hinauszuschieben, sei im folgenden näher eingegangen.

3.4. Leistungsgrenzen holographischer Blockspeicher und erweiterter Speichersysteme

Gegenwärtig existieren in Forschungs- und Entwicklungslaboratorien Funktionsmuster schneller blockorganisierter holographischer Festwertspeicher mit Kapazitäten bis zu 10^8 bit und änderbare Speicher mit Kapazitäten bis zu 10^6 bit je Datenträger. Diese Testmodelle haben die prinzipielle Funktionstüchtigkeit holographischer Blockspeicher im Forschungsstadium nachgewiesen. Wie ist nun dieser Speicher weiterzuentwickeln, damit er auch den zukünftigen Wünschen der Anwender gerecht werden kann? Von einem einsatzfähigen Speicher erwartet man vor allem:

1. schnelle Änderbarkeit des Speicherinhalts bei zahlreichen Schreib-Lese-Lösch-Zyklen und
2. Erweiterung der im Mikrosekundenzugriff verfügbaren Speicherkapazität in Bereiche von einem Giga-byte und mehr.

Zur Erhöhung der Speicherkapazität genügt es nicht, die Speicherplatte der Anordnung in den Bildern 4 bis 6 ein-



fach entsprechend zu vergrößern. Vielmehr zeigen genauere Rechnungen [12], daß sowohl der Abstand der Speicherplatte von Page-Composer beziehungsweise Detektormatrix als auch ihre Abmessungen zu vergrößern sind. Außerdem zeigen die Rechnungen, daß sich in einem optischen Speicher mit nichtmechanischem Zugriff nur Speicherdichten von einigen 10^4 bit/mm² erreichen lassen, also etwa zwei Größenordnungen weniger, als die Beugungsgrenze zunächst zuläßt. Der Grund hierfür ist die Begrenzung des endlichen Gesichtsfeldes jedes optischen Systems. Aus der Alltagserfahrung weiß man ja auch, daß die Verbesserung der optischen Auflösung beim Teleskop oder Mikroskop mit einer starken Reduzierung des Gesichtsfeldes erkauft werden muß. Will man die gesamte Speicheranordnung unter Beibehaltung der optischen Speicherdichte ähnlich vergrößern, so benötigt man für einen Speicher mit 1 GByte Kapazität Speicherplatten- und Detektormatrixabmessungen von etwa 1 m². Es bereitet große Schwierigkeiten, Speicherkomponenten mit derartigen Abmessungen zu realisieren und vor allem die hierfür erforderlichen Linsen herzustellen.

Der Vorstoß in das Gebiet der geforderten hohen Speicherkapazitäten gelingt daher bei vertretbarem Aufwand nur mit Speicherkonzeptionen, die von den bisher verwirklichten einfachen Grundsystemen abweichen. Hier sind vor allem zwei Varianten zu nennen, die in mehreren Laboratorien verfolgt werden. Einerseits ist es möglich, die großen Speicherflächen zu unterteilen und den Speicher aus einer größeren Anzahl von Modulen aufzubauen [13]. Jeder Speichermodul dieser bezüglich der Gesamtkapazität variablen Konzeption enthält einen Datenträger von beispielsweise 10^5 ... 10^6 bit, einen Daten-Eingabewandler und eine Detektormatrix. Die Moduln sind durch geeignete Strahlführungsoptiken und Lichtablenkereinheiten miteinander gekoppelt (Bild 16).

Eine Alternativlösung bietet die mehrfache Ausnutzung des Speichermediums durch Überlagern von Hologrammen. Hierbei wird die in der Holographie gegebene, bereits er-

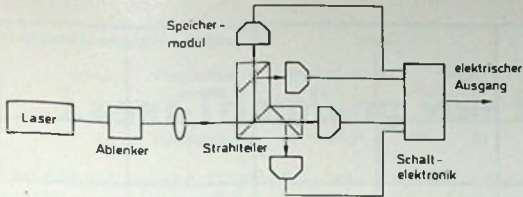


Bild 16. Modulkonzeption eines holographischen Speichers

wählte Möglichkeit ausgenutzt, mehrere Speicherblöcke mit Referenzstrahlen aus unterschiedlichen Richtungen oder mit unterschiedlichen Wellenlängen in ein und demselben Unterhologramm zu speichern. Diese Technik führt zu einer Erhöhung der effektiven Speicherdichte auf etwa 10^5 bit/mm² und reduziert daher die Speicherfläche für einen 1-GByte-Speicher um den Faktor 0,1 [14]. Schließlich könnte die Kombination von Modulkonzeption und Überlagerungstechnik zur Realisierung größter Speicher führen.

4. Holographische Datenspeicher mit mechanisch bewegtem Datenträger

Ähnlich wie bei den magnetischen Band-, Platten- und Trommelspeichern, kann man die zu speichernde Information auch sequentiell holographisch in extrem schmalen Spuren aufzeichnen. Bei vergleichbaren Zugriffszeiten verspricht die Holographie neben einer erhöhten Störunempfindlichkeit eine bis zu einem Faktor 100 höhere Speicherdichte (über 10^5 bit/mm²) [15].

Beim holographischen Bandspeicher (Bild 17) wird ein gepulster Objektstrahl mit dem zu speichernden Signal moduliert. Auf dem Speichermedium interferiert er mit einem synchron gepulsten nichtmodulierten Bezugsstrahl. Jeder Tastimpuls ist somit als schmales, linienhaftes Hologramm auf dem Speicherband aufgezeichnet. Bandvorschub und Pulsfrequenz sind so gewählt, daß sich die einzelnen Hologramme etwas gegeneinander versetzt möglichst dicht überlagern, bei der Wiedergabe jedoch noch getrennt auflösbare Punkte liefern. Beim Lesen durchläuft das Speicherband den Wiedergabestrahler. Hierbei entsteht eine dichte Kette von Bildpunkten, die über einen Photodetektor wandert und das ursprünglich gespeicherte Eingangssignal elektrisch reproduziert. Dieses Prinzip läßt sich variieren, indem man beispielsweise bei jeder Belichtung gleichzeitig ein Byte senkrecht zur Vorschubrichtung des Bandes speichert. Neben dem völlig kontaktfreien Lese- und Schreibvorgang ermöglicht das Verfahren durch geeignete Wahl der optischen Parameter eine weitere Erhöhung der Speicherdichte und gewährleistet eine beachtliche Unempfindlichkeit gegenüber Unvollkommenheiten der mechanischen Führung des Speichermediums.

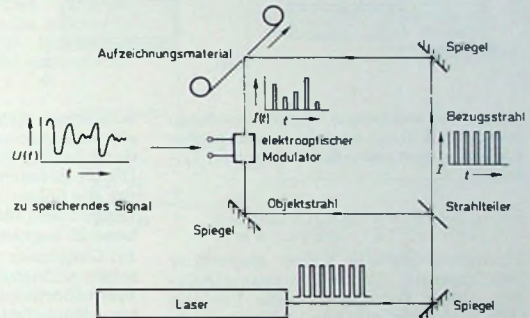
5. Speichermaterialien

Die erreichbaren Daten optischer Speicher werden vom Speichermedium und seinen Eigenschaften entscheidend mitbestimmt. Das Speichermedium setzt die beim Schreiben erzeugte Lichtverteilung in eine bleibend gespeicherte Verteilung seiner

optischen Eigenschaften um. Ihre Variation bei gegebener Lichtverteilung soll im Interesse eines hohen Lese-signals möglichst groß sein. Weiterhin ist ein möglichst linearer Zusammenhang zwischen der Energiedichte beim Schreiben und der Lichtleistung am Detektor beim Lesen wünschenswert, um eine verzerrungsfreie Wiedergabe zu erreichen. Ferner muß das Material weitgehend homogen sein, damit der Streulichtpegel beim Lesen klein bleibt.

Wichtig für den Einsatz eines Materials in einem holographischen Schreib-Lese-Speicher sind vor allem seine Langzeitstabilität, Ermüdungsfreiheit bei vielen (mehr als 10 000) Schreib-Lese-Lösch-Zyklen und aus-

Bild 17. Aufzeichnung zeitlich variabler elektrischer Signale bei einem holographischen Bandspeicher



reichendes Auflösungsvermögen von über 1000 Linien/mm zur Erzielung der hohen optischen Speicherdichten sowie die Möglichkeit schnellen Einschreibens und zerstörungsfreien Auslesens. Obwohl in vielen Laboratorien intensiv an der Entwicklung geeigneter optischer Speichermaterialien gearbeitet wird, existiert gegenwärtig noch kein allen Anforderungen gerecht werdendes Aufzeichnungsmedium. Im folgenden werden die in den meistversprechenden Speichermaterialien ausgenutzten physikalischen Effekte zusammengestellt [16].

5.1. Magnetooptische Speichermaterialien

Beim Schreiben wird die Magnetisierung eines halbdurchlässigen Films (Dicke etwa 300 ... 700 nm) aus einem magnetooptischen Material wie beispielsweise Manganwismut (MnBi) durch lokales Erhitzen über die sogenannte Curie-Temperatur umgeschaltet. Beim Auslesen nutzt man den magnetooptischen Faraday- oder Kerreffekt aus, der eine magnetisierungsabhängige Drehung der optischen Polarisationsrichtung erzeugt. Der thermische Schreibprozeß hat ein schnelles „Zerfließen“ des aufgebauten Wärmeprofils zur Folge, so daß man mit sehr kurzen Laserimpulsen (typi-

sche Dauer < 50 ns) aus Hochleistungs-Impulslasern arbeiten muß. Durch ein externes Magnetfeld wird das gespeicherte Magnetisierungsmuster wieder gelöscht. Nachteile sind die kurze notwendige Aufzeichnungsdauer und der niedrige Beugungswirkungsgrad von MnBi-Hologrammen. Von den bekannten magnetooptischen Materialien ist MnBi besonders vielversprechend für einen technischen Einsatz.

5.2. Elektrooptische Speichermaterialien

In gewissen transparenten elektrooptischen Kristallen (beispielsweise Lithiumniobat) kann man Volumen-Phasenhologramme aufzeichnen. Der Aufzeichnungsprozeß beruht auf der optischen Anregung und nachfolgenden Drift oder Diffusion von Elektronen, die von lokalisierten Zentren ausgehen. Die erzeugten elektrischen Felder im Kristall modulieren den Brechungsindex des Materials, so daß ein Phasenhologramm mit theoretischen Beugungswirkungsgraden bis 100 % entsteht. In 2 mm dicken, eisendotierten LiNbO₃-Kristallen wurden Wirkungsgrade von 80 % experimentell erreicht. Auf optischem Wege oder durch

Erhitzen des Kristalls bis auf 300 °C kann die gespeicherte Information wieder gelöscht werden.

5.3. Photochrome Materialien

Durch Dotierung in transparenten Kristallen entstehen sogenannte Farbzentren, die lokalisiert Elektronen oder Löcher innerhalb des verbotenen Energiebandes einfangen. An diesen Stellen zeigen die sonst transparenten Kristalle Lichtabsorption. Insbesondere haben die photochromen Materialien die Fähigkeit, unter dem Einfluß optischer Strahlung Farben zu schalten. Dieser Wechsel wird normalerweise durch den Transport eines optisch angeregten Elektrons von einem Farbzentrentyp zu einem anderen ausgelöst, wobei sich die Absorptionseigenschaften beider Zentren entsprechend ändern. Licht einer bestimmten Wellenlänge erzeugt einen Farbwechsel, Licht einer anderen Wellenlänge führt den Kristall auf seinen Ausgangszustand zurück. Photochrome Materialien haben den einzigartigen Vorteil, daß ihre Auflösung praktisch unbegrenzt ist (über 10 000 Linien je mm). Nachteile sind: die Empfindlichkeit ist auf enge Spektralbereiche begrenzt; es werden relativ dicke (1 bis 10 mm) Speicherschichten benötigt; Bildverschlechterung infolge opti-

Tab. I. Eigenschaften löschbarer Speichermaterialien (nach [16])

Speichermedium	typisches Material	Schreiben und Löschen			Lesen		Anzahl der Zyklen (Lebensd.)	
		Schreibvorgang	Schreibzeit	Löschvorgang	Lesewirkungsgrad (%)	Auflösung (l/mm)	Schreiben-Löschen	Lesen
magneto-optische Materialien	MnBi	Erhitzen über Curie-Temperatur	bis 50 ns	wie beim Schreiben	$10^{-2} \dots 10^{-1}$	≈ 1000	unbegrenzt	∞
elektro-optische Materialien	LiNbO ₃	optisch induzierte Ladungstrennung	im Millisekundenbereich (evtl. kürzer)	optisch oder thermisch induzierte Ladungsverteilung	≈ 80	≈ 1500	unbegrenzt	
photochrome Materialien	viele Materialien	optisch induzierter Ladungstransport	im Nanosekundenbereich	wie beim Schreiben	1 ... 4	$\approx 10\,000$	unbegrenzt	
ferroelektrische Photoleiterstrukturen	Wismuttitanat	optisch modulierte ferroelektrisches Schalten	im Millisekundenbereich	wie beim Schreiben	10^{-2}	≈ 800	$> 10^5$ Zyklen	∞
thermoplastische Schichtstrukturen	Staybelite	Oberflächen deformation durch elektrisches Feld	im Millisekundenbereich (evtl. kürzer)	Wärme	bis 33	≈ 1000	derzeit bis 10^4 Zyklen	∞

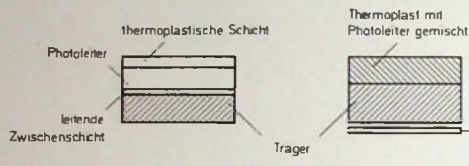


Bild 18. Thermoplastische Schichtstrukturen

schen Ausbleichens beim Auslesen und Arbeiten mit verschiedenen Lichtwellenlängen beim Schreiben und Löschen.

5.4. Thermoplastische Schichtstrukturen

Photothermoplaste haben gegenüber den anderen Aufzeichnungsmaterialien einige bemerkenswerte Vorteile [17]. So entspricht ihre Lichtempfindlichkeit etwa der hochauflösenden Photoemulsionen. Da Hologramme in Photoplasten idealen Flächen-Phasen hologrammen nahekommen, können die zu erwartenden Beugungswirkungsgrade bis zu 33% erreichen. Hologramme werden in diesen Materialien als räumliche Schwankung der Filmdicke, entsprechend den Lichtintensitätsvariationen des Interferenzmusters, aufgezeichnet. Das plastische Material ist gewöhnlich ein transparentes Harz, das mit einem photoleitenden Material verbunden sein muß. Der Photoleiter ist entweder im Thermoplast fein verteilt oder als geschlossene Schicht der thermoplastischen Schicht unterlegt. Praktisch besteht die vollständige Struktur aus einem Glasträger, der mit einem auf Massepotential liegenden, leitenden transparenten Film bedeckt ist, auf dem wiederum die wenige Mikrometer dicke Photoleiterschicht und die thermoplastische Schicht aufgebracht sind (Bild 18). Vor der Hologrammaufnahme wird das Material in Dunkelheit durch eine Korona-Beladung auf einige Kilovolt aufgeladen. Während der Belichtung entsteht ein der Lichtverteilung entsprechendes Ladungsmuster, weil an den belichteten Stellen Ladungen abwandern. Die Entwicklung erfolgt durch Erwärmen auf 50 ... 80 °C; dadurch können die elektro-

statischen Kräfte die Schichtoberfläche deformieren. Das Hologramm wird dann durch schnelles Abkühlen fixiert. Durch Erwärmen auf eine Temperatur, die höher ist als die Entwicklungstemperatur, läßt sich das eingeschriebene Hologramm wieder löschen.

Im Gegensatz zu anderen holographischen Aufnahmemedien kann man auf Photothermoplasten nur ein begrenztes Raumfrequenzband (Raumfrequenz = Anzahl der Linien je mm) aufzeichnen. Die Mittenfrequenzen erstrecken sich maximal bis zu etwa 1000 Linien/mm. Außerdem ist die mit Thermoplasten bis jetzt erreichbare Anzahl der Schreib-Lese-Lösch-Zyklen mit maximal 10000 noch unbefriedigend, wenngleich hier mit Fortschritten zu rechnen ist.

In Tab. I sind die wichtigsten Eigenschaften der kurz erläuterten Speichermaterialien zusammengefaßt. Obwohl eine eindeutige Bewertung der Aufzeichnungsmedien wegen der vielen, zum Teil auch anwendungsabhängigen Materialparameter kaum möglich ist, gibt es doch einige Favoriten, deren Einsatz in zukünftigen holographischen Speichersystemen am wahrscheinlichsten scheint. Für die flächenhafte Speicherung werden zur Zeit Thermoplaste favorisiert, für die Volumenspeicherung Lithiumniobat. Zur Speicherung kleiner Blöcke bei mechanisch bewegtem Datenträger sind MnBi-Schichten sehr interessant. Gerade auf dem Materialsektor ist die Entwicklung jedoch noch so sehr im Fluß, daß jederzeit mit entscheidenden Fortschritten bei diesen oder anderen Speichermaterialien zu rechnen ist.

6. Schlußfolgerungen

Holographische Massenspeicher befinden sich derzeit noch im Forschungs-

stadium. Nach den vorliegenden Resultaten haben kohärent-optische Verfahren realistische Aussichten, eine ernst zu nehmende Speichertechnik der Zukunft zu werden. Holographische Band- oder Plattenspeicher könnten nach Entwicklung geeigneter Aufzeichnungsmaterialien magnetische Band- oder Plattenspeicher ersetzen. Das zweifellos längerfristige Entwicklungsziel blockorganisierter holographischer Speicher ist die anspruchsvolle Vereinigung von hoher Speicherkapazität mit sehr kurzer Zugriffszeit. Die praktische Verwirklichung des gesteckten Ziels würde die bestehende Speichertechnologie um eine neue interessante Komponente erweitern.

Weiteres Schrifttum

- [8] Liebig, H., u. Wagner, K.: Flüssigkristalle - Ihre Anwendung und deren Problematik. Chemiker-Ztg. Bd. 95 (1971) S. 733-742
- [9] Grabmaier, J. G., u. Krüger, H. H.: Flüssigkristalle: Grundlagen und technische Anwendungen. VDI-Z. Bd. 115 (1973) S. 629-638
- [10] Jäntschi, O., v. Hundelshausen, U., Feigt, I., u. Hering, W.: Detector matrix for a holographic memory. Siemens Forsch.- u. Entwickl. Ber. Bd. 2 (1973) S. 34-38
- [11] Hill, B., u. Schmidt, K. P.: A fast access holographic memory. Proc. First Europ. Electro-Optics Conf. Genf, März 1973, S. 224-228
- [12] Graf, P., u. Lang, M.: Geometrical aspects of consistent holographic memory design. Appl. Opt. Bd. 11 (1972) S. 1382-1388
- [13] Kiemle, H.: Considerations on holographic memories in the Gigabyte region. Appl. Opt. Bd. 13 (1974) S. 803-807
- [14] Goldmann, G.: Increasing the storage density of holographic recording by spatial frequency multiplexing. Siemens Forsch.- u. Entwickl. Ber. Bd. 2 (1973) S. 242-246
- [15] Rüll, H., u. Kiemle, H.: Recording of time-varying electrical signals with one-dimensional holograms. Opt. Comm. Bd. 7 (1973) S. 158-162
- [16] Bordogna, J., et al.: Recyclable holographic storage media. RCA Review Bd. 33 (1972) S. 227-247
- [17] Ost, J., u. Moraw, R.: Reversible holographische Aufzeichnung in Photothermoplasten. Optik Bd. 37 (1973) S. 357-365
- [18] Lechner, B. J., et al.: Liquid crystal matrix displays. Proc. IEEE Bd. 59 (1971) S. 1566-1579

Laser-Trimmung von Dickschicht-Widerständen

Die ersten Versuche, Dickschicht-Widerstände mit Hilfe von Laserstrahlen zu trimmen, begannen vor etwa acht Jahren. Man erwartete von diesem Verfahren, daß es sauberer, schneller und präziser arbeitete als die übliche Schleiftechnik. Heute ist die Laser-Trimmung ein ausgereiftes Verfahren zur Herstellung von Mikroschaltungen. Hochautomatisierte rechnergesteuerte Anlagen trimmen auch in komplizierten Schaltungsmodulen die Widerstände mit Arbeitsgeschwindigkeiten von mehreren tausend Stück je Stunde. Gegenüber anderen Verfahren haben sich dabei folgende Vorteile ergeben:

- hohe Arbeitsgeschwindigkeit,
- schnelles Ansprechen auf Steuerbefehle,
- sehr gute Möglichkeit zur Automatisierung,
- weniger Transport- und Handierungsprobleme,
- sehr genaue Trimmung,
- kein Schleifstaub auf ungeschützten Teilen der übrigen Schaltung,
- die Möglichkeit, mit höherer Packungsdichte zu arbeiten,
- niedrigere Kosten wegen hoher Arbeitsgeschwindigkeit.

Die rasche Aufnahme, die die Laser-Trimmung in der Industrie gefunden hat, veranlaßte Du Pont, ein umfangreiches Programm durchzuführen, bei dem nicht nur neue, besonders dafür geeignete Widerstandsmaterialien entwickelt, sondern auch die Eigenschaften bereits bekannter Massen im Hinblick auf die extreme thermische Belastung durch einen Laserstrahl untersucht wurden. Als Ergebnis dieses Programms wurden beispielsweise die neuen Widerstandsmassen der Serien „Birox® 1400“ und „Certi-Fired® 1300“ eingeführt, die sich im Hinblick auf die Laser-Trimmung durch überlegene Eigenschaften auszeichnen.

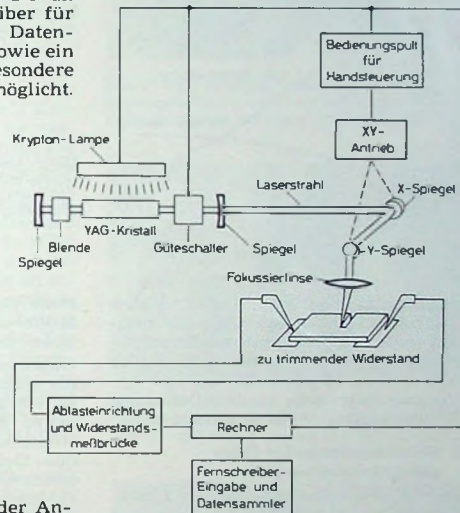
Der folgende Beitrag befaßt sich mit den bei dieser Trimm-Technik besonders zu beachtenden technischen und physikalischen Gesichtspunkten – Erfahrungen, die seit Beginn des Programms gesammelt wurden und die von großer Wichtigkeit sind, wenn man die durch die Laser-Trimmung gegebenen Möglichkeiten voll ausschöpfen will.

1. Laser-Einrichtung

Anfang des Jahres 1972 wurde im Technical Center der Electronic Materials Division in Niagara Falls, N.Y., eine komplette Einrichtung zur Laser-Trimmung von Dickschicht-Widerständen aufgestellt. Die Anlage enthält einen serienmäßigen YAG-Laser (Yttriumaluminiumgranat mit etwa 1,5% Neodym), dessen Betriebsbedingungen sich in einem weiten Bereich ändern lassen. Derartige Einstellmöglichkeiten sind wichtig, weil die Laser-Parameter großen Einfluß auf die Qualität und die Eigenschaften der damit bear-

beiteten Materialien haben. Dem YAG-Laser gab man gegenüber einer CO₂-Ausführung den Vorzug, weil die von ihm gelieferten kürzeren Wellenlängen eine schärfere Fokussierung ermöglichen, so daß man schmalere Schnitte erhält und die angrenzenden Materialzonen sowie das darunterliegende Substrat weniger gefährdet sind. Die Anlage umfaßt einen wassergekühlten Laser-Kopf mit Güteschaltung und zugehörigem Stromversorgungsteil, einen Motor-Stufenantrieb und ein Spiegelsystem zur Steuerung des Laserstrahls sowie den eigentlichen Trimm-Arbeitsplatz mit Strahlfokussierung, Sondenring und Werkstück-Aufnahme. Außerdem gehören dazu eine industrielle Fernsehanlage zur Beobachtung des Trimmvorgangs ohne Gefährdung des Bedienenden, eine Widerstandsmeßbrücke, die an einen Rechner mit Fernschreiber für Programmsteuerung und Datensammlung angeschlossen ist, sowie ein Bedienungspult, das für besondere Fälle eine Handsteuerung ermöglicht.

Bild 1. Schematische Darstellung der Laser-Trimstation



Wie die verschiedenen Teile der Anlage zusammenarbeiten, ist im Bild 1 schematisch dargestellt. Zum optischen Pumpen des YAG-Stabes dient eine Krypton-Lampe, über deren Betriebsleistung die Strahlleistung des Lasers gesteuert wird. Mit Hilfe einer einstellbaren Blende läßt sich der Durchmesser des Laser-Strahls variieren; auf diese Weise hat man eine weitere Möglichkeit, die Ausgangsleistung des Lasers zu regeln. Die Blendeneinstellung hat aber auch einen erheblichen Einfluß auf den Fokussierdurchmesser und damit auf die Breite des im Widerstandsmaterial bei der Trimmung herzustellenden Einschnitts.

Der Laser ist mit einem Güteschalter (Q-switch) ausgerüstet, der die Strahlenergie in Form einer periodischen Licht-Pulsfolge steuert. Jeder dieser Lichtimpulse ist zwar nur von kurzer Dauer, hat aber eine sehr hohe Spitzenleistung, so daß das Widerstandsmaterial an der Stelle des Fokus verdampft. Zwei Spiegel lenken den

Strahl in der X- beziehungsweise Y-Richtung ab, wobei ihre Steuerung entweder über den Rechner oder von Hand erfolgen kann.

Während des Trimmvorganges wird der zu bearbeitende Widerstand mit Hilfe einer speziellen Vorrichtung angetastet und der Widerstandswert über eine Widerstandsmeßbrücke mit dem im Rechner gespeicherten einprogrammierten Soll-Wert verglichen. Ist die gewünschte Übereinstimmung zwischen den beiden Werten erreicht, dann liefert der Rechner einen Stopbefehl, der die weitere Trimmung unterbindet. Die Abtastvorrichtung gestattet in Verbindung mit einem geeigneten Sondenring in schneller Folge die Trimmung sämtlicher oder auch nur bestimmter Widerstände auf einem Modul. Auf diese Weise lassen

sich alle Messungen und Trimmvorgänge durchführen, ohne daß das Werkstück mehrmals ausgebaut und wieder eingesetzt werden muß.

2. Versuchskombination von Dickschicht-Widerständen

Zum Studium der Eigenschaften von Dickschicht-Widerständen, die mit einem Laser getrimmt werden, hat man bei Du Pont eine Versuchskombination solcher Widerstände geschaffen, auf der verschiedene Geometrien vereinigt sind (Bild 2). Einige der auf ihr angebrachten Widerstände sind für die praktische Verwendung allerdings viel zu klein. An ihnen hat man erprobt, wie weit sich die Geometrie eines Dickschicht-Widerstandes verkleinern läßt, ohne daß es in bezug auf Trimmung und Qualität zu Schwierigkeiten kommt.

Die Untersuchungen erstreckten sich beispielsweise auf Materialverdampfung und Rückfluß, auf Brüche und

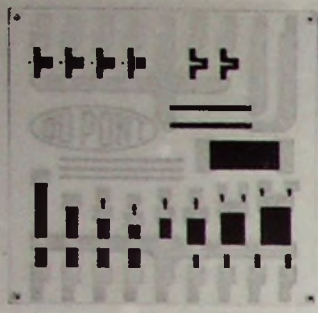
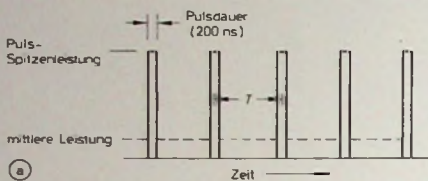
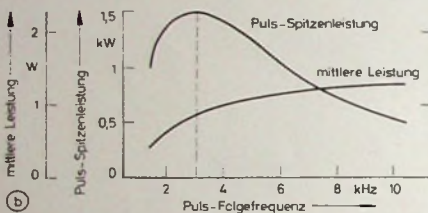


Bild 2. Versuchskombination von Dickschicht-Widerständen zur Untersuchung ihres Verhaltens bei der Laser-Trimmung



(a)



(b)

Beanspruchungsrisse. Dabei stellte sich heraus, daß alle diese Erscheinungen stark von bestimmten Betriebsparametern des Lasers abhängen, die die Art und den Betrag der Energie bestimmen, die dem zu bearbeitenden Widerstandsmaterial zugeführt wird.

3. Betriebsparameter eines gütegeschalteten Lasers

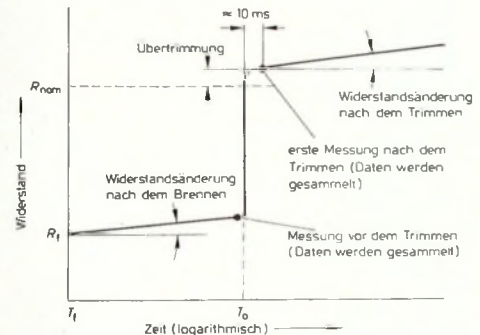
Zum Verständnis der bei der Laser-Trimmung ablaufenden Vorgänge und der Einflußmöglichkeiten, die man auf diese Vorgänge hat, sind einige Einzelheiten über das Leistungsverhalten eines Laserstrahls wichtig. Im Bild 3a ist schematisch dargestellt, wie die Energie des Lasers in Form periodischer kurzer Lichtimpulse abgegeben wird. Da die Pulsdauer bei Güteschaltung eines Lasers mit 50 ... 200 ns sehr kurz ist, erhält man sehr hohe Puls-Spitzenleistungen, obwohl die mittlere vom Laser abgegebene Leistung dabei verhältnismäßig klein sein kann. Kurze Impulse mit hoher Spitzenleistung sind deshalb wünschenswert, weil sie eine rasche Materialverdampfung bewirken, ohne daß allzuviel Wärme in Materialzonen abfließen kann, die der Verdampfungszone benachbart sind. Ein zu hoher Wärmeabfluß kann nämlich dazu führen, daß die Temperatur in den betroffenen Zonen um mehrere hundert Grad über die Temperatur des übrigen Widerstandes ansteigt. Bei der dann folgenden schnellen Abkühlung besteht die Ge-

fahr von Spannungsrissen im Material, wobei noch nach längerer Zeit ein Weiterreißen zu beobachten ist, so daß sich Instabilitäten in bezug auf den Widerstandswert ergeben.

Das im Bild 3b wiedergegebene Diagramm über den Zusammenhang von Puls-Spitzenleistung und Puls-Folgefrequenz gilt für die bei Du Pont aufgestellte Anlage. Bei anderen gütegeschalteten Laser-Einrichtungen kann dieser Zusammenhang anders sein. Wichtig ist aber – was im Bild 3b gut zu erkennen ist –, daß oberhalb einer optimalen Puls-Folgefrequenz von etwa 2,5 bis 3,5 kHz die Puls-Spitzenleistung stark abfällt. Bei hohen Puls-Folgefrequenzen kann es also vorkommen, daß die Spitzenleistung nicht zur Verdampfung des Materials ausreicht. Die Folge ist dann eine unvollkommene Trimmung oder auch das Verbleiben von Abraum-Material in der Schnittstelle. Außerdem fließt dabei erhebliche Wärme in die der Schnitt-

Bild 3. Strahl-Parameter eines gütegeschalteten Lasers

Bild 4. Typisches Verhalten eines Dickschicht-Widerstandes in der Zeit vom Brennen bis nach der Trimmung



stelle benachbarten Zonen, wo dann Mikrorisse und andere Störstellen auftreten können.

Untersuchungen haben ergeben, daß die saubersten Schnitte und die geringsten Schäden in ihrer Umgebung mit hoher Puls-Spitzenleistung bei geringer mittlerer Leistung erreicht werden. Daher sollte die Puls-Folgefrequenz nicht höher gewählt werden, als es bei einer bestimmten Schnittgeschwindigkeit für eine einwandfreie Überlappung der einzelnen Verdampfungsstellen erforderlich ist (es dürfen also keine den Schnitt überbrückenden Stege stehenbleiben). Als Beispiel seien hier die Parameter genannt, die bei einer Schnittgeschwindigkeit von 12,7 mm/s die besten Ergebnisse liefern: Puls-Folgefrequenz 3 kHz, mittlere Strahlleistung des Lasers 1 W, Blende 1,524 mm, geschätzte Puls-Spitzenleistung 3 kW, geschätzte Pulsdauer 100 ns. Die im Bild 3a angegebene Pulsdauer von 200 ns ist ein Höchstwert, der nur bei hohen Puls-Folgefrequenzen auftritt. Sie geht bei Frequenzen unterhalb 3 kHz auf 100 ns zurück.

4. Verhalten eines Widerstandes in der Zeit vom Brennen bis nach der Trimmung

Der Einfluß der vom Laser ausgelösten Vorgänge auf die Stabilität eines Widerstandes ist zeitlich verschieden. Hat man sie entsprechend berücksichtigt, dann hängt die Stabilität nach der Trimmung in erster Linie von der Sta-

bilität des Materials vor der Laser-Bearbeitung ab.

Im Bild 4 ist das Verhalten eines Widerstandes vom Ende des Brennvorgangs bis zu einem gewissen Zeitpunkt nach dem Trimmen schematisch dargestellt. Bei manchen Materialien – und im allgemeinen auch, wenn der Brennvorgang nicht vorschriftsmäßig verlaufen ist – beobachtet man nach dem Brennen eine merkliche Änderung des Widerstandswertes. Diese Widerstandsänderung kann sich auch nach dem Trimmen noch fortsetzen. In einem solchen Fall kann man den Trimmvorgang dann nicht als Hauptgrund für eine zeitliche Instabilität ansehen.

Um Daten über die Stabilität von Dickschicht-Widerständen nach dem Trimmen zu erhalten, wurde die Widerstandsänderung nach dem Trimmvorgang beobachtet, und zwar sowohl an Widerständen, die mit dem Laser getrimmt waren, als auch an solchen, bei

denen man das Schleifverfahren angewandt hatte. Als Bezugswert für diese Untersuchungen wurde die erste Messung nach dem Trimmen gewählt. Dieser Wert braucht nicht unbedingt mit dem Soll-Wert R_{nom} übereinzustimmen, denn es kann ein gewisses „Übertrimmen“ eingetreten sein. Ein solches Übertrimmen hängt stark von den Betriebswerten der Anlage ab (Puls-Folgefrequenz, Fokus-Durchmesser, Strahlleistung und Schnittgeschwindigkeit), aber auch von der Geometrie und den Abmessungen des Widerstandes. Außerdem können die Trägheit der Meßbrückenanzeige und Abschlattverzögerungen für den Laserstrahl eine Rolle spielen. Für Präzisionstrimmungen ist es wichtig, daß das Übertrimmen reproduzierbar ist, denn dann läßt es sich bei der Einstellung der Anlage berücksichtigen. Günstig sind in dieser Beziehung möglichst große Abmessungen des Widerstandes.

5. Faktoren, die die Drift beeinflussen

Hohe Qualität des Schnittes und Unversehrtheit des angrenzenden Widerstandsmaterials sind die wichtigsten Voraussetzungen, um Widerstandsänderungen nach dem Trimmen zu verhindern. Abraumreste im Schnitt stellen für den Stromfluß Nebenschlüsse dar, die zeitlich sehr inkonstant sind. Durch thermischen Schock in den dem Schnitt benachbarten Zonen können aber auch Mikrorisse auftreten, die den Leiterquerschnitt unkontrolliert ver-

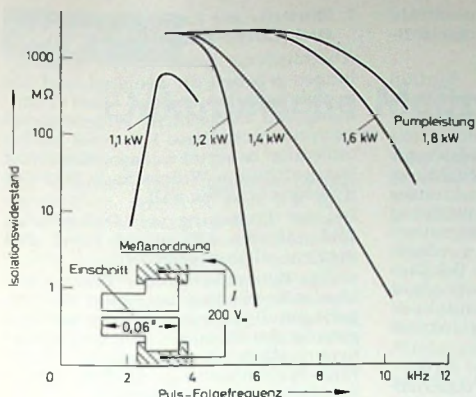


Bild 5. Isolationswiderstand im Trimmstoffschnitt als Funktion der Pumpleistung und der Puls-Folgefrequenz (Blende 1,524 mm, Schnittgeschwindigkeit 12,7 mm/s)

Bild 6. Starke Mikrorißbildung, verursacht durch falsche Betriebsbedingungen, führt zu schlechter Konstanz des Widerstandes

engen. Die an diesen Stellen erhöhte Stromdichte kann dann „heiße Stellen“ erzeugen, wodurch die Instabilität noch weiter erhöht wird. Mitunter verursacht auch der Güteschalter des Lasers beim Abschalten eine Nachspur, die die Stabilität des Widerstandes ungünstig beeinflusst.

Abraumreste im Schnitt können verschiedene Ursachen haben, zum Beispiel ungenügende Puls-Spitzenleistung bei zu hoher Puls-Folgefrequenz oder – bei optimierter Puls-Folgefrequenz im Hinblick auf ein möglichst großes Verhältnis zwischen Puls-Spitzenleistung und mittlerer Leistung – infolge zu geringer Pumpleistung für den Laser. Setzt der Laser beim Trimmen aus, dann bleiben Brücken im Schnittweg stehen. Ähnliche Überbrückungsstellen erhält man auch, wenn das Werkstück bei hohen Schnittgeschwindigkeiten vibriert. Abraumreste im Schnitt lassen sich am besten feststellen, wenn man das Werkstück von hinten beleuchtet und schwach vergrößert betrachtet.

Im Idealfall soll der Schnitt einen ähnlichen Isolationswiderstand aufweisen wie die Oberfläche des darunterliegenden Substrats. Bei sauberen Schnitten genügender Breite ist das normalerweise auch der Fall. Das Diagramm im Bild 5 gestattet die Festlegung von Betriebsparametern für die Laser-Trimmung, mit denen sich ein einwandfreier Schnitt erreichen läßt. Zur Aufstellung dieser Kurven wurden Pumpleistung und Puls-Folgefrequenz in weiten Grenzen verändert und die Isolationsströme quer zur Schnittrichtung bei einer Meßspannung von 200 V_m bestimmt. Aus den Isolationsströmen ließ sich dann der jeweilige Isolationswiderstand berechnen. Der waagerechte Teil der Kurven entspricht dem Oberflächenwiderstand des beim Versuchsaufbau verwendeten Substrats. Der Abfall der Kurven bei höheren Puls-Folgefrequenzen ist auf die dabei geringer werdende Puls-Spitzenleistung zurückzuführen, für die der Zusammenhang nach Bild 3 gilt. Bei höheren Frequenzen wird der Schnitt-Wirkungsgrad schlechter, der Schnitt selbst wird breiter, und es bleibt immer mehr Abraum zurück.

Im abfallenden Teil der Kurven ist der Isolationswiderstand sehr instabil, was zu Veränderungen des fertig ge-

trimmten Widerstandes führen kann. Dies ist besonders bei hochohmigen Widerständen zu berücksichtigen, bei denen die Trimmstrecke ähnliche Abmessungen hat wie der Widerstand selbst.

Bild 6 zeigt die Mikrofotografie eines Schnitt-Endes bei einem Widerstand aus der Masse „Birox 1051“. Zwischen den Schnittkanten und dem umlaufenden, deutlich zu erkennenden Mikroriß liegt eine etwa 40 µm breite Zone aus beschädigtem Material, die viele kleine, kaum wahrzunehmende Mikrorisse enthält. Die schwarzen Klümpchen und Streifen sind Spritzer, die aus dem beim Trimmvorgang geschmolzenen Material herausgeschleudert wurden. Daß die beschädigte Materialzone über die Oberfläche des umgebenden Widerstandsmaterials angehoben ist, läßt sich als Beweis für einen merklichen Rückfluß betrachten. Wie zu erwarten war, zeigte dieser Widerstand schlechte Stabilität; die Drift betrug einige Prozent in hundert Stunden. Die Trimmung erfolgte dabei mit folgenden Betriebswerten: Puls-Folgefrequenz 10 kHz, Schnittgeschwindigkeit 2,54 mm/s, mittlere Strahlleistung des Lasers 2,5 W, errechnete lineare Energiedichte (LED) 10 Joule/cm¹.

Die angegebenen Betriebswerte sind für die Praxis nicht geeignet. Sie machen aber deutlich, was geschehen kann, wenn man mit falscher Einstellung arbeitet. Für das gleiche Material ergaben sich mit günstigeren Betriebswerten (Puls-Folgefrequenz 500 Hz, Schnittgeschwindigkeit 5,08 mm/s, mittlere Strahlleistung des Lasers 1 W, errechnete lineare Energiedichte (LED) 2 Joule/cm) zwar weniger schwere Beschädigungen in der Randzone (Bild 7), aber immer noch traten schwerwiegende Mikrorisse auf. Auch in diesem Fall war die Stabilität nach dem Trimmen schlecht, allerdings bereits besser als beim vorhergehenden Beispiel. Bei dem im Bild 8 gezeigten Beispiel wurde mit einer Puls-Folgefrequenz von 10 kHz und einer relativ

¹) Der hier verwendete neue Begriff der linearen Energiedichte (LED) hat sich als sehr nützlich erwiesen. Als LED-Wert bezeichnet man den Quotienten aus mittlerer Eingangsleistung und Schnittgeschwindigkeit:

$$\text{LED} = \frac{\text{mittlere Eingangsleistung}}{\text{Schnittgeschwindigkeit}} = \frac{W}{\text{cm/s}} = \frac{\text{Joule/s}}{\text{cm/s}} = \frac{\text{Joule}}{\text{cm}}$$

hohen mittleren Strahlleistung von 8 W gearbeitet. Man versuchte auf diese Weise, einen so starken Rückfluß zu erhalten, daß an den Schnittkanten eine Versiegelungswirkung auftrat. Es entstanden aber auch hier Mikrorisse, und die Stabilität war schlecht.



Bild 7. Trotz günstigerer Betriebsbedingungen gegenüber Bild 6 immer noch deutliche Mikrorisse; schlechte Konstanz des Widerstandes



Bild 8. Versuch, durch stärkeren Rückfluß die Schnittkanten zu versiegeln; infolge Mikrorißbildung schlechte Konstanz des Widerstandes



Bild 9. Optimale Betriebsbedingungen liefern einen Schnitt ohne Mikrorisse und mit nur schmaler geschädigter Materialzone

Mit optimierten Betriebsbedingungen zeigte das gleiche Material keine sichtbaren Mikrorisse, und die Beschädigungen der angrenzenden Zone waren geringfügig (Bild 9). Die nach der Trimmung festzustellenden Widerstandsänderungen waren kleiner als 1%/1000 h. In diesem Fall wurde mit folgenden Betriebswerten gearbeitet: Puls-Folgefrequenz 3 kHz, Schnittgeschwindigkeit 10,16 mm/s, mittlere Strahlleistung des Lasers 0,9 W, er-

rechnete lineare Energiedichte (LED) 0,9 Joule/cm.

Die Folgerungen aus diesen Beispielen sind eindeutig: Obwohl neue Materialien entwickelt werden, die den bei der Laser-Trimmung auftretenden Beanspruchungen besser gewachsen sind, erfordert die optimale Einstellung der Trimm-Anlage für jedes Material erhebliche Sorgfalt.

6. Widerstands-Geometrie

Die Bilder 6 bis 8 haben gezeigt, in welcher Weise Mikrorisse und Beschädigungen in den dem Schnitt benachbarten Zonen auftreten können. Aber selbst bei optimal eingestellter Trimm-Anlage können immer noch gelegentlich Beschädigungen des Widerstandes auftreten. Wie stark derartige Beschädigungen die Stabilität des Widerstandes beeinflussen, hängt sowohl von der Widerstands-Geometrie als auch von den Betriebswerten der Anlage ab.

Wenn der Trimm-Schnitt und die umliegende beschädigte Zone einen wesentlichen Teil der Gesamtfläche des Widerstandes einnehmen, dann besteht für die Stabilität Gefahr. Benutzt man den Einschnitt, um den Stromweg auf eine Breite von etwa 0,3 mm oder weniger einzuengen (Bild 10a), dann ist die Stabilität im allgemeinen beein-

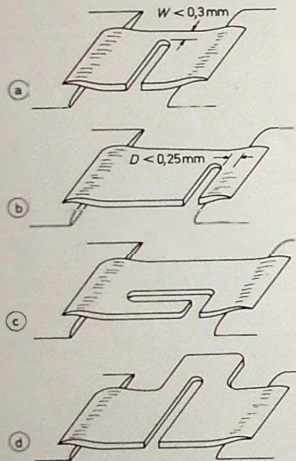


Bild 10. Einfluß der Widerstands-Geometrie auf das Trimmverhalten von Dickschicht-Widerständen: a) zu hohe Stromdichte bei zu geringem Leiterquerschnitt, b) die Anschluß-Kontaktierung wird beim Trimmen in Mitteleidenschaft gezogen, c) die Strombahn wird über einen großen Teil ihrer Länge von der beim Trimmen beschädigten Materialzone entlang der Schnittkante beeinflusst, d) besonders ungünstige „Zylinderhut“-Geometrie mit hoher Stromdichte am Ende des Trimmschnitts und langem Stromweg, der durch die beim Trimmen beschädigte Materialzone beeinflusst wird

trächtigt. Auch eine Schnittführung in der Nähe der Anschlüsse (Bild 10b) führt zu Schwierigkeiten. Dickschicht-Widerstände haben nämlich in der Umgebung ihrer Anschlüsse oft eine überdurchschnittliche Materialdicke, und oft reicht dann die Energie des Laserstrahls nicht aus, um alles Material zu entfernen, wie es für einen sauberen Schnitt erforderlich ist. Erfolgt der Auftrag der Widerstandsmasse nicht

paßgerecht, dann kann der Laserstrahl auch die Kontaktstelle selbst beschädigen.

Der stabilitätsschädigende Einfluß solcher Fehler kann meistens erst nach einer Wärmebehandlung erkannt werden. Dann aber treten oft sehr starke Änderungen des Widerstandswertes auf – meistens in negativer Richtung. Offenbar werden bei der Erwärmung Metallanteile aus der Kontaktierung aktiv, die während des Trimmvorgangs in die Schnittkanten eingeschmolzen waren. Derartige Schwierigkeiten treten fast immer auf, sobald der Abstand zwischen den Kontaktierungen eines Widerstandes kleiner als 0,25 mm ist.

Lange Einschnitte parallel zur Stromrichtung (Bild 10c) haben zur Folge, daß die gesamte Störzone entlang des Einschnitts den getrimmten Widerstand beeinflusst. Erreicht dabei die Breite dieser Störzone einen Wert von etwa 10 % der Gesamtbreite des getrimmten Widerstandes, dann können erhebliche Instabilitäten auftreten.

Bei der „Zylinderhut“-Geometrie können nicht nur sehr hohe Stromdichten auftreten, sondern der Stromfluß erfolgt zu einem großen Teil auch noch entlang der vom Laserstrahl beeinträchtigten Zone. Wie im Bild 10d zu

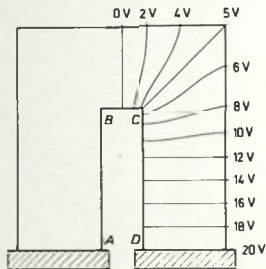


Bild 11. Potentialdiagramm bei einer idealisierten „Zylinderhut“-Geometrie

erkennen ist, wird der Leiterquerschnitt dabei einerseits am Ende des Einschnitts stark verengt, andererseits wird er aber auch über eine lange Strecke durch die Zone aus beschädigtem Material an den Kanten des Einschnitts beeinflusst. Im Bild 11 ist eine solche Geometrie schematisch dargestellt, wobei die durch A, B, C und D begrenzte Fläche den Einschnitt andeutet. Die eingezeichneten Äquipotentiallinien im rechten Schenkel der Anordnung wurden mit einer Sonde potentiometrisch bestimmt. Deutlich ist zu erkennen, wie eng sie im Knick beim Punkt C zusammenlaufen. Hier treten also ein hoher Spannungsgradient und eine große Stromdichte auf, was durch den Einfluß der gestörten Materialzone noch verstärkt wird. Da aber die Verlustleistung mit dem Quadrat des Stroms ansteigt, kann an der Ecke ein „heißer Fleck“ entstehen. Hinzu kommt, daß der Spannungsgradient hier sehr viel größer ist als an den anderen Stellen des Widerstandes. Aus diesen Gründen ist die Verwendung einer „Zylinderhut“-Geometrie sorgfältig zu überlegen, sobald man höhere Ströme oder größere Spannungsgradienten zu erwarten hat.

7. Hinweise zur Laser-Trimmung von Dickschicht-Widerständen

Abschließend seien einige Empfehlungen gegeben, die geeignet sind, die Schwierigkeiten bei der Laser-Trimmung von Dickschicht-Widerständen zu verringern. Diese Hinweise sollten unbedingt beachtet werden, wenn man lasergetrimmte Widerstände höchster Konstanz erhalten will.

Bei der Trimmung von Dickschicht-Widerständen mit einem Laser hat man vor allem zu beachten:

- Die Betriebswerte der Trimm-Anlage müssen einen sauberen Schnitt, geringstmögliche Erwärmung der Umgebung des Schnittes und größtmögliche Materialverdampfung (hohe Puls-Spitzenleistung, niedrige mittlere Leistung) gewährleisten.
- Die Herstellung der Schaltung soll so erfolgen, daß die Widerstände nach dem Brennen gleichmäßige Dicke aufweisen.
- Der Trimm-Schnitt soll so angelegt sein, daß die Leiterbreite senkrecht zur Stromrichtung möglichst groß (mindestens 0,38 mm) und die Schnittlänge längs der Stromrichtung möglichst klein ist.
- Das verwendete Widerstandsmaterial soll gute Reproduzierbarkeit aufweisen (damit der Trimmweg immer möglichst gleich lang wird), für hochwertige Widerstände in seinem Nennwert so liegen, daß möglichst großflächige Widerstände verwendet werden können, und mit geringer Laser-Leistung einen sauberen Schnitt ermöglichen.

Si

Schrifttum

Laser trimming techniques for thick film resistors. Druckschrift der E. I. Du Pont de Nemours & Co. (Inc.)

Transistor-Array CA3095 mit daten-gleichem Super-Beta-Transistorpaar

Für Kleinsignal-Niederfrequenz- und Videofrequenz-Schaltungen braucht man oft ein Verstärkerelement mit sehr hoher Eingangsimpedanz bei niedrigem Eingangsvorstrom und günstigen Rauscheigenschaften; außerdem sollen die Eingangs-Offsetspannung und ihre Drift gering sein. Verstärkerelemente, die sich für solche Aufgaben eignen, lassen sich auch allgemein in Schaltungen mit größeren Zeitkonstanten verwenden, beispielsweise in Zeitgebern, Integratoren, Komparatoren und NF-Oszillatoren. Für alle diese Zwecke kann man mit gutem Erfolg Super-Beta-Transistorpaare einsetzen, die in ihren Daten und Kennlinien praktisch identisch sind. Super-Beta-Transistoren sind den üblichen bipolaren Transistoren sehr ähnlich, haben jedoch ungewöhnlich hohe Stromverstärkungen in der Größenordnung 1000...5000 (Stromverstärkung üblicher bipolarer Transistoren nur 50 bis 4000). Der RCA-Applikationsbericht ICAN-6222 behandelt auf 9 Seiten das Super-Beta-Transistor-Array CA3095 und seine Einsatzmöglichkeiten, beispielsweise als rauscharmer Videoverstärker, empfindlicher Vorverstärker, Vorverstärker für professionelle Magnetton-Wiedergabegeräte und magnetische Tonabnehmer.

Elektronische Meßzerhacker

1. Allgemeines

Bei empfindlichen Gleichspannungsverstärkern addieren sich die Eingangsspannungsdrift und die thermische Drift der einzelnen Stufen, wodurch das Meßergebnis verfälscht wird. Kleine Gleichspannungssignale und langsam verlaufende Wechselspannungen werden deshalb zunächst einem Zerhacker (auch Chopper oder Meßumformer genannt) zugeführt, in dem das Eingangssignal mittels elektronischer – seltener mechanischer – Schalter in eine proportionale Wechselspannung umgeformt wird. Danach wird das modulierte Eingangssignal mit einem driftarmen Wechselspannungsverstärker auf das gewünschte Ausgangsniveau gebracht. Wechselspannungsverstärker haben gegenüber Gleichspannungsverstärkern den Vorteil, daß sie mit relativ geringem Aufwand temperaturstabilisiert werden können. Nach der Verstärkung im Wechselspannungsverstärker wird das Signal mit einem weiteren elektronischen Schalter oder einer Diode demoduliert und gemessen oder als eingepreßtes Stromsignal Stellgliedern zugeführt. Das Zerhackerprinzip beruht darauf, daß ein Schalter den Ausgang abwechselnd mit dem Eingang und Masse oder einem zweiten Eingang verbindet. Die Umschaltzeit wird dabei im allgemeinen von einer rechteckförmigen Steuerspannung bestimmt.

Dieser Beitrag gibt eine Übersicht über die in der Meßtechnik gebräuchlichen Zerhacker und die zugehörigen Verstärker. Zunächst wird das einfache und übersichtliche Prinzip der mechanischen Zerhacker erläutert. Anschließend werden die Transistor-, FET-, Dioden- und Photo-Zerhacker sowie die Schaltungstechnik moderner Zerhacker-Verstärker behandelt. Abschließend werden einige Schaltungen mit nachbaufähigen Zerhacker-Verstärkern beschrieben.

2. Mechanische Zerhacker

Man unterscheidet drei verschiedene Schaltungsanordnungen: den Kurzschluß- oder Parallel-Zerhacker, den Serien-Zerhacker und den Serien-Kurzschluß- oder Serien-Parallel-Zerhacker.

2.1. Kurzschluß-Zerhacker

Bild 1a zeigt die Schaltung eines Kurzschluß-Zerhackers. Bei geöffnetem Kontakt f ist die Ausgangsspannung U_A gleich der Eingangsspannung U_E . Das gilt selbstverständlich nur dann, wenn die Eingangsspannung am Ausgang unbelastet ist. Wird die Erregerwicklung des Relais F an eine Steuerspannung gelegt, dann schaltet der Kontakt um und schließt die Eingangsspannung U_E nach Masse kurz. Die Ausgangsspannung U_A wird somit Null. Bei schnellem Ein- und Ausschalten des Relais-Erregerstroms beziehungsweise der Steuerspannung U_{St} wird der Kontakt f in rascher Folge be-

wegt und auf diese Weise die Eingangsgleichspannung in eine Wechselspannung umgeformt. Ihre Frequenz ist dabei gleich der Frequenz der Steuerspannung oder der Umschaltfrequenz des Kontaktes. Diese Schaltungsart ist aber nur dann sinnvoll, wenn die Signalquelle G einen großen Innenwiderstand R_G hat. Bei Belastung sinkt die Amplitude der Ausgangsspannung ab.

2.2. Serien-Zerhacker

Beim Serien-Zerhacker nach Bild 1b unterbricht der Kontakt f die Verbindung von Ein- und Ausgang. Der Vorteil dieser Schaltungsart gegenüber der Kurzschluß-Arbeitsweise ist der, daß die Ausgangsspannung bei sekundärer Belastung nicht auf Null absinken kann. Serien-Zerhacker sind deshalb besonders für niederohmige Signalquellen geeignet. Solange der Kontakt f geschlossen ist, ist $U_A = U_E$; öffnet f , so ist die Ausgangsspannung Null.

2.3. Serien-Kurzschluß-Zerhacker

Die Anwendung eines Serien-Kurzschluß-Zerhackers nach Bild 1c ist am vorteilhaftesten, weil er sich sowohl für hohe als auch für niedrige Signalquellen-Innenwiderstände eignet. Die Ausgangsamplitude ist unabhängig von der Verbraucherlast. Der Kontakt f verbindet hier abwechselnd den Ausgang mit dem Eingang und schließt danach den Ausgang nach Masse kurz. Damit erreicht man eine sehr gute Gleichtaktunterdrückung. Verbindet

man den zweiten Anschluß von f nicht mit Masse, sondern mit einem zweiten Eingang (Bild 1d), dann wird der Spitze-Spitze-Wert der Ausgangsspannung gleich der Differenz $U_E - U_E'$. Damit erreicht man eine nahezu vollständige Gleichtaktunterdrückung. Auf diese Weise kann man eventuell am Schwingkontakt f auftretende Thermospannungen kompensieren.

2.4. Nachteile mechanischer Zerhacker

Mechanische Zerhacker-Ausführungen sind seit langem bekannt. Sie wurden ursprünglich in Spannungsversorgungs-Schaltungen eingesetzt; hier trifft man sie zum Teil auch heute noch an. Mit ihnen wird die Batteriespannung zerhackt und dann mit einem Transformator auf höhere Werte transformiert. In der Meßtechnik werden mechanische Zerhacker heute nur noch selten eingesetzt. Sie haben relativ große Abmessungen, lassen nur Schaltfrequenzen von etwa 50 bis maximal 500 Hz zu, und die Lebensdauer des Schaltkontaktes ist begrenzt. Durch Materialoxydation können außerdem unkontrollierbare Übergangswiderstände entstehen. Der erforderliche Steuerstrom liegt bei etwa 100 mA.

3. Transistor-Zerhacker

Transistor-Zerhacker haben gegenüber mechanischen Zerhackern mehrere Vorteile: kleine Abmessungen. Abnutzungsfreiheit und höhere Schwingfrequenz. Bei höheren Schwingfrequenzen ist es möglich, auch kurze Gleichspannungsimpulse zu übertragen. Um die Temperaturdrift gering zu halten und um gute Schalteigenschaften zu erreichen, wendet man hauptsächlich Siliziumtransistoren an. Die erreichbare Meßgenauigkeit bei Temperaturschwankungen von $\pm 10^\circ\text{C}$ liegt dann bei etwa $\pm 1\%$ bei einer Eingangsspannung von 1 mV. Bei kleineren Eingangsgleichspannungen wird der Fehler bei Temperaturschwankungen etwas größer.

Wegen ihrer hohen Sperr- und geringen Durchlaßwiderstände eignen sich Transistoren sehr gut als elektronische Schalter. Wichtig sind hierbei die Kennlinien in Nullpunktnähe. Bild 2 zeigt das Ausgangskennlinienfeld des NPN-Transistors BC 182. Der Nulldurchgang des Kollektorstroms liegt hier bei etwa 10 mV. Überschreitet der Basisstrom I_B einige mA (ab etwa 20 mA), dann steigt die Offsetspannung stark an; bei niedrigeren Basisströmen ist sie weitgehend konstant.

Im Schalterbetrieb werden nur Extremwerte der Kennlinie ausgenutzt. Bei niedriger Eingangsspannung U_{BE} hat der Transistor einen hohen Innenwiderstand von einigen hundert k Ω bis zu einigen M Ω und ist daher gesperrt. Bei einer bestimmten Spannung U_{BE} sinkt der Innenwiderstand, und der Transistor ist somit leitend. Durch sprunghaftes Verändern der Basis-Steuerspannung wird die Kennlinie sehr schnell durchlaufen. Dabei ist die auftretende Verlustleistung $P_V = I_C \cdot U_{CE}$ sehr gering. Im allgemeinen werden die Transistoren durch Spannungsimpulse aus einem Multivibrator an der Basis so angesteuert, daß

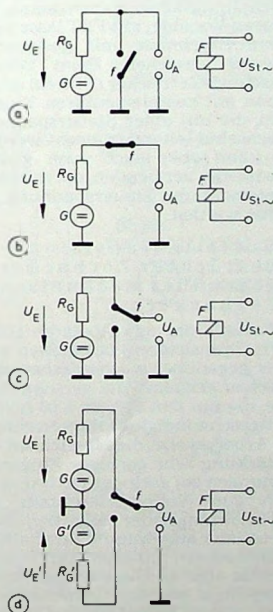


Bild 1. a) Kurzschluß-Zerhacker, b) Serien-Zerhacker, c, d) Serien-Kurzschluß-Zerhacker

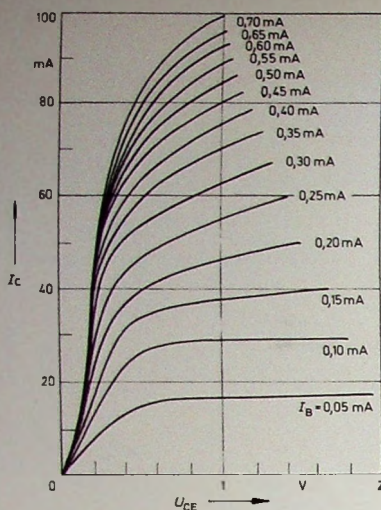


Bild 2. Ausgangskennlinienfeld des NPN-Transistors BC 182

sie in einem bestimmten Verhältnis schließen oder öffnen. Hierfür werden astabile Multivibratoren verwendet, die Rechteck-Ausgangsimpulse liefern.

Der Durchlaßwiderstand des geschlossenen Transistors ist nicht Null, sondern er liegt bei etwa 10 Ohm. Das wirkt sich aber nicht nachteilig auf die Meßgenauigkeit aus, da die Ansteuerung, also der Basisstrom, annähernd konstant gehalten werden kann. Außerdem ist im allgemeinen der Durchlaßwiderstand in jedem Fall kleiner als der Eingangswiderstand des nachgeschalteten Wechselspannungsverstärkers. Die Ansteuerung eines Verstärkers über einen Transistor-Zerhacker kommt somit einem niederohmigen Abschluß des Eingangs gleich. Hierdurch werden Meßwertverfälschungen durch Störspannungen weitgehend vermieden.

Nachstehend werden die Schaltungsanordnungen mit Transistor-Zerhackern erläutert. Sie ähneln im Prinzip denen der mechanischen Zerhacker-schaltungen.

3.1. Transistor-Kurzschluß-Zerhacker

Die Steuerung eines NPN-Transistors als Schalter erfolgt durch eine positive Steuerspannung an der Basis. Im Bild 3 ist der Einsatz eines Transistors als Kurzschluß-Zerhacker dargestellt. Um den Transistor leitend zu machen (zu schließen), muß die rechteckförmige Steuerspannung einen Basisstrom von einigen μA bis etwa 1 mA abgeben. Der Ausgang der Gleichspannungsquelle wird dann über die noch verbleibenden 10 Ohm der Kollektor-Emitter-Strecke nach Masse kurzgeschlossen. Um den Transistor zu sperren, muß die Steuerspannung negativ sein, und zwar um die zu erwartende negativste Eingangsspannung U_E negativer, damit die Kollektor-Basis-Diode nicht leitend wird.

Nachteilig bei dieser Schaltung wirken sich die Offsetspannung des Transistors und die im Augenblick des Sperrens am Kollektor auftretende Spannungsspitze aus. Ist nämlich die Eingangsspannung Null, dann tritt eine Ausgangsspannung auf, die gleich der

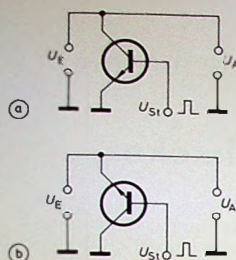


Bild 3. a) Transistor-Kurzschluß-Zerhacker, b) Transistor-Kurzschluß-Zerhacker im Inversbetrieb

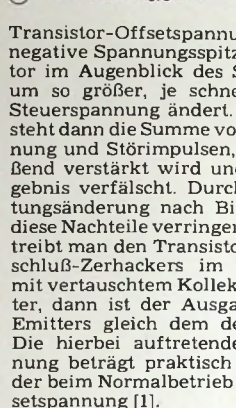


Bild 4. a) Transistor-Serien-Zerhacker, b) Transistor-Serien-Kurzschluß-Zerhacker

Transistor-Offsetspannung ist. Die negative Spannungsspitze am Kollektor im Augenblick des Schließens ist um so größer, je schneller sich die Steuerspannung ändert. Am Ausgang steht dann die Summe von Offsetspannung und Störpulsen, die anschließend verstärkt wird und das Meßergebnis verfälscht. Durch eine Schaltungsänderung nach Bild 3b können diese Nachteile verringert werden. Betreibt man den Transistor eines Kurzschluß-Zerhackers im Inversbetrieb mit vertauschtem Kollektor und Emitter, dann ist der Ausgangsstrom des Emitters gleich dem des Kollektors. Die hierbei auftretende Offsetspannung beträgt praktisch nur noch $1/10$ der beim Normalbetrieb üblichen Offsetspannung [1].

3.2. Transistor-Serien-Zerhacker und -Serien-Kurzschluß-Zerhacker

Die Schaltungsprinzipien dieser beiden Zerhackerarten zeigen die Bilder 4a und 4b. Nachteilig wirkt sich hier der in der Aus-Stellung des Transistors vorhandene hochohmige Innenwiderstand auf die Meßgenauigkeit aus. Über diesen Widerstand fließt ein Teil des Steuerstroms in den Meßstromkreis hinein. Durch einen Trenntransformator läßt sich dieser Fehlerstrom zwar kompensieren, jedoch steht dieser Aufwand in keinem Verhältnis zur erreichbaren Meßgenauigkeit. Beide Schaltungsarten haben keine besonderen Vorzüge; mit FET lassen sich bessere Ergebnisse mit geringerem Aufwand erreichen. Beim Serien-Kurzschluß-Zerhacker (Bild 4b) arbeitet man mit komplementären Transistoren, die mit einer Steuerspannung abwechselnd leitend gemacht werden. Man kann aber auch zwei gleiche Transistoren verwenden, die mit einer komplementären Steuerspannung geschaltet werden.

3.3. Vorteile transistor-bestückter Zerhacker gegenüber mechanischen Zerhackern

Die Vorteile der mit bipolaren Halbleitern (Transistoren) bestückten Zerhacker gegenüber mechanischen sind, wie schon erwähnt, die geringe Baugröße, die um den Faktor 1000 höhere Schaltgeschwindigkeit, die verschleißfreie Arbeitsweise, die Möglichkeit der Verstärkung sehr geringer Eingangsspannungen bei geringer Drift und die relativ gute Nullpunkt Konstanz. Die seit den Anfängen der modernen Halbleitertechnik angewandte Beschaltung von Zerhackern mit bipolaren Transistoren ist aber zu Gunsten der Schaltungstechnik mit den verschiedenen Arten von Feldeffekttransistoren (FET) in den Hintergrund getreten. Die Vorteile und die Schaltungstechnik

dieser Halbleiter bei Meßzerhackern werden nachstehend besprochen.

4. FET-Zerhacker

FET sind im Prinzip (physikalisch gesehen) keine Transistoren, sondern steuerbare Halbleiter-Widerstände. Man unterscheidet heute drei verschiedene Ausführungsformen von FET [2]: Sperrschicht-FET oder PN-FET (Junction-FET, J-FET) mit der Schichtenfolge Halbleiter - Sperrschicht - Halbleiter, Isolierschicht-FET oder MOS-FET (Insulated Gate FET, IG-FET) mit der Schichtenfolge Metall - Isolierschicht - Halbleiter und MES-FET mit der Schichtenfolge Metall - Halbleiter.

Alle FET-Typen haben Eingangswiderstände von 10^{10} bis 10^{15} Ohm; im leitenden Zustand ist der Widerstand etwa 10 bis 100 Ohm. Gegenüber bipolaren Transistoren bieten die unipolaren FET geringeres Eigenrauschen, größeren Aussteuerbereich, kleinere Kreuzmodulationsanfälligkeit, geringere thermische Drift, kürzere Schaltzeiten und hohe Eingangs-Ausgangs-Trennung. Dafür haben sie aber eine etwas geringere Steilheit als bipolare Transistoren. PN-FET werden meistens wegen ihrer größeren Steilheit und der geringeren Kapazitäten für HF-Anwendungen bevorzugt eingesetzt. Außerdem ist der Eingang im Gegensatz zu den MOS-FET weitgehend unempfindlich gegen elektrostatische und galvanische Überlastung. MOS-FET eignen sich sehr gut für die ZF-, NF- und Schaltertechnik. Beim Einsatz von FET in Zerhackern interessieren vor allem die Eigenschaften beim Schalterbetrieb [3]:

► Die Schaltstrecke zwischen Source S (stromzuführende Elektrode) und Drain D (stromabnehmende Elektrode) ist von der Steuerstrecke mit dem Gate G und der Source hochohmig getrennt.

► Der FET kann bei einem Arbeitspunkt $I_D = 0$ und $U_{DS} = 0$ betrieben werden, so daß das Steuersignal positive und negative Werte annehmen kann (dies gilt aber nur für MOS-FET).

► Das Verhältnis der Widerstände bei gesperrtem und geöffnetem FET ist sehr groß.

► Symmetrisch aufgebaute FET sind bilateral, so daß Source- und Drainanschlüsse vertauscht werden können. (Schluß folgt)

Schrifttum

- [1] Tietze, U., u. Schenk, Ch.: Halbleiter-Schaltungstechnik, Berlin/Heidelberg 1969, Springer
- [2] Hahn, H.: FET, UJT und PUT in Theorie und Praxis. 2. Aufl., Bad Wörishofen 1973, Geyer
- [3] Hillebrand, F., u. Heierling, H.: Feldeffekttransistoren in analogen und digitalen Schaltungen, München 1972, Franzis

Einfacher Längstwellenempfänger für 40...120 kHz

Der Längstwellenbereich ist für den Techniker und Amateur nur wegen der dort arbeitenden Zeitzeichen- und Normalfrequenzsender interessant. Mit dem im folgenden beschriebenen, recht einfachen Gerät können die vier europäischen Zeitzeichensender (auf 50, 60, 75 und 77,5 kHz) in einem großen Teil Europas ausreichend empfangen werden. Die geringen Abmessungen des Empfängers erlauben Ausbreitungsbeobachtungen in ungesamtem Gelände sowie die genaue Zeitbestimmung beim Beobachten seismischer Schwingungen, der Bewegung von Flugkörpern usw., wobei die hohe Peilgenauigkeit der Längstwellen von Nutzen sein kann. Weiterhin kann das Gerät benutzt werden, um innerhalb eines Gebäudes einen möglichst störungsfreien Ort zu bestimmen, an dem eine Empfangsanlage für eine Uhrensteuerung aufgestellt werden kann. Außerdem ist der Empfänger auch für genaue Frequenzvergleiche brauchbar.

1. Prinzip

Weil die dichte Belegung des Längstwellenbereiches nur eine Bandbreite von einigen hundert Hertz gestattet, wurde das Gerät als Überlagerungsempfänger ausgeführt. Um den Abgleich zu vereinfachen, wurde ein in Rundfunkempfängern üblicher Drehkondensator verwendet, dessen Plattenschnitt für den Gleichlauf des Eingangs- und Oszillatorkreises im MW-Bereich berechnet ist. Weil der gewünschte Empfangsbereich von 40 bis 120 kHz sich vom MW-Bereich um den Faktor 0,075 unterscheidet, kann ein korrekter Gleichlauf nur erreicht werden, wenn auch die Zwischenfrequenz mit dem gleichen Faktor multipliziert und somit zwischen 34 und 36 kHz gewählt wird.

von der Zwischenfrequenz $f_{ZF} = 35 \text{ kHz}$ ausgehen und für alle wichtigen Empfangsfrequenzen f_e die Oszillatoroberwellen $n \cdot f_o = n \cdot (f_e + f_{ZF})$ berechnen. Die Störfrequenz f_s des Ortssenders kann den Empfang beeinträchtigen, wenn sich $f_s \pm f_{ZF}$ um weniger als 1 kHz von einer der Oszillatoroberwellen unterscheidet. Sollte dies der Fall sein, dann ist der ursprünglich angenommene Wert von f_{ZF} entsprechend zu ändern.

In der Blockschaltung (Bild 1) folgt auf die Ferritantenne eine Anpaßstufe (FET-Stufe), die den sehr hohen Resonanzwiderstand des Eingangskreises an die 1. Mischstufe anpaßt. Durch Zusatz der 1. Oszillatorfrequenz entsteht in der 1. Mischstufe die ZF von 34,5 kHz, die nach Siebung und Verstärkung einer 2. Mischstufe zugeführt wird, die die nichtmodulierten Zeitzeichensignale auf 1 kHz herabsetzt und damit hörbar macht. Diese Mischstufe konnte so ausgelegt werden, daß sie direkt den Kopfhörer ansteuert. Oberwellenstörungen durch den 2. Oszillator können nur durch aufwendige Schirmung vermieden werden. Darauf konnte hier jedoch verzichtet werden, weil diese Oberwellen keine wichtige Empfangsfrequenz beeinträchtigen.

Außer der abschaltbaren Schwundregelung ist auch eine Einstellmöglichkeit der ZF-Verstärkung vorhanden,

lastdauern von 200 ms wird dadurch der Empfänger übersteuert und so der Unterschied in der Austastdauer sehr deutlich hörbar. Daher kann man die kodierte Zeitinformation von DCF 77 [1] mitschreiben und entziffern.

2. Schaltung

Der FET-Eingang (Bild 2) gestattet es, ohne Abgriff an der Spule L_1 der Ferritantenne auszukommen. Bei Verwendung von „Siferit M 33“ oder „Ferroxcube 3 D 3“ und bei einem Stab von 8 bis 10 mm Durchmesser und 15 bis 20 cm Länge entspricht der Abstimmkapazität C_1 von 430 pF eine Windungszahl von 650 Wdg., HF-Litze 10 $\times$ 0,05 mm CuL, einfach seidenumsponnen. Die in drei Lagenwicklungen unterteilte Spule (Bild 3) wurde auf ein Hartpapierrohr von 1 mm Wanddicke gewickelt, das sich auf dem Ferritstab verschieben läßt.

Die Mischung erfolgt in einer selbstschwingenden Schaltung (T 2), wie sie in Rundfunkempfängern üblich ist. Der geringe Endwert des für die Oszillatorabstimmung verwendeten Drehkondensators C_6 (120 pF) bedingt eine hohe Windungszahl für L_2a . Deshalb wurde hier ein größerer Schalenkern (18 $\times$ 11, „Siferit N 28“ oder „Ferroxcube 3 H 1“, $A_L = 315$) als für die ZF-Spulen verwendet. Die abgestimmte Wicklung (L_2a) erhält 312 Windungen mit Abgriff an der 12. Windung (vom

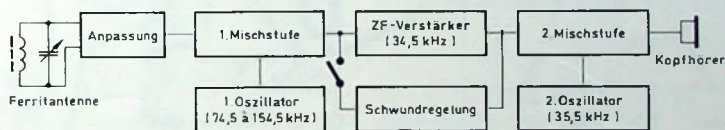


Bild 1. Blockschaltung des Längstwellenempfängers

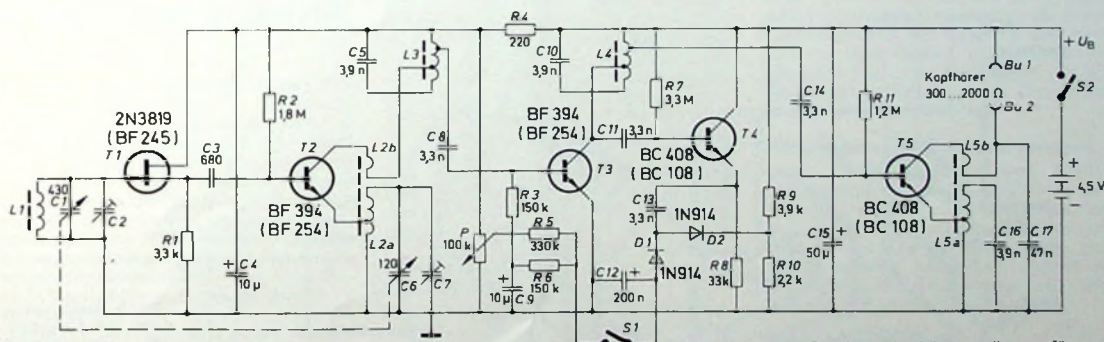


Bild 2. Schaltung des Längstwellenempfängers

Wenn das Gerät in unmittelbarer Nähe eines starken Ortssenders betrieben werden soll, ist es günstig, die Zwischenfrequenz innerhalb des genannten Bereiches so zu wählen, daß Störungen der Zeitzeichensender durch Oberwellenmischung mit dem Ortssender ausgeschlossen sind. Bei der Berechnung kann man zunächst

die einen groben Vergleich der Feldstärken der empfangenen Sender ermöglicht. Die Zeitkonstante der Schwundregelung wurde so gewählt, daß bei Trägerrückgängen während 100 oder 200 ms deutliche Unterschiede in der im Augenblick des Wiedereinsatzes des Trägers erhaltenen ZF-Verstärkung entstehen. Nach Aus-

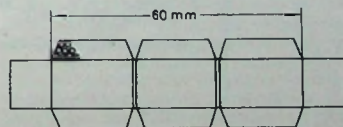


Bild 3. Bewicklung des Ferritstabes

Masseanschluß). Die Kollektorwicklung L2b hat 10 Windungen. Beide Wicklungen können mit Litze ($5 \times 0,05$ mm CuL) oder Vollraht (0,12 mm CuL) ausgeführt werden. Bei Verwendung eines anderen Drehkondensators, zum Beispiel 380 pF + 180 pF, ergibt sich die benötigte Windungszahl zu $650 \cdot 430 \cdot 380 = 690$ Wdg. für L1 und zu $312 \cdot 120 \cdot 180 = 255$ Wdg. für L2a.

Bei den hohen Resonanzwiderständen der ZF-Kreise genügt eine Verstärkerstufe T3, um eine Gesamtverstärkung (zwischen dem Gate von T1 und dem Kollektor von T3) von nahezu 100 dB zu erhalten. Der meistens vorhandene Störpegel gestattet es aber nur selten, diese Verstärkung ganz auszunutzen. Sie kann daher über die Basisvorspannung von T3 verringert werden. Die Einstellung durch P wirkt dabei gleichzeitig mit der durch S1 einschaltbaren Schwundregelung, deren Zeitkonstante durch C9 bestimmt wird. Eine Dämpfung von L4 durch die Schwundregeldioden D1 und D2 verhindert die Kollektorstufe T4. Durch den Spannungsteiler R9, R10 wird erreicht, daß die Schwundregelung erst dann einsetzt, wenn das Signal eine für die Weiterverarbeitung ausreichende Amplitude aufweist. Bild 4 zeigt die bei ab-

geschalteter Schwundregelung aufgenommene Selektivitätskurve des Empfängers. Die 3-dB-Bandbreite ist kleiner als 100 Hz.

Die 2. Mischstufe T5 arbeitet nach dem gleichen Prinzip wie die 1. Mischstufe. Der Wert von C17 kann so gewählt werden, daß Resonanz mit der Kopfhörerspule bei 1 kHz auftritt. Bei abgeschalteter Schwundregelung und genügend starkem Signal kann T5 so weit übersteuert werden, daß die Schwingungen aussetzen. Da dieser Sättigungspunkt recht genau definiert ist, kann man die Skala von P in Werten der Eingangsspannung eichen, bei denen der Sättigungspunkt gerade erreicht wird. Damit ist es möglich, an verschiedenen Orten erhaltene Feldstärken miteinander zu vergleichen.

Bei mit S1 eingeschalteter Schwundregelung und entsprechender Einstellung von P kann man ein kurzes Aussetzen der Schwingungen von T5 beobachten, wenn der Empfangsträger nach einer Tastpause von 200 ms wieder einsetzt. Diese Übersteuerung entsteht durch das Hochgleiten der Schwundregelung während der Tastpause. Dadurch ergibt sich eine künstliche Verlängerung der langen Tastpausen, so daß sich diese

Tab. 1. Wickeldaten der Spulen L3, L4 und L5a, L5b

Spule	Wdg.	Anzapfungen bei Wdg. (von + U_n bzw. Masse gerechnet)	Draht
L3	126	12, 24	$10 \times 0,05$ mm CuL
L4	126	12, 62	$10 \times 0,05$ mm CuL
L5a	116	6	$10 \times 0,05$ mm CuL
L5b	12		$10 \times 0,05$ mm CuL

sehr leicht von den kurzen unterscheiden lassen, nach denen der 2. Oszillator nicht aussetzt. Für L3, L4 und L5a, L5b werden Schalenkerne 14×8 („Siferrit N 28“, $A_L = 315$) verwendet. Die Wickeldaten für eine Zwischenfrequenz von 34,5 kHz sind in Tab. I zusammengestellt. Toleranzen von C5, C10 und C16 können Änderungen notwendig machen. Bei anderen Werten der Zwischenfrequenz sind alle Windungszahlen umgekehrt proportional der Frequenz zu verändern.

3. Aufbau und Abgleich

Da die hohe Verstärkung zu störenden Mitkopplungen führen kann,

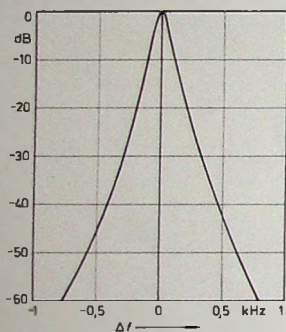


Bild 4. Selektivitätskurve des Empfängers bei abgeschalteter Schwundregelung

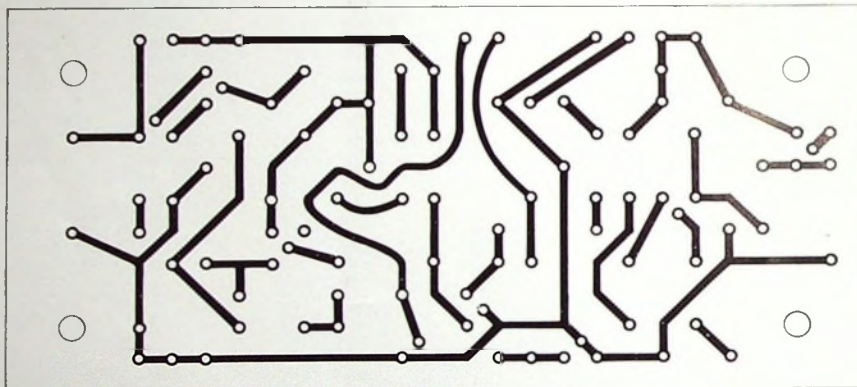


Bild 5 (oben). Printplatte des Mustergerätes

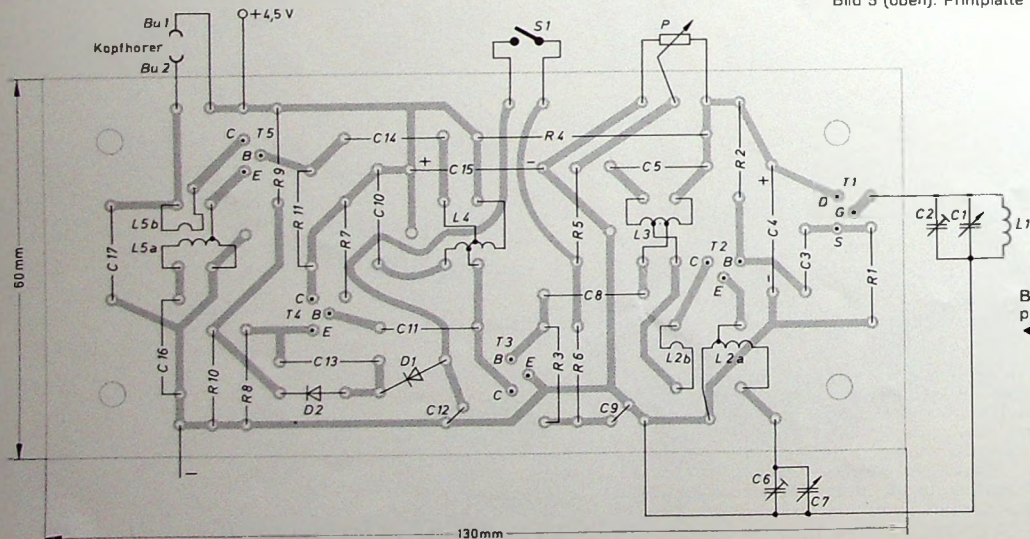


Bild 6. Bestückungsplan des Längstwellenempfängers

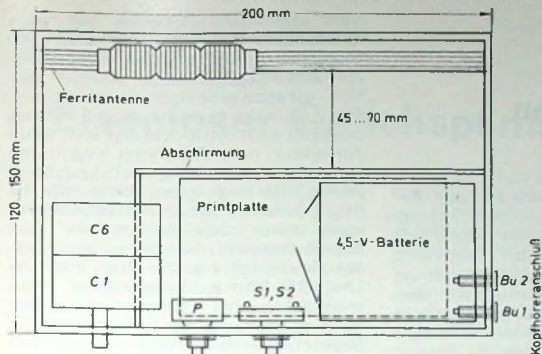


Bild 7. Beim Aufbau ist auf gute Entkopplung zwischen dem Ferritstab und der Empfängerschaltung zu achten

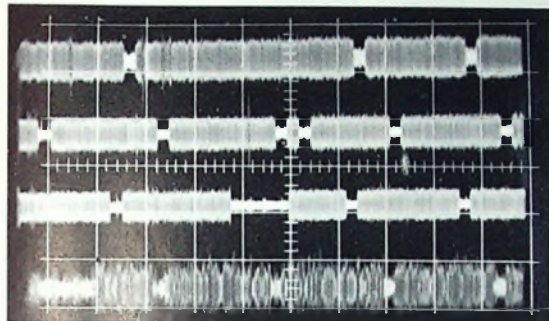


Bild 8. Durch Mehrfachbelichtung aufgenommene Signale der vier europäischen Zeitzeichensender (von oben nach unten: DCF 77, HGB 75, MSF 60, OMA 50)

wurde beim Entwurf der Printplatte (Bild 5) auf nicht allzu gedrängte Leitungsführung geachtet. Bild 6 zeigt den Bestückungsplan. Für C9 und C12 werden Tantalkondensatoren in Tropfenform verwendet. Mit dem Aufbau nach Bild 6 durchgeführte Versuche ergaben problemloses Arbeiten bei Ansteuerung durch einen Meßsender. Bei Anschluß der Ferritantenne wurden Mitkopplungen beobachtet, wenn der Ferritstab in einem Abstand von weniger als 30...50 cm (je nach Orientierung) aufgestellt wurde. Ein einigermaßen gedrangter Aufbau (Bild 7) ist deshalb nur möglich, wenn der Empfänger in ein Abschirmgehäuse eingebaut wird. Dazu ist Kupfer oder Aluminium zu verwenden, damit der Ferritstab nicht zu stark bedampft wird.

Bei dem zuerst vorzunehmenden ZF-Abgleich kann der 2. Oszillator stören. Man setzt ihn daher zunächst außer Betrieb, indem man den Kopfhörer abschaltet. Die Ferritantenne wird durch einen 10-kOhm-Widerstand ersetzt, an den man einen Meßsender oder einen genügend abgeschwächbaren NF-Generator (auf die ZF abgestimmt) anschließt. Bei eingeschalteter Schwundregelung und Maximalstellung von P gleicht man dann L3 und L4 auf minimale Gleichspannung an C9 ab. Dabei ist die Amplitude des Eingangssignals fortschreitend so weit zu verringern, daß der durch die Schwundregelung verursachte Spannungsrückgang an C9 gerade noch zu beobachten ist. Nach Anschalten des Kopfhörers ist anschließend der 2. Oszillator (L5a, L5b) so abzugleichen, daß ein Interferenzton von etwa 1 kHz hörbar wird. Man kann dann noch prüfen, ob der 2. Oszillator bei starken Eingangssi-

gnalen nicht auch bei eingeschalteter Schwundregelung aussetzt. Gegebenenfalls ist der Widerstand R11 zu verkleinern.

Der Eingangs- und Oszillatorabgleich erfolgen wie bei einem Rundfunkempfänger. Für den Abgleich kann man die Frequenzen 50 und 100 kHz be-

nutzen. Der Meßsenderausgang wird mit einer Koppelschleife versehen, die in einer Entfernung von mindestens 10 cm zum Ferritstab gehalten wird. Bei 100 kHz gleicht man C2 und C7 ab, während man bei 50 kHz L1 auf dem Ferritstab verschiebt und L2a, L2b abgleicht. Diese Einstellungen sind so lange zu wiederholen, bis keine Verbesserung der Empfangsempfindlichkeit mehr möglich ist. Zweckmäßigerweise arbeitet man dabei ohne Schwundregelung und mit einem möglichst niedrigen Signalpegel.

Mit dem beschriebenen Gerät gemachte Empfangsbeobachtungen sind im Bild 8 dargestellt. Es zeigt die Signale der vier europäischen Zeitzeichensender (von oben nach unten) DCF 77, HGB 75, MSF 60 und OMA 50. Die Aufnahme erfolgte durch Einzelbelichtung durch die vier Signale, wobei der Oszillograf so getriggert wurde, daß jeweils die für die einzelnen Stationen charakteristische Minutenmarke im Oszillogramm sichtbar ist. Da das Oszillogramm nicht zwischen Störrauschen, Fremdfrequenzen und dem 1-kHz-Ton unterscheidet, ist der Höreindruck bedeutend besser, als es Bild 8 zu zeigen scheint. Jedoch sind auch im Oszillogramm die am Tage aus einer Entfernung von 1000 km empfangenen Zeichen des Senders OMA 50 noch deutlich zu erkennen (Minutenmarke am linken Bildrand). Trotz seiner Einfachheit bietet damit der Empfänger Möglichkeiten, die in der Praxis nur selten voll ausgenutzt werden dürften.

Schrifttum

- [1] Schreiber, H.: Der Zeitzeichen- und Normalfrequenzsender DCF 77. FUNK-TECHNIK Bd. 29 (1974) Nr. 1, S. 21-23, u. Nr. 2, S. 61-63

Für Werkstatt und Labor

Fettlöser repariert krachende Potentiometer und Schalter

Krachende Potentiometer und knackende Schalter lassen sich mit dem Fettlöser „815/DCS“ wieder instandsetzen. Dieser Fettlöser in der Sprühdose verdunstet rückstandslos, so daß im Gegensatz zu Kontaktsprays nach der Behandlung kein Staub gebunden wird. Deshalb braucht mit dem Fettlöser auch nicht „gespart“ zu werden; im Gegenteil, reichlicher Gebrauch sichert, daß alle Fettrückstände gelöst und weggeschwemmt werden. Das Spray kann von der Philips-Service-Zentrale in Hamburg bezogen werden.

Elektrisch leitender Epoxidklebstoff „Elecolit“

Ein neuartiger elektrisch leitender Kleber ist der „Elecolit“-Silberleitkleber (Vertrieb: Neumüller GmbH), ein Klebstoff aus reinem Silber und Epoxidharzen. Zu den Anwendungsmöglichkeiten gehört die Herstellung lötlähnlicher Verbindungen, beispielsweise die leitfähige Verklebung von sehr feinen Kupferdrähten, das Verkleben von Kernen und Gehäusen bei Transformatoren, das Verkleben von Elektroden und das Verbinden von Hohlleitern. „Elecolit“ besteht aus

einer feinen Silberpaste, die weder Lösungsmittel noch andere flüchtige oder aktive Verdünnungsmittel enthält. Die Aushärtung erfolgt innerhalb kurzer Zeit und bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen (Aushärtzeit 10 min bei +150 °C). Der spezifische elektrische Widerstand ist 0,01 Ohm/cm². Die Klebpaste ist als Einkomponenten- oder als Zweikomponentenkleber lieferbar.

Videoköpfe nur mit Alkohol reinigen

Verschiedene Hersteller von Reinigungssprays geben an, daß diese Erzeugnisse auch für die kombinierten Aufnahme- und Wiedergabeköpfe von Video-Recordern geeignet seien. Der Philips-Service rät jedoch davon ab und empfiehlt, Videoköpfe nur mit Alkohol vorsichtig zu reinigen.

Umweltfreundliches Weichlot-Flußmittel

Kager Verfahrenstechnik hat in der „Spirflux“-Reihe jetzt ein neues umweltfreundliches Weichlot-Flußmittel herausgebracht, das erst bei erhöhter Temperatur die zur Oxidlösung notwendige Aggressivität entwickelt. Bei Erreichen der Löttemperatur zerfällt es in nichtaggressive, voll wasserlösliche Komponenten.

Änderungen im Patentwesen

Allen am Patentwesen Interessierten und im gewerblichen Rechtsschutz Tätigen steht Ende 1974 ein Ereignis von internationaler Bedeutung bevor, das in mindestens 15 Staaten, nämlich Australien, Belgien, der Bundesrepublik Deutschland, Dänemark, Frankreich, Großbritannien, Irland, Israel, Italien, den Niederlanden, Norwegen, Schweden, der Schweiz, Spanien und der Türkei, gemäß der Europäischen Übereinkunft vom 19. Dezember 1954 eintreten wird. Nach einem patentamtlichen Bescheid vom 26. Juli 1973 wird spätestens vom 1. Januar 1975 ab die Internationale Patentklassifikation (abgekürzt Int. Cl.) als alleiniges Ordnungssystem im Patent- und Gebrauchsmusterwesen dienen. Damit fällt bei uns die seit rund 90 Jahren angewandte deutsche Patentklassifikation fort.

Die Int. Cl. bringt wesentliche Vorteile, weil sie heute schon aus 8 Sektionen, 722 Klassen und Unterklassen sowie über 46 000 Gruppen und Untergruppen besteht und sehr bequem erweiterungsfähig ist, was dem außergewöhnlich starken Anwachsen des Wissensstoffes und der Flut des technischen Schrifttums entgegenkommt. Die bisherige deutsche Patentklassifikation ist dagegen nur in 89 Hauptklassen sowie etwa 20 000 Gruppen und Untergruppen gegliedert und nicht erweiterungsfähig. Die Int. Cl. wird selbstverständlich auch das Ordnungssystem im Europäischen Patentamt sein.

Als Beispiel für das außergewöhnliche Anwachsen des Wissensstoffes sei aus „recht“, den Informationen des Bundesministers der Justiz 1973, I., S. 10, zitiert: „1971 sind in den Patentämtern der Welt fast 800 000 Patentanmeldungen eingegangen; zwei Drittel dieser Anmeldungen waren Doppel- oder Mehrfachanmeldungen derselben Erfindungen“. Auch in der Bundesrepublik ist die Zahl der Anmeldungen sehr hoch. Nach der patentamtlichen Statistik lagen beim Deutschen Patentamt von 1949 bis 1973 insgesamt 1 618 474 Patentanmeldungen und 1 167 061 Anmeldungen von Gebrauchsmustern vor. Ein Teil der Patentanmeldungen wurde von 266 345 Einsprüchen angegriffen (Bl. f. PMZ 1974, Nr. 3). Einsprechende sind meistens Firmen und Fachleute. Die häufigsten Einspruchsgründe sind Mangel an Neuheit beziehungsweise Ausführbarkeit, gewerblicher Verwertbarkeit, Brauchbarkeit (volkswirtschaftlicher Nützlichkeit), technischem Fortschritt und Erfindungshöhe.

Sehr große Bedeutung wird der Einspruch besonders beim europäischen Patent haben, wenn man bedenkt, daß dessen Schutzbereich, sofern es für alle Vertragsstaaten wirksam gemacht worden ist, einen Wirtschaftsraum von 390 Millionen Menschen umfaßt. Bei hinreichender Begrün-

dung kann innerhalb von 9 Monaten nach der Bekanntmachung der Erteilung eines europäischen Patents jedermann gegen dieses schriftlich Einspruch einlegen. Im Gegensatz dazu richtet sich der Einspruch im Patenterteilungsverfahren nach den jetzt noch für das Deutsche Patentamt gültigen gesetzlichen Bestimmungen nicht erst gegen das erteilte Patent, sondern schon gegen eine bekanntgemachte Patentanmeldung (Auslegeschrift, abgekürzt AS). Die Frist zur Einreichung des Einspruchs gegen eine bekanntgemachte Patentanmeldung beträgt 3 Monate vom Bekanntmachungstage ab. Allerdings treten für den Gegenstand der Anmeldung mit ihrer Bekanntmachung einseitig die gesetzlichen Wirkungen eines Patents ein, weil bei der AS die Kriterien der Patentierbarkeit – Neuheit, technischer Fortschritt und Erfindungshöhe – bereits eingehend geprüft wurden.

Grundsätzlich zu unterscheiden von der Bekanntmachung ist die vorherige Offenlegung der Patentanmeldung (Offenlegungsschrift, abgekürzt OS). Die Offenlegung erfolgt im Rahmen der ab 1. Oktober 1968 eingeführten „aufgeschobenen Prüfung“, mit der es folgende Bewandnis hat: Die Prüfung einer Anmeldung auf Patentfähigkeit findet nur dann statt, wenn ein entsprechender gebührenpflichtiger Antrag (300 DM) an das Deutsche Patentamt gestellt wird. Wird innerhalb von 7 Jahren nach der Einreichung der Anmeldung dieser Prüfungsantrag nicht gestellt, so gilt die Anmeldung als zurückgenommen. Die Offenlegung der Anmeldeunterlagen erfolgt 18 Monate nach dem Einreichungstag, weil Wirtschaft und Fachwelt wegen ihrer Investitions- und Fertigungsplanung ein dringendes Interesse daran haben, rechtzeitig zu wissen, welche Ausschlußrechte ihren Dispositionen künftig entgegenstehen könnten. Da der Anmelder die Prüfung bis auf 7 Jahre nach dem Prioritätstag aufzuschieben vermag, kann der Prüfungsantrag innerhalb dieser Zeit auch von Dritten gestellt werden, die ein Interesse daran haben, daß über die Patentfähigkeit der Anmeldung entschieden wird, deren Inhalt aus der Offenlegung bekanntgeworden ist.

Der Öffentlichkeit wird ein ständiger Einblick in den neuesten Stand der Technik in 21 über die Bundesrepublik verteilten Auslegestellen des Deutschen Patentamtes vermittelt, in denen auch Mikrofilmlesegeräte zur kostenlosen Benutzung für die Besucher vorhanden sind. Ein Verzeichnis dieser Auslegestellen mit ihren Öffnungszeiten ist im Deutschen Patentamt, 8 München 2, Zweibrückenstraße, erhältlich.

In den Auslegestellen liegen auch die eingetragenen Gebrauchsmuster (abgekürzt GM) als Auszüge oder in Form

von Mikrofilmlochkarten zur Einsichtnahme aus. Über GM soll noch folgendes gesagt werden: Wenn der Anmeldegegenstand sowohl patent- als auch gebrauchsmusterschutzfähig ist, aber vermutlich in 6 Jahren überholt sein wird, werden sich viele Anmelder, besonders jetzt wegen des neuen Patenterteilungsverfahrens, mit einem GM begnügen. Dafür gibt es viele Gründe, zumal die Rechtswirkung eines rechtsbeständigen Gebrauchsmusters im Streitverfahren die gleiche ist wie die eines Patents. Die GM-Eintragungsurkunde wird meistens in 4 bis 5 Monaten zugestellt, die Urkunde über die Patenterteilung dagegen gegebenenfalls in etwa 3 bis 5 Jahren.

Erheblich ist auch der Gebührenunterschied. Beim GM ist außer der Anmeldegebühr von 30 DM nur noch nach 3 Jahren eine Verlängerungsgebühr von 150 DM zu entrichten. Bei der Patentanmeldung dagegen sind die Anmeldegebühr von 50 DM, die Bekanntmachungsgebühr von 60 DM und vom 3. Jahr ab die progressiv ansteigenden Jahresgebühren sowie die Prüfungsgebühr von 300 DM zu entrichten. Das GM muß auf Neuheit, technischen Fortschritt und Erfindungshöhe geprüft sein. Diese Rechtsbeständigkeit hat jedoch der Anmelder selbst festzustellen. Die amtliche Neuheitsprüfung beim GM erfolgt erst im Löschungs- oder Streitverfahren.

Erwähnenswert ist noch folgende Neueinführung des Deutschen Patentamtes: Ab 1. November 1973 liefert die Dienststelle Berlin für den Aufbau EDV-orientierter Patentedokumentationen und zur Erleichterung der Patentrecherchen Magnetbänder mit den bibliographischen Daten der wöchentlich erscheinenden Offenlegungs-, Auslege- und Patentschriften.

E. Zills

DM8544 zur Unterdrückung von Kontaktprellungen

Praktisch in jedem Digitalsystem werden mechanische Schalter zur Dateneingabe oder zur Durchführung einer Regelfunktion eingesetzt. Da bei allen mechanischen Kontakten Kontaktprellungen auftreten, die kurzzeitig logische Schaltzustände in ihrem Pegel stark beeinflussen können, mußten bisher zusätzliche Schutzschaltungen eingebaut werden, die aus Gattern und Widerständen bestehen.

National Semiconductor bietet jetzt mit der DM8544 eine bessere Lösung dieses Problems an. Diese IS, die vier RS-Flipflops mit integrierten Pull-up-Widerständen enthält, erfüllt alle Funktionen, die zur Unterdrückung der Kontaktprellungen von vier Schaltern notwendig sind. Die Pegel der Kontakte können durch Ansteuern des Strobo-Einganges zu vorher genau festgelegten Zeitpunkten übertragen werden. Dadurch ist es möglich, getaktete Systemelemente anzusteuern. Ein weiteres Merkmal der DM8544 sind die Tri-State-Ausgänge. Alle Steuereingänge und die Ausgänge sind TTL-kompatibel. Die DM8544 ist im Keramik- und im Epoxy-B-Dual-in-line-Gehäuse lieferbar.

Eisenloser Gleichspannungswandler 6 V auf 12 V

Gleichspannungswandler sind Geräte, die eine bestimmte Gleichspannung in eine höhere oder niedrigere Gleichspannung umwandeln. Normalerweise ist die Umwandlung von einer Spannung in eine andere nur bei Wechselspannung möglich, denn nur eine Wechselspannung kann transformiert werden. Bei allen Gleichspannungswandlern ist daher der Umweg über die Wechselspannung notwendig. Dabei wird in einer Oszillatorschaltung eine niederfrequente Wechselspannung erzeugt, die dann anschließend wieder gleichgerichtet wird. Zum Aufbau der Oszillatorschaltung wird ein Eisenkern benötigt, dessen Größe nach der Frequenz und der Leistung bemessen werden muß. Bei dem nachstehend be-

schriebenen Gerät wird aber auf diesen Eisenkern verzichtet, weil die Wechselspannung durch einen astabilen Multivibrator erzeugt wird.

Gleichspannungswandler werden dort benötigt, wo zwar eine bestimmte Betriebsspannung vorhanden ist, aber elektrische Geräte angeschlossen werden müssen, die für eine andere Betriebsspannung gebaut sind. Soll zum Beispiel ein Autoradio für 12-V-Betrieb in einem älteren Kraftfahrzeug an einer 6-V-Batterie betrieben werden, dann kann ein Gleichspannungswandler dazwischengeschaltet werden, der die vorhandene Bordbetriebsspannung von 6 V auf 12 V aufsetzt. Auch wenn ein elektrischer Trockenrasiererapparat für 12-V-Betriebsspannung an der 6-V-Bordspannung betrieben werden soll, läßt sich ein Gleichspannungswandler dazwischenschalten. Beim Modellbau kann ein solches Gerät ebenfalls von Nutzen sein, nämlich dann, wenn aus einer Akkubspannung von 6 V eine Spannung von 12 V gemacht werden soll, zum Beispiel zum Betrieb eines Fernsteuersenders oder kleiner 12-V-Elektromotoren (Bild 1).

1. Schaltung

Die Schaltung des eisenlosen Gleichspannungswandlers zeigt Bild 2. Die

Wechselspannung wird durch den freischwingenden astabilen Multivibrator $T1, T2$ erzeugt, der die beiden Leistungstransistoren $T3, T4$ ansteuert. Dadurch wird die Batteriespannung zu einer Rechteckspannung umgeformt. Durch die Diodenkette $D1...D4$ und die Kondensatoren $C3$

Einzelteilliste

Kohleschichtwiderstände, $\frac{1}{2}$ W (R 1...R 13)	(Beyschlag)
Kondensatoren „FKC“, 160 V... (C 1, C 2)	(Wima)
Elektrolytkondensatoren, 25 V... (C 3...C 7)	(Roederstein)
Gleichrichter BY 127 (D 1...D 4)	(Valvo)
Gleichrichter AAZ 15 (D 5)	(Valvo)
Z-Diode ZF 5,6 (D 6)	(Intermetall)
Z-Diode ZF 8,2 (D 7)	(Intermetall)
Transistoren BC 108 B (T 1, T 2, T 7)	(AEG-Telefunken)
Transistoren AD 155 (T 3, T 4, T 5)	(AEG-Telefunken)
Transistor BCY 70 (T 6)	(Valvo)
Fingerkühlkörper Sicherungselement „1.04002“ mit Feinsicherung 1,5 A	(Assmann) (Raf)

Bezug der angegebenen Bauelemente nur über den einschlägigen Fachhandel

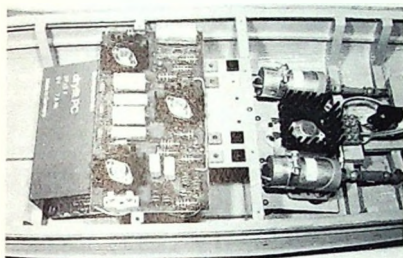


Bild 1 (oben). Eisenloser Gleichspannungswandler in einem Modellboot für den Betrieb von zwei 12-V-Motoren an einem 6-V-Akku

Bild 2. Schaltung des eisenlosen Gleichspannungswandlers

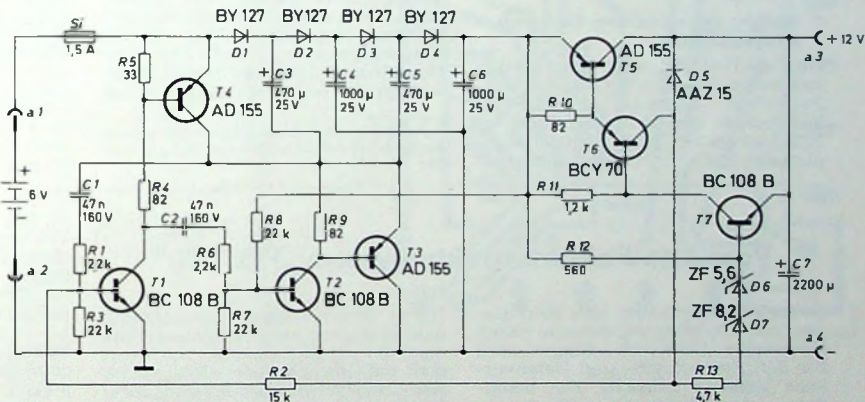


Bild 3 (unten). Zum Bau des eisenlosen Gleichspannungswandlers erforderliche elektronische Bauteile mit der Printplatte



Bild 4. Printplatte für den eisenlosen Gleichspannungswandler (Maßstab 1:2)

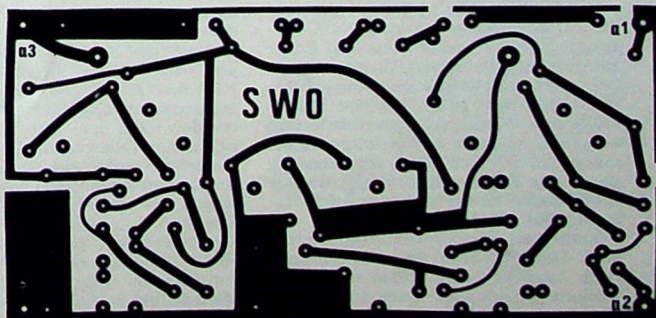


Bild 5. Bestückungs- und Verdrahtungsplan ▶

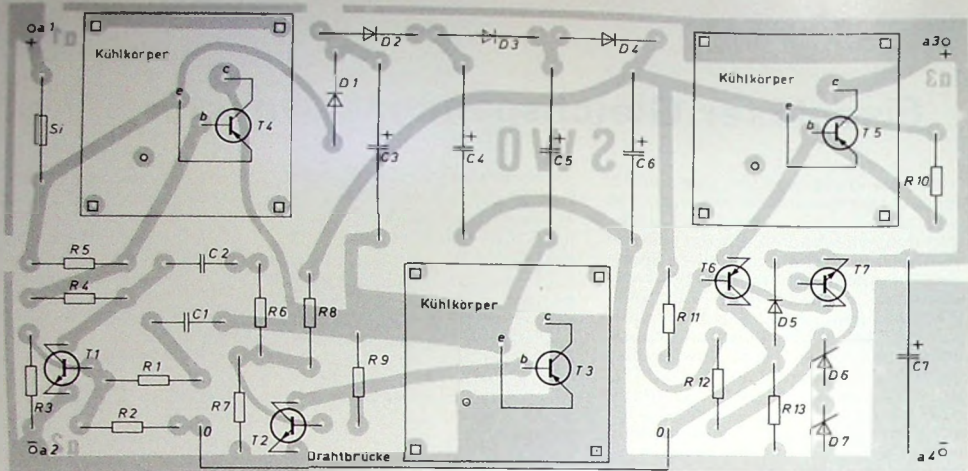


Bild 6 (unten). Bestückte Printplatte ▼

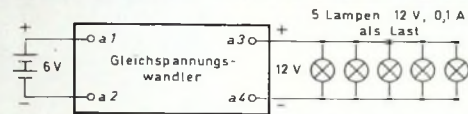
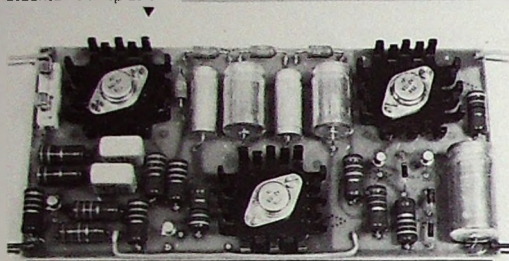


Bild 7. Prüfschaltung

bis C6 wird eine Heraussetzung der Spannung auf 12 V erreicht. Die Transistoren T5, T6 und T7 dienen zur elektronischen Stabilisierung der Ausgangsspannung.

2. Aufbau des eisenlosen Gleichspannungswandlers

Die zum Bau eines eisenlosen Gleichspannungswandlers benötigten elektronischen Bauteile einschließlich Kühlkörper und Printplatte sind im Bild 3 dargestellt. Bild 4 zeigt die Printplatte im Maßstab 1 : 2¹), Bild 5 den Be-

stückungs- und Verdrahtungsplan und Bild 6 die bestückte Platine.

Aufgebaut wird die Schaltung auf einer Printplatte mit den Abmessungen 200 mm × 100 mm. Die Platine kann, wenn es gewünscht wird, in ein Gehäuse eingebaut werden. An den Eingangspunkten a1 und a2 wird die Betriebsspannung von 6 V angeschlossen; an den beiden Ausgangspunkten

¹) Fotokopien der Vorlage für die Printplatte im Maßstab 1 : 1 können vom Verlag bezogen werden.

a3 und a4 steht dann eine Spannung von 12 V zur Verfügung. Das Gerät ist für eine Ausgangsleistung von 6 W ausgelegt, das heißt, es kann ein Verbraucher angeschlossen werden, der bei einer Betriebsspannung von 12 V einen Strom von 0,5 A aufnimmt. Geräte mit kleinerem Stromverbrauch können ebenfalls angeschlossen werden, aber Geräte mit einem größeren Stromverbrauch nicht!

3. Inbetriebnahme

Man testet den eisenlosen Gleichspannungswandler am zweckmäßigsten, indem man an die Ausgangspunkte a3, a4 fünf 12-V-Lämpchen mit jeweils 0,1 A Stromaufnahme (1,2 W) anschließt (Bild 7). Das ergibt einen Stromverbrauch von 0,5 A.

Vorwärts-Fehlerkorrektursystem „FEC 100“

Ausgefeilte Methoden zum Korrigieren von Übertragungsfehlern haben Kurzwellen-Funkverbindungen auch für den Fernschreib- und Datenverkehr sicherer gemacht. Ein besonders wirtschaftliches Verfahren stellt hier das Vorwärts-Fehlerkorrektursystem „FEC 100“ von Siemens dar. Dieses System korrigiert Übertragungsfehler unmittelbar am Empfangsort, das heißt, ein Rückkanal wie bei ARQ-(automatic request-)Systemen, die mit automatischer Rückfrage und Wiederholungsanforderung arbeiten, ist hier nicht nötig. Damit eignet es sich vor allem für einseitig gerichtete Funkverbindungen, wie sie zum Beispiel beim Polizei- und Schiffsfunk, bei Pressediensten oder bei Funknetzen von Botschaften üblich sind. Das „FEC 100“ arbeitet automatisch, und es kann außer für Kurzwellenverbindungen auch für andere Übertragungswege eingesetzt werden.

Damit Fehler überhaupt erkannt und korrigiert werden können, muß man die zu übertragende Nachricht erst mit ausreichender Redundanz, also zusätzlicher, aber an sich überflüssiger Information versehen. Auf der Sendeseite fügt deshalb das Codiergerät des „FEC 100“-Systems jedem Nachrichtenbit ein Prüfbit hinzu. Bezogen auf den Gesamtbitstrom, der übertragen wird, beträgt dann die Redundanz 50 %. Die mit zusätzlicher Information angereicherten Signale werden nach dem Übertragen in der Empfangsstelle von einem Decoder geprüft und nach eventuellen Korrekturen zum eigentlichen Nachrichtenempfänger weitergegeben.

Das System korrigiert bei einer Sendegeschwindigkeit der Datenquelle von 50 bit/s bündelweise auftretende Störungen, die bei einer Dichte von 100 % – das heißt, sämtliche Bits innerhalb des Bündels sind gestört – bis

zu 1,5 s dauern können, vollständig. Vor und nach einer solchen Bündelstörung müssen dann störfreie Bitfolgen, sogenannte Erholungszeiten, mit der dreifachen Stördauer – also maximal 4,5 s – empfangen werden. Da jedoch die Mehrzahl der auftretenden Bündelstörungen nur eine Dichte von etwa 50 % hat, wird die Korrekturfähigkeit des Systems selten ausgeschöpft. Es korrigiert deshalb auch Fehler in den Intervallen vor und nach den Bündelstörungen. Je kleiner die Bündelstördichte, um so mehr Fehler können in den Erholungszeiten erkannt und korrigiert werden, das heißt, das System erfährt auch stochastisch, also nach Wahrscheinlichkeitsgesetzen verteilte Fehler.

Das Vorwärts-Fehlerkorrektursystem „FEC 100“ besteht nur aus einem Codier- und einem Decodiergerät, die zusammen in einem Tischgehäuse untergebracht werden können. Zusätzlich läßt sich noch eine digitale Ruf-einrichtung einbauen, die zum automatischen Einzel-, Gruppen- und Sammelruf zwischen Teilnehmern eines Nachrichtennetzes dient.

Quadro-Stereo-Anschlußgerät für Lautsprecher und Kopfhörer

Mit dem im folgenden beschriebenen Quadro-Stereo-Anschlußgerät für Lautsprecher und Kopfhörer (Bild 1) ist mit Stereo-Verstärkern oder -Receivern Pseudo-Quadro-Wiedergabe mit zwei weiteren Boxen für die rückwärtigen Kanäle oder mit Quadro-Kopfhörern möglich. Handelsübliche



Bild 1. Ansicht des Quadro-Stereo-Anschlußgerätes

sicherheit. Es können fast alle Verstärker angeschlossen werden.

Schaltung

Die Schaltung des Quadro-Stereo-Anschlußgerätes zeigt Bild 2. Die Lautsprecherbuchsen des Stereo-Verstärkers werden über Adapterkabel mit den Eingangsbuchsen Bu 1 (linker Kanal) und Bu 2 (rechter Kanal) des Anschlußgerätes verbunden. Parallel zu den Buchsen liegen die Schutzwiderstände R 1 und R 2. Sie verhindern, daß der Verstärker im Leerlauf betrieben wird. Außerdem kann ein hinter diesen Widerständen auftretender Kurzschluß den Verstärker nicht gefährden.

Die Signale des rechten und des linken Kanals gelangen über die Buchsen Bu 1 beziehungsweise Bu 2 zu den Kontakten b und e des Schiebeschalters S 1. In Stellung „Lautsprecher“ ist b mit a und e mit d verbunden. Die Masseanschlüsse der Eingangsbuchsen Bu 1, Bu 2 werden direkt mit den Masseanschlüssen der Buchsen Bu 3 (links) und

Aufbau des Quadro-Stereo-Anschlußgerätes

Das Quadro-Stereo-Anschlußgerät wird auf einer gedruckten Schaltung mit den Abmessungen 70 mm × 70 mm aufgebaut. Bis auf den Schalter S 1 werden alle Bauelemente auf der Platine untergebracht. Dadurch ergibt sich nur wenig Verdrahtungsarbeit. Das Basismaterial für die gedruckte Schaltung ist Epoxid-Glashartgewebe. Dadurch erhält die Platine die für diesen Zweck notwendige hohe mechanische Festigkeit. Die Printzeichnung der Platine für das Quadro-Stereo-Anschlußgerät im Maßstab 1:1 (Bild 3) kann direkt übernommen werden. Ist der Ätzzvorgang beendet, dann bohrt man die Platine (mit einem 1,2-mm-Bohrer). Die Löcher für die Lötösen haben 1,8 mm Durchmesser. Nach Abschluß der Bohrarbeiten und Einsetzen der Lötösen wird die Platine nach Bild 4 bestückt.

Das Einsetzen der Buchsen in die Platine hat besonders sorgfältig zu erfolgen. Die Buchsen müssen nämlich fu-

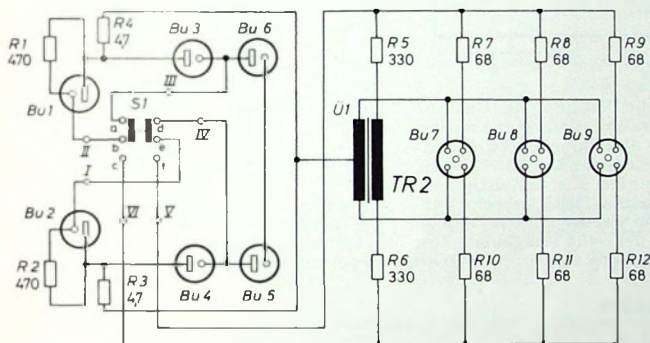


Bild 2 (oben). Schaltung des Quadro-Stereo-Anschlußgerätes

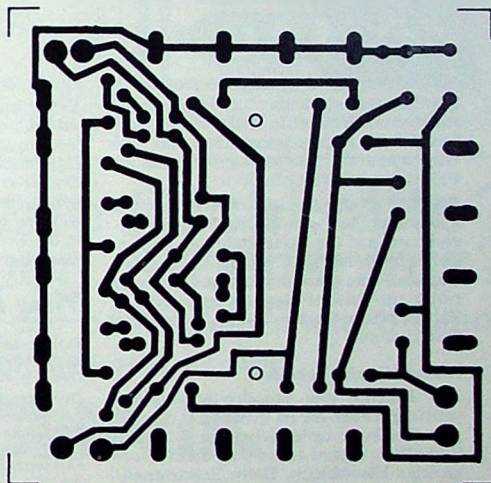


Bild 3. Printplatte für das Quadro-Stereo-Anschlußgerät (Maßstab 1:1)

Quadro-Kopfhörer haben vielfach einen Umschalter für Stereo-Betrieb. Es lassen sich aber auch Stereo-Kopfhörer für Stereo-Wiedergabe anschließen – ein Vorteil für Stereo-Geräte ohne Kopfhöreranschluß.

Zum Anschluß der Kopfhörer enthält das Zusatzgerät drei Würfelbuchsen. Ferner werden durch einen im Deckel eingebauten Schiebeschalter die Betriebsarten Lautsprecher beziehungsweise Kopfhörer eingeschaltet. Mit der hier verwendeten Lautsprecher-Quadro-Matrixschaltung läßt sich ein Effekt erreichen, der dem Klang echter Quadrophonie nahekommt, wobei der erforderliche Aufwand gering ist.

Die Verbindung zwischen Stereo-Anlage und Anschlußgerät erfolgt mit zwei Adapterkabeln, die einerseits an die Lautsprecheranschlüsse des Verstärkers und andererseits an zwei Lautsprecherbuchsen des Anschlußgerätes zu schalten sind. Im Eingang des Gerätes sind Schutzwiderstände vorhanden. Dadurch hat man bei der Auswahl des Verstärkers großen Spielraum sowie maximale Betriebs-

Bu 4 (rechts) zusammengeschaltet. Bu 3 und Bu 4 erhalten die Signale über die Kontakte a, b beziehungsweise d, e von den Buchsen Bu 1 beziehungsweise Bu 2. Daher sind Bu 3 und Bu 4 für den Anschluß der beiden vorderen Boxen bestimmt. Die hinteren Lautsprecher liegen an Bu 5 (links) und Bu 6 (rechts). Die Stereo-Signale gelangen gegenphasig zu den rückwärtigen Lautsprechern.

Bei Kopfhörerbetrieb sind die Schalterkontakte b, c und e, f geschlossen. Die Buchsenkontakte für Stereo werden über die Widerstände R 7... R 12 angeschlossen, die den Störabstand beim Einsatz niederohmiger Kopfhörer verbessern. Die Buchsenkontakte für die hinteren Kanäle liegen am Übertrager U 1. Ferner sind die Schutzwiderstände R 3 und R 4 vorhanden.

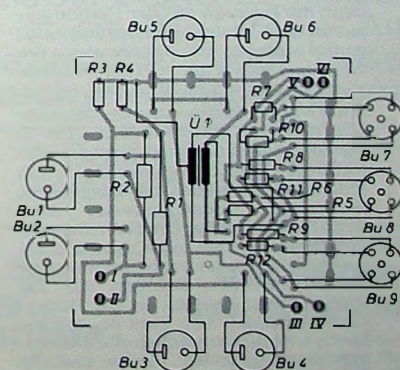


Bild 4. Bestückungsplan der Platine

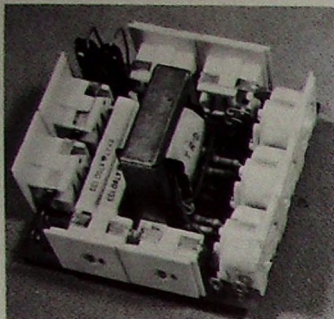


Bild 5. Ansicht der bestückten Platine



Bild 6. Ansicht der bestückten Platine mit Blick auf die Leiterbahnen

genlos nebeneinander und in einer Linienstehen. Weiterhin ist darauf zu achten, daß die Befestigungsschrauben des Übertragers Ü 1 keine Leiterbahn der Printplatte kurzschließen.

Bild 5 zeigt die Ansicht der bestückten Platine von oben und Bild 6 mit Blickrichtung auf die Leiterbahnen. Vor Inbetriebnahme des fertig bestückten Bausteins ist eine sorgfältige Kontrolle nötig, um falsche Bestückung, etwaige Kurzschlüsse oder kalte Lötstellen festzustellen.

Einbau in ein Gehäuse

Die Platine des Quadro-Stereo-Anschlußgerätes ist in einem rechteckigen Gehäuse untergebracht. Für den Selbstbau eignet sich 1 mm dickes verzinktes Eisenblech. Beim Zusammenbau ist besondere Sorgfalt geboten, denn die Buchsen auf der Platine sollen an den Gehäuse-Innenwänden fugenlos anliegen. Die Abmessungen des Gehäuses sind 71 mm × 71 mm × 40 mm. Das Gehäuse besteht aus sechs Teilen, und zwar der Boden- und Deckplatte und den vier Seitenwänden (Bild 7). Die Blechteile kann man aussägen oder mit einer Hebelzange ausschneiden. In jedem der Blechteile sind verschiedene Bohrungen beziehungsweise Ausschnitte notwendig. Die Bohrungen in den Seitenwänden sollte man sehr genau anbringen, denn sonst stimmen die Löcher mit den Buchsen auf der Platine nicht überein. In der Bodenplatte befinden sich zwei angesenkte Löcher, in die von außen die Befestigungsschrauben der Platine und des Übertragers Ü 1 gesteckt werden. In den Decklausschnitt kommt der

Schalter. Er wird dort festgeklebt. Die vier Löcher in den Ecken des Deckels sind zu seiner Befestigung bestimmt. Dazu benötigt man außerdem noch vier kleine Metallwinkel, die später in die Ecken des Gehäuses geklebt werden. Sind die Ausschnitte und Bohrungen angebracht, dann kann das Gehäuse zusammengelötet werden.

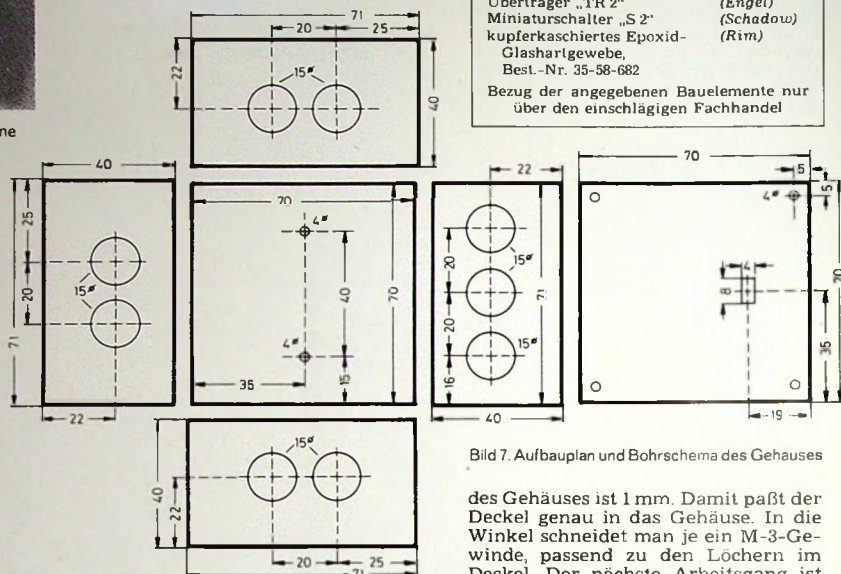


Bild 7. Aufbauplan und Bohrschema des Gehäuses

des Gehäuses ist 1 mm. Damit paßt der Deckel genau in das Gehäuse. In die Winkel schneidet man je ein M-3-Gewinde, passend zu den Löchern im Deckel. Der nächste Arbeitsschritt ist das Überziehen der Außenflächen mit „DC-fix“-Folie. Die Löcher im Gehäuse schneidet man anschließend mit einer Rasierklinge aus. Bevor der Deckel aufgesetzt wird, muß noch der Schalter verdrahtet werden.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß ein ähnliches Gerät unter der Bezeichnung „Umschaltgerät UG 402“ von Beyer serienmäßig geliefert wird. Die

Einzelteilliste

Widerstände, 4,7 Ohm, 2 W (R 3, R 4)	(Roederstein)
Widerstände, 470 Ohm, 7 W (R 1, R 2)	(CRL-RIG)
Widerstände, 1/2 W Lautsprecherbuchsen „Lb 2 H“ (Bu 1 ... Bu 6)	(Roederstein)
Würfelbuchsen „Mab 5 WH“ (Bu 7 ... Bu 9)	(Hirschmann)
Übertrager „TR 2“	(Hirschmann)
Miniaturschalter „S 2“	(Engel)
kupferkaschirtes Epoxid-Glasharzgewebe, Best.-Nr. 35-58-682	(Schadow)
	(Rim)

Bezug der angegebenen Bauelemente nur über den einschlägigen Fachhandel

Neue Bücher

Farbfernsehtechnik II. Telefunken-Fachbuch Berlin 1973, Elitera-Verlag 336 S. m. 401 B. DIN A 5. Preis im Kunststoffband 36 DM.

Der erste Band des Ende 1966 erschienenen *Telefunken-Fachbuches* „Farbfernsehtechnik“ behandelte die damals in erster Linie wichtigen Grundlagen wie beispielsweise die Farbfernsehsignale, die Farbbildröhre sowie die drei Systeme NTSC, PAL und SECAM. Der vorliegende zweite Band geht jetzt in Detail auf die Farbbildröhre nebst Ablenkung und auf die teilweise recht komplizierten elektronenoptischen Zusammenhänge bei der Ablenkung ein. In getrennten Kapiteln werden dann Farbreinheit und automatische Entmagnetisierung, Konvergenzkorrektur, Impulsabtrennung und Synchronisation der Ablenkung, Vertikalablenkung, Horizontalablenkung und Hochspannungserzeugung sowie das Netzteil behandelt. Der letzte Abschnitt ist dann speziell dem Farbfernsehempfänger mit 110°-Bildröhre gewidmet.

Wie alle vorangegangenen *Telefunken-Fachbücher*, zeichnet sich auch dieser Band nicht nur durch vorbildliche Gestaltung aus, sondern er enthält auch zahlreiche Bilder, Kurven und Schaltungen mit Stücklisten. Damit ist dieses Buch hervorragend geeignet für den Ingenieur und den Techniker, der sich in dieses Gebiet einarbeiten will. Es leistet aber auch dem Fachmann auf diesem Gebiet wertvolle Dienste, weil das ausführliche Stichwortverzeichnis ihm das Auffinden der gesuchten Information sehr erleichtert.

Fernseh-Meßtechnik. Von W. Dillenburger. 3., völlig neubearbeitete und erweiterte Aufl., Berlin 1972, Schiele & Schön. 492 S. m. 418 B. u. 1 Farb. 17 cm × 24 cm. Preis in Leinen 56 DM.

Exaktes Messen ist in der gesamten Nachrichtentechnik für jede Arbeit im Labor oder in der Betriebstechnik eine der wichtigsten Voraussetzungen. Das gilt in besonderem Maße für die Fernseh-Meßtechnik. Seit Jahren schon ist die Dillenburgersche „Fernseh-Meßtechnik“ hierfür ein bewährter Helfer und Ratgeber gewesen. Die jetzt vorliegende dritte Auflage wurde – entsprechend dem fortgeschrittenen Stand der Technik – völlig neubearbeitet und wesentlich erweitert. Das gilt insbesondere für die Farbfernseh-Meßtechnik. Neu aufgenommen wurden je ein Kapitel über „Magnetfeldmessungen“ und „Messungen mit dem 2T- und 20T-Impuls“. Im übrigen hat der Verfasser die seit Jahren bewährte Aufteilung beibehalten. Als erfahrener Ingenieur und Praktiker hat er sich in weiser Selbstbeschränkung auf die Geräte und Verfahren konzentriert, die derzeit bei uns benutzt werden. Besonderer Wert wurde auf die grundsätzlich wichtigen Fragen gelegt, so daß der Leser in die Lage versetzt wird, seine Meßergebnisse richtig zu interpretieren, Fehlmessungen zu erkennen oder auszuschließen. Der neue „Dillenburger“ spricht wiederum einen weiten Interessentenkreis an, denn der Autor hat es verstanden, fast ohne Mathematik auszukommen.

Backgroundmusik und Mikrophondurchsagen
im:

Restaurant, Hotel, Shop, Supermarkt, Dienstleistungsbetrieb

Diese Kompakt-Verstärkerzentrale ist klein in ihrem Ausmass, aber gross in ihrer individuellen Einsatzmöglichkeit.

- Background-Musikgerät für 3-Stunden-Endloskassetten und handelsübliche 8-Spur-Stereokassetten.
- Mikrophoneingang mit elektronischer Vorrangschaltung und Mischmöglichkeit.
- Auf Wunsch zusätzlich eingebauter UKW-Tuner.



- Spezialeingang für Werbetextautomat oder Vierklanggong.
- Neuartige elektronische Eingangsschaltung für Radio, Tonband und Mikrophon.
- Verstärker 25/35 Watt
Ausgang 8 Ohm und 100 Volt

Verlangen Sie
unseren Ela-Katalog.
wir beraten Sie unverbindlich.

UNITON GMBH
Freibühlstrasse 13
D-77 Singen/Htwl. / 077 31/6 20 67



Suchen Sie qualifizierte Fachkräfte? Suchen Sie einen neuen Arbeitsplatz?

Der direkte Weg ist meist der beste! Mit einem Stellenangebot oder einem Stellengesuch in der

FUNK-TECHNIK

erreichen Sie den gesamten Interessentenkreis der Branche. – Anzeigenschluß für das nächsterreichbare Heft ist am 21. 7. 74. – Auf Anfrage unterbreiten wir Ihnen gern ein spezielles Angebot. Unser modernes graphisches Atelier gestaltet auf Wunsch Ihre Einschaltungen.

Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH · 1 Berlin 52, Eichborn-
damm 141–167 · Telefon: 0 30 / 4 11 60 31 · Telex: 01 81 632



Interessierte Branchenkenner
lesen diese Fachzeitschrift
regelmäßig. – Bei den FUNK-TECHNIK-
Lesern kommt Ihre
Anzeige daher immer gut an!

Ich möchte Ihre überzähligen

RÖHREN und TRANSISTOREN

in großen
und kleinen Mengen kaufen
Bitte schreiben Sie an
Hans Kamlnzky
8 München-Solln · Spindlerstr. 17

● BLAUPUNKT Auto- und Kofferradios

Neueste Modelle mit Garantie. Ein-
bauszubehör für sämtliche Kfz.-Typen
vorrätig. Sonderpreise durch Nach-
nahmeversand. Radiogroßhandlung
W. Kroll, 51 Aachen, Postfach 865,
Tel. 7 45 07 – Liste kostenlos

90329

7 934

1.56

NEU

Hitronic, die besondere elektronische Autoantenne

Hitronic ist anders als andere elektronische Auto-Antennen. Sie hat ein Kurzteleskop, mit dem sich die Empfangsqualität regulieren läßt. Hitronic ist mattschwarz - also blendfrei - und besonders formschön. Hitronic ist absolut waschanlagensicher.

Antennen und Steckverbinder



Hirschmann

Richard Hirschmann · Radiotechnisches Werk
7300 Esslingen/Neckar · Postfach 110

4-Farb-Informations-
prospekte über Hitronic
gegen diesen Coupon.

1. 74. 61