

BERLIN

# FUNK- TECHNIK



5 | 1973 +

1. MÄRZHEFT

# Falls Sie Ihr Zweitgeräte-Geschäft sicher in den Griff bekommen wollen:



Wußten Sie schon, daß nur 4% aller Besitzer von Fernsehgeräten jemals den Batterieanschluß nutzen? 96% holen sich den Strom nur aus der Steckdose. Für sie haben wir unsere Zweitgeräte entwickelt. Zweitgeräte mit Erstgeräte-Technik. Also ohne Batterieanschluß – dafür aber mit dem leistungsstarken Chassis unserer hunderttausendfach bewährten Großgeräte. Mit der gleichen Leistungsreserve.

Mit der gleichen Bildbrillanz.

Anders gesagt: Wir können nur 96% aller Kundenwünsche erfüllen. Diese aber hundertprozentig.

Und 96% zufriedene Kunden sind mehr als 4% – finden Sie nicht auch?

**Graetz** bekennt sich zum  
**Fachhandel**  
Denn Graetz bekennt Farbe.

gelesen · gehört · gesehen .....	148
FT meldet .....	150
Forschen für die Welt der Zukunft .....	151
<b>Halbleiter</b>	
Der Selengleichrichter – ein modernes Bauelement für Schwarz-Weiß- und Farbfernsehgeräte .....	153
FT-Informationen .....	156
<b>Fertigungstechnik</b>	
Festigkeit von Lötverbindungen beim Löten mit siebdruckfähigen Zinn-Blei-Pasten .....	157
Verdrahtungs-Halbautomat „Sipomat 33“ .....	158
Laserabgleich von Widerständen in Dickschichttechnik .....	159
Spaltvergaser für giftarmen Auto-Auspuff .....	160
<b>Rundfunk</b>	
Klirrarmer AM-Demodulator mit Siliziumdiode .....	161
Hi-Fi-Stereo-Steuergerät „concertino hifi 3030“ .....	163
Hundert Jahre Degussa .....	163
Walter Bruch zum 65. Geburtstag .....	164
<b>Lautsprecher</b>	
Neue Lautsprecher und Lautsprechersysteme .....	164
<b>Meßtechnik</b>	
DMS – ein mechanisch-elektrischer Meßumformer .....	165
FET-Transistorprüfgerät „IT-121“ .....	169
<b>Persönliches</b> .....	170
<b>Für den Schmalfilm-Amateur</b>	
Vertonungssystem für die kombinierte Projektion von Film und Dias .....	171
<b>FT-Bastel-Ecke</b>	
Elektronische Warnsirene mit Blinklicht .....	174
<b>Biophysik</b>	
Fitness am Arbeitsplatz und im Auto durch Bioelektrizität .....	176
Neue Elektronik-Lehrbaukästen und Elektronik-Spiele .....	177
<b>Fernseh Service</b> .....	178
Unser Titelbild: Mit dem Verdrahtungs-Halbautomaten „Sipomat 33“ von Siemens können bis zu 150 Wire-Wrap- und 240 Termi-Point-Verbindungen je Stunde hergestellt werden (s. a. S. 158). 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. (03 11) 4 12 10 31, Telex 01 81 632 vrlkt Telegramme Funktechnik Berlin, Chefredakteur: Wilhelm Roth, Stellvertreter: Albert Jänicke, Ulrich Racke, Techn. Redakteur: Wolfgang Kamecke, sämtlich Berlin, Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu, Anzeigenleitung: Marianne Weidemann, Stellvertreter: Dietrich Gebhardt, Chefgraphiker: Bernh. W. Beerwirth, Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Post-scheckkonto Berlin West 76 64 103; Bank für Handel und Industrie AG, 1. Berlin 65, Konto 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 Lesezirkel 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.

Traurig,  
aber wahr:

## Erst DM 1750,- machen Ihren Wohnraum zum Musik- hören geeignet.

Wenn Sie als HiFi-Fan wissen, was eine Frequenzkurve ist, müßten Sie eigentlich auch wissen, was eine Frequenzkurve aus ihrer idealen Linie bringen kann. Oder? Nehmen wir an, Sie haben Ihre teure Anlage im Wohnraum stehen. Dann können so unahänderliche Dinge wie Wände, die Decke, Vorhänge, Teppiche, Fensterfronten, selbst die Zuhörer und ihre Bekleidung (bzw. deren unterschiedliche Absorptionskoeffizienten) schuld daran sein, daß bestimmte Schallwellen bestimmter Frequenzen mehr oder weniger absorbiert oder reflektiert und intensiviert werden. Was schlecht und einfach heißt, daß für Sie die wirklichen Feinheiten einer Aufnahme fast unkorrigierbar verloren gehen, weil die Signale verzerrt Ihr Ohr erreichen. Schade. Wo Ihre Anlage doch so viel Besseres leisten kann.



Nehmen Sie sich den SCM Audio Equalizer, der bringt die Frequenzkurve wieder ins Lot. Auf  $\pm 2$  dB. Bei jedem Oktavschritt. Für jeden Kanal extra. Damit Sie es in der Hand haben, trotz der Grenzen Ihrer Anlage (der sog. Toleranzen) und Ihrer Räumlichkeiten die volle (die volle!) Brillanz der Originalaufnahme wiederentstehen zu lassen. Langer Rede kurzer Sinn: DM 1750,- und Sie können wohnen bleiben wo Sie wollen, wenn Sie Musik hören wollen.

**AUDIO  
IN TL**  
6 Frankfurt 56  
Box 580 229

**AMCRON · KLIPSCH  
INFINITY SYSTEMS  
SAE · SHERWOOD**

Testschallplatte mit Meßblättern zum Überprüfen, ob Sie einen Equalizer brauchen, separat erhältlich für DM 20,-.



### „Hi-Fi-Tage“ 1973

Am 24. und 25. März werden in der Stadthalle Braunschweig die ersten diesjährigen „Hi-Fi-Tage“ des dhfi stattfinden. Das Modell der früheren Veranstaltungen in Münster und Freiburg wird im wesentlichen auch für Braunschweig beibehalten. Nacheinander weiteren Beschluß des dhfi sollen noch in diesem Jahr „Hi-Fi-Tage“ in den Gebieten Ulm/Augsburg, Kiel/Lübeck und Nürnberg/Würzburg stattfinden.

### 1200 Teilnehmer bei „Jugend forscht“

Für den von Februar bis Mai 1973 dauernden 8. Wettbewerb „Jugend forscht“ haben sich über 1200 Teilnehmer gemeldet. Der Initiator, das Magazin „Stern“, und zahlreiche Stellen der Politik, der Wirtschaft und der Wissenschaft haben Preise im Wert von rund 100 000 DM zur Verfügung gestellt. Die Bundessieger, die beim Bundeswettbewerb Ende April bei *Nixdorf Computer* in Paderborn ermittelt werden, fliegen für 14 Tage mit der Lufthansa nach Nairobi/Ostafrika.

### Fernsehen jetzt auch für das australische Outback

Das australische „Outback“; ein menschenleeres Hinterland, soll nicht mehr TV-Entwicklungsland bleiben. Die staatliche australische Fernsehgesellschaft ABAD begann Ende 1972 mit Fernsehübertragungen in Alice Springs im Nordterritorium. Es wird ein Programm ausgestrahlt, das zuvor in Adelaide (Südaustralien) auf Videobänder aufgenommen wurde. Bereits seit längerem profitieren entlegene Bergbaugebiete von diesem Service. Nun sollen auch die dünn besiedelten rein landwirtschaftlichen Gegenden im Nordterritorium – Queensland und Neusüdwales – bedient werden. Zu diesem Zweck nahmen weitere Sender ihren Betrieb bei Cairns und Bourke auf.

### Fernsehsatellit kommt in die zweite Studienphase

Im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft untersuchen zur Zeit zwei Konsortien unter Führung der *AEG-Telefunken GmbH* und der *Siemens AG* die Möglichkeit, Direktfernsehsatellitensysteme für die Bundesrepublik oder den deutschsprachigen Raum einzurichten. Nach Abschluß der Studie über die Vorphase A im Jahre 1972 konnte jetzt die Vorphase A selbst beginnen. Sie soll die Durchführbarkeit des Projekts im einzelnen überprüfen. Für den Entwurf des Satelliten arbeitet die *Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH (MBB)* zusammen mit *SEL* unter der Federführung von *Siemens* und zeichnet für den Entwurf des Satelliten verantwortlich. *Siemens* bearbeitet das nachrichtentechnische System und die Bodenstation, während *SEL* für die Tonübertragung und die Telemetrie- und Kommandoseite zuständig ist. Der Gesamtauftrag beläuft sich auf 1,5 Mill. DM; davon entfallen etwa 44% auf *MBB*.

Der im 12-GHz-Bereich arbeitende Satellit soll über drei bis fünf Kanäle verfügen. Um seine Signale mit einem 80-cm-Parabolspiegel empfangen zu können, ist eine Sendeleistung von etwa 400 bis 700 W je Kanal erforderlich. Zur Stromversorgung der Sender wird eine Solargeneratorleistung von rund 5 kW benötigt (bisher für Satelliten in Europa etwa 400 W). Für die großflächigen leichten Generatoren hat *MBB* bereits eine Konzeption ausfaltbarer Systeme bis zur Prototypenstufe entwickelt.

### TV-Technik für die Türkei

Im Konsortium *Siemens AG* und *Rohde & Schwarz*, das von der Turkish Radio-Television Association (TRT) den 227-Mill.-DM-Auftrag zum Bau des Bereich-III-Landesfernsehsendernetzes erhielt, übernimmt *Rohde & Schwarz* die Lieferung der gesamten Meßtechnik, der Sendervorstufen und der Antennenanlagen. Zu den umfangreichen meßtechnischen Einrichtungen gehören unter anderem für jede der zwölf Stationen zentrale Kontroll- und Überwachungstische sowie fahrbare Bildsender-Meßgestelle. Zusätzlich erhalten drei Stationen einen speziellen Meßgerätepark für Serviceaufgaben. Die Inbetriebnahme der ersten Station ist für Mitte Juli 1973 vorgesehen; bis Ende 1974 sollen die Arbeiten abgeschlossen sein.

### Ablenkeinheit „AT 1071/01“

Die Ablenkeinheit „AT 1071/01“ von *Valvo* ist für 90°-Monitorröhren mit einem Halsdurchmesser von 28 mm entwickelt worden. Sie kann in einer transistorbestückten Monitor-Empfängerschaltung durch den Ausgangstransformator „AT 2102/01“ für Horizontalablenkung angesteuert werden. Zur Linearitätsregelung dient der Regler „AT 4036“.

Die sattelförmig ausgeführten Horizontalablenkspulen sind so geformt, daß das Ablenkkentrum im konischen Teil der Monitorröhre liegt, und die Vertikalablenkspulen sind so auf einen entsprechend geformten FXC-Jochring gewickelt, daß die Zentren der Vertikal- und der Horizontalablenkung in einem Punkt zusammentreffen. Die Ablenkeinheit erfüllt die Forderung nach Selbstlöschung entsprechend UL 94 SE-1.

### Superschnelle Z-Dioden als Überspannungsschutzdioden

Übliche Z-Dioden oder Glimmstrecken sprechen oft genug nicht schnell genug an, um Halbleiterschaltungen vor Spannungsspitzen zu schützen. Die Transzorb-Dioden von *General Semiconductor* haben eine typische Ansprechzeit von etwa einer Picosekunde; die Verlustleistung liegt bei 1 ms Impulsdauer bei 1,5 kW, bei 10 µs Impulsdauer bei 10 kW. Die neuen Dioden sind für Durchbruchspannungen von 5 V bis 200 V in sehr kleinen Abstufungen in jeweils zwei Ausführungen (Glas-Metall-Gehäuse DO 13, MIL geeignet, oder Plastik-Gehäuse) lieferbar.

### Wanderfeldröhre YH 1203

Bei der Entwicklung der neuen *AEG-Telefunken*-Leistungswanderfeldröhre YH 1203 wurden die elektrischen und mechanischen Forderungen für ein ebenfalls neues Nachrichtenübertragungssystem in 7-R-Bauweise mit einer Übertragungskapazität von beispielsweise 2700 Fernsprechkämen im Frequenzbereich 6,4...7,125 GHz berücksichtigt und erfüllt. Die YH 1203 arbeitet in diesem Frequenzbereich mit einer Betriebsleistung von 22 W und zeichnet sich durch guten Wirkungsgrad, geringes Volumen und Gewicht sowie gute mechanische Festigkeit aus, die aus dem Aufbau in Metall-Keramik-Technik resultiert. Die Strahlführung erfolgt durch ein mit der Röhre integriertes periodisch-permanentmagnetisches System.

### Klirrfaktor-Meßgerät „D-10“

Das preisgünstige Klirrfaktor-Meßgerät „D-10“ von *Lyons Instruments* ist wegen seiner einfachen Bedienbarkeit (nur Amplituden- und Phasenabgleich) für Labor und Service ebenso geeignet wie für das Prüffeld. Im Frequenzbereich 10 Hz...100 kHz (vier Dekaden) mißt es in vier Meßbereichen Klirrfaktoren zwischen 0,3% und 10% mit einer Genauigkeit von ±1% des Bereichs und ±2% der Anzeige. Der Restklirrfaktor liegt unter 0,05%, und die Grundwellenunterdrückung ist besser als 10 000 : 1. An 10 kOhm Eingangswiderstand sind Eingangspegel zwischen 0,2 V und 5 V zulässig.

### Digitalvoltmeter mit 100 Picovolt Auflösung

Das Digitalvoltmeter „9208“ (*burster präzisionsmeßtechnik*, 7562 Gernsbach), Baustein des „Nanomat“-Systems, dürfte das erste Digitalvoltmeter auf dem Weltmarkt mit 100 pV Auflösung sein. Das Grundgerät hat eine 4 1/2-stellige Speicheranzeige mit Überlaufziffer, einen Anzeigebereich von -39999...0...+39999 und automatische Polaritätsanzeige. Die Fehlertoleranz ist ±0,01% ±1 digit. Für den Nennspannungsbereich 40 mV...400 V ist der Eingangswiderstand 10 MOhm auf allen Bereichen und die Abgleichzeit 50 ms. Das Grundgerät ist ausbaufähig. Durch Ankleben des Nanovoltverstärkers „Amplispot“ wird der Meßbereichumfang auf 4 µV...400 V erweitert. Für Auflösung und Eingangswiderstand nennt der Hersteller folgende Werte für die Nennspannungsbereiche: 4 µV: 100 pV, >1,3 kOhm; 40 µV: 1 nV, >13 kOhm; 400 µV: 10 nV, >130 kOhm; 4 mV: 100 nV, >1,3 MOhm. Die Einstellzeit (ohne Filter) ist etwa 0,3 s in allen Bereichen. Das voll ausgebaute Gerät enthält zusätzlich drei Vorziffern zur Anzeige eines vorkompensierten Werts; an zwei zusätzlichen Ziffern wird die Meßstelle angezeigt. Die Gesamtanzeige steht auch im BDC-Code (positive 5-V-Logik) zur Verfügung.



## Hier zeigen wir Ihnen die unbedeutendste Ansicht des Verstärkers A 78

Entscheidend ist einzig der Aufwand hinter der Frontplatte. Denn der Verstärker ist immer die zentrale und damit wichtigste Einheit einer HiFi-Anlage. Deshalb hat der Verstärker A 78 eine moderne Konzeption mit kurzschlußfesten Endstufen. Diese arbeiten mit hohen Leistungsreserven bei größter Verzerrungsfreiheit. Aufwendige Stufen-Klangregelnetzwerke – getrennt für beide Kanäle – ermöglichen individuelle und exakt reproduzierbare Einstellungen innerhalb engster Toleranzen. Der hohe Schaltungsaufwand spiegelt sich in außergewöhnlich guten Daten, die für jedes Gerät als Mindestwerte garantiert werden. Die Bedienung des A 78 ist trotz der umfassenden Möglichkeiten denkbar einfach, denn REVOX schenkt auch den «unbedeutenden» Faktoren volle Aufmerksamkeit.

Zudem erlaubt die Konzeption des Verstärkers A 78 den schrittweisen Ausbau Ihrer Stereo-Anlage mit dem Tuner A 76 und dem Tonbandgerät A 77.

106-78) Mit diesem Coupon erhalten Sie Unterlagen über die REVOX-Erzeugnisse.

Ihre genaue Anschrift mit Postleitzahl:

---



---



# REVOX

**Audio-Technik für Anspruchsvolle**

Deutschland: Willi Studer GmbH, 7829 Löffingen

Schweiz: ELA AG, 8105 Regensdorf ZH

Österreich: REVOX EMT GmbH, 1170 Wien, Rupertusplatz 1

### IBM Deutschland mit 4,28 Mrd. Umsatz

Der Gesamtumsatz 1972 der *IBM Deutschland* aus Vermietungen, Verkäufen und Dienstleistungen lag mit 4,28 Mrd. D-Mark um 18,1% über dem Umsatz des Vorjahres (3,623 Mrd. D-Mark). Die Lieferungen und Leistungen an ausländische *IBM-Gesellschaften* betragen 1,401 Mrd. DM (im Vorjahr 1,056 Mrd. DM). Der gute Auftragseingang bei Datenverarbeitungsanlagen wird vor allem auf folgende Ursachen zurückgeführt: Einmal fordern der hohe Kostendruck und die weiterhin angespannte Arbeitsmarktlage den Einsatz des Computers zur Kostensenkung und Rationalisierung. Zum anderen werden *IBM-Datenverarbeitungsanlagen* in zunehmendem Maße als Informationssysteme genutzt. Auch der Geschäftszweig Textverarbeitung hatte ein gutes Geschäftsjahr. Zu diesem Erfolg trugen sowohl die Maschinen und Geräte der Textverarbeitung als auch die neuen Magnetkartenschreiber, Kopier- und Diktiergeräte bei.

### Neuer Siemens-Geschäftsbereich Vertrieb

*Siemens* hat den Unternehmensbereich Bauelemente umstrukturiert. Alle vertrieblichen Aktivitäten dieses Unternehmensbereiches und der bisherigen Geschäftsbereiche Halbleiter, Passive Bauelemente und Röhren sind in dem neu geschaffenen Geschäftsbereich Vertrieb zusammengefaßt. Die Leitung dieses Bereiches übernahm Dr. Alfred Prommer, bisher Leiter des Geschäftsbereiches Röhren.

### Siemens baut zweite Fabrik in Melbourne

Die *Siemens AG* beginnt noch in diesem Jahr mit dem Bau einer zweiten Fabrik in Melbourne auf einem Grundstück von über 100.000 m<sup>2</sup> Fläche. Das erklärte der Aufsichtsratsvorsitzende Dr. Peter von Siemens auf einer Pressekonferenz in Melbourne. Die australische Tochterfirma der *Siemens AG* erreicht bereits heute einen jährlichen Umsatz von rund 120 Mill. DM und einen Jahresgewinn von 800.000 DM bei einem Personalstand von 900 Arbeitern und Angestellten. *Siemens* schätzt die Zukunftsaussichten seiner australischen Tochter sehr hoch ein. *Siemens Industries Ltd.* exportiert bereits jetzt aus Australien nach Mittelamerika und Südostasien.

### Kapitalerhöhung bei Honeywell Bull

Um weitere 15 Mill. DM wurde das Stammkapital der *Honeywell Bull GmbH* aufgestockt. Die Gesellschafterversammlung hat die Erhöhung auf jetzt 140 Mill. DM mit Wirkung vom 22. Dezember 1972 beschlossen.

### Honeywell Bull, Paris, straft Konzernstruktur

Zur Vereinheitlichung der gesellschaftlichen Struktur des *Honeywell Bull-Konzerns* und zur Vereinfachung der administrativen Aufgaben hat die Außerordentliche Hauptversammlung der Aktionäre der *Compagnie Honeywell Bull (CHB)* und der *Société Industrielle Honeywell Bull (SIHB)* am 29. Dezember 1972 in Paris die Zusammenfassung beider Firmen zu einer einzigen Gesellschaft beschlossen.

### Nixdorf-Tochter in Südafrika

Die *Nixdorf Computer AG* hat in Südafrika eine Tochtergesellschaft gegründet und die bislang von einer Werksvertretung wahrgenommenen Marktaktivitäten in eigene Verantwortung überführt. Die neue *Nixdorf-Tochter*, die fünfzehnte im weltweiten Vertriebsnetz, startet mit einem Personalbestand von 60 Mitarbeitern in der Zentrale Johannesburg sowie in den Geschäftsstellen Cape Town, Durban und Pretoria.

### IVC jetzt AG

Die *International Video Corporation*, 675 Almanor Avenue, Sunnyvale, Calif. (USA), führender Hersteller für 1"-Videorecorder, ist Ende 1972 in eine Aktiengesellschaft umgewandelt worden.

### Auszeichnung für Norma

Der *Norma Messtechnik Gesellschaft mbH*, Wien, wurde vom österreichischen Bundesminister für Handel, Gewerbe und Industrie die Auszeichnung verliehen, im geschäftlichen

Verkehr das Staatswappen der Republik Österreich zu führen.

### Dolby Laboratories erhielt Auftrag von RTB

Die belgische Radio- und Fernsehgesellschaft RTB hat *Dolby Laboratories Inc.* einen Auftrag über 96 Dolby A-Systeme erteilt. Obwohl diese Systeme schon seit längerem von vielen Rundfunkgesellschaften eingesetzt werden und heute in der Welt etwa 100.000 Dolby A-Systeme in Gebrauch sind, handelt es sich um den umfangreichsten Auftrag, den *Dolby* bisher von einer Rundfunkgesellschaft erhielt.

### Inforex umgezogen

Die *Inforex GmbH*, Marktführer von softwaregesteuerten Datensammelsystemen, hat neue Büroräume in Frankfurt-Niederrad, Rennbahnstraße 72-74, bezogen. Auch die Geschäftsstelle Mitte hat ihren neuen Sitz in diesem Verwaltungsgebäude.

### Akademie Meersburg

Die bisherige Mehrheitsgesellschafterin der Akademie Meersburg, die *EDP Resources Deutschland AG*, Bad Homburg, übernahm ab 1. Februar 1973 durch Übernahme der restlichen Geschäftsanteile die volle Verantwortung für die Akademie Meersburg. Der bisherige Geschäftsführer, Peter B. Müller, schied an diesem Tag aus. Er übernahm zum gleichen Zeitpunkt die Geschäftsführung des Instituts für moderne Lehrmethoden, das nicht zum Unternehmensverband der *EDP* gehört; es stellt audiovisuelle Lehrfilme her. Rudolf J. Weissenberger, bisheriger Direktor der *EDP Resources SA*, Schweiz, wurde ab 1. Februar 1973 mit der Geschäftsführung der Akademie betraut.

### K. Ganzhorn Direktor für Wissenschaft und Technologie der IBM in Europa

Professor Dr. Karl Ganzhorn, Direktor des Direktionsbereichs Entwicklung und Forschung der *IBM Deutschland*, ist zum Direktor für Wissenschaft und Technologie der *IBM in Europa* ernannt worden. Als Chefberater des Präsidenten der *IBM Europa* wird er wissenschaftliche Entwicklungen und ihren Einfluß auf die *IBM* beobachten, das Unternehmen bei akademischen und wissenschaftlichen Gremien in Europa repräsentieren und den europäischen Laboratorien und anderen technischen Zentren der *IBM* auf wissenschaftlichem Gebiet neue Impulse geben. Professor Dr. Ganzhorn wird seine bisherigen Verantwortungen für die *IBM Deutschland* beibehalten.

### W. Morsbach Vorsitzender im CEAG Dominit-Vorstand

Neuer Vorstandsvorsitzender der *CEAG Dominit AG*, Dortmund, ist Diplomatkaufmann Wolfgang Morsbach. Er ist gleichzeitig Mitglied der Geschäftsführungen der beiden produzierenden Tochtergesellschaften des Unternehmens, der *CEAG Licht- und Stromversorgungstechnik GmbH* und der *Ceagfilter und Entstaubungstechnik GmbH*.

### G. M. Schmidt Area-Director, Central an Northern Europe, der AMP Inc.

Seit 1. Januar 1973 leitet Gerhard M. Schmidt als Area-Director, Central and Northern Europe, die *AMP-Konzerngesellschaften AMP Holland N.V.* in s'Hertogenbosch, *AMP Scandinavia AB* in Stockholm und *AMP Deutschland GmbH* in Langen/Frankfurt. Zum Verantwortungsbereich dieser Gesellschaften gehören außer der Bundesrepublik Deutschland, den Niederlanden und Schweden auch Belgien, Luxemburg, die Schweiz, Dänemark, Norwegen, Finnland und Österreich sowie die Exportmärkte des COMECON.

### H. Walford Geschäftsführer von International Rectifier Nordeuropa

Howard Walford hat die Geschäftsführung von *Rectifier Nordeuropa* übernommen. In seiner neuen Stellung ist er verantwortlich für das *International Rectifier-Geschäft* der Werke in Oxted (Südengland) und Newry (Nordirland) sowie für die Verkaufs- und Distributororganisation in ganz Nordeuropa. Gleichzeitig bleibt er Geschäftsführer der *International Rectifier GmbH*, Frankfurt.



Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Forschen für die Welt der Zukunft

Vor mehr als 30 Jahren veröffentlichte der spanische Philosoph Ortega y Gasset ein Essay „Betrachtungen über die Technik“, das mit folgenden Sätzen beginnt: „Eines der Themen, das man in den nächsten Jahren besonders lebhaft diskutieren wird, ist das vom Sinn, von den Vorteilen, Schäden und Grenzen der Technik. Ich war immer der Meinung, daß es die Mission des Schriftstellers sei, in Voraussicht für seine Leser zu erkennen, was Jahre später Problem sein wird, und ihnen beizuteilen, das heißt ehe die Debatte entsteht, klare Ideen über die Streitfragen zu verschaffen, so daß sie in das Getöse des Kampfes mit dem heiteren Geiste dessen eintreten, der ihn im Prinzip schon entschieden hat.“

### Die Welt von heute

Niemand wird bezweifeln, daß die Welt von heute in den entwickelten Ländern entscheidend von technischen Fortschritten geprägt wird. Dabei hat die Rasanter wissenschaftlichen und technischen Fortschritte auf allen Gebieten ständig zugenommen. Einige markante Daten aus der Atomphysik mögen dies veranschaulichen. Um 1900 entwickelt Planck die Quantentheorie, 1905 Einstein die Relativitätstheorie. Ein Jahrzehnt später stellen Rutherford und Bohr das Atommodell auf, 1925 begründen Heisenberg, Born und Jordan die Quantenmechanik, 1934 entdecken Joliot und Curie die künstliche Radioaktivität, 1938 erreichen Hahn und Strassmann die erste künstliche Kernspaltung, 1942 setzt Fermi den ersten Atomreaktor in Betrieb. Ab 1945 explodieren die ersten Atombomben, und 1952 wird die erste Wasserstoffbombe hergestellt. Danach gelingt es, internationale Abkommen über das Verbot von Atombombenversuchen im Weltraum in der Atmosphäre und unter Wasser zu schließen, denen jedoch nicht alle Staaten beigetreten sind. Die friedliche Nutzung der Kernenergie tritt Mitte der fünfziger Jahre in den Vordergrund.

Ähnlich schnelle Entwicklungen haben sich in unserem Jahrhundert auf allen Wissensgebieten vollzogen. Besonders nachhaltig wirken sich die Erkenntnisse und Fortschritte der Biologie und Medizin auf unser Leben aus. Die mittlere Lebenserwartung, die noch im Mittelalter bei 20 Jahren lag, liegt heute in den industrialisierten Ländern schon zwischen 60 und 70 Jahren, wobei Frauen — trotz Gleichberechtigung — im Mittel einige Jahre länger als Männer leben. Die Fortschritte der Medizin und Hygiene, verbunden mit der erhöhten Produktion von Nahrung in vielen Gebieten der Welt, haben das Problem der Überbevölkerung akut werden lassen. Daneben hat die rasche Zunahme des Energieverbrauchs zu einer steigenden Nutzung der Energie- und Rohstoffquellen geführt. Der Weltverbrauch an elektrischer Energie stieg beispielsweise von 505 Milliarden Kilowattstunden im Jahr 1940 auf 965 Milliarden im Jahr 1950, auf 2236 Milliarden im Jahr 1960 und auf über 4500 Milliarden Kilowattstunden im Jahr 1970, das heißt, der Verbrauch an elektrischer Energie hat sich in jedem Jahrzehnt mehr als verdoppelt.

Der gesamte Energiebedarf der Erde wird heute überwiegend durch Erdöl, Erdgas und Kohle gedeckt. Seit einem Jahrzehnt be-

ginnt der Anteil nuklear erzeugter Energie zu steigen. Es stellt sich in der gegenwärtigen Situation die Frage, wie lange die Welt sich auf ihre Brennstoffvorräte verlassen können. Natürlich schwanken die Voraussagen sehr stark. Übereinstimmung besteht jedoch darin, daß die Kernenergie in Zukunft einen wesentlichen Anteil des Energiebedarfs wird decken müssen. In der Nutzung der Kernenergie liegen praktisch unbegrenzte Energievorräte, besonders dann, wenn die Entwicklung Schneller Brüter gelingt, die mehr nukleare Brennstoffe erzeugen als sie verbrauchen. Obwohl der größte Prototyp eines Schnellen Brütters 1966 in den USA teilweise schmolz, scheint er technisch realisierbar zu sein. Eine andere Möglichkeit, das Energieproblem langfristig zu lösen, ist die Kernfusion. Hier sind die technologischen Schwierigkeiten so ungeheuer groß, daß nach Meinung der meisten Experten noch mehrere Jahrzehnte vergehen werden, ehe die kontrollierte Kernfusion gelingen kann.

### Wachstumsschwierigkeiten

In den letzten Jahren ist die Frage laut geworden, ob die Welt das ökonomische Wachstum in der Zukunft überleben wird. In der Biologie ist Wachstum das bemerkenswerteste Merkmal des Lebens. In der Ökonomie ist es bisher als das „sine qua non“ des guten Lebens betrachtet worden. Spätestens mit der Veröffentlichung der im Auftrag des „Club of Rome“ erarbeiteten Studie von Meadows „Die Grenzen des Wachstums“ ist diese Fragestellung einer breiten Öffentlichkeit bewußt geworden. Im Sommer 1970 begann ein internationales Team von Wissenschaftlern am Massachusetts Institute of Technology die Probleme des fortgesetzten weltweiten Wachstums zu untersuchen. Ausgehend von fünf Grundfaktoren — dem Bevölkerungswachstum, der Lebensmittelerzeugung, dem Verbrauch von Energievorräten, der industriellen Produktion und der Umweltverschmutzung —, untersuchten sie an einem von Forrester aufgestellten Weltmodell mit Hilfe von Computern das Verhalten des Modells unter verschiedenen Voraussetzungen.

Das Ergebnis der Studie ist ernüchternd und besorgniserregend. Das Team sagt aus, daß unkontrolliertes Wachstum nur zu einem Resultat führen kann: einem ziemlich plötzlichen und unkontrollierbaren Niedergang sowohl der Weltbevölkerung als auch der industriellen Erzeugung zu einem Zeitpunkt vor dem Jahr 2100. Nach der Voraussage des MIT-Teams gibt es nur einen Ausweg: Es muß gelingen, sowohl das Wirtschaftswachstum als auch das Bevölkerungswachstum der Welt in den nächsten Jahrzehnten unter Kontrolle zu bringen. Kritiker des „Club of Rome“ bezweifeln die Glaubwürdigkeit dieser Aussagen. So hat beispielsweise Boyd nachgewiesen, daß die von Forresters Weltmodell gelieferten Resultate sehr von Änderungen der angenommenen Voraussetzungen abhängig sind. Bei Einführung einer weiteren Variablen, nämlich der Technologie, liefert das Weltmodell wesentlich optimistischere Voraussagen. Technologie vergrößert die Produktivität, die ihrerseits wiederum den Lebensstandard verbessert. Dies führt zu einer Verringerung der Geburtsraten, wie heute bereits in hochindustrialisierten Ländern festzustellen ist. Dadurch kann — wie die Kritiker des Weltmodells von Forrester vorhersagen — ein Gleichgewichtszustand des Weltsystems erreicht werden, ohne daß vorher ein nicht mehr zu kontrollierender Kollaps erfolgt. ▶

Gekürzte Fassung des Vortrags von Dr.-Ing. habil. Klemens Heumann, Wissenschaftlich-Technischer Leiter des Forschungsinstituts von AEG-Telefunken in Berlin, in der Feierstunde am 3. Februar 1973, anläßlich der Bekanntgabe der Preisträger des 8. Landeswettbewerbs Berlin „Jugend forscht“ 1973.

## Verantwortung des Naturwissenschaftlers und Ingenieurs

Die aufgeworfenen Fragen sind ohne Zweifel eine Herausforderung – eine Herausforderung an die menschliche Gesellschaft und in besonderer an ihre Naturwissenschaftler und Ingenieure. In Zukunft wird die Gesellschaft mehr als bisher auf Naturwissenschaftler und Ingenieure angewiesen sein, wenn sie diese Probleme bewältigen will. Es wird dabei mehr als in der Vergangenheit darauf ankommen, seit jeher gebräuchliche rationale Fragestellungen und dem Ingenieur vertraute Methoden anzuwenden, nämlich schöpferische Ideen unter Anwendung exakter Methoden zu realisieren. Die Verantwortung der Naturwissenschaftler und Ingenieure wird wachsen. Sie darf sich nicht – wie manchmal in der Vergangenheit – darauf beschränken, wissenschaftliche Erkenntnisse zu produzieren und Technologien zu erfinden. Vielmehr wird es in Zukunft in zunehmendem Maße notwendig sein, in den Entscheidungs- und Planungsprozess der Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse und möglicher Technologien rational einzugreifen. Man hat den Naturwissenschaftlern und Ingenieuren häufig von Seiten der Geistes- und Gesellschaftswissenschaften eine „sekundäre Existenz“ bescheinigt. Auch Ortega y Gasset schreibt: „Was im Menschen oder welche Klasse von Menschen sind die Spezialisten des Lebensplanes? Der Dichter, der Philosoph, der Religionsstifter, der Politiker, der Entdecker von Werten? Entscheiden wir es nicht; Es genügt, darauf hinzuweisen, daß der Techniker sie voraussetzt und daß das einen Rangunterschied erklärt, der immer bestanden hat und gegen den zu protestieren vergeblich ist. Vielleicht muß man darin die höchst seltsame Tatsache sehen, daß die Technik fast immer anonym ist und daß ihre Schöpfer sich nicht des persönlichen Ruhmes erfreuen, der immer andere Genies begleitet hat. Eine der ungeheuersten Erfindungen der letzten sechzig Jahre war der Explosionsmotor. Nun, wieviel unter Ihnen, die nicht Berufstechniker sind, erinnern sich in diesem Augenblick an die Namen der Erfinder? Daher auch die außerordentliche Unwahrscheinlichkeit, daß eine Technokratie entstehen könnte. Per definitionem kann der Techniker nicht herrschen, nicht in letzter Instanz regieren. Seine Rolle ist prachtwoll, verehrungswürdig, aber unweigerlich zweitrangig.“

Kürzlich veranstaltete der Fachbereich Mathematik der Technischen Universität Berlin ein Seminar, auf dem der französische Mathematiker Alexandre Grothendieck in seinem Beitrag mit dem Thema „Läßt sich wissenschaftliche Forschung heute noch verantworten?“ die heutige Wissenschaft als negative soziale Kraft bezeichnete, weil sie ungeachtet der Motivationen der individuellen Forscher in die Hände einer Minderheit verheerende Kräfte überantwortete, die immer wieder mißbraucht würden. In der überwiegenden Mehrheit der Fälle sei wissenschaftliche Forschung weder durch allgemeine menschliche Bedürfnisse noch durch schöpferischen Drang des Forschers bestimmt, sondern durch sozialen Zwang, da die Leistung Bedingung des sozialen Aufstiegs sei. Unser aller professionelle Tätigkeit sei vollkommen geeignet, uns willenlos und kritiklos in eine Zivilisation zu fügen, die blind ihrer eigenen Zerstörung entgegenrase.

Man sieht, welcher Kritik – bis hin zur Aggression – in jüngster Zeit Wissenschaft und Technik ausgesetzt sind, obwohl sie die Voraussetzungen für das heutige Leben auf der Welt bilden. Gerade in den hochindustrialisierten Ländern würde wohl niemand gern auf die Errungenschaften der Naturwissenschaften und modernen Technik verzichten wollen – sicher auch nicht deren Kritiker.

Es ist wohl notwendig, an diesem Punkt eine Zwischenbilanz zu ziehen – auch um der Gefahr vorzubeugen, mißverstanden zu werden. Gerade auch Ihnen als jungen, naturwissenschaftlich und technisch interessierten Menschen sollten einige Probleme vorgestellt werden, mit denen wir in Zukunft werden leben und die wir werden bewältigen müssen. Es handelt sich dabei um Probleme einer neuen Größenordnung, wie sie bisher im Verlauf der menschlichen Geschichte noch nicht aufgetreten sind. Damit soll nicht das Ziel verfolgt werden, Sie pessimistisch zu stimmen oder zu entmutigen. Im Gegenteil: die angeschnittenen Fragen sind eine Herausforderung gerade für junge Menschen. Das Beispiel der Entwicklung der Kernphysik in unserem Jahrhundert von Planck über Einstein und Oppenheimer zur Wasserstoffbombe und die darauffolgenden Bemühungen zur friedlichen Nutzung der Kernenergie scheint geradezu exemplarisch zu sein.

Worin besteht nun die besondere Verantwortung des Naturwissenschaftlers und Ingenieurs? Sie besteht in der Bereitschaft, für das eigene Handeln und die überschaubaren Folgen einzustehen. Die Beschäftigung mit der Wissenschaft zwingt zur Rationalität. Vorurteile haben in der Naturwissenschaft nur so lange Bestand, bis sie theoretisch oder experimentell bestätigt oder widerlegt werden. Die Vorteile einer Beschäftigung mit Naturwissenschaft und Technik liegen darin, daß sie dauernd zu einer kriti-

schen Prüfung des eigenen Standpunktes zwingen. Arbeitshypothesen müssen ständig geprüft und korrigiert werden. Wer als Forscher neue Erkenntnisse gewinnen will, ist gezwungen, sich ein eigenes Urteil über das bearbeitete Problem zu bilden. Wissenschaftliche Arbeit verträgt keine Sprachverwirrung oder demagogische Argumentation. Die Möglichkeit der sprachlichen Verständigung ist eine entscheidende Voraussetzung für wissenschaftliche Zusammenarbeit.

Im vergangenen Jahr hielt Professor Aschoff vor Elektrotechnikern einen Vortrag „Von der Verantwortung des Ingenieurs“, den er mit der biblischen Geschichte des Turmbaus zu Babel einleitete: Als die Menschen zueinander sagten: „Lasset uns eine Stadt bauen und einen Turm – seine Spitze soll bis in den Himmel reichen“, da sprach Jahwe: „Siehe, sie sind ein Volk, und nur eine Sprache haben sie alle; das ist aber erst der Anfang ihres Tuns. Nichts von dem, was sie vorhaben, wird ihnen unmöglich sein. Wohlan, laßt uns hinabsteigen. Wir wollen dort ihre Sprache verwirren, daß keiner mehr die Rede des anderen versteht!“ Dieses urale Gleichnis weist sehr anschaulich auf die Gefahren und destruktiven Folgen hin, wenn Menschen sich nicht mehr in einer gemeinsamen Sprache verständlich machen können oder wollen.

## Forschung und technologische Innovation

In der Mitte der fünfziger Jahre sind in den Bell Telephone Laboratorien die ersten Arbeiten an Halbleiter-Vierschichtenelementen durchgeführt und veröffentlicht worden. Zwei Jahre später griffen Physiker bei General Electric diese Arbeiten auf. Es gelang ihnen innerhalb weniger Jahre, leistungsstarke Halbleiterschalter – die Thyristoren – zu entwickeln und zu bauen, die im vergangenen Jahrzehnt in der elektrischen Energietechnik eine ähnliche Revolution ausgelöst haben wie ein Jahrzehnt vorher die Erfindung des Transistors in der Nachrichten- und später in der Informationstechnik. Innerhalb dieses Jahrzehnts haben sich die Thyristoren auf breiter Front in der elektrischen Energietechnik durchgesetzt. Sie haben hier völlig neuartige Möglichkeiten der Steuerung und Umformung elektrischer Energie eröffnet. Beispielsweise ist es mit ihrer Hilfe möglich, die von Batterien oder Brennstoffzellen erzeugte elektrische Energie so umzuformen, daß Elektroautos mit leichten und verlustarmen Motoren angetrieben werden können. Noch viele Beispiele von anderen in den letzten Jahren gelösten Problemen ließen sich aufzählen.

Die kommenden Jahrzehnte werden Aufgaben stellen, von deren Bewältigung die Zukunft, mehr als es in früheren Epochen der Fall war, entscheidend abhängen wird. Es war schon darauf hingewiesen worden, daß der Faktor Technologie eine dominierende Rolle bei den Resultaten spielt, die zum Beispiel das von Forrester aufgestellte Weltmodell mit Rückkopplungen zwischen den verschiedenen Faktoren für die Zukunft liefert. Es wird darauf ankommen, die heute ins öffentliche Bewußtsein gedrungenen Fragen wie Haushalten mit den Rohstoffquellen und -vorräten unserer Erde, Schutz der Umwelt vor Verschmutzung und Verstäubung, Stabilisierung des Bevölkerungswachstums sowie Erhaltung und Verbesserung der Qualität unseres Lebens zu lösen. Wir können optimistisch sein und voraussetzen, daß das erreichbar ist. Dabei wird es darauf ankommen, daß in Zukunft die Fragestellung bei der Einführung neuer Technologien erweitert wird. Es kann nicht mehr – wie manchmal in der Vergangenheit – genügen, daß eine technische Möglichkeit, sobald sie machbar ist, realisiert wird, unabhängig davon, ob sie Material- oder Energievorräte bewahrt oder verschwendet, ob sie die Umwelt schädigt oder nicht! Dazu bedarf es eines kritischen Denkprozesses und einer öffentlichen Meinungsbildung. Notwendig sind aber auch verstärkte Anstrengungen auf den Gebieten der Forschung und der Entwicklung neuer Technologien. Entgegen heute manchmal laut werdenden Stimmen können nur verstärkte Aktivitäten auf diesen Gebieten helfen, die Probleme in Zukunft zu lösen.

Zu welchen technischen Leistungen Menschen fähig sind, haben im vergangenen Jahrzehnt die Erfolge der Weltraumfahrt bewiesen. Am 21. Juli 1969 betrat der erste Mensch den Mond. Damit gelang der Vorstoß des Menschen in die extrem lebensfeindliche Umwelt des Weltraums. Diese spektakulären Unternehmen konnten nur dadurch erfolgreich durchgeführt werden, daß mit exakten wissenschaftlichen Methoden und in enger Zusammenarbeit vieler Disziplinen vorgegangen wurde. Wenn es mit diesen Mitteln möglich war, Menschen in den Weltraum zu schicken und gesund zurückkehren zu lassen, müßte es bei Anwendung der gleichen wissenschaftlichen Methodik auch möglich sein, die Zukunftsprobleme unserer Erde zu lösen. In Zukunft kann es sein, daß Naturwissenschaftler und Ingenieure aus ihrer „zweitrangigen Tätigkeit“ vortreten und höhere Verantwortung übernehmen müssen, wenn Ideologen, Soziologen oder sogar Theologen weniger zu nüchternem und sachbezogenem Denken und Handeln fähig sind.

# Der Selengleichrichter – ein modernes Bauelement für Schwarz-Weiß- und Farbfernsehgeräte

Seit im Jahre 1928 bei SEL in Nürnberg die ersten Selengleichrichter serienmäßig gefertigt wurden, hat sich dieses Bauelement auf vielen Gebieten der Technik bewährt. Zu den neueren Anwendungsgebieten zählt der Einsatz als Hochspannungsgleichrichter in Schwarz-Weiß- und Farbfernsehgeräten. Da der Aufbau, die Funktion und die Wirkungsweise des Selengleichrichters hinreichend bekannt sind, beschränkt sich der folgende Beitrag auf den Aufbau und die Funktion des Selen-Hochspannungstabgleichrichters (TV-Stab) sowie die Hochspannungserzeugung mit Selen-TV-Hochspannungsstäben in Kaskadenschaltungen.

## 1. Selen-Hochspannungstabgleichrichter (TV-Stab)

### 1.1 Fertigung und Aufbau der Selen-TV-Hochspannungsstäbe

Die Herstellung von Selengleichrichterplatten von nur einigen Millimetern Durchmesser für TV-Hochspannungsstäbe erfordert große Sorgfalt bei allen Arbeitsgängen. Die Plättchen werden aus vorformierten Gleichrichterstreifen (500 mm × 100 mm) mit Aluminium als Trägermaterial direkt in Keramikröhrchen gestanzt. Nach Erreichen der für die betreffende Nennspannung erforderlichen Plättchenzahl (automatische Zählrichtung) wird eine definierte Spiralfeder eingelegt, um den erforderlichen Kontaktdruck herzustellen. Anschließend verschließt man das Röhrchen mit einer Kappe.

Nach dem Prinzip, in einem Rohr viele kleine etwa 0,20 mm dicke Plättchen in Serie zu schalten, lassen sich Gleichrichter für nahezu jede gewünschte Spannung herstellen. Da die Sperrspannungen der Platten beim Stanzen etwas abfallen, haben die fertigen Gleichrichterstäbe noch nicht die erforderliche Sperrspannung. Sie müssen nachformiert werden. Das erfolgt durch eine Spannungsbelastung der Gleichrichter in Sperrrichtung. Die Sperrschicht wird dadurch weiter ausgebildet, so daß sich der Sperrwiderstand erhöht und somit der Sperrstrom verringert.

Wichtig ist hierbei, daß die Verbesserung der Sperrereigenschaften zu keiner Verschlechterung der Durchlaßeigenschaften führt und eine annähernd gleichmäßige Sperrspannungsaufteilung innerhalb des Plattenstapels erreicht wird, um die Überlastung einzelner Plättchen zu vermeiden. Im Anschluß an die Nachformierung wer-

den die TV-Hochspannungsstäbe beschriftet, in Durchlaß- und Sperrrichtung elektrisch geprüft und dann verpackt.

### 1.2 Anwendung der Selen-TV-Hochspannungsstäbe

Die beiden wichtigsten Applikationen für TV-Stäbe sind die Erzeugung der Bildröhrenspannung durch Gleichrichtung des Zeilenrückschlagimpulses und die Erzeugung der Hochspannung für die Fokussierung der Bildröhren. Darüber hinaus gibt es aber noch eine ganze Reihe anderer Anwendungsfälle für diese TV-Stäbe.

#### 1.2.1 Erzeugung der Bildröhrenspannung

Die Erzeugung der Hochspannung für Schwarz-Weiß-Bildröhren erfolgt heute fast ausschließlich mit TV-Stäben. Dabei hat sich der prinzipielle Aufbau der Zeilen-Endstufe nicht geändert. Die TV-Stäbe bieten gegenüber den Röhrenausführungen zahl-

Abänderung des 3H-Abgleichs möglich, da die Kapazität der Röhre der des TV-Stabes entspricht. Der Kennlinienvergleich der Hochspannung als Funktion des Strahlstroms zwischen Röhre und TV-Stab zeigt einen sehr geringen Unterschied, bedingt durch den etwas größeren Innenwiderstand des Selen-TV-Stabes. Die hieraus resultierenden Bildbreitenänderungen bleiben vernachlässigbar (Bild 1). Ein Nachteil des Selen-TV-Stabes war bisher seine Temperaturempfindlichkeit. Sie beschränkt die maximal zulässige Umgebungstemperatur auf 60 °C. Dieser Nachteil verliert immer mehr an Bedeutung wegen der zunehmenden Transistorisierung der einzelnen Schaltungen und der dadurch gegebenen Verminderung der Verlustleistungen. Bei herkömmlichen Selen-Leistungsgleichrichtern entfallen ca. 10% der Gesamtverluste auf die Sperrverluste. Im Gegensatz dazu entfallen bei Selen-TV-Stäben über 50% der Gesamtverluste auf die Sperrverluste. Das erfordert den Einsatz besonders hochsperrender Selenplatten, der ITT-TV-Platten, die speziell für diesen Anwendungsfall entwickelt

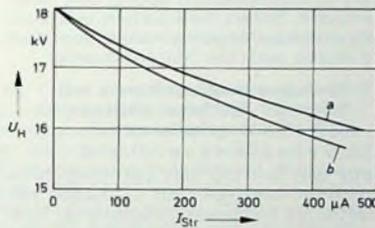
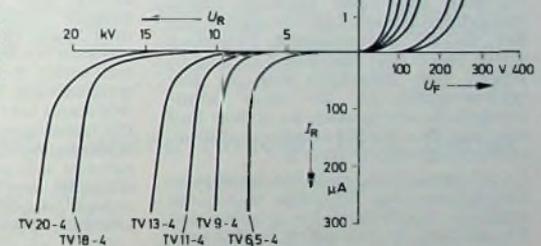


Bild 1 Hochspannungsänderung in Abhängigkeit vom Strahlstrom, a Röhre DY 86, b Selen-Hochspannungstabgleichrichter TV 18

Bild 2 Durchlaß- und Sperrkennlinien verschiedener Selen-TV-Stäbe



reiche Vorteile. Bei hoher Betriebszuverlässigkeit haben sie nur sehr geringe Sperr- und Durchlaßalterungen. Hieraus resultiert eine lange Lebensdauererwartung. Weitere Vorteile sind der Wegfall der Anheizzeit und somit ein schneller erscheinendes Fernsehbild sowie eine denkbar einfache Halterung.

Ein weiterer Vorteil ist der endliche Sperrwiderstand. Über diesen Widerstand kann sich die Bildröhrenspannung entladen, und man erhält auf einfachste Art eine billige Schaltung für die Leuchtfleckunterdrückung. Der Ersatz der Gleichrichterröhre durch einen Selen-TV-Stab ist ohne

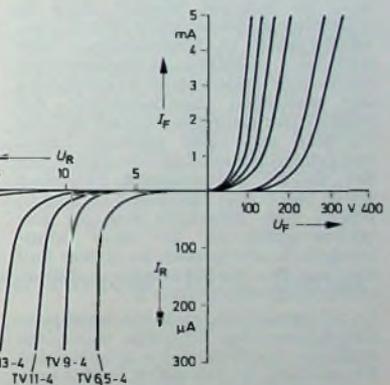


Bild 3 Vorwärtskennlinie des TV 18-4 (a ursprüngliche Kurve, b nach 470 h Betriebszeit, c nach 4760 h Betriebszeit)

Ing. (grad.) Hartmut Westphal ist Produkt-Manager Leistungsgleichrichter der ITT-Bauelemente-Gruppe Europa, Nürnberg.

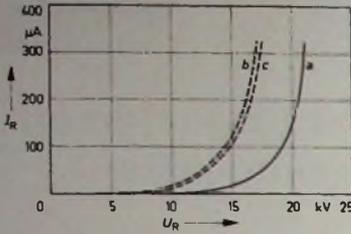


Bild 4 Sperrkennlinie des TV 18-4 (a ursprüngliche Kurve, b nach 470 h Betriebszeit, c nach 4760 h Betriebszeit)

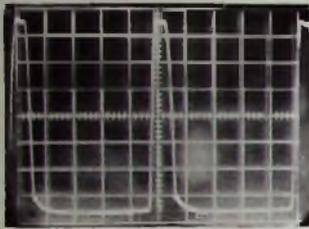


Bild 5 Zeilenrückschlagimpuls eines Zeilentransformators in einem Schwarz-Weiß-Empfänger ( $U_c = 18$  kV)

worden sind und sich bestens bewährt haben.

Beim Betrieb der TV-Stäbe mit Zeilenfrequenz (15...21 kHz) ergeben sich Änderungen der im Neuzustand gemessenen statischen Kennlinien (Bild 2). Der Durchlaßwiderstand und der Spannungsabfall sind gegenüber dem Neuwert niedriger geworden. Lebensdaueruntersuchungen haben ergeben, daß man innerhalb 6000 h nicht mit einer Erhöhung der Durchlaßverluste zu rechnen braucht (Bild 3). Scheinbar anders verhält sich der Selen-TV-Stab in Sperrrichtung. Hier tritt nach wenigen Betriebsstunden bei Zeilenfrequenz eine Veränderung der statischen Sperrkennlinie auf (Bild 4). Der Grund hierfür ist, daß der TV-Stab mit einer anderen Spannungsform formiert wurde als der, mit der er im Fernsehgerät betrieben wird. Selen hat die positive Eigenschaft, sich innerhalb weniger Betriebsstunden an die neue Spannungsform anzupassen, in diesem Fall also an den hochfrequenten Zeilenrückschlagimpuls (Bild 5).

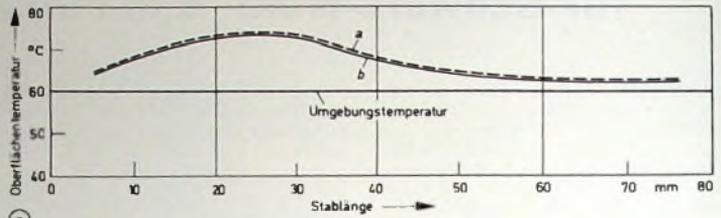
Es ist ersichtlich, daß die Qualitätsbeurteilung der TV-Stäbe durch die statische Sperrkennlinie nur für den Neuzustand der Selengleichrichter geeignet ist. Ein echtes Kriterium für die Beurteilung des Sperrverhaltens ist dagegen die Staboberflächentemperatur. Die im Neuzustand des Stabes gemessene Temperatur entspricht aber der nach 5000 Betriebsstunden gemessenen (Bild 6a). Da sich in dieser Zeit die Durchlaßverluste nicht verändert haben, kann man daraus schließen, daß sich die Sperrverluste beziehungsweise die Sperrströme auch nicht verändert haben.

### 1.2.2. Erzeugung der Fokussierspannung

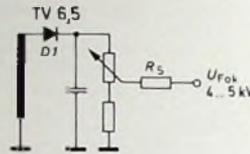
Beim Einsatz der TV-Stäbe zur Gewinnung der Fokussierspannung für Farb bildröhren gelten die gleichen Grundsätze. Hierfür benötigt man

eine Gleichspannung von 4 bis 5 kV, die ebenfalls durch Gleichrichtung der Zeilenrückschlagimpulse gewonnen wird. Die prinzipielle Schaltung hierfür zeigt Bild 6b. Für diesen Anwendungsfall ist der Selen-Stabgleichrichter TV 6,5 bestimmt. Er ist entwe-

Die Grundauführung ist die sogenannte Villard-Schaltung (Bild 7). Mit ihr läßt sich eine Spannungsverdopplung erreichen. Schaltet man mehrere Villard-Stufen hintereinander, dann läßt sich fast jede beliebige Spannung erreichen. An der Anode der Zeilen-



a)



b)

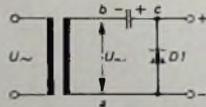
Bild 6 a) Temperaturverlauf entlang der Stablänge (a Verlauf bei Neuwert, b Verlauf nach 5000 Betriebsstunden); b) Schaltung für die Erzeugung der Fokussierspannung

der mit Kappen oder mit Drahtanschlüssen erhältlich und ersetzt die bisher verwendete Gleichrichterröhre DY 51 einschließlich Sockel und Heizschleife. Neben technischen und konstruktiven Vorteilen vermindern sich dadurch auch die Materialkosten.

## 2. Hochspannungserzeugung mit Selen-TV-Hochspannungsstäben in Kaskadenschaltungen

### 2.1. Schaltungsprinzip

Für den Betrieb von Farb bildröhren benötigt man eine mit 1...1,5 mA belastbare Hochspannungsquelle von 25 kV. Die früher üblichen Schaltungen (Ballast-Trioden-Schaltung und Zwei-Zeilen-Transformatorkonzeption) erzeugten diese Spannung mit einer Röhren-Einweggleichrichterschaltung. Der hierfür notwendige Aufwand war beträchtlich. Mit Selen-Hochspannungsstabgleichrichtern und hochspannungsfesten Wickelkondensatoren läßt sich auf verhältnismäßig einfache Art und Weise eine Spannungsvervielfachung fast beliebiger Höhe erreichen.



a)

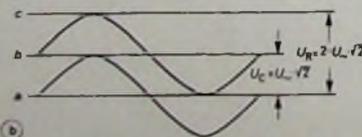


Bild 7 a) Villard-Schaltung für die Spannungsverdopplung; b) Ausgangssignal

Endröhre stehen Rückschlagspannungen von 6,5 kV<sub>ss</sub> zur Verfügung. Diese Spannung läßt sich durch Erweitern der Hochspannungswicklung des Zeilentransformators auf 8,5 kV<sub>ss</sub> transformieren. Sie kann dann in einer 5stufigen Gleichrichterkaskade auf eine Spannung von  $U_{11} = 3 \cdot U_1 + 2 \cdot U_2$  (ungefähr 25 kV) gebracht werden (Bilder 8 und 9).

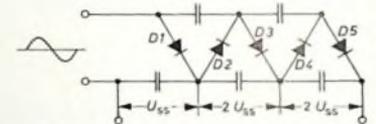


Bild 8 Schaltung für die Spannungsverdreifachung

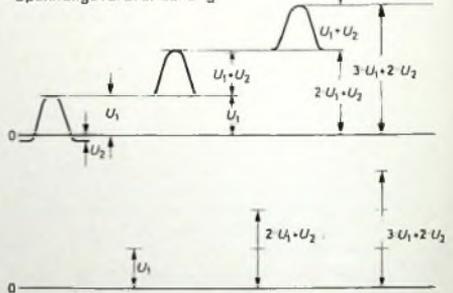


Bild 9. Verlauf der Spannungsverdreifachung

Diese Verdreifachung der Eingangsspannung wurde gewählt, weil die Kondensatoren in einer sehr zuverlässigen 10-kV-Folientechnik herstellbar sind und weil die Selengleichrichter und der Zeilentransformator bei dieser Spannung noch relativ problemlos arbeiten. Durch Weiterentwicklung ist man heute auch in der Lage, mit Verdopplerschaltungen zu arbeiten, jedoch wird der bewährten Verdreifachung der Vorzug gegeben.

### 2.2. Kaskadenschaltung

Die Funktionsweise der Kaskade sei an Hand der Bilder 10a, 10b und 10c erläutert. Wird zunächst im Zeitabschnitt a die Speisespannung des Kondensators C1 auf 8 kV aufgeladen, so fließt im Abschnitt b, spätestens jedoch im Abschnitt c, ein Teil der Ladung über D2 auf den Kondensator C2. Dabei liegt dessen rechte Platte auf 8 kV und die linke auf -0,2 kV.

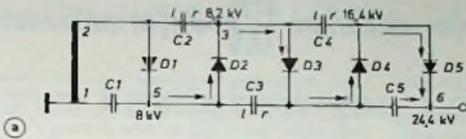
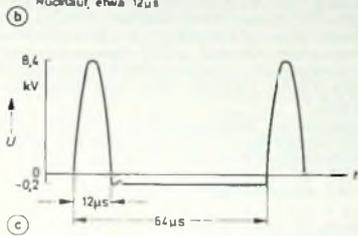
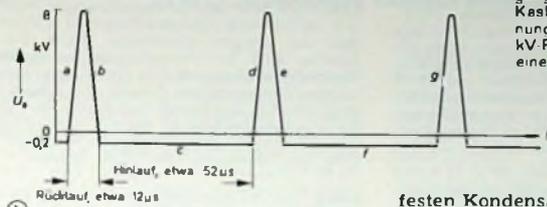


Bild 10 a) Kaskadenschaltung zur Erzeugung einer Hochspannung von 25 kV; b) zeitlicher Verlauf der Eingangsspannung für die Kaskade; c) Spannungsverlauf des 8,4-kV-Rückschlagimpulses eines Zellenablenktransformators



Am Ende von Abschnitt c hat der Punkt 2 wieder das Potential 0 V und der Punkt 3 das Potential 8,2 kV. Im Abschnitt d erhöht sich das Potential an der linken Platte von C 2 auf 8 kV und an der rechten auf 1,2 kV. Über D 3 liegt die rechte Platte von C 3 ebenfalls auf 16,2 kV, während der Punkt 5 durch D 1 auf 8 kV gehalten wird. C 3 wird also auf 8,2 kV aufgeladen. Im Abschnitt e, spätestens f, entlädt sich C 3 über D 4 auf die rechte Platte von C 4 beziehungsweise über die zu diesem Zeitpunkt durch C 1 leitend gemachte Strecke D 2 auf die linke Platte von C 4. C 4 wird ebenfalls auf 8,2 kV aufgeladen. Im Abschnitt g schließlich hat die linke Platte von C 2 das Potential 8 kV und die rechte das Potential 16,2 kV. Ferner hat die rechte Platte von C 4 das Potential 24,4 kV und die rechte Platte von C 5 (über D 5) ebenfalls 24,4 kV.

Wegen der Asymmetrie der Anstiegszeit benötigt man also fünf Gleichrichter, um die Spannung zu verdreifachen. Das Bild zeigt auch den Stromverlauf bei Stromentnahme aus der Kaskade, wobei eine starke Entladung vorausgesetzt wird. Im Normalbetrieb erfolgt der Ladungs-austausch über die in Reihe geschalteten Kondensatoren C 1, C 3, C 5. Die Kondensatoren C 2 und C 4 treten nur bei Aufladung in Funktion. Die Aufladung der Schiebekondensatoren C 1, C 3, C 5 erfolgt jeweils in den Impulsspitzen. Die Aufladzeit ist kurz, der Ladestrom über die Diodenstrecke D 1, D 3, D 5 also hoch. Die Umladung von den Schiebekondensatoren C 1 und C 3 auf die Kondensatoren C 2 und C 4 vollzieht sich während der langen Zeit des Hinlaufs, weshalb der Ladestrom über die Diodenstrecken D 2 und D 4 wesentlich kleiner ist. Daher ist es möglich, für D 2 und D 4 Gleichrichterplatten mit kleinerem Querschnitt zu verwenden.

Die ITT-Kaskade besteht aus fünf Selen-Hochspannungsgleichrichterstäben TV 9 und fünf hochspannungs-

festen Kondensatoren. Als Kondensatoren dienen bedampfte Folienkondensatoren oder Keramik-kondensatoren. Folienkondensatoren werden aber bevorzugt, da ihre Kapazität weitgehend unabhängig von der Temperatur und der Betriebsspannung ist. Hinzu kommt, daß der Kondensator bei geeignetem Aufbau selbstheilende Eigenschaften hat und darüber hinaus in einem Temperaturbereich von

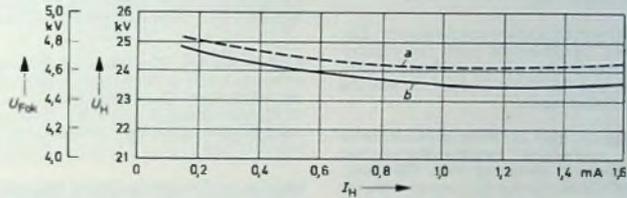


Bild 11. Verlauf der Hoch- und Fokussierspannung in Abhängigkeit vom Strahlstrom

-20 °C bis +80 °C stabil arbeitet. Um den Innenwiderstand der Hochspannungsquelle so günstig wie möglich zu gestalten, ist es wichtig, die den Transformator belastenden Windungen und Schaltkapazitäten so klein wie möglich zu halten. Hierzu gehören auch die Kapazitäten der Gleichrichter, die Schaltkapazitäten innerhalb der Kaskade sowie die Gesamtkapazität der vollständigen Baugruppe gegen Masse.

Mit dem hier gewählten Aufbau wurde eine vorteilhafte Lösung gefunden. Die Bauteile werden in einer Lötvorrichtung montiert und dann in einer Polypropylen-Halbschale mit Gießharz auf Polyesterbasis vergossen. Durch diesen kompakten Aufbau wird erreicht, daß die Kaskade mechanisch stabil ist und die inneren Temperaturschwankungen minimal sind. Das Temperaturgefälle von Gleichrichteroberfläche zur Gießharzoberfläche ist dabei kleiner als 5 °C. Die im ITT-Datenblatt Selen-Kaskade TM25-6 W aufgeführten Betriebs- und Grenzdaten geben ein Bild über die Leistungsstärke der Kaskade.

### 3. Qualitätskontrolle

Kaskaden und TV-Stäbe unterliegen strengen Qualitätskontrollen. Neben der laufenden Fertigungskontrolle werden Lebensdaueruntersuchungen und sporadisch auch Laboruntersuchungen an Kaskaden vorgenommen. Die Lebensdaueruntersuchungen werden mit Grenzdaten bei einer Prüfzeit von 200 Stunden durchgeführt. Bei Lebensdaueruntersuchungen mit

Nenn-daten beträgt die Prüfzeit sogar 5000 Stunden. Darüber hinaus werden im Labor die Bedingungen in Fernsehgeräten überprüft. Hierfür stehen Fernsehgeräte, die jeweils dem neuesten Stand entsprechen, von verschiedenen Herstellern zur Verfügung. Unter anderem werden Bildbreitenänderungen und der Verlauf von Hochspannung und Fokussierspannung in Abhängigkeit vom Strahlstrom überprüft (Bild 11).

## Landeswettbewerb „Jugend forscht“ 1973, Berlin

Zum achten Male findet in diesem Jahr in der Bundesrepublik und West-Berlin der Wettbewerb „Jugend forscht“ statt. Er umfaßt die Fachgebiete Biologie, Chemie, Geo- und Raumwissenschaften, Mathematik/Informatik, Physik, Technologie/Elektronik. In diesem Jahr hatten sich zur Teilnahme am Landeswettbewerb Berlin, den AEG-Telefunken seit 1966 alljährlich als Paten-firma betreut, 38 Schüler und Schülerinnen mit 32 Arbeiten gemeldet. Aus ihnen ermittelte die Jury drei Preisträger, von denen die mit einem ersten Preis ausgezeichneten an der Endausscheidung im Bundeswettbewerb teilnehmen, der in Paderborn stattfindet. In einer Feierstunde am 3. Februar 1973 im AEG-Telefunken-Hochhaus in Berlin wurden die Preisträger der Öffentlichkeit vorgestellt. Professor Dr. N i e n s w i e s in seiner Eröffnungs-

ansprache unter anderem darauf hin, daß es eine Aufgabe der Wirtschaft sei, zur Förderung der Naturwissenschaft und Technik beizutragen. Dr.-Ing. habil. Heumann unterstrich in seinem Vortrag „Forschen für die Welt der Zukunft“ (s. S. 151-152) die wachsende Bedeutung der wissenschaftlichen Forschung für das menschliche Zusammenleben. Von den ersten Siegern seien hier folgende mit ihren Arbeiten genannt: A. M a t z k e, Die Amplitudenmodulation des Lasers zur Nachrichtenübertragung durch einen Laserstrahl (Physik); J. B ö c k e r, Simulation eines Assemblers für eine einfache Programmiersprache (Mathematik/Informatik); M. G w i a z d o w s k i, Konstruktion und Bau eines genauen elektronischen Thermostats zur Untersuchung von Halbleitern (Technologie/Elektronik).

**Bang & Olufsen.** Der Generalimporteur des dänischen Herstellers, die *Transonic Elektrohandels-gesellschaft*, Hamburg, gibt als Informationsblatt für die Geschäftsfreunde den „B & O Kontakt“ heraus. Das Heft 1 – 1973 der Publikation bringt neben vielen betriebswirtschaftlichen Tipps einen Hinweis auf den seit Januar 1973 zur Verfügung stehenden B & O-Wagen, es handelt sich um einen als „Hi-Fi-Studio“ ausgestatteten Lastwagen, der vor Handelsgeschäften oder auf deren Parkplätzen Geräte des Fabrikats vorführen kann (nach Terminabsprache mit dem zuständigen Verkaufsberater). Als neue Geräte stellt die Publikation den Ambiphonie-Receiver „Beomaster 4000“ (U, 200 W, gebundener Preis 1695 DM) und das Hi-Fi-Stereo-Laufwerk „Beogram 4000“ (33 $\frac{1}{3}$  und 45 U/min, gebundener Preis 1690 DM) vor.

**Becker Autoradiowerk.** Mit 16 Seiten Umfang liegt das Produktionsprogramm-Prospektheft vor. Offertiert werden für Kraftwagen als Stereo-Typen 2 Radios, 1 Radio-Cassetten-Kombination und 2 Cassettengeräte, als Mono-Typen 6 Radios und 1 Cassettengerät, je 1 Radio für Verwendung im Lkw und im Bus, Exportgeräte und Zubehör. Das Prospektheft weist auch auf das Autotelefon „2015“, das UKW-Funk-sprechsystem „AF 421“ (mit 5fach-Tonfolger und Fahrzeuggültung) und das Flugfunksystem „Comm-Nav 600“ hin.

**Blaupunkt.** Heft 18/73 der Hauszeitschrift „Der blaue Punkt“ veröffentlicht nach der Vorstellung wichtiger Stufen der neuen Farbfernsehempfänger des Fabrikats im Heft 17 nun die restlichen Schaltungen.

**Eltehaq.** Die vor über 25 Jahren in Neumünster ansässig gewordene Großhandlung (mit Verkaufslagern in Hamburg, Kiel, Flensburg, Itzehoe und Uelzen) bringt seit Jahrzehnten mit nun gut 40 Partnern einen „Elektro-Material-Katalog“ für die wiederverkaufende Abnehmer-schaft heraus. Er wird alle zwei Jahre wegen der Veränderungen im Angebot neu aufgelegt. Die nunmehr vorliegende Ausgabe 1973/74 verzeichnet auf 267 Seiten das lieferbare Elektrogerätesortiment. Es wird nach dem Inhaltsverzeichnis in rund 560 Warenarten (mit 6stelligen Liefernummern) angeboten. – Ein Mitbewerber der Firma im norddeutschen Raum charakterisierte den Katalog unter anderem so: „...ich halte ihn für den besten überhaupt, der im Elektro-Großhandel existiert...“

**Grundig.** Neu im Sortiment ist das Mono-Spulen-Tonbandgerät „TK 148 Automatik“ 9,5 cm/s, 15-cm-Spulen, abschaltbare Aussteuerungsautomatik, Netzbetrieb, nußbaumfar-

benes Gehäuse mit mattschwarzer Deckplatte).

Für die Zusammenstellung von Hi-Fi-Stereo-Anlagen werden die folgenden neuen Komponenten angeboten: die Plattenwechsler-Schalltüle „PS 61 HiFi“ (mit Dual-Automatikspieler „1216“, nußbaumfarben oder Weiß) und die Hi-Fi-Box „506“ (ein Mittelton-Tiefton-System sowie ein Kalotten-Hochtönsystem, Übertragungsbe-reich 35 – 26 000 Hz, 35 W Nenn- und 50 W Musikbelastbarkeit, mit stoffbespannter Schallwand oder – als Typ „H“ – mit geschlitztem Frontgrill, empfohlene Preise nußbaumfarben 328 DM, in Weiß 348 DM).

**Hirschmann.** Heft 1/73 (Nr. 69) der Hauszeitschrift „Die Brücke zum Kunden“ informiert unter anderem über folgende Themen: „Welche Antennenverstärker sind zulässig?“, „Storfe-stigkeit von Empfangs-Antennenanlagen“, „Störschutzsicherheit von Antennenan-lagen“, „Neue Verstärker und Umsetzer zum TOP-Programm“, „Verschärfte VDE Bestim-mungen für die Biegefestigkeit von Antennen-standrohren“, „Antennenweichen“, „Neu-ordnung für Gemeinschafts-Antennenanlagen“, „Grundsätze für die Kostenermittlung bei Gemeinschafts-Antennenanlagen“.

Mit 14 Seiten Umfang kam eine „Ergänzung zum Katalog DS 1 1971/72“ heraus; sie enthält neue Autoantennen und neue Einbauvorschl

**Kuchenmeister.** Die Hennefer Großhandlung eröffnete einen neuen Betrieb in Siegburg, weil die bisherigen Betriebsräume für das Ge-schäftsvolumen zu eng wurden. Die alten Hennefer Räume werden als Abholbetrieb weiterbenutzt.

**Mirotronic.** Texas Instruments autorisierte die Firma zum Vertrieb des PTC Widerstandspro-gramms in Deutschland.

**Müller.** Der Wuppertaler Vertrieb elektroni-scher Bauteile und Meßgeräte hat in seiner Stadt eine neue Anschrift: Vereinstraße 17, Postfach (wie bisher) 13 09 56, Telefon (0 21 21) 42 60 16, Telex (wie bisher) 8 591 543 muel d. Dort stehen rund 500 m<sup>2</sup> Betriebsräume zur Verfügung.

Verkaufsabteilungsleiter wurde Klaus Loh-mann (früher Valvo).

Das Vertriebsprogramm umfaßt Bauelemente folgender Firmen: *Brumm, General Instruments Deutschland, Loetscher Elektronik, Metox, Me-trix, Micro Electronic, National Semiconduc-tor, Felten & Guillaume Kabelwerke, Texas In-struments Deutschland, Transistor Gesell-schaft, Siemens, Raytheon Salt, Saarländische Kondensatorfabrik, Sansha Elektrik, Dr. Schaffner, Ohm Electronics, Valvo und UECL.*

**Philips.** Neu im Farbfernsehempfänger-Sorti-ment ist „Goya Luxus“ (D 26 K 261), ein Tisch-oder Schrankwandgerät mit dem ausschließlich halbleiterbestückten Chassis „K 9“, 66-cm-Bildrohre, Memomatic-Programmspeicher mit sechs Programmtasten in nußbaumfarbenem oder weißem Gehäuse.

Mit 2 x 15 W Sinus-Ausgangsleistung ist der neue Hi-Fi-Stereo-Verstärker „RH 520 Stereo 4“ der „kleine Bruder“ des bereits bekannten „RH 521“. Wie dieser, hat „RH 520“ das gleiche charakteristische, nur um 5 cm kürzere Ge-häuse, zwei die Ausgangsleistungen beider Kanäle getrennt anzeigende, beleuchtete In-strumente hinter bullaugenförmigen Ausschnit-ten der Frontplatte sowie Flachbahnregler für Basse, Höhen und Balance. Wie die Bezeich-nung „Stereo 4“ erkennen läßt, ist der „RH 520“ ebenfalls für quasi-quadrophonische Wiede-r-gabe eingerichtet.

In der 12seitigen Spezialinformation für den Fachhandel „Die Elektronischen“ stellt die Fir-ma das technische Konzept ihrer neuen Ton-bandgeräte vor. Seine Devise ist: „Elektronik statt Mechanik“.

Neu im Meßgeräte-Sortiment ist der Zwei-strahl-Oszillograf PM 3233“ mit einer Split-Beam-Röhre. Mit diesem echten Zweistrahl-Os-zillogramm lassen sich schnelle einmalige Vor-gänge auf zwei Kanälen kontinuierlich dar-stellen. Die Beschleunigungsspannung ist 10 kV und der kleinste Ablenkungskoeffizient 2 mV/cm über die gesamte Bandbreite. Durch Um-schalten sind X-Y-Darstellungen mit voller Empfindlichkeit möglich. Das Gerät eignet sich für den transportablen Einsatz. Die Versor-gung mit 24 V Gleichspannung ist möglich. Für die Impulsmeßtechnik ist dieser Zweistrahler mit zwei eingebauten Verzögerungsleitungen unter der Typnummer „PM 3233“ lieferbar.

**Sharp.** Neu im Reiseempfänger-Sortiment sind „FV-303“ (UKM) Batteriebetrieb, Buchse zum Anschließen an ein Netzteil vorhanden, kombiniert mit Lampe, Kompaß und Taschenlampe und deswegen als „Camping-Radio“ propagiert) und „FV-16“ (U3KML) Netz- und Batteriebetrie-b).

Neu bei den Autoradios sind „AR-946“ (UM, Ausgangsleistung 7 W) und „AR 943“ (UKML, Ausgangsleistung 7 W). Für Radio, Lautspre-cher, Einbaumaterial und Einrörsatz wird je- weils ein Komplettpreis angegeben.

**Shure.** Das Verbindungsbüro Europas des Unter-nemens ist in Bad Soden umgezogen. Neue Anschrift: Königsteiner Straße 6, Telefon (0 61 96) 2 40 15/16.

Es wurde ein Phono-Prüfprogramm einge-führt, in dessen Verlauf 7 Daten eines Hi-Fi-Plattenabspeigergeräts oder auch das Abtast-system allein über Mikroskop, Testplatte und Bildschirm geprüft werden können. Dieses Prüfprogramm wird – als Verkaufsförderungs-mittel – für den Kunden kostenlos und unver-bindlich vor dessen Augen abgewickelt. Daran interessierte Händler wenden sich an die deutsche Generalvertretung des Unterneh-mens, die *Sonetic Tonechnik GmbH* 6236 Eschborn, Frankfurter Allee 19-21.

**Sony.** In 7015 Kornal, Zuffenhauser Straße 13, eröffnete die Firma ihren Service Stuttgart.

**Steintron Elektronik.** Die Hamburger Firma hat die Garantiezeit für ihre Hi-Fi-Stereo-Receiver auf 3 Jahre erhöht.

**Teletunken.** Neu bei den Radio-Recordern ist „magnetophon party-sound R automatic“ (UM, Zweispurgerät für Mono Aufnahme und -Wieder-gabe, Ausgangsleistung bei Netzbetrieb 2,0 und bei Batteriebetrieb 1,5 W Sinus, in-teгриertes Mikrofon, Holzdekor-Gehäuse).

Neu im Tonbandgerätesortiment sind zwei für Anlagen geeignete Geräte: „magnetophon stereosound“ (Vierspur-Cassetten-Recorder für Mono und Stereo Aufnahme und -Wieder-gabe, Netzbetrieb, 2 x 15 W Musikleistung) und „magnetophon 443 hifi“ (Stereo-Spulen-gerät, 4,75, 9,5 und 19 cm/s, bei 19 cm/s nach DIN 45 500 2 x 10 W Ausgangsleistung, Netzbetrieb, Edelholzgehäuse, ohne einge-baute Lautsprecher).

## PRODUKTIONSZAHLEN

Geräte-art	Monat	Stück	Prod.-Wert 1000 DM
<b>Farbgeräte</b>			
	Dez. 1971	93 474*	140 308*
	Dez. 1972	156 614	215 176
<b>Schwarz-Weiß-Geräte</b>			
	Dez. 1971	138 096*	55 458*
	Dez. 1972	148 545	55 467
<b>Radio</b>			
	Dez. 1971	302 872*	47 719*
	Dez. 1972	348 004	52 717
<b>Hi-Fi</b>			
	Dez. 1971	115 446*	35 191*
	Dez. 1972	123 884	35 746
<b>Autotelefon</b>			
	Dez. 1971	24 667	12 276
	Dez. 1972	29 057	12 509

**amtliche Zahlen („Produktions-Eilbericht“ des Statistischen Bundesamtes) mit Zahlen vom Berichtsvorjahr zum Vergleich; \*frühere amtliche Angaben amtlich korrigiert**

## TEILNEHMERZAHLEN

Gebührenpflichtige Hörfunk- und Fernseh-teilnehmer; Stand per 1. Februar 1973 (in Klammern: Änderung gegenüber Vormonat)		
	19 221 690	(+ 22 370)
	17 153 775	(+ 53 642)

Per 1. Januar waren 1 090 251 Hörfunk- und 963 759 Fernsehteilnehmergebührenfrei

## Festigkeit von Lötverbindungen beim Löten mit siebdruckfähigen Zinn-Blei-Pasten

### Allgemeines

Das Löten [1] – ein weitverbreitetes und bekanntes Verfahren zum Verbinden metallischer Werkstücke – wurde durch die Entwicklung der Lotpasten in hohem Maße rationalisiert. Dabei wird das Lotmetall in Pulverform in einem Trägermedium dispergiert. Dieser Träger enthält das für die Lötung erforderliche Flußmittel, um am Schmelzpunkt der Lotmetalle die Oberflächenoxide zu entfernen. Durch Zusätze geeigneter Lösungsmittel wird eine pastöse oder flüssige Form erreicht, damit Lotmetall und Träger in einem Arbeitsgang durch Spritzen oder Verstreichen auf die zu lötende Fläche gebracht werden können. Die Zusammensetzung des Trägers soll so beschaffen sein, daß nach dem Erhitzen der Paste auf die zum Schmelzen des Lotes erforderliche Temperatur möglichst wenig Rückstände an der Lötstelle bleiben. Diese sollen nichtkorrodierend auf die Lötstelle und deren Umgebung wirken und elektrisch nichtleitend sein. Mit Lösungsmitteln müssen sie außerdem leicht entfernt werden können.

Einen weiteren, wesentlichen Fortschritt brachte die Entwicklung siebdruckfähiger Pasten, wobei dem Trägermedium ein Thixotropiemittel zur Verbesserung der Fließeigenschaften beigelegt wird, so daß die Lotpasten einfach und wirtschaftlich im Siebdruckverfahren zugeführt werden können. Das ermöglicht die rationelle Herstellung von Hybridschaltungen, wie sie beispielsweise in der Luft- und Raumfahrttechnik und bei der Computerherstellung verwendet werden. Hier werden komplette Leitbahnen und Widerstandszüge mit speziellen Pasten gedruckt und die einzelnen Bauelemente mit Lotpasten kontaktiert.

Experimente mit diesen Lotpasten ergaben, daß die Festigkeit der Lötverbindungen je nach der Art des verwendeten Lotpulvers beträchtlich schwankt. Es wurden deshalb Versuche durchgeführt, um über die die Festigkeit beeinflussenden Größen Aufschluß zu erhalten.

### Messung der Festigkeit

Um eine möglichst hohe mechanische Festigkeit der Lötverbindungen zu erhalten, müssen die im Träger dispergierten Metallpartikel hinreichend gut zusammenschmelzen. Vorversuche zeigten, daß dabei die Größe der Metallpartikel eine nicht unwesentliche Rolle spielt. Um diesen Einfluß genauer zu ermitteln, wurde die Scherfestigkeit von Lötverbindungen zwi-

schen Nickelplättchen mit den Abmessungen 40 mm × 10 mm × 0,5 mm und Silberdrähten von 0,3 mm Durchmesser gemessen. Da in der elektronischen Industrie im allgemeinen auf metallisierte Oxidkeramik gelötet wird [2, 3, 4], schien es zunächst sinnvoll, die Festigkeit der Lote zwischen metallisierter Oxidkeramik und darauf aufgelöteten Drähten zu messen. Dabei zeigte sich jedoch, daß die Festigkeit zwischen aufgelötetem Draht und Metallisierungsschicht be-

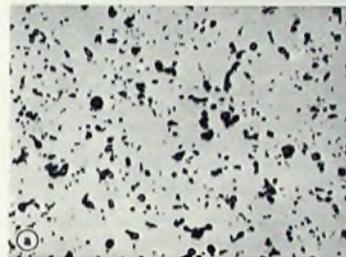


Bild 1. Mikroaufnahmen der Lotpulver; a) FSS-Wert 1,18 µm, b) FSS-Wert 12,6 µm, c) FSS-Wert 14 µm

schungsschicht und Oxidkeramik ( $Al_2O_3$ ) so hoch ist, daß der Bruch zuerst in der Oxidkeramik erfolgte. Man erhielt also in diesem Fall keine Aussage über die Festigkeit des Lotes. Für die Versuche wurden deshalb Nickelplättchen verwendet.

Zum Löten wurden Pasten verwendet, die denselben Träger, aber verschiedene gekörnte Lotpulver der eutektischen Zusammensetzung SnPb40 ent-

hielten. Bild 1 zeigt Mikroaufnahmen der verschiedenen Lotpulver, deren mittlere Korngrößen mit einem Fisher Subsieve Sizer (FSS) ermittelt wurden. Die Silberdrähte wurden auf 1 mm breite Lotstreifen gelötet, die durch ein Sieb der lichten Maschenweite 50 µm auf die Nickelplättchen gedruckt worden waren, wobei sich Lotschichtdicken von etwa 20 µm ergaben. Zum Löten wurden die Nickelplättchen in 10 s auf 230 °C erwärmt und 2...3 s auf dieser Temperatur gehalten. Die Scherfestigkeit der Lötverbindungen zwischen Nickelplättchen und den Silberdrähten wurde mit Hilfe einer elektronischen Zerreißmaschine im Zugversuch gemessen (Bild 2). Da die gelötete Fläche beim längsseitigen Auflöten von Runddraht auf eine ebene

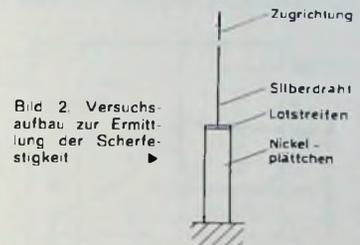


Bild 2. Versuchsaufbau zur Ermittlung der Scherfestigkeit

Fläche sehr schwer zu bestimmen ist, wurde die Scherfestigkeit nicht in  $kp/mm^2$  angegeben, sondern als Absolutwert in p.

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, daß die Scherfestigkeit der Lötverbindungen mit zunehmender Korngröße des Lotpulvers ab- und die Streubreite der Meßwerte zunimmt (Bild 3). Je feiner aber das Lotpulver ist, desto besser schmelzen die einzelnen Metallpartikel zusammen, während es bei groben Pulvern vorkommen kann, daß einzelne größere Teilchen nicht aufschmelzen. Das kann zur Abnahme der mechanischen Festigkeit der Lötver-

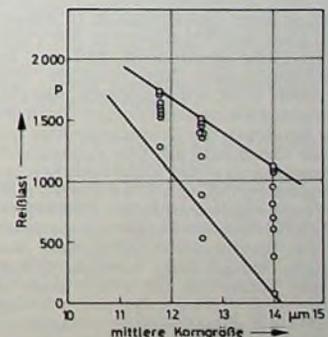


Bild 3. Festigkeit der Lötverbindung in Abhängigkeit von der Korngröße des Lotpulvers

Dipl.-Chem. Dr. rer. nat. Dieter Feinauer und Dipl.-Ing. Helmut Heinzl sind wissenschaftliche Mitarbeiter der Dr. E. Dürrwächter Duco KG Pforzheim.

bindungen führen. Wie aus Bild 1 hervorgeht, nimmt mit steigendem FSS-Wert der Anteil von sehr grobkörnigen Metallpartikeln sehr stark zu, was den Verlauf der Festigkeitswerte im Bild 3 erklärt. Hohe mechanische Festigkeiten erreicht man also mit möglichst feinen Pulvern, da diese wegen ihrer großen Oberfläche sehr reaktionsfähig sind. Allerdings muß dabei das Flußmittel der Paste so wirksam sein, daß die durch eine große Oberfläche begünstigte Oxidbildung verhindert wird.

Neben der hier besprochenen Zinn-Blei-Paste mit 40 Gew.-% Blei steht heute eine Vielzahl von Lotlegierungen in Pastenform zur Verfügung. Je nach Verwendungszweck setzt man hauptsächlich Pasten aus binären und ternären Legierungen der Metalle Zinn, Blei, Silber, Gold und Antimon ein. In geringem Maße werden für spezielle Anwendungen auch noch andere Metalle zulegiert. Am gebräuchlichsten sind binäre Zinn-Blei- und ternäre Zinn-Blei-Silber-Pasten.

Die Scherfestigkeit von Lötverbindungen aus Zinn-Blei-Pasten wurde in einer weiteren Versuchsreihe in Abhängigkeit von der Legierungszusammensetzung ermittelt. Aus Bild 4

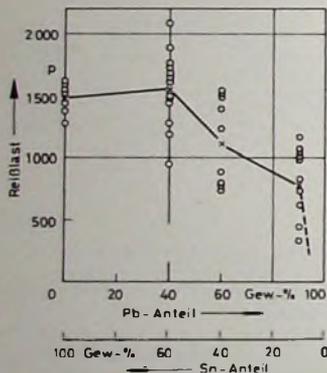


Bild 4 Festigkeit der Lötverbindung in Abhängigkeit von der Lotzusammensetzung

geht hervor, daß das eutektische Lot mit 1550 p die höchste Festigkeit hat. Zur Zinnseite hin fällt die Festigkeit nur geringfügig auf 1500 p, zur Bleiseite hin allerdings sehr stark ab. Enthält das in der Paste dispergierte Lot mehr als 90 Gew.-% Blei, so ist eine Lötung nicht mehr möglich. In diesem Fall kann das Flußmittel in der Paste nicht mehr verhindern, daß das im Verhältnis zum Zinn unedlere Blei oxidiert wird. Infolgedessen überziehen sich die einzelnen Lotpartikel kurz vor Erreichen des Schmelzpunktes mit einer Oxidhaut, die das Zusammenschmelzen zu einer lötfähigen Schicht verhindert. Das von Kaufmann [5] mit einem herkömmlichen Lötverfahren bei 90 Gew.-% Blei gefundene zweite Festigkeitsmaximum kommt aus diesem Grunde nicht zustande. Dieses zweite Maximum ist jedoch auch in dem von Nightingale und Hudson [6] aufgestellten Diagramm nicht vorhanden, so daß dessen Existenz bezweifelt werden muß. Die Oxidbildung ist in geringerem Maße

auch schon bei der Lotlegierung mit 60 Gew.-% Blei zu beobachten, wodurch sich der starke Abfall der Festigkeit auf der Bleiseite erklären läßt. Im übrigen ist der Verlauf der Kurve mit den von Kaufmann beziehungsweise Nightingale und Hudson aufgestellten Kurven für herkömmliche Lote vergleichbar.

Die eutektische Zusammensetzung wird wie beim kompakten Zinn-Blei-Lot wegen ihrer hohen Festigkeit und des niedrigen Schmelzpunktes auch in Form von Lotpasten am meisten verwendet. Durch Vergleichsmessungen zwischen der eutektischen Zinn-Blei-Lotpaste und einer Lotpaste, die neben Zinn und 36 Gew.-% Blei noch 4% Silber enthält, ergab sich, daß die Festigkeit der Lotverbindungen durch Zugabe von Silber noch um etwa 10%

gesteigert werden kann, ohne daß sich der Schmelzpunkt wesentlich verschiebt.

#### Schrifttum

- [1] ● Römpf, H.: Chemie-Lexikon, 7. Aufl. Hamburg 1968, Handwerk und Technik
- [2] ● Kollmar, M.: Die Verwendung von Edelmetallpräparaten zum Metallisieren nichtleitender Stoffe. Jahrbuch der Oberflächentechnik Bd. 16 (1960) S. 266-274
- [3] Bogenschütz, A. E., u. Krahl, P. H.: Metallhaltige Siebdruckpasten für elektronische Schaltungen. Metall Bd. 22 (1968) S. 595-599
- [4] Kirby, P. L.: Stand und Richtung der Entwicklung der Dickschicht-Hybridschaltungen. Elektronik Bd. 18 (1969) S. 346
- [5] Kaufmann, A. B.: Soldering in the Missile Age. Missiles and Rockets (1958) S. 201-206
- [6] ● Lewis, W. R.: Weichlot-Handbuch Düsseldorf, Zinn-Informationsbüro

## Verdrahtungs-Halbautomat „Sipomat 33“

In der Elektrotechnik dominiert seit vielen Jahren die Lötverdrahtung. In letzter Zeit haben jedoch Klammerverbindungen und Drahtwickeltechniken sehr an Bedeutung gewonnen. Besonders bei elektronischen Geräten schätzt man heute diese kontakt-sicheren und auf kleiner Fläche in großer Anzahl möglichen lötfreien Verbindungen. Mit dem „Sipomat 33“ (s. Titelbild) hat Siemens jetzt einen Verdrahtungs-Halbautomaten in das Vertriebsprogramm aufgenommen, mit dem numerisch gesteuert bis zu 750 mm x 660 mm große Verdrahtungsfelder bei einem minimalen Stiftraster von 2,5 mm geschaltet werden können. Die neue Verdrahtungseinrichtung schafft stündlich bis zu 150 Wire-Wrap- und 240 Termi-Point-Verbindungen.

Der Maschinenstand des „Sipomat 33“ trägt den Aufnahmerahmen für die Verdrahtungsfelder, die dreiaxiale Führung für das Verdrahtungswerkzeug sowie einen Steuer- und einen Leseeinschub. Frontseitig ist ein Vorratsbehälter mit 98 Köchern angebracht, die für Wire-Wrap-Verbindungen vorbereitete Drähte unterschiedlicher Längen enthalten. Für überlange Drähte und für Termi-Point-Verbindungen ist eine Drahtrolle vorhanden. Im Sichtbereich der Bedienungsperson befindet sich außerdem eine Anzeigetafel mit Leuchtsymbolen, die die jeweils erforderlichen Bewegungsrichtungen des Werkzeugs, Anfangs-, Umlenk- und Endpunkte sowie Drahtabgangsrichtungen und Leitungsarten signalisiert. Die Steuerung der ganzen Anlage ist als 19“-Einschub ausgeführt. Der Lochstreifen mit dem eigentlichen Verdrahtungsprogramm kann bis zu 250 m lang sein und wird photoelektrisch mit maximal 500 Zeichen je Sekunde gelesen. Die Codierung ist achtspurig und nach ISO (DIN 66 024) oder EIA RS 244 A umrüstbar.

Die Bedienungsperson führt das Verdrahtungswerkzeug in die von der Steuerung über die Leuchtsymbole der Anzeigetafel vorgegebene Position, in der die Werkzeugführung automatisch einrastet. In dieser Stellung wird das elektrisch oder pneumatisch angetrie-

bene Werkzeug auf den angefahrenen Kontaktstift geschoben und ausgelöst. Der benötigte Draht ist in demjenigen Köcher des Vorratsbehälters enthalten, an dem die Steuerung eine Lampe aufleuchten läßt. Die Anzeigetafel signalisiert die Richtung zur nächsten anzufahrenden Position, wenn das Werkzeug nach ausgeführter Wire-Wrap- oder Termi-Point-Verbindung zurückgezogen und gleichzeitig die Werkzeugführung entriegelt ist. Wenn eine Verbindung wiederholt werden soll, kann man die zugehörigen Informationen auf der Anzeigetafel durch Tastendruck nochmals abrufen. Der „Sipomat 33“ läßt sich für Verdrahtungsrahmen aller Art verwenden, deren Abmessungen die des Verdrahtungsfeldes nicht überschreiten und die nicht schwerer als 60 kg sind.

#### Verdrahtungs-Prüfautomat „VD 30“

Der mit einem Kleinrechner „101“ gesteuerte Verdrahtungs-Prüfautomat „VD 30“ von Siemens prüft geätzte Schaltungen und umfangreiche Verdrahtungen auf Durchgang, Isolation, Strombelastbarkeit und Spannungsfestigkeit. Der Automat steuert den Prüfablauf über Lochstreifen oder Magnetband, erzeugt die zum Prüfen erforderlichen Strom- und Spannungsimpulse, schaltet die Anschlußpunkte auf die internen Meßgeräte, bewertet die einzelnen Prüfschritte und erstellt über Blattschreiber oder Mosaikdruker ein Prüfprotokoll im Klartext. Die Programmierung erfolgt durch ein Generatorprogramm, manuell oder durch Selbstprogrammierung. Für den sicheren und bequemen Anschluß verschiedener Prüflinge an den Prüfautomaten stehen problemorientierte „Prüfadapter“ zur Verfügung. Alle Anschlußpunkte des Prüflings sind während der Meßdauer mit dem Prüfautomaten verbunden und werden nach dem Prüfprogramm über Relais mit Schutzgaskontakten mit der Meßschaltung verbunden. Etwa 3000 Einzelmessungen sind in der Minute möglich. Bindeglied zwischen Prüfling und Automat ist ein Matrixschrank für über 30 000 Anschlußpunkte.

# Laserabgleich von Widerständen in Dickschichttechnik

## 1. Allgemeines

Seit Einführung der Dickschichttechnik vor etwa zwölf Jahren [1, 2] war der Abgleich der Widerstände stets ein Engpaß in der Fertigung. Um ihn zu umgehen, konzipierten und bauten viele Hersteller ihre eigenen Abgleichvorrichtungen, die nach den verschiedensten Verfahren arbeiteten [3]. Seitdem man jedoch vor etwa zwei Jahren anfangs Laser für den Widerstandsabgleich einzusetzen, wird heute in zunehmendem Maße von kommerziell gefertigten Abgleichgeräten Gebrauch gemacht.

Der Laserabgleich hat gegenüber dem Sandstrahlabgleich (sand blasting), der wohl bis dahin gebräuchlichsten Abgleichmethode, deutliche Vorteile. So kann der Widerstandsabgleich in der

(etwa  $1 \mu\text{m}$ ) des YAG-Lasers verglichen mit der von etwa  $10 \mu\text{m}$  des  $\text{CO}_2$ -Lasers, die damit verbundene bessere Fokussierung des Strahlenbündels und der daher kleinere Schnittdurchmesser (was sich wiederum günstig auf das Widerstandsmaterial und das Substrat auswirkt) gaben den Ausschlag für den YAG-Laser.

Von den drei gebräuchlichsten Betriebsarten (Dauerstrich-, Impuls- und Q-Schalterbetrieb) hat sich für den YAG-Laser der Q-Schalterbetrieb am besten bewährt, da er eine höhere Frequenz, schnellere Abschaltzeit, höhere Spitzenleistungen und niedrigere durchschnittliche Leistung ermöglicht (Bild 1); letztere bewirkt schnelleren Abgleich bei niedriger Erhitzung des Substrats. Der Q-Schalter leitet seinen Namen von dem Ausdruck

Im allgemeinen wird der L-Schnitt (Bild 3a) bevorzugt, wobei der erste Einschnitt den Grobabbgleich und der folgende (nach  $90^\circ$  Richtungswechsel) den Feinabbgleich ausführt. Gerade Einschnitte (Bild 3b) werden nur für die Widerstände angewendet, für die enge Toleranzen nicht erforderlich sind, da bei einem Schnitt über die Mitte des Widerstandes hinaus ein einzelner Laserimpuls den Widerstand um 0,5% verändern kann. Auch sollte der Abgleich nicht in unmittelbarer Nähe eines Anschlusses erfolgen, da die beiden unterschiedlichen Materialien

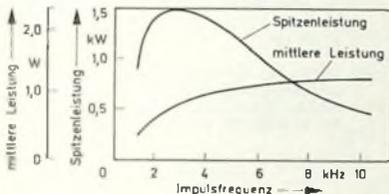


Bild 1. Leistungen eines Q geschalteten YAG-Laserstrahls in Abhängigkeit von der Impulsfrequenz

Schaltung unter Betriebsbedingungen vorgenommen werden (Abgleich der RC-Zeitkonstante, der Offsetspannung von Operationsverstärkern, der Frequenz von Oszillatoren, der Analogausgangsspannung bei D/A-Konvertern), der Abgleich ist sauberer als beim Sandstrahlabgleich, Abgleichgeschwindigkeit sowie Genauigkeit sind größer, und die Kosten sind bei großen Stückzahlen niedriger.

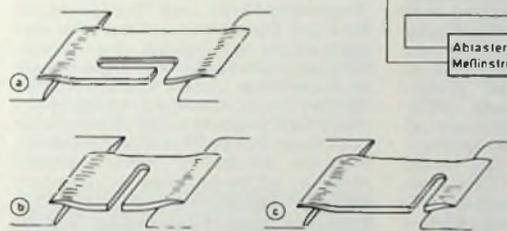
Es zeigte sich jedoch, daß der Einsatz von Lasern nicht alle Probleme, die sich beim Widerstandsabgleich ergeben, lösen konnte, sondern daß, im Gegenteil, neue Probleme infolge plötzlicher Temperaturänderungen auftraten, deren Auswirkungen auf das Material und damit auf die Parameter unterschätzt wurden oder nicht voraussehen waren und über die auch wenig Informationen zur Verfügung standen.

Diese Entwicklung veranlaßte Du Pont, Hersteller unter anderem von Pasten für die Dickschichttechnik, sich mit dem Problem des Laserabgleichs intensiv zu befassen, das heißt, die den Abgleich beeinflussenden Parameter festzustellen, ihre Auswirkungen auf das Material, das Substrat usw. zu untersuchen und entsprechende neue Pasten zu entwickeln, die speziell für den Laserabgleich geeignet sind.

## 2. Lasersystem

Da hauptsächlich zwei Systeme, der YAG-(Yttrium-Aluminium-Granat-) Laser und der  $\text{CO}_2$ -(Kohlendioxid-) Laser, zum Abgleich eingesetzt wurden, ergab sich als erstes die Frage nach dem am besten geeigneten Lasersystem. Die kleinere Wellenlänge

Bild 2. Laserabgleichsystem



für den Gütefaktor eines Schwingkreises ab. Der Q-Schalter oder Güteschalter setzt das Q oder die Güte des optischen Resonanzkreises herab, so daß er nicht schwingt, sondern Energie im Laser gespeichert wird. Wird der Schalter geschlossen, dann wird die Laserenergie in einer sehr viel kürzeren Zeit abgegeben. Impulsleistungen von 1500 W bei mittleren Leistungen von einigen Watt und Pulsfrequenzen von einigen Kilohertz lassen sich ohne Schwierigkeiten realisieren.

## 3. Abgleich von Widerständen

Bild 2 zeigt ein Laserabgleichsystem. Als „Pumpe“ ist hier eine Kryptonlampe eingesetzt. Da der Laserstrahl bei einer Trimmgeschwindigkeit von 2,5 bis 15 cm/s nicht bewegt werden kann, wird der Strahl durch die X- und Y-Spiegel gesteuert. Im Gegensatz zum Sandstrahlabgleich, bei dem ein Teil der Oberfläche des Widerstandes abgetragen wird, führt der Laser einen feinen Einschnitt in den Widerstand aus.

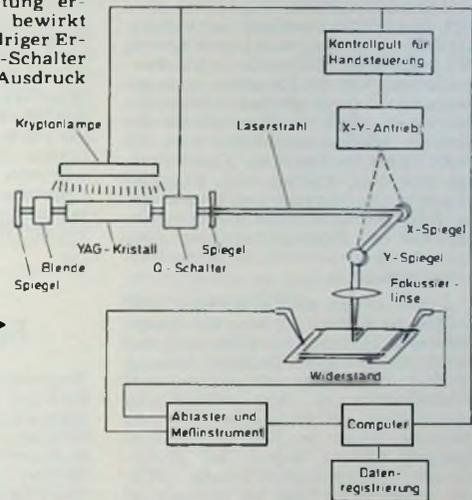


Bild 3. Schnittanordnungen für den Abgleich von Dickschichtwiderständen

aufeinander einwirken (Bild 3c), wodurch die Stabilität verschlechtert wird.

Da bei dem Laserabgleich mit Mikrosekunden gearbeitet wird, ist der Einsatz eines Minicomputers sinnvoll, der in den aufwendigeren kommerziell hergestellten Abgleichssystemen auch enthalten ist. Der Computer steuert den Laserstrahl sowie die Spiegel und kontrolliert das Ein- und Ausschalten des Lasers sowie die Messungen an den Widerständen.

### 3.1 Drift von abgeglichenen Widerständen

Ein Problem beim Abgleich von Widerständen ist die Drift, wenn Toleranzen von weniger als  $\pm 3\%$  erforderlich sind. Tests zeigen, daß die immer positive Drift meistens in den ersten fünf Minuten nach dem Laserabgleich erfolgt und fast keine mehr nach 24 Stunden zu beobachten ist. Wichtig für niedrige Drift sind optimale Leistungen und Frequenz sowie ein sauberer Schnitt. Darüber hinaus spielen die

Geometrie und der Widerstandwert eine Rolle. Widerstände mit hohen Werten, die eine dünne lange Form haben, zeigen im allgemeinen mehr Drift als viereckig geformte mit niedrigeren Widerstandswerten.

#### 4. Neue Dickschichtpasten

##### 4.1. Widerstandspasten „Birox 1400“

Die neuen Dickfilm-Widerstandspasten der Serie „1400“, die von Du Pont im Hinblick auf die beim Laserabgleich auftretenden Probleme entwickelt wurden, haben nach dem Abgleich ausgezeichnete Stabilitätswerte. Abgegliche Widerstände driften nur um maximal 0,5%. Dieser Wert gilt für den gesamten Bereich des spezifischen Flächenwiderstandes von 10 bis 100 kOhm je Quadrat. Abgegliche Widerstände widerstehen außerdem Leistungsbelastungen von 30 W/cm<sup>2</sup> und Spannungsbelastungen von etwa 1200 V/cm. Die Stabilität bei stufenweiser Aufheizung und bei Erhitzung des kompletten Elements ist gleichermaßen gut, und das Rauschen eines gebrannten und abgeglichenen Bauteiles liegt um 6... 8 dB niedriger als das der älteren Widerstandspasten von Du Pont. Diese verbesserten Eigenschaften sind das Ergebnis von Untersuchungen der Mikrostruktur gebrannter Dickfilme und neuer Mischverfahren bei der Pastenherstellung. Man spricht daher von einer „controlled microstructure“.

Die Mischungen der neuen Serie „1400“ zeigen nach dem Einbrennen ausgezeichnete Hafteigenschaften und sind beim Einbrennen äußerst unempfindlich. Sie lassen sich mischen und ermöglichen so die Herstellung spezifischer Widerstandswerte, die zwischen denen der fünf angebotenen fertigen Pasten liegen. Der Widerstands-Temperaturkoeffizient (TCR) der neuen Serie liegt bei weniger als  $\pm 100 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  in einem Temperaturbereich von -55 bis +125 °C. Obwohl diese Werte allgemein ohne Verkapselung zu erreichen sind, können die Widerstandselemente zum mechanischen Schutz mit dem neuen Kapselungsmaterial „9137“ überzogen werden.

##### 4.2. Kapselungsmaterial „9137“

Das für die leichte Bearbeitung mit YAG-Lasern entwickelte Produkt „9137“ zur Kapselung von Widerständen schützt Widerstände vor Umgebungseinflüssen, die beim Fertigungsprozeß und beim Betrieb der Schaltung auftreten können. Es bietet Schutz gegen rückwirkende organische Kapselmaterialien oder Vergußmassen und schützt das Bauelement beim eventuellen Sandstrahlabgleich benachbarter Komponenten.

Das Material erlaubt auch den Abgleich von Widerständen nach der Einkapselung ohne nennenswerte zusätzliche Laserleistung. Diese Methode wird manchmal angewendet, um besonders gute Stabilität der Widerstände zu erreichen; offensichtlich wiegen die Nachteile (geringe Zerstörung der Einkapselung) die damit erreichbaren Vorteile auf. Das Material wird auch für Widerstände der Serien „1000“, „1200“, „1100“ und „1300“ empfohlen, da es die Stabilität dieser Pasten beim

Laserabgleich und bei anderen Umweltbelastungen erheblich verbessert.

#### 4.3. Leitbahn- und Dielektrikum-Pasten

Das Angebot an Materialien für die Herstellung von Dickfilm-Hybrid-Mikroschaltkreisen wurde durch zwei weitere Palladium-Silber-Pasten für Leitbahnen und durch eine neue Dielektrikum-Paste mit niedriger Dielektrizitätskonstante erweitert. Die beiden preisgünstigen Leitbahnpasten „9051“ und „9071“ sollen den Herstellern von hybriden Mikroschaltungen Erleichterungen im Hinblick auf die steigenden Kosten von Palladium und anderen Metallen bringen. Die Pasten für die Leitbahnen zeichnen sich durch gute Hafteigenschaften aus, und zwar sowohl direkt nach dem Aufbringen als auch nach Alterung bei hohen Temperaturen; hinzu kommt eine ausgezeichnete Lötbarkeit selbst nach mehreren aufeinanderfolgenden Einbrennvorgängen. Darüber hinaus wird ein Produktionsablauf ermöglicht, der die Einhaltung sauberer und exakter Leitungsführung auch während des Druckvorganges sicherstellt. Die Paste „9051“ ist kompatibel mit den Pasten der „7800“-Serie, auch wenn Leitbahn und Widerstand zugleich eingebrannt werden. Die Paste „9071“ mit geringerem Palladiumanteil eignet sich für Anwendungen in Verbin-

dung sowohl mit den neuen Widerstandspasten der Serien „1000“, „1200“ und „1400“ als auch mit den preisgünstigeren Serien „1100“ und „1300“. Alle drei Pasten eignen sich zum Bonden mit 23,5 µm dicken Gold- und Aluminiumdrähten.

Zum Anbringen von Golddrähten eignet sich das Thermokompressionsverfahren, und Aluminiumdrähte werden durch Ultraschallbonden mit den gebrannten Pasten verbunden. Die Pasten sind voll kompatibel mit Glas/Keramik-Leitbahnkreuzungen und mit Kondensator-Dielektrika hoher Dielektrizitätskonstante.

Die neue Glas/Keramik-Dielektrikum-Paste „9101“ eignet sich für Mehrlagenssubstrate, für den Aufbau von Leitbahnkreuzungen und Kondensatoren hoher Güte sowie für hermetische Abdichtungen.

#### Schrifttum

- [1] Anisfeld, D. P. u. Hill D. S.: Dickschicht-technik FUNK-TECHNIK Bd 27 (1972) Nr. 1, S. 12-14, u. Nr. 2, S. 53, 56
- [2] Delfs, H.: Hybridschaltungen - Dickschicht-technik INTERNATIONALE ELEKTRO-NISCHE RUNDSCHAU Bd. 25 (1971) Nr. 7, S. 175-180
- [3] Delfs, H.: Hybridschaltungen - Abgleich-verfahren für Widerstände INTERNATIONALE ELEKTRO-NISCHE RUNDSCHAU Bd 25 (1971) Nr. 8, S. 195-199

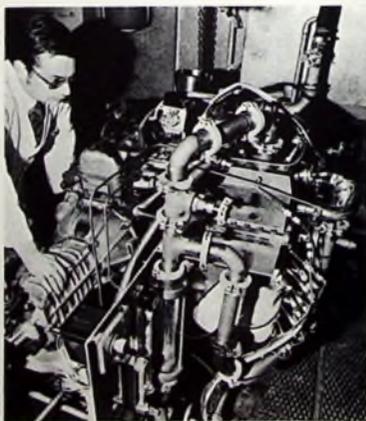
## Spaltvergaser für giftarmen Auto-Auspuff

Wissenschaftlern und Technikern im Erlanger Forschungszentrum der Siemens AG ist es gelungen, einen besonders umweltfreundlichen Gaserzeuger zu entwickeln. Damit kann bleifreies Benzin - auch niedriger Oktanzahl - unter Luftzusatz an einem Katalysator in ein zum Beispiel für Kraftfahrzeugmotoren geeignetes, nahezu schadstofflos verbrennendes Gasgemisch gespalten werden.

Dieser neuartige Spaltvergaser soll am Motor die Stelle des bisher üblichen Vergasers, der eigentlich nur ein Zerstäuber ist, einnehmen. Seine Gaslieferung wird elektronisch dem jeweiligen Betriebs- und Fahrzustand von Antrieb und Fahrzeug angepaßt. Durch einen neuartigen edelmetallfreien, trägergestützten Katalysator gelang es, die Baugröße des Spaltvergasers so weit zu verkleinern, daß er sich bei Kraftfahrzeugmotoren verwenden läßt.

Durch den aus Wärmetauscher, Gemischaufbereiter und Reaktionsraum bestehenden kompakten Gasgenerator als Vorschaltgerät wird jede Verbrennungskraftmaschine zu einem Gasmotor, der als saubere Antriebsquelle bekannt ist. Er bietet sich deshalb auch als besonders erfolgversprechende Lösung zum Erfüllen von Abgasbestimmungen an. Andere Maßnahmen zum Verhindern der Schadstoffemission, die in vielfältiger Form vor, in und nach dem Verbrennungsvorgang angewandt werden, sind entweder nur unzureichend wirksam oder technisch und wirtschaftlich zu aufwendig, also auch zu teuer.

Probelaufe erster Labormuster des Siemens-Spaltvergasers in kompakter Bauform ergaben neben der sauberen Verbrennung auch eine Reihe von Vorteilen für die Maschine selbst und ihren Betrieb. Unter anderem werden die Lebensdauer und die Inspektionsintervalle verlängert, und der Verbrauch an ohnehin unveredeltem Benzin wird verringert. Man versucht nun,



Labormuster des Spaltvergasers mit einem Ottomotor auf dem Prüfstand

das Verfahren möglichst schnell praktisch anwendbar zu machen. Verbindungen zu großen Automobilfirmen sind aufgenommen.

# Klirrarmer AM-Demodulator mit Siliziumdiode

Die Krümmung der Richtkennlinie von Halbleiterdioden verursacht besonders bei der Demodulation kleiner AM-Signale erhebliche Verzerrungen. In Transistorempfängern ist jedoch die Amplitude des ZF-Signals durch die Betriebsspannung begrenzt, und das Arbeiten mit hohen Spannungen ist unwirtschaftlich, weil das demodulierte Signal reduziert oder impedanztransformiert werden muß, um den NF-Verstärker korrekt ansteuern zu können.

Bei den im folgenden beschriebenen Schaltungen wird die Halbleiterdiode mit dem Basisstrom des ersten NF-Transistors vorgespannt. Bei wesentlich besserer Linearität und höherem Wirkungsgrad erfordern diese Schaltungen weniger Bauelemente als herkömmliche Demodulatorstufen.

dazu bei einem Modulationsgrad von 80 % eine HF-Spitzenspannung von  $U_{MS} = 0,52 \text{ V}$  erforderlich ist. Bei den Versuchen wurde mit Dreieckmodulation gearbeitet, um Verzerrungen besser sichtbar zu machen. Zur experimentellen Bestätigung zeigt die obere Kurve im Bild 3 das der Schaltung im Bild 1 zugeführte Signal (430 kHz mit 200 Hz moduliert) und die untere Kurve das am Kollektor von T2 abgenommene NF-Signal. Die geringen Differenzen zwischen Bild 2 und dem Oszillogramm beruhen auf R2 sowie dem Eingangswiderstand und der Nichtlinearität von T2.

Bei Verwendung einer Germaniumdiode liegen die Verhältnisse etwas günstiger, obwohl auch hier Verzerrungen auftreten. In der Praxis machen sie sich jedoch weniger bemerk-

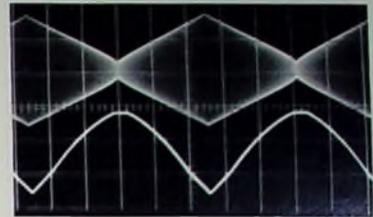


Bild 4 Eingangsspannung (obere Kurve) und Ausgangsspannung (untere Kurve) der Schaltung nach Bild 1 bei  $U_{MS} = 10 \text{ V}$

allen Empfängern erfüllt, weil der Wirkungsgrad sich verschlechtert. Die obere Kurve im Bild 4 zeigt eine HF-Spannung von  $U_{MS} = 10 \text{ V}$ . Im Bild 1 entspricht das einer Spannung von mindestens 30 V an L1, was mit 9 V Speisespannung nur schwer zu realisieren ist. Das Oszillogramm (Bild 4, untere Kurve) der Kollektorspannung von T2 zeigt trotz entsprechender Zurückstellung des Lautstärkereglers P dennoch eine erhebliche Verzerrung.

## Einfache Stromvorspannung der Demodulatordiode

Bereits die sehr einfache Grundschialtung nach Bild 5 bewirkt eine bessere Linearität bei höherem Wirkungsgrad. Die Basis des NF-Transistors T2 wird mit dem durch  $R_p$  gegebenen Strom

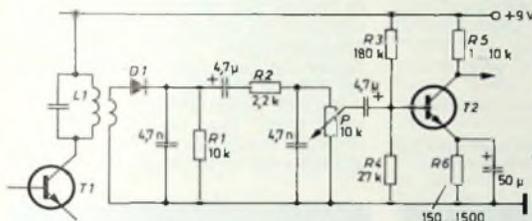


Bild 1. Herkömmliche AM-Demodulatorschaltung

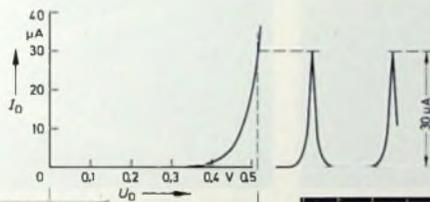


Bild 2 Verzerrungen infolge Kennlinienkrümmung bei nicht vorgespannter Siliziumdiode und 80 % Dreieckmodulation

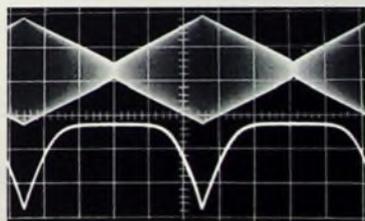
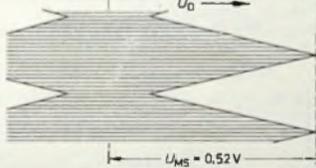


Bild 3 Eingangsspannung (obere Kurve) und Ausgangsspannung der Schaltung nach Bild 1 bei voll aufgedrehtem Lautstärkereglern

## Arbeitsweise der nicht vorgespannten Diode

Bild 1 zeigt eine von der Röhrentechnik übernommene und in den meisten halbleiterbestückten Empfängern angewandte Demodulatorschaltung. Da ihre Arbeitsweise mathematisch schon eingehend untersucht wurde [1], sollen hier nur die praktischen Auswirkungen der Kennlinienkrümmung sowie praktische Maßnahmen zur Verbesserung der Schaltung behandelt werden.

Die Wirkungsweise der Schaltung im Bild 1 wird mit Bild 2 erläutert. Es sei angenommen, daß bei voll aufgeregeltem Potentiometer P (Bild 1) dem NF-Transistor T2 zu seiner Vollaussteuerung ein Basiswechselstrom von 30 µA (Spitze zu Spitze) zugeführt werden muß. Aus Bild 2 ist zu ersehen, daß

bar, da ZF- und NF-Verstärker so überdimensioniert werden, daß normaler Empfang nur mit stark zurückgedrehtem Lautstärkereglern möglich ist. Es wird dann mit einer größeren HF-Amplitude gearbeitet, und der Knick der Richtkennlinie wird auch bei tiefer Modulation nicht mehr unterschritten.

Es kann jedoch gezeigt werden [2], daß auch in diesem Falle eine lineare Demodulation nur möglich ist, wenn R1 wesentlich kleiner gemacht wird als P. Diese Bedingung wird nicht in

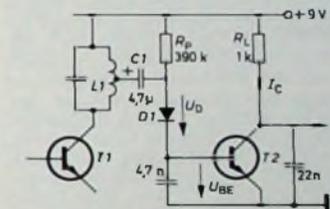


Bild 5. Grundschialtung für die Stromvorspannung der Demodulatordiode

vorgespannt, der auch die Demodulationsdiode D1 durchläuft. Aus der statischen Stromverstärkung B ergibt sich  $R_p = B(U_B - U_{BE} - U_D)/I_C$ . Die Arbeitsweise läßt sich mit Bild 6 erklären, das jedoch eine Gleichkomponente aufzeigt, die bei der zunächst behandelten Schaltung noch in  $R_p$  zum größten Teil verlorengeht. Der Wert des Basis- und Diodenruhestroms  $I_{B0} = I_{D0}$  (Vorspannungsstrom) liegt deshalb im Bild 6 etwas zu niedrig. Das hat jedoch kaum Einfluß auf die Demodulationsverzerrungen, die im Bild 6 schon wesentlich geringer sind als im Bild 2, wo eine etwa 6fach höhere HF-Spannung erforderlich war. Bei vergleichbarem Klirrrgrad benötigt daher die Schaltung nach Bild 1 eine um das 20fache höhere HF-Spannung als die Schaltung im Bild 5, obwohl mit ihr keine Schwundregel-

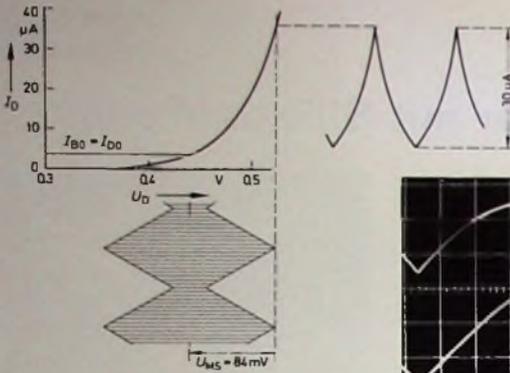


Bild 6. Etwa quadratische Verzerrung bei Diodevorspannung ohne Gegenkopplung am NF-Transistor

spannung gewonnen werden kann. Verwendbar ist sie deshalb nur in Kleinstempfängern, wo die fast nur aus geradzahligen Harmonischen bestehende Verzerrung – soweit nicht vom Lautsprecherklirren übertönt – als nicht sehr unangenehm empfunden wird und sogar über eine zu eng geratene Bandbreite hinwegtäuschen kann.

Einen deutlichen Rückgang des Klirrgesgrades bringt ein in die Emittlerleitung von T2 eingefügter Gegenkopplungswiderstand  $R_E$ . Das geht aus Bild 7 hervor, das die Wirkungsweise eines zusätzlich eingefügten Widerstandes (obere Kurve  $R_E = 0$ , untere Kurve  $R_E = 150 \text{ Ohm}$ ) zeigt. Die HF-Spannung betrug für die obere Kurve  $U_{MS} = 100 \text{ mV}$ , für die untere  $U_{MS} = 1 \text{ V}$  und entsprach damit in beiden Fällen knapp der Aussteuerungsgrenze von T2. Wenn die Gegenkopplung eine um  $n$  höhere Spannung erforderlich macht, dann wird auch der Eingangswiderstand der Schaltung um  $n$  höher. Dadurch kann der Abgriff an L1 entsprechend versetzt werden, und die Gesamtverstärkung (ZF und NF) wird nur um den Faktor  $\sqrt{n}$  verändert.

Da sich der Wechselstromkreis der Basis von T2 über L1 und die Speisequelle schließt, muß die Reaktanz von C1 nicht nur bei HF (oder ZF), sondern auch bei NF klein gegen den Eingangswiderstand von T2 sein. Eine Lautstärkereglung ist im Bild 5 problemlos nur an  $R_1$  vorzunehmen. Bei Gegenkopplung und  $U_{MS} \approx 1 \text{ V}$  könnte eine Schwundregelspannung durch eine zusätzliche Diode gewonnen werden; die nachstehend beschriebenen Schaltungen dürften jedoch wirtschaftlicher sein.

### Stromvorspannung mit Verstärkung der Gleichkomponente

Bild 8 zeigt eine einfache Möglichkeit, die bei der Demodulation anfallende Gleichkomponente in der ersten NF-Stufe mitzuverstärken, um sie dann als verstärkte Regelspannung zu verwenden. Die zu demodulierende Spannung gelangt über C1 an einen Spannungsteiler R1, R2, dessen äquivalenter Widerstand klein gegen den Eingangswiderstand des gegengekoppelten Transistors T2 ist. Der Basiskreis schließt sich damit über den Spannungsteiler, und ein NF-sperrender Wert von C1 bringt nur noch geringen Verstärkungsgewinn. Auch die Gleich-

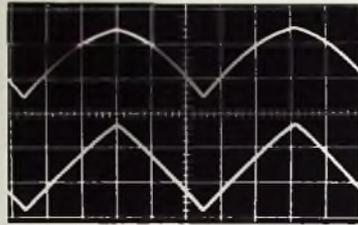


Bild 7. Ausgangsspannung bei etwa 80% Dreieckmodulation der Schaltung nach Bild 5 ohne (obere Kurve) und mit (untere Kurve) Gegenkopplungswiderstand

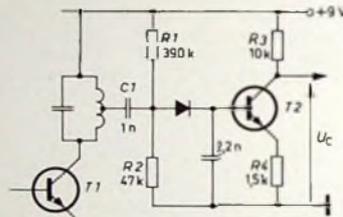


Bild 8. Schaltung für gleichzeitige Verstärkung der Wechsel- und Gleichkomponenten

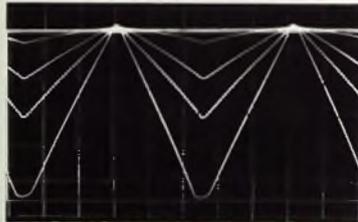


Bild 9. Ausgangsspannung der Schaltung nach Bild 8 (gemessen an R2) bei unterschiedlichen Eingangsspannungen

0, 0,1, 0,3, 0,5 und 1V (gemessen an R2). Die Verstärkung der Gleichkomponente führt zu einem Rückgang der Kollektorspannung  $U_C$  von 8 auf 4,5 V, und die somit verfügbare Regelspannung gestattet es, den ZF-Verstärker so zu bemessen, daß  $U_{MS} = 1 \text{ V}$  in keinem Falle überschritten werden kann. Die Linearität der Demodulatorschaltung illustriert das Demodulationstrapez im Bild 10, zu dessen Aufnahme das modulierte HF-Signal an den Vertikaleingang und die Kollektorspannung von T2 an den Horizontaleingang des Oszillografen gelegt wurden.

Eine Verbesserung bewirkt das Umpolen der Diode und Hinzufügen eines Vorspannungswiderstandes  $R_p$  (Bild Nr. 11). Er ist für einen etwa zweimal höheren Strom als im Bild 5 zu berechnen, damit Diode und Basis annähernd gleichen Strom führen. Versuche zeigten, daß sein Wert nicht kritisch ist, wenn der Spannungsteiler R1, R2 auf einen Ruhewert der Kollektor-Emitter-Spannung von etwa 1 V abgeglichen wird. Damit wird R2 im Bild 11 größer als im Bild 8, trotz des gegenläufigen Spannungsabfalls an der Diode. Der Mittelwert der Kollektorspannung steigt bei zunehmendem Eingangssignal. Eine gegenseitige Änderung kann man erhalten, wenn bei Polung der Diode wie im Bild 8 T2 durch einen PNP-Transistor ersetzt wird. Die bessere Linearität (Bild 12) ergibt sich in beiden Fällen aus einer teilweisen Kompensation der

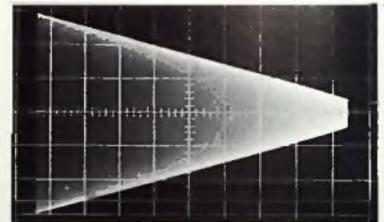


Bild 10. Demodulationstrapez der Schaltung nach Bild 8

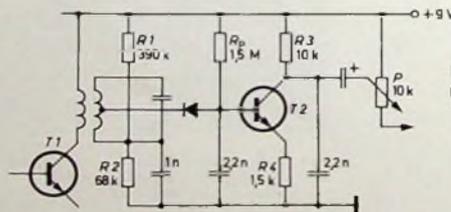


Bild 11. Durch Verzerrungskompensation verbesserte Demodulatorschaltung

komponente der Demodulation wird, wie im Bild 6 dargestellt, fast völlig dem Basisstrom zugeschlagen. Der durch R1 und R2 bestimmte Arbeitspunkt wurde daher in der Versuchsschaltung (Bild 8) auf  $I_C = 0,1 \text{ mA}$  entsprechend  $U_C = 8 \text{ V}$  festgelegt. Die Werte der Last- und Emittlerwiderstände wurden gegenüber Bild 5 verzehnfacht, um zu zeigen, daß sie kaum Einfluß auf das Funktionsprinzip der Schaltung haben.

Das Oszillogramm im Bild 9 zeigt die Ausgangssignale für  $U_{MS}$ -Werte von

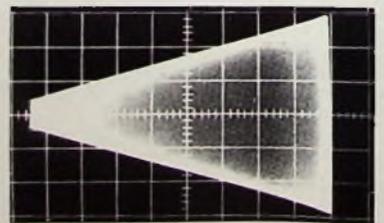


Bild 12. Demodulationstrapez der Schaltung nach Bild 11

Verzerrungen in Diode und Transistor. Außerdem weisen diese Bauelemente eine sich gegenseitig etwa aufhebende Temperaturdrift auf.

Die Gegenkopplung an T2 erhöht im Beispielfall den Eingangswiderstand der Demodulatorschaltung auf etwa 100 kOhm. Besonders bei einem nicht neutralisierten Verstärker wird dieser Wert höher sein als der günstigste Lastwiderstand für T1. Man erhält dann eine bessere Spulengüte, wenn man nicht die Primär-, sondern, wie im Bild 11 gezeigt, die Sekundärwicklung des ZF-Transformators abstimmt. Da die Schaltung eine wirkungsvolle Schwundregelung und somit eine Begrenzung von  $U_{MS}$  auf etwa 1 V gestattet, ist es nicht mehr nötig, den Lautstärkeregelvor die erste NF-

Stufe zu legen, zumal ja dort auch dessen Kratzgeräusche mitverstärkt werden. Bei Anschluß des Reglers an den Ausgang (P im Bild 11) ist T2 als Konstantstromquelle anzusehen, und das Potentiometer ist so zu schalten, daß der Quellenwiderstand der nächsten Stufe nicht zu stark schwankt, wenn P betätigt wird. Ein Vergleich mit Bild 1 zeigt, daß trotz der erreichten Verbesserungen meistens weniger Bauteile erforderlich sind als in der herkömmlichen Schaltung.

#### Schrifttum

- [1] Veit, I.: Gleichrichtung mit Halbleiterdioden. *INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU* Bd. 21 (1967) Nr. 11, S. 281-286
- [2] Taeger, W.: Halbleiter-Dioden. *FUNKTECHNIK* Bd. 16 (1961) Nr. 10, S. 359-360

## Hundert Jahre Degussa

Am 31. Januar 1873 wurde die heute unter dem Namen *Degussa* bekannte *Deutsche Gold- und Silber-Scheideanstalt vormals Roessler* als Aktiengesellschaft mit einem Kapital von „700 000 Gulden gleich 400 000 Thaler gleich 1 200 000 Mark“ in das Handelsregister der Stadt Frankfurt am Main eingetragen. Die Anfänge des Unternehmens reichen jedoch bis ins Jahr 1843 zurück, als der aus Darmstadt nach Frankfurt berufene städtische Münzwardein Friedrich Ernst Roessler den Scheiderei-betrieb der städtischen Münzprägestalt unter seinem Namen auf eigene Rechnung übernahm.

Schon bei der Gründung der *Deutschen Gold- und Silber-Scheideanstalt vormals Roessler* war eine Diversifikation deutlich erkennbar: In die neue Gesellschaft ging neben der Scheideanstalt *Friedrich Roessler Söhne* und dem Edelmetallhandelsgeschäft der Firma *Abr. Cohen* auch die chemische Fabrik des Roessler-Sohnes *Johann Hector* ein. 1879 wurde die Produktion von feuerfesten Laborgeräten und von Glanzgold aufgenommen. Damit waren die Grundfeiler der heutigen *Degussa - Edelmetalle, Chemie, technische Geräte* - endgültig gesetzt.

Eines der bedeutendsten und zugleich ältesten Spezialgebiete der *Degussa* sind keramische Farben. Weitere Spezialarbeitsgebiete sind die Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen, der Bau von Industrieöfen, Anlagen und Automaten für die Glüh-, Härte-, Sinter-, Löt- und Vakuumtechnik, die Herstellung von „Degussit“-Oxidkeramik und die Holzverkohlungen.

Auch auf dem Edelmetallsektor hat das Unternehmen ständig an Bedeutung gewonnen. Es ist in Deutschland der größte Importeur von Edelmetallen und nach wie vor die größte Scheideanstalt. Mit ihren silberhaltigen Hartloten hat sie der modernen Löttechnik viele neue Anwendungsgebiete erschlossen. Über Silberkontakte für die Elektroindustrie stieß sie - beispielsweise mit ihren Goldfeindrähten - in modernste Anwendungsgebiete der Elektronik vor. 1972 gründete sie speziell für dieses Arbeitsgebiet gemeinsam mit der *Metallgesellschaft, Frankfurt*, die *Demetron, Gesellschaft für Elektronikwerkstoffe mbH, Hanau*.

Auch auf dem Gebiet der Verarbeitung von Platin, vor allem zu Spindnüssen, elektrischen Thermometern und Katalysatoren, hat *Degussa* internationalen Ruf.

Die *Degussa* hat sich konsequent für die Bewältigung ihrer Aufgaben in der Zukunft gerüstet. Forschung und Anwendungstechnik auf den Arbeitsgebieten Metall, Chemie und Spezialerzeugnisse sind im Forschungszentrum *Wolfgang* bei *Hanau* konzentriert. Das vielverzweigte Unternehmen wurde neu organisiert. Es ist jetzt in selbständige, gewinnverantwortliche Geschäftsbereiche untergliedert, in denen Produktion und Vertrieb zusammengefaßt sind.

Das Unternehmen, das 1873 mit einem Kapital von 1 200 000 Mark begann, hat heute ein Aktienkapital von 174 Mill. D-Mark und offene Rücklagen von 253 Mill. DM. Es besitzt 19 Produktionsstätten in der Bundesrepublik und eine Vielzahl von Beteiligungen im In- und Ausland. *Degussa* beschäftigt heute etwa 13 000 Mitarbeiter, die *Degussa-Gruppe* rund 18 500. Der Gruppenumsatz erreichte im Geschäftsjahr 1971/72 2,288 Mrd. DM. Davon entfallen auf den Export 674 Mill. DM, auf die ausländischen Beteiligungen 313 Mill. DM.

## Hi-Fi-Stereo-Steuergerät „concertino hifi 3030“

Um den mit dem steigenden Interesse an der Hi-Fi-Wiedergabe differenzierteren Ansprüchen zu genügen, ergänzte *Telefunken* jetzt das Hi-Fi-Geräte-Programm durch das Hi-Fi-Stereo-Steuergerät „concertino hifi 3030“ mit 2 x 15 W Sinusleistung (2 x 28 W Musikleistung) bei <0,5% Klirrfaktor. Das Gerät ist unter anderem mit integrierten Schaltungen für den FM-ZF-Teil und -Demodulator, den AM-Oszillator und die AM-ZF-Vorstufe, den Stereo-Decoder, den Entzerrer-Vorverstärker sowie für die Stabilisierung der Stromversorgung bestückt und hat die Empfangsbereiche UKML. Für den UKW-Bereich sind fünf Stationstasten vorhanden. Eine weitere Taste dient zur Umschaltung Hauptskala - Stationstasten sowie zur Einschaltung der automatischen UKW-Scharfabbildung. Die Wellenbereiche werden mit neuartigen „Selecta“-Tasten geschaltet. Hierbei handelt es sich um leicht federnde Drucktasten, bei denen das Auflegen eines Fingers zur Betätigung ausreicht.

Die Einstellung von Lautstärke, Balance, Höhen und Tiefen erfolgt mit leichtgängigen Schieberegler. Ein großes Abstimmanzeigegerät stellt die genaue AM-FM-Abstimmung sicher. Das Wiederauffinden von Sendern, besonders im KW-Bereich (19...49-m-Band), erleichtert eine zusätzliche Dezimaleinteilung auf der grün-weiß leuchtenden Flutlichtskala. Die Ansprechschwelle der Stillabstimmautomatik läßt sich mit einem besonderen Potentiometer nach Bedarf festlegen. Für Kopfhörerbetrieb ist eine Normbuchse an der Frontseite des Geräts angeordnet. Der Schalter zur Umschaltung von Kristall- auf Magnettonabnehmer befindet sich an der Geräteunterseite.

„concertino hifi 3030“ hat ein 55,5 cm x 11,8 cm x 27 cm großes Holzgehäuse mit seitlichen Kunststoffwangen. Er wird in den Ausführungen Nußbaum, hell mattiert, mit anthrazitfarbenen Seitenwangen oder Schleiflack, weiß, mit weißen Seitenwangen geliefert.

## INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Februarheft 1973 unter anderem folgende Beiträge

Ein automatisches Reflektometer für den höheren Kurzwellenbereich

Aus der Arbeit des Max-Planck-Instituts für Plasma-Physik

Rasterelektronenmikroskop für die Prüfung kleinster Halbleiterstrukturen

Einfache Methode zur Erzielung eines konstanten Eingangswiderstands bei Breitbandverstärkern

Stabilitäts- und Rauschmessungen an Meßsendern

Optoelektronische Bauelemente

Impulsverstärker mit aktiver Verstärkungseinstellung bei konstanter Bandbreite

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

Format DIN A 4 · Monatlich ein Heft · Preis im Abonnement 16,50 DM vierteljährlich einschließlich Postgebühren; Einzelheft 5,75 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

## Walter Bruch zum 65. Geburtstag

Professor Dr.-Ing. E. h. Walter Bruch, Leiter der Grundlagenentwicklung der *Telefunken Fernseh und Rundfunk GmbH*, Hannover, vollendet am 2. März 1973 das 65. Lebensjahr. Mit der Entwicklung des PAL-Farbfemseh-systems hat er einen weltweit anerkannten Beitrag für den Fortschritt der Fernseh-technik geliefert. Aus Versuchen mit dem amerikanischen NTSC-System und den ersten Vorschlägen für das spätere SECAM-System Frankreichs entstanden Vorschläge, die Bruch zu einem eigenen System entwickelte, um die auf den Übertragungsstrecken auftretenden Farbfehler automatisch zu korrigieren. Am 3. Januar 1963 führte er sein farbstabiles System PAL (Phase Alternation Line) zum erstenmal in Hannover den Experten der Europäischen Rundfunkunion (UER) vor. In den zurückliegenden zehn Jahren hat Professor Bruch, der den Ruf eines in der wissenschaftlichen wie in der praktischen Ingenieurarbeit hervorragenden Fachmanns genießt, durch seine Vorträge und technischen Demonstrationen in europäischen und überseeischen Ländern entscheidend die Verbreitung des von ihm erfundenen deutschen PAL-Systems von *Telefunken* gefördert.

Die Leistungen Professor Bruchs sind durch zahlreiche Ehrungen und Auszeichnungen ge-

Professor Bruch bei einer Demonstration des PAL-Systems



würdigt worden. Er ist Ehrenmitglied der britischen Royal Television Society, die ihm und seinen Mitarbeitern 1967 den Geoffrey Parr-Preis verlieh, und der Institution of Electronic and Radio Engineers (IERE). Von der Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE), USA, erhielt er 1971 die David Sarnoff-Goldmedaille. Mit dem Großen Verdienstkreuz mit Stern des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland wurde Prof. Bruch 1968 ausgezeichnet, und im selben Jahr ehrte der Rat der Landeshauptstadt Hannover den bekannten Mitbürger für seine verdienstvollen wissen-

schaftlichen Arbeiten mit der Plakette für Verdienste um die Hauptstadt Hannover.

Professor Bruch war jahrelang Vorsitzender der Fernseh-technischen Gesellschaft e. V. (FTG) und gehört jetzt dem Vorstand der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft an. Er ist Lehrbeauftragter der TU Hannover und Mitglied internationaler Vereinigungen, die sich mit der Normung im Bereich der Fernseh- und Rundfunk-technik beschäftigen. Die wissenschaftlichen und technischen Arbeiten Bruchs haben ihren Niederschlag in zahlreichen technischen Publikationen gefunden.

## Lautsprecher

### Neue Lautsprecher und Lautsprechersysteme

Ende Januar 1973 gab *Isophon* verschiedene Ergänzungen des Lautsprecherprogramms bekannt. Dabei handelt es sich sowohl um komplette Lautsprecherboxen und Zusatzlautsprecher als auch um Hi-Fi-Bausteine für den Lautsprecher-Selbstbau.

#### Lautsprecherboxen und Zusatzlautsprecher

Die „Silver Sound“-Serie wurde durch die Hi-Fi-Kompaktbox „HSB 3501 S“ mit 35 W Musikbelastbarkeit ergänzt. Dieses Zweiwegemodell ist mit einem Spezial-Tiefton-Mittelton-System (17 cm Durchmesser, weiche Membranaufhängung) und einem Kalotten-Hochtton-Strahler bestückt, mit denen ein Übertragungsbereich von 48 bis über 20 000 Hz erreicht wird. Die Betriebsleistung<sup>1)</sup> liegt mit 2,9 W sehr niedrig. Die Box hat ein weißes Schleiflackgehäuse (Abmessungen 42 cm × 21,6 cm × 21 cm) mit abgerundeten Kanten.

Neu im „Work-Sound“-Programm ist der Zusatzlautsprecher „ZLAR“ mit eingebautem Lautstärkereglern. Er hat eine Nennbelastbarkeit von 4 W (Musikbelastbarkeit 6 W) und überträgt den Frequenzbereich 110 ... 13 000 Hz. Die Nennimpedanz ist 4,5 Ohm. Ein gegebenenfalls erforderlicher Übertrager „E4“ kann innerhalb des Gehäuses

(Abmessungen 24,2 cm × 16,2 cm × 7 cm) untergebracht werden.

Speziell für die Montage im Auto wird die „Auto-Isonetta“ (Nennbelastbarkeit 5 W, Nennimpedanz 4 Ohm) angeboten, bei der das matschschwarze Kugelgehäuse, das das Lautsprecherchassis enthält, nur durch einen festen Kronenring mit dem Spezialsockel verbunden ist. Diese Steckverbindung läßt sich durch einfaches Abziehen vom Sockel unterbrechen. Mit einer Zentralschraube wird der Sockel im Wagen befestigt. Nach dem Einfädeln der Anschlußleitung braucht man dann nur noch das Kugelgehäuse auf den Sockel aufzudrücken.

#### Lautsprechersysteme und Drosseln für Frequenzweichen

Für den Selbstbau von hochwertigen Lautsprecherboxen liefert *Isophon* die Kalotten-Mittelton-Systeme „KM 11/120“ und „KM 11/135“. Beide Systeme haben eine Nennbelastbarkeit von 25 W (Nennimpedanz 4 Ohm bei 1000 Hz) und eignen sich für Lautsprecherkombinationen mit Nennbelastbarkeiten bis 100 W. Die Resonanzfrequenz ist 650 Hz beim „KM 11/120“ und 400 Hz beim „KM 11/135“. Damit ergeben sich für die Frequenzweiche Übergangsfrequenzen von 900 beziehungsweise 600 Hz. Da beide Typen einen Übertragungsbereich bis 20 000 Hz haben, lassen sie sich als Mittelton-Systeme in Dreiwegekombinationen und als Mittelton-Hochtton-Strahler in Vierwegekombinationen sowie als vollwertige Mittelton-Hochtton-Chassis in Zweiwegesystemen einsetzen.

Beide Typen haben die Abmessungen 11,2 cm × 11,2 cm und sind in der Standardausführung für rückwärtige Montage bestimmt.

Mit dem „PM 1318 F“ steht jetzt auch ein ovales Mittelton-Lautsprecher mit Konusmembran (Übertragungsbereich 150 ... 20 000 Hz) zur Verfügung, der sich besonders als Ergänzung der Großsysteme „P 30/37 A“, „P 38 A“, „P 385/100 A“ und „P 46 A“ in Diskothek-Anlagen und Orchester-Lautsprecherboxen eignet. Der 17,5 cm × 12,5 cm große Lautsprecher wird mit festmontierter Abdeckhaube geliefert und läßt sich in Lautsprecherkombinationen mit Nennbelastbarkeiten bis 30 W als Mittelton- oder Mittelton-Hochtton-System einsetzen.

Das neue Spezial-Breitband-Chassis „BPSL 65“ mit den Korbabmessungen 6,5 cm × 6,5 cm und weicher Membranaufhängung überträgt den Frequenzbereich 150 ... 20 000 Hz. Es kann in ein luftdicht abgeschlossenes Gehäuse mit einem Volumen bis zu 1 Liter eingebaut werden und hat dann eine Nennbelastbarkeit von 5 W (Musikbelastbarkeit 8 W). Außerdem läßt es sich auch als Mittelton-System in Lautsprecherkombinationen mit maximal 30 W Nennbelastbarkeit einsetzen.

Beim Selbstbau von Frequenzweichen stellt die Herstellung der Drosseln ein besonderes Problem dar. *Isophon* bietet daher neben den bereits geschalteten Hi-Fi-Frequenzweichen „FW1“, „FW2“ und „FW3“ auch geeignete Elektrolytkondensatoren sowie Luftdrosseln an. Lieferbar sind die Typen „LD1“ (0,4 mH), „LD2“ (0,75 mH), „LD3“ (1,5 mH) und „LD4“ (3 mH), die sich für Lautsprecherkombinationen mit bis zu 60 W Belastbarkeit und einer Nennimpedanz von 4 beziehungsweise 8 Ohm verwenden lassen. Jede Luftdrossel hat einen Kunststoffkern mit Anschlußflansch, der vier Lötstützpunkte mit je drei Lötflächen trägt.

<sup>1)</sup> Die Betriebsleistung ist diejenige elektrische Leistung, die dem Lautsprecher zugeführt werden muß, damit er im freien Schallfeldhalbraum in 1 m Abstand einen Schalldruck von mindestens 12 µbar (entsprechend einem Schalldruckpegel von 86 dB) beziehungsweise in 3 m Abstand von 4 µbar (86 dB) erzeugt.

# DMS – ein mechanisch-elektrischer Meßumformer

## 1. Allgemeines

Mechanisch-elektrische Meßumformer (auch Geber oder Meßwertnehmer genannt) ermöglichen das Messen mechanischer und physikalischer Größen wie Drehmoment, Beschleunigung, Geschwindigkeit, Winkel, Druck, Dehnung usw. Die aktiven und passiven Meßumformer arbeiten nach piezoelektrischen, induktiven, elektrokinetischen, ohmschen und kapazitiven Prinzipien sowie nach dem Prinzip der Frequenz- und der Strahlungsmessung. In den aktiven Umformern wird mechanische Energie in eine elektrische Größe (Spannung und Strom) umgewandelt; passive Umformer beeinflussen im allgemeinen elektrische Größen.

Der nachstehende Beitrag befaßt sich mit einem der passiven ohmschen Geber, dem Dehnungsmeßstreifen (kurz Dehnmeßstreifen oder DMS genannt), der wegen seiner universellen Anwendbarkeit in der Bautechnik, dem Maschinen-, Kraftfahrzeug-, Schiffs- und Flugzeugbau ständig an Bedeutung gewinnt. Die Meßwertverarbeitung gegenüber einigen anderen Meßwertaufnehmersignalen ist einfach und unproblematisch. Das Meßsignal wird in einer Brückenschaltung verglichen, verstärkt und im allgemeinen als eingepprägtes Gleichstromsignal Registriergeräten oder elektromechanischen Stellgliedern zugeführt.

Im folgenden werden eine Übersicht über gebräuchliche DMS sowie Schalt- und Anwendungsbeispiele gebracht, und es wird gezeigt, daß durch Anwendung von DMS schwierige meßtechnische Aufgaben mit geringem Aufwand gelöst werden können.

## 2. Ausführungen

Man unterscheidet zwischen Folien-, Draht- und Halbleiter-DMS. Folien- und Draht-DMS sind auf einem Trägermaterial aus Papier, Bakelit, Phenolharz, Asbest, Aluminium, Stahl usw. – je nach Verwendungszweck – aufgebracht. Folien-DMS lassen sich bei Temperaturen von  $-10$  bis etwa  $+150$  °C, Draht-DMS von  $-10$  bis  $+200$  °C, einige Ausführungsarten bis etwa  $+800$  °C verwenden. Das Meß- oder Widerstandsgitter ist bei den Folien-DMS auf das Trägermaterial aufgedampft, oder es wird herausgeätzt. Die Widerstandsmaterialdicke beträgt etwa  $0,002 \dots 0,005$  mm. Draht-DMS haben einen flachgewickelten etwa  $0,01 \dots 0,04$  mm dicken Draht, der auf den Trägerkörper aufgeklebt ist. Die Nenn- oder Kaltwiderstände (bei  $+25$  °C) betragen in Abstufungen  $100$  bis maximal  $600$  Ohm. Die Widerstandstoleranz der Folien-DMS liegt bei  $0,01 \dots \pm 0,5\%$ , der Draht-DMS bei etwa  $\pm 0,25\%$ , bezogen auf den Endwert. Halbleiter-DMS bestehen aus P- oder N-dotierten Siliziumstreifen mit einer Dicke von etwa  $0,02$  mm. Da

das Halbleitermaterial temperaturunbeständig ist, ist die Widerstandsänderung nur bei bestimmten Temperaturen linear. Die Anwendung eines DMS wird durch die Dehnungsempfindlichkeit  $k$  in weitem Maße bestimmt. Der  $k$ -Faktor ist um so größer, je höher der Nennwiderstand ist. Bei den Folien- und Draht-DMS beträgt er etwa  $2$ , während Halbleiter-DMS einen wesentlich höheren  $k$ -Faktor (etwa  $100 \dots 150$ ) haben.

Den Meßaufgaben entsprechend, hat die Industrie verschiedenartige DMS sowie Zubehör wie Klebstoffe, Lötstützpunkte und Anschlußkabel herausgebracht. So gibt es Geber mit einem, zwei, drei oder vier Meßgittern, Meßgitter mit eingebauten Temperaturkompensatoren, DMS mit Lötaugen für Kabelanschlüsse und DMS mit punktverschweißten Zuleitungen. Die Abmessungen der DMS variieren von etwa  $5 \times 10$  bis etwa  $10 \times 200$  mm. Für die Messungen an und in den verschiedenen Meßgegenständen, an denen die DMS aufgeklebt, angekittet, aufgesteckt oder geschraubt werden, sind entsprechend den Meßaufgaben und örtlichen Bedingungen offene, isolierte oder gehäuseumkleidete Bauformen einsetzbar. Die in Gehäusen eingebauten DMS haben meistens eine integrierte Brücken- und Verstärkerschaltung, so daß nur noch die Betriebsspannungszuführungen und die Meßsignalausgangsleitung herausgeführt werden müssen. Einige Bauformen von DMS zeigt Bild 1.

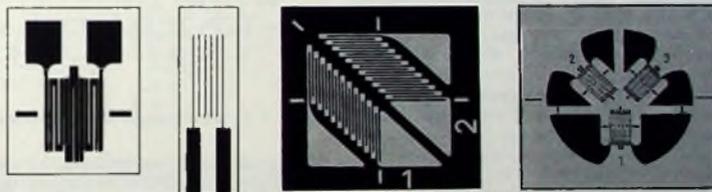


Bild 1. Bauformen von DMS

## 3. Meßwertverarbeitung

DMS sind mechanisch gesteuerte Widerstände; eine Dehnung des Widerstandsgitters bewirkt eine Widerstandszunahme, eine Stauchung eine Widerstandsverringering. Bleibt die Längenänderung im Bereich von einigen  $\mu\text{m}$ , so kann dieser Effekt zu einer mechanischen Umformung ausgenutzt werden. Die mechanisch bewirkte Widerstandsänderung ist der Dehnung oder Stauchung proportional und läßt sich in einer Widerstandsbrücke (Wheatstone-Brücke) in eine entsprechende Spannungssignal umwandeln. Dieses Signal kann nach einer entsprechenden Aufarbeitung Anzeige- und Registriergeräten oder elektromechanischen Stellgliedern zugeführt werden.

Vorteilhaft ist die Verstärkung des Brückensignals und die anschließende

Umformung in einen eingepprägten Strom. Der eingepprägte Gleichstrom stellt neben der Frequenz das bestgeeignete Übertragungsmittel für elektrische Signale dar und ist international als Eingangsgröße für Geräte der industriellen Meßtechnik gebräuchlich. An den Ausgang einer Strom-Signalquelle können bis zu einem festgelegten maximalen Widerstandswert (Bürde) Drehspulmeßgeräte, Schreiber oder Regler ohne Leitungsabgleich einadrig über große Entfernungen angeschlossen werden.

## 3.1 Gleichstrommeßschaltungen

Um die mechanische Größe in eine elektrische umzuwandeln, benötigt man DMS oder andere mechanisch-elektrische Meßumformer. Das Weiterleiten, Einordnen, Verarbeiten und Anzeigen des damit gewonnenen Signals erfolgt dann in den Meßschaltungen. Die analogen Meßverfahren, die nachstehend besprochen werden, können unterteilt werden in die Gleich- und die Wechselstrommeßverfahren. Als die wichtigsten Methoden der Gleichstrommeßschaltungen sind die Strom-/Spannungs-, Brücken-, Kompensations- und Kreuzspul-Meßmethoden zu nennen.

Die einfachste Meßmethode, die Strom-/Spannungs-Messung, ist zur Messung von DMS-Widerstandsänderungen nicht zu gebrauchen; ihr Nachteil ist das Einbeziehen des Leitungswiderstandes und damit auch dessen Tem-

peraturverhaltens in das Meßergebnis. Auch machen sich die Toleranz der Meßwerkspule und ihre Reibungswiderstände (wie bei allen Ausschlagmessungen) bemerkbar, und zudem müssen bei passiver Umformung Hilfspennungen vorhanden sein, die ebenfalls bei Inkonzanz verfälschend auf das Meßergebnis einwirken. Man bedient sich deshalb bei Widerstandsmessungen der Brückenschaltung.

### 3.1.1 Brückenmeßmethode

Die Widerstandsmessung der DMS erfolgt meistens in einer Wheatstone-Brückenschaltung (Bild 2). In der Brücke sind die Widerstände  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  bekannt, wobei  $R_3$  als veränderbarer Widerstand ausgeführt sein kann.  $R_4$  ist der Widerstand des DMS und unbekannt. Wird  $R_3$  solange verändert, bis das Drehspulinstru-

ment einen Strom Null anzeigt (also nicht ausschlägt), liegt an seinen Anschlußklemmen auch keine Spannung. Ändert sich nun der Widerstand des DMS durch mechanischen Druck, so gerät die Brücke aus dem Gleichgewicht, es entsteht ein Strom im Nullzweig und das Instrument zeigt einen Strom an. Der Strom, der durch das

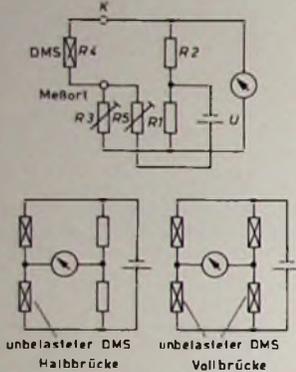


Bild 2. Wheatstone-Brücke mit DMS

Instrument fließt ist der Widerstandsänderung und damit der auf den DMS einwirkenden mechanischen Kraft proportional.

Wird die Skale des Instrumentes beispielsweise in  $\text{kp}/\text{cm}^2$  geeicht, dann zeigt der Zeigerausschlag den vorhandenen Druck an. Wie Bild 2 zeigt, sind mit diesem Ausschlagverfahren unterschiedliche Brückenschaltungen möglich: die Halbbrückenschaltung, in der ein DMS mechanisch belastet wird und der zweite als Temperatorkompensation dient, und die Vollbrückenschaltung, bei der jeweils zwei DMS als Geber und Kompensatoren arbeiten. Alle Brückenschaltungen müssen, um Meßwertverfälschungen zu vermeiden, mit einer konstanten Spannung betrieben werden. Diese Betriebsspannung richtet sich nach den jeweilig verwendeten DMS: sie beträgt etwa 2,5 V und kann mit Vorwiderständen verändert werden. Es kann sich um Gleichspannung oder eine hochfrequente Wechselspannung ( $\approx 2 \dots 5 \text{ kHz}$ ) handeln. Wechselspannungsgespeiste Brücken haben den Vorteil, daß mit ihnen im Gegensatz zu gleichspannungsgespeisten Brückenschaltungen dynamische Vorgänge erfaßt werden können.

Das Anzeiginstrument im Nullzweig der Brücke kann aber auch durch einen Verstärker ersetzt werden, der ausgangseitig einen Stell- oder Servomotor steuert. Bei diesem sogenannten Brückennullverfahren stellt der Motor entsprechend der Istwertgröße am Verstärkereingang den Sollwert Null mit dem Regler R3 ein, das heißt, der Motor bleibt erst dann in Ruhelage, wenn am Verstärkereingang kein Signal vorhanden ist. Je nachdem, ob der Brückenstrom positiv oder negativ ist, verändert er den Widerstand, und der Motor läuft vorwärts oder rückwärts. Bild 3 zeigt die Blockschaltung einer derartigen Brücke. Da die Stellung des Schleifers von R3 ein Maß für den Druck am

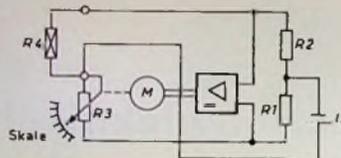


Bild 3. Brückennullverfahren

DMS ist, kann dieser mit einer entsprechenden Skale versehen werden. Da auch im Brückenverfahren Leitungswiderstände und Temperaturschwankungen auf das Meßergebnis eingehen können, müssen sie durch entsprechende Kompensatoren reduziert werden. Derartige Schaltungen zeigt Bild 2 mit der Halb- und Vollbrückenschaltung, bei denen mechanisch nichtbelastete DMS gleichen Typs wie die Geber-DMS eine Temperatorkompensation bewirken. Gleichzeitig werden dabei auch Veränderungen im Leitungsnetz kompensiert, indem bei Belastung des Gebers sein Widerstand größer und der des nichtbelasteten DMS kleiner wird, so daß sich die Wirkung der Stromänderung verdoppelt. Voraussetzung hierfür ist ein sinnvoller mechanischer Aufbau der DMS an oder in der zu überwachenden Meßstelle.

### 3.1.2. Kompensationsmeßverfahren

Der Vorteil der Kompensationsmeßverfahren liegt in der Nichtbeeinflussbarkeit des Meßergebnisses durch Meßzuleitungen, weil hierbei eine Messung bei stromlosem Brücken-zweig vorgenommen wird. Bild 4 zeigt

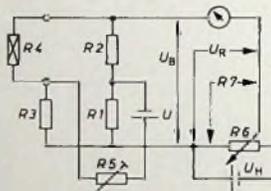


Bild 4. Einfache Kompensationsschaltung

die Kompensationsschaltung, die nach dem Potentiometerverfahren arbeitet (nach Pogendorf) und die Abhängigkeit des Strommessers bei der Strommessermethode (nach Lindbeck-Rothe) umgeht und somit eine erhöhte Genauigkeit ermöglicht. Bei dieser Kompensation wird die zu messende Spannung durch eine gleich große, von der Hilfsspannungsquelle  $U_H$  abgeleitete Spannung aufgehoben. Der Schleifer des Meßpotentiometers R6 wird solange verstellt, bis das Instrument keinen Ausschlag zeigt. Die beiden Spannungen  $U_B$  und  $U_R$  sind dann entgegengesetzt gleich. Da der Strom durch das Potentiometer konstant ist, ist der Spannungsabfall  $U_B$  proportional zum Teilwiderstand R7, und an einer entsprechend geeichten Skale am Potentiometer kann die mechanische Kraft abgelesen werden.

Eine Weiterentwicklung der Schaltung ist im Bild 5 dargestellt. Dieser selbstgleichende Kompensator steuert einen Stellmotor, der das Potenti-

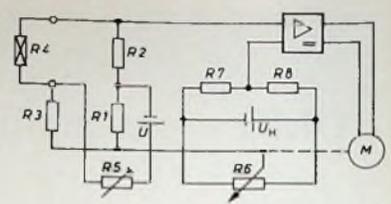


Bild 5. Selbstgleichender Kompensator

meter solange verstellt, bis im Nullzweig der Strom Null geworden ist. Auch hierbei ist die Schleiferstellung ein Maß für die zu messende mechanische Größe.

### 3.1.3. Kreuzspulmeßverfahren

Kreuzspulmeßwerke weisen wesentliche Unterschiede gegenüber den Drehspulmeßwerken auf: Sie haben zwei gekreuzte Spulen, die sich in einem ungleichmäßigen Magnetfeld befinden, und, entsprechend ihrem Aufbau, zwei Meßstromkreise; sie eignen sich somit sehr gut zu Vergleichsmessungen, so daß sich ein Vergleichsstrom bei einer Widerstandsmessung mit einem unbekanntem Strom durch den zu messenden Widerstand vergleichen läßt. Im Bild 6 sind zwei Meßschaltungen für DMS-Wider-

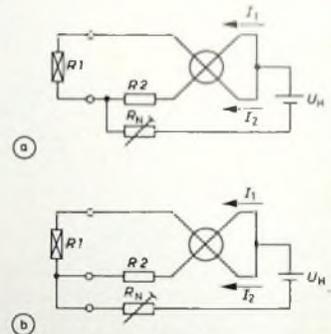


Bild 6. Kreuzspulmeßschaltung. a) Zweileiterschaltung, b) Dreileiterschaltung

stände gezeigt. Entsprechend den Strömen  $I_1$  und  $I_2$ , die durch die Widerstände  $R_N$ , R1, R2 und durch die Hilfsspannung  $U_H$  gegeben sind, stellt sich die drehbar gelagerte Spule auf einen dem Verhältnis  $I_1 / I_2$  proportionalen Ausschlag ein. Ändert sich nun der Widerstand des DMS am Meßort, so ändert sich der Strom  $I_2$ . Zur Herstellung des magnetischen Gleichgewichtes wird sich die Spule entsprechend einer  $I_1 / I_2$ -Zu-beziehungsweise -Abnahme drehen, und man erhält eine der mechanischen Größe analoge Zeiger-Winkelstellung. Da sich  $I_1$  und  $I_2$  gleichzeitig proportional verändern, spielen Betriebsspannungsschwankungen bei dieser Meßmethode keine Rolle. Die Zweileiterschaltung im Bild 6a sollte aber im Interesse geringer Leitungs- und Temperatureinflüsse (und der damit verbundenen Widerstandsänderungen) in die Dreileiterschaltung (Bild 6b) abgeändert werden. Bei der Zweileiterschaltung wirken Widerstandsänderungen nur auf  $I_2$ , bei der Dreileiterschaltung

aber gleichmäßig auf  $I_1$  und  $I_2$  und somit kompensierend.

### 3.2. Wechselstrommeßschaltungen

Wo Gleichspannungsmeßmethoden keine oder unbefriedigende Ergebnisse liefern, wendet man Wechselspannungsmeßmethoden an. Als geeignetste Wechselspannungsmethode zur Messung von DMS- und damit Widerstandsänderungen ist die Trägerfrequenzmeßbrücke zu nennen. Trägerfrequenzmeßsysteme zeichnen sich vor allem dadurch aus, daß sie mit Wechselspannungsverstärkern arbeiten können, eine phasenrichtige Gleichrichtung ermöglichen und zudem auf einfache Art den Brückenschaltungseffekt ausnutzen.

#### 3.2.1. Trägerfrequenzmeßbrücke

Mit Trägerfrequenzmeßbrücken können in Verbindung mit geeigneten Gebern statisch und dynamisch alle

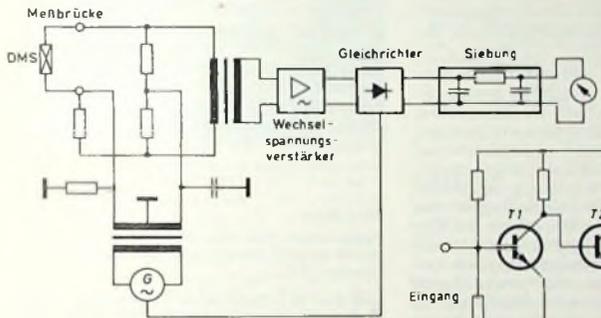


Bild 7. Trägerfrequenzbrücke

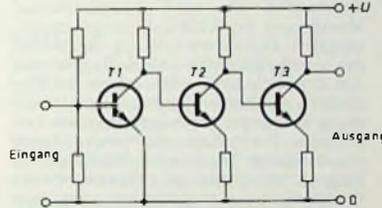


Bild 8. Direkt gekoppelter Gleichspannungsverstärker

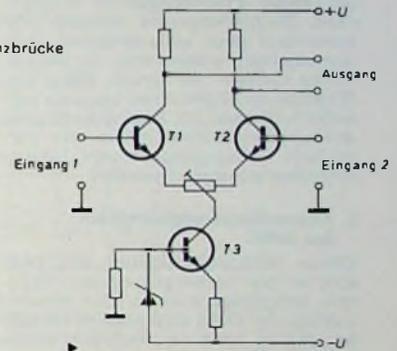


Bild 9. Gleichspannungs-Differenzverstärker

mechanischen und physikalischen Größen wie Dehnung, Materialbeanspruchung, Kraft, Gewicht, Beschleunigung, Drehmoment, Differenzdruck, Temperatur, Weg, Winkel, Geschwindigkeit usw. gemessen werden. Als Meßwertumformer sind DMS und andere Widerstandsgeber, induktive und kapazitive Aufnehmer in Brückenschaltung anschließbar. Als Trägerfrequenz soll im allgemeinen das fünf- bis zehnfache der maximal auftretenden Frequenzänderung gewählt werden; bei DMS-Gebern beträgt die Trägerfrequenz etwa 5 kHz, so daß dynamische Vorgänge bis etwa 1,5 kHz gemessen werden können.

Die im Bild 7 gezeigte Meßbrücke arbeitet nach dem Ausschlagverfahren mit vorzeichenrichtiger Anzeige des Meßwertes. Die hochfrequente Wechselspannung liefert ein RC-Generator. Über eine Transformator-Auskopplung wird die Brückenspannung in einem Wechselspannungsverstärker verstärkt und anschließend phasenempfindlich gleichgerichtet, über ein Siebglied ausgekoppelt und einem Anzeigeinstrument zugeführt. Durch das Trägerfrequenzverfahren erreicht man eine sehr große Meßgenauigkeit, Empfindlichkeit und geringe Nullpunkt drift; infolge der Unempfindlichkeit gegenüber Brummeinstreuungen und Thermospannungen eignen sich diese Geräte nicht nur für das Laboratorium, sondern auch für Prüffelder und Betriebsmessungen.

### 3.3. Verstärkerschaltungen

Sollen Stellglieder wie Relais, Ventile, Motoren usw. angesteuert werden, dann reicht das vom DMS gelieferte Brückensignal nicht aus, so daß mittels Verstärker die gewünschte Steuerungsspannung herbeigeführt werden muß. Dies kann mit Gleich- oder Wechselspannungsverstärkern erfolgen. Gleichspannungsverstärker sind vor allem da angebracht, wo statische und quasistatische Spannungsänderungen, die sich über lange Zeiträume erstrecken können, untersucht werden müssen. Die Schwierigkeit dieser Verstärker in ihrer Dimensionierung liegt einmal in der Kopplung der einzelnen Stufen, zum anderen in der erforderlichen Stabilität, da hier vor allem durch thermische Effekte Spannungsänderungen auftreten. Durch Anwendung geeigneter Gegenkopplungen, durch Betriebsspannungsstabilisierung und Anwendung hochwertiger Bauelemente lassen sich diese Schwierigkeiten jedoch ausschalten.

werden die zu messenden Gleichspannungen in dazu proportionale Wechselspannungen umgeformt (zerhackt) und in einem Wechselspannungsverstärker verstärkt. Nach der Verstärkung werden die Wechselspannungssignale wieder in eine Gleichspannung umgewandelt und zur Anzeige gebracht oder Stellgliedern zugeführt. Wechselspannungsverstärker sind schaltungstechnisch einfacher aufzubauen als Gleichspannungsverstärker, da eine Instabilität des Arbeitspunktes die Verstärkung kaum beeinflußt und die thermische Drift durch einfache Gegenkopplungsmaßnahmen kompensiert werden kann. An den Ausgang kann ein Wechselspannungsmesser oder über einen Gleichrichter ein Transmitter mit eingepreßtem Stromausgang angeschlossen werden.

### 4. Anzeige- und Register-einrichtungen

Die elektrische Größe (Spannung oder Strom), die durch mechanisch-elektrische Umformung des DMS und an-

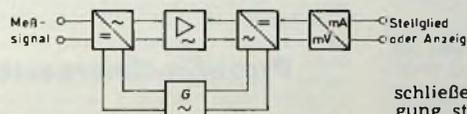


Bild 10. Chopper-Verstärker

Die einfachste Ausführung ist der im Bild 8 dargestellte direkt gekoppelte Gleichspannungsverstärker.

Mit der Differenzverstärkerschaltung nach Bild 9 kann man diese Schwierigkeiten umgehen. In dieser Brückenschaltung ist die Spannungsdifferenz am Ausgang Null, wenn auf die Eingänge je ein Signal mit gleicher Phasenlage und Amplitude gegeben wird; dasselbe gilt auch für durch thermische Einflüsse hervorgerufene Ströme, die sich aufheben. Differenzieren Amplitude oder Phasenlage der Eingangssignale, so erhält man am Ausgang eine Spannungsänderung.

Im allgemeinen wird man auf Gleichspannungsverstärker verzichten und Wechselspannungsverstärker einsetzen. Da Gleichspannungssignale aus Gleichspannungsgespeisten Brücken nicht in Wechselspannungsverstärkern verarbeitet werden können, schaltet man einen Zerhacker vor. Das Schaltprinzip eines derartigen Chopper-Verstärkers zeigt Bild 10. Hierbei

schließende Verstärkung zur Verfügung steht, kann meistens sehr einfach den nachgeschalteten Anzeigeinstrumenten, Registereinrichtungen, Reglern oder elektro-mechanischen Stellgliedern zugeführt werden. Hier sollen nur einige der wichtigsten und gebräuchlichsten Anzeige- und Registerinstrumente angeführt werden. Am Ausgang der Meßkette steht das Abbild der zu messenden Größe. Da Messen bedeutet, wie oft in der zu messenden Größe ein bestimmter vorgegebener Maßstab der Meßgröße enthalten ist, ergibt dies ein Vergleichen mit einem Normal einer Zahl. Man kann von der zu messenden Größe ein analoges Abbild erhalten, das sinnvoll ist für statische und langsam veränderliche Meßgrößen. Um einen Überblick über den Meßgrößenverlauf zu erhalten, müssen die abgelesenen Meßwerte als Kurve aufgetragen werden. Schnell veränderliche Größen können als Mittelwert (Effektivwert) erfaßt werden. Digitale Meßgeräte liefern gegenüber analogen Meßgeräten sofort eine quantitative Angabe. Registerinstrumente lassen sich infolge ihrer möglichen hohen Informations-

dichte und die gleichzeitige Überwachung mehrerer Meßgrößen gut überblicken.

Bei stationärer Anzeige werden im allgemeinen analog anzeigende Schalttafelgeräte wie Drehspul- und Kreuzspulmeßinstrumente benötigt, die zum Teil mit Grenzkontakten zur Signalisierung eines bestimmten Meßwertes ausgerüstet sind. Gleichspannungen werden in steigendem Maße über Meßumformer in eingeprägte Signalströme umgewandelt und erst dann Anzeigegegeräten mit einheitlichem Strombedarf zugeleitet. Dies hat neben den in 2. erwähnten Vorteilen den zusätzlichen Vorteil, daß die Meßumformer direkt mit der Brückenschaltung, dem Verstärker und Gleichrichter an der zu überwachenden Meßstelle installiert werden können und die Signalleitungen zu den Anzeigegegeräten über große Entfernungen zu Kommandozentralen verlegt werden, ohne daß ein Informationsverlust eintritt. Digitale Meßgeräte benötigen Analog-Digital-Wandler, die das Umformen der Spannungen und Ströme in proportionale Frequenzgrößen ermöglichen. Registriergeräte werden entsprechend dem erforderlichen Frequenzbereich ausgewählt. Da mechanische Größen wie Druck, Kraft und Weg sich im allgemeinen langsam verändern, können zur Registrierung der analog gewonnenen Größen sehr vorteilhaft Punktschreiber und Linien-schreiber eingesetzt werden.

### 5. Anwendungsmöglichkeiten der DMS

Einige Meßmöglichkeiten mit DMS sind in den vorhergegangenen Kapiteln aufgezeigt worden. Die Anwendungen der DMS sind aber so vielseitig, daß es über den Rahmen dieses Beitrages hinausgehen würde, hier alle Meßverfahren zu beschreiben. Einige interessante Anwendungen sollen jedoch aufgeführt werden.

DMS als Stäbe ausgebildet und auf Biegung beansprucht, eignen sich besonders für kleine Kräfte- und Wegmessungen. Zur Drehmomentmessung an Wellen, in Maschinen, bei Brems- und Motorprüfständen werden sogenannte Drehmomentmeßwellen verwendet, deren Aufnahme aus dem mit mehreren DMS beklebten Meßwandler und dem Elektronikeil mit der Brücken- und Verstärkerschaltung besteht. Sie werden an die zu überwachenden Elemente angeflanscht und geben bei beliebigen Drehwinkeln und bei Drehzahlen bis zu einigen Tausend/min sowie Drehmomenten von Null bis zu einigen Hundert mkp eingeprägte Ausgangsströme von 10 oder 20 mA ab.

Zur Druckmessung in Flüssigkeiten und Gasen benutzt man DMS-Druckaufnehmer, die ebenfalls mit dem Elektronikeil in einem Gehäuse untergebracht sind und an das zu überwachende Rohrleitungssystem angeschraubt oder angeflanscht werden. Sie eignen sich zur Messung von Drücken bis etwa 2500 kp/cm<sup>2</sup> (2400 bar). Die Messung von Differenzdrücken und Durchfluß ist mit DMS-Wandlern ebenfalls möglich; den Grundaufbau zeigt Bild 11. Hier wirkt der Gas- oder Flüssigkeits-Differenzdruck auf eine

Membrane, an deren Mittelpunkt eine Biegefeder mit zwei DMS befestigt ist. Unter dem Einfluß der Biegespannung und der dadurch auftretenden Oberflächendehnung der DMS verändern diese gegenseitig ihren Nennwiderstand. Die in der Brückenschaltung

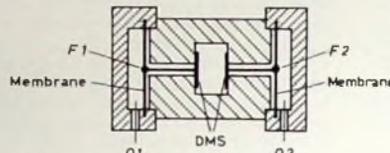
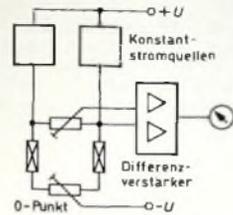


Bild 11 Differenzdruckmessung; links: Prinzip des Meßwertaufnehmers, rechts: Meßschaltung



entstehende Differenzspannung wird in einem Differenzverstärker verstärkt und in einen der Widerstandsänderung proportionalen eingepägten Gleichstrom umgeformt. Bei der Überschreitung des vorgegebenen Maximaldruckes öffnet eine Überdruckfeder und läßt den überschüssigen Gas- oder Flüssigkeitsdruck ins Freie ab.

Überall dort, wo veränderliche mechanische Größen möglichst genau gemessen und registriert werden sollen, werden DMS in Brückenschaltungen verwendet. So sind beispielsweise Messungen an Kraftfahrzeugmotoren möglich. Besonders wichtig ist hierbei die Aufnahme des Druckdiagramms, um Einblick in die Vorgänge im Zylinder zu erhalten und um eine Trennung zwischen thermodynamisch bedingten Verlusten und jenen durch mechanische Reibung vornehmen zu können. Ein DMS sitzt hierbei direkt im Zylinderkopf des Motors. Aus den gewonnenen, mit Oszillografen auf gezeichneten Diagrammen kann man dann den Höchstdruck und die Druckanstiegsgeschwindigkeit ablesen und

Schlüsse auf die mechanische Beanspruchung der Motorteile und die Geräuschbildung infolge der Verbrennung ziehen. Im Fahrzeugbau lassen sich weiterhin Fahrwerkbeanspruchungen, Kollisionskräfte, Hydrauliksysteme, Vibrationen usw. messen. An

Hydraulikanlagen (zum Beispiel Pressen) lassen sich Schaltventile, Stempelkräfte, Kolbenpumpen usw. analysieren. Ferner sind im Maschinenbau Materialprüfungen auf Stoß, Schlag, Vibration, dynamische Beanspruchungen an Stempeln, Stanzen, Punktschweißmaschinen, Übertragungskraftmessungen an Gestängen, Zylinderdeckelbolzen, Schnittkraftmessungen usw. möglich. In der Aerodynamik und in der Antriebstechnik sind mit entsprechend angeordneten DMS Stoßwellenprüfungen, Schubmessungen und Schallgeschwindigkeitsmessungen durchführbar.

### Schrifttum

Meßtechnik, elektrische Meßgeräte und Meßeinrichtungen. Druckschrift der Siemens AG, Oktober 1971

Schink, H.: Elektrische Fernmessung und Meßwertverarbeitung in der Verfahrenstechnik. VDI-Bildungswerk BW 1607, November 1970

● Benz, W.: Elektrische und elektronische Meßtechnik Heidelberg 1972, Bohmann

Hatschek, R.: Mechanisch-elektrische Meßwandler messen + prüfen (1970) Nr. 3, S. 201-204

## Prozeßrechnergesteuerte Testautomaten

Als Ergebnis der Entwicklung einer neuen Generation prozeßrechnergesteuerter Testautomaten für Messungen an Bausteinen, Platinen, Baugruppen und Geräten mit digitalen und analogen Funktionen liefert Rohde & Schwarz jetzt das „ATS“-System („ATS“: Automatisches Test-System). Hinsichtlich der Anwendungen unterscheidet man bei den ATS-Anlagen zwischen Testautomaten für digitale Messungen („ATS-D“) und Testautomaten für analoge Messungen („ATS-A“). Die Konzeption der Anlagen ermöglicht es, jedes einzelne Eingabe- und Ausgabegerät vom Programm her individuell anzusteuern und Programmänderungen jederzeit vorzunehmen. Im Gegensatz zu früheren Anlagen übernimmt jetzt ein Prozeßrechner die Programmspeicherung, die Steuerung der Anlage und die Meßwertauswertung. Alle Prüfvorschriften für das Meßobjekt werden auf der Fernschreibmaschine erstellt und vom Computer in ein Objektprogramm umgesetzt. Der Compiler erkennt auch syntaktische und programmtechni-

sche Fehler. Das vom Compiler erstellte Objektprogramm setzt der Interpreter in die Ablaufvorgänge der Anlagensteuerung um.

Um den Anwender von aller langwierigen Programmierungsaufgaben zu entlasten, entstand SESAM II (Symbolische Eingabe-Sprache für Automatische Meßsysteme), eine leicht erlernbare, problemorientierte Programmiersprache. Sowohl die Eingabesprache SESAM II als auch der Steueranteil sind für digitale und analoge Anlagen gleich. Die Anlagen für Digitaltest („ATS-D“) führen Funktions- und Gleichstrommessungen sowie Impuls- und Schaltzeitmessungen aus. Die Grundaustufe ist für Prüfobjekte mit 16 Pins ausgelegt und läßt sich in Stufen zu je 16 Pins erweitern. Die Testgeschwindigkeit bei Funktions-tests ist 10 kHz. „ATS-A“-Anlagen für Analogtest sind für Gleich- und Wechselstromparameter-Messungen bis 500 MHz geeignet. Da beide Anlagen modular aufgebaut sind, ist auch eine Erweiterung der Hard- und Software in mehreren Stufen möglich.

# FET-Transistorprüfgerät „IT-121“

Ein leicht bedienbares Prüfgerät für Halbleiter, mit dem man rasch feststellen kann, ob ein in einem defekten Gerät befindlicher Transistor oder ein vorgesehenes Ersatzstück funktionsfähig ist, sollte heute in keiner Werkstatt fehlen. Obwohl eine Anzahl einfacher Prüfgeräte im Handel erhältlich ist, so sind diese doch meistens nur für den Test von bipolaren Transistoren und Dioden ausgelegt.



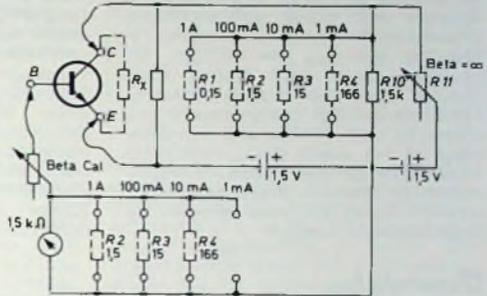
stromverstärkung, den Leitwert und den Reststrom. Die Stromversorgung erfolgt aus zwei Monozellen, deren Brauchbarkeit sich unter Belastung mit einem 1,5-Ohm-Widerstand mit dem Meßinstrument überprüfen läßt. Das FET-Transistorprüfgerät mit pultförmigem Gehäuse (Abmessungen 240 mm × 70/105 mm × 204 mm) gibt es auch als preisgünstigen Bausatz.

abgeglichen. Nachdem das Prüfobjekt angeschlossen wurde, kann dann auf der Skala der Leitwert in  $\mu\text{mho}$  beziehungsweise  $\mu\text{S}$  abgelesen werden.

Die Schaltung zur Prüfung der Gatefunktion zeigt Bild 7. Nach Drücken der Taste Gate 1, bei Dual-Gate-Ausführungen anschließend auch Gate 2, muß der vorher angezeigte Leitwert zunehmen. Ist das nicht der Fall oder geht der Zeigerausschlag zurück, so ist

Bild 1 FET-Transistorprüfgerät „IT-121“ von Heathkit

Bild 2 Schaltung zur Messung der Gleichstromverstärkung von bipolaren NPN-Transistoren



Sehr vielseitig dagegen sind die Anwendungsmöglichkeiten des neuen FET-Transistorprüfgeräts „IT-121“ von Heathkit (Bild 1), das man aber besser als Halbleiterprüfgerät bezeichnen sollte. Es ermöglicht nämlich nicht nur die Prüfung auf gut oder schlecht von bipolaren PNP- und NPN-Transistoren, Feldeffekttransistoren (JFET, MOSFET, Dual-Gate-MOSFET) sowie Unijunktions-Transistoren, sondern auch von Dioden, Thyristoren und Triacs. Außerdem lassen sich messen: bei bipolaren Transistoren die Gleichstromverstärkung (Beta) von 1 bis 5000, Kollektorstrome bis 1 A und die Restströme ( $I_{CBO}$ ,  $I_{CES}$ ,  $I_{CEO}$ ); bei Feldeffekttransistoren der Leitwert ( $g_m$ ) von 0 bis 50 000  $\mu\text{mho}$  ( $1 \mu\text{mho} = 1 \mu\text{S}$ ) sowie deren Restströme  $I_{GSS}$  und  $I_{DSS}$ . Kleinsignaldioden- und Gleichrichterioden, Z-Dioden und Varaktordioden können in Sperr- und Durchlaßrichtung geprüft werden. Der Thyristor- und Triactest erstreckt sich auf die Schalterfunktion und den Durchlaßstrom. Bei den Unijunktions-Transistoren mißt man nur die Restströme  $I_{B2S}$ ,  $I_{B2B1S}$  und  $I_{B2ES}$ .

Die Halbleiter können bei den meisten Prüfungen (außer Reststrommessungen) in der Schaltung verbleiben (Stromversorgung des Geräts abschalten); sie werden über verschiedenfarbige Prüfschnüre und Abgreifklemmen mit dem Testgerät verbunden. Bei nicht eindeutigen Prüfergebnissen und für genauere Messungen muß der Halbleiter jedoch aus der Schaltung herausgenommen werden. Die einzelnen Funktionen, Meßbereiche und Halbleiterarten sind mit Drucktasten einschaltbar. Die Meßgenauigkeit (außerhalb der Schaltung) beträgt  $\pm 2\%$ . Das Anzeigegerät hat Skaleneichnungen für die Gleich-

## Schaltung

Von der Veröffentlichung der Gesamtschaltung des Prüfgeräts wird Abstand genommen, weil sie durch die vielen Umschaltungen mit den 16 Drucktasten recht unübersichtlich erscheint. Statt dessen sollen Schaltungen von den wichtigsten Meßprogrammen gebracht werden, die sich durch Tastendruck einstellen lassen. Für bipolare Transistoren und Feldeffekttransistoren sind getrennte Fassungen und zum Anschluß der Prüfschnüre vier Steckbuchsen vorhanden. Vor der Messung sollte man den Batteriezustand prüfen und dann feststellen, ob es sich bei dem Prüfling um einen PNP- oder NPN-Transistor beziehungsweise P-Kanal- oder N-Kanal-Feldeffekttransistor handelt und die entsprechende Taste drücken.

Die Schaltung zur Messung der Gleichstromverstärkung von NPN-Transistoren zeigt Bild 2. Mit den Regelwiderständen Beta =  $\infty$  und Beta Cal erfolgt zuvor der Abgleich der Meßschaltung; entsprechend dem eingestellten Strommeßbereich unter Berücksichtigung des Multiplikationsfaktors wird auf der Instrumentenskala die Gleichstromverstärkung abgelesen. Bild 3 veranschaulicht die Meßschaltung für den Reststrom  $I_{CBO}$  (zwischen Kollektor und Basis bei offenem Emitter), Bild 4 die Meßschaltung für den Reststrom  $I_{CES}$  (zwischen Kollektor und Emitter, Emitter und Basis kurzgeschlossen) und Bild 5 die Meßschaltung für  $I_{CEO}$  (Reststrom zwischen Kollektor und Emitter bei offener Basis).

Vor der Messung des Leitwertes (Transconductance) von Feldeffekttransistoren nach Bild 6 wird zunächst ohne angeschalteten Transistor der Meßkreis mit dem Regelwiderstand R 11 auf Instrumentenanzeige  $g_m = 0$

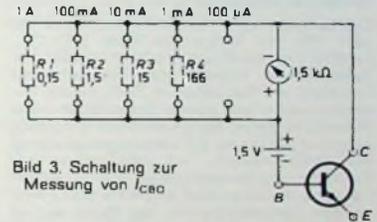


Bild 3 Schaltung zur Messung von  $I_{CBO}$

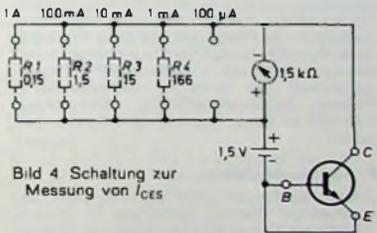


Bild 4 Schaltung zur Messung von  $I_{CES}$

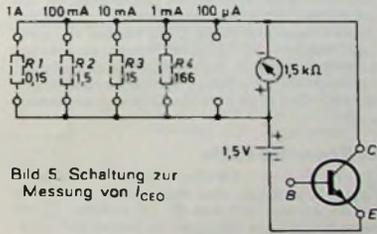


Bild 5 Schaltung zur Messung von  $I_{CEO}$

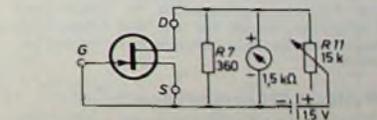


Bild 6 Schaltung zur Messung des Leitwertes bei Feldeffekttransistoren

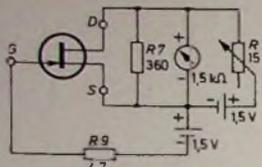


Bild 7. Schaltung für die Funktionsprüfung von Dual-Gate MOSFET

der Transistor defekt. Mit der Schaltung nach Bild 8 wird der Reststrom  $I_{GSS}$  gemessen, der zwischen Gate und Source fließt, wobei Source und Drain kurzgeschlossen sind. Da dieser Wert bei einem funktionsfähigen FET im nA-Bereich liegt, deutet jegliche Anzeige auf einen unbrauchbaren Transistor hin. Nach Bild 9 erfolgt die Messung von  $I_{DSS}$ , des Stromes, der zwischen Drain und Source fließt (Source und Gate kurzgeschlossen). Der Strom beträgt im allgemeinen zwischen 0,1 und 10 mA. Die  $I_{DSS}$ -Messung ist vor allem dann vorteilhaft, wenn typengleiche Feldeffekttransistoren zu Paaren zusammengestellt werden sollen wie zum Beispiel für Gegendruckschaltungen.

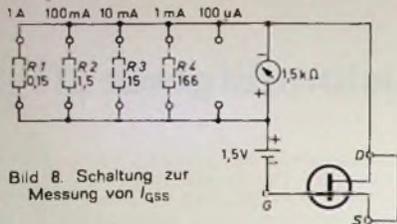


Bild 8. Schaltung zur Messung von  $I_{GSS}$

Für die Prüfung von Dioden wird die Schaltung im Bild 5 eingesetzt. Die Katode wird an die Kollektor- und die Anode an die Emittorbuchse angeschlossen, während die Taste in Stellung NPN gebracht wird; angezeigt wird der Sperrstrom. Bei Tastenstellung PNP kann man den Durchlaßstrom messen. Entsprechend der zu prüfenden Diodenart und des Prüfungsvorganges, sind die Strombereiche des Meßinstrumentes einzustellen. Auf diese Weise können HF-Dioden, Schaltdioden, Kapazitätsdioden, Leistungsdiolen (Gleichrichter), Z-Dioden und Varaktor-Dioden auf ihre Funktionsfähigkeit geprüft werden. Einige Hochspannungsdioden, bei denen im leitenden Zustand der Span-

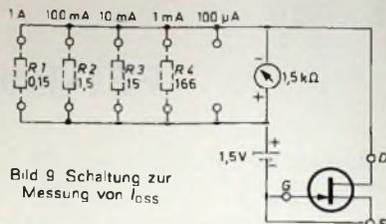


Bild 9. Schaltung zur Messung von  $I_{DSS}$

nungsabfall zwischen Katode und Anode mehr als 1,5 V beträgt, sowie die tatsächliche Z-Spannung von Z-Dioden können nicht gemessen werden.

Auf die Prüfschaltungen von Unijunction-Transistoren, Thyristoren und Triacs wird hier nicht eingegangen, da es über den Rahmen dieses Beitrages hinausgehen würde. Der Autor hat aus einem Baukasten das Gerät selbst zusammenggebaut, ohne daß bei der Arbeit irgendwelche Probleme auftraten. In der Praxis bewährte sich das „JT 121“ vor allem wegen seiner einfachen Handhabung ausgezeichnet. Es wird in jeder Servicewerkstatt und im Labor des Amateurs ein nützliches Hilfsmittel sein.

## Persönliches

### W. Meyer 65 Jahre

Das 65. Lebensjahr vollendete am 10. Februar 1973 Werner Meyer bis Ende 1971 Geschäftsführer der *Blaupunkt Werke GmbH*, Hildesheim und Vorsitzter des Fachverbandes Rundfunk und Fernsehen im ZVEI, dessen Ehrenvorsitzer er seit diesem Zeitpunkt ist. Viele Jahre hat W. Meyer seine Kenntnisse und Erfahrungen in den Dienst der Verbandsorganisation der Elektroindustrie und insbesondere der Rundfunk- und Fernsehgeräteindustrie gestellt. Für seine verdienstvolle Tätigkeit in den Gremien des Zentralverbandes der Elektrotechnischen Industrie, dessen Vorstand er seit 1968 angehört, wurde ihm vor kurzem die Goldene Ehrenplakette des ZVEI verliehen. Seine Verdienste um die Pflege und Festigung internationaler Kontakte fanden bereits vor Jahren Anerkennung durch die Verleihung der Ehrenmitgliedschaft der Union Internationale de la Presse Radiotechnique et Electronique (UIPRE), zu deren Initiatoren und Gründern er gehört.

### F. Förster 65 Jahre

Am 13. Februar 1973 vollendete der Leiter des *Instituts Dr. Förster* Reutlingen, Dr. Friedrich Förster, das 65. Lebensjahr. Dr. Förster hat die wissenschaftlichen Grundlagen für die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung auf magnetischer Basis erarbeitet. Er ist Inhaber von etwa 120 Patenten und hat einen Namen als wissenschaftlicher Autor. Sein Unternehmen beschäftigt über 400 Mitarbeiter, von denen rund 100 im Bereich Forschung und Entwicklung eingesetzt sind.

### G. Rögner 65 Jahre

Georg Rögner, Direktor bei der Frankfurter Firma *Telefonbau und Normalzeit*, vollendete am 23. Januar 1973 das 65. Lebensjahr. Durch seine langjährige Mitarbeit im Beirat der Deutschen Gesellschaft für Chronometrie sowie in der Forschungsgesellschaft für Uhren- und Feingeräte-Technik hat sich der Jubilar auch außerhalb des Unternehmens einen Namen gemacht.

### W. Hecht 25 Jahre bei Vogt & Co.

Walter Hecht (64) beging am 1. März 1973 das Jubiläum der 25jährigen Zugehörigkeit zur Firma *Vogt & Co. KG*, Erlau. Er war als kaufmännischer Angestellter in das Unternehmen

eingetreten. Im Oktober 1953 wurde ihm Einzelprokura erteilt, und seit Ende 1959 ist er Geschäftsführer.

### D. Möhring Senator ehrenhalber

Dipl.-Ing. Dieter Möhring, Vorsitzender des Vorstands der *Standard Elektrik Lorenz AG (SEL)*, Stuttgart, wurde auf Antrag der Fachbereiche Elektrische Energietechnik und Elektrische Nachrichtentechnik vom Senat der Universität Stuttgart zum Senator ehrenhalber ernannt. In der Begründung dieser Ehrung heißt es: Möhring habe „als Ingenieur und als Leiter eines bedeutenden Unternehmens der Nachrichtentechnik die technische Entwicklung entscheidend gefördert und Lehre und Forschung an der Universität Stuttgart verständnisvoll unterstützt“.

### U. Prestin neuer Vorsitzender der Arbeitsgemeinschaft Unterrichtstechnik

Beirat und Mitgliederversammlung der Arbeitsgemeinschaft Unterrichtstechnik wählten Ulrich Prestin (44) Prokurist und Bereichsleiter im Hause *Nordmende*, zum Vorsitzenden der Arbeitsgemeinschaft. Sein Vorgänger, Heinz Ritter (*BASF*), der aus beruflichen Gründen bat, von seiner Wiederwahl Abstand zu nehmen, wurde zum stellvertretenden Vorsitzenden gewählt. Die der Arbeitsgemeinschaft angeschlossene Technische Kommission steht unter der Leitung von K. H. Geishardt (*Philips*). Träger der Arbeitsgemeinschaft Unterrichtstechnik sind die Fachverbände 14 (Rundfunk und Fernsehen), 15 (Meßtechnik und Prozeßautomatisierung), 26 (Phonotechnik) und 31 (Datenverarbeitung) des Zentralverbandes der Elektrotechnischen Industrie (ZVEI). Es besteht eine enge Zusammenarbeit mit dem Industrieverband Feinmechanik und Optik.

### D. Solaro stellvertretendes SEL-Vorstandsmitglied

Dipl.-Ing. Dietrich Solaro, Comptroller der *Standard Elektrik Lorenz AG (SEL)*, ist vom Aufsichtsrat mit Wirkung vom 1. Januar 1973 zum stellvertretenden Vorstandsmitglied berufen worden. Solaro, geboren 1929 in Berlin, studierte an der Technischen Universität seiner Heimatstadt Wirtschaftsingenieurwesen. Er kam 1956 zu *SEL*, übernahm 1963 die Leitung der Zentralabteilung Langfristige Planung und wurde 1966 Verwaltungsleiter des Geschäfts-

bereichs Fernsprechtechnik. 1969 wurde Solaro zum Comptroller der Werkgruppe des Unternehmens und ein Jahr später zum Comptroller der *SEL* ernannt. Ihm wurde 1971 Generalvollmacht erteilt.

### E. Schmidt übernimmt technische Führung im BBC-Konzern

Professor Dipl.-Ing. Eberhard Schmidt, seit 1967 Vorstandsvorsitzender der *Brown, Boveri & Cie AG (BBC)*, Mannheim, wird am 31. März 1973 aus dem Vorstand ausscheiden, um im Rahmen der *BBC*-Konzernleitung, der er seit ihrem Bestehen angehört, als neue Aufgabe die Technische Führung im Konzern zu übernehmen. Der Verwaltungsrat der *AG Brown, Boveri & Cie*, Baden (Schweiz), hat ihn zum Delegierten des Verwaltungsrates gewählt. Als seinen Nachfolger im Vorstandsvorsitz der *BBC*, Mannheim, mit Amtsantritt am 1. April 1973 wählte der Aufsichtsrat den bisherigen stellvertretenden Vorstandsvorsitzenden Dr. rer. pol. Hans Göhringer. Es ist vorgesehen, der nächsten Hauptversammlung der *BBC*, Mannheim, die Zuwahl von Professor Schmidt in den Aufsichtsrat vorzuschlagen.

### FTZ-Präsident Maul trat in den Ruhestand

Im Rahmen einer Feierstunde verabschiedete der Parlamentarische Staatssekretär im Bundesministerium für Forschung und Technologie und für das Post- und Fernmeldewesen, Dr. Hauff, am 31. Januar 1973 den Präsidenten des Fernmeldetechnischen Zentralamts (FTZ), Dipl.-Ing. Friedrich Maul, der mit Wirkung vom selben Tage nach Erreichen der Altersgrenze in den Ruhestand getreten ist. Gleichzeitig führte der Staatssekretär als Nachfolger Ministerialrat Dipl.-Ing. Ronald Dingeldey vom Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen in sein neues Amt als Präsident des FTZ ein.

### H. Stärk Leiter der Saba-Pressestelle

Am 28. Februar 1973 ist Georg Lauterbach, Leiter des Hauptreferats Presse der *Saba-Werke*, in den Ruhestand getreten. Sein Nachfolger als Leiter der *Saba*-Pressestelle ist Helmut Stärk, der durch seine langjährige verantwortliche Tätigkeit für *Saba* in der Branche bestens bekannt und geschätzt ist.

# Vertonungssystem für die kombinierte Projektion von Film und Dias

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd 28 (1973) Nr 4 S. 136

## 6. Erzeugung, Aufnahme und Wiedergabe der Impulse

### 6.1. Erzeugung der Filmimpulse

Die Filmimpulse werden zur Nachsynchronisation durch einen astabilen Multivibrator und für die lippensynchrone Tonfilmaufnahme durch einen Kamerakontakt erzeugt. Die Kamera muß dazu einen Kontakt haben, der je Bild einmal geschlossen wird. Die Kamera wird so mit dem Steuergerät verbunden, daß der Kameraeingang dann, wenn der Kontakt geschlossen ist, mit Masse verbunden ist. Da das Steuergerät relativ schwer und für Batteriebetrieb kaum geeignet ist, ist es ratsam, für die lippensynchrone Tonfilmaufnahme ein separates Gerät zu benutzen. Der Filmimpulsgenerator wird wie der Taktgenerator aus zwei Mono-Flop des Typs SN74121N zusammengesetzt (Bild 11), von denen der eine die Länge des Impulses, der andere die Länge der Pause bestimmt. Um verschiedene Impulsfolgenfrequenzen zu erreichen, wird die Länge der Impulspause variiert, während die des Impulses konstant bleibt. Um die Einstellung der Frequenz, der Verzögerungszeit des Lampen-Mono-Flop und der Korrekturautomatik (s. 6.7.) mit einem Schalter vornehmen zu können, ist es zweckmäßig, die Veränderung der Verzögerungszeit nicht kon-

tinuierlich mit Hilfe eines Potentiometers, sondern mit einzelnen Widerständen vorzunehmen, die dann durch einen Drei-Ebenen-Schalter geschaltet werden können. In Tab. II sind die entsprechenden Widerstandswerte  $R_1$  für  $C_1 = 10 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 1 \mu\text{F}$  und  $R_2 = 29 \text{k}\Omega$  aufgeführt.

Will man exakte Frequenzen erhalten, so empfiehlt es sich, die Verzögerungszeiten mit Hilfe von Trimpotentiometern einzustellen. Der Impulsgenerator wird mit Hilfe eines Schalters oder automatisch durch die Korrekturautomatik eingeschaltet.

### 6.2. Erzeugung der Diapulse

Die Diapulse werden auf Tastendruck durch einen Mono-Flop erzeugt und, wenn der Filmimpulsgenerator eingeschaltet ist, automatisch in die Filmimpulsreihe eingefügt. Die Verzögerungszeit des Mono-Flop muß deshalb kleiner als die minimale Filmimpulspause sein. Durch die Einfügeautomatik wird der Mono-Flop zu Beginn einer Filmimpulspause getriggert. Die Automatik gleicht den unter 3.1.1. beschriebenen Impulsformstufen mit den Ausnahmen, daß sie durch den Filmimpulsgenerator gesteuert

wird und beim Anlegen der Betriebsspannung die Flip-Flop gesetzt werden müssen, da der Impulsgenerator nicht dauernd eingeschaltet ist und sonst beim Einschalten des Generators eventuell ein Diapuls entsteht.

Tab. II. Widerstandswerte zur Veränderung der Verzögerungszeit nach Bild 11

f Hz	R <sub>1</sub> kOhm
16	6,1
18	5,1
20	4,3
22	3,7
24	3,1
26	2,7

hen würde. Der Schalter S1 (2 x U) zum Einschalten des Filmimpulsgenerators schaltet gleichzeitig die Einfügeautomatik ein. Ist der Filmimpulsgenerator eingeschaltet, so laufen die Impulse nicht durch die Einfügeautomatik um zu vermeiden, daß durch Kontaktprellungen beim Drücken und Loslassen des Schalters je ein Diapuls erzeugt wird, kann man durch

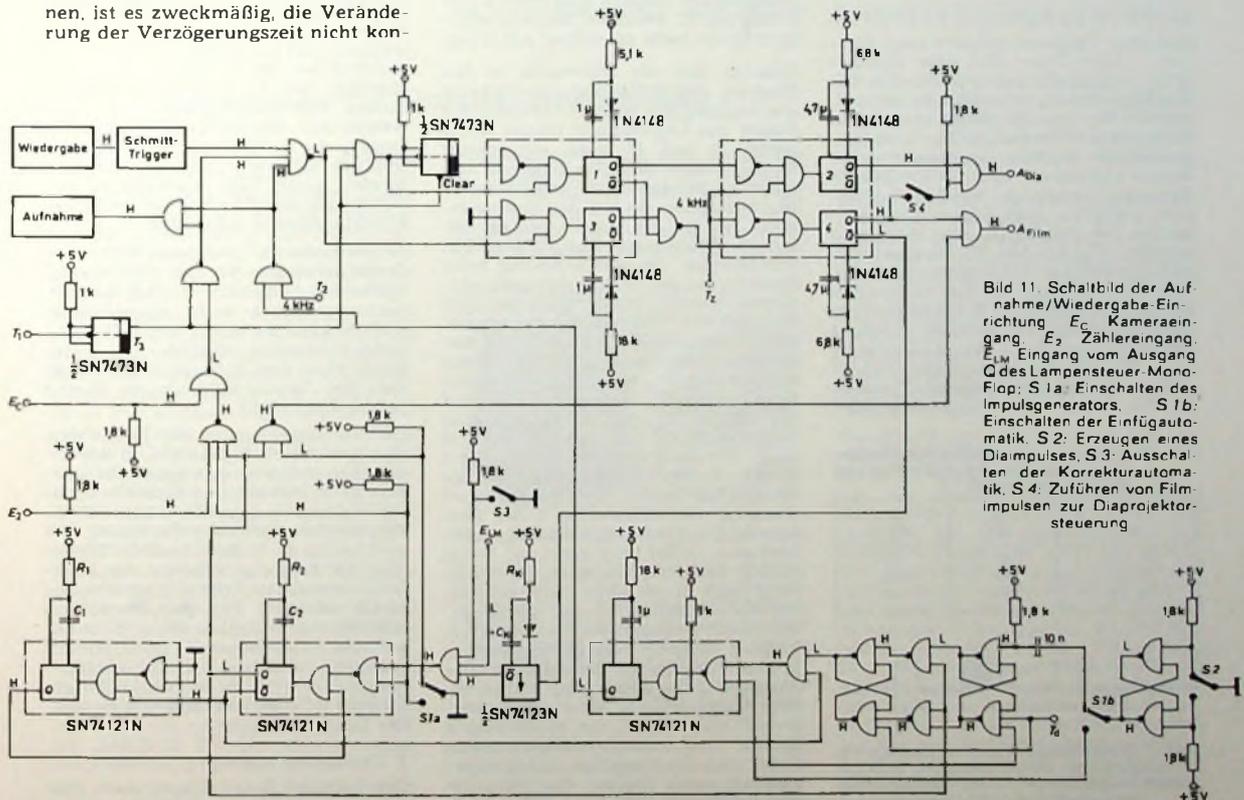


Bild 11. Schaltbild der Aufnahme/Wiedergabe-Einrichtung.  $E_C$ : Kameraeingang,  $E_2$ : Zählereingang,  $E_{LM}$ : Eingang vom Ausgang Q des Lampensteuer-Mono-Flop; S1a: Einschalten des Impulsgenerators, S1b: Einschalten der Einfügeautomatik, S2: Erzeugen eines Diapulses, S3: Ausschalten der Korrekturautomatik, S4: Zuführen von Filmimpulsen zur Diaprojektorsteuerung

### 6.3 Codierung der Impulse

Die auf die oben beschriebene Art erzeugten Film- und Diainpulse werden in NF-Impulse verschiedener Eigenfrequenz umgewandelt. Die Filmimpulse werden in Anlehnung an das Volland-Tonsystem mit der Frequenz von 1 kHz verknüpft, die Diainpulse mit einer Frequenz von 4 kHz. Die Diainpulse werden direkt mit der zentralen Taktfrequenz  $T_2$  verknüpft, die Frequenz von 1 kHz ( $T_3$ ) wird aus  $T_1$  oder  $T_2$  durch Teilung durch 2 mittels eines Master-Slave-Flip-Flop gewonnen. Die NF-Impulse werden anschließend durch ein Gatter zusammengefaßt.

### 6.4 Zähleranschluß

Für die Vertonung ist es vorteilhaft, einen Zähler anschließen zu können, der die Tonband- oder Projektorimpulse zählt. So ist es beispielsweise möglich, den Film zu vertonen, ohne ihn durch den Projektor laufen zu lassen, indem man den Ton genau nach einer bestimmten Anzahl von Impulsen einsetzen läßt. Eine noch größere Verbesserung bringt ein Vorwahlzähler, der dann, wenn er eine eingestellte Zahl erreicht hat, ein Signal abgibt, das über ein Gatter die weitere Abgabe von Impulsen verhindert (Bild Nr 11). Durch diese Einrichtung kann man erreichen, daß man das Tonband mit einer genau bestimmten Anzahl von Impulsen bespielt. Ein derartiger Zähler läßt sich leicht aus integrierten Bausteinen (dekadische Zähler und Decodierer) und Nixie-Röhren oder 7-Segment-Anzeigen bauen.

### 6.5 Tonbandgeräteanschluß

Auf dem Tonband müssen zwei Spuren – eine Ton- und eine Impulsspur – aufgezeichnet werden. Um das Tonband richtig schneiden zu können, müssen die Impulse direkt neben dem zugehörigen Ton auf das Tonband aufgezeichnet werden; es müssen also Stereo-Halbspur- oder -Viertelspur-Tonköpfe verwendet werden. Am besten geeignet sind Stereo-Tonbandgeräte, die überhaupt nicht umgebaut werden müssen. Bei Tonbandgeräten mit Viertelspur-Tonköpfen muß der Tonkopf mit einer Buchse verbunden werden; bei anderen Tonbandgeräten muß zusätzlich ein anderer Tonkopf eingebaut werden. Die Ausführung des Wiedergabeverstärkers richtet sich nach dem verwendeten Tonkopf [1]. Bei Stereo-Tonbandgeräten wird

für die Aufnahme der entsprechende Gatterausgang (Bild 11) über einen Widerstand (etwa 1 MOhm) mit dem Phonoingang des Tonbandgerätes verbunden; bei der Wiedergabe genügt ein zweistufiger NF-Verstärker zur Verstärkung des vom Rundfunkausgang kommenden Signals. Das verstärkte Signal muß durch einen Schmitt-Trigger (s. Bild 8) an das TTL-System angepaßt werden. Es muß darauf geachtet werden, daß der Verstärker so ausgelegt wird, daß im Ruhezustand am Eingang zum TTL-System H liegt.

### 6.6 Digitale Frequenzweiche mit Demodulation und Störimpulsunterdrückung

Nachdem die vom Tonband kommenden NF-Impulse verstärkt wurden und durch einen Schmitt-Trigger an das TTL-System angepaßt wurden, gelangen sie in eine digitale Schaltung, die die Impulse verschiedener Modulationsfrequenzen voneinander trennt, sie demoduliert und Störimpulse unterdrückt. Die Diainpulse (Modulationsfrequenz 4 kHz) werden dadurch erkannt, daß innerhalb von 0,5 ms der Eingang mehr als einmal auf H liegt. Dazu wird der Ausgang des Schmitt-Triggers durch ein AND-Gatter mit dem Takt  $T_3$  (1 kHz) verknüpft. Der Ausgang des Gatters ist mit dem Takteingang eines JK-Master-Slave-Flip-Flop verbunden, dessen Eingänge J und K auf H liegen und das durch den Takt  $T_3$  rückgesetzt wird (wenn er auf L liegt). Der Ausgang des Gatters liegt dann kurzfristig auf H, wenn der Eingang während 0,5 ms mehr als einmal auf H lag.

Gelangt also ein Diainpuls in den Eingang der Schaltung, so erscheint am Ausgang des Gatters während der Dauer des Diainpulses immer dann, wenn  $T_3$  auf H liegt, ein kurzer Impuls. Diese Impulse triggern nun einen nachtriggerbaren monostabilen Multivibrator, dessen Verzögerungszeit  $t_1$  größer als 1 ms ist und der somit die Diainpulse demoduliert. Um Störimpulse, die beispielsweise beim Einschalten des Tonbandgerätes entstehen können, zu verhindern, wird ein zweiter Mono-Flop verwendet, dessen Ausgang Q erst nach einer Ansprechverzögerung auf H geht. Dazu wird der verzögerte Ausgang des Mono-Flop 1 mit  $T_2$  verbunden. So wird der Mono-Flop 2 im Ruhezustand dauernd durch  $T_2$  getriggert. Erst wenn der Ausgang von Mono-Flop 1 länger als die Verzögerungszeit  $t_2$  des Mono-Flop 2 auf H liegt, erscheint am Ausgang von Mono-Flop 2 der Diainpuls. Ein Filmimpuls (Modulationsfrequenz 1 kHz) liegt dann vor, wenn ein NF-Impuls am Eingang der Schaltung liegt, dieser aber nicht als Diainpuls erkannt wird. Der Eingangsimpuls wird zunächst durch den Mono-Flop 3, dessen Verzögerungszeit  $t_3$  größer als 1 ms ist, demoduliert. Der Ausgang Q des Mono-Flop 3 wird mit dem Ausgang Q von Mono-Flop 1 verknüpft und steuert den Mono-Flop 4, dessen Ansprechverzögerungszeit nicht nur Störimpulse unterdrückt, sondern auch Fehler, die beispielsweise dadurch entstehen, daß  $t_3$  grö-

ßer als  $t_1$  ist. Die Verzögerungszeiten der Mono-Flop sind:

$$t_1 = 1,5 \text{ ms}, t_2 = 10 \text{ ms}, t_3 = 7 \text{ ms}, t_4 = 10 \text{ ms}.$$

Die nach Gl (2) zu berechnenden Werte der RC-Glieder sind Bild 11 zu entnehmen.

### 6.7 Korrekturautomatik

In das Steuergerät kann eine Korrekturautomatik eingebaut werden, die – allerdings nur bei bestimmten Betriebsarten – durch Drop-outs usw. ausgefallene Filmimpulse zu ersetzen vermag. Gegen einen Ausfall von Diainpulsen – der weitaus folgenschwerer wäre – kann man sich schützen, indem man innerhalb der Verzögerungszeit des Mono-Flop, der den Projektor steuert (s. 4.1), zwei- oder mehrfacheinen Diainpuls erzeugt. Für die Filmimpulse dagegen kann man eine Schaltung aufbauen, die dann, wenn nach einem Filmimpuls nach einer Zeit, die größer ist als der normale Abstand zweier Impulse, den Impulsgenerator anschaltet, der nun eine begrenzte Zeit lang Impulse mit der eingestellten Frequenz erzeugt.

Die Schaltung wird durch einen nachtriggerbaren Mono-Flop realisiert, der durch die vom Tonbandgerätes kommenden Filmimpulse getriggert wird und dessen Verzögerungszeit etwas größer als der Abstand der Anfänge der Filmimpulse bei der jeweils einzustellenden, mit der Projektionsgeschwindigkeit übereinstimmenden Frequenz ist. Der Ausgang dieses Mono-Flop wird mit dem des Lampensteuer-Mono-Flop verknüpft (damit am Ende der Tonbandimpulsreihe nicht fortwährend Impulse erzeugt werden) und schaltet im entsprechenden Fall den Impulsgenerator ein. Die Impulse, die der Generator erzeugt, dürfen nun selbstverständlich nicht wieder zur Korrekturautomatik gelangen, da sie so auch fortwährend Impulse erzeugen würden, sondern werden hinter der Abzweigung zur Automatik mittels eines Gatters in die Filmimpulsreihe eingefügt.

Bei Betriebsarten, bei denen der Filmprojektor während der Vorführung seinen Lauf unterbricht, darf die Korrekturautomatik nicht eingeschaltet sein, da sonst jedesmal, wenn die Tonbandimpulsreihe abbricht, die Automatik etwa drei Impulse erzeugt und sich der Synchronismus um diesen Betrag verschiebt.

Die Verzögerungszeit des Mono-Flop der Korrekturautomatik muß der jeweiligen Bildfrequenz angepaßt werden. Es ist ratsam, zum Einstellen dieser Verzögerungszeiten einen Dreiebenen-Schalter zu verwenden, der gleichzeitig die Widerstände der Mono-Flop des Impulsgenerators, der Lampenautomatik und der Korrekturautomatik schaltet. Vor der Projektion braucht also lediglich dieser Schalter auf die entsprechende Bildfrequenz gestellt zu werden. Für die Verzögerungszeiten sind die in Tab. III aufgeführten RC-Werte zu empfehlen (Bild 11 und 12).

### 7. Erzeugung von T<sub>0</sub>

Der Setztakt  $T_0$  wird kurz nach dem Anlegen der Betriebsspannung durch

Tab. III. Werte zur Veränderung der Verzögerungszeiten für den Mono-Flop der Korrekturautomatik

f Hz	C <sub>K</sub> µF	R <sub>K</sub> kOhm
16...18	10	27
20...22	10	22
24...26	10	15

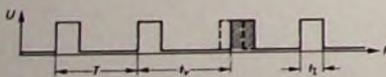


Bild 12 Impulsdiagramm der Korrekturautomatik (ausgefallener Impuls gestrichelt, ersetzter schraffiert gezeichnet; für die Verzögerungszeit  $t_1$  muß  $T < t_1 < 2T - T$  sein)

einen Mono-Flopperzeugt. Der Schmitt-Trigger-Eingang wird über einen Kondensator von  $10\ \mu\text{F}$  mit Masse und über einen Widerstand von etwa  $1,8\ \text{k}\Omega$  mit der positiven Betriebsspannung verbunden, damit der Mono-Flop sicher getriggert wird. Die Verzögerungszeit muß groß genug sein, um durch die Impulsformstufen erzeugte Impulse unwirksam zu machen (zum Beispiel  $C=10\ \mu\text{F}$ ,  $R=33\ \text{k}\Omega$ ).

### 8. Aufbau des Gerätes

Die TTL-Schaltungen können auf zwei Karten im Europaformat aufgebaut werden (Bild 13). Es ist darauf zu achten, daß die Leitungen wegen der unmittelbaren Nähe der Leistungsschalter möglichst kurz geführt werden. Leitungen mit einer Länge von über  $0,3\ \text{m}$  müssen abgeschirmt werden. Die Betriebsspannung für die IS darf nur zwischen  $4,75$  und  $5,25\ \text{V}$  schwanken. Um Störungen in der Betriebsspannung zu vermeiden, muß sie für etwa je fünf IS mit einem Tantalkondensator von etwa  $0,1\ \mu\text{F}$  abgeblockt werden.

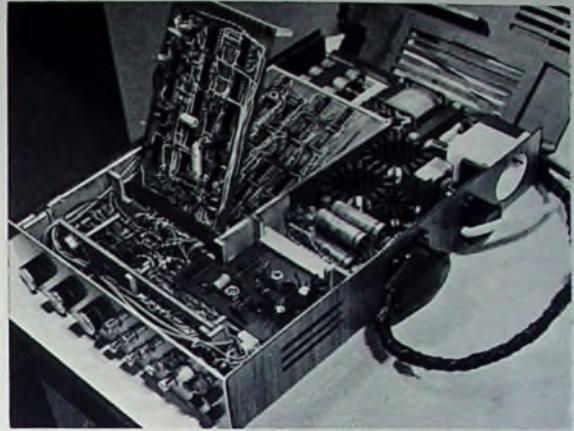
### 9. Betriebsarten

Das Gerät ermöglicht folgende Betriebsarten:

#### ► Film und Dia gleichzeitig

Diese Stellung dient zur Projektion eines Filmes oder zur gleichzeitigen Projektion von Film und Dias. Die Filmprojektorlampe leuchtet so lange, wie der Projektor läuft; die Diaprojektorlampe beginnt nach dem Eintreffen eines Diainpulses zu leuchten. Folgende Schalter sind geschlossen: S 2 und S 4 im Bild 9, S 3 im Bild 11.

Bild 13 Aufbau des Steuergerätes (Aufnahme: Schwahn)



► Film und Dias gleichzeitig mit Korrekturautomatik  
Die Bedingungen sind wie oben, jedoch mit dem Unterschied, daß die Korrekturautomatik eingeschaltet ist. Folgende Schalter sind geschlossen: S 2 und S 4 im Bild 9.

► Film und Dias gleichzeitig mit Stillstandprojektion  
Die Bedingungen sind wie oben, jedoch mit dem Unterschied, daß die Filmprojektorlampe auch nach Stillstand des Projektors weiterleuchtet. Folgende Schalter sind geschlossen: S 4 im Bild 9, S 3 im Bild 11.

► Film und Dias abwechselnd  
Diese Stellung dient zur abwechselnden Projektion von Film und Dias. Die Diaprojektorlampe leuchtet nur

dann, wenn ein Impuls eingetroffen ist und die Filmprojektorlampe nicht leuchtet. Folgende Schalter sind geschlossen: S 1 im Bild 7, S 2 im Bild 9, S 3 im Bild 11.

#### ► Dia

Diese Stellung dient zur Projektion von Dias. Der Diaprojektorsteuerung werden auch die Filmpulse zugeleitet, so daß auch Dias wiedergegeben werden können, die mit einem anderen Gerät vertont wurden. Folgender Schalter ist geschlossen: S 4 im Bild 11. Es sind weiterhin Schalter zur Aufnahme der Impulse, zur Steuerung der Filmprojektorlampe, zum Einschalten des Impulsgenerators und zur Erzeugung eines Diainpulses sowie zum Einschalten des Gerätes notwendig.

## Baugruppen für Doppler-Radargeräte

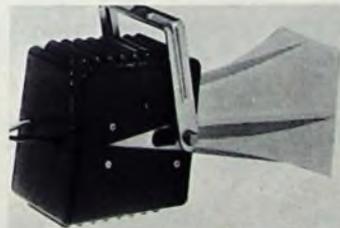
Für Überwachungsaufgaben und zum Schutz von Wertobjekten jeder Art lassen sich kleine Mikrowellen-Doppler-Radargeräte vorteilhaft einsetzen. Für den Aufbau derartiger Geräte liefert die *Valvo GmbH* die Baugruppen „MRX 05“, „MRX 08“ und „MRX 09“, die im X-Band ( $5,2 \dots 10,9\ \text{GHz}$ ) arbeiten.

Die Baugruppen „MRX 05“ und „MRX 09“ enthalten einen gleichzeitig als Mischer arbeitenden Sender-Oszillator. Ein stabilisierter Gleichspannungswandler speist das Gunn-Element im Oszillator und den NF-Verstärker. Über eine Steuerschaltung wird ein Relais betätigt, so daß ein potentialfreier Signalausgang zur Verfügung steht. Die Niederfrequenz kann direkt abgegriffen werden. Außerdem ist die Empfindlichkeit des NF-Verstärkers einstellbar.

Bei beiden Typen beträgt die Speisepannung  $11 \dots 15\ \text{V}$  (Nennwert  $12\ \text{V}$ ), die Stromaufnahme  $300 \dots 700\ \text{mA}$  und die Mikrowellen-Ausgangsleistung  $15\ \text{mW}$ . Der Hornstrahler hat einen Bündelungswinkel von  $30^\circ$ . Während die Baugruppe „MRX 05“ für sehr niedrige Geschwindigkeiten von  $0,25$  bis  $2,5\ \text{km/h}$  ausgelegt ist, eignet sich die „MRX 09“ für den Geschwindigkeitsbereich von  $1$  bis  $300\ \text{km/h}$ .

Bei niedrigen Geschwindigkeiten unterscheidet sich die Frequenz des

Empfangssignals nur sehr wenig von der Oszillatorfrequenz. Bei der unteren Grenzfrequenz der „MRX 05“ von  $0,25\ \text{km/h}$  beträgt zum Beispiel die Abweichung nur etwa  $4,5\ \text{Hz}$ . Da das Frequenzgebiet in un-



Baugruppe „MRX 05“ für Doppler-Radargeräte

mittelbarer Trägernähe stets wesentlich stärker verrauscht ist als das weiter entfernte, ist die Empfindlichkeit und damit die Reichweite bei gleicher Ausgangsleistung um so geringer, je kleiner die Geschwindigkeit des erfaßten Objekts ist. Das gilt aber nur für die unmittelbare Umgebung der Trägerfrequenz.

Die „MRX 05“ hat mit ihrer unteren Grenzfrequenz von  $0,25\ \text{km/h}$  eine Reichweite von  $15\ \text{m}$  (sich bewegende Person), die „MRX 09“ eine

Reichweite von  $25\ \text{m}$  (sich bewegende Person). Beim Betrieb der Baugruppen mit abmontiertem Hornstrahler ist der Bündelungswinkel  $110^\circ$ , und die Reichweiten verringern sich auf etwa ein Drittel.

Beide äußerlich gleichen Baugruppen haben die Abmessungen  $220\ \text{mm} \times 90\ \text{mm} \times 60\ \text{mm}$  und ein Gewicht von  $450\ \text{g}$ . Vier Anschlußleitungen dienen zum Zuführen der Speisepannung (der Minuspol ist zugleich Masseanschluß) und zum Herausführen der Relaiskontakte. Für den Betrieb im Freien ist ein wasserdichtes Gehäuse erforderlich. Der zulässige Umgebungstemperaturbereich ist  $-10$  bis  $+50\ ^\circ\text{C}$ .

Die Baugruppe „MRX 08“ für den Geschwindigkeitsbereich von  $1$  bis  $300\ \text{km/h}$  enthält einen Gunn-Oszillator als Sender (Ausgangsleistung  $15\ \text{mW}$ ) und eine Schottky-Diode als Mischer. Da die Mischung an der Schottky-Diode und nicht am Gunn-Element erfolgt, ist wegen der geringeren Mischverluste die Empfindlichkeit und damit die Reichweite bei gleicher Ausgangsleistung größer als bei den beiden anderen Typen. Sie beträgt  $50\ \text{m}$  für eine sich bewegende Person und  $100\ \text{m}$  für einen Kraftwagen. Zur unmittelbaren Auswertung der Dopplerfrequenz ist der Verstärkerausgang auf der Anschlußleiste herausgeführt, so daß die „MRX 08“ auch für Geschwindigkeits- und Vibrationsmessungen eingesetzt werden kann.

# Elektronische Warnsirene mit Blinklicht

Für verschiedene Kontroll- und Überwachungsaufgaben werden oft Schaltungen benötigt, die Alarm auslösen sollen, wenn ein bestimmter Zustand erreicht oder überschritten wird. Die Alarmauslösung kann entweder optisch durch Aufleuchten von Lampen oder akustisch durch Tonsignal erfolgen. Bild 1 zeigt die Kombination einer optischen mit einer akustischen Alarmschaltung.

Den Mittelpunkt des Gerätes bildet eine elektronische Sirene, die aus den Multivibratoren T1, T2 und T3, T4 besteht. Diese beiden Multivibratoren erzeugen ein sirenenähnlich auf- und abklingendes Signal, das einem eisenlosen NF-Verstärker über den Kondensator C7 und den Widerstand R12 zugeführt wird. Das Signal wird im Verstärker T5, T6, T7 und T8 verstärkt und über C9 dem Lautsprecher zugeführt. Die optische Alarmmeldung erfolgt durch die Lampen La1 und

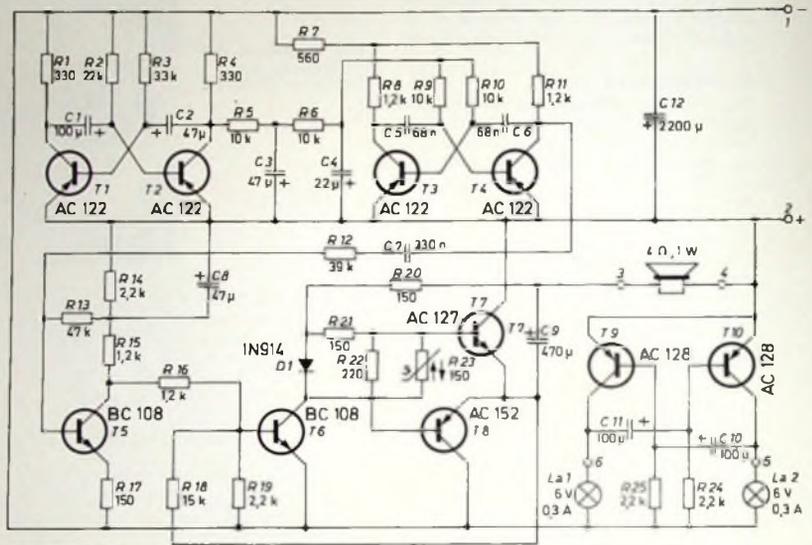


Bild 1. Schaltung der Alarmsirene ▶

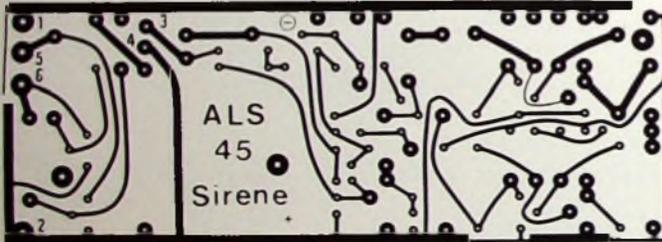
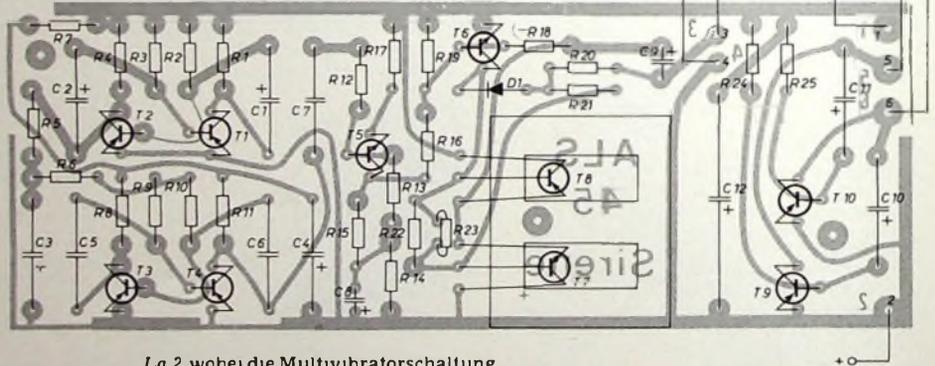


Bild 2 (oben) Leiterplatte (Maßstab 1:2)

Bild 3 Bestückungs- und Verdrahtungsplan ▶



platte (Bild 2), die im Maßstab 1:2 abgebildet ist<sup>1)</sup>. Die Verdrahtung erfolgt nach Bild 3; eine Ansicht der fertig bestückten Platine zeigt Bild 4.

<sup>1)</sup> Photokopien der Vorlage für die Printplatte im Maßstab 1:1 können vom Verlag bezogen werden.

**Einzelteilliste**

Widerstände, 1/3 W	Beyschlag
Elektrolytkondensatoren, 6 V	Roederstein
Diode 1N814 (D 1)	Valvo
Transistoren AC 122 (T 1, T 4)	AEG-Telefunken
Transistor AC 127 (T 7)	Valvo
Transistoren BC 108 (T 5, T 6)	Valvo
Transistor AC 152 (T 8)	Siemens
Transistoren AC 128 (T 9, T 10)	Valvo
Bezug der angegebenen Bauelemente nur über den einschlägigen Fachhandel	

La 2, wobei die Multivibratorschaltung mit T 9, T 10 die Lampen abwechselnd aufblinken läßt.

Die Schaltung ist für eine Betriebsspannung von 6 V ausgelegt, die an den Punkten 1 und 2 angeschlossen wird. Sie kann entweder Batterien, einem Akku oder einem Netzteil entnommen werden, je nach Verwendungszweck der Anlage. Aufgebaut wird die Schaltung auf einer Druck-

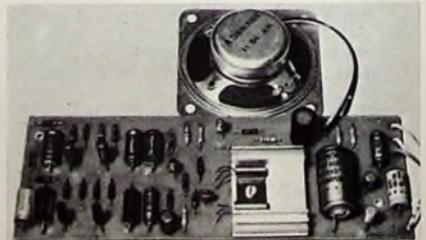


Bild 4 Fertig bestückte Leiterplatte ▶



# Elektronische Cassetten-Diktiergeräte von SONY- die bewältigte Zukunft.

Erfolge in der Leistungsgesellschaft hängen auch davon ab, wie wir in Zukunft mit der Fülle der Kommunikationsprobleme fertig werden. SONY hat diese Probleme mit den Cassetten-Diktiergeräten TC-55 und TC-40 bereits gelöst. Und zwar mit dem für SONY typischen Selbstverständnis. Denn außergewöhnliche Leistungsfähigkeit wird erfahrungsgemäß durch außergewöhnliche Technik erreicht. Input gleich Output. Nehmen Sie zum Beispiel das integrierte Elektret-Kondensator-Mikrofon, oder

die SONY-O-MATIC, die unterschiedliche Lautstärken und unterschiedliche Entfernungen automatisch ausgleicht. Oder den servogesteuerten Motor, der Gleichlaufschwankungen auf ein Minimum reduziert. Oder die Schwingbalancierung für den stabilen Gleichlauf in jeder Lage. Oder, oder . . . Über viele weitere technische Raffineszen sowie das gesamte SONY System der elektronischen Kommunikation sollten Sie sich informieren.



# Fitness am Arbeitsplatz und im Auto durch Bioelektrizität

## Elektrisches Gleichfeld

Die Erde kann als ein elektrisch negativ geladener Körper angesehen werden, der ein Potential von  $8 \cdot 10^7$  V hat, während die ihr in 80 ... 300 km gegenüberliegende leitende Ionosphäre wegen des Vorherrschens von Protonen positiv geladen ist. Zwischen beiden besteht ein Spannungsgefälle von 400 bis 500 kV. Nimmt man eine Höhe von 100 km an, so würde sich ein Feldstärkewert von etwa 4,5 V/m ergeben. In Wirklichkeit ist die Feldstärke in Bodennähe aber für einen bestimmten Ort im Durchschnitt etwa 130 V/m. Der Grund für diese erhöhte Feldstärke in der unteren Atmosphäre ist, daß zwischen Erdoberfläche und Raumladung infolge eines hier vorherrschenden Übergewichts von positiven Ionen ein zusätzliches elektrisches Feld wirksam wird.

Bei Schönwetterlagen, in Höhenlagen und über dem Meer ist dieses elektrische Gleichfeld besonders ausgeprägt und nimmt im allgemeinen, je nach Standort, Werte von über 50 V/m an. Auf Bergen ist die Feldstärke wegen der dort auftretenden starken Feldverzerrungen wesentlich höher als im Tal. Bei Schönwetterlagen durchgeführte Feldstärkemessungen [1] ergaben die folgenden Werte: Bad Nauheim 50 V/m, Mannheim 65 V/m, München 180 V/m, Vierwaldstättersee 50 V/m, Rigi-Kulm (1800 m hoch) 1500 V/m. Mit Ballons ausgeführte Messungen ergaben in 3 km Höhe Feldstärken von 25 V/m und in 9 km Höhe 4 V/m. Die Feldstärke unterliegt außerdem periodischen Schwankungen (Tages-, Wochen- und Jahreschwankungen) und hängt auch von Witterungs- und geologischen Einflüssen ab.

## Auswirkung der elektrischen Felder auf Lebewesen

Dieses elektrische Gleich- oder Erdfeld, das ähnlich dem Feld eines Kondensators verläuft und für das Wohlbefinden von Lebewesen sehr wichtig ist, ist die Ursache für eine ständige Ionenwanderung. Jedes in der Luft befindliche Ion wird bei Vorhandensein eines elektrischen Feldes in Richtung des entgegengesetzten Poles angezogen (also positive Ionen zur negativ geladenen Erde). Die zwischen Erdoberfläche und Ionosphäre bestehende Spannung hat also das ständige Fließen eines Mikrostromes zur Erde zur Folge. Er beträgt im Durchschnitt  $10^{-12}$  bis  $10^{-13}$  A/cm<sup>2</sup> Erdoberfläche. Die Ionen sind die Ursache der elektrischen Leitfähigkeit der Luft und sind meist mit Kolloiden, Aerosolen und Mikroorganismen (Viren, Bakterien, Pilzen usw.) eng verbunden, da diese leicht an elektrisch geladenen Partikeln haften. Je höher die Ionendichte, um so höher ist daher auch die Infektionsgefahr. In Bodennähe, in Tälern und in Häusern ist die Ionendichte größer als in Höhenlagen und steigt auch bei

Schlechtwetterlagen (Föhn, Schneefall usw.) an. Messungen des Ionengehalts der Luft ergaben folgende Werte (ausgedrückt in Ionen/cm<sup>2</sup> Erdoberfläche): Höhenlagen 500 ... 1000, Ebene und Täler 1000 ... 5000, Städte 10 000 bis 50 000, schmutzige Arbeitsräume und Betonhäuser bis über 300 000.

Eine geringe Ionendichte steigert das Wohlbefinden des Menschen. Ionen sind aber auch die Verbindungsglieder zwischen äußerem elektrischen Feld und den Molekülen des menschlichen Organismus, und da sie chemische Bestandteile eines Moleküls sind, wirkt sich jede Umweltveränderung auch auf die Chemie und den Kreislauf der Körper aller höheren Lebewesen aus. Müdigkeit und Wetterfühligkeit sind die bekanntesten Erscheinungen hoher Ionendichte. Die Wirkung der elektrischen Feldstärke auf die Wanderung der Ionen im Körper ist für den gesamten Organismus von großer Bedeutung. Ein starkes elektrisches Gleichfeld fördert die Ionenwanderung, während ein Wechselfeld (verbunden mit größerer Ionendichte) die gleichmäßige Ionenwanderung im Körper stört. Die Zusammenhänge zwischen elektrischen Feldern und biologischem Geschehen können wie folgt zusammengefaßt werden [1, 2, 3]:

- ▶ In hohen elektrischen Gleichfeldern werden alle Mikroorganismen in ihrem Wachstum gehemmt oder vernichtet.
- ▶ Bei höheren Lebewesen sind starke Gleichfelder biologisch förderlich. Sie wirken sich anregend auf den Organismus aus, wobei es gleichgültig ist, ob es sich um ein natürliches oder um ein künstlich erzeugtes Gleichfeld handelt.
- ▶ Bei niedriger Gleichfeldstärke und starken Wechselfeldern wird bei allen

gänge, aber auch durch nicht abgeschirmte und nicht geerdete längere elektrische Leitungen in einem Raum und in unmittelbarer Nähe verlaufende Hochspannungsleitungen.

## Tragbare bioelektrische Geräte

Durch künstlich erzeugte elektrische Gleichfelder können die schädlichen Einflüsse der Wechselfelder (und Ionenanhäufungen) jedoch zum Teil aufgehoben werden. Hierzu dienen die sogenannten bioelektrischen Anlagen für Wohnräume, die ein ständiges entsprechend starkes Gleichfeld erzeugen [2].

Außer den Großraumgeräten, den sogenannten Bioionisatoren, die aus einem Gleichstromgenerator (der oberwellenfreie Gleichspannung von 2 bis 7 kV erzeugt) und Antennenstrahlern bestehen, wurden auch kleine Mikrostromgeräte entwickelt. Sie können nach altem Sprachgebrauch auch als Galvanisationsgeräte bezeichnet werden. Ein Gerät dieser Art, das sich durch Handlichkeit und sehr geringes Gewicht auszeichnet und daher leicht transportabel ist, ist das „Tempera X 3“-Mikrostromgerät (Hersteller: A. Hornig, 7988 Wangen/Allgäu, Postfach 165) [4]. Es besteht aus Arm-, Bein- und Stirnelektroden (Bild 1a) und einer in einer handlichen Tragetasche (Bild 1b) untergebrachten 3-V-Taschenlampenbatterie, die an die Elektroden angeschlossen wird. Infolge des hohen Übergangswiderstandes von der Elektrode zum Körper (etwa  $10^8$  Ohm) ist der durch den Körper fließende Mikrostrom in der Größenordnung von

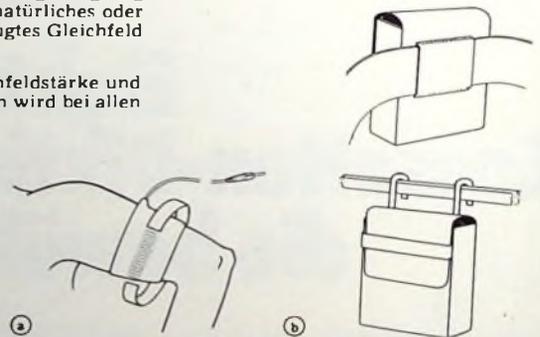


Bild 1. a) Anwendung des „Tempera X 3“-Mikrostromgeräts, b) Tragetaschenausführung

höheren Lebewesen der normale Ionenaustausch im Körper gestört. Besonders wetterfähige und ältere Menschen haben darunter zu leiden. Darüber hinaus werden die Widerstandskräfte gegen Infektionen stark herabgesetzt, während gleichzeitig die Turbulenz der Mikroorganismen erhöht wird (daher gesteigerte Infektionsgefahr).

▶ Elektrische Wechselfelder können verursacht werden durch Schlechtwetterzonen, Gewitterfronten, Schneefall, Föhn und andere kosmische Vor-

nur  $10^{-6}$  ...  $10^{-7}$  A und daher völlig harmlos. Die Ionisationsspannung am menschlichen Körper wird damit bei weitem nicht erreicht. Dasselbe gilt für die „Zersetzungsspannung“, denn bei einem Strom von  $10^{-6}$  A könnte bei einem angenommen extrem niedrigen Widerstand von nur  $10^4$  Ohm die wirksame Spannung nur  $10^{-2}$  V erreichen, während der Schwellenwert der Zersetzungsspannung bei etwa 4 V liegt. Lufterlektrische wie auch künstlich erzeugte Gleichspannungen können daher auf keinen Fall schädlich auf den menschlichen Organismus wirken.

Die „Stromleitung“ im Körper wird durch die stets vorhandenen elektrisch geladenen Ionen ermöglicht. Es handelt sich dabei um die gleiche Art von Ionenverschiebungen wie sie auch durch das natürliche Gleichfeld der Erde herbeigeführt werden. Diese Körperionen wandern, nach Einschalten der Batteriespannung jeweils zu den entsprechenden Elektroden, wo sie entladen und wieder zu Atomen umgewandelt werden. Die Ionenwanderung führt zu einer ständigen Erneuerung der abgesaugten Ionen durch den Körper selbst, woraus sich eine Verbesserung der Transpiration und des Kreislaufs und eine Mobilisierung der natürlichen Abwehrkräfte des Körpers ergibt [3].

#### Anwendung der Mikrostromgeräte

Während herkömmliche Mikrostromgeräte den Nachteil hatten, unhandlich groß, wenig flexibel und mit Metallelektroden ausgestattet zu sein, wodurch die Möglichkeit bestand, daß Metallionen in den Körper eingeschleust werden konnten, sind neuere Ausführungen wie das „Tempera X 3“ mit Spezialelektroden ausgestattet, die aus vielschichtigen elektrisch gut leitenden Kunststoffen bestehen und sich leicht am Körper anbringen lassen. Sie werden mit Gummibändern und einem praktischen Klettenverschluß an der betreffenden Körperstelle in einfachster Weise befestigt und lassen sich zum Reinigen leicht zerlegen. Die flexiblen Elektroden gestatten auch ein unauffälliges Anlegen und Tragen an Arm und Bein. Sie können bei Tag und Nacht, während der Arbeit und auf Reisen getragen werden. Das Batteriegerät mit zwei 1,5-V-Batterien, wird in der schon erwähnten Tragetasche untergebracht.

Mikrostromgeräte eignen sich nicht nur für den Hausgebrauch, sondern können auch vom Autofahrer bequem mitgeführt werden. Ein Auto ist wegen seiner Metallkarosserie ein Faradayscher Käfig, was Vor- und Nachteile hat. Ein Vorteil besteht darin, daß die Insassen bei Gewittern nicht blitzgefährdet sind, ein Nachteil ist, daß die Insassen vom biologisch wichtigen Gleichfeld der Natur völlig abgeschirmt sind, während schädliche elektrische Wechselfelder fast ungehindert

eindringen können. Im allgemeinen herrscht in einem solchen geschlossenen Raum, ebenso wie in Betonbauten, eine ungünstig hohe Ionendichte. Versuche von Frey, Schorer und Schwarz und anderen haben gezeigt, daß durch das Mikrostromgerät der Kreislauf angeregt, die Spannkraft gesteigert und Ermüdungserscheinungen reduziert werden, was sich selbstverständlich auch positiv auf die Unfallstatistik auswirken könnte.

Während sich für den Hausgebrauch zum Anbringen der Elektroden die Kombinationen Stirn oder Nacken und rechte oder linke Fußsohle (etwa jede zweite Nacht für etwa fünf Stunden) als sehr wirkungsvoll erwiesen haben, ist für Arbeitsplatz und Auto die zweckmäßigste Kombination linker Oberarm und linker Oberschenkel. Daß eine Wirkung erreicht wird, läßt sich daraus ersehen, daß nach Abnahme der Elektroden eine Verfärbung an den betreffenden Körperstellen auftritt. Die hier abgebauten, ausgeschiedenen Giftstoffe können mit einem Wattebausch oder dem Handteller abgerieben und die Haut desinfiziert und mit einer Handcreme eingefettet werden.

Bei regelmäßiger Anwendung eines Mikrostromgerätes sind nach Berichten folgende Wirkungen festzustellen: Normalisierung der H-Ionenkonzentration im Körper (Besserung bei Kreislaufschwäche); Erhöhung des Blutsauerstoffs (Wegfall von Ermüdungserscheinungen); optimale Kolloidität der Eiweißstoffe (Leistungserhöhung); Steigerung des intermediären Stoffwechsels (Entgiftung, Besserung rheumatischer und sonstiger chronischer Beschwerden, besserer Schlaf); Erhöhung der Widerstandskraft gegen Infektionen.

#### Schrifttum

- [1] ● Hahn, F.: Luftelektrizität. Minden 1968, Philler
- [2] Hübner, R.: Das Phänomen der Luftelektrizität und seine biologischen Wirkungen. FUNK-TECHNIK Bd 26 (1971) Nr 14, Seite 528-530
- [3] ● Emrich, H.: Strahlende Gesundheit durch Bio-Elektrizität. München 1968, Dreieichen
- [4] Neue Wege zu menschlichem Wohlbefinden. Physikalische Medizin und Rehabilitation. Z. für allgemeine und spezielle Medizin Bd 12 (1971) Nr 12

## Neue Elektronik-Lehrbaukästen und Elektronik-Spiele

Auf der 24. Internationalen Spielwarenmesse in Nürnberg stellte Philips unter anderem verschiedene neue Elektronik-Lehrbaukästen vor. Aus dem Jugend-Experimentierprogramm wurden die Baukästen für Hobby-Elektronik entwickelt. Sie sind für den erfahrenen Bastler bestimmt, der die Einzelteile eines elektronischen Geräts mit Hilfe eines Lötkolbens fachgerecht zusammenbauen kann. Damit wendet sich diese neue Serie auch an Erwachsene und verwirklicht den oft geäußerten Wunsch der Hobby-Elektroniker nach Selbstbaugeräten. Die erforderliche Printplatte und das Gehäuse sind im Baukasten vorhanden. Als erstes Gerät wird eine Wechselsprechanlage („EE 4001“) geliefert werden können. In Vorbereitung sind die Baukästen Lichtorgel, Einbrecher-Alarmanlage, Niederfrequenz-Tongenerator, Elektronische Orgel sowie Transistor- und Diodenprüfgerät.

Mit den Bausätzen für Modelleisenbahn-Elektronik dehnte Philips sein Hobby-Programm auf ein Gebiet aus, das für die Anwendung moderner Elektronik geradezu prädestiniert ist. Die voraussichtlich im Herbst lieferbaren Bausätze („EE 3001“) ermöglichen den Mehrzweckbetrieb auf einer Anlage mit nur einem Stromkreis. Jede Lokomotive kann dabei einzeln und unabhängig von den anderen geregelt werden, und zwar bezüglich Geschwindigkeit und Fahrtrichtung. Das gewählte Bausatzprinzip (Grundeinheit und Zusatzkanäle) ermöglicht den nahezu beliebigen Ausbau bestehender Anlagen. Der Lok-Umbau ist verhältnismäßig einfach, weil praktisch nur ein Kabel aufgetrennt zu werden braucht. Auch Gleichstrom-Loks können umgerüstet werden.

Neue Bausteine für den Computer-Lehrbaukasten erweitern dessen Anwendungsbereich beträchtlich. Der Relaisbaustein kann zum Beispiel externe Steuerungsaufgaben übernehmen und Lasten bis zu 2 A schalten. Der Flip-Flop-Baustein ist universell programmierbar, und sein Teilerverhältnis läßt sich zwischen 2 und 16 einstellen. Die Ziffernanzeige-Einheit dient zur Darstellung der Ziffer 0...9



...Was wollte ich gerade sagen?  
Ach so:  
die Halbleiter nur von Heninger!

**Heninger**

sowie verschiedener anderer Zeichen. Außerdem ist eine direkte Umsetzung von Dual- in Dezimalzahlen möglich. Alle Bausteine arbeiten mit integrierten Schaltungen und lassen sich von einfachen Grundversuchen bis zu komplizierten Funktionen (Speicher, Register) zusammenstellen.

Mit dem Baukasten für Elektronik-Erstkontakt sollen Kinder, Jugendliche und Eltern angesprochen werden, die zunächst nur einen „ersten Kontakt“ zur Elektronik aufnehmen möchten. Alle Bauteile können natürlich später bei den anderen Experimentierkästen ebenfalls verwendet werden. Mit dem Erstkontakt - Elektronikbau-

kasten „EE 1040“ können gebaut werden: Blinklicht, Alarmanlage, Morseübungsgerät, Verstärker und Zeitschalter.

Als erstes Element in der Reihe der Elektronik-Spiele kommt der Würfel „Kubus Tronicus“ auf den Markt. Der etwa handgroße Würfel enthält eine mit integrierten Schaltungen arbeitende Elektronik, die sich bei leichtem Antippen des Würfels automatisch einschaltet. Nach Ablauf einer von außen nicht beeinflussbaren Zeit wird das Ergebnis durch Leuchtdioden-Anzeige, die dem bekannten Würfelschema entspricht, auf der Oberseite des „Kubus Tronicus“ angezeigt.

brannt war. Über diesen Widerstand wurde die gesamte Konvergenzschaltung versorgt.

Nach Ersatz aller defekten Bauteile arbeitete die Schaltung zunächst einwandfrei. Nach zwei Tagen Probebetrieb trat der gleiche Fehler jedoch wieder auf. Die beiden Transistoren hatten wieder Kollektor-Emitter-Schluß, und die Widerstände waren wieder verbrannt.

Eine erneute Messung der Versorgungsspannung ergab, daß sie um etwa 6 V höher war als im Schaltbild angegeben. Ein Fehler im Netzteil konnte nicht festgestellt werden. Es bestand lediglich aus einer Anzapfung am Transformator, einem Brückengleichrichter, zwei Siebkondensatoren und zwei Siebwiderständen. Diese Widerstände wurden nun in ihren Werten so erhöht, daß genau 33 V Versorgungsspannung zur Verfügung standen. Außerdem wurden die Transistoren mit einer Zwischenlage von Wärmeleitpaste am Kühlblech festgeschraubt. Offensichtlich waren die Transistoren infolge der erhöhten Versorgungsspannung beziehungsweise infolge Überhitzung zerstört worden.

## Fernseh-Service

### Schräge weiße Linien auf dem Bildschirm

Auf dem Bildschirm eines Schwarz-Weiß-Fernsehgerätes waren schräg verlaufende dünne weiße Linien zu sehen. Sie traten besonders bei kontrastarmen Bildern stark in Erscheinung.

Diese gleichmäßig über den Bildschirm verlaufenden Linien sind Bildrückläufe, die normalerweise ausgetastet werden. Der Fehler mußte demnach in der Bildaustastung zu suchen sein. Bild 1 zeigt die Schaltung der Bild- und Zeilenrücklaufaustastung. Die negativ gerichteten Bildrücklaufimpulse werden am Bildausgangstransformator abgenommen und über den Widerstand R1 sowie über die Kondensatoren C1 und C2 dem Gitter g1 der Bildröhre zugeführt. Die ebenfalls negativen Zeilenrücklaufimpulse gelangen über die Diode D1

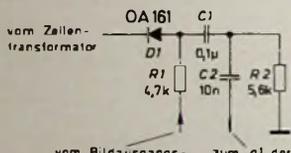


Bild 1 Schaltung der Bild- und Zeilenrücklaufaustastung

und die Kondensatoren C1, C2 auch zum Gitter g1 der Bildröhre. Die Diode säubert die Zeilenrücklaufimpulse von Ausschwingspannungen. Während des Bild- und Zeilenrücklaufs wird auf diese Weise der Strahlstrom unterbrochen, so daß die Rückläufe nicht auf dem Bildschirm sichtbar sind.

Bei dem Reparaturgerät sollten nach dem Schaltbildangaben Impulse von etwa 120 V<sub>eff</sub> am Gitter g1 der Bildröhre vorhanden sein. Die Bildrücklaufimpulse waren jedoch wesentlich kleiner. Am Bildausgangstransformator mußten sie in Ordnung sein, denn sonst wäre der Bildschirm nicht voll ausgeschrieben worden.

Eine Messung der in Frage kommenden Bauelemente in der Schaltung zeigte für den Widerstand R1 einen Wert von etwa 30 kOhm. Dieser Widerstand wurde ausgetauscht und mit einem Ohmmeter überprüft. Sein Wert hatte sich auf etwa 3,5 MOhm erhöht.

Die

### Verlustfreies Umschalten von zwei Antennen

Manchmal sind zum Empfang von zwei Fernsehendstufen, die im selben Bereich arbeiten, zwei Antennen nötig. Dies gilt besonders dann, wenn die Stationen aus verschiedenen Richtungen empfangen werden, unterschiedliche Feldstärken haben (Regional- und Fernempfang) und der Kanalabstand gering ist. In diesen Fällen können Selektionsmittel, zum Beispiel Antennenweichen, kaum helfen.

Einen Ausweg bieten hier Antennenumschalter, die in 240- und 60-Ohm-Ausführung angeboten werden. Die Ableitungen der Antennen werden getrennt bis zum Umschalter geführt. Der Schalter selbst sollte in der Nähe des Fernsehgerätes angeordnet sein.

Manchmal sollen auch zwei Fernsehgeräte an eine Antenne wechselweise angeschlossen werden. Dazu verwendet man im allgemeinen Antennenverteiler. Ist das Empfangssignal jedoch sehr schwach, dann können infolge der Dämpfung des Verteilers Schwierigkeiten auftreten. Eine verlustlose Umschaltung ist aber auch hier mit dem Antennenumschalter möglich. Der Umschalter muß dabei lediglich umgekehrt wie im ersten Fall angeschlossen werden.

### Totalausfall der Konvergenz eines Farbfernsehempfängers

Bei einem Farbfernsehempfänger mit aktiver Konvergenz war die dynamische Konvergenz ausgefallen; die Regler reagierten nicht mehr. Nach Abnehmen der Deckplatte von der Konvergenzplatine wurden zunächst zwei verbrannte Widerstände festgestellt. Es handelte sich dabei um den gemeinsamen Emitterwiderstand eines Transistorpaares und den Vorwiderstand für einen Teil der Konvergenzschaltung.

Die Prüfung der beiden Transistoren ergab, daß sie Kollektor-Emitter-Schluß hatten. Sie wurden daher zusammen mit den Widerständen ausgetauscht. Doch die Konvergenzschaltung arbeitete immer noch nicht. Nach dem Schaltbildangaben sollte die Versorgungsspannung an dem Vorwiderstand 33 V betragen; sie fehlte aber. Weitere Untersuchungen zeigten, daß noch ein Widerstand im Netzteil ver-

### Elektronische Weiche für Doppel-Endstufen

Zu diesem in FUNK-TECHNIK Bd. 26 (1971) Nr. 15, S. 565-567 erschienenen Beitrag schrieb unser Leser P. Lorbeer:

„Die elektronische Frequenzweiche ist zur Zeit wohl das hochwertigste Mittel zur Aufteilung von Frequenzen für verschiedene Lautsprecher. Leider haben aber auch die elektronischen Frequenzweichen Nachteile, auf die ich hier aufmerksam machen möchte. Wenn man nur mit Sinustönen mißt, ist gegen die Weiche nichts einzuwenden. Die akustischen Übertragungen enthalten jedoch zu einem gewissen Anteil Impulse, und hier beginnt die Schwierigkeit schon in der Weiche, ganz abgesehen vom Lautsprecher. Durch die zwei RC-Glieder zur Frequenzaufteilung tritt im Übergangsbereich eine Phasendrehung zwischen 0 und 180° auf. Außerdem entstehen beim Einschwingen und besonders beim Ausschwingen Verzerrungen erheblichen Ausmaßes.“

Dazu nimmt der Autor des Beitrages, W. Ratzki, wie folgt Stellung:

„Es trifft zu, daß bedingt durch die Weiche, Phasendrehungen und Impulsverformungen entstehen. Meiner Meinung nach ist dieses Problem jedoch für die Hi-Fi-Wiedergabe irrelevant. Phasendrehungen könnten allenfalls dann problematisch werden, wenn der Hörer nur der Direktschall des Lautsprechers erreichen würde, was in geschlossenen Räumen keineswegs der Fall ist. Bezüglich der Impulsverformungen verweist der Leser zu Recht auf die Problematik beim Lautsprecher. An sich sind von dem Problem alle elektromechanischen und mechanisch-elektrischen Wandler betroffen, also auch das Aufnahmefonogramm und der Schallplatten-Tonabnehmer. Bekanntlich sind ja auf der Schallplatte keine Rechtecke, sondern Dreiecke aufgezzeichnet. Auch bei der bis heute besten Aufzeichnungsart der magnetischen Tonaufzeichnung, lassen sich selbst bei größeren Geschwindigkeiten Impulsverformungen nicht vermeiden. Ich meine, solange diese Probleme nicht gelöst sind, hat die Bewältigung derselben im Verstärker bzw. in der elektronischen Weiche einen mehr akademischen Wert. Generell lassen sich die Phasenfehler um die Hälfte reduzieren, wenn man auf die Flankensteilheit von 24 dB/Oktave verzichtet und sich mit einer solchen von 12 dB/Oktave zufriedengibt oder wenn man einen größeren Überlappungsbereich zuläßt. Dies dürfte jedoch mit akustischen Nachteilen verbunden sein, die dem Hörer auffallen können.“

# Netzsteckkarten regelbar und stabilisiert



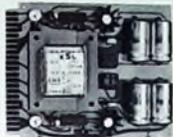
für den Selbstbau von Netzgeräten und Verstärkern.  
Lieferbar in Bausatzform und fertig.



NSTK 241



NSTK 302



Doppelnetzsteckkarte  
NSTK 1502 D

Informationsprospekte  
„Netzsteckkarten und  
Netzgeräte“ auf Wunsch.

Type	NSTK 141	NSTK 302	NSTK 1502 D
Ausgangsspannung	0...24 V	10...30 V	2x10...15 V
Ausgangsstrom	1 A (b. 6-24 V)	2,5 A	max. 250 mA
Strombegrenzung	ca. 100 mA	0,5...2,5 A	50...250 mA
Statt Innenwiderst.	ca. 0,2 Ω	ca. 0,2 Ω	ca. 0,2 Ω
Dyn. Innenwiderst.	ca. 0,5 Ω	ca. 0,5 Ω	ca. 0,5 Ω
Erforderl. Trafosp. Spannung	27-31 V- / 1,5 A	30 V- / 2,5 A	10/12/15 V- einstellbar
Maße	B 75 x H 120 x T 70 mm	B 100 x H 90 x T 70 mm	B 100 x H 120 x T 40 mm
Bausatz-Bestell-Nr.	01-40-200	01-40-240	01-40-235
Bausatz-Preis DM	59,90	77,-	84,50
Fertig-Bestell-Nr.	02-40-200	02-40-240	02-40-235
Fertig-Preis DM	79,90	98,-	106,-

**RADIO-RIM**

Abt. F 2

8 München 2, Postfach 20 20 26, Bayerstr. 25  
Telefon (08 11) 55 72 21 + 55 81 31  
Telex 05 29 166 rrim-d

Wir sind ein

## Berliner Fachliteraturverlag

der seit mehr als 25 Jahren technische und technischwissenschaftliche Fachzeitschriften mit internationaler Verbreitung herausgibt.

Genauso interessant und vielseitig wie Berlin mit seinem technisch-wissenschaftlichen und kulturellen Leben sowie den Steuerpräferenzen sind auch unsere Zeitschriften.

Zur Mitarbeit in unserem Redaktionsteam suchen wir einen Hochschul- oder Fachschulingenieur als

## Technischen Redakteur

Bewerbungen mit Lebenslauf, Tätigkeitsnachweis und Gehaltsanspruch erbeten unter F. A. 8542

## Berlin

Zur Ergänzung unserer Redaktion suchen wir einen

## jüngeren Mitarbeiter

der Fachrichtung Hochfrequenztechnik.

Herrn mit praktischen Erfahrungen in Wirtschaft oder Presse, die an einer entwicklungs-fähigen Dauerstellung interessiert sind, bitten wir um eine ausführliche Bewerbung mit Lebenslauf, Tätigkeitsnachweis und Gehaltsanspruch unter F. B. 8543

**Elektronik-Bastelbuch gratis!**  
für Bastler und alle, die es werden wollen. Viele Bastelvorschlüge, Tips, Bezugsquellen u. a. m. kostenlos von  
**TECHNIK-KG, 26 BREMEN 33 BG 26**

## ● BLAUPUNKT Auto- und Kofferradios

Neueste Modelle mit Garantie. Einbaubehör für sämtliche Kfz-Typen vorrätig. Sonderpreise durch Nachfrageversand. Radiogroßhandlung  
W Kroll, 51 Aachen, Postfach 865,  
Tel. 7 45 07 - Liste kostenlos

Ich möchte ihre überzähligen

## RÖHREN und TRANSISTOREN

in großen und kleinen Mengen kaufen

Bitte schreiben Sie an

Hans Kaminsky  
8 München-Solln - Spindlerstr. 17

Die günstige Einkaufsquelle  
für Büromaschinen  
**Electronic-Rechner**  
ab **DM 499,-**  
Fabrikneu-Garantie

Fordern Sie Katalog II/907

**NOTHEL AG** Deutschlands großes  
Büromaschinenhaus  
34 Göttingen · Postf. 601 · Ruf 6 20 08

## Preiswerte Halbleiter 1. Wahl



AA 116	DM —,50
AC 187/188 K	DM 3,45
AC 192	DM 1,20
AD 133 IIII	DM 6,95
AF 139	DM 2,80
AF 239	DM 3,60
BA 170	DM —,25
BAY 18	DM —,60
BC 107	DM 1,— 10/DM —,90
BC 108	DM —,90 10/DM —,80
BC 109	DM 1,05 10/DM —,95
BC 170	DM —,70 10/DM —,60
BC 250	DM —,75 10/DM —,65
BF 224	DM 1,50 10/DM 1,40
BF 245	DM 2,30 10/DM 2,15
ZF 2,7 ... ZF 33	DM 1,30
1 N 4148	DM —,30 10/DM —,25
2 N 708	DM 1,75 10/DM 1,60
2 N 2219 A	DM 2,20 10/DM 2,—
2 N 3055 (RCA)	DM 6,60

Alle Preise inkl. MWST. Bauteile-Liste anfordern. NN-Versand

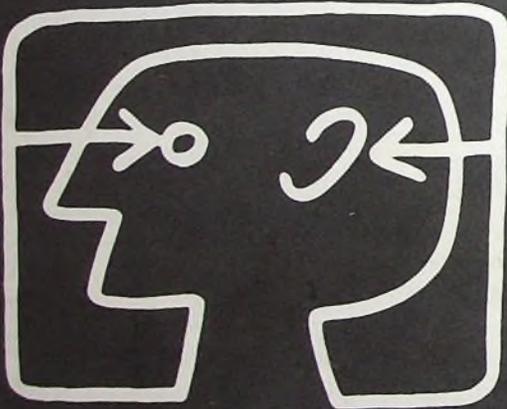
M. LITZ, elektronische Bauteile  
7742 St. Georgen, Gartenstraße 4  
Postfach 55, Telefon (07724) 71 13

# De hele wereld van ontspannings-electronica. In Berlijn.\*

\*Die ganze Welt der Unterhaltungs-Elektronik. In Berlin.

Internationale  
Funkausstellung 1973  
Berlin 31.8.-9.9.

50  
Jahre  
Deutscher  
Rundfunk



Internationale Funkausstellung 1973 Berlin. Industrie, Wissenschaft und Forschung zeigen, was heute ist und morgen sein wird. Die ganze Welt der Unterhaltungs-Elektronik präsentiert sich in neuen Dimensionen. Rundfunk, Fernsehen, Phono und Antenne. Mit über 230 Ausstellern. Auf 88.000 qm Gesamtfläche.

Erfahrungen werden ausgetauscht. Information führt zur Disposition. Die Weltstadt Berlin erwartet Gäste aus allen Erdteilen. Mit einem vielseitigen Rahmenprogramm rund um die Uhr. Kommen Sie doch rüber.

AMK Berlin  
Ausstellungs-Messe-Kongreß-GmbH  
1000 Berlin 19, Messedamm 22  
Telefon: (0311) 3 03 8-1, Telex 01 82 908 amkb d

**Berlin-Termin**  
Sehen, hören, erleben. Die  
Ausstellung des Jahres.  
Vormerken und buchen.  
Dabei sein ist mehr.  
31.8. - 9.9.73

Z 95496

E.-Thälmann-Str. 56