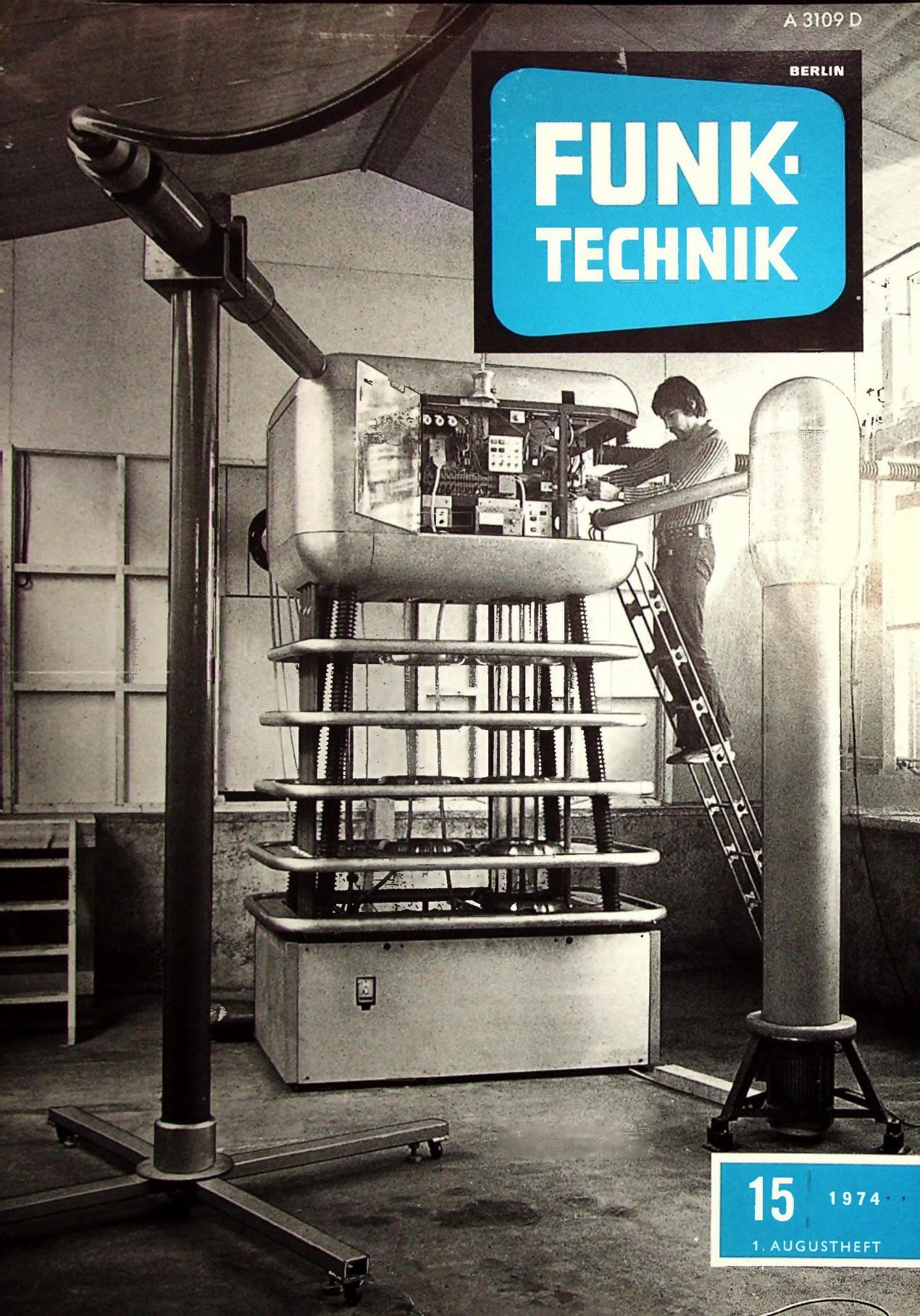


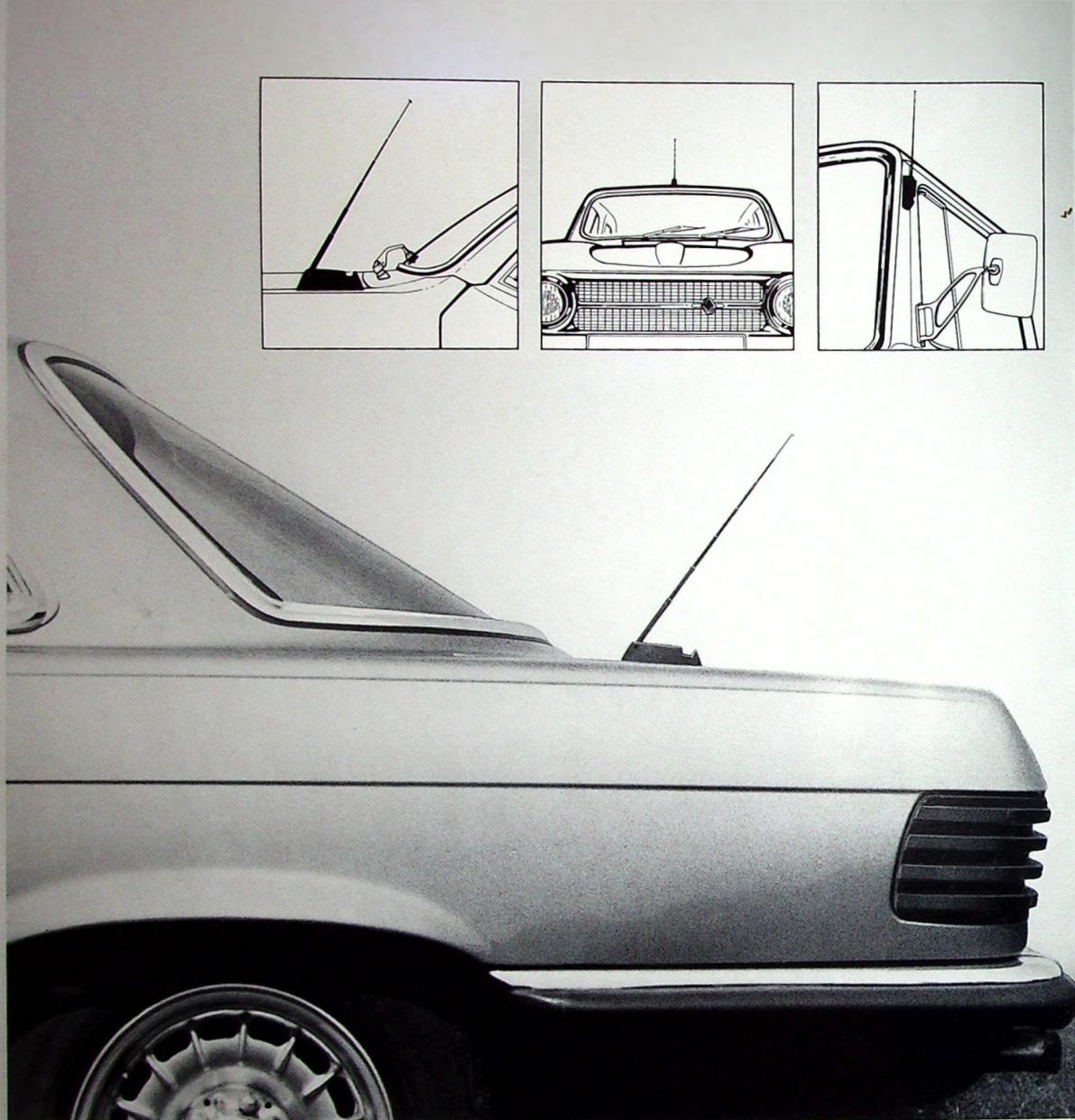
FUNK- TECHNIK



15

1974

1. AUGUSTHEFT



Hitronic, die besondere, elektronische Autoantenne. Für alle Fahrzeuge und für überall am Fahrzeug.

Ob hinten auf dem Kofferraum,
ob auf dem Dach oder vorn auf
dem Kotflügel - die neue Hitronic
macht überall eine gute Figur:
Sie hat ein ungewöhnliches Kurz-
teleskop, ist mattschwarz und form-
schön - und waschanlagensicher!
Den besseren Empfang bewirkt
eine ausgeklügelte Elektronik.

Antennen und Steckverbinder



Hirschmann

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

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

1.74.62

| | |
|---|-----|
| gelesen · gehört · gesehen | 520 |
| FT meldet | 522 |
| Fernsehempfänger höherer Qualität | 523 |
| FT-Informationen | 524 |
| Halbleiter Ionenimplantation als Dotierverfahren in der Halbleiter- technologie | 525 |
| Fernmeldesatelliten Die Übertragungssysteme des Fernmeldesatelliten Symphonie | 529 |
| Computer steuert Airbus-Test | 531 |
| Thyristor- oder Triac-Ansteuerung mit integrierten Nullspan- nungsschaltern | 532 |
| Lautsprecher Abhörlausprecher „Ditton 66“ | 535 |
| Persönliches | 536 |
| Flüssigkristalle für die Elektronik | 537 |
| Meßtechnik Der integrierte Funktionsgenerator 8038 | 539 |
| Elektronische Meßzerhacker | 543 |
| Magnetkarten-Videorecorder | 542 |
| Neue Vorschriften für Antennenanlagen kommen | 542 |
| Kraftfahrzeug-Elektronik Kfz-Schaltungen mit der integrierten Schaltung TAA 775 G 546 | |
| Ausbildung Computergestützte Fortbildung von Technikern | 548 |
| ZVEI-„Empfehlungen zur Einrichtung von Ausbildungs- stätten“ | 548 |
| Lehrgänge | 550 |
| Tagungen | 550 |

Unser Titelbild: Teillansicht einer Ionenimplantationsanlage mit Hochspannungs generator, Ionenquelle, Extraktionseinheit und Massenseparator (s. a. S. 525-528) (Aufnahme: Valvo)

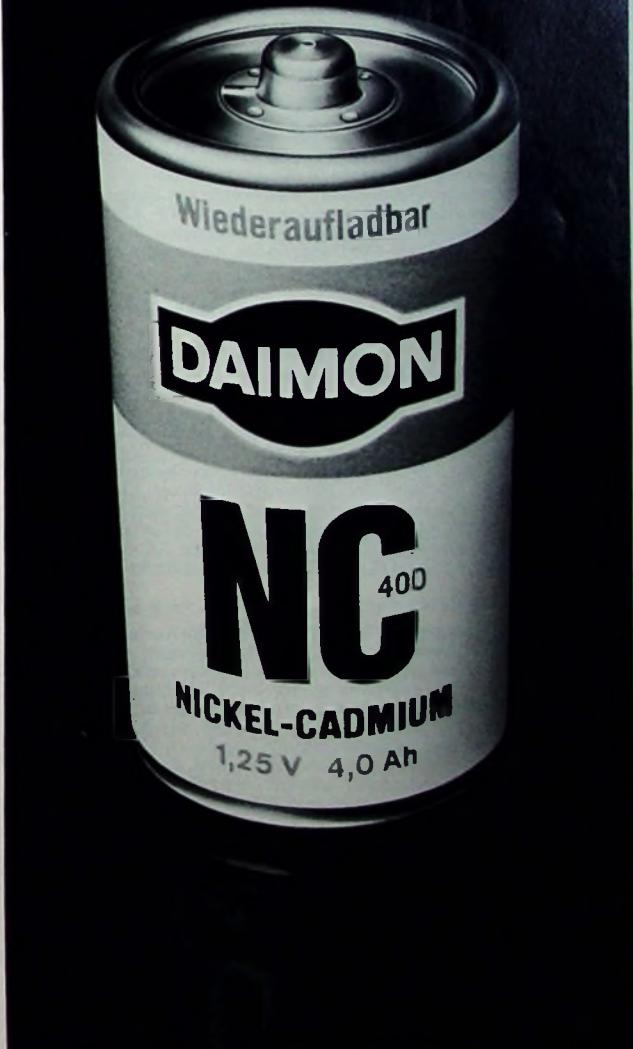
Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser

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

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

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

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





Testbildzeiten des ZDF

Für das ZDF gelten seit dem 10. Juli 1974 folgende Testbildzeiten:

Dienstag bis Donnerstag von 9 bis 12 Uhr und Freitag von 9 bis 10.30 Uhr: postalische Wartung der Sender (Ausstrahlung des ZDF-Testbildes oder eines Meßsignals, halbstündlich fünfminütige Einblendung des örtlichen Stationsdias; Sender können zeitweise auch abgeschaltet werden).

Montag, Samstag und Sonntag 30 Minuten vor Programmbeginn, Dienstag bis Donnerstag von 12 Uhr bis Programmbeginn und Freitag von 11.30 Uhr bis Programmbeginn: Farbtestbild mit Meßton aus der Senderzentrale.

In besonderen Fällen kann die Deutsche Bundespost auch außerhalb der Zeit der postalischen Wartung Reparaturen an Sendeeinrichtungen durchführen.

Scotch Chrome-C-Cassetten

Die neuen Scotch Chrome-C-Cassetten, die 3 M Deutschland jetzt auf den Markt bringt, zeichnen sich besonders durch die 80 % höhere Dynamik und den gegenüber anderen Chromdioxid-Cassettendeutlich geringeren Tonkopfverschleiß aus. Wie die bekannten Scotch AVC-, High Energy- und Low Noise-Cassetten, haben auch die neuen Scotch Chrome-C-Cassetten den exklusiven Rückseitenschutz, der sowohl den Gleichlauf des Cassettbandes wesentlich verbessert als auch den gefürchteten Bandsalat verhindert. Neben den üblichen Spielzeiten (60, 90 und 120 min) ist diese Cassette auch mit 45 Minuten Spielzeit lieferbar. Damit sind beispielsweise LP-Überspielungen ohne Bandverlust und damit rationeller möglich.

„Uni-Line“-Bildröhrensystem

GTE Sylvania hat für 100°-Farbempfänger das Inline-System „Uni-Line“ entwickelt. Es besteht aus einer 26°-In-line-110°-Bildröhre mit Schlitzmaske, bei der durch Transposition der Blau-Kanone und annähernde Beibehaltung der Abstände im System in der In-line-Konfiguration eine Dickhalsröhre entsteht, die wahlweise mit Sattel- oder Tordoidal-Ablenkheit angeboten wird. Die Ablenkinheiten basieren auf dem Prinzip des homogenen Feldes, das bei den heutigen 110°-Bildröhren allgemein angewendet wird.

Schutzdioden CG-1 und DG-1 für Fernsehgeräte

Eine neue Typenreihe der „Glass Amp II“ Gleichrichter-Schutzdioden für Fernsehgeräte brachte General Instrument Europe heraus. Die neuen Dioden CG-1 und DG-1, die speziell für Schutzschaltungen im Horizontalablenkteil entwickelt wurden, sind in einem Sinterglasgehäuse mit doppelter Wärmeableitung hermetisch dicht eingeschlossen und zeichnen sich daher durch niedrigen Reststrom und hohen Leitwert aus. Der Spitzen-Überlastungsstrom ist 50 A bei 75 °C, und der Nenndurchlaßstrom liegt bei 1,5 A bei 50 °C. Die Betriebstemperatur umfaßt den Bereich von -65 bis +125 °C. Die typische Durchlaß-Erholspannung beträgt 30 V für die CG-1 und 25 V für die DG-1. Die Rückwärts-Erholtzeit ist 15 µs (CG-1) beziehungsweise 20 µs (DG-1).

0,25-W-NF-Verstärker MFC 4000 B

Mit der integrierten Schaltung MFC 4000 B stellte Motorola einen NF-Verstärker für Kofferrämpfänger vor, der mit Betriebsspannungen bis 12 V arbeiten kann und 0,25 W Ausgangsleistung an 16 Ohm abgibt. Bei 0,2 W Ausgangsleistung und 9 V Betriebsspannung verringert sich der Klirrfaktor auf etwa 2 %. Ein besonderer Vorteil der MFC 4000 B ist der geringe Leistungsverbrauch, der durch einen typischen Ruhestrom von nur 3 mA erreicht wird. Zur Vollausssteuerung des Verstärkers genügt ein Eingangssignal von 240 mV_{eff}. Die IS ist in einem 206-A-Gehäuse mit vier Anschlüssen untergebracht.

Silizium-NF-Transistoren mit 500 mW Verlustleistung

Für allgemeine NF- und Gleichstromanwendungen entwickelte AEG-Telefunken die NPN-Typen BC 546 ... BC 550 und die PNP-Typen BC 556 ... BC 560, die eine Verlustleistung von 500 mW haben. Die Kollektor-Emitter-Sperrspannung ist 65 V (BC 546, BC 556), 45 V (BC 547, BC 550, BC

557, BC 560) beziehungsweise 30 V (BC 548, BC 549, BC 558, BC 559). Die Typen BC 549, BC 550, BC 559 und BC 560 zeichnen sich durch kleine Rauschwerte bei niedrigen Frequenzen aus. Die neuen Transistoren haben ein TO-92-Gehäuse.

Leistungs-Darlington-Transistoren 2N6492, 2N6493 und 2N6494

Eine neue Serie von drei Leistungs-Darlington-Transistoren von Motorola ersetzt die Typen 2N3055, 2N6253 und 2N6254. Die neuen Typen 2N6492, 2N6493 und 2N6494 bieten erhöhte Verstärkung sowie einen erweiterten Arbeitsbereich. Sie unterscheiden sich nur im Spannungsbereich, der bei $U_{CB} = 55$ V für den 2N6492 beginnt und seinen maximalen Wert bei 100 V für den 2N6493 und 2N6494 erreicht. Die maximalen U_{CEO} -Werte sind 45, 70 beziehungsweise 80 V. Anwendungsmöglichkeiten für die neuen Transistoren sind Serien- und Parallel-Leistungsregler, Leistungsschaltkreise, NF-Verstärker und Leistungssteuerungen für induktive Lasten.

Temperaturumwandler LX5600

Der Temperaturumwandler LX5600 von National Semiconductor besteht aus einem Temperaturfühler, einer Referenzspannungsschaltung und einem Operationsverstärker, die auf einem Chip integriert sind. Der Temperaturfühler nutzt die geringe Emitter-Basis-Spannungsdifferenz von zwei Transistoren in einem bestimmten Strombereich aus. Die Ausgangsspannung des LX5600 ist der Temperatur im Bereich -55 ... +125 °C direkt proportional (Ausgangsnichtlinearität 0,018 %). Ohne externe Verstärkungseinheit des Operationsverstärkers beträgt die Ausgangsspannungsänderung 10 mV/°C. Der Proportionalitätsfaktor kann durch externe Widerstände in weiteren Grenzen verändert werden. Der Operationsverstärker läßt sich auch als Komparator betreiben, wodurch eine Ein-Aus-Schaltfunktion der Ausgangsspannung bei einer vorgegebenen Temperatur erreicht wird. Die Betriebsspannung darf bis zu 28 V betragen, so daß auch Lampen und Relais geschaltet werden können.

8×2-Register-Speicher MC 10143 mit Mehrfach-Anschlüssen

Motorola ergänzte die ECL-Serie 10000 um den MC 10143. Dieser 8×2-Register-Speicher mit Mehrfach-Anschlüssen ist in der Lage, simultan zwei Bit zu lesen und ein weiteres zu schreiben. Er ist kompatibel mit allen Schaltungen der Serien MECL 10000 und MRCL 3. Anwendungsmöglichkeiten bestehen im Computer- und im Datenverarbeitungsbereich.

Operationsverstärker mit garantierten Drift-Daten

Solidex bietet eine Serie von Operationsverstärkern mit garantierten Drift-Daten von 10, 5 oder 2 µV/°C an. Es gibt die Standardtypen 741, 709, 748, 101 A, 301 A sowie die Low-Power-Ausführung UC 4250. Die Testpunkte sind bei $U_{CC} = \pm 15$ V und $R_g = 10$ kOhm festgelegt. Änderungen dieser Parameter entsprechend Kundenspezifikation sind möglich.

256-bit-Schottky-TTL-RAM DM 74S200

Das neue 256-bit-Schottky-TTL-RAM DM 74S200 von National Semiconductor hat drei logisch verknüpfte Eingänge zur Bestimmung der Funktionen Lesen-Schreiben sowie acht intern decodierte Adresseneingänge. Durch PNP-Eingangstransistoren werden die Eingangsströme auf maximal 250 µA begrenzt. Die Zugriffszeit der Funktionseingänge ist typisch 20 ns, die der Adreßeingänge typisch 31 ns. Die Verlustleistung beträgt typisch 1,7 mW/bit. Ein weiteres Merkmal des DM 74S200 ist der Tri-State-Ausgang, der die schaltungstechnischen Vorteile eines offenen Kollektorausgangs mit der Schaltgeschwindigkeit eines Totempol-Ausgangs verbindet.

Änderungen im BBC-Hochspannungsgleichrichter-Sortiment

Für BBC-Hochspannungsgleichrichter kam ein neues Preisblatt heraus. Daraus ist zu erkennen, daß eine Reihe von Gleichrichtertypen aus dem Programm herausgenommen wurde. Diese Typen sind in Zukunft als Sonderausführung in einer Mindest-Stückzahl von 100 und mit einer

Lieferzeit von 9 Monaten erhältlich. Das Programm der Stabgleichrichter mit Sockel als Röhrenersatz wurde umgestellt. Die Hochspannungs-Stabgleichrichter und der Sockel mit Anodenmutter werden getrennt geliefert. Neu aufgenommen wurde ein Hochspannungsgleichrichter-Modul. Dieses Modul ist beidseitig mit Gewinde versehen.

Polyesterfilm-Kondensatoren „Crystal-Cap“

„Crystal-Cap“ heißt eine neue Typenreihe von Polyester-film-Kondensatoren der General Instrument Europe. Die neuen Bauelemente wurden als Überbrückungs- und Kopp-lungskondensatoren für industrielle Elektronikschaltungen entwickelt. Das dielektrische Filmmaterial ist selbstabdich-tend und bildet das eigene Gehäuse. Es gibt den Typ „J65“ (runde Ausführung), den Typ „J66“ (radiale Anschlüsse) sowie den Typ „J67“ (mit „P/C Mount“). Betriebstemperaturbereich der Reihe: $-50^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$; Kapazitätsbereich: $1\text{ nF bis }1\text{ }\mu\text{F}$; Stoßspannung: $50 \dots 600\text{ V}$.

Metallglasur-Widerstände bis 1 GOhm

Neu ins Lieferprogramm der CRL Electronic Bauelemente GmbH wurden Metallglasur-Widerstände der Reihen „MG/MH“ und „MR/MS“ aufgenommen. Ihre wesentlichen Merkmale sind der Fertigungsbereich bis maximal 1 GOhm, hohe Spannungsfestigkeit und der Temperaturkoeffizient von 50 beziehungsweise $80\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$. Die Widerstände sind kunstharzumhüllt und die Anschlußdrähte „Dumet-ver-goldet“.

Relais für Industrieanwendungen

Zum Industrierelais-Sortiment der Firma Finder, das über die Neumüller GmbH bezogen werden kann, gehören: Kleinrelais, Relais mit Oktal-Stecksockeln oder mit Schraub-an schlüssen, Steckrelais mit Faston-Anschlüssen, Strom-relais für mittlere Leistungen (Kontaktbelastung 10 A bei 220 V Wechselspannung) und verschiedene Relais für die direkte Montage auf gedruckten Schaltungen. Die Schaltkontakte sind in den meisten Fällen als Umschalter ausgeführt. Jedes Relais hat wahlweise 1, 2 oder 3 Umschaltkontakte. Neben offenen Ausführungen gibt es auch Relais mit durchsichtiger Staubschutzkappe.

Extrem kleine Reed-Relais

Die Firma ESM Elektronikservice, München, offeriert Reed-Relais, die kleiner als ein 1-Pfennig-Stück sind. Die Typenserie „SM 281“ ist für 1 bis 12 V bei einer Erregerleistung von 73 mW ausgelegt. Bei der Typenserie „SM 282“ sind die betreffenden Werte 1 ... 24 V und $30 \dots 240\text{ mW}$. Weitere Vor-teile sind hermetische Ausführung, hoher Spulenwiderstand sowie eine zulässige Umgebungstemperatur bis 100°C . Der Reed-Schalter ist im Spulenkörper eingegossen.

Zwei neue temperaturkompensierende Dickfilm-Dielelektrika

Die Serie der temperaturkompensierenden Dickfilm-Dielelektrika von Du Pont wurde um zwei neue Werkstoffe erweitert: Dielektrikum „9427“ (NP0) und Dielektrikum „9428“ (N150). Sie sind bei 850°C einbrennbar. Durch Mi-schen der beiden Stoffe kann man jeden gewünschten Kapazitäts-Temperaturkoeffizienten zwischen 0 (NP0) und $-150\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ (N150) erhalten.

Digital-Knöpfe „CT 23“ und „CT 26“

Zur Einstellung von Wendelpotentiometern liefert TWK-Elektronik, Düsseldorf, die Digital-Knöpfe „CT 23“ und „CT 26“, deren Zählwerk von 000 bis 999 läuft. Die letzte Dekade ist durch fünf Teilstriche zusätzlich unterteilt, so daß eine reproduzierbare Feineinstellung möglich ist. Mit einem Spannhebel kann der eingestellte Wert blockiert werden. Das Modell „CT 23“ ist zum Aufbau auf Fronttafeln (Höhe über der Tafel 31,5 mm), der Typ „CT 26“ zum Einbau in Fronttafeln (verbleibende Höhe über der Tafel 15 mm) bestimmt. Der Außendurchmesser der Knöpfe beträgt 31 mm.

Neuartiger Prüfsummer kann zwei ersetzen

Die Firma Taco-Tafel + Co., Esslingen, hat das neue Prüfsummermodell „3000 E“ herausgebracht, das sowohl niedermoig als auch spannungsfest ist. Nach dem bisherigen Stand der Technik schienen diese beiden Eigenschaften in

einem Gerät unvereinbar (höchstens mit Umschalter). Der „3000 E“ hat jedoch keinen Schalter oder Bedienungs-knopf. Er gestattet es, an der Tonhöhe schon 10 Ohm vom direkten Null-Ohm-Durchgang zu unterscheiden und nimmt dennoch keinen Schaden, wenn die Prüfanschlüsse mit 380 V in Berührung kommen. Der Anbieter nennt einen Preis von 52,60 DM (o. MwSt).

„Clipper“-Meßgeräteserie

Unter der Bezeichnung „Clipper“ liefert Gossen Meßgeräte mit Drehsputz-Kernmagnetmeßwerk, die VDE 0410 entsprechen und vor allem für den Einsatz in Geräten bestimmt sind, bei denen aus Preisgründen auf Meßgeräte der Klasse 1,5 verzichtet werden muß. Die Serie umfaßt drei Größen, die als Einbau- und Unterbau-Meßgeräte verwen-det werden können. Einige Daten: Anzeigefehler maxi-mal $\pm 2\%$ vom Endwert, Meßbereich-Endwerte bei Gleich-strom von $100\text{ }\mu\text{A}$ bis 4 A, bei Gleichspannung von 1 V bis 600 V, bei Wechselstrom von $100\text{ }\mu\text{A}$ bis 10 mA und bei Wechselspannung von 6 V bis 600 V.

Fluke-Digitalzählern

Die niederländische Firma Fluke B.V. (deutsche Vertretung: Fey, München) stellte eine neue Serie von Digital-zählern vor. Sie besteht aus vier Modellen, die neben einer Vielzahl von Betriebsarten Frequenzmeßbereiche bis zu 40 beziehungsweise 515 MHz bieten. Aus der Vielzahl der Meß-möglichkeiten seien Frequenz-, Zeitintervall- und Perioden-dauermessungen mit und ohne Mittelwertbildung, die Mes-sung von Frequenzverhältnissen sowie die Ereigniszählung mit und ohne Torsteuerung angegeben.

Normalfrequenz-Empfänger „DFX 10-9 B1“

Der Normalfrequenz-Empfänger „DFX 10-9 B1“ der Ibsen AB (deutsche Vertretung: Dressler Elektronik) ist für den Emp-fang der Frequenz 151 kHz des Langwellensenders Deutsch-landfunk bestimmt. Aus dieser Frequenz, die senderseitig mit etwa 10^{-11} konstant gehalten wird, werden im „DFX 10-9 B1“ zwischen 10 MHz und 1 Hz dekadisch geteilte Nor-malsfrequenzen mit einer Langzeitkonstanz gleicher Grö-ßenordnung abgeleitet. Sie stehen am Ausgang des Empfängers zur Verfügung und können als Frequenz- oder Zeitnormal verwendet werden. Zwei Instrumente und eine Leuchtanzeige am Empfänger zeigen die phasenstarre Kopplung an den Sender an.

Schreibende Registriergeräte immer noch bevorzugt

Eine neue Untersuchung des Marktforschungsinstituts Sira mit dem Titel „European markets for miniature chart recorders“ kommt zu dem Ergebnis, daß der Absatz von schreibenden Registriergeräten bei festen Preisen im Groß-raum Europa um jährlich 5 % steigen wird. Viele Fachleute sind zwar der Ansicht, daß Kathodenstrahlröhren diesen Markt in kurzer Zeit erobern könnten, die Autoren der Untersuchung glauben jedoch, daß es fünf bis zehn Jahre dauern wird, bevor die optischen Anzeigegeräte den Absatz von Registrierschreibern merklich beeinflussen können.

„Duracell Flat-Pak“

In den Mallory-Laboratorien wurde ein kompakter und flacher Batterie-Typ aus den Grundzellen des „Duracell“-9-V-Blocks entwickelt und in einer 6-V- sowie einer 9-V-Version vorgestellt. Die „Duracell Flat-Pak“ genannte Hochleistungsbatterie hat die Abmessungen $10\text{ mm} \times 48\text{ mm} \times 35\text{ mm}$. Ursprünglich wurde sie für Taschenrechner entwickelt, aber auch Kamera- und Blitzgerätehersteller interessieren sich für sie.

Fernseh-Systeme für Unterricht und Ausbildung

„Fernseh-Systeme für Unterricht und Ausbildung“ heißt eine Broschüre der Philips Elektronik Industrie GmbH, Hamburg, Geschäftsbereich Audio-Video-Technik, in der die Einsatzmöglichkeiten des Fernsehens in Unterricht und Ausbildung erörtert werden. Außerdem wird an Hand ver-schiedener Systeme erläutert, wie eine Schulantennen-Anlage stufenweise bis zur zentralen Regieanlage ausgebaut werden kann.



RCA plant für 1975 Einstellung der Produktion von Heim-Audiogeräten

RCA Consumer Electronics teilte mit, daß sie 1975 die Produktion von Heim-Audiogeräten (Rundfunkempfänger, Tonbandgeräte und Plattenabspielgeräte einschließlich Heim-Stereo-Anlagen) einstellen und sich ausschließlich mit der Fertigung von Geräten für den Heim-Fernsehsektor befassen werde. RCA Records (Schallplatten) ist jedoch von der Produktionseinstellung nicht betroffen und wird als besondere Abteilung weitergeführt.

William C. Hittinger, Executive Vice President für Consumer- und Halbleiter-Elektronik der RCA, sagte dazu, daß der ehemals erhebliche Anteil der Audioprodukte am gesamten Consumer-Elektronik-Geschäft der RCA in den letzten Jahren auf etwa 5 % zurückgegangen und nicht mehr rentabel sei. Die Entscheidung der RCA, ab 1975 nur noch Fernsehprodukte anzubieten, erlaube verstärkte Bemühungen um die Entwicklung und das Marketing auf diesem Gebiet einschließlich der „SelectaVision“-Video-Recorder.

Aufsichtsrat der Deutschen Messe- und Ausstellungs-AG genehmigte Investitionen in Höhe von 4,1 Mill. DM

Der Aufsichtsrat der Deutschen Messe- und Ausstellungs-AG, Hannover, genehmigte in seiner Sitzung am 5. Juli 1974 in Stuttgart Investitionen in Höhe von 4,1 Mill. DM für versorgungstechnische Verbesserungen in verschiedenen Ausstellungshallen. 3,4 Mill. DM der Investitionen entfallen auf die Tochtergesellschaft Elektro-Messeehaus Hannover GmbH. Über die Verwendung des im Jahresabschluß 1973 der Messe-AG ausgewiesenen Bilanzgewinns von 1,65 Mill. DM wird endgültig die Hauptversammlung am 30. August 1974 beschließen.

Neues fernsprechtechnisches Entwicklungszentrum

Im Süden Münchens erstellt Siemens zur Zeit ein neues fernsprechtechnisches Entwicklungszentrum. Hier werden künftig auf 15 000 m² etwa 850 Mitarbeiter, die jetzt noch auf 15 Plätze in und um München verstreut sind, an der Entwicklung neuer Vermittlungssysteme für öffentliche und private Netze arbeiten. Mit der Fertigstellung des Entwicklungszentrums, dessen Baukosten über 50 Mill. DM betragen, ist erst im Lauf des nächsten Jahres zu rechnen. Der erste Bauabschnitt wird jedoch schon im Sommer dieses Jahres bezugsfertig sein.

Neumüller vertritt IMA Microwave Products

Die Neumüller GmbH, München, hat die Vertretung der schwedischen Firma IMA Microwave Products übernommen. Dieses Unternehmen, das 1973 gegründet wurde und aus dem Mikrowelleninstitut der Universität Stockholm hervorgegangen ist, bietet ein breites Spektrum von Standard- und Spezialdioden sowie Oszillatoren für den Mikrowellenbereich an.

Du Pont-Dickfilm-Gruppe zieht um

Die Dickfilm-Gruppe von Du Pont, die zur Abteilung Elektronische Produkte gehört, wird im August 1974 ihren europäischen Hauptsitz von Genf nach Frankfurt, Opernplatz 2, verlegen. Die Dickfilm-Gruppe unterhält im Neu-Isenburger Du Pont-Werk bereits eine Produktionsstätte, in der Edelmetallpasten für die Verarbeitung in der elektronischen Industrie hergestellt werden.

National Semiconductor errichtet neue Fabrik zur Wafer-Herstellung

National Semiconductor kündigte jetzt den Bau einer Fabrik zur Herstellung von Wafers in der Nähe von Salt Lake City (USA) an, die 18 000 m² Produktionsfläche umfassen soll. Die neue Wafer-Fabrik – die dritte von National Semiconductor in den USA und weltweit die vierte – soll Ende 1974 in Betrieb genommen werden.

NCR-Corporation

The National Cash Register Company in Dayton (USA), das Stammhaus der deutschen NCR – National Registrerkassen GmbH, ist am 1. Juli 1974 in NCR Corporation umbenannt worden. Auch die deutsche NCR wird gegen Ende dieses Jahres eine Umfirmierung vornehmen, wie es einige europäische Schwesterfirmen bereits getan haben.

ICL liefert Sechs-Länder-Computernetz

Ein Computernetz, das sechs Länder, zu denen auch die Bundesrepublik Deutschland gehört, miteinander verbindet, wird die britische Firma International Computers Limited im Rahmen eines Kontrakts liefern, der erstmals auf der Hannover-Messe 1973 erörtert wurde.

Preisgünstiges Kühlkörper-Angebot

Aus dem Sortiment von Thermalloy offeriert Tisco, Zweigniederlassung der Texas Instruments Deutschland GmbH, einen Kühlkörper mit einem R_{th} von etwa 60 °C/W. Vom Anbieter genannter Preis: „weit unter“ 0,20 DM bei einer Abnahme von 100 000 Stück; Konditionen für Kleinmengen: „weit unter den marktüblichen Preisen“.

Elektrotechnik '74

Vom 19. bis 21. September 1974 findet auf dem Dortmunder Ausstellungsgelände zum zweitenmal die Fachausstellung „Elektrotechnik“ statt. Veranstalter ist der Fachverband Elektrotechnik, Dortmund, der die Interessen der rund 10 000 Fachbetriebe in Nordrhein-Westfalen vertritt. Im Rahmen der Fachschau werden auch Seminare, Fortbildungsveranstaltungen sowie eine neutrale Beratung für Bauinteressenten durchgeführt.

Hi-Fi-Stereo-Fachausstellung in Wien

Vom 9. bis 13. Oktober 1974 wird im Wiener Bauzentrum im Palais Liechtenstein die Fachausstellung „HiFi-Stereo 74“ durchgeführt, die sich ausschließlich mit der Hi-Fi-Technik in Stereophonie und Quadraphonie befaßt. Da Anfang Oktober dieses Jahres der Österreichische Rundfunk sein 50-jähriges Jubiläum begeht, wird die ORF-Teilnahme an der Ausstellung ganz im Zeichen dieses Ereignisses stehen.

Das CeBIT wächst um 10 000 m²

Das Angebot der Deutschen Messe- und Ausstellungs-AG, das Centrum für Büro- und Informationstechnik (CeBIT) der Hannover-Messe ab 1975 um rund 10 000 m² Nettofläche zu erweitern, hat bei der Industrie guten Anklang gefunden. In den Hallen 1 und 18 stehen damit insgesamt 60 600 m² zur Verfügung, von denen Ende Juni bereits 59 300 m² disponiert waren.

Diskussionstreffen der ISHM-Deutschland

Die International Society for Hybrid Microelectronics – Deutschland (ISHM-Deutschland) veranstaltet am 18. September 1974 um 14 Uhr im kleinen Hörsaal des Physikalischen Vereins, Frankfurt, Robert-Maier-Straße 2–6, ein Diskussionstreffen zum Thema „Siebe und Masken für die Dickschichttechnik“. Fachleute aus der Industrie werden die wichtigsten Aspekte des Themas in Kurzreferaten darstellen. Der Schwerpunkt der Veranstaltung soll aber in der Diskussion der anstehenden Probleme liegen.

Britische Untersuchung der Lautsprecher-Absatzmärkte

In London wurde eine Studie der Lautsprecher-, Kopfhörer- und Mikrofon-Märkte innerhalb der Untersuchungsreihe des Marktforschungsinstitutes Finresearch für die Rundfunkindustrie herausgegeben. „Diese Untersuchung, die den Titel ‘Loudspeakers, headphones and microphones’ trägt, ist mit einiger Sicherheit die erste jemals veröffentlichte und allgemein erhältliche Publikation, die sich speziell diesen wichtigen Erzeugnissen widmet“, sagt die Ovum Ltd., 22 Grays Inn Road, London WC1, Telefon 01-2 42 69 21, bei der die Untersuchungsergebnisse erhältlich sind. Der Handel mit Kopfhörern und Mikrofonen bewegt sich zum überwiegenden Teil im internationalen Rahmen; die Lautsprecher-Märkte werden hauptsächlich von inländischen oder sogar lokalen Herstellern beliefert.

„VDE-Preis“ ab 1975 „ETG-Preis des VDE“

Der seit 1971 verliehene „Preis des VDE“ für hervorragende wissenschaftliche Veröffentlichungen von Autoren bis zu 40 Jahren wird ab 1975 – mit Rücksicht auf die Gründung der Energietechnischen Gesellschaft im VDE (ETG) – in „ETG-Preis des VDE“ umbenannt.

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

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

FUNK-TECHNIK

Fernsehempfänger höherer Qualität

Qualität und Service gelten bei der Beurteilung von Fernsehempfängern als wichtige Kriterien. Sie können die Einkaufsdispositionen des Fachhandels und des Endabnehmers entscheidend beeinflussen. Wer sichergehen will, bevorzugt Markenware, deren Qualitäts- und Service-Eigenschaften außer Zweifel stehen. Viele Endabnehmer schwören auf bestimmte Markenerzeugnisse, mit denen sie jahrelang vertraut sind und keine Enttäuschungen erlebt haben. An diesem Ergebnis sind oft alle Handelspartner gleichermaßen beteiligt. Fabrikneue Fernsehempfänger können schon beim Großhändler aus irgendwelchen Gründen fehlerhaft sein. Auch der Einzelhandel muß feststellen, daß bei dem mehrstündigen Routinebetrieb Fernsehempfänger defekt werden. Die Servicewerkstätten beobachten diese Fehler. Sie wären ohne vorherige Kontrolle mit Sicherheit später beim Kunden aufgetreten und hätten das Image des Markenerzeugnisses geschmälert.

Die mit diesen Vorgängen konfrontierte Industrie weiß um diese Frühausfälle sehr wohl Bescheid. Aber nicht alle Hersteller zogen daraus ihre Konsequenzen. Man weiß jedoch, daß praktisch jeder Fernsehempfänger vor Verlassen der Fabrik einem Probelauf von einigen Stunden Dauer unterzogen wird. Wie die Erfahrungen des Handels zeigen, reicht dieser Kurztest aber oft nicht aus. Es fehlen intermittierender Betrieb und Langzeitkontrolle. Saba führte in Erkenntnis dieser Situation nunmehr ein ausgeklügeltes Verfahren zur besseren Qualitätssicherung ein. Beim Einbrennstest „fährt“ man die gesamte Tagesproduktion – gegenwärtig rund 1000 Geräte – für mindestens 24 Stunden ein. Dabei folgt nach jeweils 3,5 Stunden Betrieb eine halbe Stunde Abkühlzeit. Außerdem laufen zur Kontrolle des Langzeitverhaltens ständig etwa 150 Geräte bis zu 1000 Stunden und länger im Live-Test. Schließlich werden täglich Stichproben an 10 ... 20 % der fertig verpackten Geräte vorgenommen.

Reparaturen an Tunern sind in den meisten Servicewerkstätten unbeliebt. Sie erfordern Spezialkenntnisse und oft einen hohen Aufwand an Arbeitszeit. Ferner gibt es Tuner, die infolge ihrer unzweckmäßigen Konstruktionskonzeption den gleichen Fehler immer wieder zeigen. Diese Erfahrungen veranlassen den Servicetechniker, Austauschtuner anzufordern und sich bei der Reparatur auf den Aus- und Einbau des Tuners zu beschränken. Die Industrie führt jetzt in der Tunerfertigung rationelle Meß- und Prüfmethoden ein. Bei Grundig wird jeder Tuner zunächst getestet, ob er die hohen Anforderungen der Farbfernsehempfänger erfüllt oder sich nur für Schwarz-Weiß-Geräte eignet. Dann überprüft man die Rauschleistungs- und Störstrahlungswerte und mißt den Sperrstrom der Abstimmioden. Diese Kontrolle in einem automatischen Meßplatz, der jeweils vier Tuner gleichzeitig aufnimmt, ist für den Prüfer einfach. Ein Fertigsignal gibt an, ob die vorgeschriebenen Toleranzgrenzen eingehalten werden. Weil der Meßautomatik dauert die Gesamtkontrolle nur wenige Sekunden – eine wichtige Voraussetzung bei einer Tagesproduktion von 7000 Tunern.

Mit der Modulbauweise wurden gute Erfahrungen gemacht; man verdankt ihr Qualitätssteigerung und einfacheren Service. Auch der Anfall von Garantiereparaturen ging wesentlich zurück. Die oft kritische, zeitraubende und für den Kunden teure Fehlersuche

beschränkt sich hier praktisch auf das Ermitteln der gestörten, leicht auswechselbaren Baugruppe. Grundig erhöhte nun die Anzahl der Module in Farbfernsehempfängern von 12 auf 14. Der neue Regelbaustein stabilisiert die Zeilen-Endstufe gegen Netzsollspannungs- und Belastungsschwankungen. Das zweite neue Modul wird im Netzteil eingesetzt und enthält ein automatisch abfragendes elektronisches System, das als Überlastungsschutz arbeitet. Es ersetzt den bisherigen elektromechanischen Sicherungsautomaten.

Ein weiteres Hilfsmittel zum Rationalisieren der Servicearbeit ist das Diagnose-System. In den neuen Grundig-Farbfernsehempfängern sind 13 wichtige Meßpunkte an eine Vielfachbuchse geführt, an die im Servicefall ein handlicher Diagnose-Adapter angeschlossen werden kann. Er wertet die zugeführten Betriebs- und Signalspannungen aus und zeigt sie über Leuchtdioden an. Auf diese Weise kann man in vielen Fällen den aufgetretenen Fehler sehr schnell lokalisieren. Der Adapter erfaßt hauptsächlich die auf der Chassisplatine verbliebenen, nicht steckbaren Schaltungsgruppen. Modultechnik und Diagnose-Adapter ergänzen sich sinnvoll. Es ist nicht mehr notwendig, Meßpunkte aufzusuchen und Meßgeräte anzuschließen. Wenn eine Leuchtdiode nicht leuchtet, liegt der Fehler in dem zugehörigen Schaltungsteil. Die mitgelieferte Anleitung enthält auch Hinweise, welche Bauteile defekt sein könnten. Übrigens, nicht jedermann darf den Diagnose-Adapter kaufen. Er wird nur an den Fachhandel geliefert.

Diagnose-Adapter sind vor allem für den Außendienst nützlich, weil sich dadurch der Transport von weiteren Meßgeräten in die Kundenwohnung erübrigt. Eine nützliche Erweiterung für den stationären Werkstattdienst wäre die Kombination der Fehleranzeige mit einem akustischen Signal. In diesem Falle könnte man leichter nur zeitweilig auftretende Fehler lokalisieren.

Viele Fernsehteilnehmer merken kaum, wie schlecht die Tonqualität ihres Fernsehempfängers wirklich ist. Man hat sich daran gewöhnt und argumentiert, daß die Fernsehprogramme nur wenige Musiksendungen bieten. Kritische Gerätetests und Hi-Fi-Freunde beanstanden aber immer öfter den „Fernseh-Gießkannton“. Mit dem etwa vorhandenen Klangregler kann man meistens nur die Sprachverständlichkeit verbessern. Obwohl man weiß, daß heute ein besserer Fernsehton nur von einem kleinen Prozentsatz der Fernsehteilnehmer gefordert wird – man spricht von höchstens 2% –, gehen die Überlegungen der Konstrukteure auch in dieser Hinsicht weiter. „Guten Klang“ versprechen Fernsehempfänger mit 3-W-Gegentakt-Endstufe und 21 cm × 9 cm großem Frontlautsprecher, aber nur vereinzelt findet man akzeptable Vorschläge zu wirklich besserer Klangqualität. Ein Tonteil mit einem 15-W-Endverstärker (Sinusleistung) und hochwertigen Lautsprechersystemen liefert eine beachtlich gute Musik- und Sprachwiedergabe, wie ein Vergleich im Hause Grundig mit einem Standard-Fernsehempfänger bewies. Ein Gerät dieser Art in attraktiver Ausstattung wird man verkaufen können, auch wenn es etwa 15 % mehr kostet. Allerdings darf man bei dem heutigen Sendesystem und bei dem empfangsseitig angewandten Intercarrierprinzip weder UKW-Qualität noch Hi-Fi-Sound erwarten.

Werner W. Diefenbach

F-Informationen

all-akustik. Neu im Sortiment der Hannoveraner Vertriebsfirma sind das Luxman-Steuergerät „R 600“ (UM, 2×30 W Sinusleistung an $8\ \Omega$, Klirrfaktor $<0.1\%$ bei 30 W, Frequenzbereich $10 \dots 50\,000$ Hz) und der Micro-Plattenspieler „DD-1“ mit magnetischem Tonabnehmersystem „VF 3200/6“ (33 und 45 U/min, Direktantrieb durch Gleichstrom-Servomotor, Tonhöhen schwankungen $<0.06\%$, Drehzahlfeineinstellung $\pm 6\%$, Frequenzbereich 10 bis $28\,000$ Hz, Kanaltrennung 30 dB bei 1000 Hz). Nach Mitteilung des Anbieters soll das „R 600“ etwa 1200 DM und der „DD-1“ etwa 990 DM (mit Tonarm und Abtastsystem) kosten.

BBC. Das neue Röhren-Preisverzeichnis 1974/75 (Druckschriften-Bestell-Nr. DHS 40 504 D) enthält die seit dem 1. Juli 1974 gültigen Preise für Sendee und Spezialröhren, Gleichrichterröhren, Thyatronen, Ignitrons und Zubehör.

Hitachi. Speziell für den europäischen Markt wurde eine Kompaktanlage entwickelt, die als Typ „ST-2650“ mit Cassetten-Recorder sowie als Modell „SDT-2660“ mit Plattenspieler und Cassetten-Recorder geliefert wird (UKML, 5 UKW-Stationstasten, automatische UKW-Scharfabbildung, 2×20 W Sinusleistung, Cassetten-Recorder mit Bandsorten-Schalter und automatischer Band-Endabschaltung, Plattenspieler mit Magnetsystem, Tonarmlift sowie Abschalt- und Ton arm-Rückkehrautomatik).

Philips. Als Nachfolger der Niedrig preis-Stereo-Anlage „RH 701“ wurde die Stereo-Anlage „Sirius Stereo 741“ herausgebracht, deren Steuergerät alle Bedingungen der Hi-Fi-Norm DIN 45 500 erfüllt (UKML, 2×6 W Sinusleistung bei $k < 1\%$, eingebauter Entzerrervorverstärker für magnetodynamische Tonabnehmer, Fächerentzerrer, Kopfhöreranschluß, über die gesamte Frontpartie gezogene grün-

leuchrende Flutlichtskala mit zusätzlichen eingravierten Kurven für die Einstellung der Regler für Lautstärke, Balance, Höhen, Tiefen). Die zugehörigen 7-Liter Lautsprecherboxen „RH 421“ enthalten ein Breitband-System und sind bezüglich Frequenzbereich und Belastbarkeit an das Steuergerät angepaßt. Das neue Hi-Fi-Steuergerät „Tonneister RH 734 Stereo 4“ – Nachfolger des „RH 712“ – erhielt bei unveränderter Technik (UKML, 2×20 W Sinusleistung, 5 UKW-Stationstasten, Stereo-4-Schaltung) ein neues Gehäuse mit schwarzem Frontpartie.

Neu im Sortiment der Hi-Fi-Viersachkombinationen sind die Phono-Cassetten-Steuergeräte „RH 937 Dolby“ (U, 5 Stationstasten, 2×20 W Sinusleistung, Frequenzbereich $30 \dots 25\,000$ Hz $\pm 1,5$ dB, Leistungsbandbreite 30 bis $30\,000$ Hz, Plattenspieler „GC 008“, Cassetten-Recorder mit schaltbarer Dolby B-Rauschunterdrückung, automatischer Bandsortenumschaltung und abschaltbarer Aussteuerungsautomatik) und „RH 935 ST-4“ (U, 4 Stationstasten, 2×15 W Sinusleistung, Frequenzbereich $30 \dots 20\,000$ Hz $\pm 1,5$ dB, Leistungsbandbreite $40 \dots 20\,000$ Hz (-3 dB), Plattenspieler „GC 007“, Cassetten-Recorder „N 2505“ mit DNL-Rauschunterdrückung und Aussteuerungsautomatik).

Der neue Kofferempfänger „Orkan de Luxe 22 RL 435“ ist der Nachfolger des „Taifun de Luxe“. Die Technik wurde vom Vorgängertyp übernommen, jedoch wird das Gerät nicht mehr aus Flachbatterien, sondern aus sechs Batterien gespeist. Das Gehäuse hat jetzt eine Linearskala und eine besondere Drucktaste für den Ein-Aus-Schalter.

Das Plattenwechsler-Angebot wurde durch das Stereo-Tischgerät „GA 151“ und das Mono-Electrophon „GF 251“ (Batterie- und Netzbetrieb, $4\frac{1}{2}$ W Musikleistung, Lautsprecher im abnehmbaren Kofferdeckel) ergänzt. Beide Geräte enthalten das Wechslerchassis „GC 051“ mit dem Kristall-Tonabnehmer system „GP 214“ (Bedienung aller Spieler- und Wechslerfunktionen mit einem Hebel, Tonarmlift für manuellen Betrieb, $33\frac{1}{3}$ und 45 U/min, Gleichlauf schwankungen $<0.25\%$, Rumpel-Gerauschspannungsabstand >55 dB, Frequenzbereich $60 \dots 14\,000$ Hz). Zum Anschluß von magnetischen Tonabnehmern an Geräte ohne eingebaute Entzerrervorverstärker steht jetzt als Zusatzgerät der netzbetriebene Stereo-Entzerrervorverstärker „GH 915“ zur Verfügung (Entzerrungscharakteristik nach DIN, Verstärkung 35 ± 1 dB je Kanal, Frequenzbereich $20 \dots 20\,000$ Hz ± 1 dB, Leistungsaufnahme maximal 2.5 W, Klirrfaktor $<0.1\%$ bei 1000 Hz und maximaler Ausgangsspannung, Kanaltrennung >45 dB, Fremdspannungsabstand >75 dB).

Zum Aufstellen von Lautsprecherboxen ist jetzt das Drehschwunggestell „12 ER 9002“ mit 30 cm Fußdurchmesser, 37.5 cm Höhe und um $\pm 12^\circ$ einstellbarer Neigung lieferbar.

Als Service-Hilfe wird ein Modul-Set für das Farbfernsehchassis „K 9“ ange-

boten. Es enthält in einem Koffer alle Bausteine dieser halbleiterbestückten Chassis. Gegenüber dem Einzelbezug der Bausteine spart man beim Modul-Set 10% der Kosten.

Telefunken. Neu im Angebot ist der Hi-Fi-Stereo-Cassetten-Recorder „MC 2200 hifi“ mit eingebautem abschaltbaren Dolby B-Rauschunterdrückungssystem (Vierspur-Tape-Deck, Chromdioxid-Automatik, abschaltbare Aussteuerungsautomatik, Memory-Zählwerk, Flachbahnregler zur manuellen Aussteuerung und zur Regelung der Mithörlautstärke, Geräuschspannungsabstand ≤ 56 dB mit Chromdioxidband und Dolby, Tonhöhen schwankungen $\leq 0.2\%$, Frequenzbereich $30 \dots 14\,000$ Hz mit Chromdioxidband, Zubehör im Lieferumfang: Chromdioxid-Cassette C 60, Stereo-Tonleitung).

Heft 64/74 der Hauszeitschrift „Telefunken sprecher“ ist unter anderem dem Farb-Portable „PALcolor 614“, der Rundfunk-Phono-Kombination „hifi center 4040“, dem Hi-Fi-Cassetten-Recorder „magnetophon C 2100 hifi“, der neuen Plattenwechsler Serie „304 automatic“, dem Radiowecker „star clock 101“ mit Digitaluhr und der Entwicklung der Selektionsmittel für Rundfunkempfänger gewidmet.

Heft 18/74 der Hauszeitschrift „Telefunken heute“ stellt vor allem das Plattenabspielgerät „mister hit 2000“ her aus; mit ihm setzt die Firma „ein seit Jahren erfolgreiches Konzept fort“. Die Verstärkerleistung wurde gegenüber dem Vorläufertyp auf 2 W erhöht. Das Gerät ist „konsequent für den Jugendmarkt von heute konzipiert“.

Diebstahl. Die nachstehend genannten Geräte wurden als gestohlen gemeldet: von der Grundig-Niederlassung, Frankfurt

Farbfernsehempfänger „Color 1510“ (Nr. 12090, 21355 u. 23120; beim letzte genannten Modell Chassis ausgebaut)

Schwarz-Weiß-Fernsehempfänger „Triumph 1712“ (Nr. 19642)

Beim Auftauchen der Geräte sollte man die Polizei verständigen.

Neue Serviceschrift

Blaupunkt

Farbfernsehgeräte der Serien „7663...“ und „7664...“

| PRODUKTIONSZAHLEN | | | | |
|---|----------|----------|------------|---------|
| Geräte art | Monat | Stück | Prod. Wert | 1000 DM |
| Farbgeräte | | | | |
| | Mai 1973 | 159 514 | 216 737 | |
| | Mai 1974 | 216 876 | 304 804 | |
| Schwarz - Weiß - Geräte | | | | |
| | Mai 1973 | 143 903* | 54 173* | |
| | Mai 1974 | 168 214 | 65 428 | |
| | Mai 1973 | 404 336* | 60 169* | |
| | Mai 1974 | 338 909 | 68 200 | |
| | Mai 1973 | 138 054 | 42 285 | |
| | Mai 1974 | 139 181 | 48 089 | |
| | Mai 1973 | 28 213 | 13 187 | |
| | Mai 1974 | 35 990 | 21 118 | |
| Amtliche Zahlen („Produktions-Eilbericht“ des Statistischen Bundesamtes) mit Zahlen vom Berichtsvorjahr zum Vergleich; frühere amtliche Angaben amtlich korrigiert | | | | |

| TEILNEHMERZAHLEN | | |
|--|------------|------------|
| Gebührenpflichtige Hörfunk- und Fernsehteilnehmer; Stand per 1. Juli 1974 (in Klammern: Änderungen gegenüber Vorjahr) | | |
| | 19 353 430 | (-1231) |
| | 17 461 718 | (+ 10 704) |

Per 1. Juli waren 1 413 767 Hörfunk- und 1 267 934 Fernsehteilnehmer gebührenfrei

Ionenimplantation als Dotierverfahren in der Halbleitertechnologie

1. Einleitung

Dotierverfahren sind in der Halbleiterindustrie von wesentlicher Bedeutung für die Entwicklung und Produktion von Bauelementen. Sie ermöglichen es, elektrisch wirksame Störstoffe in das Halbleitergitter gezielt einzubauen und dadurch ein gewünschtes elektrisches Verhalten des Halbleiterkristalls zu erzeugen.

Erst durch das Dotieren mit unterschiedlichen Störstoffen in verschiedenen Konzentrationen und Verteilungen wird die vorhandene große Vielfalt der Halbleiterbauelemente ermöglicht. Berücksichtigt man, daß die Dotierungen in Schichten ablaufen, die nur eine Dicke von $\frac{1}{10}$ mm haben, dann wird deutlich, wie außerordentlich wichtig Genauigkeit und Gleichmäßigkeit der Dotierungen für eine reproduzierbare Fertigung sind.

Die Ionenimplantation, die in jüngster Zeit in verschiedenen Gebieten der Halbleitertechnik Eingang gefunden hat, ergänzt und erweitert die bereits vorhandenen, in den vergangenen 25 Jahren entwickelten Methoden. Deshalb soll zunächst ein Überblick über die Entwicklung der Dotierverfahren in der Halbleitertechnik geben werden.

2. Dotierverfahren in der Halbleitertechnik

Dotierende Fremdstoffe können in das Kristallgitter eines Halbleiters auf

der Schmelze und beim epitaktischen Wachstumsprozeß aus der Gasphase Dotierstoffe während des Kristallwachstums in das Gitter des Halbleitermaterials eingebaut. Unter geeigneten Bedingungen erhält man eine homogene Dotierung, deren Konzentration in weiten Grenzen einstellbar ist. Die untere Grenze der möglichen Störstellendichte wird durch den Störpegel der Apparatur bestimmt, die obere Grenze dadurch, daß bei zu hohen Dotierstoffzugaben eine Störung des einkristallinen Wachstums auftritt.

Während das Ziehverfahren einkristalline Halbleiterstäbe als Ausgangswerkstoff für die Bauelementerherstellung liefert, werden beim Epitaxieprozeß auf einer einkristallinen Halbleiterscheibe als Substrat Siliziumschichten unterschiedlicher Dotierung und Leitung hergestellt. Eine solche epitaktisch erzeugte Schicht kann zum Beispiel die Kollektorzone eines Transistors darstellen, während zwei epitaktisch her-

2.2. Einbau aus einer Lösung

In einem Halbleiterplättchen mit verhältnismäßig niedriger Dotierung lassen sich Zonen hoher Dotierung derart herstellen, daß ein niedrigschmelzendes dotierendes Metallkügelchen unter erhöhter Temperatur bis zu einer bestimmten Tiefe in das Halbleitermaterial einlegiert wird. Beim Abkühlen rekristallisiert das gelöste Halbleitermaterial. Dabei werden Dotieratome aus dem Legierungsmetall in das Gitter eingebaut. Wendet man diese Technik auf einander genau gegenüberliegende Stellen eines dünnen Halbleiterplättchens an, so erhält man die sogenannten Legierungstransistoren, bei denen die Emitter- und Kollektorzone infolge des Legierungsschrittes eine hohe Dotierung aufweisen, während die Basiszone durch das schwach dotierte Ausgangsmaterial gebildet wird. Das Schema eines Legierungstransistor-Elementes mit entsprechendem Verlauf der Dotierungskonzentration ist im Bild 2 dargestellt. Bild 3 zeigt das

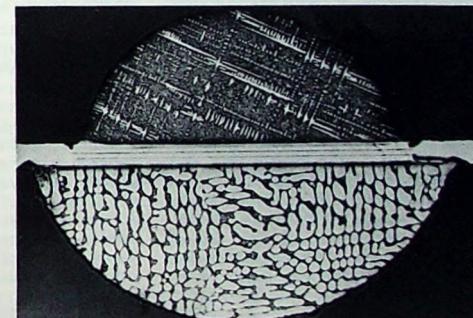
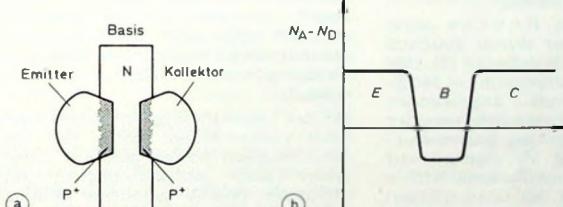
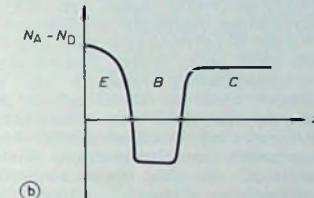
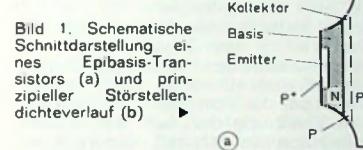


Bild 2. Schematische Schnittdarstellung eines Legierungstransistors (a) und prinzipieller Störstellendichteverlauf (b)

Bild 3. Schliffbild eines Legierungstransistors ▶

unterschiedliche Weise eingebracht werden, und zwar durch

- Einbau während des Kristallwachstums,
- Einbau aus einer Lösung,
- Einbau durch Diffusion,
- Einbau durch Ionenbeschuß.

2.1. Einbau während des Kristallwachstums

In großem Umfang werden heute beim Ziehen von Halbleiterkristallen aus

Dipl.-Ing. Dieter Eckstein ist Leiter der Technologischen Entwicklung Einzelhalbleiter in den Röhren- und Halbleiterwerken der Valvo GmbH, Hamburg.

gestellte Schichten entgegengesetzten Leitungstyps als Kollektor- und Basiszone dienen können. Hiervon macht man bei den Epibasis-Transistoren Gebrauch. Bild 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines solchen Transistorelementes und den zugehörigen Störstellendichteverlauf.

In jüngster Zeit hat man auch Verfahren und Apparaturen entwickelt, die es gestatten, während des Aufwachsens der epitaktischen Schicht deren Dotierung durch Steuerung der Dotierstoffzugabe zu variieren und somit einen bestimmten Verlauf der Störstellendichte senkrecht zur Oberfläche der Schicht zu erzeugen.

Schliffbild eines solchen Legierungstransistors.

Diese Herstellungstechnik für Transistoren wurde 1950 eingeführt und hat ihren Höhepunkt schon deutlich überschritten. Ihre Grenzen liegen in den beschränkten Variationsmöglichkeiten der Abmessungen, des Verlaufs der Störstellendichte und damit der elektrischen Eigenschaften eines Transistors.

2.3. Einbau durch Diffusion

Die Diffusionstechnik begann, sich 1960 in Verbindung mit der Silizium-Planartechnik in der Industrie durchzusetzen und nimmt heute eine her-

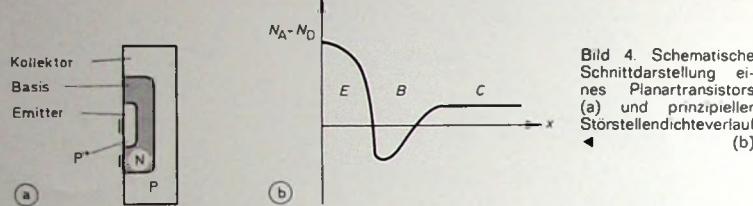
vorragende Stellung bei der Halbleiterfertigung ein.

Beim Diffusionsprozeß wirken folgende physikalische Vorgänge zusammen: Bei Zufuhr von Wärme lösen sich Atome des Halbleiters aus ihrem Kristallgitterverband (in merklicher Anzahl etwa bei 1000°C $\Delta \approx 0.1\text{ eV}$) und bewegen sich über immer vorhandene Gitterleerstellen oder über Zwischengitterplätze unregelmäßig im Kristallgitter (Selbstdiffusion). Sind nun zum Beispiel an der Oberfläche

Ein durch zweifache Diffusion von Störstellen erzeugter Planartransistor mit dem dazugehörigen Störstellendichtevelauf ist schematisch im Bild 4 dargestellt.

2.4. Einbau durch Ionenbeschuß

Die bisher beschriebenen Dotierverfahren arbeiten alle mit recht hohen Temperaturen, wenn auch mit kleinen Energien, um Störstoffe in das Kristall-



des Halbleiters Dotierstoffe vorhanden, so wandern die Atome dieser Stoffe entsprechend ihren Konzentrationsgradienten über die zufällig vorhandenen leeren Gitterplätze ins Innere des Halbleiters. (Auch die Diffusion über Zwischengitterplätze ist möglich; sie ist vor allem für Schwermetalle von Bedeutung.)

Auf diese Weise lassen sich Störstellen in einen Halbleiter einbringen, die P- oder N-Leitung erzeugen. Der Prozeß läuft trotz hoher Temperaturen verhältnismäßig langsam ab. Gesteuert wird die Eindringtiefe über Temperatur, Zeit und Oberflächenkonzentration des Dotierstoffs. Unsicherheiten kommen in dieses Verfahren durch die nicht immer einheitlich beschaffte Kristalloberfläche, weil hierdurch der Übergangsmechanismus zwischen Dotierstoff und Kristall beeinflußt wird. Unsicherheiten entstehen aber auch durch Fremdstoffe, die bei den angewandten hohen Temperaturen durch die Wandungen der Reaktionsgefäß (Quarzrohre) diffundieren.

Ein Nachteil dieser Dotiermethode liegt darin, daß die Verteilung der Störstoffe im Halbleiter den Diffusionsgesetzen gehorchen muß. Die höchste Konzentration an Störatomen befindet sich daher stets an der Oberfläche, von wo sie, entsprechend den vorliegenden Randbedingungen, zum Inneren des Kristalls hin abnimmt.

gitter des Halbleiters einzubauen. Bei der Ionimplantation, die gegenwärtig als Dotiermethode Eingang in die Halbleiterindustrie findet, werden dagegen die Störstoffe in einem elektrischen Feld beschleunigt und mit hoher Energie (etwa $50 \dots 1000\text{ keV}$) in den Halbleiter geschossen, der eine beliebige Temperatur haben kann [1]. Auf dieses Verfahren, dessen historische Entwicklung kurz dargestellt werden soll, wird im folgenden ausführlich eingegangen.

Schon Mitte der 50er Jahre wurde von Shockley der Ionenbeschuß von Halbleitern vorgeschlagen [2]. Hierbei ging es ihm allerdings nicht unmittelbar um die Dotierung, sondern um eine Erhöhung der Zahl der Gitterleerstellen im Kristall, deren Konzentration auf die Diffusion von Störstoffen einen Einfluß hat.

1961 veröffentlichte Rourke seine Versuche, Halbleiter durch Beschuß mit Ionenstrahlen zu dotieren [3]. 1966 wurde die Ionimplantation bei MOS-Feldeffekttransistoren angewendet, und von da an stieg das Interesse der Halbleitertechnologen an diesem Verfahren zunehmend. Verzögert auf die Einführung dieser Technik wirkte die Kompliziertheit der dazu nötigen Anlagen. Erst seit wenigen Jahren stehen Ionimplantationsanlagen zur Verfügung, mit denen eine ökonomische Massenfertigung von Halbleiterbauelementen möglich ist.

3. Erzeugung hochenergetischer Ionenstrahlen

Zur Dotierung eines Halbleiters mittels Ionenbeschusses benötigt man einen Ionenstrahl hoher Energie, der nur Ionen des gewünschten Dotierstoffes enthält. Es besteht also die Aufgabe, ein Gas zu ionisieren und eine bestimmte Ionenart zu selektieren, zu bündeln und zu beschleunigen. Mit dem so erzeugten Ionenstrahl wird dann die zu dotierende Halbleiter scheibe überstrichen.

Den prinzipiellen Aufbau einer Ionimplantationsanlage gibt Bild 5 wieder. Eine solche Anlage muß, um die erwähnten Aufgaben erfüllen zu können, folgende Einrichtungen enthalten: Hochspannungsgenerator, Ionenquelle, Extraktionsleitung zum Absaugen der Ionen, Massenseparator zur Selektion der gewünschten Ionenart, Beschleunigungsrohr für die Ionen, Ablenkseinheit für den Ionenstrahl, Kammer zum Beschicken mit Halbleiterscheiben, ionenoptische Einrichtungen zum Justieren des Strahls, Pumpen für das erforderliche Vakuum sowie Meßeinrichtungen zum Kontrollieren und Messen des Ionenstrahls (s. Titelbild und Bild 6). Da es wünschenswert ist, die Beschickungskammer zu erden, um eine gefahrlose Bedienung zu ermöglichen, muß die Ionenquelle auf hohem Potential liegen. Das erfordert eine gute Isolation der Energie- und Gasversorgung sowie der Bedienelemente. Auch die Maßgrößenübermittlung zum Bedienungspult muß entsprechend ausgeführt werden.

In der Ionenquelle wird durch ein Gleich- oder Wechselfeld eine Gasentladung erzeugt, bei der die eingebrachten Teilchen ionisiert werden. Am einfachsten ist die Verwendung von gasförmigen Verbindungen des Dotierstoffes, die man über ein Dosierventil in die Ionisationskammer strömen läßt. Aber auch Feststoffquellen sind möglich, bei denen ein Verdampfen der Stoffe in einem Ofen erfolgt.

Bei der Gasentladung entstehen Ionen aller vorhandenen Stoffe. Sie sind meist einfach positiv geladen, jedoch treten auch einfach negativ und mehrfach positiv geladene Teilchen auf. Die positiv geladenen Ionen werden durch eine Öffnung der Kammer mittels eines elektrischen Feldes aus der Ionenquelle abgesaugt und durch Magnetfelder fokussiert.

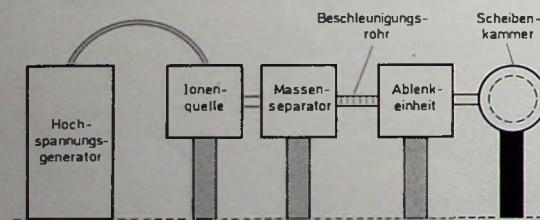


Bild 5. Prinzipieller Aufbau einer Ionimplantationsanlage

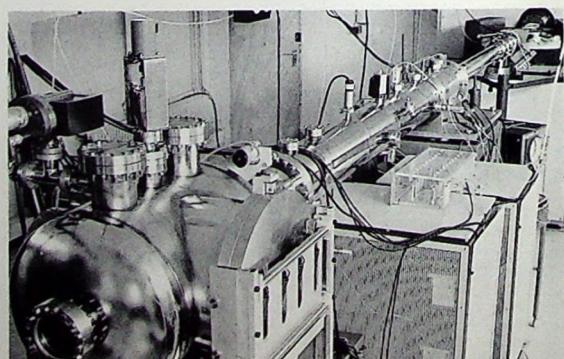


Bild 6. Teilansicht der Ionimplantationsanlage mit Beschickungskammer (vorn links), Beschleunigungsrohr und Ablenkseinheit

Auf ihrem Weg durch den Massenseparator wirken Kräfte auf die Ionen derart ein, daß nur die Ionen mit einem bestimmten Verhältnis von Ladung zu Masse ihren Weg fortsetzen können, während die anderen auf die Rohrwandungen aufprallen. Die Separation der Ionen kann durch ein magnetisches Feld oder durch das Zusammenwirken von elektrischem und magnetischem Feld erfolgen.

Die selektierten Ionen müssen nun auf die erforderliche Energie beschleunigt werden. (Ein Vertauschen der Reihenfolge von Separation und Beschleunigung ist möglich.) Der Ionenstrahl wird dann in der elektrostatischen Ablenktheit horizontal und vertikal so abgelenkt, daß er in unregelmäßigen Bahnen die in der Bestückungskammer befindlichen Halbleiterkristalle überstreicht. Die Unregelmäßigkeit des Bahnverlaufs ist erforderlich, um jedem Oberflächen teil der bestrahlten Kristallscheiben eine möglichst gleiche Strahlendosis zuzuführen. Man kann die Scheiben auch vor dem Strahl, der einen Durchmesser von etwa 5 bis 10 mm hat, bewegen oder beide Methoden kombinieren.

4. Vorgänge im Halbleiter bei der Ionenimplantation

Die mit hoher Energie in einen Halbleiter eindringenden Ionen erleiden Energieverluste infolge Wechselwirkung mit den Elektronen und Streuung an den Atomkernen, bis sie in einer bestimmten Tiefe zum Stillstand kommen. Für einen amorphen Festkörper lassen sich die mittlere Reichweite und ihre statistische Schwankung für Ionen gegebener Energie nach der LSS-Theorie (Lindhard, Scharff und Schiott) berechnen [4]. Die Annahme einer Gaußverteilung gestattet es, aus der Dosis der implantierten Ionen (N/cm^2), die sich während der Bestrahlung messen läßt, die Konzentration (N/cm^3) in der Tiefe der mittleren Reichweite zu bestimmen. Die mittlere Reichweite eines Ions ist proportional seiner Energie. Sie nimmt mit zunehmender Masse des Ions ab. Der Bremsvorgang im Festkörper verläuft so, daß bei Energien, die oberhalb einer kritischen Energie liegen (die kritische Energie nimmt mit zunehmender Masse des Ions zu), überwiegend Energieverluste durch Energieübertragung an die Elektronen entstehen und erst, wenn die Energie der Ionen unter die kritische gefallen ist, die Energieverluste durch Streuung an den Atomkernen maßgebend werden.

Kernbremsung bedeutet aber Strahlenschädigung des Festkörpers. Aus dem oben Gesagten ergibt sich, daß Ionen, die mit relativ hoher Energie in den Halbleiter eindringen, merkliche Strahlenschäden erst von einer bestimmten Tiefe an erzeugen, dann nämlich, wenn sie so viel Energie an die Elektronen verloren haben, daß ihre Wechselwirkung mit den Atomkernen überwiegt. Mit zunehmender Menge eingeschalteter Teilchen nehmen naturgemäß die Strahlenschäden zu, die bis zur völligen Zerstörung des Gitteraufbaus führen können. Man

erhält dann eine amorphe Schicht innerhalb der Gitterstruktur des Halbleiters.

Durch Zufuhr von Wärmeenergie (Tempern) nach der Bestrahlung lassen sich die Strahlenschäden weitgehend ausheilen, das heißt, die Atome fügen sich wieder in die natürliche Gitterstruktur ein. Gleichzeitig ordnen sich dabei die eingestrahlten Teilchen, die meist auf Zwischen-gitterplätzen zum Stillstand gekommen sind, weitgehend auf Gitterplätzen ein. Erst dort können sie als Donatoren und Akzeptoren wirksam werden, während sie auf Zwischen-gitterplätzen elektrisch unwirksam sind.

Die regelmäßige Anordnung von Atomen im einkristallinen Halbleiter bewirkt, daß die Häufigkeit der Wechselwirkung zwischen den eingeschalteten Ionen und den Gitteratomen des Halbleiters von dem Winkel des einfallenden Strahls gegenüber den Kristallebenen abhängt. Fällt der Strahl in einer Richtung ein, in der er nur wenige Atome „sieht“, weil sie in der betreffenden Richtung genau hintereinander angeordnet sind, ist die Streuung geringer und damit die Reichweite der Ionen größer als nach der LSS-Theorie, die für isotrope Streuung gilt. Man bezeichnet dies als Kanaleffekt (Channeling).

Bei exakter Ausrichtung des Kristalls zum Ionenstrahl kann eine große Anzahl von Ionen (etwa 20 %) Tiefen erreichen, die achtmal größer sind, als sie sich nach der LSS-Theorie ergeben. Es ist jedoch bisher nicht gelungen, diesen Effekt reproduzierbar zu nutzen. Man versucht deshalb, den Kanaleffekt weitgehend zu vermeiden, indem man den Kristall zum Strahl so ausrichtet, daß die Ionen auf eine möglichst dichte Packung der Gitteratome treffen. Man erreicht dies durch

dungsgebiete aus folgenden Gründen großes Interesse:

Weil der Massenseparator einen Ionenstrahl höchster Reinheit liefern kann und die Halbleiterscheiben bei Zimmertemperatur bestrahlt werden können, wird es möglich, Verunreinigungen bei der Dotierung weitgehend auszuschließen.

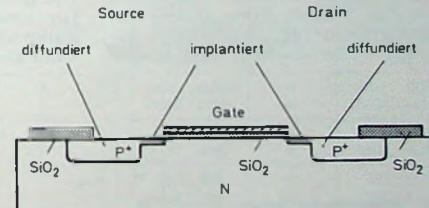
Die eingebrachte Menge an Dotierstoff kann als elektrische Ladung während der Bestrahlung genau gemessen werden und ist dadurch gut kontrollierbar. Insbesondere für kleine Mengen (Dotierung $< 10^{18}/cm^3$) ist die Ionenimplantation daher den Diffusionsverfahren überlegen.

Die Eindringtiefe für das Maximum der Verteilung der eingeschalteten Ionen ist sehr gut durch die den Ionen übertragene Energie zu steuern. Schwer zu kontrollieren sind dagegen die „Schwänze“ der Verteilung, die sich häufig weiter in die Tiefe erstrecken. Ein weiterer Vorteil der Ionenimplantation liegt also in der Beherrschung kleiner Eindringtiefen ($< 1 \mu m$). Für größere Eindringtiefen reichen die Beschleunigungsspannungen industriell hergestellter Anlagen gegenwärtig nicht aus.

Die Verteilung der Dichte der Störstellen im Halbleiter kann innerhalb der bestehenden Grenzen beliebig vorgenommen werden. Es lassen sich eine hohe Gleichmäßigkeit und Reproduzierbarkeit der Dotierung sowohl über die Halbleiterscheibe als auch von Scheibe zu Scheibe erreichen.

Wie beim Diffusionsverfahren, kann eine Siliziumdioxidschicht maskiert gegen das Eindringen von Ionen wirken. Es läßt sich also mit dem beim Planarverfahren üblichen fotolithografischen Prozessen eine selektive Dotierung in der Halbleiteroberfläche erzeugen. Dabei dringen die

Bild 7. Schematische Schnittdarstellung eines mittels Ionenimplantation hergestellten MOS-Transistors



eine Neigung der Oberflächennormalen gegenüber dem Ionenstrahl um 7...9°. Die mittlere Reichweite nach der LSS-Theorie beträgt in Silizium beispielweise bei einer

| Energie von | 100 keV | 200 keV |
|--------------|--------------|--------------|
| für Bor | 0,4 μm | 0,72 μm |
| für Phosphor | 0,12 μm | 0,25 μm |

5. Anwendung der Ionenimplantation als Dotierverfahren

Trotz der komplizierten Vorgänge im einkristallinen Halbleiter beim Bestrahen mit Ionen und trotz der erforderlichen aufwendigen Anlage besteht für die Ionenimplantation als Dotierverfahren in der Halbleiter-technologie für bestimmte Anwen-

Ionen fast ausschließlich nahezu senkrecht zur Oberfläche in den Halbleiter ein, so daß unter der Oxidmaske keine Dotierung entsteht.

Aus den genannten, das Implantationsverfahren kennzeichnenden Eigenschaften ergeben sich die Anwendungen in der Halbleiterindustrie. Die Tatsache, daß bei der Ionenimplantation unterhalb einer Maske nahezu nicht dotiert wird, bringt Vorteile bei MOS-Bauelementen. Die Gate-Elektrode wirkt bei einer Ionenbestrahlung als selbstjustierende Maske [5], die zusammen mit der fehlenden Dotierung unter der Elektrode die Drain-Gate-Rückwirkungskapazität verkleinert (Bild 7). Als Folge ergeben sich höhere Grenzfrequenzen und damit schnellere Logikschal-

tungen. Auch die Schwellenspannung von MOS-Transistoren kann reduziert werden, zum Beispiel bei P-Kanal-MOS-Transistoren von 3,5 auf 0,5 ... 1 V, indem man Ionen durch das dünne Gate-Oxid in die Kanalzone implantiert. MOS-Schaltungen werden dadurch mit TTL-Schaltungen kompatibel. Ferner kann man Anreicherungs- und Verarmungs-MOS-Feldeffekttransistoren auf demselben Kristall realisieren. Außerdem lassen sich die Eigenschaften komplementärer MOS-Schaltungen durch die Ionenimplantation erheblich verbessern.

Das Beherrschende kleiner Eindringtiefen und niedriger Dotierungen ermöglicht es, sehr hochohmige Widerstände in monolithischen integrierten Schaltungen zu erzeugen. Mit Schichtwiderstandswerten von 20 000 Ohm/□ lassen sich beispielsweise Widerstände im Megohmbereich realisieren, während man bei der herkömmlichen Diffusionstechnik kaum 400 Ohm/□ überschreiten kann. Damit eröffnet sich dem Schaltungsentwickler die Möglichkeit, neue Schaltungskonzeptionen zu verwirklichen.

Bei bipolaren Hochfrequenztransistoren für den Gigahertzbereich, die ebenfalls nur sehr geringe Eindringtiefen und eine sehr genaue Dotierung in der Basiszone benötigen, ist die Ionenimplantation eine gut geeignete Technik, um eine bessere Gleichmäßigkeit der Grenzfrequenz von Exemplar zu Exemplar zu gewährleisten.

Außerordentlich hoch muß die Ausbeute an Einzeldioden einer Diodenmatrix für ein Silizium-Vidikon sein, weil sonst die Bildwiedergabe durch Flecken infolge fehlerhafter Dioden beeinträchtigt wird. Die geringe Temperaturbelastung und die hohe Reinheit bei der Anwendung der Ionenimplantation zur Herstellung der PN-Übergänge wirken sich in dieser Hinsicht günstig aus.

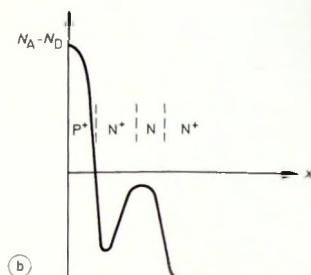
Impatt-Dioden (Impact Ionisation Avalanche Transit Time Diode) mit Doppeldriftzone als Oszillatoren für den mm-Wellen-Bereich (Bild 8) sind

gute Kontrollierbarkeit von geringer Eindringtiefe und geringer Dosis durch Ionenimplantation vorteilhaft nutzen läßt. Im einfachsten Fall wird man in einer epitaktischen NN'-Si-Scheibe nur die homogene P-Zone durch mehrere Bestrahlungen mit unterschiedlicher Energie erzeugen. Es ist aber auch möglich, den gesamten Dotierungsverlauf P-PNN' durch Implantation herzustellen.

Kapazitätsdioden (Bild 9), bei denen man eine hohe Übereinstimmung der Kapazitätskennlinien fordert, und

wenigen 10 000 DM, wenn es sich um Legierungs- oder Diffusionsöfen handelt. Für Ionenimplantationsanlagen sind dagegen einige 100 000 DM aufzuwenden. Derartig hohe Investitionen lassen sich jedoch nur vertreten, wenn dadurch entweder die Fertigung neuartiger oder verbesserter Bauelemente ermöglicht wird, für die ein entsprechend hoher Preis zu erreichen ist, oder wenn sich damit die Kosten zur Herstellung konventioneller Bauelemente merklich senken lassen, was durch eine Verkürzung der Bearbei-

Bild 9. Schematische Schnittdarstellung einer Kapazitätsdiode (a) und prinzipieller Störstellen-dichteprofil (b)



eine Reihe anderer Dioden können von der Gleichmäßigkeit, der geringen Verunreinigung während der Implantation und der Möglichkeit profitieren, Dotierungsprofile zu erzeugen, die von den bisher möglichen abweichen.

Bei Strahlungsdetektoren benötigt man dicht unter der Oberfläche liegende PN-Übergänge. Sie lassen sich durch Ionenimplantation gut herstellen.

Weil die Dotierung durch Ionenbeschluß unabhängig vom thermischen Gleichgewicht und vom Lösungsgleichgewicht ist, eignet sich das Implantationsverfahren auch für Verbindungshalbleiter, bei denen Diffusionsverfahren nur bedingt angewendet werden können.

Die genannten Anwendungsbeispiele für Ionenimplantation in der Halbleiterindustrie stellen nur einen Überblick über die Einsatzmöglich-

tumszeit und eine Erhöhung der Ausbeuten erreicht werden kann.

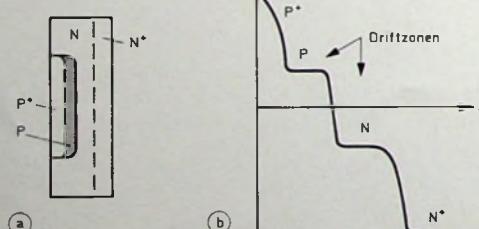
Bei modernen Implantationsanlagen hat man die Forderung nach kürzeren Bearbeitungszeiten dadurch erfüllt, daß man Ionenquellen entwickelte, die hohe Strahlenströme liefern. Dadurch ergeben sich stark verkürzte Bestrahlungszeiten (etwa 1 min). Außerdem wurden die Aufnahmekammern und -halterungen für die zu bestrahenden Halbleiterscheiben so konstruiert, daß man nahezu kontinuierlich – ohne Unterbrechungen durch lange Evakuierungszeiten der Kammern – die Bestrahlung der Scheiben durchführen kann. Höhere Ausbeuten ergeben sich bei Anwendung des Implantationsverfahrens dadurch, daß sich Dotierungen größerer Gleichmäßigkeit und Reproduzierbarkeit erreichen lassen.

Zusammenfassend kann man sagen, daß sich die Ionenimplantation, auch unter wirtschaftlichen Aspekten betrachtet, als Dotierungsverfahren für die Massenfertigung von Halbleiterbauelementen mit Vorteil einsetzen läßt. Sie stellt eine Bereicherung der Fertigungsmöglichkeiten dar und vermag einen wesentlichen Beitrag zur Herstellung von leistungsfähigeren, zuverlässigeren und preisgünstigeren Halbleiterbauelementen zu liefern.

Schrifttum

- [1] ● Mayer, J. W.; Eriksson, L.; Davis, J. A.: *Ion implantation in semiconductors*. New York 1970, Academic Press
- [2] ● Shockley, W.: *Dislocations and mechanical properties of crystals*. New York 1957, J. Wiley & Sons
- [3] Rourke, F. M.; Sheffield, J. C.; White, F. A.: *Crystal doping by ion bombardment*. Rev. Sci. Instr. Bd. 32 (1961) S. 455 bis 456
- [4] Lindhard, J.; Schärf, M.; Schiott, H. E.: *Range concepts and heavy ion ranges*. Mat. Fys. Medd. Dan. Vid. Selsk. Bd. 33 (1963) Nr. 14
- [5] Jakits, O.: *Herstellverfahren für Isolierschicht-Feldefekt-Transistoren und ihre Bedeutung für die Technik integrierter Schaltungen*. Valvo Berichte Bd. 16 (1971) S. 65-78

Bild 8. Schematische Schnittdarstellung einer Impatt-Diode mit Doppeldriftfeld (a) und prinzipieller Störstellen-dichteprofil (b)



ein weiteres Anwendungsgebiet für die Ionenimplantation. An die hochdotierten Kontaktzonen der P- und N+-Seite schließen sich zum PN-Übergang hin schwach und homogen dotierte Driftzonen für Elektronen und Löcher an, so daß Wirkungsgrad und Impedanz gegenüber Dioden mit nur einer Driftzone erhöht werden. Die Arbeitsfrequenz der Diode wird durch die Weite der Driftzonen bestimmt, so daß sich auch hier die

keiten dieses Verfahrens dar. Sie sollen zeigen, welche technischen Aufgaben mit Hilfe der Ionenimplantation vorteilhaft zu lösen sind.

6. Schlußbetrachtung

Die für die Einführung neuer Technologien benötigten Investitionsmittel steigen zunehmend an. Einrichtungen zur Dotierung von Halbleitern bedeuten eine Investition in Höhe von

Die Übertragungssysteme des Fernmeldesatelliten Symphonie

Im Juni 1967 wurde zwischen Frankreich und der Bundesrepublik Deutschland ein Abkommen über den geostationären Fernmeldesatelliten Symphonie geschlossen – ein Versuchsstück, um Erfahrungen für spätere Betriebssatelliten zu sammeln. Der Prototyp sollte Ende 1973 gestartet werden, während die beiden Flugmodelle Mitte und Ende 1974 auf ihre Umlaufbahnen gebracht werden sollten. Ursprünglich waren die Starts in Französisch-Guayana mit ELDO-Europa-II-Raketen vorgesehen. Nachdem aber der Rat der ELDO (Europäische Trägerraketen-Organisation) am 27. April 1973 die sofortige Einstellung des Europa-II-Projektes beschlossen hatte, sind Verhandlungen mit der NASA aufgenommen worden, um für die Starts Delta-Trägerraketen verwenden zu können. Im Dezember 1974 soll der erste Satellit mit einer Delta-Rakete von Cap Canaveral aus in seine Umlaufbahn gebracht werden.

1. Aufgabe des Fernmeldesatelliten

Der Fernmeldesatellit Symphonie soll sowohl zur Übertragung von Rundfunk- und Fernsehsendungen dienen als auch für Ferngespräche und die Datenübertragung Verwendung finden. Seine Lebensdauer ist auf fünf Jahre veranschlagt.

1.1. Ausleuchtzonen

Bedingt durch die Interessensbereiche der beiden Länder, ist mit dem Fernmeldesatelliten sowohl eine Aus-

Der Antennengewinn G_A ergibt sich aus dem Verhältnis der von der Antenne in der Hauptstrahlrichtung abgestrahlten Leistung P_A zu der Leistung P_K , die ein Kugelstrahler bei gleicher zugeführter Leistung abstrahlt würde

$$G_A = \frac{P_A}{P_K} . \quad (2)$$

Da in der Nachrichtentechnik das logarithmische Dämpfungsmaß Dezibel (dB) verwendet wird, ergibt sich für den Antennengewinn in dB die Beziehung

$$G_A = 10 \cdot \lg \frac{P_A}{P_K} . \quad (3)$$

Damit erhält man für die äquivalente isotrope Sendeleistung die Größe dBW. Diese Größe ist die in dB ausgedrückte und auf 1 W bezogene Leistung

$$x \text{ dBW} = 10 \cdot \lg \frac{y \text{ W}}{1 \text{ W}} . \quad (4)$$

Durch die geplanten Ausleuchtzonen kann mit vielen Ländern ein Versuchsbetrieb aufgenommen werden, der nach erfolgreichem Abschluß zu ständigen Fernmeldesatelliten-Nachrichtenverbindungen führen soll.

1.2. Frequenzbereiche

Für den Empfang durch den Satelliten wird das 6-GHz-Band und für das Senden vom Satelliten das 4-GHz-Band verwendet. Die Zwischenfrequenz liegt im Bereich von 250 MHz bis 750 MHz. Da jedes der beiden Flugmodelle mit

auf der Erde die gleichen Frequenzen benutzen.

1.3. Übertragungsmöglichkeiten

Der Satellit soll ein Fernsehbildsignal von 5 MHz Bandbreite und drei Tonrundfunksignale mit je 15 kHz Bandbreite oder acht kleinere bis mittlere Trägerfrequenzbündel übertragen können. Hierfür wird ein Vielfachzugang sowohl über Frequenzals auch Zeitmultiplex erfolgen. Damit lassen sich PCM-Verbindungen (Puls-Code-Modulation) mit mehreren Richtungen herstellen.

Bei dem Frequenzmultiplexverfahren (FDM) sendet jede Bodenstation ihren mit der Nachricht modulierten Träger auf einer eigenen Frequenz innerhalb eines gemeinsamen Frequenzbandes zum Satelliten. Bei dem Zeitmultiplexverfahren (TDM) senden die Bodenstationen in einem zeitlich gestaffelten Rhythmus auf derselben Frequenz, wobei dann im Satelliten jeweils nur das Signal einer Bodenstation verarbeitet wird. Im Satelliten werden alle Signale aus dem 6-GHz-Band – gleichgültig ob FDM oder TDM – im Transponder gemeinsam verstärkt, über eine Zwischenfrequenz in das 4-GHz-Band umgesetzt und zur Erde abgestrahlt.

Bei der Puls-Code-Modulation wird das niederfrequente Nachrichtensignal abgetastet, und die dabei entstehenden Amplitudenwerte werden nach einem Code übertragen. Die bei

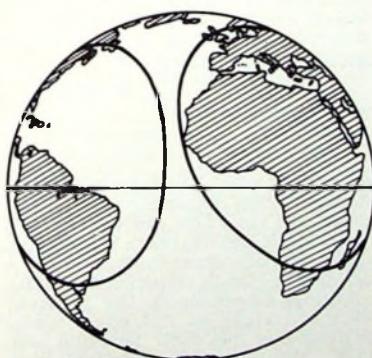


Bild 1. Ausleuchtzonen des Fernmeldesatelliten Symphonie

Bild 2 (unten). Darstellung des Vielfachzugangs des Fernmeldesatelliten Symphonie

leuchtung weiter Teile Europas und Afrikas als auch Nord- und Südamerikas geplant (Bild 1). Der Satellit ist so ausgelegt, daß er von jedem Punkt in den Ausleuchtzonen ein Fernmeldeignal empfangen kann. Hierfür ist eine äquivalente isotrope Sendeleistung am Rande der Ausleuchtzonen von mindestens 29 dBW erforderlich.

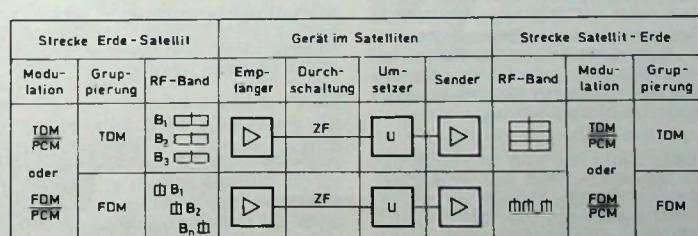
Die äquivalente isotrope Sendeleistung $EIRP$ ist das Produkt von Antennengewinn G_A und Sendeleistung P_S .

Es gilt:

$$EIRP = G_A \cdot P_S . \quad (1)$$

Tab. I. Frequenzbereiche des Fernmeldesatelliten Symphonie

| | Flugmodell 1 Transponder | Flugmodell 2 Transponder |
|------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | Frequenzbereich MHz | Frequenzbereich MHz |
| Empfang | a c 5940...6030 6195...6285 | b d 6065...6155 6320...6410 |
| Senden | a c 3715...3805 3970...4060 | b d 3840...3930 4095...4185 |
| Zwischenfrequenz | a c 645...735 390...480 | b d 520...610 265...355 |



je zwei Transpondern (Kunstwort, gebildet aus transmit = senden und respond = antworten) ausgestattet ist, ergeben sich acht verschiedene Frequenzbereiche (Tab.I). Bei diesen Frequenzen kann ein Interferenzgeräusch entstehen, wenn Richtfunkstrecken

der Abtastung einer kontinuierlichen Nachricht – wie Sprache oder Musik – entstehenden unendlich vielen verschiedenen Impulsen werden auf eine bestimmte Anzahl zu übertragender Impulse begrenzt. Die Begrenzung beruht auf der Eigenschaft des Ohres.

Impulse, die in einem bestimmten Amplitudenzbereich liegen, nicht mehr einzeln zu unterscheiden. Es wird deshalb nur der Amplitudenwert übertragen, der der jeweiligen Amplitudentstufe am nächsten liegt. Dieser Vorgang wird Quantisierung genannt. Auf der Empfangsseite werden die Impulse über einen Tiefpass geführt, wodurch man eine annähernd identische Nachricht erhält. Im Bild 2 sind die Kombinationsmöglichkeiten für den Vielfachzugang des Satelliten Symphonie schematisch dargestellt.

2. Aufbau der Übertragungssysteme des Satelliten

Wegen der ursprünglich vorgesehene ELDO-Europa-II-Rakete mußte die Nutzlast des Satelliten auf etwa 200 kg begrenzt werden. Dadurch wurde auch die Größe der Übertragungssysteme festgelegt.

einer Keulenöffnung von $9,3^\circ \times 14,4^\circ$, weil die Ausleuchtzonen auf der Erde elliptische Formen haben (s. Bild 1). Die Parabolspiegel haben die Abmessungen $65,5 \text{ cm} \times 42,5 \text{ cm}$. Um Abschattungseffekte durch die Erreger und ihre Halterungen zu vermeiden, befinden sich die Erreger außerhalb des Strahlengangs der Hauptkeule, so daß eine Schrägausleuchtung erfolgt. Der Antennengewinn jeder Antenne beträgt, bezogen auf den Rand der Ausleuchtzonen, $19,5 \text{ dB}$, während er in der Hauptstrahlrichtung den Wert $23,7 \text{ dB}$ hat. Alle drei Antennen werden in Zirkularpolarisation betrieben. Die Polarisatoren befinden sich als dreilagige Polarisationsgitter im Vorderteil des Empfangshorns beziehungsweise der Erreger und sind in Polystyrolschaum eingebettet. Durch die Einbettung wird einerseits eine größere Festigkeit und andererseits (mit dem davor befindlichen

Das extrem schwache Signal wird über eine Empfangsweiche zu den beiden Transponderkanälen geführt. Das Flugmuster 1 arbeitet mit den Kanälen a und c und das Flugmuster 2 mit den Kanälen b und d (s. Tab. I). Danach verstärkt ein zweistufiger Tunneldiodenverstärker im 6-GHz-Band das Signal um 26 dB , bevor eine Abwärtsumsetzung in das ZF-Band erfolgt. Im Abwärtsumsetzer befinden sich neben dem eigentlichen Umsetzer ein ZF-Anpassungsverstärker und ein Filter, um die jeweiligen Kanäle herauszufiltern. Im ZF-Verstärker läßt sich durch TC-Signale vom Boden (Telecommand = Fernbedienung) eine Verstärkung zwischen 36 und 46 dB einstellen, wobei gleichzeitig eine Amplitudenkorrektur erfolgt. Dann wird das Signal über Bandsperren, die die TC-Signale sperren, einem Aufwärtsumsetzer zugeführt und in das 4-GHz-Band umgesetzt. Der Aufwärtsumset-

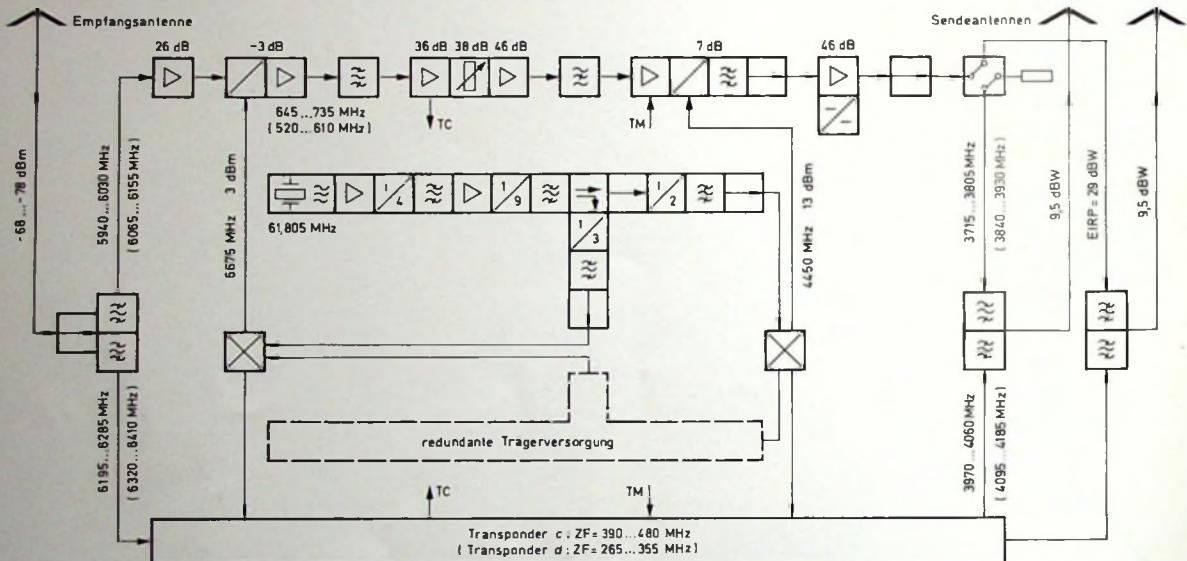


Bild 3. Blockschaltbild des Übertragungssystems des Fernmeldesatelliten

2.1. Energieversorgung

Die Energieversorgung erfolgt durch drei um 120° gegeneinander versetzte Sonnenpaddel mit insgesamt etwa 22 000 Siliziumzellen. Dabei entsteht eine Leistung von 160 W, die nach fünf Jahren noch 155 W betragen soll. Mit der aufgenommenen Energie werden zwei Nickel-Cadmium-Akkumulatoren mit je 17 V und $3,5 \text{ Ah}$ gespeist, womit allerdings ein Betrieb im Erdshatten nicht möglich ist.

2.2. Antennen

Für den Empfang von der Erde im 6-GHz-Bereich dient ein rotations-symmetrisches Empfangshorn mit einer Keulenöffnung von $18,2^\circ \times 18,5^\circ$, wobei ein Antennengewinn in Bezug auf den Rand der Ausleuchtzonen von mindestens 16 dB erreicht wird. Das Empfangshorn hat eine Länge von $37,7 \text{ cm}$ und einen Durchmesser von $21,6 \text{ cm}$.

Das Abstrahlen der verstärkten Signale im 4-GHz-Bereich erfolgt über zwei elliptische Parabolantennen mit

Deckel aus harzgetränkten Glasfasern), eine Wärmeisolierung erreicht. Die metallischen Außenflächen von Erreger und Empfangshorn sind mit sogenannter Superisolierung ebenfalls wärmeeschützt, die aus etwa 30 mit Aluminium beschichteten Mylar- und Kaptonfolien besteht. Die Kunststoffbedeckungen bewirken eine Signaldämpfung von weniger als $0,1 \text{ dB}$.

2.3. Transponder

Der Transponder hat die Aufgabe, das Eingangssignal vorzuverstärken, zweimal umzusetzen und verstärkt an die Sendeantennen abzugeben. Im Bild 3 ist das Blockschaltbild dargestellt. Die Empfangsantenne nimmt von der Bodenstation eine Leistung von 15 pW auf. Im Dämpfungsmaß ausgedrückt, entspricht das dem Wert $-78,3 \text{ dBm}$.

Die Größe dBm ist die in dB und auf 1 mW bezogene Leistung

$$x \text{ dBm} = 10 \cdot \lg \frac{y \text{ W}}{1 \text{ mW}} \quad (5)$$

zer enthält einen ZF-Anpassungsverstärker, einen parametrischen Umsetzer und ein Filter, das die Oszillatortravenz und das obere Seitenband sperrt. Im Anpassungsverstärker werden die TM-Signale (Telemetrie = Fernmessung) eingekoppelt. Die folgende Verstärkerstufe ist mit einer Wanderröhre mit einer Leistung von 13 W bestückt und verstärkt das Signal um 46 dB . Mit einem mechanischen Schalter kann der Ausgang der Wanderröhre auf eine der beiden Sendeantennen geschaltet werden, die mit den beiden Sendeantennen verbunden sind. In den Sendeantennen sperren Bandfilter auch die doppelte Signalfrequenz und die von der Wanderröhre im Empfangsbereich von 5940 bis 6030 MHz erzeugte Rauschleistung. Wegen der Verluste in den Kabeln, Schaltern und Weichen steht am Transponderausgang eine Leistung von $9,1 \text{ W}$ zur Verfügung. Nach Gl. (4) erhält man damit eine Leistung von $9,6 \text{ dBW}$, die zusammen mit dem Antennengewinn von $19,5 \text{ dB}$ eine äqui-

valente isotrope Sendeleistung von 29 dBW ergibt.

Die für die Umsetzung notwendigen beiden Oszillatorfrequenzen für die Abwärts- und Aufwärtsumsetzung werden von einem Quarzoszillator geliefert, der mit der Grundfrequenz 61,805 MHz schwingt. Diese Frequenz wird stufenweise vervierfacht und verneunfacht, bis die Frequenz 2250 MHz erreicht ist, die dann für die Abwärtsumsetzung auf 6675 MHz verdreifacht und für die Aufwärtsumsetzung auf 2250 MHz verdoppelt wird. Diese Trägerversorgung ist in doppelter Ausführung vorhanden, wobei die zweite, redundante Trägerversorgung als Ersatz dient. Sie schaltet sich automatisch ein, wenn die erste Versorgung ausfällt oder stark fehlerhaftes Verhalten zeigt.

Diese Transponderausführung wurde gewählt, weil die hohe Gesamtverstärkung von etwa 120 dB auf drei Frequenzbereiche aufgeteilt wird. Dafür verwendet man Transistorschaltungen, bei denen Frequenzselektion, Dämpfungs- und Laufzeitentzerrung sowie die Ein- und Auskopplung der TM- und TC-Signale leicht zu realisieren ist.

3. Position des Satelliten im Raum

Der Satellit Symphonie soll eine Synchronbahn mit einer Höhe von 35 786 km erreichen. Zuerst gelangt er auf eine 300 km hohe Parkbahn. Damit der Satellit stabilisiert wird, werden Drallraketen gezündet, die ihm einen Drall von 120 U/min verleihen. Nach der

Stabilisierung zündet der Perigäumsmotor (Perigäum = erdnahster Punkt), der den Satelliten in eine Transferbahn bringt. Über verschiedene Bodenstationen wird die Bahn des Satelliten durch Telemetrie vermessen und gegebenenfalls korrigiert. Im vierten Apogäum (erdentferntester Punkt) zündet der Apogäumsmotor und

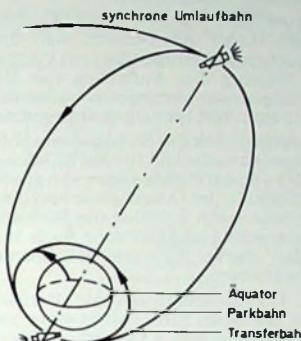


Bild 4. Erdumlaufbahnen des Nachrichtensatelliten Symphonie

bringt den Satelliten in eine Synchronbahn (Bild 4). Durch den Abwurf des Yogo verringert sich der Drall auf 0,5 U/min. Das Yogo besteht aus zwei kleinen Gewichten, die an längeren Drähten an dem Satelliten befestigt und bis zum Abwurf um ihn gewickelt sind. Infolge der Fliehkräfte fliegen sie vom Satelliten fort und

haben wegen des größeren Radius eine kleinere Winkelgeschwindigkeit. Dadurch üben sie auf den Satelliten einen der Drehrichtung entgegengesetzten Zug aus, wodurch die Abbremfung erfolgt. Der Restdrall wird durch Zünden von Kaltgasdüsen beseitigt. Gleichzeitig werden die Sonnenpaddel entfaltet. Mit Hilfe der Erdsondoren läßt sich der Satellit so ausrichten, daß seine Antennen auf $\pm 0,6^\circ$ genau auf die Ausleuchtzonen zeigen. Die genaue Position von 0° und 15° W wird durch Heißgasdüsen erreicht, womit dann der Satellit betriebsbereit wird.

Schrifttum

Schmeller, O.: Symphonie, der deutsch-französische Fernmeldesatellit. Z. f. Post- und Fernmeldewesen. Bd. 21 (1969) Nr. 18, S. 705-711

Herz, R.; John, R.: Nachrichtensatelliten, Forschungssatelliten und Raumsonden. Siemens-Z. Bd. 44 (1970) Beiheft Beiträge zur Raumfahrt, S. 64-74

Herz, R.: Die Fernmeldesysteme des Nachrichtensatelliten Symphonie. Nachrichtentechn. Z. Bd. 24 (1970) Nr. 5, S. 240-243

Sodeka, H.: Die fernmeldetechnische Nutzung des Satelliten Symphonie. Raumfahrt. Bd. 17 (1973) Nr. 1, S. 33-37, u. Nr. 3, S. 159

Pfitzmann, M.: Die Energieversorgung im Nachrichtensatelliten Symphonie. FUNK-TECHNIK Bd. 29 (1974) Nr. 13, S. 463-466

PulscodeModulation (PCM) - ein Verfahren zur Mehrfachausnutzung von NachrichtenkanaLEN. FUNK-TECHNIK Bd. 28 (1973) Nr. 11, S. 402-406

• Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker. Bd. VI u. Bd. VIII. Berlin 1966 bzw. 1969, VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH

folgt jedoch nicht nur an das Regelergerät, sondern auch über Analog-Digital-Wandler an den steuernden Prozeßrechner, der durch einen Vergleich zwischen Soll- und Ist-Werten die Soll-Wert-Vorgabe auf das Verhalten der Regelkreise abstimmen beziehungsweise bei eventuell auftretenden gravierenden Fehlern den Versuch abschalten kann.

Parallel zum laststeuernden Rechner arbeitet synchron ein weiterer Digital Equipment-Rechner „PDP-15“, der über einen zweiten, völlig unabhängigen Ausgang der Dynamometer die Steuerung des Versuches überwacht, die gefahrenen Belastungen ständig mißt und bei auftretenden Störungen beziehungsweise Abschaltvorgängen den zeitlichen Ablauf der Zylinderkräfte zu Dokumentationszwecken auf Magnetband speichert.

In periodischen Abständen innerhalb eines jeden Programmumlaufs von 1000 Flügen werden statische Lasten aufgebracht und die auftretenden Beanspruchungen der Struktur mit Dehnmeßstreifen an rund 400 Punkten gemessen. Die Werte für die Zylinderlasten und den Innendruck der Zelle sowie die Dehnungen werden über einen Zeilendrucker ausgegeben und für spätere zusätzliche Auswertungen auf Magnetband gespeichert.

Bis Mitte Mai 1974 hatte der Airbus im IABG-Labor bereits 30 000 Flüge absolviert. Täglich werden etwa 400 Flüge simuliert. Das Programm läuft voraussichtlich bis Mitte 1975 und umfaßt insgesamt 120 000 Einzelflüge.

Computer steuert Airbus-Test

Im Labor für Festigkeit und Schwingungen der IABG (Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH) in Ottobrunn bei München läuft zur Zeit ein großer Struktur-Ermüdungsversuch für den Airbus. Die Zellenstruktur dieses Flugzeugs ist für eine Lebensdauer von 48 000 Flügen (entsprechend etwa 60 000 Flugstunden) ausgelegt. Ziel des Ermüdungsversuchs ist ein Nachweis dieser geplanten Strukturlebensdauer. Eine Testzelle, die aus einem etwa 25 m langem Rumpfmittelstück und den beiden Tragflächen besteht, wird wechselnden Belastungen unterworfen, die in ihrer Größe und Häufigkeit mit den zu erwartenden Betriebsbeanspruchungen der Serienflugzeuge übereinstimmen. Die eigens für den Ermüdungsversuch hergestellte Testzelle hat die gleiche Konstruktion und die gleichen Abmessungen wie die Serienflugzeuge. Die Ermüdung der Zellenstruktur eines Verkehrsflugzeuges wird verursacht durch wechselnde Belastungen während des Rollens auf dem Flugfeld, durch Böenbeanspruchungen während des Fluges und durch den bei Flügen in großer Höhe im Rumpf vorhandenen Überdruck. Im Ermüdungsversuch werden diese Beanspruchungen nach einem Einzelflugprogramm simuliert. Dabei wird neben der Größe und Häufigkeit auch die Reihenfolge der wechselnden Belastungen weitgehend den tatsächlichen Gegebenheiten während des Fluges angepaßt.

Das Versuchsprogramm erstreckt sich zunächst auf die Simulation von 96 000 Flügen. Daran anschließend werden über eine Dauer von 24 000 Flügen fail-safe-Untersuchungen durchgeführt, die die Ausfallsicherheit der Zellenstruktur im Falle auftretender Ermüdungsschäden nachweisen sollen. Die Simulation der Kräfte erfolgt durch 53 Hydraulikzylinder, die für Maximallasten von 10 bis 70 Mp ausgelegt sind und über Lastgeschirre die Kräfte in die Struktur einleiten. Während jedes Fluges wird der Rumpf mit Druckluft von etwa 0,6 atü gefüllt. Die Steuerung des zeitlichen Ablaufes der Zylinderkräfte sowie des Innendrucks im Rumpf erfolgt über einen Digital Equipment-Computer „PDP-11/20“, der die momentanen Soll-Werte digital berechnet und über einen Digital-Analog-Wandler an ein elektronisches Regelsystem weitergibt. An jedem Zylinder beziehungsweise an den Drosselklappen des Luftversorgungssystems befinden sich elektrische Servoventile, mit denen die aufzubringenden Lasten individuell geregelt werden. Die Rückmeldung der vorhandenen Kräfte (Ist-Werte) erfolgt durch Dynamometer, die an den Enden der Zylinderkolbenstangen montiert sind, oder über Druckmeßglieder im Inneren des Rumpfes. Hydraulikzylinder, Servoventile, Dynamometer und elektrisches Regelgerät bilden einen geschlossenen Regelkreis. Die Rückmeldung der vorhandenen Zylinderkräfte er-

Thyristor- oder Triac-Ansteuerung mit integrierten Nullspannungsschaltern

Thyristoren und Triacs haben in den letzten Jahren nicht nur in der industriellen und kommerziellen Elektronik, sondern auch im Haushalt Eingang gefunden. Das brachte im Hinblick auf die mit ihrem Betrieb verbundenen Niederfrequenz- und Hochfrequenz-

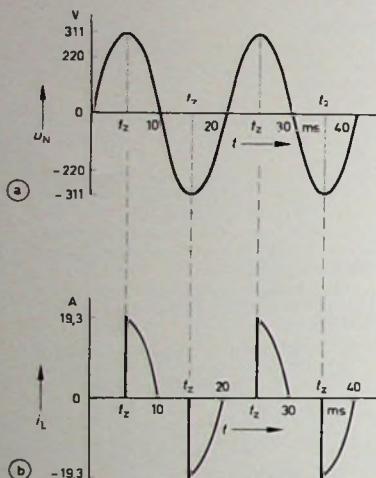


Bild 1. Zündung eines Triac beim Scheitwert der Netzwechselspannung; a) Verlauf der Netzspannung, b) Verlauf des Laststroms ($220 \text{ V}_{\text{eff}}$, 50 Hz ; $R_L = 16,1 \text{ Ohm}$, 3 kW)

Störungen neue Probleme mit sich. Zwar versucht man in vielen Fällen, die unerwünschte Störstrahlung mit Entstörfiltern zu unterdrücken, aber gerade bei den billigeren (und damit weit verbreiteten) Regeleinrichtungen – etwa für die Beleuchtung oder für die

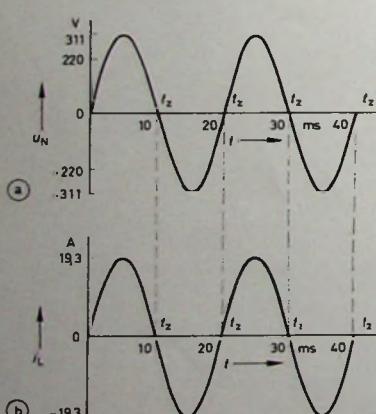
und gerade die werden dann aus Kostengründen eingespart.

In qualitativ hochwertigen Einrichtungen dieser Art benutzt man deshalb schon seit einiger Zeit ein Verfahren, welches das Auftreten von HF-Störungen von vornherein verhindert oder zumindest sehr stark einschränkt. Der Augenblick des Einschaltens einer Wechselstromlast ist für das Entstehen von NF- und HF-Störungen von großer Wichtigkeit. Im Augenblick des Einschaltens kann nämlich die Stromansteiggeschwindigkeit sehr hoch sein, so daß starke NF- und HF-Störungen auftreten.

Bild 1 veranschaulicht die Verhältnisse, die beim Einschalten einer reinen Wirklast von 3 kW (Küchenherd, Waschmaschine, Warmwasserbereiter usw.) am Wechselstromnetz von 220 V , 50 Hz , auftreten, und zwar für den Fall, daß gerade im Augenblick des Netzzspannungs-Höchstwertes geschaltet wird. Der Lastwiderstand beträgt bei den angegebenen Verhältnissen etwa $16,1 \text{ Ohm}$. Da der Scheitelwert einer $220\text{-V}_{\text{eff}}$ -Netzspannung etwa 311 V ist, muß beim Einschalten der Strom innerhalb sehr kurzer Zeit von 0 auf etwa $311/16,1 = 19,3 \text{ A}$ ansteigen, wobei die Stromansteiggeschwindigkeit nur durch die im allgemeinen kleinen Leitungsinduktivitäten begrenzt und deshalb sehr groß ist. Es ist nun zu berücksichtigen, daß Thyristoren und Triacs keine beliebig hohen Stromansteiggeschwindigkeiten zulassen. Der zulässige di/dt -Wert ist für jeden Thyristor- oder Triac typ ein wichtiger Grenzwert. Wird er überschritten, ist ein ordnungsgemäßer Betrieb nicht mehr gewährleistet. Das Bauelement könnte auf diese Weise sogar zerstört werden.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn das Einschalten in dem Augenblick erfolgt, in dem die Netzzspannung ihren Nulldurchgang hat (s. Bild 2). Der Laststrom i_L kann jetzt nicht schneller ansteigen, als es der Anstieg der Netzzspannung u_N und der Lastwiderstand R_L gestatten. Es können so auch keine Störungen mit einem Störspektrum bis zu hohen Frequenzen auftreten. Die größtmögliche Stromansteiggeschwindigkeit (in A/s) ist durch die Beziehungen

$$\left(\frac{di}{dt} \right)_{\max} = \frac{2\pi \cdot f_{\text{Netz}} \cdot U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2}}{R_L}$$



Drehzahlregelung von Elektromotoren – ist die Entstörung oft nicht ausreichend. Die in einem weiten Frequenzbereich wirksamen Filter müssen nämlich außer Kondensatoren auch relativ teure Spulen enthalten,

beziehungsweise

$$\left(\frac{di}{dt} \right)_{\max} = \frac{2\pi \cdot f_{\text{Netz}} \cdot N_L \cdot \sqrt{2}}{U_{\text{eff}}}$$

bestimmt. Für die betrachteten Verhältnisse mit einer Netzfrequenz $f_{\text{Netz}} = 50 \text{ Hz}$, einer Netz-Effektivspannung $U_{\text{eff}} = 220 \text{ V}$ und einem Lastwiderstand von $R_L = 16,1 \text{ Ohm}$ beziehungsweise einer Leistung $N_L = 3000 \text{ W}$ ergibt sich eine maximale Stromansteiggeschwindigkeit von etwa $6,07 \text{ A/ms}$. Wie man im Bild 2b auch ohne Rechnung erkennen kann, wird beim Einschalten im Spannungs-Nulldurchgang die Stromansteiggeschwindigkeit niemals höher, als sie auch bei normalem Dauerbetrieb wäre. Man kommt mit einem Thyristor mit relativ niedrigem Grenzwert für di/dt aus.

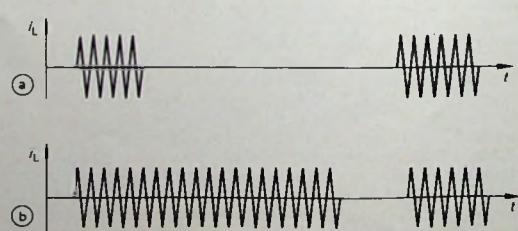
Bereits früher wurden verschiedene Schaltungen entwickelt, die einen angeschlossenen Thyristor oder Triac jeweils im Augenblick des Nulldurchgangs der Netzzspannung mit einem Gate-Zündimpuls versorgten. Derartige mit diskreten Transistoren, Dioden und anderen Einzelteilen aufgebaute „Nullspannungsschalter“ waren aber aufwendig, und ihr Einsatz blieb deshalb auf hochwertige Anlagen beschränkt. Seit einiger Zeit sind nun aber auch integrierte Schaltkreise für diesen Zweck auf dem Markt, deren Preiswürdigkeit ihre Verwendung auch für einfache Einrichtungen interessant macht.

Beim Einsatz eines Nullspannungsschalters muß man sich darüber im klaren sein, daß mit ihm immer nur komplette Halbwellen geschaltet werden können. Eine sogenannte „Phasenanschnitt“-Steuerung, wie sie beispielsweise für Beleuchtungsregelungen sehr beliebt ist, widerspricht dem Prinzip der Nullspannungs-Steuerung. Das wird am Bild 1 deutlich. Hier ist der störungsmäßig ungünstigste Fall einer Phasenanschnitt-Steuerung für Triacs dargestellt, bei der jede Halbwelle genau beim Scheitwert der Netzzspannung gezündet wird; die Last erhält im dargestellten Fall die halbe Leistung.

Mit einem Nullspannungsschalter wird man dagegen eine sogenannte „Halbwellen-“ oder „Vollwellen-Paket-Steuerung“ vornehmen, wie sie im Bild 3 schematisch dargestellt ist. Dies setzt voraus, daß die Zeitkonstante der mit dem Thyristor oder Triac geregel-

◀ Bild 2. Zündung eines Triac jeweils im Nulldurchgang der Netzwechselspannung; a) Verlauf der Netzspannung, b) Verlauf des Laststroms ($220 \text{ V}_{\text{eff}}$, 50 Hz ; $R_L = 16,1 \text{ Ohm}$, 3 kW)

Bild 3. Wellen-Paket-Steuerung eines Triac; a) die Last erhält 20%, b) die Last erhält 90% ihrer maximalen Leistung



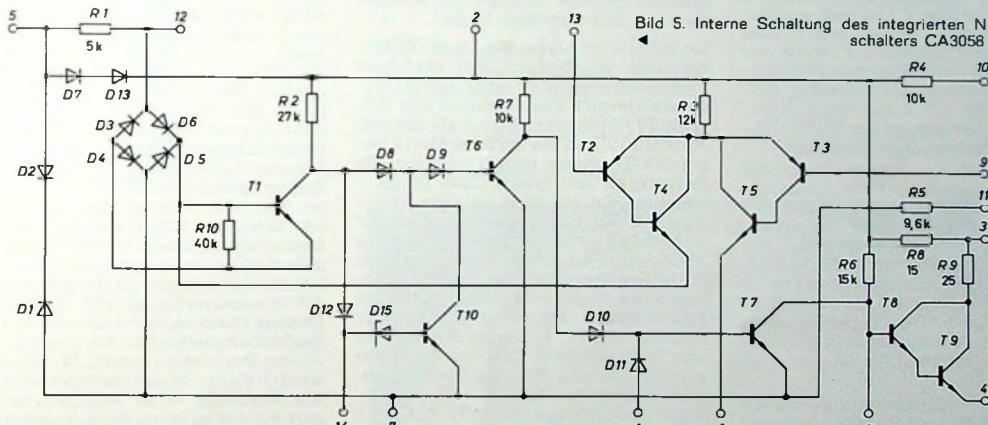
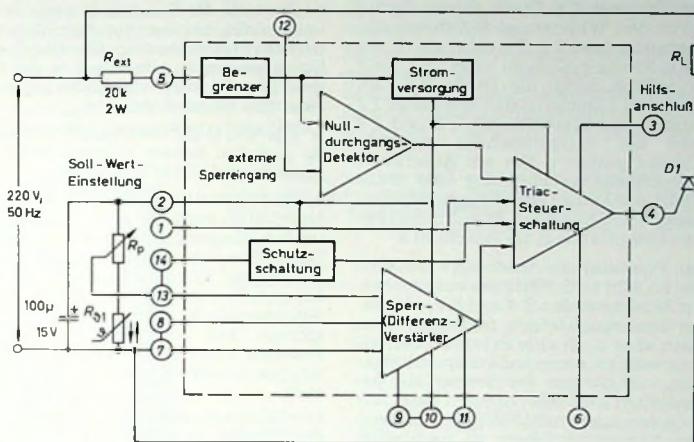
ten Anlage groß ist gegenüber der Dauer einer Halbwelle des Netzwechselstromes. Sehr gut geeignet sind Wellen-Paket-Steuерungen beispielsweise für Heizungsanlagen wie Elektrofen und -herde, Warmwasserbereiter usw. Für die Beleuchtungsregelung bei 50 oder 60 Hz ist die Wellen-Paket-Steuering dagegen nicht geeignet, weil sich bei den üblichen elektrischen Lichtquellen (Glühlampen oder Leuchtstofflampen) dann ein stören-

etwa 12 µs. CA3059 und CA3079 sind mit einem Dual-in-line-Plastikgehäuse, CA3058 ist mit einem Dual-in-line-Keramikgehäuse ausgerüstet; alle Ausführungen haben 14 Anschlüsse. Sie können wahlweise an Netzwechselspannungen von 24 V_{eff}, 120 V_{eff} oder 220 V_{eff} und sogar an noch höheren Spannungen betrieben werden. Bild 4 zeigt die Blockschaltung eines Nullspannungsschalters CA3058 oder CA3059 in einer typischen Zweipunkt-

wird zunächst mit Hilfe der beiden gegeneinander geschalteten Dioden D 1 und D 2 auf ± 8 V begrenzt (s. Bild 5). Die beiden Dioden D 7 und D 13 arbeiten als Einweg-Netzgleichrichter und versorgen die übrigen Stufen des Nullspannungsschalters mit einer Betriebsspannung von etwa 6 V, die am Anschluß 2 mit einem externen Kondensator von 100 µF geglättet wird und hier auch für andere Zwecke – etwa für die Stromversorgung einer Sensorbrücke – zur Verfügung steht. Wenn eine Last eingeschaltet werden soll, liefert der Anschluß 4 bei jedem Nulldurchgang der Netzwechselspannung einen kurzen Impuls, der einen angelassenen Thyristor oder Triac zündet.

Die Erzeugung der Zündimpulse für einen am Anschluß 4 mit seinem Gate angeschlossenen Thyristor oder Triac lässt sich am einfachsten verstehen, wenn man zunächst den Zustand des Nullspannungsschalters betrachtet, bei dem am Ausgang 4 ein Strom fließt. Dies ist nämlich sozusagen der „Normalzustand“ der gesamten Anordnung, und alle anderen Stufen dienen nur dazu, den Stromfluss am Anschluß 4 während der nichterwünschten Zeiten zu sperren.

Bild 4. Blockschaltung des Nullspannungsschalters CA3058 oder CA3059 in einem Zweipunkt-Temperaturregler



Tab. I. Bemessung des Vorwiderstandes R_{ext} für verschiedene Netzspannungen

| Netzspannung (50, 60, 400 Hz) V _{eff} | Vorwiderstand R_{ext} kOhm | Belastbarkeit von R_s W |
|--|------------------------------|---------------------------|
| 24 | 2 | 0,5 |
| 120 | 10 | 2 |
| 220 | 20 | 4 |
| 277 | 25 | 5 |

des Flimmern bemerkbar macht. Wesentlich günstiger sind die Verhältnisse bei 400-Hz-Netzen, wie sie beispielsweise als Bordnetz in der Luftfahrt-Industrie üblich sind. Hier hat sich für die Beleuchtungsregelung mit Nullspannungs-Steuerung eine Schaltperiode von 17,5 ms bewährt, die in Verbindung mit der dann gegebenen Halbwelldauer von 1,25 ms eine Regelung in 14 Stufen zuläßt.

1. Die integrierten Nullspannungsschalter CA3058, CA3059 und CA3079

Die Nullspannungsschalter CA3058, CA3059 und CA3079 von RCA (Vertrieb in Deutschland: Enatechnik GmbH, 2085 Quickborn) liefern, jedesmal, wenn die Netzwechselspannung ihren Nulldurchgang hat, einen kurzen Ausgangsimpuls, der als Gate-Impuls zur Zündung von Thyristoren oder Triacs verwendet wird. Er hat bei 50 Hz eine Dauer von etwa 120 µs, bei 400 Hz von

Temperaturregler-Anordnung. Als Temperaturfühler dient ein NTC-Widerstand R_s , der Sollwert lässt sich am Regelwiderstand R_p einstellen. Der Anschluß an das Wechselstromnetz erfolgt über einen Vorwiderstand R_{ext} , dessen Wert von der Netzspannung abhängt. Tab. I gibt eine Übersicht über die bei den verschiedenen Netzspannungen erforderlichen Vorwiderstände. Die über den Vorwiderstand R_{ext} zugeführte Netzwechselspannung

Damit am Anschluß 4 ein Strom fließen kann, müssen die Transistoren T 8 und T 9 stromführend, der Transistor T 7 gesperrt und der Transistor T 6 wiederum leitend sein. Jedes Signal, das in irgendeiner Weise den Transistor T 7 öffnet, bewirkt, daß die Ansteuerung von T 8 und damit auch von T 9 über die Kollektor-Emitter-Strecke von T 7 kurzgeschlossen wird, so daß T 8 und T 9 sperren und dann kein Strom aus dem Anschluß 4 fließen kann.

Der Transistor T 7 lässt sich nun auf zwei Arten öffnen. Beispielsweise kann man an den Anschluß 1 eine Spannung von mehr als +1,2 V legen, wobei ein Strom von 10 µA benötigt wird. (Ist die Spannung am Anschluß 1 größer als +1,5 V, dann ist der fließende Strom durch einen passenden Vorwiderstand auf 1 mA zu begrenzen.) Dieser Strom fließt durch die Diode D 11 in die Basis von T 7, und die Kollektor-Emitter-Strecke von T 7 wird leitend.

Die Ansteuerung von T 8 und T 9 ist dann kurzgeschlossen, und der Ausgangsanschluß 4 kann keinen Strom mehr liefern. Weil die Diode D 10 beim Anliegen einer ausreichend positiven Spannung am Anschluß 1 verhindert, daß andere Signale an der Basis von T 7 wirksam werden, hat das Signal am Anschluß 1 Vorrang vor allen anderen.

Der Transistor T 7 läßt sich aber auch durch Sperrung des Transistors T 6 öffnen. Über den Widerstand R 7 fließt dann ein sonst kurzgeschlossener Strom über D 10 in die Basis von T 7, der diesen Transistor durchsteuert. T 6 führt im „Normalzustand“ Strom – solange nämlich der Transistor T 1 gesperrt ist und durch den Widerstand R 2 sowie die beiden Dioden D 8 und D 9 ein Steuerstrom in seine Basis fließt.

Der Transistor T 1 gehört zum Null-durchgangs-Detektor. Solange die Spannung am Anschluß 5 positiver als +3 V ist, fließt über den Widerstand R 1, die Diode D 6, die Basis-Emitter-Strecke von T 1 und die Diode D 4 ein Strom zum Anschluß 7, so daß der Transistor T 1 leitend ist. Also ist T 6 gesperrt, T 7 leitend und die Endstufe aus T 8 und T 9 gesperrt. Es kann also kein Strom aus dem Anschluß 4 fließen. Liegt am Anschluß 5 eine negativere Spannung als -3 V, dann fließt ein Strom durch die Diode D 5, die Basis-Emitter-Strecke von T 1, die Diode D 3 und den Widerstand R 1. Auch in diesem Fall ist also T 1 leitend, und der Anschluß 4 liefert keinen Strom. Eine Sperrung des Transistors T 1 kann nur erfolgen, wenn die Spannung am Anschluß 5 kleinere Absolutwerte aufweist als etwa ±2 V, das heißt in unmittelbarer Umgebung des Nulldurchgangs der Netzwechselspannung.

Bei der Schaltung im Bild 4 liefert der Nullspannungsschalter als Ausgangssignal schmale Impulse, die zeitlich mit den Nulldurchgängen der Netzwechselspannung zusammenfallen. Bei einer Netzfrequenz von 50 Hz beträgt die Impulsdauer etwa 120 µs, bei 60 Hz etwa 100 µs und bei 400 Hz etwa 12 µs. Ausgangsimpulse treten aber nur dann auf, wenn am Anschluß 1 kein positives Signal liegt; andernfalls ist der Ausgang gesperrt.

Um die Nullspannungsschalter CA3058, CA3059 und CA3079 möglichst vielseitig einsetzen zu können, sind sie über die bisher beschriebenen Schaltunggruppen hinaus auch noch mit einem integrierten Sperrverstärker ausgerüstet, der es beispielsweise gestattet, sie mit Hilfe von externen Sensoren zu steuern. Beim Sperrverstärker handelt es sich im Prinzip um einen empfindlichen Differenzverstärker, der im Bild 5 durch die Transistoren T 2, T 3, T 4 und T 5 dargestellt ist. Jeder der beiden Transistorpaare T 2, T 4 und T 3, T 5 wirkt in dieser Schaltung wie ein zusammengesetzter Transistor außergewöhnlich hoher Stromverstärkung (Super-Beta-Anordnung). Die Emittoren von T 4 und T 5 sind dabei als Kollektoren der zusammengesetzten Transistoren aufzufassen, der Emitter von T 2 stellt zusammen mit dem Kollektor von T 4 den einen, die entsprechenden Anschlüsse von T 3 und T 5 den anderen Emitter dar. R 3 arbeitet also als gemeinsamer Emitterwiderstand der beiden Differenzverstärker-

hälfte. Das Verhältnis der Ströme in den Emittoren von T 4 und T 5 hängt von der Differenz der Spannungen an den Basen von T 2 und T 4 ab. Ist das Potential am Anschluß 13 positiver als das am Anschluß 9, dann fließt für T 4 nur ein kleiner oder kein Emitterstrom. Hingegen liefert T 4 einen großen Emitterstrom, wenn Anschluß 13 gegenüber Anschluß 9 auf negativerem Potential liegt.

Beim Stromfluß durch die Transistoren T 2 und T 4 fließt dieser Strom durch den Widerstand R 3, durch das Transistorpaar T 2, T 4, dann durch die Basis-Emitter-Strecke von T 1 und schließlich durch die Diode D 4 zum Anschluß 7. Damit ist der Transistor T 1 leitend, und über T 6, T 7, T 8 und T 9 wird der Ausgangstrom im Anschluß 4 gesperrt. Ein am Anschluß 4 angeschlossener Thyristor oder Triac erhält also keine Gate-Triggerimpulse, solange der Anschluß 13 auf negativerem Potential liegt als Anschluß 9.

Das Potential am Anschluß 9 läßt sich wie in Bild 4 mit Hilfe des aus den beiden Widerständen R 4 und R 5 gebildeten Spannungsteilers festlegen. Man kann aber auch eine externe Beschaltung wählen, wenn andere Spannungssteilverhältnisse für Sonderfälle erforderlich sind. Man braucht dann nur noch den Anschluß 13 mit einer passenden Sensoranordnung zu verbinden, und die gesamte Anordnung arbeitet dann als selbständiger Regler.

Im Bild 4 wird als Sensor ein NTC-Widerstand R_s benutzt. Bei niedrigen Temperaturen hat er einen hohen Widerstandswert. Das Potential von Anschluß 13 ist dann positiver als das von Anschluß 9, und ein am Anschluß 4 liegender Thyristor oder Triac, der die Heizung steuert, erhält Gate-Triggerimpulse; die Heizung ist also eingeschaltet. Mit steigender Temperatur wird der Widerstand des NTC-Fühlers kleiner, und bei einem bestimmten, mit Hilfe des Regelwiderstandes R_p einstellbaren Wert wird das Potential am Anschluß 13 negativer als das am Anschluß 9. Die Gate-Triggerimpulse für den Thyristor oder Triac werden dann gesperrt und die Heizung damit abgeschaltet. Erst wenn sich wieder eine gewisse Abkühlung eingestellt hat – der NTC-Widerstand also wieder hochohmiger geworden ist –, beginnt das Spiel von neuem. Soll an Stelle einer Heizung eine Kühlseinrichtung gesteuert werden, dann braucht man nur den NTC-Widerstand mit dem Regelwiderstand zu vertauschen oder aber die beiden Anschlüsse 9 und 13.

Der Sperrverstärker kommt mit geringen Eingangsströmen aus. Es lassen sich deshalb relativ hochohmige NTC-Widerstände bis zu 100 kOhm verwenden. Der Fehler bleibt dabei kleiner als 5 %. Noch kleinere Fehler erhält man, wenn an Stelle der integrierten Widerstände R 4 und R 5 zwei externe Widerstände benutzt werden, welche die gleiche Impedanz wie der Fühler aufweisen. Für den Mindestwert der Sensor-Impedanz ist die interne Stromversorgung maßgebend. Um sie nicht zu überlasten, sind beim Betrieb mit extrem niederohmigen NTC-Widerständen besondere Maßnahmen erforderlich.

2. Schutzschaltung

Die Ausführungen CA3058 und CA3059 sind mit einer integrierten Schutzschaltung ausgerüstet, die bei der CA3079 nicht zu finden ist: Bei extrem hochohmigem oder extrem niederohmigem NTC-Widerstand werden die Gate-Triggerimpulse für den angeschlossenen Thyristor oder Triac gesperrt. Die Verwendung der Schutzschaltung setzt allerdings die Beachtung einiger Punkte voraus:

- Es wird die Schaltung nach Bild 4 verwendet, bei der die Anschlüsse 13 und 14 verbunden sind. Die eingebaute Stromversorgung darf nur in der hier gezeigten Weise – also nicht noch zusätzlich – belastet werden.

- Die Werte für den Regelwiderstand R_p und den Sensor müssen zwischen 2 kOhm und 100 kOhm liegen.

- Das Verhältnis von Sensorwiderstand zu R_p muß für alle normalen Betriebsbedingungen zwischen 0,33 und 3 liegen. Sensoren, deren Impedanz diese Forderung nicht erfüllt, sind gegebenenfalls durch Serien- oder Parallelwiderstände entsprechend zu ergänzen. Bei Nichtbeachtung dieses Punktes kann es zu unerwünschtem Ansprechen der Schutzschaltung kommen.

Die Schutzschaltung selbst besteht aus den Diolen D 12 und D 13 sowie aus dem Transistor T 10. Bei normalem Betrieb – wenn also der NTC-Widerstand einen ordnungsgemäßen Wert aufweist – ist der Transistor T 6 jeweils für die Dauer eines Ausgangsimpulses leitend. Der Verbindungspunkt zwischen den Diolen D 8 und D 12 hat dann ein um etwa drei Sperrschicht-Durchlaßspannungen (ungefähr 2 V) höheres Potential als der Anschluß 7. Dieser Zustand bleibt erhalten, solange am Anschluß 14 ein höheres oder ein um höchstens 0,15 V negativeres Potential als an diesem Punkt liegt. Fällt aber die Spannung am Anschluß 14 auf 1 V ab, dann liegen an der Anode von D 8 nur noch etwa 1,6 ... 1,7 V: Über die Diolen D 8 und D 9 kann dann kein Basisstrom mehr für T 6 fließen, und dieser Transistor sperrt. Damit aber wird T 7 leitend, die Ansteuerung für die Endstufe wird kurzgeschlossen, und es werden keine Ausgangsimpulse mehr geliefert. Da in der Schaltung nach Bild 4 die Anschlüsse 13 und 14 verbunden sind, tritt dieser Fall ein, wenn der NTC-Widerstand ungewöhnlich niederohmig ist oder kurzgeschlossen wird.

Im umgekehrten Fall – also bei ungewöhnlich hochohmig werdendem NTC-Widerstand – wächst die Spannung am Anschluß 14. Bei einem Wert von etwa 6 V wird die Z-Diode D 15 leitend, der Transistor T 10 wird durchgesteuert, und die Spannung zwischen den Diolen D 8 und D 9 bricht zusammen. Auch damit wird der Transistor T 6 gesperrt, und die Schaltung liefert keine Ausgangsimpulse mehr. Das Ansprechen der Schutzschaltung in diesem Fall ist aber nur gewährleistet, wenn die Spannung am Anschluß 2 um mindestens 0,2 V höher ist als die Zenerspannung von D 15. Aus diesem Grunde soll die interne Stromversorgung nicht zusätzlich belastet werden. (Schluß folgt)

Abhörlautsprecher „Ditton 66“

Die britische Firma Celestion war eine der ersten, die das Prinzip der parasitären Tieftonabstrahlung in Lautsprecherboxen ausnutzten. Bei diesem Prinzip wird eine Membran mit sehr loser Aufhängung und entsprechend niedriger Eigenfrequenz vom eigentlichen Tieftonlautsprecher zu erzwungenen Schwingungen angeregt. Bei sehr tiefen Frequenzen ist die Auslenkung der Membran des parasitären Strahlers

Die Schaltung der eingebauten Frequenzweiche zeigt Bild 2. Die Drosseln sind durchweg als Luftdrosseln ausgeführt, und alle Kondensatoren sind hochwertigste Ausführungen mit sehr enger Toleranz.

Das akustische Verhalten eines Lautsprechers wird weitgehend durch sein polares Schalldruckverhalten bestimmt. Das Polardiagramm im Bild 3 zeigt den Schalldruckverlauf der

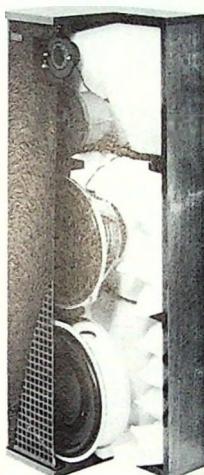


Bild 1. Innenaufbau des Abhörlautsprechers „Ditton 66“. Von unten nach oben: parasitärer Tieftonstrahler, 12"-Tieftonsystem „UL 12“, Kalotten-Mitteltonsystem „MD 500“ und Kalotten-Hochtonsystem „HF 2000“

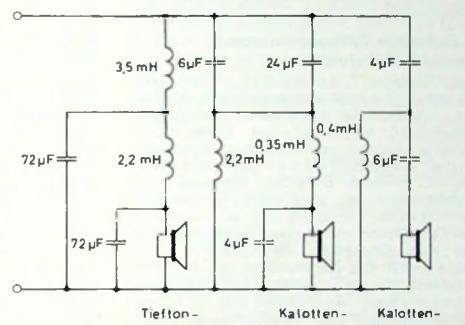


Bild 2. Schaltung der Frequenzweiche

gegenphasig zur Auslenkung der eigentlichen Tieftonlautsprechermembran. Mit steigender Frequenz dreht sich die Phase, bis in dem wichtigen Frequenzbereich zwischen etwa 25 Hz und 60 Hz die beiden Membranen gleichphasig schwingen und sich somit in der Abstrahlung der tiefen Frequenzen unterstützen. Auf diese Weise lässt sich mit geschlossenen Lautsprechergehäusen eine hörbar bessere Tiefenwiedergabe als unter Verwendung nur eines einzigen Tieftonsystems erreichen. Dieses Prinzip wird bei allen Lautsprecherboxen der Firma mit Erfolg angewandt.

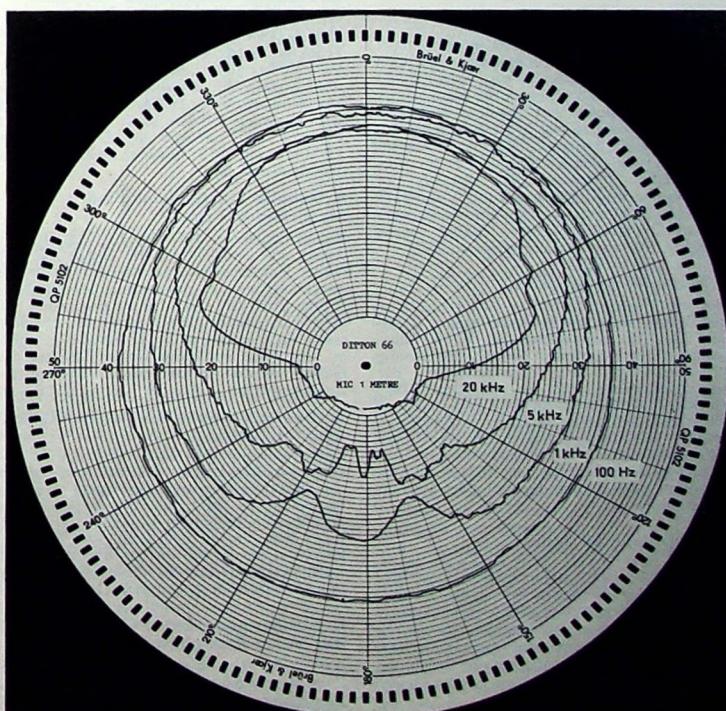
Bild 1 zeigt das Gehäuseinnere der Box „Ditton 66“. Man erkennt ganz unten den parasitären Tieftonstrahler und darüber das eigentliche Tieftonsystem, dem die tieffrequente Ausgangsspannung des Verstärkers zugeführt wird. Zur Mitteltonwiedergabe dient im Frequenzbereich 500 bis 5000 Hz ein Spezial-Kalottenlautsprecher. Darüber befindet sich ein Kalotten-Hochtonsystem, das die Frequenzen zwischen 500 Hz und etwa 25 000 Hz abstrahlt. Alle Lautsprechermodelle sind Celestion-Entwicklungen.

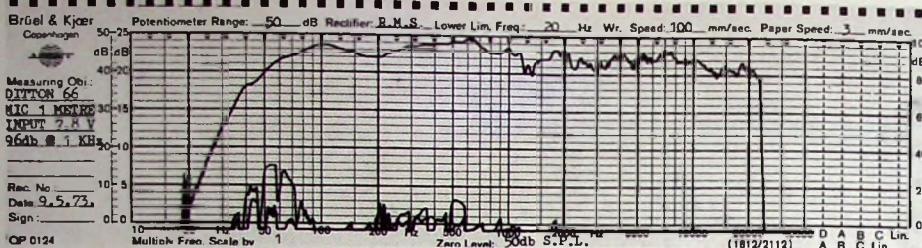
Bild 3. Polardiagramm des Schalldruckverlaufs für 100 Hz, 1000 Hz, 5000 Hz und 20 000 Hz (von außen nach innen)

„Ditton 66“-Box in einem Raumwinkel von 360°. Man ersieht daraus, daß nicht nur für tiefe und mittlere Frequenzen, sondern auch für die hohen Frequenzen eine vorzügliche räumliche Verteilung der Schallstrahlung vorhanden ist. Der Schalldruckverlauf des Abhörlautsprechers in axialer Richtung läßt sich dem Diagramm im Bild 4 entnehmen. Im Bereich 50 ... 20 000 Hz ist dieser Verlauf innerhalb ± 4 dB linear. Der Berichter hat die „Ditton 66“ in Wohnräumen unterschiedlicher Größe und Ausstattung getestet. Es war in allen Fällen eine weiche und unverfärbte Wiedergabe feststellbar. In einigen Fällen konnten die mittleren Frequenzen etwas präsenter „kommen“, aber das ist eine Frage des jeweiligen subjektiven Hörempfindens und sollte daher nicht als Qualitätsbeurteilung einem Lautsprecher zugrunde gelegt werden. Die wichtigsten technischen Daten sind in Tab. I zusammengestellt.

Tab. I. Technische Daten der „Ditton 66“

| | |
|--------------------------------|---|
| Übertragungsbereich | 16 ... 40 000 Hz |
| linear im Intervall ± 4 dB | 50 ... 25 000 Hz |
| Übernahmefrequenzen | 500 Hz und |
| der Weichen | 5000 Hz |
| Eingangsimpedanz | 4 ... 8 Ohm (Verstärker) |
| Nennimpedanz | 6 Ohm |
| Belastbarkeit | max. 80 W |
| Gesamt-Klirrfaktor | |
| in 1 m Abstand bei 96 dB | |
| Schalldruck | |
| 100 Hz | 0,6 % |
| 400 Hz | 0,6 % |
| 1 000 Hz | 0,7 % |
| 4 000 Hz | 0,7 % |
| 10 000 Hz | 0,9 % |
| 15 000 Hz | 1,1 % |
| Ausführung und Gewicht: | Walnuß oder Teak, 38 cm \times 100 cm \times 29 cm; 30 kg |





Wie alle hochwertigen Lautsprecher, sollte auch die „Dittton 66“ nur an hochwertigen Verstärkern mit hinreichender Ausgangsleistung (2×50 Watt) betrieben werden. Die schlanken, hohe Ausführung der Box (Bild 5) ermöglicht ihre Aufstellung auch in Räumen mit wenig Stellfläche. Wegen der relativ großen Höhe der Box (100 cm) können die Mittelton- und Hochtonlautsprecher frei und offen im Raum strahlen. Das ausgezeich-

nete polare Strahlungsdiagramm der Box lässt sich daher auch in Wohnräumen weitgehend ausnutzen. Man sollte aber nach Möglichkeit den Lautsprecher nicht zu nahe an Zimmerwände stellen. Die verfärbungsfreie Wiedergabe erhält man stets dann, wenn die Akustik des Abhörraumes möglichst wenig Einfluss hat. Aber auch hierüber streiten sich die „Gelehrten“.

Prof. Dipl.-Ing. H. H. Klinger

Bild 4 (oben). Schalldruckverlauf in axialer Richtung, gemessen in 1 m Abstand vom Lautsprecher

Bild 5. Außenansicht der Lautsprecherbox „Dittton“



Persönliches

B. Seeger 80 Jahre

Bruno Seeger, ehemaliger Direktorialbevollmächtigter bei Osram, beging am 16. Juni 1974 in Berlin seinen 80. Geburtstag. Er war bis zu seiner Versetzung in den Ruhestand (1960) Leiter des Verkaufs Entladungslampen und des Technischen Außendienstes der Osram GmbH.

J. Köhler 70 Jahre

Am 1. Juli 1974 wurde Oberingenieur i. R. **Josef Köhler**, der bis zu seiner Pensionierung im Jahre 1969 bei Preh in verschiedenen Bereichen beschäftigt war, 70 Jahre. Köhler kam 1936 zu Preh und richtete dort eine zeitbedingte Abteilung für Nachrichten- und Funkmeßgeräte ein. Nach dem Kriege war er zunächst in der Bauelemente-Entwicklung, dann als Prüffeldleiter und in den letzten Jahren als Leiter der Patentabteilung tätig.

H. Warschko 65 Jahre

Am 29. Juni 1974 vollendete Dipl.-Ing. **Heimut Warschko** das 65. Lebensjahr. Nach dem Studium trat H. Warschko als Fachingenieuer für elektrische Hausgeräte in die Mannheimer Zweigniederlassung von Siemens-Schuckert ein. Nach dem Krieg war er als Vertriebsleiter für die Bereiche Haushalt-, Kälte- und Waschgeräte und ab 1968 als Koordinator für Vertriebsfragen, Prognose und Planung der Siemens-Elektrogeräte GmbH tätig. Von 1967 bis 1974 war er außerdem Vorsitzender des Fachverbandes Elektrohaushalt-, Kälte- sowie Waschgeräte und Geschirrspüler im ZVEI.

H. Müntefering 60 Jahre

Dipl.-Ing. **Heinrich Müntefering**, Vorstandsmitglied der Felten & Guilleaume Carlswerk AG, Köln, wurde am 9. Juli 1974 60 Jahre. Seine berufliche Laufbahn begann Müntefering im Jahre 1939 im Vertriebsbereich der Siemens & Halske AG in Hannover. 1940 wechselte er zur Hartmann & Braun AG in Frankfurt a. M., wo er zunächst als Sachbearbeiter in der Entwicklung, später als Prokurist und zuletzt als Abteilungsdirektor im Vertrieb tätig war. Seit August 1965 ist er Mitglied des F&G-Vorstandes mit dem Ressort Marketing.

G. Rotermann 60 Jahre

Direktor **Gerhard Rotermann**, Geschäftsführer der Daimon-Werke Köln und Berlin, beging am 18. Juli 1974 seinen 60. Geburtstag. Nach 1945 hat er sich beim Wiederaufbau des damaligen Daimon-Werkes in Rodenkirchen/Köln, bei der generellen Vertriebs-Neugründung und bei der Errichtung des neuen Daimon-Großwerkes in Köln-Ossendorf große Verdienste erworben.

G. Jehmlich Personalvorstand von AEG-Telefunken

Dipl.-Volkswirt **Günter Jehmlich** (46), seit dem 1. Juli 1974 stellvertretendes Mitglied des Vorstands der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken, Berlin/Frankfurt a. M. hat von dem bisherigen Vorstandsmitglied Otto Mössner (65) die Leitung des Horizontalen Bereichs „Personal- und Sozialwesen“ des Unternehmens übernommen. Jehmlich war zuvor vier Jahre lang für das Zentralbüro und das Vorstandsekretariat von AEG-Telefunken verantwortlich. Zum neuen Leiter des Zentralbüros und des Vorstandsekretariats wurde Dipl.-Kaufmann **Günter Evers**, Direktor von AEG-Telefunken und zuvor Leiter des Rechnungswesens im Horizontalen Bereich „Finanzverwaltung“, ernannt.

G. Pressler ordentliches Vorstandsmitglied bei Hartmann & Braun

Der Aufsichtsrat der Hartmann & Braun AG, Frankfurt a. M., hat Dipl.-Phys. **Gerhard Pressler** (49), Leiter des Vorstandsbereiches Entwicklungsdirektion, zum ordentlichen Vorstandsmitglied bestellt. Pressler trat 1950 bei Hartmann & Braun ein. 1964 erhielt er Prokura, 1967 erfolgte die Ernennung zum Direktor, und 1973 wurde er stellvertretendes Vorstandsmitglied.

A. Schultz Vorstandsmitglied Marketing bei Braun

Dipl.-Kaufmann **Albrecht Schultz** wurde vom Aufsichtsrat der Braun AG zum neuen Vorstandsmitglied Marketing für die gesamte Braun-Gruppe ernannt. Schultz (55) – seit zwanzig Jahren im Hause Braun und seit 1961 Vorstandsmitglied – gibt den Artikelbereich Haustechnik an Alfred Zeiner (44) ab, der nach vorübergehender Tätigkeit bei Gillette wieder in den Braun-Vorstand zurückkehrt ist.

G. Seebach neues Vorstandsmitglied von Telefunken

Dipl.-Kaufmann Dr. **Gerhard Seebach** (40), seit dem 1. Mai 1974 Vorstandsmitglied der Telefunken Fernseh und Rundfunk GmbH, Hannover, hat am 1. Juli 1974 die kaufmännische Geschäftsführung Inland des Unternehmens übernommen. Sein Vorgänger, Walter Meyer, der für die Leitung dieses Ressorts vorübergehend verantwortlich war, übernahm bei AEG-Telefunken eine andere Aufgabe.

R. Zimmermann Geschäftsleiter des Valvo-Zweigbüros München

Am 1. 7. 1974 übernahm Dipl.-Ing. **Rolf Zimmermann** die Leitung des Valvo-Zweigbüros in München. Zimmermann war

seit 1970 in der Valvo-Hauptniederlassung im Bereich „Integrierte Techniken“ tätig.

Ehrendoktorwürde für F. Koppelman

Die Technische Universität Berlin hat Prof. Dr.-Ing. Floris Koppelman (71) in Anerkennung seiner bahnbrechenden Erfahrungen und zahlreichen Entwicklungen auf dem Gebiet der Kontaktformers, der elektrischen Meßtechnik und der umrichtergepeisten Drehstrommaschinen am 5. Juli 1974 die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen. Von 1930 bis 1940 arbeitete Koppelman bei den Siemens-Schuckert-Werken, und im Jahre 1940 wurde er Mitarbeiter der AEG im Forschungsinstitut Berlin-Reinickendorf. Seit Ende 1968 lebt er im Ruhestand.

H. Rupp tritt in den Ruhestand

Der Technische Direktor und Mitglied der Geschäftsleitung des Süddeutschen Rundfunks, Dr.-Ing. Helmut Rupp (63), tritt aus Gesundheitsgründen zum 31. 12. 1974 in den Ruhestand. Seine Position übernimmt am 1. 1. 1975 Dr.-Ing. Dietrich Schwarze (44), bisher Direktor und Geschäftsführer der Rundfunkbetriebstechnik (RBT) in Nürnberg. Schwarze studierte am Heinrich-Hertz-Institut in Berlin und war, ehe er zur RBT ging, Leiter der Hauptabteilung Technische Planung, Ausrüstung und Vertreter des Technischen Direktors des SFB. ko

Veränderungen bei der 3M Deutschland GmbH

Mit Wirkung vom 1. Juli 1974 hat Dipl.-Ing. H. C. Randecker, Mitglied der Geschäftsleitung der 3M Deutschland GmbH, den Bereich Computer-Graphik, Mikrofilm, AVI, Action-Papiere und Musiksysteme übernommen.

R. D. Homeyer wurde zum Direktor für den neu gegründeten Bereich Elektro Produkte und H. D. Schiffer zum Direktor für den neuen Bereich Magnetische Produkte ernannt.

Veränderungen bei der RCA Corporation

William C. Hittinger, Executive Vice-president der RCA-Divisionen „Consumer Electronics“ und „Solid State Electronics“, hat mit Wirkung vom 1. 7. 1974 zusätzlich die Division „Electronic Components“ übernommen, zu der auch die RCA-Farbabbildröhren-Aktivitäten gehören. John B. Farese, der bisherige Executive Vice-president Electronic Components, wird in beratender Funktion weiterhin als RCA-Executive Vice-president für den Präsidenten der RCA Corporation, Anthony L. Conrad, tätig sein.

Flüssigkristalle für die Elektronik

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 29 (1974) Nr. 14, S. 493

3.2 Deformation der aufgerichteten Phase

Weist die Flüssigkristallschicht in einer Zelle ohne anliegende Spannung homöotrope Orientierung (aufgerichtete Phase) auf, dann läßt sie sich durch Anlegen eines Feldes in eine homogene Orientierung umkippen. Sind nun vor und hinter der Zelle gekreuzte Polarisationsfilter angebracht, dann kann, wenn kein Signal anliegt, kein Licht durch die Kombination treten. Sobald aber ein elektrisches Feld passender Größe zwischen den Elektroden auftritt, läßt die Kombination Licht durch. Die anzulegende Spannung beträgt etwa 5 V.

Die Möglichkeit, die Zelle hell oder dunkel zu steuern, besteht allerdings genaugenommen nur für monochromatisches Licht, also nur für Licht einer Farbe. Bei weißem Licht ist der Effekt nicht vollkommen. Die Deformation der aufgerichteten Phase eignet sich aber zur Erzeugung sehr vieler Farben, so daß man damit bunte Anzeigeeinheiten verwirklichen kann.

3.3 Verdrillte nematische Phase

Auch die Verwendung einer Flüssigkristallschicht mit homogener Orientierung (ohne Feld) zur Steuerung der Lichtdurchlässigkeit einer Zelle ist möglich. Man behandelt dazu die Oberflächen der beiden Deckgläser so, daß die Orientierung der obersten Molekülschicht zu der der untersten genau senkrecht steht. Dann orientieren sich die dazwischenliegenden Molekülschichten in der Weise, daß ein schrauben- oder wendeltreppenähnlicher Übergang zwischen diesen beiden Orientierungen entsteht. Jede der Molekülschichten ist gegenüber der darüberliegenden etwas gedreht, bis schließlich bei der untersten Schicht eine gegenüber der obersten Schicht 90° betragende Verdrillung erfolgt ist. Man nennt deshalb derartige Zellen „verdrillte nematische Zellen“.

Läßt man nun in eine solche verdrillte nematische Zelle polarisiertes Licht eintreten, dessen Polarisationsrichtung der Richtung der Molekülausachsen in der Eintrittsschicht parallel verläuft, dann wird beim Durchlaufen der Zelle die Polarisationsrichtung des Lichts um 90° gedreht. Das austretende Licht weist dann also gegenüber dem eintretenden eine Drehung seiner Polarisationsrichtung von 90° auf.

Ist an der Austrittsseite der Zelle ein zweites Polarisationsfilter angebracht, dessen Polarisationsrichtung parallel zu der auf der Eintrittsseite ist, dann läßt die Kombination ohne angelegte Spannung kein Licht durch. Erst beim Anlegen eines passenden Signals an den Elektroden wird Licht durchgelassen. Das umgekehrte Verhalten erreicht man mit zwei Polarisationsfiltern, deren Polarisationsrichtungen

gekreuzt sind. Die Umschaltung von einem Zustand in den anderen erfolgt bei Spannungen zwischen etwa 4 und 6 V, wobei ein Spannungsunterschied von der Größenordnung 2 V erforderlich ist.

4. Aufbau von Anzeigeeinheiten

Bei der Erklärung der Wirkungsweise einer Flüssigkristallzelle zur Beeinflussung von Licht wurde aus Gründen der einfacheren Darstellbarkeit angenommen, daß die Elektroden jeweils die gesamte Zellenfläche bedecken. Nahtgemäß lassen sich die Elektroden aber auch unterteilen oder in Form von Strichen, Punkten, Ziffern, Buchstaben oder anderen Zeichen ausführen. Eine Beeinflussung des Lichts erfolgt dann immer nur in der Flüssigkristallschicht zwischen den jeweils eingeschalteten Elektroden, so daß sich praktisch beliebige Zeichen darstellen lassen.

feiner Rasterteilung lassen sich damit nicht nur Zeichen, sondern sogar grafische Darstellungen wiedergeben, indem jeweils die erforderlichen Zeilen- und Spaltenelektroden angesteuert werden. Mit einer solchen Raster-Zelle ist im Prinzip auch die Wiedergabe eines Fernsehbildes möglich, jedoch treten dabei noch zwei erhebliche Schwierigkeiten auf: Die bisher bekannten Flüssigkristalle sind im Hinblick auf ihre Ein- und Ausschaltzeiten noch zu langsam (Größenordnung 5..50 ms), und außerdem erfordert ein solcher flacher Bildschirm eine sehr umfangreiche Steuerlogik. Der CCIR-Norm entsprechend, sind 625 Zeilen-Elektroden und rund 850 Spaltenelektroden zu schalten. Selbst wenn man diese umfangreiche Schaltlogik in LSI-Schaltungen unterbringen kann, verteuren die vielen Anschlüsse und Verbindungsleitungen die Anwendung für das Fernsehen erheblich. Ei-

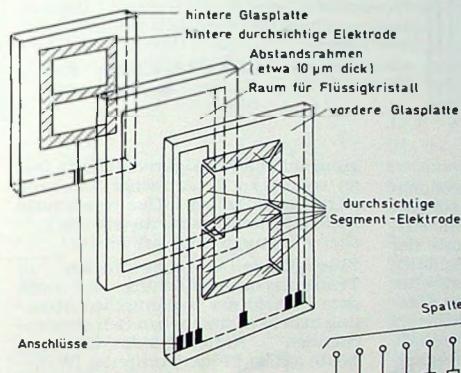


Bild 7. Prinzipieller Aufbau einer 7-Segment-Flüssigkristall-Anzeige (die Dicke der Flüssigkristallschicht wird durch den ▲ Abstandsrahmen bestimmt)

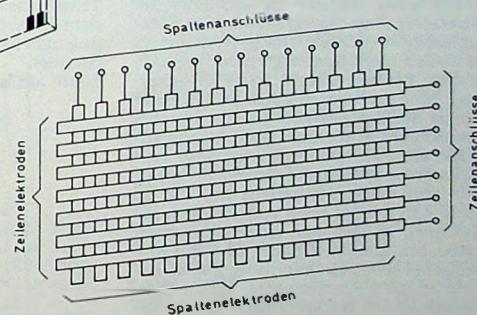


Bild 7 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Anzeigeeinheit mit der verbreiteten 7-Segment-Anordnung. Nur eine Elektrode braucht in die entsprechenden sieben Striche aufgeteilt zu werden, von denen jeder über einen eigenen Anschluß von außen zugänglich ist. Die Gegenelektrode ist für alle sieben Segmente gemeinsam. In ähnlicher Weise lassen sich die Elektroden auch für 16-Segment-Anordnungen oder zur Wiedergabe spezieller Zeichen, aber auch vollständiger Wörter oder Sätze anordnen.

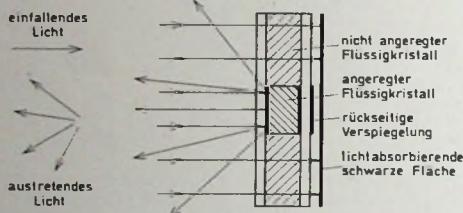
Bild 8 zeigt, wie sich mit Flüssigkristallzellen eine Raster-Anordnung verwirklichen läßt. Bei genügend

ne wirtschaftliche Lösung ist wahrscheinlich nur möglich, wenn man die erforderliche Steuerlogik gemeinsam mit den Elektroden auf der Glasplatte unterbringen kann, wobei diese dann als gemeinsames Substrat dient. Vorher sind allerdings noch Flüssigkristalle mit erheblich kürzeren Ein- und Ausschaltzeiten zu entwickeln. Flüssigkristallzellen lassen sich vom Prinzip her sowohl mit Gleich- als auch mit Wechselspannung betreiben. Ihre Lebensdauer ist aber bei Wechselspannungsbetrieb wesentlich größer. Als Betriebsfrequenz empfehlen sich für die zur Zeit verwendeten Substanzen Werte unterhalb von 100 Hz.

Die Lebensdauer von Flüssigkristallen wird auch von der Art des Elektrodenmaterials beeinflußt. Elektroden aus leitenden Oxiden – beispielsweise aus Zinnoxid, Indiumoxid oder Gemischen aus beiden – sind günstiger als solche aus Metallen. Wenn in bestimmten Fällen reflektierende Elektroden erwünscht sind, dann ist es zweckmäßig hinter der Oxidelektrode – also außerhalb der eigentlichen Zelle – eine reflektierende Metallschicht anzubringen, die keinen Kontakt mit dem Flüssigkristall hat.

5. Beleuchtung von Flüssigkristall-Anzeigeeinheiten

Im Gegensatz zu den bisher üblichen Anzeigeeinheiten mit Gasentladungsrohren, Glühlampen, Leuchtdioden usw. ist eine Flüssigkristall-Anzeigeeinheit nicht selbstleuchtend, sondern beeinflußt nur auffallendes Fremdlicht. Im Hinblick auf den Kontrast der Anzeige ist dies aber durchaus von Vorteil, wie man an Hand der folgenden Betrachtungen erkennen kann.



5.1. Reflexionszellen

Bei einer Flüssigkristall-Reflexionszelle wird das Umgebungslicht zur Anzeige ausgenutzt. Bild 9 zeigt eine entsprechende Anordnung. Das aus der Betrachtungsrichtung einfallende Licht wird an den zu dynamischer Streuung angeregten Stellen des Flüssigkristalls diffus reflektiert, während es an den nicht angeregten und deshalb klaren Stellen durch den Flüssigkristall hindurchtreten kann und in einer hinter der Zelle angeordneten schwarzen Schicht absorbiert wird. Das abzubildende Zeichen erscheint also hell auf schwarzem Hintergrund. Je heller nun das Umgebungslicht ist, um so mehr Licht wird auch vom Zeichen reflektiert, so daß der Anzeigekontrast praktisch konstant bleibt und die Anzeige bei jeder Beleuchtung gut zu erkennen ist. Selbstleuchtende Anzeigeeinheiten der herkömmlichen Art dagegen mit ihrer im allgemeinen konstanten Leuchtdichte sind in sehr heller Umgebung meistens nur schwer zu entziffern; ihr Kontrast ist dann schlecht.

Besonders günstig ist es, bei Reflexionsbetrieb die hintere Elektrode spiegelnd auszuführen. So wird auch das Licht, das die Zelle nach hinten verläßt, in die Beobachtungsrichtung zurückgeworfen. Dazu stellt man entweder die rückwärtige Elektrode aus reflektierendem Metall her, oder man hinterlegt die rückwärtige, dann durchsichtig ausgeführte Elektrode mit einer Spiegelschicht. Das letztere Verfahren ist hinsichtlich der Lebensdauer der Zelle günstiger.

Vorteilhaft ist der sehr geringe Energiebedarf der Reflexionszelle. Weil ein damit ausgestattetes Gerät keine Lichtquelle benötigt, beschränkt sich die Leistungsaufnahme auf etwa $150 \mu\text{W/cm}^2$ Anzeigefläche. Flüssigkristall-Reflexionszellen stellen also die ideale Anzeigeeinrichtung für batteriebetriebene Geräte dar, zum Beispiel für tragbare Digital-Meßinstrumente, elektronische Armbanduhren usw.

5.2. Transmissionszellen

Flüssigkristall-Transmissionszellen werden von der dem Betrachter abgewandten Seite aus beleuchtet (im allgemeinen durch eine zusätzliche Glühlampe). Dabei ist darauf zu achten, daß das Licht dieser Lampe nicht direkt in das Auge des Beobachters gelangen kann, da sonst der Kontrast wesentlich verschlechtert wird. Man sorgt deshalb durch Spiegelanordnungen (zum Beispiel Bild 10) dafür, daß die Beleuchtung mit einer außerhalb des Betrachtungswinkels liegenden Nei-

missionszelle mit Feldeffektsteuerung. Dabei ist zu beachten, daß guter Kontrast nur dann zu erhalten ist, wenn die Beleuchtung von hinten senkrecht auf die Zelle trifft. Dann liegt aber die Lichtquelle direkt im Beobachtungswinkel. Man hilft sich in diesen Fällen, indem vor der Betrachtungsseite der Anzeigeeinrichtung eine diffus streuende Schicht angebracht wird. Auf diese Weise ergibt sich dann eine gute Betrachtungsmöglichkeit in einem weiten Winkelbereich.

6. Zusammenfassung

Flüssigkristalle mit cholesterischer Mesophase gestatten die bequeme Beobachtung flächenmäßig ausgedehnter Temperaturfelder. Der für solche Untersuchungen erforderliche Material-, Geräte- und Arbeitsaufwand ist sehr gering.

Mit Flüssigkristallen, die eine nematische Phase aufweisen, lassen sich Anzeigeeinheiten für Ziffern-, Buchstaben- und Zeichenwiedergabe aufbauen, die eine sehr geringe Betriebs-

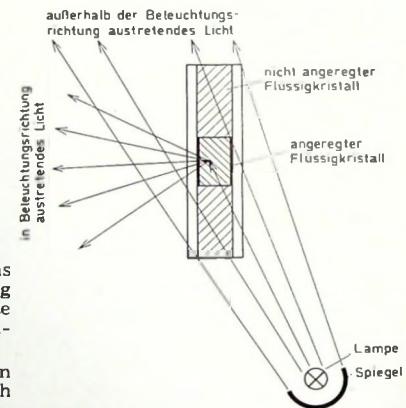


Bild 10. Beleuchtung einer Flüssigkristall-Transmissionszelle

gung auf den Flüssigkristall trifft. Das an seinen zu dynamischer Streuung angeregten Stellen diffus reflektierte Licht gibt dann das darzustellende Zeichen mit gutem Kontrast wieder.

Flüssigkristall-Anzeigeeinheiten in Transmissionsausführung, die nach dem Prinzip der dynamischen Streuung arbeiten, sind neben den entsprechenden Reflexions-Anordnungen heute am weitesten verbreitet. Wahr-

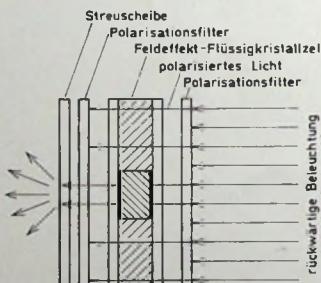


Bild 11. Beleuchtung einer Flüssigkristall-Transmissionszelle mit Feldeffektsteuerung

scheinlich wegen des komplizierteren Aufbaus unter Verwendung von Polarisationsfiltern treten die Bauelemente, bei denen der Feldeffekt ausgenutzt wird (Deformation der aufgerichteten Phase beziehungsweise verdrehte Zelle), noch in den Hintergrund.

Bild 11 zeigt eine Anordnung zur Beleuchtung einer Flüssigkristall-Trans-

leistung erfordern und deren Kontrast sich bei größerer Umgebungshelligkeit nicht verschlechtert. Hinsichtlich der Zeichengröße bestehen für Flüssigkristall-Anzeigeeinheiten praktisch keine Beschränkungen. Bezüglich ihrer Einbaumöglichkeiten sind die flachen Abmessungen solcher Elemente sehr günstig, und ihre Ansteuerung kann leistungsparend mit MOS-Schaltungen erfolgen. Der einfache Aufbau von Flüssigkristall-Anzeigebausteinen dürfte bei Großserienfertigung zu sehr günstigen Preisen führen, so daß damit zu rechnen ist, daß sie sich bald in großem Umfang durchsetzen werden.

Schrifttum

Licristal – Flüssige Kristalle. Druckschrift der E. Merck, Darmstadt
Nematische Phasen Licristal. Druckschrift der E. Merck, Darmstadt

Hampel, B.; Eichner, W.: Flüssigkristall-Anzeigeeinheiten. Elektronik Bd. 23 (1974) Nr. 4, S. 121–124 u. Nr. 5, S. 167–170

Lemann, O.: Elektronische Anzeige mit Flüssigkristallen. Industrie-Elektronik + Elektronik Bd. 19 (1974) Nr. 3, S. 73–75, u. Nr. 8, S. 180 bis 183

Castellano: Der Sturm ist vorüber. Flüssigkristalle könnten vielleicht bald ihre Farben überall zeigen. Sonderdruck 2017-5.71 der A. Neyer – Enatechnik GmbH, Quickborn

Der integrierte Funktionsgenerator 8038

Die integrierte Schaltung 8038 von Intersil benötigt in der einfachsten Anwendungsschaltung nur fünf zusätzliche Bauelemente, um an ihren drei Ausgängen in einem weiten Frequenzbereich abstimmbare Sinus-, Dreieck- und Rechteckschwingungen zu erzeugen. Weiterhin kann die 8038 als Sägezahn- oder Impulsgenerator arbeiten. Versuche mit zehn Exemplaren dieser IS bestätigten ihre günstigen Eigenschaften zunächst bei Festfrequenzbetrieb. Danach wurde ein einfaches, aber vom Hersteller nicht angegebenes Verfahren erprobt, mit dem das Tastverhältnis auch bei Frequenzeinstellung in einem weiten Bereich weitgehend konstant gehalten werden kann. Neben anderen Hilfskreisen wurde auch ein Endverstärker entwickelt, der die drei Wellenformen auf eine Maximalamplitude von 2×45 V verstärkt.

1. Arbeitsweise des integrierten Funktionsgenerators

In Funktionsgeneratoren wird die Dreieckspannung durch stromkonstantes Auf- und Entladen eines Kon-

densators erzeugt. Oft arbeitet man dabei mit zwei Konstantstromquellen mit gegensätzlicher Polung, die mit Hilfe von zwei elektronischen Schaltern wechselweise so an den Kondensator gelegt werden, daß dieser periodisch aufgeladen und entladen wird.

Wie Bild 1 zeigt, kommt die beschriebene IS mit einem Schalter S aus, weil die Stromquelle A einen Strom I , B dagegen den Strom $I - 2 \cdot I = -I$ liefert. Der Kondensator C wird zunächst durch A so lange aufgeladen, bis seine Spannung die Schaltschwelle der Vergleichsschaltung 1 erreicht hat. Dann erfolgt ein Umspringen des Flipflops, der S schließt. Jetzt ist der Kondensatorstrom $I - 2 \cdot I = -I$; C wird also mit der gleichen Geschwindigkeit entladen, mit der er vorher aufgeladen wurde. Wenn die Entladung die Schaltschwelle der Vergleichsschaltung 2 erreicht hat, dann kehrt der Flipflop in seine Ausgangsstellung zurück, und

der Vorgang beginnt erneut. Man erhält somit eine Dreieckschwingung an C und ein Rechtecksignal am Ausgang des Flipflops. Die IS enthält Verstärker oder Impedanzwandler für diese beiden Schwingungsformen. Die Sinusschwingung wird aus dem Dreiecksignal durch progressive Begrenzung erzeugt. Dazu dienen 16 der 56 in der IS enthaltenen Transistoren. Der Frequenzbereich der IS ist nach unten nur durch den Leckstrom des verwendeten Kondensators C begrenzt. Daher können Periodendauern von mehreren Minuten erhalten werden. Die obere Frequenzgrenze ist eine Frage der Schaltgeschwindigkeit, die jedoch durch die geringe zulässige Verlustleistung der IS begrenzt ist und auch kaum durch integrierte Kompressionskapazitäten verbessert werden kann. Die IS zeigt daher bereits bei Frequenzen von 20 oder 30 kHz Schaltverzögerungen, die bei einer nach dem gleichen Prinzip ($I - 2 \cdot I$) arbeitenden Schaltung mit diskreten Bauelementen [1] erst bei 5 MHz auftreten. In der Frequenzkonstanz ist die IS dagegen

raturkoeffizient, Toleranzen) betrifft. Der zweite Buchstabe bezeichnet den Temperaturbereich ($M: -55 \dots +125^\circ\text{C}$, $C: 0 \dots 75^\circ\text{C}$). Bild 2 zeigt die Lage der Anschlüsse. Der Preis der 8038 BC beträgt bereits mehr als das Doppelte des Preises einer 8038 CC. Er liegt aber trotzdem nicht wesentlich über den Kosten einer etwa gleichwertigen, mit diskreten Bauteilen aufgebauten Schaltung.

2.1. Betriebsspannungen und -ströme

Die 8038 kann an einer einfachen Spannungsquelle von 10 bis 30 V (Minuspol an Masse) betrieben werden. Die Verwendung von zu Masse symmetrischen Spannungen von ± 5 bis ± 15 V ist ebenfalls möglich. Die drei Ausgangsspannungen der IS haben dann ebenfalls symmetrische Form (Mittelwert Null). Bei Speisung mit $U_{CC} = \pm 10$ V ist die Stromaufnahme (Anschluß 6) etwa 12 mA (maximal 20 mA für Typen C und 15 mA für Typen M). Dieser Wert enthält nicht die Stromaufnahme über die äußeren Widerstände R_A und R_B , die mehr als 20 mA betragen kann.

2.2 Frequenzen

Es ist möglich, Schwingfrequenzen zwischen 0,001 Hz und 1 MHz zu erhalten. Am Dreieck- und am Sinusausgang beobachtet man jedoch bereits ab 20 oder 30 kHz verzerrte Schwingungsformen. Bei Einstellung der Frequenz durch eine an den Anschluß 8 gelegte Gleichspannung kann die Frequenz im Verhältnis 1:1000 verändert werden. Bei einer derartigen Frequenzmodulation darf die Frequenz der an 8 liegenden Spannung bis 100 kHz betragen. Bei kleinem Frequenzhub ist die Linearität der Modulation etwa 0,2 % beim Typ C und 0,1 % bei den Typen A und B. Der Maximalwert der Frequenzdrift in Abhängigkeit von der Temperatur ist bei den zuletzt genannten Typen $50 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$ beziehungsweise $100 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$, während für den Typ C ein Mittelwert von $50 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$ angegeben wird. Bei den drei Typen beobachtet man eine Frequenzdrift von etwa 0,05 %, wenn sich die Betriebsspannung um 1 V ändert (Anschlüsse 7 und 8 verbunden). Die Werte der frequenzbestimmenden Widerstände R_A und R_B sollen zwischen 500 Ohm und 1 MOhm liegen. Werte von einigen Kilohm ergeben das günstigste Betriebsverhalten.

2.3. Ausgangs amplituden

Die Ausgänge 2, 3 und 9 liefern die drei Schwingungsformen mit verschiedenen Amplituden. Am Rechteckausgang 9 erhält man eine Amplitude (Spitze zu Spitze) von mindestens 90 % der Betriebsspannung. Dieser Wert kann verringert werden, wenn man den Lastwiderstand des Rechteckausgangs (R_L im Bild 1) an eine Betriebsspannung legt, die niedriger ist als die

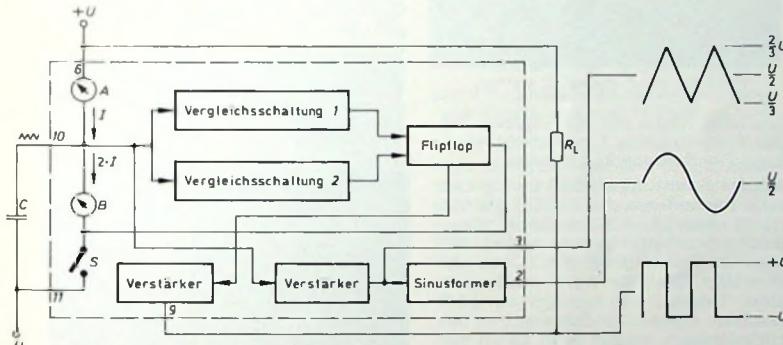


Bild 1. Funktionsdiagramm der IS 8038

densators erzeugt. Oft arbeitet man dabei mit zwei Konstantstromquellen mit gegensätzlicher Polung, die mit Hilfe von zwei elektronischen Schaltern wechselweise so an den Kondensator gelegt werden, daß dieser periodisch aufgeladen und entladen wird.

Wie Bild 1 zeigt, kommt die beschriebene IS mit einem Schalter S aus, weil die Stromquelle A einen Strom I , B dagegen den Strom $I - 2 \cdot I = -I$ liefert. Der Kondensator C wird zunächst durch A so lange aufgeladen, bis seine Spannung die Schaltschwelle der Vergleichsschaltung 1 erreicht hat. Dann erfolgt ein Umspringen des Flipflops, der S schließt. Jetzt ist der Kondensatorstrom $I - 2 \cdot I = -I$; C wird also mit der gleichen Geschwindigkeit entladen, mit der er vorher aufgeladen wurde. Wenn die Entladung die Schaltschwelle der Vergleichsschaltung 2 erreicht hat, dann kehrt der Flipflop in seine Ausgangsstellung zurück, und

der diskreten Schaltung deutlich überlegen. Dies gilt besonders für die Temperaturdrift, aber auch für die Änderung der Frequenz in Abhängigkeit von der Speisespannung.

2. Kenndaten der 8038

Die 8038 kann in den Typengruppen AM, BM, AC, BC und CC geliefert werden. Der erste Buchstabe (A, B, C) dieser Bezeichnungen ist ein Qualitätsmerkmal, das jedoch nur einige Kennwerte (Klirrfaktor, Linearität, Tempe-

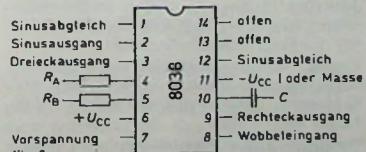


Bild 2. Anschlüsse der 8038 (von oben)

am Anschluß 6. Es ist somit möglich, 5-V-Logikschaltungen direkt ansteuern.

Am Dreieckausgang 3 erhält man eine Amplitude (Spitze zu Spitze) von etwa $\frac{1}{3}$ der Gesamtbetriebsspannung, und für das Sinussignal (Anschluß 2) beträgt dieser Wert etwa 0,22 (Mindestwerte 0,3 beziehungsweise 0,2). Bei $U_{CC} = 20$ V ist somit die Sinusspannung etwa 1,55 V_{eff}. Dieser Wert gilt jedoch nur für einen äußeren Lastwiderstand von mehr als 100 kOhm. Am Dreieckausgang 3 kann mit einem bedeutend geringeren Lastwiderstand gearbeitet werden, weil der Innenwiderstand hier 200 Ohm beträgt. Da für den Verstärker am Rechteckausgang keine Speisespannungsverbindung in der IS vorhanden ist, muß hier ein äußerer Lastwiderstand R_L eingeschaltet werden. Dabei ist es günstig, mit einem Spitzenstrom von weniger als 5 mA zu arbeiten.

2.4. Genauigkeit der Signalformen

Bei $R_L = 4,7$ kOhm sind die Anstiegs- und Abfallzeiten der Rechteckschwungung 100 beziehungsweise 40 ns. Das Tastverhältnis kann zwischen 2 % und 98 % verändert werden. Der Linearitätsfehler der Dreieckschwungung ist etwa 0,1 % beim Typ C sowie 0,05 % bei den Typen A und B. Mit der einfachsten Anwendungsschaltung erhält man bei Festfrequenzbetrieb am Sinusausgang einen Klirrfaktor, dessen Mittelwert mit 0,8 % (0,7 % bei den Typen A und B) und dessen Maximalwert mit 3 % (1,5 % bei den Typen A und B) angegeben wird. Durch später beschriebene Maßnahmen kann der Klirrfaktor meistens unter 0,5 % gehalten werden. Diese Klirrfaktoranzeigen des Herstellers gelten für eine Frequenz von etwa 10 kHz. Versuche zeigten, daß sie auch für tiefere Frequenzen gültig sind, wenn das Tastverhältnis immer genau abgeglichen wird. Ab 20 oder 30 kHz steigt jedoch der Klirrfaktor rasch an.

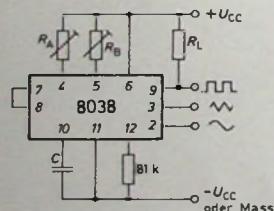


Bild 3. Grundsätzliche Anwendungsschaltung der 8038

3. Betrieb für Festfrequenzzeugung

Bild 3 zeigt die einfachste Anwendungsschaltung der 8038. Die Schwingfrequenz wird von C und dem der Parallelschaltung von R_A und R_B entsprechenden Widerstandswert bestimmt. Das Verhältnis R_A/R_B ist dagegen eine Funktion des Tastverhältnisses. Der ansteigende Ast der Dreieckspannung fällt zusammen mit der negativen Halbwelle der Rechteckspannung. Für ihre Dauer gilt

$$t_1 = \frac{5}{3} \cdot R_A \cdot C. \quad (1)$$

Der restliche Teil des Schwingungszuges hat die Dauer

$$t_2 = \frac{5}{3} \cdot \frac{R_A \cdot R_B \cdot C}{2 \cdot R_A - R_B}. \quad (2)$$

Für die Frequenz ergibt sich aus Gl.(1) und Gl.(2)

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2}.$$

Bei gleichen Widerstandswerten $R_A = R_B = R'$ wird $f = 0,3/(R' \cdot C)$, und das Tastverhältnis müßte an sich den Wert 1 annehmen. Wegen der unvermeidbaren Toleranzen wird dieser Wert jedoch meistens nur erreicht, wenn man R_A und R_B etwas verschieden wählt. Bezeichnet man den Mittelwert dieser Widerstände mit R , dann gilt für die Schwingfrequenz

$$f = \frac{0,15}{R \cdot C}. \quad (3)$$

Gl.(3) gilt auch für die Schaltung im Bild 4, in der das Tastverhältnis mit dem Potentiometer P abgeglichen wer-

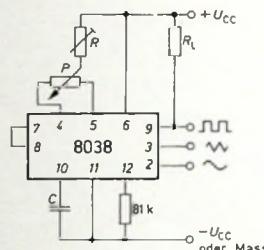


Bild 4. In dieser Schaltung kann die Frequenz mit R und das Tastverhältnis mit P eingestellt werden

den kann. Wenn nur ein Abgleich auf das Tastverhältnis 1 gewünscht wird, kann $P \approx R/50$ gewählt werden.

Mit der Schaltung im Bild 4 wurde an zehn Exemplaren der 8038 BC die mit Gl.(3) erreichbare Genauigkeit überprüft. Gearbeitet wurde dabei mit $U_{CC} = 20$ V, $C = 100$ nF, $R = 3$ Ohm und $P = 160$ Ohm. Alle Werte waren mit einer Toleranz von weniger als $\pm 1\%$ bekannt. Um den Einfluß von P zu berücksichtigen, wurde R in Gl.(3) mit 3,08 kOhm eingesetzt, was eine Frequenz von 487 Hz ergibt. Die mit den zehn Exemplaren gemessenen Frequenzen lagen zwischen 461,7 und 487,3 Hz; die Maximalabweichung betrug also $\pm 5,1\%$. Bei $C = 2$ nF führt Gl.(3) zu $f = 24,35$ kHz; die Meßwerte lagen jedoch zwischen 20 und 22,15 kHz. Sie zeigen, daß die Rechnung durch eine fiktive Kapazität von etwa 300 pF (zwischen den Anschlüssen 10 und 11) zu

$$f = \frac{0,15}{R \cdot (C + 300 \cdot 10^{-12})}$$

korrigiert werden kann.

Der 81-kOhm-Widerstand zwischen den Anschlüssen 11 und 12 in den Bildern 3 und 4 erzeugt die Vorspannung für die Begrenzerstufen, die das Sinusignal aus der Dreieckspannung formen. Die mit diesen Schaltungen erhaltenen Schwingungsformen bei 1 kHz zeigt Bild 5.

Besonders bei Frequenzen von mehr als 10 kHz soll das Verhältnis R/C nicht zu groß sein, wenn korrekte Schwin-

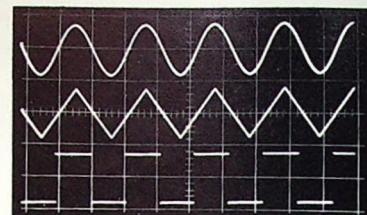


Bild 5. Ausgangssignale der Schaltung im Bild 4 bei 1 kHz

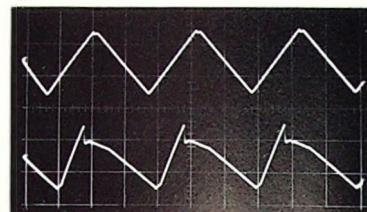


Bild 6. Bei Frequenzen über 10 kHz entstehen Schaltverzögerungen, wenn C zu klein ist

gungsformen gewünscht werden. Als Beispiele zeigt Bild 6 bei etwa 30 kHz am Dreieckausgang erhaltene Schwingungsüge. Die obere Kurve wurde mit $R = 2,5$ kOhm und $C = 2$ nF aufgenommen, die untere mit $R = 10$ kOhm und $C \approx 200$ pF. Versuche mit $R < 1$ kOhm ergaben völliges Verschwinden der im Oszilloskop sichtbaren Schaltverzögerungen. Zu kleinen Werten von R bewirken jedoch eine schlechtere Linearität. Bei Frequenzen von mehreren hundert kHz werden auch am Sinusausgang nur stark verzerrte Schwingungen erhalten (Bild 7).

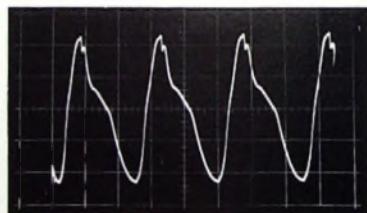


Bild 7. Am Sinusausgang erhaltene Schwingungsform bei 455 kHz

4. Abgleich auf minimalen Klirrfaktor

In den Schaltungen nach den Bildern 3 und 4 wurden an den zehn Versuchsexemplaren nach individuellem Abgleich des Tastverhältnisses und bei Frequenzen zwischen 20 Hz und 10 kHz Klirrfaktoren zwischen 0,6 und 1,2 % gemessen. In manchen Fällen ermöglichte ein einstellbarer Widerstand (100 kOhm) zwischen den Anschlüssen 11 und 12 eine leichte Verbesserung.

Als noch günstiger erwies sich die Schaltung im Bild 8, bei der beide Korrekturanschlüsse (1 und 12) der IS benutzt werden. Bei sorgsamer Einstellung dieser Korrekturen und des Tastverhältnisses (Unterteilung von R_A) konnten Klirrfaktoren von 0,4 bis 0,7 % erreicht werden. Weitere Versuche ergaben, daß der Abgleich am Anschluß 1

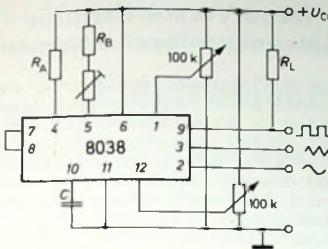


Bild 8. Zusätzliche Korrektur zur Sinusformung

nur sinnvoll ist, wenn mit fester oder bis zu einem Verhältnis von etwa 2 veränderbarer Frequenz gearbeitet wird. Bei breiterem Frequenzbereich konnte eine gewisse Frequenzabhängigkeit dieses Abgleichs festgestellt werden. Vor allem beobachtet man aber dann eine Verschiebung des Tastverhältnisses, die auch bei der später beschriebenen Korrektur so groß bleibt, daß die durch den Abgleich am Anschluß 1 erreichbare Verbesserung nicht mehr ins Gewicht fällt.

Aber selbst bei Festfrequenzbetrieb und sorgfältigem Abgleich macht sich die Dreieckform noch etwas in der am Sinusausgang erhaltenen Spannung bemerkbar. Beim oberen Kurvenzug im Bild 9 wird das besonders deutlich, da hier eine Halbschwingung vergrößert dargestellt ist. Die darunter sichtbare Halbwelle zeigt eine wesentlich verbesserte Form. Sie wurde aus der

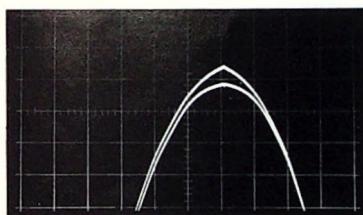


Bild 9. Verbesserung der Signalform an der Sinusspitze

ersteren durch die Schaltung im Bild 10 gewonnen. Sie enthält zunächst eine Kollektorstufe T_1 , deren hoher Eingangswiderstand (etwa 1 M Ω) den Sinusausgang 2 der IS genügend wenig belastet. Auf einen Reihenwiderstand R_1 folgt dann eine Spannungsverdopplerschaltung, deren Lastwider-

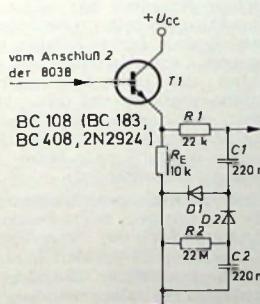


Bild 10. Schaltung zur zusätzlichen Abflachung der Sinusspitze

stand R_2 so groß ist, daß die Dioden D_1 und D_2 nur während der Signalspitzen leitend werden. Der entsprechende Strom bewirkt an R_1 einen Spannungsabfall, durch den die Signalspitzen abgerundet werden. Eine weitere Kollektorstufe kann nachgeschaltet werden, wenn das formverbesserte Signal an einem geringen Innenwiderstand zur Verfügung stehen soll.

Bei einigen Versuchsexemplaren reduzierte die Schaltung im Bild 10 den Klirrfaktor auf weniger als 0,3 %. Wenn mit stark veränderbarer Frequenz gearbeitet wird, fällt jedoch aus den genannten Gründen die Klirrfaktorverbesserung kaum ins Gewicht. Die Schaltung im Bild 10 kann dann aber trotzdem einen gewissen Wert haben, da die Spitzenverzerrung nach Bild 9 recht auffällig ist, während andere Oberwellenanteile zu mehr abgerundeten und damit im Oszillogramm weniger sichtbaren Verformungen führen.

5. Betrieb mit einstellbarer Frequenz

Wenn man in der Schaltung nach Bild 4 R im Verhältnis 1:10 verändert, dann

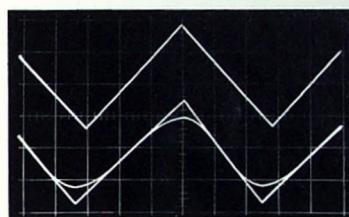


Bild 11. Verschiebung des Tastverhältnisses bei einer Frequenzänderung im Verhältnis 10:1

wird die entsprechende Frequenzänderung von einer mehr oder weniger auffälligen Änderung des Tastverhältnisses begleitet. Als Beispiel zeigt Bild 11 eine Dreieckschwingung mit nahe bei 1 liegendem Tastverhältnis (obere Kurve) im Vergleich zu zwei

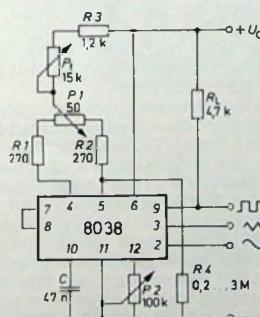


Bild 12. Die bei Frequenzänderung beobachtete Veränderung des Tastverhältnisses kann mit dem Widerstand R_4 korrigiert werden

später getrennt aufgenommenen Kurven (am Dreieck- und am Sinusausgang). Zwischen den beiden Aufnahmen wurde R auf das Zehnfache vergrößert und die Zeitbasis des Oszillografen entsprechend umgeschaltet. Die untere, am Sinusausgang aufgezo-

mene Kurve weist einen Klirrfaktor von etwa 5 % auf.

Bild 12 zeigt eine Korrekturmöglichkeit durch den Widerstand R_4 . Bei Bedienung von P_1 ändert sich der Strom durch R_1 und R_2 , wobei die Spannung an den Anschlüssen 4 und 5 weitgehend konstant bleibt. Der durch R_4 abgezweigte Strom ist also ebenfalls konstant. Sein Anteil an dem durch R_2 fließenden Strom ändert sich jedoch mit der Einstellung von P_1 . Damit gelingt es, die Stromaufteilung auf die Anschlüsse 4 und 5 so von der Einstellung von P_1 abhängig zu machen, daß die Verschiebung des Tastverhältnisses weitgehend kompensiert wird. Die dazu nötigen Werte von R_4 liegen bei den zehn Versuchsexemplaren zwischen 0,2 und 3 M Ω . Die Kompensation mußte in allen Fällen am Anschluß 5 vorgenommen werden. Grundsätzlich ist jedoch auch eine Asymmetrie möglich, die eine Kompensation am Anschluß 4 verlangt.

In der Schaltung nach Bild 12 geschieht der Abgleich auf minimalen Klirrfaktor am besten, indem man P_1 am hochfrequenten Bereichsende einstellt, dann R_4 am unteren Bereichsende so wählt, daß wieder das Tastverhältnis 1 erhalten wird. Schließlich gleicht man P_2 in Bereichsmitte ab. Wenn nötig, sind die beschriebenen Operationen so lange zu wiederholen, bis die Klirrfaktormeßbrücke keinen Rückgang der Verzerrung mehr anzeigen.

Die Werte im Bild 12 entsprechen einem Frequenzbereich von etwa 195 Hz bis 2,2 kHz. Alle Versuchsexemplare konnten so abgeglichen werden, daß der Klirrfaktor bei keiner Frequenz mehr als 1 % betrug. Beim Umschalten von C auf den zehnfachen Wert (Bereich 195 ... 220 Hz) wurde – unter Beibehaltung der Einstellungen – ein Klirrfaktor von 1 % unterhalb etwa 50 Hz in mehreren Fällen überschritten. Diese Feststellung gilt auch für den Bereich 1,95 ... 22 kHz, und zwar ab etwa 15 kHz. Eine Verbesserung ist möglich, wenn man gleichzeitig mit C auch R_4 und P_2 umschaltet sowie bei hohen Anforderungen außerdem auch P_1 .

6. Frequenzsteuerung durch Wechsel- oder Gleichspannung

In den bisher besprochenen Anwendungsschaltungen waren die Anschlüsse 7 und 8 miteinander verbunden. Bei dieser Beschaltung liefert 7 an 8 eine Vorspannung, die so berechnet ist, daß man einen minimalen Wert der Frequenzdrift infolge Speisespannungsänderungen erhält. Wie Bild 13 zeigt, kann man diese Vorspannungsquelle auch bei Frequenzmodulation benutzen, wenn an 8 eine Wechsel-

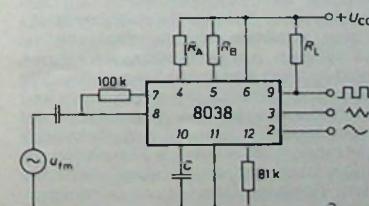


Bild 13. Frequenzmodulation durch eine Wechselspannung u_{im}

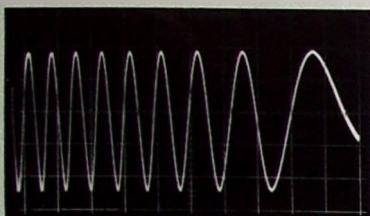


Bild 14. Mit der Schaltung nach Bild 13 erhaltenen Frequenzmodulation bei einer Mittenfrequenz von 1 kHz

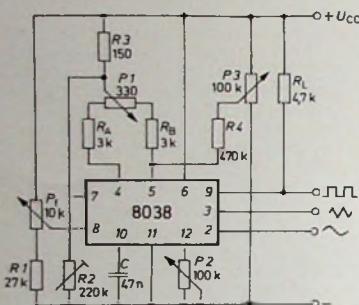


Bild 15. Frequenzeinstellung durch eine mit P_1 veränderbare Gleichspannung

spannung über einen Kondensator gelegt wird und wenn der benötigte Frequenzhub $\pm 50\%$ nicht übersteigt. Bild 14 zeigt ein unter diesen Bedingungen bei einer mittleren Frequenz von etwa 1 kHz aufgenommenes Oszillogramm.

Über den Anschluß 8 kann auch die Frequenz mit einer einstellbaren Gleichspannung gesteuert werden. Wenn dabei ein lineares Potentiometer verwendet wird, erhält man eine ebenfalls lineare Frequenzskala, also eine für die Praxis bequemere Skalentei-

lung als mit der Schaltung nach Bild 12, bei der die Frequenz dem Kehrwert des Widerstandes P_1 proportional ist.

Bild 15 zeigt eine Schaltung, bei der die Frequenz mit einer Gleichspannung (mit P_1) eingestellt wird. Dabei zu niedrigen Spannungen am Anschluß 8 die Schwingungen verzerrt werden oder ganz aussetzen, muß der Einstellbereich von P_1 durch R_1 begrenzt werden. Die Maximalfrequenz liegt dann etwa 20 % über dem Wert, den man bei Verbindung von 8 und 7 erhält. Mit den im Bild 15 angegebenen Werten ist sie etwa 2,1 kHz. Durch entsprechenden Abgleich von P_1 und P_3 kann das Tastverhältnis bei einer Frequenzänderung von 10:1 auf etwa 1 % konstant gehalten werden.

An sich können bedeutend weitergehende Frequenzänderungen erhalten werden. Wenn der Widerstand R_2 im Bild 15 vorgesehen wird, ist sogar ein Abgleich auf die Minimalfrequenz Null möglich. Unterhalb $f_{max}/50$ beobachtet man dann jedoch bedeutende Änderungen des Tastverhältnisses bei verringelter Frequenzstabilität. Ohne R_2 wurden nach Abgleich auf minimale Änderung des Tastverhältnisses an den zehn Versuchsexemplaren Minimalfrequenzen von $f_{max}/100$ bis $f_{max}/30$ gemessen. Man kann R_2 aber auch so abgleichen, daß sich ein möglichst linearer Zusammenhang zwischen Steuerspannung und Frequenz ergibt. Bei einem Frequenzbereich von mehr als 10:1 ist es jedoch schwierig, den verbleibenden Linearitätsfehler unter $\pm 1\%$ zu halten.

Beim Abgleich auf minimalen Klirrfaktor am Sinusausgang ist das für Bild 12 genannte Prinzip anzuwenden. In der Nähe von f_{max} stellt man P_1 ein, während P_3 bei etwa $f_{max}/10$ und P_2 in Bereichsmitte auf geringstmöglichen Oberwellenanteil abgeglichen wird.

(Schluß folgt)

Magnetkarten-Videorecorder

Auf der International Magnetics Conference (Intermag) vom 12. bis 17. Mai 1974 in Toronto hat Sony erste Einzelheiten über seinen neuen Videorecorder mitgeteilt. Damit erhöht sich die Anzahl der bisher für Videorecorder benutzten Informationsträger um einen weiteren: die Magnetkarte. Der als „Mavicard“ bezeichnete Speicher mit Chromdioxidschicht hat die Abmessungen $6\frac{3}{8} \times 8\frac{1}{2}$ (etwa 162 mm \times 216 mm) und ermöglicht die Speicherung von zehn Minuten Farbbildprogrammen.

Die Information wird beim Sony-System phasenmoduliert aufgezeichnet, und zwar darunter, daß die Nullphasen der Trägerfrequenz auf benachbarten Spuren (in radialer Richtung) zusammenfallen. Dadurch ist es möglich, mit sehr schmalen Spuren und extrem geringem Spurabstand zu arbeiten. Gleichzeitig werden die Anforderungen an die Genauigkeit der mechanischen Spurführung erheblich verringert. Wie man in Toronto hörte, kann man auf den „Rasen“ zwischen den Spuren sogar ganz verzichten, weil beim gleichzeitigen Abtasten von zwei oder drei Bildern wegen der Art der Aufzeichnung keine störenden

Balken usw. auftreten. Im allgemeinen legt man für ein hinreichend rauschfreies Bild für eine Wellenlänge von $2 \mu\text{m}$ eine Spurbreite von $20 \mu\text{m}$ zugrunde. Sony hofft, diese Breite ohne wesentlichen Qualitätsverlust auf $8 \mu\text{m}$ verringern zu können.

Der Abspielvorgang bei der „Mavicard“ scheint eine gewisse Ähnlichkeit mit dem beim TED-Abspielgerät zu haben. Die Magnetkarte wird mitsamt der Schutzhülle in das Gerät gegeben, dort der Hülle entnommen und um die zylindrischen Führungskanten der Abspielmechanik gelegt. Auf der Innenseite des so gebildeten Zylinders rotiert der Magnetkopf; die Spurführung erfolgt durch axiale Verschiebung dieses Zylinders. Standbild und Slow-motion sind möglich. Vervielfältigt werden die „Mavicards“ durch Kontaktkopieren. Sony kündigte zwei Kopiergeräte an: ein professionelles Modell (etwa 40 Karten je Sekunde) und eine einfache Ausführung für den Gebrauch in Schulen und Bibliotheken. Die Frage der Software scheint noch nicht ganz gelöst zu sein; Geräte könnten nach Sony in etwa zwei Jahren verfügbar sein.

Dawson

Neue Vorschriften für Antennenanlagen kommen

Für den Bau und den Betrieb von Rundfunk-Empfangsanlagen gibt es in der Bundesrepublik schon seit Jahren spezielle Vorschriften. Rundfunk-Empfangsanlagen sind wie die angeschlossenen Ton- und Fernseh-Rundfunkempfänger Funkanlagen. Wenn sie nicht bestimmte Mindestforderungen erfüllen, ist der Empfang ungenügend und nicht mehr störungsfrei. Schließlich kann die Antennenanlage selbst zur Störquelle werden und den Rundfunkempfang in ihrer Umgebung stören.

Abnahmemessungen

Die Funktionstüchtigkeit vieler Antennenanlagen – besonders von Gemeinschafts-Antennenanlagen mit aktiven elektronischen Bauelementen – läßt leider oft noch zu wünschen übrig. Mancher Mieter befiehlt sich mit einer Zimmerantenne, nur weil die Gemeinschaftsantenne nicht in Ordnung ist. Die Fachleute sind sich zwar darüber einig, daß so komplizierte Gebilde wie Gemeinschafts-Antennenanlagen vor der Inbetriebnahme fachmännisch geprüft und regelmäßig gewartet werden müssen, wenn sie einwandfrei arbeiten sollen. Aus Kostengründen wird aber häufig darauf verzichtet. Von allen Beteiligten (Mieter und Vermieter, aber auch vom Handel, Handwerk und von der Industrie) wird deshalb die Abnahmemessung für Antennenanlagen gefordert.

Abnahmebericht für Gemeinschafts-Antennenanlagen mit aktiven elektronischen Bauelementen

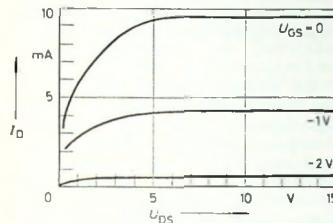
Die Deutsche Bundespost wird dieser Forderung in den neuen Antennenvorschriften nachkommen. Sie verlangt künftig einen Abnahmebericht für Gemeinschafts-Antennenanlagen, die mit aktiven elektronischen Bauelementen bestückt sind. Wer eine solche Antennenanlage errichten läßt, sollte deshalb bereits bei der Vergabe den Auftragnehmer in schriftlicher Form zur Erstellung des erforderlichen Abnahmeberichts verpflichten. Die Deutsche Bundespost erteilt dem Besitzer der Antennenanlage die Genehmigung in Zukunft erst dann, wenn dieser innerhalb von vier Wochen nach der Fertigstellung der Anlage den ordnungsgemäß ausgestellten Abnahmebericht einreicht. Halbfertige Anlagen, die, ohne voll funktionsfähig zu sein, in Betrieb genommen werden, darf es künftig nicht mehr geben. Dem Auftraggeber wird empfohlen, die Betriebsbereitschaft der Antennenanlage erst dann anzuerkennen, wenn vom ausführenden Unternehmen der Abnahmebericht in zweifacher Ausfertigung beim Auftraggeber eingegangen ist.

Die neuen Genehmigungsbestimmungen, die im übrigen noch besondere Vorschriften für die sogenannten Groß-Gemeinschafts-Antennenanlagen und für die zusätzliche Nutzung solcher Anlagen enthalten werden, sollen demnächst verkündet werden. Mit ihrem Inkrafttreten ist zum 1. April 1975 zu rechnen.

Elektronische Meßzerhacker

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 29 (1974) Nr. 14, S. 506

Im Bild 5 sind das Schaltzeichen und das Ausgangskennlinienfeld des N-Kanal-FET BF 245 (Texas Instruments) dargestellt. Daraus ist ersichtlich, daß die negative Gatespannung U_{GS} so weit erhöht werden kann, bis der FET sperrt und somit der Drainstrom $I_D = 0$ wird. Damit die Steuerelektrode keine



schlossen. Bild 6 zeigt einen Kurzschluß-Zerhacker, dessen N-Kanal-FET mit einer negativen Steuerspannung U_{SI} geschaltet wird. Diese Schaltung ist aber nur für Signalquellen mit großem Innenwiderstand R_s zweckmäßig. Um die Signalquelle so wenig wie möglich zu belasten, soll daher der

Bild 5. Ausgangskennlinienfeld und Schaltzeichen des N-Kanal-Sperrschiicht-FET BF 245

Ladungsträger an den Kanal abgibt (also die als Diode zu betrachtende Sperrschiicht in Sperrrichtung gepolt bleibt), darf die Spannung U_{GS} beim N-Kanal-FET keine positiven (beim P-Kanal-FET keine negativen) Werte annehmen. Beim MOS-FET ist ein Vorzeichenwechsel unschädlich; bei $U_{GS} = 0$ gibt es hier keinen Kanal mehr, und es fließt (bis auf den Reststrom) zwischen Gate und Source kein Strom mehr [2].

Beim Schalterbetrieb wird an das Gate und die Source eine rechteckförmige Steuerspannung gelegt. Verändert diese ihren Wert sprunghaft von 0 auf einen Wert, der größer ist als die Schwellenspannung U_{TO} , dann bildet sich zwischen Source und Drain eine Raumladungszone, in die Ladungsträger eindiffundieren und einen leitenden Kanal bilden, so daß zwischen Drain und Source ein Strom fließen kann. Der FET ist damit geöffnet. Bei einer Gatespannung $U_{GS} < U_{TO}$ ist er gesperrt. Die Umschaltzeiten werden hierbei vor allem durch die Gatekapazitäten beeinflußt. Beim Ein- und Ausschalten müssen diese umgeladen werden, so daß geringe Signalverfälschungen entstehen. Werden Steuerspannungen mit steilen Anstiegsflanken verwendet, dann werden über die Gatekapazität Spannungsspitzen auf die Source und den Ausgang gekoppelt. Im allgemeinen kann man die Restströme zwischen Drain und Source sowie Gate und dem Kanal vernachlässigen; sie liegen bei etwa 10 nA (etwa 100 nA beim herkömmlichen Transistor). Auch bei FET-Zerhackern werden die drei schon erwähnten Schaltungsanordnungen verwendet, die nachstehend behandelt werden sollen.

4.1. FET - Kurzschluß-Zerhacker

Um den FET schlagartig zu sperren und zu öffnen, verwendet man im allgemeinen rechteckförmige Steuerspannungen. Das Eingangssignal wird also periodisch nach Masse kurzge-

Eingangsverstärker einen hohen Eingangswiderstand haben. Damit der FET exakt schaltet, muß die Steuerspannung U_{SI} möglichst so hoch sein, damit der Innenwiderstand r_{DS} klein wird; dabei darf aber die Gate-Kanal-

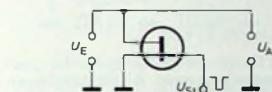


Bild 6. FET-Kurzschluß-Zerhacker

Diode noch nicht leitend werden (U_{SI} darf nicht positiv werden). Bei MOS-FET ist die höchstmögliche Steuerspannung durch U_{GDMAX} begrenzt. Bei der Wahl der minimalen Steuerspannung für das Sperren des FET ist zu beachten, daß diese nicht negativer wird, als zum sicheren Sperren notwendig ist; dies ist etwa bei der Schwellenspannung U_{TO} der Fall. Die höchste Eingangsspannung wird durch die maximale Drain-Gate-Spannung bestimmt; sie sollte in jedem Fall aber niedriger als diese sein.

Beim Schalten des FET entstehen Impulse, die über die Gate-Kanal-Kapazität in den Kanal gekoppelt werden. Obwohl sie bedeutend kleiner sind als

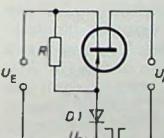


Bild 7. FET-Seriens-Zerhacker

Bild 8. a) FET-Seriens-Kurzschluß-Zerhacker mit komplementären FET, b) FET-Seriens-Kurzschluß-Zerhacker für komplementäre Steuerspannungen

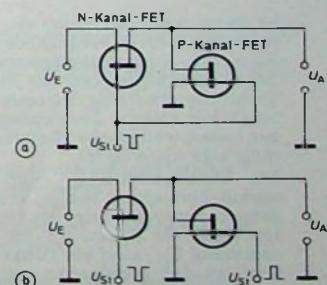
bei herkömmlichen Transistoren, bewirken sie besonders bei niedrigen Eingangsspannungen eine Verfälschung des Meßergebnisses. Durch PN-FET mit kleinen Gate-Kanal-Kapazitäten oder mit MOS-FET lassen sich hierbei bessere Ergebnisse erreichen. Eine weitere Möglichkeit, diese Störspitzen klein zu halten, besteht darin, Steuerimpulse mit großen Anstiegs- und Abfallzeiten zu wählen oder diese Zeiten mittels eines Tiefpasses zu vergrößern.

4.2. FET - Serien - Zerhacker

FET-Seriens-Zerhacker nach Bild 7 eignen sich besonders für niederohmige Signalquellen. Der Einfluß des Quellen- und Kanalwiderstandes des FET wird um so kleiner, je größer der Eingangswiderstand des nachgeschalteten Verstärkers ist [1]. Ist der FET gesperrt, so wird die Ausgangsspannung $U_A = 0$. Das gilt allerdings nur, wenn die Frequenz der Eingangsspannung nicht sehr hoch ist. Ist der FET durchgeschaltet, so wird die Ausgangsspannung gleich der Eingangsspannung. In diesem Fall muß die Steuerspannung U_{SI} niedriger sein als die kleinste auftretende Eingangsspannung U_E , da sonst die Gate-Kanal-Diode leitend wird. Bei größeren Eingangsspannungen (über etwa 300 mV) schaltet man eine Diode D_1 in den Steuerauskopf. Um den FET leitend zu machen, legt man eine Steuerspannung an, die höher ist als die höchste Eingangsspannung U_E . Die Diode sperrt dann, und die Spannung U_{GS} wird gleich Null; der FET ist somit für alle Eingangsspannungen leitend. Der Strom, der während des Sperrens über den Widerstand R in die Eingangsspannung fließt, stört in den meisten Fällen nicht, da die Ausgangsspannung U_A hierbei Null ist.

4.3. FET - Serien - Kurzschluß-Zerhacker

Bei dieser Schaltungsart können entweder zwei komplementäre FET nach Bild 8a oder zwei gleiche FET nach Bild 8b benutzt werden. Im ersten Fall werden die FET abwechselnd durch eine Steuerspannung an ihren zusammengeschalteten Steuerelektroden leitend, im zweiten Fall erfolgt die Ansteuerung im Gegentakt durch eine komplementäre Steuerspannung (U_{SI} und $U_{SI'}$). In den meisten Fällen ist es günstiger, Transistoren des gleichen Typs zu verwenden, weil – wenn astabile Taktgeber verwendet werden – zwei verschiedene Steuerspannungen zur Verfügung stehen. Für die Di-



mensionierung der Steuerspannungen gelten im übrigen die bereits angegebenen Gesichtspunkte.

Mit FET-Seriens-Kurzschluß-Zerhakern lassen sich schnelle Umschaltzeiten erreichen. Sie können von niedriger- oder hochohmigen Signalquellen gleichermaßen angesteuert werden. Da der Ausgang bei diesem Schaltungsprinzip immer niederohmig ist, bleiben kapazitiv übertragene Impulse klein. Sie werden sogar teilweise kompensiert, weil in den beiden FET die

Impulse mit verschiedenen Vorzeichen auftreten.

5. Dioden-Zerhacker

In Dioden-Zerhackern setzt man voreugsweise schnelle Silizium-Schalterdiode ein. Diese Dioden zeichnen sich durch geringe Sperrströme, hohe Sperrspannungen und große Durchlaßteilheiten aus [4]. Infolge der geringen Sperrströme bei großen Innenwiderständen und niedrigen Durchlaßwiderständen eignen sie sich für Schalteranwendungen bis zu einigen MHz. Mit Dioden lassen sich Zerhacker aufbauen, die nach dem Kurzschluß-, Serien- und Serien-Kurzschlußprinzip arbeiten. Nachstehend werden die einzelnen Schaltungsmöglichkeiten besprochen.

5.1. Dioden-Kurzschluß-Zerhacker

Die Schaltung im Bild 9a zeigt einen Dioden-Kurzschluß-Zerhacker für positive Eingangsspannungen [1]. Durch eine negative Steuerspannung U_{S1} wird die Diode D_2 leitend, und die positive Eingangsspannung wird über D_1 und D_2 nach Masse kurzgeschlossen. Bei negativen Eingangsspannungen sperrt D_1 , so daß keine Zerhacking möglich

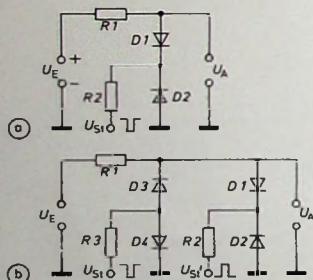


Bild 9. a) Dioden-Kurzschluß-Zerhacker für positive Eingangsspannungen. b) Dioden-Kurzschluß-Zerhacker für beliebige Eingangsspannungen. c) Dioden-Serien-Kurzschluß-Zerhacker

ist. Beim positiven Anteil der Steuerspannung sperren beide Dioden, so daß dann die Ausgangsspannung gleich der Eingangsspannung ist. Bei dieser Schaltung ist wichtig, daß beide Dioden möglichst gleiche Durchlaßspannungen haben, weil hierbei die Offsetspannung sehr klein bleibt.

Die Prinzipschaltung eines Kurzschluß-Zerhackers für beliebige Eingangsspannungen zeigt das Bild 9b [1]. Bei negativer Spannung der Steuerspannung U_{S1} wird die Diode D_2 leitend, so daß positive Eingangsspannungen über D_1 und D_2 nach Masse kurzgeschlossen werden. Infolge der guten Schaltungssymmetrie sind die kapazitiv übertragenen Impulse und die Offsetspannung sehr klein. Die Steuerspannung in dieser Schaltung muß höher sein als die höchste Eingangsspannung, weil sonst die Dioden nicht gesperrt werden. Dies gilt auch für den Steuerstrom im entgegengesetzten

Fall. Um die Dioden leitend zu machen, muß der Strom durch die Widerstände R_2 und R_3 höher sein als der durch den Widerstand R_1 .

5.2. Dioden-Seriens-Zerhacker und -Serien-Kurzschluß-Zerhacker

Die Schaltung im Bild 10a [1] arbeitet analog zu der im Bild 9a. Bei gesperrter Diode D_1 kann der Steuerstrom in den

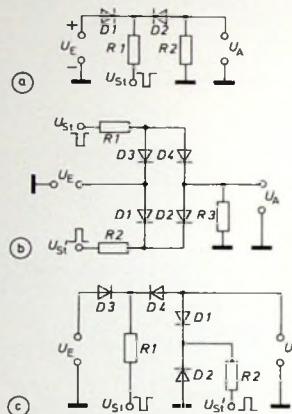


Bild 10. a) Dioden-Seriens-Zerhacker für positive Eingangsspannungen. b) Dioden-Seriens-Zerhacker für beliebige Eingangsspannungen. c) Dioden-Seriens-Kurzschluß-Zerhacker

Eingangskreis U_E fließen. Die Schaltung nach Bild 10b hat diesen Nachteil nicht. Sie eignet sich außerdem für Eingangsspannungen beliebiger Polarität. Bild 10c zeigt einen Serien-Kurzschluß-Zerhacker für komplementäre Steuerspannungen und positive Eingangsspannungen.

5.3. Kapazitätsdioden-Zerhacker (Modulator)

Kapazitätsdiode finden Anwendung in Schaltungen zur elektronischen Schwingkreisabstimmung, in Nachstimmsschaltungen, als Koppelemente in Filtern mit regelbarer Bandbreite, in Mischern, Frequenzvervielfachern, in dielektrischen und parametrischen Verstärkern, in Modulations- und Verstärkerschaltungen usw. Bei diesen Anwendungen nutzt man die Tatsache aus, daß die Sperrsichtkapazität der Diode von der angelegten Sperrspannung abhängig ist. Bei Anwendungen in Modulatoren (und in denen für Abstimmzwecke) ist es wichtig, daß die Signalspannung stets niedrig gegenüber der minimalen Vorspannung ist. Andernfalls führt die Krümmung der Kapazitätskennlinie, die eine Funktion von U_R ist, zu Verzerrungen des Aus-

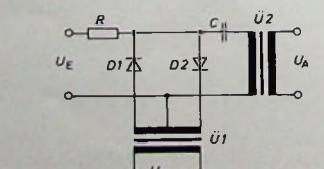


Bild 11. Kapazitätsdioden-Zerhacker (Modulator)

gangssignals. Durch eine Gegenaktanordnung zweier Dioden bleiben aber auch bei großer Signalaussteuerung die Verzerrungen klein, weil das Signal die Dioden gegenphasig aussteuert und sich die Verzerrungen kompensieren.

Bild 11 zeigt einen derartigen Modulator mit Kapazitätsdiode [1]. Bei der Eingangsspannung $U_E = 0$ ist die Ausgangsspannung U_A ebenfalls Null, weil die Steuerspannung U_S durch die Kapazität der Dioden D_1 und D_2 entgegengesetzt gleiche Wechselströme erzeugt. Durch eine Eingangsspannung vergrößert sich die Diodenkapazität von D_1 , und die von D_2 nimmt ab. Der Strom durch D_1 überwiegt dabei, so daß die Spannungsdifferenz eine Ausgangsspannung erzeugt. Hohe Frequenzen der Steuerspannung (bis zu einigen MHz) ermöglichen kleine Überträger. Infolge der Gegenaktanordnung ist die Gleichtaktunterdrückung sehr hoch. Weil der Eingangskreis vom Steuer- und Ausgangskreis galvanisch getrennt ist, kann man Spannungen mit hohem Potentialunterschied messen. Die Frequenz der Ausgangsspannung ist gleich der der Steuerspannung, so daß man bei hohen Frequenzen mit einfachen Demodulatorschaltungen auskommt.

6. Photo-Zerhacker

Bei Verwendung geeigneter lichtempfindlicher und lichtemittierender Bauelemente sind Photo-Zerhacker den Transistor-, Dioden- oder FET-Zerhakern überlegen. Weil sich hierbei der Eingangskreis vom Ausgangskreis statisch abschirmen läßt, treten keine kapazitiven Umschaltspitzen auf, so daß sie weniger Drift haben als zum Beispiel FET-Zerhacker. Photo-Zerhacker arbeiten nach folgendem Prinzip: Ein lichtemittierendes Halbleiter-

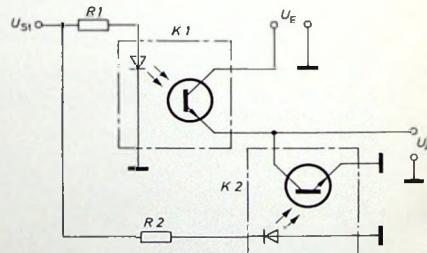


Bild 12. Photo-Zerhacker nach dem Serien-Kurzschluß-Prinzip

element wird durch eine Wechsel- oder Rechteck-Steuerspannung angesteuert. Dadurch ändert sich der Innenwiderstand des in der Nähe der Lichtquelle angeordneten Lichtdetektors, so daß die Eingangsspannung nach dem Kurzschluß-, Serien- oder Serien-Kurzschlußprinzip zerhakt wird.

Eine derartige Schaltung ist im Bild 12 vereinfacht dargestellt. Als lichtempfindliche Bauelemente können (je nach den Anforderungen an die Meßgenauigkeit) Photowiderstände, Photoelemente, Photodioden, Phototransistoren oder Photo-FET verwendet wer-

den. Als lichtemittierendes Bauelement können Glühlampen, Glimmlampen, Leuchtdioden (LED) oder Laserdioden benutzt werden. Am vorteilhaftesten ist es jedoch, optoelektronische Koppler zu verwenden. Hier handelt es sich um Kombinationen von Lichtemittoren und -detektoren, die in einem bestimmten Abstand voneinander gemeinsam in einem Gehäuse untergebracht sind. Mit derartigen Elementen, die zur Übertragung von linearen und pulsförmigen Signalen geeignet sind, erreicht man Ansprechzeiten in der Größenordnung von Nanosekunden. Die Betriebsspannungen liegen bei 2 V (Betriebsstrom etwa 50 mA). Da die Helligkeit des emittierten Lichts dem Dioden-Durchlaßstrom proportional ist, folgt das Ausgangssignal den Amplitudenänderungen des Lichtes [5].

7. Störimpulse und ihre Beseitigung

Bei allen drei Schaltungsarten, bei der Kurzschluß-, Serien- und Serien-Kurzschluß-Arbeitsweise, treten beim Umschalten der Steuerspannung an der Basis oder dem Gate am Verstärkerkreingang abwechselnd positive und negative Spannungsspitzen auf. Diese Störpulse sind am größten bei Transistor- und FET-Zerhacker, weil hier die hochfrequenten Komponenten der Anstiegs- und Abfallflanken der Basis- oder Gatespannung über die Kollektor-Basis- beziehungsweise Drain-Gate-Kapazität auf den Ausgang gekoppelt werden. Da diese Kapazitäten spannungsabhängig sind und der innere Widerstand, über den sich die Kapazität entlädt, bei gesperrtem und geöffnetem Halbleiter unterschiedlich ist, sind die positiven und negativen Störpulse verschieden groß. Da sie anschließend im Wechselspannungsverstärker zusammen mit dem Nutzsignal verstärkt werden, ergibt sich eine Ungenauigkeit des Meßergebnisses.

Eine Möglichkeit zur Verringerung dieser Störpulse bieten spezielle Schalttransistoren und FET oder MOS-FET mit niedrigen Restströmen und kleinen Kapazitäten. Die Spannungsspitzen können aber auch klein gehalten werden, wenn die Zerhackerfrequenz niedrig ist und die Flanken der Steuerspannung flach sind. Da die obere Grenzfrequenz eines Zerhackers durch die Zerhackerfrequenz bestimmt wird, sind hierbei Kompromisse einzugehen. Durch Verringerung des Spannungshubes der Steuerspannung können ebenfalls zufriedenstellende Ergebnisse erreicht werden.

8. Zerhacker-Verstärker

Die Eingangsspannung, deren Frequenz gegenüber der Zerhackerfrequenz immer kleiner sein muß, wird mit einem Kurzschluß-, Serien- oder Serien-Kurzschluß-Zerhacker in einer durch die Abtastfrequenz des Zerhakers modulierte Gleichspannung umgewandelt. Diese der Eingangsspannung proportionale Wechselspannung wird mit einem Wechselspannungsverstärker verstärkt, danach in einem Synchrongleichrichter demoduliert und über einen Tiefpaß und eventuell einen nachgeschalteten Spannungs-Strom-Umsetzer an Anzeige- oder Stellglieder weitergegeben.

Der Vorteil dieser Schaltungsart gegenüber der direkten Verstärkung in einem Gleichspannungsverstärker ist, daß nur die sehr geringen Driften des Zerhakers und des Wechselspannungsverstärkers das Meßergebnis beeinflussen. Die untere Grenzfrequenz ist immer Null, die obere Grenzfrequenz ist gleich der Zerhackerfrequenz beziehungsweise gleich der des Tiefpaßfilters. Somit können Gleichspannungen, Wechselspannungen und langsam verlaufende Impulsspannungen gleichermaßen verstärkt werden. Um die Welligkeit des Ausgangssignals gering zu halten, muß man die Grenzfrequenz des Filters kleiner als die Abtastfrequenz machen. Bei Abtastfrequenzen von 1 bis etwa 5 kHz sind Rauschen und Brummen am geringsten.

schiebungen der Zerhackerfrequenz gegenüber Z_1 und Z_2 verursachen. Der Zerhacker Z_2 demoduliert das Wechselspannungssignal, und über R_4 und C_4 erfolgt die Siebung des Gleichspannungssignals. Das im Wechselspannungsverstärker V_1 verstärkte und nun gleichgerichtete Signal kann am Instrument I angezeigt oder einem Spannungs-Strom-Umsetzer zugeführt werden. Dieser Umformer V_2 wandelt das Spannungssignal in ein lastunabhängiges Gleichstromsignal um. Mit diesem eingeprägten Stromsignal können elektrische oder pneumatische Stellglieder angesteuert werden. An dem im Ausgangskreis liegenden Gegenkopplungswiderstand R_5 und dem Verbraucher R_7 wird eine dem Ausgangsstrom proportionale Gegenkopplungsspannung abgegriffen

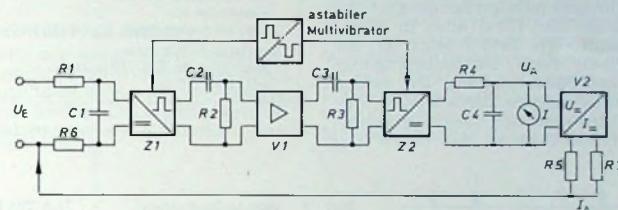


Bild 13. Prinzipschaltung eines Zerhacker-Meßverstärkers

Im Bild 13 ist das Schaltungsprinzip eines Zerhacker-Meßverstärkers dargestellt. Mit dem T-Filter R_1, C_1 werden hochfrequente Eingangsspannungen vom Zerhacker Z_1 ferngehalten, weil sie bei einer eventuellen Übertragung zu niederfrequentem Rauschen am Verstärkerausgang führen würden. Mit dem Kondensator C_1 wird auch ein Teil der Störspitzen des 1. Zerhakers unterdrückt. Durch das Hochpaßfilter C_2, R_2 werden Gleichspannungen vom Eingang des Wechselspannungsverstärkers ferngehalten. C_3 und R_3 trennen Gleichspannungsanteile vom 2. Zerhacker ab. Die RC-Glieder müssen hierbei so dimensioniert sein, daß sie keine Phasenver-

und der zu messenden Eingangsspannung entgegengeschaltet. Dadurch erreicht man eine geringere Abhängigkeit der Ausgangsspannung oder des eingeprägten Stroms von den Verstärkungsfaktoren der Verstärker und den Verlusten der Zerhacker. Der gesamte Zerhacker-Meßverstärker verhält sich wie ein selbstabgleichender Komparator. (Schluß folgt)

Weiteres Schriftum

- [4] • Einzelhalbleiter, Standard-Typen. Siemens-Datenbuch 1972/73
- [5] Feustel, O.: Optoelektronik – eine Herausforderung an den Entwickler elektrotechnikpraxis (1972) Nr. 12, S. 10-11

INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUND SCHAU

brachte im Juliheft 1974 unter anderem folgende Beiträge:

Anwendung des Halbbildverfahrens bei der magnetischen Bildaufzeichnung

Formale Analyse des nichtinvertierenden Verstärkers mit Gegenkopplung

Bereichsstrukturen in Supraleitern

Impulsbelastung metallisierter Kunststoffkondensatoren

Hochfrequenzkinematographische Analyse von Schalterlichtbögen

Prüfung des Gummel-Poon-Modells auf seine Brauchbarkeit

Wissenschaftliche Sonderschau auf der 6. Interkama

Elektronik in aller Welt · Ausstellungen und Tagungen · Lehrgänge und Seminare · Angewandte Elektronik · Aus Industrie und Wirtschaft · Persönliches · ELRU-Informationen · ELRU-Kurznachrichten

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

Zu beziehen durch jede Buchhandlung im In- und Ausland, durch die Post oder direkt vom Verlag

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH · 1 BERLIN 52

Kfz-Schaltungen mit der integrierten Schaltung TAA 775 G

Vor allem als elektronischer Taktgeber in Kraftfahrzeugen mit 12-V-Bordnetz läßt sich die monolithisch integrierte Schaltung TAA 775 G von Intermetal einsetzen. Mit nur wenigen zusätzlichen Bauelementen läßt sich auf einfachste Weise mit diesem integrierten Leistungsoszillator ein Richtungs- und Warnblinker oder ein Wisch-Intervall-Schalter realisieren. Nachstehend werden diese beiden Schaltungen dargestellt und erläutert.

1. Die integrierte Schaltung TAA 775 G

Die technischen Daten der integrierten Schaltung TAA 775 G sind in Tab. I dargestellt. Wie Bild 1 zeigt, hat die TAA 775 G zwei Oszillatoreingänge und einen Steuereingang. Die beiden Oszillatoreingänge dienen zum Anschluß des externen frequenzbestimmenden RC-Gliedes, das – wie das

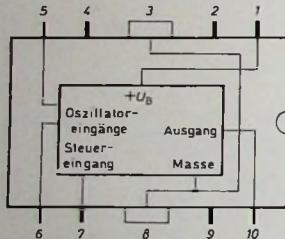
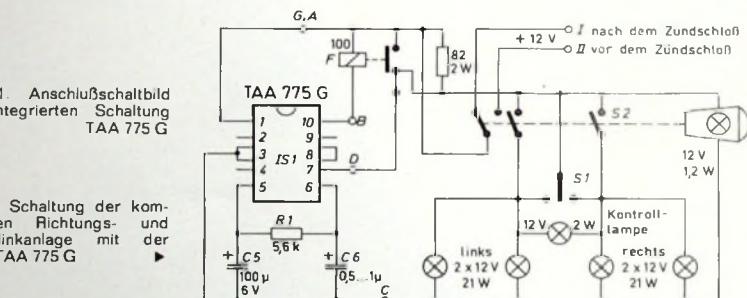


Bild 1. Anschlußschaltbild integrierten Schaltung TAA 775 G

Bild 2. Schaltung der kombinierten Richtungs- und Warnblinkanlage mit der (IS 1) TAA 775 G

Tab. I. Technische Daten der integrierten Schaltung TAA 775 G

| Grenzwerte | |
|--|-----------------|
| Versorgungsspannung: | 15 V |
| Ausgangstrom (I_{10}): | 150 mA |
| Umgebungstemperatur: | - 25 ... +85 °C |
| Statische Kennwerte bei einer Versorgungsspannung von 12 V und 25 °C | |
| mittlerer Stromaufnahme: | 8 mA |
| erforderlicher Oszillator-eingangsstrom I_5 zur Erzielung des Ein-Zustandes am Oszillator-Ausgang: | > 10 µA |
| Ausgangs-Sättigungsspannung im Ein-Zustand bei $I_{10} = 110$ mA: | < 1 V |



Schaltbild des Wisch-Intervall-Schalters später zeigen wird – durch Einsetzen eines Potentiometers neben den Festwiderständen auch veränderbar gemacht werden kann. Der frequenzbestimmende Widerstand soll zwischen 1 und 120 kOhm liegen; der frequenzbestimmende Kondensator kann beliebig groß gewählt werden. Der Steuereingang ermöglicht durch Anlegen verschiedener Spannungen drei verschiedene Betriebsarten. Ist die Spannung U_7 am Steuereingang 0 ... 0,35 V, so arbeitet der Leistungsoszillator auf seiner Nennfrequenz f_0 . Liegt die Spannung an diesem Eingang jedoch zwischen 0,45 und 5 V, so arbeitet die TAA 775 G mit einer um den Faktor 2,2 erhöhten Frequenz. Diesen Effekt kann man bei der Richtungs- und

Warnblinkanlage zur Überwachung der Glühlampen ausnutzen. Die erhöhte Frequenz zeigt an, daß eine Glühlampe ausgefallen ist. Wird die Spannung am Anschluß 7 ≥ 8 V, so wird der Oszillator gesperrt. Für die Nennfrequenz bei $U_7 = 0,35$ V gilt die Formel

$$f_0 = \frac{800}{R \cdot C}$$

Um die Frequenz f_0 in Hertz zu erhalten, muß R in kOhm und C in μ F eingesetzt werden. Die Schwingung beginnt beim Anlegen einer Steuerspannung für die ersten beiden Betriebsfälle sofort mit dem Ein-Zustand.

2. Schaltung der Warnblinkanlage

Bild 2 zeigt die Schaltung einer kombinierten Richtungs- und Warnblinkan-

lage mit der integrierten Schaltung TAA 775 G. In Tab. II sind die Kennwerte der TAA 775 G in Blinkanlagen zusammengestellt. Mit dem RC-Glied $R 1$, $C 5$ und dem Relais F ersetzt dieser elektronische Taktgeber das in Kraftwagen bisher übliche Hitzdrahtrelais. Die Schaltung läßt sich darüber hinaus auch noch als Warnblinkanlage verwenden. Bei Betätigung des (Zug-)Schalters $S 2$ werden die vier Glühlampen gleichzeitig getastet und blinken. Ist eine der beiden Glühlampen defekt, dann erhöht sich die Spannung am Steuereingang 7. Die Blinkfrequenz erhöht sich dann ebenfalls merklich. Dadurch ist ohne zusätzlichen schaltungstechnischen Aufwand die so wichtige Überwachung

Tab. II. Kennwerte der integrierten Schaltung TAA 775 G in Blinkanlagen

| | |
|--|----------------------|
| Blinkbeginn mit Hellphase | |
| Nennfrequenz bei Richtungsblinken mit zwei 21-W-Blinklampen: | 85 min ⁻¹ |
| Nennfrequenz bei Warnblitzen mit vier 21-W-Blinklampen: | 85 min ⁻¹ |
| relative Einschaltzeit der Lampen bei Nennfrequenz: | 45 % |
| Änderung der Blinkfrequenz im Spannungsbereich 9 ... 15 V: | < 2 % |
| Faktor der Frequenz erhöhung bei Ausfall einer Blinklampe: | 2,2 |
| relative Einschaltzeit bei erhöhter Blinkfrequenz: | 52 % |

der Blinkanlage möglich. Der Kondensator $C 6$ mit einem Wert von 0,5 ... 1 μ F verhindert den Einfluß von kurzzeitigen Betriebsspannungseinbrüchen auf die Funktionsweise der IS 1. In der vorliegenden Dimensionierung beträgt die Nennfrequenz beim Richtungs- und Warnblitzen ungefähr 1,4 Hz, die

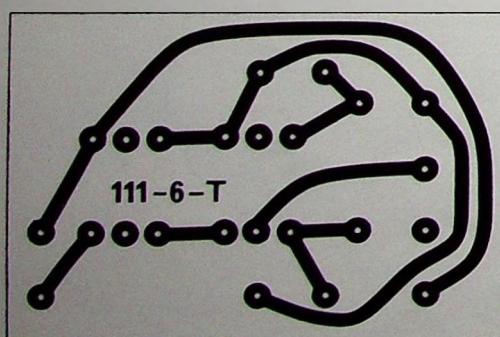
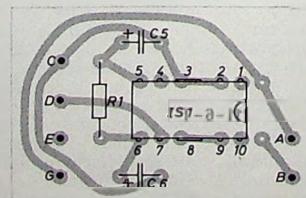


Bild 3. Printplatte für die Richtungs- und Warnblinkanlage (Maßstab 1:1)

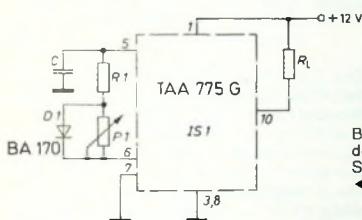
Bild 4. Bestückungsplan der Richtungs- und Warnblinkanlage



relative Einschaltzeit der Glühlampen 45 % und der Faktor der Frequenz erhöhung beim Defektwerden einer Blinklampe 2,2. Es werden hierbei die allgemein üblichen 21-W-Blinkglühlampen verwendet. Bei einer Betriebsspannungsänderung im Bereich von 9 bis 15 V liegt die Änderung der Nennfrequenz unter 2 %.

3. Aufbau der Warnblinkanlage

Bild 3 zeigt die Printplatte für die Richtungs- und Warnblinkanlage im Maßstab 1:1. Auf ihr können die integrierte Schaltung TAA 775 G sowie die drei externen Bauelemente untergebracht werden. Bild 4 stellt den Bestückungsplan dar. Das Relais F wurde nicht mit auf der Platine untergebracht, da es viele unterschiedliche Ausführungen gibt, die alle für diese Schaltung verwendet werden können. Ferner sind meistens Relais, die speziell für die Anwendung im Auto bestimmt sind, nicht mit Anschlußstiften für gedruckte Schaltungen versehen. Bei der Auswahl des Relais muß unbedingt auf eine ausreichende Belastbarkeit der Kontakte geachtet werden (bei Warn-



Tab. III. Technische Daten des Wisch-Intervall-Schalters nach Bild 5

| | |
|--|------------|
| Betriebsspannung: | 12 V |
| Einschaltzeit (konstant): | 0,2 s |
| Ausschaltzeit (einstellbar): | 4 ... 20 s |
| Es gilt: $t_{\text{ein}} = 0,7 \cdot C \cdot R_1$, | |
| $t_{\text{aus}} = 0,75 \cdot C \cdot (R_1 + R_2)$ | |
| $(t_{\text{ein}}, t_{\text{aus}} \text{ in ms}, R \text{ in k}\Omega, C \text{ in }\mu\text{F})$ | |

blenden 84 W, das heißt etwa 7 A). Die Platine kann zusammen mit dem Relais in einem Teko-Aluminiumgehäuse untergebracht werden.

4. Anschluß

Das Gehäuse mit der gedruckten Schaltung und dem Relais F wird am zweckmäßigsten an der Stelle im Kraftfahrzeug befestigt, an der bisher

das Hitzdraht-Blinkrelais seinen Platz hatte. Die bisherigen Anschlüsse am Blinkgeber – Plus- und Minuspol der Batterie, die Anschlüsse am Blinkschalter in der Lenksäule und die Verbindungen zu den Glühlampen – brauchen dann lediglich umgesteckt zu werden. Hinzu kommt jetzt der Schalter S 2 für das Warnblitzen. Zweckmäßigerverweise muß beim Warnblitzen die Betriebsspannung, die beim Richtungsblitzen üblicherweise hinter dem Zündschloß entnommen wird, vor dem Zündschloß entnommen werden, damit die Warnblinkanlage auch bei abgezogenem Zündschlüssel arbeitet. Für S 2 gibt es in den Autozubehör-Geschäften passende Zugschalter mit eingebauter roter Kontrolllampe. Bei den Anschlußkabeln ist allerdings auf ausreichenden Querschnitt zu achten.

5. Wisch-Intervall-Schalter

Wenn es nur wenig regnet und man stellt den Scheibenwischer eines Autos an, dann läuft dieser auf der Scheibe teilweise trocken. Das ergibt neben unangenehmen Schabegeräuschen auch

in bestimmten, einstellbaren Zeitintervallen für jeweils einen Wischvorgang einzuschalten. Diese Schaltung läßt sich ohne großen Aufwand in jedes Kraftfahrzeug einbauen, dessen Scheibenwischer nach dem Abschalten selbsttätig wieder in seine Ausgangsstellung zurückläuft.

6. Schaltung des Wisch-Intervall-Schalters

Bild 5 zeigt die Prinzipschaltung des Wisch-Intervall-Schalters mit dem integrierten Leistungsschaltkreis TAA 775 G. Die technischen Daten des Wisch-Intervall-Schalters nach Bild 5 sind in Tab. III zusammengestellt. Bei den frequenzbestimmenden RC-Gliedern wurde hierbei R in die Festwiderstände R 1 und R 2 und das Potentiometer P 1 aufgeteilt, um eine Regelung der Nennfrequenz zu erreichen. Die gesamte Schaltung zeigt Bild 6. Zur Regelung der Pausendauer zwischen zwei Wischphasen wurde ein Potentiometer P 1 mit 100 kΩ verwendet. Damit läßt sich die Ausschaltzeit der Schaltung im Bereich von 4 bis 20 s regeln. Mit dem Schalter S 1 wird der Wisch-

Bild 5. Prinzipschaltung des Wisch-Intervall-Schalters mit der TAA 775 G

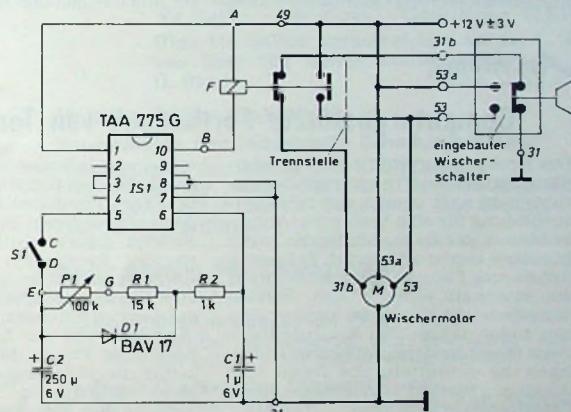


Bild 6. Gesamtschaltung des Wisch-Intervall-Schalters

eine übermäßig starke Abnutzung der Wischerblätter und unter Umständen ein Verkratzen der Windschutzscheibe. Die einzige Abhilfe besteht darin, den Scheibenwischer ständig ein- und auszuschalten. Diese Aufgabe kann ein Wisch-Intervall-Schalter übernehmen. Dieses Gerät besteht aus einem regelbaren Taktgeber, der die Aufgabe hat, den Scheibenwischermotor

Intervall-Schalter eingeschaltet. Die Wirkung des eingebauten Wischerschalters (1- oder 2-Stufen-Schalter) wird bei ausgeschalteter Wisch-Automatik nicht beeinträchtigt.

7. Aufbau des Wisch-Intervall-Schalters

Bild 7 zeigt die Printplatte für den Wisch-Intervall-Schalter, Bild 8 den Bestückungsplan. Auch hier wurde das Relais nicht mit auf der Platine untergebracht. Im Bild 9 ist ein Beispiel für den Aufbau des Wisch-Intervall-Schalters auf einer Lochrasterplatte dargestellt. Die Platine kann zusammen mit dem Relais F leicht in einem

Bild 7. Printplatte für den Wisch-Intervall-Schalter (Maßstab 1:1)

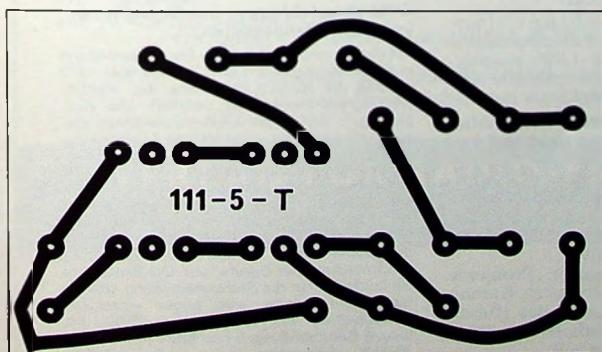
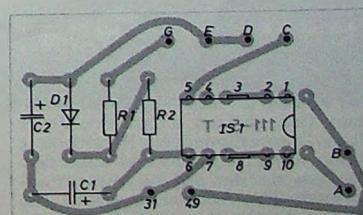


Bild 8. Bestückungsplan für den Wisch-Intervall-Schalter. Die Anschlüsse bedeuten: A: B Relaisspule; C, D Schalter S 1 (am Potentiometer P 1); E, G Potentiometer P 1, 49, 31; s. Bild 6



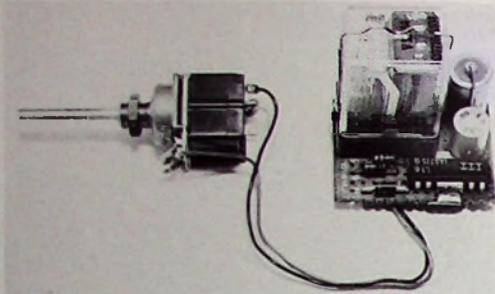
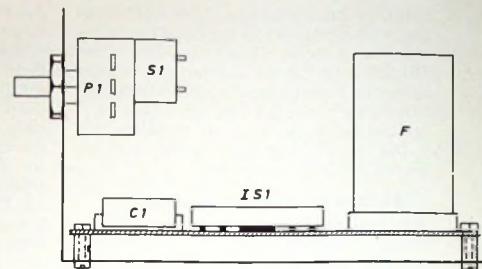


Bild 9 Versuchsaufbau des Wisch-Intervall-Schalters auf einer Lochrasterplatte

Bild 10. Einbau des Wisch-Intervall-Schalters in ein Teko-Gehäuse „1/B“



kleinen Aluminiumgehäuse untergebracht werden.

Bild 10 zeigt das Gerät mit dem Relais F und dem Potentiometer P 1 mit dem Schalter S 1 im Teko-Aluminiumgehäuse „1/B“ mit den Abmessungen 72 mm × 37 mm × 44 mm. Das Relais F („V 23154 C 0716-B 104“, 120 Ohm) befindet sich auf der Lochrasterplatte, die mit Abstandsbolzen an dem Aluminiumgehäuse befestigt ist. Das Potentiometer P 1 kann dann an der Schmalseite befestigt werden. Zur Bedienungserleichterung kombiniert man

zweckmäßigerweise S 1 mit dem Potentiometer P 1. Zu diesem Zweck verwendet man ein Potentiometer mit eingebautem Zug- oder Drehschalter.

8. Einbau und Anschluß im Kraftfahrzeug

Das Gehäuse des Wisch-Intervall-Schalters wird griffgünstig unter dem Armaturenbrett untergebracht, so daß der Drehknopf auch mit angelegtem Sicherheitsgurt noch bequem zu erreichen ist. Die dick gezeichneten Linien im Bild 6 zeigen den Anschluß im Wa-

gen. Die Verbindung zwischen dem eingebauten Wischerschalter und dem Wischermotor muß unterbrochen werden. Es werden nunmehr die Kontakte des Relais zwischengeschaltet. Bei Beachtung der numerierten Anschlüsse im Kraftfahrzeug ist der Einbau unkritisch.

Schrifttum

- Integrierte Schaltungen für die Konsumelektronik 72/73. Freiburg 1972. ITT Intermetal
- Hoffmann, C. D.: Drehzahlmesser mit Transistoren oder einer integrierten Schaltung. FUNK-TECHNIK Bd. 29 (1974) Nr. 5, S. 173-174

Ausbildung

Computergestützte Fortbildung von Technikern

Das Problem der Mitarbeiter-Fortbildung in einem Forschungslaboratorium geht weit über das der Spezialausbildung für eine bestimmte Aufgabe hinaus, wie sie am häufigsten in der Industrie angetroffen wird. Es handelt sich darum, Fähigkeiten zu entwickeln, die innerhalb eines großen Anwendungsbereichs eingesetzt werden können, sowie darum, den Kurssteilnehmern diejenigen theoretischen Grundlagen zu vermitteln, die ihnen eine ständige Weiterentwicklung dieser Fähigkeiten ermöglichen.

Die Möglichkeit, diese Ziele durch computergestützten Unterricht zu realisieren, wurde an Hand eines Versuchskurses über Vierpoltheorie demonstriert. Daran waren in enger Zusammenarbeit beteiligt das OPE-Laboratorium (ordinateur pour étudiants) der Universität Paris VII und die Laboratoires d'Électronique et de Physique appliquée, die der internationales Philips-Forschung angehören.

Das im OPE-Laboratorium entwickelte Informationssystem ermöglicht einen Unterricht, bei dem sich die Lernfähigkeit des Schülers vor allem auf die Aneignung von Fähigkeiten durch Lösen bestimmter Aufgaben konzentriert. Unterstützt wird das Verfahren durch einen auf der Analyse der vom Schüler ausgearbeiteten Antworten beruhenden Dialog sowie durch eine Registrierung der individuellen Leistungen.

Der Kursus ist nach folgenden einfachen Grundsätzen aufgebaut: Jeder Frage ist eine numerische Bezeichnung (Referenz) zugeordnet und außerdem ein Code, der den auf die Antwort anzuwendenden Analysetyp angibt. Ein solcher Abschnitt enthält die zu ver-

mittelnden Informationen sowie die eigentliche, dem Studenten vorzulegende Frage einschließlich eines Satzes der verschiedenen in Betracht kommenden Antworten. Für jeden Antworttyp werden ein entsprechender Kommentar und die Adresse der nächsten Frage angegeben. Die Verzweigungsentscheidungen, die in dieser Weise nur von der Antwort auf eine bestimmte Frage abhängen würden, lassen sich aber dank der Anwendung einer detaillierten ausgearbeiteten Sprache dem Entscheidungsverhalten jedes Studenten besser anpassen. Hierbei sind alle möglichen Entscheidungswege in einem Diagramm dargestellt. Dazu gehören auch die verschiedenen in Betracht kommenden pädagogischen Maßnahmen auf Grund der vom Schüler gegebenen Antworten nicht nur auf die letzte Frage, sondern auch auf eine gewisse Anzahl von Fragen, die nach Ansicht des pädagogischen Programmierers ein bestimmtes Verhalten oder einen bestimmten Wissensgrad erkennen lassen.

Der von Serge Leblanc, Ingenieur in Laboratoires d'Électronique et de Physique appliquée (LEP), ausgearbeitete Kursus umfaßt folgende drei pädagogischen Aspekte:

1. Sammeln theoretischer Informationen, wobei der Schwerpunkt auf dem Schaltungsentwurf liegt;
2. Vertiefung der erworbenen Kenntnisse durch Lösen von Aufgaben, wobei der Teilnehmer einen hohen Freiheitsgrad hinsichtlich der Wahl der Arbeitsmethode behält;
3. Analyse komplizierter Probleme, wobei der Teilnehmer durch Kombinieren der ihm während des Kursus vorgelegten Grundmodelle ein globales Modell ausarbeiten soll.

Das Unterrichtsexperiment wurde in den Räumen des OPE mit dem von diesem Laboratorium entwickelten Informationssystem durchgeführt. An dem Kursus nahmen zehn Techniker beziehungsweise Ingenieure des LEP teil, die hinsichtlich Lebensalters, Vorbildung und beruflichen Tätigkeitsbereichs eine ziemlich heterogene Gruppe bildeten. Jeder der Teilnehmer absolvierte den Kursus nach eigenem Erlassen und im eigenen Tempo. Die Zeiten des Computer-Dialogs, der das einzige Übertragungs- und Kontrolllement ist, staffelten sich von 23 bis 38 Stunden für ein Lehrprogramm, das bei herkömmlichem Unterricht 20 Unterrichtsstunden plus 20 bis 40 Stunden eigener Arbeit in Anspruch nehmen würde.

Die Beurteilung der erworbenen Fähigkeiten, die durch Analyse des Teilnehmerverhaltens während des gesamten Kursus – insbesondere aber während der Lösung von Problemen – erfolgt, deckt sich mit der günstigen Beurteilung seitens der Teilnehmer selbst. Das sollte die Anwendung des Verfahrens in Laboratorien der Industrie rechtfertigen.

ZVEI-„Empfehlungen zur Einrichtung von Ausbildungsstätten“

Mit der Verordnung über die Berufsausbildung in der Elektrotechnik vom 12. Dezember 1972 wurden die Ausbildungsinhalte der elektrotechnischen Berufe neu definiert. Die Ausbildung in den neuen elektrotechnischen Berufen erfordert gut eingerichtete Ausbildungsstätten. Der Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie hat sich deshalb mit der Einrichtung von Ausbildungsstätten befaßt und legte jetzt als Ergebnis dieser Arbeiten die „Empfehlungen zur Einrichtung von Ausbildungsstätten“ als Ergänzung des „Ausbildungshandbuches für die Stufenausbildung elektrotechnischer Berufe“ vor. Die Broschüre, ein Leitfaden für die Stufenausbildung elektrotechnischer Berufe, wird gegen einen Unkostenbeitrag von 10 DM vom ZVEI, Abteilung Berufsbildung, 6 Frankfurt 70, Postfach 70 09 69, abgegeben.

Lehrgänge

„Practronics“-Lehrgang

Philips offeriert den Elektronik-Lehrgang „Practronics“. Er setzt sich aus einer Kombination von Lehrbüchern, Arbeitsheften, Matrix, Meßgerät und Bauelementen zusammen, mit denen der Schüler die Grundlagen der Elektrizität und Elektronik erlernen kann. An Hand von Anweisungen auf den linken Seiten der Lehrbücher und von vorgegebenen Schaltungen, die auf den rechten Buchseiten dargestellt sind, können auf der überklappbaren Matrix mit Bauelementen Schaltungen zusammengestellt werden. In dem Arbeitsheft kann der durchgenommene Lehrstoff schriftlich niedergelegt werden. Die Meßeinrichtung (verschiedene Speisequellen, ein Signalgenerator, ein Vielfachinstrument) soll die praktische Arbeit in der Meßtechnik fördern.

EDV-Seminare der Technischen Akademie

Im September 1974 veranstaltet die Technische Akademie, Wuppertal, unter anderem folgende EDV-Seminare:

- 2. - 3. 9.: Grundlagen der Datenorganisation
 - 4. 9.: Datenbanksysteme
 - 5. - 6. 9.: Methoden der Datenerfassung
 - 9. - 10. 9.: Techniken der Systemanalyse
 - 12. - 13. 9.: Dateimatrizen als Instrument der Systemanalyse
 - 23. - 27. 9.: Grundlagen, Probleme und Möglichkeiten der Datenverarbeitung (Teleprocessing I)
 - 25. - 27. 9.: Einführung in die Netzplantechnik (Seminarreihe)
 - 25. 9.: Teil I: Zeitplanung mit Vorgangspfeilnetzen (CPM und verwandte Verfahren)
 - 26. 9.: Teil II: Zeitplanung mit Vorgangsknotennetzen (MPM und verwandte Verfahren)
 - 27. 9.: Teil III: Projektverfolgung mit PPS (Projekt-, Planungs- und Steuerungssystem)

Nähere Auskunft erteilt die Technische Akademie e.V.,
D-5600 Wuppertal 1, Hubertusallee 18; Telefon (0 21 21)
74 00 66; Telex 8 592 525 taw d.

Technische Schulung in Essen

Das Haus der Technik e. V., 43 Essen, Hollestraße 1, Telefon (02 01) 23 50 07, führt im letzten Tertiäl 1974 unter anderen die nachstehend genannten Berufs-Trainingskurse durch:

24. 9.: Elektronische Digitalsteuerungen, Teil I (S 614)
25. u. 26. 9.: Rationalisierung durch angewandte Kybernetik
(S 617) .
30. 9.: Netzplantechnik, Teil I (S 620)
1. 10.: Netzplantechnik, Teil II (S 622)
ab 7. 10.: Grundlagen der Elektronik, Teil I (L 637);
6 Nachmittage
14. 10.: Stecker- und Relaiskontakte in der Elektronik
(S 651)

Ich möchte Ihre überzähligsten
RÖHREN und
TRANSISTOREN
in großen
und kleinen Mengen kaufen
Bitte schreiben Sie an
Hans Karminzky
8 München-Solln - Spindlerstr. 17

● BLAUPUNKT
Auto- und Kofferradios

Neueste Modelle mit Garantie. Einbauzubehör für sämtliche Kfz-Typen vorrätig. Sonderpreis durch Nachnahmeverstand. Radiogroßhandlung

**W. Kroll, 51 Aachen, Postfach 865
Tel. 7 45 07 — Listen kostenlos**

- 16. 10.: Elektronische Digitalsteuerungen, Teil II (S 658)
 - 16. 10.: Die neuen gesetzlichen Einheiten in Naturwissenschaft und Technik (S 660)
 - 7. 11.: Elektronische Digitalsteuerungen, Teil III (S 688)
 - 12. 11.: Die neuen Einheiten im Meßwesen (S 693)
 - 18. 11.: Optimale Nachrichtenübertragung und Datensicherung (S 700)
 - 26. 11.: Project-Management (S 709)
 - 4. 12.: Flüssig-Kristalle (R 719)

S = Seminar, L = Lehrgang, R = Vortragsreihe. Nähere Auskünfte gibt das Haus der Technik.

Lehrgänge in Esslingen

Die Technische Akademie, 73 Esslingen, Rotenackerstraße 71,
Postfach 748, Telefon (07 11) 3 79 36, Telex 7 256 475akesd, plant
für September 1974 die folgenden Lehrveranstaltungen:
11. - 13. 9.: MOS-Technik,digitale Kundenschaltkreise,Teil I
(43.23)

11. – 13. 9.: Elektronische Stücklistenorganisation (50.04)
18. – 20. 9.: Technische Temperaturmessung (06.28)
25. – 27. 9.: Operationsverstärker, Teil I (44.17)
Nähere Auskünfte gibt die Akademie.

Taqiunqen

IKD 1974 in Berlin

Vom 4. bis 7. September 1974 ist in der Kongresshalle in Berlin der Internationale Kongress für Datenverarbeitung (IKD) geplant. Fachleute aus dem In- und Ausland sollen sich hier mit Problemen der automatisierten Datenverarbeitung beschäftigen. Parallel zum Kongress findet eine Fachausstellung der Informationstechnik statt.

„Meßtechnische Probleme in der Fertigung“

„Meßtechnische Probleme in der Fertigung“ sollen am 2. und 3. Oktober 1974 in Kassel auf einer Tagung der VDI/VDE-Gesellschaft Meß- und Regelungstechnik behandelt werden, die thematisch auf die am 1. und 2. Oktober am gleichen Ort vorausgehende Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Qualität abgestimmt ist.

Fernwirktagung 1974

Die von der Nachrichtentechnischen Gesellschaft im VDE für den 29. bis 31. Oktober 1974 in Düsseldorf vorbereitete Fernwirktagung 1974, die achte ihrer Art, soll den Sammel-titel „Stand und künftige Entwicklung der Fernwirktechnik“ haben. Die geplanten Übersichtsvorträge sind auf drei Schwerpunkte der heutigen Fernwirktechnik ausgerichtet: Rechner Einsatz und Automatisierung, Mensch-Maschine-Beziehungen, Verfügbarkeit und Sicherheit. Nähere Auskünfte erteilt die VDE-Zentralstelle Tagungen, 6 Frankfurt 70, Stresemannallee 21, Telefon (06 11) 63 08-202.



Infrarot-Nachtsicht-gerät Modell EH 60
Reichweite ca. 350 m
Zub.: Akku, Ladegerät
Pries DM 2497,50
Wir liefern: Minisender, Aufspürgeräte, Kugel-
schreibermarkoline, Kom-
porschalleinrichtungen.
Fordern Sie gegen
DM 3,- in Briefmarken
Katalog an.

○ Interessierte
Branchenkennner
lesen diese Fachzeitschrift
regelmäßig.
Bei den FUNK-TECHNIK-
Lesern kommt Ihre An-
zeige daher immer gut an!

wir sind ganz schön gewachsen

WIFONA

Ein Unternehmen mit gesundem Stamm und wachsendem Erfolg - das sind wir, WIFONA.

Wir bauen Phonogeräte. Mit marktgerechter Konzeption.

Unsere steigende Produktion spricht für uns und unser Programm. Ein Beweis für Preis und Qualität.

Von der Entwicklung bis zur Fertigung alles unter einem Dach.

Stetige Erweiterung der Fertigungsanlagen sichert die Bedarfdeckung und den termingetreuen Vertrieb unserer Produkte an den Fachhandel.

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

Dürfen wir Sie kennenlernen?

Ich wünsche ausführliche Information

Name:

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

WIFONA
8591 Wiesau/Opt.
Postfach 1214



WIFONA

98320

Alle Valvo Si-NF-Transistoren von 500 bis 1000 mW.

65 Gera
E.-Thür.

VALVO hat eine Standardisierung seines Programms an Silizium-NF-Transistoren im preisgünstigen SOT-54 Kunststoffgehäuse vorgenommen.

Zu den bekannten 625 mW- und 1000 mW-Typen wurden die 500 mW-Typen BC 546 bis BC 550 und BC 556 bis BC 560 neu in das Programm aufgenommen. Diese neuen 500 mW-Typen ersetzen alle Silizium-NF-Transistoren mit einer maximal zulässigen Verlustleistung kleiner als 500 mW.

*rauscharme Typen
**mit 1cm² Kupferfläche

| $P_{tot\ max}$ | NPN | PNP | $U_{CB\ 0}$ | $U_{CE\ 0}$ | $I_C\ AV$ |
|---------------------|---------|---------|-------------|-------------|-----------|
| 500 mW | BC 546 | BC 556 | 80 V | 65 V | 100 mA |
| | BC 547 | BC 557 | 50 V | 45 V | |
| | BC 548 | BC 558 | 30 V | 30 V | |
| | BC 549* | BC 559* | 30 V | 30 V | |
| | BC 550* | BC 560* | 50 V | 45 V | |
| 625 mW | BC 337 | BC 327 | 45 V | 500 mA | |
| | BC 338 | BC 328 | 25 V | | |
| 800... 1000** mW | BC 635 | BC 636 | 45 V | 45 V | 1000 mA |
| | BC 637 | BC 638 | 60 V | 60 V | |
| | BC 639 | BC 640 | 100 V | 80 V | |

Im SOT-54 Kunststoffgehäuse.

Weitere Informationen erhalten Sie unter Bezug auf Nr. 1189 von VALVO GmbH Artikelgruppe Halbleiter 2 Hamburg 1 Burchardstraße 19 Telefon (040) 32 96 - 468



VALVO

Bauelemente
für die gesamte
Elektronik

A 0374/1189

