

A 3109 D

BERLIN

FUNK- TECHNIK



13

1974

1. JULIHEFT



So gut können 2x40 Watt aussehen.

Auf den ersten Blick

Der RK 3300 vereint auf kleinstem Raum (45 x 36 cm) Empfänger, Verstärker und HiFi-Stereospieler. Damit ist das Problem vieler Leute gelöst, die zwar eine Stereoanlage der Spitzenklasse haben möchten, aber bisher nicht bereit waren, ganze Regale damit vollzustellen. Die Rauchglashaube arretiert in jeder Stellung und ragt nie über die Rückseite des Gerätes hinaus. Man kann den RK 3300 also direkt an die Wand stellen.

Receiver-Teil

2x 40 Watt (Musikausgangsleistung). Klirrfaktor $\leq 0,5\%$. Übertragungsbereich 20 ... 20 000 Hz. Volltransistorisiert, 6 integrierte Schaltkreise mit 238 Halbleiterfunktionen. 4 Lautsprecheranschlüsse für den Anschluß von je zwei Boxenpaaren, damit man auch im Raum nebenan in den Stereogenuss kommt. Rundfunkteil mit 4 Wellenbereichen und 5 UKW-Stationstasten. Abschaltbare UKW-Abstimmautomatik (AFC). Einstellbare Stillabstimmung. Kopfhörerbuchse nach DIN 45 327.

Phonoteil

Wahlweise als Automatik-, Einfachspieler oder Wechsler. Langspielplatten bei geschlossener Haube abspielbar. Federnde Chassis-Aufhängung. Drehzahlen: 33 $\frac{1}{3}$ und 45 U/min, einstellbar $\pm 3\%$. Schwerer ausgewichteter Zinkdruckguß-Plattenteller. Leichtmetall-Tonarm mit verstellbarem Gegengewicht. Auflagekraft von 0 bis 5 p stufenlos einstellbar. Tonarm-Handlift. Einstellbare Antiskating. Stereo-Magnetsystem Shure M 75 D. Übertragungsbereich 20 ... 20 000 Hz.

IMPERIAL
Design Aktuell
FERNSEHEN · RUNDFUNK

gelesen · gehört · gesehen	448
FT meldet	449
FT-Informationen	450
Nachrichtentechnik von morgen	451
Kabelfernsehen Berliner Seminar über Kabelfernsehen	452
Datenverarbeitung Holographische Massenspeicher	453
Farbfernsehen Filmabtastgerät „Spectra-Colorvision CCS“ für Super-8-Film	457
Verstärker Polyconductor-Widerstand als Überlastungsschutz für Transistor-NF-Leistungsverstärker	459
Neue Druckschriften	462
Fernmeldesatelliten Die Energieversorgung im Nachrichtensatelliten-Syphonie	463
Uner schöpfliche und umweltfreundliche Energiequellen	466
Personelles	466
Studio-Technik Neuartige Aussteuerungsanzeige für Vielkanal-Tonaufzeichnungen	467
Meßtechnik Halbleiter-Gasdetektor zur Raumluft-Überwachung	468
Rundfunk AM-Orts- und -Bezirksempfänger mit integrierten Schaltungen	471
Photoelektronischer Drehzahlmesser	475
Automatisierung des ARD-Leitungsnetzes mit Prozeß- rechner-Verbundsystem	478
Fußball-Weltmeisterschaft auch im Zeichen der Nachrichtentechnik	478

Unser Titelbild: Während der Fußball-Weltmeisterschaft vom 13. Juni bis 7. Juli 1974 ist die Erdefunkstelle Raisting die zentrale Relaisstelle, über die das sportliche Geschehen in den Fußballstadien via Hörfunk und Fernsehen in andere Kontinente übertragen wird. Unser Bild zeigt die Antenne II, die nach Erweiterung der Antenne III auf zwei Fernsehprogramme einschließlich Ton jetzt dem Telefon- und Fernschreibverkehr mit Amerika, Afrika und dem Vorderen Orient vorbehalten ist (s. a. S. 478). (Aufnahme: Siemens)

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

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

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.



Wissenschaftliche Sonderschau auf der 6. Interkama

In diesem Jahr haben unter anderem Hochschulinstitute aus Aachen, Bochum, Braunschweig, München und Stuttgart, die beiden deutschen Großforschungszentren Jülich und Karlsruhe, die Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), die Fraunhofer-Gesellschaft e.V. sowie das Battelle-Institut ihre Beteiligung an der Sonderschau auf der 6. Interkama in Düsseldorf (10. bis 16. Oktober 1974) zugesagt. Die ausstellenden Institute und Forschungszentren werden dort mit über 30 Exponaten vertreten sein, die einen Überblick über die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten moderner Verfahren der Meßtechnik und Automatik vermitteln. Dabei nimmt die Darstellung neu entwickelter Methoden und Geräte, unter anderem aus den relativ jungen Bereichen der Biomedizin, der Aerobiologie und der Optoelektronik, einen breiten Raum ein. Erstmalig werden die Besucher der Sonderschau auch mit einem von der Bundesregierung geförderten Projekt „Rechnergestütztes Entwickeln und Konstruieren“ bekanntgemacht, das Programme zur Bestimmung von Funktion und Arbeitsprinzip einer Werkzeugmaschinen-Konstruktion sowie zu ihrer Berechnung und Gestaltung und zur Erstellung von Arbeitsunterlagen umfaßt.

Piezoelektrisches Filter „SCF-100“ für den Filterteil in Fernseh-ZF-Verstärkern

Mit dem „SCF-100“ stellt GTE-Sylvania ein piezoelektrisches Filter vor, das auch die Tonfalle enthält und den gesamten Filterteil in ZF-Verstärkern von Fernsehgeräten ersetzt. Durch genau bestimmte Eingangs- und Ausgangsimpedanzen mit niedrigem kapazitiven Anteil wird eine besonders gute Impedanzanpassung erreicht. Das „SCF-100“ entspricht der CCIR-Norm und benötigt keinen Abgleich.

AM- und FM-ZF-Übertrager für die Unterhaltungselektronik

Neu im Sortiment der ITT Bauelemente Gruppe Europa sind – speziell für Anwender in der Unterhaltungselektronik bestimmt – AM- und FM-ZF-Übertrager, die als Übertrager, Filter und für Oszillatoren eingesetzt werden können. Der Innenaufbau (Windungszahl, Induktivität) wird nach Kundenspezifikation ausgeführt. In ihren Abmessungen (Baugröße I: 10 mm × 10 mm, Baugröße II: 7 mm × 7 mm) und der Anordnung der Anschlüsse entsprechen alle Typen den einschlägigen DIN-Vorschriften.

Leistungstransformator „IPL-1029-4“ für Leiterplattenmontage

Mit dem Typ „IPL-1029-4“ wurde von Dale Electronics ein für Leiterplattenmontage geeigneter lamellierter Leistungstransformator herausgebracht. Er entspricht den UL-Spezifikationen und kann zum Beispiel als Trenntransformator oder Netztransformator in allen Bereichen der Elektronik bei 115 oder 230 V Netzspannung eingesetzt werden. Der Transformator ist für eine Leistung von 1,5 W ausgelegt; auf Kundenwunsch sind Ausführungen bis zu 25 W erhältlich.

„Schnelle“ Gleichrichterdioden

Eine neue Typenreihe „schneller“ Gleichrichterdioden im DO-41-Gehäuse wurde in das Bauelementeprogramm von General Instrument Europe aufgenommen. Die mit R.P.I. bezeichnete Typenreihe ist durch einen Nennstrom von 1 A und Spannungen von 50 bis 1000 V gekennzeichnet. Die maximale Erholzeit beträgt 250 ns für Spannungen bis 600 V und 500 ns für 800- und 1000-V-Dioden.

Widerstandsnetzwerke in Dünn- und Dickfilmtechnik nach Kundenspezifikation

Komplexere Schaltungen und die Forderung nach größer werdenden Packungsdichten machen es notwendig, entsprechende Bauelemente zu entwickeln. ITT Bauelemente bietet deshalb jetzt Widerstandsnetzwerke in Dünn- und Dickfilmtechnik in Standardtypen nach Kundenspezifikation an. Die Anwendungsgebiete liegen in der Computer- und Fernsprechtechnik, in der Unterhaltungselektronik und im Bereich Nachrichtentechnik.

Neue Cermet-Widerstände

Neu bei der CRL Electronic Bauelemente GmbH ist ein Cermet-Trimmwiderstand, der in den Bauformen „72 CTP“ (für liegenden Einbau) und „72 CTS“ (für stehenden Einbau) in wasserdichter Ausführung angeboten wird. Die Typen ent-

halten keramische Schichtträger und sind für die Montage auf Leiterplatten im Rastermaß bestimmt. Der Einsatzbereich umfaßt die Nachrichtentechnik und die Industrie-Elektronik mit klimatischen Bedingungen der Feuchtekategorie.

Der neue Cermet-Drehwiderstand „61 CF“ entspricht ebenfalls den Bedingungen der Feuchtekategorie D. Ein Dichtungsring am wasserdichten Gehäuse verbindet Buchse und Chassis wasserdicht. Der „61 CF“ ist für eine konventionelle Verdrahtung bestimmt.

Neu ist auch der Cermet-Spindeltrimmwiderstand „73 CSP“ mit einer Gehäuselänge von 19,2 mm. Er wurde als Ergänzung zum Draht-Trimmopotentiometer „T 110/111“ mit einer Cermetbeschichtung auf einem Keramikträger entwickelt und ist mit Widerstandswerten bis 1 MΩ lieferbar. Gegenüber früheren Ausführungen ist hier das Drehrauschen wesentlich verringert.

Mini-Reedkontakt „H 15“

Mit einer Größe des Glasrohres von 2,4 mm Durchmesser und 16 mm Länge ist der Reedkontakt „H 15“ der kleinste Typ im einschlägigen Lieferprogramm von ITT Bauelemente. Mit ihm können Schaltleistungen von 12 VA beziehungsweise 12 W (maximal 220 V, maximal 0,6 A) erreicht werden. Die Betätigung kann mit einer Spule oder einem Dauermagneten erfolgen. Sein konstruktiver Aufbau ermöglicht es, den „H 15“ auch in Schaltungen einzusetzen, die im HF-Bereich arbeiten.

Leistungsgehäuse TO 3 mit 8 Anschläßen

Thomson-CSF bietet ein Leistungsgehäuse TO 3 mit 8 Anschläßen an. Der Sockel für dieses Gehäuse ist in Preßglastechnik ausgeführt und besteht aus einem Stahlboden mit Eisen-Nickel-Durchführungen. Die Oberfläche ist vergoldet. Auf Wunsch kann der Sockel auch mit 9 Anschläßen gefertigt werden; bei Bedarf dient ein Anschluß als Massestift. Je nach Anwendungsfall kann der Sockel mit einer Zwischenplatte aus Kupfer oder Molybdän geliefert werden. Das Gehäuse ist zum Einbau von monolithischen oder hybriden integrierten Leistungsschaltungen bestimmt.

„Auto-Gain“-Meßverstärker

Neu im Produktionsprogramm der amerikanischen Firma Ithaco Inc. (deutsche Vertretung: Techmation, Düsseldorf) sind „Auto-Gain“-Meßverstärker. Die Modellsreihen „440“ und „480“ repräsentieren eine Verstärkerkonzeption, die eine automatische Verstärkungsumschaltung je nach Amplitude des angebotenen Meßsignals oder durch externe Steuerimpulse gestattet. Damit können zum Beispiel Analog-Band aufzeichnungen mit 120 dB Dynamikumfang ohne Verlust an Signalinhalt gemacht werden. Die obere Grenzfrequenz liegt bei 100 kHz, die untere ist von 1 Hz bis 10 kHz schaltbar. Der Verstärkungsumfang reicht von -12 dB bis +90 dB bei 6,3 µV_{eff} Breitbandrauschen. Es sind bis zu 32kanalige Systeme, beispielsweise für den Einsatz in der Akustik, in der Seismik und in der Schwingungsmeßtechnik, lieferbar.

Drei Bosch-Farbstudios für das sowjetische Fernsehen

Die Bosch Fernsehanlagen GmbH erhielt einen Auftrag zur Lieferung von drei kompletten Farb-Nachrichtenstudios für das Fernsehen der Sowjetunion. Von den drei Studios werden zwei mit vier Farbkameras „KCU“ und ein Studio mit drei „KCU“-Kameras ausgerüstet. Der Studiokomplex erhält neben dem zugehörigen Delegationssystem und der Ton-Kommando-Einrichtung Filmabtaster- und Aufzeichnungsräume. Es wurden auch zwei Farbfernseh-Ü-Wagen in Auftrag gegeben. Da das sowjetische Fernsehen nach dem Secam-Verfahren arbeitet, wird die Verknüpfung sämtlicher Bildquellen über Secam-Mischer erfolgen.

Siemens-Verkehrsrechner in Norwegen

In Oslo wird das erste computergesteuerte Verkehrssignal-system Norwegens installiert. Bis 1976 sollen 80 Kreuzungen im Zentrum der norwegischen Hauptstadt an ein Zentralsteuersystem mit einem Siemens-Verkehrsrechner „16004“ angeschlossen werden. Die Steuerung arbeitet mit Detektoren, die in die Straßendecke eingelassen sind und den Verkehrsfluß messen. Entsprechend den Meßergebnissen, wählt der Rechner dann gespeicherte Signalpläne aus und paßt sie laufend der augenblicklichen Verkehrssituation an.



20 Jahre Eurovision

Die Eurovision, ein Zusammenschluß europäischer Rundfunkorganisationen zum Austausch von Fernsehprogrammen, besteht seit dem 6. Juni 1954. Dieses Datum war der Tag des sogenannten „Lille-Experiments“, das vom 6. Juni bis 14. Juli 1954 veranstaltet wurde und an dem sich acht Fernsehdienste aus Belgien, Dänemark, der Bundesrepublik Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien, den Niederlanden und der Schweiz beteiligten. In dieser Zeit wurden insgesamt 19 Programme übertragen, davon zehn von der Fußball-Weltmeisterschaft in Bern 1954. Die erste offizielle Eurovisionssendung war eine Übertragung vom „Narzissenfest“ in Montreux am 6. Juni 1954.

SEL 1973 erfolgreich

Die für das Geschäftsjahr 1973 gesetzten Ziele erreichte SEL sowohl beim Umsatz als auch in der Auftragslage und beim Ertrag. Die Gruppe hatte einen Umsatzanstieg von 10,1% auf 2,408 Mrd. DM. Der Exportanteil war 20,4%. Die Bestelleingänge erhöhten sich um 13,4% auf 2,537 Mrd. DM, der Auftragsbestand um 9,3% auf 1,509 Mrd. DM. Bei der AG liegen die Zahlenrelationen ähnlich wie in der Gruppe. Der Umsatz wuchs um 10,8% auf 2,105 Mrd. DM, der Auftragseingang um 15,4% auf 2,263 Mrd. DM und der Auftragsbestand um 11,5% auf 1,553 Mrd. DM. In dem nominal um 22,4% auf 135,7 Mill. DM gestiegenen Jahresüberschuß sind 10,3 Mill. DM aus einem zugunsten von SEL entschiedenen Steuerprozeß enthalten. Die Beschäftigtenzahl nahm im Jahresdurchschnitt um 3,8% auf 38636 zu.

Über das ganze Jahr 1974 gesehen, rechnet die SEL-Geschäftsleitung mit einem Umsatzwachstum wie im Vorjahr.

3M Deutschland GmbH: zufriedenstellendes Ergebnis 1972/73

Die 3M Deutschland GmbH, Neuss, erreichte im Geschäftsjahr 1972/1973 (31.10.) eine Umsatzsteigerung gegenüber dem Vorjahr von 10,2% auf 509 (462) Mill. DM. Die Zahl der Beschäftigten wuchs um 6% auf 3655 (3440). Für das laufende Geschäftsjahr sagt man eine positive Geschäftsentwicklung voraus. Im Gegensatz zum abgelaufenen Geschäftsjahr ist das Unternehmen 1974 zu Preissteigerungen gezwungen, die wegen der starken Verteuerung der Rohmaterialien, der Energiekosten und der Personalkosten unumgänglich wurden.

100 Jahre Carlswerk

Am 14. Juni 1874 wurde in Mülheim bei Köln eine kleine Fabrik in Betrieb genommen. Das war der Start des *Carlswerks*, so genannt nach dem Rufnamen des Mitbegründers Franz Carl Guilleaume. Drähte und Kabel wurden hier hergestellt. Seither ist das *Carlswerk* gewachsen, trotz Kriegswirren und wirtschaftlicher Krisenzeiten. Heute führt die *Felten & Guilleaume Carlswerk AG* als Mutter der F&G-Unternehmen eine Firmengruppe, die sowohl Elektrotechnik und Fördertechnik als auch Gummiverarbeitung und Papierherstellung in sich vereinigt. In einer Reihe von Werken im In- und Ausland beschäftigt die F&G-Gruppe mehr als 18000 Mitarbeiter und erreicht einen Jahresumsatz von über 1 Mrd. DM. Aus Anlaß des 100jährigen Bestehens erschien die 66-seitige illustrierte *Carlswerk-Jubiläumsbroschüre*. „Absender: Felten & Guilleaume“.

Matsushita kaufte Motorola-Fernsehen

Die Fernsehgeräteaktivitäten des amerikanischen Elektronik-Konzerns *Motorola Inc.* sind an die japanische Gruppe *Matsushita Electric Industrial Co. of Japan* verkauft worden. Die neue *Matsushita*-Tochtergesellschaft firmiert als *Quasar Electronics Corp.* Sie ist nach *Zenith* der zweitgrößte Schwarz-Weiß-Fernsehgeräteanbieter und nach *Zenith* und *RCA* der drittgrößte Farbfernsehgeräteanbieter in den USA.

Produktion keramischer Kleinkondensatoren

Die *CRL Electronic Bauelemente GmbH* schätzt die europäische Produktion keramischer Kleinkondensatoren im Jahre 1974 auf 2,8 Mrd. Stück. Trotz fortschreitender Integration ist mit einem Wachstum von 4 bis 5% je Jahr zu rechnen.

Blaupunkt vergibt Lizenz nach Brasilien

Einen Know-how- und Lizenzvertrag für Schwarz-Weiß- und Farbfernsehgeräte hat *Blaupunkt* mit der brasilianischen Firma *Colorado E Televisao S.A.*, São Paulo, abgeschlossen. *Colorado* ist mit 1700 Mitarbeitern der zweitgrößte Fernsehgerätehersteller Brasiliens.

Zentrum für Philips-Computer-Entwicklung im Bau

Auf dem Gelände der *Philips Electrotecica GmbH*, Eiserfeld, wurde der Grundstein für ein siebengeschossiges Zentrum für die Computer-Entwicklung gelegt. Ab Frühsommer 1975 sollen dort rund 450 Techniker und Wissenschaftler arbeiten, die heute noch in fünf verschiedenen Gebäuden tätig sind.

Braun-Hi-Fi-Seminare

78 *Braun*-Hi-Fi-Fachhändler und -Fachverkäufer nahmen an vier zweitägigen Seminaren teil, die *Braun* in Frankfurt zwecks Gedankenaustausches über die weitere Entwicklung der High Fidelity durchführte. *Braun* will die Fachhändlerseminare im Herbst fortsetzen.

Anliegen des DRFFV

Für 1973 (1972 zum Vergleich) ergab sich vorläufig eine durchschnittliche wertmäßige Zusammensetzung des Warensatzes im Facheinzelhandel wie folgt:

Farbfernsehgeräte	33 %	(32 %)
Schwarz-Weiß-Fernsehgeräte	12 %	(14 %)
Rundfunkgeräte	12 %	(15 %)
Bespielder Tonträger	10 %	(8 %)
Tonbandgeräte	8 %	(8 %)
Zubehör	8 %	(9 %)
Plattenabspielgeräte	5 %	(4 %)
Sonstiges	5 %	(4 %)
Haushaltsgroßgeräte	4 %	(4 %)
Elektrokleingeräte	3 %	(2 %)

Der 1973er Facheinzelhandels-Gesamtabsatz der Branche betrug rund 4,2 Mrd. DM. Die Umsatzsteigerung belief sich auf etwa 4 bis 5%.

Diese Zahlen entstammen dem Geschäftsbericht 1973 des Deutschen Radio- und Fernseh-Fachverbands e.V., Köln, der auf der Hauptversammlung in Niederlahnstein erstattet wurde.

Verbandsvorsitzender Günther Preuten ging dort nicht nur auf fachliche Dinge ein, sondern forderte die Verbandsmitglieder auch auf, im Interesse des mittelständischen Handels politisch aktiver zu werden.

In Niederlahnstein sprach man unter anderem auch über Wettbewerbsverhältnisse; der Preiswettbewerb hat nichts von der gewohnten Schärfe eingebüßt. Auch besprochen wurden die Allgemeinen Geschäftsbedingungen sowie Garantiefragen. Verbandsgeschäftsführer Hans- Klaus Oppel teilte mit, daß noch in dieser Bundestagslegislaturperiode ein Gesetz zur Regelung der Allgemeinen Geschäftsbedingungen zu erwarten sei. Zum Thema Garantie sagt eine verbandsoffizielle Verlautbarung unter anderem: „Bei über die 6monatige Gewährleistungspflicht des Handels hinausgehenden Herstellergarantiezusagen müsse immer berücksichtigt werden, daß durch die damit verbundenen unproduktiven Werkstattleistungen die Kosten unverhältnismäßig gesteigert werden. Übereinstimmung bestand hier darüber, daß herstellerseits längere Garantiezusagen als 6 Monate nur insoweit übernehmbar sind, als der Hersteller dann auch neben dem Materialersatz für Arbeits- und sonstige Nebenkosten einsteht. Dieses ist im übrigen um so mehr zu beachten, als ohnehin im Durchschnitt schon 25% der Werkstattleistungen aus Nachbesserung, Garantie und Kultanz unproduktiv sind. Dazu kommt, daß mit einer Änderung des BGB in der Richtung zu rechnen ist, daß bei der branchenüblichen Beschränkung der Gewährleistung primär auf Nachbesserung dem Käufer Arbeits- und sonstige Nebenkosten nicht mehr berechnet werden dürfen.“

Vorstandsmitglied Lorz referierte zum Thema Schallplatte und stellte fest, daß der Einzelhandelsanteil am Umsatz dieser Ware gehalten werden konnte. Auch über die Benefiz-Platten wurde gesprochen; sie erweisen sich allmählich als Absatz-Störfaktor.

Die Diskussion des Leasing-Verfahrens erbrachte – wie im Vorjahr – die Empfehlung, daß der Facheinzelhandel diese Marktchance nicht auslassen möge.

F-Informationen F-Informationen F-Informationen F-Informationen

AEG-Telefunken. Das 1974er Lieferprogramm von Aluminium-Elektrolyt-, Tantal-, Polystyrol(KS)- und Keramik-Kondensatoren ist in einem 280 Seiten umfassenden Datenbuch aufgeführt. Es kann beim Fachbereich Bauenteile NSF der Firma (85 Nürnberg 107, Postfach) angefordert werden.

AMF Deutschland. Die Firma liefert Zeitschaltuhren für Anwendungen in den Bereichen Lüftung, Heizung, Klima, Licht. Sie haben ein Kunststoffgehäuse 72 mm × 72 mm. Es gibt Versionen mit und ohne Gangreserve jeweils als Aufbaugeräte, als Einbaugeräte oder für Schienenmontage nach DIN 46277. Die Standardausführung ist für 220 V, 50 Hz; Schaltleistung: 10 A; Kontakte: 1 Schließer oder 1 Umschalter; Mindest-Schaltabstand: 1 Stunde; Antrieb durch selbstanlaufenden Synchronmotor; stufenlos einstellbare Schaltzeiten; Schaltzahl: Normalausführung für einmalige Ein/Aus-Schaltung innerhalb von 24 Stunden; durch Aufsetzen weiterer Reiter sind bis zu 12 Ein/Aus-Schaltungen möglich.

BASF. Das Unternehmen ist mit Unterhaltungselektronik-Produkten in 110 Ländern tätig. Die 1973er Ergebnisse auf diesem Markt werden wie folgt genannt (in Millionen DM; erstgenannte Summe europäischer Markt, Summe danach globaler Markt; Prozentwert = globales Wachstum gegenüber 1972):

Audio- und Video-Band	530	1430	15%	
Musik-Produkte		3500	7500	10%
Cassetten-Recorder		1000	2700	20%

Blaupunkt. Eine 24seitige Ausgabe der Hauszeitschrift „Der blaue Punkt“ erschien als Dokumentation über das „Autofahrer-Rundfunk-Informations-System“ mit vielen Einzeldarstellungen zum Thema.

Bosch Elektronik. Heft 274 der Kundenzeitschrift „antennen report“ erörtert

PRODUKTIONSAZAHLEN

Geräteart	Monat	Stück	Prod.-Wert 1000 DM
Farbgeräte			
	April 1973	167 994	230 561
	April 1974	213 443	294 447
Schwarz-Weiß-Geräte			
	April 1973	134 045	50 522
	April 1974	173 004	67 832
	April 1973	394 840	58 752
	April 1974	304 071	60 501
	April 1973	140 501	40 545
	April 1974	119 778	43 797
	April 1973	31 238	12 651
	April 1974	36 173	21 401
Amtliche Zahlen („Produktions-Eilbericht“ des Statistischen Bundesamtes) mit Zahlen vom Berichtsvorjahr zum Vergleich; frühere amtliche Angaben amtlich korrigiert			

tert vorwiegend Fragen der Zukunftsicherheit von Gemeinschafts-Antennenanlagen.

EMI Electrola. Zwei Schallplattenaufnahmen erhielten den „Preis der Wiener Flötenuhr 1974“: „Virtuose Arien von Mozart“, gesungen von Eddo Moser, und „Original oder Fälschung“, Dieter Klöckners Forschungen nach bisher unbekannten Bläser-Serenaden von Mozart (3-LP-Kassette).

Grundig. Heft 2/74 der Hauszeitschrift „Technische Informationen“ behandelt an leitender Stelle „Die neuen Radio-Recorder“.

Hennel + Co. Die Usinger Firma hat für ihre Lautsprechererzeugnisse der Marke „Summit“ eine neue Liste unverbindlicher Richtpreise herausgegeben (gültig seit 1. Mai 1974). Danach setzt sich das Sortiment aus folgenden Gruppen zusammen (Zahl in Klammern: Anzahl der Positionen): Hi-Fi-Regallautsprecher „Skyline“ (12) – Hi-Fi-Regallautsprecher „Softline“ (8) – Hi-Fi-Studio-Monitor „Super Softline“ (2) – Hi-Fi-Rundumstrahler „Omnium“ (2 nebst Zubehör) – Ela-Hi-Fi-Gruppenstrahler mit 100-V-Trafo (8 nebst Zubehör) – Auto-Stereo-Lautsprecher „Summita“ (2) – Hi-Fi-Bausätze „Hobbyline“ (3) – Hi-Fi-Kalottenlautsprecher (3) – Hi-Fi-Tiefentonlautsprecher (4) – Frequenzweichen (3).

Neumüller. Das Münchener Unternehmen, eine GmbH (Geschäftsführer: C. F. Baasel und O. Kufner), hat 1973 mit Bauteilen, Geräten und Systemen gegenüber 1972 eine Umsatzsteigerung von 30 % auf 25 Mill. DM erreicht. Zur Zeit werden 85 Mitarbeiter beschäftigt. Das Stammkapital wurde kürzlich von 500000 auf 800000 DM erhöht.

Neu im Sortiment ist der Trio-Oszillograf „CS-1351“. Der 75 mm große Bildschirm mit 8×10-Raster und die Bandbreite bis 10 MHz in Verbindung mit einer Eingangsempfindlichkeit von 10 mV machen das Gerät nach Mitteilung des Anbieters „flexibel genug, um fast allen Serviceaufgaben gerecht zu werden“. Bei einer Ablenkzeit von 0,5 µs und einer 5fach-Dehnung können auch Einzelheiten bei schnellen Vorgängen klar aufgelöst werden. Speziell für die Fehlersuche an Fernsehgeräten verfügt dieser Oszillograf über eine eingebaute Trennschaltung, so daß auf Bild- oder Zeilensignale getriggert werden kann.

Philips. Neu im Radio-Recorder-Sortiment sind „RR 200“ (UM, Cassetten teil, vom Hersteller als sein preisgünstigstes Gerät dieser Art bezeichnet) und „RR 527“ (U2KM, Cassetten teil, Spezialausführung des schon auf dem Markt befindlichen „RR 522“); beide Geräte sind für Netz- und Batteriebetrieb ausgelegt.

Neu bei den Cassetten-Recordern ist der Stereo-Cassetten-Wechsler „N2408“ (Cassetten-Wechselmagazin für 6 Compact-Cassetten, unbegrenzte

Spieldauer mit dem beigelegten Cas setten-Wender „N 6711“, eingebaute DNL-Schaltung, automatische Bandsortenum schaltung Fe₂O₃/CrO₂, Netzbetrieb, 2×15 W Musikleistung).

Saba. Neu im Schwarz-Weiß-Fernsehempfänger-Sortiment ist der Netz betrieb-Portable „Ultra PSL 200 telecomputer“ (51-cm-Bildröhre, 7 „telecomputer“-Berührungstasten, Ton sofort, in Nußbaum, naturhell mattiert, Matt weiß oder Metallic).

Telefunken. Neu im Farbfernsehempfänger-Sortiment ist „Palcolor super sonic“ (66-cm-Bildröhre, Ultraschall Fernbedienung, nach Netzlastendruck Bild und Ton sofort, Kompaktgerät, Gehäuse in Edelholz, hell matt, oder Perl weiß).

Neu bei den Cassetten-Recordern ist „starsound 201“ (3 W Ausgangsleistung bei Netzbetrieb, 2 W Ausgangsleistung bei Batteriebetrieb), das kleinste einschlägige Gerät des Fabrikats.

Tektronix. Das Oszillografen-Programm des amerikanischen Herstellers offeriert die Rohde & Schwarz Vertriebs-GmbH in einem Katalog mit 134 Textseiten; auch Zubehör usw. wurde aufgenommen. Das Typenverzeichnis umfaßt 303 Positionen.

Wandel u. Goltermann. Die Firma offeriert ihr Sortiment in der 16seitigen Broschüre „Lieferprogramm 1974 / Elektronische Präzisionsmeßgeräte“. Die Geräte sind in der Reihenfolge Pegelmeßtechnik, Verzerrungstechnik, Meßwerterfassung und -auswertung sowie allgemeine Meßtechnik aufgeführt. Ein jeweils typisches Gerät jeder Gruppe ist abgebildet und ausführlich beschrieben.

NEUE SERVICESCHRIFTEN

Blaupunkt

Schwarz-Weiß-Fernsehempfänger der „Scout“-Serie „7674“

Cassetten-Recorder „Twen NT 7614090000“

Cassetten-Recorder „Twen de Luxe 7614140/7614141“

Nordmende

Digitaltechnik / Ultraschall-Farbfernsehgeräte-Fernbedienung „telecontrol II“ (in Deutsch und Englisch, 28 S.)

TEILNEHMERZAHLEN

Gebührenpflichtige Hörfunk- und Fernsehteilnehmer; Stand per 1. Juni 1974 (in Klammern: Änderungen gegenüber Vormonat)

	19 354 661	(+ 9299)
	17 451 014	(+ 17 778)

Per 1. April waren 1 339 750 Hörfunk- und 1 195 376 Fernsehteilnehmer gebührenfrei

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

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

Nachrichtentechnik von morgen

Die Leistungen der Nachrichtentechnik, vor allem auf dem Sektor Fernseh- und Rundfunk, zwingen selbst Laien oft Bewunderung ab. Weltweite Übertragungen via Satellit sind zwar heute alltäglich, die Fernsehteilnehmer staunen aber oft über die hervorragende Bildqualität von Programmen aus anderen Kontinenten. Ein vor Jahren noch für unmöglich gehaltenes „Spectaculum“, die Direktsendungen der Raumfahrer vom Mond in Wort und Bild, läßt ahnen, welche unerwarteten Zukunftsentwicklungen der Nachrichtentechnik vielleicht noch auf uns zukommen.

Schon der heutige Entwicklungsstand der Fernsehtechnik zeigt hochinteressante Projekte. Die Gemeinschaftskonzeption für einen Fernseh- und Rundfunk-Satelliten gilt als nahezu abgeschlossen. Dieser Satellit soll von einer Bodenstation insgesamt vier verschiedene Programme im 14-GHz-Bereich empfangen und nach Umsetzung in das 1.2-GHz-Band verstärkt wieder zur Erde zurücksenden zum direkten Empfang mit Einzel-, Gemeinschafts- oder Groß-Gemeinschafts-Antennenanlagen. Ein vielleicht realisierbares Modell dieses Satelliten wurde kürzlich der Öffentlichkeit vorgestellt.

Es ist ein offenes Geheimnis, daß die Tonqualität bei Fernsehübertragungen oft noch zu wünschen übrig läßt. Bei den heute üblichen Systemen überträgt man das Bild und die zugehörigen Tonsignale getrennt. Die Tonübertragung benötigt aber bei Richtfunksystemen oder Kabelfernsehnetzen sowie beim Satellitenfunk zusätzliche Bandbreite und damit auch Sendeleistung. In Zukunft kommt es darauf an, nicht allein die Anzahl der Fernsehprogramme zu vergrößern, sondern auch die Anzahl der Tonkanäle und dabei die Tonqualität zu verbessern. Die gegenwärtig verfügbaren Frequenzbänder sind jedoch dicht belegt und bieten keine Erweiterungsmöglichkeiten. Interessant sind in diesem Zusammenhang Versuche, zwei Tonkanäle in das Bildsignal zu integrieren. Damit könnte man Bandbreite und Sendeleistung einsparen. Ein kürzlich vorgeführtes Labormodell zur Integration von zwei Tonkanälen in das Fernsehbildsignal könnte eine Lösung dieses Problems sein. Bei dieser für das PAL-Fernsehsystem entworfenen Technik wird das Tonsignal in den Zeilenrücklauf des Bildsignals integriert. Auf diese Weise ist eine kurze Speicherzeit für die Toninformation möglich. Die zwei Tonkanäle haben eine Bandbreite von jeweils 15 kHz und optimalen Störabstand. Da auch der Klirrfaktor sehr niedrig ist, erreicht man sogar gute Hi-Fi-Qualität. Dieses von der Gesellschaft für Weltraumforschung geförderte Verfahren bedeutet auch einen bemerkenswerten Beitrag zur Entwicklung des Fernseh- und Rundfunk-Satelliten, denn bei diesem Projekt ist die Einsparung von Sendeleistung und Bandbreite besonders wichtig.

Ohne Telefon wären unsere Gesellschaft und vor allem die Wirtschaft kaum funktionsfähig. Trotz eines Rückgangs in der Zuwachsrate seit 1970 wird sich die Nachfrage nach Fernsprechanschlüssen aber längerfristig weiterentwickeln, und zwar, wie man schätzt, von gegenwärtig 18 Hauptanschlüssen je 100 Einwohner auf 62 im Jahre 2000. Noch stärker dürfte die Zahl der Fernsprechstellen zunehmen. Es ist daher eine Aufgabe der nahen Zukunft, die Kapazität des Fernsprechnetzes erheblich zu erhöhen. Hier bietet sich neben der Weiterentwicklung der traditionellen Trägerfrequenztechnik in den nächsten Jahren die Puls-Code-Modulations-Übertragungstechnik (PCM) an. Mit den heute üblichen Trägerfrequenzsystemen kann man gleichzeitig 2700 Telefongespräche übermitteln. Entwickelt wird bereits ein System für 10 000 Gespräche. Die PCM-Technik macht aber die Mehrfachausnutzung von Leitungen geringerer Übertragungsqualität möglich. Die Post erprobt bereits Verfahren zur gleichzeitigen

Übermittlung von 30 Gesprächen, und Systeme für 120 beziehungsweise 480 Sprechkanäle dürften bald verfügbar sein. Im Bereich der technischen Möglichkeiten liegen PCM-Systeme mit bis zu 12 000 Kanälen.

Ferner dürfte die Post ab 1977 schrittweise die neue Generation der Fernsprechvermittlung, das elektronische Wählsystem EWS, einführen. Es bietet allen Beteiligten bis zum einzelnen Fernsprechteilnehmer erhebliche Vorteile durch den Einsatz moderner Technologien, miniaturisierte und integrierte Bauelemente sowie durch eine neuartige Systemstruktur. Damit sind Tastwahl und Kurzwahl möglich. Hierbei genügt eine zweistellige Nummer für häufig gewünschte Gesprächspartner. Weitere Leistungsmerkmale sind unter anderem Selbstumschaltung auf den Fernsprech-Auftragsdienst, automatischer Weckdienst und zeitweilige Sperrmöglichkeit für ankommende Gespräche. Im Gegensatz zu herkömmlichen Systemen eignet sich die rechnergesteuerte Fernsprech-Wähltechnik auch für die Zusammenarbeit mit elektronischen Datenverarbeitungsanlagen. Damit könnte ein Großteil der personalintensiven Betriebsaufgaben vereinfacht, beschleunigt und rationalisiert werden.

Interessante Perspektiven eröffnen sich auch auf dem Sektor Nebenstellenanlagen. Moderne Systeme werden heute schon so konzipiert, daß sie sich im Verbund mit Computern zu teilintegrierten Kommunikationsanlagen erweitern lassen. Der Telefonapparat kann dabei zusätzlich zum Ein- und Ausgabegerät für Daten ausgebaut werden.

Das oft diskutierte Fernsehtelefon — es werden immer wieder neue Konstruktionen vorgestellt — scheint nach neuesten Erkenntnissen mittelfristig kaum für eine große Verbreitung geeignet zu sein. Der kleine Bildschirm läßt mehrere Personen gleichzeitig nicht erkennen. Eine Konferenzschaltung ist demnach wenig sinnvoll. Außerdem gelingt es nicht, Dokumente mit größerem Format (zum Beispiel A 4) in brauchbarer Qualität wiederzugeben. In den heute möglichen Ausführungen kommt das Fernsehtelefon daher als Ersatz für persönliche Zusammenkünfte oder zur vollwertigen Dokumentenübertragung kaum in Frage. Versuchsinstitutionen in den USA kamen über wenige Anschlüsse nicht hinaus. Selbst durch eine Gebührensenkung um 50 % konnten keine weiteren Teilnehmer gewonnen werden. Man kann also zu der Auffassung kommen, daß es gegenwärtig kaum einen Bedarf für das Bildtelefon gibt.

Eine echte und auch kostengünstigere Alternative zum Fernsehtelefon bietet jedoch die Festbildübertragung. Die heute angebotenen Geräte eignen sich für die Dokumentenübertragung über das bestehende Telefonnetz. Typische Beispiele sind die Übertragung von Fotos für die Presse, von Fahndungsbildern oder von Wetterkarten. Der oft diskutierte Einsatz der Faksimile-Technik für die elektronisch ins Haus übermittelte Zeitung ist inzwischen aber wieder unwahrscheinlich geworden. Die elektronische Verteilung von Zeitungen ist nämlich wesentlich teurer als das personalintensive Austrägersystem. Faksimile scheint aber nicht mehr so utopisch zu sein im Einsatz für die elektronische Postübertragung in großen Betrieben. Allerdings sind hierzu Geräte mit hoher Übertragungsgeschwindigkeit notwendig.

Überall in der Welt nimmt das Informationsangebot immer größere Ausmaße an. Heute ist das Hauptproblem, an wichtige und für Entscheidungen unentbehrliche Informationen schnell heranzukommen. Diese Aufgaben meistern neue Video-Kommunikationssysteme. Aus unbewältigten Daten wird so anwendbares Wissen.

Werner W. Diefenbach

Kabelfernsehen

Berliner Seminar über Kabelfernsehen

Das Kabelfernsehen zieht in zunehmendem Maße das öffentliche Interesse auf sich. Auf Anregung des Bundesministers für Forschung und Technologie und für Post- und Fernmeldewesen fand daher am 29. und 30. Mai 1974 im Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung in Berlin ein Seminar über Kabelfernsehen statt, an dem mehr als hundert Experten aus dem In- und Ausland teilnahmen.

Die vielschichtigen Probleme des Kabelfernsehens – beispielsweise in politischer, soziologischer, wirtschaftlicher, finanzieller, juristischer und technischer Hinsicht – wurden dabei vor dem sehr heterogen zusammengesetzten Auditorium von den Vortragenden nach diesen Gesichtspunkten beleuchtet. Zweck des Seminars war, einen gezielten Beitrag zur Information über Möglichkeiten, Grenzen und Probleme des Kabelfernsehens im Lichte der Erfahrungen in den USA, Kanada und Japan sowie in Europa und in der Bundesrepublik Deutschland zu geben.

Dementsprechend galten die Vorträge zunächst dem Stand der Entwicklung und den praktischen Erfahrungen in den genannten Gebieten, sodann der Erörterung von technischen, organisatorischen und ökonomischen Einzelfragen an Hand von Beispielen ausgeführter Kabelfernsehanlagen in den USA und Kanada und schließlich dem Ausbau dieser Verteilanlagen für Ton- und Fernsehgrundfunk durch einen Rückweg zu Breitbandkommunikationsnetzen und den damit verbundenen Problemen aller Art. Nach den umfangreichen und sehr detaillierten (nicht immer neuen) Informationen sollte eine eingehende kritische Beschreibung der mit diesen Systemen durchführbaren interaktiven Dienste Hinweise auf Möglichkeiten, Grenzen und den sinnvollen Einsatz dieser Dienste im Rahmen der Kommunikationspolitik der Bundesregierung geben.

Für das Vortragsprogramm hatte man Mitarbeiter der Mitre Corporation McLean, einer US-Beratungsfirma mit gemeinnützigem Status, gewonnen, deren Berichte über bereits betriebene und gebaute Versuchsanlagen von einigen Filmmvorführungen unterstützt wurden. Über den Stand der Empfangsantennen- und Fernsehverteil-anlagen in Europa und besonders in der Bundesrepublik Deutschland berichtete der Vorsitzende des Fachverbandes Empfangsantennen im ZVEI, Herr Licht.

Eine sehr bemerkenswerte program-matische Einführung zu dem Thema des Seminars gab der Parlamentarische Staatsekretär Dr. Walter Hauff. Er drückte sein Bedauern darüber aus, „daß die öffentliche Dis-kussion über die Möglichkeiten der Nachrichten-Technologie in der Bun-desrepublik Deutschland immer noch einen stiefmütterlichen Platz ein-nimmt“. Die Gemeinschafts- und Groß-Gemeinschafts-Antennenanlagen ha-

ben hier nicht nur einen hohen techni-schen Standard, sondern sie sind als wirtschaftliche Grundlage des Kabelfernsehens auch prozentual fast ebenso stark verbreitet wie in den USA.

Was den Ausbau dieser Anlagen zu Kabelfernsehanlagen und weiterhin zu Breitbandkommunikationsnetzen anbetrifft, so sollten bei aller techni-scher Phantasie jedoch die ökonomi-schen Realitäten und die gesellschaftlichen Konsequenzen nicht übersehen werden. Trotzdem hält Hauff es für möglich, daß die Entwicklung schnel-ler fortschreitet als bisher angenom-men. Er belegte das miteklatanten Bei-spielen des Fortschritts der Nachrichten-Technologie in den vergangenen Jahren. In diesem Zusammenhang erläuterte er auch die Aufgaben und Ziele der von der Bundesregierung be-rufenen Kommission für den Ausbau der technischen Kommunikationssysteme.

Herr Licht gab in seinem Referat zunächst einen Überblick über die Be-griiffsgrenzen, die Zweckbestim-mung und die anfallenden Kosten für Teilnehmer an Einzel-, Gemein-schafts-, Groß-Gemeinschafts- und Kabelfernsehanlagen sowie ihre Ver-breitung in Westeuropa und in der Bundesrepublik Deutschland. Ein Ver-gleich der Rundfunk- und Fernmelde-politik und ihrer Struktur in den USA und den europäischen Ländern zeigte sehr deutlich, daß sich das Kabelfernsehen in den USA aus eben diesen Gründen für Europa nicht einfach kopieren läßt. Weil in den USA – im Ge-gensatz zu den europäischen Ländern – kein Rundfunkmonopol besteht, ist Kabelfernsehen dort allgemein er-laubt, in Europa jedoch untersagt und nur in einigen Versuchsanlagen zeitlich begrenzt gestattet. CATV-Anlagen dürfen zusätzliche nachrichtentechni-sche Informationen zu den Ton- und Fernsehprogrammen liefern, die Groß-Gemeinschafts-Antennenan-lagen (GGA) dagegen nicht.

Wesentliche Gründe für GGA in den europäischen Ländern sind, außer der Sicherstellung einwandfreier Signal-qualität, das Importieren ausländi-scher Programme, die Schließung von Versorgungslücken für nationale Pro-gramme (Gebirge, Hochhausabschatten), die Beseitigung von Antennewäl dern, ferner die Erweiterungs-möglichkeit hinsichtlich der Kanalkapazität sowie für Satellitenfernsehen und für andere über Kabel oder Mikro-wellenrichtfunkstrecken herange-führte Programme.

Nach einer kurzen Beschreibung der Technik der GGA wies Licht auf die Versuchsanlagen für künftige Kom-munikationsnetze in den USA hin und auf die europäische Verhältnisse wesentliche Tatsache, daß eine Reihe der in diesen Anlagen abgewickelten Dienste bis zu einer gewissen Band-breite auch über das Telefonnetz abge-wickelt werden kann, und gab einen Ausblick auf eine denkbare totale Integration in Fernsehverteilanlagen

und dem Fernsprechnetz, die aber erst in etwa 20 bis 30 Jahren (nach Einfüh- rung der Glasfasertechnik) der Reali-sierung näher rücken dürfte.

Der Bericht von Mr. Newirth von Mitre über den gegenwärtigen Stand des Kabelfernsehens in den USA ergab vor allem in technischer Hinsicht keine grundsätzlich neuen Erkenntnisse, die nicht schon aus der Literatur¹⁾ bekannt sind. Das betrifft sowohl die Verteilung von Ton- und Fernsehpro-grammen in CATV-Anlagen als auch darüber hinausgehende einseitige und beidseitige Dienste.

Mr. Mason beschrieb ausführlich das Experimentalsystem TICCAT (Time shared Interactive Computer Controlled Information Television) in Reston, einer neuen völlig verkabelten Stadt in der Nähe von Washington mit derzeit etwa 3600 Teilnehmern. Das Sy-tem benutzt als Übertragungsweg von der mit einem Computer ausgerüsteten Zentrale zum Teilnehmer eine CATV-Anlage, als Rückweg vom Anschlußge-rät (Terminal) des Teilnehmers zur Zentrale aber eine Telefonleitung. Die Vielfalt der mit diesem System abwickelbaren Dienste ist trotz des schmal-bandigen Rückwegs außerordentlich groß und betrifft alle Bereiche der ge-schäftlichen und privaten Kommuni-kation. Grenzen werden allenfalls durch die Phantasie gesetzt.

Interessant ist in betrieblicher Hin-sicht, daß die Entwicklung des Kabelfernsehens in den USA laut Bericht von Mr. Eller in letzter Zeit offen-bar nicht so optimal verlaufen ist, wie man nach den stürmischen vergange-nen Jahren allgemein erwartet hatte. Die meisten Zwei-Wege-Versuche mit Datenübertragungs-Fernmeldedien-sten und Nachrichtenverteilung – die weniger der Erprobung der Technik als vielmehr der Erforschung der Re-aktion der Teilnehmer, wie beispiels-weise der Feststellung des Bedarfs für derartige Anlagen, dienen sollten – sind an den Investitionskosten für die Anlagen und besonders an den Kosten für die örtlich selbst produzierten Pro-gramme gescheitert. Von 600 Kabelfernsehsystemen konnten nur sechs einen wirklichen finanziellen Erfolg verzeichnen.

Mr. Liddell berichtete über die an-scheinend wesentlich günstigere Si-tuation in Kanada. Dort hat man in Vancouver ein sehr erfolgreiches gro-ßes System installiert, das vorwiegend lokalen Informationen dient und allen soziologischen Gruppen offensteht und auch von diesen ausgiebig benutzt wird. Die Technik der Übertragungssysteme selbst, insbesondere der Zwei-Wege-Systeme, wurde nur am Rande be-rührt. Aus dem Vortrag von Mr. Eller war interessant zu erfahren, daß es doch noch beachtliche technische Pro-bleme gibt wie beispielsweise die Akkumulation des Rauschens bei einer großen Anzahl von Empfängern, die vom Computer auf ihren Einschaltzu-stand (Kanal) kontrolliert werden, die Filtertechnik sowie Probleme der Be-einflussung durch den im Kurzwellen-bereich arbeitenden Rückweg von Ein-

(Schluß auf S. 477)

¹⁾Köhler, A.: Entwicklungstendenzen des Kabelfernsehens in den USA und in Europa. FUNK-TECHNIK Bd. 29 (1974) Nr. 1, S. 17-20

Holographische Massenspeicher

1. Einleitung

Das Prinzip der magnetischen Speicherung von Informationen wird in der Datenverarbeitung seit vielen Jahren angewandt. In Form von Platten-, Band-, Trommel-, Kern- und Karten speichern haben magnetische Speichermethoden inzwischen einen hohen Grad an Perfektion erreicht. Die Entwicklung der Halbleiterspeicher schreitet stürmisch voran und ist inzwischen so weit gediehen, daß der bisher den magnetischen Speichern vor behaltene Kapazitätsbereich mit einem konkurrenzfähigen Preis-Leistungs-Verhältnis erreichbar scheint. Vor diesem Hintergrund ist die Frage angebracht, ob die Erforschung neuer Speichertechniken auf lange Sicht überhaupt noch sinnvoll ist. Zur Beantwortung dieser Frage muß man zunächst wissen, welche Anforderungen an einen zukünftigen Massenspeicher zu stellen sind [1, 2].

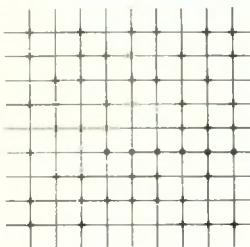


Bild 2 Prinzip der photographischen Speicherung ▶

Von einem zukünftigen Massenspeicher, wie er bei universellen Informationssystemen oder in großen Datenbanken eingesetzt wird, erwartet man vor allem hohe Speicherkapazität (typisch 1 ... 10 GByte¹) und mehr) auf kleinstmöglichem Raum, kurze wahlfreie Zugriffszeit (typisch Mikrosekunden bis Millisekunden) und geringen Preis je Bit. Daneben sind schnelles Schreiben und Löschen mit vielen Schreib-Lese-Löschen-Zyklen und Beständigkeit der gespeicherten Informationen bei Stromabschaltung wichtige Voraussetzungen.

Die angegebenen Speicherkapazitäten lassen sich zwar mit magnetischen Aufzeichnungsträgern erreichen, nicht aber die geforderten kurzen Zugriffszeiten. Andererseits sind Halbleiterspeicher, beispielsweise CCD-Syste me²), zwar ausreichend schnell, jedoch

ist die in ihnen gespeicherte Information normalerweise „flüchtig“, und die genannten Kapazitäts- sowie Preisforderungen sind aus heutiger Sicht kaum zu erfüllen.

Einen Ausweg, der das Erreichen der oben genannten Ziele ermöglicht, könnte die Speicherung mit optischen Mitteln anbieten. Um einzusehen, warum die optische beziehungsweise holographisch-optische Datenspeicherung Vorteile bringt, muß man sich einige spezifische Eigenschaften dieses Speicherverfahrens vergegenwärtigen.

2. Optische Datenspeicherung

2.1. Spezifische Eigenschaften und Vorteile

Seit langem ist bekannt, daß man Informationen in lichtempfindlichen Schichten mit außerordentlich hoher Dichte speichern und die Datenträger mit billigen und einfachen Verfahren vervielfältigen kann. Ebenso sind Photomaterialien allgemein gebräuchlich, deren Auflösungsvermögen unterhalb der Lichtwellenlänge liegt. Ne-

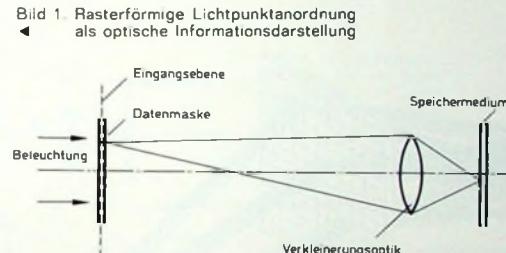
strahlen (insbesondere Laserstrahlen) scharf zu bündeln und zu fokussieren. Wie noch zu zeigen sein wird, ermöglichen holographische Mittel darüber hinaus redundante Aufzeichnung der Information und damit weitgehende Unempfindlichkeit gegenüber Störungen durch Staubkörner und Kratzer auf dem Datenträger.

2.2. Optische Darstellung der Information

Grundsätzlich kann man sowohl analoge als auch digitalisierte Information optisch speichern. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf die holographischen Digitalspeicher. Die Informationseinheit 1 bit wird optisch als Lichtpunkt beziehungsweise als Lichtquelle dargestellt. Digitalisierte Information besteht dann entweder aus einer Lichtpunktfolge oder aus einer rasterförmigen Anordnung von Lichtpunkten (Bild 1). Definitionsgemäß ist ein vorhandener Lichtpunkt eine binäre Eins, ein nichtvorhandener eine binäre Null. Man unterscheidet bit-, wort- und blockorganisierte Speicher. Im bitorganisierten Speicher werden die Daten wie beim magnetischen Speicherband Bit für Bit in zeitlicher Folge aufgezeichnet und ausgelesen. Von wortorganisierten Speichern werden Bytes (9 bit) und von blockorganisierten Speichern Informationsmengen von 10^3 bit bis 10^5 bit gleichzeitig verarbeitet. Vor allem für die parallele Verarbeitung von Informationsblöcken sind holographische Techniken besonders geeignet.

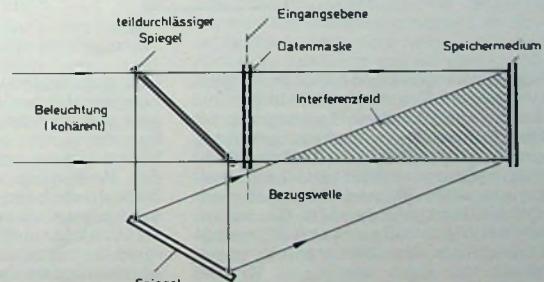
2.3. Lokalisierte und holographische Speicherung

Zur Aufnahme der optischen Information auf dem Speichermedium gibt es zwei verschiedene Prinzipien. Beim photographischen Aufzeichnungsverfahren wird die zu speichernde Datenmaske im allgemeinen durch eine



ben diesen Gegebenheiten ist zu berücksichtigen, daß man prinzipiell in einem Würfel, bei dem die Kantenlänge einer Lichtwellenlänge entspricht, ein Bit digitale Information speichern kann, woraus sich theoretische Speicherdichten über 10^9 bit/mm³

Bild 3. Prinzip der holographischen Speicherung (Wellenfelder)



berechnen lassen – Werte, die selbst die Speicherdichte des Gehirns weit übertreffen. Heute liegen praktisch erreichbare Speicherdichten immerhin schon bei 10^5 bit/mm² für flächenhafte Datenträger und bei 10^7 bit/mm³ für Volumenspeicher. Weiterhin bietet die Optik die Möglichkeit, große Datensummen mit hoher Geschwindigkeit parallel zu verarbeiten sowie Licht-

Verkleinerungsoptik, die im einfachsten Fall aus einer kurzbrennweiten Linsen besteht, auf das Speichermedium abgebildet (Bild 2)³). Im Gegensatz dazu speichert man nach dem Verfahren der Holographie nicht Bilder des Objekts, sondern Wellenfelder (Bild 3).

³ Nach diesem Prinzip arbeiten alle Mikrofilm- und klassisch-optischen Bandspeicher.

Das Objektwellenfeld bildet mit einer Bezugswelle (Referenzwelle) ein Interferenzfeld, das auf dem Speichermedium aufgezeichnet wird. Hierzu ist kohärentes Licht, das heißt Licht mit exakt konstanter Wellenlänge und gleicher Ausbreitungsrichtung, erforderlich, wie es nur ein Laser als

entsteht in der Eingangsebene ein getreues räumliches Abbild der Datenmaske, ohne daß Abbildungslinsen erforderlich sind. Wegen dieser Eigenschaft wird die Holographie auch manchmal als „linsenlose Photographie“ bezeichnet, ein Ausdruck, der jedoch die fundamentale Verschieden-

tenträgers, worauf später noch eingegangen sei. In allen holographischen Speichern werden zudem die abbilden den Eigenschaften von Hologrammen ausgenützt, das heißt ihre Fähigkeit, Linsen zu ersetzen. Technisch besonders interessante Speichertypen sind die nichtmechanischen blockorganisierten Hologrammspeicher und die holographischen Speicher mit bewegtem Datenträger, auf die sich die weiteren Ausführungen konzentrieren.

3. Optisch-holographischer Blockspeicher

3.1. Festwertspeicher

Das Prinzip des Einschreib- und Auslesevorgangs in einem blockorganisierten holographischen Festwertspeicher ist in den Bildern 4 und 5 skizziert [3, 4]. Von jedem Informationsblock, der in der Datenmaske als flächenhafte Verteilung von lichtdurchlässigen und lichtundurchlässigen Rasterplätzen erscheint, stellt man auf der Speicherplatte ein kleines Hologramm her, das auch als Unterhologramm bezeichnet wird. In gleicher Weise wie bei der Hologrammaufnahme nach Bild 3 benötigt man zur Erzeugung des Interferenzstreifenmusters auf der Speicherplatte die informationstragende Objektwelle und die aus demselben Laser stammende Referenzwelle.

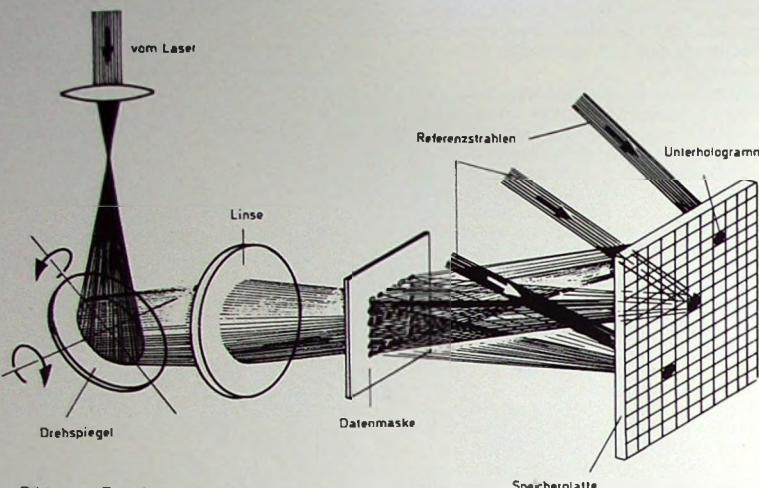
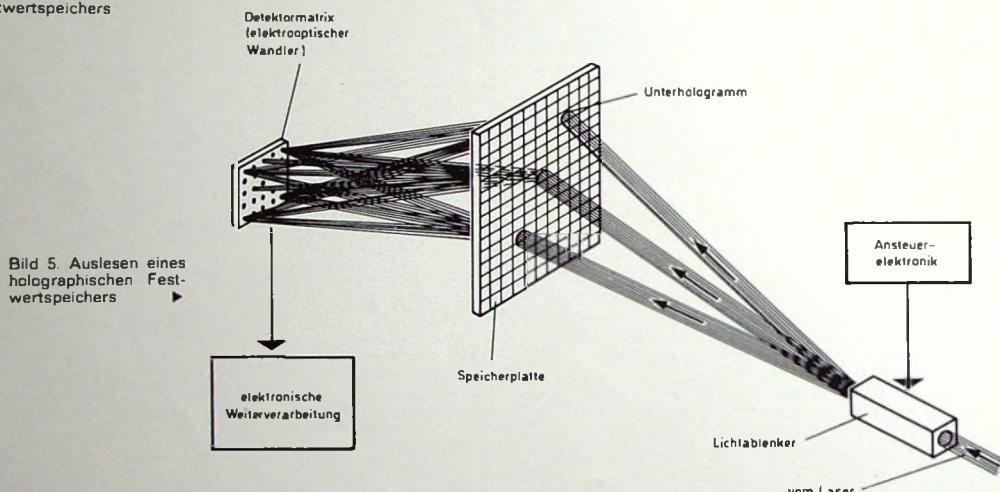


Bild 4. Einschreiben eines holographischen Festwertspeichers



Lichtquelle erzeugen kann. Im Gegensatz zu dem Prinzip nach Bild 2 ist bei der holographischen Speicherung im Idealfall jedes Bit über den gesamten gleichzeitig belichteten Teil des Speichermediums verteilt. Die Lichteinstrahlung in jedem kleinen Flächenelement enthält Beiträge vieler Bits. Daraus resultiert die bereits erwähnte Unempfindlichkeit der Hologramme gegen lokale Störungen wie Staub, Kratzer und Materialunvollkommenheiten, die zwar eine Minderung des Signal-Rausch-Verhältnisses, aber keine totale Informationsauslöschung zur Folge haben.

Das Hologramm wirkt unter dem Mikroskop als scheinbar regelloses Streifennuster. Bestrahlt man das als Beugungsgitter wirkende Speichermedium in einer der Bezugswelle im Bild 3 entgegengesetzten Richtung, so

hebt der beiden optischen Aufzeichnungsverfahren außer acht läßt. Es zeigt sich, daß die maximal erreichbare Speicherdichte einerseits durch die Lichtbeugung und andererseits durch die Forderung nach ausreichender Bildschärfe beim Auslesen der Information gegeben ist. Die Speicherdichte erreicht bis zu 10^6 bit/mm² und hängt nicht unmittelbar davon ab, ob photographisch oder holographisch gespeichert wird.

Neben den bereits erwähnten Vorteilen bietet die holographische Speicher-technik darüber hinaus die Möglichkeit der Überlagerung von Datenblöcken auf ein und dieselbe Fläche des Speichermediums. Die Hologrammüberlagerung bedeutet eine zusätzliche beträchtliche Steigerung der Speicherdichte und ermöglicht die Speicherung in Richtung der Dicke des Da-

Durch einen Drehspiegel-Lichtableker erreicht man, daß die Datenmaske unter verschiedenen Richtungen vom Objektstrahl beleuchtet werden kann, so daß das Unterhologramm bei gleichzeitiger entsprechender Versetzung des Referenzstrahls an einer beliebigen Stelle der Speicherplatte geschrieben werden kann. Vor der Anfertigung des nächsten Unterhologramms tauscht man die Datenmaske, eine Lochmaske mit entsprechend der zu speichernden Information rasterförmig verteilten Löchern, gegen eine andere aus und richtet den Objektstrahl mit Hilfe des kardanisch aufgehängten Drehspiegel-Lichtablekers (Bild 4) auf eine neue Unterhologrammposition. Auch der Referenzstrahl muß auf die neue Unterhologrammposition nachgeführt werden. Auf diese Weise belegt man die Speicherplatte dicht mit

Unterhologrammen von wenigen Quadratmillimetern Fläche. Es ist wichtig, beim Einschreibvorgang alle Datenmasken an ein und demselben Ort zu justieren, um damit sämtliche Unterhologramme mit Hilfe einer einzigen Detektormatrix auslesen zu können.

Zur Wiedergabe der gespeicherten Information tastet ein abgelenkter Laserstrahl die stationäre Speicherplatte ab. Die Wiedergabestrahlen laufen dabei den Referenzstrahlen bei der Aufnahme genau entgegengesetzt. Die Ablenkung des Lichtstrahls zu jedem beliebigen Unterhologramm geschieht innerhalb weniger Mikrosekunden durch ein akustooptisches oder elektrooptisches Lichtableinkersystem. Jeder Abtastvorgang rekonstruiert das im angesteuerten Unterhologramm gespeicherte Bitmuster und projiziert es auf ein angepaßtes Raster von Photodioden. Dort werden die optischen Signale eines Datenblocks in elektrische umgewandelt. Wichtig ist dabei, daß eine einzige Photodiodenmatrix, deren Format, Einteilung und Lage zur Speicherplatte mit den entsprechenden Größen der Datenmaske bei der Aufnahme völlig übereinstimmen, in der Lage ist, die Bitmuster aller Unterhologramme auszulesen. Man nutzt hierbei die bereits erwähnten ab-

Beim Einschreibvorgang wird der Schreibstrahl durch einen Strahlteiler in Objekt- und Referenzstrahl aufgespalten. Während der Referenzstrahl direkt auf das zu schreibende Unterhologramm auf der Speicherplatte gerichtet ist, durchläuft der Objektstrahl zunächst mehrere optische Bauteile. Nach Inversion des Strahlengangs bezüglich der optischen Achse mit Hilfe zweier Linsen trifft der Objektstrahl eine sogenannte Hololinsen-Matrix. Sie ist das holographische Äquivalent einer Matrix aus vielen kleinen Linsen, deren Anzahl mit der Anzahl der Lichtblenkerpositionen übereinstimmt. Wie bereits erwähnt, können Hologramme wegen ihrer abbildenden Eigenschaften mit gewissen Einschränkungen Linsen ersetzen. Das holographisch erzeugte Linsenraster wirkt als Beleuchtungswellen-Generator für den Daten-Eingabewandler, der im Schreib-Lese-Speicher die Datenmaske des Bildes 4 ersetzt. Der Daten-Eingabewandler ist eine elektronisch schnell schaltbare Datenmaske, deren Realisierungsmöglichkeiten noch genauer behandelt werden sollen. Wie im Bild 4, wird das Objektwellenfeld durch eine Linse auf das entsprechende Unterhologramm auf der Speicherplatte fokussiert und das

die vom Datenwandler getrennte Detektormatrix abgebildet.

3.3. Komponenten holographischer Blockspeicher

Blockorganisierte holographische Datenspeicher enthalten eine Reihe von optischen, elektrooptischen und optoelektronischen Komponenten, deren Aufbau und gegenseitiges Zusammenspiel für die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems von ausschlaggebender Bedeutung sind. Einer der kritischsten Punkte des Speichers ist das lösrbare Speichermedium, dessen Problematik in einem gesonderten Kapitel näher beleuchtet wird.

3.3.1. Laser und Lichtableinker

Als Lichtquellen hat man in holographischen Speichern bisher ausschließlich leistungsstarke Gaslaser benutzt (Lichtleistung zwischen 1 und 10 W). Als günstige Lösungen kommen für die Zukunft aber auch Festkörperlaser mit Frequenzumsetzung (beispielsweise Lichtfrequenzverdopplung vom nahen infraroten in den sichtbaren Bereich) in Betracht. Die

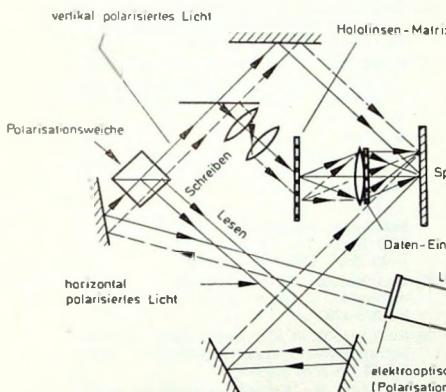


Bild 6. Holographischer Schreib-Lese-Speicher (nach ▲ Rajchman, RCA).

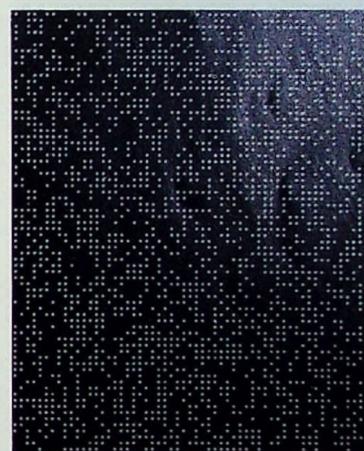
Bild 7. Holographisch rekonstruiertes Bitmuster (nach [6]).

bildenden Eigenschaften der Hologramme aus, die den Einsatz von Linsen in der Ausleseeinheit überflüssig machen.

3.2. Schreib-Lese-Speicher
Holographische Festwertspeicher der beschriebenen Art finden nur begrenzte Anwendungen, da von den DV-Anwendern im allgemeinen die Möglichkeit der Löschung und Wiederbeschreibung des Speichermediums gewünscht wird. Aus diesem Grund wurden Strahlführungskonzeptionen für holographische Schreib-Lese-Speicher gesucht und gefunden. Das von Rajchman zuerst vorgeschlagene Speicherkonzept ist im Bild 6 skizziert [5]. Der Laserstrahl wird zunächst von einem akustooptischen Lichtableinker zweidimensional abgelenkt und gelangt auf eine Polarisationsweiche. Sie wirkt zusammen mit dem elektrooptischen Polarisationschalter am Ausgang des Lichtableinkers, so daß der abgelenkte Strahl beim Schreiben schräg nach oben und beim Lesen schräg nach unten läuft.

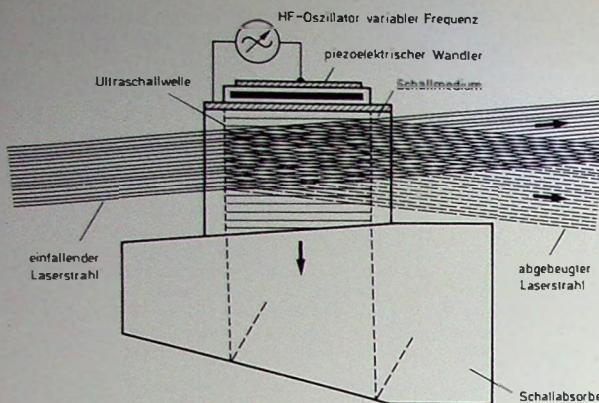
entsprechende Interferenzstreifensystem in einem lösrbaren Aufzeichnungsmaterial gespeichert.

Beim Lesevorgang läuft der abgelenkte Laserstrahl nach der Polarisationsweiche schräg nach unten und fällt nach mehrfacher Spiegelumlenkung auf das auszulesende Unterhologramm. Die rekonstruierten Bitmuster (Bild 7) nach [6] erscheinen an der Stelle des Daten-Eingabewandlers. Um einen Schreib-Lese-Speicher der beschriebenen Art zu realisieren, benötigt man daher ein optisches Bauelement, das die Funktionen des schaltbaren Daten-Eingabewandlers (Datenmaske) und der Photodiodenmatrix in sich vereinigt, eine sogenannte „Latrix“ (nach [5]). Um ein solches schwierig zu realisierendes Element zu umgehen, wurden modifizierte Strahlführungskonzeptionen vorgeschlagen. Zur Vermeidung der Strahlumkehr beim Auslesen wird bei diesen Anordnungen das in der Ebene des Datenwandler entstehende virtuelle Bild der Datenmaske durch eine hinter der Speicherplatte befindliche Linse auf



Arbeitsgeschwindigkeit des Speichers, die häufig durch die Dauer eines Schreib-Lese-Löschenzyklus gegeben ist, wird wesentlich durch die Lichtleistung des Lasers, aber auch durch den Ablenkungswirkungsgrad des Lichtableinkers (das Verhältnis von abgelenkter zu einfallender Lichtleistung), den Beugungswirkungsgrad der Speicherhologramme sowie durch die Lichtempfindlichkeit der Photodioden bestimmt. Beim heutigen Entwicklungsstand der Speicherkomponenten sind Lesezugriffszeiten von einigen Mikrosekunden und Schreibzeiten um eine Millisekunde erreichbar.

Als Lichtableinker kommen in schnellen optischen Speichern nur nichtmechanische Systeme in Betracht. Von den zur schnellen Ablenkung von Lichtstrahlen geeigneten physikalischen Effekten konnten bis jetzt vor allem der elektrooptische und der photoelastische Effekt zur Entwicklung technisch brauchbarer Lichtableinker nutzbar gemacht werden. Bei diesen Verfahren wird der Brechungsindex



des ablenkenden Mediums durch eine elektrische beziehungsweise mechanische Spannung geringfügig geändert.

Die Ausnutzung des photoelastischen Effekts führte zur Entwicklung akustooptischer Ablenksysteme. Sie haben gegenüber den elektrooptischen Ablenkmethoden den besonderen Vorteil, daß zur zweidimensionalen Lichtablenkung in jedem Fall nur zwei Ablenkstufen erforderlich sind. Die Anzahl der (zweidimensional) auflösbaren Strahlrichtungen kann dabei eintausend bis eine Million betragen, die Umschaltzeit zwischen zwei beliebigen Strahlrichtungen 0,5 ... 50 µs.

Bild 8 zeigt das Prinzip einer akustooptischen Ablenkstufe [7]. Im Schallmedium wird durch ein dünnes piezoelektrisches Wandlerplättchen (Dicke etwa 20 ... 50 µm) eine fortlaufende Ultraschallwelle sehr hoher Frequenz erzeugt. Die Schallwelle verursacht im Medium Druckschwankungen und infolge des photoelastischen Effekts räumlich periodische Änderungen des Brechungsindex. Ein senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Schallwelle einfallender Lichtstrahl wird wie an einem optischen Gitter mit der Schallwellenlänge als Gitterkonstante in mehrere Ordnungen abgebaut. Bei höheren Schallfrequenzen zwischen etwa 30 und 200 MHz erfolgt die Beugung bevorzugt in die positive oder negative erste Ordnung, wenn der Einfallswinkel φ (= Winkel zwischen Schallwellenfront und Lichtstrahlrichtung) annähernd der Braggbedingung genügt

$$q \approx q_B = \frac{1}{2} \cdot \frac{\text{Lichtwellenlänge}}{\text{Schallwellenlänge}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\lambda}{v_f}$$

(λ Lichtwellenlänge, v Schallgeschwindigkeit, f Schallfrequenz).

Der Ablenkwinkel ist gleich dem doppelten Braggwinkel, so daß eine Änderung der Schallfrequenz um Δf eine Variation der Ablenkrichtung um

$$\Delta q = \frac{\lambda}{v} \Delta f$$

zur Folge hat. Wegen der linearen Beziehung zwischen der elektrischen Steuergröße Frequenz und dem Ablenkwinkel hat man ein analoges Ablenksystem, das sich jedoch durch Erzeugen von Schallwellen mit „gerasterten“ Frequenzen leicht digitalisieren läßt. Bei Schallfrequenzen zwischen 10 und 50 MHz für flüssige Ablenkmedien (zum Beispiel Wasser) und

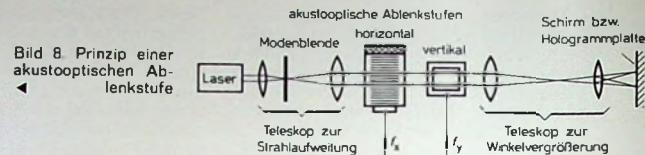


Bild 9. Zweistufiger akustooptischer Ablenker

Eingabe der Strahladressen → steuerbarer Frequenzgenerator

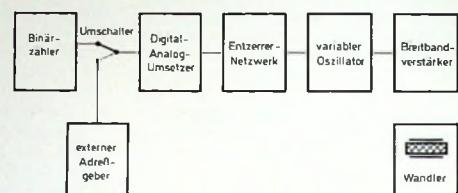


Bild 10. Blockschaltbild der Ansteuerelektronik für den Lichtablenker

30 bis 200 MHz für Festkörperablenker (Schwerflingläser und bestimmte Einkristalle) kann man Ablenkinkel zwischen 0,5° und 3° erreichen, die sich durch ein nachgeschaltetes Teleskop mindestens um das Zehnfache vergrößern lassen. Im Bild 9 ist der Strahlengang eines zweistufigen akustooptischen X-Y-Ablenkers skizziert. Wegen der relativen Kleinheit der Ablenkinkel kann man beide Ablenkzellen ohne Zwischenoptik unmittelbar hintereinander aufbauen. Die zur Ansteuerung des Lichtablenkers notwendigen Hochfrequenzsender müssen sich in weniger als 1 µs auf die gewünschte Festfrequenz in wahlfreiem Zugriff tasten lassen. Dieses Problem läßt sich beispielsweise auf einfache Weise mit Hilfe eines elektronisch durchstimmbaren Hochfrequenzoszillators (Bild 10) in Verbindung mit einem Digital-Analog-Umsetzer lösen [7]. Als Ablenkmedien sind vor allem bestimmte Einkristalle und Schwerflingläser mit hohem Brechungsindex, niedriger Schallgeschwindigkeit, geringer akustischer Dämpfung, hoher Stabilität und guter Bearbeitbarkeit geeignet. Von der großen Anzahl untersuchter Materialien werden wegen der ausgewogenen Kombina-

tion vorstehend genannter Eigenschaften häufig die Einkristalle Telurdioxid, Bleimolybdat und Alphajodsäure eingesetzt. Mit diesen Materialien kann man Ablenkungswirkungsgrade bis nahezu 100 % erreichen. (Schluß folgt)

Schrifttum

- [1] Graf, P., u. Kiemle, H.: Speicherung digitaler Daten mit holographischen Mitteln. Siemens Bd. 46 (1972) S. 792-796
- [2] Lang, M., u. Eschler, H.: Entwicklungstendenzen holographischer Massenspeicher. Süddeutsche Ztg., Der Mensch u. d. Tech. (4. Sept. 1973)
- [3] Lipp, J., u. Reynolds, J. L.: A high-capacity holographic storage system. Applications of holography, S. 377-388. New York 1971, Plenum Press
- [4] Anderson, L. K. et al.: An experimental read-only holographic optical memory. 1970 Sixth Int. Quant. Electronics Conf. 7.-10. Sept. 1970, Kyoto, Japan
- [5] Rajchman, J. A.: Promise of optical memories. J. Appl. Phys. Bd. 41 (1970) S. 1376-1383
- [6] Eschler, H. et al.: Labormuster eines holographischen Festwertspeichers. Optik Bd. 37 (1973) S. 516-527
- [7] Eschler, H.: Schnell umlastbare digital programmierbare Hochfrequenzgeneratoren zur Ansteuerung akustooptischer Lichtablenker. Frequenz Bd. 26 (1972) S. 124-129

INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Juniheft 1974 unter anderem folgende Beiträge:

Mehrwertige Systeme in der Digitaltechnik

Laser-Doppler-Anemometer – Marc II

Zur hybriden Beschreibung der linearen Eigenschaften integrierter Operationsverstärker

TF-Pegelmeßplatz PS-12/SMP-12

Automatisierte Pegelklassierung

Magnetische Blasen – eine künftige Möglichkeit für die Datenspeicherung

Eine Lumineszenzdiode für drei Farben – „Hattrick“ der Optoelektronik

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

Elektronische Anlagen und Systeme für den besonderen Einsatz

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

Filmabtastgerät „Spectra-Colorvision CCS“ für Super-8-Film

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 29 (1974) Nr. 12, S. 435

4. Abtasten des bewegten Bildes

In optischen Projektoren wird der Film rückwärts transportiert, wobei man ein möglichst großes Verhältnis von Standzeit zu Transportzeit anstrebt, um vor allem eine große Helligkeitsausbeute zu erreichen. Optische Projektoren mit kontinuierlichem Filmtransport setzen sich bisher nicht durch. Grundsätzlich kann man das Prinzip des rückwärts Transportes auch für Abtaster verwenden. Für das Filmformat 35 mm und für 16-mm-

immer noch nur etwa ein Drittel der Transportzeit einer normal dimensionierten Mechanik eines optischen Projektors bei 18 Bildwechseln je Sekunde. Versuche haben ergeben, daß zwei wesentliche Nachteile entstehen, wenn man die Mechanik für entsprechend kurze Transportzeiten ausführt. Einseitig erzeugt eine derartige Konstruktion außerordentlich laute Knetgeräusche, die zwar in einem Studio – oder einem anderen technischen Raum – erträglich sein mögen, nicht jedoch in den Räumen, die man für AV-Geräte der üblichen Anwendungen wählt (meistens dieselben Räume, in denen auch Bild und Ton wiedergegeben werden sollen). Andererseits erhöht sich bei extrem kurzen Schaltzeiten der Verschleiß sowohl der beanspruchten Mechanikteile als auch des Films.

Aus diesen Gründen stellte man das Verfahren während der Vorbereitungszeit um und wählte das des kontinuierlichen Filmtransports, bei dem der Aufwand mehr auf Seiten der Elektronik liegt. Das Prinzip kann man sich vereinfacht so vorstellen, daß das Zeilenraster der Bildröhre im Falle der Laufbildwiedergabe mitgesteuert wird (in Filmlaufrichtung, also in Richtung der vertikalen Bildabtastung), damit der gleiche Effekt wie bei rückwärts arbeitenden Filmtransportmechaniken entsteht.

Unabhängig von der Transportart, also sowohl bei rückwärts als auch bei kontinuierlichem Transport, ist zunächst eine Anpassung der Bildwechselsequenz an die Fernsehnorm erforderlich. Das Verhältnis zwischen der Abtasthäufigkeit je Sekunde und der

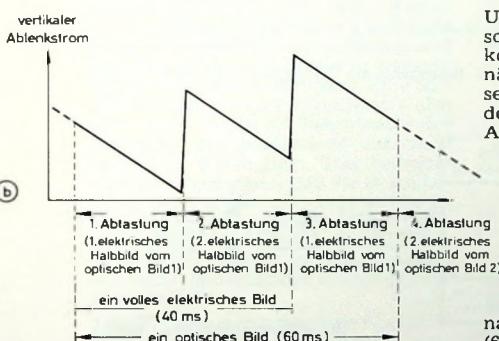
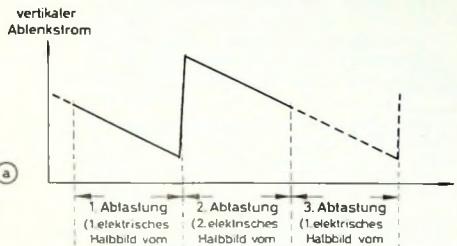
Das Verfahren des Mitlaufens des Ablenkfeldes der Abtaströhre bei kontinuierlichem Filmtransport ist im Abtast-Zeitschema (Bild 6) dargestellt. Daraus geht indirekt auch hervor, daß das erwähnte Mitlaufen des Ablenkfeldes der Abtaströhre auf eine Verringerung der Bildablenkamplitude auf dem Schirm der Abtaströhre hinzuläuft. Beim Standbild entsteht auf dem Schirm ein Zeilenraster mit dem gleichen Seitenverhältnis Höhe zu Breite wie beim (einzelnen) Bild des Films. Die Laufbildabtastung erfordert dagegen eine geringere Ablenkamplitude (man kann sagen, daß der fehlende Teil durch die Filmtransportgeschwindigkeit ersetzt wird). Im Falle von 25 Bildern je Sekunde ergibt sich dabei zwangsläufig für die Dauer der Abtastung eines Bildes unter Vernachlässigung des Rücklaufs ($\frac{1}{25} \text{ s} = 20 \text{ ms}$) nur die Hälfte der Ablenkamplitude wie bei einem Standbild (bei $16\frac{2}{3}$ Bildern je Sekunde ist es das 0,66fache).

Eine weitere Besonderheit ist das Rückspringen des Abtaststrahls nach zweizeitigerweise drei Abtastungen. Bei Beginn der Abtastung eines neuen (optischen) Bildes muß der Strahl wieder an der Stelle beginnen, die dem oberen Rand des neuen Bildes entspricht, bevor der Mitlaufvorgang für das neue Bild einsetzt.

4.1. Vertikale Ablenkung

Mit den vorangegangenen Erläuterungen hat man noch nicht die Übersicht, wie die vertikale Ablenkung der Abtaströhre schaltungstechnisch gelöst ist. Dieser Komplex muß zwangsläufig viel aufwendiger sein als der Bildablenkteil eines Fernsehempfängers. Im Abtaster werden drei integrierte Schaltungen und 13 Transistoren für diese Aufgabe eingesetzt, um die hohen Anforderungen an die Linearität des Ablenkstroms und das exakte Einhalten der Umspringpunkte zu gewährleisten; selbst geringfügige Deckungsfehler erzeugen neben Schärfeverlusten vor allem ein sehr unangenehmes Bildzittern beziehungsweise -flimmern.

Bild 7 zeigt die Blockschaltung der Bildablenkung. Im Sägezahngenerator sorgt je nach der Höhe der in der Schaltstufe festgelegten Basisspannung ein Transistor für das Aufladen des Kollektorkondensators. Das Aufladen erfolgt am schnellsten (größte Steilheit der Sägezahnflanke) bei der Betriebsart „Standbild“ und am langsamsten bei der Laufgeschwindigkeit 25 Bilder je Sekunde. Von der Steilheit der Sägezahnflanke hängt die Ablenkamplitude ab. Die von einer Logikschaltung gesteuerte Rastersprungssteuerung bewirkt, daß zu den von der Logik bestimmten und mit dem 20-ms-Takt gesteuerten Zeitpunkten jeweils die Sägezahnamplitude an das Sprungpotential geschaltet wird. Als



Schmalfilm gibt es Konstruktionen, die ihre Funktionstüchtigkeit zum Beispiel in den Fernsehanstalten täglich beweisen.

Prototypen der Jahre 1969 und 1970 des hier beschriebenen Super-8-Abtasters „Spectra-Colorvision“ arbeiten ebenfalls zunächst mit rückwärtsem Antrieb des Films. Bei diesem Prinzip entstehen jedoch Probleme durch die verhältnismäßig kurze Transportzeit, die ja theoretisch nicht länger sein darf als die Zeit des Bildwechselimpulses einschließlich der Bild-Austastzeit der Fernsehnorm. Selbst wenn man die Bildwechselseite bei Verlust einiger Zeilen etwas verlängert, zum Beispiel auf etwa 2 ms, so beträgt sie dann

nach der Fernsehnorm mit 25 vollen (625 Zeilen) beziehungsweise 50 Halbbildern (312,5 Zeilen) vorgegebenen Bildfrequenz muß ganzzahlig sein. Seit langem vernachlässigt man jedoch die geringe Differenz zu der Filmgeschwindigkeit von 24 Bildern je Sekunde, die bei professionellen Filmen der Formate 35, 16 und 8 mm üblich ist. Prozentual etwas größer, aber dennoch noch gut vertretbar, ist die Differenz zwischen der für den Super-8-Film ge normten Filmgeschwindigkeit von 18 Bildern je Sekunde und der bei Abtastern verwendeten Bildwechselsequenz von $16\frac{2}{3}$ Bildabtastungen je Sekunde. Jedes Bild auf dem Filmstreifen tastet man in diesem Fall dreimal ab, um kompatibel mit der Fernsehnorm (50 Halbbilder je Sekunde) zu sein.

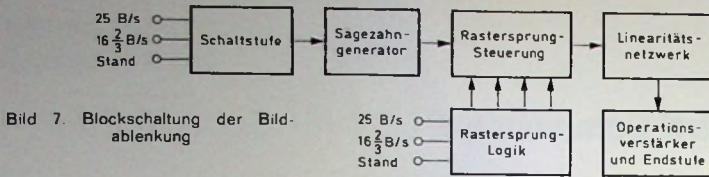


Bild 7. Blockschaltung der Bildablenkung

Schaltstrecke dienen vier Dioden, die mit der Rastersprung-Logik und in Serie angeordneten Schalttransistoren abwechselnd das Sägezahnsignal an vorgewählte Gleichspannungen schalten.

Das sich anschließende Linearitätsnetzwerk enthält je drei Korrekturpositionen für die obere und die untere Bildhälfte. In einem Operationsverstärker und der nachfolgenden Gegenaktstufe wird schließlich für den Pegel und die Anpassung gesorgt, den die vertikale Ablenkspule für die Abtaströhre benötigt.

5. Taktgeber

Die Taktsignale, Steuerimpulse und weitere Hilfssignale werden vom 4,433-MHz-Muttergenerator zum Erzeugen der Farbräger-Hilfsfrequenz abgeleitet. Aus Bild 8 gehen die Teillungsverhältnisse und die Aufstellung aller Ausgangsimpulse hervor, zu denen – einschließlich der erforderlichen Verzögerungen – auch Synchronisations- und Austastimpulse für Bild und Zeile sowie die Schwarzschilderungen gehören.

6. Regelung der Film-Laufgeschwindigkeit

Im Abschnitt 4. war darauf hingewiesen worden, daß der Startpunkt jeder Bildabtastung außerordentlich präzise eingehalten werden muß. Um das zu erreichen, genügt jedoch nicht allein eine sorgfältige Dimensionierung der Ablenkung. Ebenso beeinflußt die Mechanik des Laufwerks den Startsprung.

Mit Hilfe der Capstan-Antriebe und der mit reichlicher Reserve dimensionierten Schwungscheiben wird für einen guten Gleichlauf, das heißt eine praktisch fehlerfrei gleichförmige Bewegung des Bildes, gesorgt. Entscheidend dabei ist, daß die mittlere Laufgeschwindigkeit synchron zum Abtastrhythmus verläuft, und zwar in den angegebenen Verhältnissen von zwei beziehungsweise drei Abtastungen je Filmbild. Zum Konstanthalten der mittleren Laufgeschwindigkeit verwendet man eine Phasen- und Frequenzvergleichsschaltung, deren Prinzip aus Bild 9 ersichtlich ist. Die bereits im Abschnitt 1.1. besprochene Lichtschranke zur Abtastung der Perforationsraster liefert jeweils einen Impuls je Perforationsloch. Diesen Impuls bereitet man in einer besonderen Stufe auf, bevor man ihn direkt dem Phasen- und Frequenzvergleich zuführt. Das Vergleichssignal wird direkt von der Rastersprungsteuerung abgeleitet, in der nach eingeschalteter Filmgeschwindigkeit Impulse mit der Wiederholungsfrequenz 25 Hz beziehungsweise $16 \frac{2}{3}$ Hz zur Verfügung stehen. Der Bildlageregler beeinflußt die Phase des Ausgangssignals des monostabilen Multivibrators, so daß damit die ge-

RGB-Verstärker werden die Spitzenwerte des Ausgangssignals abgezweigt und als Steuersignal für die Helligkeitsregelung verwendet. Sind sie zu hoch, so wird durch die Regelschaltung die Kathodenspannung der Abtaströhre so weit nachgesteuert, daß das Eingangssignal des RGB-Verstärkers wieder entsprechend absinkt. Die Abtaströhre ist übrigens außerdem durch eine besondere Schutzschaltung gegen Einbrennschäden gesichert. Bei fehlendem Zeilen- oder Bild-Ablenk-

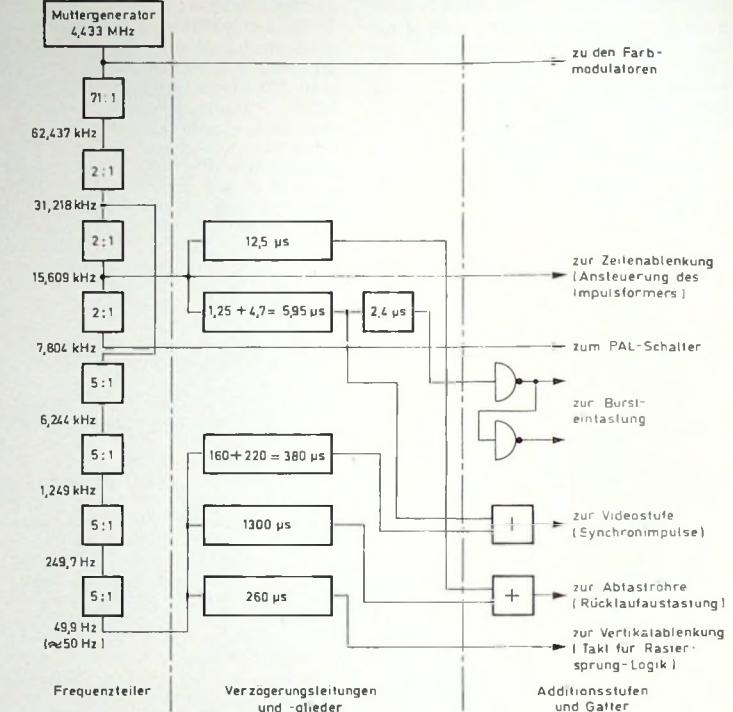


Bild 8. Erzeugung der Taktsignale und Steuerimpulse

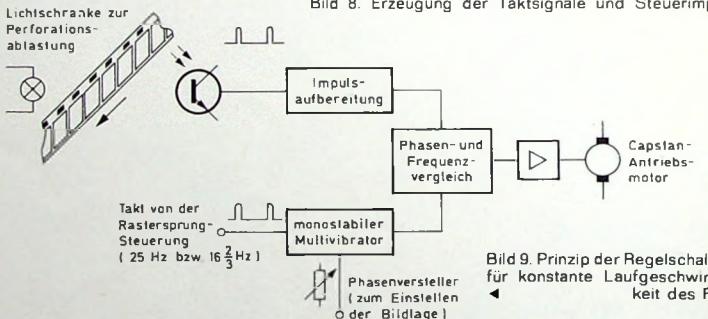


Bild 9. Prinzip der Regelschaltung für konstante Laufgeschwindigkeit des Films

naue Deckung des elektrischen Abtastrasters mit dem Filmbildfenster eingestellt werden kann.

7. Sonstige Stufen

Unter den weiteren Stufen fällt als Besonderheit noch die Helligkeitsregelung der Abtaströhre auf. (Sie läßt sich mit einer Ausssteuerungsautomatik vergleichen, wie man sie in Tonbandgeräten verwendet.) Dieser Teil der Schaltung sorgt dafür, daß auch bei stark unterschiedlich belichteten Filmen immer ein annähernd gleichbleibendes FBAS-Signal entsteht. Vom

signal wird der Strahlstrom mit Sicherheit unterbrochen.

Die Schaltungen für die Zeilenablenkung und auch für den Tonteil weisen gegenüber üblichen Schaltungen von Fernsehempfängern beziehungsweise Tonprojektoren für Filme keine Besonderheiten auf. Erwähnenswert ist jedoch die etwas abweichende Steuerung der Zeilen-Endstufe. Hier findet man keinen Generator wie in Fernsehempfängern, sondern einen sogenannten Impulsformer. Der Generator erübrigt sich nämlich, weil die Zeilenfrequenz direkt vom Taktgeber abgeleitet werden kann.

Polyconductor-Widerstand als Überlastungsschutz für Transistor-NF-Leistungsverstärker

So alt wie die Schaltungstechnik von Transistor-Leistungsverstärkern selbst ist das Problem, diese Verstärker vor thermischer Überlastung zu schützen. Die Temperatur der verwendeten Dioden und Transistoren darf bestimmte Werte nicht übersteigen, weil sonst an ihnen physikalisch bedingte irreversible Schäden auftreten. Besonders die Endstufe ist in dieser Beziehung gefährdet, denn in ihr werden die größten Leistungen umgesetzt.

Thermische Überlastung kann verschiedene Ursachen haben:

- zu hohe Umgebungstemperatur – etwa bei Aufstellung des Verstärkers über oder in unmittelbarer Umgebung einer Heizung;
- ungenügende Kühlung – beispielsweise bei Unterbringung des Verstärkers in einem zu engen Regal oder durch Abdecken der Ventilationsöffnungen;
- Übersteuerung mit zu hohen NF-Eingangsspannungen;
- Fehlanpassung am Ausgang bei zu niederohmigen Lautsprechern oder sogar Kurzschluß (etwa infolge defekter Lautsprecherkabel).

Im Laufe der Jahre wurden zahlreiche Schutzschaltungen bekannt, die eine derartige thermische Überlastung von Transistor-NF-Leistungsverstärkern verhindern sollen. Im einfachsten Fall verwendet man einen NTC-Widerstand, der thermisch mit der Endstufe gekoppelt ist und ihren Arbeitspunkt mit steigender Temperatur in weniger kritische Bereiche verlagert. Eine solche Anordnung spricht stetig an – also auch schon, wenn die Temperatur der Endstufe noch relativ weit unterhalb kritischer Werte liegt. Das bedeutet aber im allgemeinen, daß die Betriebswerte des Verstärkers – beispielsweise seine Ausgangsleistung, sein Klirrfaktor und sein Intermodulationsfaktor – schon beeinträchtigt werden, wenn das aus Sicherheitsgründen noch nicht erforderlich ist.

Schutzschaltungen, die diese Nachteile vermeiden, sind meistens recht aufwendig. Sie erfordern zusätzliche Transistoren, für deren Betrieb dann auch noch weitere Bauelemente wie Widerstände, Kondensatoren und Dioden benötigt werden.

Im folgenden werden nun Anordnungen beschrieben, die sich unter Verwendung eines einzigen, preisgünstigen Bauelements ähnlich einfach aufbauen lassen wie eine übliche NTC-Schutzschaltung. Die neuen Schaltungen sprechen aber erst dann an, wenn die Endstufe des NF-Leistungsverstärkers eine kritische Temperatur erreicht hat. Unterhalb dieser Ansprechtemperatur bleiben die Verstärkerdaten – beispielsweise Ausgangsleistung, Klirrfaktor, Intermodulationsfaktor usw. – praktisch unbeeinflußt.

1. Polyconductor-Widerstand

Die Wirkungsweise der neuen Schutzschaltungen beruht auf den Eigenschaften eines neuartigen Bauelements, über das bereits ausführlich berichtet wurde [1]. Es handelt sich dabei um Polyconductor-Widerstände, die seit kurzem unter der Bezeichnung „Moxie“ von der Multi-State Devices Ltd. (deutsche Vertretung: Tekelec Airtronics, München) hergestellt werden. Ihr wesentliches Kennzeichen ist, daß sie bei einer bestimmten Temperatur mehr oder weniger abrupt vom hochohmigen in den niederohmigen Zustand übergehen. Es gibt Ausführungen, die bei Temperaturen unterhalb der Ansprechtemperatur einen

Unterhalb der Übergangstemperatur zeigt der „TS3-75-B3“ einen Temperaturkoeffizienten von etwa $-3,5\text{ \textperthousand }^{\circ}\text{C}$, oberhalb davon ist er rund $-1\text{ \textperthousand }^{\circ}\text{C}$. Im Übergangsbereich selbst ändert sich der Widerstandswert mit etwa $-35\text{ \textperthousand }^{\circ}\text{C}$ relativ stark. Bei fester thermischer Kopplung zwischen dem „Moxie“-Gehäuse und der Wärmequelle ist die Zeitkonstante ausreichend kurz. Innerhalb von 2 s hat das eigentliche „Moxie“-Element im Innern des Bauteils 63% einer abrupten Temperaturänderung mitgemacht. Bild 2 stellt die mechanische Ausführung des „TS3-75-B3“ dar. Das TO-18-Metallgehäuse ist mit einem kleinen Montagewinkel versehen, der eine bequeme Befestigung

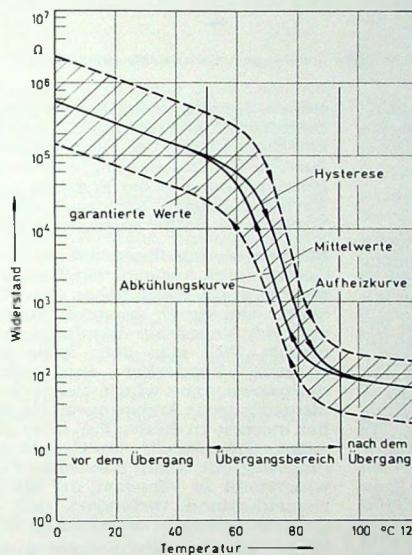


Bild 1. Elektrische Widerstands-werte in Abhängigkeit von der Temperatur bei dem „Moxie TS3-75-B3“ der Multi-State Devices Ltd.

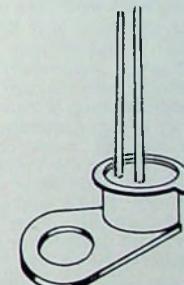


Bild 2. Mechanische Aus-führung des „TS3-75-B3“

Widerstandswert von mehr als 100 kOhm haben, oberhalb dieser Temperatur aber weniger als 100 Ohm. Der Widerstandswert ändert sich dabei also um einen Faktor von mehr als 10^3 . Bild 1 zeigt die elektrischen Widerstands-werte in Abhängigkeit von der Temperatur bei einem Polyconductor-Widerstand, der auch bei der Erprobung der neuen Überlastungsschutzschaltung für Transistor-NF-Leistungsverstärker verwendet wurde. Dieser „Moxie“-Typ mit der Bezeichnung „TS3-75-B3“ hat bei einer Temperatur von $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ im Mittel einen elektrischen Widerstandswert von 100 kOhm und bei $94\text{ }^{\circ}\text{C}$ im Mittel von nur 100 Ohm. Der Vorgang ist reversibel. Bei Abkühlung unter die Ansprechtemperatur geht der Widerstandswert wieder auf den ursprünglichen hohen Betrag zurück. Dabei ist eine gewisse Hysterese von ungefähr $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ zu beobachten.

an dem zu überwachenden Bauteil gestattet.

Die Kennlinie des „Moxies“ im Bild 1 läßt erkennen, daß dieses Bauelement Schaltungen ermöglicht, bei denen unterhalb des Ansprechwertes praktisch keine Beeinflussung der damit ausgestatteten Anordnung auftritt. Die Eigenschaften eines mit einem entsprechenden thermischen Überlastungsschutz versehenen Verstärkers werden also nicht beeinträchtigt, solange nicht die Endstufe eine kritische Temperatur erreicht. Erst dann setzt die Wirkung des „Moxie“-Bauelements ein.

2. Schaltungsmöglichkeiten des „Moxie“-Widerstands als Schutz gegen thermische Überlastung

Für den Aufbau von Schutzschaltungen mit „Moxie“-Widerständen, die verhindern, daß ein Transistor-NF-Leistungsverstärker thermisch über-

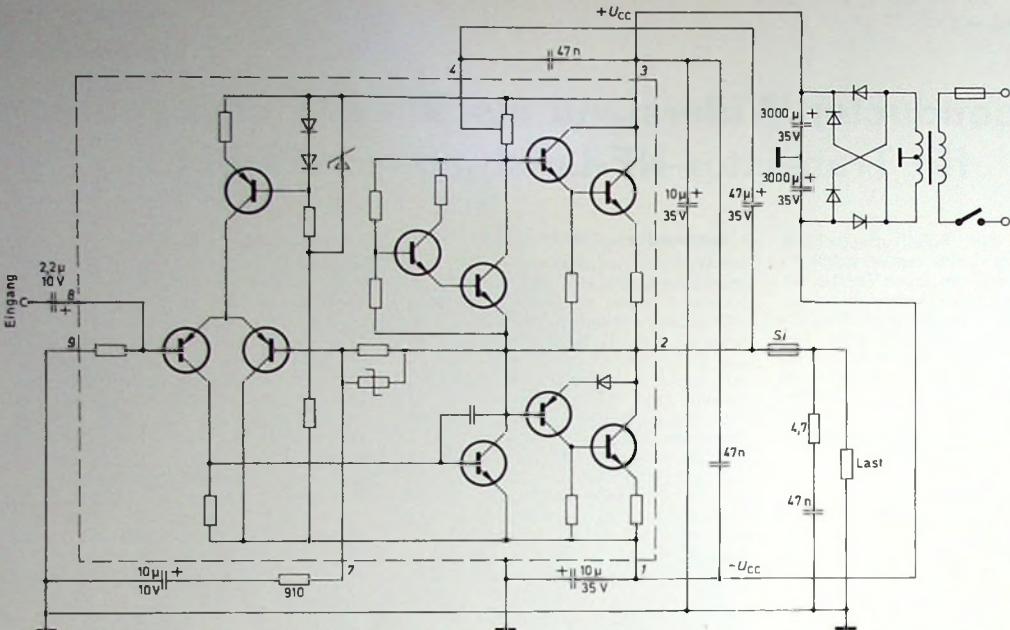


Bild 3. Schaltung eines Transistor-NF-Leistungsverstärkers mit einem „Moxie“ im Gegenkopplungszweig

lastet werden kann, wurden zwei prinzipielle Möglichkeiten praktisch erprobt. Jede von ihnen hat gewisse Vorteile und Nachteile.

2.1. Thermisch gesteuerte Gegenkopplung

Der „Moxie“ läßt sich beispielsweise elektrisch in eine ohnehin vorgesehene Gegenkopplung einbauen. Befindet er sich dabei in thermischem Kontakt mit der Endstufe, dann wird von einer bestimmten Endstufentemperatur ab die Gegenkopplung merklich verstärkt. Damit geht dann die Verstärkung und als Folge davon die Belastung der Endstufe zurück. Bild 3 zeigt eine entsprechende Schaltung, in der der „Moxie“ als thermisch gesteuerter Gegenkopplungswiderstand wirkt.

Außen den bereits beschriebenen Vorteilen hat diese Anordnung den Vorteil, daß sie dem Zugriff des Benutzers entzogen ist. Er kann ihre Wirkungsweise weder beeinträchtigen noch die Schutzschaltung kurzschließen. Der Verstärker ist deshalb immer zuverlässig geschützt. Ein weiterer Vorteil ist, daß man die im Bild 3 gezeigte Schaltung auch nachträglich – etwa in eine bereits laufende Serienfertigung – einführen kann. Da der „Moxie“ im Normalbetrieb die Arbeitsweise des Verstärkers praktisch nicht verändert, brauchen die technischen Datenblätter des Verstärkers, seine Bedienungsanleitung und ähnliche Unterlagen nicht geändert zu werden.

Allerdings ist dabei zu beachten, daß beim nachträglichen Einbau in eine bereits fertig entwickelte Schaltung das Ansprechen der Schutzschaltung eine gewisse Schwingneigung des Verstärkers zur Folge haben kann. Der dann sehr niederohmige Gegenkopplungszweig kann für eine höhere Frequenz mit passender Phasenlage eine positive Rückkopplung dar-

stellen. Derartige wilde Schwingungen beeinträchtigen nicht nur die Verstärker-Eigenschaften, sondern entwerten auch die Schutzschaltung, weil im allgemeinen dabei in der Endstufe große Verlustleistungen auftreten, die die Temperatur weiter ansteigen lassen.

Bei Neuentwicklungen läßt sich diese Gefahr durch Auswahl von Transistoren mit ausreichend hoher Grenzfrequenz oder durch passende Begrenzung der Verstärker-Bandbreite vermeiden. Will man aber fertig entwickelte Verstärker entsprechend nachrüsten, dann würde dies verhältnismäßig große Änderungen erforderlich machen. In diesem Fall ist es günstiger, den „Moxie“ im Gegenkopplungsweg mit einem passenden Festwiderstand zu versehen, der als Serienwiderstand verhindert, daß die Gegenkopplung zu niederohmig wird.

Weist der Gegenkopplungsweg sehr hohe Widerstandswerte auf, dann ergibt sich bei der Schaltung nach Bild 3 ein gewisser Verstärkungsverlust, auch wenn die Schutzschaltung noch nicht angesprochen hat. Der „Moxie“ stellt dann nämlich für den oberen Widerstand des Gegenkopplungsspannungsteilers einen gewissen Nebenschluß dar, der die Gegenkopplung erhöht. In diesem Fall muß man den Gegenkopplungskanal niederohmiger auslegen, was aber im allgemeinen kaum Schwierigkeiten machen dürfte.

Die Schaltung nach Bild 3 wurde im Hinblick auf ihr Verhalten bei zu kleinen Kühlkörpern für die Endstufentransistoren, bei Kurzschluß am Ausgang, bei Übersteuerung und zu niedriger Lastimpedanz sowie bei Ausfall der Konvektionskühlung untersucht. In den Bildern 4 bis 8 sind die dabei ermittelten Werte grafisch dargestellt. Die erste Meßreihe wurde mit Endstufentransistoren ohne Kühlkörper

durchgeführt. Für den mit $U_{CC} = \pm 20\text{ V}$ betriebenen Verstärker wurde die Ansteuerung so gewählt, daß sich mit einer Lastimpedanz von 4 Ohm eine Ausgangsleistung von 25 W ergab. Das 1-kHz -Steuersignal lieferte ein Generator mit 50 Ohm Ausgangswiderstand, wobei zwischen Generator und Verstärkerkreisversorgung verschiedene Serienwiderstände R ($1,8\text{ kOhm}$, $3,3\text{ kOhm}$, $4,7\text{ kOhm}$ oder 10 kOhm) geschaltet waren.

Unmittelbar nach dem Anschalten des Eingangssignals zeigte das am Flansch des einen Endstufentransistors angebrachte Thermometer jeweils einen steilen Temperaturanstieg bis zu einem Maximum, das aber noch innerhalb des zulässigen Betriebstemperaturbereichs blieb. Danach sank die Temperatur wieder ab und nahm einen konstanten, von der Größe des Eingangs-Serienwiderstandes abhängigen Wert an. Der Temperaturrückgang war mit einer Verringerung der Ausgangsleistung verbunden. Bei einem Eingangs-Serienwiderstand von $4,7\text{ kOhm}$ betrug die Ausgangsleistung im Gleichgewichtszustand nur noch 6 W . Thermisches Gleichgewicht war in allen Fällen nach etwa 2 min erreicht. Bild 4 zeigt die entsprechenden Kurven, und zwar die Flanschtemperatur der Endstufentransistoren ohne Kühlkörper in Abhängigkeit von der Zeit und dem Eingangs-Serienwiderstand R .

Im Bild 5 sind die Ergebnisse einer ähnlichen Meßreihe dargestellt, bei der die Endstufentransistoren auf Kühlkörpern mit einem Wärmewiderstand von $3,5\text{ }^{\circ}\text{C/W}$ befestigt waren. Das Temperaturmaximum ist hier weniger stark ausgeprägt, und das Temperaturgleichgewicht bei etwa $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ stellt sich bereits nach etwa $1,5\text{ min}$ ein. Bemerkenswert ist dabei, daß hier der Eingangs-Serienwiderstand praktisch

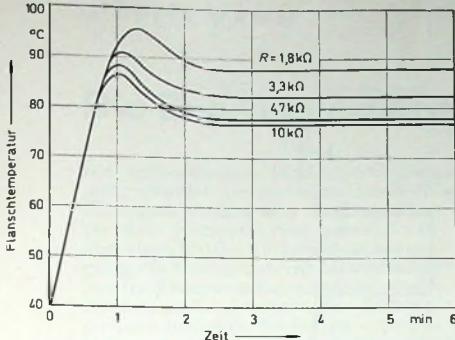


Bild 4. Flanschtemperatur der Endstufentransistoren bei Betrieb der Schaltung nach Bild 3 ohne Kühlkörper bei verschiedenen Eingangs-Serienwiderständen R (Lastwiderstand 4 Ohm, Ansteuerung 1 kHz, 0,8 V, Innenwiderstand der Signalquelle 50 Ohm; der Nullpunkt der Zeitachse entspricht dem Einschalten der Ansteuerung des Verstärkers)

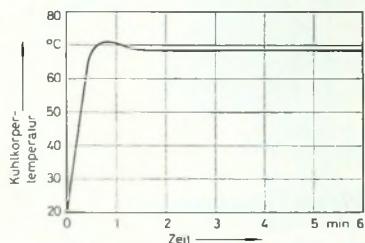


Bild 5. Kühlkörpertemperatur der Endstufentransistoren bei Betrieb der Schaltung nach Bild 3 mit Kühlkörpern (Wärmewiderstand 3,5 °C/W, Ansteuerung 1 kHz, 0,8 V, Innenwiderstand der Signalquelle 50 Ohm, Umgebungstemperatur 25 °C; der Nullpunkt der Zeitachse entspricht dem Einschalten der Ansteuerung des Verstärkers)

keinen Einfluß auf den Verlauf der Kurve hat. Auch sinkt in diesem Fall die Ausgangsleistung weniger stark ab. Je größer die Kühlkörper sind, um so günstiger werden die Verhältnisse. Für die Messungen mit kurzgeschlossenem Ausgang wurde derselbe Verstärker mit einem Eingangs-Serienwiderstand von 4,7 kOhm und mit einer flink ansprechenden Ausgangssicherung von 2,5 A ausgerüstet. Seine Endstufentransistoren waren auf Kühlkörpern mit einem Wärmewiderstand von 3,5 °C/W montiert. Die 1-kHz-Ansteuerung wurde so gewählt, daß die 2,5-A-Sicherung bei einem Kurzschluß am Ausgang gerade noch nicht an-

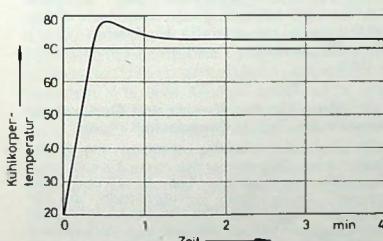


Bild 6. Kühlkörpertemperatur der Endstufentransistoren bei Betrieb der Schaltung nach Bild 3 mit kurzgeschlossenem Ausgang (Eingangs-Serienwiderstand $R = 4,7$ kOhm; der Nullpunkt der Zeitachse entspricht dem Beginn des Kurzschlusses)

sprach. Dann wurde der Ausgang kurzgeschlossen und die Temperatur am Flansch des einen Endstufentransistors gemessen. Bild 6 stellt die Ergebnisse dar. Nach Durchlaufen eines schwachen Temperaturmaximums bei etwa 80 °C stellte sich nach etwa 1 min thermisches Gleichgewicht bei ungefähr 75 °C ein.

Die Übersteuerungsversuche bei zu geringer Lastimpedanz wurden mit einer Last von nur 2 Ohm am Verstärkerausgang durchgeführt. Für die Endstufentransistoren waren Kühlkörper mit 3,5 °C/W Wärmewiderstand eingebaut. Bei Erhöhung der Signallastspannung an dem mit einem Serienwiderstand von 4,7 kOhm versehenen Verstärkereingang weit über das übliche Maß hinaus stieg die Ausgangsleistung nicht etwa bis zum Ausfall der Endstufe an, sondern näherte sich

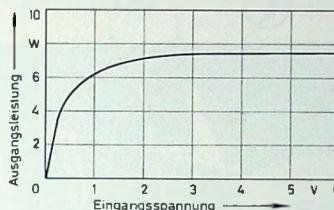


Bild 7. Verhalten der Schaltung nach Bild 3 bei Übersteuerung und zu niedrigem Lastwiderstand von 2 Ohm (Ansteuerung 1 kHz, Innenwiderstand der Signalquelle 50 Ohm, Eingangs-Serienwiderstand $R = 4,7$ kOhm)

einem betriebsmäßig vertretbaren Grenzwert von etwa 7,5 W. Im Bild 7 ist die dabei gemessene Ausgangsleistung als Funktion der Eingangsspannung dargestellt.

Um zu untersuchen, wie sich die Schutzschaltung bei Ausfall der Konvektionskühlung verhält, wurde der Verstärker mit einem Eingangs-Serienwiderstand von 4,7 kOhm und einem Lastwiderstand von 4 Ohm betrieben. Die Kühlkörper für die End-

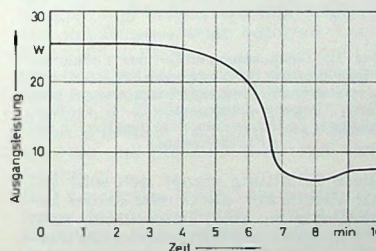


Bild 8. Verhalten der Schaltung nach Bild 3 bei Ausfall der Konvektionskühlung (Ansteuerung 1 kHz, 0,8 V, Innenwiderstand der Signalquelle 50 Ohm, Lastwiderstand 4 Ohm, Eingangs-Serienwiderstand $R = 4,7$ kOhm; der Nullpunkt der Zeitachse entspricht dem Beginn des Ausfalls der Kühlung)

stufe hatten einen Wärmewiderstand von 3,5 °C/W. Als Ansteuerung diente eine 1-kHz-Spannung, mit der sich bei normalem Betrieb eine Ausgangsleistung von 25 W ergab. Dann wurde der Verstärker mit einer Woldecke abgedeckt. Bild 8 zeigt, wie nach dieser Maßnahme die Ausgangsleistung nach kurzer Zeit zurückging. Die Temperatur der Endstufentransistoren blieb

dabei innerhalb des zulässigen Betriebsbereichs.

2.2. Thermisch gesteuerte Verringerung des Eingangssignals

Einen anderen, ebenso einfach aufgebauten Schutz gegen thermische Überlastung eines Transistor-NF-Leistungsverstärkers zeigt Bild 9. Hier stellt der „Moxie“ einen von der Temperatur der Endstufe abhängigen Nenschluß für das Eingangssignal dar, wenn er mit der Endstufe thermisch gekoppelt ist. Übersteigt die Endstufentemperatur einen vorgegebenen Wert, dann wird die Eingangsspannung drastisch herabgesetzt.

Abgesehen von einer geringfügigen Herabsetzung der Verstärkung, beeinflußt auch diese Schutzschaltung den normalen Verstärkerbetrieb nicht. Damit der Schutz auch bei niederohmigen Signalquellen wirksam ist, muß hier allerdings der Verstärker in jedem Fall mit einem Eingangs-Serienwiderstand ausgerüstet werden. Während dies bei Neuentwicklungen keine Rolle spielt, kann wegen der damit verbundenen Änderung des Eingangswiderstandes bei Einführung in eine laufende Serie unter Umständen eine Änderung der Datenblätter oder anderer Unterlagen erforderlich werden. Dafür hat man aber den Vorteil, daß sich durch geeignete Wahl des Eingangs-Serienwiderstandes das Ausmaß der Schutzwirkung weitgehend den jeweiligen Bedürfnissen anpassen läßt.

Auch diese Schaltung wurde in einem Verstärker eingehend erprobt. Zur Untersuchung seines Verhaltens bei Ausfall der Konvektionskühlung wurde der am Ausgang mit 4 Ohm belastete Verstärker mit einem 1-kHz-Signal so angesteuert, daß er 25 W Ausgangsleistung – etwa $\frac{1}{3}$ seiner Höchstleistung – abgab. Im Bild 10 ist dargestellt, wie sich die Ausgangsleistung und die Temperatur an den Endstufentransistoren änderten, nachdem der Verstärker mit einer Woldecke abgedeckt worden war. Nach etwa 4 min begann die Ausgangsleistung abzusinken, und nach ungefähr 10 min hatte sich thermisches Gleichgewicht bei etwa 77 °C und einer Ausgangsleistung von ungefähr 4 W eingestellt.

Den bei entsprechenden Untersuchungen ermittelten Zusammenhang zwischen Endstufentemperatur und Lastwiderstand zeigt Bild 11. Je kleiner der Lastwiderstand ist, um so höher wird die Temperatur. Für kleine Werte des Lastwiderstandes nähert sich die Endstufentemperatur schließlich einem Grenzwert von etwa 78 °C.

Eine weitere mit dieser Schaltung durchgeführte Untersuchung bezog sich auf den Betrieb des Verstärkers mit Kurzschluß am Ausgang. Der Verstärker wurde dazu mit einem 1-kHz-Signal von 22 mV angesteuert. Im Bild 12 ist zu erkennen, wie die Temperatur der Endstufe dabei zunächst steil ansteigt, ein Maximum bei 85 °C und ein Minimum bei 74 °C durchläuft und sich nach ungefähr 1,5 min auf einen Gleichgewichtswert von weniger als 80 °C einstellt.

Mit einer kleinen Änderung der Schaltung nach Bild 9 kann man den Ver-

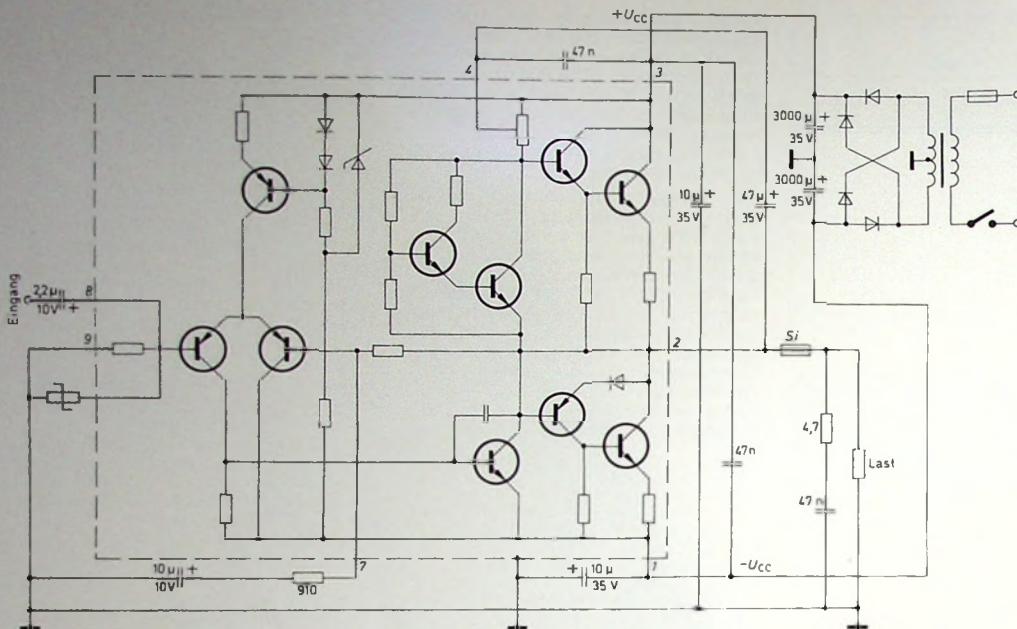


Bild 9. Schaltung eines Transistor-NF-Leistungsverstärkers mit einem „Moxie“-Eingangsspannungsteiler

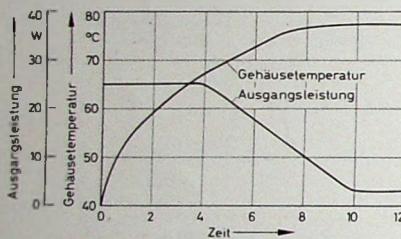


Bild 10. Gehäusetemperatur der Endstufentransistoren und Ausgangsleistung der Schaltung nach Bild 9 bei Ausfall der Konvektionskühlung (Ansteuerung 1 kHz, 100 mV, Lastimpedanz 4 Ohm; der Nullpunkt der Zeitachse entspricht dem Beginn des Ausfalls der Kühlung)

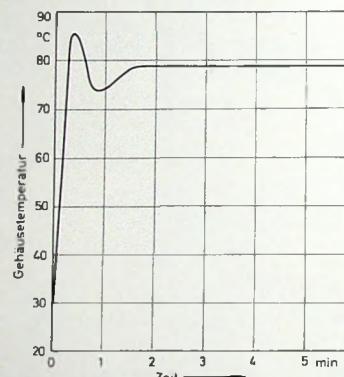


Bild 12. Gehäusetemperatur der Endstufentransistoren der Schaltung nach Bild 9 bei kurzgeschlossenem Ausgang (Ansteuerung 1 kHz, 22 mV, Umgebungstemperatur 25 °C, der Nullpunkt der Zeitachse entspricht dem Beginn des Kurzschlusses)

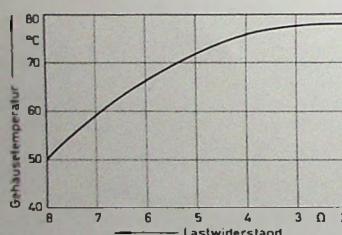


Bild 11. Gehäusetemperatur der Endstufentransistoren der Schaltung nach Bild 9 in Abhängigkeit vom Lastwiderstand

stärker wahlweise mit oder ohne thermischen Überlastungsschutz betreiben. Dazu braucht nur das kalte Ende des „Moxie“-Widerstandes im Bild 9 an Stelle mit Masse mit einem freien Anschluß verbunden zu werden. In diesem Fall ist der Überlastungsschutz unwirksam, und die Verstärkerdaten werden nicht beeinflußt. Benötigt der Benutzer den Überlastungsschutz, dann braucht er nur diesen Anschluß mit Masse zu verbinden.

Diese Schaltung eignet sich sehr gut für Verstärker, die bereits in der Serienfertigung sind. Datenblätter usw. brauchen dabei nicht geändert zu werden. Lediglich in einem Nachtrag wird dann auf die zusätzliche Möglichkeit hingewiesen, den Verstärker vor thermischer Überlastung zu schützen. Bei angeschlossenem Überlastungsschutz gelten im Prinzip die Kennlinien in den Bildern 10, 11 und 12, denn die Schaltung entspricht dann der nach Bild 9.

Schriftum

- [1] Siebert, H.-P.: „Moxie“ - Ein Polyconductor-Bauelement mit abruptem NTC-Übergang. FUNK-TECHNIK Bd. 29 (1974) Nr. 12, S. 417-419
- [2] Evans, B.: Applikationsbericht über die Verwendung von Moxie-Widerständen als thermischer Überlastungsschutz im NF-Leistungsverstärker STK-032. Druckschrift der Multi-State Devices Ltd.

Neue Druckschriften

Wer liefert was? Bezugssquellen nachweis für den Einkauf. 26. Ausgabe Hamburg 1974, „Wer liefert was?“ GmbH. Rund 1700 Seiten. Preis im Inland 34,80 DM, im Ausland 42 DM. Die Ausgabe 1974 des fünfsprachigen Einkaufsquellenwerkes „Wer liefert was?“ ist jetzt erschienen. „Wer liefert was?“ wird alljährlich völlig neu bearbeitet. Rund 1700 Seiten enthalten Angebote aus der deutschen Industrie, nach Branchen geordnet und mit Angabe der Hersteller versehen, auf Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch und Spanisch.

„RGA“ neu aufgelegt

Der wachsenden Bedeutung von Gemeinschafts- und Groß-Gemeinschafts-Antennenanlagen – die in Gebieten mit schwierigen Empfangsbedingungen oft die einzige Möglichkeit bieten, Fernsehsendungen zu empfangen – trug der Arbeitskreis Rundfunkempfangsanlagen durch die Veröffentlichung einer neuen Ausgabe der „Richtlinien für Planung, Aufbau, Übergabe, Wartung und Betrieb von Gemeinschafts-Antennenanlagen“ (RGA) Rechnung. Die Schrift soll Hausbesitzern, Wohnungsbaugesellschaften, Architekten, Planungsbüros und dem einschlägigen Handwerk Informationen geben. Die „RGA“ können vom Sekretariat des Arbeitskreises Rundfunkempfangsanlagen per Adresse Fachverband Empfangsanennen im ZVEI, 85 Nürnberg, Urbanstraße 40, Telefon (09 11) 40 50 97, bezogen werden (Schutzgebühr 3 DM).

„101 Ideen für den Einsatz von Operationsverstärkern, Teil 1: Grundschaltungen“

Mit 32 Seiten Umfang erschien die RCA Broschüre „101 Ideen für den Einsatz von Operationsverstärkern, Teil 1: Grundschaltungen“. Anregungen zu vermitteln, ist der Sinn der Broschüre. Die zusammengetragenen Beispiele zeigen die von den Entwicklern am häufigsten gebrauchten Schaltungen. Dabei handelt es sich um Lösungen, die mit linearen integrierten Schaltungen von RCA verwirklicht wurden. Die Broschüre kann kostenlos bei der Abteilung Werbung + Information von Neye, 2085 Quickborn, Schillerstraße 14, angefordert werden.

Die Energieversorgung im Nachrichtensatelliten Symphonie

Bei unbemannten Raumflugkörpern unterscheidet man Nutzsatelliten, Forschungssatelliten und Raumsonden. Zu den Nutzsatelliten gehören die Satelliten für die Nachrichtenübertragung, die Navigation, die Meteorologie und die Erderforschung. Bei den Nachrichtensatelliten sind die Übertragungstechnischen Probleme – verglichen mit denen der Telemetriegeräte bei Forschungssatelliten und Raumsonden – besonders schwierig.

Die ersten Überlegungen der deutschen Industrie, sich am Bau von Nach-

westlicher Länge – gebrachten beiden Nachrichtensatelliten Symphonie empfangen Informationen von jedem Punkt der Erdoberfläche aus im Frequenzband um 6 GHz. Sie geben die empfangenen Informationen jeder für sich wahlweise an zwei Zonen im Frequenzband um 4 GHz weiter. Die wichtigsten nachrichtentechnischen Merkmale sind:

- je Satellit zwei Transponderkanäle (Bandbreite 90 MHz) im 6-GHz- und 4-GHz-Bereich;
- eine 17°-Empfangsanzeige (Erdeausleuchtung);

drei für die Abschlußphase faltbare Solarzellenpaddel, die im Betriebszustand feststehen;

während des Durchlaufs durch den Erdschatten sind die Transponder – wegen der begrenzten Batteriekapazität – außer Betrieb.

Ein wesentliches Merkmal der Satelliten Symphonie ist ihre Lagestabilisierung im Gegensatz zu der sonst bei Nachrichtensatelliten üblichen Spinstabilisierung, bei der der gesamte Satellit mit Ausnahme der Antennensysteme rotiert. Bei dem Projekt Symphonie wird von der Dreiachsen-

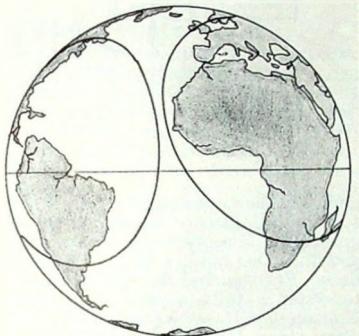


Bild 1. Ausleuchtgebiete der Antennen des Nachrichtensatelliten Symphonie

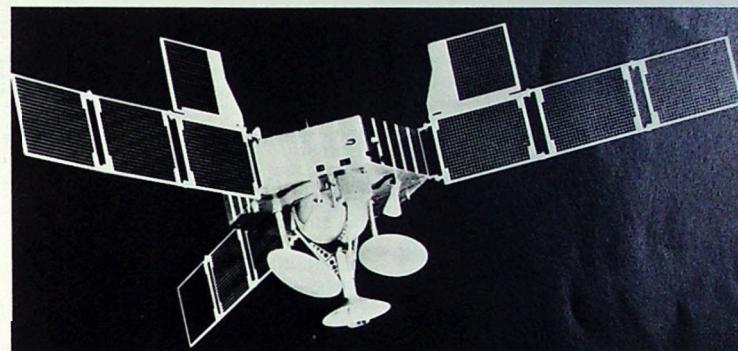


Bild 2. Modell des Nachrichtensatelliten Symphonie mit abgeklappten Solarzellenpaddeln

richtensatelliten zu beteiligen, fallen in die Zeit der Planung und des Aufbaus der ersten Antennenanlage der deutschen Erdfunkstelle in Raisting (1961 bis 1964). Seit 1964 werden Planung und Entwicklung von Fernmeldesystemen mit Satelliten vom Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft als Beitrag zum nationalen Forschungsprogramm finanziell gefördert.

Auf Grund der europäischen Bemühungen um eigene Nachrichtensatelliten wurde im Sommer 1967 zwischen der deutschen und der französischen Regierung der gemeinsame Bau der Nachrichtensatelliten Symphonie vereinbart. Für die Projektierung, den Bau und die Inbetriebsetzung der Satelliten Symphonie zeichnet das deutsch-französische Firmenkonsortium Cifas verantwortlich, dem je drei deutsche und französische Industriefirmen angehören; außerdem wurden 4% des Gesamtauftrages an belgische Firmen vergeben. Die Firma Siemens ist für den Transponder verantwortlich und liefert außerdem die zugehörigen Empfängergruppen. Bei der Entwicklung der beiden Unter- systeme Transponder und Energieaufbereitung leistet auch AEG-Telefunken einen erheblichen Beitrag zum Gesamtprojekt Symphonie.

Die mit Hilfe der von europäischen Firmen gebauten Trägerrakete Europa II in eine geostationäre Umlaufbahn über dem Atlantischen Ozean – bei 15°

zwei $90^\circ \times 14^\circ$ -Sendeantennen (die eine auf Nordost- und Südamerika, die andere auf Europa und Afrika ausgerichtet);

► die beiden Transponderkanäle lassen sich unabhängig voneinander auf eine der beiden Sendeantennen schalten und liefern eine äquivalente, auf den Kugelstrahler bezogene Leistung von 20 dBW.

Bild 1 zeigt die zwei von den beiden Sendeantennen jedes Satelliten ausgeleuchteten elliptischen Zonen. Die Zone 1 umfaßt Nordost- und Südamerika und die Zone 2 Europa und Afrika.

Bild 2 stellt das Modell des Nachrichtensatelliten Symphonie mit ausgeklappten Solarzellenpaddeln dar. Jeder der beiden Nachrichtensatelliten Symphonie hat zwei Übertragungs kanäle, die gleichzeitig und unabhängig voneinander arbeiten. Die Übertragungskapazität umfaßt wahlweise einen Fernsehkanal oder 300 Fernsprechkanäle. Die geplante Lebensdauer der Nachrichtensatelliten beträgt fünf Jahre.

1. System der Satelliten Symphonie

Die wegen der Nutzlast- und Nutzraumbeschränkung der Trägerrakete Europa II ziemlich komplizierten Satelliten haben folgende Eigenschaften:

in allen drei Achsen voll lagestabilisiert;

stabilisierung Gebrauch gemacht, die es ermöglicht, die Antennensysteme präziser auf die Bodenstationen auszurichten. Daher kann man dann mit einer erheblich geringeren Sendeleistung auskommen, was gleichbedeutend ist mit einer geringeren Nutzlast für die Transponder und die Energieversorgung.

Nachteilig wirkt sich jedoch bei einem lagestabilisierten Satelliten aus, daß die Sonneneinstrahlung wesentlich größer ist als die resultierenden thermischen Zeitkonstanten im Satelliten. Die zu erwartenden Temperaturextreme sind daher recht hoch. Der allgemeine passive Wärmehaushalt des Satelliten Symphonie wird hier im Transponder-Untersystem durch einen aktiven ergänzt. Das erfolgt durch Heizwiderstände, die jeweils von einer zugehörigen Heizungsverknüpfung gesteuert werden. Diese verhindert eine allzu starke Abkühlung der sich gerade im Schatten befindlichen Teile des Solargenerators.

Mit Ausnahme der kurzen Schattenphasen von maximal 1,2 Stunden Dauer je Tag um den Zeitpunkt der Tag- und Nachtgleiche ist ein ununterbrochener Betrieb des Transponder-Untersystems beziehungsweise der aus thermischen Gründen notwendigen Ersatzwiderstände vorgesehen. Das Transponder-Untersystem benötigt – mit Ausnahme der Zeitpunkte der Tag- und Nachtgleiche – eine Lei-

stung von 127 W. Beim Betrieb nur eines Transponders reduziert sich die Leistung auf 97 W. Die speziellen Spannungen der Wanderförderröhren und der übrigen Einheiten des Transponder-Untersystems werden innerhalb dieses Systems zwar selbst erzeugt, die Bereitstellung einer gut geregelten Haupteiterspannung für die verwendeten Konverter bedeutet jedoch eine Verringerung des Aufwands und eine Erhöhung des Wirkungsgrades.

Bild 3 zeigt die Blockschaltung eines Doppeltransponders (der aus zwei Transpondern besteht) im Nachrichtensatelliten Symphonie.

Tab. I. Leistungsverbrauch der Untersysteme im Nachrichtensatelliten Symphonie während verschiedener Betriebsphasen

Untersystem	Transferphase Sonne		Missionsphase		
	nominal W	maximal W	Sonne nominal W	Schatten nominal W	Lagekorrektur maximal W
Stabilisierung	5	20	14	14	64
Telemetrie, Telekommando	13	33	13	13	33
Transponder			127		113
Energieaufbereitung (Batterieladung) (Solargenerator)	5 (5)	5 (5)	5 (5) (20)	5	5
Summe	23	58	159	32	215

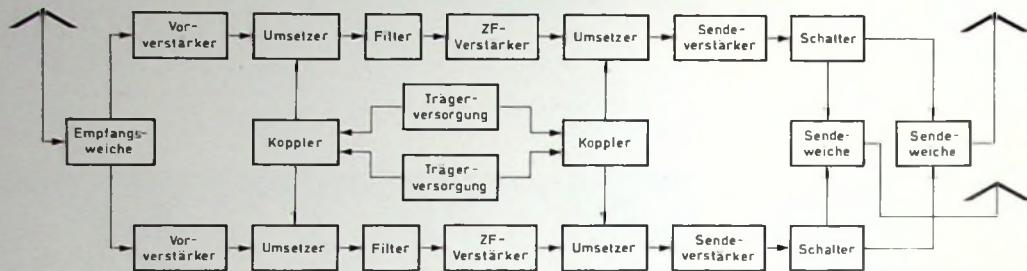


Bild 3. Blockschaltung des Doppeltransponders

tensatelliten Symphonie. Eine Empfangsweiche verbindet die beiden Transponder mit der Empfangsantenne. Die beiden Transponder können unabhängig voneinander mit zwei Schaltern über die beiden Sendeweichen auf die Sendeantennen geschaltet werden. Die Trägerversorgungen der beiden Transponder sind zu einer redundanten Trägerversorgung für den Doppeltransponder zusammengefaßt. Es ist jeweils nur eine Trägerversorgung in Betrieb und versorgt über zwei Leistungsteiler (3-dB-Koppler) beide Transponder mit Oszillatorsignalen, während die zweite Trägerversorgung in Reserve bleibt.

2. Energieerzeugung und -aufbereitung im Satelliten Symphonie

2.1. Energieerzeugung

Aktive Raumfahrtkörper – unbemannte oder bemannte – benötigen für ihre Funktion elektrische Energie. Je nach Aufgabe, Flugdauer und Flugbahn des Satelliten sind dazu sehr zuverlässige Energiequellen erforderlich. In Betracht kommt hier die Umwandlung von chemischer Energie, Sonnenenergie und Kernenergie in elektrische Energie. Für längere Missionen im sogenannten Planetenraum ist die Strahlungsenergie der Sonne bisher die wichtigste Energiequelle. Solarzellen haben ihre Zuverlässigkeit in den letzten Jahren bewiesen.

Das Transponder-Untersystem und alle anderen Verbraucher des Nachrichtensatelliten Symphonie werden primär – während der Sonnenphase – möglichst vom Solargenerator mit elektrischer Energie versorgt. Dabei muß das stark variierende elektrische Leistungsangebot des Solargenerators berücksichtigt werden. Beeinflußt wird dieses Leistungsangebot unter anderem durch unterschiedliche Intensität der Sonneneinstrahlung, Temperatur und Alterung. Dennoch ist

eine solche Energieerzeugung für Raumfahrtkörper der genannten Art bis zu einigen Kilowatt Leistung zur Zeit die wirtschaftlichste.

Im Satelliten Symphonie ist der Solargenerator so ausgelegt, daß bei Missionsbeginn eine Leistung von maximal 300 W zur Verfügung steht. Gegen Ende der Mission – nach fünf Jahren – ist die Leistungsabgabe von etwa 176 W aber immer noch so groß, daß der Betrieb beider Transponder während der Sonnenzeiten möglich ist. Tab. I zeigt den wesentlichen Leistungsverbrauch der Untersysteme in den einzelnen Missionsphasen.

2.2. Energieaufbereitung

Die Energieaufbereitung und die Anpassung der von Solargenerator und Batterie gelieferten elektrischen Energie erfolgen im Stromversorgungssystem des Satelliten Symphonie derart, daß die den verschiedenen Verbrauchern zugeführten Spannungen hinsichtlich Toleranz und Impedanz den gestellten Forderungen entspre-

chen. Aus bestimmten Gründen wurde für den Satelliten die Konzeption der geregelten Haupteiterspannung ausgewählt. Das heißt, daß die verschiedenen Verbraucher der einzelnen Untersysteme teils direkt von einem Haupteiter HL – wie Bild 4 zeigt – oder über einen Gleichspannungswandler mit elektrischer Energie versorgt werden. Beim Satelliten Symphonie beträgt die Haupteiterspannung 27 V ± 1 %. Dieser Wert muß sowohl in der Sonnenphase als auch in der Schattenphase während der Missionsdauer von fünf Jahren eingehalten werden. Die gewählte Konzeption erfüllt mit relativ geringem Aufwand hinsichtlich der Energieaufbereitung die gestellten Forderungen.

2.3. Haupteiter

Im Energiesversorgungssystem des Satelliten Symphonie wird die Spannung des Haupteiters in der Sonnen- und Schattenphase der Mission auf einen innerhalb vorgegebener Toleranzen gleichen Wert geregelt. Ist während

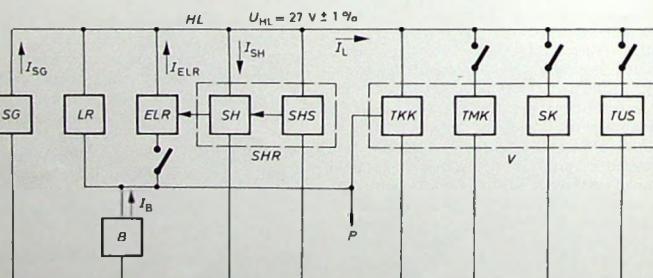


Bild 4. Blockschaltung des Stromversorgungssystems. U_{HL} Haupteiterspannung, I_{SG} Solargeneratorstrom, I_{SH} Shuntstrom, I_L Laststrom der Verbraucher, I_B Batteriestrom, I_{ELR} Ausgangsstrom des Entladereglers, HL Haupteiter, SG Solargenerator, LR Entladeregler, ELR Entladeregler, SHR Shuntregler, SH Shunt, SHS Shuntsteuerung, B Batterie, P Pyrotechnik, V Verbraucher, TMK Telemetrikonverter, SK Stabilisierungskonverter, TUS Transponder-Untersystem

der Sonnenphase das Solargeneratorangebot größer als die Lastforderung, so wird mit einem Shuntregler *SHR* die Hauptleiterspannung auf einen konstanten Wert geregelt. Dadurch sind zur Speisung vieler Verbraucher im Satelliten keine Konverter erforderlich, und trotzdem benötigte Konverter erreichen wegen der konstanten Eingangsspannung hohe Wirkungsgrade. Bei einer maximalen Leistung von etwa 300 W ergibt sich ein Arbeitspunkt bei einer Spannung um 30 V und einem Strom von etwa 10 A. Unter Berücksichtigung der Solargenerator-Kennlinien wurde die Hauptleiterspannung so festgelegt, daß sie der Spannung im Punkt maximaler Leistung der *U-I*-Kennlinie des Solargenerators gegen Ende der Mission entspricht. Damit wird erreicht, daß gerade dann der Solargenerator im optimalen Arbeitspunkt betrieben wird, wenn seine Leistung gesunken ist.

2.4. Shuntregler

Damit sich bei Lastabschaltungen oder bei einem hohen Leistungsangebot des Solargenerators *SG* kein Arbeitspunkt mit höherer Spannung einstellen kann, wird die Haupitleiterspannung durch einen regelbaren Parallelshunt *SH* begrenzt. Wegen der Bedeutung des Shuntreglers im Stromversorgungssystem des Satelliten *Symphonie* wurde bei der Entwicklung der Schaltung auf größte Zuverlässigkeit Wert gelegt. Zum Beispiel werden drei Sensoren mit jeweils unabhängiger eigener Referenzspannung zur Erfassung des Ist-Wertes der Haupitleiterspannung verwendet.

Unter Berücksichtigung der thermischen Bedingungen, denen die Bauelemente des Shunts ausgesetzt sind ($-110^{\circ}\text{C} \dots +110^{\circ}\text{C}$ für die Widerstände sowie $-60^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$ für die Transistoren), wurde der Shuntregler so ausgelegt, daß insbesondere für die Transistoren die zulässigen Temperaturen nicht überschritten werden. Das wird dadurch erreicht, daß die Leistung auf vier Stufen zu je 75 W verteilt wird, die nacheinander linear bis in die Sättigung gesteuert werden. Der Shuntregler ermöglicht die Einhaltung einer maximalen Toleranz der Haupitleiterspannung von $\pm 1\%$ über die geforderte Missionszeit.

3. Energiespeichersystem

Ein geostationärer Satellit – wie der Nachrichtensatellit *Symphonie* – bewegt sich zweimal jährlich für jeweils 45 Tage bis zu maximal 1,2 Stunden durch den Erdschatten, und zwar um die Zeit der Tag- und Nachtgleiche. In dieser Zeit ist der Satellit ohne eine primäre Energieversorgung. Damit die wichtigen Funktionen an Bord des Satelliten auch für die Zeit der Schattenphasen erhalten bleiben, ist der Nachrichtensatellit *Symphonie* mit einem Energiespeichersystem ausgerüstet. Es besteht aus zwei Nickel-Cadmium-Batterien, die über einen Entladeregler *ELR* wichtige Verbraucher der Elektronik des Satelliten, zum Beispiel die eigene Überwachungsverknüpfung, den Telemetrieempfänger, den Telemetriesender und die Lageregelung, mit elektrischer Energie versorgen.

3.1. Batterien

Die beiden im Nachrichtensatelliten *Symphonie* vorhandenen Batterien bestehen aus einer Reihe von versiegelten Nickel-Cadmium-Zellen, wie sie speziell für die Verwendung in Satelliten entwickelt wurden. Jede Batterie hat 14 Zellen und eine Nennkapazität von 3,5 Ah. Sie ist in einem Behälter untergebracht und mit Isolierschaum vergossen. Der Grad der Entladung wird auf einem mit den Anforderungen an die Batterielebensdauer verträglichen Minimum gehalten. Die Spannung regelt ein Serientransistor, dessen Referenzspannung von einer Z-Diode geliefert wird. Dieser Regler versorgt die Elektronik des Satelliten konstant mit elektrischer Energie, unabhängig von den Spannungsschwankungen der Solarzellengenerator-Batterie-Kombination. Bei einer maximal zulässigen Entladefrate von etwa 60% – bei fünfjährigem Zyklusbetrieb – stehen ungefähr 35 Wh zur Verfügung, wenn man mit einer mittleren Entladestruktion von 1,2 V je Zelle rechnet. Unter diesen Bedingungen ergeben sich etwa 30 Wh am Haupitleiter bei einem Entladeregler-Wirkungsgrad von 85%. Hinsichtlich der Lebensdauer der Batterien ist ein abwechselnder Betrieb mit halbjähriger Periodizität wünschenswert, obwohl die Energiebilanz von einer Batterie allein beschränkt wird.

3.2. Entladeregler

Die Batteriespannung ist im Satelliten *Symphonie* immer niedriger als die Spannung des Haupitleiters. Aus diesem Grund muß als Entladeregler ein Gleichspannungswandler verwendet werden, der für eine Dauerlast von 35 W ausgelegt ist.

Der Eingangsspannungsbereich des Entladereglers *ELR* liegt zwischen 12 und 20 V. Im gesamten Temperaturbereich zwischen -20°C und $+60^{\circ}\text{C}$ beträgt der Wirkungsgrad bei 35 W Nennlast über 80%. Für Eingangsspannungen um 17 V, die unter normalen Umständen den abgegebenen Betriebsspannungen entsprechen, liegt der Wirkungsgrad bei 87%. Da Solargenerator, Shuntregler und Batterie-Entladeregler parallel auf den Haupitleiter arbeiten, wird eine kontinuierliche Lastübernahme durch die Batterie bei einem vorübergehenden Solargenerator-Leistungsabfall gewährleistet. Es ergibt sich somit ein Lastbereich zwischen 0 und 40 W maximal. Die Toleranz der Haupitleiterspannung von $\pm 1\%$ (entsprechend $\pm 270\text{ mV}$) wird auch während dieser Betriebsweise ohne Schwierigkeiten eingehalten.

3.3. Laderegler

Jeder Batterie des Satelliten ist ein Konstantstromregler *LR* als Laderegler zum Wiederaufladen der Batterie zugeordnet. Mit diesem Konstantstromregler lassen sich zwei Laderaten einstellen, und zwar 175 mA als Normalladerate sowie 350 mA als Schnellladerate. Die Normalladerate gewährleistet, daß die auf etwa 60% entladene Batterie innerhalb der 22,8 Stunden dauernden Sonnenphase selbst unter ungünstigen Bedingungen

– die zu einem schlechten Ladefaktor führen – wieder voll aufgeladen wird.

4. Die Steuer- und Überwachungsverknüpfung

4.1. Steuerverknüpfung

Zur automatischen Steuerung des Lade- und Entladevorgangs der Batterien – entsprechend den jeweiligen Betriebsbedingungen – hat das Energieversorgungssystem eine Steuerverknüpfung. Sie ermöglicht das selbstdämmige Ein- und Ausschalten von Laden oder Entladen einer der Batterien des Satelliten. Mit Hilfe zweier Flip-Flop wird die Batteriewahl – auf Grund eines Befehls der Bodenleitstelle – vorgenommen.

Während der Sonnenphase ist die Verbindung zwischen den Batterien und dem Entladeregler unterbrochen. Beim Eintritt in die Schattenphase wird durch die dann ansprechende Haupitleiter-Unterspannung überwachung das Transponder-Untersystem abgeschaltet und die ausgewählte Batterie – sofern diese nicht Unterspannung hat – eingeschaltet. Beim Austritt aus dem Erdschatten wird die Batterie durch ein Signal, das gleichzeitig das Transponder-Untersystem einschaltet, wieder abgeschaltet. Dieses Signal gibt ein Shuntstromdetektor ab, sobald genügend Solargeneratorleistung zur Verfügung steht, das heißt, wenn ein Shuntstrom von 4,6 A überschritten wird. Die Aufladung der ausgewählten Batterie wird ebenfalls durch einen Shuntstromdetektor je nach Höhe des Shuntstroms aus- und eingeschaltet.

4.2. Überwachungsverknüpfung

Die Überwachungsverknüpfung dient dazu, das Energieversorgungssystem des Satelliten gegen Fehlfunktionen oder Fehlbedienungen zu schützen. Kriterien, die zur Abgabe geeigneter Überwachungssignale dienen, sind Batterie-Überstrom, Batterie-Unterspannung und Batterie-Übertemperatur. Im Normalzustand greifen die Signale der entsprechenden Sensoren als logische Zusatzbedingungen in die Steuerverknüpfung ein. Sprechen die Sensoren an, so fallen einerseits diese Bedingungen fort, und andererseits werden direkte Maßnahmen getroffen, um einen Vorgang einzuschalten oder abzubrechen.

Jeder Batterie ist ein Unterspannungssensor zugeordnet. Beim Ansprechen eines Batterie-Unterspannungssensors wird zunächst die andere Batterie zugeschaltet und unmittelbar darauf die erste Batterie abgeschaltet. Dieses Zuschalten ist so erweitert, daß im Falle der gleichzeitigen Unterspannung der zweiten Batterie beide Batterien abgeschaltet werden. Beim Auftreten eines Batterie-Überstroms – was auf Überlast am Ausgang des Entladereglers oder auf Kurzschluß in seinem Eingangsbeziehungsweise Ausgangskreis zurückzuführen ist – spricht ein an den Batteriestromsensor angeschlossener Überstromdetektor an. Sein Schwellenwert liegt bei 4,8 A. Das von dem Überstromdetektor abgegebene Signal schaltet die Batterieentladung ab.

Der bei dem Nachrichtensatelliten *Symphonie* getriebene Aufwand an

Steuer- und Überwachungseinheiten ist als optimal anzusehen, wenn die Gesichtspunkte der Zuverlässigkeit und nicht zuletzt die Testbarkeit berücksichtigt werden. Der Eingriff in die weitgehend automatisch ablaufenden Vorgänge durch Telekommandos der Bodenstationen stellt eine Sicherheit im übergeordneten Sinne dar, mit der das Energieversorgungssystem des Satelliten anomalen Betriebszuständen für kurze Zeit mehr oder weniger angepaßt werden kann. Dazu sind alle Relais und bistabilen Kippstufen – die wichtigsten auch bei ausgefallener Hauptleiterspannung – von den Bodenleitstationen aus schaltbar.

5. Konverter

Jedem Untersystem im Satelliten Symphonie ist mindestens ein Konverter zugeordnet, der die benötigten Spannungen in der gewünschten Höhe, Polarität, Toleranz und Impedanz liefert. Folgende Konverter sind im Nachrichtensatelliten Symphonie vorhanden: Telekommando-, Telemetrie- und Stabilisierungskonverter. Die zum Transponder-Untersystem gehörenden Konverter sind dort integriert.

Alle Konverter im Satelliten haben den gleichen prinzipiellen Aufbau. Den Eingangskreis bildet ein Serienregler mit Kurzschlußstrombegrenzung zum Ausregeln von Störspannungen auf dem Hauptleiter. Die stabilisierte Spannung (25 V) wird dem Gegenakt-Gleichspannungswandler mit Sättigungssteuertransformator zugeführt, der mit 32.76 kHz synchronisiert wird.

Die zwischen Leerlauf und Vollast auftretenden Spannungsabweichungen betragen weniger als 5 % des Nennwertes. Für Ausgänge, bei denen die Spannungsabweichung unter 1 % liegen soll, sind Serienregler vorhanden. Alle Konverterausgänge sind potentiellmäßig voneinander und vom Eingang getrennt.

Schriftum

Albanese, D. F.: Der geodätische Satellit. Elektr. Nachrichtenwesen Bd. 43 (1968) Nr. 1, S. 53-60

Herz, R., u. John, R.: Nachrichtensatelliten. Siemens-Z. Bd. 44 (1970) Nr. 9, S. 543-549

Köbel, J.: Der Symphonie-Transponder in der Integrationsphase. Siemens-Z. Bd. 46 (1972) Nr. 4, S. 219-221

Schreger, A.: Stromversorgungssysteme in Satelliten. Techn. Mitt. AEG-Telefunken Bd. 60 (1970) Nr. 7, S. 425-429

Preusche, G.: Untersuchung der Spannungsregelung im Nachrichtensatelliten Symphonie. Techn. Mitt. AEG-Telefunken Bd. 60 (1970) Nr. 7, S. 429-433

Hofmeister, E., u. Nitsche, E.: Solarzellen und Solarmodulen. Siemens-Z. Bd. 44 (1970) Beiheft Beiträge zur Raumfahrt, S. 90-93

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

Kienscharf, E.: Energieaufbereitung im Satelliten. Techn. Mitt. AEG-Telefunken Bd. 62 (1972) Nr. 3, S. 129-134

Pollack, L.: Satellite communication system requirements for solid-state devices. Microwave J. (1973) Nr. 3

Dawson, G.: Signalumsetzer in Nachrichtensatelliten. Elektr. Nachrichtenwesen Bd. 44 (1969) Nr. 4, S. 343-352

Persönliches

H. Oltze 65 Jahre

Dr.-Ing. Heinz Oltze, Leiter des Fachgebietes Sender im Fachbereich Hochfrequenztechnik von AEG-Telefunken, vollendete am 1. Juni in Berlin das 65. Lebensjahr. Seine Industrietätigkeit begann Oltze 1938 als Entwicklungingenieur bei der damaligen Fernmelde- und Apparatefabrik Oberspree der AEG in Berlin-Oberschöneweide, wo er nach kurzer Einarbeitszeit Laborleiter für Trägerfrequenztechnik wurde. 1949 wurde ihm die Leitung eines Entwicklungslabors für Senderanlagen bei Telefunken in Berlin übertragen. Nach Tätigkeiten im Ausland übernahm Heinz Oltze schließlich 1957 die Leitung des Fachgebietes Sender, das Entwicklung, Konstruktion und Vertrieb von Großsendern umfaßt.



W. Bürk 60 Jahre

Werner Bürk, Prokurist und Verkaufsdirektor von Dual, feierte am 15. Mai 1974 seinen 60. Geburtstag. Gleichzeitig konnte er auf eine 25jährige Tätigkeit im Unternehmen zurückblicken.

Als er 1949 die Verkaufsabteilung von Dual übernahm, gehörte zu seinen besonderen Anliegen der Wiederaufbau des Exports. Mit großer Zielstrebigkeit hat er die Dual-Verkaufsorganisation entwickelt. Werner Bürk ist auch Vorsitzender der Fachabteilung Plattenspieler - Plattenwechsler und Mitglied des Vorstandes des Fachverbandes Phonotechnik im ZVEI.

J. Weilmaier 60 Jahre

Am 5. Juni 1974 vollendete J. Weilmaier, Direktor des De Te We-Bereiches Privatvertrieb, Berlin, das 60. Lebensjahr. Zu seinem Verantwortungsbereich gehören die Vertriebsabteilungen Inland und Ausland sowie die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit.

Goldmedaille 1974 der RTS für W. Bruch

Professor Dr.-Ing. E. h. Walter Bruch, Leiter der Grundlagenentwicklung der Telefunken Fernseh und Rundfunk GmbH, Hannover, ist für hervorragende Beiträge zum Fernsehen von der britischen Gesellschaft The Royal Television Society (RTS) mit der Goldmedaille des Jahres 1974 ausgezeichnet worden. Die Goldmedaille ist die höchste Ehrung der RTS für eine hervorragende Leistung zur Entwicklung des Fernsehens. Sie wurde bisher fünfmal verliehen.

H. Toeller 40 Jahre bei Hartmann & Braun

Am 18. Juni 1974 beginnt Dr.-Ing. Heinrich Toeller, Mitglied des Vorstandes der Hartmann & Braun AG, Frankfurt a.M., sein 40jähriges Dienstjubiläum.

25jähriges Berufsjubiläum von L.-L. Sachtleben-Fuising

Lotte-Lore Sachtleben-Fuising, Essen, beginnt am 1. Juni 1974 ihr 25jähriges Berufsjubiläum. Zu den von ihrer Firma, L.-L. Fuising Industrievertreterungen, vertretenen Unternehmen zählen die Firmengruppe Roederstein, die Wilhelm Ruf KG, die Vogt + Co. KG, die Wilisch + Sohn KG sowie die Ch. Schweißer + Sohne KG. Die Einzelfirma wird per 1. Juli 1974 in eine GmbH umgewandelt. Die Mitarbeiter Ing. Wolfgang Niemann und Ing. Wilhelm Dinau werden dann der Firma als Mitgesellschafter angehören.

E. Graetz t

In Ascona/Italien, seinem Alterssitz, starb am 28. Mai 1974 Erich Graetz im 83. Lebensjahr. Begaben wurde er in Altena, dem Sitz seiner früheren Firma, die er an den ITT-Konzern verkauft hatte.

Unerschöpfliche und umweltfreundliche Energiequellen

Im Heft 10/74, S. 356 – 358, der FUNK-TECHNIK wurden Möglichkeiten zur Erschließung umweltfreundlicher Energiequellen beschrieben. Folgende Projekte verdienen besondere Beachtung, weil sie in der Lage sind, wesentlich zur Stabilisierung auf dem Energiesektor beizutragen:

► Die Gletscherkraftwerke in Südgroenland, die nach neuesten Berechnungen jährlich elektrische Energie von wenigstens $5 \cdot 10^{12}$ kWh liefern könnten.

► Die Gezeitenkraftwerke, die wenigstens 10^8 kW (und nicht wie angegeben 10^5 kW) liefern könnten, womit eine jährliche Energieabgabe von über 10^{11} kWh möglich wäre. Allein im Ärmelkanal könnten Werke für insgesamt mehr als 10^7 kWh gebaut werden. Derartige Projekte können allerdings nur mit beträchtlichem Kapitalaufwand ausgeführt werden. Wenn man aber bedenkt, daß ein 1-GW-Kernkraftwerk schlüsselhaft etwa 2 Mrd. DM kostet (wobei die Deponiekosten für den Atommüll noch nicht eingerechnet sind) und die Uranpreise dauernd steigen, so sollte man meinen, daß für die hier angeführten Projekte doch einiges Interesse bestehen sollte.

Ganz anders liegen die Bedürfnisse der „armen“ Länder. Ihnen unsere ins Gigantische wachsende Technik als erstrebenswert und vorbildlich oder gar als Entwicklungshilfe aufdrängen zu wollen, wäre ein sehr fragwürdiges Unter-

fangen. Damit würde der vom Club of Rome vorhergesagte Katastrophenzeitpunkt nur noch weiter nach vorn verlegt. Für diese Länder wäre nach Vorschlägen der „Intermediate Technology Development Group London“ [1] eine angepaßte Kleintechnik mit Mini-Energiequellen die beste Hilfe. Alle Techniker sind aufgerufen, solche Möglichkeiten zu untersuchen und entsprechende Geräte und Energiequellen zu entwickeln, die es erlauben, die Produktion zu dezentralisieren, Transportwege abzukürzen und den Raubbau an unersetzlichen Rohstoffen und Energiequellen einzudämmen.

Als Mini-Energiequellen kämen zum Beispiel in Betracht: kleine Wind- und Wasserkraftwerke, Brennstoffzellen und die Sonnenenergie. Hier wären preisgünstige Sonnenheizsysteme zur Versorgung einzelner Häuser und Gebäude mit Heißwasser, Sonnenkollektoren und Parabolospiegelmaschinen zu entwickeln. Diese „Sonnenenergie“ könnte durchaus auch auf europäische Verhältnisse anwendbar sein, und eine derartige Sonnenenergieforschung wird seit kurzem auch bereits in Europa am Forschungszentrum der Europäischen Gemeinschaft in Varese (Italien) ernsthaft betrieben. R. Hübner

Schriftum

[1] Schumacher, E. F.: Es geht auch anders – Jenseits des Wachstums – Technik und Wirtschaft nach Menschenmaß. München 1974, Desch

Neuartige Aussteuerungsanzeige für Vielkanal-Tonaufzeichnungen

In den letzten Jahren hat sich in zunehmendem Maße die Mehrkanaltechnik in der Speicherung musikalischer Informationen durchgesetzt. Während man zur Zeit noch die 16-Kanal-Technik als Standard betrachten kann, werden für die Zukunft 24 oder sogar 32 Kanäle gefordert. Zu dem Problem des kleiner werdenden Fremd- und Geräuschspannungsabstandes, das durch den Einsatz von Dolby- oder Keep-ex-Geräten gelöst werden kann, kommt ein weiteres hinzu: die Aussteuerungsanzeige. Sieht man einmal von den sehr hohen Kosten für beispielsweise 24 Lichtzeigerinstrumente ab, so bleibt immer noch die Forderung nach ihrer platzsparenden, übersichtlichen Anordnung. Selbst bei dem relativ kompakten aufgebauten Vierfach-Lichtanzeigerinstrument von Müller & Weigand mit nur 19 cm Breite ergäbe sich für sechs dieser Einheiten eine Gesamtbreite von 114 cm. Rechnet man mit einem Betrachtungsabstand von einem Meter, so entspricht dies einem Blickwinkel von etwa 55°. Bei einem so großen Blickwinkel ist aber die gleichzeitige Beobachtung aller 24 Kanäle nicht mehr möglich.

Hier bringt zunächst die Leuchtdiodenanzeige gewisse Vorteile, da sie sich platzsparend aufbauen läßt. Eine Kostenersparnis ist jedoch auch hierbei kaum möglich. Außerdem bietet das in Pegelstufen arbeitende Gerät dem Tonmeister nicht immer ein optimales Abbild der Aussteuerung. Auch das ständige Aufblitzen und Wiederlöschen der einzelnen Dioden kann bei 24 Kanälen zu einer Ermüdung des Auges führen. Um alle diese Nachteile zu vermeiden, wurde nach einer optimalen Lösung gesucht, die im Zeitalter der Audiovision sehr nahezu liegen scheint: die Aussteuerungsanzeige auf einem Fernsehmonitor.

1. Aufbau des Geräts

Bild 1 zeigt die Darstellung von 16 ausgesteuerten Kanälen auf einem 23-cm-Bildschirm mit 5 mm je Kanal ausge-

nutzter Balkenbreite. Der besseren Übersichtlichkeit wegen sind je 4 Kanäle zu einer Gruppe zusammengefaßt. Sowohl die Balkenbreite als auch die Breite der Zwischenräume sind in einem großen Bereich variabel, so daß sich das für 24 Kanäle konzipierte Gerät universell auch für die 8-, 16- oder 24-Kanal-Technik einsetzen läßt.

Der gesamte Aufbau erfolgt auf vier Europakarten (100 mm × 158 mm) für die 8-Kanal- beziehungsweise auf sechs Karten für die 24-Kanal-Version. Diese Karten enthalten lediglich die Elektronik zur Erzeugung des BAS-Signals. Die Ansteuerung erfolgt aus getrennten Aussteuerungsverstärkern; sie übernehmen gleichzeitig auch die Logarithmierung, die Gleichrichtung und die Impulspeicherung der aufzuzeichnenden Tonsignale. Die zur Ansteuerung des Modulators erforderlichen Spannungen liegen zwischen etwa +1,5 V (-40 dB) und +4,5 V (+6 dB). Mit Ausnahme der Video-Endstufe und des Mutteroszillators sind alle Stufen mit integrierten Digitalbausteinen bestückt. So entsteht ein außerordentlich kompakter Aufbau. Die Bilder 2 bis 4 zeigen die drei wesentlichen Platten.

Um das Bildschirm-Seitenverhältnis von 3:4 besser ausnutzen zu können, wurde die Ablenkinkelheit um 90° gedreht, so daß eine senkrechte Zeilenstruktur entsteht. Am Ausgang des Geräts steht ein komplettes BAS-Signal zur Verfügung, das von jedem Monitor oder Fernsehgerät mit BAS-Anschluß verarbeitet werden kann. Der Vorteil dieses Systems liegt darin, daß sich je nach Betrachtungsabstand die jeweils optimale Bildschirmgröße wählen läßt. Außerdem kann man mehrere Monitore verschiedener Größe – beispielsweise ein zweites Gerät für den Tonmeister zur Aussteuerungskontrolle – mittels einfacher 60-Ohm-Koaxialleitungen parallel schalten.

2. Signalaufbereitung

Aus dem Blockschaltbild der Signalaufbereitung (Bild 5) ersieht man, daß alle zur Funktion des Geräts erforderlichen Impulse in einem quarzgesteuerten Mutteroszillator erzeugt werden. Um eine möglichst feine Zeilenstruktur zu erhalten, wird im Zeilensprungverfahren gearbeitet, das heißt, die Quarzfrequenz hat die doppelte Zeilenfrequenz (31250 Hz). Von ihr werden in verschiedenen Teilerstufen die Zeilenfrequenz (15625 Hz) und die Bildfrequenz (50 Hz) abgeleitet, so daß zwischen Zeilen- und Bildfrequenz eine feste Phasenbeziehung besteht. Je eine Impulsformervstufe (monostabil Multivibrator) erzeugt die vertikalen und horizontalen Synchronimpulse von 160 µs beziehungsweise 4,8 µs Dauer. Die gemischten Synchronimpulse werden dann über eine Additionsschaltung der Klemmstufe, die den Pegel des Austastwerts festlegt, und schließlich der Video-Endstufe in Gleichstromkopplung zugeführt. Um

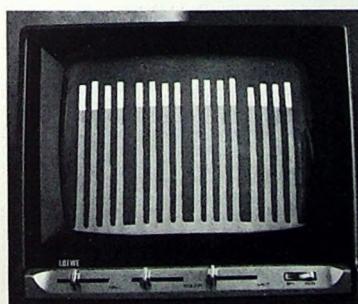


Bild 1. Aussteuerungsanzeige für 16 Kanäle auf einem 23-cm-Fernsehmonitor

Ing. Udo Schmidt ist Abteilungsleiter für den Bereich Technische Aufnahme – Betriebstechnik bei der EMI-Electrola GmbH, Köln.

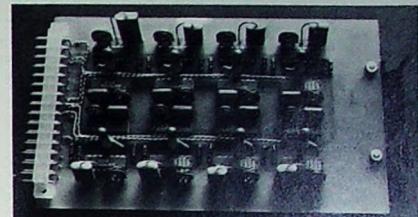


Bild 2. Platine „17. 16. J 1“ (Balkengenerator für jeweils 8 Kanäle)

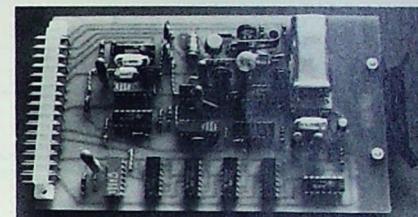


Bild 3. Platine „17. 16. J 2“ (Impulsgenerator, Synchronimpulserzeugung, Austastung, Übersteuerungsaufteilung, Klemmstufe und Video-Endstufe)

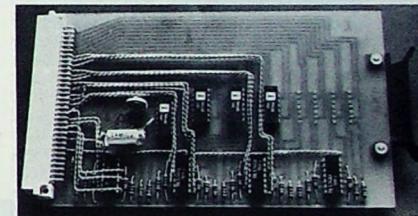


Bild 4. Platine „17. 16. J 3“ (Pegelumsetzer, elektronische Schalter und Impulsbreitenmodulator)

Schwankungen der Grundhelligkeit zu vermeiden, sollte man darauf achten, daß auch der Monitor eine Klemmschaltung enthält.

Die vertikalen Synchronimpulse steuern gleichzeitig eine Reihe monostabiler Multivibratoren, deren zeitlicher Ablauf die Breite der hellgesteuerten Balken und der Balkenabstände bestimmt. Die Schaltung ist so ausgelegt, daß bei Veränderung der Balkenbreite die Abstände konstant bleiben. Die bei der 16-Kanal-Anzeige 0,45 ms breiten Impulse tasten über je einen invertierenden Pegelumsetzer in einem festgelegten Zyklus die elektronischen Schalter auf. Sie geben die gleichgerichtete Modulationsspannung des entsprechenden Kanals auf den Impulsbreitenmodulator. Jeder Kanal wird also alle 20 ms für eine Zeit von etwa 0,5 ms abgetastet. Fallen sehr kurze Impulse zufälligerweise nicht mit der Abtastzeit zusammen, so werden sie über die Impulsspeicherung im Aussteuerungsverstärker trotzdem angezeigt.

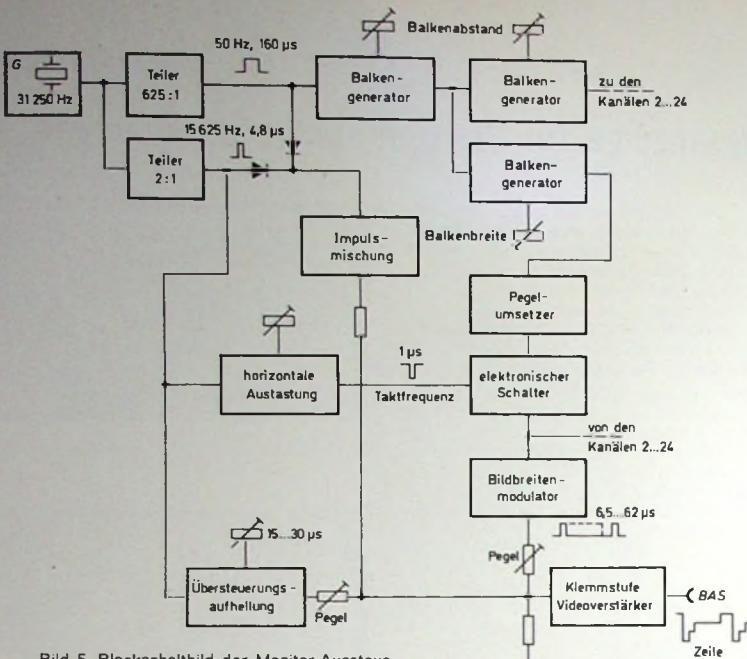


Bild 5. Blockschaltbild der Monitor-Aussteuerungsanzeige (Darstellung für einen Kanal)

Infolge der zyklischen Abtastung und der relativ langen Nachleuchtzeit darf die Rücklaufzeit nicht zu kurz gewählt werden, da sich sonst bei jedem Abtastumlauf der Ladungsverlust des Speicher kondensators als stufenförmige Anzeige unterschiedlicher Helligkeit bemerkbar macht. Eine

Zeit von etwa 2 s für einen Rücklauf von 0 auf -30 dB hat sich als optimal erwiesen (0,6 s von 0 auf -10 dB). Der Impulsbreitenmodulator ist ein integrierter Funktionsgenerator, dessen Impulsbreite sich je nach zugeführter Gleichspannung zwischen 6,5 und 62 µs ändern lässt. Angesteuert wird dieser Modulator von den Zeilensynchronim-

pulsen, die vorher für die horizontale Austastung verzögert und dann einer Impulsformerstufe zugeführt werden. Der Ausgang des Modulators ist mit der oben bereits beschriebenen Additionschaltung verbunden.

Um eine Übersteuerungsanzeige zu ermöglichen, erzeugen zwei monostabile Multivibratoren am Ende jeder Zeile Impulse von 15...30 µs Dauer, die mit dem Videosignal gemischt werden und dadurch eine Übersteuerungsaufhellung der Balken steuern. Der Bereich dieser Aufhellung ist ebenfalls in weiten Grenzen variabel.

3. Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Das beschriebene Gerät läßt sich außer zur Aussteuerungsanzeige auch für die Frequenzanalyse oder die Sprachsynthese einsetzen. Hierzu schaltet man lediglich vor jeden Kanal ein entsprechendes Filter. Sehr vorteilhaft ist dabei die in Form eines BAS-Signals aufbereitete Information, weil hiermit eine unmittelbare Speicherung und Reproduzierbarkeit mittels Video-Recorder möglich ist.

Ist die farbige Darstellung auf einem Farbfernsehmonitor erwünscht, so kann man die relativ aufwendige Erzeugung des FBAS-Signals umgehen, indem man mit den Impulsen die entsprechenden Strahlsysteme direkt hell oder dunkel steuert. So läßt sich beispielsweise der Übersteuerungsbereich in sehr einfacher Weise rot darstellen, indem man die Impulse zur Übersteuerungsaufhellung zur Dunkelsteuerung der grünen und blauen Strahlsysteme benutzt. Dabei ist die Farbspeicherung auf einem Video-Recorder allerdings nicht möglich.

Meftechnik

K. H. P. BIENEK

Halbleiter-Gasdetectoren zur Raumluft-Überwachung

Gasmeß- und Gaswarngeräte müssen schädliche Gase und Dämpfe bereits vor Bildung von explosiven Gas- oder Dampf-Luft-Gemischen oder vor Erreichung einer für Menschen gesundheitsgefährdenden Konzentration wahrnehmen und haben die Aufgabe, über Alarmgeräte eine Warnung zu geben und/oder geeignete Hilfsmittel zur Beseitigung gefährlicher Gaskonzentrationen auszulösen. Zum Nachweis von brennbaren Flüssigkeiten, Dämpfen und Gasen werden mehr oder weniger aufwendige und komplizierte Analysen-, Meß- und Warngeräte benutzt. Gebräuchlich sind zum Beispiel Infrarot-Analysatoren, Wärmetönungsmeßgeräte (katalytische Verbrennung an einer elektrisch beheizten Wendel oder Verbrennung an Hopkalit), Wärmeleitfähigkeits-Meßgeräte, Ionisationskammern, Gas-Chromatographen usw., die im Bergbau, in gasverarbeitenden Betrieben, in der Petrochemie, in der chemischen Industrie, bei Raumluftüberwachungen und in der allgemeinen Sicherheitstechnik verwendet werden. Die Meßfühler (Detektoren oder Sensoren) die-

ser meistens kontinuierlich arbeiten den Analysen-, Meß- und Warngeräte benutzen häufig die Temperatur als Zwischengröße, die dann in ein elektrisches Ausgangssignal umgeformt wird. Die kleinste messbare Konzentration, die Empfindlichkeit für die Meßkomponente, die Querempfindlichkeit für störende Komponenten, die Anzeigeverzögerung, der Druck, die Temperatur- und Feuchteeinflüsse usw. erfordern hierbei im allgemeinen hochempfindliche und somit kostspielige Verstärker.

Technisch interessant ist deshalb ein Halbleiterbauelement, das ohne zusätzliche Verstärker in der Lage ist, Rauch, Dämpfe und Gase auch in geringen Konzentrationen zuverlässig nachzuweisen [1]. Das aktive Element dieses Gasdetektors besteht aus einem speziell dotierten Halbleitermaterial, das mit zwei Drahtwendeln elektrisch geheizt wird. Beim Auftreten von brennbaren Gaskomponenten in der Raumluft ändert sich seine elektrische Leitfähigkeit so stark, daß die hierdurch hervorgerufene Widerstandsänderung ausreicht, direkt elektrome-

chanische Stellglieder wie Relais, Magnetventile, Motoren, Summer, Bimetallschalter usw. zu erregen. Der Gasdetektor spricht auf Gase und Dämpfe von Flüssigkeiten an (zum Beispiel Methan, Athan, Azetylen, Wasserstoff, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Schwefeldioxid, Propan, Butan, Azeton, Methanol, Alkohol, Frigen, Benzin, Öl, Rauch) und eignet sich somit sehr gut zum Bau von akustischen und optischen Warngeräten, aber auch – bei etwas höherem Schaltungsaufwand – für Meßgeräte mit guten meßtechnischen Eigenschaften.

Halbleiter-Gasdetectoren sind seit kurzer Zeit auch im Spezial-Fachhandel preisgünstig erhältlich. Nachstehend werden Technologie, Arbeitsweise, meßtechnische Eigenschaften und Anwendungsschaltung dieser Bauelemente beschrieben.

1. Technologie und Arbeitsweise

Das aktive Element eines Halbleiter-Gasdetectors ist ein Metalloxid-Halbleitermaterial. Es besteht aus einem aus Zinnoxid-, Zinkoxid-, Eisen-III-Oxid- und Titandioxidgeeilchen zusam-

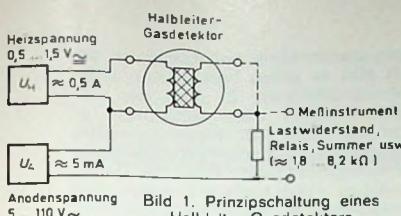


Bild 1. Prinzipschaltung eines Halbleiter-Gasdetektors

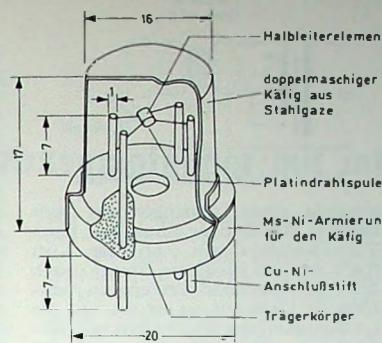


Bild 2. Aufbau und Abmessungen eines Halbleiter-Gasdetektors (Figaro Engineering Inc.)

mengesinterten etwa $2 \text{ mm} \times 1,5 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$ großen Körper. Da dieses Halbleitermaterial bei Raumtemperatur nicht auf Gase anspricht, sind an ihm zwei elektrisch beheizbare Platin-draht-Wendelektroden mit einer aus Asbest und Aluminiumhydroxid bestehenden Masse befestigt. Die beiden Elektroden mit einem Kaltwiderstand von $R_{T20} \approx 2 \text{ Ohm}$ werden an eine Heizspannung U_H von etwa 0,5 bis 1,5 V und an eine Hilfs- oder Anodenspannung U_A von etwa 5 bis 110 V gelegt. (Als Heiz- und Anodenspannung kann Gleich- oder Wechselspannung verwendet werden.) Die elektrisch betriebene Heizelektrode erwärmt das Halbleitermaterial je nach Heizspannung auf 50 ... 350 °C. In Reihe mit der Anodenspannung und der zweiten Elektrode – der Meßelektrode – liegt die Signalverarbeitungsanlage (Bild 1). Beim Auftreten von Gaskomponenten ändert sich die elektrische Leitfähigkeit des Halbleitermaterials, und es fließt zwischen beiden Elektroden und durch die Alarmeinrichtung ein Strom. Der Widerstandswert des aktiven Elements ist durch die Abmessungen und die Zusammensetzung des Sinterkörpers bestimmt; er liegt bei etwa 50 ... 100 kOhm. Kommt der Sinterkörper mit einem chemisch reduzierenden Gas in Berührung, zum Beispiel Wasserstoff, Kohlenmonoxid, Alkoholdampf usw., so erfolgt eine Elektronenübertragung vom einen auf den anderen Stoff. Der Sinterkörper nimmt Gase auf (Absorption) und verkleinert dabei seinen Widerstand. Die erwähnten metallischen Spurenelemente bewirken zwar eine erhöhte Leitfähigkeit, sind aber für die Empfindlichkeit des Detektors nicht ausschlaggebend. Um die Empfindlichkeit (Änderungsgeschwindigkeit) des Elementes zu erhöhen, werden dem Halbleitermaterial geringe Mengen von Gold, Goldchlorid oder einer sich in Gold oder Goldchlorid umwandelnden Goldverbindung beigemengt. Diese Katalysatoren werden durch die chemische Reaktion selbst nicht verbraucht oder verändert. Bild 2 zeigt den Aufbau eines Halbleiter-Gasdetektors. Die Anschlüsse der Elektroden sind an vier Cu-Ni-Anschlußstifte geführt, die in einer Kunststoffhalterung eingebettet sind. Gegen mechanische Beanspruchungen ist das Element mit einem doppelten Käfig aus feinmaschiger Stahlgaze geschützt.

2. Meßtechnische Eigenschaften der Halbleiter-Gasdetektoren

Zur Zeit werden Halbleiter-Gasdetektoren geliefert, die sich – in Gruppen

aufgeteilt – in ihrer Empfindlichkeit, Stabilität und Selektivität unterscheiden. Figaro Engineering Inc., Osaka (Japan), bietet zum Beispiel Halbleiter-Gasdetectoren in fünf Empfindlichkeits- beziehungsweise Selektivitätsklassen an:

Typ „H 10“ mit hoher Empfindlichkeit für fast alle vorkommenden Gase und Rauchgase,

Typ „BM 10“ mit mittlerer Empfindlichkeit für Verbrennungsgase,

Typ „BL 10“ mit relativ geringer Empfindlichkeit und großer Stabilität für Meßaufgaben,

Typ „CM 10“ mit mittlerer Empfindlichkeit für kohlenstoffhaltige Gase,

Typ „CL 10“ mit hoher Empfindlichkeit für Kohlenmonoxid bei geringer Empfindlichkeit gegenüber anderen Gasen.

Die Hersteller von Halbleiter-Gasdetectoren haben Schaltungshinweise angegeben, die es ermöglichen, den Aufbau von Gaswarnrängen mit sehr geringem Materialaufwand zu realisieren. Diese Geräte alarmieren – sofern bestimmte Gaskonzentrationen vorliegen – zwar recht zuverlässig, jedoch lassen sich meßtechnisch weitgehende Anforderungen mit derartigen Schaltungen nicht verwirklichen. Auf Grund der in den Datenblättern angegebenen Detektor-Charakteristiken ist es jedoch ohne weiteres möglich, hochwertige Gasmeßgeräte mit relativ geringem Schaltungsaufwand aufzubauen. Hierbei interessiert vor allem, ob die Halbleiter-Gasdetectoren die für meßtechnische Anwendungen grundlegenden Anforderungen erfüllen.

Ein Gasdetektor beziehungsweise Gasmeßföhler zum Aufspüren von Gasen verschiedenster Zusammensetzung und Konzentration sollte folgende Forderungen erfüllen:

► Mit möglichst gleicher Empfindlichkeit müssen alle möglichen auftretenden Gase aufgespürt werden. So muß zum Beispiel der Gasdetektor eines Überwachungsgerätes für Stadtgas auf Methan, Wasserstoff, Kohlenmonoxid, Äthylen und Äthan ansprechen.

► Die Anzeige des Konzentrationsverlaufs beziehungsweise der Mengenänderung des Gases muß möglichst unverzögert und unverzerrt erfolgen.

► Die Zeitkonstante des Detektors und der gesamten Anzeige- beziehungsweise Alarmeinrichtung muß klein sein, um auch plötzliche Konzentrationsänderungen sofort naturgetreu wiederzugeben.

► Umwelteinflüsse wie Temperatur, Feuchte und Luftdruck sollen die

Eigenschaften und Fähigkeiten des Meßsystems nicht über ein zumutbares Maß hinaus beeinträchtigen.

► Länger andauernde Kontakte mit aggressiven Gasen dürfen keine größeren irreversiblen Änderungen bewirken.

Im wesentlichen werden diese Anforderungen von den Halbleiter-Gasdetectoren erfüllt. Im Gegensatz zu herkömmlichen Gasmefßführlern, die länger andauerndem Kontakt mit aggressiven Gasen (zum Beispiel chlorierten Kohlenwasserstoffen, Silikondämpfen usw.) oft irreversible Änderungen erleiden, bewiesen Langzeitversuche, daß Halbleiter-Gasdetectoren hierbei verhältnismäßig geringe Änderungen ihrer Detektoreigenschaften erfahren. Zum Beispiel wurde der Signalverlust von Halbleiter-Gasdetectoren des Typs „BL 10“ gemessen. Bei einer Gesamtbeaufschlagungszeit von 80 Stunden mit 3 Vol.-% Vinylchlorid (Chloräthylen) sank die Empfindlichkeit nur um etwa 8%. Die Prüflinge wurden zwischenzeitlich jeweils mehrere Stunden lang der normalen Umgebungsluft ausgesetzt, um den Nullpunktverlauf nach einer Gasbeaufschlagung zu kontrollieren. Die maximale Nullpunktabweichung betrug am Ende der Messung nur etwa 5%; das entspricht einem Meßfehler von 0,15 Vol.-%. Die Nachweisempfindlichkeit anderer Gase wurde durch die genannte Messung nicht beeinträchtigt.

Nach Angaben in den Datenblättern ist der Einfluß der Umgebungstemperatur im Bereich von -10 bis etwa $+50^\circ\text{C}$ vernachlässigbar. Dies darf als zutreffend gelten, wenn die Heizelektrode nicht mit Spannungen unter 1 V betrieben wird. Bei Unterheizung sinkt die Halbleitertemperatur sehr stark, so daß geringfügige Änderungen der Umgebungstemperatur ungleichmäßig stark die Halbleitertemperatur verschieben und dadurch die elektrische Leitfähigkeit beeinträchtigen.

Der Einfluß der Luftfeuchtigkeit wirkt sich hauptsächlich auf die Ansprechschwelle aus. Ist das abgegebene Signal bei trockener Luft zum Beispiel 1 V, so verändert es sich bei mit Feuchtigkeit praktisch gesättigter Luft um etwa 0,5 V.

Die Ansprechzeiten der Halbleiter-Gasdetectoren sind typenabhängig. Sie können einige Sekunden bis Minuten betragen. Das Zurückkehren auf das bei Luft abgegebene Ausgangssignal nach vorheriger Gasbeaufschlagung kann mehrere Minuten betragen; die Abfallzeit vergrößert sich noch bei vorhergegangenen hohen Gaskonzentrationen. Für meßtechnische Anwendungen sind diese Zeiten aber durchaus noch vertretbar, obwohl herkömmliche Gasmeßführlern im allgemeinen Ansprech- und Abfallzeiten von wenigen Sekunden haben.

Die Ansprechempfindlichkeit für verschiedene Gase ist ebenfalls typenabhängig. Bestimmte Gasdetektoren sprechen weniger leicht auf Methan und Kohlenoxid als auf andere Gaskomponenten an. Hier gilt es zu entscheiden, welche Gaskomponente hauptsächlich gemessen werden soll, und danach ist der entsprechende Gas-

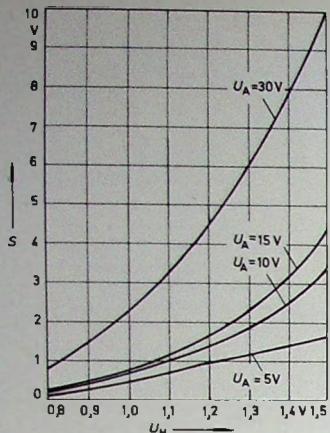


Bild 3. Ausgangssignal S eines Halbleiter-Gasdetektors als Funktion der Heizspannung U_H bei verschiedenen Anoden Spannungen U_A (Meßgas: Wasserstoff 1 Vol. %)

detektor auszuwählen. Die Sensibilität beziehungsweise Empfindlichkeit ist sehr stark von der Höhe der Heizspannung abhängig. Im Bild 3 ist das Ausgangssignal S als Funktion der Heizspannung U_H bei verschiedenen Anoden Spannungen U_A dargestellt. Die Wahl der Anoden Spannung sollte sich nach dem zu verwendenden Gasdetektor richten. Sie bewirkt eine leichte Korrektur bezüglich des linearen Verhaltens des Ausgangssignals.

Die meßtechnischen Eigenschaften von Halbleiter-Gasdetektoren sind für einfache quantitative Messungen durchaus geeignet. Für sehr genaue Messungen wird man – je nach Meßproblem – bestimmte Einflüsse berücksichtigen müssen. Soll das Vorhandensein von Gasen nur qualitativ angezeigt werden, spielen die genannten Einflüsse keine Rolle.

3. Anwendungsmöglichkeiten und Schaltungen

Wenn es gilt, die Möglichkeit zur Entstehung von Gasexplosionen von vornherein auszuschalten, müssen Gasmeß- und Gaswarngeräte verwendet werden. Hierfür eignen sich sehr gut Halbleiter-Gasdetektoren mit geeigneten Meßschaltungen. Da brennbare Gase und Dämpfe reduzierend wirken, lassen sich Halbleiter-Gasdetektoren zur Überwachung von Stadtgasleitungen (zum Beispiel im Haushalt), von Propan- und Butan-Anlagen, zur Überwachung toxisch gefährdeter Bereiche (zum Beispiel in Garagen und Tunnels), zur Kontrolle des Kohlenmonoxidgehaltes von Auspuffgasen von Kraftfahrzeugen und in Reparaturwerkstätten, zur Feststellung von Schweißbränden, zum Nachweis von Alkoholdämpfen usw. einsetzen.

Bild 4 zeigt eine einfache Gasalarm schaltung, die allerdings nur eine Ja-Nein-Aussage über das Vorhandensein von irgendwelchen Gasen zuläßt [2]. Eine quantitative Messung von Gasen und Gaskonzentrationen ist damit noch nicht möglich. Die Schaltung wird mit 110 V Wechselspannung betrieben. Die Anoden Spannung beträgt etwa 100 V, die Heizspannung liegt bei 1 V. In Reihe mit der Anoden Spannung und der Meßelektrode liegt der Lastwiderstand beziehungsweise die Erre-

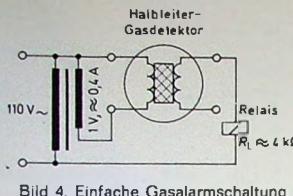


Bild 4. Einfache Gasalarmschaltung

ger spule eines Alarmgerätes (zum Beispiel Relais oder Summer). Beim Vorhandensein von normaler Luft fließt nur ein niedriger Strom durch den Lastwiderstand. Treten nun reduzierende Gase auf, so erhöht sich die Leitfähigkeit des Halbleiters, sein Widerstand verringert sich, und der Strom durch die Erregerspule nimmt fast schlagartig zu. Es erfolgt je nach Alarmsmittel eine entsprechende Warnung oder eine Betätigung von Stellgliedern, um die Gaszufuhr zu drosseln oder mittels Lüfters eine Verdünnung der Gaskomponente mit der Raumluft zu bewirken.

Im Bild 5 ist die Schaltung eines einfachen Gasalarmgerätes mit einstellbarer Alarmschwelle dargestellt.

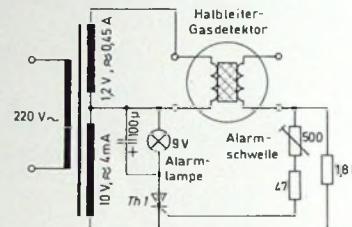


Bild 5. Einfaches Gasalarmgerät mit einstellbarer Alarmschwelle

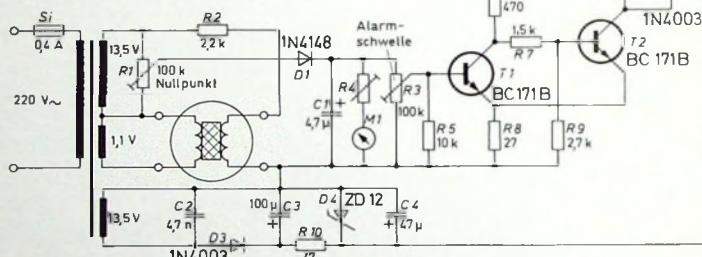


Bild 6. Gasalarmschaltung mit meßtechnischen Eigenschaften

barer Alarmschwelle dargestellt. Bei Änderung der Leitfähigkeit des Halbleiter-Gasdetektors wird über den Thyristor T_1 die Alarmlampe eingeschaltet. Die Schaltungsanordnung arbeitet mit 1,2 V Heizspannung und etwa 10 V Anoden Spannung.

Bild 6 zeigt eine Gasalarmschaltung mit meßtechnischen Eigenschaften. Mit dem Regler R_1 läßt sich beim Vorhandensein von Frischluft der elektrische Nullpunkt einstellen. Mit dem Regler R_3 wird die Ansprechschwelle der Alarmaneinheit für eine bestimmte Gaskomponente eingestellt. Das Anzeigegerät M_1 zeigt beim Vorhandensein von Luft ohne brennbare Komponenten den Wert Null an. Seine Skalenteilung ist 0 ... 100; dies entspricht einer Gaskonzentration von 0 bis 100% UEG des Gases, für das das Gerät geeicht werden soll (UEG = untere Explosionsgrenze, UZG = untere Zündgrenze). Für jede Art von brenn-

baren gasförmigen Substanzen in der Luft gibt es einen bestimmten Konzentrationsbereich, in dem das Gemisch explosiv oder zündfähig ist, während außerhalb dieses Bereiches eine Verbrennung nicht erfolgen kann. Die entsprechenden Grenzen dieses Bereiches werden als die untere und die obere Explosionsgrenze bezeichnet. Die obere Explosionsgrenze interessiert hier jedoch nicht, weil ein Gas-Luft-Beziehungswise Dampf-Luft-Gemisch immer erst die untere Explosionsgrenze durchläuft und bereits hier gezündet werden kann. Soll das Gaswarngerät zum Beispiel für Methan geeicht werden und beim Vorhandensein von nur 1 Vol.-% Methan in der Raumluft Alarm geben, dann geht man wie folgt vor:

Der Halbleiter-Gasdetektor wird der Frischluft ausgesetzt und mit R_1 der Nullpunkt eingestellt. Danach setzt man den Detektor einem 1-Vol.-%-Methan-Luft-Gemisch aus. Das Instrument muß dabei 20% UEG anzeigen, da die UEG von Methan 5 Vol.-% beträgt (100% UEG Methan \approx 5 Vol.-%, 20% UEG Methan \approx 1 Vol.-%). Jetzt wird mit dem Regler R_3 die Alarmschwelle so eingestellt, daß das nach dem Ruhestromprinzip arbeitende Alarmrelais in der Alarmaneinheit abfällt und Alarm gegeben wird.

Die Alarmschwelle weiter nach oben zu verlegen, zum Beispiel auf 50% UEG (2,5 Vol.-% Methan), ist nicht sinnvoll, weil man bei einem eventuell austretenden Gas immer mit einem schnellen

Anwachsen der Gaskonzentration in den Explosionsbereich hinein rechnen muß, so daß die durch den Alarm ausgelösten Stellgliedfunktionen (zum Beispiel Einschalten eines Lüfters) nicht mehr wirksam werden oder sogar durch Funkenbildung eine Explosion auslösen können. Das Alarmrelais fällt ab, wenn die eingestellte Alarmschwelle überschritten oder wenn die Spannungsversorgung unterbrochen wird. Bei Alarmgeräten sollten deshalb immer derartige Sicherheits schaltungen Verwendung finden. Es empfiehlt sich, die Heizspannung für den Halbleiter-Gasdetektor zu stabilisieren, weil hierdurch Nullpunktstufen oder Fehlalarme vermieden werden.

Schrifttum

[1] Deutsche Auslegeschrift Nr. 2005497 vom 5.2.1970; Armelder: Taguchi, Naoyoshi, Nagataku (Kobe, Japan)

[2] TGS Gas-sensing semiconductor. Applikationsbericht der Figaro Engineering Inc.

AM-Orts- und -Bezirksempfänger mit integrierten Schaltungen

Kleine Koffer- und Zweitradios werden selten für den Empfang weiter entfernter Stationen verwendet. Bei ihnen begnügt man sich oft mit den Programmen, die die Orts- und Bezirksender auch auf Mittel- oder Langwelle ausstrahlen. Der Verzicht auf UKW-Empfang fällt bei solchen Rundfunkempfängern nicht so schwer, weil sich mit ihren verhältnismäßig schwachen Endstufen und den schon aus Platzgründen kleinen Lautsprechern die an sich wesentlich bessere FM-Qualität ohnehin meistens nicht ausnutzen lässt. Als Vorteil wird dagegen oft angesehen, daß man für Mittel- und Langwellenempfang ohne eine sperrige Teleskopantenne auskommt, die die Beweglichkeit des Gerätes behindert. Es genügt nämlich die eingebaute Ferritanterne.

Ein diesen Gesichtspunkten entsprechender Rundfunkempfänger lässt sich einfach aufbauen, wenn man ihn nicht nach dem Überlagerungsprinzip (Superhet), sondern als Geradeausempfänger konstruiert und für seine Bestückung integrierte Schaltungen verwendet.

Der im folgenden beschriebene AM-Orts- und -Bezirksempfänger mit integrierten Schaltungen hat zur Abstimmung nur einen Schwingkreis und enthält im HF- wie im NF-Teil je eine integrierte Schaltung. Das Gerät hat eine ausreichende Empfindlichkeit für den Empfang aller nicht allzu weit entfernten Mittel- und Langwellensender. Auch die Trennschärfe ist für den beschriebenen Zweck ausreichend. Da man bei einem Gerät dieser Klasse einen Lautsprecher mit gutem Wirkungsgrad verwenden kann, genügt die von der Endstufe abgegebene Ausgangsleistung, um selbst in größeren Räumen eine für die meisten Zwecke ausreichende Lautstärke zu erhalten. Ein solcher Einkreisler eignet sich auch besonders für den Nachbau, weil der Abgleich einfach ist; er beschränkt sich auf die Einstellung der Bereichshöhen.

HF-Verstärker und Demodulator

Der HF-Teil des Empfängers ist mit der integrierten Schaltung ZN 414 von Ferranti (Vertrieb: Ferranti GmbH, München) bestückt, über die bereits ausführlich berichtet wurde [1]. Sie enthält einen vierstufigen aperiodischen HF-Verstärker, einen kliరarinen Transistor-Demodulator sowie Einrichtungen für die automatische Schwundregelung. Die gesamte Schaltung ist in einem TO-5-Gehäuse mit nur drei Anschlüssen untergebracht.

Bild 1 zeigt die Prinzipschaltung für einen HF-Teil mit der ZN 414. Der

die Empfangsfrequenz bestimmende Schwingkreis liegt mit dem HF-seitigen Ende am Eingang *E* der integrierten Schaltung; das masseseitige Ende ist mit dem die Schwundregelspannung zuführenden Widerstand von 100 kOhm verbunden, wobei ein Kondensator von 10 nF die wechselstrommäßige Verbindung mit Masse herstellt.

Die ZN 414 ist intern so aufgebaut, daß an ihrem Ausgang *A* nicht nur die NF-Ausgangsspannung, sondern auch eine von der Signalstärke abhängige Gleichspannungskomponente auftritt, die über den 100-kOhm-Widerstand galvanisch auf den Eingang gekoppelt wird und auf diese Weise die automatische Schwundregelung bewirkt. Der Arbeitswiderstand *R_{AV}* beeinflußt deshalb nicht nur das NF-Ausgangssignal in seiner Amplitude, sondern auch die Wirkung der Schwundregelung. Als günstig haben sich für *R_{AV}* Werte von etwa 500 Ohm erwiesen.

Der Kondensator *C_L* ist der Ladekondensator des in der ZN 414 enthaltenen Transistor-Demodulators. Läßt man ihn weg, dann tritt am Ausgang *A* keine NF-, sondern lediglich eine HF-Spannung auf. Seine Größe ist entsprechend der höchsten zu übertragenden Modulationsfrequenz *f_{ONF}* mit etwa

$$C_L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_{ONF} \cdot R_{AV}}$$

zu bemessen. Die Empfindlichkeit des HF-Teils läßt sich mit Hilfe der Betriebsspannung regeln. Bei *U_B* = 0,8 V tritt praktisch keine Ausgangsspannung mehr auf; mit höheren *U_B*-Werten wird das NF-Signal immer stärker. Höhere Werte als etwa 1,5 V sind aber

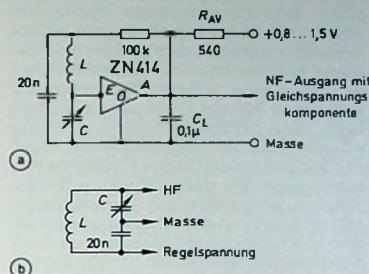
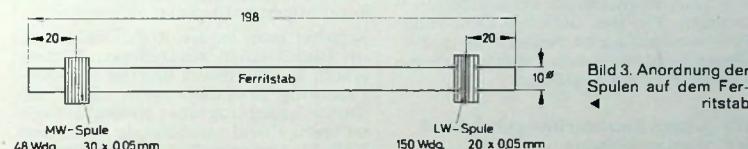


Bild 2. Geänderte Schaltungsanordnung entsprechend Bild 1, bei der der Rotor des Drehkondensators an Masse liegt; a) Schaltung, b) HF-Ersatzschaltung des Schwingkreises

hingegen ungünstiger. Die Anordnung nach Bild 2a. Bild 2b zeigt diesen Schwingkreis in umgezeichnetener Form. Hier ist leichter zu erkennen, daß jetzt lediglich der Drehkondensator mit dem Festkondensator, der die HF-mäßige Verbindung zum anderen Spulenende herstellt, in Reihe geschaltet ist, was wegen der großen Kapazität dieses Kondensators für die Resonanzfrequenz praktisch keine Rolle spielt. Im Bild 2 sind die Verhältnisse für nur einen Wellenbereich dargestellt. Für einen auf Mittel- und Langwellen umschaltbaren Eingangskreis ist nur ein Umschaltkontakt erforderlich.

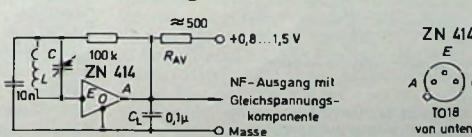
Die Empfindlichkeit des Empfängers hängt sehr stark, seine Trennschärfe ausschließlich von der Güte des Eingangskreises ab, der das einzige Selektionsmittel der Anordnung darstellt. Hier kommen deshalb nur hochwertige Bauelemente in Frage. Die später angegebene Dimensionierung der Ein-



gangsschaltung gilt für einen Luft-Drehkondensator mit etwa 520 pF Endkapazität. Es werden der gesamte Mittelwellenbereich 520 ... 1605 kHz sowie der Langwellenbereich 150 ... 285 kHz erfaßt.

Als Antenne dient ein Ferritstab von 198 mm Länge und 10 mm Durchmesser. Die Mittelwellenspule besteht aus 48 Wdg. HF-Litze 30 × 0,05 mm auf einem passenden Dreikammer-Spulenkörper, die Langwellenspule aus 150 Wdg. HF-Litze 20 × 0,05 mm auf einem entsprechenden Einkammer-Spulenkörper. Beide Spulen werden, wie im Bild 3 zu erkennen ist, mit ihrer Mitte in etwa 20 mm Abstand von den Enden des Ferritstabes angebracht. Eine solche Anordnung liefert die höchsten Gütekriterien für die Spulen und damit optimale Trennschärfe und

Bild 1. Prinzipschaltung eines schwundgeregelten HF-Verstärkers mit AM-Demodulator unter Verwendung der integrierten Schaltung ZN 414 (Ferranti)



Empfindlichkeit. Für die Parallelkondensatoren und Trimmer sind hochwertige keramische Ausführungen zu verwenden.

Wer das Gerät im Rahmen seiner Möglichkeiten auch in begrenztem Maße für Fernempfang benutzen möchte, kann den Eingangskreis für einen Drehkondensator mit niedrigerer Endkapazität auslegen. Die Spulen müssen dann höhere Induktivitätswerte haben, was eine höhere Windungszahl und damit höhere Güte, also auch höhere Empfindlichkeit und Trennschärfe bedeutet. Als kleinster Wert für die Endkapazität des Drehkondensators können etwa 150 pF in Frage. Man muß hier nämlich berücksichtigen, daß sich zu der Anfangskapazität noch die unvermeidlichen Spulen- und Schaltkapazitäten sowie die Eingangskapazität der ZN 414 addieren; bei noch kleineren Abstimmkondensatoren reicht dann das Kapazitätsverhältnis nicht mehr aus, um den gesamten Mittelwellenbereich zu erfassen.

Eine entsprechende Dimensionierung wurde erprobt. Für einen Drehkondensator von 150 pF erhielt die Mittelwellenspule 92 Wdg. HF-Litze 30 × 0,05 mm, die – um die Spulenkapazität klein zu halten – einlagig auf ein Isolierstoffrohr von 14 mm Außendurchmesser und 2 mm Wanddicke gewickelt wurden. Eine zusätzliche Parallelkapazität war für den Mittelwellenbereich nicht erforderlich. Die Langwellenspule hatte 283 Wdg. HF-Litze 10 × 0,05 mm auf einem geeigneten Ein-Kammer-Spulenkörper; als Parallelkapazität genügte in diesem Fall ein Trimmer von 50 pF. Auch bei dieser Dimensionierung diente als Antenne ein Ferritstab von 198 mm Länge und 10 mm Durchmesser. Es muß hier aber erwähnt werden, daß die mit dieser Schaltung erreichbare höhere Eingangsempfindlichkeit praktisch nur am Tage auszunutzen ist. Während der Nachtstunden sind so viele Mittelwellensender zu empfangen, daß die Selektion des Geradeausempfängers nicht ausreicht, um alle einwandfrei zu trennen. Für den üblichen Orts- und Bezirksempfang ist deshalb die in der Gesamt schaltung angegebene Dimensionierung zweckmäßiger.

HF-seitige Lautstärkeregelung und NF-Vorverstärkung

Für den Betrieb des HF-Teils mit der integrierten Schaltung ZN 414 muß eine Spannungsquelle mit niedrigem Innenwiderstand zur Verfügung stehen, die eine Betriebsspannung von etwa 1 V liefert. Wie Bild 4 zeigt, hängt die Verstärkung der ZN 414 sehr stark

von der Höhe der Betriebsspannung ab.

Bild 5 zeigt eine einfache Anordnung, die es gestattet, aus einer höheren Spannung (beispielsweise einer Batteriespannung von 9 V) eine für die ZN 414 geeignete Speisespannung abzuleiten. Gleichstrommäßig arbeitet diese Anordnung als Kollektorstufe (Emitterfolger). Ihr Emitter stellt also eine Gleichspannungsquelle niedrigen Innenwiderstandes dar, deren Ausgangsspannung jeweils um $U_{BE} \approx 0.6$ V niedriger ist als das Basispotential. Macht man nun den Basisspannungssteiler veränderbar, dann läßt sich die Ausgangsspannung in einfacher Weise variieren. Beim Betrieb des HF-Teils mit der ZN 414 aus einer nach Bild 5 aufgebauten Speisespannungsquelle hat man deshalb die Möglichkeit, die Empfindlichkeit des Gerätes und damit seine Lautstärke zu regeln. Dieses Verfahren hat gegenüber der üblichen NF-Regelung verschiedene Vorteile:

Die HF-Stufe wird bei jeder HF-Eingangsspannung im dafür optimalen Arbeitspunkt betrieben, was sich bei der ZN 414 im Hinblick auf Rauschen, Selektivität, Schwundregelung und Klirrfaktor günstig auswirkt.

Der Lautstärkeregler und seine Zuleitungen führen keine Signallspannun-

schen etwa 0,8 V und 1,5 V einstellbare Betriebsspannungsquelle für die ZN 414, mit der sich die Empfindlichkeit beziehungsweise die Lautstärke des Gerätes verändern läßt.

Anders liegen aber die Verhältnisse für das NF-Signal. In der Prinzipschaltung nach Bild 1 ist zu erkennen, daß dort die NF-Ausgangsspannung als Folge des dem Widerstand R_{AV} eingeprägten NF-Ausgangstroms der ZN 414 abfällt. Im Bild 6 wird nun nicht die NF-Ausgangsspannung, sondern der NF-Ausgangstrom selbst als Signal verwendet und dem Emitter des Transistors eingeprägt. Da dessen Basis über den 1- μ F-Kondensator wechselstrommäßig an Masse liegt, arbeitet er für das NF-Signal als Basisstufe und liefert deshalb an seinem Kollektorwiderstand eine entsprechend verstärkte Ausgangsspannung. Der Verstärkungsfaktor beträgt bei der angegebenen Dimensionierung etwa 8,7, so daß für den nachfolgenden NF-Verstärker eine ausreichende Steuerspannung zur Verfügung steht.

In der Kollektorleitung des Transistors liegen außerdem noch ein weiterer 4,7-kOhm-Widerstand und ein Elektrolytkondensator von 100 μ F. Sie verhindern, daß Wechselspannungsanteile, die bei starker Aussteuerung der End-

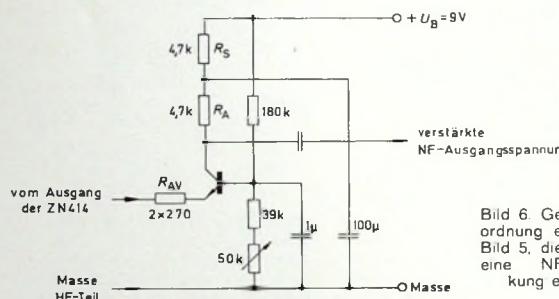


Bild 6. Geänderte Anordnung entsprechend Bild 5, die gleichzeitig eine NF-Vorverstärkung ermöglicht

gen, so daß man ihn an beliebiger Stelle im Gerät anbringen kann, ohne Verkopplungen befürchten zu müssen.

Schaltet man in die Kollektorleitung im Bild 5 einen zusätzlichen Widerstand, so beeinflußt das die Emitterspannung praktisch nicht, denn die Emitterspannung einer Kollektorstufe ist weitgehend unabhängig von ihrer Kollektorspannung. Dieses Verhalten läßt sich in Verbindung mit der ZN 414 für eine zusätzliche NF-Vorverstärkung ausnutzen. Im Bild 6 ist eine entsprechend erweiterte Schaltung dargestellt. Gleichstrommäßig arbeitet diese Anordnung genauso wie die im Bild 5, nämlich als niederohmige, zwi-

stufe auf der gemeinsamen Betriebsspannungsleitung auftreten, den Vorverstärker beeinflussen oder sogar in ungünstigen Fällen eine sehr niedrige Rückkopplung („motor boating“) auslösen.

NF-Verstärker

Im NF-Teil des Empfängers ist die integrierte Schaltung M5106 P von Mitsubishi (Vertrieb: Neumüller GmbH, München) eingesetzt. Sie enthält, wie Bild 7 zeigt, einen kompletten NF-Verstärker mit eisenloser Gegentakt-Endstufe für etwa 1 W Ausgangsleistung sowie zwei einzelne Transistoren, von denen eine (T 2 mit der Basis am Anschluß 8, dem Emitter am Anschluß 9 und dem Kollektor am Anschluß 10) entsprechend Bild 6 für die Betriebsspannungsversorgung der HF-Stufe und als NF-Vorverstärker verwendet wird. Die M 5106 P hat ein Dual-in-line-Gehäuse mit 15 Anschlüssen (Bild 8), wobei der Anschluß 15 als U-förmig gebogene Fahne nicht nur als Masseanschluß für die Endstufe, sondern auch zur Befestigung an einer Kühlfläche von mindestens 20 cm² dient.

Als Eingangsstufe des integrierten NF-Verstärkers dient eine Differenz-

Bild 4. Abhängigkeit der NF-Ausgangsspannung der integrierten Schaltung ZN 414 von der Betriebsspannung

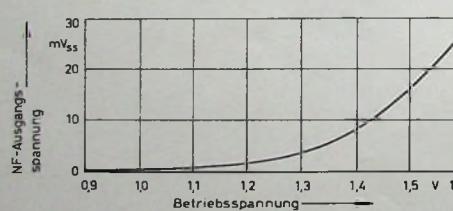
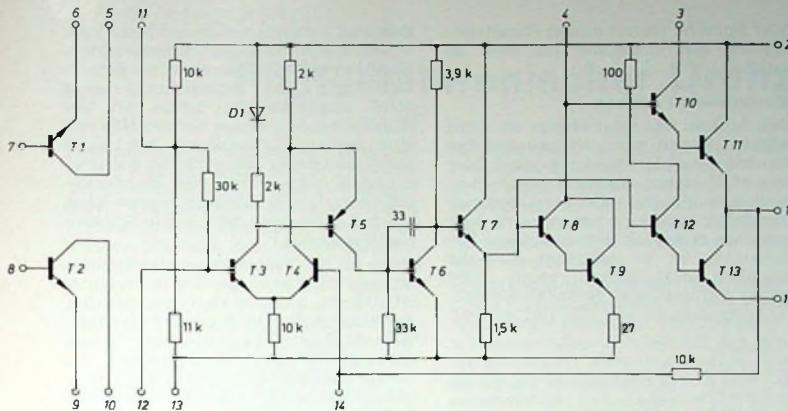


Bild 5. Schaltung zur Erzeugung der Betriebsspannung für die ZN 414 aus einer höheren Versorgungsspannung



verstärkerstufe mit den Transistoren T 3 und T 4. Der Basisspannungsteiler für den Transistor T 3 ist mit Hilfe eines integrierten 10-kOhm-Widerstandes und eines zwischen dem Anschluß 11 und Masse liegenden externen Elektrolytkondensators von 10 µF gegenüber Wechselspannungsanteilen auf der Speiseleitung entkoppelt. Anschluß 12 ist der nichtinvertierende, Anschluß 14 der invertierende Eingang des Verstärkers.

Von den Kollektoren von T 3 und T 4 wird das verstärkte Differenzsignal abgegriffen und dem Transistor T 5 zugeführt. Die Diode D 1 in der Kollektorleitung von T 3 hat das gleiche Temperaturverhalten wie die Basis-Emitter-Sperrschicht von T 5, so daß der Temperaturgang dieses Transistors kompensiert ist. Die Transistoren T 5 und T 6 bewirken eine Spannungsverstärkung, wobei der 33-pF-Kondensator die erforderliche Phasenkompenstation übernimmt. T 7 ist ein Emitterfolger, dessen niedrigerohmiger Ausgang einerseits die Darlington-Endstufe T 12, T 13, andererseits die Darlington-Phasenumkehrstufe T 8, T 9 und damit die zweite Darlington-Endstufe T 10, T 11 ansteuert.

Vom Ausgang (Anschluß 1) führt ein integrierter 10-kOhm-Widerstand zum invertierenden Eingang (Anschluß 14) zurück. Dieser Widerstand bewirkt eine Gegenkopplung, deren Grad durch einen externen, vom Anschluß 14 nach Masse führenden Widerstand bestimmt ist. Ein in Reihe mit dem externen Widerstand liegender Elektrolytkondensator verhindert einen gleichstrommäßigen Kurzschluß, denn wegen der galvanischen Kopplung von Ausgang und invertierendem Eingang dient die Gegenkopplung gleichzeitig auch zur Stabilisierung des Arbeitspunktes für den gesamten Verstärker. Mit 100 Ohm für den externen Widerstand und 100 µF für den Elektrolytkondensator ergeben sich ein ausreichend niedriger Klirrfaktor und ein angemessener Frequenzgang.

Um den Transistoren T 8, T 9 und T 10 während der positiven Halbwellen der Ausgangswechselspannung eine ausreichend hohe Kollektorspannung anzubieten (Anschlüsse 4 beziehungsweise 3), wird ihre Stromversorgung aus der Verbindungsstelle zwischen dem Lautsprecher und dem Ausgangs-Elektrolytkondensator abgeleitet. Hier addieren sich Betriebsspannung und

Kondensatoren eine wirksame Höhenbegrenzung vornehmen zu können. Auf diese Weise lassen sich etwaige Interferenzstörungen weitgehend unterdrücken. Treten beim Orts- oder Bezirksempfang keine derartigen Pfeifstörungen auf, dann kann man den zusätzlichen Kondensator auch weglassen und die beiden Widerstände zu einem einzigen von 560 Ohm zusammenfassen. Die Höhenwiedergabe ist dann etwas besser.

Die am Anschluß 8 der M 5106 P liegende Basis des Transistors T 2 erhält über den aus einem Festwiderstand von 180 kOhm, einem weiteren Festwiderstand von 39 kOhm und einem Regelwiderstand von 50 kOhm bestehenden Spannungsteiler ein einstellbares

Bild 7 (oben) Interne Schaltung des integrierten NF-Verstärkers M 5106 P (Mitsubishi) für 1 W Ausgangsleistung

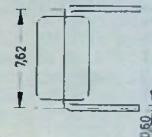
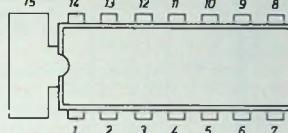


Bild 8. Gehäuseabmessungen und Anschlußbezeichnungen des integrierten NF-Verstärkers M 5106 P

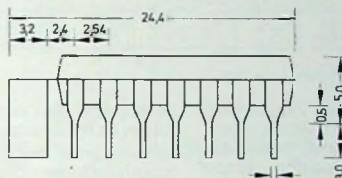
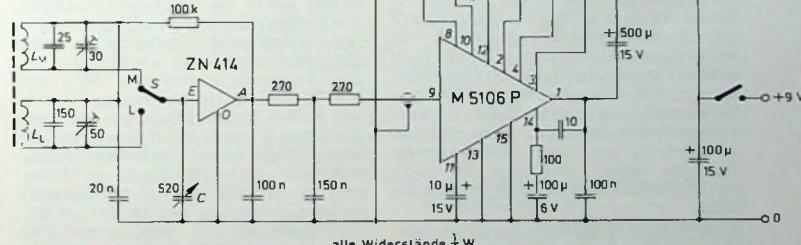


Bild 9 (unten) Schaltung des AM-Orts- und -Bezirksempfängers für Mittel- und Langwellenempfang

Ferritstab 198 mm x 10 mm Ø
LM = 48 Wdg. 30 x 0,05 mm
LL = 150 Wdg. 20 x 0,05 mm



Ausgangswechselspannung, so daß entsprechend hohe Spitzenspannungen auftreten.

Gesamtschaltung

In Verbindung mit der im Bild 7 gezeigten internen Schaltung des integrierten NF-Verstärkers ist jetzt die Arbeitsweise der Gesamtanordnung nach Bild 9 verständlich. Vom Ausgang des mit der ZN 414 bestückten HF- und Demodulatorenteils gelangt der NF-Signalstrom über die beiden 270-Ohm-Widerstände zum Anschluß 9 der M 5106 P, also an den Emitter des Einzeltransistors T 2. Der Arbeitswiderstand R_{AV} der ZN 414 ist hier in zwei gleiche Teilwiderstände aufgeteilt, um mit Hilfe des zusätzlichen 0,15-µF-

Potential, damit sich die Empfindlichkeit und damit die Wiedergabelautstärke einwandfrei regeln lassen. Mit dem Elektrolytkondensator von 1 µF erfolgt eine wechselstrommäßige Masseverbindung, so daß die Zuleitungen zum Lautstärkeregler kein Signal führen.

Den Ausgang des Vorverstärkers mit dem Transistor T 2 bildet dessen Kollektorschluß 10. Er liegt über einen Arbeitswiderstand von 4,7 kOhm und einen Siebwiderstand von ebenfalls 4,7 kOhm an der positiven Betriebsspannung, wobei der 100-µF-Elektrolytkondensator eine ausreichende Entkopplung gewährleistet. Vom Anschluß 10 gelangt das NF-Signal über

einen bipolaren $6,8\text{-}\mu\text{F}$ -Elektrolytkondensator zum nichtinvertierenden Eingang (Anschluß 12) des NF-Verstärkers, an dem ein $6,8\text{-nF}$ -Kondensator nach Masse eine mögliche Schwingneigung der insgesamt hochverstärkenden Anordnung unterdrückt. Zur Entkopplung der NF-Verstärker-Eingangsstufe dient der Elektrolytkondensator von $10\text{ }\mu\text{F}$ zwischen Anschluß 11 und Masse. Die Stromversorgung des NF-Teils erfolgt am Anschluß 2, und zwei Widerstände von $3,9\text{ k}\Omega$ beziehungsweise $12\text{ k}\Omega$ sorgen für die richtigen Betriebsspannungen an den Anschlüssen 3 und 4.

oder Sprache ist mit einem Stromverbrauch von ungefähr 150 mA zu rechnen.

Mechanischer Aufbau

Der Aufbau des Empfängers ist nicht kritisch, wenn man einige wichtige Punkte beachtet. Bewußt wird hier von Maßskizzen Abstand genommen, weil sich die Bauteile verschiedener Hersteller in ihren Abmessungen doch meistens erheblich unterscheiden. Die Schaltung ist so ausgelegt, daß ihr Nachbau stets gelingt, wenn nicht grobe Aufbaufehler gemacht werden. Insbesondere ist der NF-Teil so weit

gedeutet – eine ausreichend feste Verbindung mit niedrigem Wärmewiderstand hergestellt. Man spart bei diesem Verfahren das erwärmungsmäßig nicht ungefährliche Löten an der Kühlfläche. Stellt man für den NF-Teil eine geätzte Leiterplatte her, dann kann man natürlich auch ein entsprechend großes Stück der Kupferschierung als Kühlfläche verwenden, bei der dann das Löten keine Schwierigkeiten macht.

Auch im NF-Teil müssen alle Verbindungen möglichst kurz sein. Wichtig ist, daß die negative Batteriezuleitung, der entsprechende Anschluß des Batterie-Elektrolytkondensators sowie die masseseitigen Verbindungen des $0,1\text{-}\mu\text{F}$ -Kondensators am Verstärkerausgang, der Gegenkopplungsglieder ($100\text{ }\Omega$, $100\text{ }\mu\text{F}$) und des $10\text{-}\mu\text{F}$ -Entkopplungskondensators am Anschluß 11 so dicht wie möglich am Anschluß 15 angebracht werden. Der positive Anschluß des Batterie-Elektrolytkondensators erfolgt direkt am An-

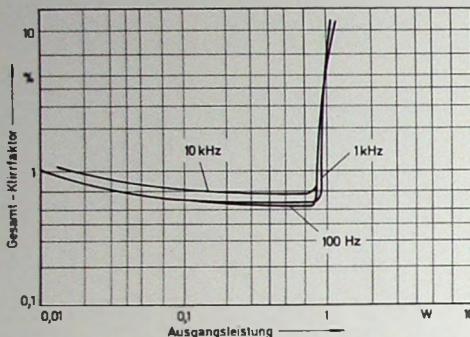
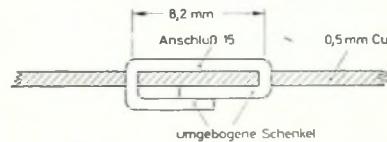


Bild 10. Gesamtklirrfaktor des integrierten NF-Verstärkers M 5106 P in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung ($T_{U_{bb}} = 25^\circ\text{C}$, $U_B = 9\text{ V}$, $R_L = 8\text{ }\Omega$)

Bild 11. Lötfeier Befestigung der Kühlfläche an der integrierten Schaltung M 5106 P



Die Gegenkopplung des Verstärkers wird durch den $100\text{-}\Omega$ -Widerstand am Anschluß 14 bestimmt, wobei der $100\text{-}\mu\text{F}$ -Elektrolytkondensator einen gleichstrommäßigen Kurzschluß verhindert. Eine Begrenzung des NF-Frequenzgangs nach oben bewirken die Kondensatoren von 10 pF und $0,1\text{ }\mu\text{F}$ am Ausgang des NF-Teils. Da der Verstärker selbst eine obere Grenzfrequenz in der Größenordnung von 100 kHz aufweist, könnte es sonst bei ungünstigem mechanischen Aufbau zu einer unerwünschten Selbsterregung kommen.

Das Ausgangssignal wird dem $8\text{-}\Omega$ -Lautsprecher über einen Elektrolytkondensator von $500\text{ }\mu\text{F}$ zugeführt. Ein $0,68\text{-}\mu\text{F}$ -Kondensator parallel zur Schwingsspule des Lautsprechers paßt dessen Frequenzgang den Erfordernissen der AM-Übertragung an. Die Batterieschlüsse sind mit einem Elektrolytkondensator von $100\text{ }\mu\text{F}$ überbrückt, um auch bei alternder Batterie einen niedrigen Wechselstrom-Innenwiderstand zu gewährleisten.

Einschließlich des Vorverstärkers liefert der NF-Teil eine Spannungsverstärkung von etwa 44 dB (rund 250 fach), wobei die kräftige Gegenkopplung einen niedrigen Klirrfaktor gewährleistet. Wie im Bild 10 zu erkennen ist, bleiben die Gesamtverzerrungen bis zu einer Ausgangsleistung von fast 1 W kleiner als 1% .

Der Betrieb des Empfängers kann aus zwei $4,5\text{-V}$ -Taschenlampenbatterien erfolgen. Größere Lebensdauer ergeben naturgemäß sechs $1,5\text{-V}$ -Monozellen oder 9-V -Spezialbatterien. Die kleinen 9-V -Batterien, wie sie vielfach in Import-Taschenempfängern verwendet werden, sind wegen ihrer geringen Kapazität und ihres hohen Innenwiderstandes ungeeignet. Der Ruhestrom des Gerätes liegt bei etwa 15 mA , bei Vollaussteuerung mit Musik

entkoppelt, daß eine Schwingneigung kaum zu befürchten ist.

Günstig ist es, den HF-Teil mit der Ferritantenne, dem Drehkondensator, der integrierten Schaltung ZN 414 und den entsprechenden Baulementen getrennt vom NF-Teil aufzubauen. Man kann dann den HF-Verstärker in unmittelbarer Nähe des Eingangskreises anordnen, und die Verbindungsleitungen in dieser Baugruppe bleiben kurz, was bei allen hochverstärkenden Anordnungen wichtig ist.

Der komplette HF-Teil läßt sich nun bei aufgeteilter Bauweise an einer günstigen Stelle im Gehäuse anbringen, wo die Ferritantenne nicht durch größere Metallteile (Lautsprecher oder Batterien) nachteilig beeinflußt wird. Die Verbindung zwischen HF- und NF-Teil erfolgt mit einem abgeschirmten Kabel, dessen Länge (da hier eine Stromsteuerung erfolgt) praktisch keine Rolle spielt. Das Interferenzfilter mit den beiden $270\text{-}\Omega$ -Widerständen und dem $0,15\text{-}\mu\text{F}$ -Kondensator wird zweckmäßigerverweise mit im HF-Teil untergebracht. Man ist dann sicher, daß das NF-Kabel keine HF-Annteile mehr führt, die sonst vielleicht auf den Eingangskreis rückkoppeln könnten.

Beim Aufbau des NF-Teils ist zu beachten, daß der Masseanschluß 15 der M 5106 P mit einem kleinen Kühlkörper versehen werden muß. Eine Größe von 20 cm^2 ist ausreichend, um die in der integrierten Schaltung in Wärme umgesetzte Verlustleistung abführen zu können. Beim Mustergerät wurde ein entsprechend großes Stück Kupferblech an einer Kante mit zwei $8,2\text{ mm}$ voneinander entfernten, parallelen Einschnitten versehen, in die dann die Schenkel des U-förmigen Anschlusses 15 geschoben wurden. Durch Umbiegen der beiden Schenkel wurde dann – wie im Bild 11 schematisch an-

schluß 2. Bei Beachtung dieser Punkte ist eine Selbsterregung des NF-Teils, die sich durch erhöhten Ruhestrom und Verzerrungen bemerkbar macht, nicht zu befürchten.

Abgleich

Der Abgleich des Gerätes ist sehr einfach, da er sich auf die Einstellung der Bereichsenden beschränkt. Steht ein modulierter Prüfgenerator zur Verfügung, so wird zunächst bei der niedrigsten Frequenz des betreffenden Bereichs (520 kHz bei Mittelwelle, 150 kHz bei Langwelle) durch Verschieben der Spule auf dem Ferritslab der L-Abgleich durchgeführt, bis sich das größte Ausgangssignal ergibt. Dann erfolgt mit der höchsten Frequenz des Bereichs (1605 kHz bei Mittelwelle, 285 kHz bei Langwelle) der C-Abgleich mit Hilfe des zugehörigen Trimmers. L- und C-Abgleich werden wiederholt, bis sich keine Änderung mehr ergibt. Der Lautstärkeregler sollte bei allen Abgleicharbeiten nicht weiter aufgezogen werden als erforderlich, weil wegen der Eigenschaften der ZN 414 bei zu starken Signalen die Selektivität verschlechtert wird. Auch ohne Prüfsender läßt sich der Abgleich mit Hilfe des kurzwelligsten und des langwelligsten der im betreffenden Bereich zu empfangenden Sender durchführen. Man legt sie in die Nähe des entsprechenden Bereichsendes. HPS

Schriftum

- [1] Siebert, H.-P.: ZN 414 – Eine interessante integrierte Schaltung für AM-Empfänger. FUNK-TECHNIK Bd 28(1973) Nr. 15, S. 541–544
- [2] Ferranti-Datenblatt ZN 414
- [3] ZN 414 – The one chip radio receiver. Ferranti-Applikationsbericht
- [4] An AM radio receiver ZN 414. Ferranti-Applikationsbericht
- [5] Linear integrated circuit M 5106 P – 1 Watt OTL audio power amplifier and 2 transistors. Mitsubishi-Produkt-Information

Photoelektronischer Drehzahlmesser

Drehzahlmesser werden zur Überwachung und Kontrolle von rotierenden Teilen wie Wellen, Rädern, Zahnrädern, Scheiben usw. benötigt. Hierzu eignen sich elektronische Drehzahlmesser, die nach dem photoelektronischen Prinzip arbeiten.

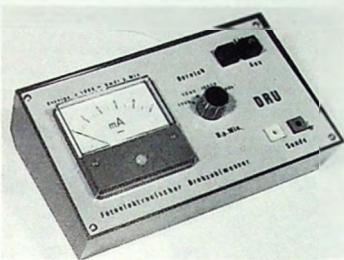
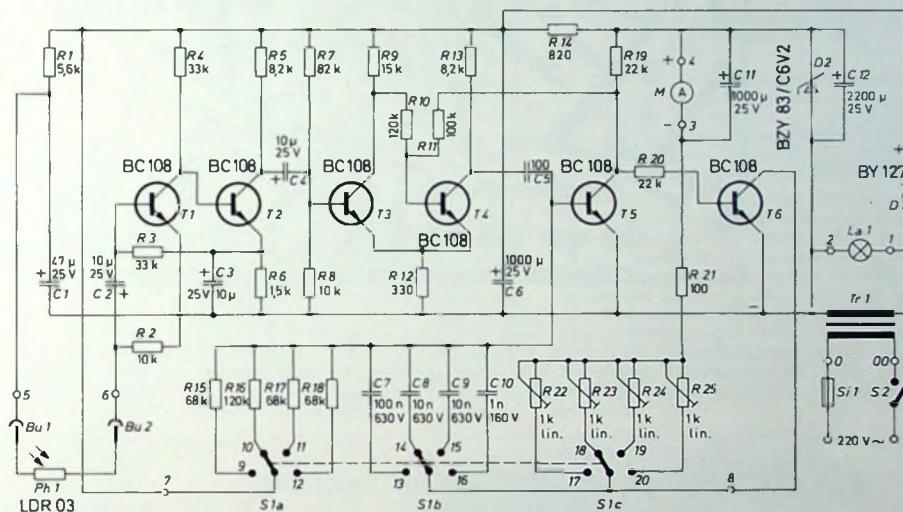


Bild 1. Blick auf den photoelektronischen Drehzahlmesser im pultförmigen Teko-Gehäuse



Mit dem nachstehend beschriebenen photoelektronischen Drehzahlmesser (Bild 1) lassen sich die Drehzahlen praktisch aller rotierenden Teile messen oder überwachen, wenn sichergestellt ist, daß sie mit Tageslicht beleuchtet werden. Ist das nicht der Fall, genügt zum Beispiel als Lichtquelle auch eine Stabtaschenlampe.

Photowiderstände haben die Eigenschaft, ihren elektrischen Widerstandswert je nach Helligkeit zu verändern. Bereits sehr kleine Helligkeitsunterschiede bewirken relativ starke Änderungen des elektrischen Widerstandswertes. Das wird beim photoelektronischen Drehzahlmesser ausgenutzt. Die Drehzahlanzeige erfolgt hier direkt mit einem Meßinstrument. Um eine übersichtliche Ablesegenauigkeit zu erhalten, wurde der Anzeigebereich von 0 U/min bis 100000 U/min in vier Meßbereiche unterteilt: 0 ... 1000 U/min, 1000 ... 5000 U/min, 5000 bis 10000 U/min, 10000 ... 100000 U/min. Die Umschaltung erfolgt über einen

Stufenschalter, der rechts neben dem Anzeigegerät angeordnet ist. Rechts oben befindet sich der Netzschalter mit der Anzeigekontrolllampe, rechts unten sind die beiden Eingangsbuchsen $Bu\ 1$ und $Bu\ 2$ für die Meßsonde angeordnet.

Als Meßsonde dient der Photowiderstand LDR 03, der – in eine Papp- oder Metallhülse eingebaut – über ein abgeschirmtes Adapterkabel mit den Eingangsbuchsen verbunden wird. Dadurch ist sichergestellt, daß auch an schwer zugänglichen Stellen Messungen an rotierenden Teilen durchgeführt werden können.

1. Schaltung

Die Schaltung des photoelektronischen Drehzahlmessers zeigt Bild 2. Durch jede Helligkeitsänderung an der Meßsonde entstehen elektrische Impulse.

und erhalten dadurch die Form von steilen Nadelimpulsen, die zur Ansteuerung des monostabilen Multivibrators T_5 , T_6 benötigt werden. Die Anzahl der Nadelimpulse entspricht genau der Anzahl der vom Photowiderstand $\text{Ph}\ 1$ der Meßsonde gelieferten Impulse. Je mehr Impulse dem Multivibrator abgibt, um so höher ist der Strom, der durch das Instrument M fließt. Die erforderliche Betriebsspannung von etwa 10 V liefert das Netzteil. Bei der Umschaltung von einem Bereich auf den anderen müssen jeweils drei Bauteile umgeschaltet werden. Der Stufenschalter muß daher drei Bahnen ($S\ 1a$, $S\ 1b$, $S\ 1c$) und vier Schaltstellungen haben. Mit $S\ 1a$ werden die Basiswiderstände $R\ 15$, $R\ 16$, $R\ 17$ und $R\ 18$, mit $S\ 1b$ die Meßkondensatoren $C\ 7$, $C\ 8$, $C\ 9$ und $C\ 10$ umgeschaltet. Die Einstellregler $R\ 22$, $R\ 23$

die über den Kondensator C2 dem zweistufigen Verstärker T1, T2 zugeführt werden. Die verstärkten Impulse gelangen über C4 zu dem Schmitt-Trigger T3, T4, der die Impulse zu Rechteckimpulsen umformt. Die Rechteckimpulse werden mit C5 und dem Widerstand R15 differenziert.

R 24 und R 25 dienen zur Eichung der Meßbereiche. Ihre Umschaltung erfolgt mit S 1c.

2. Aufbau des photoelektronischen Drehzahlmessers

Die zum Bau des photoelektronischen Drehzahlmessers benötigten mechani-

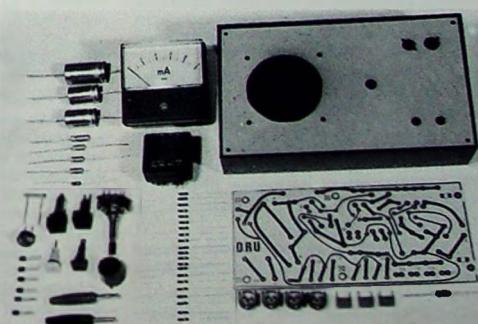


Bild 3. Zum Bau des photoelektronischen Drehzahlmessers erforderliche Bauteile mit Meßinstrument, Printplatte und Teko-Gehäuse.



Bild 4. Printplatte für den photoelektronischen Drehzahlmesser (Maßstab 1 : 2)

Bauteile werden entsprechend Bild 8 durch flexible Verbindungsleitungen mit den zugehörigen Anschlußpunkten auf der Printplatte verbunden.

3. Inbetriebnahme und Eichung

Zur Eichung des photoelektronischen Drehzahlmessers wird ein Tongenerator benötigt, weil zwischen Drehzahl und Frequenz ein enger Zusammenhang besteht. Der Tongenerator, der eine NF-Spannung von etwa 2 V abgeben soll, wird an die Eingangsbuchsen *Bu 1*, *Bu 2* angeschlossen. Es ist darauf zu achten, daß die NF-Spannung führende Buchse des Tongenerators mit *Bu 2* und der Masseanschluß mit

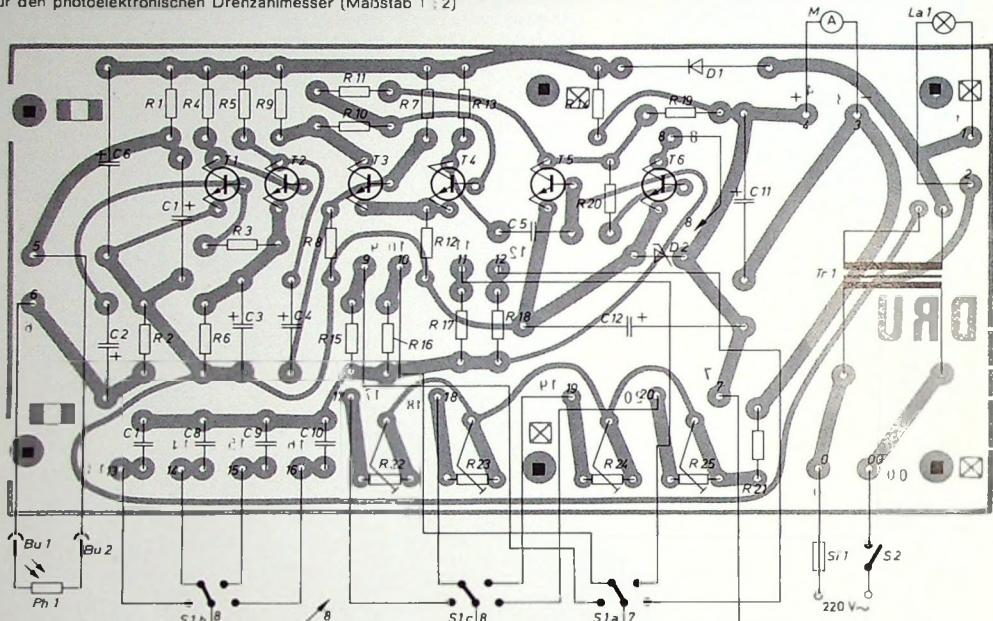


Bild 5. Bestückungs- und Verdrahtungsplan

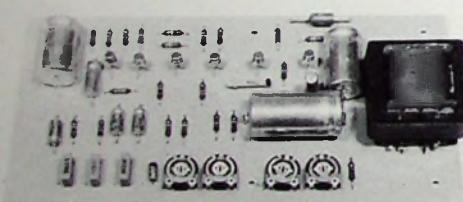


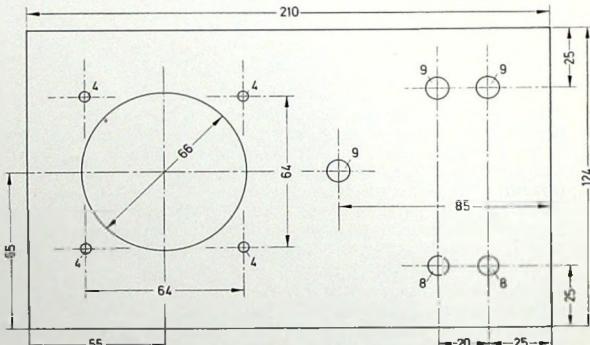
Bild 6. Bestückte Printplatte

schen und elektronischen Teile einschließlich Meßinstrument, Printplatte und Teko-Gehäuse zeigt Bild 3. Der Aufbau aller Bauteile erfolgt auf einer Printplatte, die Bild 4 im Maßstab 1:2¹⁾ zeigt. Bild 5 stellt den Bestückungs- und Verdrahtungsplan und Bild 6 die mit allen Bauteilen bestückte Printplatte dar. Die fertig bestückte Printplatte wird in ein Teko-Gehäuse Modell „363“ eingebaut.

In die Aluminiumfrontplatte dieses Gehäuses werden nach dem Bohrplan

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

Bild 7. Bohrplan für die Frontplatte ►



(Bild 7) die Löcher und Ausschnitte eingearbeitet. Sind alle Bohrungen eingearbeitet und entgratet, dann erhält die Frontplatte einen hellgrauen Lackanstrich. Nach dem Trocknen der Farbe kann mit der Montage der mechanischen Bauteile begonnen werden. Vor der Montage des Stufenschalters *S 1a*, *S 1b*, *S 1c* muß seine Achse entsprechend gekürzt werden, damit der Drehknopf nicht zu weit von der Frontplatte abstehen. Die mechanischen

Bu 1 des Drehzahlmessers verbunden wird.

Zuerst wird der Bereich 1 geeicht. Dazu ist am Tongenerator eine Frequenz von 12,5 Hz einzustellen. Der Einstellregler *R 22* wird nun so lange verdreht, bis der Zeiger des Meßinstrumentes *M 0,75 mA* \pm 750 U/min anzeigt. Das leichte Pendeln des Instrumentenzeigers röhrt von der extrem niedrigen Frequenz her und ist normal. Alle anderen Werte des Bereichs stimmen nun wegen der

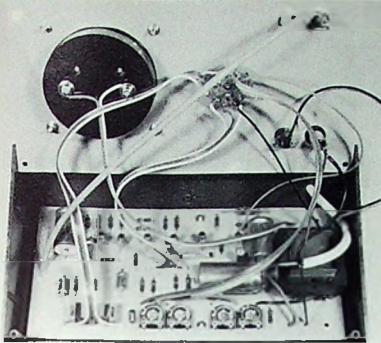


Bild 8 Mit der Printplatte über flexible Leitungen verbundene Frontplatte, wobei die Druckplatte bereits im Teko-Gehäuse eingebaut ist

linearen Anzeige automatisch. Der Endausschlag von 1 mA entspricht 1000 U/min.

Um den Bereich 2 zu eichen, wird am Tongenerator eine Frequenz von 50 Hz eingestellt. Der Einstellregler R 23 wird jetzt so lange gedreht, bis der Instrumentenzeiger 0,6 mA \pm 6000 U/min anzeigt.

Nun wird der Bereich 3 geeicht. Der Tongenerator wird dabei auf 100 Hz eingestellt. Der Einstellregler R 24 muß jetzt so lange verdreht werden, bis der Instrumentenzeiger 0,6 mA \pm 6000 U/min anzeigt.

Zum Schluß erfolgt die Eichung des Bereichs 4. Hier wird eine Frequenz von 800 Hz gewählt. Der Einstellregler R 25 wird so lange verdreht, bis das Meßinstrument 0,48 mA \pm 48000 U/min anzeigt.

Der Zusammenhang zwischen der Drehzahl und der Frequenz kommt folgendermaßen zustande: Mit dem hier beschriebenen photoelektronischen Drehzahlmesser wird die Anzahl von Lichtimpulsen je Sekunde gemessen. Der Photowiderstand Ph 1 erzeugt aus den Lichtimpulsen eine entsprechende Anzahl elektrischer Impulse je Sekunde. Auch das von der Netzfrequenz stammende Licht einer elektrischen Glühlampe wechselt 100 mal in der Sekunde von hell auf dunkel und umgekehrt. Wird ein Photowiderstand in die Nähe einer elektrischen Glühlampe gehalten, so ändert sich im Rhythmus der Nulldurchgänge (Helligkeitsunterschiede) 100 mal je Sekunde sein Widerstandswert. Damit liefert er 100 Impulse je Sekunde.

Hier läßt sich bereits der Zusammenhang zwischen der Drehzahl und der Frequenz erkennen, der bei der Eichung ausgenutzt wird. Wenn der Photowiderstand bei Beleuchtung mit einer Glühlampe in der Sekunde 100 Impulse abzugeben vermag, so bedeutet das, daß er in der Minute $60 \cdot 100 = 6000$ Impulse liefert. Wird nun dafür gesorgt, daß eine sich drehende Welle oder ein Rad je Umdrehung einen Impuls abgibt – wie man das erreichen kann, wird noch erläutert werden –, so entsprechen diese 6000 Impulse 6000 U/min. Zur Eichung des Bereichs 3 (0 ... 10000 U/min) genügt zum Beispiel das Licht einer mit Wechselspannung betriebenen Glühlampe. Wird die Sonde mit dem Photowiderstand in die

Nähe der Glühlampe gebracht, so wird der Drehzahlmesser 0,6 mA \pm 6000 U/min anzeigen.

Um die Drehzahl einer sich drehenden Welle, zum Beispiel eines Elektromotors, messen zu können, muß auf die Welle in Längsrichtung ein kleiner schwarzer Streifen geklebt werden. „Decofix“ leistet hier gute Dienste. Bei Tageslicht ist eine Messung der rotierenden Welle sofort möglich. Die dabei sehr hell erscheinende Welle reflektiert das Licht zum Photowiderstand. Bei jeder Umdrehung der Welle unterbricht der aufgeklebte schwarze Streifen diese Helligkeit einmal. Der Photowiderstand erzeugt dadurch bei jeder Umdrehung einen Impuls. Die Anzahl der Impulse entspricht somit der Drehzahl der Motorwelle. Alle anderen sich drehenden Teile wie Räder oder Scheiben können auf die gleiche Weise gemessen werden, wenn ein schwarzer Streifen auf die Lauffläche geklebt wird.

Wenn die Drehzahl einer umlaufenden Welle gemessen werden soll, auf die kein Tageslicht fällt – zum Beispiel bei einem in einem Gehäuse eingebauten Elektromotor –, dann muß die Welle durch eine mit Gleichspannung gespeiste Glühlampe (zum Beispiel mit einer Taschenlampe) beleuchtet werden. Die Glühlampe muß deshalb mit Gleichspannung betrieben werden, weil bei Wechselspannung (wie bereits beschrieben) nur die Lichtfrequenz vom photoelektronischen Drehzahlmesser angezeigt werden würde und nicht die Drehzahl des Motors.

Die Meßsonde ist so nahe wie möglich an das Meßobjekt heranzubringen und auf die rotierende Welle zu richten. Das auf das Meßobjekt fallende Licht – Tageslicht oder Gleichspannungskunstlicht – darf nicht abgeschattet werden; die Meßstelle muß hell beleuchtet sein. Während der Messung ist unbedingt darauf zu achten, daß alle aus dem Lichtnetz gespeisten Beleuchtungskörper abgeschaltet werden, weil

Einzelteilliste

Kohleschichtwiderstände, 1/8 W (R 1 ... R 21)	(Beyschlag)
Einstellregler	(Ru)
„Ruwido S 76 A“, 1 kOhm lin. (R 22 ... R 25)	
Kondensator „Erofol 2 Hx / KT 1800“, 160 V, (€ 10)	(Roederstein)
Kondensatoren „Eromet-85-MKT“, 630 V, (C 7 ... C 9)	(Roederstein)
Elektrolytkondensatoren, 25 V (Roederstein) (C 1 ... C 4, C 6, C 11, C 12)	
keramischer Rohrkondensator, (Roederstein) 250 V, (C 5)	
Transistoren BC 108 (T 1 ... T 6) (Siemens)	
Diode BY 127 (D 1)	(Valvo)
Z-Diode BZY 83/C6V2 (D 2)	(Siemens)
Photowiderstand LDR 03 (Ph 1)	(Valvo)
Meßinstrument „Wisometer 65“, 1 mA Vollausschlag (M)	(Rim)
Netzschalter „Mentor 1.195.2“ (S 2)	(Mozar)
Lampenfassung „Mentor 1.660.002“	(Mozar)
Netztransformator „EM 42-61“, 220 V, 12 V, (Tr 1)	(Zeissier)
Buchse „Mentor 766.101“ (Bu 1) (Mozar)	
Buchse „Mentor 766.102“ (Bu 2) (Mozar)	
Drehknopf „020-441“, 21 mm Ø (Elma-Ryan)	
Gehäuse „363“	(Teko)
Bezug der angegebenen Bauelemente nur über den einschlägigen Fachhandel	

es sonst zu Fehlmessungen kommen kann. Der photoelektronische Drehzahlmesser ist nämlich so empfindlich, daß am Tage eingeschaltete Lampen, die mehrere Meter weit entfernt sind, die Messung beeinflussen können.

Sollte es beim Aufbau des Gerätes zu Schwingneigungen kommen – was sich dadurch bemerkbar macht, daß der Zeiger des Meßinstruments bei nicht angeschlossenem Photowiderstand der Meßsonde Vollausschlag zeigt –, so ist der Kondensator C 3 auszulöten. Zu Eigenschwingungen kann es unter Umständen dann kommen, wenn in der Schaltung Transistoren mit sehr hohem Verstärkfaktor verwendet werden.

Berliner Seminar über Kabelfernsehen

Schluß von S. 452

kabelsystemen usw. In diesem Zusammenhang ist bemerkenswert, daß die Technical Standards der FCC für Systeme von einer bestimmten Größenordnung ab verlangen, daß sie für einen Rückweg vom Teilnehmer zur Zentrale vorbereitet sind, aber keineswegs für eine breitbandige audiovisuelle Übertragung, sondern lediglich für einen relativ schmalbandigen Kanal, der allenfalls zur Sprachübertragung geeignet ist.

Die Probleme zukunftsorientierter Versuchssysteme betreffen vorwiegend die Konzeption des Übertragungsweges selbst, insbesondere die Integration von vermittelten Diensten (beispielsweise Bildtelefon) in nicht-vermittelten Netzen wie den derzeitigen CATV-Anlagen. Sie erlauben nur eine Kommunikation zwischen Teilnehmer und Zentrale, aber nicht eine diskrete unabhängige Kommunikation zwischen zwei beliebigen Teilnehmern wie beim Telefon.

Herr Dr. Ohnesorge betonte in seiner Zusammenfassung der Ergebnisse des Seminars, daß die Fragen nach der technischen Zweckmäßigkeit bestimmter Systeme noch weitgehend offen seien und daß hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und der Bedürfnisse für diese Anlagen noch keine definitiven Aussagen gemacht werden könnten. Man müsse daher die Ergebnisse der beiden Versuchsanlagen der Bundespost in Nürnberg und Hamburg abwarten.

Um die technischen und wirtschaftlichen Fragen und vor allem den Einsatz und die sinnvolle Abwicklung neuer Dienste experimentell untersuchen und erproben zu können, ist außer den genannten großen Versuchsanlagen beabsichtigt, kleinere Versuchssysteme im Heinrich-Hertz-Institut zu realisieren, an denen diese Fragen studiert werden können. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen dann als Grundlage für den allmählichen Ausbau größerer praktisch genutzter Versuchsanlagen dienen.

Kö

Automatisierung des ARD-Leitungsnetzes mit Prozeßrechner-Verbundsystem

Zwischen den Rundfunkanstalten der Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten in der Bundesrepublik Deutschland (ARD) besteht eine intensive Programmkooperation. Über den Ton-Sternpunkt Frankfurt sind seit dem 1. März 1974 die zwölf Rundfunkanstalten und das Studio Bonn mit einem Dauerleitungsnetz für alle Arten von Überspielungen und Sendungen Tag und Nacht miteinander verbunden (s.a. Heft 7/1974, S. 235). Alle Schaltungen in der zentralen Schaltstelle Frankfurt und in den Funkhäusern werden über ein von Siemens geliefertes Prozeßrechner-Verbundsystem mit den zugehörigen technischen Einrichtungen automatisch hergestellt und überwacht.

Kernstück des ständig betriebsbereiten automatisch arbeitenden Prozeßrechner-Verbundsystems im ARD-Sternpunkt Frankfurt ist ein zentraler Siemens-Prozeßrechner „306“, der den Überspielbetrieb koordiniert, optimiert und steuert. Er nimmt alle Leitungsbestellungen über Satellitenrechner von den einzelnen Rundfunkanstalten entgegen, ermittelt freie Belegungszeiten, disponiert sie und veranlaßt zum festgesetzten Zeitpunkt selbsttätig alle erforderlichen Schaltungen zwischen der zentralen Schaltstelle der Deutschen Bundespost (BP) und den einzelnen Funkhäusern. Diese Schaltstelle des Tonleitungs-Sternpunktes ist als Trägerfrequenz-Koppelfeld (TFK) aufgebaut, von dem aus auch Auslandsübergaben möglich sind.

An den zentralen Rechner im Sternpunkt Frankfurt sind je ein Satellitenrechner (insgesamt 13 Siemens-Rechner, davon elf des Typs „101“ und zwei des Typs „301“) bei jeder Rundfunkanstalt und im Studio Bonn sternförmig angeschlossen. Zu jedem Satellitenrechner gehören verschiedene Geräte und Einrichtungen, über die man von den einzelnen Rundfunkanstalten aus mit dem eigenen Rechner und mit dem Zentralrechner gezielt zusammenarbeiten kann.

Entsprechend den redaktionellen Anforderungen, werden die Leitungsbestellungen der einzelnen Rundfunkanstalten festschriftlich an den Prozeßrechner gegeben. Leitungsbestellungen können bis zu sieben Tage im voraus gespeichert und bis zu fünf Minuten vor Überspielbeginn aufgegeben werden. Wird von einer Rundfunkanstalt ein Beitrag angefordert, so müssen jeweils der frühestmögliche Überspielbeginn und das späteste Ende der Überspielung (Toleranzbereich) angegeben werden. Der Rechner sucht dann die günstigste Überspielzeit innerhalb dieses Toleranzbereiches aus. Gleichzeitige Bestellungen von mehreren Rundfunkanstalten werden automatisch aufeinander abgestimmt sowie quittiert und alle erforderlichen Abläufe nacheinander abgewickelt. Die Kostenermittlung und -verteilung für die Rundfunkanstalten übernimmt der Prozeßrechner ebenfalls selbsttätig.

Während in den Rundfunkanstalten die einzelnen Leitungen zu den Aufnahme- oder Wiedergabemaschinen sowie in die Studios vom Rechner automatisch durchgeschaltet werden, erfolgt die Aufzeichnung der überspielten Beiträge halbautomatisch. Die abgehenden und ankommenden Beiträge werden in jedem Funkhaus auf Datensichtgeräten in zeitlicher Reihenfolge dargestellt.

Fußball-Weltmeisterschaft auch im Zeichen der Nachrichtentechnik

Die Fußball-Weltmeisterschaft 1974 ist nicht nur ein Prüfstein für die teilnehmenden Sportler, sondern ebenso für die Fernsehtechnik und die modernen Weltverkehrsverbindungen. Rund hundert Fernsehstationen in aller Welt strahlen die in der Bundesrepublik Deutschland aufgenommenen Spiele aus und ergänzen sie zum Teil noch durch Reportagen eigener Teams mit Hintergrundinformationen, Interviews und Stimmungsbildern.

Die Techniker des Deutschen Olympia Zentrums (DOZ), ein bei den Olympischen Spielen 1972 in München bewährtes Team, zeichnet auch jetzt wieder verantwortlich für die technische Durchführung aller Rundfunk- und Fernsehübertragungen. Die Münchener Schalt- und Aufzeichnungszentrale ist inzwischen in Frankfurt am Main beim Hessischen Rundfunk neu installiert worden. Für die magnetische Bildaufzeichnung stehen jetzt aber die neuen Bandmaschinen „BC M 40 E“ der Robert Bosch Fernsehanlagen GmbH zur Verfügung. Diese Vier-Kopf-Magnetbandmaschinen der

dritten Generation lassen sich durch einfaches Umschalten sowohl für Aufzeichnungen nach dem PAL- als auch dem SECAM-Standard benutzen; für Aufzeichnungen nach dem NTSC-Standard genügt der Austausch weniger Kassetten. Größere Bandspulen ermöglichen darüber hinaus jetzt Aufzeichnungen bis zu 126 Minuten.

In den neun Stadien in der Bundesrepublik Deutschland und in West-Berlin sind 16 Farbbübertragungen mit insgesamt 56 angeschlossenen Farbfernsehkameras, acht MAZ-Wagen und zehn Zeitlupenanlagen (slow motion) installiert. Die Grundkonzeption ist in allen neun Stadien die gleiche. An einen Vier-Kamera-Ü-Wagen sind zwei Führungs- und eine Feldkamera, eine Schwarz-Weiß-Kamera zum Einblenden von Graphiken sowie das Interview-Studio angeschlossen. Die Bildsignale der beiden hinter den Toren aufgestellten Farbfernsehkameras laufen über einen Zwei-Kamera-Wagen und einen Slow-Motion-Wagen zum großen Ü-Wagen, dessen Ausgangssignale an einen Aufzeichnungswagen mit zwei MAZ, an die Kommentatorplätze und zur DOZ-Zentrale nach Frankfurt weitergeleitet werden. Von dort aus werden sie dann auf die einzelnen Empfänger verteilt. Allein die Kommentatorplätze in den neun Stadien benötigen 550 Leitungen, die in Frankfurt zusammengefaßt und auf 190 Ausgangsleitungen verteilt werden.

Die Übertragung der Rundfunk- und Fernsehsendungen an die Stationen erfolgt im europäischen Bereich – ähnlich wie bei den Olympischen Spielen – an die der Eurovision und der Intervision angeschlossenen Länder über konventionelle Kabel- und Richtfunkstrecken. Für die Übertragung in Länder der übrigen Welt stehen drei Nachrichtensatelliten zur Verfügung. Das Herz dieser Satelliten-Verbindungen ist die Erdfunkstelle in Raisting (s.a. Titelbild); sie ist die zentrale Relaisstelle. Die Übertragungskapazität der Antenne III hat die Siemens AG als Generalunternehmer für diese Erdfunkstelle kurz vor dem Beginn der Fußball-Weltmeisterschaft verdoppelt, so daß sie jetzt zwei Farbfernsehprogramme einschließlich Ton übertragen kann. Von den Erdfunkstellen in Raisting oder Buitrago (Spanien) werden die Signale an zwei über dem Atlantik stehende Satelliten mit insgesamt drei Fernsehkanälen und an den über dem Indischen Ozean stehenden INTELSAT-Satelliten mit einem Fernsehkanal weitergegeben. Dabei empfangen Latein- und Nordamerika sowie Zentralafrika, Israel und der Iran mit insgesamt 13 Empfangsstationen das Programm über die beiden Atlantik-Satelliten. An die übrigen asiatischen Fernsehseiter und das australische Fernsehen gibt der dritte INTELSAT-Satellit die Bildsignale weiter. Roth

Ausbildung

ZVEI-Empfehlung zur Durchführung von Fortbildungslehrgängen

Nach der Einführung neuer elektrotechnischer Ausbildungsberufe entsprechend der „Verordnung über die Berufsausbildung in der Elektrotechnik“ vom 12. Dezember 1972 hatte der ZVEI das „ZVEI-Ausbildungshandbuch“ herausgebracht. Nun legte der ZVEI die „Empfehlung zur Durchführung von Fortbildungslehrgängen – Stoffverzeichnis und Lernziele“ als auf die jetzige Ausbildungsordnung abgestimmtes Elektrotechnik-Fortbildungsprogramm vor. Nach zwei Einführungslehrgängen – „Mathematische Grundkenntnisse“ und „Physikalisch-technische Grundkenntnisse“ – mit je 50 Stunden sieht das Programm einen Grundlehrgang „Bauelemente der Elektronik“ mit 100 Stunden Lehrzeit vor. Daran schließen sich die Aufbaulehrgänge „Analoge Grundschaltungen“ und „Digitale Grundschaltungen“ mit jeweils 100 Stunden Lehrzeit an.

Die Broschüre wird gegen einen Unkostenbeitrag von 10 DM vom ZVEI, Abteilung Berufsausbildung, 6 Frankfurt 70, Postfach 700969, abgegeben.

AAC-Tourist Sprachlehrgänge

Fremde Länder zu erleben, ist besonders reizvoll, wenn man sich etwas in der Landessprache verständigen kann. Daher bietet Philips die „AAC-Tourist Sprachlehrgänge“ an. Man kann mit ihnen in 30 verschiedenen Sprachen 300 Redewendungen in jeweils 16 Lektionen lernen, von Arabisch über Englisch bis zu Kiswahili. Alle 30 Einzelkurse sind in einem Taschenbuch zusammengefaßt. Die zugehörigen Compact-Cassetten lassen sich auf jedem beliebigen Cassetten-Recorder abspielen.

Richten Sie Ihre Werkstatt VDE-mäßig ein!

Ringkern-Regeltrenntransformator ST 240/4

In modernem transportablem Normgehäuse, besonders geeignet zum Aufbau von Meß- und Prüfplätzen. Vorteilhaft ist die Verwendung dieser Typen in der Rundfunk/Fernseh-Service-Werkstatt. Zur Ausrüstung gehören noch Strom- und Spannungsmesser, Schalter, Sicherung und Schuko-stecker. Das Gerät besitzt eine Primär- und Sekundärwicklung, so daß Eingang und Ausgang galvanisch voneinander getrennt sind. Nennaufnahmespannung: 220 V, Nennabgabespannung: 0-240 V, Nennabgabestrom: 0-4 A, Nennleistung: 900 W, Windungsspannung: 0,5 V, Maße: 375 × 265 × 215 mm, Gewicht: 21 kg

Ringkern-Stelltransformator SST 250/10

Ausführung wie ST 240/4, jedoch Sparschaltung, stufenlos regelbar. Nennaufnahmespannung: 220 V, Nennabgabespannung: 0-250 V, Nennabgabestrom: 20 A, Nennleistung: 5000 W, Maße: 372 × 298 × 310 mm, Gewicht: 26 kg

Ringkern-Kleinsteiltransformator SST 42-2/1,6 F

Einbau-Ausführung in Sparschaltung mit zwei getrennten Wicklungen zur unabhängigen Abnahme zweier getrennter Regelspannungen. Es ist möglich, die Wechselspannung von 2 × 0-42 V stufenlos zu regeln. Dieser Trafo ist überall dort angebracht, wo es gilt, Wechselspannung oder Wechselströme mit dem geringsten technischen Aufwand zu regeln. Nennaufnahmespannung: 42 V, Nennabgabespannung: 0-42 V, Nennabgabestrom: 1,6 A, Nennleistung: 70 W, Maße: 126 × 75 mm Ø, Gewicht: 0,57 kg

Vers. p. NN ab Hirschau zuzügl. Vers. spesen. Preis inkl. MWSt. Katalog gegen DM 5,- in Briefmarken (Gutschrift DM 2,50).

CONRAD,

8452 Hirschau/Bay., Fach 3, Tel. 0 96 22 / 2 22, Telex 06 31 205

Für jeden Arbeitsplatz einen separaten Regeltrenntrafo! ■



nur 395,-

nur 299,-

nur 49,50

Suchen Sie qualifizierte Fachkräfte? Suchen Sie einen neuen Arbeitsplatz?

Der direkte Weg ist meist der beste!

Mit einem Stellenangebot oder einem Stellengesuch in der

FUNKTECHNIK

erreichen Sie den gesamten Interessentenkreis der Branche.

Auf Anfrage unterbreiten wir Ihnen gern ein spezielles Angebot. Unser modernes graphisches Atelier gestaltet auf Wunsch Ihre Einschaltungen.

Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH

1 Berlin 52, Eichborndamm 141-167 · Telefon: 0 30 / 4 11 60 31 · Telex: 01 81 632

● BLAUPUNKT

Auto- und Kofferradios

Neueste Modelle mit Garantie. Einbauzubehör für sämtliche Kfz.-Typen vorrätig. Sonderpreise durch Nachnahmeversand. Radiogroßhandlung

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



E. Hübner Electronic
405 MG-Hardt, Postf. 3, Tel. 0 21 61 / 5 99 03

Wo fehlt eine?

Bei uns alle Schreibmaschinen.
Riesen auswahl,
stets Sonderposten. - Kein
Risiko, da Ümtauschrech-
Kleine Raten. Fordern Sie
Gratiskatalog 907 G

NÖTHEL Deutschlands großes
Büromaschinenhaus
34 GÖTTINGEN, Postfach 601

TV Englisch

Wer übersetzt englisches Service-Handbuch für Fernsehempfänger fach- kundig in die deutsche Sprache? Angebote erbeten unter F. O. 8555

Ich möchte Ihre Überzähligten

RÖHREN und TRANSISTOREN

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

329
Z 95496
Thälmann-Str. 56

Wer die Wahl hat... hat das große Portable-Programm von Philips!

Der Markt der Schwarzweiß-Fernsehgeräte ist heute erfolgversprechender denn je. Die Schwarzweiß-Portables haben entscheidenden Anteil daran.

Deshalb hält Philips für Sie ein besonders interessantes und vielseitiges Portable-Programm bereit, aus dem Ihre Kunden das passende

Gerät wählen können.
Alle Geräte volltransistorisiert. Leicht, handlich, robust. Optimaler Bedienungskomfort. In vielen Formen und Farben.

Philips Schwarzweiß-Portables

