

BERLIN

# FUNK- TECHNIK



14 1972

2. JULIHEFT



# SANYO

## bringt tatsächlich mehr:

Ein trageleichtes Fernsehgerät  
mit 31-cm-Bildschirm.  
12-T218,  
speziell hergestellt  
für den  
europäischen Markt!



he. LW-team

Modell 12-T218



Kenner sehen so was mit  
einem Blick: Robustes Kunst-  
stoffgehäuse, massgeschneidert  
um eine grossflächige  
Bildröhre herum, 2 getrennte  
Kanalwähler, Schieberegler

für Helligkeit, Kontrast und Lautstärke, eingebauter Ohrhöreranschluss. Der  
Frontlautsprecher gibt volle 1 Watt ab. Kontrastfilterscheibe für blendfreie Bildwiedergabe.  
Teleskopantenne für VHF und aufsteckbare Dipolantenne für UHF.  
220-V-Betrieb oder 12-V-Akku. Gewicht: 8,5 kg. SANYO bringt tatsächlich mehr! Diesmal mit  
der Fernsehneuheit 12-T218, ideal für drinnen und draussen.

## SANYO

Deutschland: Perfect GmbH, Baslerstrasse 7e, 785-Lörrach Österreich: Interpan, Kramergasse 5, Wien 1 Schweiz: Buttschardt Elec-  
tronic AG, Lindenhofstrasse 32, 4002 Basel Belgien/Belgique et Luxembourg: S.V.D.P. SANYO SA, Bredastraat 124, 2000 Antwerpen  
France: D.I.M.E.L., 66, rue Hermel, Paris-18e Danmark: N. Odgaard + Søn, Vejgaard, 9000 Aalborg Nederland: N.V. Connector,  
Prinsengracht 634, Amsterdam-C Sverige/Norge: ITO Export/Import AB, Östra Hamngatan 19A, 411 10 Göteborg



AUS DEM INHALT

2. JULIHEFT 1972

gelesen · gehört · gesehen .....	500
Entwicklungstendenzen der Nachrichtentechnik .....	503
Wirtschaft .....	504
Farbfernsehen	
Die Ultraschall-Fernbedienung des „PALcolor 782 supersonic“ .....	505
Persönliches .....	509
Inbetriebnahme der ersten 12-GHz-Empfangsanlage im Rahmen des Erprobungsnetzes der Deutschen Bundespost in Berlin .....	510
Sender- und Meldungskennung für den Verkehrsfunk .....	510
Angewandte Elektronik	
Gewinnung von Sägezahnspannungen aus Rechteckfrequenzteilern in elektronischen Organen .....	511
Das Phono-Museum in St. Georgen .....	515
„Electronic-Center“ von Bogen eingeweiht .....	516
Werkstoffe	
Die moderne Magnettechnik und ihre praktische Bedeutung · Weichferrite .....	517
Für den KW-Amateur	
Der QTH-Kenner und seine Bedeutung für den Funkamateuer .....	521
Meßtechnik	
Digital-Universalmeßgerät mit automatischer Bereichswahl .....	523
Taktgeber mit einstellbarer Impuls- und Periodendauer .....	526
Für den jungen Techniker	
Der Multivibrator in Theorie und Praxis .....	528
Feuerwehr-Einsatzzentrale „EZ 2000“ .....	530

Unser Titelbild: Mit der neuen Ultraschall-Fernbedienung des *Telefunken*-Farbfernsehgeräts „PALcolor 782 supersonic“ läßt sich jedes Programm mit nur einem Tastendruck direkt wählen. Außerdem sind noch Farbkontrast, Helligkeit, Lautstärke und Netz-Ausschaltung fernbedienbar (s. a. S. 505).  
Aufnahme: *Telefunken*

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

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH · 1 Berlin 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141-167 · Tel. (03 11) 412 10 31 · Telex: 01 81 632 vrfkt · Telegramme: Funktechnik Berlin · Chefredakteur: Wilhelm Roth · Stellvertreter: Albert Jänicke, Ulrich Radke · Techn. Redakteur: Wolfgang Kamecke, sämtlich Berlin · Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu · Anzeigenleitung: Marianne Weidemann · Stellvertreter: Dietrich Gebhardt · Chefgraphiker: Bernh. W. Beerwirth · Zahlungen an: VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Postscheck-Konto: Berlin West 76 64 oder Bank für Handel und Industrie AG 1 Berlin 65 Konto 7 9302 · Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal · Preis je Heft 3,- DM, Auslandspreise lt. Preisliste (auf Anforderung) · Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Leserkreis aufgenommen werden · Nachdruck · auch in fremden Sprachen · und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet · Satz und Druck: Druckhaus Tempelhof

In Kürze erscheint



**ELEKTRISCHE  
NACHRICHTEN-  
TECHNIK  
III. Band**

Grundlagen der Impulstechnik und ihre Anwendung beim Fernsehen

von Dozent Dr.-Ing. Heinrich Schröder  
Dozent Dipl.-Ing. Gerhard Feldmann  
Dozent Dr.-Ing. Günther Rommel

In Ergänzung der erfolgreichen ersten beiden Bände der ELEKTRISCHEN NACHRICHTENTECHNIK werden im III. Band die Probleme der Impulstechnik behandelt. Es ist sowohl auf eine anschauliche Beschreibung als auch auf eine mathematisch exakte Formulierung impulstechnischer Vorgänge Wert gelegt. Unter Einführung der Begriffe Übergangs-, Übertragungs-, Spektral- und Zeitfunktionen ist die mathematische Behandlung komplizierter Netzwerke gesondert erörtert. Von den zahlreichen Anwendungen der Impulstechnik sind die grundlegenden Schaltungen des Fernsehens untersucht; ihre Arbeitsweise ist an Hand impulstechnischer Überlegungen erklärt.

Aus dem Inhalt

Grundlagen der Impulstechnik

Impulse, ihre Übertragungsschaltungen und Verzerrungen · Impulsverstärker · Transistoren im Schalterbetrieb · Nicht-lineare Impulsformung · Impulserzeugung · Begriffe und Berechnungsverfahren zum Impulsverhalten linearer Schaltung

Anwendung der Impulstechnik auf Probleme der Fernsehübertragung

Rastertechnik · Signalaufbereitung

764 Seiten · 549 Bilder · 59 Rechenbeispiele  
22 Aufgaben .....

Ganzleinen 52,50 DM

ISBN 3 87853 028 5

Zu beziehen durch jede Buchhandlung im Inland und im Ausland sowie durch den Verlag

Spezialprospekt auf Anforderung

VERLAG FÜR  
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH  
1 Berlin 52



### Leipziger Herbstmesse 1972

Die diesjährige Leipziger Herbstmesse findet vom 3. bis 10. September statt. Nachdem mit der Verlagerung der Branchen Textil- und Schuhmaschinen von der Frühjahrsmesse auf die Herbstmesse die Veränderung des Branchenprofils der Leipziger Messe zunächst abgeschlossen ist, gehören zur Leipziger Herbstmesse neben den in 16 Messehäusern der Innenstadt ausgestellten Konsumgütern nunmehr acht Technikbranchen. Dazu zählen der Großkomplex Chemie mit den Branchen Chemische Grundstoffe und andere Ausgangsprodukte, Chemieanlagen, -ausrüstungen und -maschinen sowie Plastikmaschinen, Textil- und Schuhmaschinen, Polygrafische Maschinen, Straßenfahrzeuge, Medizintechnik und Holzbearbeitungsmaschinen.

### VDE kongress 72

Unter das Schlagwort „VDE kongress 72“ stellt der Verband Deutscher Elektrotechniker seine 57. Hauptversammlung, die vom 9.-14. Oktober 1972 auf dem Messegelände in Köln-Deutz stattfindet. Köln ist damit während des 79-jährigen Bestehens des VDE zum fünftenmal (1893, 1909, 1938, 1950 und jetzt 1972) Tagungsort von VDE-Hauptversammlungen.

Den Festvortrag „Von der Verantwortung des Ingenieurs“ hält am 12. 10. 72 Prof. Dr.-Ing. V. Aschoff im Anschluß an die Mitgliederversammlung. Hauptvorträge am selben Tag behandeln „Elektronik und Sicherheit – Die Arbeit der Deutschen Elektrotechnischen Kommission“ (vorgetragen von Prof. Dr.-Ing. K. Brinkmann), „Das Technische Prüfwesen des VDE“ (Dr.-Ing. A. Warner) und „Bionik oder die Nutzung der biologischen Kenntnisse für den technischen Fortschritt“ (Prof. Dr.-Ing. H. Marko).

Die NTG-Mitgliederversammlung und ein IEEE-Member-Meeting finden am 13. 10. 72 statt. Bereits am 11. 10. 1972 beginnen Fachvorträge in den Themengruppen „Berufsrufen“, „Elektrische Maschinen“, „Energieerzeugung“ und „Elektrische Kontakte“, die am 13. 10. 72 in den Themengruppen „Energieverteilung“, „Meß- und Regelungstechnik“, „Nachrichtenverbindungen über Satelliten“, „Moderne Werkstoffe der Nachrichtentechnik“, „Datenübertragungsnetze“ und Elektrotechnik im modernen Gebäude fortgesetzt werden.

### Bundeswettbewerb Mathematik 71/72

Die ersten beiden Runden des zweiten Bundeswettbewerbs Mathematik sind abgeschlossen. Von den insgesamt 634 Teilnehmern aus den Klassen 11 bis 13 haben sich 29 für das abschließende Kolloquium qualifiziert, bei dem im September die Bundessieger ermittelt werden. In der ersten Runde wurden 149, in der zweiten 74 Teilnehmer mit einem Buchpreis ausgezeichnet. Der Wettbewerb wird vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, Essen, mit ideeller Unterstützung durch die Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder und das Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft veranstaltet. Die Bundessieger werden von der Studienstiftung des deutschen Volkes in ihre Förderung übernommen.

### Normblattentwurf über vertretbare Grenzen des Fluglärms

Um Menschen vor Schaden zu bewahren und Belästigungen auf ein Mindestmaß zu beschränken, gibt es bereits seit Jahren Vereinbarungen und Bestimmungen über vertretbare Grenzen des Fluglärms. Zu einer wirksamen Kontrolle gehören jedoch exakte Meßgeräte und Verfahren, die Vergleiche zulassen. Deshalb hat der Deutsche Normenausschuß (DNA) jetzt den Norm-Entwurf DIN 45 643 erarbeitet. Er enthält genaue Angaben über Meß- und Beurteilungsgrößen und Anforderungen an die Anlage, beschreibt die Auswertungszentrale sowie die Funktionskontrollrichtungen und legt auch die Anordnung der Mikrofone fest.

### Dynamischer Fernsehhörer mit nur 16 Gramm Gewicht

Das Hören des Fernsehtons über geeignete Kopfhörer setzt sich immer stärker durch – sei es zu später Stunde die Rücksichtnahme auf Nachbarn oder schlafende Kinder, sei es zu normaler Tageszeit der Wunsch eines einzelnen Fa-

milienmitgliedes nach dem Erleben eines bestimmten Programms. So nimmt es nicht wunder, daß einer der bedeutendsten deutschen Fernsehgeräte-Hersteller soeben dazu übergegangen ist, seine sämtlichen Fernsehgeräte mit der genormten Kopfhörer-Anschlußbuchse nach DIN 45 327 auszurüsten und darüber hinaus mit einem hochwertigen dynamischen Fernsehhörer auszustatten.

Parallel dazu kommt von Sennheiser electronic ein dynamischer Fernsehhörer „HD 4004“, der nur 16 Gramm leicht ist, auf den Markt. An Stelle von zwei aufwendigen dynamischen Kapseln für jedes Ohr hat Sennheiser ein hochwertiges, aber sehr leichtes dynamisches System auf die Mitte einer Spezial-Hörgabel geknüpft, die sich sehr bequem tragen läßt. Der dynamische Hörer ist mit einer stetig einstellbaren Baßblende versehen, so daß sich der bei Fernsehgeräten im allgemeinen nicht veränderbare Frequenzgang in den Tiefen nach Belieben einstellen läßt.

### Umweltfreundliches Elektrofahrzeug

Das erste umweltfreundliche Elektrofahrzeug der Bundesrepublik kommt aller Voraussicht nach schon 1973 auf den Markt. Gegenwärtig bereitet die Dornier-Industrie und Handels-GmbH in Oberpfaffenhofen/Bayern eine serienmäßige Fertigung des Mehrzweck-Mini-Transporters „Delta II E“ vor. Man ist sehr zuversichtlich, bereits im nächsten Jahr mit der Auslieferung beginnen zu können. Für den Kleintransporter ist eine Bauweise vorgesehen, die eine wirtschaftliche und kostengünstige Herstellung erlaubt. Die Karosserie besteht aus leicht austauschbaren, farbigen thermoplastischen Kunststoffteilen. Befestigt sind sie auf einem Stahlrohr- und Profil-Skelett-Rahmen. „Delta II E“ ist besonders wendig (Länge 2,30 m, Breite 1,50 m) und kann quer zur normalen Parklücke eingeparkt werden.

### Halbleiter-Handbuch – Technische Daten Standardtypen 1972/73

Das neue Halbleiter-Handbuch für die Standardtypen von AEG-Telefunken liegt jetzt vor. Die technischen Daten aller Bauelemente sind durch zahlreiche Kennlinien ergänzt. Für jedes Bauelement sind bei genormten oder normähnlichen Gehäusen die DIN- beziehungsweise JEDEC-Bezeichnung sowie das Gewicht angegeben. Alle Typen sind alphanumerisch sowie nach Anwendungsgebieten geordnet.

Das Handbuch kann gegen eine Schutzgebühr von 6,50 DM bei AEG-Telefunken, Fachbereich Halbleiter, 7100 Heilbronn, Postfach 1042, angefordert werden.

### Neue Auto-Empfänger

Firma und Typ	Wellenbereiche	Ausgangsleistung W	Bemerkungen
Blaupunkt Münster	UM	5	5 Stationslasten (3XU, 2XM)
Lübeck CR	UM	5	eingebautes Mono-Cassetten-Wiedergabegerät

### Neue Phonogeräte

Firma und Typ	Art des Gerätes (S = Spieler, W = Wechsler)	Ausgangsleistung W	Stromversorgung Batterie Netz
Telefunkenmister hit SK	Verstärkerkoffer (S)	1,5	×
Liftomat G	Plattenspieler		×
Liftomat S	Verstärkerkoffer (S)	2x6	×
Liftomat V	Verstärkerkoffer (S)	4	×
studio 5065	Heimanlage (W)	2x6	×

# IMPERIAL informiert\*)

## Nr.6



### Neu auf dem Markt: IMPERIAL RP 12, der progressive Kleintransistor im Camera-Look.

Rundfunk-Portable RP 12 heißt einer der neuen Verkaufsschlager im Kleingeräte-Programm von IMPERIAL. Außergewöhnlich ist seine Form, der schwarze Camera-Look im Design Aktuell. Außergewöhnlich ist seine Größe mit den »zwei Päckchen Zigaretten« – kleinen Maßen 16,5 x 7,3 x 3,6 cm.

Außergewöhnlich sind die Technik und großartige Leistung in diesem Mini-Volltransistor: 6-Volt-Batteriebetrieb, UKW und MW, automatische UKW-Scharfabstimmung, 60-cm-Teleskopantenne, Ferritantenne für MW, Ohrhöreranschluß, Trageschlaufe, hochwertiger, perm.-dyn. Lautsprecher 6 x 9 cm, Gewicht einschließlich Mignonzellen nur 470 g.

Und noch etwas ist für den kleinen RP 12 außergewöhnlich: Er ist **preisgebunden** (Vertriebsbindung ist bei IMPERIAL-Geräten selbstverständlich) und wird einen Endverkaufspreis von DM 99,- haben.

### Mit dem neuen Design Aktuell hat IMPERIAL noch allerhand in petto.

Das neue Design Aktuell ist überall erfolgreich. Das beweisen die Verkaufszahlen im Fachhandel, das beweisen die vielen Zuschriften von Konsumenten. Und im Design-Center Stuttgart '72 gehört IMPERIAL mit 6 Geräten sogar zur Spitzengruppe der deutschen Unterhaltungselektronik.


Und in Sachen »Geräteprogramm im Design Aktuell« hat IMPERIAL auch für die Zukunft noch allerhand in petto.

Lassen Sie sich also überraschen!

### \*) IMPERIAL informiert

Ich möchte mich über die IMPERIAL-Vertriebs- und Preisbindung, über das neue Design Aktuell, über werbliche Aktivitäten u.v.m. ausführlich informieren. Bitte senden Sie mir deshalb Ihre Informationsschrift 1972 IMPERIAL, PARTNER DES HANDELS

Ich möchte an einer der nächsten Deko-, Display- oder Verkaufsaktionen in meinem Geschäft teilnehmen. Bitte informieren Sie mich. Zutreffendes bitte ankreuzen und den Coupon einsenden an **IMPERIAL Fernseh und Rundfunk GmbH, 3005 Hemmingen-Westerfeld, Max-von-Laue-Str. 27, Abt. 4/6**

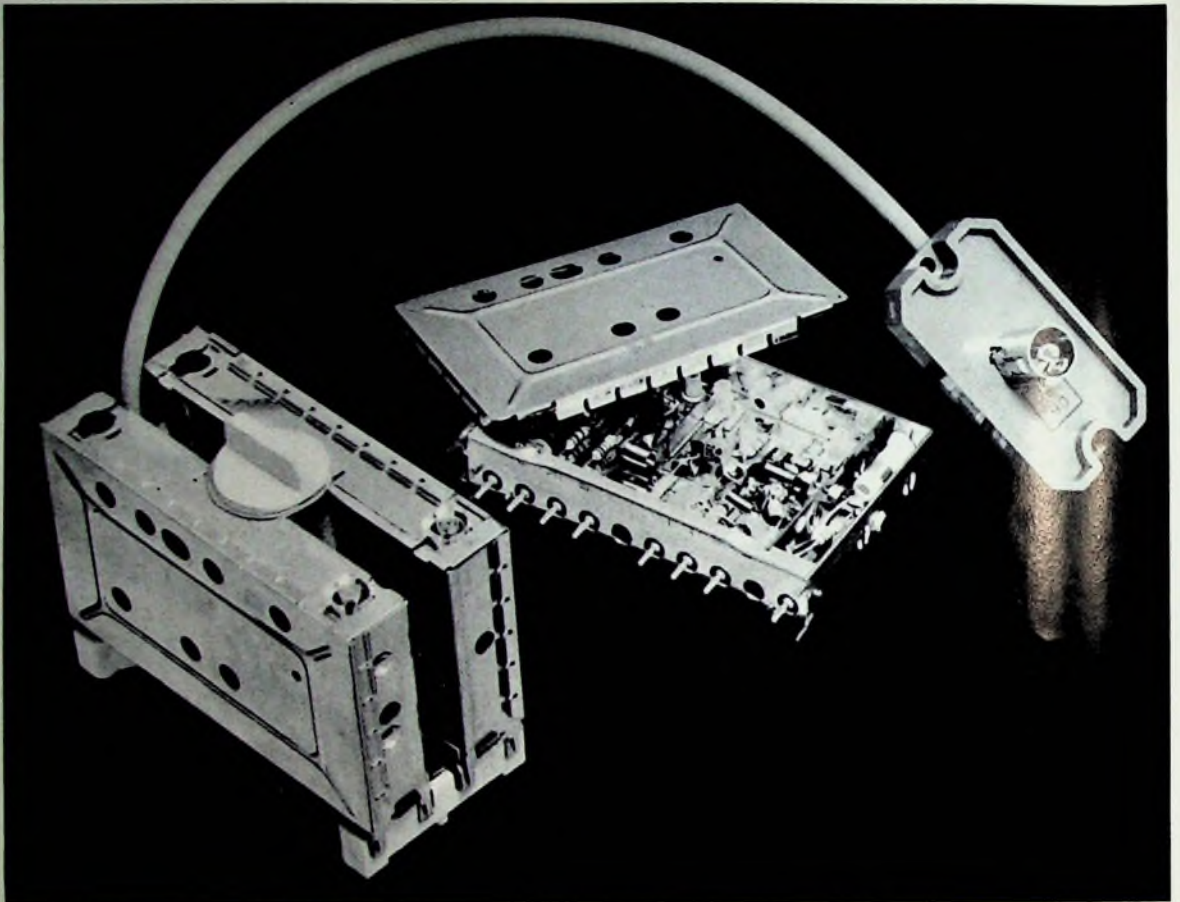
Coupon  


# IMPERIAL

von innen heraus gut

# VALVO

Bauelemente  
für die gesamte  
Elektronik



## Sie wählen gut,

wenn Sie unsere neuen

### **Dioden-Kanalwähler**

12 ET 5632/02 (UHF)  
und 12 ET 5732/02 (VHF) verwenden.  
Diese fortschrittlichen,  
nach modernsten Gesichtspunkten  
entwickelten Abstimmeeinheiten  
für Schwarzweiß- und Farbfernseh-  
empfänger zeichnen sich durch  
folgende Eigenschaften aus:

Servicefreundlichkeit: Beide Kanalwähler sind voneinander unabhängig (getrennte Gehäuse) und einzeln betriebsfähig; sie sind voll steckbar, d. h. ein Auswechseln ist ohne Löten möglich.

### Durchstimmbarer VHF-Bereich:

Ein Umschalten zwischen den Bereichen I und III ist nicht erforderlich.

Koaxialtechnik: Beide Kanalwähler werden ohne zusätzliche Antennenweiche parallel an einer Koaxial-Antennenleitung betrieben.

### Gute elektrische Eigenschaften:

Hohe Signalverträglichkeit, hohe Sicherheit gegen Kreuzmodulation, hohe Eingangsempfindlichkeit, gute Selektionseigenschaften. Serienmäßig eingebauter Überspannungsschutz.

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Entwicklungstendenzen der Nachrichtentechnik

Das Gebiet der Nachrichtentechnik ist überwiegend die Domäne der Großindustrie. Forschung und Entwicklung waren in diesem Industriezweig von jeher Voraussetzung für leistungsfähige Erzeugnisse. Starke Impulse kommen von Großauftraggebern in vielen Ländern, in denen gut arbeitende hochwertige Nachrichtennetze aller Art verlangt werden. Auch Rundfunk-, Fernseh-, Telefon- und Fernschreibenanlagen stehen hier häufig im Mittelpunkt des Interesses. Zahlreiche mittlere und kleinere Betriebe befassen sich vor allem mit der Produktion von Einrichtungen für den betrieblichen und privaten Bedarf und ergänzen sinnvoll das Angebot der Großindustrie.

Wie auch die diesjährige Hannover-Messe zeigte, ist das Angebot der einschlägigen Industrie vielseitig. Es wurden modernste Geräte und Anlagen der Drahtnachrichtentechnik (Fernsprechgeräte, Vermittlungseinrichtungen, Telegrafie- und Fernsprechanlagen, Verstärker, Wechsel- und Gegensprechgeräte) der Funknachrichtentechnik (Ton- und Fernschrundfunk-Sende-einrichtungen, Funk-, Funknavigations- und Funkmeßgeräte) und der Signal- und Sicherungstechnik (verkehrstechnische Signalanlagen, Sicherheits- und Alarmanlagen) sowie Zeitdienstgeräte (Uhrenanlagen, Kontrolluhren) vorgestellt. An diesem umfassenden Programm waren 29 Spezialaussteller — darunter sechs ausländische Firmen — beteiligt, 120 weitere Aussteller der Elektrotechnik zeigten Erzeugnisse, die teilweise ebenfalls zu diesen Gebieten gehörten.

Die bisherigen Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik werden in allen Zweigen fortgeführt. Man findet hier heute einen immer stärkeren Einsatz der Halbleitertechnik, und die feste Verdrahtung tritt zugunsten steckbarer Baugruppen mehr und mehr in den Hintergrund. Die dadurch mögliche Kompaktbauweise gewinnt weiter an Bedeutung, und gleichzeitig erhöht sich die Betriebssicherheit. Ferner können die Forderungen nach weitgehender Rationalisierung noch besser erfüllt werden als bisher. Außerdem legt man großen Wert auf einfache Bedienung und moderne Ausstattung der Geräte.

Zur Rationalisierung trägt beispielsweise eine für die Post bestimmte Weckanlage bei, die sicher auch für Großhotels von Interesse ist. Sie kann mehrere tausend Weckaufträge speichern und automatisch ausführen. Der Weckauftragsdienst wird auf diese Weise vereinfacht und kann noch pünktlicher arbeiten als bisher. Für eine noch bessere Verständigung beim Telefonieren sorgt eine Piezo-Sprechkapsel mit nachgeschaltetem Verstärker, die man in den Telefonhörer an Stelle der bisher üblichen Kohle-Sprechkapsel einsetzen kann. Weitere Vorteile sind die gleichmäßige verzerrungsfreie Wiedergabe von tiefen und hohen Tönen, wesentlich geringeres Rauschen und hohe Lebensdauer. Das neue Mikrofon gewährleistet gleichbleibende Lautstärke, auch wenn man den Betriebsstrom, der über die Anschlußleitungen vom Fernsprechat geliefert wird, verringert. Im Ortsnetz genügen daher kleinere Leitungsquerschnitte, und das Kabelnetz läßt sich daher wirtschaftlicher aufbauen.

Fernsprech-Nebenstellenanlagen neuester Bauformen sind heute nach dem Baukastensystem aufgebaut und daher hinsichtlich der Anzahl der Amtsleitungen und Nebenstellen nahezu unbegrenzt erweiterungsfähig. In Anpassung an die Kundenwünsche kann man sie mit verschiedenen Zusatzeinrichtungen ausstatten, beispielsweise für automatische Gebührenregistrie-

rung, Sterndiktat und drahtlosen Personenruf. Einsatzfähig sind auch bereits Fernwahl-Münzfernsprecher für den Selbstwählverkehr in das europäische Ausland. Bildliche Darstellung der Bedienungsvorgänge, allgemein verständliche Notrufsymbole sowie Beschriftung in deutscher und englischer Sprache erleichtern die Benutzung. Interessant sind auch Fernschreiber in Automatikausführung. Ein eingebauter Speichersender schaltet selbsttätig zwischen Buchstaben- und Ziffernstellung um.

Zu den fortschrittlichen Entwicklungen zählen heute die sogenannten Tastenwahlapparate. Der integrierte Impulzzahlengeber gestattet den Anschluß an alle Fernsprech-(Wahl-)Nebenstellenanlagen. Darüber hinaus ermöglicht es der zusätzlich eingebaute Rufnummergeber, zehn Ziele durch einen einzigen Tastendruck anzuwählen. Außerdem wird die jeweils zuletzt gewählte Rufnummer (bis zu 18 Ziffern) auf einem 11-Speicherplatz gespeichert. Im Bedarfsfall ist so eine Anrufwiederholung möglich. Die wesentlichen Merkmale sind Zifferntastatur in Doppelfunktion, Zusatztasten zum Ein- und Ausspeichern, Leuchtdiode zur Anzeige der Impulsausendung und LSI-MOS-Bausteine in 4 Takt-Logik.

Vollautomatisch für Aufbau, Vermittlung und Abrechnung eines Gesprächs arbeitet heute das Selbstwahl-Autotelefonssystem. Man kann jetzt direkt vom eigenen Auto aus zu anderen Fahrzeugen, zum Büro oder zu anderen Teilnehmern durchwählen. Ferner ist der Fahrzeuganschluß von jedem anderen Telefon aus und sogar aus einer Telefonzelle zu erreichen. Der verbesserte Bedienungskomfort macht ein schnelles Wählen durch Tasten möglich. Die gewünschte Telefonnummer wird vor dem Abheben des Hörers vorprogrammiert. Eine optische Kontrolle vermeidet Fehlverbindungen. Bei besetztem Anschluß muß nicht erneut gewählt werden; die Rufnummer bleibt gespeichert. Ein weiteres interessantes Detail ist die Möglichkeit, den günstigsten Funkverkehrsbereich vorzuzwählen. Dadurch kann man Gebühren einsparen. Schließlich vermeidet der automatische Vergleich der Fahrzeug- und Funknummer vor der automatischen Gebührenerfassung Fehlbelastungen. Sollte während der Abwesenheit des Autotelefonbesitzers ein Anruf eingegangen sein, so leuchtet ein Lämpchen auf. Das Automatic-Autotelefon läßt sich auch mit einem auswechselbaren Zielwählspeicher für mehrere Rufnummern ausrüsten. Damit wird es möglich, häufig benutzte Zahlenkombinationen durch einfaches Drücken einer Zifferntaste zu wählen. Ein derartiges Automatic-Autotelefon hat 36 Sprech- und einen Anrufkanal im 20-kHz-Raster im Bereich 148–154 MHz. Für die Signalübertragung im Impulscodeverfahren stehen 15 W Sendeleistung zur Verfügung.

Zukunftsaspekte eröffnet die Erweiterung von Büro-Großsprechanlagen durch Bildsprechgeräte, mit denen sich neben dem Bild des Gesprächspartners auch Skizzen usw. übermitteln lassen. Neue Wechselsprechanlagen sind preisgünstig und problemlos selbst zu installieren. Interessant sind ferner Telefonverstärker mit Tonbandgeräteanschluß und automatischer Verstärkungsregelung. Der Anlagenschutz in Großbauten erlaubt alle bautechnischen Einrichtungen. Ein neues Faksimilesystem senkt die Übertragungskosten zu entfernten Druckereien bis zu 80 %. Große Vorteile, vor allem als Schutz vor Diebstählen in Warenhäusern und Supermärkten, bringt die totale Raumüberwachung durch elektronische Kontrolle mit Fernsehkameras.

Werner W. Diefenbach

## Gespräch über die Lage der Unterhaltungselektronik-Industrie

Eine Delegation des Fachverbandes Rundfunk- und Fernsehen im ZVEI unter Leitung des Vorsitzenden, Direktor W. D. Mencke, führte am 21. Juni 1972 mit dem Staatssekretär im Bundeswirtschafts- und Finanzministerium, Dr. D. K. Rohwedder, ein ausführliches Gespräch über die Lage der Unterhaltungselektronik-Industrie in der BRD unter besonderer Berücksichtigung der Importe aus Ostasien. Dabei wurde von den Vertretern der Hersteller von Rundfunk-, Fernseh- und Tonbandgeräten der freie Außenhandel grundsätzlich bejaht. Voraussetzung dafür sei nach ihrer Meinung jedoch, daß gleiche Wettbewerbsbedingungen für alle Partner gelten müssen, und zwar sowohl innerhalb der Europäischen Gemeinschaft (wo heute noch unterschiedliche Regelungen bestehen) als auch im Handel mit Drittländern. Dies ist jedoch nach Auffassung der Gerätehersteller im Hinblick auf die Länder Ostasiens nicht gegeben.

Das Gespräch wurde in freundlicher Atmosphäre von beiden Seiten sehr aufgeschlossen und sachlich geführt. Dabei wies Staatssekretär Dr. Rohwedder auf die derzeit laufenden Verhandlungen der Europäischen Gemeinschaft mit Japan bezüglich des Abschlusses eines Handelsvertrages hin. Er sagte darüber hinaus eine eingehende Prüfung der von den Geräteherstellern vorgetragenen Bedenken zu.

## Hohe Forschungsintensität der Elektroindustrie

Die deutsche Elektroindustrie gibt rund 6% ihres Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen und Leistungen für Forschung und Entwicklung aus, hat der Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie (ZVEI) in einer Untersuchung bei 260 Unternehmen, die etwa 65% des Umsatzes der Elektroindustrie repräsentieren, erstmals ermittelt. Der forschungsintensivste Zweig ist mit 10,3% vom Umsatz die Nachrichtentechnik. Hier sind zugleich auch die F + E-Kosten je Beschäftigten mit 4060 DM am höchsten. Hoch sind die Aufwendungen auch im Bereich Meßgeräte mit 7%, bei Röhren und Halbleitern mit 5,6% und bei phonotechnischen Geräten mit 5,2%.

Deutlich erkennbar ist in der Untersuchung des ZVEI, daß die Ausgaben für Forschung und Entwicklung in starkem Maße davon abhängen, ob sich ein Erzeugnisbereich noch in der Phase der Eroberung neuer Märkte befindet oder bereits in hohem Maße ausgereifte Techniken anzubieten hat, die zwar ständig weiterentwickelt werden, deren Lebenszyklus jedoch höher ist als der in typisch „jugendlichen“ Techniken. Darüber hinaus liegt hier das Schwergewicht bei laufenden konstruktiven Verbesserungen. Bemerkenswert ist weiterhin, daß in den meisten Erzeugnisbereichen der Elektrotechnik die Bandbreiten der Forschungsintensität sehr

groß sind. Hier zeigt sich, daß die Dynamik der Elektroindustrie nicht von einzelnen besonders wachstumsträchtigen Bereichen allein getragen wird, sondern daß in allen Sparten – den jungen wie den gesetzeren – hoch forschungsintensive Zweige existieren, denen die gesamte Branche Impulse ihres Aufstiegs zur zweitgrößten Industrie der Bundesrepublik verdankt.

Unverkennbar ist auch die Abhängigkeit der Forschungsintensität von der Unternehmensgröße. So vereinigen 17 von den insgesamt 260 an der Untersuchung beteiligten Unternehmen mit jeweils mehr als 250 Mill. DM Umsatz über 87% der F + E-Ausgaben auf sich. Sie geben dafür rund 6,5% ihres Umsatzes aus, während 47 Unternehmen mit einem Umsatz bis zu 5 Mill. D-Mark durchschnittlich 1,8% ihres Umsatzes für Forschung und Entwicklung ausgeben. Aber auch hier ist die Bandbreite groß. Eine ganze Reihe von kleineren und mittleren Unternehmen der Elektroindustrie liegt in den Entwicklungsaufwendungen zum Teil weit über dem Durchschnitt der Branche.

## Neuer Zahlenspiegel der Elektroindustrie

Während der Umsatz der Elektroindustrie im Jahre 1971 um 9,3% wuchs, betrug die Steigerung des Gesamtumsatzes der Industrie 6,5%. Rund 11% der Gesamtausfuhr der Bundesrepublik entfallen auf den Elektroexport, aber nur 6,6% der gesamten Einfuhr sind Elektroimporte. Diese Zahlen sind der neuen Ausgabe des Zahlenspiegels der Elektroindustrie zu entnehmen, den der Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie (ZVEI) jetzt veröffentlicht hat. Das handliche Falblatt im Briefaschenformat gibt einen Überblick über Produktion, Umsatz, Beschäftigte und Außenhandel der Elektroindustrie und enthält auch einige Vergleichsdaten der wichtigsten Industriebereiche der Bundesrepublik.

Vor allem der Teil des Falblattes, der Auskunft über die Produktion gibt, wurde in der neuen Ausgabe 1971 erheblich erweitert, so daß nun das Produktionsvolumen der deutschen Elektroindustrie in rund 50 Erzeugnisgruppen aufgeführt ist. Der neue ZVEI-Zahlenspiegel 1971 kann beim Referat Presse und Öffentlichkeitsarbeit des ZVEI in Frankfurt a. M., Stresemannallee 19, angefordert werden.

## Elektrotechnik weiter größter Patentnehmer

Die Elektrotechnik ist weiter Spitzenreiter der Patentstatistik. Wie eine vom Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie (ZVEI) veröffentlichte Übersicht ausweist, wurden mehr als 19% aller im vergangenen Jahr erteilten Patente für Erfindungen und Neuentwicklungen auf dem Gebiet der Elektrotechnik vergeben. Von den am Jahresende in Kraft gebliebenen Patenten hält mit knapp 18% ebenfalls die Elektrotechnik die Spitzenposition. Insgesamt wurden im vergangenen Jahr 3484 Elektro-

technik-Patente erteilt. Das sind 49,3% mehr als im Vorjahr (2333). Geringfügig gesunken (um 1,9%) ist die Zahl der Anmeldungen von 9010 auf 8838.

Rund die Hälfte der in Berlin registrierten Elektrotechnik-Patente wurde an ausländische Antragsteller vergeben. Den höchsten Anteil halten die USA mit 23,6%, gefolgt von Japan mit 5,3% und Frankreich mit 5,2%.

## Informationszentrale der Elektrizitätswirtschaft

Die Verbände der deutschen Elektrizitätswirtschaft: Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e. V. (VDEW), Frankfurt, Deutsche Verbundgesellschaft e. V. (DVG), Heidelberg, Verband kommunaler Unternehmen e. V. (VKU), Köln, und Arbeitsgemeinschaft regionaler Energieversorgungsunternehmen e. V. (ARE), Hannover, haben eine „Informationszentrale der Elektrizitätswirtschaft e. V.“ gegründet. Sie soll zukünftig überregionale Werbung und Öffentlichkeitsarbeit für den Wirtschaftszweig betreiben.

## Ausbau des Datel-Vertriebsnetzes

Ein weiteres Vertriebsbüro richtete die Deutsche Datel-Gesellschaft für Datenfernverarbeitung mbH, Darmstadt, jetzt in München ein. Damit verfügt das EDV-Dienstleistungsunternehmen nach zweijähriger Tätigkeit bereits über 14 Vertriebsstellen in der Bundesrepublik und West-Berlin. Zur Zeit stützt sich das Unternehmen auf sieben Rechenzentren und beschäftigt rund 400 Mitarbeiter.

## Schurig Elektronik bezog Neubau

Am 3. 7. 1972 hat die Schurig Elektronik einen in achtmonatiger Bauzeit erstellten Neubau in Georgenhausen bei Darmstadt bezogen. Auf firmeneigenem Gelände von 10.000 m<sup>2</sup> wurde ein moderner Industriebetrieb mit 900 m<sup>2</sup> Arbeitsfläche errichtet. Die bisherigen Räumlichkeiten in Ober-Ramstadt von 250 m<sup>2</sup> Größe wurden aufgegeben. Die erst Ende 1966 gegründete Firma lieferte in Deutschland die ersten Universalzähler und Digitalvoltmeter mit TTL-Schaltkreisen. Der Neubau wird mit dazu beitragen, für das Geräteprogramm an Digitalgeräten zu lange Lieferfristen abzubauen. Ferner wird die Abteilung Sonderentwicklung erweitert. Neue Anschrift: Schurig Elektronik, 6101 Georgenhausen, Erich-Schurig-Straße 1, Telefon (0 61 62) 42 27, Telex 04 191 932.

## Honeywell Bull GmbH bearbeitet DDR-Markt

Honeywell Bull wird künftig den DDR-Markt von der Bundesrepublik aus bearbeiten. Mit diesem kürzlich in Paris gefaßten Beschluß übertrug die französische Zentrale des Computerkonzerns das DDR-Geschäft in vollem Umfang an die deutsche Niederlassung in Köln. Bisher wurden alle Vertriebsaktivitäten in der DDR von der Muttergesellschaft in Frankreich selbst wahrgenommen. Den neuen Zuständigkeitsbereich wird die Honeywell Bull GmbH von einem besonderen Berliner Büro aus betreuen.



# Die Ultraschall-Fernbedienung des „PALcolor 782 supersonic“

Der Farbfernsehempfänger „PALcolor 782 supersonic“ der *Telefunken Fernseh und Rundfunk GmbH* arbeitet mit einer Ultraschall-Fernbedienung, die sich durch direkte Wahl der gewünschten Programme in beliebiger Reihenfolge ohne den Umweg über dazwischenliegende Programme auszeichnet. Neben der Programmwahl lassen sich auch die Funktionen Lautstärke, Helligkeit und Farbkontrast mittels elektronisch umsteuerbarer Speicher fernbedienen. Die mit der Fernbedienung eingestellten Werte werden beim Ausschalten des Gerätes gelöscht, so daß beim Wiedereinschalten zunächst die mit den Schiebereglern am Gerät eingestellten Werte für Helligkeit, Lautstärke und Farbkontrast erscheinen. Mit einer

Die Übertragung der Steuerbefehle erfolgt mit den Frequenzen

- 35 kHz: Farbkontrast +,
- 36 kHz: Farbkontrast −,
- 37 kHz: Helligkeit +,
- 38 kHz: Helligkeit −,
- 39 kHz: Lautstärke +,
- 40 kHz: Lautstärke −,
- 41 kHz: Programmwahl, Netz aus,
- 42 kHz: Hilfsträger.

Während für die Funktionen Farbkontrast, Helligkeit, Lautstärke und Netz aus Dauersignale übertragen werden, wird für die Programmwahl ein Impulsprogramm verwendet.

Das für die Übermittlung der Programmwahlbefehle gewählte Impulsmodulationsverfahren muß gegen Ultraschallstörungen gesichert sein. Daher wird ein Signalerkennungsim-

nuierlich abklingt (Bild 1), weil Ultraschallwandler nach dem plötzlichen Abschalten des Signals unkontrollierte Eigenschwingungen ausführen.

Bild 2 zeigt das Blockschaltbild des gesamten Fernbedienungscomplexes. Ein Sender erzeugt Ultraschallfrequenzen, die über einen kleinen Kondensatorlautsprecher abgestrahlt und von einem Kondensatormikrofon empfangen werden. Das Signal wird im Empfänger verstärkt und begrenzt und sechs selektiven Demodulationsstufen zugeführt, die die Umsteuerung der Speicher für Farbkontrast, Helligkeit und Lautstärke übernehmen. Wenn am Ausgang der siebten Demodulationsstufe das codierte Impulsprogramm auftritt, gibt eine Tor-schaltung wegen des Vorimpulses den Weg der Wahlimpulse zur Programmwahl-einheit frei.

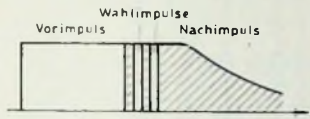


Bild 1. Impulsprogramm bei Betätigung der Programmtaste 2 (weißer Bereich: Nutzfrequenz 41 kHz, schraffierter Bereich: Hilfsträger 42 kHz)

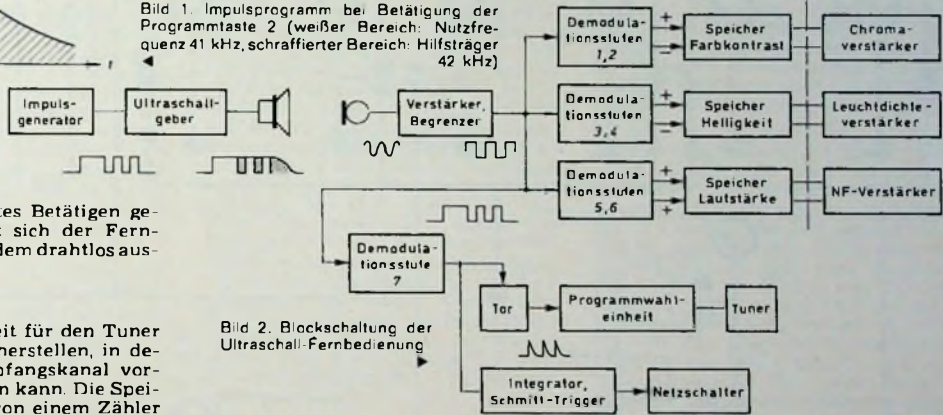


Bild 2. Blöckschaltung der Ultraschall-Fernbedienung

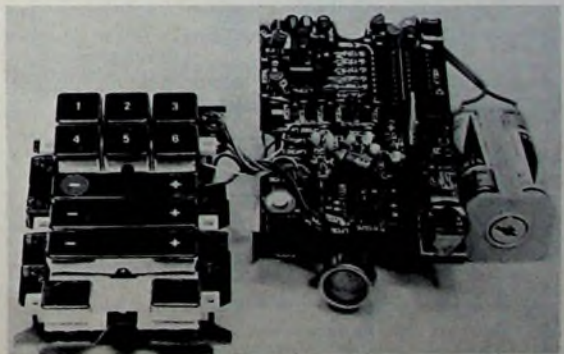
gegen unbeabsichtigtes Betätigen geschützten Taste läßt sich der Fernsehempfänger außerdem drahtlos ausschalten.

## 1. Allgemeines

Die Bedieneinheit für den Tuner enthält sieben Speicherstellen, in denen jeweils ein Empfangskanal vorprogrammiert werden kann. Die Speicherstellen werden von einem Zähler angesteuert, der durch Impulse weitergeschaltet wird, die entweder vom Fernbedienungsgeber oder von der internen Programmwahl erzeugt werden.

Bei der Wahl der Ultraschallfrequenzen für die Fernbedienung mußte berücksichtigt werden, daß die Grundwelle und die Oberwellen der leistungsstarken Zeilen-Endstufe eines Fernsehgerätes ebenfalls im Ultraschallbereich liegen. Hier wurde das Frequenzgebiet zwischen der zweiten und dritten Oberwelle der Zeilenfrequenz (34 ... 43 kHz) gewählt, weil einerseits ein großer Abstand von der Grundwelle 15 625 Hz günstig ist und hier die Stör-Amplitude immer mehr abnimmt und weil andererseits der bei Zeilenfrequenzabweichungen im nicht-synchronisierten Zustand noch störungsfreie Frequenzbereich nach oben hin immer kleiner wird.

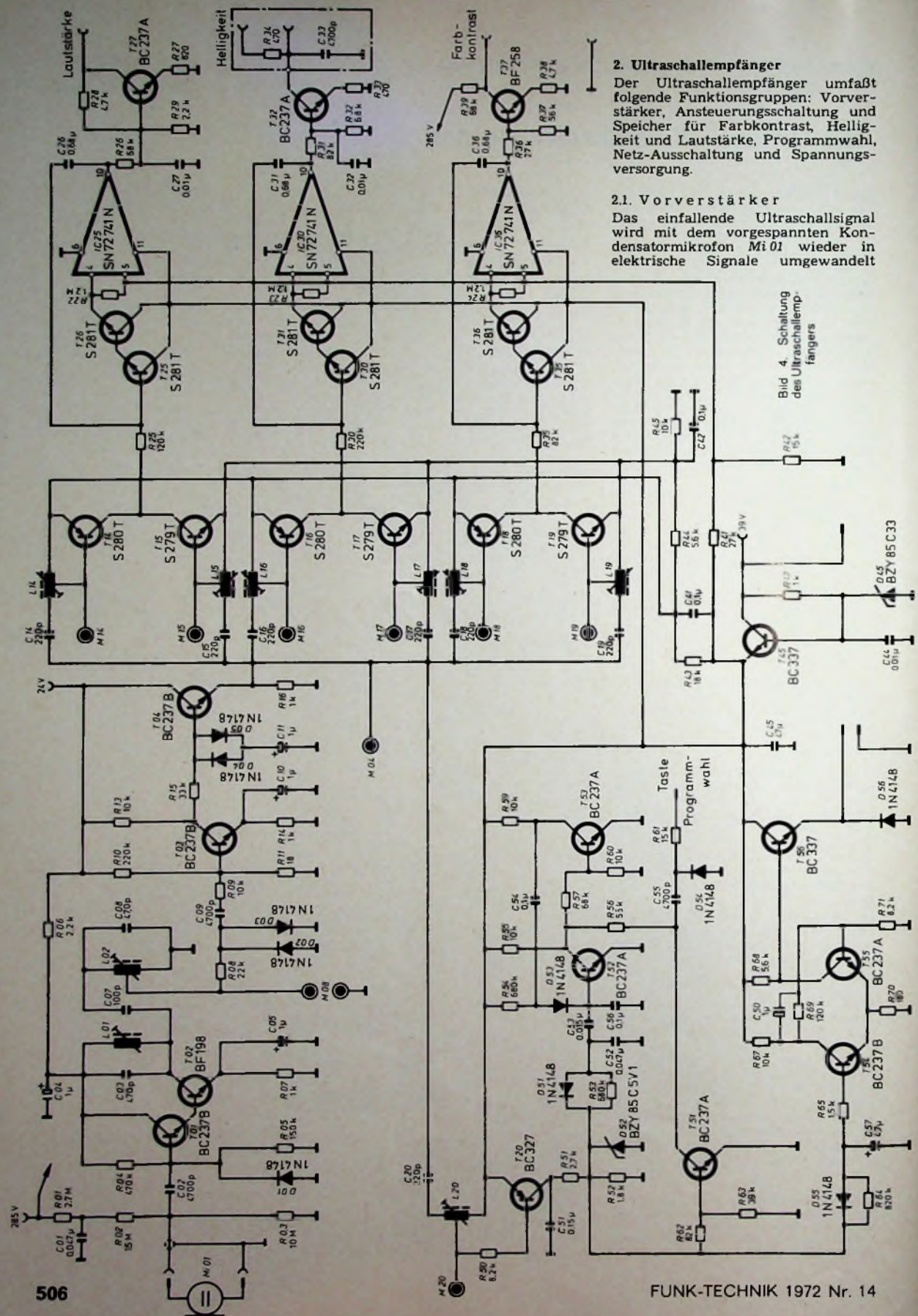
Bild 3. Ansicht des Fernbedienungsgebers



puls vor den Wahlimpulsen übertragen, der im Empfänger eine Tor-schaltung öffnen muß, bevor die elektronischen Programmtasten umsteuerbar sind. Außerdem wird in den Impulspausen ein 42-kHz-Hilfsträger gesendet, der auch nach dem Ablauf der Wahlimpulse zunächst noch aufrechterhalten wird und dann konti-

Bei Betätigung der „Aus“-Taste am Fernbedienungsgeber wird ein Dauersignal gesendet, das als Gleichspannung am Ausgang der siebten Demodulationsstufe steht. Dieses Dauersignal löst über eine Schmitt-Trigger-Schaltung die Sperrklinke des Netzschalters aus. Im Bild 3 ist der Fernbedienungsgeber dargestellt.

Dipl.-Ing. Kurt Knuth, Wilfried v. d. Ohe und Dipl.-Ing. Wulf-Christian Streckenbach sind Entwicklungsingenieure in der Fernsehentwicklung der *Telefunken Fernseh und Rundfunk GmbH*, Hannover.



**2. Ultraschallempfänger**  
 Der Ultraschallempfänger umfaßt folgende Funktionsgruppen: Vorverstärker, Ansteuerungsschaltung und Speicher für Farbkontrast, Helligkeit und Lautstärke, Programmwahl, Netz-Ausschaltung und Spannungsversorgung.

**2.1. Vorverstärker**  
 Das einfallende Ultraschallsignal wird mit dem vorgespannten Kondensatormikrofon Mi 01 wieder in elektrische Signale umgewandelt

Bild 4. Schaltung des Ultraschallempfängers

(Bild 4). Um hohe Verstärkung zu erreichen, wurde als Eingangsstufe eine Darlingtonschaltung gewählt, die eine günstige Anpassung an den hochohmigen Innenwiderstand des Kondensatormikrofons ermöglicht. Das Bandfilter im Kollektorkreis der ersten Stufe engt den Übertragungsbereich des Verstärkers auf die Frequenzen von 35 bis 42 kHz ein. Dadurch werden die erste und die zweite Oberwelle der Zeilenfrequenz stark unterdrückt und können keine Störungen hervorrufen.

Die Dioden *D 02* und *D 03* begrenzen das Signal, damit die folgende Stufe *T 03* bei Empfang aus kürzester Entfernung nicht übersteuert wird. Eine zweite Begrenzung des Signals erfolgt mit *D 04* und *D 05*. Die doppelte Amplitudenbegrenzung ergibt am Ausgang des Vorverstärkers eine konstante Ausgangsamplitude bei Empfang aus unterschiedlicher Entfernung des Ultraschallsenders (bis maximal 10 m). Die Gesamtverstärkung liegt bei 90 dB.

## 2.2 Ansteuerungsschaltung und Speicher für Farbkontrast, Helligkeit und Lautstärke

Das begrenzte Signal gelangt vom Emitter von *T 04* zu den Serienresonanzkreisen zur Aufspaltung der einzelnen Funktionen. Die Kreise haben eine Bandbreite von etwa 600 Hz (innerhalb derer eine Aussteuerung der Transistoren *T 14* bis *T 20* erfolgen kann) und einen Kanalabstand von 1 kHz. Die vom Sender abgestrahlte 42-kHz-Hilfsfrequenz erfordert im Empfänger keinen zusätzlichen Kreis, da sie keiner Bedienungsfunktion zugeordnet ist.

Jeder Bedienungsfunktion ist je ein Kreis für Plus und Minus zugeordnet. Das Umspeichern in beide Richtungen erfolgt durch komplementäre Transistoren, deren Basen an die Anzapfung der Kreispulen angeschlossen sind, während die Emitter durch den Spannungsteiler *R 43*, *R 44*, *R 45* auf definiertem Potential gehalten werden. Die Kollektoren der beiden zu einer Funktion gehörenden Transistoren liegen über einem Widerstand am betreffenden Speichereingang. Auf diese Weise kann die Spannung am Eingang des Speichers durch den PNP-Transistor auf positives Potential und durch den NPN-Transistor auf negatives Potential gebracht werden. Die Transistoren schalten im Takt der zugehörigen Frequenzen entweder mit der negativen Halbwelle (PNP-Typ) oder mit der positiven Halbwelle (NPN-Typ).

Der Speicher arbeitet nach dem Prinzip des Miller-Integrators, das heißt, die Speicherkapazität wird um den Verstärkungsfaktor des Operationsverstärkers vergrößert. Damit kann man Zeitkonstanten erreichen, die in der Größenordnung von  $10^7$  s  $\approx$  2500 h liegen. Bei den Speichern sind zwei Zustände zu unterscheiden: Umspeichern und Speichern. Beim Umspeichern ist einer der Steuertransistoren durchgeschaltet, während beim Speichern sämtliche Transistoren *T 14* bis *T 19* gesperrt sind.

Am Ausgang des Operationsverstärkers steht die gespeicherte Spannung niederohmig zur Verfügung. Über Spannungsteiler liegen die Transistoren *T 27*, *T 32* und *T 37* am Ausgang der Speicher und steuern die Einstellung der einzelnen Funktionen. Ein Vorteil dieses Speicherprinzips besteht darin, daß nach dem Ausschalten des Gerätes die über Ultraschall eingespeicherte Stellgröße automatisch gelöscht wird und für Helligkeit, Lautstärke und Farbkontrast der am Gerät von Hand eingestellte Mittelwert wirksam ist. Das wird durch den Spannungsteiler *R 41*, *R 42* an den nichtinvertierenden Eingängen der Operationsverstärker erreicht.

## 2.3 Programmwahl

Bei der Programmwahl steht am Ausgang des Vorverstärkers das Impulsprogramm nach Bild 1 (Vorimpuls, Wahlimpulse und Hilfsfrequenzimpulse mit Nachimpuls). Daraus werden durch den Resonanzkreis *C 20*, *L 20* nur die 41-kHz-Anteile ausgesiebt, an der Basis-Emitter-Diode von *T 20* gleichgerichtet und verstärkt. Der längere Vorimpuls lädt über *R 53* den Kondensator *C 52* langsam auf, der sich am Ende des Vorimpulses über die Diode *D 51* sehr schnell wieder entlädt. Dabei tritt ein negativer Spannungssprung auf, der über *C 53* den Transistor *T 52* sperrt. Dadurch kippt der Monoflop *T 52*, *T 53* in die metastabile Lage und legt über *R 55*, *R 56* den Tortransistor *T 51* an die Betriebsspannung. Jetzt erst können die Wahlimpulse über diesen Transistor zum Ausgang der Torschaltung (*R 61*) gelangen. Mit *C 55* werden die Impulse differenziert und durch *D 54* gleichgerichtet. Am Ausgang der Torschaltung stehen dann positive Nadelimpulse zur Übernahme in den Programmspeicher bereit. Hierbei wird der erste Nadelimpuls durch die Rückflanke des Vorimpulses verursacht, so daß stets  $n + 1$  Impulse zur Programmspeichereinheit übertragen werden.

### 2.3.1 Programmspeicher

Bild 5 zeigt die Schaltung des Programmspeichers. Die Steuerung erfolgt durch eine Kombination von BCD-Zähler (*IC 1*) und BCD/Dezimal-Decoder (*IC 2*). Jedem Ausgang des Decoders sind ein Abstimmpotentiometer mit vorgeschalteter Treiberstufe und ein Bandumschalter zugeordnet. Die korrespondierenden Ausgänge der Bandumschalter sind miteinander verbunden und führen zu den Eingängen der Treiberstufen für die Tunerversorgungsspannungen (*T 3*, *T 4*, *T 5*). Die Schleifer der Potentiometer *R 51* ... *R 57* sind über Entkopplungsdioden (*D 31* ... *D 37*) mit einer Sammelleitung verbunden, die an die Basis des als Emitterfolger arbeitenden PNP-Transistors *T 6* geschaltet ist. Dieser Emitterfolger kompensiert den Temperaturkoeffizienten der Entkopplungsdioden. Am Ausgang des Emitterfolgers liegt die Abstimmspannung, die dem Tuner zugeführt wird.

Alle Decoder-Ausgänge befinden sich im offenen Zustand, ausgenommen

derjenige Ausgang, der dem Stand des BCD-Zählers entspricht. Dieser Ausgang ist durch einen Kurzschluß nach Masse markiert. Die Markierung springt auf den nächsten Ausgang, wenn der Zähler mit einem Taktimpuls eine Stelle weitergeschaltet wird. Da jeder Decoder-Ausgang über eine Diode mit dem Eingang einer Treiberstufe verbunden ist, wird beim Auftreten des Massepotentials die zugehörige Treiberstufe eingeschaltet und damit das Abstimmpotentiometer an Spannung gelegt. Daher liegt dann am Kollektor von *T 6* die vorprogrammierte Abstimmspannung. Das über eine Diode dem zugeordneten Bandumschalter zugeführte Massepotential schaltet über eine Treiberstufe den Tuner auf den gewünschten Frequenzbereich.

Am Ausgang des Ultraschallempfängers stehen, wenn das Programm *n* gewählt wird,  $n + 1$  Impulse zur Verfügung. Der erste Impuls wird dazu benutzt, den Zähler auf eine Grundstellung (9) zu setzen. Die weiteren Impulse schalten dann den Zähler in die gewünschte Stellung. Dazu werden die vom Empfänger gelieferten Nadelimpulse der Impulsformerstufe *T 1*, *T 2* zugeführt, die bei auf den Eingang gegebenen Nadelimpulsen als Monoflop und bei über *R 11* angelegter Gleichspannung als astabiler Multivibrator arbeitet (die zuletzt genannte Betriebsart wird für die Programmwahl ohne Fernbedienung benötigt).

Im Ruhezustand sind *T 1* und *T 2* gesperrt. Gelangt ein positiver Impuls zur Basis von *T 2*, so werden die Transistoren für die durch das RC-Glied *R 7*, *C 4* bestimmte Zeit leitend und kippen dann in den nichtleitenden Zustand zurück. Der eine Ausgang dieser Stufe (Kollektor von *T 2*) ist mit dem Takteingang des Zählers verbunden, während der andere (Kollektor von *T 1*) über das Differenzier-/Integrier-Glied *D 2*, *R 4*, *C 1*, *R 2* am Rücksetzeingang *R<sub>9(2)</sub>* des Zählers liegt. Das Differenzier-/Integrier-Glied bewirkt, daß nur der erste Impuls einer Impulsfolge differenziert wird und an den Rücksetzeingang gelangt. Der dabei gleichzeitig dem Takteingang zugeführte Impuls wird wegen der Priorität des Rücksetzeingangs unterdrückt und bewirkt daher noch kein Weiterschalten des Zählers.

Zur Programmwahl ohne Fernbedienung dienen die Tipp-Schalter *S 1* bis *S 7*. Wird zum Beispiel *S 4* geschlossen, so gelangt über *D 14*, *R 24* und die Basis-Emitter-Diode, von *T 14* positive Spannung an *R 11*, die durch die Diode *D 3* auf etwa 5 V begrenzt wird. Jetzt arbeiten die Transistoren *T 1*, *T 2* als astabiler Multivibrator, der so lange Impulse auf den Takteingang des Zählers gibt, bis am Decoder-Ausgang 3 und damit an *R 11* Massepotential liegt. Dadurch bleibt der Multivibrator stehen, und der Tuner ist auf das gewünschte Programm abgestimmt. Da die Frequenz des Multivibrators bei etwa 4 kHz liegt, genügt eine Tastzeit von  $< 5$  ms bei der Betätigung eines Programmwahltastens, um den Zähler in die gewünschte Stellung laufen zu lassen.

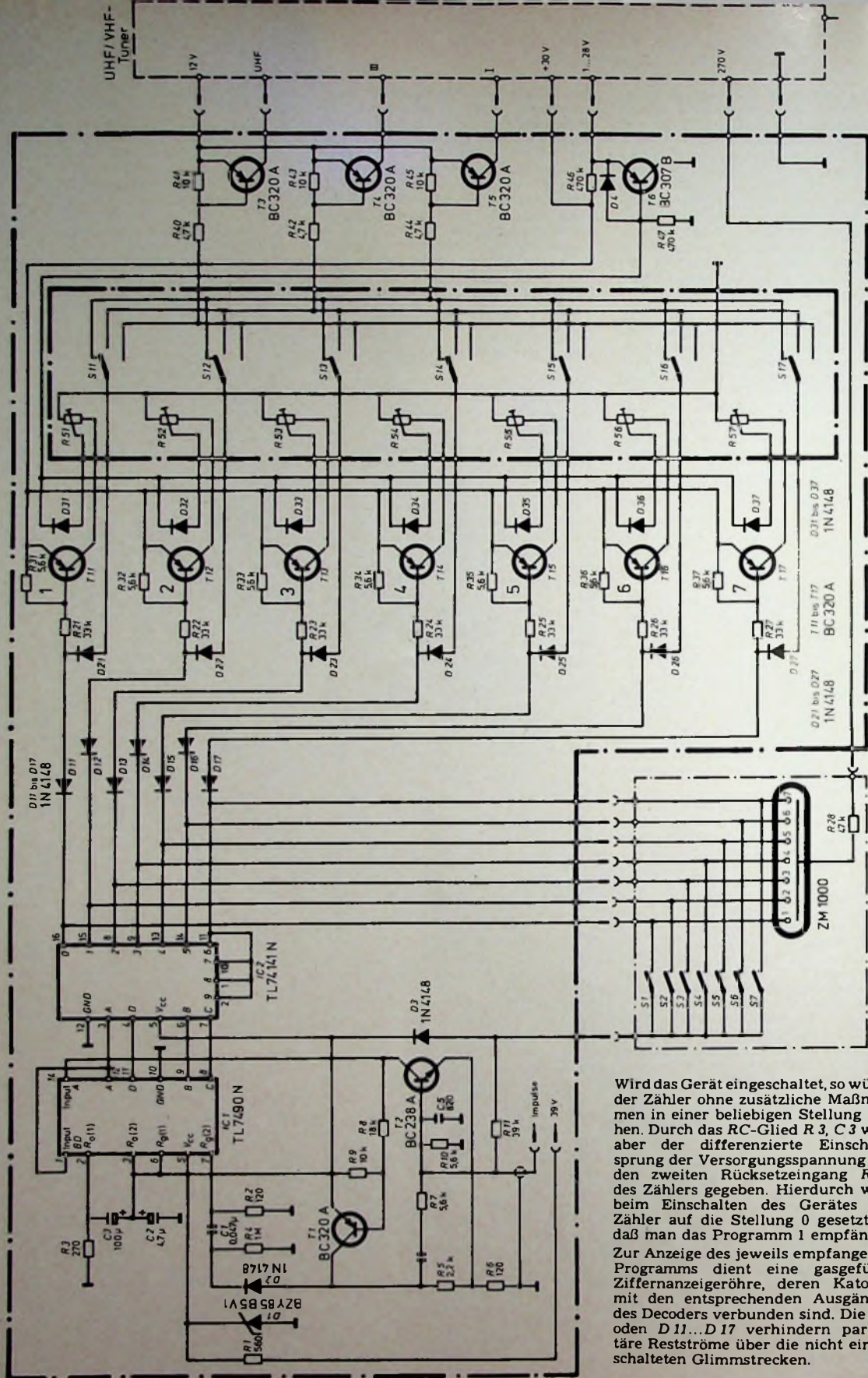


Bild 5. Schaltung des Programmspeichers

Wird das Gerät eingeschaltet, so würde der Zähler ohne zusätzliche Maßnahmen in einer beliebigen Stellung stehen. Durch das RC-Glied R3, C3 wird aber der differenzierte Einschaltensprung der Versorgungsspannung auf den zweiten Rücksetzeingang R<sub>0</sub>(1) des Zählers gegeben. Hierdurch wird beim Einschalten des Gerätes der Zähler auf die Stellung 0 gesetzt, so daß man das Programm 1 empfangt.

Zur Anzeige des jeweils empfangenen Programms dient eine gasgefüllte Ziffernanzeigerohre, deren Katoden mit den entsprechenden Ausgängen des Decoders verbunden sind. Die Dioden D11...D17 verhindern parasitäre Restströme über die nicht eingeschalteten Glimmsstrecken.

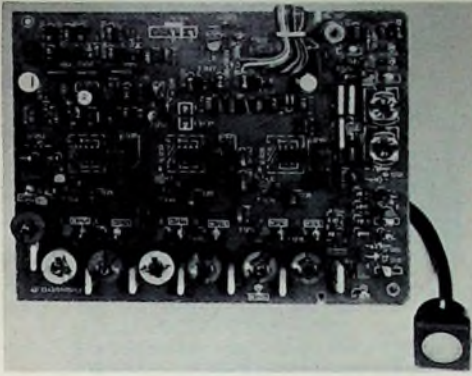


Bild 6 Ultraschallempfänger

#### 24. Netz - Aus - Funktion

Wie schon die Programmwahl, so wird auch die Netz-Aus-Funktion über den Kreis C 20, L 20 angewählt (s. Bild 3). Allerdings ist in diesem Fall kein Impulsprogramm, sondern ein Dauersignal erforderlich. Damit steht an der Z-Diode D 52 für längere Zeit ein konstanter Gleichspannungspegel. Über R 64 wird der Kondensator C 57 aufgeladen, bis die Schaltschwelle des Schmitt-Triggers T 54, T 55 erreicht ist. Dann wird T 54 leitend, während T 55 sperrt. Über R 68 und T 56 erhält jetzt die Spule des Netzschalters Betriebsspannung, und das Gerät wird abgeschaltet. Um zu vermeiden, daß bei schnell wiederholtem Betätigen der Programmwahl sich die Spannung an C 57 bis zur Schaltschwelle des Schmitt-Triggers aufstockt, ist die



Bild 7 Programmspeicher

Diode D 55 vorhanden, die am Ende eines jeden Impulses den Kondensator schnell entlädt. Die Zeitkonstante ist in Verbindung mit der Schaltschwelle des Schmitt-Triggers so gewählt, daß die Austaste nach etwa 2 s anspricht. Der Emitterfolger T 45 sorgt in Verbindung mit der Z-Diode D 45 für eine stabilisierte Versorgungsspannung. Der Vorverstärker und das Kondensatormikrofon Mi 01 erhalten ihre Betriebsspannung direkt aus dem Gerät. Die Bilder 6 und 7 zeigen den Ultraschallempfänger und den Programmspeicher.

### Persönliches

#### E. Kramer 70 Jahre

Am 15. Juni 1972 feierte Professor Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Ernst Kramer, wissenschaftlicher Berater von SEL, seinen 70. Geburtstag. Er genießt weltweite Anerkennung als Pionier der Funknavigation. Schon im Jahre 1932 machte Kramer, der 1927 nach dem Studium in eine der Berliner SEL-Stammfirmen eintrat, international von sich reden, als er erstmals Ultrakurzwellen für ein Funknavigationssystem verwendete, das später in aller Welt als Lorenz-Landeverfahren bekannt werden sollte. Diese Entwicklung war ein erster Schritt zu den noch heute auf allen Verkehrsflughäfen arbeitenden Instrumentenlandesystemen (ILS) sowie zu den VOR-Drehfunkfeuern. Kramer nutzte auch erstmals den Dopplereffekt in der Funknavigation praktisch aus, um Mißweisungen durch Reflexionen zu vermeiden. Auf zahlreiche Ehrungen kann Professor Kramer, der annähernd 90 Patente besitzt, zurückblicken. Seit 1964 ist er Honorarprofessor der TU Karlsruhe.

#### E. Gille 65 Jahre

Direktor Erwin Gille, Sonderbevollmächtigter der Standard Elektrik Lorenz AG (SEL), vollendete am 4. Juni 1972 das 65. Lebensjahr. Der gebürtige Berliner trat 1923 als kaufmännischer Lehrling in die SEL-Stammfirma C. Lorenz AG ein und brachte es bis 1936 zum Leiter der Fernschreiberabteilung. Nach dem Krieg baute er als Vertriebschef Fernschreibertechnik von Stuttgart aus das Fernschreibergeschäft und die Geschäftsstellenorganisation der C. Lorenz AG wieder auf. Seine Leistungen wurden 1955 mit der Ernennung zum Direktor und 1963 mit der Beförderung zum stellvertretenden Geschäftsbereichleiter gewürdigt. In den letzten Jahren war Gille Osthandelsbeauftragter von SEL.

#### P. G. Lobbedey 65 Jahre

Am 27. August 1972 wird Paul G. Lobbedey, Leiter der Artikelgruppe „Einzelteile“ in der Hauptniederlassung der Valvo GmbH 65 Jahre. Im Zusammenhang mit seinem Ausscheiden aus dem aktiven Dienst am 1. September wurde am 1. Juli 1972 die Artikelgruppe „Einzelteile“ mit dem Artikelbüro „Motoren“ zur neuen Artikelgruppe „Elektromechanische Teile (EMT)“ zusammengelgt.

Die Leitung der neuen Artikelgruppe hat Stefan Jancke übernommen, der der Valvo GmbH seit 1949 angehört. Er war zunächst im Qualitätslaboratorium des Lokstedter Valvo-Werkes tätig und trat 1956 in die Hauptniederlassung ein, um das Valvo-Zweigbüro in Frankfurt aufzubauen. 1965 kehrte er nach Hamburg zurück, wo ihm der Aufbau der Vertriebsgruppe für Kleinmotoren übertragen wurde. P. Lobbedey wird dem Unternehmen als Mitarbeiter im Rahmen seiner Tätigkeit beim Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie (ZVEI) vorerst verbunden bleiben.

#### F. Winckel 65 Jahre

Am 20. Juni 1972 vollendete Professor Dr.-Ing. Fritz Winckel das 65. Lebensjahr. Nach dem Studium der Fernmeldetechnik mit Wahlfach Akustik arbeitete er etwa zwei Jahre an einem Forschungsauftrag zur Entwicklung eines elektroakustischen Musikinstruments. Von 1934 bis 1937 war er dann bei der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt in Berlin-Adlershof beschäftigt und anschließend bis zum Ende des zweiten Weltkriegs Abteilungsleiter im Siemens-Luftfahrtgerätekwerk. 1950 promovierte Winckel zum Dr.-Ing., und schon ein Jahr später habilitierte er sich. Zum Professor wurde er 1957 ernannt. In Lehre und

Forschung hat er nach dem zweiten Weltkrieg nicht nur die Fachgebiete Stodietechnik, Informationstheorie, Kybernetik und Kommunikationswissenschaft vertreten, sondern er hat auch das Studio für Experimentelle Musik aufgebaut. Als Gutachter ist er in Arbeitsgremien des Europarats, der UNESCO, des Olympischen Komitees und anderen Ausschüssen tätig.

#### H. Pröbß 60 Jahre

Dipl.-Ing. Hans Pröbß, Leiter der Rundfunkgeräte-Entwicklung und -Konstruktion der Blaupunkt-Werke GmbH, Hildesheim, vollendete am 28. Juni 1972 das 60. Lebensjahr. Pröbß begann seine berufliche Tätigkeit 1935 als Entwickler bei Siemens. Bereits 1936 wechselte er zu Blaupunkt (damals noch Ideal Radio-, Telefon- und Apparatefabrik GmbH, Berlin) über. Seit 1956 ist er als Entwicklungsleiter für Rundfunkgeräte tätig. Bereits 1939 entwickelte Pröbß in seinem Berliner Allstromlabor einen VW-Autosuper, der jedoch wegen der Kriegereignisse nur in wenigen Exemplaren gebaut wurde und Mitte 1945 entwickelte er einen als „Münchner Gerät“ bekanntgewordenen Heimempfänger, der den Beginn der Blaupunkt-Fertigung in der damaligen amerikanisch besetzten Zone darstellte.

#### Großes Bundesverdienstkreuz für F. Herriger

Der Bundespräsident hat Dr. Felix Herriger das Große Verdienstkreuz des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland verliehen, das ihm bei der Jahrestagung des Zentralverbandes der Elektrotechnischen Industrie (ZVEI) am 9. Juni 1972 in Baden-Baden überreicht wurde. Mit dieser Ehrung wurden die erfolgreichen Arbeiten Dr. Herrigers anerkannt, die er als Mitglied des Vorstandes der Standard Elektrik Lorenz AG sowie später bei AFG-Telefunken auf dem Gebiet des Farbfernsehens, insbesondere durch die Einführung des PAL-Systems, und im Bereich der Videotechnik geleistet hat. Die Auszeichnung würdigt in gleicher Weise seine umfassende ehrenamtliche Tätigkeit als langjähriger Präsident des ZVEI als Mitglied des Präsidiums des Bundesverbandes der Deutschen Industrie sowie als stellvertretender Vorsitzender des Aufsichtsrates der Elektromessehaus Hannover GmbH und als Mitglied wissenschaftlicher Gremien.

#### A. Liebetrau Vorsitzender der Geschäftsführung der Junghans GmbH

Zum neuen Vorsitzenden der Geschäftsführung der Uhrenfabriken Gebrüder Junghans GmbH und gleichzeitig Verantwortlichen für den Diehl-Uhrenbereich wurde Alfred Liebetrau ernannt. Bevor Liebetrau seine neuen Aufgaben in der Unternehmensgruppe Diehl übernahm, war er an verantwortlicher Stelle in der Rundfunk- und Fernsehindustrie tätig.

#### Cay Baron Brockdorff in den Vorstand des ZVEI gewählt

Cay Baron Brockdorff, Geschäftsführer für Vertrieb und Marketing der Loewe Opta GmbH, wurde Anfang Juni in den Vorstand des Zentralverbandes der Elektrotechnischen Industrie e. V. (ZVEI) berufen.

#### O. Studemund beendet aktiven Dienst bei der Valvo GmbH

Am 30. Juni 1972 beendete Otto Studemund, der am 17. Oktober 1971 65 Jahre geworden war, seinen aktiven Dienst als Mitglied der Geschäftsleitung der Valvo GmbH. Seine vielfältigen Erfahrungen und sein umfangreiches Wissen auf dem Gebiet der elektronischen Bauelemente wird er dem Unternehmen, dem er seit fast vierzig Jahren angehörte, durch seine Mitarbeit in nationalen und internationalen Verbänden, zum Beispiel im Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie (ZVEI), Fachgruppe Aktive Bauelemente, sowie in der Internationalen Elektrotechnischen Commission (IEC) und in der Union der europäischen Bauelementeindustrie (CEMAC) jedoch weiterhin zur Verfügung stellen.

# Inbetriebnahme der ersten 12-GHz-Empfangsanlage im Rahmen des Erprobungsnetzes der Deutschen Bundespost in Berlin



Bild 1. 12-GHz-Empfangsanlage in Berlin-Tegel

Im Oktober 1971 wurde in Berlin-Tegel die erste 12-GHz-Empfangsanlage – eine Siemens-SHF-Antennenanlage [1] – im Rahmen des Erprobungsnetzes der Deutschen Bundespost [2] in Betrieb genommen. Mit geringem Aufwand wurde eine bestehende UHF-taugliche Gemeinschafts-Antennenanlage für den Empfang der Signale im 12-GHz-Bereich erweitert. 185 Wohneinheiten dieser Wohnanlage sind damit als erste an ein Empfangssystem angeschlossen, das weit in die Zukunft der Fernsehempfangstechnik weist. Inzwischen wurden weitere SHF-Antennenanlagen installiert; das Erprobungsnetz soll im Laufe des Jahres 1972 voll ausgebaut werden.

Schon seit längerer Zeit führt die Deutsche Bundespost in Berlin Versuche über die Ausbreitungsbedingungen von Fernsehsignalen im Frequenzbereich um 12 GHz durch, um Erfahrungen über die Einsatzmöglichkeiten dieser Frequenzen für Fernsehübertragungen zu sammeln. Die positiven Ergebnisse dieser Versuche führten zur Planung des Erprobungsnetzes, dessen erste 12-GHz-Empfangsanlagen in Berlin-Tegel nun seit mehreren Monaten störungsfrei arbeiten.

Zur senderseitigen Versorgung des Stadtgebietes von West-Berlin wurden von der Bundespost drei Sender auf hohen Gebäuden installiert. Die Sender-Standorte Schäferberg, Borsigturm und Postscheckamt sind so gewählt, daß möglichst keine unversorgten Zonen entstehen. Zur Zeit beträgt die Sendeleistung etwa 3W; eine Erhöhung ist vorgesehen. Ausgestrahlt wird das Zweite Deutsche Fernsehprogramm. Vielleicht ist es in Zukunft auch möglich, das SHF-Erprobungsprogramm durch Programmmodifikation noch attraktiver zu machen, zum Beispiel dadurch, daß man mit einem Zeitversatz zwischen den Ausstrahlungen im UHF-Bereich und im 12-GHz-Bereich arbeitet.

Die SHF-Antennenanlage besteht aus einer Parabolantenne mit 60 cm Durchmesser (Gewinn 35 dB), einem SHF-UHF-Frequenzumsetzer und einem Netzanschlußgerät. Die Antenne und der Umsetzer sind konstruktiv zu einer Einheit verbunden; das Netzanschlußgerät wird unter Dach an geeigneter Stelle montiert. Die SHF-Antennenanlage ist am Ende eines Standrohrs montiert und muß sehr genau auf den zu empfangenden Sender ausgerichtet werden. Im Bild 1

erkennt man im Vordergrund rechts die SHF-Antennenanlage und im Hintergrund etwa in Bildmitte den Standort des SHF-Senders.

Bild 2 zeigt das Blockschaltbild der Kopfstation einer Gemeinschafts-Antennenanlage. Die Erweiterung dieser Anlage zum Empfang von Fernseh-sendungen im 12-GHz-Bereich ist

gerne durch die Erschließung des Frequenzbereiches um 12 GHz gemildert werden. Nach Klärung einiger noch offener politischer Fragen ist mit einer baldigen Anwendung von Übertragungseinrichtungen in diesem Frequenzbereich zu rechnen.

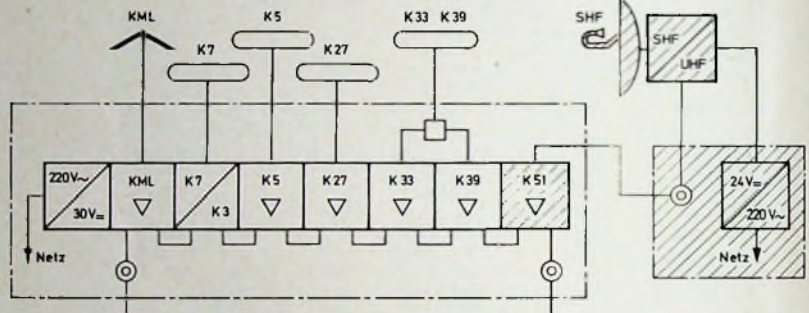


Bild 2. Erweiterung (schraffiert dargestellt) der Kopfstation einer Gemeinschafts-Antennenanlage durch eine SHF-Antennenanlage

schraffiert dargestellt. Die Prüfdose am Ausgang des Frequenzumsetzers dient zur einfachen Signalüberwachung. Infolge des hohen Signal-Rausch-Abstandes am Ausgang des SHF-UHF-Umsetzers und wegen der sehr scharfen Bündelung der Parabolantenne ergibt sich ein rauschfreies Fernsehbild ohne Reflexionsstörungen. Ein weiteres beachtenswertes Merkmal des SHF-UHF-Frequenzumsetzers ist die sehr hohe Stabilität der Oszillator-Mischfrequenz. Die mit  $\pm 75$  kHz bereits sehr kleine zulässige Abweichung der Ausgangsfrequenz vom Sollwert wird bei dem hier eingesetzten Umsetzer weit unterschritten. Damit ist sichergestellt, daß auch beim Empfang von SHF-Sendern auf sehr lange Zeit keine Korrektur der Einstellung am Fernsehempfänger vorgenommen werden muß.

Der weitere Ausbau des Berliner Erprobungsnetzes wird es ermöglichen, in größerem Umfang mit dem inzwischen auch von der letzten Funkverwaltungskonferenz in Genf für Fernseh-zwecke freigegebenen Frequenzbereich 11,7...125 GHz Erfahrungen zu sammeln. Außer für die terrestrische Rundstrahlung ist dieser Frequenzbereich auch für das Satellitenfernsehen und für Richtfunkverbindungen als Zubringer zu Groß-Gemeinschafts-Antennenanlagen von Interesse. Der immer noch zunehmende Mangel an Frequenzen für die Fernseh- und Tonrundfunkübertra-

### Schrifttum

- [1] Albrecht, K.: 12-GHz-Rundfunkübertragung Rundfunktechn Mitt Bd 15 (1971) Nr. 6, S. 266-270
- [2] Feldmann, J.: Erste Fernsehempfangs-stellen im 12-GHz-Bereich Z Post- und Fernmeldewesen Bd. 15 (1970) S. 549-555
- [3] Fernsehen im 12-GHz-Bereich Funk-Techn Bd. 23 (1968) Nr. 20, S. 763
- [4] Meßempfangsanlage für Ausbreitungsmessungen im 12-GHz-Bereich Funk-Techn Bd. 23 (1968) Nr. 20, S. 764

### Sender- und Meldungskennung für den Verkehrsfunk

Die UKW-Sender der folgenden Rundfunkanstalten (Stand: 20. Juni 1972), die regelmäßig Verkehrswarmmeldungen bringen, werden durch die Zusatzfrequenz 57 kHz als Verkehrsfunk-Sender markiert:

- Norddeutscher Rundfunk, 2. Programm;
- Westdeutscher Rundfunk, 2. Programm;
- Südwestfunk, 1. Programm;
- Hessischer Rundfunk, 3. Programm;
- Bayerischer Rundfunk, 3. Programm.

Die Meldungskennung mit einem mit 123 Hz frequenzmodulierten 2,35-kHz-Ton wird vor und nach jeder Verkehrsmeldung von allen Mittel- und Langwellensendern des Deutschlandfunks sowie von den Sendern des 1. Programms des Süddeutschen Rundfunks ausgestrahlt.

Dipl.-Ing. Herbert Zwilling ist Gruppenführer im Bereich Weitverkehrstechnik der Siemens AG, München.

# Gewinnung von Sägezahnspannungen aus Rechteckfrequenzteilern in elektronischen Organen

In elektronischen Organen ist die analytische (subtraktive) Methode der Klangerzeugung sehr gebräuchlich. Das heißt, aus Wechselspannungen mit hohem Oberwellengehalt werden durch Klangformung mit Formantfiltern Signale gewonnen, die nach Verstärkung als Klang mit einem durch die Formantfilter bestimmten Charakter vom Lautsprecher abgestrahlt werden. Zur Verringerung der erforderlichen Abgleicharbeit werden diese Wechselspannungen heute meistens durch Frequenzteilung aus 12 Muttergeneratoren gewonnen. Es gibt aber auch bereits Generatorsysteme, die ausgehend von einem hochfrequenten Muttergenerator (im MHz-Bereich), die 12 Muttersignale (zum Beispiel  $c^5 \dots h^5$  oder  $c^6 \dots h^6$ ) erzeugen, deren Frequenzen dann weiter geteilt werden [1].

Die zur Klangformung durch Formantfilter am besten geeignete Kur-

## 1. Erzeugung einer sägezahnähnlichen Ausgangsspannung durch Kondensatorumladung

Wird ein Kondensator über einen kleinen Widerstand schnell aufgeladen und über einen relativ großen Widerstand langsam entladen, so entsteht an ihm eine sägezahnähnliche Spannung, in der auch die geradzahigen Harmonischen enthalten sind. Eine derartige speziell für den integrierten Frequenzteiler SAJ 110 geeignete Schaltung ist im Bild 3 dargestellt. Man nutzt die hohe Ausgangsspannung und den im High-Zustand kleinen Ausgangswiderstand der einzelnen Teilerstufen aus, um direkt am Lastwiderstand  $R_L$  eine sägezahnähnliche Spannung zu erzeugen [2, 3]. Zum Schutz der Frequenzteiler sind die Ausgänge des SAJ 110 durch Dioden (zum Beispiel BA 170) von den RC-Netzwerken zu trennen. In Reihe mit dem Kondensator  $C_L$  ist ein

Gehör den gleichen Klangfarbeneindruck hervorrufen. Das erklärt sich daraus, daß die Phasenlage der Oberwellen eines Signals für das Ohr keine Bedeutung hat [4]. Von Vorteil ist bei dieser Schaltung, daß die Amplitude des Ausgangssignals  $U_a$  nur wenig unter der des die Schaltung speisenden Rechtecksignals liegt.

Eine erprobte Teilerschaltung nach diesem Prinzip ist im Bild 5 dargestellt. Bild 6 zeigt die Oszillogramme der Ausgangsspannung an den Ausgängen für 4000, 1000, 250 und 62,5 Hz. Das entspricht etwa der Tonfamilie C.

## 2. Erzeugung einer sägezahnähnlichen Ausgangsspannung durch stufenweise Annäherung

Durch additives Hinzufügen der geradzahigen Harmonischen zu einem Rechtecksignal lassen sich die Nullstellen des Frequenzspektrums zu hö-

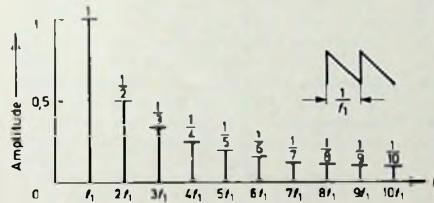
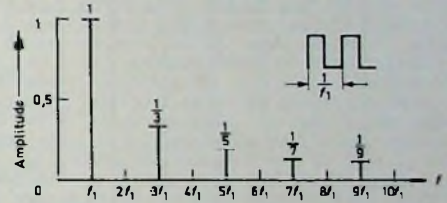


Bild 1 Frequenzspektrum eines Sägezahnsignals

Bild 2 Frequenzspektrum eines symmetrischen Rechtecksignals



venform der Ausgangsspannung dieser Frequenzteiler ist der Sägezahn. Er enthält alle Harmonischen in einem durch die Ordnungszahl bestimmten Verhältnis (Bild 1).

Der einfachste, sicherste und am leichtesten als integrierte Schaltung realisierbare Frequenzteiler ist der bistabile Multivibrator. Die Kurvenform seiner Ausgangsspannung ist jedoch ein symmetrisches Rechteck, und diesem Signal fehlen alle geradzahigen Harmonischen (Bild 2). Diese sind

Schutzwiderstand  $R_S$  geschaltet, der den Ausgangsstrom der Teilerstufe begrenzt. Die Dimensionierung kann nach der Formel

$$\tau \approx \frac{1}{4 \cdot f} \approx R_L \cdot C_L$$

erfolgen. Bild 3c zeigt die Kurvenform der Ausgangsspannung an  $R_L$ .

Im Bild 4 ist das Frequenzspektrum des an  $R_L$  entstehenden Signals mit dem eines idealen Sägezahns verglichen. Man erkennt, daß das erreichte

heren Ordnungszahlen, unter Umständen auch über den Hörbereich hinaus, verschoben. Damit wird außerdem die Kurvenform der Ausgangsspannung stufenweise der eines Sägezahns angenähert. Das sei an Hand von Bild 7 erläutert.

Bild 7a stellt das ursprüngliche Rechtecksignal dar. Ohne weiteren Zusatz entspricht das Ausgangssignal (Bild 7b) dem Rechtecksignal im Bild 7a, das heißt, alle geradzahigen Harmonischen fehlen. Durch Addition der

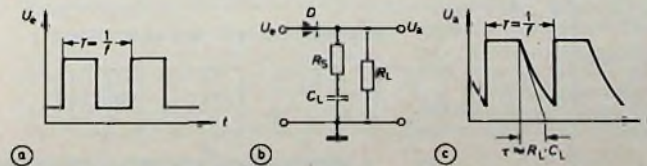
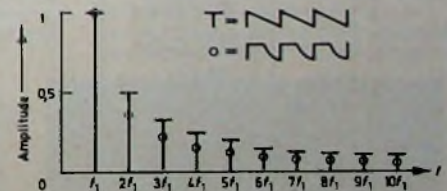


Bild 3 Erzeugung einer sägezahnähnlichen Spannung durch Kondensatorumladung

aber vielfach erwünscht. Im folgenden wird gezeigt, wie aus Rechtecksignalen, wie sie zum Beispiel von dem integrierten Frequenzteiler SAJ 110 von Intermetall abgegeben werden, Sägezahnspannungen gewonnen beziehungsweise angenähert werden können.

Bild 4 Vergleich der Harmonischen eines echten und eines durch Kondensatorumschaltung gewonnenen Sägezahnsignals



Frequenzspektrum dem eines Sägezahns recht ähnlich ist. In diesem Zusammenhang sei bemerkt, daß Signale unterschiedlicher Kurvenform, die aber gleiche Amplituden der einzelnen Harmonischen aufweisen, für das

zweiten Harmonischen (Bild 7c) mit halber Amplitude entsteht das Ausgangssignal Bild 7d, dem nur noch jede vierte Harmonische fehlt. Wird diese (Bild 7e) mit der richtigen Amplitude, also einem Viertel der Ampli-

Ing. Günter Peltz ist Mitarbeiter des Applikationslabors der Intermetall Halbleiterwerk der Deutsche ITT Industries GmbH, Freiburg

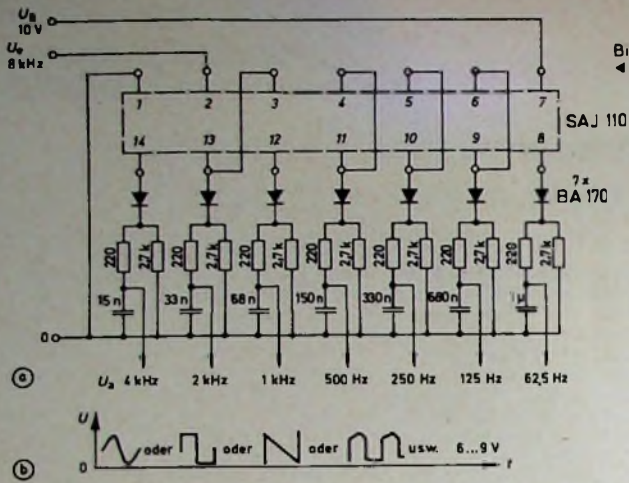


Bild 5 a) Teilerschaltung mit Kondensatorumladung, b) zur Spelzung der Teilerschaltung geeignete Signalförmungen

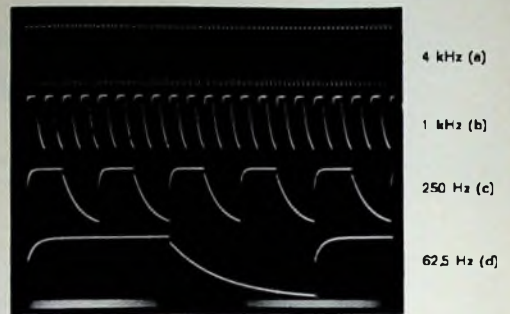


Bild 6. Ausgangsspannung  $U_a$  an vier Ausgängen der Teilerschaltung nach Bild 5; Vertikalachse 5 V/Rastertig, Horizontalachse 2 ms/Rastertig

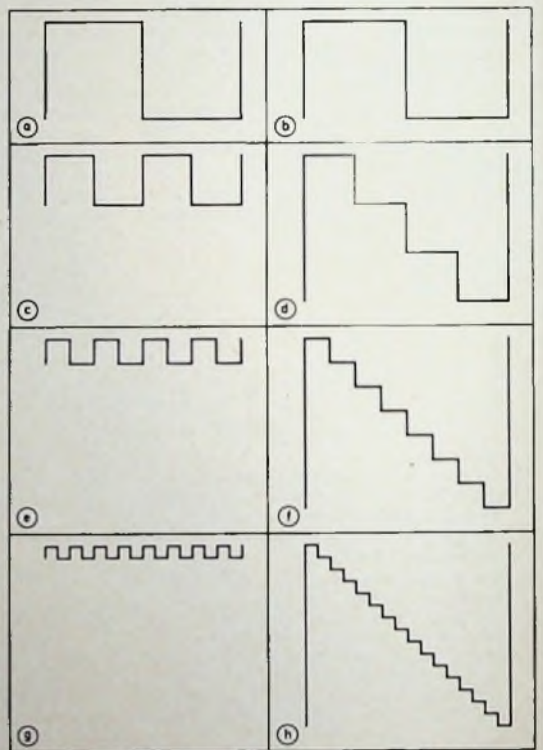
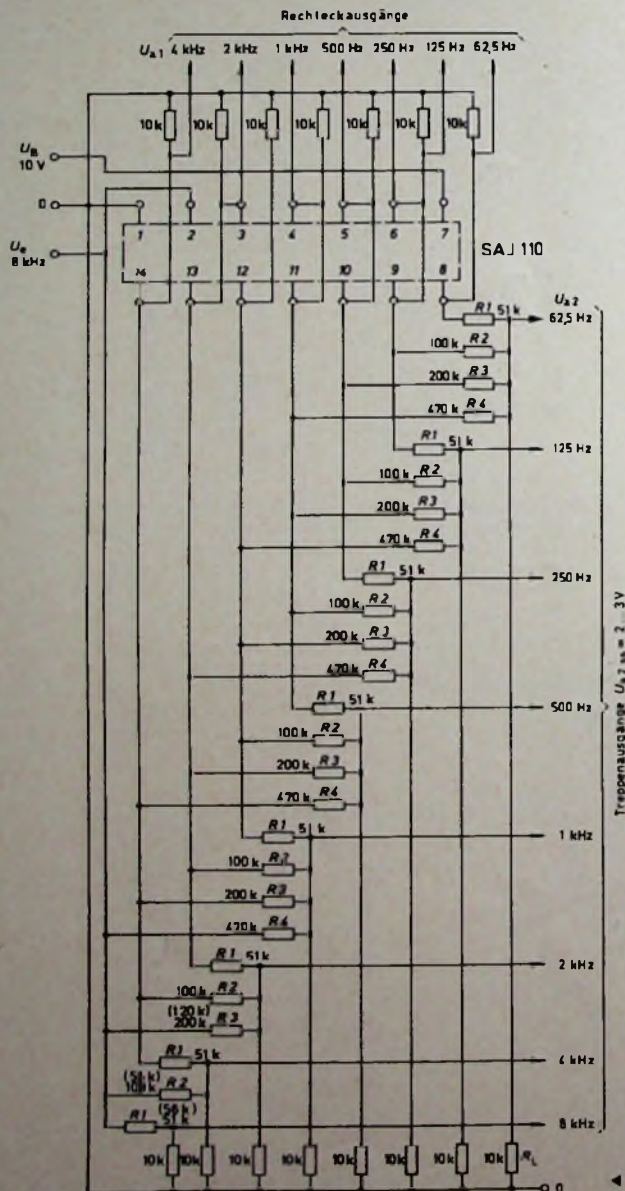


Bild 7. Sägezahnannäherung durch Treppenburgung

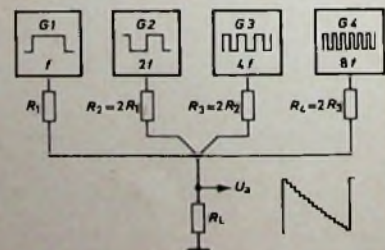
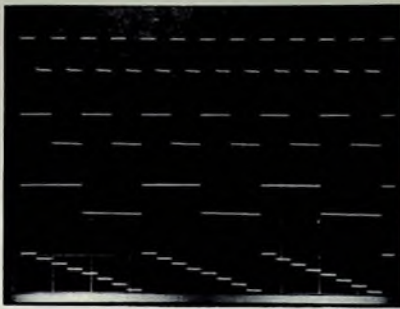


Bild 8. Prinzipschaltung für die Addition von Rechtecksignalen zur Treppenburgung

◀ Bild 9. Schaltung zur Treppenburgung





250 Hz (a) Bild 10 Oszillogramme dreier Rechteckausgangsspannungen des Teilers nach Bild 9 und des resultierenden Treppensignals (ohne  $R_3$ ); Vertikalachse 10 V/Rastertlg. (a, b, c) beziehungsweise 2 V/Rastertlg. (d). Horizontalachse 5 ms/Rastertlg.

62,5 Hz (c) Bild 11 Addition eines Rechtecksignals der Frequenz  $f/2$  und eines Sägezahnsignals der Frequenz  $f$  zu einem Sägezahnsignal der Frequenz  $f/2$  ( $R_1 = R_2, R_3 = 0, U_{1,ss} = U_{2,ss}$ )

tude des Signals im Bild 7a, hinzuzudiert, so entsteht das Treppensignal nach Bild 7f, in dem nur noch jede achte Harmonische fehlt. Der Unterschied gegenüber einem echten Sägezahn ist jetzt gehörmäßig bereits so gering, daß diese Signalform in vielen Organen verwendet wird.

Wird auch noch die achte Harmonische nach Bild 7g mit einem Achtel der Amplitude der Grundfrequenz hinzuzudiert, so entsteht die Kurvenform Bild 7h. Jetzt fehlt nur noch die sechzehnte Harmonische, und es ist auch einem geschulten Ohr nur bei direkter Umschaltung möglich, einen geringfügigen Unterschied gegenüber einem idealen Sägezahn zu hören.

Im Bild 8 ist das Schaltungsprinzip zur Addition von harmonischen Rechtecksignalen dargestellt. Sind die Signalamplituden der Rechteckgeneratoren  $G1 \dots G4$  gleich und ihr Ausgangswiderstand sowie der Lastwiderstand  $R_L$  klein gegenüber den Trennwiderständen  $R_1 \dots R_4$ , so addieren sich die Ströme im Widerstand  $R_L$  reziprok zur Größe der Trennwiderstände. Verhalten sich also die Widerstände  $R_1 : R_2 : R_3 : R_4$  wie 1 : 2 : 4 : 8, so addieren sich die Teilströme und damit die Spannungsabfälle an  $R_L$  in der gewünschten Weise, und es entsteht das Treppensignal  $U_a$  (s. a. Bild 7h).

Bild 9 zeigt eine nach diesem Prinzip aufgebaute Teilerschaltung für eine Tonfamilie mit acht Oktaven. Bei Ansteuerung mit einem Rechtecksignal von 8 kHz sind die geradzahigen Harmonischen ab 16 kHz nicht mehr vorhanden. Das ist zulässig, da Teiltöne oberhalb des Hörbereichs den Klang nur noch wenig beeinflussen. Durch Ansteuerung des Teilers mit einem Sägezahnsignal lassen sich aber auch die oberen geradzahigen Harmonischen erfassen.

In einfachen Organen werden meistens nur die zweite und vierte Harmonische hinzugefügt; der Widerstand  $R_4$  in den Bildern 8 und 9 entfällt dann also. Die Entstehung dieses Treppensignals ist aus Bild 10 erkennbar. Die

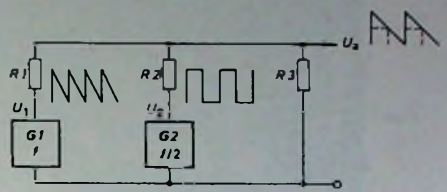
Kurven a, b und c zeigen die Signale an den Rechteckausgängen der Teilerstufen, während die Kurve d das an  $R_L$  entstehende 62,5-Hz-Treppensignal darstellt.

In Tab 1 sind die mit einem Spektrumanalysator ermittelten Anteile der Harmonischen der Treppensignale den Harmonischen des idealen Sägezahns gegenübergestellt. Der Unterschied gegenüber einem idealen Sägezahn ist vernachlässigbar.

Wird gewünscht, daß auch bei den höheren Frequenzen (2, 4 und 8 kHz im Bild 9) die geradzahigen Harmonischen auftreten, so läßt sich auch das mit der Schaltung nach Bild 9 realisieren. Addiert man nämlich ein Sägezahnsignal doppelter Frequenz zu einem Rechtecksignal gleicher Amplitude, so entsteht wieder ein Sägezahnsignal mit der Frequenz des Rechtecksignals (Bild 11). Dazu wird der Frequenteiler SAJ 110 im Bild 9 mit einem Sägezahnsignal mit gleicher Amplitude wie die Spannung an den Rechteckausgängen gespeist und der vom Eingang zum Summenwiderstand geschaltete Trennwiderstand gleich dem Widerstand nach der Teilerstufe gewählt. Im Bild 9 wurden jedoch größere Widerstände eingesetzt (Widerstandswerte in Klammern), da das Ausgangssignal des Sägezahn-Mutteroszillators nach Abschnitt 4 eine größere Amplitude als die Rechteckausgänge des SAJ 110 hat.

Bild 12 zeigt das Eingangssägezahnsignal (Kurve a) und das 2-kHz-Ausgangssignal ohne  $R_3$  (Kurve b). Im Bild 13 ist  $R_3$  (120 kOhm) hinzugefügt, und am Ausgang steht ein Sägezahnsignal zur Verfügung. Die Sprünge im Sägezahn entstehen dadurch, daß die Spannungs- und Widerstandsverhältnisse wegen der Verwendung von Normwerten einander nicht genau entsprechen. Klanglich sind diese Sprünge nicht bemerkbar.

Das in diesem Abschnitt beschriebene Verfahren ist die billigste Möglichkeit, aus Rechteckspannungen sägezahnähnliche Spannungen mit genügender Genauigkeit anzunähern.



Tab. 1. Anteil der Harmonischen bei Sägezahn- und Treppenspannungen

Harmonische	Treppenspannung		
	idealer Sägezahn % $U_a$	mit 8 Stufen (Bild 10) % $U_a$	mit 16 Stufen % $U_a$
1	100,0	100,0	100,0
2	50,0	48,0	47,0
3	33,3	33,3	33,3
4	25,0	27,5	25,2
5	20,0	20,0	18,5
6	16,7	15,6	17,0
7	14,6	14,0	14,0
8	12,5		11,2
9	11,1	11,0	11,0
10	10,0	10,0	10,5
11	9,1	9,5	9,5
12	8,3	8,5	8,9
13	7,7	8,5	8,5
14	7,2	7,7	7,8
15	6,7	7,2	7,3
16	6,25		

### 3. Flip-Flop-Frequenteiler mit echten Sägezahnaustritten

Hier wird wieder das Prinzip von Bild 11 angewendet, jedoch wurde der Widerstand  $R_3$  groß gegen  $R_1$  und  $R_2$  gewählt. Damit ist die Ausgangsspannung  $U_a$  zu jedem Zeitpunkt praktisch gleich der gemittelten Spannung zwischen  $U_1$  und  $U_2$ , so daß die Ausgangsamplitude wieder gleich dem Scheitelwert von  $U_1$  und  $U_2$  ist und nach Impedanzwandlung als  $U_1$  für die nächste Teilerstufe verwendet werden kann.

Eine erprobte Schaltung ist im Bild 14 dargestellt. Die Transistoren  $T1 \dots T7$  arbeiten als Impedanzwandler. Der Widerstand  $R_3$  ist jeweils an die positive Betriebsspannung gelegt, damit auch bei Low an der jeweiligen Basis noch ein geringer Strom durch die Transistoren fließt. Fehlen diese Widerstände, so verringern sich die Amplituden nach jeder Stufe um die Basis-Emitter-Schwelenspannung, weil dann vom Sägezahn unten jeweils 0,6...0,7 V abgeschnitten werden. Zusätzlich wurde der Widerstand  $R_1$  etwas kleiner als der errechnete Wert gewählt. In der ersten Stufe ( $T1$ ) sind für  $R_1$  und  $R_3$  wieder zur Anpassung an das Sägezahnsignal aus dem Oszillator höhere Werte eingesetzt.

Die Oszillogramme im Bild 15 zeigen die Sägezahnspannungen an den Ausgängen



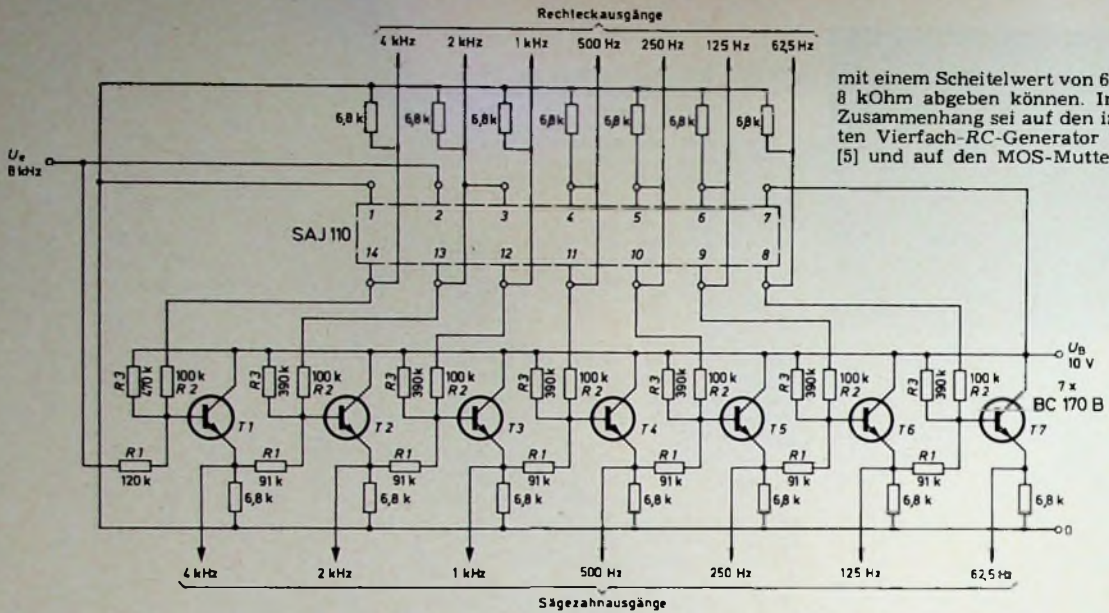
8 kHz (a) Bild 12. Sägezahn-Muttersignal  $U_a$  mit 8 kHz (a) und Ausgangssignal  $U_{a,2}$  mit 2 kHz (ohne  $R_3$ , b); Vertikalachse 5 V/Rastertlg. (a) beziehungsweise 0,5 V/Rastertlg. (b). Horizontalachse 2 ms/Rastertlg.

2 kHz (b) Bild 13. Sägezahn-Muttersignal  $U_a$  mit 8 kHz (a) und Ausgangssignal  $U_{a,2}$  mit 2 kHz ( $R_3 = 120$  kOhm, b); Vertikalachse 5 V/Rastertlg. (a) beziehungsweise 0,5 V/Rastertlg. (b). Horizontalachse 0,2 ms/Rastertlg.



8 kHz (a)

2 kHz (b)



mit einem Scheitelwert von 6 ... 9 V an 8 kOhm abgeben können. In diesem Zusammenhang sei auf den integrierten Vierfach-RC-Generator TCA 430 [5] und auf den MOS-Muttergenera-



Bild 14 (oben) Teilerschaltung mit Rechteck- und Sägezahn- ausgängen sowie großer an- nähernd gleicher Amplitude für alle Ausgänge



8 kHz (a)

8 kHz (a)

2 kHz (b)

2 kHz (b)

250 Hz (c)

250 Hz (c)

62,5 Hz (d)

62,5 Hz (d)

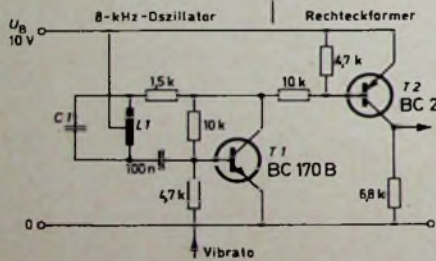


Bild 17. LC-Mutter- oscillator mit Rechteckausgang

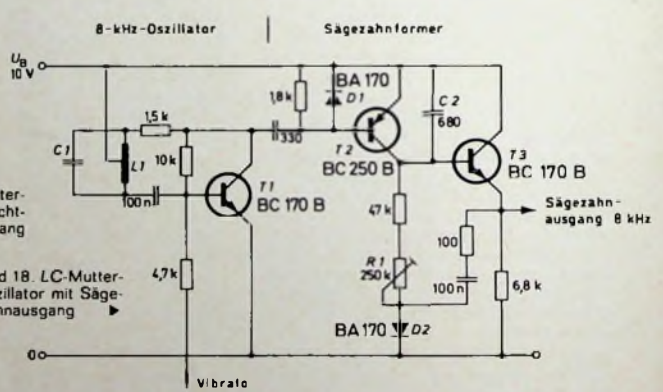


Bild 18. LC-Mutter- oscillator mit Sägezahn- ausgang

gen für 8 kHz (a), 2 kHz (b), 250 Hz (c) und 62,5 Hz (d). Führt man der Schaltung nach Bild 14 an Stelle des Sägezahnsignals ein Rechtecksignal zu, so können mit ihr Sägezähne auch durch Treppenburgung angenähert werden (Bild 16).

Die Vorteile des in diesem Abschnitt beschriebenen Verfahrens der Sägezahnbildung aus Rechteckteilern sind die hohe Ausgangsspannung von etwa 8 V und der kleine Ausgangswiderstand. Dadurch ist das Signal stör- unempfindlich.

#### 4. Für die beschriebenen Teiler geeignete Oszillatoren

Als Mutteroszillatoren für die hier beschriebenen Teilerschaltungen wurde ein üblicher LC-Oszillator mit nachgeschaltetem Rechteck- beziehungsweise Sägezahnformer verwendet. Bild 17 zeigt die Schaltung mit Rechteckausgang, Bild 18 die Schaltung mit

Sägezahn- ausgang. Der Sägezahnformer muß für jeden Mutteroszillator mit dem 250-kOhm-Einstellregler R 1 auf maximales Ausgangssignal eingestellt werden. Die Bauteile sind für die Mutteroktave  $c^6 \dots h^6$  dimensioniert. Für die Mutteroktave  $c^5 \dots h^5$  (4 kHz... 8 kHz) muß der 680-pF-Kondensator C 2 auf 1200 pF vergrößert werden. Bei geringeren Ansprüchen an die Form der Ausgangsspannung lassen sich die beschriebenen Teiler auch direkt vom Mutteroszillator (Kollektor von T 1) ansteuern. Prinzipiell sind alle Mutteroszillatoren geeignet, die eine Wechselspannung (Rechteck, Sägezahn, Sinus usw.)

tor SAH 190 [1] von *Intermetall* hin- gewiesen.

#### Schrifttum

- [1] Gehrig, W.: Integrierte Schaltung SAH 190 zur Tonerzeugung in elektronischen Organen Funk-Techn. Bd 27 (1972) Nr 11, S. 415-418
- [2] Lorkovic, M.: SAJ 110, ein siebenstufiger Frequenzteiler in integrierter Technik. Funkschau Bd. 42 (1970) Nr. 9, S. 264-267
- [3] Peltz, G.: Frequenzstabiler Mutteroszillator für elektronische Orgeln. Funkschau Bd. 42 (1970) Nr 21, S. 729, 732
- [4] Winckel, F.: Klangwelt unter der Lupe. Berlin/Wunsiedel 1952, Heß
- [5] Datenblatt der integrierten Schaltung TCA 430 von *Intermetall* Best.-Nr 6251-41-1D

# Das Phono-Museum in St. Georgen

Als am 9 und 10 Juni 1972 das neue Rathaus der Phono-Stadt St. Georgen im Schwarzwald offiziell eingeweiht werden konnte, wurden die vielen Besucher aus nah und fern mit einem technischen „Leckerbissen“ überrascht: Im Erdgeschoß des imposanten Bauwerks ist ein Phono-Museum eingerichtet. Eine derart lückenlose Sammlung phonotechnischer Apparate dürfte wohl nirgendwo sonst in der Bundesrepublik der Öffentlichkeit

Blick in das Phono-Museum im neuen Rathaus von St. Georgen im Schwarzwald



Endes zu danken, daß einer Idee der Schritt zur Tat folgte

Grob gesehen, ist die Schau in zwei Gruppen unterteilt: In mehr als 22 Vitrinen stehen ungefähr 30 Geräte, die die historische Entwicklung der Phonotechnik belegen, und in mehreren Schränken findet der Besucher hinter Glas vor allem die Produktionsgeschichte der örtlichen Industrie. Es ist durchaus naheliegend, daß ein solches Museum gerade in St. Georgen im Schwarzwald eingerichtet wurde. Die monatliche Produktion von Phonogeräten erreicht hier zur Zeit Zehntausende von Einheiten. Daher darf man St. Georgen ohne Überheblichkeit als die „Phono-Stadt des Kontinents“ bezeichnen.

Es ist erstaunlich, was in fast hundert Jahren aus der zunächst versponnenen Idee des gelangweilten amerikanischen Eisenbahn-Telegrafisten Thomas A. Edison geworden ist. Im Jahre 1877 kam nämlich dem „König der Erfinder“ der Gedanke, daß es

Diese Kupplung konnte sogar über eine Fußbedienungs gesteuert werden. Ferner hatte das Gerät zwei Schall-dosen, und zwar eine für die Aufnahme und eine für Wiedergabe. Der Chef konnte daher seinen Brief auf eine nicht harte Walze aufsprechen. Damit die Sekretärin ihre Kollegen beim Abhören nicht störte, hielt sie sich einen Schlauch mit einer kleinen Hörmuschel ans Ohr. Übrigens arbeitete auch dieser Phonograph (wie fast alle anderen) mit einem Saphir als Ab-taststift für die Tiefenschrift der Walze.

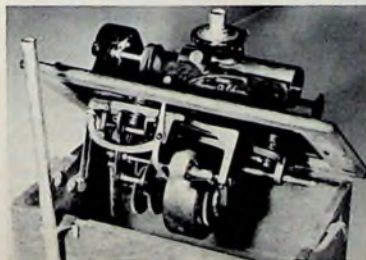
Jahrzehntlang beherrschten die Phonographen den damaligen Weltmarkt, bis ihnen die Erfindung des Deutsch-Amerikaners Emil Berliner aus dem Jahre 1887 zur ernsthaften Konkurrenz wurde. Eine originalgetreue Nachbildung seiner „Plattensprechmaschine“ ist ebenfalls im Phono-Museum zu sehen. Dieser „Ur-Plat-



Naturgetreue Nachbildung des ersten Phonographen von Edison

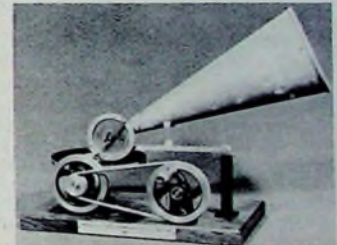
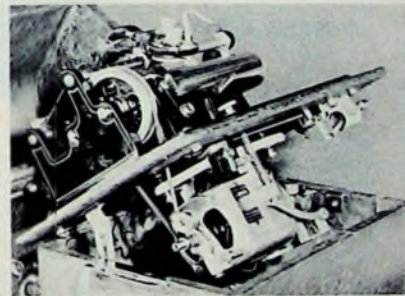


Voll funktionsfähiger Edison-Standard-Phonograph



Blick unter die Platine des Standard-Phonographen

zugänglich sein. Die ausgestellten wertvollen Originalgeräte stammen im wesentlichen aus den bis dahin weitgehend unbekannteren Sammlungen zweier St. Georgener Bürger. Dem beharrlichen persönlichen Einsatz dieser beiden Idealisten ist es letzten



Originalgetreues Modell des ersten Grammophons von Emil Berliner

Blick in das Innere des Business-Phonographen aus dem Jahre 1903

eigentlich möglich sein müßte, an Stelle der Morsezeichen die menschliche Stimme aufzuzeichnen. Auf Anstich hatte der geschäftstüchtige Edison mit seinen Apparaten, die er Phonographen nannte, einen durchschlagenden Erfolg. Eine originalgetreue Nachbildung der ersten Konstruktion von 1887 sowie mehrere Versionen noch spielbereiter Originalgeräte aus der hohen Zeit der Phonographen findet man auch im Phono-Museum.

Der ebenfalls gezeigte „Business-Phonograph“ dürfte selbst für Kenner der Materie eine kleine Sensation sein. Für diese Konstruktion erhielt Edison 1903 in Paris eine Goldmedaille. Schon damals hatte der clevere Amerikaner erkannt, daß für die Abwicklung des Schriftverkehrs im Büro ein Diktiergerät entscheidende Vorteile bringen würde. Das Ergebnis seiner Überlegungen war der „Business-Phonograph“, der erstmalig einen Elektromotor für den Antrieb sowie eine pneumatisch gesteuerte Kupplung für den Walzenträger aufwies.



Musikautomat „Mammut“ mit einer Gesamthöhe von mehr als 1 m. Erst nach Einwurf eines Geldstücks konnte der Apparat in Betrieb genommen werden.

tenspieler“ hatte an Stelle der sich horizontal drehenden Walze eine Platte als Tonträger, die sich um die Vertikalachse drehte. Lange Jahre wurden „Phonographen“ und „Grammophone“ nebeneinander produziert. Letzten Endes fiel aber die Walze einem entscheidenden Vorteil der Platte zum Opfer: Von der Schallplatte konnte eine beliebige Anzahl von Kopien auf einfache Weise hergestellt werden.

Im Phono-Museum stehen einige Apparate aus den Kinderjahren der Phontechnik. Die verschiedenen Konstruktionen mit den manchmal abenteuerlich anmutenden Schalltrichtern haben selbst heute noch einen beachtlichen dekorativen Wert. Auch schon



Von der Spielzeugindustrie gefertigtes Grammophon mit nur 20 cm Durchmesser

damals war man fasziniert von dem Gedanken, draußen im Grünen Musik zu hören. Erstaunliche Konstruktionen von Koffergrammophonen, die zusammengelegt kaum größer waren als eine damalige Box-Kamera, kann man im Museum betrachten.

Aus Frankreich stammt das ausgestellte *Pathé*-Grammophon. Noch vor dem ersten Weltkrieg wurden diese Geräte unter Umgehung sämtlicher damals gültiger Patente für Phonogeräte konstruiert. Die Platten drehten sich nicht wie üblich mit



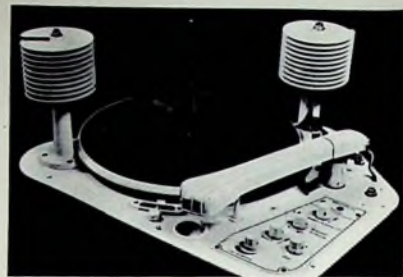
Original-Pathé-Grammophon aus dem Jahre 1910

78 U/min, sondern mit 90 ... 140 U/min. Die Schallrinne verlief nicht von außen nach innen, sondern die Schalldose wurde innen aufgesetzt und lief dann nach außen. Die Platten hatten meistens einen Durchmesser von 40 cm und waren in Tiefenschrift geschnitten. Das gezeigte Originalgerät ist voll funktionsfähig, und es sind auch noch einige Originalplatten vorhanden.

Die Elektrotechnik bescherte der Phontechnik in mehrfacher Hinsicht entscheidende Fortschritte. Zunächst erhielten die Laufwerke Elektromotoren. Auch die elektrische Aufnahme

und die elektrische Wiedergabe begannen Anfang der Dreißiger Jahre ihren Siegeszug. Die an einer meistens rohrförmigen Halterung angebrachte mechanische Schalldose konnte gegen einen aufsteckbaren elektrischen Tonabnehmer ausgetauscht werden. Diese Tonabnehmer enthielten meistens Freischwinger-Systeme mit einer Auflagekraft von über 100 p und konnten an ein Rundfunkgerät angeschlossen werden, dessen NF-Teil die Wiedergabe übernahm. Mehrere Versionen derartiger „elektrischer Schalldosen“ sind im Phono-Museum ausgestellt.

Als wichtiger Beitrag aus der jüngsten Vergangenheit der Phontechnik sind die ersten Konstruktionen von Zehnplattenspielern aus den Nachkriegsjahren anzusehen. Auch hierzu hat das Phono-Museum einiges zu zeigen. Hi-Fi und Stereophonie haben aber nur einen verhältnismäßig kleinen Anteil an dieser lückenlosen historischen Schau, was dem Sinn und Zweck dieses Museums genau ent-



Zehnplattenspieler aus dem Jahre 1946 mit automatischer Durchmesserabtastung (für 25- und 30-cm-Platten) und Abspielwiederholung

spricht. Für den weniger versierten Besucher wurde eine vollautomatische mehrsprachige Informationsanlage installiert, mit der über Kopfhörer in Deutsch, Englisch und Französisch die notwendigen Auskünfte über die gezeigten Geräte gegeben werden. S. Bertsch

## Magnetton

### „Electronic Center“ von Bogen eingeweiht



1951 begann Wolfgang Bogen (damals 23 Jahre) eigenhändig mit der Fertigung von Magnetköpfen. Ein zweiter Mann wurde bald eingestellt, Kellerräume und eine Garage wurden gemietet, und 1956 die Einzelfirma in die Wolfgang Bogen GmbH umgewandelt. 1958 konnte der erste Bauabschnitt eigener Fabrikationsräume in der Potsdamer Straße in Berlin mit bereits 87 Mitarbeitern eingeweiht werden. Es folgten weitere Neubauten, und 1969 fertigte die Firma Magnetköpfe in drei Berliner Werken. Im gleichen Jahr wurde zwecks Zusammenfassung aller Fertigungsstätten der Grundstein für ein „Electronic Center“ an der Potsdamer Chaussee in Berlin gelegt. Diesen supermodernen Neubau – mit einem Aufwand von 15 Mill. DM Bau- und Nebenkosten erstellt – weihte man nun am 16. 6. 1972 ein. Er umfaßt eine Nutzfläche von 8500 m<sup>2</sup> (5 m Geschöfshöhe). 380 Mitarbeiter sind hier beschäftigt. Wegen der für Magnetköpfe erforderlichen hohen Fertigungspräzision ist der Neubau voll staubfrei klimatisiert. Eine Aluminiumvorhangsfassade, die im Sommer die Fenster verschaltet, setzt die Kosten für die Klimatisierung weitgehend herab. Dieser in jeder Beziehung zukunftsichere viergeschossige Neubau besticht durch seine äußere und innere Formgebung, die auf einem sechseckigen Stützenraster beruht. Die Verwaltung ist in einem in Berlin bisher einzigartigen beispielgebenden Großraum untergebracht, in dem – wie in den Fertigungsräumen – ein schallschluckender Deckenraster für angenehme blendungsfreie beleuchtete Arbeitsräume sorgt.

Bis 1969 stellte Bogen vorwiegend Magnetköpfe für die Geräte der Unterhaltungselektronik her. Jetzt liegt der Anteil von Magnetköpfen für die Datentechnik bereits bei 20%. Es werden Firmen beliefert, die Tonbandgeräte, Schmalfilmprojektoren, Diktiergeräte und Datenverarbeitungsanlagen herstellen. Der Ex-

portanteil ist etwa 20% und wird sich durch den Auftrag eines Kunden aus den USA, der in großen Stückzahlen Farbfernseh-Cassettenrecorder fertigt, auf über 30% erhöhen. Im jetzt laufenden Jahr wird ein Umsatz in Höhe von 13 Mill. DM erwartet, den man im nächsten Jahr auf 17 Mill. DM steigern will. Unter anderem hat die UdSSR ein besonderes Interesse bekundet, daß Bogen eine umfangreiche Fabrikeinrichtung zur Fertigung von Cassetten-Magnetköpfen liefert. Sofern dieser Vertrag zustande kommt, ist mit einer weiteren erheblichen Umsatzsteigerung zu rechnen.

Für die Entwicklung werden durchschnittlich etwa 12% vom Umsatz investiert. Unter anderem wurden Schreib-/Leseköpfe für Compact-Cassetten mit einem unter 1% betragenden Übersprechen zwischen dem Aufnahme- und dem Wiedergabesystem entwickelt, deren Daten nach Angaben der Firma bisher einmalig gut sind. Unter den weiteren Neuentwicklungen sei noch ein preiswerter Lösch-Kombikopf für Super-8-Film erwähnt, der so leicht wie eine Projektorlampe austauschbar ist. Eine Reihe neuer Technologien (unter anderem auch Laser-Verschweißungen), die zur Senkung der Lohnkosten in der Magnetkopf-fertigung beitragen, sind ebenfalls interessante Entwicklungsergebnisse.

Der Absatz von Magnetköpfen leidet seit einigen Jahren unter dem Preisdruck aus Billigpreisländern. In Zukunft will Bogen deshalb außer den Magnetköpfen auch mehr Service- und Software liefern, unter Umständen auch die dazugehörige Elektronik. Die Anzahl der gefertigten Typen liegt bei über 400. Etwa 10% der Gesamtfertigung sind Standardtypen, während rund 90% der Fertigung kundentyporientiert ist, angestrebt wird für die Zukunft eine Fertigung von etwa 50% Standardtypen, und zwar bei Erhaltung der schon bisher großen Flexibilität.

# Die moderne Magnettechnik und ihre praktische Bedeutung

## Weichferrite

### 1. Einführung

In zwei früheren Aufsätzen wurde über die Technik der weichmagnetischen metallischen Werkstoffe für Gleichfelder und Netzfrequenz [1] sowie für die Nachrichtentechnik [2] berichtet. Kerne für Spulen und Übertrager der Nachrichtentechnik sind grundsätzlich auch für höhere Frequenzen mit metallischen Werkstoffen durch eine weitere Herabsetzung der Blechdicke (genormt sind Bleche bis zu 0,05 mm Dicke) technisch realisierbar. Derartige Folienkerne mit Blechdicken von einigen  $\mu\text{m}$  sind aber wegen der hohen Walzkosten und der schwierigen Verarbeitung dünner Bleche und Bänder recht kostspielig.

Die Suche nach anderen Lösungen hat zur Entwicklung der Pulverkern- und Ferrite geführt, über die hier berichtet werden soll. Auf die große wirtschaftliche Bedeutung der weichmagnetischen Ferrite (Jahresumsatz in den USA nach einem Bericht aus dem Jahre 1969 etwa 110 Mill. \$) wurde bereits in [1] hingewiesen. Mit der „schwarzen Keramik“ der Ferrite hat die Magnetkunde den Ring über Jahrtausende geschlossen; der zu dieser Gruppe gehörende Magnetit (Magneteisenstein) war schon im Altertum bekannt und hat dem Magnetismus seinen Namen gegeben.

Die heute in riesigen Stückzahlen verwendeten Ferritkerne sind das Ergebnis von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der letzten 30 Jahre. Auch die Technik der Magnetspeicher – also Magnetbänder, Magnetplatten und Ferritspeicherkern – ist in diesem Zusammenhang zu erwähnen. Wegen der Beschränkung auf die Nachrichtentechnik sollen diese zum Gebiet der elektronischen Datenverarbeitung gehörenden Anwendungen hier jedoch nicht behandelt werden.

### 2. Entwicklung der Ferrite

Die Forderung nach einer Verkleinerung der Bauelemente hat man bei den Pupenspulen schon während des ersten Weltkrieges in den USA durch Eisenpulverkern zu lösen versucht. In großem Umfange wurden Pulverkern erst nach 1930 in der Unterhaltungselektronik eingesetzt. Die damals entwickelten Superhet-Rundfunkempfänger hatten wegen der abgeschirmten HF- und ZF-Luftspulen zu unförmigen „Panzerkreuzer“-Chassisstrukturen geführt. Die „Miniaturisierung“ dieser Geräte durch die etwa 1932 von H. Vogt entwickelten „Ferrocart“-Kerne gehört zu den historischen Entwicklungsstufen der Magnettechnik. Das Lebenswerk von H. Vogt – unter anderem Miterfinder des Tonfilms – hat diese Zeitschrift anlässlich seines 80. Geburtstages ausführlich gewürdigt [3].

Pulverkern sind sozusagen die dreidimensionale Weiterentwicklung der (eindimensional) lamellierten Blechkerne. Diese zur Wirbelstromreduktion notwendige Unterteilung in ein „Netzwerk“ aus Eisenpulver mit (kleinen) Luftspalten ist leider magnetisch wegen der hohen Scherung [1] und der somit niedrigen wirksamen (gescherten) Kernpermeabilität sehr ungünstig. Mit Pulverkernen sind höhere Kernpermeabilitäten grundsätzlich nicht realisierbar. Bei einem Isolierstoffgehalt von nur 3% liegt die wirksame Permeabilität bereits unter 100. Mit metallischen und daher elektrisch leitenden Ausgangsstoffen lassen sich also keine preiswerten und hochpermeablen Kerne für höhere Frequenzen herstellen. Somit blieb nur die Suche nach (wirbelstromfreien) elektrischen Isolatoren beziehungsweise Halbleitern mit günstigen magnetischen Eigenschaften. Es ist das Verdienst einer von J. L. Snoek geleiteten holländischen Forschergruppe, die an sich bekannten kubischen Ferrosinelle (Ferrite) während des letzten Krieges zu Weichmagnetwerkstoffen mit hervorragenden technischen Eigenschaften weiterentwickelt zu haben. Abgesehen von der Zusammensetzung – alle technisch wichtigen Ferrite sind genau abgestimmte, oft auch mit kleinen Beimengungen dotierte komplexe Mischungen – beeinflussen zahlreiche weitere Faktoren, zum Beispiel Reinheit und Struktur der Ausgangspulver, Sinteratmosphäre und besonders auch die Sinteratmosphäre, die magnetischen Eigenschaften entscheidend. Die Technologie der heute zahlreichen Ferritsorten mit genau definierten Eigenschaften hat sich innerhalb der letzten 30 Jahre als „schwarze Keramik“ (im Gegensatz zum „weißen“ Porzellan) zu einem auch wirtschaftlich wichtigen Zweig der Magnettechnik entwickelt. Die beiden heute überwiegenden Ferrittypen, der Mangan-Zink- und der Nickel-Zink-Mischferrit, sind schon von J. L. Snoek in ihrer technischen Bedeutung erkannt worden.

Alle technisch wichtigen Ferrite werden heute keramisch, das heißt auf dem Sinterwege hergestellt, da wegen des hohen Schmelzpunktes (über 1500 °C) die Erschmelzung Schwierigkeiten bereitet. Neben den weichmagnetischen Ferriten (Warenzeichen zum Beispiel „Hyperox“) sind nach 1950 auch dauermagnetische Ferrite entwickelt worden, die in einem späteren Aufsatz behandelt werden.

Die Bezeichnung Ferrit wird übrigens von der Metallkunde auch in ganz anderem Sinne, nämlich für die Kennzeichnung der (kubischen) Kristallstruktur des Eisengitters (Atomium in Brüssel) verwendet.

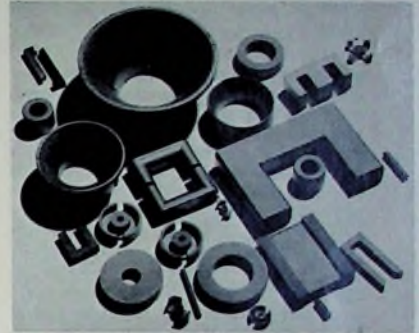


Bild 1. Bauelemente aus „Hyperox“ (weichmagnetische Ferrite; Werkaufnahme Krupp Widia-Fabrik)

Für die Optimierung der Kerndaten mit oft maßgeschneiderten Lieferformen (zum Beispiel Ablenkjoche oder Zeilentransformator-Kerne für Fernsehgeräte und Trägerfrequenzspulenkern) können bei den Ferriten im Gegensatz zu den Blechkernen die vielfältigen Formgebungsmöglichkeiten der Keramik genutzt werden (Bild 1). Neben den U-, E-, Stab- und Ringkernen zeigt Bild 1 Fernsehblenkenjoche (links oben), ferner unter anderem runde Schalenkerne, einen X-Kern (rechts oben) und zwei Typen der neuen RM-Kerne (s. a. Bild 2), deren Maße an das Raster der Printplatten angepasst wurden. Neben diesen vielfältigen Bauformen, auf die noch eingegangen wird, wurde auch die Eigenschaftenpalette der Ferritsorten ständig erweitert, und die magnetischen Daten wurden verbessert. Man kann heute durch geschickte Nutzung der Einflußparameter die Eigenschaften weitgehend nach Wunsch variieren. Hierüber hat H. J. Vink im Rahmen eines Plenarvortrages über die moderne Festkörperphysik auf der Physikertagung 1971 am Beispiel des Mangan-Zink-Ferrits berichtet. Dieser inzwischen mit den anderen Tagungsplenarvorträgen veröffentlichte Vortrag [4] zeigt, wie die Festkörperphysik Ferrite mit einem optimalen Kompromiß der nachstehenden Forderungen für die Nachrichtentechnik „maßschneidern“ kann:

möglichst hohe Anfangspermeabilität; Einstellung eines bestimmten Temperaturkoeffizienten (TK) der Anfangspermeabilität zur Kompensation des vorgegebenen TK des Kondensators ( $1,2 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ );

kleine Wirbelstromverluste, also möglichst hoher spezifischer Widerstand. Die seit 1940 erreichten Fortschritte sind in Tab. I an einem praktischen Beispiel, dem Trägerfrequenzfilterkern, mit Zahlenangaben der Bau-

Tab. I. Miniaturisierung der Trägerfrequenzfilterkerne während der letzten 30 Jahre

Jahr	Werkstoff	Kern-typ	Platzbedarf cm <sup>3</sup>	Güte Q
1940	Eisenpulver (Massekern)		250	200
1946	Mangan-Zink-Ferrit	36 × 22	40	500
1950		25 × 16	15	500
1960		18 × 11	5	650
1970		RM 6	2,5	650

größe und der Güte Q dargestellt. Gegenüber dem Pulverkern (1940) konnte die Güte bei den modernen RM-Ferritkernen auf über den dreifachen Wert gesteigert werden bei einer Reduktion der Baugröße auf nur 1/100 des ursprünglichen Volumens.

Als Anwendungsbeispiel der modernen RM-Typen ist im Bild 2 der mit RM 6-Kernen bestückte Filtereinschub eines Trägerfrequenzsystems dargestellt. Der Temperaturkoeffizient der Spulen und Kondensatoren ist so (gegenläufig) aufeinander abgestimmt, daß das Filter praktisch temperaturstabil ist.

### 3. Eigenschaften der Ferrite

Im vorhergehenden Abschnitt wurde bereits erwähnt, daß die von der Struktur abhängigen Eigenschaften der Ferrite durch geringfügige Änderungen im Versatz (Zusammensetzung) und durch den Brand (Sinter-temperatur und Atmosphäre) weitgehend zu beeinflussen sind. Das gilt nicht für die von der Struktur unab-

hängigen Eigenschaften, von denen die Sättigungspolarisation und die Curietemperatur technisch wichtig sind. Die Curietemperatur liegt bei den Ferriten niedriger als bei den metallischen Weichmagnetwerkstoffen, bei manchen Ferritsorten nur knapp oberhalb 100 °C. Die zulässige Kernerwärmung ist daher kritisch. Auch die Sättigungspolarisation ist bei den Ferriten mit nur etwa 0,4 T<sup>1</sup>) wesentlich ungünstiger als bei den Metallen (Eisen hat eine Sättigungspolarisation von 2,15 T). Für Kerne mit geringer Aussteuerung, wie sie die Nachrichtentechnik überwiegend benötigt, ist dieser niedrige Wert jedoch ohne Bedeutung.

Die Anforderungen an die magnetischen Kernwerkstoffe der Starkstromtechnik sind relativ einfach; es werden lediglich niedrige Kernverluste bei hohen Induktionen gefordert. Der Werkstoffpreis ist nach dem gewährleisteten Wattverlust abgestuft. Auch bei den metallischen Werkstoffen der Nachrichtentechnik begnügt man sich meistens mit nur einer Meßgröße (der Permeabilität) als Ordnungsschema [2]. Niedrige Verluste und eine kleine Koerzitivfeldstärke sind wegen des physikalischen Zusammenhanges mit der Permeabilität bei den metallischen Weichmagnetwerkstoffen oft zwangsläufig vorhanden. Bei den Ferriten sind dagegen schon die Grundlagen der Magnetisierungsvorgänge (Ferrimagnetismus) völlig anders als bei den Metallen. Der vom französischen Nobelpreis-

<sup>1</sup>) 0,4 T entsprechen 4000 G [1]

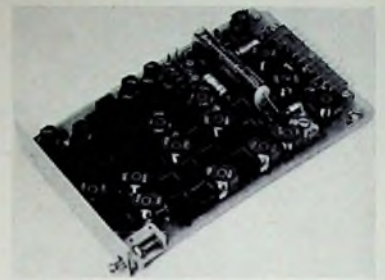


Bild 2. Filtereinschub mit Ferritkernen RM 6 (Werkaufnahme Krupp Widia-Fabrik)

träger L. Néel für den Magnetisierungsprozeß der Ferrite geprägte Ausdruck Ferrimagnetismus ist ein Sonderfall des Antiferromagnetismus (antiparallele kompensierte Orientierung der beiden magnetischen Untergitter im Spinellkristall). Beim Ferrimagnetismus sind die beiden antiparallelen magnetischen Momente nur teilweise kompensiert; ihre Differenz ist die nach außen wirksame und technisch genutzte magnetische Polarisation. Bei Ferriten können daher auch theoretisch keine hohen Sättigungspolarisationswerte erwartet werden.

Die Permeabilität – die Nachrichtentechnik meint damit meist die Anfangspermeabilität – ist bei den Ferriten nur eine der Meßgrößen, die vom Hersteller als Grenzwert oder mit zulässigen Abweichungen zu gewährleisten ist. Wegen der Grundlagen muß auf die in [1] aufgeführten Bücher

Tab. II. Eigenschaften weichmagnetischer Ferritwerkstoffe

	D1	DIS1	DIS11	DIS2	DIS3	DIS5	C 2	C 21	C 24	E2	E3	E4	E5	E7
Anfangspermeabilität bei H=0	2700	3500	>5000	2400	2200	800	1500	1800	1500	1200	700	250	100	25
	±25 %	±20 %		±20 %	±20 %	±20 %	±30 %	±30 %	±30 %	±20 %	±20 %	±20 %	±20 %	±20 %
Spezifischer Verlustfaktor tan δ <sub>μ</sub> · 10 <sup>4</sup>	<2,5	<15	<3	<15	<5	<25	<1,5	<5	<1,8	<6	<30	<60	<18	<18
	5	100	5	100	5	50	5	100	5	100	1000	1500	200	200
Relativer Temperaturkoeffizient TK <sub>rel</sub> (10 <sup>6</sup> /grad) von 20° C bis 60° C	<4	<2		1 ± 0,5	0 ± 0,6	<2	<3		<0	10	12			
Desakkommodation DA <sub>rel</sub> , t <sub>1</sub> = 10 min, t <sub>2</sub> = 100 min (10 <sup>6</sup> /Dek)	<10	<6		<4	<5	<10				<0,6	<0,7	<1,5	<3	<20
Curietemperatur T <sub>c</sub> (°C)	150	150	140	150	170	180	170	180	250	150	200	250	390	650
Polarisation J (Tesla) bei 22 °C und H = 500 A/m	0,40	0,41	0,42	0,38	0,42	0,45	0,41	0,45	0,46	0,32	0,35	0,41	0,35	0,22
Koerzitivfeldstärke H <sub>c</sub> (A/m)	25	5	3	20	35	80	30	20	40	24	32	80	160	1800
Relativer Hysteresebelwert h/μ <sub>s</sub> <sup>2</sup> · 10 <sup>6</sup> (m/A) bei 5 kHz	<2,8	<1,5		<1	<1,5	<2,1				4	6	16	25	300
Grenzfrequenz für Q > 20 (kHz)	300	300		300	500	2000				500	1000	2500	30 000	90 000
Spezifischer Widerstand (Ohm · cm)	>30	>50		>100	>120	>100				>10 <sup>3</sup>	>10 <sup>4</sup>	>10 <sup>6</sup>	>10 <sup>6</sup>	>10 <sup>6</sup>

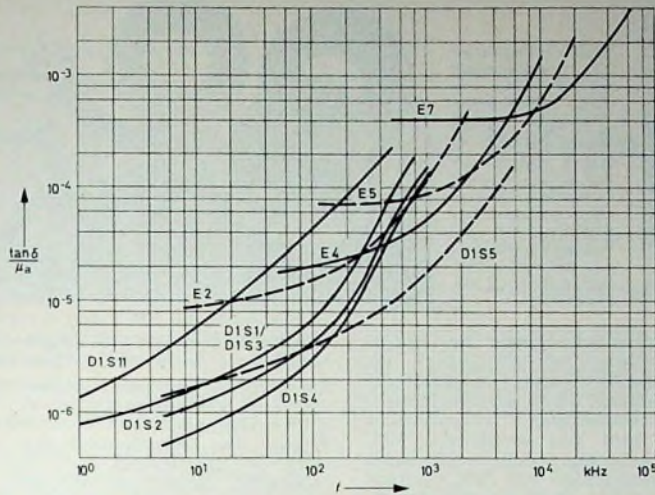


Bild 3. Spezifischer Verlustfaktor  $\tan \delta/\mu_a$  für Mangan-Zink- (Reihe „Hyperox D“) und für Nickel-Zink-Ferrite (Reihe „Hyperox E“) in Abhängigkeit von der Frequenz  $f$

über Magnettechnik hingewiesen werden, besonders auf das Buch von Heck, das die Ferrite ausführlich behandelt. Eine erste Übersicht der technisch wichtigen Werkstoffeigenschaften gibt die Norm DIN 41 280 (Weichmagnetische Ferritkerne, Werkstoffeigenschaften). Neben der Anfangspermeabilität  $\mu_a$  handelt es sich dabei um den spezifischen Verlustfaktor  $\tan \delta/\mu_a$ , den spezifischen Hysteresebeiwert  $h/\mu_a^2$ , den Temperaturkoeffizienten und schließlich die sogenannte Desakkomodation. Von der Bauform abhängige Meßgrößen sind der  $A_L$ -Wert (auf 1 Wdg. normierte Spuleninduktivität) und der Abgleichbereich der Induktivität.

Die Vielfalt der Sorten und die Anpassungsmöglichkeit für einen vorgegebenen Frequenzbereich sind im Bild 3 mit der Darstellung des spezifischen Verlustfaktors in Abhängigkeit von der Frequenz wiedergegeben. Die Eigenschaften technischer wichtiger Ferritsorten sind in Tab. II am Beispiel der „Hyperox“-Sorten der Krupp Widia-Fabrik zusammengestellt. Da die oben genannte Werkstoffnorm DIN 41 280 schon acht Jahre alt ist, wird man für die Neuentwicklungen auf die Firmenschriften der Ferrithersteller zurückgreifen. Für die Bauformen dagegen bestehen zahlreiche Normen, die im nächsten Abschnitt behandelt werden. Die ungünstigen Eigenschaften der Ferrite, nämlich niedrige Sättigungspolarisation, niedrige Curietemperatur und niedrige Permeabilität, werden durch den für höhere Frequenzen unumgänglich notwendigen hohen spezifischen elektrischen Widerstand (Wirbelstromfreiheit) weit ausgeglichen. Hinzu kommen die vorteilhaften Formgebungsmöglichkeiten der Sinterkeramik, die im Verein mit billigen Ausgangssubstanzen Ferritkerne zu einem preisgünstigen Massenerzeugnis gemacht haben.

#### 4. Bauformen

Im Gegensatz zu den Blechkernen, bei denen die Formgebung durch die Stanz- und Wickeltechnik beschränkt

ist, stehen der Ferrittechnik die vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten der Keramik zur Verfügung. Das findet schon in der geringen Zahl der DIN-Blätter für Blechkerne (DIN 41 302 und DIN 41 309) und in den zahlreichen DIN-Normen für Ferritkerne (Tab. III) seinen Ausdruck. Der Ausgabemonat ist in Tab. III mit aufgeführt, da es sich zum großen Teil um neuere Normen handelt.

In Anpassung an die DIN-Blechkerne und deren ebenfalls genormte Spulenkörper (DIN 41 304, DIN 41 305) wurden in DIN 41 295 Ferritkerne vom E-Typ genormt. Außerdem setzte eine Entwicklung argeitiger Ferritkerne ein, die von der runden Topf- beziehungsweise Schalenform (DIN 41 293) ausging. Schalenkerne haben bereits

die wichtigen Merkmale der speziellen Ferritkerne: Selbstabschirmung, also praktisch keine Beeinflussung eng benachbarter Kerne, leichte Abgleichmöglichkeit und einfache Montage. Da hohe Packungsdichten Rechteckform voraussetzen, folgten den Schalenkernen als Weiterentwicklung die X-Kerne (DIN 41 299), die neben einer höheren Packungsdichte auch den Vorteil allseitiger Zugänglichkeit für die Zuleitungsdrähte haben. Man kann die Entwicklung der X-Kerne dadurch beschreiben, daß der runde Schalenkern zunächst vier um je 90° versetzte große Öffnungen erhält. Da der magnetisch wirksame Querschnitt des Innenkernes (Butzen) gleich der Summe der äußeren Querschnittsflächen sein muß, führen die großen Öffnungen zwangsläufig auf eine Ausfüllung der beim Topfkern ungenutzten vier Ecken, also auf einen quadratischen Gesamtquerschnitt. Der X-Kern, bei dem sich der äußere magnetische Fluß auf vier Schenkel verteilt, ist bereits an die Rastermaße der gedruckten Schaltung angepaßt. Die Verteilung des äußeren magnetischen Flusses auf nur zwei Schenkel mit dementsprechend noch höheren Packungsdichten führte dann zur dritten Entwicklungsstufe, den RM-Kernen (DIN-Entwurf 41 980).

Bild 2 zeigt den extrem engen Zusammenbau der RM-Kerne (RM = Rectangular Module) mit optimaler Platzausnutzung des Printrasters. Trotz des geringen Abstands und der beidseitigen Öffnungen der RM-Kerne ist eine Abschirmung überflüssig; die Übersprechdämpfung benachbarter Filterspulen ist besser als 100 dB.

#### 5. Anwendungen

Beim Vergleich der Eigenschaften von Ferrit- und Blechkernen werden schon

Tab. III. DIN-Normen für weichmagnetische Ferritkerne

DIN-Nr. *)	Ausgabedatum	Titel
41 279	8. 67	Doppelochkerne
41 286	9. 67	weichmagnetische Ferrit- und Pulvergewindekerne
41 291/1	4. 71	Stabkerne, Zylinderkerne, runde Antennenstäbe
41 291/2	5. 67	Stabkerne, flache Antennenstäbe
41 292	8. 71	Rohrkerne
41 293/1	8. 71	Schalenkerne, Maße, $A_L$ -Nennwerte, Kennzeichnung
41 293/2	8. 71	Schalenkerne, Zahlenwerte der magnetischen Formkenngrößen
41 295/1	8. 62	weichmagnetische Ferrit-E-Kerne, Maße
41 295/2	8. 71	E-Kerne, Zahlenwerte der magnetischen Formkenngrößen
41 296/1	5. 63	weichmagnetische Ferrit-U-Kerne, große Form
41 296/2	3. 63	weichmagnetische Ferrit-U-Kerne, kleine Form
41 296/3	5. 67	U-Kerne, Form U1 57
41 296/4	2. 71	U-Kerne, Form U 52
41 296 E/5	2. 71	U-Kerne, Form U 59
41 297/2	7. 64	weichmagnetische Ferritjochringkerne für Bildröhren mit 110° Ablenkung
41 297/3	8. 71	weichmagnetische Ferritkerne, Jochringkern, 28 mm Innendurchmesser mit 90° Ablenkung, Lehre für Innenkontur
41 298	8. 71	weichmagnetische Ferritkerne für Magnetköpfe (Magnetkopfkern)
41 299/1	5. 67	X-Kerne
41 299/2	8. 71	X-Kerne, Zahlenwerte der magnetischen Formkenngrößen
41 980 E	2. 71	RM-Kerne, Maße

\*) E = Entwurf, eine angehängte Zahl ist ggf. die Blatt-Nummer

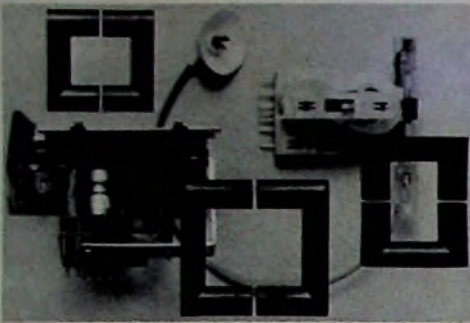
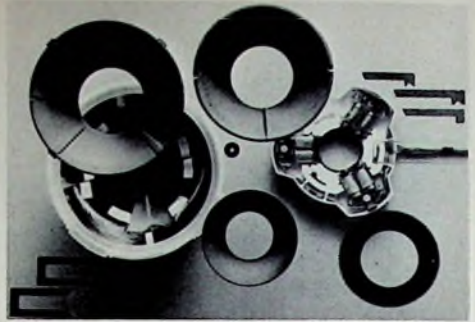


Bild 4. U-Ferritkerne für Fernsehzeilentransformatoren mit dem Transformator (Werkaufn. Krupp Widia-Fabrik) ◀

Bild 5. Ablenk- und Konvergenzeinheit für Fernsehbildröhren mit den zugehörigen Ferritkernen und ein Fokussierungsdauer-magnet (rechts unten; Werkaufn. Krupp Widia-Fabrik) ▶



erwähnt, daß wegen der niedrigen Sättigungspolarisation (etwa 0,4 T) Ferrite für Leistungsübertrager weniger gut geeignet sind. Der klassische Blechkerntransformator wird bekanntlich für eine Flußdichte  $B$  von etwa 1,2 T ausgelegt; mit den modernen kornorientierten Werkstoffen [1] konnte  $B$  auf 1,8 T und darüber gesteigert werden. Neben der magnetischen Flußdichte  $B$  sind aber noch weitere Größen auf die Spannung  $U$  in der sogenannten Transformatorgleichung von Einfluß, und zwar neben dem Kupferaufwand (Windungszahl  $n$ ) und dem Kernquerschnitt  $A$  vor allem die Frequenz  $f$ :

$$U = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot n \cdot A \cdot B.$$

Für eine weitere Erhöhung von  $B$  bietet die Magnettechnik nach den heutigen Kenntnissen nur noch die kostspieligen Blechkerne aus Kobaltheisen (Sättigungspolarisation 2,35 T) an, die aus wirtschaftlichen Gründen kaum verwendet werden. Die andere, sozusagen gleichberechtigte Möglichkeit, statt  $B$  die Frequenz  $f$  heraufzusetzen, wird seit langem in der Flugzeugelektronik mit der Bordnetzfrequenz von 400 Hz genutzt – hier auch noch mit Blechkernen. Die Frage, ob bei einer weiteren Steigerung der Frequenz Ferritkerne trotz der niedrigen Sättigungspolarisation einen Gewinn bringen können, kann durch eine einfache Überschlagsrechnung beantwortet werden. Eine Reduktion der magnetischen Flußdichte  $B$  von 1,9 T (kornorientiertes Siliziumeisen) auf 0,25 T beim Ferrit (Faktor 0,13) läßt sich durch eine Erhöhung der Frequenz von 50 Hz auf beispielsweise 20 000 Hz (Faktor 400) weit überkompensieren. Bei diesem Beispiel verbleibt für  $U$  ein Gewinn von  $400 \cdot 0,13 = 52$ .

Hiervon macht der Zeilentransformator im Fernsehgerät für die Bildröhrenhochspannungserzeugung (Frequenz 16 kHz) Gebrauch. Bild 4 zeigt die speziell für Zeilentransformatoren entwickelten U-Kerne (DIN 41 296) und den Zeilentransformator. Eine weitere wichtige Anwendung im Fernsehgerät sind die in Bild 5 dargestellten Bildröhrenjochringe (drei verschiedene Typen) für die Ablenkeinheiten sowie die kleinen L- und U-Joche für die Konvergenzeinheit. Der zahnradähnliche Ring im Bild 5 rechts unten ist ein Dauermagnet („Koerox P“) für die Fokussierung. Hinzu kommen noch Spulen- und Filterkerne für den Tuner und Videoverstärker sowie E-Transduktorkerne. Es ist daher verständlich, daß die Fernsehindustrie wertmäßig über  $\frac{1}{3}$  der Gesamtfertigung weichmagnetischer Ferrite verbraucht.

Weitere Anwendungen für Ferritkernnetzteile mit Frequenzen um etwa 20 kHz (obiges Rechenbeispiel) sind denkbar, wenn das Problem der Frequenzumsetzung wirtschaftlich gelöst wäre. Das ist offenbar Tektroniz gelungen, wo die Netzteile für die Oszillografen auf 25 kHz umgestellt werden. Trotz des für den 25-kHz-Betrieb notwendigen elektronischen Aufwandes wird insgesamt, vor allem durch den Austausch der schweren Blechkerne gegen kleine Ferritkerne, nach den Angaben von Tektroniz das Gewicht des Netztesiles auf die Hälfte reduziert mit dem weiteren Vorteil eines um 30% geringeren Stromverbrauchs. Hier ist offenbar ein neues Anwendungsgebiet für Ferritkerne im Entstehen.

Neben der Fernsehindustrie ist auch die übrige Unterhaltungselektronik mit wertmäßig ebenfalls über  $\frac{1}{3}$  am Bedarf weichmagnetischer Ferrite beteiligt. Insgesamt dürfte der Anteil der Unterhaltungselektronik wertmäßig bei etwa  $\frac{1}{4}$  der Ferritgesamterzeugung (ohne Rechteckferrite für EDV-Speicher) liegen. In jedem Rundfunkgerät sind Filter- und Spulenkern in den induktiven Bauelementen der Schwingkreise und Bandfilter zu finden. Zahlreiche Ferritorten, deren Einsatzgebiet in erster Linie durch den Frequenzbereich bestimmt wird (Bild 3 und Tab. II), stehen hierfür zur Wahl. Ein typisches Ferritbauteil sind auch die Antennenstäbe; sie sind genormt (DIN 41 291).

In der Tonbandgerätektechnik werden Ferritkerne (DIN 41 298) seit langem für Löschköpfe verwendet, wo die beim Hör- und Sprechkopf notwendige geringe Spaltbreite nicht erforderlich ist; die Verwendung von Ferriten mit ihrer hohen Verschleißfestigkeit zum Bau von Köpfen mit hoher Lebensdauer ist daher unproblematisch. Kostspielig ist dagegen noch die Technik der Ferritkerne für Aufnahme- und Wiedergabeköpfe. Feinkristalline Spezialferrite mit hoher Dichte und der geforderten guten Kantenbeständigkeit konnten bisher aus Kostengründen nur in Spitzengeräten sowie für EDV- und für Videoköpfe genutzt werden. Der „Luftspalt“ derartiger Kerne besteht meist aus einem unmagnetischen Glasfluß mit dem Ferrit genau angepaßten mechanischen Eigenschaften (Ausdehnungskoeffizient). Für Heimtonbandgeräte ist die Technologie der Ferrittonköpfe noch zu aufwendig. Hinzu kommt, daß inzwischen auch bei den lamellierten Tonkopfblechkernen durch halbhart gegläute Nickel-Eisen-Werkstoffe [2] Fort-

schritte im Hinblick auf längere Lebensdauer erreicht werden können.

Ein weiteres, wichtiges Anwendungsgebiet der weichmagnetischen Ferrite ist die drahtgebundene Nachrichtentechnik. Ihr Bedarfsanteil liegt bei etwa  $\frac{1}{5}$  (wertmäßig) der Ferriterzeugung. Schon im Abschnitt 2 wurde erwähnt, daß zuerst bei den Pupinspulenkerne fein unterteilte Magnetkerne mit entsprechend niedrigen Wirbelstromverlusten technisch genutzt wurden. Pupinspulen haben heute ausschließlich Ferritkerne. Die Miniaturisierung der Trägerfrequenzfilterkerne ist in Tab. I zahlenmäßig dargestellt. Einen Trägerfrequenzeinschub zeigt Bild 2. Es handelt sich hier um RM 6-Kerne (DIN-Entwurf 41 980) mit Polystyrolkondensatoren (schwarze Quader). Der Temperaturkoeffizient (TK) des Ferrits ist dabei so auf den TK des Kondensators abgestimmt, daß ein temperaturstabiles Filter zustande kommt. Beachtlich ist, daß in der Trägerfrequenztechnik die Kosten für die induktiven Bauelemente (Spulen und Übertrager) etwa  $\frac{1}{3}$  der Gesamtkosten für die Geräte ausmachen. Wegen der relativ niedrigen Frequenzen und des Wunsches nach einer möglichst hohen Permeabilität werden in der Drahtnachrichtentechnik Mangan-Zink-Ferrite bevorzugt (Sorte D in Tab. II). Eine besondere Forderung der Drahtnachrichtentechnik ist, daß sich die Induktivität, also die Kernpermeabilität, weder nach Induktionsstößen (induktive Einwirkung von benachbarten Stromkabeln oder Blitzschlägen) noch im Laufe der Jahre ändern darf. Diese mit Desakkomodation bezeichneten zeitlichen Permeabilitätsänderungen sind daher eine wichtige Werkstoffkenngröße mit vom Hersteller gewährleisteten Höchstwerten (Tab. II).

Wegen der seit 1971 gesetzlich vorgeschriebenen Funkentstörung ist die Bedeutung dieses Anwendungsgebietes in der letzten Zeit stark gestiegen. Besonders in der Halbleiterelektronik sind induktive Entstörmittel, zum Beispiel für die schwierige Entstörung der Phasenanschnittsteuerung, von Bedeutung. Hier sind die Firmen für Funkentstörmittel in Zusammenarbeit mit den Magnetwerkstoffherstellern noch um optimale Lösungen bemüht. Die Nutzung der Nichtlinearität der Hystereseschleife und die neue Forderung nach gewissen Verlustwerten der Kerne stellen die Magnettechnik vor reizvolle Aufgaben. Die geringe Sättigungspolarisation der Ferrite im Kompromiß mit der

(Schluß auf S. 525)



# Der QTH-Kenner und seine Bedeutung für den Funkamateurl

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd 27 (1972) Nr. 13, S. 488

## 4. Die Entfernung zwischen zwei QTH-Kennern

In der sphärischen Trigonometrie wird der Winkel  $\alpha$  zwischen den Punkten 1 und 2 auf der Kugeloberfläche nach folgender Gleichung [2] berechnet (s. a. Bild 4):

$$\cos \alpha = \sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos (|\lambda_2 - \lambda_1|) \quad (1)$$

Davon sind  $\varphi_1, \varphi_2$  die Breitengrade und  $\lambda_1, \lambda_2$  die Längengrade der beiden Punkte. Dabei ist zu beachten, daß in Gl (1) der Absolutwert von  $(\lambda_2 - \lambda_1)$  eingesetzt wird.

Im Abschnitt 2 wurde bereits die Bogenlänge einer Längengradminute mit 1852,26 m angegeben. Demnach ist die Entfernung  $E$  zwischen den Punkten 1 und 2 auf der Erdoberfläche

$$E = 1852,26 \cdot \alpha \quad (2)$$

Der Winkel  $\alpha$  ist hier in Bogenminuten einzusetzen.

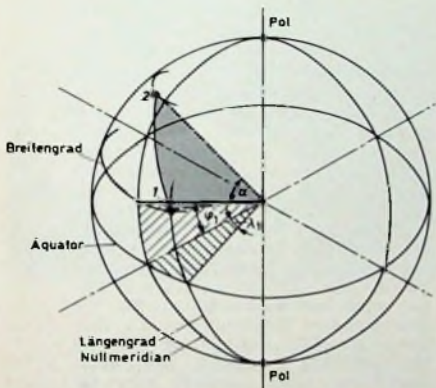


Bild 4 Darstellung der Winkel  $\varphi, \lambda$  und  $\alpha$  an einer Kugel

Um nun die Entfernung zwischen zwei QTH-Kennern zu berechnen, muß nur noch eine Funktion gefunden werden, die es gestattet, den Längen- und Breitengrad durch den QTH-Kenner zu berechnen. Dies ist mit den folgenden beiden Gleichungen möglich:

$$\varphi = Q + Z_B + \frac{7 - Z_{FB}}{8} + Z_{KFB} + A \quad (3)$$

$$\lambda = 2 [Z_L + (Z_{FL} - 1) \cdot 0,1] + Z_{KFL} + B \quad (4)$$

Diese Funktionen wurden empirisch ermittelt.  $\varphi$  ist der Breitengrad,  $\lambda$  der Längengrad. In Bild 4 sind die Winkel für den Punkt 1 eingezeichnet.

Die Bedeutungen der einzelnen Formelparameter sind in Tab. I zusammengestellt; die Werte für  $Z_{KFL}$  kann man aus Tab. II entnehmen. Die beiden Gleichungen sind so aufgestellt, daß die geografischen Koordinaten

jeweils für den Mittelpunkt des Kleinfeldes berechnet werden

## 5. Beispiel für eine Entfernungsberechnung

Es soll die Entfernung zwischen den QTH-Kennern EK10b und DJ71f berechnet werden. Die Standorte liegen zwischen dem Polarkreis und 40° n. Br beziehungsweise zwischen 0° ö. L. und 52° ö. L.

### 5.1 Geografische Koordinaten

Zunächst werden die Formelparameter festgelegt. In Tab. III sind den Formelparametern die entsprechenden Festwerte zugeordnet. Diese werden in Gl (3) und Gl (4) eingesetzt.

$$\varphi_1 = 39 + 11 + (7 - 1) \frac{1}{8} + 0,1042 + 0 \quad (5)$$

$$\varphi_2 = 39 + 10 + (7 - 7) \frac{1}{8} + 0,0208 + 0 \quad (6)$$

$$\lambda_1 = 2 \cdot [5 + (10 - 1) \cdot 0,1] + 0,1667 - 2 \quad (7)$$

$$\lambda_2 = 2 \cdot [4 + (1 - 1) \cdot 0,1] + 0,0333 - 2 \quad (8)$$

Die Auflösung ergibt folgende Koordinaten:

EK10b:  $\varphi_1 = 50,854^\circ$  n. Br.,

$\lambda_1 = 9,9667^\circ$  ö. L.;

DJ71f:  $\varphi_2 = 49,0208^\circ$  n. Br.,

$\lambda_2 = 6,033^\circ$  ö. L.

### 5.2 Entfernung zwischen den beiden Orten

Die im Abschnitt 5.1. berechneten Winkel werden in Gl. (1) eingesetzt. Dann wird

$$\cos \alpha = \sin 50,854^\circ \cdot \sin 49,0208^\circ + \cos 50,854^\circ \cdot \cos 49,0208^\circ \cdot \cos (9,9667^\circ - 6,033^\circ) \quad (8)$$

Tab. I. Bedeutung der Formelparameter in den Gleichungen (3) und (4) zur Berechnung der geografischen Koordinaten aus dem QTH-Kenner

Parameter	Wert	Bedeutung
Q	= 13 = 39 = 65	wenn der Standort südlich 40° n. Br. liegt wenn der Standort zwischen 40° n. Br. und 66° n. Br. liegt wenn der Standort nördlich 66° n. Br. liegt
Z <sub>B</sub>		Ordnungszahl des zweiten Buchstabens im QTH-Kenner, zum Beispiel 1 für A, 2 für B, 3 für C usw.
Z <sub>FB</sub>		erste Ziffer im QTH-Kenner
A	= +0,125 = 0	wenn Z <sub>FB</sub> = 8 wenn Z <sub>FB</sub> ≠ 8
Z <sub>L</sub>		Ordnungszahl des ersten Buchstabens im QTH-Kenner
Z <sub>FL</sub>		zweite Ziffer im QTH-Kenner; ist diese Ziffer = 0, so wird Z <sub>FL</sub> = 10
B	= -54 = -2 = +50	wenn der Standort westlich des Nullmeridians liegt wenn der Standort zwischen dem Nullmeridian und 52° ö. L. liegt wenn der Standort östlich von 52° ö. L. liegt

Tab. II. Werte für Z<sub>KFB</sub> und Z<sub>KFL</sub> in Abhängigkeit vom Kennbuchstaben des Kleinfeldes für die Gleichungen (3) und (4) zur Berechnung der geografischen Koordinaten aus dem QTH-Kenner

	Kleinfeld									
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	
Z <sub>KFB</sub>	0,1042	0,1042	0,0625	0,0208	0,0208	0,0208	0,0625	0,1042	0,0625	
Z <sub>KFL</sub>	0,1000	0,1667	0,1667	0,1667	0,1000	0,0333	0,0333	0,0333	0,1000	

Tab. III. Werte der Formelparameter für das Berechnungsbeispiel

	EK10b	DJ71f
Q	39	39
Z <sub>B</sub>	11	10
Z <sub>FB</sub>	1	7
A	0	0
Z <sub>L</sub>	5	4
Z <sub>FL</sub>	10	1
B	-2	-2
Z <sub>KFB</sub>	0,1042	0,0208
Z <sub>KFL</sub>	0,1667	0,0333

Zweckmäßigerweise erfolgt die Auflösung der Gleichung logarithmisch. Zur Berechnung Logarithmentafel [1] benutzt. Man erhält

$$\alpha = 3^\circ 15' = 180,25$$

Wird dieser Winkel in Gl (2) eingesetzt, so ergibt sich

$$E = 1852,26 \cdot 180,25 = 336 500 \text{ m} \\ E = 336,5 \text{ km.} \quad (9)$$

Im Abschnitt 3 wurde bereits gesagt, daß die Koordinaten beziehungsweise die Entfernungen auf die Mitte des

KLEINFELD:		A	B	C	D	E	F	G	H	I			A	B	C	D	E	F	G	H	I	
22	I	DL 1	97	94	91	88	92	95	98	101	95	I	DL 2	88	85	81	78	81	84	81	84	81
22	I	DL 3	79	76	73	69	72	75	78	82	75	I	DL 4	72	70	66	62	64	66	70	74	68
22	I	DL 5	67	66	61	57	58	60	64	68	62	I	DL 6	64	64	60	55	55	56	60	65	60
22	I	DL 7	65	66	61	57	56	55	60	64	60	I	DL 8	68	70	66	62	60	58	62	67	64
22	I	DL 9	74	76	73	69	66	64	68	72	70	I	DL10	82	85	81	78	75	72	75	79	78
22	I	DL11	89	85	83	80	84	88	90	93	86	I	DL12	78	75	72	69	72	76	79	82	75
22	I	DL13	68	65	62	58	62	65	68	71	65	I	DL14	60	57	53	49	52	55	59	62	56
22	I	DL15	54	52	48	43	45	47	51	55	49	I	DL1A	51	50	46	41	41	42	47	51	46
22	I	DL17	51	52	48	43	42	41	46	51	47	I	DL18	55	57	53	49	47	45	49	54	51
22	I	DL19	62	65	62	58	55	52	56	60	59	I	DL20	71	75	72	69	65	62	65	68	68
22	I	DL21	82	78	76	74	78	83	84	86	80	I	DL22	70	66	64	61	66	70	72	74	68
22	I	DL23	66	55	52	49	53	57	60	62	56	I	DL24	49	46	42	39	42	46	49	52	45
22	I	DL25	41	39	35	31	33	36	39	43	37	I	DL26	37	36	32	27	28	29	33	38	32
22	I	DL27	38	39	35	31	29	28	32	37	33	I	DL28	43	46	42	39	36	33	37	41	39
22	I	DL29	52	55	52	49	46	42	45	49	49	I	DL30	62	66	64	61	57	53	56	59	60
22	I	DL31	77	72	71	70	75	79	80	81	76	I	DL32	64	64	59	58	57	61	66	67	68
22	I	DL33	91	87	85	83	84	82	85	88	85	I	DL34	39	36	33	31	35	39	41	43	37
22	I	DL35	29	26	23	19	23	26	29	32	26	I	DL36	23	23	18	13	14	16	20	24	19
22	I	DL37	24	26	23	19	16	14	19	23	20	I	DL38	32	36	33	31	26	23	26	29	29
22	I	DL39	43	47	45	43	39	35	37	39	41	I	DL40	55	59	58	57	62	68	69	51	53
22	I	DL41	74	69	69	69	73	78	78	79	74	I	DL42	60	56	55	55	60	64	64	65	53
22	I	DL43	47	42	41	41	46	50	51	51	46	I	DL44	33	29	28	27	32	36	37	38	32
22	I	DL45	20	16	14	13	18	23	23	24	19	I	DL46	10	9	6	0	4	9	10	13	6

Bild 5. Ausschnitt aus einer ausgedruckten Seite der Berechnung der Entfernung zwischen zwei QTH-Kennern

jeweiligen Kleinfeldes bezogen sind. In diesem Fall ist die Genauigkeit ±4,64 km. Das entspricht 1,36‰ Für die Zwecke des Funkamateurs reicht diese Genauigkeit vollkommen aus.

**6. Berechnung des Winkels, um den die Antenne gedreht werden muß**

Die zweite Frage, vor die der VHF-Amateur immer wieder gestellt wird, ist, um welchen Winkel die Antenne gedreht werden muß. Zur Berechnung dient folgende Gleichung [2]:

$$\sin \beta = \frac{\cos \varphi_2 \cdot \sin (|\lambda_2 - \lambda_1|)}{\sin \alpha} \quad (10)$$

β ist der Winkel, um den die Antenne gedreht werden muß (entweder von Norden, Osten, Süden oder Westen, jeweils im Uhrzeigersinn), φ<sub>2</sub> ist der Breitengrad, λ<sub>2</sub> der Längengrad der Gegenstation und λ<sub>1</sub> der Längengrad der eigenen Station. Der Winkel α ist der aus Gl. (1) ermittelte.

**7. Berechnungsbeispiel für den Drehwinkel der Antenne**

Der Standort der Gegenstation sei der QTH-Kenner DJ71f, der der eigenen Station EK10b. Die Koordinaten und der Winkel α wurden bereits im Abschnitt 5. berechnet. Damit wird

$$\sin \beta = \frac{\cos 49,0208^\circ \cdot \sin (|6,033^\circ - 9,9667^\circ|)}{\sin 3,004^\circ} \quad (11)$$

Die Auflösung dieser Gleichung erfolgt zweckmäßigerweise wieder logarithmisch. Man erhält

$$\beta = 59^\circ 8' 24''$$

In diesem Falle liegt die Gegenstation süd-westlich des eigenen Standortes. Die Antenne muß also um 239° 8' 24" von Norden aus gedreht werden. Dabei ist zu beachten, daß „von Norden aus“ die Verbindungslinie zwischen dem eigenen Standort, also in diesem Beispiel das Zentrum des Kleinfeldes EK10b, und dem geografischen Nordpol bedeutet.

**8. Eichung der Richtungsanzeige am Steuergerät des Rotors**

Der berechnete Drehwinkel für die Antenne stimmt selbstverständlich nur dann, wenn die Verbindung auf direktem Wege zustande kommt, also nicht zum Beispiel über Reflexionen oder Scattering. Außerdem muß die

Antenne einwandfrei symmetriert sein (sie darf also nicht etwa „schie-len“), und die Anzeige des Steuergerätes des Rotors muß geeicht sein. Diese Eichung sollte um so sorgfältiger erfolgen, je schmalbandiger die Antenne ist. Zweckmäßigerweise führt man die Eichung mit einem Kompaß durch. Mindestanforderung an einen solchen Kompaß muß sein, daß die Windrose eine Gradeinteilung hat und die Nadel in einem Flüssigkeitsbad gelagert ist. Mit Hilfe dieses Kompasses wird die Strahlrichtung der Antenne mit der Anzeige des Steuergerätes des Rotors in Übereinstimmung gebracht.

Hierbei ist jedoch zu beachten, daß die Lage des magnetischen Nordpols mit der des geografischen Nordpols nicht übereinstimmt (Mißweisung oder Deklination). Ist die Mißweisung zum Beispiel 8° in Richtung West, so stellt man die Antenne auf 8° in Richtung Ost und den Rotor so ein, daß das Steuergerät 0° anzeigt. Dann verschraubt man die Antenne mit dem Rotor.

Die Mißweisung ist im allgemeinen bei einem in der Nähe liegenden Wetteramt oder bei einer Sternwarte zu erfragen. Sie kann auch mit Hilfe der Gleichungen (1) und (2) berechnet werden. Die Lage des magnetischen Nordpols ändert sich jedoch laufend. Zu einem brauchbaren Ergebnis kommt man aber, wenn man sie mit 76° n. Br. und 102° w. L. [3] annimmt. Eine weitere Möglichkeit, die genaue Nordrichtung mittels der Ortszeit zu finden, ist in [2] angegeben.

**9. Programm zur Berechnung von Entfernung und Winkel**

Die Berechnung der Entfernung und des Drehwinkels der Antenne ist recht zeitraubend. Wird die Differenz |λ<sub>2</sub> - λ<sub>1</sub>| kleiner als 6°, muß mit einer fünfstelligen Logarithmentafel gearbeitet werden. Außerdem sind die erforderlichen Interpolationen beim Ablesen der Logarithmentafel sehr genau durchzuführen, wenn man ein brauchbares Ergebnis erhalten will. Es nutzt auch sehr wenig, wenn man nur zu einigen QTH-Kennern die Entfernung und den Drehwinkel der Antenne kennt.

Vom Verfasser wurde daher ein Rechenprogramm ausgearbeitet und getestet, mit dem sich für einen beliebigen

QTH-Kenner die Entfernung zu den Kleinfeldern beliebig vieler Großfelder berechnen läßt. Das Programm ist in der Programmiersprache FORTRAN geschrieben und umfaßt 137 Befehle. Es belegt auf einer Datenverarbeitungsanlage „IBM 360/40“ rund 20 400 Kernspeicherstellen. Das Programm wurde so konzipiert, daß die Anzahl der zu berechnenden Großfelder eingegeben werden muß. Es beginnt bei dem am weitesten westlich liegenden Großfeld und rechnet zunächst die Großfelder in west-östlicher Richtung durch. Man erhält dann eine Liste, in der die QTH-Kenner in alphabetischer Reihenfolge aufsteigend stehen.

Bild 5 zeigt einen Ausschnitt aus einer Seite dieser Liste. In der Überschrift werden zunächst der QTH-Kenner und die daraus berechneten Koordinaten (Längen- und Breitengrad) gedruckt. In einer Zeile stehen jeweils die Entfernungen zu 18 Kleinfeldern. Auf den Ausdruck von Kommastellen wurde aus Platzgründen verzichtet. Am Anfang jeder Zeile steht eine zweistellige Zahl, an deren erster Ziffer man erkennen kann, ob die betreffenden Entfernungen zu dem jeweiligen QTH-Kenner „westlich des Nullmeridians“, „östlich des Nullmeridians“ oder „östlich von 52° östlicher Länge“ gilt. Die zweite Ziffer dieser zweistelligen Zahl sagt aus, ob die in der Zeile stehenden Entfernungen zu dem jeweiligen QTH-Kenner „südlich von 40° n. Br.“, „nördlich von 40° n. Br.“ oder „nördlich von 66° n. Br.“ gilt.

Je nach Größe der zu berechnenden Entfernungen benötigt man für die Berechnung und das Drucken der Entfernungen zu allen 720 Kleinfeldern eines Großfeldes zwischen 10 und 13 s, das heißt 0,014 - 0,018 s je Entfernung. Will man die Entfernungen zu allen Kleinfeldern im Bereich Irland-Moskau und Nordkap-Schweiz berechnen, so erhält man eine Liste mit rund 470 000 Entfernungen, die auf etwa 440 Seiten zusammengefaßt sind. Die Rechenzeit beträgt für eine solche Liste rund 2 Stunden.

**Weiteres Schrifttum**

- [2] ● The A. R. R. L. Antenna Book. 11. Ausgabe, Newington, Conn. (USA), Rumford Press
- [3] ● Brockhaus der Naturwissenschaften und Technik. Wiesbaden 1958, Brockhaus

## Digital-Universalmeßgerät mit automatischer Bereichswahl

Im Rahmen des von der Zeitschrift „Stern“ veranstalteten Wettbewerbs „Jugend forscht 1972“ erhielt der Verfasser im Landeswettbewerb Berlin (s. Heft 8/1972, S. 278) einen ersten Preis für das hier beschriebene Digital-Universalmeßgerät und wurde auch im Bundeswettbewerb ausgezeichnet. Zusätzlich hat die Deutsche Bundespost auf Bundesebene drei Arbeiten von Wettbewerbsteilnehmern aus Bocholt, Hamburg und Berlin je einen Sonderpreis in Höhe von 1000,- DM zuerkannt. Die Preisverleihung des Preises der Deutschen Bundespost an den Berliner Preisträger, Hans-Peter Puttkammer, wurde am 31. Mai 1972 in einer kleinen Feierstunde vorgenommen. Aus der Begründung für die Zuerkennung des Preises: „Zunächst für Schul- und Unterrichtszwecke konzipiert, wurde hier ein Gerät geschaffen, welches auch in seiner Grundkonzeption von genereller Bedeutung ist. Wenn es auch nach dem Stand der Technik durch die Wahl der Mittel noch Grenzen hat, so läßt sich absehen, daß es nach Anpassung an eine fertigungsreife Ausführung künftig auch für allgemeine Zwecke interessant sein wird.“ Die nachstehende Beschreibung des Gerätes soll keine komplette Bauanleitung sein, wird manchem Nachbau-Interessenten jedoch wertvolle Hinweise geben.

Das im folgenden beschriebene Meßgerät mit Digitalanzeige (Bild 1) ermöglicht die Messung von Spannungen, Strömen, Widerständen und Frequenzen mit einem Fehler von 0,5% vom angezeigten Wert  $\pm 1$  Digit. Die Bereichswahl erfolgt automatisch, wodurch Überlastungen des Gerätes vermieden werden und die Anzeige immer optimal ausgenutzt wird. Die Polarität



Bild 1 Digital-Universalmeßgerät

(+, -) der Gleichspannungen und Gleichströme sowie Wechselspannungen und Wechselströme ( $\sim$ ) werden neben dem Meßwert und der Einheit der Meßgröße angezeigt. Ein eingebauter Spitzenspannungsspeicher ermöglicht die Messung von Wechselspannungsspitzen und Gleichspannungsmaxima. Wegen vorwiegender Verwendung integrierter Schaltungen kann das Gerät preisgünstig aufgebaut werden.

Da an der Schule des Verfassers die Anfertigung einer Jahresarbeit Voraussetzung zur Zulassung zum Abitur ist und der Verfasser sich schon lange mit dem Gedanken befaßte, ein Digitalvoltmeter zu bauen, entschloß er sich, eine Arbeit auf diesem Gebiet zu wählen. Er begann ein für sein Vorhaben günstiges Verfahren zur Umwandlung der analogen in eine digitale Meßgröße zu erarbeiten. Nach vielen Fehlschlägen mit dem Dual-slope-Verfahren ging er schließlich zu dem Spannungs-Frequenz-Verfahren über. Um auf einen Speicher verzichten zu können, arbeitete er zunächst mit einer maximalen Umwandlungsfrequenz von etwa 200 kHz, da bei dieser Frequenz die Zählperiode

kaum sichtbar wird (Zählperiode ist die Zeit, in der die zu messende Frequenz in den Zähler gezählt wird). Wegen der zu geringen Spannungsanstiegsgeschwindigkeit der zur Verfügung stehenden Operationsverstärker wurde die abfallende Flanke der Sägezahnspannung (am Ausgang des  $U/f$ -Wandlers) zu lang, wodurch sich erhebliche Unlinearitäten ergaben. Schnellere Operationsverstärker kamen nicht in Frage, da diese zu teuer waren. So wurde eine Umwandlungsfrequenz von 15 kHz gewählt, wobei auch hier noch erhebliche Arbeit für die Linearisierung nötig war.

Das vorzeitige Ende eines Meßgerätes im Schullabor infolge falscher Bedienung brachte den Verfasser auf den Gedanken, ein Gerät zu entwickeln, das leicht zu bedienen ist und durch falsche Bedienung nicht so leicht zerstört werden kann. So wurde entschieden, ein Multimeter mit automatischer Bereichswahl zu bauen.

Beim praktischen Aufbau ergaben sich noch Schwierigkeiten hinsichtlich der Beschaffung von hochohmigen Präzisionswiderständen (0,5%) für den Spannungsteiler. Als Lösung wurden Reihenschaltungen von Festwiderständen mit Trimpotentiometern eingesetzt. Hierbei wurde zunächst der unterste Bereich geeicht und im nächsten Bereich durch Änderung des Potentiometers genau  $1/10$  der Anzeige des untersten Bereichs eingestellt usw. So konnte eine genügende Genauigkeit der Teiler erreicht werden.

Die einzelnen Schaltungen wurden vom Verfasser ausgelegt, lehnen sich aber gelegentlich an Prinzipschaltungen aus [1] und [4] an. Übernommen wurden nur die Schaltungen des astabilen Multivibrators [3], des monostabilen Multivibrators [2] und Teile des Netzgerätes [5].

Die Wahl der Transistoren und Dioden richtete sich weitgehend nach dem vorhandenen Vorrat, während die integrierten Schaltungen an Hand von Datenblättern ausgesucht wurden. Hierzu wurde überschlagen, welche Werte für die einzelnen Schaltungen in Frage kommen, und durch Versuchsschaltungen wurden diese Werte dann genau bestimmt.

### 1. Allgemeines

Digitale Meßgeräte finden heute immer häufiger Anwendung. Dem Vor-

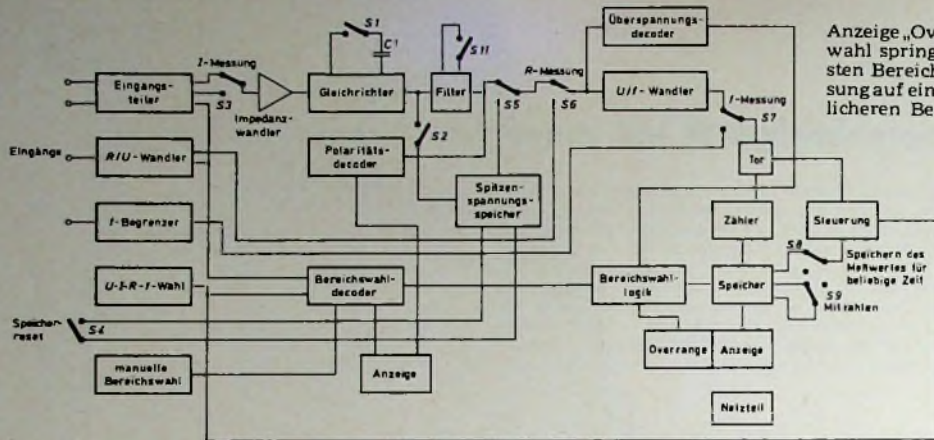
teil einer hohen Meßgenauigkeit und einfachen Bedienung steht jedoch der Nachteil eines hohen Preises entgegen. Geräte mit automatischer Bereichswahl arbeiten zur Wandlung der analogen Meßgröße in einen digitalen Wert nach dem Prinzip der schrittweisen Annäherung, das aufwendig und kostspielig ist. Darüber hinaus muß bei diesen Geräten eingestellt werden, ob beispielsweise Gleich- oder Wechselspannungen gemessen werden sollen. Das nachstehend beschriebene Gerät vermeidet das durch den Einsatz des einfacheren und preisgünstigeren Prinzips der Spannungs-Frequenz-Wandlung, die allerdings eine neue Konzeption für die automatische Bereichswahl notwendig macht.

Ein Nachteil kommerziell hergestellter Digital-Universalmeßgeräte besteht darin, daß die Möglichkeit, zusätzlich ein Frequenzmeßteil einzubauen, nicht genutzt wird. Da für die Anzeige bei Verwendung eines  $U/f$ -Wandlers ohnehin ein Frequenzmeßteil benötigt wird, muß dieser nur für weitere Bereiche ausgebaut werden. Es zeigte sich, daß die Torzeitsteuerung mit einem Monoflop eine genügende Genauigkeit ermöglichte und so das gebräuchliche aufwendigere System mit Quarz und Frequenzteilern überflüssig machte.

### 2. Schaltungsprinzip

#### 2.1. Spannung- und Strommessung

Mit dem Schalter  $S_3$  wird wahlweise der Eingangsteiler für Spannungen oder der für Ströme an den Impedanzwandler gelegt (Bild 2). Zur Strommessung wird der Spannungsabfall an einem Widerstand ausgenutzt. Es gibt also keine prinzipiellen Unterschiede zwischen Spannung- und Strommessung. Hinter dem Filter, das zusammen mit  $C_1$  bei Wechselspannungen für die Glättung sorgt, greift der Polaritätsdecoder ein, der die Art der Eingangsgröße (+, -,  $\sim$ ) zur Anzeige bringt. Soll der Spitzenwert einer Wechselspannung oder ein Gleichspannungsmaximum gemessen werden, so ist der Schalter  $S_1$  zu öffnen, das Filter mit  $S_1$  auszuschalten,  $S_2$  zu schließen und  $S_5$  umzuschalten. Der Ausgang des Gleichrichters liegt dann am Eingang des Spitzenspannungsspeichers und dessen Ausgang am Eingang des  $U/f$ -Wandlers. Die Glättungselemente



Anzeige „Overrange“ auf, die Bereichswahl springt auf den unempfindlichsten Bereich und geht bei jeder Messung auf einen um eine Stufe empfindlicheren Bereich, bis der Zähler voll

Bild 2. Blockschaltbild des Digital-Universalmeßgeräts

müssen ausgeschaltet werden, um ein schnelles Ansprechen der Schaltung zu gewährleisten. Zur Löschung des gespeicherten Wertes ist S4 zu schließen. Über S6 gelangt die Meßspannung an den Eingang des U/f-Wandlers und des Überspannungsdecoders. Der U/f-Wandler setzt die Meßspannung in eine zur Spannung proportionale Frequenz um, die über die Frequenzzähleinheit Steuerung-Tor-Zähler-Speicher ausgezählt und über die Anzeige ausgegeben wird. Hierzu öffnet die Steuerung das Tor für eine bestimmte Zeit und zählt die Impulse vom U/f-Wandler in den Zähler. Vor jeder Messung setzt die Steuerung den Zähler auf Null. Der beim Schließen des Tors entstehende Impuls gibt den Befehl für die Übernahme des Zählergebnisses in den Speicher.

**2.2. Widerstandsmessung**  
Der R/U-Wandler setzt den Wert des zu messenden Widerstandes in eine dazu proportionale Spannung um.

Über S6 gelangt diese an die schon beschriebene Anordnung von U/f-Wandler, Zähler usw.

**2.3. Frequenzmessung**  
Die Frequenz wird über einen Kondensator ausgekoppelt und dann mit zwei antiparallel geschalteten Dioden begrenzt. Dadurch erbringt sich ein Spannungsteiler. Das begrenzte Signal gelangt über S7 an die Frequenzzähleinheit.

**2.4. Automatische Bereichswahl**

Wenn keine Meßgröße am Eingang liegt, wird von der Bereichswahllogik der empfindlichste Bereich eingestellt. Die Umschaltung erfolgt mit Relais, deren Kontakte die Eingangsspannungsteiler schalten. Wird jetzt, durch Anlegen einer Meßgröße, der Bereich überschritten, so erhält die Bereichswahllogik vom Überspannungsdecoder und von der Zählereinheit einen Impuls. Dadurch leuchtet die

ausgenutzt ist, das heißt möglichst eine vierstellige Anzeige erscheint. Die doppelte Absicherung (Impuls vom Zähler oder Überspannungsdecoder) zur Rückstellung der Bereichswahllogik ist nötig, da es bei starker Überlastung des U/f-Wandlers zu Fehlzählungen kommen kann.

Der Bereichswahldecoder hat die Aufgabe, den Bereich anzuzeigen, der sich automatisch eingestellt hat. Die Automatik kann auch wahlweise abgeschaltet werden, um den Bereich manuell einstellen zu können. Mit der U-I-R-f-Wahl wird die Art der Meßgröße festgelegt. Die Schalter S3, S6, S7 sind mechanisch mit der U-I-R-f-Wahl verbunden.

**2.5. Netzteil**

Das Netzteil liefert gut stabilisierte Spannungen von  $\pm 12$  V und  $-6$  V an die Operationsverstärker, ferner  $+5$  V an die Zähler, Speicher und Treiber. Die Steuerung erhält  $+12$  V von der Operationsverstärkerversorgung. Für

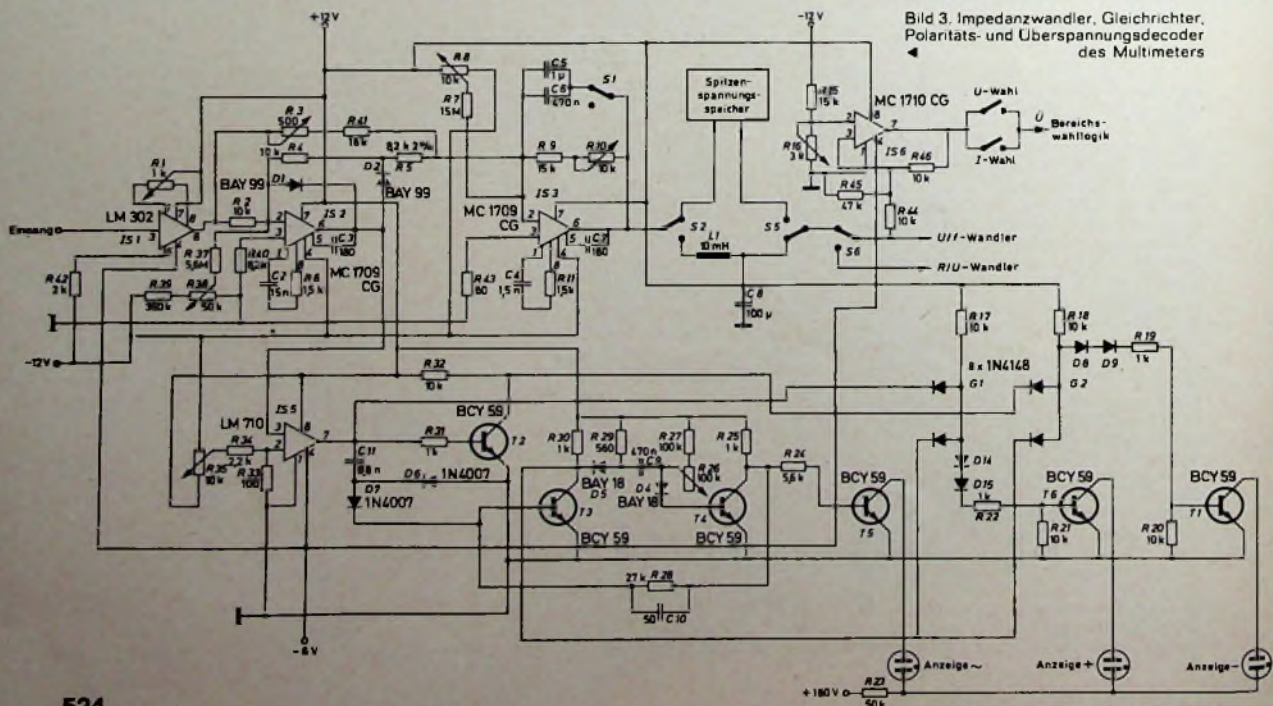


Bild 3. Impedanzwandler, Gleichrichter, Polarisations- und Überspannungsdecoder des Multimeters

die Anzeige werden +180 V benötigt und für die Relais +15 V

### 3. Schaltungsbeschreibung

#### 3.1. Impedanzwandler

Beim Impedanzwandler handelt es sich um einen Operationsverstärker IS1 (Bild 3) mit hohem Eingangswiderstand ( $10^{12}$  Ohm), dessen invertierender Eingang intern am Ausgang liegt. R1 dient der Offsetkompensation. Man kann zum Schutz des Impedanzwandlers zwei Z-Dioden (etwa 8 V Z-Spannung) mit kleinem Sperrstrom derart zwischen Eingang 3 und Masse legen, daß jeweils die Anoden am Eingang beziehungsweise an Masse liegen und die Katoden miteinander verbunden sind.

#### 3.2. Gleichrichter

Da Spannungen im Millivoltbereich gleichgerichtet werden müssen, kommt eine Brückenschaltung mit Dioden nicht in Frage, da diese erst bei etwa 0,8 V leitend werden. Der hier verwendete Präzisionsgleichrichter besteht aus zwei Operationsverstärkern. Der erste (IS2) ist als Einweggleichrichter, der zweite (IS3) als Summiererschaltet. Gelangt über R2 eine negative Spannung an den invertierenden Eingang (2) der IS2, so wird der Ausgang (6) positiv. Dadurch sperrt D1. D2 leitet und bestimmt mit R4 die Verstärkung

$$V = \frac{R_4}{R_2} \text{ (für } R_{D2} = 0 \text{)}$$

Für den Fall, daß am Eingang eine positive Spannung liegt, wird der Ausgang negativ, das heißt D1 leitend. Jetzt ist

$$V = 0 \text{ (für } R_{D1} = 0 \text{)}$$

Es erscheint also keine Spannung am Ausgang. Wenn an R2 eine positive Spannung liegt, liegt diese auch an R3 und R4, über die sie an den invertierenden Eingang von IS3 gelangt und dort mit

$$V = \frac{R_9 + R_{10}}{R_3 + R_{41}}$$

verstärkt wird. Die negative Eingangsspannung gelangt über R2, IS2 und R5 mit umgekehrter Polarität an den Eingang von IS3. An ihrem Ausgang erscheint die invertierte Summe beider Spannungen, wobei die Bewertung der Eingangssignale durch  $R_3 + R_{41}$  und R5 bestimmt wird. Wenn  $R_9 + R_{10} = R_3 + R_{41}$  und  $R_4 + R_{10} = 2 \cdot R_5$  ist, erhält man am Ausgang die invertierte Eingangsspannung, da die über IS2 gelangende positive Spannung doppelt so hoch bewertet wird wie die über R3 und R41 gelangende negative. Für positive Eingangsspannungen sperrt also IS2, und die Spannung gelangt über R3 und R41 an den Eingang von IS3 und wird dort invertiert. So erhält man wiederum eine negative Spannung am Ausgang. Um für positive und negative Eingangsspannungen gleiche Verstärkungen zu erhalten, muß  $R_3 + R_{41} = 2 \cdot R_5$  sein (beim fertigen Gerät wird zunächst eine positive Spannung angelegt, der digital angezeigte Wert notiert und bei umgepolter Spannung derselbe Wert mit R3 eingestellt).

Die Gesamtverstärkung des Gleichrichters wird von R10 bestimmt. Die Kondensatoren C2, C3, C4, C7 und die Widerstände R6, R11 dienen der Frequenzkompensation von IS2 und IS3. C5 und C6 bilden die schon oben erwähnte Glättungskapazität, und R7, R8 sind für die Offsetkompensation eingesetzt. Die Ausgangsspannung  $-|U_{\text{ein}}|$  gelangt über das Filter L1, C8 und die Schalter S2, S5, S6 zum U/f-Wandler.

#### 3.3. Polaritätsdecoder und Überspannungsdecoder

IS5 bildet mit T1, T6 den Polaritätsdecoder. Der Ausgang von IS5 wird positiv, wenn der Ausgang von IS2 Null wird. Dabei wird über C11, D7 ein Impuls an den Monoflop T3, T4 gegeben, der für etwa  $\frac{1}{50}$ s in den astabilen Zustand springt (Zeit mit R26 einstellbar) und die Wechselspannungsanzeige (~) steuert, die auch weiter anzeigt, wenn nach  $\frac{1}{50}$ s ein neuer Impuls eintrifft, also wenn am Eingang eine Wechselspannung von 50 Hz oder mehr liegt. Gelangt kein neuer Impuls an den Eingang des Monoflop, bleibt also der Ausgang der IS5 positiv und geht der Monoflop in seine Ruhelage zurück, so gelangt über G1, D14, D15, R22 ein Impuls an T6, der die positive Anzeige steuert. Ist der Ausgang der IS5 negativ, so liegt am Ausgang des Invertierers T2 eine positive Spannung, und T1 wird über G2, D8, D9 und R19 mit einem Impuls gesteuert, so daß die negative Anzeige aufleuchtet. Diese Impulse dauern so lange an, bis eine Polaritätsänderung eintritt oder keine Eingangsspannung mehr vorhanden ist. Die Dioden D14, D15

und D8, D9 dienen dazu, die an den UND-Gattern entstehende Restspannung von den Treibern T6, T1 fernzuhalten, damit diese nur ansprechen, wenn die UND-Bedingung erfüllt ist. Diese Restspannung entsteht dadurch, daß an einer in Durchlaßrichtung geschalteten Siliziumdiode etwa 0,8 V abfallen.

IS6 vergleicht die Eingangsspannung des U/f-Wandlers mit einer durch den Spannungsteiler R15, R16 einstellbaren Spannung. Überschreitet die Eingangsspannung die durch R15, R16 eingestellte, so wird der Ausgang der IS6 positiv, und es gelangt bei U- oder I-Messung ein Impuls an die Bereichswahllogik. (Fortsetzung folgt)

#### Schrifttum

- [1] ● Vahldiek, H.: Operationsverstärker. Stuttgart 1970, Franckh
- [2] ● Vieweg, T.: Impulsschaltungen. Stuttgart-Botnang, Frech
- [3] ● Leger, R.: 38 Schaltungen. Stuttgart-Botnang, Frech
- [4] ● Doktor, F. u. Steinhauser, J.: Digitale Elektronik in der Meßtechnik und Datenverarbeitung Bd 1 u. Bd 2. Hamburg 1968/70, Philips
- [5] ● Strobel, J.: Transistorisierte Netzgeräte. München 1971, Franzis

#### Weiteres Schrifttum

- Borucki, L., u. Dittmann: Digitale Meßtechnik. Berlin/Heidelberg/New York 1966, Springer
- Woschni, E.-G.: Meßgrößenverarbeitung. Weinheim 1969, Chemie
- Richter, H.: Impulspraxis. Stuttgart 1968, Franckh
- Widlar, R. J., u. Giles, J. N.: Optimale Verwendung von analogen integrierten Schaltungen. Internat. Electron. Rdsch. Bd 21 (1967) Nr. 10, S. 249-253

## Die moderne Magnettechnik und ihre praktische Bedeutung · Weichferrite

Schluß von S. 520

Vorschrift für eine Entstörung bis ins Höchsthochfrequenzgebiet hat zu Kernkombinationen (Mischkernen) aus verschiedenen Weichmagnetsorten geführt. Die im Bild 1 rechts unten wiedergegebene Platte mit zwei seitlichen Schienen ist ein Spezialbauteil für Entstörzwecke; die Platten werden paarweise auf Stromschienen gesetzt. Die Funkentstörung ist ein aktuelles Beispiel für die Bedeutung einer engen Zusammenarbeit zwischen Magnettechnik und Applikation.

Diese Zusammenarbeit hat auch bei den Mikrowellenferriten Früchte getragen und zur Entwicklung neuer Bauteile wie Zirkulatoren und Isolatoren (Richtungsleiter) geführt. In den USA liegt der Anteil der Mikrowellenferrite schon bei etwa 5% der Weichferriterzeugung, die Zahlen in Europa dürften derzeit noch niedriger liegen. Auf die vielseitige Nutzung der magnetischen Erscheinungen für reziproke und vor allem für nicht-reziproke (einseitig gerichtete) Bauelemente (Faradayeffekt) kann hier nicht eingegangen werden. Bei der Suche nach Magnetwerkstoffen mit günstigen Eigenschaften im Mikrowellengebiet ist man auf die Ferrite mit hexagonaler Kristallstruktur und auf eine neue Gruppe technisch wichtiger Stoffe, die Verbindungen mit

Granatstruktur, gestoßen. Der Werkstoff Yttrium-Eisen-Granat (meist mit der englischen Abkürzung YIG bezeichnet) gehört inzwischen zu den Standardarten der Mikrowellen-Weichmagnetwerkstoffe. In den USA wurden im Jahre 1971 YIG-Bauelemente für rund 3 Mill. \$ gefertigt.

Als abschließende Beispiele für weitere Anwendungen sollen die magnetostruktiven Schwinger (beispielsweise für Filterzwecke) und die magnetomechanischen Wandler erwähnt werden. Als keramische Werkstoffe haben Ferrite neben niedrigen Verlusten auch günstige mechanische Schwingungseigenschaften.

#### Schrifttum

- [1] Reichel, K.: Die moderne Magnettechnik und ihre praktische Bedeutung · Weichmagnetische metallische Werkstoffe für niedrige Frequenzen. Funk-Techn. Bd 26 (1971) Nr. 22, S. 845-847
- [2] Reichel, K.: Die moderne Magnettechnik und ihre praktische Bedeutung · Weichmagnetische metallische Werkstoffe für die Nachrichtentechnik. Funk-Techn. Bd 27 (1972) Nr. 12, S. 445-447
- [3] H. Vogt 80 Jahre Funk-Techn. Bd. 25 (1970) Nr. 18, S. 711
- [4] ● Vink, H. J.: Materialprobleme in der Festkörperphysik · Mangan-Zink-Ferrit für Hochfrequenzfilter. Plenarvorträge Physik 1971, S. 255-285. Stuttgart 1971, Teubner

# Taktgeber mit einstellbarer Impuls- und Periodendauer

Taktgeber sind elektronische Schaltungen, die sich dazu eignen, Relais in bestimmten Zeitintervallen anziehen und nach einer vorgegebenen Zeit wieder abfallen zu lassen. Sie können deshalb zur Steuerung von Motoren, Scheibenwischeranlagen und einer Vielfalt von anderen Aufgaben, wie beispielsweise zum periodischen Einschalten von Sendern oder deren Modulationen für Meßzwecke, eingesetzt werden. Mitunter ist es erforderlich, daß sich die Periodendauer und die Impulsdauer, also



Bild 1: Taktgeber mit einstellbarer Impuls- und Periodendauer

die Einschalt- und die Pausenzeiten, getrennt einstellen lassen. Der nachstehend beschriebene Taktgeber (Bild 1) ermöglicht das.

### Schaltung

Die Schaltung (Bild 2) besteht aus dem astabilen Multivibrator T1, T2, dem monostabilen Multivibrator T3, T4 und der Schaltstufe T5. Die Frequenz des astabilen Multivibrators ist in einem weiten Bereich durch das

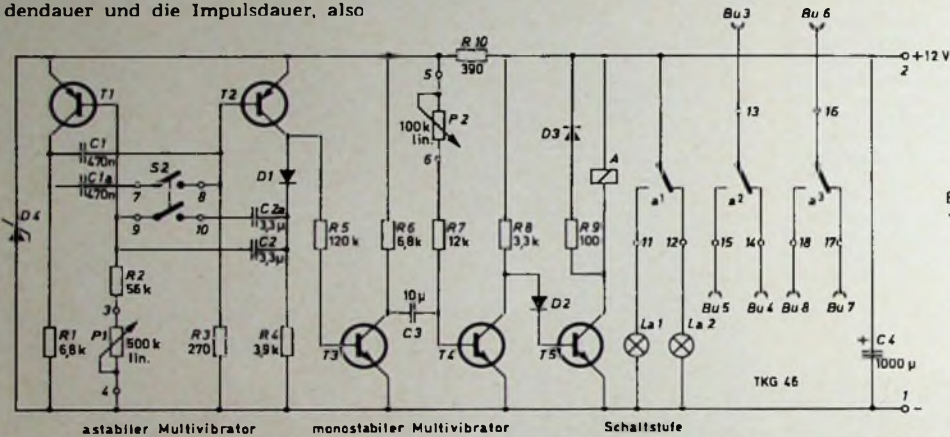


Bild 2: Schaltung des Taktgebers

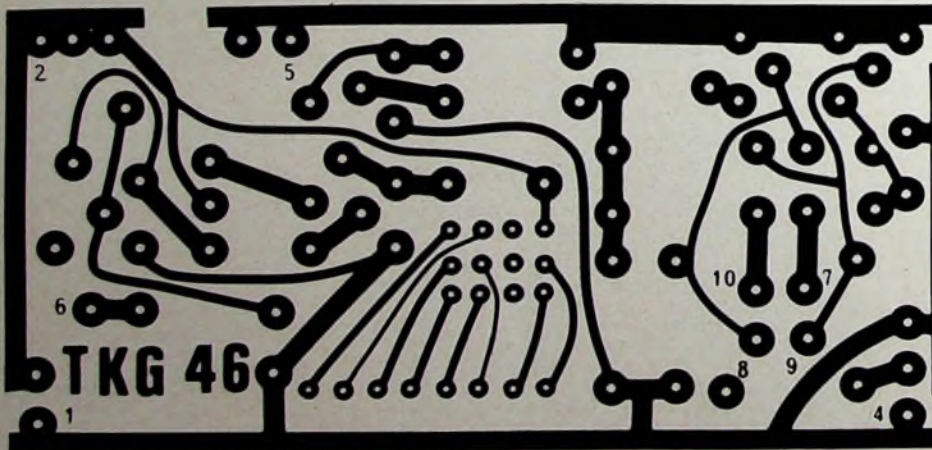


Bild 3: Leiterplatte (Maßstab 1:1)

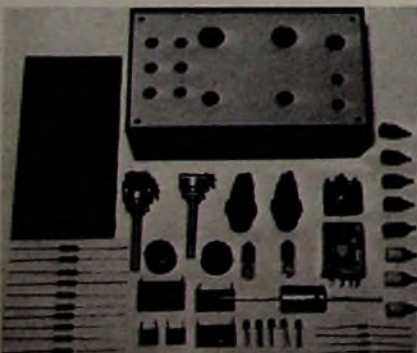
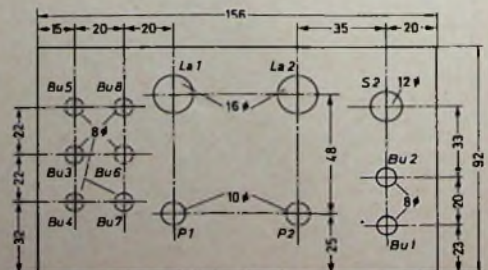


Bild 4: Teko Gehäuse, Leiterplatte und die erforderlichen Bauelemente

Bild 5: Bohrplan der Frontplatte



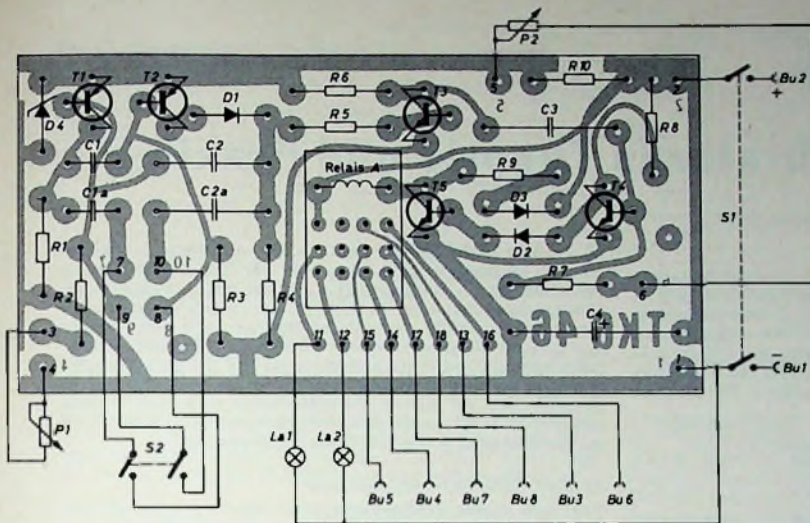


Bild 6. Bestückungs- und Verdrahtungsplan



Bild 7. Blick in das Gerät bei abgenommener Frontplatte

Potentiometer *P1* veränderbar. Den beiden frequenzbestimmenden Kondensatoren *C1*, *C2* können über den Schalter *S2* die beiden Kondensatoren *C1a* und *C2a* parallel geschaltet werden, wodurch man zwei Bereiche erhält. Bei geschlossenem Schalter wird für die Aufladung der Kondensatoren mehr Zeit benötigt, wodurch die Frequenz niedriger ist. Bei offenem Schalter dagegen ist die Frequenz höher. Der monostabile Multivibrator bestimmt die Impulszeit, die mit dem Potentiometer *P2* verändert werden kann, und die nachgeschaltete Schaltstufe steuert das Relais. Die Einschalt- und Pausenzeiten werden durch die Potentiometer *P1* und *P2* bestimmt.

Für eine Stabilisierung der Betriebsspannung sorgen die Z-Diode *D4* und der Widerstand *R10*. Die Schaltung ist für eine Betriebsspannung von 12 V ausgelegt, die einem Netzgerät, Batterien, einem Akku oder bei Betrieb im Auto der Autobatterie entnommen werden kann. Das Relais *A* hat drei Umschaltkontakte, von denen *a1* die Anzeigelampen *La1* und *La2* steuert, die durch Aufleuchten der Einschalt- und Ausschaltzeiten anzeigen. Die Kontakte *a2* und *a3* werden über Drahtleitungen mit den Buchsen *Bu3* bis *Bu8* verbunden, an die die Verbraucher angeschlossen werden.

#### Aufbau

Die Schaltung wird auf einer gedruckten Leiterplatte (Bild 3) aufgebaut, die anschließend in ein Teko-Gehäuse „P/3“ (Bild 4) eingebaut wird. Aus dem Bohrplan der Frontplatte (Bild 5) geht die Anordnung der mechanischen Bauteile hervor. Links werden die Buchsen *Bu3*...*Bu8* untergebracht. Die Kontrolllampen befinden sich in der Mitte oben, und darunter liegen die Potentiometer *P1* und *P2*. Rechts oben sitzt der Frequenzschalter *S2*, und darunter befinden sich die Buchsen (*Bu1*, *Bu2*) für die Betriebsspannung (s. a. Bild 1). Die Größe der zu bohrenden Löcher ist aus dem Bohrplan ersichtlich.

Die Bestückung der Platine und die Verdrahtung des Gerätes erfolgt nach dem im Bild 6 dargestellten Bestückungs-

#### Liste der speziellen Bauelemente

Widerstände „SRE0414“ 1/3 W	(Bejerschlag)
Potentiometer „L.N.803/2“ 500 kOhm lin. (P1)	(Ruvido)
Potentiometer „L.N.802“ 100 kOhm lin. (P2)	(Ruvido)
Kondensatoren „MKT 1822“ 63 V (C1, C1a, C2, C2a, C3)	(Roederstein)
Elektrolytkondensator, 25 V (C4)	(Roederstein)
Transistoren 2 × BC 177 (T1, T2)	(Intermetall)
Transistoren 2 × BC 108 (T3, T4)	(Intermetall)
Transistor 2N1613 (T5)	(Valvo)
Dioden 3 × 1N514 (D1, D2, D3)	(Intermetall)
Z-Diode BZX 55 C 6V8 (D4)	(Sesosem)
Relais „RA 401012“ Gehäuse „P/3“	(Schrack) (Teko)
Lampenfassungen mit Glühlampen 12 V, 100 mA	(Rafi)
Drehknöpfe „020-443“	(Elma-Ryam)

Bezug der angegebenen Bauelemente nur über den einschlägigen Fachhandel.

kungs- und Verdrahtungsplan. Es sind 18 Leitungen erforderlich, die von den Anschlüssen 1...18 der Druckplatte zu den Bauelementen auf der Frontplatte führen. Die Anschlüsse 1 und 2 sind mit dem Schalter *S1* am Potentiometer *P1* und von dort aus mit den

Buchsen *Bu1*, *Bu2* zu verbinden. An den Anschlüssen 3 und 4 wird das Potentiometer *P1* und an den Anschlüssen 5 und 6 das Potentiometer *P2* angeschlossen. Die Anschlüsse 7, 8, 9 und 10 werden mit dem Schalter *S2* verbunden, und die Leitungen 11...18 sind entsprechend dem Verdrahtungsplan mit den Lampen *La1*, *La2* und den Buchsen *Bu3*...*Bu8* zu verlöten.

Nach dem Einbau der Druckplatte in das Teko-Gehäuse (Bild 7) ist das Gerät betriebsbereit. Mit den Potentiometern *P1* und *P2* können die Einschaltzeiten und die Abfallzeiten des Relais eingestellt werden. Die beiden Lampen zeigen die Betriebszustände des Relais („angezogen“ oder „abgefallen“) an. Wird der Frequenzgrobschalter *S2* eingeschaltet, so werden die Einschaltzeiten länger. Die Feinregelung erfolgt dann auch mit *P1*.

Verbraucher, wie Motoren, Sender oder sonstige Geräte, können direkt an die Buchsen *Bu3* und *Bu5* (Arbeitskontakt) oder *Bu3* und *Bu4* (Ruhekontakt) angeschlossen werden. Ebenso verhält es sich mit den Buchsen *Bu6* und *Bu8* (Arbeitskontakt) beziehungsweise *Bu6* und *Bu7* (Ruhekontakt).

#### Schrifttum

Strobel, J.: Impulsgenerator mit variabler Anstiegs- und Impulsdauerzeit. Funkschau Bd. 43 (1971) Nr. 23, S. 775-776.

## INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Juniheft 1972 unter anderem folgende Beiträge:

Die Registrierung der Zeit mit einem Magnetbandgerät

Generator zur Erzeugung von Spannungen mit speziellem zeitlichen Verlauf

Elektronisch verstimmbare Wien-Robinson-Oszillator mit extrem weiter Frequenzvariation

Integrierte Schaltungen mit Gyrotoren ersetzen Spulen

Eigenschaften der Gunnelemente CGY 11 bis 14 und ihre Anwendung als Mikrowellenoszillatoren

Bandbreitensparendes Verfahren für hochwertige Musikübertragung

Neue Halbleiterbauelemente auf der Hannover-Messe 1972

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

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

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

# Der Multivibrator in Theorie und Praxis

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 27 (1972) Nr. 13, S. 494

## 3.2.15.8 Drehzahlüberwachung

Die Drehzahl eines Motors läßt sich, wie im Bild 74 dargestellt, mit Hilfe des elektronischen Meßzählers aus Bild 64 überwachen. Der Meßzähler enthält hier jedoch zusätzlich noch eine zweite Vorwahlstufe, die mit dem anzeigenden Zähler gekoppelt ist, so daß nunmehr also zwei Vorwahlzähler in einem Gehäuse untergebracht sind: ein anzeigender und ein nicht anzeigender Vorwahlzähler. Dabei kann

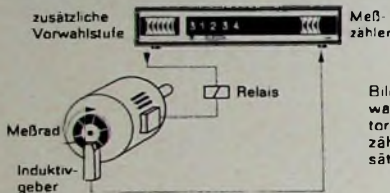


Bild 74 Drehzahlüberwachung bei einem Motor mit Hilfe des Meßzählers sowie einer zusätzlichen Vorwahlstufe (Elesta)

der Eingang des anzeigenden Vorwahlzählers über das UND-Gatter vom nicht anzeigenden Vorwahlzähler gesperrt und entsperrt werden. Der interne Zeitgeber (Impulsgeber) gibt Impulse an den nicht anzeigenden Vorwahlzähler. Ist die vorgewählte Zahl erreicht, so gibt der nicht anzeigende Vorwahlzähler ein Signal an das UND-Gatter vor dem Eingang des anzeigenden Zählers, das dieses sperrt. Man kann also auch hier am Vorwahlschalter des nicht anzeigenden Vorwahlzählers die Zähldauer des anzeigenden Zählers einstellen. An der (zusätzlichen) Vorwahlstufe des anzeigenden Zählers wird eine Zahl vorgewählt, die der maximal zulässigen Drehzahl des Motors entspricht. Wird diese Drehzahl während der Zähldauer des anzeigenden Zählers erreicht, so spricht ein am Ausgang der zusätzlichen Vorwahlstufe angeschlossenes Relais an. Über die Kontakte dieses Relais kann dann entweder der Motor abgeschaltet oder aber ein Signal ausgelöst werden.

## 3.2.15.9. Dehnungsmessung an Walzgut oder gezogenem Material

Gemäß Bild 75 läßt sich die Dehnung eines gewalzten oder durch eine Düse gezogenen Materials (zum Beispiel Kunststoffasern) mit Hilfe des elektronischen Meßzählers aus Bild 64

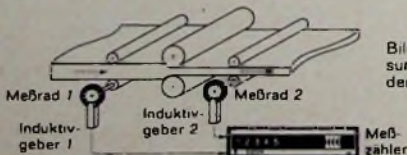


Bild 75. Dehnungsmessung an Walzgut mit dem Meßzähler (Elesta)

laufend messen. Der nicht anzeigende Vorwahlzähler des Meßzählers steuert auch hier das UND-Gatter vor dem Eingang des anzeigenden Zählers. Am Vorwahlschalter des Vorwahlzählers stellt man beispielsweise die Zahl 100 ein. Der Induktivgeber 1 liefert Impulse an den Vorwahlzähler, deren Anzahl der Länge des ungewalzten Materials entspricht. Mit Beginn des Zählvorgangs wird das UND-Gatter am Eingang des anzeigenden Zählers geöffnet. Ist die vorgewählte Zahl 100 erreicht, so gibt der Vorwahlzähler ein Signal ab, das das UND-Gatter wieder schließt. Während der Zeit, während der das UND-Gatter geöffnet ist, gelangen zum Eingang des anzeigenden Zählers Impulse vom Induktivgeber 2, deren Anzahl der Länge des gewalzten Materials entspricht. Wäre das Material nicht gedehnt, so würden während der Öffnungszeit des UND-Gatters bei gleicher Teilung der Meßräder am anzeigenden Zähler ebenfalls 100 Impulse eintreffen; der Zähler würde also die Zahl 100 anzeigen. Da das Material aber gedehnt

ist, treffen mehr als 100 Impulse am anzeigenden Zähler ein; die angezeigte Zahl ist größer als 100. Die Differenz zwischen der angezeigten Zahl und der Zahl 100 stellt den Dehnungskoeffizienten in Prozent dar. Wünscht man eine Anzeige in Promille, so muß das Meßrad 2 mit einer zehnmal höheren Zahl von Segmenten versehen werden. Dabei stellt dann die Differenz zwischen der am Zähler angezeigten Zahl und der Zahl 1000 den Dehnungskoeffizienten in Promille dar. Ist die am Vorwahlzähler eingestellte Zahl erreicht, so wird dieser automatisch auf Null gestellt und der Meßvorgang beginnt sich zu wiederholen.

## 3.2.15.10. Torsionswinkelmessung

Nachdem in den vorhergegangenen Abschnitten mehrere Anwendungsbeispiele für Vorwärtszähler und Vorwahlzähler sowie Kombinationen aus beiden besprochen wurden, zeigt Bild 76 ein Anwendungsbeispiel für einen Vorwärtszähler. Dabei handelt es sich um eine Anordnung zum Messen des Torsionswinkels (Verdrehungswinkel) zwischen einem Antriebsmotor und einer Maschine. Von einem Kurvenschreiber wird der gemessene Torsionswinkel außerdem als Funktion der Drehzahl aufgezeichnet. Auf der Achse des Antriebsmotors sowie auf der Achse

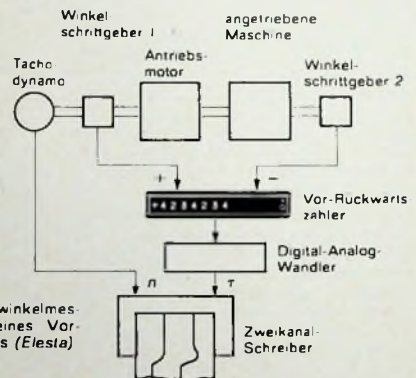


Bild 76. Torsionswinkelmessung mit Hilfe eines Vor-Rückwärts-Zählers (Elesta)

der angetriebenen Maschine ist je ein Impulsgeber (Winkelschrittgeber) angebracht, zum Beispiel von der Art, wie sie schon bei den Bildern 70, 71, 73, 74 und 75 gezeigt wurden (Meßrad mit Induktivgeber beziehungsweise Meßrad mit Gabellichtschranke). Diese Impulsgeber oder Winkelschrittgeber liefern Impulse, deren Anzahl den Drehwinkeln der Achsen proportional sind (zum Beispiel 1000 Impulse je Umdrehung). Die Impulse des Winkelschrittgebers 1 werden von dem Vor-Rückwärts-Zähler addiert, und die Impulse des Winkelschrittgebers 2 werden subtrahiert. Beim Anlassen des Motors gibt der Winkelschrittgeber 1 mehr Impulse je Zeiteinheit ab als der Winkelschrittgeber 2, weil die Motordrehzahl größer als die Maschinendrehzahl ist. Die Impulse des Gebers 1, die über die vom Geber 2 gelieferte Impulsanzahl hinausgehen, werden vom Vor-Rückwärts-Zähler aufaddiert. Sobald die Maschinendrehzahl so groß ist wie die Motordrehzahl, bleibt die Anzeige des Zählers auf dem zuletzt erreichten Wert stehen. Stellt man den Motor ab, so wird die Anzeige dann wieder zu Null, wenn die Maschine den Motor eingeholt hat und die Torsion zu Null geworden ist. Der Torsionswinkel kann also am Zähler (zum Beispiel in Winkelminuten) abgelesen werden. Das Meßresultat wird aber außerdem als elektrisches Digitalsignal im BCD-Code einem Digital-Analog-Wandler zugeführt, der das Digitalsignal in ein Analogsignal umwandelt. Dieses Analogsignal wird einem Kanal eines zweikanaligen Schreibers zugeführt. Der andere Kanal des Zweikanal-Schreibers erhält von einem mit der



Tab. IV. Steuerschema der Transistoren A...F für die Takte 1...6 bei dem elektronischen Drehstromgenerator nach Bild 77

Takt	1	2	3	4	5	6
stromführende Transistoren	A	A	A	B	B	B
	D	D	C	C	C	D
	E	F	F	F	E	E

$$U_{A_{eff}} = 3 \times 220 \text{ V}$$

$$P_A = 3 \times 17 \text{ W}$$

$$f = 400 \text{ Hz}$$

Tab. V. Wickelraten des Transformators nach Bild 77

Kern M 65/27, Dyn- Blech IV, o. L.
$w_1$ 120 Wdg. 0,7 mm CuL
$w_2$ 1200 Wdg. 0,28 mm CuL

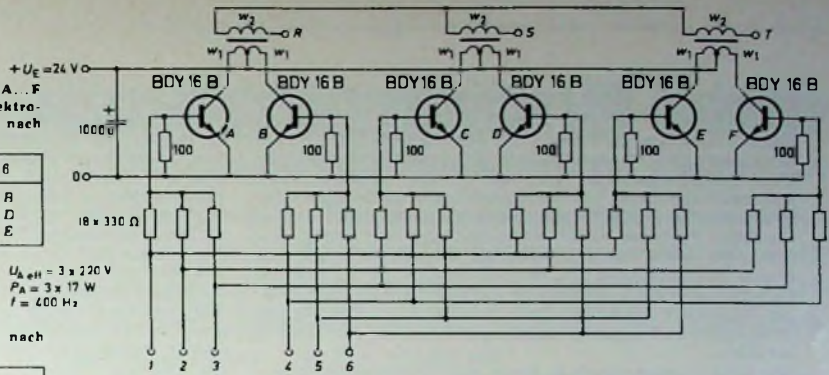


Bild 77 Schaltung des elektronischen Drehstromgenerators (ITT Intermetall)

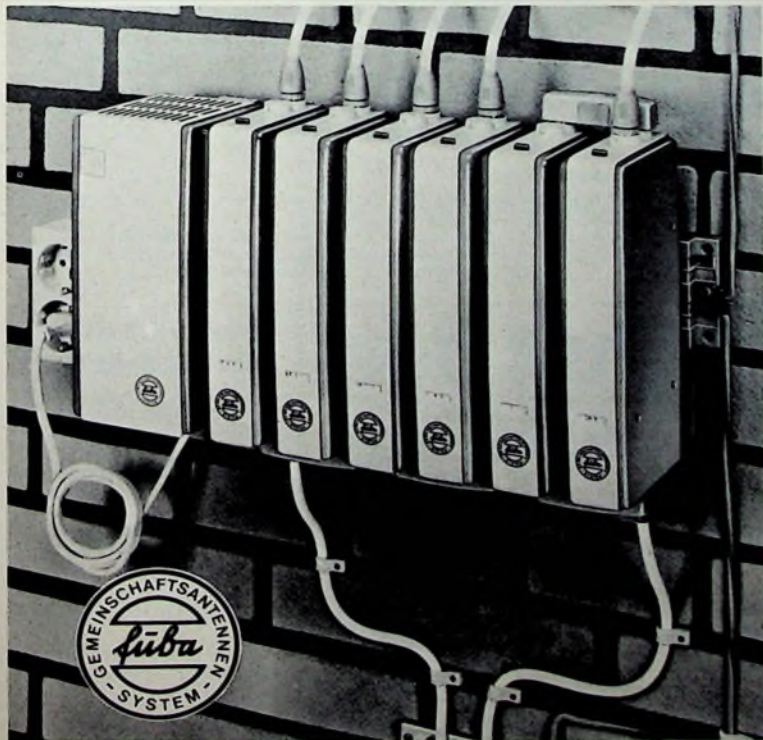
Motorachse gekuppelten Tachodynamo eine der Motordrehzahl  $n$  proportionale Spannung. Die beiden Schreibsysteme des Zweikanal-Schreibers zeichnen somit den Torsionswinkel  $\tau$  als Funktion der Motordrehzahl  $n$  auf.

### 3.2.15.11. Elektronischer Drehstromgenerator als Anwendungsbeispiel für Ringzähler

Bild 77 zeigt die Schaltung eines elektronischen Drehstromgenerators, der von einem Ringzähler gesteuert wird, wie er zum Beispiel in Abschnitt 3.2.14 beschrieben worden ist. Man benötigt dazu einen sechsstufigen Ringzähler. Die Klemmen 1...6 des Drehstromgenerators werden dabei mit den Bivibratoren 1...6 des Ringzählers verbunden, und zwar über je einen Ausgangstransistor (s. Bild 61, Abschnitt 3.2.14). Bei dem Ringzähler befindet sich, wie in Abschnitt 3.2.14. beschrieben, immer nur eine Stufe im L-Zustand. Nach jedem Eingangsimpuls wandert der L-Zustand zur jeweils folgenden Stufe weiter. Bei der Stufe, die sich im L-Zustand befindet, ist der PNP-Ausgangstransistor (Bild 61) durchgesteuert; an seinem Emitter

(Ausgangsklemme) herrscht daher positives Potential (+12 V). Hat beispielsweise die erste Stufe des Ringzählers gerade ihren L-Zustand, so gelangt demnach positives Potential an die Klemme 1 des Drehstromgenerators im Bild 77. Von der Klemme 1 gelangt das positive Potential über je einen Widerstand von 330 Ohm an die Basis der Transistoren A, D und E. Dies geht auch aus Tab. IV hervor, in der das Steuerschema für die Transistoren A...F in Abhängigkeit der sechs notwendigen Steuertakte eingetragen ist. Die weiteren Schaltzustände sind also aus Tab. IV ersichtlich. In den Kollektorleitungen der Transistoren A...F liegt je die Hälfte der Primärwicklung eines Transformators, dessen Daten in Tab. V angegeben sind. Beim Durchsteuern der Transistoren wird daher in den Sekundärwicklungen der drei Transformatoren je ein kurzer Spannungsstoß induziert. Nach dem sechsten Steuertakt wiederholt sich der gesamte Schaltzyklus gemäß Tab. IV. In den sternförmig zusammengesetzten Sekundärwicklungen der drei Transformatoren entsteht dadurch bei jedem Schaltzyklus insgesamt je eine vollständige Recht-

# fuba GS 3000



## Systemgerecht in jedem Detail!

fuba GS 3000, ein neues Verstärker-System, das dem heutigen Stand der Entwicklung entspricht. Es ist auf die Forderung der Zukunft abgestimmt, immer mehr Teilnehmer mit immer mehr Programmen zu versorgen. Praxisfreundliche Montage, höchste mechanische und elektrische Sicherheit sowie Zuverlässigkeit sind Kennzeichen dieses neuen zukunftssicheren Verstärker-Systems: fuba GS 3000.



Hans Kolbe & Co., 3202 Bad Salzdetfurth, Postfach 49

eckschwingung. Diese drei Rechteckschwingungen sind um je 120° gegeneinander phasenverschoben.

An den Klemmen R, S und T der Schaltung lassen sich daher gegen den Sternpunkt der Sekundärwicklungen der drei Transformatoren drei um je 120° gegeneinander phasenverschobene Rechteckschwingungen nachweisen. Die Frequenz dieser Rechteckspannungen beträgt 400 Hz, und um diese Frequenz zu erhalten, muß der den Drehstrom-generator steuernde sechsstufige Ringzähler selbst von einem Taktgenerator mit einer Frequenz von 2,4 kHz gesteuert werden. Da die Summe der drei Rechteckspannungen zu keinem Zeitpunkt gleich Null ist, kann man die drei Sekundärwicklungen im Stern, nicht dagegen im Dreieck schalten.

Ohmsche Lastwiderstände kann man ebenfalls in Sternschaltung an den Drehstromgenerator anschließen. Verbindet man dabei den Sternpunkt der Last nicht mit dem Sternpunkt der Sekundärwicklungen der drei Transformatoren des Drehstromgenerators, so erhält man zwischen den beiden Sternpunkten eine einfache Rechteckspannung, deren Frequenz dreimal so hoch wie die Grundfrequenz ist. Die Spannung beträgt dabei ein Drittel der an den einzelnen Sekundärwicklungen auftretenden Spannungen. An den drei Lastwiderständen entsteht dabei je eine treppenförmige Spannung. Wenn man jedoch die beiden Sternpunkte miteinander verbindet, so erhält man an den einzelnen Lastwiderständen eine einfache Rechteckspannung. Das ist jedoch wegen des dann höheren Klirrfaktors nicht zu empfehlen.

Man kann jedoch die Lastwiderstände auch im Dreieck schalten. Dabei erhält man eine Spannungsform an den einzelnen Widerständen, wie sie im Bild 78 dargestellt ist.

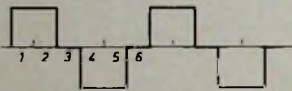


Bild 78 Spannungsform an den Lastwiderständen des Drehstromgenerators nach Bild 77, wenn diese im Dreieck geschaltet werden (ITT-Intermetall)

Die erste Periode des Kurvenzuges ist dabei in sechs Abschnitte unterteilt. Diese Abschnitte entsprechen den sechs Steuertakten des Drehstromgenerators. Das Verhältnis von Spitzen- zu Effektivwert beträgt bei dieser Spannungsform 1,5 (anstatt 1,41 bei Sinusspannung). Der Klirrfaktor ist 0,3, und das Tastverhältnis ist 2 : 1.

In den meisten Fällen ist die Last eines Drehstromgenerators ein Elektromotor. Ein großer Klirrfaktor ist dabei sehr störend, da die Oberwellen die Verluste erhöhen, nicht aber zum Drehmoment des Motors beitragen. Das Verhältnis von Spitzen- zu Effektivwert spielt jedoch keine Rolle. Bei einem Elektromotor als (nichtohmsche) Last treten die vorstehend für ohmsche Lasten beschriebenen beziehungsweise im Bild 78 dargestellten Spannungsformen in mehr oder weniger verzerrter Form auf.

Wegen der Oberwellen sollten die für die Schaltung vorhandenen drei Einzeltransformatoren nicht durch einen dreischenkigen Transformator ersetzt werden. Jedoch kann man einen fünfschenkigen Kern mit einem Eisenweg für den Oberwellenfluß verwenden.

### 3.2.16. Schieberegister

Schieberegister spielen unter anderem in Digitalrechnerneine große Rolle. Im Speicher einer Rechenmaschine mögen beispielsweise zwei Zahlen aufbewahrt sein, die miteinander addiert werden sollen. Dazu müssen sie aus dem Speicher herausgeholt und dem Rechenwerk zugeführt werden. Sie können aus dem Speicher aber im allgemeinen nur nacheinander herausgeholt werden, während das Rechenwerk sie jedoch gleichzeitig benötigt. Man braucht daher einen weiteren Speicher kleiner Kapazität, in dem die erste Zahl so lange festgehalten wird, bis die erste Ziffer der zweiten Zahl am Rechenwerk eintrifft, so daß nun beide Zahlen gleichzeitig in das Rechenwerk eingegeben werden können. Diesen zusätzlichen Speicher, der in der Lage ist, eine mehrstellige Dualzahl zwischenspeichern, bezeichnet man als Register.

Mit dem einfachen Speichern allein ist es aber meist nicht getan. Zum Multiplizieren und Dividieren muß das Register auch Stellenwertverschiebungen der gespeicherten Zahl durchführen können. Ein Register, das dazu in der Lage ist, bezeichnet man als Schieberegister. Ein Schieberegister vermag dabei den gesamten Informationsinhalt geschlossen um eine Stelle weiterzuschieben. Außer in Rechenmaschinen finden Schieberegister auch für Steuerungsaufgaben, zum Beispiel bei Fertigungsprozessen, vielfältige Anwendung. (Fortsetzung folgt)

### Feuerwehr-Einsatzzentrale „EZ 2000“

Eine von Siemens entwickelte Feuerwehr-Einsatzzentrale „EZ 2000“ wurde anlässlich der Internationalen Ausstellung für Brand- und Katastrophenschutz – INTERSCHUTZ „Der rote Hahn“ – vom 24. Juni bis 2. Juli 1972 in Frankfurt zum erstmalig der Öffentlichkeit vorgestellt. Mit diesem System, das als Kernstück eine Datenverarbeitungsanlage enthält, können alle Aufgaben in der Nachrichtenzentrale der Feuerwehr zusammengefaßt und weitgehend automatisiert werden. Bei der Konzeption der „EZ 2000“ stand der Gedanke im Vordergrund, den Beamten in der Feuerwache im Falle eines Einsatzes von Routinearbeiten zu entlasten und dabei gleichzeitig den Ablauf bei größerer Sicherheit schneller zu gestalten. Dazu wurden alle Bedienungselemente für die peripheren Anlagen (Meldeanlagen, Alarmierungssystem, Telefonaufnahme, Sprechfunk usw.) sowie für die angeschlossene Datenverarbeitungsanlage auf einem Einsatzleitplatz so konzentriert, daß eine einfache und übersichtliche Bedienung gewährleistet wird. Eine gravierende Erleichterung bringt die Einsatzzentrale aber vor allem durch das selbsttätige Auslösen von Alarmierungen und Benachrichtigungen sowie durch das Vorbereiten bestimmter Verbindungen, die dann vom Bedienenden nur noch durch Tastendruck freigegeben werden müssen.

### Berichtigung

Aussteuerungsautomatiken in Tonbandgeräten. Funk-Techn. Bd 27 (1972) Nr. 12, S. 437-441

Im Bild 10 ist die Diode D4 mit verkehrter Polarität dargestellt; die Katode muß an Masse liegen und die Anode an die Verbindungsleitung von 100-nF-Kondensator und R<sub>1</sub> angeschlossen sein

### Preiswerte Halbleiter 1. Wahl



AA 118	DM —,50
AC 187/188 K	DM 3,45
AC 192	DM 1,20
AD 133 III	DM 8,95
AF 138	DM 2,80
AF 218	DM 3,60
BA 170	DM —,25
BAY 14	DM —,60
BC 107	DM 1,— 10/DM —,90
BC 108	DM —,90 10/DM —,80
BC 109	DM 1,05 10/DM —,95
BC 170	DM —,70 10/DM —,60
BC 250	DM —,75 10/DM —,65
BF 224	DM 1,50 10/DM 1,40
BF 245	DM 2,30 10/DM 2,15
ZF 2,7 ... ZF 33	DM 1,30
1 N 4148	DM —,30 10/DM —,25
2 N 708	DM 1,75 10/DM 1,60
2 N 2218 A	DM 2,20 10/DM 2,—
2 N 3055 (RCA)	DM 6,60

Alle Preise inkl. MWST. Bauteilleiste anfordern. NN-Versand  
M. LITZ, elektronische Bauteile  
7742 St. Georgen, Gerienstraße 4  
Postfach 55, Telefon (07724) 71 13



## Pult Box

Dieses neue Pult-Box-Gehäuse ist gut durchdacht und universell verwendbar. Der Winkel von 15° ermöglicht leichtes Bedienen von Schieberegistern, Drehpotentiometern, Signalampeln u.s.w. Das Gehäuse besteht aus formbeständigem ABS-Kunststoff und verfügt über Führungsschienen und Stützen zum horizontalen und vertikalen Einbau gedruckter Schaltungen.

Type	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	Gewicht g	Preis incl. MWST
362	160	85	45	60	40	150	DM 7,68
363	215	130	65	75	45	300	DM 9,85
364	310	170	85	85	50	500	DM 18,98

E. Scheicher & Co. OHG, 8013 Gromsdorf, Tel. 0811/46 6035

### ● BLAUPUNKT Auto- und Kofferradios

Neueste Modelle mit Garantie. Einbaubehälter für sämtliche Kfz-Typen vorrätig. Sonderpreise durch Nachfrageversand. Radiogroßhandlung

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

Ich möchte Ihre überzähligen

### RÖHREN und TRANSISTOREN

in großen und kleinen Mengen kaufen

Bitte schreiben Sie an

Hans Kaminsky  
8 München-Sölln - Spindlerstr. 17

# Kostenfreies Fachstudium zum staatlich geprüften EDV-Techniker an der Fachschule für Elektronische Datenverarbeitung Paderborn

Welche Zukunftschancen die Elektronische Datenverarbeitung hat, wissen Sie. Die Datenverarbeitung kann auch Ihre Zukunft sein. Wir bilden Sie in einem 2-jährigen Studium zum staatlich geprüften EDV-Techniker aus. Die Ausbildung ist nach dem Arbeitsförderungsgesetz und dem Soldatenversorgungsgesetz als förderungswürdig anerkannt. Studiengebühren fallen für Sie nicht an.

Aufnahmebedingungen: Erfolgreicher Abschluß einer technischen Lehre und mindestens 2 Jahre einschlägige Berufspraxis, oder: 6 Jahre Praxis in einem für die Ausbildung förderlichen Beruf. Für die Ausbildung förderliche Berufe sind z. B.: Elektro-Installateur, Starkstromtechniker, Kabelmonteur, Elektromaschinenbauer, Elektrowickler, Elektromechaniker, Fernmeldemechaniker, Technischer Zeichner (Elektro), Radio- und Fernsehtechniker, Meß- und Regelmechaniker, Physiklaborant.

Wir stehen für Ihre Fragen gern zur Verfügung. Unser Informationsmaterial bietet Ihnen einen Überblick über die Studienfächer und Ausbildungsbeihilfen. Nächster Studienbeginn ist der 1. Oktober 1972.

Ihre Anmeldung richten Sie bitte an die  
**FACHSCHULE FÜR ELEKTRONISCHE DATENVERARBEITUNG**  
479 Paderborn, Postfach 939, Telefon (05251) 200334

Wir entwickeln und fertigen Fernsehgeräte, Tonbandgeräte, Hi-Fi-Anlagen und Elektronenblitzgeräte „immer erster Klasse“. Hätten Sie nicht Lust, bei uns mitzuarbeiten? Wir sind bekannt für Fortschritt und Qualität!

Wir suchen einen

## **Elektronik-Ingenieur**

der den Service von Metz-Geräten technisch betreut. Dazu gehört die Konzeption und Erstellung von Service-Schriften sowie Bedienungsanleitungen und die regelmäßige Information der Kundendienststellen über Service-Probleme. Zu dem Aufgabengebiet gehört ferner der gelegentliche Kontakt mit Service-Technikern, um diese über technische Fragen zu beraten. Für die Druckschriften sollten Sie die Fähigkeit haben, die Technik allgemein verständlich darzustellen.

Wir suchen ferner

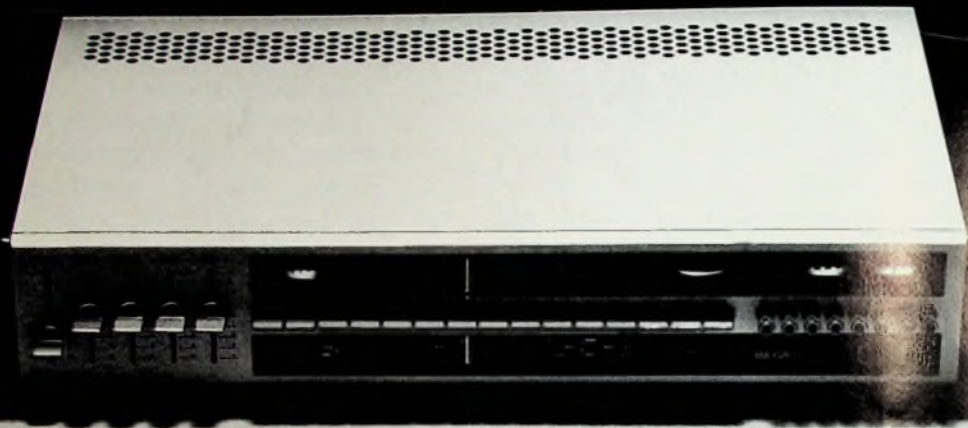
## **Elektronik-Ingenieure**

die in unseren modernen Werken sowohl in den Entwicklungslabors als auch in der Fertigung interessante, selbständige und gut bezahlte Positionen finden.

Bitte schicken Sie uns Ihre Bewerbung oder rufen Sie uns an. Wir vereinbaren dann ein Gespräch mit Ihnen.

**METZ-Apparatewerke 851 Fürth/Bay., Postfach 84, Tel. (0911) 7831**

The Metz logo is a stylized, italicized script font. It is positioned on a dark horizontal bar that spans across the right side of the advertisement. To the right of the logo, there are vertical lines of varying lengths, suggesting a technical or electronic theme.



Das Maß aller Klänge!

Der neue 180-Watt-Receiver  
WEGA hiFi 3121

Wega steht bei Fachleuten in dem Ruf, mit neuen High-Fidelity-Bausteinen neue Maßstäbe zu setzen. Weil Wega zu den wenigen Herstellern gehört, die für kompromißlos fortschrittliche Technik bekannt sind.

Der neue Receiver Wega hiFi 3121 ist dafür ein Beispiel. Er bringt eine Verstärkerleistung, die in jedem Falle ausreicht ( $2 \times 65$  Watt Sinus-Dauerton). Bei einem minimalen Klirrfaktor (kleiner als 0,1%). Und für alle hochqualifizierten Lautsprecher (er bietet seine Nennleistung bei einer Impedanz von 8 Ohm).

Außerdem beweist Wega hiFi 3121, daß Programmtasten und Spitzenwerte in den Empfangseigenschaften heute sehr wohl miteinander vereinbar sind. Wega hat dieses Problem gelöst. Mit fortschrittlicher Schaltungstechnik. Mit professionellen Baugruppen. Es gibt jetzt also keinen Grund mehr, bei einem HiFi-Receiver auf FM-Programmtasten zu verzichten.

Ein weiterer Vorteil: Wega hiFi 3121 ist zukunftssicher. Denn alle neuen Geräte aus dem Wega system 3000 sind für Quadrophonie vorbereitet.

**WEGA**

Die Technik hält,  
was die Form verspricht.

E.-Thrlmann-Str. 56

62086