

BERLIN

# FUNK- TECHNIK

A 3109 D

8

1963 +

2. APRILHEFT

mit FT-Sammlung

2. APRILHEFT 1963

**Rund 155 000 neue Fernsehsehteilnehmer im Februar 1963**  
Im Februar dieses Jahres haben sich 155 280 neue Fernsehsehteilnehmer angemeldet, wodurch die Gesamtzahl in der Bundesrepublik (einschließlich West-Berlins) auf 7 534 167 stieg. Der Zugang war damit zwar um 5,3% niedriger als im Februar 1962 (164 066 neue Teilnehmer), jedoch müssen die zunehmenden Ersatzkäufe berücksichtigt werden, die sich nicht in der Teilnehmerstatistik niederschlagen. Der Absatz von Fernsehgeräten dürfte daher über dem des Vorjahres liegen.

### Fernsehsendungen während der Hannover-Messe

Auch in diesem Jahr wird der Fernsehindustrie wieder Gelegenheit gegeben, während der Hannover-Messe ihre Geräte gänztig im Betrieb vorzuführen. Im Anschluß an die Morgensendung (10.00 bis 13.00 Uhr) sendet der NDR für das Erste Programm Filme bis zum Beginn des Nachmittagsprogramms. Das Zweite Deutsche Fernsehen hat zugesagt, für die Dauer der Messe ein ganztägiges Filmprogramm auf UHF auszustrahlen.

### Elac übernimmt Vertrieb von Fisher-Verstärkern und Tunern

Die Interessen der amerikanischen Firma Fisher Radio Corporation die zu den führenden Herstellern von Hi-Fi-Verstärkern und Tunern in den USA gehört, werden im Bundesgebiet jetzt von der Elac wahrgenommen. Die Elac hat den Vertrieb für Westdeutschland übernommen und stellt dafür ein dichtes Netz von Vertretungen und Kundendienstwerkstätten zur Verfügung.

### Neuer Produktionsbereich der Braun AG

Als erste Ergebnisse eines neuen Produktionsbereiches hat Braun jetzt elektronische Meßgeräte für besonders schwierige Temperaturmessungen vorgestellt. Die Braun AG, die bisher nur tech-

nische Konsumgüter produzierte, will auf dem Gebiet der Meß- und Regietechnik nach Angaben ihres Vorstandsmitgliedes und Technischen Direktors K. Buresch vor allem schwierige Probleme der Temperaturmessung lösen. Alle Meßgeräte werden bei der neuen Tochtergesellschaft Braun Electronic GmbH in Waldkirch (Breisgau) entwickelt und produziert. Diese Gesellschaft entstand aus der Allgemeinen Apparatebau GmbH (AAP), die von der Braun AG übernommen und deren Kapital um 80 000 DM auf 100 000 DM erhöht wurde.

### Philips-Filliale unter neuer Leitung

Die Leitung der Filiale Hamburg der Deutschen Philips GmbH übernahm kürzlich der bisherige Direktor der Filiale Essen, Rudolf Schulz, als Nachfolger von Direktor Erich Knothe, der demnächst die Altersgrenze erreicht. Mit der Leitung der Filiale Essen wurde Adolf Jansen beauftragt. Jansen gehört seit 1949 der Firma Philips an und war zuletzt als Verkaufsleiter und stellvertretender Filialeleiter in Bielefeld tätig.

Joachim Wolfgang Röhm wurde Nachfolger des bisherigen Leiters der Filiale Dortmund, Fritz Walger, der bei den Philips-Fabriken in Aachen ein neues Aufgabengebiet übernahm.

### Personliches

#### P. J. M. Carati 25 Jahre bei Philips

Am 29. März 1963 beging P. J. M. Carati, Geschäftsführer der Allgemeinen Deutschen Philips Industrie GmbH (Allidphi), Hamburg, sein 25-jähriges Dienstjubiläum. Er ist innerhalb der Geschäftsführung des Unternehmens für die Bereiche Finanzen und Administration verantwortlich.

#### Prof. Dr. A. Karolus 70 Jahre alt

Der Physiker und Fernsehplaner Prof. Dr. August

Karolus vollendete kürzlich in Zollikon bei Zürich sein 70. Lebensjahr. Schon frühzeitig beschäftigte er sich mit der telegrafischen Bild- und Fernsehübertragung, und seine Entwicklungen und Vorschläge haben später auch den Übergang zum elektronischen Fernsehen maßgeblich beeinflusst.

In den zwanziger Jahren entstand in Zusammenarbeit mit Telefunken und später mit Siemens & Halske das Bildtelegrafiesystem Telefunken-Karolus-Siemens bei dem ebenso wie beim mechanischen Fernsehen die von Karolus entwickelte Kerr-Zelle zur trägheitslosen Steuerung von Lichtströmen eine entscheidende Rolle spielte. Für Kurzzeit- und viele andere Messungen ist sie auch heute noch ein unentbehrliches Hilfsmittel. Nach dem 2. Weltkrieg befaßte sich Prof. Karolus unter anderem auch mit Problemen der magnetischen Bildaufzeichnung.

#### Prof. Dr. K. E. Mössner 60 Jahre alt

Prof. Dr. Dr. Karl Eugen Mössner, seit 1951 Vorstandsmitglied der Deutschen Messe- und Ausstellungs-AG, Hannover, vollendete am 28. März sein 60. Lebensjahr. Mit seiner Dynamik und seinem Grundprinzip das Messwesen stets im gesamtwirtschaftlichen Zusammenhang zu sehen, hat er die Entwicklung der Hannover-Messe zum weltweiten Kontaktplatz der Wirtschaft wesentlich beeinflusst und bestimmt.

#### Kurt M. K. Zimmermann in den Ruhestand getreten

Kurt M. K. Zimmermann, Werbeleiter der Blaupunkt-Werke GmbH, ist nach 31-jähriger Dienstzeit aus gesundheitlichen Gründen in den Ruhestand getreten. Anlässlich seines Ausscheidens hat die Firma seine Verdienste - seine Werbung sowie die von ihm redigierte Hauszeitschrift „Der blaue Punkt“ sind im In- und Ausland bekannt - in besonderer Weise gewürdigt.

### Ruhiger Konjunkturverlauf auf dem Schallplattenmarkt

Der Bundesverband der Phonographischen Wirtschaft e. V., Hamburg, legte jetzt einen Bericht über den Schallplattenmarkt im Jahre 1962 vor, der an Hand von Meldungen der Mitgliedsfirmen 85,90% der Produktion, des Umsatzes und des Exportes sowie etwas weniger des Importes von einschlägigen Firmen im westdeutschen Wirtschaftsgebiet erfaßt. Darin heißt es, daß 1962 die Entwicklung auf dem Schallplattenmarkt keine Überraschungen brachte.

Der Umsatz der Singleplatte hat unter der von einer Reihe von Firmen durchgeführten Preiserhöhung kaum gelitten (30,4 Millionen 1962 gegenüber 32,0 Millionen Stück 1961). Der Trend zur 30 LP hat sich weiterhin erheblich verstärkt (5,7 Millionen Stück = 34,0 Millionen Einheiten 1962 gegenüber 4,5 Millionen Stück = 26,7 Millionen Einheiten 1961), allerdings auf Kosten der 25 LP und der EP. Die Produktion belief sich 1962 insgesamt auf 61,5 Millionen Stück = 130,8 Millionen Einheiten (stückzahlmäßig 1% und nach Einheiten gerechnet 11% mehr als 1961; Steigerung überwiegend bei 30 LP). Der Gesamtumsatz wird

mit 47,3 Millionen Stück = 91,2 Millionen Einheiten angegeben, was gegenüber dem Vorjahr stückzahlmäßig einen Rückgang von 4,3% bedeutet; in Einheiten gerechnet, ist er konstant geblieben, wertmäßig ergab sich sogar eine Steigerung von etwa 3%. Die E-Musik (erste Musik) hat einen Anteil von rund 33% am Gesamtumsatz (in anderen Ländern liegt er im Durchschnitt bei etwa 15%). Auf dem Stereo-Sektor ergab sich 1962 gegenüber dem Vorjahr eine Umsatzsteigerung von 28,3%; die Industrie hofft, den Anteil der Stereo-Platten nach weiter steigern zu können. Der Bericht, der die ruhige, aber konstante Tendenz des Schallplattengeschäfts belegt, äußert sich auch über die Aussichten für 1963 recht optimistisch.

Für die Berechnung der einzelnen Plattenarten nach Einheiten gilt folgender Schlüssel:

- Single (17 cm ø, 45 U/min, 2 Titel) = 1 Einheit
- EP (17 cm ø, 45 U/min, 4 Titel) = 2 Einheiten
- 25 LP (25 cm ø, 33 U/min) = 4 Einheiten
- 30 LP (30 cm ø, 33 U/min) = 6 Einheiten

FT-Kurznachrichten .....	238
Entwicklung und Höhepunkte des Amateurfunks .....	243
Gedanken zum Universalempfänger „Bajazzo TS 3411“ .....	244
„Revox F 36“: ein semiprofessionelles Stereo-Tonbandgerät .....	248
Die Dimensionierung von Schaltungen zur Arbeitspunkteinstellung bei Transistoren .....	251
Mehrkanal-Funkfernsteueranlage nach dem Bausteinprinzip .....	253
Ein Tonfrequenzgenerator mit Transistoren .....	257
<b>FT-SAMMLUNG</b>	
Kleines Lexikon der angewandten Transistor-Technik .....	261
Für den KW-Amateur	
2 C 39 A-Verdreifacher 432/1296 MHz und Verstärker in Gitterbasisschaltung .....	265
Anschluß von Tonbandgeräten an Fernsehempfänger .....	267
Für Werkstatt und Labor	
EM 87 als Indikator im Windungsschlußprüfgerät und Schwebungsnulanzzeiger .....	268
Vom Versuch zum Verständnis	
Die Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik .....	272
Kundendienst an Tonbandgeräten .....	277
Schallplatten für den Hi-Fi-Freund .....	281
Neue Geräte .....	282

Unser Titelbild: 60-Fuß-Parabolantenne der Antenna Systems, Inc., Hingham, Mass., für Tropo-Scatter Verbindungen. (Werkaufnahme)

Aufnahmen: Verleger, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Artler nach Angaben der Verleger, Seiten 239-242, 255, 256, 259, 260, 263, 264, 269, 271, 273, 275, 276, 283 und 284 ohne redaktionellen Teil

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde, POSTanschrift: 1 BERLIN 52, Eichborndamm 141-167, Telefon: Sammel-Nr. (0311) 49 2331, Telegrammenschrift: Funktechnik Berlin, Fernschreib-Anschluß: 01 81 632 Fachverlage bin, Chefredaktion: Wilhelm Roth, Stellvertreter: Albert Jänicke, Techn. Redakteur: Ulrich Radke, sämtlich Berlin, Chefredakteur: Werner W. Dielenbach, Berlin u. Kempten/Allgäu, Anzeigenleitung: Walter Bartsch, Cheilgraphiker: Bernhard W. Beerwirth, beide Berlin, Postcheckkonto: FUNK-TECHNIK PSchA Berlin West Nr. 2493, Bestellungen beim Verlag, bei der Post und beim Buch- und Zeitschriftenhandel. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Der Abonnementpreis gilt für zwei Hefte. Für Einzelhefte wird ein Aufschlag von 12 Pf. berechnet. Auslandspreis II, Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Leserkreis ausgenommen werden. Nachdruck - auch in fremden Sprachen - und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrofilm, Mikroform usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. - Satz: Druckhaus Tempelhof, Druck: Eisnerdruck, Berlin



# PHILIPS

## electrophone

Neuheiten  
1963/64

»Die selbständigen Plattenspieler«

**Philips Electrophon SK 71  
mit Diamant-Nadel**



Plattenspieler im modernen Polystyrol-Koffer mit leistungsfähigem Verstärker und großem, klangvollen Lautsprecher. Ausgestattet mit eingebautem Lautstärke- und Klangregler. Stereo-Mehrzweckbuchse zur Stereo-Wiedergabe. Spielt alle Schallplatten.

**Philips Electrophon SK 91  
mit Diamant-Nadel**



Moderne Konzeption: pultförmiges Unterteil als Steuergerät. Sehr großer Lautsprecher im Gehäuse-Oberteil. Getrennte Höhen- und Bassregler sowie Lautstärkeregl. Stereo-Mehrzweckbuchse für Stereo-Wiedergabe. Spielt alle Schallplatten.

**Philips Stereo-Electrophon SK 100  
mit Diamant-Nadel**



Perfekte Stereo-Anlage im modernen, formschönen Holzkoffer. Beste akustische Anpassung an alle Räumlichkeiten durch getrennte Balance- und Höhenregler sowie Bassschalter. Spielt alle Schallplatten.

**Philips Electrophon 4000  
mit Batterie-Betrieb**



Leistungsfähiges Batterie-Electrophon mit kleinen Abmessungen. Volltransistorisiert. Selbstregelnder Batterie-Motor. Spielt große und kleine Schallplatten mit erstaunlicher Klangfülle.



Fortschritt für alle

...nimm doch

# PHILIPS



# Qualität ist unsere Zukunft

prophezeite K. Matsushita, der weltbekannte Gründer der MATSUSHITA ELECTRIC, Japans größter Hersteller für elektrische Haushaltsgeräte, als er vor 40 Jahren mit der Produktion begann. Die unter der Markenbezeichnung NATIONAL in 120 Ländern bekannten und geschätzten Produkte – Fernsehempfänger, Rundfunkempfänger, Tonbandgeräte, Kühlschränke, Waschmaschinen und viele andere Haushaltsgeräte haben sich inzwischen auch auf dem europäischen Markt einen ausgezeichneten Ruf erworben. Ja, man darf feststellen, daß alle NATIONAL-Geräte dank ihrer überlegenen Technik und hochentwickelten Präzision, die auf modernsten Forschungsergebnissen beruht, verbunden mit ständiger Qualitätskontrolle, zu den führenden Erzeugnissen auf den Märkten der Welt gehören. Der erreichte, garantiert gleichbleibend hohe Leistungsstandard veranlaßt K. Matsushita die NATIONAL-Geräte jetzt auch dem deutschen Fachhandel und damit dem deutschen Käuferkreis vorzustellen.



Als Beispiel für den Qualitätsstandard der NATIONAL-Erzeugnisse stellen wir hier vor: Transistor-Tonbandgerät RO-115 mit hervorragender Tonwiedergabe. Originalgröße: 18,5 cm x 19 cm

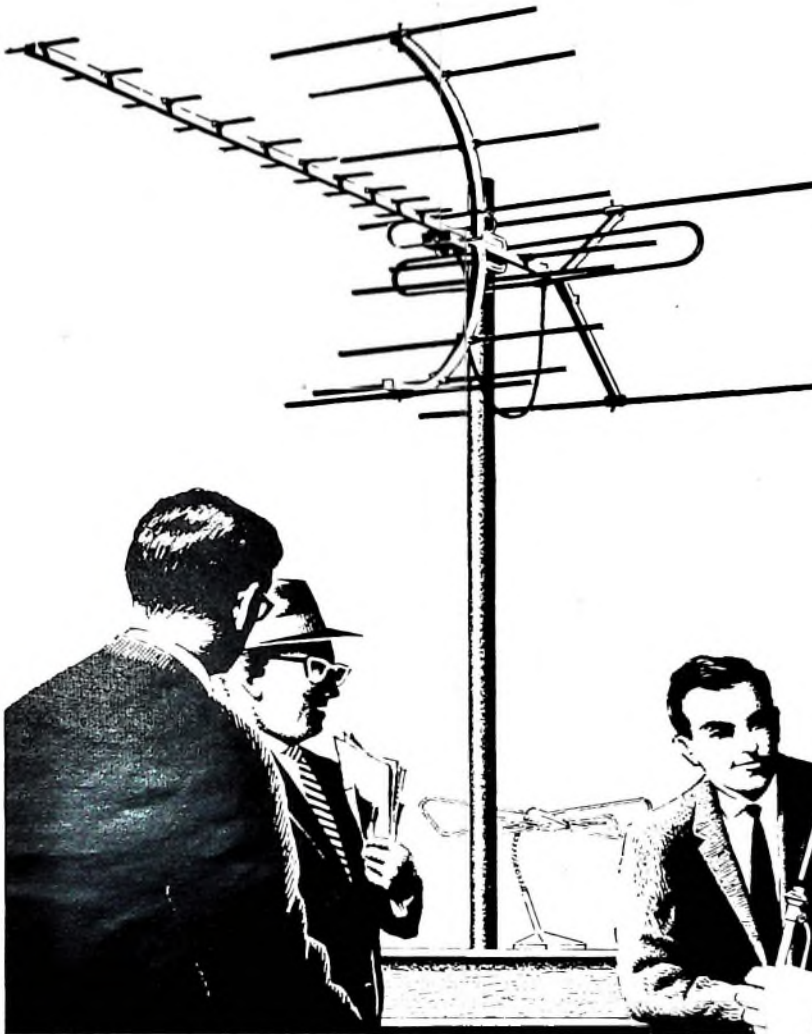
▲  
Japans größter Hersteller für Fernseh-, Rundfunk- und Elektrogeräte  
**MATSUSHITA ELECTRIC**  
JAPAN

Generalvertretung für Deutschland  
Fa. HERBERT HÜLS, Hamburg 1, Lindenstraße 15-19, Tel. 241101

HEINRICH ALLES KG, Frankfurt/M., Mannheim, Siegen, Kassel, BERRANG & CORNEHL, Dortmund, Wuppertal, Elberfeld, Bielefeld, HERBERT HÜLS, Hamburg, Lübeck, KLEINF., ERFKAMP & CO., Köln, Düsseldorf, Aachen, LEHNER & KUCHENMEISTER KG, Stuttgart, MUFAG GROSSHANDELS GMBH, Hannover, Braunschweig, WILH. NAGEL OHG, Karlsruhe, Freiburg/Brsg., Mannheim, GEBRÜDER SIE, Bremen, SCHNEIDER-OPEL, Berlin, SW-61, Wolfenbüttel, Marburg/Lahn, GEBRÜDER WEILER, Nurnberg, Bamberg, Regensburg, Würzburg, München, Augsburg, Landshut.



ELEKTRISCHE UND ELEKTRO-  
NISCHES QUALITÄTSPRODUKTE



**HANNOVER  
MESSE**

28. April - 7. Mai 1963

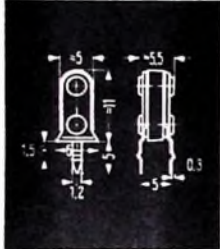
**frübr**

ANTENNENWERKE HANS KOLBE & CO.  
3202 BAD SALZDETfurTH

**informativ und aktuell mit  
interessanten Neuheiten wie  
in jedem Jahr . . . . .**

**frübr** erwartet Sie zum fachlichen  
Gespräch an folgenden Ständen:

- **HALLE 11 STAND 17**  
gesamtes Lieferprogramm
- **HALLE 15 STAND 809**  
Gemeinschaftsantennen-Zubehör
- **FREIGELANDE SÜDALLEE**  
kommerzielle Anlagen
- **HALLE 11 STAND 1513**  
Werk elektronischer Bauteile und Geräte  
Industrie-Bauteile



## Neue Selen-Stabilisatoren

In Transistorgeräten finden in immer größerem Umfang Selendioden für Stabilisierungszwecke der verschiedenen Gerätestufen Anwendung. Um den Anforderungen der gedruckten Schaltung optimal zu entsprechen, haben wir neue Ausführungsformen herausgebracht.

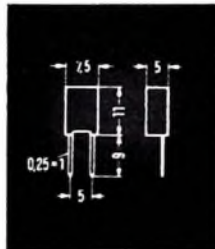
### Selen-Stabilisatoren

Typ	Tablettenzahl	Tablettengröße	Empfohlener Stabilisierungsstrom	Stabilisierungsspannung	max zulässiger Stabilisierungsstrom	Gewicht g
		cm <sup>2</sup>	mA	V	mA	
0,7 St 1	1	0,03	0,5 bis 1	0,6 bis 0,7	5	0,4
1,4 St 1	2	0,03	0,5 bis 1	1,2 bis 1,4	5	0,4
2,1 St 1	3	0,03	0,5 bis 1	1,8 bis 2,1	5	0,4
2,8 St 1	4	0,03	0,5 bis 1	2,4 bis 2,8	5	0,4
3,5 St 1	5	0,03	0,5 bis 1	3,0 bis 3,5	5	0,4
4,2 St 1	6	0,03	0,5 bis 1	3,6 bis 4,2	5	0,4

### Selen-Stabilisatoren, vergossen

0,7 St 10	1	0,15	5 bis 10	0,6 bis 0,7	35	1
1,4 St 10	2	0,15	5 bis 10	1,2 bis 1,4	25	1
2,1 St 10	3	0,15	5 bis 10	1,8 bis 2,1	20	1
2,8 St 10	4	0,15	5 bis 10	2,4 bis 2,8	15	1

162 17 4



Sie finden uns auf der Hannover-Messe 1963 Halle 13

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT  
WERNERWERK FÜR BAUELEMENTE

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

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



**FUNK-  
TECHNIK**

R. RAPCKE, DL1WA  
Ehrenpräsident des DARC

## Entwicklung und Höhepunkte des Amateurfunks

1912 wurden in den USA die ersten gesetzlichen Bestimmungen für den Funkverkehr geschaffen, aber bereits früher gab es schon Funkamateure (Marconi darf man sicher auch dazu zählen). In Deutschland wurde 1928 ein Funkgesetz erlassen, das aber kaum Möglichkeiten für die Erteilung privater Lizenzen bot. Infolge der beiden Weltkriege und der dazwischenliegenden schlechten Zeiten wurden nur wenige Einzellizenzen, meistens nur Ortsverbandslizenzen ausgeben. Immerhin waren aber bis zum Ende des 2. Weltkrieges einige hundert Lizenzen erteilt. 1949 reichte der Deutsche Amateur Radio Club über die Post und den damaligen Wirtschaftsrat das heutige Amateurfunk-Gesetz ein, das endlich Ordnung in den Funkverkehr der Amateure brachte. Jetzt begann ein beachtlicher stetiger Aufstieg. Heute gibt es mehr als 350.000 Funkamateure auf der Welt, in den USA 250.000, in Canada 10.000 und in Deutschland 7500. Der Sohn des früheren Präsidenten der USA, Herbert Hoover II, ist heute Präsident der American Radio Relay League (ARRL). Alle Länderorganisationen sind in der IARU (International Amateur Radio Union) zusammengelaßt.

1962 begann die ARRL in den USA mit dem Bau eines Verbandshauses, für das bisher 6000 USA-Amateure 75000 Dollar zusammenbrachten. Man hofft, daß der Bau bis zum Sommer dieses Jahres bezugstfertig ist und dann auch etwa ein Drittel der benötigten Bausumme durch Zeichnung aufgebracht ist. Der DARC hat bisher noch kein eigenes Heim.

1961 bauten die amerikanischen Amateure ihren ersten eigenen Satelliten „Oscar I“, der ohne öffentliche Mittel erstellt und nach dem Abschub durch eine Thor-Rakete sein Kennsignal lange Zeit auf dem 2-m-Amateurband (145 MHz) zur Übung für die Amateure abgab; „Oscar II“ hat ihn jetzt abgelöst. Geplant ist noch ein Satellit „Oscar III“, der als „Repeater“ und „Translator“ auf 144,1 MHz angerufen werden kann und auf 145,9 MHz die gespeicherten Signale wieder abgeben soll.

Die erste zweiseitige Amateur-Funkverbindung via Mond erfolgte 1962 auf 1296 MHz von Ost- nach Westamerika. Die Schweiz und Deutschland versuchen zur Zeit, auf diesem Wege eine UHF-Verbindung zwischen Europa und Nordamerika zu erreichen.

In den Jahren 1959 bis 1962 (während des Sonnenflecken-Maximums), also im Geophysikalischen Jahr und den Folgejahren, haben viele Amateure in der ganzen Welt an den Forschungsaufgaben mitgearbeitet und Resultate geliefert, die für die Wissenschaft, für die Erforschung der Ausbreitung der Funkwellen sowie zur Klärung von Nordlichterscheinungen, Vorwärtsscatter und Meteoriten-Reflexionen wertvoll waren und mit den Beobachtungen der wissenschaftlichen Institute und der Seefunker sehr gut übereinstimmen. Das Max-Planck-Institut in Lindau (Harz), Prof. Dr. Dieminger (DL6DS) und Dr. Lange-Hesse (DJ2BC) gaben den deutschen Amateuren die erforderlichen Anweisungen. Der DARC unterhält zur Koordinierung ein Referat für Amateur-Funkbeobachtungen (DJ1SB), das zu speziellen Erscheinungen auch Funkwarnungen abgab. Prof. Dr. Bartels koordinierte die Zusammenarbeit mit den Amateuren im Ausland und konnte verschiedene deutsche Amateure mit einem besonderen Diplom auszeichnen.

Infolge des jetzt eintretenden Sonnenflecken-Minimums haben zur Zeit das 10- und 15-m-Amateurband für den DX-Verkehr praktisch keine Bedeutung mehr. Dafür werden aber 20 m und 40 m für den Fernverkehr über die ganze Welt sowie 80 m für den Nahverkehr um so mehr benutzt. Viele Verbindungen (auch für mittlere Entfernungen) können jedoch heute dank der gewonnenen neuen Erkenntnisse über Polarlicht-Reflexionen auch auf dem 2-m- und 70-cm-Band erreicht werden.

Jeder Amateur ist verpflichtet, seine Station auf dem für ihn erreichbaren Stand der Technik zu halten. Man sieht immer seltener selbstgebaute, sondern vielfach kommerzielle Geräte in den Amateurstationen, die zum überwiegenden Teil aus den USA kommen, da sich dort wegen der großen Anzahl der Amateure eine entsprechende Industrie entwickeln konnte. Heute wird bereits auch recht oft der Einseitenbandbetrieb mit unterdrücktem Träger angewandt. Das Funkfernsehen, das in den USA schon seit längerer Zeit üblich ist, hat auch in Deutschland Anhänger gefunden. Amateurfernsehen ist zwar zugelassen, aber infolge der großen Kosten sind bisher nur wenige Stationen für Sende- und Empfangsbetrieb vorhanden. Zwischen England und den USA arbeiten einige Stationen mit einem von den Amateuren entwickelten Verfahren mit niedriger Zeilenzahl mittels Tonbandaufzeichnung, was zwar die Übertragungsdauer erhöht, jedoch Kosten spart. In den USA bestehen sogar schon einige Amateurstationen, die Farbfernsehbilder übermitteln.

Die Anzahl der Länder, in denen der gegenseitige „3-Traffic-Verkehr“ erlaubt ist, nimmt langsam zu. Während er in Deutschland noch verboten ist, wurde er in den USA mit Costa Rica — Honduras — Chile — Mexico jetzt zugelassen. Der Betrieb auf dem Citizens-Band nimmt in den USA stark zu. Vorschriften sind geringe Leistung und quartzgesteuerte Geräte, die bestimmten Bestimmungen entsprechen müssen. Der Telefonieverkehr mit derartigen Geräten und die UKW-Lizenz mit verschärfter technischer Prüfung, jedoch ohne Morseprüfung, dürften wohl auch in Deutschland bald eingeführt werden.

Da es auch unter den Angestellten der Fernmeldebehörden viele Funkamateure gibt, wurde beispielsweise 1962 im Gebäude der Internationalen Telegrafien-Union (ITU) in Genf eine Amateurfunkstation für die dort beschäftigten Amateure eingerichtet, die das Rufzeichen 4U1ITU hat. Der Postminister von Polen ist ebenfalls Funkamateur und hat eine besondere Amateur-Briefmarke herausgegeben. Auch in den USA soll zum 50. Jahrestag des Inkrafttretens des Amateurfunk-Gesetzes eine Sonderbriefmarke erscheinen.

Sehr viele amerikanische Staaten lassen das Amateur-Rufzeichen als Auto-Kennzeichen zu. Der Funksprechverkehr auf den Amateurbändern von Auto zu Auto oder zu anderen Stationen ist seit längerer Zeit auch in Deutschland üblich und wird viel angewendet. An den „Amateur-Field-Days“, also an Ausflügen mit der Amateurstation — besonders mit Jugendlichen —, nahmen 1962 15000 Amateure teil.

Auch der Amateur kann zur Rettung von Menschenleben beitragen. Er weiß, daß seine Technik ihm dies ermöglicht und setzt sich selbstverständlich dafür ein. Beispiele dafür sind die Flutkatastrophen in Holland (1953) und in Hamburg (1962). In Hamburg wurde eine Funkzentrale eingerichtet, die den Funkverkehr mit den im Überschwemmungsgebiet fahrenden oder ansässigen Amateurstationen unterhielt und Hilfe und Ärzte anordnete. Auf diese Weise konnten die Maßnahmen der Polizei und des DRK wesentlich unterstützt werden.

Das ist aber nur möglich, weil der Funkamateur dem Ideal der völkerverbindenden internationalen Freundschaft nachlebt. Er kennt keine Unterschiede der Rasse, der Religion und der Volkszugehörigkeit. Grenzen gibt es für ihn nicht, und selbst die Sprache bildet kaum ein Hindernis. Interessant ist dabei, daß unter den Amateuren alle Berufe vertreten sind, wenn auch der Anteil der technisch-wissenschaftlichen recht groß ist (30.. 50%). Die Liebe zur Technik und zu Ihren interessanten Aspekten wird immer dafür sorgen, daß der Amateurfunk keinen Mangel an Nachwuchs hat.

## Gedanken zum Universalempfänger „Bajazzo TS 3411“

In der Gruppe der Transistorempfänger setzt sich die Klasse der Universalempfänger für Auto, Reise und Heim immer stärker durch. Zwei Gründe sind es im wesentlichen, die für die Beliebtheit dieser Geräteklasse sprechen: Da ist einmal die immer stärker zunehmende Motorisierung, mit der gleichzeitig die Anzahl derjenigen Autobesitzer ansteigt, die einen Empfänger haben möchten, der nicht nur während der Fahrt, sondern auch außerhalb des Kraftwagens verwendet werden kann. Zum anderen machte die Transistortechnik große Fortschritte. Moderne transistorisierte Empfänger stehen in der Empfangsleistung röhrenbestückten Empfängern nicht nach. Damit ist die Voraussetzung für einen dem Röhrengerät nicht nur gleichwertigen, sondern in mancher Hinsicht überlegenen Vielzweckempfänger geschaffen.

Der Universalempfänger ist nicht erst während der letzten Jahre entstanden, also in der Zeit, während der man es gelernt hatte, Transistorgeräte zu bauen. Schon sehr viel früher tauchte der Wunsch nach Geräten auf, die sowohl am Netz als auch mit der Bordbatterie im Kraftfahrzeug betrieben werden können. Nur waren solche Geräte sehr viel unhandlicher, da bei röhrenbestückten Empfängern die Stromversorgung im Gerät selbst aufwendig und bei Kraftfahrzeugbetrieb problematischer ist als bei modernen Transistorempfängern. Erst der Transistor mit seiner niedrigen Speisespannung vereinfachte den Aufwand der Stromversorgung wesentlich und beseitigte damit die Schwierigkeiten. Als Folge davon hat das Interesse am Universalempfänger erheblich zugenommen.

Im Gegensatz zum Heim- und Kofferbetrieb werden die Betriebsverhältnisse und Empfangseigenschaften des Autoempfängers durch die besonderen Bedingungen im Kraftfahrzeug bestimmt. Dieser Betrieb stellt ganz besondere Forderungen an den Aufbau und an das elektrische Konzept des Gerätes. Auf keinen Fall darf die eine Betriebsart der anderen untergeordnet werden. Schaltung und Konstruktion sind daher an die besonderen Belange aller drei Verwendungszwecke anzupassen. Mit dieser Aufgabe ist dem Entwicklungsingenieur ein neues dankbares Betätigungsfeld zugefallen. Im folgenden werden spezielle Fragen an Hand der im Universalempfänger „Bajazzo TS“ gewählten Schaltung behandelt.

### Forderungen an das Schaltungskonzept

Um die bei Autoempfang auftretenden Probleme aufzuzeigen und die an das Gerätekonzept zu stellenden Forderungen abzuleiten, soll zunächst von den Belangen des Heim- und Reiseempfängers ausgegangen werden. Die für den Reiseempfänger entscheidenden Gesichtspunkte: Unabhängigkeit von äußeren Hilfsmitteln wie Antenne und Stromquelle, Handlichkeit und bequemer Transport stehen beim Heimbetrieb nicht so im Vordergrund, aber auch nicht im Widerspruch zu den Forderungen des Kofferbetriebes. Gemeinsamkeiten beider Gerätearten sind Wirtschaftlichkeit im Betrieb, gute Klang-

eigenschaften und ansprechendes Äußeres, so daß die Kombination von Reise- und Heimbetrieb in der Auswirkung auf das Schaltungskonzept und die Gestaltung des Gerätes keine Schwierigkeiten bereitet und ohne weiteres realisierbar ist.

Was ist bei Autoempfang zusätzlich zu beachten? Beim Reiseempfänger gewährleisten die eingebauten Antennen (Ferritantenne für Mittel- und Langwellenempfang und der Teleskopstab für den UKW- und Kurzwellenbereich) gute Empfangseigenschaften. Werden dagegen die gleichen Antennen zum Empfang im Innern des Kraftfahrzeugs verwendet, so ist je nach Anordnung des Gerätes im Wagen eine wesentliche Minderung der Empfangsleistung festzustellen. Die Karosserie des Wagens wirkt wie ein Faradayscher Käfig, der das Nutzfeld der Sender abschirmt, während die im Kraftfahrzeug durch die elektrische Anlage verursachten Störungen auf den Empfängereingang unmittelbar einwirken können. Die Verschlechterung des Nutz-Stör-Verhältnisses läßt nur den Empfang starker, mit großer Feldstärke einfallender Sender zu und macht eine störungsfreie Wiedergabe von entfernteren Stationen unmöglich. Aus diesem Grund sind besondere Schaltungsmaßnahmen für den Autobetrieb notwendig.

Der Anschluß des Gerätes an eine außerhalb des Wagens angebrachte Autoantenne löst das Problem zwar für den UKW-Empfang, im Mittelwellenbereich läßt sich die sehr kurze Autoantenne an den Eingang unter Beibehaltung des Ferritstabes als Eingangskreis nicht anpassen. Außerdem ist der Ferritstab nach wie vor als Antenne wirksam und durch Storfelder beeinflussbar. Die erste Forderung, die an einen Empfänger für den Autobetrieb zu stellen ist, lautet daher:

Anpassung der Autoantenne an den Empfängereingang bei gleichzeitiger Abschaltung der eingebauten Ferritantenne.

Auf welche Weise die insbesondere im Mittelwellenbereich schwierigen Anpassungsprobleme bei dem Gerät „Bajazzo TS“ gelöst wurden, wird noch beschrieben.

Bei Heimbetrieb ist in der Aussteuerung des Endverstärkers eine ausreichende Reserve in den Modulationsspitzen angebracht. Aus diesem Grund ist die volle Ausgangsleistung, wie sie im Kraftfahrzeug benötigt wird, auch bei Kofferbetrieb beibehalten worden. Fast immer ist aber die Lautstärke, die man für eine gute Verständlichkeit im Wohnraum benötigt, verhältnismäßig gering. Je nach dem vorhandenen äußeren Geräuschpegel wird man mit Ausgangsleistungen von 50 bis 300 mW auskommen. Im Kraftfahrzeug muß dieser Pegel wegen des starken Fahrgeräusches bedeutend größer sein, so daß von einem Autoempfänger sehr viel größere Sprechleistungen verlangt werden müssen. Damit steigt aber auch die Stromaufnahme. Es ist daher mit Rücksicht auf die Lebensdauer der Gerätebatterien die Stromversorgung aus der Fahrzeugbatterie angebracht. Dieser Wunsch ist allgemein leicht zu erfüllen, da die Gesamtspannungen der eingebauten Batte-

rien und diejenige der Bordbatterie nicht stark voneinander abweichen. Größere Abweichungen (12-V-Autobatterie) lassen sich durch verhältnismäßig geringen Aufwand an die Betriebsspannung des Gerätes anpassen. Daraus ergibt sich die zweite Forderung für den Betrieb eines Universalgerätes im Kraftfahrzeug:

Die im Gerät eingebaute Batterie muß zugunsten einer 6- oder 12-V-Autobatterie abgeschaltet werden können.

Diese Forderung wirft eine Reihe weiterer Probleme auf, die im einzelnen behandelt werden sollen.

Im Gegensatz zu der bei Kofferbetrieb verwendeten Trockenbatterie, deren Spannung über einen verhältnismäßig großen Zeitraum konstant bleibt und nur allmählich mit der Betriebszeit abfällt, kann die Betriebsspannung einer 6-V-Autobatterie je nach dem Zustand der Stromquelle und der momentanen Belastung (Anlassen Bremsen und Änderung der Fahrgeschwindigkeit) zwischen 5,5 V und 7,5 V schwanken. Diese kurzfristigen Spannungsänderungen wirken sich nachteilig auf die Frequenzkonstanz der Oszillatoren aus. Während die Beeinflussung des Mittel- und Langwellenoszillators gering ist und die Verstimmung des Kurzwellenbereiches durch geeignete Dimensionierung der Oszillatorstufe auf ein im praktischen Betrieb unbedeutendes Maß vermindert werden kann, wird die Frequenzverstimmung des UKW-Oszillators so stark sein, daß besondere Maßnahmen getroffen werden müssen, um ein „Weglaufen“ des eingestellten Senders zu verhindern.

Mit der Speisespannung ändern sich Collectorstrom und Collectorspannung des Transistors. Beide Großen beeinflussen die Collector-Basis-Kapazität, die Diffusionskapazität und die Steilheit des Transistors und verändern dadurch die Oszillatorfrequenz. Den Hauptanteil an der Frequenzverstimmung hat die Collector-Basis-Kapazität, da sie einen Teil der Kapazität des frequenzbestimmenden Oszillatorkreises darstellt. Sie nimmt mit wachsender Collectorspannung ab und mit sinkender Spannung zu. Entsprechend ergibt eine steigende Collectorspannung eine höhere und eine sinkende Collectorspannung eine kleinere Oszillatorfrequenz.

Die Abhängigkeit der Oszillatorfrequenz von der Speisespannung ist meßtechnisch leicht nachzuweisen. Mit der üblichen Dimensionierung in der selbstschwingenden UKW-Mischschaltung ist die Änderung der Oszillatorfrequenz bei 1 V Spannungsänderung etwa 60 kHz (Bild 1, Kurve a). Diese Abweichung ist bei den im Kraftfahrzeug auftretenden Spannungsschwankungen zu groß. Als Konsequenz ergibt sich daraus:

Die Speisespannung für das UKW-Mischteil muß stabilisiert sein.

Ein möglicher Weg hierzu wäre, daß die Gerätebatterie allein zur Versorgung der Mischstufe angeschlossen bleibt. Durch diese recht einfache Maßnahme wird also bei Spannungsänderungen der Bordbatterie die Spannung des Mischteils nicht beeinflusst. Dem Vorteil der naheliegenden





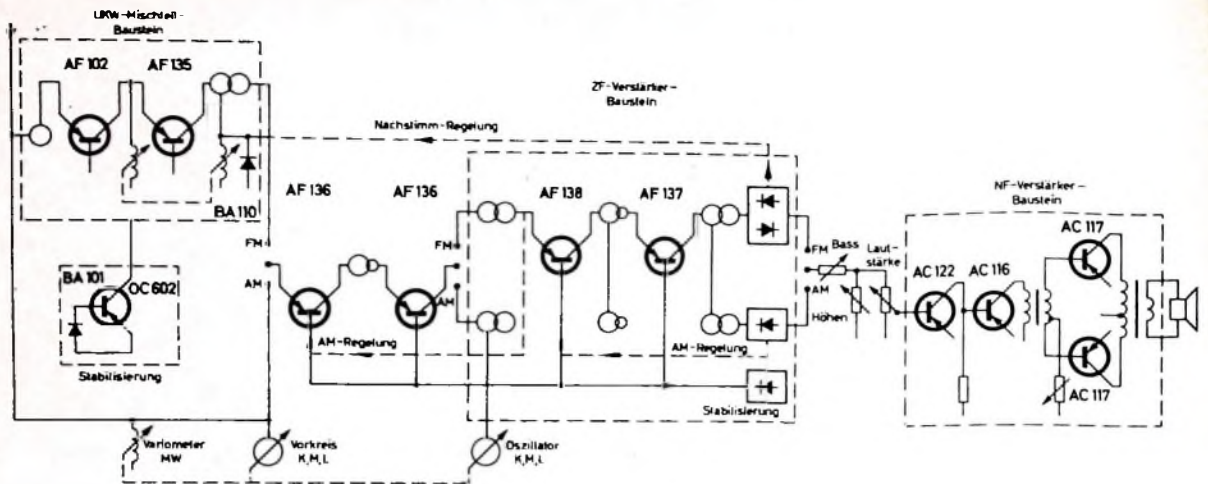


Bild 7. Prinzipschaltung des Universalempfängers „Bajazzo TS“

Bei der Betrachtung der Nachstimmautomatik sind bereits die besonderen Empfangsverhältnisse im Kraftfahrzeug angedeutet worden. Im Gegensatz zum stationären Kofferbetrieb treten im Kraftfahrzeug, bedingt durch den dauernden Ortswechsel Feldstärkeschwankungen auf, die ein vom üblichen Kofferbetrieb abweichendes Schaltungskonzept erfordern, um insbesondere die bei UKW-Empfang störenden Flattererscheinungen zu unterdrücken. Dazu ist es notwendig, daß der Empfänger bei UKW gute Begrenzerwirkung und auf den AM-Bereichen gute Regeleigenschaften aufweist. Voraussetzung für beide Forderungen ist eine hohe Gesamtverstärkung. Abweichend von den Standardkonzepten bei Koffergeräten, hat der „Bajazzo TS“ eine zusätzliche ZF-Stufe bei FM, die bei AM-Empfang als aperiodische Vorstufe geschaltet ist (Bild 7). Zur Verbesserung der Regeleigenschaften des Empfängers wird die Vorstufe mitgeregelt. Die hierfür benötigte Regelleistung wird aus dem Emittor der Regelstufe gewonnen. Die Regelkurven des HF- und ZF-Verstärker-teils, bezogen auf die Eingangsspannung der einzelnen Verstärkerstufen, gibt Bild 8 wieder.

Bild 8 Regelkurven des HF- und ZF-Verstärkers. Zusammenhang zwischen Demodulator-Ausgangsspannung und der am Eingang der Verstärkerstufen liegenden Spannung

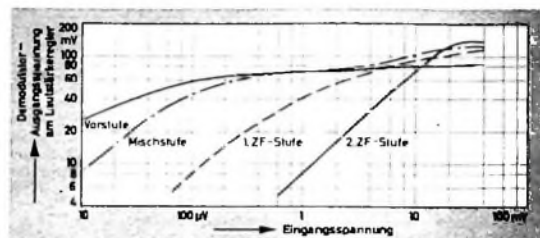
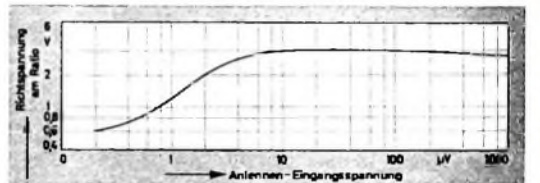


Bild 9 Begrenzerkurve für UKW. Zusammenhang zwischen Richtspannung am Ratiodektor und der Antennen-Eingangsspannung.  $f_c = 95 \text{ MHz}$



Wie aus der Begrenzerkurve des UKW-Teiles im Bild 9 zu erkennen ist, wird bei  $0,7 \mu\text{V}$  Eingangsspannung am Mischteil 1 V Richtspannung am Ratiodektor erzeugt. Bei dieser Richtspannung ist die Unterdrückung des Ratiodektors bereits voll wirksam. Aus der Begrenzerkurve geht außerdem die Wirksamkeit der Begrenzung hervor, die bei  $4 \mu\text{V}$  einsetzt. Von dieser Eingangsspannung ab bleibt die Ausgangsspannung konstant. Durch Feldstärkeschwankungen bedingte Eingangsspannungsänderungen haben auf das Empfangsergebnis keinen Einfluß. Das als wesentliches Qualitätsmerkmal für einen Universalempfänger wichtige Regel- und Begrenzerverhalten wird durch die Kurven gut veranschaulicht. Diese vorteilhaften Eigenschaften kommen auch dem Kofferbetrieb zugute.

**Anpassungsprobleme**

Während bei UKW die Anpassung der Autoantenne an den Eingangskreis des Mischteils keine Schwierigkeiten bereitet, da sowohl die Autoantenne als auch die bei Kofferbetrieb benutzten Teleskopantennen in ihren Charakteristiken sehr ähnlich sind, ist bei Mittelwelle eine opti-

male Anpassung der Autoantenne an den Eingangskreis bei Beibehaltung der Drehkondensatorabstimmung nicht möglich. Die Autoantenne stellt im Mittelwellenbereich eine Kapazität dar, die etwa bei  $65 \text{ pF}$  liegt, wobei ungefähr  $45 \text{ pF}$  allein auf die Kabelkapazität entfallen. Die Antenne selbst mit etwa  $20 \text{ pF}$  ist sehr hochohmig. Zur Erzielung eines guten Eingangswertes ist es notwendig, die Antenne in den Eingangskreis einzustimmen. Aus diesem Grund wurden beim „Bajazzo TS“ im Mittelwellenbereich der Drehkondensator und die Ferritantenne durch eine Induktivitätsabstimmung ersetzt. Im Gegensatz zur Drehkondensatorabstimmung liefert die Variometerschaltung einen höheren und über den Bereich konstanten Eingangswert. Für hochohmige Antennen ist sie die optimale Eingangsschaltung.

In der praktischen Ausführung ist der Mittelwellen-Eingangskreis bei Autobetrieb als  $\pi$ -Glieder mit der Induktivität im Längszweig geschaltet. Die Spannung wird über den Fußpunkt-kondensator  $2200 \text{ pF}$  an die Basis des Vorstufentransistors geführt. Aus Bild 10 geht die Tiefpaßwirkung der Schaltung hervor, die eine günstige Weitabselektion bei den hohen Frequenzen ergibt.

Unterschiede in den Antennenkapazitäten werden mit einem Trimmer in der Autohalterung ausgeglichen. Streuungen der Schaltkapazitäten im Gerät und Induktivitätsstreuungen der Variometerspule korrigiert ein Trimmer, der im Gerät am Variometerzugang liegt.

Für den Oszillator wird auch bei Autobetrieb die Drehkoabstimmung beibehalten. Um Gleichlauf zwischen dem Drehkondensatorpaket und dem Variometer zu erhalten, bilden diese beiden Bauteile eine Einheit. Die Drehkondensatorwelle trägt auf ihrer rückseitigen Verlängerung eine Kurvenscheibe, die den Variometerkern entsprechend dem durch das Oszillatorkapazitätverlauf steuert. Es ist nicht schwierig, die Toleranzen für Spulenkörper und Variometerkerne so festzulegen, daß die Gleichlaufgenauigkeit derjenigen bei Drehkondensatorabstimmung nicht nachsteht.

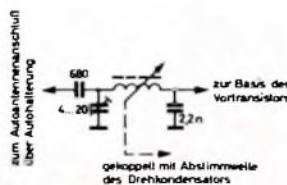


Bild 10. Variometer-Eingangsschaltung

Im Gegensatz zum reinen Autoempfänger, der im allgemeinen mit einem Blechgehäuse völlig abgekapselt ist, hat der Universalempfänger Rücksicht auf den Kofferbetrieb zu nehmen. Wegen des Empfanges über die Ferritantenne ist hier eine Abkapselung nicht möglich. Es besteht daher die Gefahr, daß Motorstörungen und Störungen, die durch Leitungen zum Blinker und Scheinwischer verursacht werden, in den Empfangereingang gelangen. Diesen Störungen muß man durch sorgfältig abgeschirmten Aufbau der Eingangskreise begegnen. So sind beim „Bajazzo TS“ die Eingangskreise bei MW und LW durch Ferritrohre beziehungsweise Kappenkerne zur Verringerung des Streufeldes und der Störaufnahme abgeschirmt.

#### Wiedergabequalität

Bei Hörvergleichversuchen in Wohnräumen, im Freien und im Auto ist der klangliche Unterschied in der Wiedergabe auffällig. Beschaffenheit, Form und Dämpfungsverhältnisse des Kraftfahrzeuginneren beeinflussen den Klangeindruck. Die Festlegung der Wiedergabequalität bei einem Universalempfänger ist unter Berücksichtigung dieser Einflüsse sehr viel schwieriger als bei einem Heimgerät, dessen akustische Umgebung einfacher zu erfassen ist. Sorgfältige und langwierige Erprobungen unter den verschiedensten Betriebsbedingungen gehen der Festlegung der Wiedergabeeigenschaften des Empfängers voraus.

Beim Kraftfahrzeugbetrieb ist festzustellen, daß der recht hohe Störpegel im Innern des Fahrzeuges, der durch Motorgeräusch, Getriebe-, Ventilator- und Fahrgeräusche gebildet wird, Verdeckungseffekte verursacht. Diese Geräusche liegen zum größten Teil im tiefen Tonfrequenzbereich und beeinträchtigen insbesondere die Wiedergabe der tiefen Frequenzen. Für eine bessere Verständlichkeit der Darbietung ist es vorteilhaft, die höheren Frequenzen zu bevorzugen. Frequenzgang des NF-Verstärkers und Schalldruckkurve des Lautsprechers sind beim „Bajazzo TS“ so aufeinander abgestimmt, daß eine gute Anpassung an die Wiedergabeverhältnisse im Wagen erreicht wird. In den meisten Fällen wird man mit dem eingehauten Gerätelautsprecher auch im Kraftfahrzeug auskommen. Die verhältnismäßig große Sprechleistung von 2,3 W und der hohe akustische Wirkungsgrad des Lautsprechers mit 11 000 Gauss Luftspaltinduktion schaffen hierfür die Voraussetzung. Für weitere Ansprüche ist die Möglichkeit gegeben, einen Lautsprecher im Armaturenbrett oder im Fond des Wagens zu betreiben. Die Umschaltung auf den Wagenlautsprecher geschieht dann automatisch beim Einschleiben des Gerätes in die Autohalterung. Zur individuellen Anpassung an die Wagenakustik läßt sich der Frequenzgang in weiten Grenzen durch getrennte Höhen- und Tiefenregler beeinflussen.

Im Heim liegen dagegen andere Wiedergabeverhältnisse vor. Hier ist ein in den Tiefen und Höhen ausgewogenes Klangbild erwünscht. Dieses Klangbild wird erreicht durch die Wirkungsweise der physiologischen Lautstärkeregelung, die bei mittleren und kleineren Lautstärken (Zimmerlautstärke) die Baßfrequenzen anhebt. An der Anzapfung des Lautstärkereglers wird außerdem ein vom Hochpunkt zur Anzapfung geschalteter Kondensator wirksam, der die Höhen anhebt und die Wiedergabe der Ohrempfindlichkeit anpaßt.

#### Autohalterung

Die Autohalterung läßt sich mit geringem Montageaufwand unterhalb des Armaturenbrettes befestigen. An der Anschlußleiste liegen die Anschlüsse für die Autobatterie und für die Steuerleitung einer Automatik-Antenne, während Autoantenne und Wagenlautsprecher über Buchsen mit der Autohalterung verbunden werden. Beim Einschleiben des Gerätes in die Autohalterung werden selbsttätig die Wagenbatterie, die Autoantenne und – wenn gewünscht – der Wagenlautsprecher angeschlossen. Ein in die Autohalterung eingebauter Spannungsteiler setzt beim Anschluß an eine 12-V-Bordbatterie die Spannung auf 6 V herunter. Die Spannungszuführung zum Gerät ist hochfrequenzmäßig verriegelt, so daß von der Stromquelle keine Störungen in das Gerät gelangen können.

#### Aufbau und Service

Remerkenswert ist die Aufgliederung des Gerätes in einzelne Baugruppen. Der in den letzten Jahren bei Telefunken eingeschlagene Weg durch Zusammenfassen von Bauelementen zu Baugruppen einen besseren Service und eine rationelle Fertigung zu erreichen, wurde bei diesem Gerät folgerichtig weiterbeschritten. So ist nach dem Bausteinprinzip der dreistufige ZF-Verstärker als Baueinheit ausgeführt worden. Dieses Teil ist eine in sich geschlossene funktionsfähige Einheit, die vor dem Einbau in das Gerät abgeglichen und geprüft wird. Während die beiden letzten Stufen mit den beiden Transistoren AF 138 und AF 137 bestückt sind, bildet der Primärkreis des ersten Bandfilters den Eingang des Verstärkers. Der hierfür verwendete Transistor AF 136 arbeitet bei AM als selbstschwingender Mischer und bei FM als ZF-Verstärker. Dazu ist es notwendig, den Transistor an allen drei Elektroden umzuschalten. Dieser Transistor ist deshalb nicht im Baustein untergebracht, sondern wird unmittelbar an die Schalterkontakte auf dem Tastenschalter angeschlossen. Zum Abgleich der ZF-Baueinheit im Prüffeld ist der Eingang des Verstärkers mit den Betriebsdaten des Transistors zu belasten oder die Betriebslast durch Widerstände und Kondensatoren nachzubilden. Der Abgleich erfolgt durch Wobblen mit Sichtgerät, indem die Durchlaßkurve eines ZF-Verstärker-Normals zum Vergleich elektronisch eingeblendet wird.

Als Leitungsträger der in gedruckter Technik ausgeführten Baugruppe ist nicht wie sonst üblich Hartpapier, sondern Polyprint verwendet worden, das sich gegenüber dem Hartpapier durch einen wesentlich kleineren Temperaturkoeffizienten und durch einen erheblich niedrigeren Verlustfaktor auszeichnet. Ein Vorteil, der es erlaubt, die hohen Güteverhältnisse der ZF-Spulen in der Schaltung voll auszunutzen. Durch Wahl geeigneter Drahtsorten und Kernmaterialien wurden Güten von 150 für die mit Ferritkappen versehenen AM-Spulen und 160 für die FM-Spulen erreicht.

In der Polyprintplatte sind versilberte Messingstifte eingezogen, die die Verbindung mit der Gerätechassisplatte herstellen. Das Stiftpmaterial ist so gewählt, daß jeder Stift nach dem Lösen der Lötverbindung einzeln zur Seite weggebogen werden kann, wenn es erforderlich sein sollte, den ZF-Verstärker für Reparaturarbeiten herauszunehmen. Wie servicefreundlich die Baugruppe aufgebaut ist,

zeigen die Details: Die Abschirmtöpfe sind nicht wie sonst üblich mit der Chassisplatte verkrampft oder verlötet, sondern der Massekontakt für die Abschirmung wird über je zwei in die Trägerplatte eingesetzte Gabelfedern hergestellt, so daß die Töpfe nur abgezogen zu werden brauchen. Dadurch ist eine wenig Zeit raubende Kontrolle und Reparatur des Bausteins möglich. Da nach Abnehmen der Töpfe alle Bauelemente gut zugänglich sind, wird ein Herauslöten des gesamten Bausteins aus der Chassisplatte nur in Ausnahmefällen erforderlich sein.

Das UKW-Mischteil ist ebenfalls eine funktionsfähige Einheit und in Bausteintechnik ausgeführt. Die bewährte Variometerabstimmung des im Gerät „Fillus“ verwendeten Mischteils wurde übernommen und die Schaltung für eine Nachstimmsteuerung des Oszillators mittels der Diode BA 110 erweitert. Polyprint als Trägermaterial für die gedruckte Schaltung sichert auch hier eine gleichmäßige und hohe Qualität des Verstärker-Aggregates.

Als dritter Baustein ist schließlich der NF-Verstärker zu nennen, der mit dem Lautsprecher gemeinsam eine Einheit bildet und ebenfalls vorgefertigt und geprüft werden kann. Die Versorgungsleitungen vom NF-Teil zur HF-Chassisplatte des Gerätes werden durch Steckerverbindungen hergestellt, so daß beim Ausbau des NF-Verstärkers und des Gerätechassis keine Leitungen abgelötet zu werden brauchen.

Der Vorteil der Bausteintechnik liegt nicht allein in der rationellen Fertigungsweise und in der Vereinfachung des Service, sondern durch Vorprüfen und Kontrolle der Gruppen wird eine verschärfte Auslese jeder Funktionseinheit des Empfängers sichergestellt. Damit ist gewährleistet, daß die elektrischen Eigenschaften des gesamten Gerätes geringen Fertigungsstreuungen unterliegen und der Empfänger eine hohe und gleichbleibende Güte aufweist.

## ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Aprilheft unter anderem folgende Beiträge

Der Übersteuerungsfeste Impulverstärker nach Fairstein

Ein elektronisch gesteuertes Programmschaltgerät mit hoher Schaltzeitgenauigkeit

Ein Simultan-Korrelator

Ein Gerät zur Bestimmung der Auflösungszeit von Zählarrangements mit Geiger-Müller-Zählröhren

Biox-Speicherbauelement für zerschlundfreies Lesen

VI<sup>e</sup> Salon International des Composants Electroniques

Referate: Angewandte Elektronik: Aus Industrie und Wirtschaft: Neue Bücher: Neue Erzeugnisse Industrie-Druckschriften

Format DIN A 4: monatlich ein Heft  
Preis im Abonnement 3 DM, Einzelheft 3,50 DM

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

VERLAG FÜR  
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH  
BERLIN-BORSIGWALDE

# »Revox F 36«, ein semiprofessionelles Stereo-Tonbandgerät

## 1. Einleitung

Wer den Tonbandgerätemarkt interessiert beobachtet hat, dem wird aufgefallen sein, daß das Angebot in einer bestimmten Geräteklasse – zumindest auf dem europäischen Kontinent – sehr gering ist. Gemeint sind hier Geräte, die sowohl qualitativ als auch preislich zwischen den Amateur- und den ausgesprochenen Studiogeräten liegen und für Interessenten gedacht sind, die einerseits Anforderungen stellen, denen normale Amateurgeräte nicht mehr entsprechen können, andererseits aber nicht in der Lage sind, den notwendigerweise hohen Preis eines Studiogerätes zu bezahlen. Besonders in Deutschland ist das in die genannte Gruppe gehörende Tonbandgerät „Re-



Bild 1. Das Tonbandgerät „Revox F 36“

vox 36“ recht unbekannt geblieben, im Gegensatz zum Studio-Tonbandgerät „Studer C 37“ derselben Schweizer Herstellerfirma.

Die Bauform „Revox 36“ wird seit 1956 hergestellt, und das Erscheinen des Typs „F 36“ (Bild 1) ist der Anlaß dieses Referates.

## 2. Das Laufwerk

Es wurde die klassische Grundkonzeption des 3-Motoren-Antriebes gewählt, bei der die beiden Bandspulen jeweils von einem Wickelmotor angetrieben werden, während der Capstan-(Tonwellen-)Motor nur die Aufgabe hat, das Band mit konstanter Geschwindigkeit zu transportieren.

Die Eigenheiten und Vorzüge dieser Antriebsart sind so häufig beschrieben worden, daß sich hier eine nähere Erörterung erübrigt.

Im „Revox F 36“ werden speziell für ihren Verwendungszweck entwickelte Außenläufermotoren von Papst verwendet. Die beiden Wickelmotoren sind nutzenlose Rohläufer, deren Eigenart darin besteht, auch im gebremsten Zustand absolut ohne Polrucken zu laufen. Dadurch kann die Bremsung der jeweils gezogenen Bandspule durch ein Gegendrehmoment erfolgen. Das hohe Anlaufdrehmoment dieser Motoren bewirkt, daß auch im ungünstigsten Anlaufall, wenn also der angetriebene Bandwickel nahezu seinen Maximal-

durchmesser hat, die Umspulgeschwindigkeit in 2–3 s erreicht wird.

Die Umspulzeit für 1000 m Band ist etwa 1,5 min. Die Spulenaufnahmen sind für 25-cm-Bandspulen eingerichtet, die 1000 m Langspielband fassen.

Besonderes Augenmerk wurde auf eine stabile Konstruktion des Capstan-Antriebes gerichtet. Wie die Schnittzeichnung im Bild 2 zeigt, treibt der Motor über eine schlupffreie Gummikupplung eine dynamisch ausgewuchtete Schwungmasse, deren Achse noch einmal in einem reichlich dimensionierten Sintermetall-Lager mit einem Spiel von maximal 0,004 mm geführt wird. Diese aus der Studientechnik übernommene Anordnung hat folgende Vorteile: Das aus Schwungscheibe und Gum-

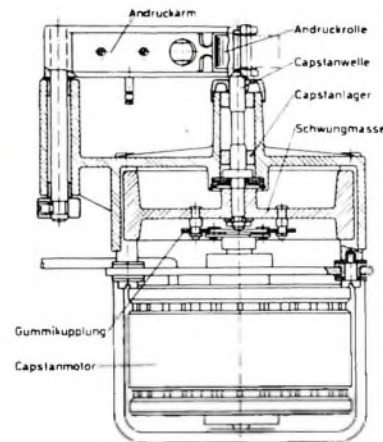


Bild 2. Schnittzeichnung des Tonwellenantriebes

mikupplung gebildete Feder-Masse-System wirkt als mechanischer Tiefpass, der die letzten Laufungenauigkeiten des Capstanmotors unterdrückt. Außerdem wird die Last der Andruckrolle von dem speziell dafür ausgelegten Capstanlager und nicht von der empfindlicheren Motorlagerung aufgenommen, deren Erneuerung im Abnutzungsfalle erheblich teurer ist. Ferner kann die Capstanwelle als getrenntes Bauteil mit einer Rundlaufgenauigkeit von besser als 1  $\mu$  geschliffen werden. Der Capstanmotor ist polumschaltbar. In bekannter Weise wird so ohne mechanische Getriebe durch Einschalten der 6- oder 12poligen Ständerwicklung die Bandgeschwindigkeit von 19 cm/s oder 9,5 cm/s erreicht. Als Außenläufer hat der Motor selbst schon eine große Schwungmasse und damit einen sehr gleichmäßigen Lauf.

Von großer Wichtigkeit für einen einwandfreien Bandtransport ist die Parallelität von Capstanwelle und Andruckrollenachse. Ist diese nicht gegeben, wird das Band beim Durchlauf zwischen den beiden Rollen nach oben oder unten ausgelenkt. Das Band wird also zu einem Kurvenlauf in vertikaler Richtung gezwungen. Dies muß schon bei einkanaligen Aufzeichnungen vermieden werden, weil

dann die Kopftaumelung nicht mehr stimmt und somit ein Höhenverlust auftritt. Beim zweikanaligen Stereo-Betrieb kommt aber noch hinzu, daß jetzt eine Phasenverschiebung zwischen beiden Kanälen auftritt. Ganz abgesehen davon, kann bei Verwendung moderner Dünnschichtbänder das Band verzogen und dadurch unbrauchbar werden.

Um diese so wichtige Parallelität unter allen Umständen zu gewährleisten, enthält der Gußblock des Capstanlagers außerdem noch das ebenso reichlich dimensionierte Lager für den Andruckrollenarm (siehe Bild 2). Der Arm selbst besteht aus einem verwindungssteifen Gußprofil und trägt an seinem vorderen Ende die Andruckrolle in einer Gabellagerung, so daß sich die Achse der Gummikupplung nicht verziehen kann.

Mit diesem Konstruktionsaufwand werden Gleichlaufseigenschaften erreicht, wie sie nach den Normen für Studiolaufwerke gefordert werden.

Wie schon erwähnt, erfolgt die Laufbremsung durch ein Gegendrehmoment des jeweils gezogenen Wickelmotors. Die durch dieses System bedingte Abhängigkeit des Bandzuges vom Wickeldurchmesser bei konstantem Bremsmoment ist der Bandzug umgekehrt proportional der Länge des Hebelarms, also dem halben Durchmesser des Bandwickels. Wird dadurch ausgeglichen, daß das Band jeweils vor den Bandspulen um zusätzliche Umlenkordne geführt wird. Die hier erzeugte Gleitreibung nimmt mit kleiner werdendem Bandwickel ab und kompensiert so den Einfluß des vom Gegendrehmoment erzeugten steigenden Bandzuges. Durch diese Maßnahme ändert sich der Bandzug beim Ablauf eines 25-cm-Bandwickels nur in geringen Grenzen.

Die Stillstandbremsung dagegen erfolgt mit Stahlbandbremsen, die auf Nylontrommeln wirken. Die richtungsabhängige Bremswirkung der Bandbremsen verhindert eine Bandschlaufenbildung dadurch, daß die jeweils gezogene Bandspule immer etwas stärker gebremst wird als die ziehende. Infolge Verwendung eines Bremsluftmagneten beschränkt sich die Abnützungszeit des Bremssystems auf die sehr kurze Bremszeit, und bei Stromunterbrechung wird das Band auch aus schnellem Lauf sicher gebremst.

Die Betriebsfunktionen werden mit einem stabilen, aber dennoch leicht zu betätigenden Drucklastensatz geschaltet, wobei die Wiedergabetaste zur Vermeidung von Fehlbedienungen bei gedrückter Vor- oder Rücklaufaste mechanisch verriegelt ist. Aus Sicherheitsgründen muß die Aufnahmeaste zusammen mit der Wiedergabetaste niedergedrückt werden; allein betätigt, erlaubt sie eine Aussteuerungskontrolle vor der eigentlichen Aufnahme.

Wegen der hohen Umspulgeschwindigkeit ist ein auf den Bandzug wirkender Bandendschalter erforderlich, damit die Endschaltung nicht von einer zufällig vorhandenen Schaltfolie abhängt und das Gerät auch bei Bandfehlern wie gelöste Klebstelle usw. sicher abgeschaltet wird. Ein Fühlhebel, der an der linken Bandführung

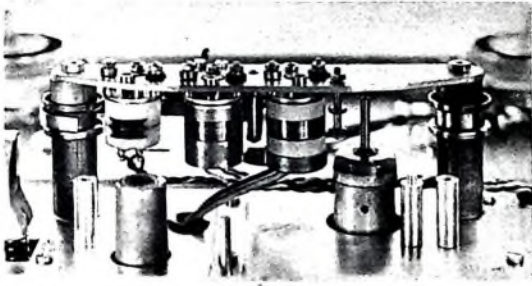


Bild 3 Kopfträger des „Revox F 36“. Für die Aufnahme wurde der Andruckarm mit der Bandabbevorrichtung entfernt

untergebracht ist, wirkt auf einen Mikroswitcher im Stromkreis eines Auslösemagneten der den Stoppvorgang am Drucktastenschalter auslöst.

### 3. Köpfe und Kopfträger

Auch bei den Köpfen mit ihren Taumeleinrichtungen wurde auf die bewährte Konstruktion des Studiogerätes zurückgegriffen. Im Bild 3 erkennt man den Kopfträger mit seinen drei Köpfen, wobei jeder Kopf zwei voneinander unabhängige Systeme hat. Im Bild 3 ist außerdem die genannte Taumeleinrichtung zu erkennen, mit der nicht nur wie üblich der Kopfspalt senkrecht zur Laufrichtung des Bandes eingestellt werden kann, sondern der Kopfspiegel auch noch zum Band parallel gestellt wird. Eine derart aufwendige Konstruktion ist natürlich nur dann sinnvoll, wenn durch einen stabilen Kopfträger die exakte Taumelung aufrechterhalten werden kann. Beim „Revox F 36“ besteht der Träger aus einer 4 mm dicken Eisenplatte, die auf Aluminiumsäulen von 15 mm  $\varnothing$  ruht.

### 4. Einzelheiten der elektrischen Ausrüstung

Der gesamte elektronische Teil besteht aus einer Baueinheit, die unterhalb des Laufwerkes angebracht ist und von diesem nach Lösen weniger Schrauben entfernt werden kann (Bild 4). Alle Röhren sind unter der Chassisplatte liegend angeordnet, damit sie nach Abschrauben des Kofferbodens leicht für Servicezwecke zugänglich sind. Ferner sind sie so gegen Streufelder des Laufwerkes wirksam abgeschirmt. Für die Verdrahtung wurde eine kommerzielle Technik verwendet, bei der sämtliche Bauelemente einer Stufe auf Verdrahtungsbäumchen unter den Röhrenfassungen vereint sind. Lediglich der Lischgenerator als Baueinheit und einige Stufenverbindungselemente sind auf getätzten Leiterplatten zusammengefaßt.

Das Gerät hat 2 x 3 Eingänge mit unterschiedlicher Empfindlichkeit, bezeichnet mit „Radio“, „Diode“ und „Micro“. Mit den Eingangswahlschaltern, die die Eingänge auf die Vorverstärker schalten, wird gleichzeitig die Veränderung der Strom-Spannung-Gegenkopplung auch die Empfindlichkeit der Vorverstärker den Tonspannungsquellen angepaßt. Die Eingänge sind unsymmetrisch, und ihre Empfindlichkeit ist 3 mV beziehungsweise 50 mV für Vollaussteuerung. Die Eingänge der Buchse „Diode“ sind zusätzlich noch mit 2 Einstellreglern zwischen 3 mV und 50 mV einstellbar. Die Übersteuersicherheit ist 40 dB.

In einer vierten Stellung der Eingangswahlschalter, bezeichnet mit I-11 und II-1, werden die Vorverstärker jeweils auf die Ausgänge der Wiedergabeverstärker geschaltet. Damit werden neben dem

Überspielen von einer Spur auf die andere Trickschaltungen wie Duoplay, Multiplay und Echoschaltungen möglich.

Reim Stereo-Betrieb sind die Vorverstärker den beiden Aufsprechverstärkern zugeordnet, bei monauraler Aufzeichnung über einen beliebigen Kanal sind sie jedoch beide auf den betreffenden Aufsprechverstärker geschaltet. Es ergibt sich also die Möglichkeit, zwei Tonspannungsquellen miteinander zu mischen. Die dreistufigen Aufnahmeverstärker sind mit ECC 81-Systemen bestückt. Sie können um 14 dB über die Vollaussteuerung übersteuert werden, ehe zusätzliche Verzerrungen in diesen Verstärkern auftreten. Die Gesamtverzerrung erfolgt nach der Empfehlung, die auf der IEC-Tagung 1961 in Helsinki vorgeschlagen wurde und der sich inzwischen eine ganze Reihe von Herstellern angeschlossen hat.

Die Empfehlung sieht folgende Zeitkonstanten für den Bandflußverlauf vor:

70  $\mu$ s bei 19 cm/s Bandgeschwindigkeit, 140/3180  $\mu$ s bei 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit.

Diese Werte ergeben beim derzeitigen Stand der Entwicklung einen guten Kompromiß zwischen erreichbarer Dynamik und Verzerrungsfreiheit.

Hier sei auf einen Fehler hingewiesen, der ganz allgemein oft bei der Ermittlung des Frequenzganges von Magnettongeräten gemacht wird:

Eine Höhenvoranhebung, wie sie die Normen vorsehen, ist nur auf Grund der Amplitudenstatistik von natürlichen Schallereignissen möglich, die einen Abfall gerade dieser hohen Frequenzen zeigt. Bei der praktischen Messung darf also nicht vom maximal zulässigen Pegel der Bezugsfrequenz ausgegangen werden, weil dann das Band bei hohen Frequenzen übersteuert werden würde, was selbstverständlich zu falschen Ergebnissen führt. Die Meßvorschriften sehen deshalb eine Meßspannung von etwa 20 dB unter dem Maximalpegel vor (DIN 45 511).

Bei der Konstruktion wurde mit voller Absicht kein VU-Meter gewählt, sondern ein anderer Weg beschritten.

In der Praxis der Stereo-Aufnahme hat es sich als ratsam erwiesen, beide Pegel getrennt überwachen zu können. Erfahrungsgemäß stellt aber die gleichzeitige Beobachtung von zwei getrennten Zeigerinstrumenten eine gewisse Schwierigkeit dar, außerdem kann wegen der natürlichen Trägheit von Zeigerinstrumenten mit vertretbarem Schaltungsaufwand nur ein Amplitudenmittelwert des Schallereignisses angezeigt werden.

Hier bietet sich die Verwendung einer Doppelanzeigeröhre EMM 801 an. Konstruktiv liegen die beiden Anzeigesysteme

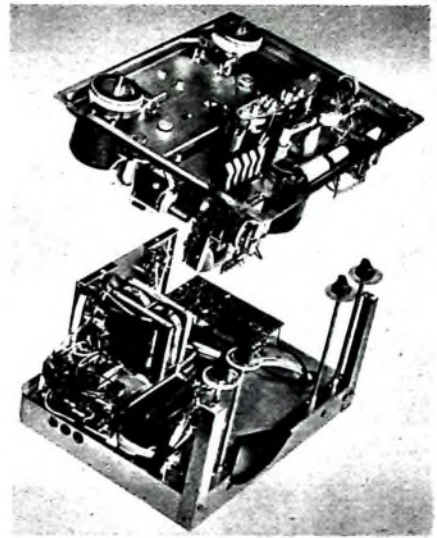


Bild 4. Die beiden Teilchassis des „Revox F 36“ können für Servicezwecke leicht voneinander gelöst werden

so dicht beieinander, daß sie leicht gemeinsam beobachtet werden können. Die tragheitslose Anzeige durch den Elektronenstrahl ermöglicht eine Anzeige des Spitzenwertes. Diese Spitzenwertmessung ist jedoch nur sinnvoll, wenn sie einwandfrei abgelesen werden kann. Aus diesem Grund sind für jeden Kanal noch einstufige Anzeigeverstärker vorhanden, in denen die Abfallzeit der Leuchtbander auf 600 ms für 20 dB Pegelunterschied verzögert wird. Die Ansprechzeit für die gleiche Pegeldifferenz beträgt 10 ms. Durch diese Maßnahme in Verbindung mit der relativ großen Länge der Leuchtbander und einer Skalenteilung für diese Bänder werden die bekannten Nachteile der Aussteuerungsanzeige mit einem Magischen Auge vermieden, und es wird eine präzise Aussteuerung von Mono- und Stereo-Aufnahmen möglich, wie sie sonst nur mit außerordentlich aufwendigen Lichtzeigerinstrumenten der Studioteknik durchgeführt werden kann.

Die Lös- und Vormagnetisierungsfrequenz ist 70 kHz und wird mit einer ECC 82 in Gegentaktschaltung erzeugt.

Die Wiedergabeverstärker sind mit 3 Triodensystemen ausgerüstet, wovon die letzten als Katodenfolger geschaltet sind. Hierdurch wird nicht nur eine kleine Impedanz für die Ausgänge erreicht – es ergibt sich auch die Möglichkeit, die für die Entzerrung erforderliche frequenzabhängige Gegenkopplung auf die Katode der ersten Stufe sehr niederohmig auszuführen, wodurch das Rauschverhalten dieser Stufe verbessert wird.

Schließlich enthält das Gerät noch einen 6-W-Gegentakerverstärker, bestückt mit 2 x ECL 86. Mit seinem Eingangswahlschalter kann der Endverstärker wahlweise an den Ein- und Ausgang jedes Kanals geschaltet werden. Damit wird eine Vor-Hinter-Bandkontrolle möglich. Ferner können in einer weiteren Schaltung beide Kanäle gleichzeitig abgehört werden. Im Blockschaltbild (Bild 5) sind die beschriebenen Baueinheiten in ihrer Funktion zueinander ersichtlich. Außerdem erkennt man die verschiedenen Schaltungsmöglichkeiten, die eine universelle Verwendbarkeit des Gerätes ohne weitere Zusatzgeräte sicherstellen.

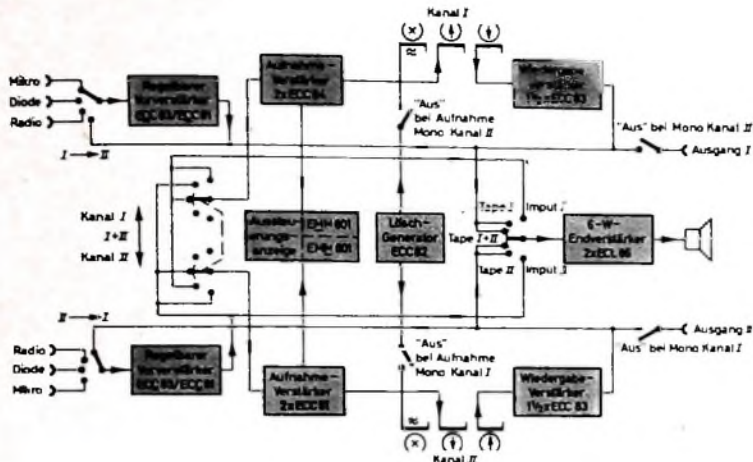


Bild 5. Das Blockschaltbild des „Revox F 36“

Um die Übersichtlichkeit nicht zu verringern, ist das Stromversorgungsteil nicht eingezeichnet. Es liefert neben der allgemeinen Röhrenheizung drei voneinander unabhängige Gleichspannungen: die Anodenspannung, eine Gleichspannung zur Heizung der Eingangsrohren sowie eine Spannung zur Speisung des Andrucks des Bremslüft- und des Tastenauslösmagneten für die Endabschaltung.

Sämtliche Ein- und Ausgänge sind mit den international gebräuchlichen Cinch-Buchsen ausgerüstet. Für den Übergang auf 3- und 5polige DIN-Steckverbindungen sind die erforderlichen Kabel lieferbar.

### 5. Meßwerte

Die Messungen wurden soweit wie möglich nach den Richtlinien der entsprechenden DIN-Blätter und mit den dort vorgeschriebenen Meßgeräten an einem 2-Spur-Gerät „Revox F 36“ durchgeführt. Als Meßband diente ein Langspielband „PE 31“ von Agfa.

### 5.1. Frequenzgang

Dadurch, daß getrennte Aufnahme- und Wiedergabeverstärker vorhanden sind, gestaltet sich die Messung mit einem Pegelschreiber und einem damit gekoppelten Tongenerator besonders einfach.

Die Messung erfolgte gemäß DIN 45 511 bei 20 dB unter Vollaussteuerung, wobei auch im folgenden unter Vollaussteuerung ein geschlossenes Magisches Band verstanden wird.

Bild 6 zeigt den Aufnahme-Wiedergabe-Frequenzgang beider Kanäle bei 19 cm/s, Bild 7 bei 9,5 cm/s.

### 5.2. Gleichlauf

Die entsprechende Norm DIN 45 507 bezieht sich nur auf das Meßgerät und sieht eine bewertete Spitzenwertmessung der Gleichlaufschwankungen vor.

Auch hier bietet sich die gleichzeitige Verwendung des Aufnahme- und Wiedergabekanal an. Die im Bild 8 für 19 cm/s und im Bild 9 für 9,5 cm/s gezeigten Diagramme wurden mit einem Tonhöhen-schwankungsmesser „EMT 420“ und angeschlossenem Linienschreiber aufgenommen.

### 5.3. Klirrfaktor

Es wurden die Gesamtverzerrungen bei verschiedenen Frequenzen jeweils bei Vollaussteuerung gemessen.

	bei 19 cm/s	bei 9,5 cm/s
250 Hz	$k = 1,4 \%$	$k = 1,8 \%$
1 kHz	$k = 2,0 \%$	$k = 2,8 \%$
3 kHz	$k = 2,4 \%$	$k = 2,8 \%$

### 5.4. Übersprechdämpfung

Ein besonderes Problem bei Mehrkanal-Tonbandgeräten bildet das Übersprechen zwischen den Kanälen.

Während die Übersprechdämpfung bei Stereo-Betrieb nicht viel höher als diejenige anderer Stereo-Übertragungssysteme zu sein braucht, sind besonders hohe Anforderungen dann zu stellen, wenn auf beiden Kanälen verschiedene, voneinander unabhängige Informationen aufgezeichnet werden, wie dies zum Beispiel bei der Verwendung des Gerätes für Monaural-Halbspurtaufnahmen der Fall ist.

Im Diagramm im Bild 10 wurden die Übersprechdämpfungen für beide Betriebsarten und für beide Kanäle eingezeichnet.

Selbst bei Stereo-Betrieb liegt die Übersprechdämpfung mehr als 10 dB über den bei der Stereo-Schallplatte oder dem Multiplex-Verfahren erreichbaren Werten.

### 5.5. Dynamik

Gemäß DIN 45 510 wird hierunter der Ruhegeräuschspannungsabstand verstanden. Dieser ist das Verhältnis der bei Vollaussteuerung am Wiedergabeverstär-

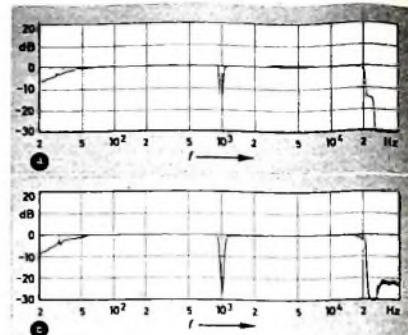


Bild 6. Gesamtfrequenzgang für beide Kanäle bei der Bandgeschwindigkeit 19 cm/s. a) Kanal I, b) Kanal II

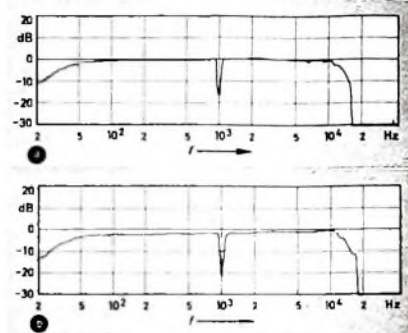


Bild 7. Gesamtfrequenzgang für beide Kanäle bei der Bandgeschwindigkeit 9,5 cm/s. a) Kanal I, b) Kanal II

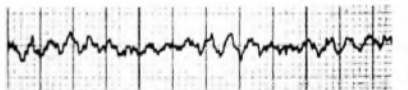


Bild 8. Gleichlaufschwankungen bei 19 cm/s

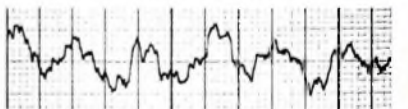


Bild 9. Gleichlaufschwankungen bei 9,5 cm/s. Aufzeichnungsmaßstab in vertikaler Richtung 0,3 % je Einheit, Aufzeichnungsgeschwindigkeit 5 Einheiten/s

ker vorhandenen Spannung zu derjenigen, die beim Abspielen eines normal gelochten und vormagnetisierten Randes entsteht. Die Spannung wird hierbei, gemäß der Ohrempfindlichkeitskurve bewertet, gemessen.

Das „Revox F 36“ weist um etwa 10 dB bessere Werte auf, als von DIN 45 511 verlangt wird.

	19 cm/s	9,5 cm/s
Kanal I	57 dB	53 dB
Kanal II	55 dB	52 dB

5.6. Löschdämpfung  
Diese hängt naturgemäß stark von der Koerzitivkraft des verwendeten Randes ab und wurde hier für beide Kanäle mit -66 dB bestimmt.

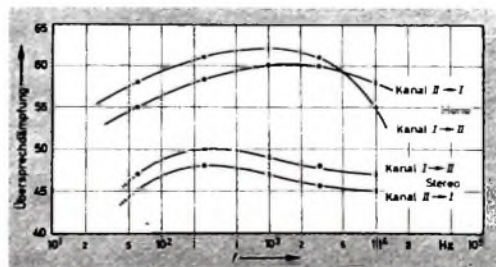


Bild 10. Übersprechdämpfung für beide Kanäle bei Stereo-Betrieb und bei getrennter Verwendung beider Kanäle

# Die Dimensionierung von Schaltungen zur Arbeitspunkteinstellung bei Transistoren

Theoretische Erörterungen zur Dimensionierung von Schaltungen zur Arbeitspunkteinstellung bei Transistoren kann man in vielen Büchern und Fachzeitschriften finden. Sie enthalten aber meistens zuviel Mathematik und theoretische Ableitungen oder sind zu sehr vereinfacht, so daß sie für den Praktiker nur selten von Nutzen sind. Im folgenden wird die Mathematik auf ein Mindestmaß beschränkt, und notwendige Annahmen werden so erklärt, daß der Leser sie versteht und künftigen Anwendungen zugrunde legen kann.

Wegen der Vielzahl der Transistorschaltungen soll hier nur die Einstellung des Arbeitspunktes bei einem Klasse-A-Verstärker in Emitterschaltung beschrieben werden. Vor der eigentlichen Schaltungsangabe sind aber noch einige Punkte zu erläutern, die bei einer sorgfältigen Bemessung der Schaltung zur Einstellung des Arbeitspunktes bedacht werden müssen.

Zwei der wichtigsten Kriterien für die richtig bemessene Einstellung des Arbeitspunktes sind der resultierende Stabilitätsfaktor und die Unempfindlichkeit des Verstärkers gegenüber dem Auswechseln von Transistoren. Der Stabilisierungsfaktor ist ein Maß dafür wie stark sich die Gleichstromleistung bei Schwankungen der Betriebstemperatur ändert. Besonders temperaturabhängig sind der Collector-

Wie Gl (2) zeigt, ergibt sich eine schlechte Stabilität, wenn  $R_E$  gegen Null geht ( $S$  geht dann gegen  $B + 1$ ). Im Idealfall dagegen geht mit  $R_B$  gegen Null der Stabilitätsfaktor  $S$  gegen 1. Diese ideale Stabilität ist jedoch mit der Schaltung nach Bild 1 nicht zu verwirklichen. Welchen Stabilitätsfaktor man wählen muß, wird im allgemeinen von der vorliegenden Aufgabe abhängen. Nach einer Faustformel ergibt sich für stark stabilisierte Schaltungen

$$S \leq 5. \quad (3)$$

Schaltungen, die gute Temperaturstabilität aufweisen, sind meistens auch gegen das Auswechseln von Transistoren unempfindlich. Das gilt vor allem für die Schaltung nach Bild 1. Besonders die Erzeugung der Basisvorspannung mit einem Spannungsteiler macht die Schaltung unabhängig von den Transistorparametern. Die Basisvorspannung  $U_B$  ist dabei

$$U_B = \frac{U_C R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{mit} \quad R_2 = \frac{R_2 (B + 1) R_E}{R_2 + (B + 1) R_E} \quad (4)$$

Nach Gl (2) erfordert eine gute Temperaturstabilität ein kleines Verhältnis  $R_B/R_E$ . Daher wird in den meisten Fällen  $B R_E$  sehr viel größer als  $R_B$  sein und  $R_2$  mit guter Näherung gleich  $R_B$  gesetzt werden können. Dann erhält man

$$U_B \approx \frac{U_C R_2}{R_1 + R_2} \quad (5)$$

Gl (5) enthält für  $U_B$  nur noch Größen, die vom Transistor völlig unabhängig sind. Man kann außerdem annehmen, daß  $U_B$  etwa gleich  $U_E$  ist; tatsächlich ist  $U_B$  höher als  $U_E$ , und zwar um den Betrag des Spannungsabfalls an der in Durchlafrichtung gepolten Basis-Emitter-Diode, der jedoch nur in der Größenordnung von einigen Zehntelvolt liegt. Da  $U_E$  damit ebenfalls nicht vom Transistor abhängt, bleibt auch  $I_E$  unabhängig ( $I_E = U_E / R_E$ ). Dann kann sich aber auch der Collectorstrom  $I_C$  infolge Auswechsels des Transistors nicht mehr erheblich ändern.

Die tatsächlichen Verhältnisse werden wegen der Vereinfachungen im allgemeinen ungünstiger sein als der Idealfall. Zum Beispiel wird der Arbeitspunkt nicht so stabil bleiben, wie es sich aus den bisherigen Erörterungen ergibt. Arbeitspunktänderungen beim Auswechseln von

Transistoren werden aber in der angegebenen Schaltung doch stark reduziert, und mit der Stabilität verknüpfte Probleme vereinfachen sich durch eine sinnvolle Gleichstromleistung

Bild 2 zeigt das Ausgangskennlinienfeld ( $I_C = f(U_{CE})$ , Parameter  $I_B$ ) eines npn-Transistors in Emitterschaltung.  $U_{CE}$  und  $I_C$  sollen so gewählt werden, daß der Arbeitspunkt Q im linearen Bereich der Kennlinien liegt (der Punkt Q im Bild 2 soll lediglich die Lage des Arbeitspunktes angeben). Es läßt sich nachweisen, daß für die Temperaturstabilität optimale Bedingungen vorliegen, wenn  $U_{CE} = U_0/2$  ist. In manchen Fällen, zum Beispiel bei direkt gekoppelten Stufen, kann man diese Bedingung zwar nicht einhalten, jedoch sollte sie immer möglichst weitgehend angenähert werden (auch die Widerstandswerte der Normreihen können die exakte Einhaltung unmöglich machen). Zur Festlegung des Arbeitspunktes braucht nun nur noch  $I_C$  bestimmt zu werden.

Bei der Wahl von  $I_C$  sind verschiedene Faktoren zu berücksichtigen, zum Beispiel die Stufenverstärkung, die Betriebsspannung und die Collectorverlustleistung. Die Gesamtverstärkung hängt von  $I_C$  ab, weil  $B$  in gewissem Umfang eine Funktion des Collectorstroms ist. In Schaltungen mit niedrigen Spannungen werden normalerweise Standardtransistoren benutzt, die bereits bei niedrigen Collectorströmen (1...3 mA) recht hohe  $B$ -Werte aufweisen. Für  $I_C$  muß man einen Wert wählen, der eine hohe Gleichstromverstärkung  $B$  ergibt, jedoch ist darauf zu achten, daß der Arbeitspunkt mit Sicherheit im linearen Teil der Kennlinien liegt. Ebenso muß die Betriebsspannung berücksichtigt werden. Sie ist unter Umständen bereits vorgegeben, wenn eine zusätzliche Stufe in eine Schaltung eingefügt werden soll, oder auch durch vorhandene Batterien bestimmt. Will man die Bedingung  $U_{CE} = U_0/2$  erfüllen, so darf an  $R_C + R_E$  nur  $U_0/2$  abfallen. Dadurch könnte ein hoher Wert für  $I_C$  (um großes  $B$  zu erreichen) einen so kleinen Widerstand  $R_C$  zur Folge haben, daß sich die Stufenverstärkung wieder verringert. Natürlich hat man, wie hieraus folgt, um so größere Freiheit bei der Wahl des Collectorstroms, je höhere Betriebsspannungen zur Verfügung stehen (dabei sind jedoch die Grenzdaten des Transistors zu beachten).

Auch die zulässige Collectorverlustleistung, die bei Vorstufentransistoren sehr klein sein kann (z. B. 25 mW), ist bei der Wahl von  $I_C$  zu berücksichtigen. Wenn  $U_0$  dann etwa 10 V beträgt, würde sich der maximal zulässige Collectorstrom aus der Gleichung

$$P_C = U_{CE} I_C \quad (6)$$

zu 2,5 mA ergeben. Die Wahl von  $I_C$  wird natürlich durch viele Faktoren beeinflusst. Bei dem hier beschriebenen Dimensionierungsverfahren wird  $I_C$  aus  $R_C$  und  $R_E$  ermittelt, die ihrerseits aus der Verstärkung und der Stabilität berechnet werden.

Bevor hier ein Dimensionierungsbeispiel folgt, sei noch darauf hingewiesen, daß die Stabilitätsbetrachtungen wegen des Verlustfaktors der Eingangsschaltung komplizierter sind. Bild 3 zeigt das Wechsel-

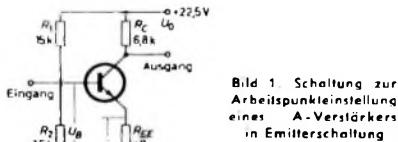


Bild 1. Schaltung zur Arbeitspunkteinstellung eines A-Verstärkers in Emitterschaltung

reststrom  $I_{C0}$  und die Basis-Emitter-Spannung  $U_{BE}$ . Bei jeder Temperaturerhöhung um rund 10°C verdoppelt sich der Collectorreststrom.

Für die Emitterschaltung (Bild 1) erhält man den Collectorstrom aus der Gleichung

$$I_C = B I_B + S I_{C0} \quad (1)$$

Darin ist  $B$  die Gleichstromverstärkung in Emitterschaltung und  $S$  der Stabilitätsfaktor.  $S$  sollte für gute Stabilität möglichst klein sein; für den Idealfall gilt  $S = 1$ . Bei großem Stabilitätsfaktor kann, wenn eine stärkere Temperaturänderung eintritt, die Änderung von  $I_C$  so groß sein, daß die Schaltung nicht mehr funktionsfähig ist. Es gibt zwar keine Möglichkeit, den Reststrom eines Transistors zu ändern, man kann aber den Stabilitätsfaktor so beeinflussen, daß die Schaltung die zu erwartenden Temperaturänderungen verarbeiten kann. Der Verstärker nach Bild 1 hat gute Stabilität, verbunden mit niedrigen Verlusten bei anderen Schaltungsparametern. Für diese und die meisten anderen Schaltungen ist der Stabilitätsfaktor

$$S = \frac{B + 1}{1 + \frac{B R_E}{R_B + R_E}} \quad \text{mit} \quad R_B = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (2)$$

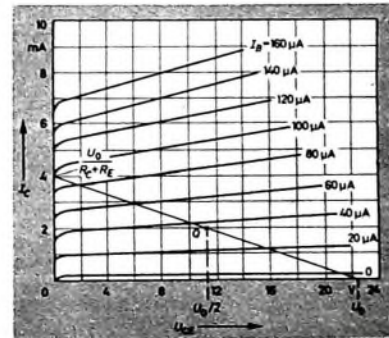


Bild 2. Ausgangskennlinienfeld eines npn-Transistors in Emitterschaltung

stromersatzschaltbild des Verstärkers nach Bild 1. Für den dynamischen Eingangswiderstand  $r_i$  des Transistors gilt

$$r_i = r_b + (B + 1) R_c \approx (B + 1) R_c \quad (7)$$

worin  $R_c = r_c + R_{EE}$  ist.  $R_{EE}$  stellt den äußeren, nicht kapazitiv überbrückten Widerstand,  $r_c$  den inneren dynamischen Emittterwiderstand dar, den man näherungsweise aus der Gleichung

$$r_c \approx \frac{26 \cdot 10^{-3}}{I_E} \quad (8)$$

erhält. Wenn die maximal mögliche Leistung der Signalquelle, zum Beispiel eines

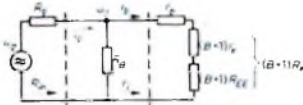


Bild 3. Wechselstromersatzschaltbild des Verstärkers nach Bild 1

NF-Generators oder einer vorhergehenden Stufe, übertragen werden soll, muß  $u_{0iB}$  möglichst gleich  $u_{0iB}$  sein. Optimale Bedingungen liegen für  $R_{in} = R_{ij}$  vor. In diesem Falle ist  $u_{0iB} = u_{0iB}/2$  (das entspricht einem Leistungsverlust von 3 dB). Diese optimalen Bedingungen ließen sich erreichen, wenn man  $r_i = R_{ij}$  und außerdem  $R_B$  möglichst groß ( $R_B > 10 r_i$ ) wählen würde, wodurch der Einfluß von  $R_B$  auf  $r_i$  zu vernachlässigen wäre. Diese Maßnahme würde jedoch Schwierigkeiten hinsichtlich der Stabilität verursachen und außerdem die Gesamtverstärkung verringern. Für gute Stabilität sollte das Verhältnis  $R_B/R_E$  klein sein. Wenn auch  $R_E$  nicht unbedingt in voller Höhe in dem dynamischen Widerstand  $r_i$  enthalten sein muß, so könnte  $R_B$  doch sehr große Werte annehmen, wenn man bei großem  $R_{ij}$  den dynamischen Widerstand  $r_i$  gleich  $R_{ij}$  machen wollte.  $R_{ij}$  kann als Ausgangswiderstand bei Collectorschaltung der vorhergehenden Stufe kleine, bei Emitterschaltung große Werte annehmen.

Für gute Stabilität muß bei großen Werten für  $R_B$  auch  $R_E$  groß gewählt werden, was an sich möglich wäre, weil dieser Widerstand in den meisten Fällen für Wechselstrom überbrückt ist. Die Schwierigkeit wird aber bei der Betrachtung der Stufenverstärkung deutlich, für die die Näherung

$$r_o \approx \frac{R_C}{R_c} \quad (9)$$

gilt. Darin ist  $R_c$  durch Gl (7) bestimmt. Wird hohe Stufenverstärkung verlangt, muß das Verhältnis  $R_C/R_c$  groß sein.

Tab. I. Verluste im Eingangskreis für verschiedene Fehlanpassungen

$R_{ij}$ oder $R_{in}$ / $R_{ij}$ oder $R_{ij}$	Leistungsverlust [dB]	Leistungsverlust gegenüber optimaler Anpassung [dB]
1	3	0
2	4,8	1,8
3	6	3
4	7	4
5	7,8	4,8
6	8,5	5,5
7	9	6
8	9,6	6,6
9	10	7

( $R_C/R_c = 100$  würde 40 dB Verstärkung ergeben). Da  $U_{CE}$  aber möglichst gleich  $U_0/2$  sein soll, tritt das Problem des Spannungsabfalles von  $U_0/2$  an  $R_C$  und  $R_E$  auf, die beide groß sein sollen ( $R_C$  aus Verstärkungsgründen und  $R_E$  wegen der Stabilität). Das würde einen niedrigen Wert für  $I_C$  zur Folge haben, was nicht erwünscht ist. Daher müssen Verluste im Eingangskreis in Kauf genommen werden, wenn nicht geringe Verstärkung angestrebt wird oder ein niedriger Quellwiderstand vorliegt.

Tab I gibt die Verlustfaktoren für verschiedene Fehlanpassungen an. Da Verluste von 3 dB (bei Anpassung) nicht zu vermeiden sind, sollen diese in den Berechnungen unberücksichtigt bleiben. Entschieden werden muß aber, welche Verluste darüber hinaus in der Eingangsschaltung zulässig sind. Aus Tab I ist zu ersehen, daß man für  $R_{in} = R_{ij}/7$  mit zusätzlichen Verlusten von 6 dB in der Eingangsschaltung rechnen muß. Mit diesen Werten lassen sich ohne großen Aufwand gute Verstärkung und annehmbare Stabilitätsfaktoren bei nicht allzu großen Verlusten im Eingang erreichen. Deshalb sollen diese Bedingungen für die Dimensionierung zugrunde gelegt werden.

Man definiert noch einen weiteren Verlustfaktor, der sich auf  $R_B$  und  $r_i$  bezieht.

$$M = \frac{R_B}{R_B + r_i} \quad (10)$$

Da das Verhältnis  $R_B/R_E$  möglichst klein sein soll, legt man  $M = 0,5$  (das heißt  $R_B = r_i$ ) fest. Damit wird

$$R_B = r_i = \frac{2 R_E}{7} \quad (11)$$

Diese Bedingung stellt man an den Anfang der Berechnung.

Bisher wurde für  $B$  ein niedriger Wert angenommen, was aber nicht immer der Fall sein muß. Wer Transistoren mit bekannten hohen  $B$ -Werten verwendet, wird auf die gerade behandelten Probleme nicht stoßen. Dem im folgenden beschriebenen Dimensionierungsverfahren ist zugrunde gelegt, daß Angaben über  $B$  nicht zur Verfügung stehen. Für  $B$  wird daher ein niedriger Wert angenommen, der die ungünstigsten Verhältnisse darstellen soll. Dadurch ist sichergestellt, daß mindestens die Eigenschaften erreicht werden, für die dimensioniert wird. Weil die Eingangs-anpassung berücksichtigt wird, kann man auch einen mehrstufigen Verstärker dimensionieren. In keinem Fall werden dabei die Berechnungen komplizierter. Mit der Rechnung läßt sich auch leicht prüfen, ob bei angepaßtem Eingang eine einzige Stufe ausreicht und ob man das Verhältnis  $R_{ij}/R_{in}$  kleiner wählen kann als 7/1, was die Eingangsverluste herabsetzen würde.

Rechenbeispiel: Es soll ein einstufiger Verstärker mit 40 dB Spannungsverstärkung berechnet werden; der Quellwiderstand ist  $R_{ij} = 5 \text{ k}\Omega$ . Als Spannungsquelle steht eine 22,5-V-Batterie zur Verfügung. Außerdem sei für den ungünstigsten Fall  $B = 20$  angenommen, und die Dimensionierung soll für  $S = 2$  erfolgen. Der Eingang der Stufe braucht nicht angepaßt zu sein.

Aus Gl (11) ergibt sich

$$R_B = r_i = \frac{2 R_E}{7} = \frac{10}{7} = 1,43 \text{ k}\Omega$$

Löst man Gl (2) nach  $R_E$  auf, dann wird

$$R_E = \frac{R_B (B + 1 - S)}{(S - 1)(B + 1)} = \frac{1,43 \cdot 19}{21} = 1,3 \text{ k}\Omega$$

Mit  $u_0 = 100 \approx 40 \text{ dB}$  liefert Gl (9)

$$R_C = 100 R_E$$

Aus Gl (7) folgt

$$R_c \approx \frac{r_i}{B - 1} = \frac{1430}{21} = 68 \text{ }\Omega$$

und damit

$$R_C = 100 R_c = 6,8 \text{ k}\Omega$$

Jetzt läßt sich  $I_C$  berechnen

$$I_C = \frac{U_0/2}{R_C + R_E} = \frac{11,25}{8,1 \cdot 10^3} = 1,4 \text{ mA}$$

Wie man den Kennlinien im Bild 2 entnehmen kann, liegt der Arbeitspunkt mit  $I_C = 1,4 \text{ mA}$  günstig und die Collectorverlustleistung niedrig ( $P_C = 16 \text{ mW}$ ). Übrig bleibt nur noch die Berechnung von  $R_E$ ,  $R_1$  und  $R_2$ . Aus Gl (8) ergibt sich

$$r_c \approx \frac{26 \cdot 10^{-3}}{1,4 \cdot 10^{-3}} = 19 \text{ }\Omega$$

und wegen

$$R_c = r_c + R_{EE} = 68 \text{ }\Omega$$

ist

$$R_{EE} = 68 - 19 = 49 \text{ }\Omega$$

Um langwierige Rechnungen zu vermeiden, wie der für  $R_E$  berechnete Wert zu teilen ist, um  $R_{EE}$  zu erhalten, schaltet man einfach die 49  $\Omega$  in Serie zu den für  $R_E$  berechneten 1,3 k $\Omega$ , was einen zu vernachlässigenden Einfluß auf die Berechnung des Emittterkreises hat.

Für den Basisspannungsteiler lassen sich folgende Gleichungen aufstellen:

$$\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = R_B = 1,43 \text{ k}\Omega$$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} \approx \frac{U_B}{U_0} \approx \frac{U_E}{U_0} = \frac{I_C R_E}{U_0} = \frac{1,82}{22,5}$$

Aus diesen Gleichungen erhält man  $R_1 = 17,7 \text{ k}\Omega$  und  $R_2 = 1,56 \text{ k}\Omega$ . Wie Bild 1 zeigt, wurden für  $R_1$  und  $R_2$  die nächstkleineren Werte der internationalen Normreihe gewählt. Durch die Verkleinerung von  $R_1$  auf 15 k $\Omega$  wird berücksichtigt, daß  $U_B$  höher als  $U_E$  ist, während bei der Berechnung  $U_B = U_E$  angenommen wurde. Da der Überbrückungskondensator  $C_E$  von dem gewünschten Frequenzverhalten abhängt, wurde sein Wert hier nicht berechnet.

Tab. II. Meßwerte der berechneten Schaltung

$B$	$S$	$v_u$ [dB]	$I_C$ [mA]	$U_{CE}$ [V]	$P_C$ [mW]	$U_a$ [V]	$V_{a1}$ [dB]
25	1,86	40,3	1,46	10,1	15,9	1,07	5,8
50	1,90	40,4	1,48	10,5	15,0	2	4,0
100	1,98	40,5	1,5	10,4	15,6	2,02	4,4

<sup>1)</sup>  $V_{a1}$  = Eingangsverluste infolge Fehlanpassung

Da bei der Dimensionierung einige Näherungen gemacht wurden, ist es zweckmäßig an Hand von Messungen die Dimensionierung der Schaltung durch kleinere Änderungen noch zu verbessern. In Tab II sind die durch Messungen ermittelten Schaltungseigenschaften für Transistoren mit  $B$ -Werten von 25, 50 und 100 zusammengestellt. Wie man sieht, hängen die Eigenschaften des Verstärkers nicht mehr von den  $B$ -Werten des Transistors ab. (Übersetzt von H. D. Weizel)



# Mehrkanal-Funkfernsteueranlage nach dem Bausteinprinzip

## 1. Allgemeines

Eine volltransistorisierte Funkfernsteueranlage, die den Wünschen und Anforderungen der Modellbauer weitgehend Rechnung trägt, entstand in einer Gemeinschaftsentwicklung von Gründig und Graupner.

Für jeden zu übertragenden Steuerbefehl ist ein getrennter Tonkanal vorhanden. Bei insgesamt acht Kanälen lassen sich jeweils zwei verschiedene Kommandos gleichzeitig (simultan) übertragen. Das Baukastenprinzip gestattet den Ausbau des Senders von vier auf acht Kanäle und den Ausbau des Empfängers von zwei auf vier, sechs und acht Kanäle. Die Bausteine sind mit Miniatur-Steckverbindungen ausgerüstet; eine Erweiterung der Anlage ist daher innerhalb weniger Minuten möglich. Sender und Empfänger können beliebig miteinander kombiniert werden, ohne daß irgendeine Abstimmung vorgenommen werden muß.

## 2. Der Sender „Variophon“

Der Sender ist in einem Kunststoffkoffer untergebracht (Bild 1). Ein in seiner Länge verstellbarer Tragriemen ist kurz über dem Schwerpunkt drehbar befestigt. Die abnehmbare Teleskopantenne ist um 15° nach vorne geneigt, so daß keine Behinderung entsteht. Im Bild 1 sind links und rechts neben der Antenne die beiden Steuerknüppel sichtbar. Jeder von ihnen kann in vier verschiedenen Richtungen bewegt werden, was der Steuerung von insgesamt acht Kanälen entspricht. Durch gleichzeitige Bedienung der beiden Steuerknüppel ist Simultanbetrieb möglich, so daß also mit einem auf acht Kanäle voll ausgebauten Sender gleichzeitig zwei Funktionen innerhalb eines Modells oder zwei voneinander un-

abhängige Modelle zugleich gesteuert werden können. Der Batterieraum befindet sich unten im Sendergehäuse (Bild 2). Es sind wahlweise 6-V-Deac-Akkus oder 6-V-Akkus von Sonnenschein einsetzbar. Der auf der Fernsteuerfrequenz von 27,12 MHz arbeitende zweistufige HF-Teil

ist quartzesteuert und hält die von der Bundespost vorgeschriebene Frequenzgenauigkeit mit Sicherheit ein. Die Gegentakt-Leistungs-Endstufe, in der auch die Modulation des HF-Trägers erfolgt, ist mit zwei Mesa-Transistoren AF 115 bestückt und erzeugt eine HF-Leistung von rund 220 mW. Die fußpunktgespeiste An-

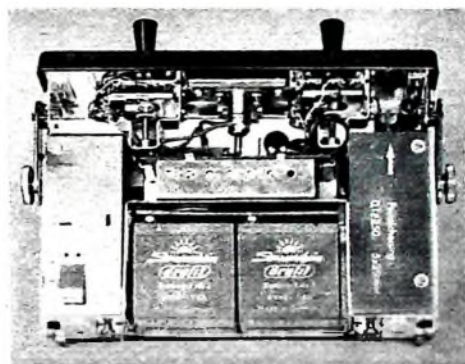


Bild 1 (links): Ansicht des Senders „Variophon“ (davor erkennt man den aus dem Grundbaustein und vier Zweikanal-Schallstufen zusammengesetzten Empfänger „Variotoni“). Bild 2 (rechts): Innenansicht des Senders

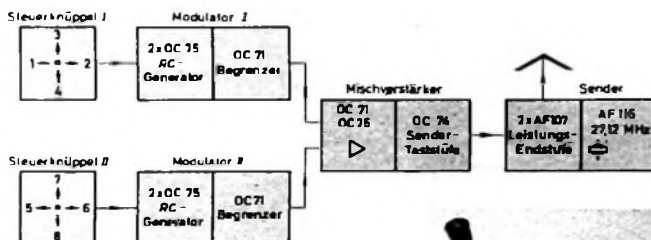


Bild 3: Blockbild des Fernsteuerers „Variophon“

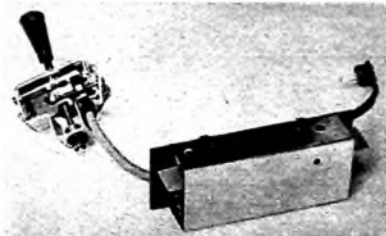


Bild 4: Tonmodulator mit Steuerknüppel zur Erweiterung des Senders auf Achtkanal-Betrieb

### Technische Daten des Senders „Variophon“

Lizenz der Deutschen Bundespost:  
Nr. F-540/62

Frequenz:  
27,12 MHz;  $\Delta f/f = 5 \cdot 10^{-5}$

Modulation:

bedienbar über Steuerknüppel I

- Kanal 1 825 Hz Kennfarbe grün
- Kanal 2 1110 Hz Kennfarbe grün
- Kanal 3 1700 Hz Kennfarbe gelb
- Kanal 4 2325 Hz Kennfarbe gelb

bedienbar über Steuerknüppel II

- Kanal 5 3000 Hz Kennfarbe blau
- Kanal 6 3670 Hz Kennfarbe blau
- Kanal 7 4300 Hz Kennfarbe graphit
- Kanal 8 5700 Hz Kennfarbe graphit

Träger-Ausgangsleistung:  
etwa 220 mW (an 60 Ohm)

Modulationsart:  
A 2 (Rechtecksignal)

Modulationsgrad:  
etwa 90% bei Einzelkanal und  
Simultanbetrieb

Antenne:  
ausgezogene Länge 125 cm  
(8 Glieder)

Temperaturbereich:  
-10... +55 °C

Stromverbrauch:  
etwa 70 mA

Betriebsspannung:  
12 V; Minimum 10 V

Stromquellen:  
2 Stück „3 A x 2“  
(Sonnenschein) oder  
2 Stück „5/500 DKZ“ (Deac)

Betriebsdauer:  
etwa 15 h bei Dauerbetrieb

Transistorbestückung:

HF-Teil

- 2 x AF 107
- 1 x AF 115

Tonmodulator I

- 3 x OC 75
- 2 x OC 71
- 1 x OC 74

Tonmodulator II

- 2 x OC 75
- 1 x OC 71

Gehäuse:  
schlagfestes Polystyrol  
Größe: 200 mm x 145 mm x 55 mm  
Gewicht:  
etwa 1,8 kg mit Akkus

tenne wird über ein  $\pi$ -Filter angepaßt, das als induktive Verlängerung wirkt und gleichzeitig die Oberwellen des HF-Trägers sperrt. Das elektrische Gegengewicht der Antenne bildet das rahmenförmige Metallchassis. An der Antennenbuchse ist ein zusätzlicher Schaltkontakt vorhanden, wodurch sich die Stromquellen bei abgenommener Antenne automatisch abschalten und eine ungewollte Entladung der Akkus verhindert wird. Das Blockbild des Senders „Variophon“ zeigt Bild 3. Die Tonfrequenzen der Kanäle 1 bis 4 liefert der Grundbaustein des Modulatorteils. Für die Kanäle 5 bis 8 kann ein zweiter Modulator einschließlich des zugehörigen Steuerknüppels nachträglich eingesetzt werden (Bild 4). Es sind jedoch auch komplett ausgebaute Achtkanal-

Sender erhältlich. Sowohl der Grundbaustein als auch der Ausbausatz enthält als frequenzerzeugenden Teil einen RC-Generator mit nachfolgender Begrenzerstufe. Dadurch ergeben sich für die verschiedenen Frequenzen gleich große Spannungswerte. Nach der Begrenzung werden die Signale der Modulatoren I und II an der Basis einer Emitterfolgstufe zusammengeführt und überlagert. Die nachfolgende B-Verstärkerstufe liefert an den die Sender-Endstufe tastenden Schalttransistor eine NF-Spannung, die ausreicht, um den Sender mit etwa 90% zu modulieren. Beide RC-Generatoren sind mit NTC-Widerständen und Widerstandnetzwerken gegen Temperatur- und Spannungsschwankungen sorgfältig stabilisiert, so daß sowohl bei hochsommerlichen Temperaturen als auch im Winter ein einwandfreies Arbeiten des Senders gewährleistet ist.

### 3. Die Empfangsanlage „Variaton“

Die Empfangsanlage für das Modell setzt sich aus dem Grundbaustein, der den HF-Teil enthält, und den je nach Bedarf ansteckbaren Schaltstufen-Bausteinen zusammen (Bilder 5 und 6). Diese Schaltstufen, die für je 2 Kanäle aufgebaut sind, haben verschiedenfarbige Gehäuse, die mit der Farbkennzeichnung der Kanäle (Tab. 1) an den Steuerknüppeln des Senders übereinstimmen, womit jede Verwechslungsgefahr ausgeschlossen ist. Unverwechselbar angeordnete Miniatur-Steckverbindungen garantieren trotz ihrer geringen Abmessungen eine sichere Kontaktgabe. Die Tonfrequenzen der einzelnen Kanäle sind vom Werk aus so genau abgeglichen, daß jeder Sender mit jedem Empfänger und jeder Schaltstufe kombiniert werden kann.



Bild 5. Zweikanal-Empfangsanlage mit Stromquellen und Zweikanal-Rudermaschine

ohne daß ein Nachstimmen nötig ist. So ergeben sich die verschiedenartigsten Kombinationsmöglichkeiten, die ohne Lötung im Handumdrehen erprobt werden können. Beim Betrieb mit mehreren Modellen läßt sich die Empfangsanlage rasch ertauschen, und es sind damit auch

### Technische Daten der Empfangsanlage „Variaton“

#### a) HF-Empfänger (Grundbaustein)

Empfangsfrequenz: 27,12 MHz  
 Empfindlichkeit: etwa 6 µV  
 Temperaturbereich: -10...+55 °C  
 Stromverbrauch: etwa 10 mA  
 Stromzuführung und Antenneneingang: über 8poligen Miniaturstecker am Gerät  
 Stromquellen: für Betriebsspannung 6 V, Deac-Zellen „5/150 DK“ für Rudermaschinen usw. 2,4 V, Deac-Zellen „2/500 DKZ“  
 Transistoren: 2 x AF 115 2 x OC 71 1 x 25B56  
 Dioden: 2 x OA 91  
 Abmessungen: 38 mm x 54 mm x 15 mm

#### b) Zweikanal-Schaltstufe

Kanäle: 1... 8 je nach Gehäusefarbe  
 Stromverbrauch: etwa 20 mA bei geladetem Kanal; Ruhestrom etwa 1 mA  
 Stromversorgung: Aus dem Grundbaustein über zwei Miniatur-Steckverbindungen. Die Stromversorgung für die Rudermaschine (2,4 V) erfolgt ebenfalls über diese Anschlüsse.  
 Transistoren: 2 x 25B56  
 Dioden: 2 x 1N60  
 Anschlüsse: 8polige Miniaturbuchse zum Anschluß von Rudermaschinen usw.  
 Abmessungen: 38 mm x 54 mm x 15 mm

#### c) jeweiliges Gesamtgewicht der Empfangsanlage

(einschließlich Grundbaustein):  
 69 g für Zweikanal-Betrieb  
 108 g für Vierkanal-Betrieb  
 149 g für Sechskanal-Betrieb  
 187 g für Achtkanal-Betrieb

Tab. 1. Farbkennzeichnung und Frequenzen der Empfangsanlage „Variaton“

Baustein	Gehäusefarbe	Kanalgruppe	Frequenz
Grundbaustein	rot	HF-Empfänger	27,12 MHz
Schaltstufe	grün	1 - 2	825/1110 Hz
Schaltstufe	gelb	3 - 4	1700/2325 Hz
Schaltstufe	blau	5 - 6	3000/3670 Hz
Schaltstufe	graphit	7 - 8	4300/5700 Hz

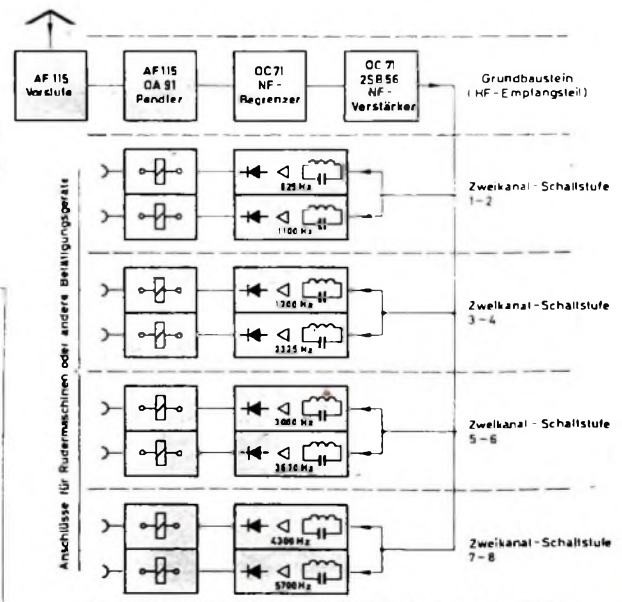
schnelle Umstellungen bei Wettbewerben möglich

### 3.1. Grundbaustein

Der HF-Empfänger (Grundbaustein, Bild 7) ist sehr stabil in seinen elektrischen Daten. Er arbeitet mit einer HF-Vorstufe in

Basisschaltung vor dem selbstschwingenden Transistor-Pendelaudio. Dadurch ist die Antenne weitgehend vom Pendler entkoppelt, und ihre Art und Länge haben keinen Einfluß auf die Abstimmung des Empfangskreises. Das sonst übliche Nachgleichen des Empfängers nach jedem Ein-

Bild 6. Blockbild der Empfangsanlage „Variaton“



Den Ausstellungsstand der **FUNK-TECHNIK**

auf der **Hannover-Messe 1963** (28. 4.-7. 5. 1963)

finden Sie in **Halle 11, Stand 35**

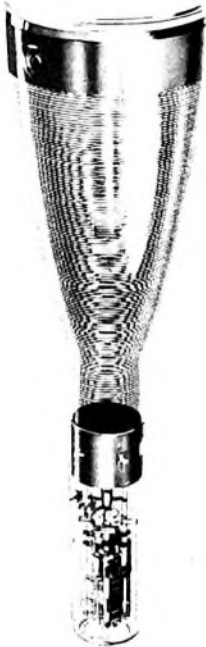
Wir würden uns freuen, Sie dort begrüßen zu können.

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINO-TECHNIK GMBH  
 HELIOS-VERLAG GMBH Berlin-Borsigwalde  
 POSTanschrift: 1 BERLIN 52

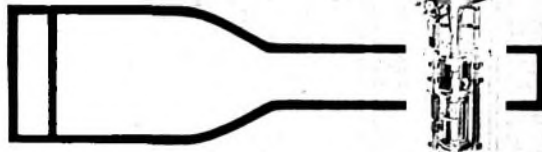
D 7-15



DG 13-38



DG 10-18



### 3 interessante TELEFUNKEN-Elektronenstrahlröhren mit hoher Ablenkempfindlichkeit

	Schirm- durchmesser cm	Gesamt-Beschleu- nigungsspannung V	Ablenkfaktor 1) V/cm	maximale Auslenkung 1) mm
D 7-15	7	1600	3,7	60
DG 10-18	10	2000	3,3	80
DG 13-38	13	6000	3,5	60

1) Kathodennahe Ablenkplatten (Meßplatten)

TELEFUNKEN-Elektronenstrahlröhren für Oszillographen sind Erzeugnisse langjähriger Forschung und Entwicklung. Sie vereinigen große Linienschärfe und enge Toleranzen mit großer Leuchtdichte und Ablenkempfindlichkeit und werden von Jahr zu Jahr in steigendem Maße verwendet.

Bitte, besuchen Sie uns während der Hannover Messe 1963 auf unserem Stand in der Halle 11, Obergeschoß, Stand Nr. 1404/1505

Wir senden Ihnen gern Druckschriften mit genauen technischen Daten.

TELEFUNKEN  
ROHREN-VERTRIEB  
ULM-DONAU



# TELEFUNKEN



**40 JAHRE  
RUNDFUNK**

**40 JAHRE  
LOEWE  
OPTA**

**Alex. v. Prohaska,  
der erste und  
bekannteste Rundfunk- und  
Fernseh-Fachhändler, äußert  
sich auf Grund seiner  
40-jährigen Erfahrung:**

**Warum verkaufe ich besonders gerne**

**LOEWE OPTA-Geräte ?**

- 1. Wegen der hohen Qualität!**
- 2. Wegen der ansprechenden Formgestaltung!**
- 3. Wegen der geringen Störanfälligkeit!**

**Alles zusammen schafft mir zufriedene Kunden  
und einen gleichbleibenden Umsatz.**

*Alex. v. Prohaska*

**LOEWE  OPTA**

**BERLIN · KRONACH · DÜSSELDORF**

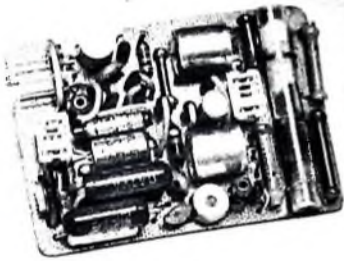


Bild 7 Innenansicht des Empfänger-Grundbausteins

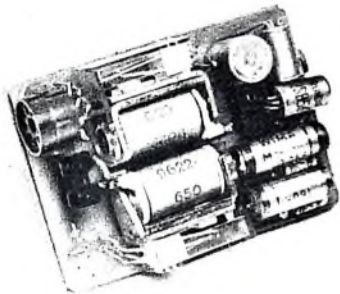


Bild 8 Innenansicht einer Zweikanal-Schaltstufe

bau in ein Modell entfällt somit, und außerdem wird die Störstrahlung des Pendlers auf ein Minimum reduziert. Das Steuersignal wird nach der Demodulation im Pendelaudio über ein  $\pi$ -Filter aus-

gekoppelt und einer Verstärkerstufe zugeführt. Hier wird das Signal gleichzeitig vorbegrenzt. Diese erste NF-Stufe ist zusammen mit dem Pendler temperaturkompensiert. Darüber hinaus ist die Stabilität des Pendelaudios im Vergleich zu üblichen Schaltungen wesentlich erhöht durch eine periodisch arbeitende Bedämpfung mittels einer Diode OA 91. Eine Übersteuerung des Empfängers durch große Eingangssignale (Sendernähe) tritt nicht auf.

Das verstärkte und begrenzte NF-Signal gelangt über eine zweite NF-Verstärkerstufe und einen Emitterfolger zum Ausgang des HF-Empfängers und wird über eine 3polige Buchse den verschiedenen Schaltstufen zugeführt. Da die Empfindlichkeit der nachfolgenden Schaltstufen temperaturabhängig ist, wird die Höhe des Ausgangssignals an der zweiten Tonstufe in Abhängigkeit von der Temperatur automatisch nachgeregelt.

### 3.2. Zweikanal-Schaltstufen

Die Trennung der Tonfrequenzen in den Schaltstufen (Bild 8) erfolgt in der üblichen Schaltungstechnik mittels Parallelresonanzkreise. Diese Parallelresonanzkreise liegen jeweils im Rückkopplungsweig einer Transistorverstärkerstufe, und es wird nur diejenige Frequenz verstärkt, die mit der Resonanzfrequenz des betreffenden Schwingkreises übereinstimmt. Die am Ausgang der Verstärkerstufe stehende NF wird dann gleichgerichtet und erneut auf die Eingangselektrode zurückgeführt (Reflexschaltung). Der ver-

stärkte Gleichstrom steuert dann das im Collectorkreis liegende Relais (siehe Bild 8). Eine elektrische Verriegelung verhindert, daß das Relais des zweiten Kanals in der Schaltstufe ebenfalls mit anspricht. Die Relais sind der Stoßbelastung einer mehrfachen Erdbeschleunigung gewachsen und haben vergoldete Kontakte. Sämtliche Relaiskontakte beider Kanäle sind an eine 3polige Buchse geführt, an die die Rudermaschine oder andere Betätigungsgeräte angeschlossen werden können.

Die genannten Resonanzkreise zur Tonselektion sind beachtlich klein und leicht. So wiegt zum Beispiel ein kompletter Schwingkreis für 1 kHz, bestehend aus Spule und Kondensator, nur knapp 2 g. Trotz der geringen Abmessungen ist die Spule mit einem abgleichtbaren Schalenkern ausgerüstet. Sämtliche Tonkreise können daher im Werk genau auf ihre Sollfrequenz abgeglichen werden, so daß jede Schaltstufe mit jedem Sender und HF-Teil sofort betriebsbereit ist.

### 3.3. Stromversorgung

Die Einspeisung der Betriebsspannungen für Empfangsteil, Schaltstufen und Rudermaschinen erfolgt zentral über eine 3polige Steckerbuchse am Grundbaustein. Ein 4adriges Spezialkabel mit 2poligem Schiebeshalter, an dem sich auch die etwa 80 cm lange Antenne befindet, stellt die Verbindung mit den Stromquellen her (6-V-Akku Deac „5/150 DK“ für HF-Empfangsteil und Schaltstufen, 2,4-V-Akku Deac „2/500 DKZ“ für Rudermaschinen).

E. ENGER

*Mess-technik*

## Ein Tonfrequenzgenerator mit Transistoren

### Technische Daten

- Schwingungsform: sinusförmig
- Frequenzbereich: 7...70000 Hz
- Ausgangsspannung: Bereiche 0...2 mV, 0...20 mV, und 0...200 mV, stetig regelbar
- Frequenzgang: 0 dB, -1,5 dB bei  $f_{max}$
- Temperaturbereich: größer als 0...45 °C
- Betriebsspannung: 220 V $\sim$

### 1. Prinzip

Das im folgenden beschriebene Gerät arbeitet nach dem bewährten Prinzip des RC-Generators [1, 2]. Das frequenzbestimmende Glied ist eine Serienschaltung aus einem Reihen-RC- und einem Parallel-RC-Glied. Die ohmschen Widerstände sind gleich groß, und die beiden Kondensatoren haben gleiche Kapazität (Bild 1). Wenn

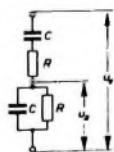


Bild 1. Frequenzbestimmendes Glied beim RC-Generator

die Blindwiderstände  $X_C$  der Kondensatoren betragsmäßig mit den ohmschen Widerständen  $R$  übereinstimmen, also  $X_C = 1/(2\pi fC) = R$  gilt, hat jedes der beiden RC-Glieder einen komplexen Widerstand mit einem Argument von  $-45^\circ$ . Der komplexe Widerstand der gesamten RC-Kombination hat dann ebenfalls ein Argument von  $-45^\circ$ , und die Phasenverschiebung zwischen  $u_e$

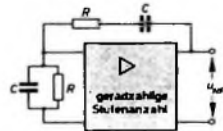


Bild 2. Prinzipschaltbild des RC-Generators

und  $u_a$  ist Null. In diesem Fall ist das Verhältnis  $k = u_a/u_e$  reell, und zwar  $k = 3$ . Bild 2 zeigt das Prinzipschaltbild des RC-Generators. Bedingung für das Auftreten von Schwingungen ist, daß der Verstärker eine Verstärkung  $V > 3$  hat.

### 2. Schaltung

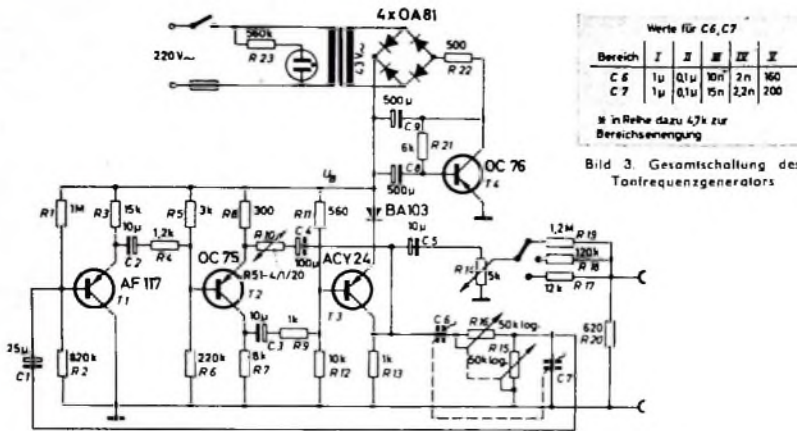
#### 2.1. Praktische Ausführung der RC-Kombination

Für die beiden ohmschen Widerstände der RC-Kombination wurde ein logarithmisches Doppelpotentiometer eingesetzt (Bild 3). Damit ist eine stetige Frequenzregelung möglich. Die logarithmische Ab-

hängigkeit des Widerstandswertes vom Drehwinkel gewährleistet eine annähernd lineare Frequenzskalenteilung. Die beiden Kapazitäten der RC-Kombination — und damit die Frequenzbereiche — sind mit einem Stufenschalter wählbar. Der Gesamtfrequenzbereich wird nach oben hin durch das Wirksamwerden von Streukapazitäten und durch das Verhalten der Transistoren begrenzt. Um ein einwandfreies Arbeiten des Tonfrequenzgenerators zu erreichen, sollten im frequenzbestimmenden Glied nur hochwertige Kondensatoren eingesetzt werden. Dies gilt besonders für die unteren Frequenzen. Im Mustergerät fanden Styroflex- beziehungsweise MKL-Typen Verwendung. Zu hohe Verlustwiderstände bewirken eine kleinere Frequenzvariation.

#### 2.2. Impedanzwandler

Eine direkte Anschaltung eines Transistorverstärkers (mit  $R_e \approx 1 \text{ k}\Omega$ ) würde die RC-Kombination viel zu stark belasten. Es ist daher ein Impedanzwandler in Collector-schaltung nötig. Der Impedanzwandler erhöht den Eingangswiderstand auf etwa 0,5 M $\Omega$  und erniedrigt gleichzeitig die Eingangskapazität auf rund 15 pF. Ein OC 75 verhält sich in dieser Stufe etwas ungünstiger. Die Stabilisierung des Arbeitspunktes erfolgt nach den üblichen Regeln.



### 2.3 Verstärker

Der zweistufige Verstärker ist in Emitter-schaltung ausgeführt. Jede Stufe dreht die Phase um 180°, so daß die Gesamtphasen-erhöhung entsprechend den im Abschnitt 1 erwähnten Erfordernissen  $360^\circ = 0^\circ$  ist. Eine Gegenkopplung (im Abschnitt 2.4 näher beschrieben) verhindert eine zu große Verstärkung. Denselben Zweck dienen ebenfalls die Widerstände  $R_4$  und  $R_9$ . Wegen der Einschaltung dieser beiden Widerstände ist auch die Verwendung kleinerer Elektrolytkondensatoren für  $C_2$  und  $C_3$  möglich, da ein größerer kapazitiver Blindwiderstand für die unteren Frequenzen dann nicht so stark ins Gewicht fällt.

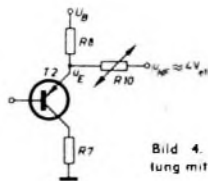
Für die zweite Verstärkerstufe ( $T_3$ ) wurde ein kommerzieller Transistortyp verwendet. Folgende Daten des ACY 24 sind in diesem Zusammenhang besonders wichtig:  $U_{CE\text{ max}}$  50 V und  $P_{C+E}$  400 mW. Der Widerstand  $R_{13}$  ist so klein wie möglich zu machen, da er in die RC-Kombination mit  $R_8$  und  $R_9$  eingreift und dadurch die Phasenbedingungen stört. Es erwies sich als notwendig,  $T_3$  mit einer Kühlfahne (0,5 mm Cu-Blech, 17 cm<sup>2</sup>) zu versehen. Zusammen mit der Siliziumdiode RA 103 ergab sich dann eine gute Temperaturstabilisierung für diese Stufe. Der Spannungsabfall an der Siliziumdiode ist weitgehend temperaturunabhängig; ihr dynamischer Innenwiderstand ist so klein, daß eine Entkopplungskapazität unnötig ist. Über  $R_{14}$  läßt sich  $u_{VF}$  linear abschwächen. Die Vorwiderstände  $R_{17}$ ,  $R_{18}$ ,  $R_{19}$  dienen der genauen Spannungseinstellung von  $u_{VF}$  an  $R_{20}$  (im Mustergerät 2 mV, 20 mV, 200 mV bei voll aufgedrehtem Regler  $R_{14}$ ).

### 2.4. Regelung des Verstärkers

Um eine frequenzkonstante und sinusförmige Ausgangsspannung zu erreichen, muß der Verstärker gut geregelt werden. Dazu dient der Regel-Heißleiter  $R_5$  (41-20 ( $R_{10}$ )) von Siemens & Halske [3]. Die Kennlinie dieses Heißleiters ist so beschaffen, daß eine Spannung von 4 V nicht überschritten werden kann; bei größeren (kleineren) Spannungen nimmt der Strom stark zu (ab). Man muß also dafür sorgen, daß diese 4 V an  $R_{10}$  liegen, da er in diesem Punkt das beste Regelvermögen aufweist. Die Regelschaltung zeigt Bild 4.  $R_{10}$  und  $R_8$  bilden einen spannungsabhängigen Spannungsteiler. Wird  $u_{VF}$  größer, so wird  $u_E$  wesentlich größer, da sich  $R_{10}$

verkleinert. Bei Erniedrigung der Spannung tritt der umgekehrte Vorgang auf.

Eine Vergrößerung von  $u_E$  bewirkt eine Verkleinerung der Verstärkung und umgekehrt. Die Spannungsschwankungen von  $u_{VF}$  werden also in einem größeren Bereich ausgeglichen. Da 4 V Gleichspannung 4 V<sub>eff</sub> Wechselspannung entsprechen be-



trägt der Spitzenwert von  $u_{VF}$  mindestens 11 V<sub>eff</sub>. Diese 11 V<sub>eff</sub> müssen von  $T_3$  unverzerrt aufgebracht werden. Um eindeutige Verhältnisse zu erhalten, wurde eine Betriebsspannung von 35 V gewählt. Wie Versuche gezeigt haben, sollte die Betriebsspannung auf keinen Fall < 30 V sein.

Andere Regelschaltungen führten nicht zu dem gewünschten Ziel. Zwar ist der Regel-Heißleiter nicht gerade billig (= 10 DM), doch die Ausgabe lohnt sich im Hinblick auf die Konstanz der Ausgangsspannung. Ein gewisser Nachteil ist jedoch darin zu sehen, daß beim Durchdrehen eines Bereiches die Schwingungen aussetzen und erst nach einigen Zehntelsekunden wieder — auf der neuen Frequenz natürlich — einsetzen.

### 2.5. Netzteil

Der Netzteil muß auch für die tiefen Frequenzen einen niedrigen Innenwiderstand haben. Die Graetz-Schaltung (4 x OA81) erwies sich als zweckmäßiger gegenüber der Einweggleichrichtung. Dazu wurde noch eine elektronische Siebung mit  $T_4$  eingebaut [1]. Die Verlustleistung, die dieser Transistor an Wärme abführen muß, ist kleiner als 40 mW, so daß ein OC 76 genügt.

### 3. Fichtung und Aufbau

Nach dem Aufbau der Schaltung werden zuerst die Betriebsspannung und die Arbeitspunkte der Transistoren überprüft. Die im folgenden angegebenen Meßwerte sind Näherungswerte.

Für die Überprüfung der Kurvenform, der Einstellung der automatischen Regelung usw. ist unbedingt ein Oszillograf erforderlich. Um den Impedanzwandler und den Verstärker zu überprüfen, werden das RC-Netzwerk und  $R_{10}$  abgelötet. Anschließend legt man eine sinusförmige Wechselspannung (mittlere Frequenz) an die Basis von  $T_1$  und verfolgt von Stufe zu Stufe Verstärkung und Kurvenform. Die Verstärkung ist jetzt selbstverständlich größer, da die Regelung abgeschaltet ist. Für ein späteres einwandfreies Funktionieren ist natürlich notwendig, daß der Verstärker unverzerrt arbeitet. Am Collector von  $T_3$  müssen mindestens 5 V<sub>eff</sub> gemessen werden. Ist die Schaltung in Ordnung und das RC-Netzwerk wieder eingelötet, dann werden sich auf allen Bereichen verzerrte (etwa rechteckförmige) Schwingungen ergeben. Die Einstellung des Widerstandes  $R_8$  geschieht so: Bei einer mittleren Tonfrequenz wird  $R_8$  so lange verändert (zuerst mit einem Regelwiderstand, der später durch einen Festwiderstand ersetzt wird) bis die Schwingungen unverzerrt sind und beim Einschalten des Gerätes sicher einsetzen wird. Dann auf die höchste Frequenz umgeschaltet, so sollte das Gerät weiterfunktionieren, wenn auch die Schwingamplitude etwas kleiner ist. Wird dies nicht erreicht, so versuche man den Frequenzgang für diese Frequenzen zu verbessern (zum Beispiel durch Ändern von  $R_4$ ,  $R_9$  oder durch Verkleinern von  $R_{13}$ ). Eine weitere Fehlerquelle kann im RC-Netzwerk liegen, wenn zu viele Verluste auftreten (zum Beispiel Schaltkapazitäten, Verlustwiderstände oder eine zu starke Bedämpfung durch den Verstärker).

Eine kurze Bemerkung zu  $R_{21}$ : Er berechnet sich nach der Gleichung  $R = 0,7/I_H$  mit  $I_H = f(I_{G_{max}})$  und  $I_{G_{max}} = I_C$  (den Wert für  $I_H$  kann man beispielsweise aus der Transistorkennlinie entnehmen).

Geicht wird das Gerät mit einem genauen Tonfrequenzgenerator oder mit einem Frequenzmesser. Bei  $U_{BB} = 35,5$  V gilt

Gleichspannungen gegen Masse:				
	T 1	T 2	T 3	T 4
	[V]	[V]	[V]	[V]
Emitter	18,4	35,0	34,9	0
Basis	18,14	34,9	34,71	0,27
Collector	0	11,6	17,6	0,97

Wechselspannungen gegen Masse bei 1 kHz:				
	T 1	T 2	T 3	
	[V <sub>eff</sub> ]	[V <sub>eff</sub> ]	[V <sub>eff</sub> ]	[V]
Emitter	1,5	1,1	0,035	
Basis	1,5	1,1	0,050	
Collector	0	0,75	4,0	

Die Rest-Wechselspannung von  $U_{BB}$  ist 10 mV<sub>eff</sub> bei  $U_{BB} = 35,5$  V.

Die Gehäusemaße des Versuchsmodells sind 190 mm x 130 mm x 80 mm; der Verstärker und der Impedanzwandler wurden in gedruckter Schaltung auf einer Platte 110 mm x 38 mm aufgebaut.

### Schrifttum

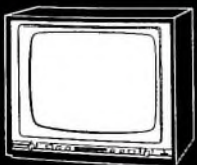
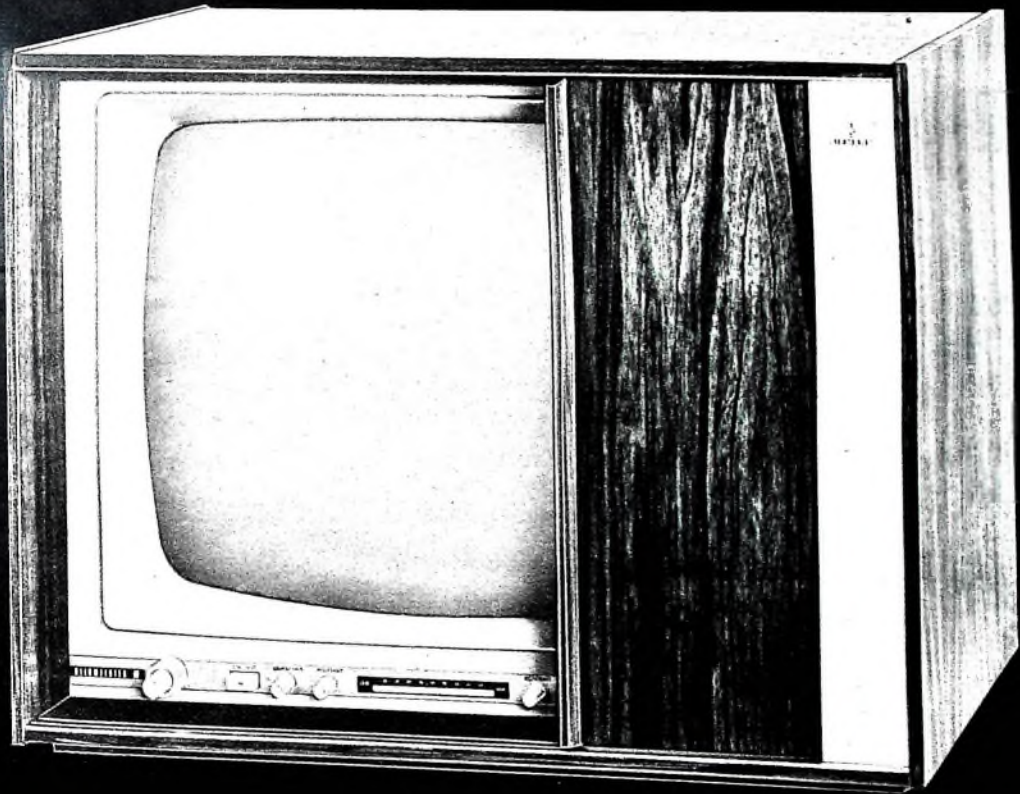
- Lennartz, H., u. Taeger, W.: Transistor-Schaltungstechnik Berlin 1963, Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH
- Halbleiter-Schaltbeispiele 1961 Siemens & Halske
- Halbleiter-Datenbuch 1962 Siemens & Halske

## Unverkennbar: die Karree-Form der neuen Siemens-»Bildmeister« 1963/64

Unverkennbar auf den ersten Blick: die Karree-Form der neuen Siemens-»Bildmeister« 1963/64. Glatte Flächen, strenge Konturen, ausgewogene Proportionen: ein Siemens-»Bildmeister« beeindruckt durch seine dezente, wohnliche Form und paßt organisch in jeden Raum.

Und das ist unverkennbar die große Neuheit in unserem Programm: der Siemens-»Bildmeister III« – das erste Tischgerät auf dem deutschen Markt mit Edelholzjalousie zum Abdecken der Bildröhre. Und mit Tasten-Schalttschloß zum Sperren der Betriebstaste.

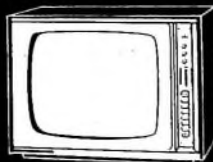
Siemens-»Bildmeister« I, II und III mit dem neuen UHF-Tuner, bestückt mit Siemens-Mesa-Transistoren. Und alle Siemens-»Bildmeister« 1963/64 selbstverständlich mit der neuen P-Röhre, eine Panorama-Großbildröhre, die eine Schutzscheibe überflüssig macht. Dadurch weniger Spiegelung – ein noch besseres, brillanteres Bild.



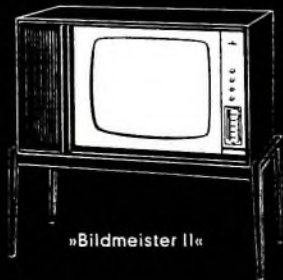
»Bildmeister IV«



»Bildmeister V«



»Bildmeister I«



»Bildmeister II«

**Für höchste Ansprüche**



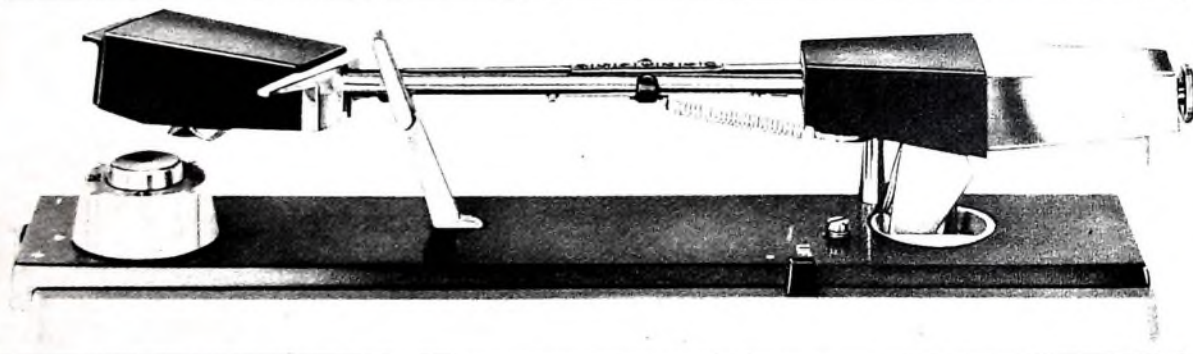
**33 studio**



Mit Stereo-Magnet-System PE 9000  
DM 378,- \*

mit Stereo-Magnet-System  
Shure M 77 D DM 398,- \*

\* Unverbindlicher Richtpreis, ohne Zarge und Vorverstärker



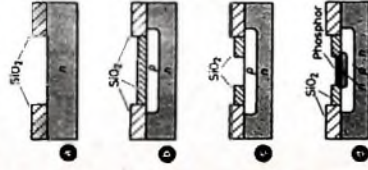
Zur Deutschen Industriemesse Hannover stellen wir unseren neuen Stereo-Plattenspieler PE 33 Studio vor. Nachfolgende Merkmale sind Kennzeichen einer wohlgedachten, ausgereiften Konstruktion. Drehzahlfeinregulierung mit eingebautem Stroboskop zur Drehzahlkontrolle - extrem niedrige Auflagekraft (bis minimal 0,5 p möglich) - Plangedrehter Gußplattenteller - Leicht auswechselbarer Tonkopf für alle Systeme mit 1/2" Standard-Abmessung - Ideale Einbaumaße - Edelholzzargen in nußbaum und ahorn, zusätzlich auch mit Plexiglashaube lieferbar. Bitte fragen Sie nach unserem Spezial-Prospekt



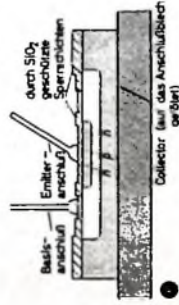
**Perpetuum - Ebner**



erhält zunächst eine Schicht aus Siliziumdioxid, in die dann ein etwa kreisförmiges Fenster eingetätzt wird (Bild 30a). In dieses Fenster diffundiert man Bor, wodurch die p-Zone der Basis entsteht, in der die Verunreinigungen zum Collector hin exponentiell abnehmen. Die Sperrschicht tritt unter der stehengebliebenen Oxidschicht an die Oberfläche. Das Fenster wird durch eine neue Oxidschicht wieder verschlossen (Bild 30b), in der man anschließend ein neues, kleineres Fenster anbringt



**Bild 30.** Zu Planar-Transistor: Arbeitsgänge bei der Herstellung des Planar-Transistors. a) n-dotiertes Silizium mit einer Siliziumdioxid-Schicht, in die ein kreisförmiges Fenster eingetätzt ist; b) in das Fenster wird Bor diffundiert (p-Zone der Basis) und das Fenster dann durch eine neue Oxidschicht verschlossen; c) diese Oxidschicht erhält ein weiteres Fenster; d) Phosphordiffusion macht einen Teil der Basiszone wieder n-leitend (Emitter); e) Schnitt durch einen Planar-Transistor



(Bild 30c). Durch Phosphordiffusion wird dann ein Teil der Basiszone wieder n-leitend gemacht (Bild 30d), und nach weiteren  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - und Oxydierungsvorgängen können schließlich die Anschlüsse angebracht werden. Wie Bild 30e zeigt, ist die gesamte Oberfläche von Emitter und Basis mit einer Oxidschicht überzogen.

Der besondere Vorteil der Planar-Transistoren ist nur ihr Oberflächenschutz; ihre HF-Eigenschaften entsprechen etwa denen der  $\rightarrow$  Mesa-Transistoren. Die Planar-Technik kann auch auf  $\rightarrow$  Epitaxial- und  $\rightarrow$  dreifach diffundierte (Laminar-)Transistoren angewandt werden ( $\rightarrow$  Überstichtal-Transistoren).

#### Phototransistor photo-transistor

Bei jedem Transistor wirkt eine Beleuchtung der Sperrschicht zwischen Collector und Basis ebenso wie die Zuführung eines Basisstroms, das heißt, es tritt eine Erhöhung des Collectorstroms auf. Übliche Transistoren sind daher lichtdicht gekapselt. Bringt man jedoch in Gehäuse des Transistors eine Linse

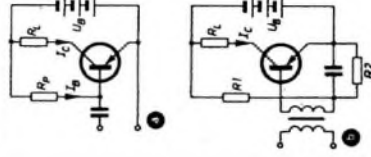
an, die das Licht auf die Collector-Basis-Sperrschicht konzentriert, dann erhält man einen Photofranzosen. Dabei können Empfindlichkeiten von mehreren Ampere je Lumen erreicht werden. Dieser Photoeffekt findet auch bei Dioden und Vierschichtdioden Anwendung.

#### Polarisation bias polarisation

Basistgleichstrom oder Gleichspannung zwischen Basis und Emitter, die den Collectorstrom bestimmt. Bei der Strompolarisation (Bild 31a) kann man die Spannungsdifferenz zwischen Basis und Emitter meistens vernachlässigen. Ist  $I_C$  der gewünschte Collectorstrom,  $U_{BE}$  die Sperrspannung,  $I_{CBO}$  der Collectorstrom und  $\beta$  die Stromverstärkung des Transistors in Emitterschaltung, dann ergibt sich der Polarisationswiderstand  $R_P$  zu

$$R_P = \frac{U_{BE}(I_C - I_{CBO})}{\beta}$$

Da sich  $I_{CBO}$  verdoppelt, wenn die Sperrschichttemperatur um etwa  $5^\circ\text{C}$  steigt, wird der Temperaturerfluß auf den Collectorstrom um so geringer sein, je größer das Verhältnis  $I_C/I_{CBO}$  ist. Strompolarisation ohne Temperaturkompensation kann also angewandt werden, wenn man mit Siliziumtransistoren ( $I_{CBO}$  niedrig) oder mit verhältnismäßig hohen Collectorströmen arbeitet.



**Bild 31.** Zu Polarisation. Strompolarisation (a) mit einem Polarisationswiderstand  $R_P$  kann ohne Temperaturkompensation angewandt werden, wenn man mit Siliziumtransistoren oder mit verhältnismäßig hohen Collectorströmen arbeitet; bei der Spannungspolarisation mit einem Basisspannungsteiler  $R_1, R_2$  (b) ist zur Temperaturkompensation noch ein Widerstand im Emitterkreis erforderlich

Bei Spannungspolarisation (Bild 31 b) wird die Spannung zwischen Basis und Emitter durch einen Spannungsteiler ( $R_1, R_2$ ) festgehalten, dessen Querschnitt ein Vielfaches des Basisstroms ist. Wenn sich die Temperatur um etwa  $5^\circ\text{C}$  erhöht, verdoppelt sich hier nicht nur  $I_{CBO}$ , sondern der gesamte Collectorstrom. In dieser Form ist die Spannungspolarisation daher nicht zu empfehlen. Man kann sie jedoch anwenden, wenn man einen Widerstand zur  $\rightarrow$  Temperaturkompensation in den Emitterkreis (Wird fortgesetzt)

## Kleines Lexikon der angewandten Transistor-Technik

Kristalltemperatur → Sperrschichttemperatur

Laminar-Transistor

*laminar transistor*

*transistor laminaire*

Bezeichnung für einen → dreifach diffundierten  
→ Planar-Transistor (→ Übersichtstafel Transistorarten).

Lastgerade → Kennlinienfeld

Lastwiderstand

*load resistor*

*résistance de charge*

Widerstand, in dem die vom Transistor abgegebene Leistung verbraucht wird. Im Falle der Widerstandskopplung (Bild 25) ist der Lastwiderstand des Transistors  $T_1$  gleich der Parallelschaltung des in seinem Collector-Kreis liegenden Widerstandes  $R_C$

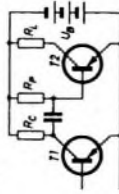


Bild 25. Zu Lastwiderstand: der Lastwiderstand der ersten Stufe besteht aus der Parallelschaltung von  $R_C$  und dem Eingangswiderstand der folgenden Stufe

mit dem Eingangswiderstand der nächsten Stufe. Damit in  $R_C$  nur wenig Signalleistung verlorengeht, sollte man diesen Widerstand möglichst groß wählen. Aus Stabilitätsgründen ist jedoch darauf zu achten, daß zwischen Emitter und Collector noch etwa ein Viertel der Betriebsspannung  $U_B$  liegt, solange kein Signal zugeführt wird.

Liegt im Collector-Kreis einer Endstufe ein ohmscher Lastwiderstand  $R_L$ , dann erhält man die größte Ausgangsleistung, wenn im Ruhezustand etwa  $U_B/2$  an  $R_L$  abfällt. Für größte Leistungsverstärkung muß dagegen der Lastwiderstand gleich dem Ausgangswiderstand des Transistors sein. Dabei ergeben sich aber meistens so große Widerstandswerte, daß der gewünschte Collectorstrom nur aufrechterhalten werden kann, wenn man die Speisenspannung  $U_B$  höher wählt als die für den Transistor maximal zulässige Collectorspannung. Dies ist jedoch durch aus erlaubt, wenn dabei  $U_B/(4 R_L)$  kleiner als die maximal zulässige Verlustleistung des Transistors ist und wenn die Collectorruhespannung gleich der Hälfte der Durchbruchspannung (→ Collectordurchbruch) gewählt wird.

Bei der Gleichstromwiderstand der Last vernachlässigbar klein (zum Beispiel im Falle eines Aus-

gangsübertragers), dann ergibt sich die größte Ausgangsleistung, wenn man den Wechselstromwiderstand der Last gleich dem Quotienten aus Speisenspannung und Collectorstrom wählt. In Emitterschaltung wird in allen Fällen die Leistungsverstärkung des Transistors um so geringer, je größer die geforderte Ausgangsleistung der Verstärkerstufe ist.

Lawineneffekt

*avalanche breakdown*

*effet d'avalanche*

Bezeichnung für den in Emitterschaltung bei hohen Collectorspannungen zu beobachtenden sprungartigen Anstieg des Collectorstroms (→ Collectordurchbruch).

Der Lawineneffekt kann zur Erzeugung besonders kurzer Impulse verwendet werden. Im Bild 26 erfolgt das durch ein am Ende offenes Koaxialkabel, in dem der Collectordurchbruch bei genügend hoher Collectorspannung einen Impuls auslöst. Dieser Impuls wird am Kabelende reflektiert und gelangt zum Collector zurück. Dabei sinkt die Collectorspannung kurzzeitig ab, so daß die Durchbrucherscheinung wieder aufgehoben wird und der Collectorstrom fast auf Null zurückgeht. Mit modernen Silizium-Mesa- oder -Planar-Transistoren erhält man Schaltzeiten in der Größenordnung von einer Nanosekunde und Impulsfolgefrequenzen über 50 MHz.

Der Lawineneffekt läßt sich an jedem Transistor feststellen. Als Lawinentransistoren sind jedoch be-

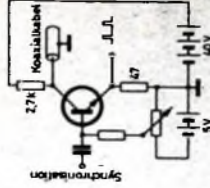


Bild 26. Zu Lawineneffekt: Schaltung zur Erzeugung von sehr kurzen Impulsen

sonders die Typen geeignet, die eine hohe Stromverstärkung haben und daher eine große Differenz zwischen den Collectorspannungen vor und nach Einsetzen des Durchbruchs zeigen. Um die Verlustleistung kleinzuhalten, sollte man einen Transistor wählen, bei dem die Collectorspannung nach dem Durchbruch möglichst niedrig ist. Die kürzesten Schaltzeiten ergeben sich im Lawinenbetrieb mit den Transistoren, die auch im Normalbetrieb sehr gut HF-Eigenschaften zeigen.

## Legiert diffundierter Transistor

*alloy diffused transistor, pair alloy diffused transistor*

*transistor à alliage post-diffusé*

Driftfeld-Transistor, bei dem die Herstellung der inhomogen dotierten Basis nicht im selben Arbeitsgang wie das Legieren des Emitters und das Anbringen des Basischlusses erfolgt. Dieses Verfahren wird aber praktisch nur für p-p-n-Germaniumtransistoren in Mesa-Form angewandt.

Bei der Herstellung geht man von einem schwach p-dotierten Germaniumplättchen aus, auf das man die Emittier- und die Basisspitze setzt; die außerordentlich langam diffundierenden p- und n-Elementen auch Arsen einlagern. Während beide Pillen in das Germanium einlagert werden, verdrängt das Arsen und dringt durch Diffusion in das Germanium ein. Das erfolgt aber nicht nur unter den aufgestellten Pillen, sondern auf der gesamten in der arzenhaltigen Atmosphäre befindlichen Oberfläche des Plättchens (Bild 27 a). Auf diese Weise entsteht eine inhomogen dotierte n-Schicht, auf der die Basisspitze einen ebenfalls n-dotierten Kontakt darstellt. Von dieser n-Schicht ist die Emittierpille mit der sie umgebenden p-Region jedoch durch die Emittierpererschicht getrennt.

Die durch Arsendiffusion entstandene Oberflächenschicht ist nur im Bereich des Emitters und des



Bild 27. Zu Legiert diffundierter Transistor: a) beim Legierungsvorgang wird durch Endflünderen von Arsen die Basisszone gebildet; b) durch Weglassen der nicht benötigten Teile der Basisschicht erhält der legiert diffundierte Transistor eine Mesa-Form

Basiszonen aktiv. Da außerdem die inneren Kapazitäten mit der Größe der Basisschicht zunehmen, sitzt man die nicht benötigten Teile dieser Schicht möglichst weit ab, wodurch man eine Mesa-Form (Bild 27 b) erhält. Die HF-Eigenschaften dieses Transistors entsprechen etwa denen der nach anderen Verfahren hergestellten – Mesa-Transistoren (→ Übersichtstafel Transistorarten).

## Legierungstransistor

*alloy transistor*

*transistor à alliage*

Die meisten Germaniumtransistoren für Niederfrequenz sind Legierungstransistoren. Bei ihrer Herstellung geht man von einem meistens n-dotierten Germaniumplättchen aus, das die Basis bildet und auf das zwei Metallpillen aus Indium aufgelegt werden (Bild 28). Bei diesem Legierungsvorgang schmilzt das Indium, und dabei dringen einzelne Atome late in die Mitte in das Germaniumplättchen ein. Die für weiteren Indiumatom machen den Halbleiter leitend, so daß sich die Schichtenfolge p-n-p ergibt. Wahl man die beiden Indium-

pillen gleich groß, so erhält man (bei gleichen Legierungstemperatur/elementenymmetrischen Transistor, bei dem jede der beiden p-Elektroden als Emittier oder als Collector verwendet werden kann und der auch in beiden Fällen etwa die gleichen elektrischen Eigenschaften zeigt, im allgemeinen macht man jedoch die Collectorpille größer, weil

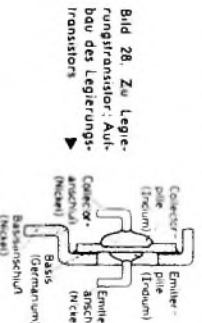


Bild 28. Zu Legierungstransistor: Aufbau des Legierungstransistors

dadurch eine bessere Ableitung der Verlustwärme möglich ist.

Bei Leistungstransistoren erhält man die erforderliche gute Wärmeregulation, indem man die Collectorpille metallisch mit dem Gehäuseboden verbindet. Das das Collectormaterial auch ein guter elektrischer Leiter ist, erreicht man mit Legierungstransistoren sehr hohe Collectorströme (bis 50 A). Gute HF-Eigenschaften ergeben sich, wenn ein Basismaterial mit exponentieller Storstellenverteilung verwendet wird. Mit derartigen – Drifttransistoren lassen sich Schwingfrequenzen von mehreren hundert Megahertz erreichen.

Nur etwa 10% der zur Zeit angebotenen Germanium-Legierungstransistorarten sind n-p-n-Transistoren. Mehr als zwei Drittel aller p-p-n-Silizium-Transistoren sind Legierungsvorrichtungen hergestellt, während dieses Verfahren bei n-p-n-Silizium-Transistoren nur sehr selten angewandt wird, da n-Verunreinigungen schlechter in das Halbleitermaterial eindringen als p-Verunreinigungen.

## Leistungstransistor

*power transistor*

*transistor de puissance*

Transistor, der unter normalen Betriebsbedingungen eine Verlustleistung von mehr als etwa 1 W hat und einen Collectorstrom von mehr als etwa 1 A verträgt. Fast alle Germanium-Leistungstransistoren sind – Legierungstransistoren.

## Leistungsverstärkung

*power gain*

*gain en puissance*

Als Leistungsverstärkung bezeichnet man meistens das Verhältnis der an den Lastwiderstand abgegebene Leistung zu der zur Steuerung des Transistors notwendigen Eingangleistung. Außerdem kann man eine Anpassungs-Leistungsverstärkung definieren, die das Verhältnis der Ausgangsleistung des Transistors zu der Leistung darstellt, die die Steuerquelle bei optimaler Anpassung abgeben kann. Ein Sonderfall davon, die verlustfreie Leistungsverstärkung, ist durch die angegebene Definition bestimmt, wenn die Last optimal an den Transistor angepaßt ist.

Es ergibt sich aber durch eine Leistungsverstärkung, wenn ein Transistor in einen bestehenden Kreis eingeschaltet wird. Hierbei handelt es sich dann um das Verhältnis der Ausgangsleistung zu der Leistung, die die Steuerzelle abgibt, wenn sie mit der Lastwiderstand des Transistors abgestimmt wird. Die maximale Leistungsverstärkung erhält man, wenn der Transistor am Eingang und am Ausgang angepaßt ist. Auch hier gibt es wieder verschiedene Definitionen, je nachdem, ob man die im Innenwiderstand der Steuerzelle verlorene Leistung unberücksichtigt oder nicht.

Leitwertparameter → Ersatzschaltungen

## MADT

Ablürzung für „micro-alloy-diffusion-transistor“. Hierbei handelt es sich um einen Transistor, der zwar ähnlich dem – Surface-barrier-Typ, aufgebaut ist, dessen Basis aber eine exponentielle Verteilung der Störstellen aufweist. Mit solchen Transistoren können im GHz-Bereich arbeitende Oszillatoren aufgebaut werden (→ Übersichtsdiagramm Transistorarten).

## Meso-Transistor

Begriff aus der Transistor-Technologie, der sich auf ein Transistorbauelement bezieht, das angeordnet die Form einer Tafellegierung hat. Meso-Transistoren lassen sich aus Germanium und aus Silizium herstellen. Im ersten Falle geht man meistens von p-leitendem Material aus. Auf einer Fläche des Germaniumblocks wird der Collector-Kontakt durch Auflösen eines Blaugoldplättchens angebracht (Bild 29). Die gegenüberliegende Fläche

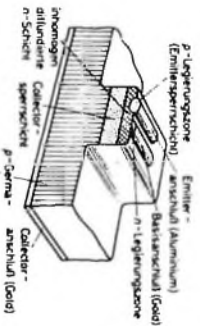


Bild 29. Zu Meso-Transistor: Schnitt durch einen Transistor in Meso-Form

setzt man Antimon-Dampf aus, der durch langsame Eindiffundieren eine n-Schicht mit exponierbarer Störstellenverteilung erzeugt. Nach einem Verdampfungs- oder Lagerungsverfahren werden dann nebeneinander ein Gold- und ein Aluminiumstreifen angebracht, von denen der Goldstreifen als Basisschicht dient. Das Aluminium dringt wie beim Legierungsverfahren etwas in die n-Schicht ein und wandelt sie teilweise wieder in eine p-Schicht um. Auf diese Weise entsteht die p-Emitterzone mit der zugehörigen Sperrschicht.

Die Meso-Form entlehnt erst in dem folgenden Arbeitsgang. Dabei wird von der Oberfläche das Germaniumblocks so viel weggesätzt, daß nur noch die unmittelbare Umgebung der oberen Anschlüsse

stehenbleibt; infolge der Verkleinerung der Basisfläche ergeben sich besonders kleine Koaxialströme zwischen der Basis und ihrer Umgebung. In dieser Beziehung ist der Meso-Transistor dem Diffusionstristor überlegen, während er hinsichtlich des Basisbahnwiderstandes allen anderen Diffusionsistoren etwas entspricht. Er hat jedoch, wenn er nicht epitaxial oder – dreifach diffundiert ausgeführt ist, eine niedrigere Leitfähigkeit als Legierungs-Transistoren. Auch bei anderen Herstellungsvorgängen (→ legiert diffundierter Transistor) erhält man als Endprodukt einen Transistor in Meso-Form (→ Übersichtsdiagramm Transistorarten).

Micro-alloy-diffusion-transistor → MADT

## Neutralisation

neutralisation

neutralisation, neutralisierung

In der Rohrentechnik versteht man unter Neutralisation die Kompensation der Gitter-Anoden-Kapazität. Auf die Transistortechnik übertragen, müßte dieser Ausdruck also die Kompensation der durch  $c_{e2}$  und  $\tau_{e2}'$  (→ Ersatzschaltung nach Gascollot) hervorgerufenen inneren Rückwirkung bedeuten. Eine solche Kompensation durch äußere Schaltelemente wäre durchaus möglich, und dann müßte bei einem an den Ausgang gelegenen Signal die Spannung im Punkte b' der Ersatzschaltung Null sein. Da dabei aber ein  $\tau_{e2}$  ein Spannungsabfall auftreten muß, kann die Spannung im Punkte b nicht Null sein. Ein so „neutralisierter“ Transistor ist also nicht als rückwirkungsfrei zu bezeichnen. Eine echte Rückwirkungsfreiheit kann natürlich ebenfalls durch äußere Schalteinmaßnahmen erreicht werden. Dann sollte man allerdings nicht mehr von Neutralisation sprechen, sondern besser den Ausdruck – Unilateralisation verwenden.

## Oberflächenrekombination

surface recombination

surface recombination de surface

Der Collectorstrom besteht teilweise aus Ladungsträgern, die sich an der Oberfläche der Basisschicht wiedervereinigen (rekombinieren). Die Stärke dieser Rekombination hängt weitgehend vom chemischen Zustand und von der Sauberkeit dieser Oberflächen ab. Wenn das Halbleitermaterial bei der Herstellung ungeschonnt behandelt wurde oder die Kapazität des Transistors unrichtig ist, dann beobachtet man im Laufe der Zeit eine langsame Zunahme der Raststroms, was einer Alterungserscheinung entspricht. Mit der Planar-Technik (→ Planar-Transistor) läßt sich die Oberflächenrekombination besonders gering halten.

Parameter → Ersatzschaltung

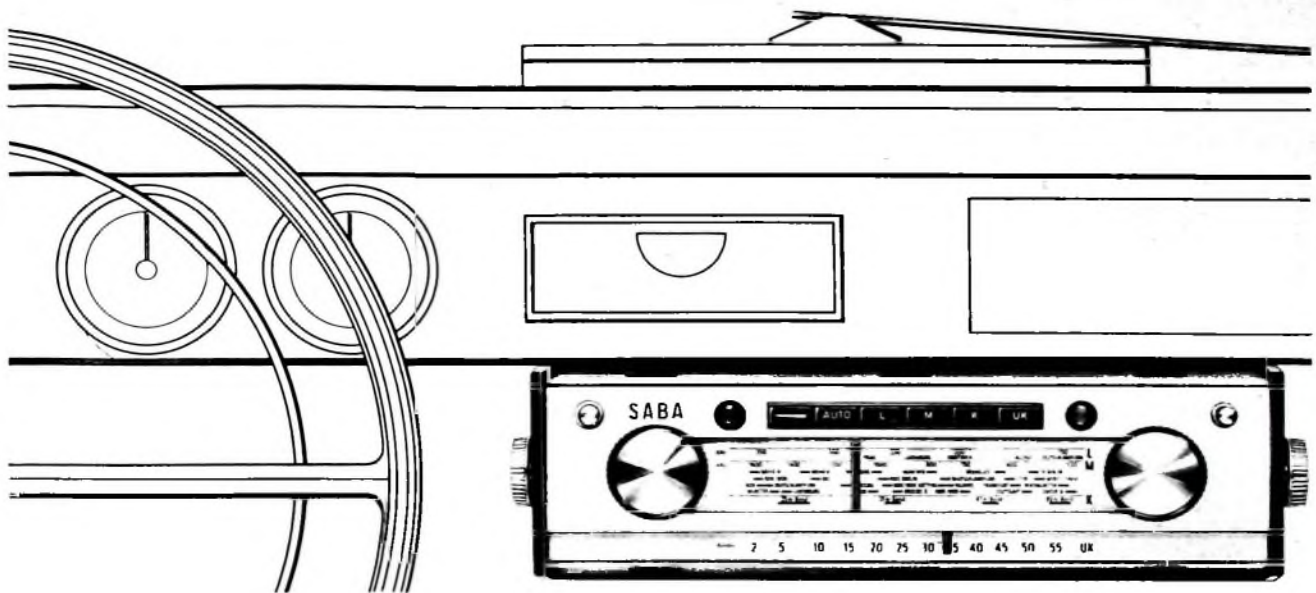
## Planar-Transistor

Transistor, bei dem die an der Oberfläche liegenden Bereiche der sparsprichlichen durch einen Oxidfilm geschützt sind. Die dadurch stark verringerte Oberflächentrekombination hat einen sehr geringen Raststrom und erhöhte Lebensdauer des Planar-Transistors zur Folge.

Bei der Herstellung geht man meistens von n-dotiertem Silizium aus. Ein Plättchen dieses Materials

# SABA TRANS EUROPA AUTOMATIC

Ein Reisegerät, das alle Erwartungen übertrifft



Mehr als 60 Prozent aller im Bundesgebiet verkauften Rundfunkempfänger sind Transistorgeräte. Und ihre Beliebtheit nimmt ständig zu. Darin liegt eine großartige Verkaufschance für Sie. Bieten Sie Ihren Kunden deshalb das Interessanteste, das Sie auf dem internationalen Markt finden können, zum Beispiel den neuen Reisesuper SABA TRANS EUROPA AUTOMATIC. Dieses Gerät, attraktiv, universell und von vollendeter technischer Ausstattung, besitzt alle Attribute eines großen Erfolgsmodells: Hervorragende Leistung bei Koffer- und Autobetrieb, diebstahlsicher abschließbare Spezial-Autohalterung. 4 Wellenbereiche (UKW, KW, MW, LW), 12 Transistoren, automatische Scharfabstimmung im UKW-Bereich, rauscharme UKW-Vorstufe durch Mesatransistor, physiologische Lautstärkeregelung. Anschlüsse für Tonbandgerät, Plattenspieler, Außenlautsprecher und Kleinhörer. Formgestaltung durch den internationalen Stilisten Prof. Albrecht Graf Goertz.

## Autosuper



Bitte fordern Sie bei uns an:  
 TRANS EUROPA-Prospekt 1403  
 TRANS EUROPA-Kinodiapositiv D 64  
 TRANS EUROPA-Anzeigenmater AM 64  
 SABA TRANS EUROPA AUTOMATIC -  
 Kofferempfänger und Autosuper, ein Gerät,  
 das alle Erwartungen übertrifft.

SABA-Werke · 773 Villingen/Schwarzwald

## ANTENNENTESTGERÄTE



Störspannungsmesser

$\mu\text{V}$  -  $\text{mV}$  - Meter

transistorisiert

für VHF-UHF

leicht tragbar

ARTHUR KLEMT DLG/ING. BEI MÜNCHEN · ROGGENSTEINER STRASSE 5



## tropyfol-KONDENSATOREN

Unter Vakuum imprägnierte  
luftdicht abgeschlossene  
Polyester-  
Kondensatoren



## Durolit-KONDENSATOREN

Klimafeste Papier-  
Kondensatoren mit  
höherer Ionisations-  
sicherheit



## NV-ELEKTROLYT-KONDENSATOREN

*Printlyt* : Kontaktsicher  
durch Innenschweißung

WIMA

WILHELM WESTERMANN · Mannheim · Augusta Anlage 56



## MINIFLUX - Magnetköpfe haben Tradition

Die hervorragenden Eigenschaften  
unserer Magnetköpfe können Sie  
- sowohl durch Zahlen ausdrückbar -  
den folgenden Datenblätter entnehmen.

Für den hohen Gebrauchswert  
spricht das stete Vertrauen,  
das unseren Erzeugnissen in  
aller Welt entgegengebracht wird.



**MINIFLUX - Magnetköpfe millionenfach bewährt**

**TECHNISCH-PHYSIKALISCHES LABORATORIUM**

DIPL.-ING. BRUNO WOELKE · MÜNCHEN 2, NYMPHENBURGER STR. 47

# 2 C 39 A-Verdreifacher 432/1296 MHz und Verstärker in Gitterbasisschaltung

Schluß aus FUNK-TECHNIK Bd. 1A (1963) Nr. 7, S. 222

### 3. Konstruktion

Es ist denkbar unpraktisch, UHF-Senderstufen als unabhängige, organische Einheiten aufzubauen. Bei freiem Aufbau besteht die Gefahr, daß die herausragende Scheibenröhre beschädigt wird, daß man mit der Anodenspannung in Berührung kommt und daß die Luftkühlung außen acht gelassen wird. Irgendwie müssen die Stufen montiert werden. So wurde der neuartige Weg beschritten, eine kräftige Grundplatte in der Größe eines normalen Einschubs zur Gitterebene zu machen. Bild 3 läßt das deutlich erkennen. Die Grundplatte trägt auf einer Seite die Leitungsreise und auf der anderen die Radialkreise.

Bild 4 gibt alle konstruktiven Einzelheiten wieder, so daß sich eine eingehende Beschreibung erübrigt; es genügen einige Hinweise auf Besonderheiten.

Daß die 2 C 39 A und ihre Austauschtypen organisch in geeignete Schwingkreise eingefügt werden sollen, wurde schon erwähnt. Austauschbarkeit und mechanische Einheit widersprechen sich hier. Wirklich einwandfreie Federringe müssen dafür sorgen, daß die Anoden-, Gitter-, Katoden- und Heizfadenanschlüsse elektrisch sauber geführt werden. Besonders kritisch ist der Gitteranschluß, da das Gitter funktionell auch einem Schirmgitter entspricht; Eingangs- und Ausgangskreis sind - außer über den Elektronenstrom - nur über  $C_{u1}$

zu koppeln. Ist das nicht der Fall, neigt die Stufe zur Selbsterregung, insbesondere bei fehlender oder schwacher Belastung. Einwandfreie Federringe oder mechanische Äquivalente für GHz-Frequenzen selbst anzufertigen, gelingt meist nicht. Auf dem Markt gibt es speziell für die 2 C 39 A entwickelte Federring-Elektrodenanschlüsse. Auf die Abmessungen dieser Anschlüsse sind die Rohrdurchmesser und Elektrodenöffnungen der hier beschriebenen UHF-Senderstufe zugeschnitten.

Von besonderer Bedeutung ist, daß die 26-mm-Löcher in der Grundplatte, die die Außenleiter der Gitter-Katoden-Räume aufnehmen, auf einer Dreh- oder Fräs-

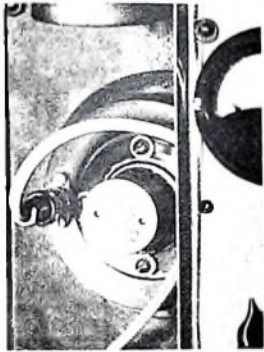
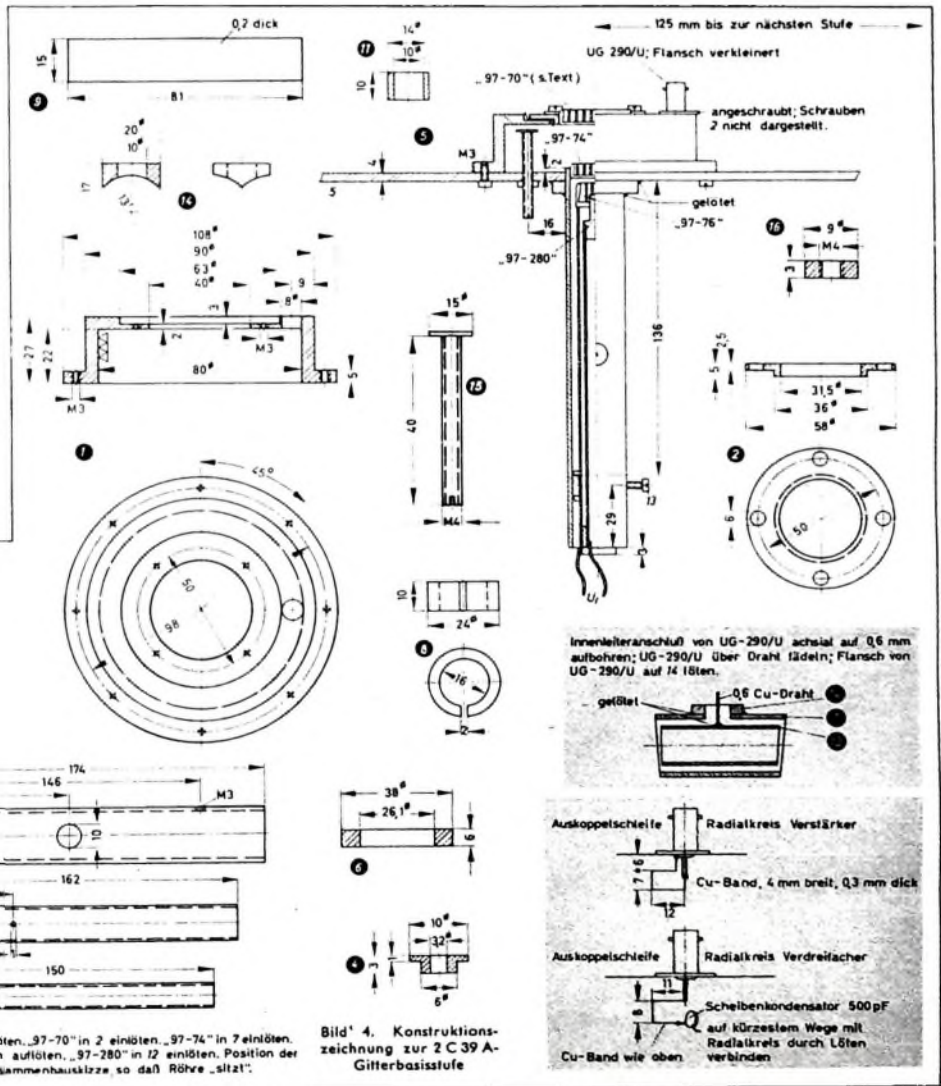


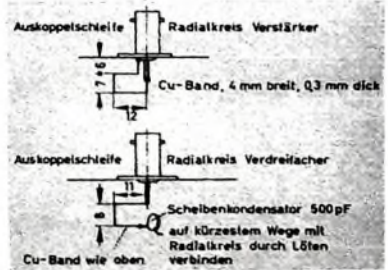
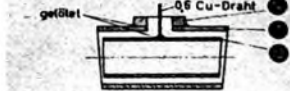
Bild 3 Blick auf den Radialkreis des Verdreifachers. Oben links ist die Austrittsöffnung des Gebläses zu erkennen, rechts das umschaltbare Instrument für  $I_a$ .



Federringe hier einlöten, „97-70“ in 2 einlöten, „97-74“ in 7 einlöten, „97-76“ auf 10 außen auflöten, „97-280“ in 12 einlöten. Position der Federringe wie in Zusammenbauzeichnung, so daß Röhre „sitzt“.

Bild 4. Konstruktionszeichnung zur 2 C 39 A-Gitterbasissstufe

Innenleiteranschluß von UG-290/U axial auf 0,6 mm aufbohren; UG-290/U über Draht fädeln; Flansch von UG-290/U auf 14 löten.



## Stückliste für eine Stufe

Teil	Benennung	Stück	Material	Bemerkungen
1	Radialkreis	1	Ms 64	Innenseite Feinschleibfläche, Kanten brechen
2	Anodenanschlußring	1	Ms 64	Kanten brechen
3	Dielektrikum	1	Teflon	es kann auch Plastikfolie (0,2 mm) verwendet werden
4	Isolierringe	4	Plexiglas	
5	Grundplatte	1	Ms-Blech	Abmessungen nach Wahl
6	Überwurftring	1	Ms 64	muß stumm über 7 passen
7	Außenleiter	1	Ms hart	
8	Zentrierung	1	Ms 64	muß federn
9	Dielektrikum	1	Plastik	0,2 mm dick
10	HF-Katodenanschluß	1	Ms hart	
11	Zentrierung	1	Plexiglas	
12	Heizfadenanschluß	1	Ms hart	
13	Klemmschraube	1	Plexiglas	mit M 3-Gewinde
14	Sattel für Buchse	1	Ms 64	
15	Radialkristrimmer	1	Ms 64	
16	Klemm-Mutter	1	Hartgummi	
	„97-70“	1	Beryllium-Kupfer	Federring für Anodenanschluß
	„97-74“	1	Beryllium-Kupfer	Federring für Gitteranschluß
	„97-76“	1	Beryllium-Kupfer	Federring für Katodenanschluß
	„97-280“	1	Beryllium-Kupfer	Heizfadenanschluß

Hersteller der Anschlußteile „97-70“: Instrument Specialties Co., Inc., Little Falls, New Jersey, USA (Kleinimport)

## Spezialteile

2 C 39 A	(2 Stück)	(Valco)
2 C 39 BA	(2 Stück)	(Telefunken)
3 CX 100 A 5	(2 Stück)	(Einac)
Stecker „UG-88/U“	(2 Stück)	(Amphenol)
Buchsen „UG-200/U“	(4 Stück)	(Amphenol)
Doppelturbogebälse „WE 4040“		(Engel)

bank genau senkrecht zur Grundplattenfläche herausgearbeitet werden. Man vergesse nicht, vorher um die Lochmittelpunkte mit dem Radius  $r = 40$  mm Kreise zu schlagen, auf deren Umfang später acht 3,2-mm-Bohrungen für M3-Schrauben, die die Radialkreise halten, gesetzt werden.

## 4. Zusammenbau

Nachdem man sämtliche Metallteile sorgfältig durch Abwaschen mit Tetrachlorkohlenstoff oder besser noch mit Trichlorkohlenstoff (Chloroform) gesäubert hat, beginnt man mit dem Zusammenbau der beiden Senderstufen. Die Außenleiter 7 werden so in die Grundplatte 5 eingesetzt (siehe Bild 4), daß sie auf der Seite der Radialkreise 1 genau 2 mm hervorschauen. Über die Außenleiter schiebt man die Überwurftringe 6, die für zusätzlichen Halt und exakte Orientierung bei straffem Sitz aller Teile sorgen. Die Grundplatte wird vorsichtig umgedreht, und die Federringe „97-74“ werden behutsam eingesetzt. Mit der Federringseite nach oben wird die Grundplatte so auf einen feuerfesten Rahmen gesetzt, daß man sie etwa in Augenhöhe vor sich hat und von allen Seiten an sie heran kann. Mit der kräftigen, nicht-leuchtenden Flamme einer Lötlampe erhitzt man Grundplatte und Außenleiter, bis beide schwach rötliche Anlauffarben zeigen. Mit einem Lötendraht fährt man um die Überwurftringe und am Unterrand der Federringe entlang, so daß ein Lotzinnfilm die Teile 5, 7 und „97-74“ miteinander verbindet. Auf einer elektrischen Koch-

platte lötet man die Federringe „97-70“ in die Anodenanschlußringe 2 ein. Auch hier darf nur so viel Lotzinn verwendet werden, daß es nicht zwischen die federnden Lamellen fließt. Das Auf- und Einlöten von „97-76“ und „97-280“ erfolgt am sichersten wieder mit einer Lötlampe: die HF-Katodenanschlüsse 10 und die Heizfadenanschlüsse 12 nimmt man dabei am besten in die mit einem Lappen geschützte Hand.

Zwischen der Verdreifacher- und der Verstärkerstufe bringt man symmetrisch ein Loch an, durch das später das Koaxialkabel gesteckt wird, das die beiden Stufen miteinander verbindet. Es werden jetzt auch alle anderen Bohrungen einschließlich der Gewindelocher für die Trimmer 15 angebracht.

Die Radialkreise 1 werden angeschraubt, die Folien 3 eingelegt und die Anodenanschlußringe 2 eingesetzt. Die jeweils vier Löcher in den Folien setzt man am besten, indem man die Befestigungsschrauben mit ihren Isolierlingen 4 vorsichtig durch sie einschraubt. Mit einem Ohmmeter kontrolliert man sofort, daß bei dieser Manipulation kein Schluß zwischen 2 und 1 aufgetreten ist. Erst nachdem in die Radialkreise Röhren eingesteckt worden sind, werden die Teile 10 angebracht. Um die Zentrierlinge 8 wickelt man sorgfältig die Folien 9 und schiebt sie sorgsam zwischen 7 und 10, bis sie 136 mm von der Grundplatte entfernt sind. Das Gewindeloch für die Klemmschraube 13 in beiden Außenleitern muß zuvor entgratet worden sein, damit die Folie nicht aufreißt. Mit den Klemmschrauben 13 arretiert man durch leichtes Andrücken die Zentrierlinge 8, die zusammen mit den Folien 9 und den Außenleitern 7 Klatschkondensatoren bilden, so daß an den Stellen größten HF-Stroms in den Leitungskreisen genügend kleine Blindwiderstände vorliegen. Endlich wird 12 eingeschoben, nachdem sein Ende und das von 10 verzinkt worden ist, so daß

Tab. III. Optimale Einstellung der Stufen

Stufe	$U_a$ [V]	$I_a$ [mA]	$-U_g$ [V]	$I_g$ [mA]
Verdreifacher	900	100	58	7
Verstärker	900	100	30	24

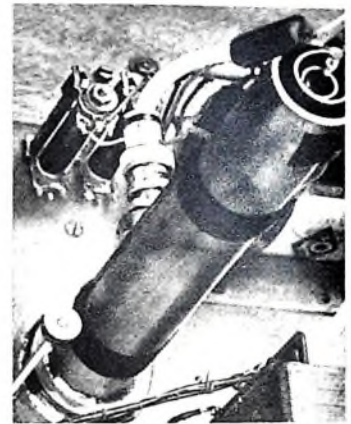


Bild 5. Blick auf einen Leitungskreis. Oben rechts erkennt man  $R_k$ , unten links den Gewindefolien des Trimmers, über dem Kreis die Vorwiderstände für  $U_g$ .

später die Heizspannungsanschlüsse spielend eingelötet werden können, ohne daß die Folien thermisch Schaden nehmen oder die Zentrierlinge 11, die zuletzt einzusetzen sind. Daß zwischen 10 und 7 kein Schluß besteht, wird mit einem Ohmmeter geprüft.

Man vergewissere sich, daß die Röhren richtig sitzen; entferne noch einmal die Radialkreise und schraube die Trimmer 15 ein.

Um zu vermeiden, daß die Fettsäuren, die immer hauchdünn die Hände überziehen, häßliche Fingerabdrücke hinterlassen, empfiehlt es sich, die Stufen äußerlich mit Zaponlack zu überziehen.

Nach Erledigung der übrigen mechanischen Vorarbeiten, die zum Teil Bild 4 zu entnehmen sind, kann mit dem Abgleich begonnen werden.

## 5. Abgleich

Für den Abgleich muß ein 432-MHz-Steuersender zur Verfügung stehen, dessen Ausgangsleistung zwischen 0 und 40 W kontinuierlich einstellbar ist. Man erreicht das am leichtesten, indem man die feste Gittervorspannung der Endstufe so regulierbar macht, daß der normale C-Betrieb mehrfach unterschritten werden kann ( $I_{g1} = 0$ ).

Die Heizspannung beider 2 C 39 A wird auf 5,5 V eingestellt. Der 432-MHz-Steuersender über Koaxialkabel mit dem Verdreifacher verbunden, dessen  $R_k$  auf 1,5 kOhm eingestellt ist. Nur an den Verdreifacher wird eine Anodenanschlüsse in Höhe von 200 V gelegt, wenn  $U_g$  mindestens schon eine Minute eingeschaltet war.  $I_{g1}$  beträgt dann nur wenige mA. Vorsichtig wird die Endstufe des Steuersenders hochgeregelt, und zwar bis  $I_{g1} = 50 \dots 80$  mA (in der 2 C 39 A). In die Ausgangsbuchse des Radialkreises steckt man ein Glühbirnchen 3,5 V/0,07 A. Der Trimmer wird vorsichtig eingedreht, bis das Birnchen aufleuchtet. Die Resonanzstelle ist verhältnismäßig scharf, aber leicht einstellbar. Der Trimmer wird arretiert, das Birnchen entfernt, der Katodenwiderstand des Verstärkers auf 100 Ohm gestellt, Ver-



dreifacher und Verstärker werden über Koaxialkabel miteinander verbunden

Im Verstärker stellt sich ein Anodenstrom  $I_a = 20 \dots 30 \text{ mA}$  ein. Die Resonanz des Radialkreises liegt auch hier bei fast ganz eingedrehtem Trimmer

Bei fehlender Belastung zeigt der Anodenstrom beider Stufen in der Resonanz einen Rückgang

## 6. Betrieb

Für den Betrieb des TR PA - Systems kommt eine Anodenspannung  $U_a = 800$  bis  $900 \text{ V}$  in Frage. Da unter diesen Bedingungen die Grenze der Anodenverlustleistung spielend erreicht wird, darf auf gar keinen Fall auf Druckluftkühlung verzichtet werden. Immerhin ist eine Luftmenge von  $350 \text{ l/min}$  notwendig, die allerdings von einem geeigneten Gebläse leicht aufzubringen ist.

Das Gebläse sollte ein Doppelgebläse sein. Über die Gebläseöffnungen schiebt man passende Kunststoffschläuche von  $52 \text{ mm}$  lichter Weite, deren Enden auf der Unterseite etwa  $25 \text{ mm}$  breite und  $50 \text{ mm}$  lange Schlitzlöcher tragen, die man über die Kühlrippen der Röhren schiebt. Man sehe eine Zwangsschaltung vor, die dafür sorgt, daß die Heizung der 2C 39 A nur dann eingeschaltet werden kann, wenn das Gebläse in Betrieb ist. Man vergesse nicht, daß an den Kühlrippen der Röhren im Betrieb die volle (unter Umständen tödliche) Anodenspannung liegt!

Tab. III gibt die optimale Einstellung der Stufen an. Da das Gitter galvanisch an Masse liegt, ist  $I_{g1}$  nicht unmittelbar meßbar. Auch  $U_{g1}$  ist nicht ohne weiteres zugänglich. Man kann aber bei abgeschalteter Anodenspannung und vorhandener Ansteuerung den durch den Gitterrichtstrom hervorgerufenen Spannungsabfall über dem Kathodenwiderstand messen. Man tue das aber nicht mit einem Rohrenvoltmeter, da dieses im allgemeinen auch noch auf die vagabundierende HF anspricht und die Messung vollkommen verfälscht. Empfehlenswert ist ein Drehpulmeßwerk mit einem Innenwiderstand von  $20000 \text{ Ohm/V}$ . Über möglichst kurze Meßleitungen wird sein Pluspol mit der Kathodenseite von  $R_k$ , sein Minuspol mit der Grundplatte verbunden.

Bei  $U_a = 800 \dots 900 \text{ V}$  steuert man den Verdreifacher so hart an, daß sich bei  $I_a = 100 \text{ mA}$  rund  $+60 \text{ V}$  über  $R_k$  einstellen. Der Wert von  $R_k$  variiert je nach Röhre zwischen  $1 \text{ kOhm}$  und  $2 \text{ kOhm}$ .

Bei einem  $R_k$  von  $100 \dots 200 \text{ Ohm}$  soll im Verstärker  $I_a = 100 \text{ mA}$  sein, die Spannung über  $R_k$  aber nur bei  $30 \text{ V}$  liegen. Auf gar keinen Fall darf man Verdreifacher oder Verstärker ohne Anodenspannung voll ansteuern. Die Verlustleistung des Gitters würde überschritten werden, was dessen Zerstörung bedeuten würde. Ein sauberer Endabgleich für den Betrieb ist nur möglich, wenn die volle Anodenspannung schon bei beginnender Ansteuerung anliegt.

Bei  $U_a = 800 \dots 900 \text{ V}$  fällt der Anodenstrom auf den zulässigen Wert  $I_a = 20 \dots 30 \text{ mA}$  ab, sobald die Ansteuerung wegbleibt. Daher erfolgt die Tastung eines mit 2C 39 A bestückten 1296-MHz-Senders auf dem Umweg über den 432-MHz-Steuersender.

Für A 3-Betrieb muß  $U_a = 600 \text{ V}$  sein, und die Verdreifacherstufe muß teilweise mitmoduliert werden, da andernfalls ein Modulationsgrad um  $100\%$  nicht möglich ist.

Es ist nicht nötig, die Kreise zu versilbern; der Zuwachs an HF-Leistung ist so gering, daß er sich im Bereich der Großsignalverstärkung kaum lohnt.

## 7. Leistung

Eine Ausgangsleistung  $N_o = 50 \text{ W}$  ist mit der 2C 39 BA als Verstärker bei voller Aussteuerung ohne weiteres erreichbar. Der größte Teil der Steuerleistung erscheint im Radialkreis der PA.

Die Einstellung der Leitungskreise ist unkritisch, und eine Neigung zur Selbst-erregung wurde weder beim Verdreifacher noch beim Verstärker beobachtet. Das wird auf klare mechanische Bedingungen und absolut saubere HF-technische Gegebenheiten zurückgeführt.

Die Auskopplung der HF mittels Koppelschleifen aus Bandmaterial erwies sich als erheblich wirkungsvoller als die mittels verlängerten Innenleiters mit gegenüberstehendem Stift als Kompensationskapazität. Die Kreisform des Radialkreises mag hier eine Rolle spielen.

Als nachteilig erweist sich die Schwierigkeit, das Gitter der Stufen mit fester Vorspannung zu betreiben. Um das zu erreichen, ist ein erheblich höherer konstruktiver Aufwand erforderlich.

Mit koaxialen Tetroden bestückte Verstärker der 500-W-Kategorie können von dem beschriebenen Verstärker ausgereicht werden; zur Aussteuerung von 1-kW-Stufen reicht er nicht ganz aus. Hier ist noch eine zusätzliche Verstärkung in der Höhe von  $3 \text{ dB}$  notwendig, die allerdings von zwei parallel geschalteten 2C 39 A, die auf einen gemeinsamen Radialkreis arbeiten, ohne weiteres aufzubringen ist.

Die beschriebene Verdreifacher-Verstärker-Einheit ist Teil eines umfangreicheren 1-kW-Senders für  $1296 \text{ MHz}$ , der für EME-Versuche im A 1-Betrieb eingesetzt werden soll.

8

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, dem Deutschen Amateur Radio-Club, der Eitel-McCullough, Inc., der Firma Ernst Leitz und Herrn H. L. Schneider, Feinmechanikermeister, sage ich aufrichtig Dank für die Unterstützung bei der Lösung der zahlreichen Fragestellungen.

## Schrifttum

- [1] Lickfeld, K. G.: Die Bänder um 24 und 12 cm Wellenlänge. Das DL-QTC Bd 32 (1958) Nr. 1, S. 50-57, und Nr. 3, S. 116-118.
- [2] Lickfeld, K. G.: Verdreifacher 432 bis 1296 MHz und Endverstärker für 1296 MHz nach DJ 3 EN. Das DL-QTC Bd 35 (1961) Nr. 11, S. 495-499.
- [3] Meinke, H. H., u. Gundlach, F. W.: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik Berlin/Göttingen/Heidelberg 1962. Springer-Verlag.
- [4] Nickel, H.: Betriebswerte und deren Einfluß auf die Lebensdauer für 2C 39 A und 2C 39 BA Telefonen, Röhrenmittlungen für die Industrie Nr. 610 571.
- [5] Sutherland, R.: 3CX 100 A 5 power output and gain measurements in amplifier, doubler and tripler service. C. E. Report Nr. 6018.
- [6] Telefonen-Laborbuch, Bd. 1 München 1951, Franzis-Verlag.

## Anschluß von Tonbandgeräten an Fernsehempfänger

Ein Tonbandgerät darf nicht unmittelbar an einen Fernsehempfänger angeschlossen werden. Fernsehempfänger sind überwiegend in Allstromtechnik ausgeführt. Hierbei liegt stets ein Pol der Netzleitung am Chassis. Da nun aber das Chassis gleichzeitig das Nullpotential des Empfängers bildet, kann - je nach Polung des Netzsteckers - die Netzspannung über die Verbindungsleitungen an die Bedienungsorgane des Tonbandgerätes gelangen.

### 1. Trenntransformator zwischen Fernsehempfänger und Netz

Zwischen Fernsehempfänger und Stromversorgung wird ein Trenntransformator entsprechender Leistung (etwa  $270 \text{ VA}$ ) geschaltet. Der Empfänger ist dann ordnungsmäßig vom Netz getrennt. Solche Trenntransformatoren werden von verschiedenen Herstellern gefertigt. Für den Anschluß des Tonbandgerätes am Fernsehempfänger ist in diesem Fall noch lediglich eine Diodenbuche im Empfänger einzubauen; das dürfte keine Schwierigkeiten bereiten.

Die Verwendung eines Trenntransformators ist vor allem bei den Fernsehgeräten älterer Baujahre erforderlich, bei denen zusätzlich ein Rundfunkempfangsteil organisch eingebaut ist. In diesem Fall treten die vorstehend geschilderten Verhältnisse auch im Rundfunkteil auf. Der nachträgliche Einbau einer Diodenbuche auch im Rundfunkteil wäre dann ebenso lebensgefährdend wie der Einbau einer Diodenbuche im Tonteil eines Fernsehempfängers.

Enthält eine Fernseh-Rundfunk-Kombination jedoch ein separates Rundfunkempfangschassis, dann wird der Rundfunkteil bereits über einen Netztransformator betrieben. Die Trennung einer zusätzlichen

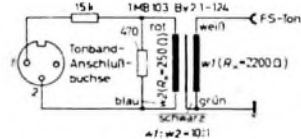


Bild 1 Anschluß einer Tonbandbuche an den Fernsehempfänger über einen Übertrager

Buche für ein Tonbandgerät von der am Chassis des Fernsehempfängers liegenden Netzspannung ist also nur noch für den Fernsehteil notwendig.

### 2. Übertrager zwischen Fernsehempfänger und Anschlußbuche

Eine preiswerte Anschlußart des Tonbandgerätes ergibt sich mit Hilfe eines kleinen Übertragers zwischen Fernsehempfänger und Anschlußbuche für das Magnetongerät. Sennheiser electronic hat hierfür beispielsweise den Übertrager „TMB 103 Bc 2.1-124“ herausgebracht (Abschirmung durch Mu-Metall-Kapsel; Abweichung des Übertragungsmaßes bei  $45 \text{ Hz}$  - gegenüber  $1000 \text{ Hz}$  entsprechend  $0 \text{ dB}$  - etwa  $-3 \text{ dB}$ ). Dieser Übertrager hat Einlochbefestigung und soll möglichst in der Nähe des Radiodetektors angebracht werden. Aus Bild 1 geht die Anschaltung des Übertragers hervor. Beim Einbau ist besonders darauf zu achten, daß die Massefahne (schwarzer Anschluß) in Verbindung mit der Gehäuseerdung des Fernsehempfängers keine Erdschleife bildet. Am besten eignet sich als Erdung der Massezugspunkt des Elektrolytkondensators des Radiodetektors.

Die Leitungen „rot“ und „blau“ sowie die Buchsenhülse der Anschlußbuche zum Tonbandgerät müssen gegenüber dem Chassis des Fernsehempfängers VDE-mäßig isoliert sein.

(Nach Graetz-nachrichten kurz gefaßt, Beilage: Für die Werkstatt, März 1963)

# EM 87 als Indikator im Windungsschluß-Prüfgerät und Schwebungsnullanzeiger

Neben dem hauptsächlich vorgesehenen Verwendungszweck der EM 87 als Abstimmanzeigeröhre in Rundfunkempfängern und als Aussteuerungsanzeigeröhre in Tonbandgeräten, der schaltungsmäßig keine Besonderheiten bietet, läßt sich die EM 87 in Meßgeräten sehr gut als Indikator an Stelle eines Meßinstrumentes einsetzen. Sie bietet gegenüber einem Meßinstrument den Vorteil der leistungslosen Anzeige und des wesentlich geringeren Preises. Die hier angegebenen Schaltungsbeispiele zeigen daher die Verwendung der EM 87 als Indikator.

## 1. Grundsaltungen und Anzeigekennlinien

### 1.1. Gleichspannungsanzeige

Soll das Überlappen der Leuchtbänder verhindert werden, so kann das dadurch geschehen, daß die wirksame Steuerstepspannung nach Bild 1 mit einem Ableitwiderstand von 740 kOhm am Steuersteg verringert wird. Es findet dann gerade noch eine Berührung der beiden Leuchtbänder statt (Bild 2).

Eine Verringerung der hohen Anzeigeempfindlichkeit der EM 87 kann durch

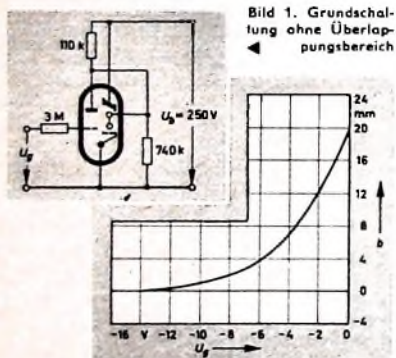


Bild 2. Anzeigekennlinie ohne Überlappungsbereich der Schaltung nach Bild 1

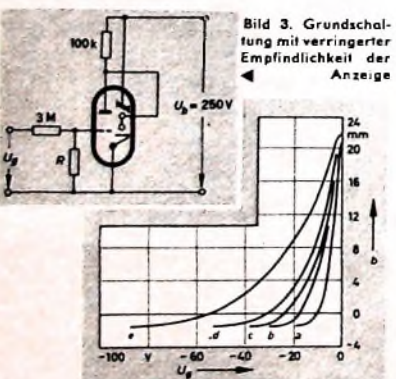


Bild 4. Anzeigekennlinien der Schaltung nach Bild 3 (Kurve a:  $R = \infty$ ; Kurve b:  $R = 2,7 \text{ MOhm}$ ; Kurve c:  $R = 1,8 \text{ MOhm}$ ; Kurve d:  $R = 1,2 \text{ MOhm}$ ; Kurve e:  $R = 0,56 \text{ MOhm}$ )

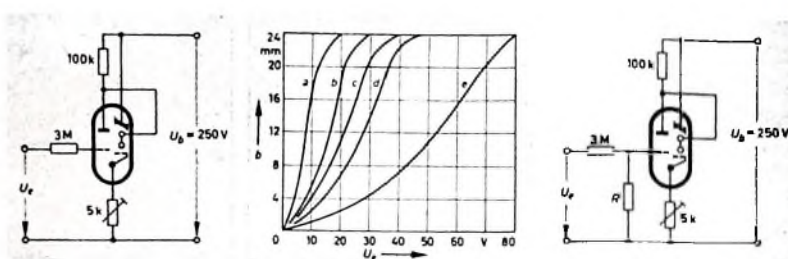


Bild 5 (links) Grundschaltung für positive Eingangsgleichspannung, Bild 6 (Mitte) Anzeigekennlinien der Schaltung nach Bild 5 (Kurve a) und Bild 7 (Kurve b:  $R = 2,7 \text{ MOhm}$ ; Kurve c:  $R = 1,8 \text{ MOhm}$ ; Kurve d:  $R = 1,2 \text{ MOhm}$ ; Kurve e:  $R = 0,56 \text{ MOhm}$ ) Bild 7 (rechts) Grundschaltung für positive Eingangsgleichspannung mit verringerter Empfindlichkeit durch Spannungsteilung am Gitter der EM 87

Spannungsteilung der Eingangsspannung erreicht werden (Bild 3). Die Wirkung verschiedener Widerstände  $R$  in einer Schaltung nach Bild 3 zeigen die Kennlinien im Bild 4

Bei den üblichen Grundschaltungen ist zum Aussteuern der EM 87 eine negative Eingangsgleichspannung notwendig. Soll die EM 87 mit einer positiven Eingangsgleichspannung angesteuert werden, so wird zwischen Katode und Masse ein Trimmwiderstand von 5 kOhm gelegt (Bild 5). Der Trimmwiderstand ist im allgemeinen so eingestellt, daß sich bei  $U_e = 0$  die beiden Leuchtbänder gerade berühren ( $b = 0$ ). Mit wachsender Eingangsspannung  $U_e$  wird in dieser Schaltung die Schattenbreite  $b$  größer (Bild 6, Kennlinie a). Die Anzeigeempfindlichkeit kann genauso wie bei den anderen Grundschaltungen mit einem passenden Spannungsteiler am Gitter verringert werden (Bild 7). Die Anzeigekennlinien für einige Werte des Widerstandes  $R$  enthält Bild 6 (Kennlinien b bis e). Die Schaltung für positive Eingangsgleichspannung hat den Vorteil, daß bereits sehr kleine Eingangsspannungen einen deutlich sichtbaren Schatten ergeben.

### 1.2. Wechselspannungsanzeige

Die EM 87 benötigt am Gitter eine Gleichspannung. Sollen Wechselspannungen angezeigt werden, so müssen sie gleichgerichtet werden. Wenn man von den Bauelementen für die Gleichrichterschaltung absieht, gilt der Text im Abschnitt 1.1. über die Anzeigergrundschaltungen und ihre Kennlinien uneingeschränkt auch für die Anzeige von Wechselspannungen.

Bild 9 und Bild 11 zeigen zwei Schaltungen für die Anzeige von Wechselspannungen. Bild 9 entspricht der Grundschaltung im Bild 3. Am Gitter der EM 87 liegt eine negative Gleichspannung. Die Anzeigekennlinien dazu enthält Bild 8 Kennlinie a gilt für volle Empfindlichkeit ( $R$  im Bild 9 gleich  $\infty$ ), Kennlinie b für einen Wert  $R = 1,2 \text{ MOhm}$  des Spannungsteilerfußpunktwiderstandes. Bei der Schaltung im Bild 11 liegt am Gitter der EM 87 eine positive Gleichspannung (wie im Bild 5 und im Bild 7). Bild 10 zeigt die zugehörigen Kennlinien, und zwar ebenfalls für  $R = \infty$  (Kennlinie a) und  $R = 1,2 \text{ MOhm}$  (Kennlinie b). Bei beiden Schaltungen (Bild 9 und Bild 11) muß dem Siebglied besondere Beachtung geschenkt werden. Um

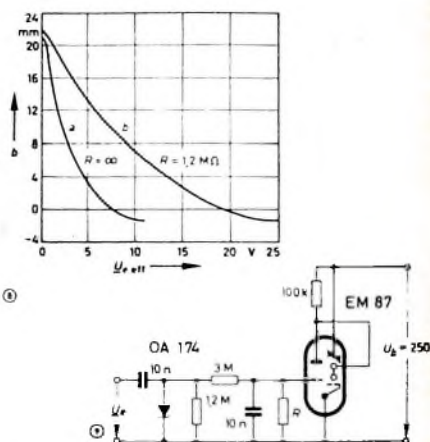


Bild 8. Anzeigekennlinien der Schaltung nach Bild 9 (Kurve a:  $R = \infty$ ; Kurve b:  $R = 1,2 \text{ MOhm}$ ) Bild 9. Grundschaltung für Wechselspannungsanzeige; Steuerunggleichspannung am Gitter der EM 87 negativ

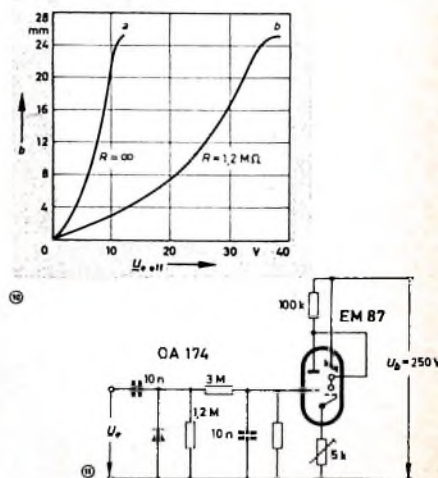


Bild 10. Anzeigekennlinien der Schaltung nach Bild 11 (Kurve a:  $R = \infty$ ; Kurve b:  $R = 1,2 \text{ MOhm}$ ) Bild 11. Grundschaltung für Wechselspannungsanzeige; Steuerunggleichspannung am Gitter der EM 87 positiv

Neues  
VON  
GRUNDIG



S 360

## Den Umsatz von zwei Fernsehgeräten mit einem Verkauf.

erreichen Sie durch den GRUNDIG Zauberspiegel S 360:  
69 - cm - Gigant - Bildröhre - neuer, ausdrucksvoller Fernsehgenuß,  
vollkommen zeilenfrei, auch bei geringem Betrachtungsabstand · 5  
Programmähltasten · Teiltransistorisierung · UHF-Wunder-Tuner  
Höchster Bedienungskomfort durch sinnvolle Automaten · Ein in Form  
und Leistung einmaliger Fernsehempfänger für Ihre anspruchvollsten  
Kunden.

**GRUNDIG**

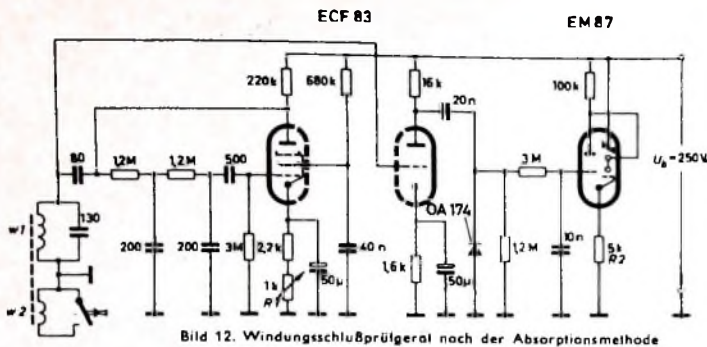


Bild 12. Windungsschlußprüfgerät nach der Absorptionsmethode

eine trageitslose Anzeige zu gewährleisten, darf der Kapazitätswert des Siebkondensators nicht zu groß sein. Dagegen hat ein zu kleiner Kapazitätswert bei niedrigen Frequenzen eine zu große Rundschärfe der Leuchtbander zur Folge.

## 2. Anwendungsbeispiele aus der Meßtechnik

In den beiden hier angegebenen Schaltungsbeispielen wird die EM 87 entsprechend der Grundschaltung (Bild 9) als Indikator in Meßgeräten verwendet.

### 2.1 Windungsschlußprüfgerät nach der Absorptionsmethode

Das Gerät besteht aus drei Stufen (Bild 12): einem RC-Generator (Pentodensystem der ECF 83), einem NF-Verstärker (Triodensystem der ECF 83) und dem Anzeigeteil (EM 87).

Die Schwingbedingung des mit dem Pentodensystem der ECF 83 betriebenen RC-Generators wird mit einer RC-Kette am Steuergitter und dem Schwingkreis, der die Tastspule  $w_1$  enthält, erreicht.

Das Gerät arbeitet folgendermaßen: Wird der Tastkopf mit der Tastspule  $w_1$  in eine Transformatorspule mit Windungsschluß gesteckt, so reißt infolge der Dämpfung durch die kurzgeschlossene Windung die Schwingung des RC-Generators ab, und die Schattenbreite der EM 87 geht auf  $b = 0$  zurück. Das Gerät ist so empfindlich, daß bei einer Transformatorspule für den Kern M 55 bereits eine einzelne Kurzschlußwindung mit 0,12-CuL-Draht zuverlässig angezeigt wird.

Die Schwingspannung an  $w_1$  wird mit dem Triodensystem der ECF 83 verstärkt, mit der Diode OA 174 gleichgerichtet und mit der EM 87 angezeigt. R 2 ist so eingestellt, daß sich bei der Schwingspannung Null (Schwingung abgerissen) die beiden Leuchtbander der EM 87 gerade berühren (Schattenbreite  $b = 0$ ). Beim betriebsfertigen und geeichten Gerät ist auf dem Leuchtschirm ein Schatten vorhanden (RC-Generator schwingt), der bei vorhandenem Windungsschluß auf  $b = 0$  zurückgeht (RC-Generator-Schwingung reißt ab).

Der Schwingensatz des RC-Generators wird mit dem Schichtdrehwiderstand R 1 so eingestellt, daß die Schwingung kurz vor dem Abreißen liegt. Dann genügt bereits eine geringfügige Dämpfung (etwa 18 MOhm parallel zur Tastspule  $w_1$ ) zum Abreißen der Schwingung. Zum Eichen des Gerätes dient die Dämpfung, die durch Kurzschluß der Eichspule  $w_2$  mittels Drucktaste entsteht. R 1 ist richtig eingestellt, wenn die Schwingung beim Drücken der Taste abreißt und beim Öffnen der Taste wieder einsetzt.

Einen Schnitt durch den Tastkopf mit den Spulen  $w_1$  und  $w_2$  zeigt Bild 13.

### 2.2 Schwebungsnullanzeiger und Signalverfolger

Bei Stellung S 2/1 (Bild 14) arbeitet das Gerät als Schwebungsnullanzeiger (Eingänge HF 1 und HF 2). Bei Schalterstellung S 2/2 ist das Gerät als Signalverfolger zu verwenden (Eingang NF). Die jeweilige Spannung zwischen Schalter S 2 und Masse wird zweistufig verstärkt, gleichgerichtet und mit einer EM 87 angezeigt. R 2 ist wieder so eingestellt, daß bei der Spannung Null an S 2 sich die beiden Leuchtbander der EM 87 gerade berühren. Eine Spannung an S 2 wird dann auf dem Leuchtschirm durch einen Schatten angezeigt. Für das Mischprodukt beziehungsweise für Spannungen am Eingang NF, die im Tonfrequenzbereich liegen, kann als Indikator zusätzlich ein Kopfhörer benutzt werden.

Beim Schwebungsnullanzeiger (Schalterstellung S 2/1) werden die Spannungen der beiden zu vergleichenden Frequenzen auf die Eingänge HF 1 und HF 2 gegeben und mit der Germaniumdiode OA 160 gemischt. Die Ankopplung an die Diode erfolgt über genügend kleine Koppelkapazitäten (Schalter S 1a, S 1b). Mit dem der Diode nachgeschalteten Tiefpaß werden aus dem Frequenzgemisch an der Diode die Frequenzen oberhalb 200 kHz ausgesiebt. Die Frequenzen unter rund 200 kHz werden verstärkt und mit der EM 87 angezeigt. Soll zum Beispiel der Schwebungsnullanzeiger zur Frequenzmessung verwendet werden, so wird an den einen der beiden

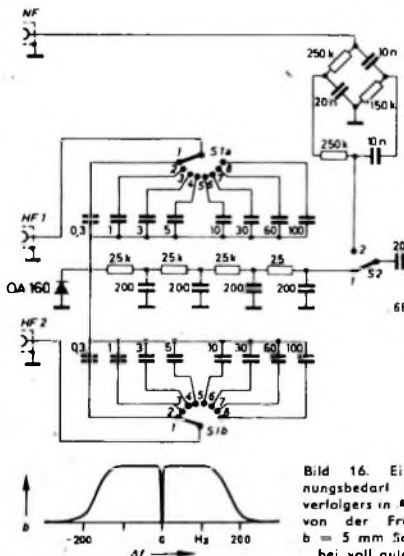


Bild 15. Anzeigeverlauf beim Schwebungsnullanzeiger

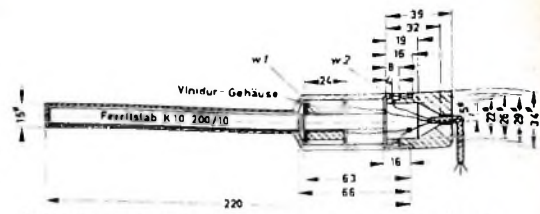


Bild 13. Schnitt durch den Tastkopf des Windungsschlußprüfgerätes. Ferritstab K 10 200/10 (Keraperm 03196,  $\mu = 3001$  von Dralwid;  $w_1$ : 6000 Windungen 0,1 CuL;  $w_2$ : 2,5 Windungen 0,2 CuL)

HF-Eingänge die Spannung der zu messenden Frequenz  $f$  gegeben und auf den anderen HF-Eingang ein Meßsender (Frequenz  $f_0$ ) geschaltet. Die Spannungen an HF 1 und HF 2 sollen etwa in der gleichen Größenordnung liegen. Beim Durchdrehen des Meßsenders tritt an der EM 87 ein Schatten auf, sobald der Betrag  $|f - f_0|$  der Schwebungsfrequenz  $\Delta f = f - f_0$  kleiner als 200 Hz ist (Bild 15). Sind beide Frequenzen gleich ( $\Delta f = 0$ ), so ist auch die Schattenbreite  $b$  wieder gleich Null.

Der Schwebungsnullanzeiger kann im Frequenzbereich von etwa 400 kHz - 350 MHz angewendet werden. Für eine deutlich sichtbare Schattenbreite am Leuchtschirm der EM 87 ist an den beiden Eingängen (HF 1 und HF 2) jeweils eine Spannung von etwa 20 mV erforderlich.

Wird das Gerät als Signalverfolger verwendet (Schalterstellung S 2/2), so wird das Signal auf die Eingangsbuchse NF gegeben. Das dem Eingang nachgeschaltete Brummfilter verhindert Fehlanzeigen infolge von Brummeinstreuungen. Ein Signal am Eingang wird durch einen Schatten auf dem Leuchtschirm der EM 87 angezeigt.

Bild 16 zeigt den Frequenzgang der Anordnung. Man entnimmt daraus, daß der Signalverfolger für Frequenzen zwischen etwa 100 Hz und 500 kHz eingesetzt werden kann.

Die Wirkung des Brummfilters ist aus dem Frequenzgang deutlich an der Spitze bei 50 Hz zu erkennen.

Der Anstieg der erforderlichen Eingangsspannung bei höheren Frequenzen ist darauf zurückzuführen, daß bei diesem einfachen Gerät keine Maßnahmen zur Frequenzgangkorrektur angewendet wurden.

(Nach Telefunken Röhren- und Halbleitermittlungen Nr. 6209 931)

### Bild 14. Schwebungsnullanzeiger (Schalterstellung S 2/1) und Signalverfolger (Schalterstellung S 2/2)

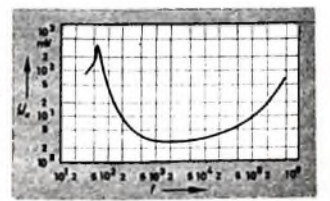
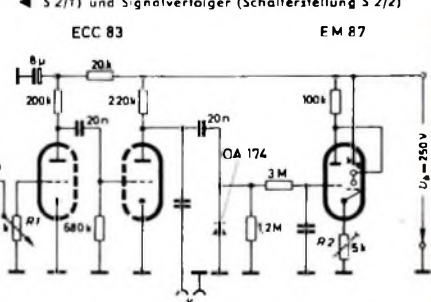


Bild 16. Eingangsspannungsbedarf des Signalverfolgers in Abhängigkeit von der Frequenz für  $b = 5$  mm Schattenbreite bei voll aufgedrehtem Schichtdrehwiderstand R 1 (Bild 14)



# Eine Spitzenleistung

setzt intensives und zielbewußtes Streben voraus; sie erfordert Erfahrung und Können. Das Ergebnis lohnt alle Mühen und Anstrengungen. Das beweisen auch die **rotring**-Zeichengeräte.

Der RAPIDOGRAPH war der erste Röhren-Tuschefüller der Welt und ist heute das gefragteste Zeichengerät seiner Art, das unzähligen Architekten, Ingenieuren, Konstrukteuren, technischen Zeichnern, Grafikern und anderen Fachleuten vieler Länder längst unentbehrlich wurde.

Seine Spitzenleistung liegt in der Leistung der Spitze. Sie ist das wertvollste Teil und ermöglicht erstaunlich schnelles und präzises Arbeiten.

Die neue VL-Spitze mit 30fach verlängerter Lebensdauer erhöht den Gebrauchsnutzen auf das 30fache.

Diese Wirtschaftlichkeit rechtfertigt einen angemessenen Preis, denn nicht auf die Anschaffungskosten, sondern auf den optimalen Gegenwert kommt es an.

Auch von Ihnen fordert man Spitzenleistung. Dazu benötigen Sie ein Zeichengerät der Spitzenklasse und deshalb verlangen Sie im eigenen Interesse



## **rotring** ZEICHENGERÄTE

**RAPIDOGRAPH · VARIANT**  
mit VL-Zeichenspitze

**VARIOSCRIPT · SCHABLONEN**  
**ZIRKEL · ZEICHENTUSCHE**

**RIEPE-WERK · HAMBURG-ALTONA**  
VERKAUF DURCH DEN FACHHANDEL  
BITTE FORDERN SIE UNSEREN PROSPEKT 704-50



P. ALTMANN

# Die Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik

Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Bd. 18 (1963) Nr. 7, S. 232

Mit Hilfe eines elektrischen Stroms kann man nicht nur dünne Metalldrähte, sondern auch Gase zum Glühen und damit zum Leuchten bringen. Wir besorgen uns eine kleine Glimmlampe (zum Beispiel UR 110 der DGL) und schalten diese über den Festwiderstand R (100 kOhm, 1 W) an die Anschlüsse 250/0,02 des Transformators (Bild 3). Die Schaltung stellen wir aber bei herausgezogenem Netzstecker her, denn die Spannung von 250 V ist für unseren Körper bereits recht gefährlich. Erst wenn Widerstand und Glimmlampe angeschlossen sind, führen wir

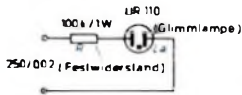


Bild 3. Erzeugung von Glimmlicht

den Netzstecker in die Steckdose ein und berühren dann keineswegs mehr die Schaltung. Wir werden jetzt feststellen, daß sich im Inneren der Glimmlampe ein mehr oder weniger kräftiges Leuchten zeigt. In dieser Lampe sind nämlich zwei Pole (auch Elektroden genannt) untergebracht, und das Röhren enthält ein bestimmtes Gas (meistens Neon) unter sehr geringem Druck, das normalerweise nahezu ein Isolator ist. Steigt die Spannung über einen bestimmten Wert an (was in unserem Versuch der Fall ist), dann wird das Gas immer besser leitend, weil die wenigen vorhandenen freien Elektronen aus den Gasatomen Elektronen heraus schlagen, und das führt zu einer Erhöhung der Stroms. Er erreicht schließlich einen Wert, der ausreicht, um das Gas zum Leuchten zu bringen. Auch aus diesem Versuch folgern wir, daß man mit Elektrizität Licht erzeugen kann, allerdings nach einem etwas anderen als dem vorher beschriebenen Prinzip.

Im Handel gibt es jetzt sogenannte „Elektrolumineszenz“-Beleuchtungen, die im einfachsten Fall aus einem Stecker mit einer davor montierten Elektrolumineszenzschicht bestehen (Philips). Dabei handelt es sich um eine Schicht aus einem chemischen Stoff, der unter dem Einfluß einer angelegten elektrischen Spannung aufleuchtet. Wir können uns einen derartigen Stecker besorgen und einfach in die Dose des Lichtnetzes einführen. Es erscheint dann ein grünliches Licht.

Über den Umweg der elektrischen Lichterzeugung kann man auch Geräte zur Messung elektrischer Größen aufbauen, da die Helligkeit eines Glühlämpchens, einer Glimmlampe oder einer Elektrolumineszenzschicht ein Maß für die Höhe der angelegten Spannung und damit auch des auftretenden Stroms und der Leistung ist. In späteren Abschnitten wird gezeigt werden, daß man Lichtenergie in elektrische Energie umwandeln kann, die sich unmittelbar messen läßt. Dazu dienen die photoelektrischen Bauelemente, die unter dem Einfluß von Licht entweder eine elektrische Spannung liefern, also Spannungsquellen sind, oder ihren Widerstand verändern. Stellt man ein derartiges Bauelement vor eine elektrisch betriebene Lichtquelle, dann ist die abgegebene Spannung oder die Widerstandsänderung dieses photoelektrischen Bauteils ein Maß für die in der Lichtquelle verbrauchte elektrische Energie. Dieses Meßverfahren scheint zwar auf den ersten Blick ein großer Umweg zu sein, es gibt aber Fälle, in denen man hiervon Gebrauch macht, beispielsweise bei der Messung sehr hochfrequenter elektrischer Größen.

## 1.2.2. Akustische Wirkungen

Das Vorhandensein elektrischer Ströme oder Spannungen kann man auch auf akustischem Wege nachweisen. Sehr einfach ist folgender Versuch: Wir nehmen ein quadratisches Sperrholz Brett von etwa 20 cm Kantenlänge, legen es an die Schläge und halten den Netztransformator dagegen. Beim Einschalten der Netzspannung hört man dann ein dumpfes Brummen, das hauptsächlich durch „Knackenerzeugung“ zum Trommelfell übertragen wird. Im Transformator fließt ein Strom, der von der Spannung des Lichtnetzes herrührt. Da diese ihre Richtung 50mal in der Sekunde wechselt, ändert sich auch 50mal je Sekunde die Polarität der Anschlüsse. Das hat einen entsprechenden „Wechselstrom“ in der mit dem Netz verbundenen Wicklung des Transformators zur Folge, der den Eisenkern magnetisiert. Das Eisen wird hin- und hermagnetisiert und gerät dabei in zwar geringfügige, aber immerhin wahrnehmbare mechanische Schwingungen, die sich als dumpfes Brummen äußern. Hier haben wir also Elektrizität über den Umweg mechanischer Schwingungen „hörbar“ gemacht.

Bessere Ergebnisse erhält man mit einem Kopfhörer (zum Beispiel magnetischer Miniaturhörer „HM 33“ von Sennheiser), dessen Anschaffung sich für spätere Versuche ohnehin empfiehlt. Wir verwenden eine Ausführung mit etwa 5000 Ohm und führen die Verbindungsleitung nach Bild 4 an die Anschlüsse 6,3/0,8 des Transformators. Wir hören dann im Kopfhörer ein deutliches, dumpfes Brummgemisch. Im Prinzip handelt es sich dabei um die gleichen Erscheinungen wie bei dem vorhergehenden ein-

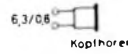


Bild 4. Erzeugung von Schall aus Elektrizität

fachen Versuch. Der Kopfhörer enthält eine kleine vom Strom durchflossene Spule, die ein Eisenstück umgibt. Vor dem Eisenstück ist eine sehr dünne Metallmembran angebracht. Unter dem Einfluß des Wechselstroms wird in der Umgebung der Spule ein besonderer Zustand, ein magnetisches „Wechselfeld“, erzeugt, das die Membran in mechanische Schwingungen versetzt. Diese Schwingungen können mit dem Ohr wahrgenommen werden. Man kann den Versuch natürlich auch mit einem Lautsprecher wiederholen.

Verwenden wir an Stelle der Transformatorwicklung die Taschenlampenbatterie, so ergibt sich nur beim Ein- und Ausschalten des Stroms ein scharfes Knacken im Kopfhörer, der von der Batterie gelieferte Strom ruft im normalen Betrieb kein Brummgemisch hervor, denn es handelt sich hier um „Gleichstrom“. Die Batterie liefert nämlich eine „Gleichspannung“, das heißt die Polarität der Anschlüsse bleibt unabhängig von der Zeit stets erhalten. Beim Einschalten wird die Membran nur einmal angezogen, und beim Ausschalten fällt sie ab. Beide Erscheinungen erzeugen das erwähnte Knackgeräusch. Auf die Zusammenhänge zwischen elektrischem Strom und Magnetismus werden wir in den folgenden Abschnitten noch öfter zu sprechen kommen.

Es gibt zahlreiche Geräte, die die Möglichkeiten zur Erzeugung akustischer Schwingungen aus elektrischen Strömen praktisch ausnutzen. Dazu gehören zum Beispiel die verschiedenen elektrischen Sirenen, die in jedem Kraftwagen vorhandene Hupe, der elektrische Summer usw. Stets wird hier die Wechselwirkung zwischen Strom und Magnetfeld in irgendeiner Form ausgenutzt. Auch hier merken wir uns: Man kann die Elektrizität selbst niemals „hören“, sondern immer nur ihre akustischen Wirkungen.

## 1.2.3. Warmwirkungen

Wir besorgen uns einen Festwiderstand von 50 Ohm, 1 W, dessen Enden wir an die Anschlüsse 6,3/0,8 des Netztransformators anschließen. Nach etwa 1 Minute berühren wir das Äußere des Widerstandes mit den Fingern und stellen fest, daß er heiß geworden ist. Im Prinzip handelt es sich hier um die schon im Abschnitt 1.2.1. beschriebene Erscheinung, nämlich um die infolge der Elektronenreibung in Widerständen bewirkte Erwärmung. Wenn man den Versuch mit der Glühlampe wiederholt, kann man feststellen, daß auch diese heiß wird.

Es gibt zahlreiche Anwendungen, die nur die Warmwirkung ausnutzen, zum Beispiel elektrische Ofen, Bügeleisen, Kochplatten usw. Hier kommt es nicht auf eine Lichtausendung, sondern nur auf die Wärmeentwicklung an. Das Prinzip ist dabei immer gleich: Widerstände werden von Strömen durchflossen und erhitzen sich dabei.

Zwei weitere wichtige Anwendungen der Stromwärme seien noch erwähnt. Wir machen zunächst folgenden Versuch: Nach Bild 5 montieren wir auf einem etwa 400 mm langen Holzbrett zwei Holzsäulen und befestigen an ihren oberen Enden einen straff gespannten Kupfer-Lack-

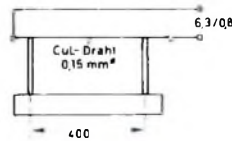
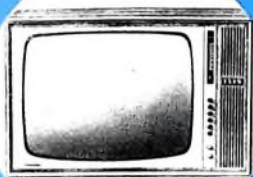


Bild 5. Warmwirkungen der Elektrizität

Draht (Cu-L-Draht) von 0,15 mm Durchmesser. Es genügt, wenn der Draht mit Reißbrettstiften fixiert wird. Die Drahtanschlüsse verbindet man über eine kräftige Leitung, zum Beispiel über eine Netzlitze, mit den Anschlüssen 6,3/0,8 des Transformators. In die Mitte des Drahtes hängen wir einen leichten Gegenstand, beispielsweise einen mittelschweren Nagel, einen Knopf usw. Schalten wir den Strom ein, dann biegt sich der Draht verhältnismäßig schnell nach unten durch, und das Gewicht sinkt tiefer. Würde man hinter dem Gewicht eine Skala anbringen, so könnte man ablesen, wie stark sich der Draht bei einem bestimmten Strom durchbiegt. Die Durchbiegung ist um so stärker, je höher der Strom ist. Auf diesem Prinzip beruhen die sogenannten Hitzdrahtinstrumente, die auf die Stromwärme reagieren. Man verwende sie früher vor allem zur Messung hochfrequenter Ströme und Spannungen; heute haben sie praktisch keine Bedeutung mehr. Der Versuch zeigt jedoch sehr anschaulich das Prinzip.

# Neues von GRUNDIG

EUROPA  
KLASSE



T 325



S 320



S 325



T 320

Höchste Betriebssicherheit  
durch Teiltransistorisierung

Hervorragende Bildschärfe  
durch neuartige Bildröhre

Rauschfreies Bild durch  
UHF-Transistor-Tuner  
4 ZF-Verstärkerstufen

**GRUNDIG**®

modern · fortschrittlich · betriebssicher

Ein weiterer Versuch: Wir schalten zwischen die Klemmen 6,3/0,8 ein etwa 6 cm langes Stück Kupferdraht (0,15 mm Durchmesser). Stecken wir den Netzstecker in die Steckdose, so beginnt der Draht heftig zu glühen und brennt an einer Stelle sehr schnell durch. Da der Gesamtwiderstand wegen der kürzeren Drahtlänge wesentlich kleiner als beim vorhergehenden Versuch ist, steigt der Strom entsprechend an und erhitzt den Draht so stark, daß er mit Sicherheit an einer Stelle zerstört wird. Daraus ergibt sich für die Praxis eine wichtige Nutzenanwendung: die Sicherung Sicherungen (wie man sie in jedem Haushalt antrifft) bestehen aus Porzellanpatronen, in denen ein dünner Draht zwischen den beiden von außen zugänglichen Anschlüssen gespannt ist. Dieser Draht wird in den Stromkreis der abzuschaltenden Leitung geschaltet und ist so bemessen, daß er beim Überschreiten einer bestimmten Stromstärke mit Sicherheit durchschmilzt. Schließt man also an eine Steckdose einen Verbraucher an, der zu einer Überlastung der Leitungen führen würde, so wird dieser rechtzeitig durch die Sicherung abgeschaltet.

#### 1.2.4. Mechanische Wirkungen

Der elektrische Strom kann auch mechanische Wirkungen haben. In der Mehrzahl der Fälle benutzt man hierbei als Bindeglied ein „Feld“, das in zwei Grundformen, dem elektrischen und dem magnetischen Feld, und in einer Kombinationsform, dem elektromagnetischen Feld, auftreten kann. Diese Felder äußern sich auf verschiedene Weise. Magnetfelder erhält man in der Umgebung stromdurchflossener Leiter, während elektrische Felder zwischen zwei Polen auftreten, die gegeneinander eine elektrische Spannung aufweisen. Derartige Felder können, wenn sie genügend stark sind, mechanische Erscheinungen auslösen. Wir machen zunächst folgenden einfachen Versuch: Über einen kleinen, einfachen Taschenkompaß, den man bei jedem Optiker erhält, wird nach Bild 6 ein Draht gelegt, und zwar so, daß er parallel zu der in Nord-Süd-Richtung eingestellten Nadel verläuft. Diesen Draht verbindet man über den Widerstand  $R$  mit der Batterie. Wir bringen den Schleifer von  $R$  etwa in Mittelstellung und schalten die Anlage ein. Sofort kann man eine Ablenkung der Magnetnadel beobachten, und zwar in eine ganz bestimmte Richtung, die von der Stromrichtung abhängt. Fließt kein Strom, so folgt die Nadel lediglich der Richtung des Erdfeldes. Sobald Strom fließt, tritt um den stromdurchflossenen Leiter ein Magnetfeld auf, das sich dem Erdfeld überlagert und die Nadel in eine andere Richtung zwingt.

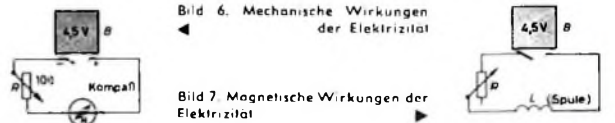
Die Richtung des Ausschlags ergibt sich aus folgender einfacher Regel: Legt man die rechte Hand parallel zum Stromleiter, und zwar so, daß der Strom von den Fingerwurzeln zu den Fingerspitzen fließt, so gibt der ausgestreckte Daumen stets die Richtung des Nordpols der abgelenkten Magnetnadel an (der Nordpol ist an der blauen Färbung der Nadel zu erkennen). Kehrt man die Stromrichtung um, so ändert sich auch der Ausschlag. Wir können das leicht beweisen, indem wir die Anschlüsse an der Batterie vertauschen. Dann wird der Nordpol der Magnetnadel in die andere Richtung abgelenkt.

Wir erkennen aus dem Versuch, daß der Strom eine mechanische, unseren Sinnen zugängliche Erscheinung ausgelöst hat. Ein kleines Stückchen Stahl wurde bewegt. Diese Tatsache benutzt man zum Bau empfindlicher Meßinstrumente, der sogenannten Galvanometer. Sie enthalten ebenfalls eine Magnetnadel, man verwendet jedoch nicht einen einzelnen Leiter, sondern eine „Spule“, in die die Magnetnadel gesetzt wird. Hat diese Spule zum Beispiel 10 Windungen, so addieren sich die Magnetfelder der einzelnen Windungen, und dieses zehnfach stärkere Magnetfeld wirkt entsprechend stärker auf die Nadel; das Galvanometer ist „empfindlicher“ geworden. Wir können das leicht in einem Versuch zeigen, wenn wir uns eine entsprechende Spule wickeln. Zum Wickeln verwenden wir ein rundes Stück Holz oder Pertinax, dessen Durch-

messer etwas größer als die Breite der Magnetnadel ist. Auf dieses Stück wickeln wir etwa 50 Windungen Cu-L-Draht von 0,3 mm Durchmesser auf, ziehen die Wicklung von dem Holzstück ab und umwickeln die Spule mit Isolierband, damit die Windungen nicht auseinanderfallen. Diese Spule schaltet man dann an Stelle des einfachen Drahtes in den Stromkreis nach Bild 6. Der Ausschlag wird jetzt wesentlich kräftiger als vorher sein, und wir können  $R$  weiter zurückdrehen, um nach einem gut erkennbaren Ausschlag zu erhalten.

Auf dem Zusammenwirken zwischen Magnetfeld und Bewegung beruhen zahlreiche andere Meßinstrumente, beispielsweise das sogenannte Drehspulmeßwerk, bei dem eine Spule drehbar zwischen den Polen eines starken Dauermagneten gelagert ist. Zwei Spiralfedern halten die Spule in einer bestimmten Ruhelage fest. Laßt man Strom durch die Spule fließen, so dreht sich diese aus der Ruhelage heraus, und zwar um so mehr, je stärker der Strom ist. Dabei hängt die Richtung des Ausschlags von der Stromrichtung ab. Man kann daher diese Instrumente nur für Gleichspannungen und Gleichströme verwenden. Das gleiche gilt auch für das Galvanometer nach Bild 6.

Wir machen nun einen neuen Versuch. Zunächst beschaffen wir uns etwa 50 Transformator-Kernbleche mit El-Schnitt der Größe EI 48. Hierfür



gibt es auch einen passenden Spulenkörper zu kaufen. Diesen bewickeln wir mit etwa 100-200 Windungen 0,3-mm-Cu-L-Draht und schließen diese Spule nach Bild 7 über den Widerstand  $R$  an die Anschlüsse der Batterie an. Der Schleifer von  $R$  wird etwa auf die Mitte seines Drehbereichs gestellt. Bringen wir die Spule in die Nähe des Kompasses, dann schlägt die Magnetnadel sofort stark aus.

Nun befestigen wir einen möglichst leichten Nagel aus Eisen an einem Zwiirladen, schalten zunächst den Strom aus und bringen den am Faden hangenden Nagel in die Nähe der Spule. Schalten wir den Strom wieder ein, so wird der Nagel sofort zur Spule hingezogen, da das erzeugte Magnetfeld wie das Feld eines Dauermagneten wirkt. Kehrt man die Stromrichtung durch Umpolen der Batterie um, so zeigt sich dieselbe Erscheinung. Verwenden wir an Stelle der Batterie die Anschlüsse 6,3/0,8 unseres Transformators, so wird der Nagel ebenfalls angezogen. Durch den Zwiirladen hindurch empfinden wir dann bei genügend starkem Strom ein leises Vibrieren des Nagels. Mit Hilfe des elektrischen Stroms lassen sich also erhebliche Kraftwirkungen erzeugen.

Im vorliegenden Fall haben wir einen „Elektromagneten“ einfachster Art gebaut, der in der Praxis des täglichen Lebens, in Wissenschaft und Technik sehr weitreichende Anwendungen gefunden hat. Zum Beispiel gibt es leistungsstarke Hubmagnete, mit denen schwere Lasten aufgehoben werden können. Weitere Anwendungen findet der Elektromagnet in den sogenannten Relais. Hier handelt es sich im Prinzip ebenfalls um einen stromdurchflossenen Spule, die ein Eisenstückchen, den Anker, anzieht. Die dabei auftretende Bewegung wird zur Betätigung elektrischer Kontakte benutzt, mit denen man wesentlich stärkere Ströme schalten kann, als sie zum Betätigen des Relais selbst erforderlich sind. Derartige Relais findet man beispielsweise im Telefon- und Telegrafentelebetrieb, zur Einschaltung schwerer Arbeitsmaschinen usw.

(Wird fortgesetzt)



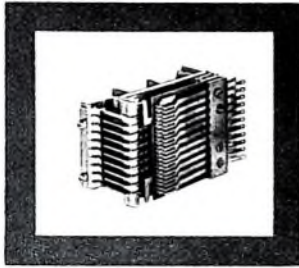
28. April - 7. Mai

## Hannover - Messe 1963

Seit über einem Jahrhundert ist die deutsche Elektrotechnik auf Messen und Ausstellungen vertreten. Bereits auf der 1. Weltausstellung 1851 in London erhielt sie die erste Auszeichnung, die für elektrotechnische Erzeugnisse auf einem internationalen Markt verliehen wurde. In der Zeit ihrer Beteiligung an der Hannover-Messe vom Jahre 1947 an wurden aus der Bundesrepublik und West-Berlin für rund 35 Milliarden DM Elektrogüter auf den Weltmarkt geliefert, auf dem Deutschland einen Anteil von über 22% hat. Die Elektroindustrie steht mit mehr als 100 Ländern der Erde in technischen und wirtschaftlichen Beziehungen. Das Angebot ihrer über 1200 Aussteller in Hannover, dem Weltmarkt der Elektroindustrie, spannt einen weiten Bogen vom winzigen elektronischen Bauelement bis zum gigantischen Generator. Es schließt alle Anwendungsgebiete der Elektrizität ein. Ihre Vielfalt reicht von der Kerntechnik und Raumfahrt bis zum Hausrgerät.



# SEL BAUELEMENTE



Deutsche Industriemesse Hannover 1963 - Halle 13, Stand 94



Wir liefern:  
 Selen- und Siliziumgleichrichter  
 Steuerbare Siliziumgleichrichter  
 Dioden  
 Transistoren  
 Thermistoren  
 Widerstände  
 Empfänger-, Spezial- und Bildröhren  
 Metallpapier-Kondensatoren  
 Tantal- und Aluminium-Festelektrolytkondensatoren  
 Metallisierte Munstatoffolien- (MNT)-Kondensatoren  
 Relais und Zählmagnete  
 Feder- und Steckerleisten für gedruckte Schaltungen  
 Lautsprecher  
 Ablenkmittel  
 Quarze

080/19

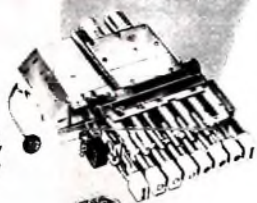


**Standard Elektrik Lorenz AG - Stuttgart**  
 Geschäftsbereich Bauelemente

SIE FINDEN UNS WIEDER  
*in Halle 11*

AUF DER  
DEUTSCHEN  
INDUSTRIEMESSE  
IN HANNOVER

*Stand 1114  
1215*



DREHKONDENSATOREN  
LEISTUNGSKONDENSATOREN  
ELEKTROLYT-KONDENSATOREN  
TANTAL-KONDENSATOREN  
KUNSTSTOFFKONDENSATOREN  
KERAMIK-KONDENSATOREN  
DREHWIDERSTÄNDE  
POTENTIOMETER  
FESTWIDERSTÄNDE  
HALBLEITER  
WIDERSTÄNDE  
DRUCK-SCHWERTASTEN  
FERNSTEUER-SCHALTER  
UMF-TUNER  
VHF-UMF-TASTEN  
KOMBINATIONEN

**TELEFUNKEN**

NÜRNBERGER SCHWACHSTROM-BAUELEMENTE FABRIK

11533 NÜRNBERG · GIBBELFARHNERSTRASSE 24-26

IMMER AN DER



**UNIGOR 3**  
FÜR HÖCHSTE ANSPRÜCHE

- 48 Meßbereiche
- Hohe Empfindlichkeit (25 000  $\Omega/V$ )
- Automatischer Schutzschalter
- Gedruckte Schaltung
- Robustes Spannbandmeßwerk
- Hohe Genauigkeit



METRAWATT A.G. · NÜRNBERG

## Ein wertvolles Informations- und Nachschlagewerk für alle

die mit der technischen bzw. meßtechnischen Verwendung von Spezialröhren zu tun haben

## SPEZIALRÖHREN

Eigenschaften und Anwendungen

von Dipl.-Ing. FRITZ CUBASCH

### INHALT:

#### Hochvakuumröhren

Röhren für Verstärker- und Meßzwecke · Sende- und Leistungsverstärkerrohren · Katodenstrahlrohren

#### Gasgefüllte Röhren

Gasgefüllte Gleichrichterrohren · Thyatronrohren  
Ignitronrohren · Stabilisatorrohren · Geiger-Müller-Zählrohre · Relaisrohren

#### Photozellen

Symbole · Grundgesetze der Optik und der Photoemission · Katode · Hochvakuumzellen — gasgefüllte Zellen · Photoelektronisches Verhalten der Katode in Abhängigkeit von der Farbtemperatur, der Zeit und anderen Komponenten · Photovervielfacher

#### Spezialröhren-Vergleichsliste

## So urteilt die Fachpresse

„Der Inhalt des Buches stellt für jeden Konstrukteur und Benutzer elektronischer Anlagen ein wertvolles Hilfsmittel dar.“

Elektronik

„Es dürfte dem auf dem weiten Gebiet der angewandten Elektronik tätigen Schaltungsfachmann sehr wertvolle Dienste leisten.“

Technische Mitteilungen PTT

„Das Buch stellt ein umfassendes Orientierungswerk für Spezialröhren und ein willkommenes Arbeitsmittel für alle dar, die sich mit der industriellen Elektronik befassen wollen.“

Elektro-Welt

439 Seiten · 319 Bilder · 13 Tabellen  
Ganzleinen 32,— DM



Zu beziehen durch jede Buchhandlung im Inland und Ausland sowie durch den Verlag · Spezialprospekt auf Anforderung

**VERLAG FÜR  
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH**  
Berlin-Borsigwalde · POSTanschrift: 1 BERLIN 52



U. PRESTIN, Nordmende, Bremen

## Kundendienst an Tonbandgeräten

Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Bd. 18 (1963) Nr. 7, S. 224

### 5.3. Messen des Bandzugs

Vom richtigen Bandzug hängt nicht nur die mechanisch einwandfreie Bandführung vor dem Kopfspiegel ab, sondern wegen des erforderlichen engen mechanischen Kontakts zwischen der Magnetschicht und dem Spalt vor allem die Wiedergabe der hohen Frequenzen. Durch ungenügenden Bandzug leidet außerdem der Gleichlauf.

Den Bandzug während des Aufnahme- und Wiedergähebetrriebs beeinflussen als Antrieb die Tonwelle mit Andruckrolle und mehrere Bremsen, die beim Prüfen gemeinsam erfaßt werden müssen, nämlich

- a) die auf die Abwickelspule wirkende Bremse, die möglichst unabhängig vom jeweiligen Bandwickeldurchmesser ein gleichmäßiges Bremsmoment für das ablaufende Band gewährleisten soll,
- b) der Reibungswiderstand aller Führungsstifte, Umlenkbolzen, Umlenkrollen und Kopfspiegelgleitflächen und
- c) das durch den Andruckfilz oder andere Mittel für den mechanischen Bandandruck entstehende Bremsmoment.

Die Aufstellung weist schon darauf hin, wo Ansatzpunkte für Messungen sind. Die Bremse unter a) ist von den drei aufgezählten die wirksamste; ihr muß man die größte Aufmerksamkeit widmen. Vor allem muß der Ausgleich des Bremsmoments bei unterschiedlichem Bandwickeldurchmesser gut funktionieren. Drei Verfahren sind üblich, vor allem die in den Bildern 44 und 45 dargestellten, die mit einer gewichtsabhängigen Reibungsbremse

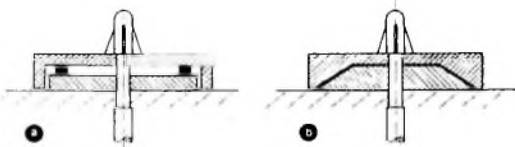


Bild 44. Gewichtsabhängige Rutschkupplungen in zwei verschiedenen Ausführungsformen

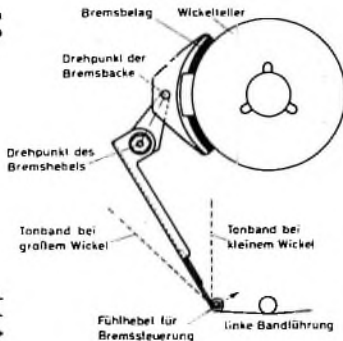


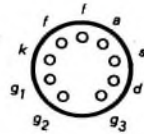
Bild 45. Die mit Fühlhebel gesteuerte Bandbremse

oder mit einer Fühlhebelmechanik arbeiten. Das dritte Verfahren ist wegen des hohen Aufwands nur selten anzutreffen und arbeitet mit einem gesonderten Abwickelmotor, der während des Wiedergabe- und Aufnahmebetriebs gegenläufiges Drehmoment erzeugt. Bei allen Konstruktionsarten kann das Messen des Bremsmoments mit einer sogenannten Meßscheibe erfolgen, wie sie auch in den meisten Kundendienstanleitungen beschrieben ist. Da unterschiedliche Durchmesser für die Meßscheibe angegeben werden, muß man oft nach der Gleichung

$$M_D = r \cdot P \quad [\text{cm g}]$$

umrechnen. Es bedeuten:  $M_D$  Drehmoment,  $r$  Radius (gemessen zwischen Achsmittelpunkt des Wickeltellers und Aufhängepunkt der Federwaage),  $P$  an der Federwaage abgelesene Kraft in Pond oder Gramm.

# VALVO



# EAF 801

## Diode- Regelpentode für ZF-Verstärker

Bei Regelung einer ZF-Verstärkerröhre und bei Gitterbegrenzung tritt infolge der veränderlichen Eingangskapazität  $C_i$  eine Bandfilterverstimmung auf, die mit Hilfe eines nicht überbrückten Katodenwiderstandes klein gehalten werden kann.

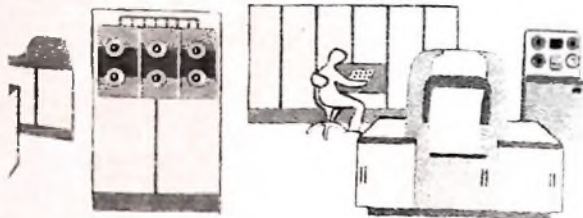
Die Konstruktion der neuen VALVO EAF 801 läßt eine einwandfreie  $\Delta C_i$ -Kompensation zu. Ihr Pentodenteil entspricht dem der bekannten VALVO EBF 89, jedoch ist die innere Abschirmung nicht mit der Katode verbunden, sondern getrennt herausgeführt.

Mit der EAF 801 erhält man eine gute Stabilität des Verstärkers und eine hohe Symmetrie der Durchlaßkurve auch in der letzten ZF-Stufe.

VALVO GMBH



HAMBURG



# TANTAL- ELEKTROLYT- KONDENSATOREN

Bauform Ts mit Sinteranode  
und festem Elektrolyten



jetzt mit erweitertem Lieferprogramm:

Größe	mm	Länge mm
<b>A</b>	3,2	6,5
<b>B</b>	4,5	11,5
<b>C</b>	7,1	16,5
<b>D</b>	8,7	19,1

Kapazitätswerte der E 6 Reihe 0,33 bis 330  $\mu$ F  
Nennspannungen 6 bis 75 V  
Technische Werte nach DIN 44 350  
Prüfbedingungen nach VDE 0560 Teil 16

**Außerdem liefern wir:**

- Bauform T6 mit fallen-Anode**  
Kap. Werte 0,5 bis 200  $\mu$ F  
Nennspannungen 3 bis 70 V  
Gehäusegrößen 3,2  $\phi$  x 22 mm bis 12  $\phi$  x 47 mm
- Bauform T7 mit glatter Drahtwendel-Anode**  
Kap. Werte 0,025 bis 4  $\mu$ F  
Nennspannungen 3 bis 70 V  
Gehäusegrößen 2  $\phi$  x 5 mm bis 3,2  $\phi$  x 12 mm
- Bauform T7r mit rauher Drahtwendel-Anode**  
Kap. Werte 0,5 bis 7  $\mu$ F  
Nennspannungen 1 bis 6 V  
Gehäusegrößen 1,8  $\phi$  x 5 mm bis 2  $\phi$  x 8 mm

Weitere Unterlagen und Preise auf Anfrage.

**HYDRAWERK  
AKTIENGESELLSCHAFT  
BERLIN 65**

Mit relativ einfachen Mitteln kann der Praktiker das Problem der Meßscheibe mit einem bestimmten Durchmesser umgehen, indem er nach Bild 46 eine handelsübliche Bandenden-Halteklammer im gewünschten Abstand vom Achsmittelpunkt auf den Steg einer normalen Bandschleife klemmt, so daß das nach oben ragende Winkelstück mit einem kurzen Tonbandende zum Einhängen der Federwaage benutzt werden kann. Als weiteres, vortrefflich geeignetes Hilfsmittel sei auf die normale Büroklammer hingewiesen, die man mit einem Stückchen Tesafilm schnell und sicher am freien Ende des Tonband-Meßstreifens befestigen und als Einhängöse für die Waage verwenden kann.

Wichtig ist das tangentielle Mitführen der Waage beim Messen, damit ein möglichst den dynamischen Arbeitsbedingungen entsprechendes Resultat abgelesen werden kann; die Tangentiallage läßt sich mit dem kurzen Bandstreifen wie im Bild 47 zwischen den Aufhängepunkten an der Wickelschleife und der Federwaage besser beurteilen. Die praktischen Erfahrungen lehren, daß die Bremsbeläge in jedem Falle vor dem Messen gereinigt werden sollten; ganz besonders gilt dies für längere Zeit benutzte Reparaturgeräte.

Bild 46: Eine auf den Steg einer Bandschleife gestellte handelsübliche Bandklammer ersetzt notfalls eine Meßschleife, wenn das Bremsmoment des Abwickelers zu messen ist

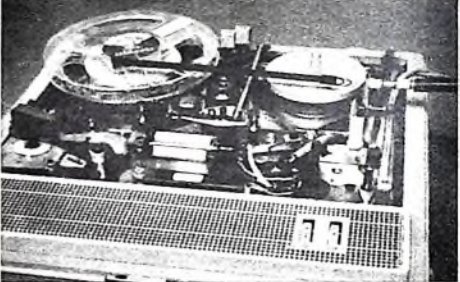


Bild 47: Beim Messen des Bremsmoments ist auf die tangentielle Führung der Federwaage zu achten, mit einem kurzen Bandstück erleichtert man sich die Arbeit

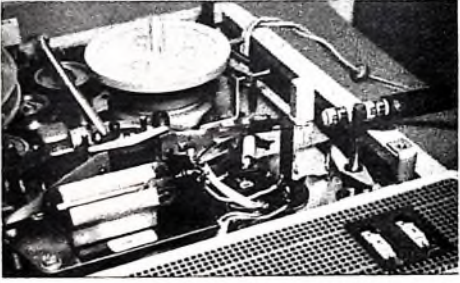


Bild 48: Der Bandzug wird außer vom Bremsmoment des Abwickelers auch noch von den Reibungswiderständen der Umlenkrollen und des Andruckfilzes beeinflusst; beim Messen wie hier im Bild kann man alle Faktoren erfassen (die Andruckrolle ist bei dieser Messung des Bandzugs leicht abgehoben)

Ein Durchschnittsmaß für das Bremsmoment des linken Wickelers läßt sich wegen der konstruktiven Unterschiede von Gerätetyp zu Gerätetyp nicht angeben, man muß im Einzelfall die Angaben in den Kundendienstanleitungen nachschlagen. Der Wert liegt ungefähr in der Größenordnung von 500 cm g. In vielen Kundendienstanleitungen ist auch das gegenläufige Drehmoment zur Kontrolle der Drehrichtungsabhängigkeit mit angegeben, das bei dieser Gelegenheit gleich mitüberprüft werden sollte. Anschließend folgt zweckmäßigerweise das Messen des Bandzugs in Laufrichtung entsprechend Bild 48. Die Federwaage muß etwa 100 g anzeigen, Werte über 150 g dürfen nur bei älteren Geräten vorkommen, für die früher ausschließlich das mechanisch stabilere Standardband vorgesehen war. Der Bandtransport hört jedoch an der Tonwelle noch nicht auf; auch auf der verbleibenden Wegstrecke zwischen Tonwelle und

Aufwickelteller muß genügend Bandzug vorhanden sein. Dort wird zwar nur in Ausnahmefällen die Tonqualität beeinflusst, aber zu geringer Zug am Aufwickelteller führt leicht zum „Bandsalat“, zu starker Zug strapaziert dagegen nicht nur das Band, sondern verursacht „mechanischen Durchgriff“ hinter die Tonwelle. Die Folge können unter anderem Gleichlaufschwankungen sein.

Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, im Zusammenhang mit der Bandzugmessung den Andruck der Gummirolle an die Tonwelle zu prüfen. Von Gerät zu Gerät ergeben sich unterschiedliche Andruckwerte, je nachdem nämlich, ob der Einhängpunkt der Federwaage am kürzeren oder am verlängerten Hebelarm gewählt wird. Beim Messen in Höhe der Andruckrolle liegt der Wert etwa bei 1 kg.

Die Andruckkraft allein verbürgt noch nicht die sichere Friktion, auch die Beschaffenheit der Oberfläche spielt eine wichtige Rolle. Im Abschnitt 24 wiesen wir bereits darauf hin, daß ein Verschmutzen der Rollenerfläche mit molybdänsulfidhaltigem Schmiermittel nicht wieder zu beseitigen ist und in jenen Fällen nur ein Auswechseln hilft. Das Reinigen der Rolle mit Spiritus bietet also keinesfalls hundertprozentige Gewähr für die einwandfreie Friktion, denn man zieht die Vorgeschichte eines zu reparierenden Bandgeräts nie genau.

Ein Überprüfen der Friktion bietet zum Glück keine Schwierigkeit. Man lege zu diesem Zweck ein Stück Band von etwa 0,5 m Länge so in den Spalt, wie es vor dem Abspielen eines Tonbands geschieht, und schalte bei gezogenem Netzstecker auf „Wiedergabe“. Das Tonbandende darf sich (mit Federwaage gemessen) erst bei über 500 g Bandzug ziehen lassen. Der Versuch ist mehrmals zu wiederholen, wobei der Andruckrollen-Außenmantel jedesmal ein Stück weitergedreht werden muß, damit man die Friktionseigenschaft über den gesamten Rollenumfang erfaßt.

Das Rezept versagt in der angegebenen Weise bei Geräten mit Zugmagneten für die Andruckrolle. In diesem Chassis ist auf andere Weise dafür zu sorgen, daß die Rolle andrückt, der Antrieb durch die Tonmotorachse beziehungsweise die Tonwelle jedoch unterbleibt, zum Beispiel durch vorübergehendes Abklemmen der Tonmotorzuleitung.

Nun zurück zur Messung des Aufwickel-Bandzugs des rechten Wickeltellers. In Wickelrichtung dürfen 25...35 g Bandzug gemessen werden. Wie beim Abwickelteller, empfiehlt sich eine Kontrolle des gewichtsabhängigen beziehungsweise bandzuggesteuerten Drehmoments bei verschiedenen großen Wickeldurchmessern. Mit Meßscheibe treten etwa 100...150 cm g Drehmoment in Wickelrichtung und etwa der 1,5fache Wert in der Gegenrichtung auf.

Durch das Messen des Bandzugs beziehungsweise des Drehmoments am rechten Wickelteller sind gleichzeitig die Eigenschaften der Rutschkupplung erfaßt. Zu hoher Aufwickelzug entspricht einer zu stark eingestellten Friktion und umgekehrt.

#### 54 Überprüfen der Bandführung

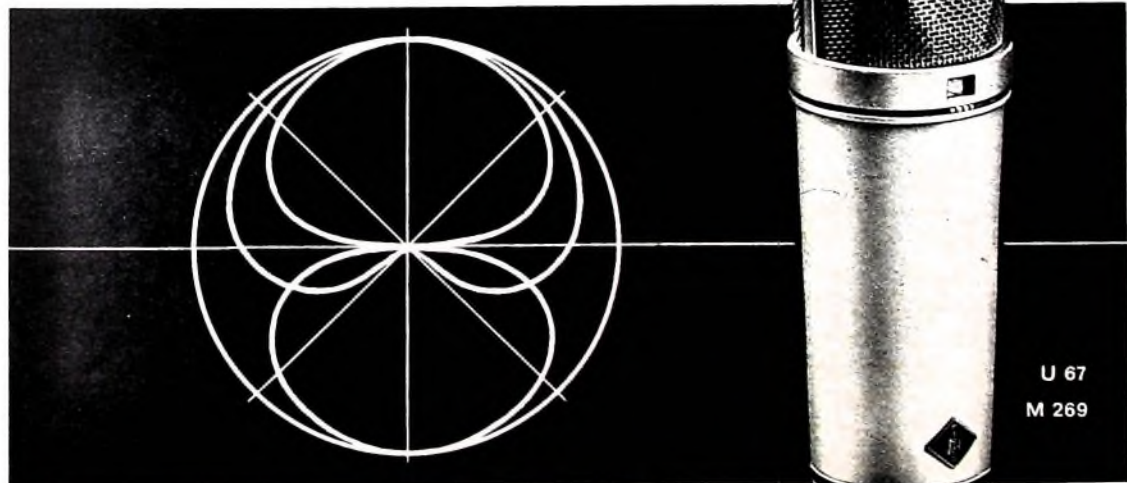
Im Zuge der mechanischen Meßarbeiten sollte man es nicht veräumen, noch einmal das richtige Auflaufen des Bands auf die Kopfspiegel, das heißt die ordnungsmäßige Bandführung, zu überprüfen. Die richtige Lage des Bands vor dem Kopfspiegel wurde bereits im Abschnitt 2.3.2 behandelt.

Durch vorsichtiges Vorbeiziehen eines kurzen Bandendes von Hand kann man sich in fast allen Geräten durch Sichtkontrolle davon überzeugen, ob die Höhenführungen richtig justiert sind. Voraussetzung ist allerdings, daß man nach dem Abnehmen der Kopfträger-Abdeckkappe freie Sicht auf die Führungen und die Kopfspiegel hat. Andernfalls empfiehlt es sich, die Magnetspuren nach einem Spezialverfahren sichtbar zu machen. Zu diesem Zweck tauche man ein mit einer Meßfrequenz (zum Beispiel 1000 Hz) bespieltes Bandende etwa 10 s lang in eine aus zwanzig Teilen Tetrachlorkohlenstoff und einem Teil Ferroxcubepulver „3C2“ bestehende Flüssigkeit. Nach etwa 10 s und leichtem Schütteln nehme man das Band aus der Lösung heraus und lasse es ohne Berühren trocknen. Auf dem Band zeichnen sich die Tonspuren wie im Bild 49 deutlich ab, besonders bei Verwendung von Bändern mit heller Schichtseite.

Das Verfahren ist besonders für Viertelspur-Geräte zu empfehlen, wobei zweckmäßigerweise vor dem „Entwickeln“ alle vier Spuren mit dem Prüfsignal aufgenommen sein sollen. Ein gleichmäßig breiter Zwischenraum wie im Bild 49a zwischen den Spuren ist das Kriterium für einwandfreie Höhenlage. Stärkere

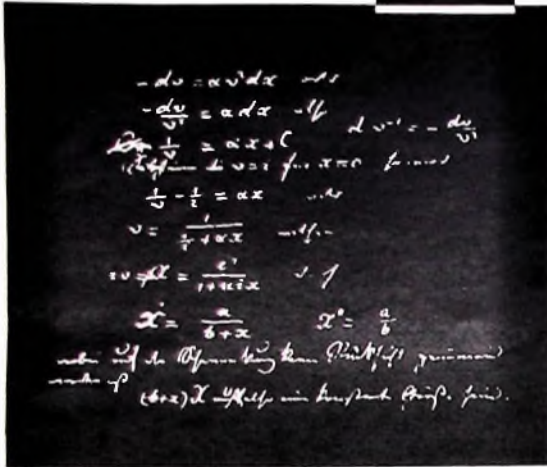
## KONDENSATOR-MIKROPHONE mit umschaltbaren Richtcharakteristiken

FÜR HOHE ANSPRUCHE



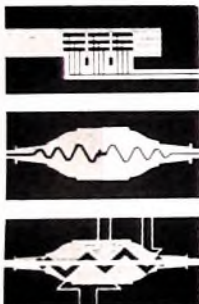
Prospekte über unser Fertigungsprogramm senden wir Ihnen gern zu

GEORG NEUMANN · LABORATORIUM FÜR ELEKTROAKUSTIK GMBH · 1 BERLIN 61 · TELEFON 614892



Orig. des Ohrschloßes v. 1826. Deutsches Museum München

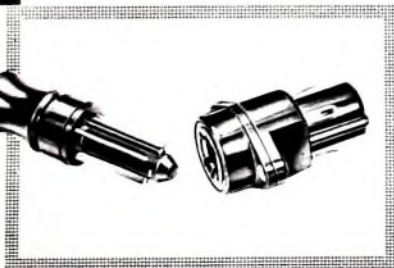
Für die Entwicklung von Kontakteinrichtungen zum Betrieb elektronischer Anlagen gelten die gleichen Gesetze wie bei anderen hochwertigen Bauelementen. Naturgesetzliche Erkenntnisse bilden das Fundament — und ihre weitestgehende Auswertung ist nur durch konsequent aufgebaute Funktionsprinzipien erreichbar.



Die moderne Forderung der Praxis nach

- Verlustarmut
- konstant geringem Übergangswiderstand
- bei langer Lebensdauer
- Erschütterungssicherheit
- Umwelt-Festigkeit etc

5 polige Modulations-Klinke T 4006 mit Klinckenstecker T 4022/5



erfüllt das selbstreinigende Prinzip mit vielfach parallel geschalteten Kontaktpunkten unter Ausnutzung der gesamten Einstecktiefe.

**TUCHEL-KONTAKT GMBH**  
Heilbronn/Neckar · Postfach 920 · Tel. \*88001

**SICHERHEIT DURCH DAS TK-PRINZIP**

Bitte besuchen Sie uns auf unserem Stand Nr. 358, Halle 10, Erdgeschoß, auf der Hannover Messe 1963.

Abweichungen als in den Bildern 49b und 49c dürfen auf gar keinen Fall vorkommen; als Mindestabstand zwischen zwei übereinanderliegenden Tonspuren sollte man besser 0,4 mm ansehen.

Ein kritisches Augenmerk muß man auf die senkrechte Stellung der Tonwelle und der Andruckrolle richten, weil jedes noch so geringfügige Abweichen von der senkrechten Lage wie in den Bildern 50 und 51 unzulässigen Druck einer Bandkante an eine Höhenbegrenzung verursacht. Ein Fehler wie im Bild 51 ist bei sogenannten selbstzentrierenden Andruckrollen nicht möglich, wohl aber ein Verkanten wie im Bild 50. Kleine Winkelabweichungen kann man nicht mehr mit bloßem Auge erkennen, wohl

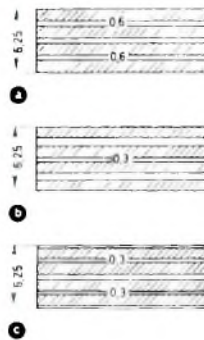


Bild 49. Nach dem Eintauchen eines mit einem Meßflon bespülten Bandes in eine Ferroxcube-Lösung wird die Spurlage sichtbar, so daß Abweichungen von der Normlage wie in dem Beispiel a) deutlich erkennbar sind. Der schmalste Zwischenraum sollte nicht enger als 0,3 mm sein, wie in den Beispielen b) und c) zu sehen ist.

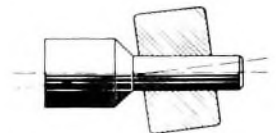


Bild 50. Nicht genau fluchtende Andruckrollen wie in dieser übertriebenen Darstellung verursachen Stauchungen an den Bandkanten.

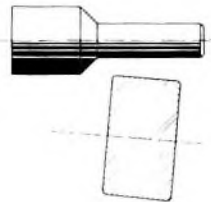


Bild 51. Von der Konstruktionsart hängt es ab, ob auch eine nicht parallel vor der Tonwelle stehende Andruckrolle Bandaufreißer verursacht; bei selbstzentrierenden Aufhängungen der Andruckrollen wirken sich die Fehler nicht aus.

aber wieder mit einem kurzen Bandende das man — links und rechts freihängend — durch Drehen der Schwungscheibe (beziehungsweise des Tonmotors) von Hand einige Zentimeter vorwärts transportiert. Eine schiefe Andruckebene verrät sich dabei sofort durch das Abwandern des Bands nach oben oder unten.

In neuzeitlichen Tonbandgeräten sind die Kopfträger-Grundplatte und die Lagerhaltung der Tonwelle meistens als starre Einheit ausgebildet, so daß kaum Justierprobleme auftreten. Schwierigkeiten sind dagegen links und rechts neben den äußeren Umlenkstiften oder Rollen der Kopfträgerplatte vorgekommen, die sich nicht unbedingt gleich durch ein Schleifen an einem Spulenflansch bemerkbar machen. In der Regel kann man die Gesamtebene der Bandkanten vom linken bis zum rechten Wickelkern nicht übersehen. Aus diesem Grunde ist es ratsam, auf gleichmäßigen Abstand zwischen beiden Flanschinnenkanten und den Bandkanten zu achten. Nach DIN 45514 ist die „lichte“ Breite der Spule zwischen den Flanschinnenkanten  $8,5 \pm 0,5$  mm, so daß mindestens 1,1 mm Abstand zwischen dem Bandwickel und dem Flansch verbleiben. Der Schlag des Flanschs in der Tellerebene darf daher auf keinen Fall größer als  $\pm 0,5$  mm sein, weil auch dem Bandwickel eine Toleranz in der Wickelbreite zugestanden werden muß.

Die Ursache eines zu starken Schlagens der Spulenflanche muß man unbedingt suchen und beseitigen; besonders bei Viertelspurgeräten verursacht ein dauerndes Berühren der Bandkante mit dem Flansch das gefürchtete Umbördeln und damit nachhaltige Wiedergabestörungen. Zu prüfen sind:

- a) die Spule selbst, vor allem auf Maßhaltigkeit des Flanschabstands und des Innendurchmessers ( $8,1 \pm 0,5$  mm nach DIN 45514) sowie auf Verzug und
- b) das axiale und das Höhenspiel des Wickeltellers. Als Grenzmaß sind 0,2 mm zu betrachten.

Bei größeren Abweichungen empfiehlt es sich, entsprechend den Angaben in vielen Kundendienstanleitungen Ausgleichscheiben einzubauen. (Wird fortgesetzt)

# SCHALLPLATTEN für den Hi-Fi-Freund

**Sibelius, Sinfonie Nr. 5 Es-dur op. 82**  
Philharmonia Orchester London unter  
Herbert von Karajan

Valkslieder sind auch bei Finnlands größtem Musiker der Quell, aus dem er schöpft. Aber seine Nationalmusik, die den herben Charakter der finnischen Landschaft widerspiegelt, verleugnet ihre Beziehungen zur russischen Romantik nicht, verliert aber auch niemals ihren eigenen Charakter. Von seinen sieben Sinfonien sind die ersten beiden in e-moll und in D-dur bei uns am häufigsten zu hören. Von den fünf späten gilt die fünfte in Es-dur als die schönste. Nicht immer ist es einfach, die Tonsprache Sibelius' zu verstehen, und nicht immer erschließt sich seine Musik mit ihren finnischen Anklängen beim ersten Anhören. Deshalb ist es erfreulich, daß diese Aufnahme dank der klaren Interpretation Karajans und der guten Stereo-Technik wesentlich mit dazu beiträgt, die Schönheiten dieses Werkes erschließen zu helfen. Sie erleichtert dem Musikfreund das formale Verständnis, den Hi-Fi-Freund aber erfreut das volle, gut

ausgewogene Klangbild, das im dritten Satz seine Krönung erfährt: Über dem lang anhaltenden Tremolo der Streicher baut sich in den Hörnern ein Motiv auf, dazu in den Holzbläsern ein Gegenthema. Das alles führt Sibelius in der ihm eigenen Art mit einer groß angelegten Steigerung zu den harten Orchester-Schlägen, mit denen das Werk ausklingt.

Columbia STC 70480 (Stereo)

**Chopin, 24 Préludes op. 28;**  
**Polonaise As-dur op. 53**

Geza Anda, Klavier  
Zwischen den 24 Préludes Chopins und den Bachschen Präludien im Wohltemperierten Klavier bestehen gewisse Parallelen insofern, als beide alle Dur- und Moll-Tonarten durchlaufen. Während bei Bach die Tonarten einander chromatisch folgen, ordnet Chopin sie nach dem Quintenzirkel und läßt der Dur-Tonart jeweils die parallele Moll-Tonart folgen. Trotz dieser schematischen Ordnung wirken die 24 Préludes wie ein geschlossenes Gesamtwerk: Der Mannigfaltigkeit der Stimmungen

entspricht die adäquate Form — Den Abschluß der Platte bildet die Polonaise As-dur, die mit ihrem ritterlichen und glanzvollen Charakter das Prunkstück vieler namhafter Pianisten ist.

Geza Anda, führender Pianist der mittleren Generation, wurde Anfang März 1963 für seine Einspielungen der Mozartschen Klavierkonzerte G-dur und C-dur mit dem „Grand Prix du Disque“ ausgezeichnet. Das ist seine dritte ehrenvolle Auszeichnung mit diesem begehrten Preis. Die vorliegende Aufnahme erhielt 1961 dieses Prädikat. Wenn man erlebt, wie einfühlend Anda auf dieser Platte diese kleinen Kunstwerke nachgestaltet, dann ist man überzeugt, eine wahrhaft großartige Interpretation zu hören. An diesem exzellenten Gesamteindruck hat die Stereo-Aufnahmetechnik wesentlichen Anteil, denn ihr ist es gelungen, die Illusion eines gut im Raum stehenden Konzertflügels zu vermitteln. Der Klang ist durchsichtig, manchmal von geradezu filigranhafter Feinheit; jede Nuance des Anschlags kommt zur Geltung. Da die Platte praktisch rausch- und rumpelfrei ist, hat man hier eine echte Hi-Fi-Aufnahme, die ein dem Originalklang sehr nahekommendes Klangbild wiederzugeben vermag.

Deutsche Grammophon 1.38084 SLPM (Stereo)

**Tschaikowskij, Ouvertüre 1812;**  
**Liszt, Ungarische Rhapsodie Nr. 2 c-moll**

Philharmonia Orchester London unter  
Herbert von Karajan

Schlachten-Phantasien mit musikalischen Mitteln darstellen zu wollen, mag vom künstlerischen Standpunkt aus ein fragwürdiges Unterfangen sein. Wenn aber der Stereo-Freund diese Aufnahme der „Ouvertüre 1812“ hört, dann vermag er nur zu gern die musikalische Banalität über der ausgezeichneten Wiedergabe dieser Auffragkomposition, die Tschaikowskij zur Weihe der Moskauer Erlöserkathedrale schrieb. Sie wurde 1881 auf dem Platz vor der Kirche aufgeführt. Nur so ist es zu verstehen, daß zum Schluß der Ouvertüre nach ein zusätzliches Bläserensemble, Glocken und Kanonenschüsse vom Komponisten vorgeschrieben sind. In einer Breite, die nach über die Stereo-Basis hinausgeht, erklingt das bunt instrumentierte Tongemälde, das die schicksalhaften Septembertage 1812 im Kampf der Russen gegen Napoleon zum Gegenstand hat. Liszts 2. Ungarische Rhapsodie erfreut durch ihr angenehmes, abgerundetes Klangbild mit schönen Streicherklängen und akustisch sauber gegeneinandergesetzten Holz- und Blechbläsern im schnellen Teil des Werkes.

Columbia STC 70486 (Stereo)

# FISHER

## Multiplex Generator

mit eingebautem FM-Signalgenerator

Der komplette Prüfsender für

- **Entwicklung**
- **Produktion**
- **Prüfung**

von FM-Stereoempfängern

In den USA bereits bestens bewährt  
Ab Stuttgart kurzfristig lieferbar  
Verlangen Sie Preisangebote und  
technische Unterlagen

Vertrieb und Service für die Bundesrepublik Deutschland



# KLEIN + HUMMEL









STUTTGART 1 · POSTFACH 402





# Für Labor, Prüffeld und Werkstatt

ETTI IV 83 11

	Vq 20	Vollkontaktstecker biegsame, trittfeste Hülse
	Kb 10	Kabelschuh
	Ag 10	Abgreifklemme vernickelt
	Ak 10	Abgreifklemme isoliert
	Schnell 10	Schnellspanstecker
	Kleps 30	Klemmprüfspitze
	Prüf 10	Prüfspitze
	Büla 20	Buschelsstecker

Überall, wo es auf guten Kontakt ankommt, haben sich Stecker, Klemmen und Prüfspitzen von Hirschmann bewährt. Sie sind als zuverlässige und kontaktsichere Helfer beim Messen und Prüfen unentbehrlich. Unser vollständiges Programm finden Sie in Prospekt DS 4, den wir auf Anforderung gerne zuschicken.



Richard Hirschmann Radiotechnisches Werk 73 Eßlingen am Neckar

## Neue Geräte

### Die neuen Siemens-Fernsehgeräte

Das Fernsehgeräte-Programm 1963/64 der Siemens Electrogeräte AG umfaßt fünf Modelle. „Bildmeister V“ („FT 456“) ist ein asymmetrisches Tischgerät, während „Bildmeister IV“ („FT 446“) in der traditionellen Würfel-Form erscheint. Als erstes Tischgerät auf dem deutschen Markt hat der „Bildmeister III“ („FT 436“) eine Holzalouise zur Abdeckung des Bildschirms, die so angebracht ist, daß sich keine größeren Gehäuseabmessungen als bei den üblichen asymmetrischen Tischgeräten ergeben. Das Standgerät in Vitrinenform „Bildmeister II“ („FS 426“) entspricht in der Form dem Vorgängertyp „FS 326“; seine Technik wurde jedoch in manchen Punkten verbessert. Das fünfte Gerät „Bildmeister I“ („FT 416“), ist ein asymmetrisches Tischgerät der Spitzenklasse, dessen an der Frontseite angebrachte Bedienungselemente durch eine cloxierte Leichtmetallklappe verdeckt werden können. Seine Abstimm-Tastenautomatik ist auf sechs Sender einstellbar. Alle neuen Geräte sind mit der schutzscheibenlosen Bildröhre A 59-II W ausgestattet.

Die Formgebung der Gehäuse ist so gewählt, daß die Geräte zu allen Stilrichtungen moderner sowie konservativer Möbel passen. Bei den neuen Empfängern wurde besonderer Wert darauf gelegt, daß sich mehrere Fernsehsender ohne besondere Einstellungen wahlweise empfangen lassen. Die Geräte enthalten eine verzögerte Regelung für VHF und UHF, getastete Regelung mit Störaustattung, automatische Unterdrückung von Leuchtflack und Einschaltbrumm, stabilisierte Zellen- und Bild-Endstufe, Zeilenfangautomatik sowie Fernbedienungsanschluß zur Regelung von Helligkeit, Kontrast und Lautstärke. Zu den vier Tischgeräten sind passende Einschraubbeine lieferbar. Der Fernsehkanal 12, der von einigen Fernsehumsetzern benutzt wird, kann mit allen Typen empfangen werden.

### Neuer Batterie-Verstärkerkoffer der Elac

Das Verstärkerkoffer-Programm der Elac wurde durch den neuen Batterie-Verstärkerkoffer „Mirastar S 12 BV“ ergänzt. Das formschöne Gerät, das in hellgrau-anthrazit geliefert wird, bietet bei kleinen Abmessungen und geringem Gewicht (314 mm x 280 mm x 147 mm, 4 kg) beachtlichen Bedienungskomfort und gute Wiedergabequalität. Da der Tragbügel abnehmbar ist, läßt es sich mit einem Handgriff in ein Helmgerät umwandeln.

Der „Mirastar S 12 BV“ enthält ein viertouriges Laufwerk mit dem neuen Breitband-Kristallsystem „KST 19“ zur monauralen Abstimmung von Stereo-, Mikro- und Normalrillen. Der permanentdynamische Ovallautsprecher (70 mm x 180 mm) ist im Kofferunterteil untergebracht.

### SQ-Mischpult-Verstärker „EL 6435“

Die Reihe der Philips-SQ-Verstärker (SQ = Super Qualität) wurde um den 140-W-Mischpult-Verstärker „EL 6435“ erweitert. Die vier misch- und regelbaren Eingänge können durch Einsteckelemente in bezug auf Empfindlichkeit, Impedanz und Frequenzgang den jeweiligen Erfordernissen angepaßt werden. Durch dieses Einsteckprinzip können beispielsweise die Kanäle 1 und 2, die vorzugsweise für Mikrofon-Übertragung bestimmt sind, an niederohmige Mikrofone (500 Ohm) angepaßt werden. Außerdem ist für diese beiden Übertragungskanäle eine Vorentzerrung für Sprachwiedergabe vorhanden, die über einen kleinen Schiebeshalter für jeden Kanal getrennt eingeschaltet werden kann. Die Kanäle 3 und 4 sind in der Grundausführung für den Anschluß von Rundfunk-, Schallplatten- und Tonbandgeräten ausgelegt.

Bei Übertragungsanlagen mit mehr als zwei Mikrofonen können auch die Kanäle 3 und 4 durch Einfügen eines steckbaren Vorverstärkers auf die Empfindlichkeit für hochohmige Mikrofone gebracht werden. Eine getrennt regelbare Höhenentzerrung (+ 5 dB ... - 9 dB bei 15 000 Hz) und Tiefenentzerrung (+ 8 dB ... - 7 dB bei 50 Hz) gestattet, den zu übertragenden Frequenzbereich (50 - 15 000 Hz) in weitem Umfange den gegebenen akustischen Bedingungen anzugleichen.

Der Klirrfaktor des Verstärkers bei 1000 Hz ist < 2,5 %. Als mittlerer Störpegel werden - 67 dB angegeben. Außer den Ausgangsspannungen 100, 70, 50, 35, 25 und 10 V liefert der Verstärker noch eine besondere 4-V-Ausgangsspannung zur Aussteuerung nachgeschalteter Endverstärker oder zum Anschluß eines niederohmigen Kontrolllautsprechers oder Kopfhörers.

### Tischlautsprecher „sekundo“

Zusatzlautsprecher haben in den letzten Jahren zunehmendes Interesse gefunden, insbesondere auch solche mit kleinen Abmessungen. Standard Elektrik Lorenz AG (SEL) bringt jetzt außer den bekannten Lautsprechern „Phoni“ und „Phoni II“ auch noch den vielseitig verwendbaren Tischlautsprecher „sekundo“ heraus. Er ist insbesondere zur Verwendung in der Wohnung, im Büro und auch im Auto geeignet. Wegen der geringen Abmessungen (175 mm breit, 100 mm hoch, 100 mm tief), läßt er sich auf jedem Schreibtisch unterbringen. Befestigt man ihn im Auto auf dem hinteren Abdeckbrett, dann erhält man eine gute Schallstrahlung in Richtung der Mitfahrenden.

Der „sekundo“ ist mit Lautstärkereglern ausgestattet und enthält ein permanentdynamisches System (16 x 8 cm, Impedanz 4,5 Ohm) mit 11 000 Gauß Luftspaltinduktion und gibt den Frequenzbereich 120 bis 12 000 Hz ausgezeichnet wieder. Das System ist bei Sprache und Musik mit maximal 4 W belastbar.



*Hi-Fi*  
STEREO-  
BOX



**EURO SOUND**



**ISOPHON-WERKE GMBH, Berlin-Tempelhof**  
Besuchen Sie uns bitte auf der Hannover-Messe 1963  
Halle 11 · Stand 41

**BERU**



**FUNK-  
ENTSTÖR-  
SÄTZE**

**FÜR  
AUTO-RADIO  
UND  
AUTO-KOFFER-  
GERÄTE  
FÜR ALLE  
KRAFTFAHR-  
ZEUG-TYPEN**

**Griffbereit  
für jede Fahrzeugtype**

finden Sie sorgfältig zusammenge-  
stellt alle Entstörmittel, die Sie für  
die Entstörung eines bestimmten  
Fahrzeuges brauchen. Das ist be-  
quem und enthebt Sie aller Bestell-  
sorgen. Nützen Sie diesen Vorteil,  
verlangen Sie die ausführliche Son-  
derschrift 433 ES.

**BERU**

**VERKAUFS-GMBH**  
714 · LUDWIGSBURG  
Postfach 51 · Ruf 07141 — 5243/44

**Unterricht**

Theoretische Fachkenntnisse in Radio-  
und Fernstechnik durch Christian-  
Pernkurse Radientechnik und Automaton.  
Je 25 Lehrbriefe mit Aufgabenkorrektur  
und Abschlußzeugnis. 800 Seiten DIN A 4,  
2300 Bilder, 350 Formeln und Tabellen.  
Studienmappe 8 Tage zur Probe mit  
Rückgaberecht. (Gewünschten Lehrgang  
bitte angeben.) Technisches Lehrinstitut  
Dr.-Ing. Christian, Konstanz, Postf. 1957

**Kaufgesuche**

**HANS HERMANN FROMM** bittet um  
Angebot kleiner u. großer Sonderposten  
in Empfangs-, Sende- und Spezialröhren  
aller Art. Berlin-Wilmersdorf, Feh-  
belliner Platz 3, Tel. 87 33 95 / 96

Röhren und Transistoren aller Art, kleine  
und große Posten gegen Kasse. Röhren-  
Müller, Kelkheim/Ts., Parkstr. 20

Rodieröhren, Spezialröhren, Widerstände,  
Kondensatoren, Transistoren, Dioden u.  
Relais, kleine und große Posten gegen  
Kassa zu kaufen gesucht. Neumüller & Co.  
GmbH, München 13, Schraudolphstr. 2/7



**Bernstein-Werkzeugfabrik**  
Steinrücke KG  
Ramscheid-Lennep  
Spezial-Werkzeuge für Radio und Fernsehen

**ENGEL-LOTER**



Ing. Erich & Erud Engel  
GmbH  
Wiesbaden-Schiersteig

**METALLGEHÄUSE**  
für Industrie  
und Bastler

**PAUL LEISTNER** HAMBURG

**Funk-  
Technik 1 u.  
6/61**

mögl. unbeschädigt, dringend zu kau-  
fen gesucht. Preisangebot an F. W. 8414

**SILIZIUM-GLEICHRICHTER**

2 A/ 35 VaR	DM 2 95	12 A/220 VaR	DM 25.—
2 A/ 70 VaR	DM 3 75	35 A/ 35 VaR	DM 18.80
2 A/140 VaR	DM 5 50	35 A/ 70 VaR	DM 27.—
2 A/220 VaR	DM 8 50	35 A/140 VaR	DM 35.—
12 A/ 35 VaR	DM 10 50	Fernseh-Gleichrichter	
12 A/ 70 VaR	DM 12 50	0,6 A/240 VaR	DM 5.—
12 A/130 VaR	DM 18.80		

ING. E. FIETZE · Elektronik-Versand · Mannheim · Strassmannstraße 4

*trial*  
...Überall

**Für UHF**  
Novistor-UHF-Verstärker  
18 db. kpl. mit Netzteil  
DM 160,— br.

Frequenz-Umsetzer  
für GA-Anlagen  
für 1-5 Teilm. DM 210,— br.  
für 4-12 Teilm. DM 310,— br.

Koaxialkabel  
Musterrolle 100 Meter  
DM 44,— franko

Filter-Antennen B IV-V  
mit eingeb. Koppelfilter  
neue Ausführung  
besonders preiswert

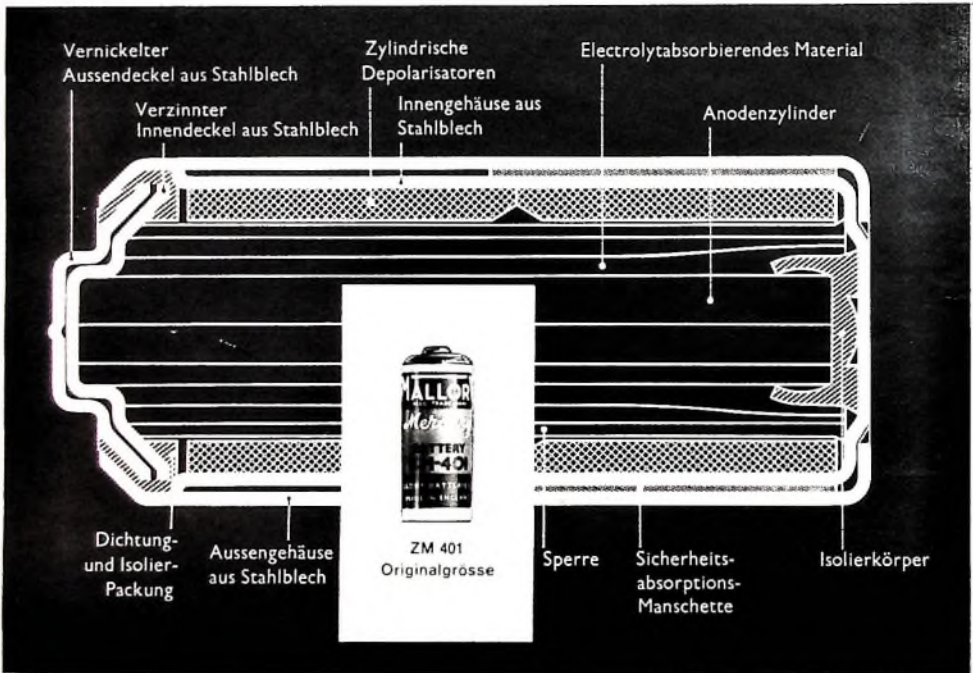
Bitte Angebot anfordern

**Dr. Th. DUMKE KG · RHEYDT**  
Postfach 75

# Mallory batterien

sind dicht

Das Gehäuse der Mallory Zellen ist nicht an der elektrochemischen Umsetzung beteiligt und ist widerstandsfähig gegen äußere Korrosion. Neue Verschlüßverfahren mit besonders konstruierter Dichtung tragen zu der absolut dichten Bauweise bei. Wegen dieser und anderer Original-Merkmale spricht man bei Mallory Batterien von der bedeutendsten Entwicklung auf dem Gebiete der Trockenbatterien seit über 80 Jahren. Sie sind unveränderlich—nicht nur bei Lagerung, sondern auch beim Gebrauch. Konstrukteure und Hersteller, die ihre Erzeugnisse verkleinern wollen, ohne auf die volle Leistung zu verzichten, bieten sie konstante Stromabgabe über einen sehr langen Zeitraum.



Wenden Sie sich schon im Entwurfsstadium an Mallory, damit Sie die raumsparendste Energiequelle der Welt voll ausnutzen können.

Eingehende Beschreibungen und weitere Auskünfte erhalten Sie von Mallory Batteries GmbH, 5 Köln, Hermann-Becker-Strasse 8

# MALLORY

*ein Begriff für neue Ideen in Batterien*