

BERLIN

FUNK- TECHNIK

FERNSEHEN · ELEKTRONIK

A 3109 D

20 1961
OKTOBERHEFT

2. OKTOBERHEFT 1961

Jungingenieur-Arbeitsgemeinschaften

Der Elektrotechnische Verein Berlin führt auch im Winterhalbjahr 1961/62 wieder Jungingenieur-Arbeitsgemeinschaften durch. Sie umfassen die Gruppen Elektrische Maschinen, Starkstrom-Versorgungstechnik, Stromrichter, Regelungstechnik, Meßtechnik, Halbleiter in der Nachrichtentechnik und Allgemeine Elektrotechnik.

K. H. Gleitsmann 50 Jahre

Dipl.-Ing. K. H. Gleitsmann, Leiter der technischen Pressestelle der Hannover-Messe, vollendete am 5. 10. 1961 das 50. Lebensjahr. Seit 15 Jahren wirkt er im Messewesen und baute seit 1951 bei der Deutschen Messe- und Ausstellungs-AG Hannover die technische Pressearbeit auf, die er seitdem verantwortlich leitet.

Grundig-Bausteinserie

Auf der Funkausstellung zeigte Grundig zum erstmaligen die Bausteinserie zum Einbau in vorhandene oder besonders angefertigte Möbel beziehungsweise Gehäuse, mit der es möglich ist, die Rundfunk- und Fernsehanlage der Innenarchitektur eines Raumes vollkommen anzupassen. Die Serie umfaßt die Rundfunkempfängerteile (UKML, 7/10 Kreise, 5 Röhre + 2 Ge-Dioden) „HF 1“ (vertikale Ausführung) und „HF 2“ (horizontale Ausführung), die Hi-Fi-Stereo-Verstärker „NF 1“ (2 x 8,5 W) und „NF 2“ (2 x 15 W), die Raumbauhallenrichtung „Phono-

mascope“ mit Raumbauhallenverstärker „HV 1“ und Raumbauhallensystem „HS 1“, die Plattenwechslerchassis „TW 504“ und „GW 11“, das Stereotonbandchassis „TM 45“ sowie fünf verschiedene Lautsprecherkombinationen. Der Fernsehbaustein „Zauberspiegel FS 1“ entspricht etwa dem 59-cm-Tischgerät „Zauberspiegel 59 T 120“.

AEG übernimmt Telefunken-Werk Wedel

Das in Wedel bei Hamburg gelegene Werk der Telefunken GmbH wird im Laufe der nächsten Monate schrittweise von der AEG für eine notwendig gewordene Erweiterung ihres Hamburger Betriebes übernommen, für die das Werk Wedel wegen seiner günstigen Lage besonders geeignet ist. Der bisher in dem Werk untergebrachte Teil der Rundfunkgerätefertigung von Telefunken wird auf das Werk Hannover übertragen. Dort hat das Unternehmen im vergangenen Jahr ein zweites Werk in Betrieb genommen und wird nun seine gesamte Rundfunk- und Fernsehgerätefertigung in Hannover zusammenfassen.

Neue Photovervielfacher

Valvo hat fünf neue Photovervielfacher in das Fertigungsprogramm aufgenommen. Dabei handelt es sich um die Typen 56 UVP (14 Stufen, blauempfindlich, 42 mm nutzbarer Durchmesser, Quarzfenster zum Nachweis ultravioletter Strahlung), 57 AVP (11 Stufen, 200 mm nutzbarer Durchmesser), 58

AVP (14 Stufen, blauempfindlich, 110 mm nutzbarer Durchmesser), 150 CVP (10 Stufen, rot empfindlich) und 153 AVP für Szintillations-Spektrometer.

„Caprice Transistor 3291“ mit KW-Bereich

Telefunken liefert jetzt den schnurlosen Heimempfänger „Caprice Transistor 3291“ (9 Trans + 4 Ge-Dioden) mit den Wellenbereichen UKW, MW und KW. Die Ausführung mit den Bereichen UKW, MW und LW wird in Kürze folgen.

Mikro-Transistoren

Die Radio Corporation of America kündigt die Entwicklung eines Mikro-Transistors an, der so klein ist, daß etwa 20.000 Stück davon auf einer Briefmarke Platz haben.

Aus der Amateurl-Arbeit

Erfolge des DARC auf der Funkausstellung

Die Beteiligung des DARC an der Funkausstellung in Berlin war ein voller Erfolg. Viele Berichte in Zeitschriften und Hörberichten vom DARC-Stand bewiesen das Interesse, das der Arbeit des DARC von Presse, Fernsehen und Rundfunk entgegengebracht wurde. Im Fernseh-Ausstellungsprogramm lief zweimal der Film „CQ DX Funkamateure“, der weiten Kreisen der Öffentlichkeit einen Begriff von der Amateurl-Arbeit vermittelte. Der Ausstellungs-Amateurl- DL 0 BN wickelte über 1000 QSOs mit Funkfreunden im In- und Ausland ab.

FT-Kurznachrichten	718
Tonbandeln — ein echtes Hobby	723
Weichmagnetische Werkstoffe für Tonbandgeräte	724
Zur Technik der Heim-Magnettongeräte ..	727
Heim-Magnettongeräte 1961/62	729
Polyester als Unterlage für Magnetbänder	734
Zum 100. Geburtstag von Robert Bosch ..	735
Tonstudio-Einrichtung ... leider nicht käuflich	736
X Internationaler Wettbewerb der besten Tonaufnahmen 1961	737
Akustische Fernsteuerung — Tonbandprogrammiert	738
Volltransistor-Magnettongerät hoher Qualität	739
Aus unserem technischen Skizzenbuch ...	742
Betriebsstundenzähler auf elektrochemischer Grundlage	744
Schallplatten für den Hi-Fi-Freund	745
Ein Beispiel moderner Stere-Schallaufnahme Tristan und Isolde	746
Kondensatormikrofon in Transistor-Bauweise	748
Für den KW-Amateur	
Tonband-Tastung	750

Unser Titelbild: Batteriebetriebene Tonbandgeräte eignen sich wegen ihres geringen Gewichts und ihrer Unabhängigkeit vom Licht besonders für Außenaufnahmen und Reportagen. Werkaufnahme: Laewe Opto

Aufnahmen: Verlasser, Werkaufnahmen Zeichnungen vom FT-Labor (Neubauer, Kuch, Schmah, Straube) nach Angaben der Verlasser. Seiten 719—722, 741, 743, 751 und 752 ohne redaktionellen Teil

VERLAG FÜR RADIO - FOTO - KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde, Eichbarndamm 141—167. Telefon: Sammel-Nr. 492331 (Ortskennzahl im Selbstwählferdienst 0311). Telegrammanschrift: Funktechnik Berlin. Fernschreib-Anschluß: 0184352 fachverlage bin. Chefredakteur: Wilhelm Roth, Stellvertreter: Albert Jänicke, Techn. Redakteur: Ulrich Radke, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Berlin u. Kempen/Allgäu. Anzeigenleitung: Walter Bartsch, Chefgraphiker: Bernhard W. Beerwirth, beide Berlin. Postcheckkonto: FUNK-TECHNIK PSchA Berlin West Nr. 2493. Bestellungen beim Verlag, bei der Post und beim Buch- und Zeitschriftenhandel. Für Einzelhefte wird ein Aufschlag von 10 Pf berechnet. Die FUNK-TECHNIK erscheint zweimal monatlich; sie darf nicht in Leserkreis aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. — Satz: Druckhaus Tempelhof; Druck: Eisnerdruck, Berlin



Erich Graetz 70 Jahre

traleumlampe zu bauen, die heute unter dem Namen „Petromax“ in allen Ländern bekannt und seit 1910 ein wichtiger Exportartikel geblieben ist.

Erich Graetz machte nach alter Familien tradition eine gründliche praktische Lehre in der väterlichen Firma und im Ausland durch. Im Jahre 1922 wurde er gemeinsam mit seinem Bruder Fritz in die Leitung der Familien-AG berufen, und aus den Händen ihres Vaters, des Kommerzienrats Max Graetz, übernahmen die beiden Brüder 1930 die Leitung des damals etwa 5000 Mitarbeiter zählenden Unternehmens. Schon während der Lehrzeit zeigte Erich Graetz eine besondere Begabung für die Elektrotechnik, und so ist es nicht verwunderlich, daß er schon in jungen Jahren den Auftrag erhielt, im väterlichen Betrieb die Fertigung von elektrischen Haushaltsgeräten aufzubauen, die damals schon einen beachtlichen Marktanteil erringen konnten. Im Rahmen dieser Fertigung entstanden mit der Einführung des Rundfunks in Deutschland auch Lautsprecher und Zubehörtteile und später Rundfunkempfänger.

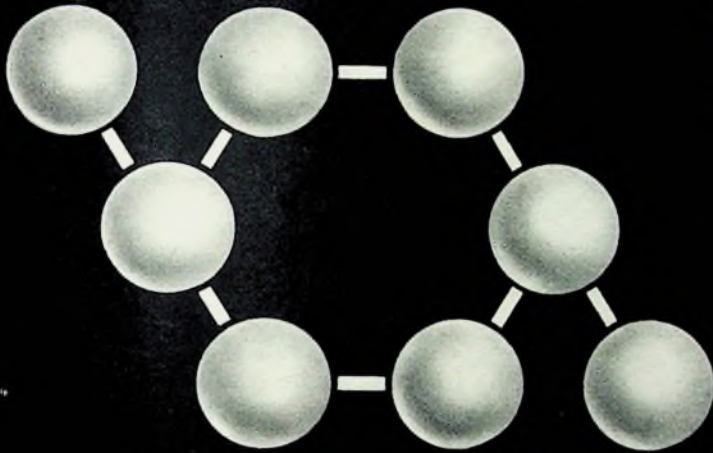
Der stete Aufstieg des Hauses Graetz fand im Frühjahr 1945 ein jähes Ende. Aber schon im Sommer 1947 gründete Erich Graetz gemeinsam mit seinem Bruder Fritz und unter finanzieller Beteiligung mehrerer Kammanditisten die Graetz KG, die neben „Petromax“-Lampen auch die Fertigung von Rundfunk- und später von Fernseh-Empfängern unter dem Markenzeichen Graetz aufnahm. Der gute Name Graetz, die Qualität der Erzeugnisse und die nach Kriegsende wieder angeknüpften alten Geschäftsverbindungen mit dem Ausland ließen das Unternehmen bald wieder aufblühen. Schon nach kurzer Zeit waren in acht Werken über 6000 Mitarbeiter beschäftigt. Es war Erich Graetz vorzögen, sein Unternehmen in die Spitzengruppe der vier bedeutendsten Hersteller von Fernsehgeräten führen zu können.

In diesem Jahr tritt Erich Graetz in den wohlverdienten Ruhestand. Bis in das hohe Alter hinein galten seine Liebe und seine Schaffenskraft dem Werk, das seinen Namen trägt, und den Menschen, die dort mitgehalten haben, dem Namen Graetz wieder Weltgeltung zu verschaffen. In weiser Voraussicht und in klarer Erkenntnis der zukünftigen Entwicklung führte er Verhandlungen mit Herstellern von elektronischen Bauelementen, die im April dieses Jahres zur Übernahme der Mehrheitsanteile durch die Standard Elektrik Lorenz AG führten und seinem Lebenswerk die stetige Weiterentwicklung sichern.

An seinem 70. Geburtstag kann Erich Graetz auf ein reiches und erfülltes Leben zurückblicken, auf ein Leben, das oft hart war, aber auch auf ein Leben, dessen Aufgaben er gemeistert hat.

Agfa Magnetonband PE

Polyester



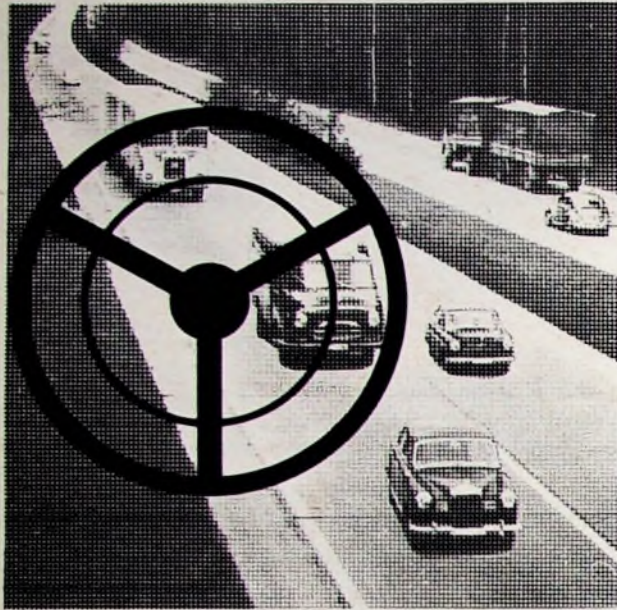
- oberflächenveredelt
- dehnungsfest und schmiegsam
- hitze- und kältefest
- übersteuerungssicher
- tonstabil für Generationen



Durch die langjährige Erfahrung der Agfa in der Herstellung der Polyester-Bänder ist vollendete Polyester-Qualität jedes einzelnen Bandes gewährleistet.

jetzt noch preiswerter

Wirtschaftlich löten mit



SÜDDEUTSCHE TELEFON-APPARATE-, KABEL- U. DRAHTWERKE AG. NÜRNBERG

Können wir Sie unterwegs
irgendwo erreichen?

Diese Frage hat man Ihnen
vor Antritt einer Reise im Auto
sicher schon oft gestellt.

Mit einer UKW-Sprechfunkanlage
B 72 der TE-KA-DE im Wagen
sind Sie im Bereich
der öffentlichen Funkdienste
über jeden Fernsprechananschluß
im Bundesgebiet stets „greifbar“.
Sie selbst können ohne Aufschub
mit Ihren Mitarbeitern im Betrieb
vom Wagen aus telefonieren.

Sie können rückfragen,
Anweisungen erteilen,
wichtige Vereinbarungen treffen,
Besuche ankündigen und,
falls Sie ungestört sein wollen,
die Anlage auch abschalten.

Das Gesprächsgeheimnis bleibt gewahrt.

Die B 72 läßt sich bequem
in jeden Wagen einbauen und
ihres geringen Strombedarfs wegen
aus der Autobatterie speisen.



ERSA
Dauerlötpitzen
eisenüberzogen

abnutzungsfest
keine Nacharbeit
Kostensparend
immer verzinkt

Flowsolder-Verfahren
für gedruckte Schaltungen

„DIE RATIONELLE ZINNWELLE“
hohe Lötisicherheit — einfache Transporteinrichtung
immer sauberes Zinn — einfacher Typenwechsel

Seit 40 Jahren: Wenn löten — dann **ERSA**

ERNST SACHS
Erste Spezialfabrik elektrischer LötKolben und Lötböden K. G.
Berlin-Lichterfelde und Wertheim am Main
Verlangen Sie die Listen 172/174 D 2

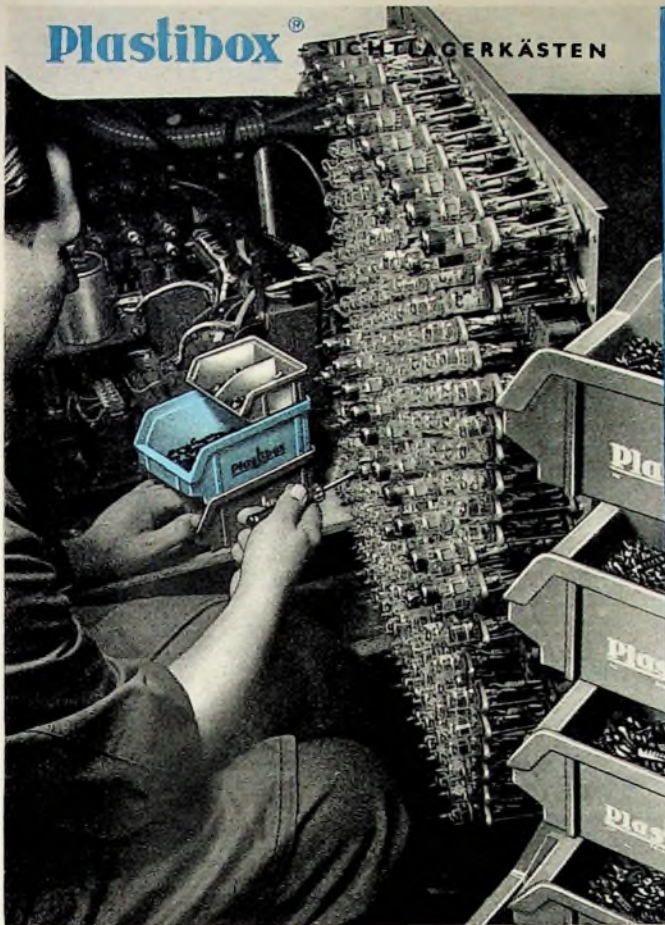
IMMER AN DER Spitze

UNIGOR 3
FÜR HÖCHSTE ANSPRÜCHE

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

METRAWATT A. G. NÜRNBERG

Plastibox® SICHTLAGERKÄSTEN



Die Präzision Ihres Fabrikates

SAAR
rational

hängt unter anderem vom störungsfreien Ablauf des Montagevorgangs ab. Jeder Handgriff ist entscheidend – wertvolle Konzentration muß auf die Arbeit gelenkt werden – automatisch greift die Hand nach dem Einbauteil. Deshalb sind **SAAR-PLASTIBOXEN** in jedem Industriebetrieb zum unentbehrlichen Helfer geworden – sie sparen Zeit, Arbeit und verkürzen Wege, sie tragen zur Güte Ihres Fabrikates bei. Wir liefern:

Type	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	DM Sapal	DM Pol.	DM Plast.
K 200/1	500/450	300	180	14,30	9,—	8,50
K 200/2	350/300	200	150	7,80	5,60	5,20
K 200/3	230/200	140	130	3,30	2,70	2,—
K 200/4	160/140	95	75	1,80	1,30	0,95
K 200/5	85/65	95	45	—	0,60	0,45

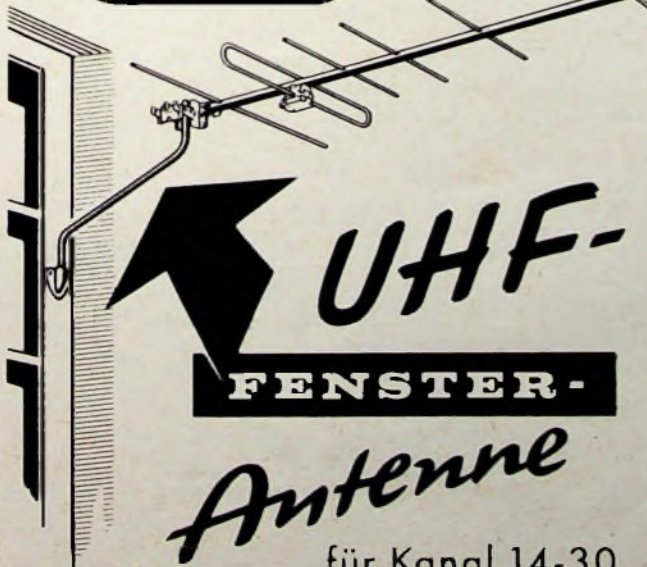
Ordnung und Übersicht wird leicht mit Farben erzielt.
Farben: rot, blau, grün, gelb, elfenbein, weiß, grau.

Sapal – bruchfest
Polystyrol – schlagfest
Plastik – nicht bruchsicher

Mengenrabatte: 1% pro 100 Kästen, bei geschlossener Bestellung, höchstens jedoch 10%

SAAR VERTRIEBS-GMBH
Frankfurt/M. · Neue Mainzer Straße 25 · Tel. 293541

ROKA



**UHF-
FENSTER-
Antenne**

für Kanal 14-30

Gegen Korrosion durch Elaxieren geschützt

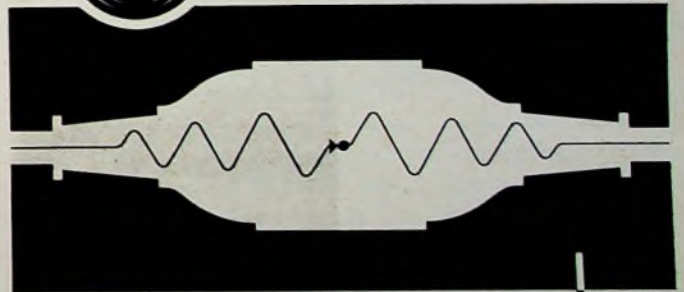
DM. 21.50

ROBERT KARST · BERLIN SW 61

GNEISENAUSTRASSE 27 · TEL. 66 56 36 · FS 01 83 057



...VERLUSTARM



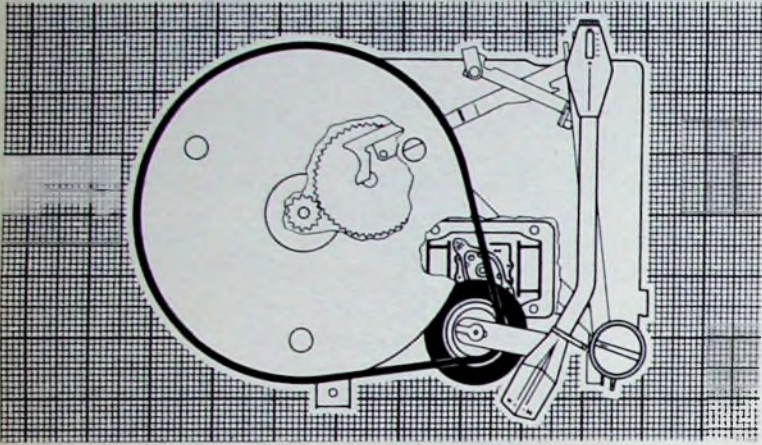
... soll eine aufgetrennte und mit einer Kabelkupplung verbundene Leitung sein, als ob sie aus einem ununterbrochenen Leitungszug vom Generator bis zum Verbraucher bestünde.

Kleinste gleichbleibende Kontaktwiderstände und größtmögliche Betriebssicherheit sind für die Elektronik die hauptsächlichen Forderungen.



TUCHEL-KONTAKT GMBH
Heilbronn/Neckar · Postfach 920 · Tel. * 6001

Kennzeichen fortschrittlicher Entwicklung:



Eine neue Plattenspieleridee, die Ihre anspruchsvollen Kunden begeistern wird!

- Modernes Konzept: Vollautomatisches Abspielen aller Schallplatten · Vollautomatisches Wechseln von 17-cm-Platten · Steuerung aller Funktionen mit einem Bedienungselement.
- Moderne Technik: Neuartiger Pesenantrieb des Plattentellers · Zuverlässige Steuer- und Abtastautomatik.
- Hochwertige Wiedergabe: Extrem niedrige Laufgeräusche · Hohe Gleichlaufkonstanz · Geeignet für Kristall- und Magnetdynamische Tonabnehmer.

Philips Plattenspieler

Neue Philips Plattenspieler –
eine fortschrittliche Idee in modernen Kombinationen.



Plattenspieler Tischgerät PT 50

Eine gelungene Verbindung von Form und Technik · Modern stilvolle Teakholz-Schatulle · Vollautomatischer HiFi-Plattenspieler für alle Größen und Geschwindigkeiten · Wechselt selbsttätig 10 Platten M 45 · Schwerer, symmetrischer Antriebsmotor · Ausgewuchteter Spritzgußplattenteller · Pesenantrieb am Plattentellerrand, dadurch hervorragende Laufeigenschaften · Vollautomatisches Aufsetzen des Tonarms, kombiniert mit Durchmesser-Abtastung · Diamant-Tonkopf für Mono- und Stereo-Schallplatten M und N. **DM 169,-***

Vollstereo-Verstärkerkoffer PK 100

Mit automatischem Plattenspieler PC 50 · Spielt Platten aller Größen und Geschwindigkeiten mit Mikro- und Normalrillen selbsttätig ab · Wechselt außerdem bis zu 10 Platten M 45 · Mit zwei abnehmbaren Lautsprechern und einem 2kanaligen Stereo-Verstärker · Technische Einzelheiten für den Stereo-Verstärker: 2 x ECC 83, 2 x EL 95, 1 Trockengleichrichter, Ausgangsleistung 2 x 3 W · Lautstärke-, Höhen-, Tiefen- und Balanceregler. **DM 399,-***

Plattenspieler Chassis PC 50

Das Einbau-Chassis, das die bereits oben beschriebenen technischen Vorzüge der neuen Geräteidee aufweist, bietet gute Einbaumöglichkeiten durch günstige Abmessungen · Dadurch eröffnen sich viele Kombinationen mit Phonoradios, Musiktruhen, Vitrinen, Steuergeräten und anderen Zusammenstellungen · Auch zum Aufbau einer Phonobar in Schallplattengeschäften ist es wegen seiner Automatik hervorragend geeignet. * ungeb. Preis



Fortschritt für alle

...nimm doch

PHILIPS



Chefredakteur: WILHELM ROTH · Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

**FUNK-
TECHNIK**
FERNSEHEN · ELEKTRONIK

Auf der Generalversammlung des 4. Kongresses der Fédération Internationale des Chasseurs de Son (FICS), am 29. 10. 1960 in Amsterdam, dem Spitzenverband der internationalen Tonjägerverbände mit den Mitgliedstaaten Belgien, Bundesrepublik Deutschland, Großbritannien, Holland, Österreich, Schweden, Schweiz und Südwest-Afrika einschließlich der internationalen Mitgliedsvereine der FICS — dem Centre International Scolaire de Correspondance Sonore (CICS), Frankreich, und dem Tape Respondents International (TRI), USA — wurde beschlossen, den X. Internationalen Wettbewerb der besten Tonaufnahmen 1961 (IWT) vom 13.—16. Oktober 1961 in Berlin durchzuführen. Aus etwa 20 europäischen und außereuropäischen Ländern nehmen je acht aus vorangegangenen Vorentscheidungen ermittelte Wettbewerber an dieser Tonband-„Olympiade“ teil. Federführend für die Austragung ist der „Ring der Tonbandfreunde“ als alleiniger Vertreter der deutschen Tonbandamateure in der Tonjäger-Föderation FICS; das Patronat hat der SFB mit seinem Intendanten Walter Steigner übernommen. Das vorliegende Heft der FUNK-TECHNIK wurde aus Anlaß dieses internationalen Treffens auf das Thema „Magnetton“ abgestellt.



Tonbandeln — ein echtes Hobby

Schon oft wurden die Themen Tonband, Tonbandgeräte und Tonbandtechnik aufgegriffen und mehr oder weniger ausführlich erörtert. Das Tonband selbst, also der Austausch von Tonbändern und damit der Umgang mit dem Tonträger in Verbindung mit dem Tonaufzeichnungsgerät, wurde jedoch etwas stiefmütterlich behandelt. Natürlich läßt sich in diesem Falle die Technik kaum völlig abtrennen, denn ohne sie wäre dieses Sachgebiet kaum lebensfähig. Aber hat nicht vielleicht diese Kombination von persönlicher Entfaltung der eigenen Talente in Verbindung mit dem Versuch, auch die technische Perfektion zu erlangen, dieses Hobby, das Tonbandeln, in sehr kurzer Zeit so populär gemacht?

Wir haben es hier mit einem der jüngsten Steckenpferde zu tun, die von begeisterten Amateuren auf der ganzen Erde in der Freizeit betrieben werden. Etwa im Jahre 1950 wurden die ersten brauchbaren Tonbandgeräte auf den deutschen Markt gebracht — zunächst von vielen Musikfreunden erworben und von den Laien bestaunt. Der Preis dieser Geräte war hoch, aber die Nachfrage so groß, daß durch Serienfertigung und Rationalisierung bald die Kosten um mehr als 30% sanken. Die Industrie erkannte natürlich die Chance und konstruierte Maschinen in allen Preisklassen. Das war der Anlaß für viele Personen, ein Schallaufzeichnungsgerät zu erwerben, das ungeahnte Vorteile bot. Diese Entwicklung war beispielsweise auch der Anstoß für eine Gruppe von Interessenten, das neue Hilfsmittel für die Perfektion ihrer Sprache und ihrer künstlerischen Fähigkeiten auf instrumentalem Gebiet zu verwenden. Somit konnte man eigene Darbietungen anderen Ohren zur kritischen Beurteilung überlassen, und ohne das Tonband wäre manches Talent unentdeckt geblieben.

In der Bundesrepublik wurden dann nach amerikanischen Vorbildern die ersten Interessensvereinigungen gebildet, so auch der „Ring der Tonbandfreunde“ mit heute über 2000 Mitgliedern. Betrachten wir einmal die Personen, die nun wirklich ernstlich das Tonbandeln als ihr großes Hobby betreiben. Zunächst distanziert man sich von den Vermutungen, daß hier das Tonbandgerät lediglich zum Mitschneiden von Rundfunksendungen oder zur Überspielung von Schallplatten Verwendung findet. Im Gegenteil, man übermittelt in erster Linie auf akustischem Wege Neuigkeiten und Gedanken, diskutiert Probleme oder schüttet seinem Partner sein Herz aus. Man bringt alles mit Hilfe des Mikrofons und des Bandgerätes auf das Tonband, so wie es früher einem Brief anvertraut wurde. Der Austausch ist persönlicher, denn die Stimme des anderen bewirkt einen direkten Kontakt miteinander. Durch diesen Austausch haben sich schon feste Freundschaften ergeben, und bei gleichen Interessengebieten wurden durch gegenseitige Anregungen neue Erkenntnisse gewonnen. An erster Stelle steht also der Tonbandaustausch, jedoch nicht nur auf die Bundesrepublik oder Europa beschränkt, sondern gerade Partner in Übersee vermitteln uns ihre Ein-

drücke und Gedanken, und man lernt deren Lebensgewohnheiten und ihre Länder kennen. Die Umgangssprache anderer Völker vervollkommt den in der Schule erlernten Wortschatz und verbessert die Aussprache. Somit gelangen auch solche Volksschichten in den direkten Genuß, ein fernes Land zu verstehen und zu beurteilen, die sich eine Reise dorthin nicht leisten können.

Die Themen, über die man sich per Tonband unterhält oder worüber man diskutiert, sind vielseitig. Oft haben sich Arbeitsgruppen gebildet, die das Hörspiel, die Musik oder aber die reine Technik aufgreifen und sich mit diesen Gebieten auseinandersetzen. Solche Gemeinschaftsarbeit führte sogar bereits zur Gründung kleiner Privatstudios von Amateuren, deren eigene Produktionen, wie Reportagen, Musikaufnahmen, Hörbilder und Hörspiele, der Öffentlichkeit vorgestellt wurden. Zu nennen wären da unter anderem das Bruga-Studio in Bremen, das Hannosüd-Tonstudio in Hannover und das Berliner Studio im „Ring der Tonbandfreunde“, zu denen je eine Gruppe von etwa 5 bis 10 tonbandbegeisterten Damen und Herren gehören.

Eine Sonderstellung nehmen die reinen Techniker ein, deren Eigenkonstruktionen von Tonbandgeräten, Verstärkern, Schallkombinationen und Zusatzgeräten der Industrie bei der Weiterentwicklung ihrer Artikel wertvolle Hilfe geleistet haben und somit indirekt den Tonbandfreunden einen Dienst erwiesen. Der heutige Stand der Tonbandtechnik ist unter anderem auch Anregungen zu verdanken, die aus den Kreisen der aktiven Tonbandamateure kamen. Die technisch begabten Freunde teilen ihre neue gelungene „Erfindung“ sofort per Band einem Gleichgesinnten mit, und durch gemeinsame Verbesserungen gelingen oft Geräte, deren Güte man mit „Studioqualität“ bezeichnen kann.

Aus welchen Bevölkerungsschichten kommen nun die Freunde des Tonband-Hobbys? Wirt man einen Blick in das Mitgliederverzeichnis zum Beispiel des „Ring der Tonbandfreunde“, dann findet man, daß hier die Kaufleute neben Diplomingenieuren und die Buchdrucker neben Elektrikern stehen. Es sind alle Berufsstände und alle Altersgruppen vertreten, und aus Erfahrung weiß man, daß Direktoren mit Arbeitern und Lehrern mit Schauspielern Tonbänder austauschen, wobei lediglich das gemeinsame Interessengebiet im Vordergrund steht, nicht aber Ausbildungsstand oder gar materielle Unterschiede.

Es würde hier zu weit führen, auf konkretere Einzelheiten einzugehen, aber abschließend sei noch auf den Leitspruch des amerikanischen Tonbandclubs „World Tape Pals“ hingewiesen, der lautet: „World Peace is simply a matter of Understanding“ („Der Weltfriede ist nur eine Sache der Verständigung“). Die Befolgung dieses Leitsatzes in Verbindung mit dem Gruß der Tonbandfreunde: „Gut Ton“, könnte nicht nur für die Interessenten des Tonband-Hobbys, sondern gerade in dieser Zeit allen aufgeschlossenen Menschen zum Vorbild dienen. S. Meyer zu Haberge

Weichmagnetische Werkstoffe für Tonbandgeräte

DK 621.318.13:681.846.7

Eines der modernsten Anwendungsgebiete weichmagnetischer Werkstoffe ist die Tonbandgeräte-Technik; sie werden als Massivteile, als magnetische Abschirmungen und als Kerne elektromagnetischer Teile in der Bausteinfertigung verarbeitet. Bei der Herstellung weichmagnetischer Spitzenlegierungen und der Verbesserung ihrer Verarbeitungsverfahren wurden in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte erreicht. Im folgenden wird besonders auf die von der Tonbandgeräte-Industrie gestellten Anforderungen bezüglich der physikalischen Eigenschaften der Werkstoffe eingegangen.

1. Physikalische Eigenschaften

Die nachstehenden Ausführungen beschränken sich ausschließlich auf metallische weichmagnetische Legierungen; die oxydkeramischen Sinterprodukte (Ferrite) bleiben hier wegen ihrer vollkommen anders gearteten Technologie unberücksichtigt. Für die Behandlung und Verarbeitung von weichmagnetischen Teilen ist die Kenntnis einiger grundsätzlicher Zusammenhänge wichtig, und zwar besonders, weil die magnetischen Eigenschaften eines Werkstoffes an einen bestimmten Kristallaufbau gebunden sind, der durch äußere Eingriffe (Biegen, Drücken usw.) leicht gestört werden kann. So sind beispielsweise die hochpermeablen Nickel-Eisenlegierungen (Ultraperm, Mu-Metall, Permalloy, Hyperm 900 usw.) nach der Schlußwärmebehandlung in bezug auf mechanische Beanspruchungen sehr empfindlich. Die Anfälligkeit nimmt mit der Hochwertigkeit des Materials zu. Die Bezirksmomente eines weichmagnetischen Werkstoffes mit geordnetem Kristallaufbau richten sich leicht unter der Einwirkung eines äußeren Magnetfeldes aus; sie haben also eine hohe magnetische Leitfähigkeit.

Das magnetische Feld wird durch bewegte elektrische Ladungen verursacht. Es entsteht beispielsweise im Innern einer stromdurchflossenen Spule. Die magnetische Feldstärke H (1 AW/cm = 1,256 Oersted) ist der Stromstärke und der Windungszahl proportional

$$H = \frac{I \cdot n}{l} \text{ [AW/cm]} \quad (1)$$

(l = mittlere Spulenlänge, n = Windungszahl, I = Stromstärke). Erhält die Spule



Bild 1. Ringmagnet

einen Ringkern aus einem magnetischen Werkstoff (Bild 1), dann erhöht sich die magnetische Induktion B im Kern bei gleichem Strom entsprechend der größeren magnetischen Leitfähigkeit gegenüber der Luftspule.

Für die magnetische Induktion oder Kraftflußdichte B (in Gauß) gilt

$$B = \mu \cdot \mu_0 \cdot H \quad (2)$$

Dabei ist 1 Gauß = 1 G = $10^{-8} \frac{Vs}{cm^2}$ und

$$\mu_0 = \frac{4\pi}{10^9} \frac{Vs}{A \cdot cm} = 1 \frac{G}{Oe}$$

Die Größe μ_0 heißt Induktionskonstante oder Permeabilität des leeren Raumes, während μ relative Permeabilität genannt wird. Die Hysteresekurve (Bild 2) beschreibt die Permeabilität und damit den Zusammenhang zwischen den magneti-

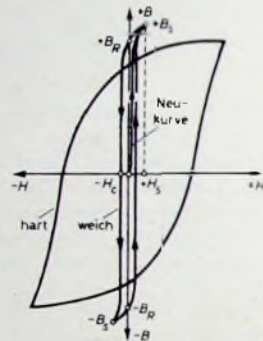


Bild 2. Hysteresekurven für magnetisch weiches und hartes Material

sehen Grundgrößen. Die Induktion B des mit Stoff erfüllten Raumes setzt sich aus der Induktion des leeren Raumes $\mu_0 \cdot H$ und der Magnetisierung J des Stoffes zusammen

$$B = \mu_0 \cdot H + J \quad (3)$$

Mit Gl. (2) und Gl. (3) ergibt sich für J

$$J = \mu \cdot \mu_0 \cdot H - \mu_0 \cdot H \quad (4)$$

Aus der Hysteresekurve im Bild 2 und besonders aus dem Verlauf der Neukurve ist ersichtlich, daß die Permeabilität μ keine Konstante ist, sondern von der Feldstärke abhängt. Geht man vom unmagnetischen Zustand des Werkstoffes und der Feldstärke $H = 0$ aus, dann durchläuft die Induktion mit zunehmenden positiven Werten von H die Neukurve und erreicht schließlich die Sättigungsinduktion $+B_s$. Mit abnehmendem Feld durchläuft die Induktion den Kurvenzweig $B_s - B_R$, wobei B_R die sogenannte remanente Induktion ist. Ändert das Feld jetzt seine Richtung zum Beispiel durch Änderung der Stromrichtung in der Spule, dann sinkt die Induktion schließlich bei der Feldstärke $-H_c$ auf den Wert Null. Die Feldstärke $-H_c$ nennt man die Koerzitivkraft des Werkstoffes. Der weitere Verlauf der Induktion erfolgt sinngemäß und ist aus der Pfeilrichtung im Bild 2 zu erkennen.

Die Weichmagnete zeichnen sich durch kleine Koerzitivkraft und hohe Anfangspermeabilität, das heißt große magnetische Leitfähigkeit bei niedrigen Feldstärken aus. Weichmagnetische Spitzenlegierungen haben Koerzitivkräfte $H_c < 20$ mOe und Anfangspermeabilitäten bis $\mu_A \approx 10^6$. Außerdem erreichen sie teilweise sehr hohe Sättigungsinduktionen, die bei den meisten Werkstoffen zwischen 2000 und 20 000 G liegen. Durch Texturmaßnahmen erhält man bei einigen Werkstoffen Rechteckschleifen mit einer optimalen relativen Induktion $B_R / B_s = 1$. Die relative Induktion liegt bei den meisten Werkstoffen zwischen 50 und 70%. Zur Datenspeicherung werden Texturwerkstoffe mit nahezu 100%iger Rechteckschleife verwendet.

Die remanente Induktion B_R ist also bei einem geschlossenen weichmagnetischen Ringkern verhältnismäßig groß. Werte um 5000 G sind keine Seltenheit. Wegen der kleinen Koerzitivkraft läßt sich jedoch die Remanenz eines Weichmagneten durch Scherung, das heißt Unterbrechung des Ringmagneten durch einen Luftspalt, auf einen beliebigen kleinen Wert erniedrigen. Dabei erfolgt eine Verflachung der Hystereschleife, ohne daß sich ihre durch die Koerzitivkraft gegebene Breite ändert.

Die Permeabilität ist eine reine Zahl und wird durch den Differentialquotienten der Induktion nach der Feldstärke dargestellt

$$\mu = \frac{dB}{d\mu_0 \cdot H} \quad (5)$$

Die Permeabilität allgemein bezieht sich auf einen beliebigen Punkt der Neukurve. Sie durchläuft in Abhängigkeit von der Feldstärke einen Maximalwert, wie man bereits aus dem Verlauf der Neukurve im Bild 2 erkennen kann, und fällt anschließend im Bereich der Sättigung wieder ab. Eindeutiger definiert ist die Anfangspermeabilität μ_A , für die

$$\mu_A = \frac{dB}{d\mu_0 \cdot H} \quad H \rightarrow 0, B \rightarrow 0 \quad (6)$$

gilt. Sie wird durch die Tangente an die Neukurve im Ursprung bestimmt und entspricht praktisch der Tangente im Punkt B_R .

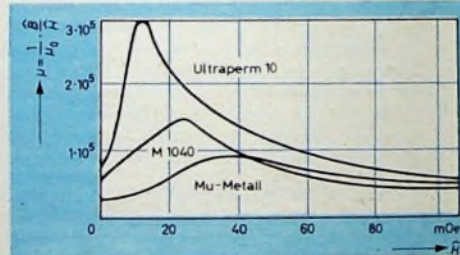


Bild 3. Permeabilitätsverlauf von Ringbandkernen

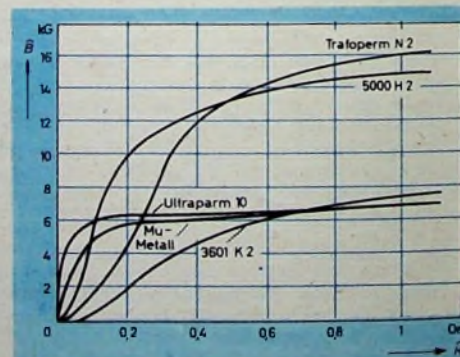


Bild 4. Induktionsverlauf von Ringbandkernen

Bild 3 zeigt den Verlauf der Permeabilität einiger weichmagnetischer Spitzenlegierungen bei 50 Hz Meßfrequenz. Dabei handelt es sich um Ringbandkerne von 0,05 ... 0,35 mm Blechdicke. Die Permeabilität ist als Funktion der Feldstärkeamplitude H dargestellt. Gelegentlich wird auch das Permeabilitätsmaximum μ_{max} in Werkstofftabellen angegeben. Bild 4 zeigt

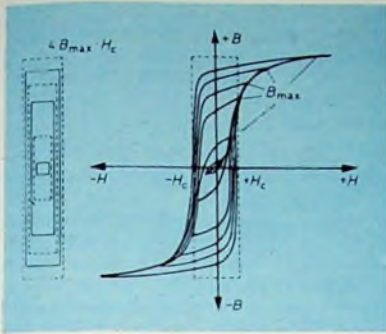


Bild 5. Hystereseschleifen verschiedener Aussteuerung und ihr Energiebeitrag

die Induktionsamplitude B in Abhängigkeit von der Feldstärkeamplitude H .

Im Hinblick auf die Anwendung weichmagnetischer Werkstoffe bei Tonbandgeräten sind zwei Materialeigenschaften besonders wichtig: die Wechselfeldverluste und der Abschirmfaktor. Im Gleichfeld gilt für den weichmagnetischen Werkstoff die Hauptforderung nach hoher

bandgeräte-Industrie besonders typische Werkstoffe sind die hochpermeablen Spitzenlegierungen mit 70...80% Nickelgehalt sowie Aluminiumeisen mit 16% Aluminiumgehalt (Vacodur 16, Alfenol 16), ein für die Tonbandgeräte-Technik entwickelter Sonderwerkstoff, der sich neben hoher Anfangspermeabilität durch große mechanische Härte ($HV \approx 280 \text{ kg/mm}^2$) und hohen spezifischen Widerstand auszeichnet.

2. Herstellungstechnologie

Im allgemeinen werden von den in der Tonbandgeräte-Technik verwendeten weichmagnetischen Werkstoffen und den daraus gefertigten Bauteilen recht eng tolerierte magnetische Kennwerte erwartet. Damit diese Kennwerte auch noch im Betriebszustand gegeben sind, ist größte Sorgfalt bei der Behandlung dieser Teile einschließlich der Baustein- und Gerätemontage erforderlich.

Derartige Teile dürfen nach der Schlußglühung keinen Gefügeerschütterungen oder Deformationen ausgesetzt werden. Durch Biegen, Stauchen, Werfen, Umschütten usw. können sich die magneti-

beitsprozessen beachtet werden. Im folgenden seien einige diesbezügliche Hinweise gegeben.

2.1 Schmelzen, Gießen, Walzen

Die weichmagnetischen Sonderlegierungen erfordern einen hohen Reinheitsgrad der Ausgangsstoffe. Die Schmelz- und Gießtechnik benötigt besondere Vorkehrungen, die in einem normalen Hüttenwerk nicht vorgesehen sind. Als Schmelzöfen werden vor allem für hochwertige Legierungen unter Vakuum oder Schutzgas arbeitende Induktions- oder Widerstandsöfen benutzt. Als Reduktionsmittel gibt man Zusätze (zum Beispiel Mg, Al, Si) in Zehntelprozentanteilen bei.

Das Gießen erfolgt in Kokillen, wobei die Form des Gußstückes mit Rücksicht auf die Weiterverarbeitung besonders günstig sein soll. Ein Warmwalzen ($T = 750^\circ \text{C}$) unmittelbar nach dem Guß wird oft angewendet. In diesem Fall erfolgt die Rekristallisation während des Walzens. Auf diese Weise lassen sich Bänder von 2 mm Dicke und Profilstangen herstellen. Dünnmaterial wird durch Kaltwalzen bei Anwendung von Zwischenglühungen auf die endgültige Dicke gebracht. Es ist bereits gelungen, weichmagnetische Folien von nur 0,003 mm Dicke herzustellen. Die Zwischenglühungen haben meistens nur den technologischen Zweck, die beim Kaltwalzen entstandenen Spannungen zu beseitigen. Bei hochwertigen Legierungen erfolgt die Zwischenglühung zur Vermeidung einer Oxydation unter Schutzgas.

Beim Kaltwalzen kann jedoch auch ein Ausrichten der Achsen der Kristallite erfolgen. In diesem Fall spricht man von einer Kristall-Textur. Durch Textur las-

Tab. I. Richtwerte der physikalischen Eigenschaften von weichmagnetischen Werkstoffen

Werkstoff	Hersteller	μ_A	μ_{max}	H_c [Oe]	$\frac{e}{m}$ [$\frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$]	B_s [G]	V' [$\frac{\text{W}}{\text{kg}}$]	Hauptanwendung bei Tonbandgeräten
Vacoperm 100	VAC, Hanau	75 000	150 000	0,008	0,5	8 000	$V_5 = 0,025$	Tonköpfe, Übertrager, Abschirmungen
Mu-Metall	VAC, Hanau	35 000	90 000	0,015	0,5	8 000	$V_5 = 0,025$	Tonköpfe, Übertrager, Abschirmungen
Vacodur 16	VAC, Hanau	4 000	40 000	<0,05	1,45	7 500	-	Tonköpfe
Permenorm 5000 H 2	VAC, Hanau	5 500	60 000	0,05	0,45	16 000	$V_{10} = 0,25$	Tonköpfe, Übertrager, Abschirmungen
Permenorm 3601 K 2	VAC, Hanau	2 500	13 000	0,2	0,75	13 000	$V_{10} = 0,55$	Übertrager, Abschirmungen
Trafoperm N 2	VAC, Hanau	1 500	30 000	0,2	0,4	20 000	$V_{10} = 0,5$	Transformatoren, Übertrager
Magnetneisen R 3	VAC, Hanau	400	10 000	0,5	0,1	21 000	-	Relaissteile, Transformatoren, Abschirmungen
Hyperm 900	Krupp, Essen	60 000	140 000	<0,02	0,53	8 000	-	Tonköpfe, Übertrager, Abschirmungen
Hyperm 766	Krupp, Essen	28 000	60 000	<0,06	0,53	8 000	-	Tonköpfe, Übertrager, Abschirmungen
Alfenol 16	Krupp, Essen	8 000	30 000	<0,08	1,5	7 500	-	Tonköpfe
Hyperm 50	Krupp, Essen	3 350	28 000	<0,1	0,45	15 000	$V_{10} = 0,5$	Relaissteile, Übertrager, Abschirmungen
Hyperm 36 M	Krupp, Essen	2 000	14 000	<0,3	0,7	13 000	$V_{10} = 0,6$	Relaissteile, Übertrager, Abschirmungen
Hyperm 5 T	Krupp, Essen	400	25 000	-	0,45	20 000	$V_{10} = 0,55$	Relaissteile, Übertrager, Abschirmungen
Hyperm 0	Krupp, Essen	300	6 200	<1,5	0,12	21 000	$V_{10} = 1,0$	Relaissteile, Übertrager, Abschirmungen

¹⁾ V_5 und V_{10} sind die Verlustzahlen bei 5000 bzw. 10000 Gauß Induktion

Magnetisierung bei geringem Energieaufwand. Bei der Einwirkung von Wechselfeldern kommt noch die Forderung nach geringen Verlusten hinzu (Bild 5).

Tab. I gibt einen Überblick über die Eigenschaften der weichmagnetischen Werkstoffe, die am häufigsten in der Tonbandgeräte-Technik verwendet werden. Es handelt sich dabei um verschiedene Legierungsgruppen bezüglich ihrer chemischen Zusammensetzung. Für die Ton-

bandgeräte-Industrie besonders typische Werkstoffe sind die hochpermeablen Spitzenlegierungen mit 70...80% Nickelgehalt sowie Aluminiumeisen mit 16% Aluminiumgehalt (Vacodur 16, Alfenol 16), ein für die Tonbandgeräte-Technik entwickelter Sonderwerkstoff, der sich neben hoher Anfangspermeabilität durch große mechanische Härte ($HV \approx 280 \text{ kg/mm}^2$) und hohen spezifischen Widerstand auszeichnet.

Naturngemäß können recht unterschiedliche Technologien angewendet werden, um ein Teil in seine endgültige Form zu bringen. Da es jedoch nicht nur darauf ankommt, die Gebrauchsform mit möglichst geringem Aufwand zu erreichen, müssen gewisse Richtlinien bei den einzelnen Ar-

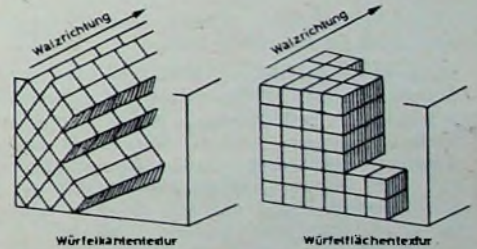


Bild 6. Kristallanordnung von Texturblechen

ben sich Einkristall-Eigenschaften an einem Vielkristallmaterial erzeugen. Eine Steigerung der Textur ist durch Glühen im Magnetfeld möglich.

Die zwei wichtigsten Texturen von Weicheisen-Blechen sind:

a) die Würfelkantenstruktur (auch nach ihrem Entdecker Goss-Textur genannt) bei FeSi und

b) die Würfelflächenstruktur bei bestimmten NiFe-Legierungen.

Die schematische Kristallanordnung von Texturblechen zeigt Bild 6. Siliziumeisen mit Textur (zum Beispiel Trafoperm N 2 und Hyperm 5 T) hat in Walzrichtung eine höhere Permeabilität und niedrigere Eisenverluste als in Querrichtung des Bandes.

2.2 Fertigung von Sonderteilen

Es kann darauf verzichtet werden, auf die in der Elektrotechnik allgemein verwendeten, meistens schon genormten Kernbleche (Trafo- und Übertragerbleche) näher einzugehen. Diese genormten Kernbleche werden fertig bearbeitet von den Walzwerken an die Geräteindustrie geliefert. Vielmehr soll von der Verarbeitung

jener weichmagnetischen Sonderteile die Rede sein, die für die Tonbandgeräte-Fertigung typisch sind.

Ausgangspunkt dieses Zweiges der mechanischen Gerätefertigung bildet Halbzeug in Form von Gußteilen, Walzprofilen und Bänder. Die sachgemäße Verarbeitung von Halbzeug zu Fertigteilen und Bausteinen sowie die laufende Verbesserung der dabei anzuwendenden Verfahren ist von besonderer Bedeutung für Leistung und Qualität der Geräte.

Solche Sonderteile sind Massivteile für Relais, Abschirmgehäuse für Tonköpfe,

sind unter Berücksichtigung der Richtung leichtester Magnetisierbarkeit zu stanzen.

Bei der Schlußglühung müssen insbesondere bei dünnen Blechen Vorkehrungen getroffen werden, die ein Verformen oder Zusammenschweißen der Teile ausschließen. Da es sich um höchstpermeable Legierungen handelt, ist die Schlußglühung besonders wichtig.

2.3 Schlußglühung

Die Schlußglühung ist ein sehr wesentlicher Teil der Herstellung von weichmagnetischen Teilen. Sie ist ein grund-

gases ist notwendige Voraussetzung für das einwandfreie Funktionieren der Glühung. Als Schutzgas wird hauptsächlich reiner Wasserstoff verwendet. Es gibt jedoch auch Schlußglühanlagen, die im Vakuum arbeiten.

Die Glühanlage besteht im wesentlichen aus einem Elektroofen mit gesteuerter Temperaturregelung und der Schutzgaszuführung. Das durchgelaufene Schutzgas strömt an einem Stutzen wieder aus der Glühkammer heraus. Im Betriebszustand ist die Glühkammer mit den zu glühenden Teilen von der Außenatmosphäre vollkommen abgeschlossen. Bei Temperaturen ab etwa 300°C müssen die Teile in der Glühkammer von Schutzgas als Oxydationsschutz umgeben sein. Die Schutzgasglühung ist ein sehr diffiziler Arbeitsprozeß, der (neben entsprechenden Sondereinrichtungen zur Überwachung) Sachkenntnis und Erfahrung auf diesem Spezialgebiet erfordert.

Die sorgfältige Reinigung der Teile von Verunreinigungen vor der Glühung gehört zu den unumgänglichen Voraussetzungen für ein gutes Glühergebnis. Der Temperaturablauf wird naturgemäß für die einzelnen Legierungen recht verschieden sein müssen. Bei den meisten Legierungen sind Temperaturen über 1000°C erforderlich. Eine Begrenzung der Glühtemperatur nach oben ist in den meisten Fällen nicht möglich, dies ist vielmehr eine Frage der Temperaturbeständigkeit der Glühkammer.

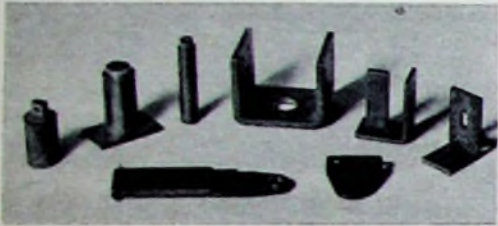


Bild 7 (links). Massivteile aus weichmagnetischen Werkstoffen.
Bild 8 (rechts). Hochpermeable Kernbleche für Magnetonköpfe

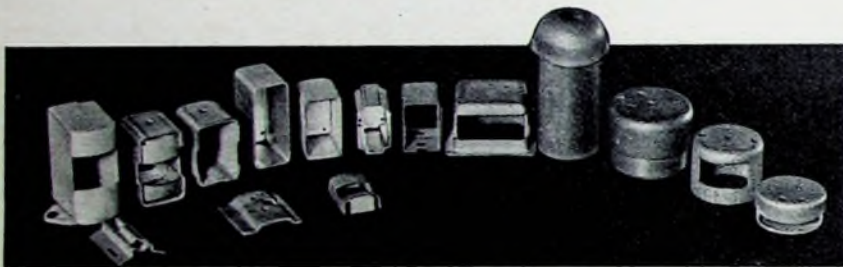


Bild 9. Abschirmteile, die in Grundig-Tonbandgeräten verwendet werden

Übertrager, Röhren, Trafos, Motoren usw. und Kernbleche für Tonköpfe.

Massivteile für Relais (Bild 7) werden aus Gußteilen oder Walzprofilen durch spanabhebende Bearbeitung, durch Biegen, Ziehen, Pressen, Nieten, Schweißen und sonstige mechanische Bearbeitungstechniken auf die endgültige Form gebracht. Das Schweißen soll nur mit gleichem Material durchgeführt werden. Das fertige bearbeitete Sonderteil wird einer Schlußglühung unter Schutzgas unterzogen.

Abschirmgehäuse können ein- oder mehrteilig sein. Die ideale Form ist die eines kugel- oder quaderförmigen Bechers; nicht vollständig geschlossene Gehäuse haben nur eine begrenzte Schirmwirkung. Die Herstellung der Abschirmgehäuse (Bild 9) erfolgt hauptsächlich durch Tiefziehen. Die dafür verwendeten Bänder müssen tiefziehfähig vorgeglüht sein. Gelegentlich ist es auch zweckmäßig, Gehäuse durch Stanzen, Biegen und Schweißen herzustellen. Die Blechdicke wird durch Betrag und Frequenz des Störfeldes bestimmt. Die Schlußglühung unter Schutzgas ist auch hier letzter Arbeitsgang.

Kernbleche mit den verschiedensten Formen und Abmessungen (Bild 8) werden als Stanzteile hergestellt. Die verwendeten Bänder in „Stanzqualität“ sind kaltgewalzt. Die Blechdicke ist wegen der Verluste von der höchsten Betriebsfrequenz abhängig. In der Tonbandgeräte-Technik sind Bleche von 0,1 mm Mindestdicke üblich. In den meisten Fällen ist ein Entgraten der Kernbleche nach dem Stanzen nicht zu umgehen. Besonders schwierig ist die Bearbeitung von 16 %igem Aluminiumeisen. Kernbleche mit gerichteten magnetischen Eigenschaften

sätzlich notwendiger Arbeitsprozeß und dient nicht etwa dazu, die letzten Feinheiten herauszuholen. In den meisten Fällen wird der Werkstoff erst durch die Schlußglühung aus dem magnetisch harten in den magnetisch weichen Zustand versetzt. Die Schlußglühung ermöglicht beispielsweise eine Steigerung der Anfangspermeabilität von hochlegiertem Nickелеisen von 100 auf 10 000 und mehr; sie erfolgt ohne Sauerstoffzutritt in einer Schutzgasatmosphäre.

Die Schlußglühung erfüllt mehrere Funktionen:

- Durch Rekristallisation wird eine allgemeine Kornerneuerung der durch das Kaltwalzen und die sonstige Verarbeitung gestörten Kristallkörner vorgenommen.
- Durch Verbindung des „Schutzgases“, das vorwiegend aus Wasserstoff besteht, mit Verunreinigungen, wie Sauerstoff, Kohlenstoff, Schwefel und Phosphor, zu H_2O , CH_4 , H_2S und PH_3 erfolgt eine Reinigung des Glühgutes.
- Die Oberfläche von Kernblechen läßt sich bei einigen Legierungen mit einer isolierenden Oxydschicht versehen, durch die die Wirbelstromverluste von lamellierten Kernen herabgesetzt werden.
- Da die Glühtemperatur im allgemeinen höher als der Curiepunkt liegt, ist mit der Schlußglühung stets eine vollständige Entmagnetisierung verbunden. Man spricht hier im Gegensatz zur Entmagnetisierung durch ein abklingendes Wechselfeld von einer thermischen Entmagnetisierung.

Die Schutzgasatmosphäre hat neben ihrer Wirkung als Reduktionsmittel die Aufgabe, den Luftzutritt (Sauerstoffzutritt) auszuschließen. Die Reinheit des Schutz-

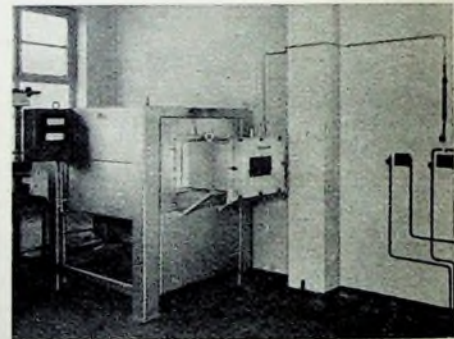


Bild 10. Teilausschnitt der Glühanlage für weichmagnetische Werkstoffe im Grundig-Werk 3 in Nürnberg

Über Glühdauer und Abkühlzeit können keine pauschalen Regeln aufgestellt werden. Hochlegiertes Nicleisen erfordert eine Glühdauer von etwa 6 Stunden. Die Abkühlzeit ist meistens durch die Wärmekapazität und die Isolationsbedingungen des Ofens vorgegeben. Ähnliches gilt für die Anheizzeit. Für den Gesamtablauf eines Glühprogramms werden Zeiten von 8 bis 24 Stunden benötigt.

Bild 10 zeigt einen Ausschnitt aus der Schutzgas-Glüherei der Grundig-Werke.

*

Die Sonderbehandlung geglühter weichmagnetischer Teile, insbesondere der notwendige Schutz gegen mechanische Beanspruchung, wurde vorstehend hervorgehoben.

Die Sicherung der magnetischen Kennwerte für den Betriebsfall soll unter allen Umständen gewährleistet sein. Verschlechterungen der magnetischen Kennwerte durch nicht zu umgehende Montagevorgänge müssen bei der Werkstoffwahl berücksichtigt und Alterungserscheinungen von vornherein ausgeschaltet werden.

Das Magnettongerät ist im Begriff, ein bevorzugtes technisches Gerät des deutschen Verbrauchers zu werden. Ursache hierfür ist nicht zuletzt die fortschreitende technische Entwicklung, die das Magnettongerät innerhalb weniger Jahre zu einem auch in der Hand des Laien betriebssicheren Gerät hat werden lassen. Die Industrie hat aus einer aufwendigen und ursprünglich nur für das Studio bestimmten Einrichtung ein im besten Sinne des Wortes Heim-Gerät geschaffen, das heute trotz des hohen technischen Aufwandes und der notwendigen feinmechanischen Präzisionsarbeit in guter Qualität zu volkstümlichen Preisen angeboten wird. Das Interesse am Tonbandgerät ist ständig im Zunehmen, und die Preisgestaltung kommt diesem Wunsch des Publikums entgegen, denn mit technisch guten Geräten zu Preisen um 300 DM erschließt man ganz neue Käuferschichten.

Technische Entwicklung

Die vor wenigen Jahren eingeführte Vierspür-Technik hat die Meinungen oft hart aufeinanderprallen lassen. Betrachtet man aber heute rückblickend die Entwicklung, dann kann man mit Befriedigung feststellen, daß diese neue Technik doch wesentlich mit dazu beigetragen hat, die Magnetton-Technik in ihrer Gesamtheit voranzutreiben. Insbesondere war es möglich, die mit dem Magnetband selbst sowie mit der Bandführung, den Magnetköpfen, den Gleichlaufrollen und den Wickelproblemen zusammenhängenden Fragen in kurzer Zeit technisch zufriedenstellend zu lösen, und von diesen neuen Erkenntnissen hat auch die Doppelspur-Technik erheblich profitiert.

Drop-outs

Eines der schwierigsten Probleme waren einmal die sogenannten Drop-outs des Magnetbandes. Durch Verbesserung der Gleichmäßigkeit der magnetisierbaren Schicht, durch Verwendung dünner und besonders schmiegsamer Schichtträger, durch Einhaltung peinlicher Sauberkeit beim Arbeiten mit dem Magnetband und durch verbesserte Bandführung im Gerät ist es möglich geworden, diesen Fehler nahezu bedeutungslos werden zu lassen. Weiterhin hat man auch den Einfluß ungenügender HF-Vormagnetisierung erkannt, denn eine Verringerung der HF-Vormagnetisierung - beispielsweise als Folge schwankenden Andrucks am Sprechkopf - um nur 20% läßt die Aussetzer um 40% ansteigen, und bei halber HF-Vormagnetisierung steigt deren Anzahl um fast 200% an.

Band-Andruck

Für die Vierspür-Technik ist ein kleiner und konstanter magnetischer Übergangswiderstand zwischen Magnetband und Magnetkopf von ausschlaggebender Bedeutung. Man hat deshalb insbesondere der Bandführung im Bereich der Magnetköpfe große Aufmerksamkeit geschenkt. Eine Vergrößerung des Band-Umschlingungswinkels hat notwendigerweise eine Erhöhung des Bandzuges zur Folge, während der oft benutzte Andruckflz den Nachteil hat, daß wegen des nie ganz gleichmäßigen Flächendrucks der Kopfspalt ungleichmäßig abgeschliffen wird. Eine interessante Lösung für konstanten und gleich-

mäßigen Andruck zeigte Grundig bereits im Frühjahr dieses Jahres bei den Vierspür-Tonbandgeräten „TK 40“, „TK 42“ und „TK 45“. Dort wird ein mit einer Kunstfaserverstärkung beschichtetes, äußerst schmiegsames Kunststoffband benutzt (Bild 1), das einen vollkommen gleich-

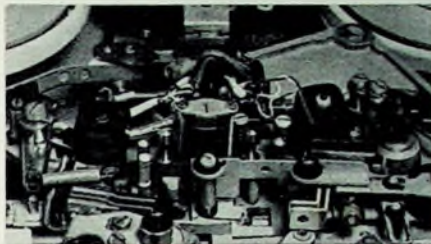


Bild 1. Kopplträgerplatte mit drei Köpfen des Grundig-Tonbandkoffers „TK 45“; das Kunststoff-Andruckband ist links an einer mit Isolierschlauch überzogenen Spalfeder befestigt, die das Band gespannt hält

mäßigen Flächendruck und damit konstanten magnetischen Kontakt bei gleichzeitig bester Schonung der Magnetköpfe gewährleistet.

Bandzug

Auch die Frage des zulässigen Bandzuges ist als Folge der Verwendung immer dünnerer Magnetbänder kritischer geworden. Insbesondere dürfen sich beim Übergang von schnellem Rücklauf auf schnellen Vorlauf oder beim „Rangieren“ keine Schleifen bilden, die bei dünnen Bändern wegen der geringeren Quersteifigkeit leicht zu mechanischen Deformationen führen und außerdem Verschmutzungen zur Folge haben können und dadurch eine zusätzliche Quelle für Drop-outs bilden. Ebenso müssen beim schnellen Anfahren unbedingt zu hohe Bandzüge vermieden werden, da sie bleibende Dehnungen oder Welligkeit des Magnetbandes zur Folge haben können.

Eine einfache Aufwickelfriction, die beim Überschreiten eines bestimmten Bandzuges als Rutschkupplung wirkt, vermag

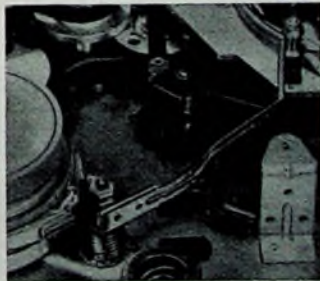


Bild 2. Feinühlautomatik des „Magnetophon 95“ (Telefunken)

hohen Ansprüchen nur selten zu genügen, da ihre Wirkung vom Durchmesser des Bandwickels abhängt. Man bedient sich deshalb anderer Anordnungen. So hat Telefunken beispielsweise eine Feinühlautomatik¹⁾ entwickelt (Bild 2), die das je nach Bandwickeldurchmesser erforderliche unterschiedliche Bremsmoment vollautomatisch durch das Band selbst steuert. Diese Feinühlautomatik ist auch bei

¹⁾ K n i c k e r, W.: Magnetophon 95. Funk-Techn. Bd. 16 (1961) Nr. 10, S. 383-388

schnellem Vor- und Rücklauf wirksam und vermeidet ebenfalls die Schlaufenbildung beim Betätigen der Schnellstop-Taste.

Einen anderen Weg ging Grundig mit der belastungsabhängigen, das heißt vom Gewicht des Bandwickels gesteuerten Kupplung. Eine solche Steuerung ist möglich, weil Durchmesser des Bandwickels und Gewicht des Bandes in fast linearem Zusammenhang stehen. (Ein ähnliches Prinzip wird beispielsweise auch bei manchen Aufwickelfrictionen von Normalfilm-Projektoren benutzt, um konstanten Filmzug zu erreichen, der Voraussetzung für höchste Filmschonung und zur Erzielung eines gleichmäßigen Filmwickels ist.) Die neue Grundig-Kupplung ist eine Mehrscheiben-Sicherheitskupplung, deren Lamellen mit einem ähnlichen samtartigen Kunstfasermaterial belegt sind wie das bereits erwähnte Andruckband. Beim Anfahren tritt von einem bestimmten Bandzug (etwa 500 g) ab ein Rutschen auf, während beim Normallauf eine andere gewichtsabhängige Rutschkupplung der Sicherheitskupplung für konstanten Bandzug sorgt. Hierfür werden andere Einrichtungen als die für 500 g Bandzug ausgelegten Lamellen der Mehrscheiben-Kupplung benutzt. Das Eigengewicht des Kupplungsoberteils und der Leerspule wird durch eine in der unteren Kupplungsschale liegende Blattfeder kompensiert. Die neue Kupplung bot auch die Möglichkeit, die Spulen so in Abhängigkeit vom Bandzug zu bremsen, daß der Bandzug trotz der sich noch drehenden Abwickelspule niemals Null werden kann, so daß jede Schlaufenbildung unmöglich ist, selbst dann, wenn man beispielsweise bei schnellem Vor- oder Rücklauf auf der einen Seite mit einer 8-cm-Bandspule und auf der anderen mit einer 18-cm-Leerspule arbeitet.

Frequenzbereich

Selbst bei den verhältnismäßig niedrigen Geschwindigkeiten der Heim-Magnettongeräte wird heute eine obere Grenzfrequenz erreicht, die früher den Studiogeräten vorbehalten war (etwa 15 kHz bei 9,5 cm/s und etwa 10 kHz bei 4,75 cm/s). In Gesprächen über die notwendige obere Grenzfrequenz eines Magnettongerätes wird oft behauptet, daß es sinnlos sei, die obere Grenzfrequenz allzu hoch zu legen, da ein großer Teil der Zuhörer meistens doch nicht in der Lage sei, Töne von etwa 13 oder 15 kHz zu hören.

Das mag richtig sein, ist aber zugleich auch falsch. Selbstverständlich ist die obere Hörgrenze individuell verschieden. Aber eine solche Betrachtungsweise läßt zweierlei außer acht: Einmal ist zu beachten, daß das menschliche Ohr ein Schallempfänger mit nichtlinearer Kennlinie ist. Demzufolge treten beim Hören Kombinationstöne auf. Wird beispielsweise im Konzertsaal ein Ton gehört, der je einen Oberton bei 11 kHz und bei 12 kHz haben möge, dann hört ein Ohr mit 10 kHz oberer Hörgrenze diese beiden Obertöne direkt nicht. Es entsteht aber im Ohr selbst ein Differenzton von 1 kHz, und der liegt durchaus im Hörbereich. Will man also bei der elektroakustischen Wiedergabe einen möglichst vollkommenen Toneindruck haben, dann müssen auch diese Frequenzen von 11 kHz und 12 kHz wiedergegeben werden, damit sich im Ohr

der Differenzton von 1 kHz genauso wie im Konzertsaal bilden kann.

Zum anderen wird oft übersehen, daß die meisten Überlegungen fälschlicherweise von Dauertönen (z. B. Sinustönen) ausgehen. Dauertöne sind aber in der Musik die absolute Ausnahme. Das Charakteristische jeder Musik ist vielmehr die Fülle der Einschwing- und Ausschwingvorgänge. Will man auch diese nichtstationären Vorgänge richtig wiedergeben, und das ist für hohe Wiedergabequalität unumgänglich notwendig, dann muß man auch sehr hohe Frequenzen einwandfrei übertragen. Die richtige Wiedergabe der Einschwingvorgänge ist deshalb vielleicht der wichtigste Grund dafür, daß anspruchsvolle Musikfreunde von Magnetongeräten eine sehr hohe obere Grenzfrequenz fordern. selbst dann, wenn sie diese hohen Frequenzen direkt nicht wahrnehmen können.

Entzerrung

Aus physikalisch bedingten Gründen ist bei der Magnetton-Aufnahme und -Wiedergabe eine Entzerrung notwendig, wenn man auf der Ausgangsseite frequenzlinearen Spannungsverlauf haben will. Die Einführung der niedrigen Bandgeschwindigkeiten hat die Frage nach der zweckmäßigsten Entzerrung immer wieder aufleben lassen, um auch für Frequenzen bis etwa 15 kHz einen genügend großen Störabstand zu erreichen. Während Störungen durch Brummen usw. gerätebedingt sind und sich durch entsprechende Maßnahmen genügend niedrighalten lassen, bildet das Rauschen eine prinzipielle Grenze. Es läßt sich zeigen, daß der Rauschabstand im wesentlichen nur durch Erhöhen der auf dem Magnetband aufgezeichneten Nutzamplitude zu vergrößern ist.

Die Frequenzabhängigkeit der Aufzeichnung wird üblicherweise so angegeben, daß man beim Betrieb des Aufnahmeverstärkers mit konstanter Eingangsspannung auf dem Band einen remanenten Oberflächenfluß aufzeichnet, der in Abhängigkeit von der Frequenz den der jeweiligen Norm entsprechenden Verlauf hat. Für den Frequenzverlauf gibt man im allgemeinen die Zeitkonstante eines diesem Frequenzgang entsprechenden Scheinwiderstandes an, der beispielsweise aus der Parallelschaltung eines Widerstandes und eines Kondensators besteht. Nach DIN 55 513 war für 9,5 cm/s bisher 200 μ s vorgeschrieben. Die von manchen Geräteherstellern, z. B. Telefunken, in den letzten Jahren benutzte NARTB-Entzerrung arbeitet mit 100 μ s Entzerrung. Demzufolge gibt man dem Aufnahmeverstärker eine stärkere Höhenanhebung und kommt dann im Wiedergabeverstärker mit einer um etwa 6 dB geringeren Höhenanhebung aus, was sich in einem etwa diesem Betrag entsprechenden geringeren Bandrauschen bemerkbar macht.

Bei Grundig hat man in der letzten Zeit sehr eingehende Untersuchungen über die Entzerrung angestellt, um die Frage zu klären, inwieweit die seit der Festlegung der heute noch gültigen Normen erreichten technischen Fortschritte eine Änderung der Normen zweckmäßig scheinen lassen. Aus Bild 3 ist beispielsweise zu erkennen, welche Verbesserungen zwischen einer Aufnahme mit Halbspur-Kombikopf und 9,5 cm/s aus dem Jahre 1958/59 und mit Viertelspur-Kombikopf bei 4,75 cm/s aus dem Jahre 1961 erreicht worden sind. Dieses Bild zeigt den remanenten Oberflächenfluß bei Halbspur-

Aufnahme mit 9,5 cm/s (Kurve a) und Viertelspur-Aufnahme mit 4,75 cm/s (Kurve b). Daraus ergibt sich, daß man auch bei 4,75 cm/s noch mit 100 μ s Entzerrung arbeiten kann (16 dB Aufsprechanhebung bei 10 kHz). Da nach Ansicht von Grundig diese Entzerrung besser ist als der Normvorschlag DIN 45 513 Blatt 5 (Ausgabe Dezember 1960), werden alle Grundig-Tonbandgeräte der Saison 1961 im Interesse eines guten Rauschabstandes mit 100 μ s bei 4,75 cm/s entzerrt. Ebenso läßt sich der geräteseitige Aufwand für Abschirmung des Hörkopfes, Gleichstromheizung der Vorröhre usw. verringern, wenn man die tiefen Frequenzen, deren Wiedergabe-EMK nur noch in der Größenordnung von 100 μ V liegt, bei der Aufnahme anhebt und bei der Wiedergabe entsprechend absenkt. Für die Grundig-Tonbandgeräte der Saison 1961 ergibt sich damit insgesamt ein Frequenzgang des remanenten Bandflusses für 4,75 cm/s, der dem Scheinwiderstandsverlauf einer Parallelschaltung von R und C mit 100 μ s Zeitkonstante entspricht und dem der Scheinwiderstandsverlauf einer damit in Reihe geschalteten Serienschaltung von R und C mit einer Zeitkonstante von etwa 1590 μ s überlagert ist, entsprechend einer Anhebung im Aufnahmeverstärker von 3 dB bei 100 Hz. Im Bild 4 zeigt die obere Kurve den sich für einen idealen Kopf ergebenden Frequenzgang im Wiedergabekanal, während die untere Kurve den Verlauf des Bandflusses wiedergibt. Die punktiert eingezeichneten Frequenzgangkurven haben zunächst nur theoretische Bedeutung. Sie sollen ein Vorschlag zur zusätzlichen Rauschunterdrückung sein und Frequenzen im Gebiet von etwa 5 kHz unterdrücken, die das Ohr als Geräusch besonders lästig bewertet.

So wichtig und so notwendig Überlegungen über die zweckmäßigste Entzerrung auch sind, so sollte man doch stets bestrebt sein, solche Fragen durch Normung einheitlich festzulegen. Solange Tonbänder nur über das zur Aufnahme benutzte Gerät wiedergegeben werden, ist diese Frage nicht von primärer Wichtigkeit. Das Tonband wird aber mehr und mehr auch ein Gegenstand des Austausches. Will man auch dann optimale Wiedergabequalität erreichen, dann ist dafür die Normung der Entzerrung eine der wichtigsten Voraussetzungen.

Getrennte Hör- und Sprechköpfe

Während bei Studio-Magnetongeräten getrennte Hör- und Sprechköpfe allgemein üblich sind, verwendet man bei der überwiegenden Mehrzahl der Heim-Tonbandgeräte kombinierte Hör- und Sprechköpfe. Wichtigste Gründe hierfür sind der niedrigere Preis des Kombikopfes gegenüber zwei getrennten Köpfen und der Fortfall aller Schwierigkeiten, die als Folge der nicht exakt parallelen Ausrichtung der beiden Spalte auftreten können. Will man aber bei gegebener Bandgeschwindigkeit höchste Wiedergabequalität erreichen, dann ist die Verwendung getrennter Köpfe nicht zu umgehen, weil die Anforderungen an den Hör- und den Sprechkopf grundsätzlich verschieden sind. Hinzu kommt, daß bei Verwendung getrennter Köpfe der ernsthafte Tonband-Amateur die willkommene Möglichkeit hat, „hinter Band“ abhören zu können, und somit weiß, was er auf dem Band „drauf“ hat.

Die Breite des Spaltes ist beim Sprechkopf nur von sekundärer Bedeutung, da für die magnetische Aufzeichnung im we-

sentlichen nur die Spaltkante maßgebend ist, über die das Band abläuft, sowie der an dieser Spaltkante vorhandene Verlauf des magnetischen Feldes. An die Geradlinigkeit dieser Spaltkante werden allerdings besonders hohe Anforderungen gestellt. Weiter ist es beim Sprechkopf günstig, im rückwärtigen Teil einen Luftspalt (Scherung) vorzusehen, weil sonst als Folge von Schaltstößen oder Übersteuerungsspitzen leicht eine remanente Magnetisierung zurückbleiben kann, die einen Anstieg des Rauschens zur Folge hat. Der Spalt des Hörkopfes sollte hingegen klein sein, um den bei hohen Frequenzen (kurzen aufgezeichneten Wellenlängen) auftretenden Abfall der Hörkopf-EMK niedrigzuhalten (Spaltfunktion). Weiterhin soll der Hörkopf im Gegensatz zum Sprechkopf keinen hinteren Luft-

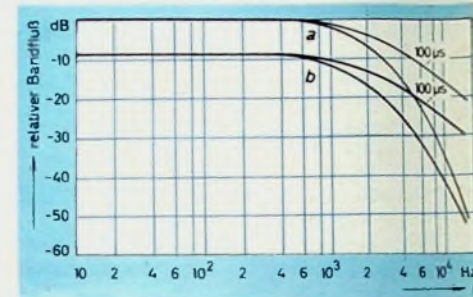


Bild 3. Remanenter Oberflächenfluß in Abhängigkeit von der Frequenz: a für Halbspur-Kombikopf bei 9,5 cm/s, b für Viertelspur-Kombikopf bei 4,75 cm/s

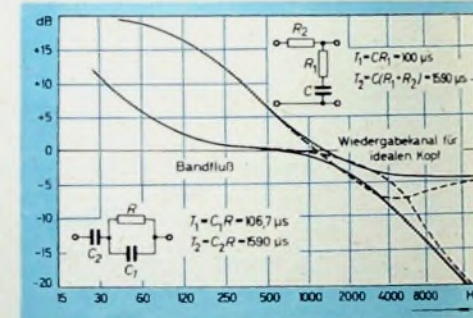


Bild 4. Vorschlag von Grundig für die Entzerrung bei 4,75 cm/s; oben für den Wiedergabekanal mit idealem Kopf, unten für den Bandfluß

spalt haben, um einen möglichst guten Wirkungsgrad zu erreichen.

Die Grundig-Tonbandgeräte „TK 42“ und „TK 45“ beispielsweise haben getrennte Köpfe, die sich bei prinzipiell gleichem Aufbau jedoch hinsichtlich Scherung, Windungszahl und Anzahl der Lamellen unterscheiden. Der Viertelspur-Sprechkopf hat 10 μ m Spaltbreite und eine rückwärtige Scherung. Besonderen Wert legte man bei ihm auf die mechanisch geradlinige und die magnetisch homogene Ausbildung der aufzeichnenden Spaltkante sowie auf das Fluchten der aufzeichnenden Kanten der beiden Systeme. Der Kopf „7489-062“ hat bei 10 kHz eine Induktivität von 80 mH \pm 10 %, eine Impedanz von 25 kOhm \pm 10 % bei 75 kHz und eine Übersprechdämpfung von \geq 55 dB bei 1 kHz. Bei dem Viertelspur-Hörkopf „7489-064“ wurde erstmalig bei einem Heim-Tonbandgerät mit einem Spalt von 2,5 μ m Breite gearbeitet. Die Induktivität (1,8 H \pm 10 % bei 10 kHz) wurde so gewählt, daß sich in Verbindung mit 80 pF Schaltkapazität bei 15 kHz eine zusätzliche Anhebung des Leerlauf-EMK von 5 dB ergibt. Auch dieser Kopf hat bei 1 kHz \geq 55 dB Übersprechdämpfung.

Heim-Magnetongeräte 1961/62

Tonbandgeräte für alle Ansprüche



Magnetköpfe

Die Eigenschaften des Magnetkopfes bestimmen wesentlich die erreichbare Qualität jeder Magnettonaufzeichnung. Es gehört neben einem gut fundierten Wissen um die physikalischen Vorgänge bei der magnetischen Schallspeicherung auch ein gut Teil Erfahrung dazu, wenn man den heutigen Anforderungen entsprechende Magnetköpfe serienmäßig fabrizieren will.

Die großen Firmen haben zum Teil ihre eigene Magnetkopf-Fertigung. Viele Firmen beziehen ihre Magnetköpfe aber auch von leistungsfähigen Unterlieferanten. Die Firma *W. Bogen GmbH* befaßt sich ausschließlich mit der Entwicklung und Fabrikation von Magnetköpfen für alle Anwendungsgebiete der magnetischen Schall- und Impulsaufzeichnungstechnik. Alle von ihr hergestellten Köpfe arbeiten nach dem Prinzip des Ringkerns und verwenden feinlamellierte Kerne aus hochwertigen Werkstoffen niedriger Koerzitivkraft und hoher Anfangspermeabilität. Mit modernsten Hilfsmitteln der Fertigungstechnik werden die absolut geraden und optisch genau plan geläpften Spaltbegrenzungsflächen hergestellt. Der „Universalkopf“ ist für Studio- und für Heim-Magnetongeräte gleichermaßen geeignet und wird sowohl für Vollspur- als auch für Zweispur- und Vierspur-Betrieb gefertigt. Die breite magnetische Auflagefläche beiderseits des Spaltes gewährleistet resonanzfreien Frequenzgang bis herab zu 30 Hz. Wegen der feinen Kernlamellierung sind die Verluste bei hohen Frequenzen so gering, daß HF-Vormagnetisierungsströme mit Frequenzen bis zu 100 und 150 kHz verwendet werden können, was besonders vorteilhaft ist, wenn man die Entstehung von Kombinations- und Interferenztönen verhindern will.

Die Frequenzgangmessung der Wiedergabe- und Kombiköpfe erfolgt mit einem jeweils neu mit frequenzunabhängigem Strom besprochenen Meßband bei 9,5 cm/s mit 166 Hz (Bezugspegel 25,6 mV/mm Spurbreite) und mit 12 kHz. Der Frequenzgang des Prüflings wird mit dem eines Wiedergabekopfes mit 1 μ Spaltbreite verglichen. Dieser Vergleichskopf zeigt bei 12 kHz noch keine von der Spaltbreite abhängigen Verluste und kann deshalb dazu dienen, die Meßapparaturen zu eichen und die Spaltbreite und Linearität der Spalte zu überprüfen. Die Spalttiefe und damit die Empfindlichkeit des Kopfes wird mit Hilfe des 166-Hz-Pegels gemessen.

Eine interessante Konstruktion ist der Bandführungslöschkopf, der sowohl für sämtliche Spurlagen des 6,25 mm breiten Tonbandes als auch für 8-mm- und 16-mm-Schmalfilm mit Magnettonspur lieferbar ist. Er vereinigt Löschkopf, Bandführungs- und Umlenkelement zu einem raumsparenden Bauteil. Der Löschkopf besteht aus einem Ni-Fe-Blechkpaket mit hoher Sättigung, so daß auch hochkoerzitive Tonbänder mit Sicherheit gelöscht werden. Die niedrigen Verluste des sehr fein unterteilten Blechkpakets lassen die Anwendung von Löschfrequenzen bis über 100 kHz zu. Eine harte Eloxalschicht schützt die Bandführungsscheiben vor dem Verschleiß.

Aus dem weiteren umfangreichen Programm sei hier nur noch auf die Universalköpfe für kommerzielle Zwecke hingewiesen. Hierunter findet man beispielsweise auch Mehrkanalköpfe, wie sie für die verschiedenen Raumtonverfahren in der Kinetik benötigt werden, sowie Pilottonköpfe, extrem hochohmige Steuerköpfe für die Programmsteuerung von Maschinen, Mehrspurköpfe für Datenspeicherung bis zu vier Spuren je Millimeter und weitere Sonderausführungen. Erwähnt sei noch ein neuer 21-Spur-Kopf für Datenspeicher, der nach dem Drei-Schenkelsystem aufgebaut ist.

Magnetbänder

Das für den Tonband-Amateur vielleicht wichtigste Ereignis auf der Funkausstellung war die Herabsetzung der Preise für Magnetbänder um bis zu 15 und 20 Prozent. Diese Preissenkung ist der sichtbare Erfolg der Rationalisierungsmaßnahmen der Industrie und der von Jahr zu Jahr immer weiter angestiegenen Produktion von Magnetbändern aller Art. Gleichzeitig gelang es aber auch, die Qualität der Bänder laufend zu verbessern. Die jahrelangen Erfahrungen in der Dispergier- und Gießtechnik führten zu magnetisierbaren Schichten höchster Gleichmäßigkeit und höchster Reinheit bei vorzüglicher Haftung und Abriebfestigkeit. Als Trägermaterial werden heute Bänder auf Polyvinylchlorid- und Polyester-Basis benutzt, die den Anforderungen der Vierspur-Technik ebenso entsprechen wie den Anforderungen anderer magnetischer Speichertechniken.

Tripel-Band

Mit großem Interesse vernahm man in Berlin eine Ankündigung der BASF, daß in naher Zukunft Bänder zu erwarten sein werden, die nur noch 8 μ (0,018 mm) dick sind. Damit kommt die BASF einem oft geäußerten Wunsch der Gerätehersteller nach, weil ein extrem dünnes Band eine der Voraussetzungen für die Konstruktion von Magnetongeräten mit noch kleineren Abmessungen ist. Von dem neuen Tonband läßt sich bei gleichem Spulendurchmesser dreimal so viel wie bei Standardband unterbringen. Mit Spannung kann man der sich aus der Einführung des neuen Bandes ergebenden Geräteentwicklung entgegensehen, denn ohne Zweifel wird man konstruktiv in mancher Hinsicht neue Wege gehen müssen, wenn die für Tripel-Band bestimmten Geräte auch in der Hand des Laien ebenso betriebssicher arbeiten sollen wie die bisherigen Geräte.

Magnetongeräte

Das große Interesse des Publikums am Magnetongerät fand während der Funkausstellung sichtbaren Ausdruck in dem starken Andrang der Besucher an den Ständen der Firmen. Insbesondere die ernsthaft arbeitenden Amateure nutzten diese Gelegenheit, um viele Fragen mit der Industrie zu besprechen und Wünsche vorzubringen. Daneben hatte man aber auch Gelegenheit, zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten des Magnetbandes kennenzulernen, die über die reine Tonaufzeichnung hinausgingen und speziell demon-

strierten, wie sich das Magnetband auch im Bereich des Amateurs für interessante Steuerungsaufgaben einsetzen läßt.

Nachstehend sei ein kurzer Überblick über die wichtigsten technischen Merkmale einiger Tonbandgeräte gegeben.

AEG

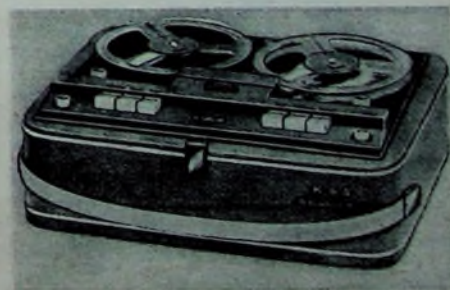
Auf dem Stand der AEG konnte man das reichhaltige Programm vom Heim-Tonbandgerät bis zur Studio-Anlage sehen. Besonderes Interesse fanden die neuen „Magnetophone“ der 90er Serie, die den entsprechenden *Telefunken*-Typen gleichen. Technische Einzelheiten sollen deshalb bei *Telefunken* besprochen werden.

Butoba

Ein sehr interessantes Koffer-Tonbandgerät ist das Modell „MT 5“ für Batterie- und Netzbetrieb, das dadurch sowohl als leicht tragbares Gerät für die Tonbandjagd als auch für den Heimbetrieb geeignet ist. Das „MT 5“ arbeitet bei 9,5 und 4,75 cm/s im Halbspur-Betrieb und kann Spulen bis max. 13 cm \varnothing aufnehmen. Bei Batteriebetrieb werden zur Speisung 2 \times 4 Monozellen benutzt, und zwar vier für den Betrieb des transistorisierten Verstärkers (7 Trans + 2 Ge-Dioden) und vier für den Motor-Antrieb. Interessant ist, daß dieses Gerät mit zwei Motoren ausgestattet ist. Man hat den Antrieb des Tonbandes vom Wickelvorgang getrennt und benutzt für den schnellen Vor- und Rücklauf einen ungeregelten Motor und für den Bandantrieb einen transistorgeregelten Motor. Bei Netzbetrieb läßt sich an Stelle der Batterien ein Netzgerät einschließen, ebenso ist Anschluß an die 6-V-Autobatterie möglich. Das Gerät erreicht bei 9,5 cm/s einen Frequenzumfang von 50 ... 13 000 Hz und bei 4,75 cm/s von 60 ... 5000 Hz bei einer Dynamik von 40 dB. Zur Aussteuerungskontrolle dient eine DM 71. Der Verstärker läßt sich außer für Aufnahme und Wiedergabe auch für Mikrofondurchsagen usw. benutzen. Der Mikrofoneingang ist für 200 Ohm ausgelegt, und man benötigt für Vollaussteuerung 200 μ V Eingangsspannung an 100 kOhm Eingangsimpedanz. Das handliche Gerät (23,5 \times 30 \times 15 cm) wiegt komplett nur 5,4 kg.

Graetz

Das Tonbandgeräte-Programm enthält vier Modelle. Allen gemeinsam ist die Verwendung von 18-cm-Spulen, das eingebaute



Heim-Studio-Koffer „K 64 de Luxe“ (Graetz)

Mischpult für Mikrofon, Schallplatte und Rundfunk sowie die leistungsstarke Endstufe und der eingebaute Lautsprecher. Die Modelle „K 62“ und „K 64“ arbeiten mit 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit und unterscheiden sich dadurch, daß das „K 62“ ein Doppelspur-Gerät und das „K 64“ ein Vierspür-Gerät ist. Der Heim-Studio-Koffer „K 64 de Luxe“ ist ein Vierspür-Gerät mit Playback-Möglichkeiten und in der Ausführung „LA“ mit 9,5 und 19 cm/s und als Typ „LB“ mit 4,75 und 9,5 cm/s lieferbar. Das Spitzengerät der Firma ist das Modell „K 64 Stereo“ in Vierspür-Technik mit Möglichkeiten für Playback und Ton-Trickaufnahmen. Es ist auf 9,5 und 19 cm/s umschaltbar. Für guten Gleichlauf sorgt die überreichlich dimensionierte Schwungmasse in Verbindung mit der präzisen Ausführung aller den Bandlauf bestimmenden Antriebsteile. Der gute Frequenzgang (30... 16 000 Hz bei 9,5 cm/s) und die saubere, gleichmäßige Höhenwiedergabe resultieren aus der innigen und trotzdem elastischen Bandführung am Kopf. Bei 9,5 cm/s erreichen diese Geräte einen Dynamikumfang von mehr als 50 dB bei Zweispur-Technik und von ≥ 47 dB bei Vierspür-Technik (Gleichlauffehler max. $\pm 0,2\%$, gehörlich gemessen mit EMT-Gleichlaufmesser). Bei 4,75 cm/s werden 44 dB Dynamik und Gleichlauffehler von unter $\pm 0,3\%$ erreicht, während bei 19 cm/s die Dynamik bei 50 dB liegt und der Frequenzumfang bis 18 kHz reicht. Beim Stereo-Gerät ist die Übersprechdämpfung bei 1000 Hz größer als 40 dB. Die Ausgangsleistung der Mono-Geräte ist 2,5 Watt, die des Stereo-Gerätes „K 64 Stereo“ $2 \times 2,5$ Watt (2 Endstufen mit je einer EL 95).

Grundig

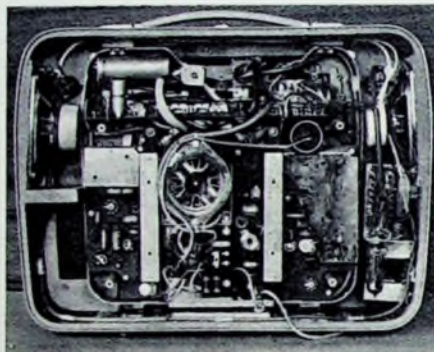
Starke Beachtung fand der neue netzbetriebene Standard-Tonbandkoffer „TK 14“, der zu einem Preis von knapp 300 DM angeboten wird. Bei diesem gut durchkonstruierten Modell handelt es sich um ein Zweispur-Gerät mit 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit für Spulen bis 15 cm ϕ , das bei mindestens 45 dB Dynamikumfang den Frequenzbereich 40... 14 000 Hz aufzeichnet. Es ist mit einer übersichtlichen Drucktastensteuerung ausgestattet und hat auch das bereits erwähnte kopf- und band-schonende Andrucksystem. Bestückt ist der „TK 14“ mit einer ECC 83 und einer ECL 86, deren Pentodensystem bei Aufnahme als HF-Oszillator arbeitet. Die bei Wiedergabe erreichbaren 4 Watt Ausgangsleistung verleihen dem mit einem perm-



Tonbandkoffer „TK 14“ (Grundig)



Stereo-Tonbandkoffer mit getrenntem Hör- und Sprechkopf „TK 45“ (Grundig)



Blick auf die Unterseite des Vierspür-Stereo-Tonbandkoffers „TK 45“ von Grundig

dyn. Lautsprechersystem (14,4 \times 9,6 cm) ausgestatteten Gerät eine ausgezeichnete Wiedergabequalität. Zum Antrieb wird ein zweipoliger Spaltpolmotor mit Ventilatorabkühlung benutzt. Für den Tonband-Amateur ist bemerkenswert, daß das Gerät eine eingebaute Bandklebeschleife enthält, die Schnittarbeiten wesentlich erleichtert. Der neue Tonbandkoffer hat drei Eingänge für Mikrofon, Rundfunk und Schallplatte und verwendet eine EM 84 zur Aussteuerungskontrolle.

Aus dem reichhaltigen Angebot fanden in Berlin insbesondere die Geräte der 40er Serie („TK 40“, „TK 42“ und „TK 45“, letzteres auch als Tonband-Chassis unter der Typenbezeichnung „TM 45“) lebhaftes Interesse. Alle drei Geräte sind speziell auf die Anforderungen der Vierspür-Technik eingerichtet, arbeiten mit 4,75, 9,5 und 19 cm/s und nehmen Spulen mit max. 18 cm ϕ auf. Der „TK 40“ für normale Mono-Aufnahme und -Wiedergabe ist mit einem Vierspür-Kombikopf und einem Vierspür-Ferrit-Löschkopf mit je zwei Systemen ausgestattet. Unter Verwendung des Zusatzverstärkers „228“ und eines Rundfunkempfängers ist aber auch die Wiedergabe bespielter Stereo-Tonbänder möglich.

Bei den Modellen „TK 42“ und „TK 45“ ist bemerkenswert, daß hier mit getrennten Hör- und Sprechköpfen gearbeitet wird, wodurch diese Geräte selbst bei der niedrigen Bandgeschwindigkeit von 4,75 cm/s einen Frequenzbereich von 40... 12 000 Hz aufzeichnen und wiedergeben. Bei 9,5 cm/s wird eine obere Grenzfrequenz von 16 kHz und bei 19 cm/s sogar von 18 kHz erreicht, also ein Wert, der oberhalb der Hörgrenze liegt. Bemerkenswert ist auch die große Dynamik von ≥ 55 dB bei 19 und 9,5 cm/s und ≥ 50 dB bei 4,75 cm/s.

Besonderes Gewicht hat man bei diesen Geräten auf guten Gleichlauf gelegt und Werte erreicht, die denen von Studio-Geräten nicht nur gleichkommen, sondern diese sogar überschreiten. Während nach DIN 45 511 für Studio-Laufwerke Gleichlaufschwankungen von max. $\pm 0,25\%$ zulässig sind, haben diese Geräte (gehörlich gemessen mit EMT „418“) eine maximale Gleichlaufabweichung von $\pm 0,1\%$ bei 19 cm/s, von $\pm 0,12\%$ bei 9,5 cm/s und von $\pm 0,2\%$ bei 4,75 cm/s. Wesentliche Konstruktionsmerkmale für die Erreichung dieser Gleichlaufgenauigkeit sind nicht nur die mit einer großen, exakt ausgewuchteten Schwungmasse verbundene Tonwelle höchster Genauigkeit und deren Zweifach-Lagerung mit großem Abstand zwischen beiden Lagern, sondern auch der riemenlose Antrieb der Schwungmasse und die sich selbst einstellende Gummipanddruckrolle, die verhindert, daß Gleitschlupf zwischen Band und Tonwelle auftritt, der die Tonwelle angreifen würde. Der Antriebsmotor ist in Weichgummi aufgehängt, und die Luftkühlung verursacht keinerlei Störgeräusche. Durch den Übergang auf Reibrad-Antrieb konnte auf die Verwendung der sonst notwendigen mehreren Riemen verzichtet werden. Der einzige noch benutzte Riemen ist ein Vierkant-Profilriemen aus einem überaus beständigen Kunststoff. Die drei Stellungen des Dreistufen-Reibradgetriebes sind durch eine Aus-Stellung getrennt, in der das Reibrad abgehoben ist. Der Übergang auf ein Reibrad-Stufengetriebe hat im Gegensatz zu polumschaltbaren Motoren den Vorteil, daß sich das Verhältnis zwischen den Bandgeschwindigkeiten (1:2:4) genau einhalten läßt.

Die bereits bei den allgemeinen Betrachtungen erwähnten Merkmale (Andruckband, Mehrscheiben-Sicherheitskupplung usw.) haben wesentlich mit dazu beigetragen, diesem Gerät seine hohe Qualität zu geben. Ebenso hat die Verwendung getrennter Köpfe den Aufsprechvorgang verbessert, weil der relativ große Spalt von 10 μ des Sprechkopfes eine stärkere und gleichmäßigere Durchmagnetisierung der magnetisierbaren Schicht des Tonbandes zuläßt. Während das „TK 42“ für Mono-Aufnahme und -Wiedergabe eingerichtet ist und zur Stereo-Wiedergabe bespielter Tonbänder zusätzlich ein Rundfunkgerät benötigt wird, ist das „TK 45“ ein echtes Stereo-Gerät. Die Endstufe ist mit der ELL 80 bestückt, die an die beiden eingebaute perm.-dyn. Lautsprecher (15,5 \times 10,5 cm) je 3 Watt Leistung abzugeben vermag.

Körting

Über das Stereo-Magnetongerät „MT 158“ wurde vor etwa Jahresfrist bereits an dieser Stelle berichtet¹⁾. Dieses mit 9,5 und 19 cm/s arbeitende Gerät (Frequenzumfang 40... 15 000 Hz bzw. 30... 20 000 Hz, Störabstand > 40 dB, Übersprechdämpfung > 46 dB) mit getrennten Hör- und Sprechköpfen war wegen der Vielfach-Überspieltechnik damals besonders bemerkenswert und hat den Markt richtungweisend beeinflusst. Es enthält zum Überspielen von einer Spur auf die andere einen eingebaute Überspielregler, der die Herstellung von Trickaufnahmen wesentlich vereinfacht. Ebenso ist es wegen der Verwendung getrennter Hör- und Sprechköpfe möglich, Echo-Effekte einzublenden. Zur Funkausstellung stellte Körting eine Son-

¹⁾ Brems, R.: Stereo-Magnetongerät „MT 158“ mit Vielfach-Überspieltechnik. Funk-Techn. Bd. 15 (1960) Nr. 17, S. 609-611

derausführung dieses Gerätes unter der Bezeichnung „MT 158 S“ vor, das mit zwei eingebauten Lautsprechern ausgestattet ist. Für die Stereo-Wiedergabe ist es deshalb jetzt nicht mehr erforderlich, entweder einen Rundfunkempfänger für den zweiten Kanal zusätzlich zu benutzen oder die Wiedergabe über ein Rundfunkgerät mit Stereo-NF-Teil vorzunehmen, sondern man kann direkt die Qualität der Stereo-Aufzeichnung beurteilen.

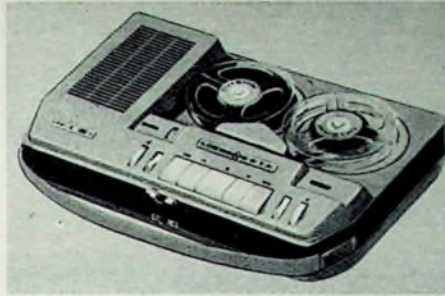
Loewe Opta

Schon zur Messe Hannover hatte die Firma ihr Angebot an Tonbandgeräten um den tragbaren Batterie-Tonbandkoffer „Optacord 409“ erweitert. Dieses form-schöne und nur 2,3 kg wiegende Gerät ist vollkommen lageunabhängig. Zu dem Zweck werden sowohl die Bandspule als auch die Leerspule mit Hilfe einer Scheibe mit Gewinde an der Spulenchase befestigt. Das Gerät wird aus vier Monozellen betrieben, und zum Antrieb dient ein laufregelter Spezial-Gleichstrommotor. Alle wichtigen Teile des Antriebs sind in einem einzigen Aggregat vereinigt. Die Halterung des Motors bildet gleichzeitig die Grundplatte für die Köpfe und Bandführungsbolzen sowie für die Lagerung der Tonwelle. Der Motor selbst ist in Gummi gelagert, und seine Welle liegt unter Federdruck auf einer gummiüberzogenen Antriebscheibe, wodurch sich ein guter Gleichlauf ergibt.

Das Gerät zeichnet bei 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit den Frequenzbereich 90 bis 10 000 Hz mit mindestens 40 dB Störabstand auf. Es ist mit 6 Transistoren, 1 Ge-Diode und 1 Se-Gleichrichter bestückt. Bemerkenswert ist, daß die Magnetköpfe eine Selbstinduktion von etwa 550 mH haben, also relativ hochohmig sind, was den Vorteil hat, daß sie eine höhere Ausgangsspannung abgeben. Schaltungsmäßig hat man den Anpassungswiderstand des Transistors dem des Kombikopfes angeglichen. Die Ankopplung zwischen Basis und Emitter erfolgt über ein Netzwerk im Emitterkreis. Am Emitterpunkt ist die Verstärkung für die tiefen Frequenzen größer als 1 und für die hohen Frequenzen gleich 1. Der Vorteil dieser Anordnung ist, daß außer der günstigen Anpassung des Transistors an den Scheinwiderstand des Kopfes auch gleichzeitig die Tiefenentzerrung vorgenommen wird. Während bei Wiedergabe die Schaltung des Eingangstransistors gleichzeitig zur Korrektur des Frequenzgangs dient, wird die Aufnahmespannung zwischen Basis und Masse eingekoppelt. Zu diesem Zweck wird die NF-Spannung von der Primärseite des Treibertransformators über einen Kondensator von 1 μ F und einen Vorwiderstand von 15 k Ω dem Sprechkopf zugeführt. Die HF-Vormagnetisierung wird in den NF-seitigen Endpunkt des Aufnahmekopfes eingespeist, wodurch die am Kollektor des letzten Transistors verbleibende HF-Spannung klein bleibt, so daß keine Verzerrungen am Transistor auftreten können.

Zur Funkausstellung stellte Loewe Opta nun zum ersten Male das sowohl für Netz- als auch für Batteriebetrieb geeignete Tonbandgerät „Optacord 412“ vor. Dieses voll transistorisierte flache Gerät im Handtaschenformat wiegt nur 4 kg und hat alle Merkmale größerer netzbetriebener Heim-Tonbandgeräte. Das ebenfalls in jeder Lage betriebsfähige Gerät hat einen drehzahlstabilisierten Gleichstrommotor, der eine gehörig bewertete Gleichlaufkonstanz von $\pm 0,3\%$ erreicht. Bei 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit und Dop-

pelspur-Technik zeichnet das Gerät den Frequenzbereich 50 ... 12 000 Hz bei einem Dynamikumfang von über 46 dB auf. Besonderen Wert legte man beim „Optacord 412“ auf das einfache Auflegen der Spulen. Man ging von dem üblichen Aufnahmehorn mit dreizackigem Verdrehungsschutz

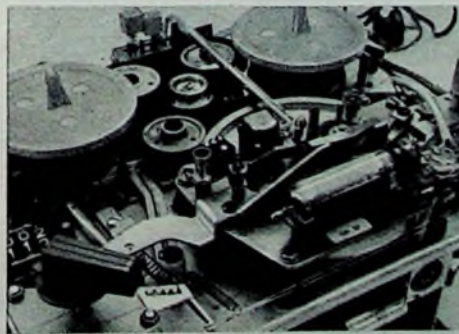


Batterie-Tonbandgerät „Optacord 412“ (Loewe Opta)

ab und hat einen Kunststoffhorn so aufgespreizt, daß die Spulen in jeder Lage aufgesteckt werden können und in jeder Lage des Gerätes festsitzen. Da ein Verdrehungsschutz fehlt, können auch unter ungünstigen Betriebsverhältnissen die Bänder kaum gedehnt werden, weil bei großen Bandzügen die Spulen auf dem Aufnahmehorn durchrutschen. Der Antrieb der Schwungradscheibe erfolgt ohne Riemchen direkt von dem über Fliehkraftschalter und Transistor auf $\pm 1\%$ Drehzahlkonstanz gesteuerten Gleichstrom-Kollektormotor, selbst bei Spannungsschwankungen zwischen 5,5 und 9,5 V. Bei Schnelllauf ist die automatische Regelung abgeschaltet. Die Endstufe des für Aufnahme und Wiedergabe umschaltbaren Transistorverstärkers arbeitet bei Aufnahme als HF-Generator und liefert außer dem Vormagnetisierungs- und Löschstrom auch die Anodenspannung und die Heizspannung für die zur Abstimmanzeige benutzte DM 71. Statt der fünf Monozellen können auch fünf Deac-Zellen „BD 2,5“ eingesetzt werden. Ebenso ist das Gerät für den Anschluß an das Lichtnetz und die 6- oder 12-V-Autobatterie geeignet.

Nordmende

Das neue Vierspur-Tonbandgerät „Exklusiv“ für Mono-Betrieb und 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit ist mit Rücksicht auf den einfachen Service nach dem Bausteinprinzip aufgebaut. Die drei Baugruppen Aufnahme/Wiedergabe-Verstärker, HF-Gener-



Laufwerk und Kopfrägerplatte des Vierspur-Tonbandgerätes „Exklusiv“ (Nordmende)

rator und Endstufe lassen sich leicht ausbauen. Die Endstufe ist über Steckverbindungen mit dem Chassis verbunden, so daß bei der Ausführung als Einbauchassis keine großen Änderungen notwendig sind. Es genügt vielmehr, den Baustein Endstufe herauszunehmen und

im Netzteil zusätzlich einen Widerstand einzulöten.

Der Aufnahme/Wiedergabe-Verstärker ist mit zwei Transistoren AC 107 und einer gleichstromgeheizten ECC 83 bestückt. Die Transistorstufen sind gleichstromgekoppelt und erhalten ihre Betriebsspannung durch Spannungsteilung aus der Anodengleichspannung. Die Temperaturkompensation ist für Umgebungstemperaturen bis zu etwa 60°C ausgelegt. Die Eingänge Mikrofon (0,2 mV, 200 Ω), Schallplatte (90 mV, 820 k Ω) und Rundfunk (0,2 mV, 2,2 k Ω) sind über einen Stufenschalter umschaltbar. Wegen der hohen Eingangsempfindlichkeit ist der direkte Anschluß dynamischer Mikrofone (200 Ω) möglich, und ebenso ist die Länge des Mikrofonkabels unkritisch. Die Regelung der Aussteuerung erfolgt erst hinter der zweiten Transistorstufe, so daß man einen günstigen Signal-Rauschabstand erhält. Das Gerät hat bei ≥ 44 dB Störabstand den Frequenzbereich 50 ... 15 000 Hz. Die Entzerrung nach NARTB erfolgt über einen Gegenkopplungsweig von der Anode des zweiten Triodensystems zur Katode des ersten Triodensystems. Die für die Kofferausführung notwendige NF-Endstufe mit der ECL 86 gibt an den perm.-dyn. Lautsprecher (18 \times 13 cm) max. 4 Watt Ausgangsleistung ab.

Der Antrieb des Tonbandgerätes erfolgt durch einen Asynchron-Motor mit Außenläufer, der über ein elastisches Glied mit der Tonwelle gekuppelt ist, auf der die reichlich dimensionierte Schwungmasse befestigt ist. Mit dieser Anordnung erreicht das Tonbandgerät bei gehöriger Bewertung Gleichlaufabweichungen von $\leq \pm 0,25\%$. Als elastisches Glied zwischen Antriebsmotor und Schwungmasse dient ein Reibrad, das beim Ausschalten des Netzschalters durch einen Seilzug außer Eingriff gebracht wird.

Philips

Für viele Tonbandfreunde ist das batteriebetriebene Tonbandgerät besonders interessant, weil es ihnen die Möglichkeit bietet, überall und unabhängig vom Lichtnetz Tonaufnahmen zu machen. Das von Philips erstmalig auf der Deutschen Industrie-Messe 1961 als Muster gezeigte All-Transistor-Gerät „RK 5“ hat deshalb großes Interesse gefunden. Das in einer neuartigen Kofferform ausgeführte Gerät erregte mit Recht gewisses Aufsehen. Hinter dem hellen Ziergitter der Frontseite ist der Lautsprecher montiert. Auf der Frontseite sind weiter der Lautstärkeregler sowie das Kontrollinstrument zur Überwachung der Betriebsspannung und der Aussteuerung angebracht. Auf dem Oberteil des Gehäuses befinden sich das Drucktastenaggregat, die Magnetköpfe sowie die Spulenteller für Spulen von max. 10 cm Φ . Das Batteriefach ist im unteren Teil des Gehäuses angeordnet, und das zum Gerät gehörende hochohmige dynamische Richtmikrofon ist in einem ebenfalls an der linken Seite befindlichen Ablagefach untergebracht. Um beim Betrieb im Freien die Spulenteller und die Magnetköpfe zu schützen, ist das Gerät mit einer durchsichtigen, abnehmbaren Haube abgedeckt. Das für Doppelspur-Betrieb eingerichtete Gerät arbeitet mit 4,75 cm/s Bandgeschwindigkeit und erreicht mit dem geschwindigkeitsgeregelten Motor einen Gleichlauf von besser als 0,5%. Zur Stromversorgung dienen sechs Monozellen, die für etwa 20 Betriebsstunden reichen. Insgesamt ist das „RK 5“ mit 6 Transistoren und 1 Ge-Diode bestückt.

Der kombinierte Verstärker enthält drei OC 75, ein weiterer OC 75 arbeitet bei Wiedergabe als NF-Treiber und bei Aufnahme als Ausgangstransistor auf den Kombikopf. Die Gegentakt-Endstufe (Ausgangsleistung 250 mW) wird bei Aufnahme als Gegentakt-HF-Oszillator umgeschaltet. Der Kombinationseingang für Rundfunk, Phono und Mikrofon hat 0,3 mV Empfindlichkeit an 2000 Ohm. - Für den Betrieb im Heim steht jetzt das Netzvorschaltsgerät „EL 3766“ zum Einschleiben in das Batteriefach zur Verfügung.

Zur Funkausstellung brachte Philips in der vom „RK 5“ her bekannten Gehäuseform das neue Heim-Tonbandgerät in Vierspur-Technik „RK 9“ heraus. Dieses Gerät ist insbesondere für den Tonband-



Heim-Tonbandgerät „RK 9“ (Philips)

freund von Interesse, der auf ein sehr einfach zu bedienendes Gerät mit guter Aufnahme- und Wiedergabequalität Wert legt. Die Bedienung erfolgt durch drei große Drucktasten für Bandlauf sowie schnellen Vor- und Rücklauf und durch zwei weitere kleine Bedienungsknöpfe für Spur-Umschaltung und Aufnahme. Die Form des Gehäuses bot die Möglichkeit an der Frontseite einen 17-cm-Lautsprecher unterzubringen. Die Eingangsstufe mit einem Transistor AC 107 hat den Vorteil der äußerst geringen Brumm- und Störgeräuschempfindlichkeit, da der Eingangswiderstand des Transistor sich der Impedanz des Kombikopfes gut anpassen läßt. Der kombinierte Verstärker ist mit einer ECC 83 bestückt, und die Endröhre EL 95 arbeitet entweder als Ton-Endver-



Stereo-Tonband-Tischgerät „RT 35“ (Philips)

stärker oder als HF-Oszillator. Der aufgezeichnete Frequenzbereich ist 80 bis 12 000 Hz ± 3 dB, der Störabstand ≥ 40 dB. Über das Vielzweck-Tonbandgerät „RK 35“ konnte bereits vor einiger Zeit berichtet werden³⁾. Eine Sonderausführung dieses

³⁾ Brandt, H.: RK 35. Ein neues Vierspur-Stereo-Tonbandgerät. Funk-Techn. Bd. 16 (1961) Nr. 9, S. 311-312, 315

Tonbandkoffers in Form eines Tischgerätes liefert Philips jetzt als Typ „RT 35“. Es enthält ebenso wie das „RK 35“ zwei identische Verstärkerzweige mit je einer EF 86 und ECC 83 je Kanal. Der Frequenzbereich ist 50 ... 14 000 Hz, der Störabstand besser als 40 dB und die Dynamik besser als 60 dB. Beim Tischgerät „RT 35“ wurde auf die Ton-Endstufe und den Gehäuse-lautsprecher verzichtet und das Chassis auf eine kräftige Holzarge montiert. So entstand ein formschönes Gerät, das vielen Tonbandfreunden willkommen sein wird, die ein Tonbandgerät stationär aufstellen wollen, beispielsweise in einer Musiktube oder in einer Hi-Fi-Anlage. Daneben ist aber das „RT 35“ auch als Zweitgerät für Trickaufnahmen bestens geeignet.

Eine Besonderheit bei Philips war das Studio-Tonbandgerät „EL 3566“, das als tragbares Gerät insbesondere für den Einsatz in Studios, Aufnahmewagen und bei der Schallplattenaufnahme geeignet ist. Die Anlage ist in zwei stabilen Holzkoffern untergebracht, von denen der eine das Laufwerk und der andere die Verstärker, den HF-Generator und das Netzgerät enthält. Das auf 19 und 38 cm/s umschaltbare Vollspur-Gerät ist in dieser Ausstattung für Mono-Aufnahme und -Wiedergabe geeignet, jedoch kann der Kopfträger gegen einen solchen mit Stereo-Magnetköpfen ausgetauscht werden. Die Stereo-Aufzeichnung erfolgt dann nach dem Zweispur-Verfahren. Das mit Drei-Motoren-Antrieb ausgestattete Gerät hat bei 38 cm/s max. 0,15% und bei 19 cm/s max. 0,2% Gleichlaufschwankung.

Saba

Im vorigen Jahr brachte Saba das Jubiläums-Modell „TK 125-4“ heraus, das wegen seiner geschmackvollen architektonischen Gestaltung und wegen seiner guten elektrischen Eigenschaften viele Freunde gefunden hat. Dieses Vierspur-Gerät er-



Stereo-Tonbandgerät Sabafon „TK 125-S“ (Saba)

reichte damals die bemerkenswerte Dynamik von über 55 dB, was zu einem erheblichen Teil auf die benutzte Transistor-Eingangsschaltung⁴⁾ zurückzuführen ist.

In äußerlich gleicher Form, jedoch etwas anderer farblicher Gestaltung, erschien jetzt das Sabafon „TK 125-S“, ein Vierspur-Stereo-Tonbandgerät, das bei 4,75 cm/s den Frequenzbereich 40 ... 8000 Hz und bei 9,5 cm/s den Frequenzbereich 40 ... 16 000 Hz aufzeichnet. Auch dieses Gerät hat ähnlich gute Eigenschaften wie das „TK 125-4“, das heißt, es erreicht eine Dynamik von mindestens 55 dB, und die Gleichlaufschwankungen sind bei 9,5 cm/s $\pm 0,2$ %

⁴⁾ Transistor-Eingangsschaltung im Sabafon „TK 125“. Funk-Techn. Bd. 15 (1960) Nr. 18, S. 650

und bei 4,75 cm/s $\pm 0,4$ %. Auch dieses Gerät hat einen niederohmigen Mikrofon-eingang (0,1 mV, 20 Ohm) sowie zwei weitere Eingänge für Rundfunk (10 mV, 100 kOhm) und Phono (200 mV, 1 MOhm).

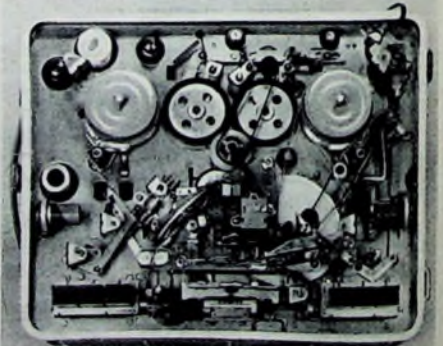
Telefunken

Mit den „Magnetophonen“ der 90er Serie hat Telefunken die Reihe der bewährten Typen um einige technisch und elektrisch gleichermaßen bemerkenswerte Tonbandgeräte für drei Bandgeschwindigkeiten (4,75, 9,5 und 19 cm/s) und 18-cm-Spulen erweitert. Daneben laufen die bereits bekannten Geräte weiter. Die „Magneto-



Vierspur-„Magnetophon 96“ (Telefunken)

phone“ der 90er Baureihe sind aus einem mechanisch und elektrisch völlig anderen Konzept als die bisherigen Modelle entstanden, wobei insbesondere auch die Anregungen der Tonband-Amateure für technische Verbesserungen weitgehend verwirklicht worden sind. Über das „Magnetophon 95“ und seine technischen Besonderheiten wurde erst kürzlich berichtet⁵⁾. Das „Magnetophon 96“ unterscheidet sich von diesem im wesentlichen durch die Vierspur-Technik, die Über-spielmöglichkeit von Spur zu Spur und die Möglichkeit der Stereo-Wiedergabe. Auch hier wurde die bewährte Zargenbauweise angewendet, die es ermöglicht, alle mechanischen und elektrischen Bauelemente auf engem Raum unterzu-



Blick auf das Laufwerk des „Magnetophon 96“

bringen. Der bei Vierspur-Geräten kritischen Bandführung hat man große Aufmerksamkeit geschenkt und durch konstruktive Maßnahmen eine sehr exakte Bandführung, gleichmäßigen Bandzug und einen sicheren Kontakt zwischen Magnetband und Kombikopf erreicht. Wesentlich

⁵⁾ Knicker, W.: Magnetophon 95. Funk-Techn. Bd. 16 (1961) Nr. 10, S. 363-366

für die exakte Bandführung ist die bandzuggesteuerte Feinfühlautomatik, deren Wirkung zusätzlich noch durch einen genau definierten Band-Umschlingungswinkel an den Köpfen unterstützt wird. Auch das „Magnetophon 96“ hat den geräuschlos arbeitenden Schnellstop, bei dem eine mechanische Vorrichtung dafür sorgt, daß das Tonband beim Betätigen der Schnellstop-Taste sich nicht vom Löschkopf abhebt. Dadurch werden Löschaugen mit Sicherheit vermieden. Eine unzulässige Erwärmung und dadurch möglicherweise eintretende thermoplastische Verformungen des Tonbandes sind nicht zu befürchten, da der Telefunken-Löschkopf besonders niedrige HF-Verluste hat und sich deshalb praktisch kaum erwärmt.

Beim „Magnetophon 96“ ist es möglich, während der Aufnahme auf einer Spur die auf der in gleicher Richtung laufenden anderen Spur aufgezeichnete Tonaufnahme mitzuhören. Das Gerät enthält zu diesem Zweck nicht nur einen Aufsprech- und Wiedergabeverstärker, sondern zusätzlich noch eine Wiedergabe-Einheit. Damit kann man beispielsweise Eigenduelle stereophon wiedergeben oder Stereo-Bänder zweikanalig abhören.

Das wohldurchdachte technische Konzept verleiht dem „Magnetophon 96“ ausgezeichnete Eigenschaften. Es erreicht einen Frequenzbereich von 30 ... 18 000 Hz bei 19 cm/s, von 30 ... 16 000 Hz bei 9,5 cm/s und von 30 bis 9000 Hz bei 4,75 cm/s und hat bei diesen Bandgeschwindigkeiten einen Dynamikumfang von ≥ 50 dB bzw. ≥ 46 dB bzw. ≥ 41 dB.

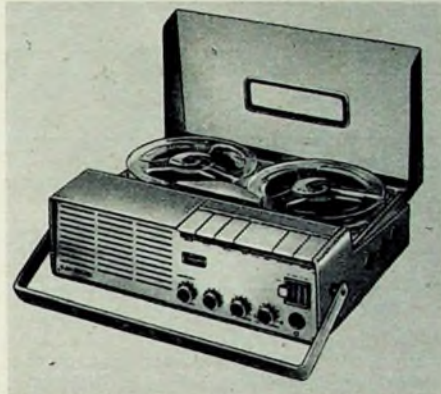
Das „Magnetophon 97“ ist vorläufig das letzte Gerät der 90er Serie. Es ist ebenso wie das „Magnetophon 96“ ein Vierspur-Gerät. Darüber hinaus aber ist es ein echtes Stereo-Gerät für Aufnahme und Wiedergabe. Es enthält zwei völlig getrennte, aber elektrisch identische Aufnahme- und Wiedergabeverstärker. Während einer Mono-Aufnahme besteht die Möglichkeit, das aufzunehmende Schalleignis über den eingebauten Lautsprecher mitzuhören. Sollte es bei der Stereo-Wiedergabe notwendig sein, den Miteindruck verändern zu müssen, so besteht die Möglichkeit, die relativen Pegel der beiden Wiedergabe-Endstufen zu verändern.

Die Studio-Tonbandgeräte „Magnetophon 24“⁶⁾ werden neuerdings jetzt in allen Ausführungen mit eingebauter 6-W-Gegentakt-Endstufe geliefert, die bisher nur in den Koffergeräten vorhanden war. Die einzelnen Typen führen seitdem folgende Bezeichnungen: „M 24 CL“ (Chassis mit Endstufe), „M 24 TL“ (Tischgerät mit Endstufe), „M 24 K“ (Kleinkoffer mit Endstufe ohne Lautsprecher), „M 24 KL“ (Koffergerät mit Endstufe und zwei Lautsprechern). Der besonders brumm- und klirrarmer vierstufiger Endverstärker (einschließlich Phasenumkehrstufe) ist mit den Röhren ECC 81, EC 92 und $2 \times$ EL 95 bestückt und organisch in das Tonbandgerät eingebaut. Großen Wert legte man darauf, die gesamte Mechanik des Gerätes durch geeignete Maßnahmen davor zu schützen, daß bei kritischen Frequenzen Eigenschwingungen (Klirren oder Schwirren) auftreten können. Die Endstufe läßt sich nach wie vor zusammen mit dem Aussteuerungsinstrument und dem Kopfhörerausgang vor oder hinter Band anschalten. Außerdem sind alle Ausführungen des „Magnetophon 24“ mit der neuen Lautsprecher-

buchse nach DIN 41 529 ausgestattet, die je nach Stellung des Anschlußsteckers die eingebauten Lautsprecher abschaltet oder mitlaufen läßt. Bei den lautsprecherlosen Ausführungen des „M 24“ wird beim Herausziehen des Verbindungskabels für den Außenlautsprecher automatisch ein Lastwiderstand eingeschaltet, der die Endstufe vor Beschädigungen durch zu hohe Leerlaufspannung schützt.

U h e r

Welche Bedeutung die Industrie dem tragbaren Tonbandgerät beimißt, konnte man auch bei Uher feststellen. Das neuentwickelte netzunabhängige und volltransistorisierte Tonbandgerät „4000 report“ erregte mit Recht großes Interesse, denn hier ist



Tragbares Batterie-Tonbandgerät „4000 report“ (Uher)

es gelungen, bei erstaunlich geringen Abmessungen und niedrigem Gewicht ein hochwertiges Tonbandgerät zu entwickeln, das über vier Bandgeschwindigkeiten verfügt (2,4, 4,75, 9,5 und 19 cm/s). In einem stabilen Gehäuse aus Silumin-Druckguß mit den Abmessungen von nur $27 \times 8,5 \times 21,5$ cm ist ein hochwertiges Tonbandgerät untergebracht, das selbst für viele professionelle Anwendungszwecke geeignet ist. Dieses Gerät wiegt ohne Stromquellen nur 2,1 kg und überschreitet selbst mit eingebautem säuredichtem Blei-Akku die 4-kg-Grenze nicht. Das nach NARTB entzerzte Gerät zeichnet bei 50 dB Geräuschspannungsabstand den Frequenzbereich 50 ... 22 000 Hz bei 19 cm/s, 50 ... 18 000 Hz bei 9,5 cm/s, 50 ... 11 000 Hz bei 4,75 cm/s und 70 ... 5000 Hz bei 2,4 cm/s auf. Zum Antrieb dient ein neuartiges Antriebssystem, das gegenüber allen Lageveränderungen nahezu unempfindlich ist. Der transistorgeregelte Motor verleiht diesem Gerät bei 19 cm/s und gehörrichtiger Bewertung eine Gleichlaufkonstanz von $\pm 0,15$ %. Die Gegentakt-Endstufe mit 0,8 Watt Ausgangsleistung reicht für viele Anwendungszwecke schon aus, um die Qualität der Tonaufzeichnung zu beurteilen. Die Aussteuerungskontrolle erfolgt über ein eingebautes Zeigerinstrument, das gleichzeitig auch zur Überwachung der Batteriespannung dient. Der Mikrofon-Eingang ist niederohmig (0,1 mV, 1 kOhm). Daneben stehen noch zwei weitere Eingänge für Rundfunk (1 mV, 20 kOhm) und Phono (50 mV, 1 MOhm) zur Verfügung. Die Ausgangsspannung ist 1,8 V an 4 Ohm oder 1 V an 15 kOhm. Als Stromquelle werden vier Monozellen benutzt, die für zehnstündigen Betrieb ausreichen, oder ein säuredichter Spezial-Bleisammler, der an deren Stelle eingesetzt werden kann. Darüber hinaus läßt sich in das Batteriefach auch ein Netzanschlußgerät einsetzen,

das gleichzeitig als Ladegerät für den Bleisammler mit automatischer Abschaltung bei Ladungsende dient. Für Reportageaufnahmen ist es sehr angenehm, daß sich das Gerät für Start und Stop vom Mikrofon aus fernbedienen läßt. Daneben ist Fernsteuerung über einen Hand- oder Fuß-Fernschalter möglich.

Das Tonbandgeräte-Programm wurde weiterhin durch den Typ „732“ mit den Bandgeschwindigkeiten 19, 9,5 und 4,75 cm/s erweitert, der eine Weiterentwicklung des Doppelspur-Tonbandgerätes „720“ mit 19 und 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit ist. Ein Voll-Stereo-Tonbandgerät ist das „Stereo rekord I“, ein Vierspur-Gerät mit drei Bandgeschwindigkeiten und 18-cm-Spulen, das bewußt zugunsten eines erweiterten Bedienungskomforts auf die für viele Tonbandfreunde nicht unbedingt notwendigen umfangreichen Trickmöglichkeiten verzichtet.

V o l l m e r

Für das Arbeiten mit Studio-Geräten sind die Möglichkeiten des Schneidens manchmal von ausschlaggebender Bedeutung. Bei den bisher bekannten Schneidvorrichtungen war im allgemeinen ein Schneiden nur über den oft unsicheren Umweg des Anzeichnens möglich. Bei dem neuen Universal-Studio-Kopfträger „206“ ist jetzt



Universal-Studio-Kopfträger „206“ mit Band-Schneidvorrichtung (Vollmer); oben: bei Aufnahme und Wiedergabe, unten: Beginn des Bandschnitts nach Betätigung der Schneidlaste

eine Vorrichtung angebracht worden, die direkt am oder senkrecht über dem Spalt des Wiedergabekopfes das Band unter dem heute genormten Winkel von 35° trennt. Die Schneidvorrichtung schneidet alle heute zur Verfügung stehenden Bandsorten durch einfachen Tastendruck. Die Taste ist gegen unbeabsichtigtes Schneiden gesichert, und es ist gewährleistet, daß die Einrichtung über lange Zeit wartungsfrei arbeitet, denn die hartverchromten Scherenteile schärfen sich selbsttätig. Ferner konnte die Lage der Köpfe verbessert werden, so daß sich jetzt auch kurze Bandstückchen ohne jede Behinderung an den Köpfen mit den Fingern vorbeibewegen lassen, ein Vorteil, der insbesondere beim Schneiden kleiner Bandstücke in Erscheinung tritt. -th

⁶⁾ Lennartz, H.: Das Kleinstudiogerät „Magnetophon 24“. Funk-Techn. Bd. 15 (1960) Nr. 5, S. 136-139

Polyester als Unterlage für Magnetbänder

DK 681 84.083.84

In letzter Zeit hat eine lebhaft diskutierte über das Für und Wider der Vierspurtechnik stattgefunden. Dabei sind neben rein apparativen Fragen auch solche der Magnetbänder selbst behandelt worden. Auf anderen Anwendungsgebieten der magnetischen Speicherung geht die Entwicklung immer mehr nach möglichst hohen Informationsdichten. Daher scheint es angebracht, diese Probleme einmal von der Seite der Bandspeicher her zu beleuchten. In diesem Zusammenhang ist eine Bemerkung in einer Veröffentlichung über Hinweise zur Konstruktion von Tonbandgeräten [1] interessant, in der es heißt: „... die dünnsten und schmiegsamsten Bänder sind aus akustischen Gründen die besten, daher müssen diese in den neuen Geräten unter allen Umständen verarbeitet werden.“ Es ist auch verständlich, daß nur ein sehr schmiegsames Magnetband unter gegebenen Verhältnissen einen besonders innigen Kontakt zwischen Band und Kopf gewährleistet. Dadurch kann beispielsweise der Einfluß von Staub – mitverantwortlich für die so gefürchteten „drop outs“ – auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Trotzdem kann nicht eindringlich genug auf die Sauberkeit bei der Vierspurtechnik, besonders bei kleinsten Bandgeschwindigkeiten, hingewiesen werden. Schon bei der Herstellung und Konfektionierung der Magnetbänder sind peinlichste Sauberkeit und größte Sorgfalt oberstes Gebot. Weiterhin sind auf die Qualität einer Aufzeichnung neben den magnetischen Eigenschaften der Schicht auch deren Oberfläche, die Abriebfestigkeit und deren Gleichmäßigkeit – um nur einige wenige zu nennen – von großem Einfluß.

Alle diese Forderungen werden weitgehend durch die Polyesterbänder „PE 31“ (Langspielband) und ganz besonders „PE 41“ (Doppelspielband) erfüllt. Die guten mechanischen und elektroakustischen Eigenschaften dieser Bandtypen sind durch drei Faktoren bedingt: 1. die Trägerfolie, 2. das Lackbindemittel und 3. das magnetische Eisenoxyd.

Als Trägerfolien werden Polyesterfolien mit einer Dicke von 20 µm und 15 µm verwendet. Der Rohstoff für diese Folien ist ein Polyester aus Terephthalsäure und Äthylenglykol, der praktisch in keinem der handelsüblichen Lösungsmittel löslich ist. Er hat einen definierten Schmelzpunkt von etwa 250°C. Die Polyesterfolie wird aus dem geschmolzenen Rohstoff gezogen (Extruder-Folie) und liefert so eine völlig loch- und weichmacherfreie Folie, die anschließend einem mechanischen Reckvorgang in Längs- und Querrichtung unterworfen wird. Das Ergebnis ist eine Folie mit außergewöhnlich hoher Reißfestigkeit bei geringer Restdehnung [2]. Die von Hause aus hohe Schmiegsamkeit wird durch den Reckprozeß nicht beeinflusst. Wegen ihres hohen Schmelzpunktes ist die Polyesterfolie weitgehend temperaturstabil [3] und praktisch feuchtigkeitsunempfindlich. Die Aufstellung besonderer Bedingungen für die Lagerung (Archiv!) der Agfa-PE-Magnetonbänder ist deshalb nicht mehr erforderlich. Selbst wenn PE-Bänder Temperaturen von 60°C und mehr ausgesetzt werden (das ist zwar nicht allgemein üblich, kann aber durchaus ein-

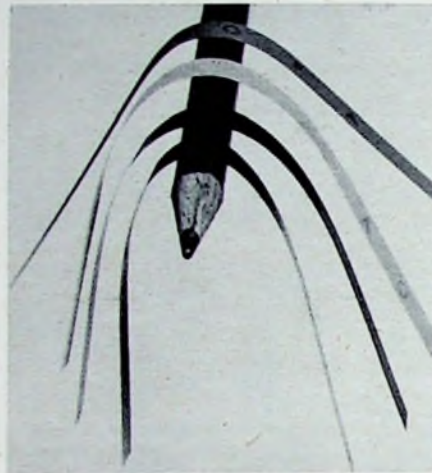


Bild 1. Die Schmiegsamkeit von Magnetbändern: dargestellt sind von rechts nach links „FR 25“ (AC-Folie: 57), „PER“ (55), „PE 31“ (34) und „PE 41“ (24). Die Zahlen in den Klammern geben die Gesamtdicke des betreffenden Magnetbandes in µm an

mal vorkommen), bleiben sowohl die mechanischen als auch die elektroakustischen Eigenschaften voll erhalten.

Die Schmiegsamkeit eines Magnetbandes wird nicht allein durch die elastischen Eigenschaften der Trägerfolie bestimmt. Von nicht unwesentlichem Einfluß ist auch das zur Anwendung kommende Lackbindemittel für das magnetische Eisenoxyd.

Bei allen von der Agfa hergestellten Bandtypen wird hierfür ein spezieller Polyadditionslack auf der Basis Desmodur-Desmophen nach Patent DP 814 255 verwendet. Das in diesem Bindemittel dispergierte Eisenoxyd ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) wird nach einem in der fotografischen Industrie üblichen Verfahren auf die entsprechend präparierte Polyesterfolie aufgegossen. Dadurch wird ein Höchstmaß an Gleichmäßigkeit der Schichtdicke über Länge und Breite der Bahn gewährleistet. In der Trockenstrecke verdampfen die zur Einstellung einer bestimmten Viskosität der Gießlösung notwendigen Lösungsmittel, und der Zweikomponentenlack kondensiert zu der hochelastischen Magnetschicht aus. Aus dem Zusammenwirken der geschmeidigen, chemisch stabilen Polyesterfolie mit der hochelastischen und trotzdem abriebfesten magnetisch wirksamen Schicht resultiert die gute Schmiegsamkeit der Magnetonbänder „PE 31“ und „PE 41“. Das Bild 1 soll dieses Verhalten demonstrieren. Hier wurden etwa 12 cm lange Bandstücke über einen Bleistift gehängt. Der Abstand der freien Enden – Krümmungsradius am Auflagepunkt – ist ein Maß für die Schmiegsamkeit. Dabei ist zu berücksichtigen, daß das dünnste Band hierbei relativ ungünstig abschneidet, da das Gewicht der frei herunterhängenden Enden bei allen Bandtypen gleich sein sollte. Dieser einfache Versuch, den jeder leicht ausführen kann, dürfte die erwähnten Tatsachen gut veranschaulichen.

Die große Schmiegsamkeit der Polyesterbänder sorgt besonders beim Doppelspielband „PE 41“ auch bei mäßigen Bandzügen für einen innigen Kontakt zwischen

Kopf und Band. Für die Aufzeichnung kleinster Wellenlängen ist außerdem die Schichtoberfläche von ausschlaggebender Bedeutung. Infolge der Anwendung besonderer technologischer Verfahren und einer chemischen Behandlung der Magnetschicht wird eine glatte und gleitfähige Oberfläche erreicht. So ergeben sich im Zusammenwirken mit den magnetischen Eigenschaften des verwendeten Eisenoxides die guten elektroakustischen Eigenschaften. Im Bild 2 sind diese in Abhängigkeit von der Vormagnetisierung i_v dargestellt. Hervorzuheben wären besonders der gute Frequenzgang, der kleine Klirrfaktor und damit die hohe Aussteuerbarkeit, auch bei hohen Frequenzen, sowie das besonders niedrige Rauschen.

Die Erfahrungen, die mit der Polyesterfolie zunächst auf dem Amateurgebiet gesammelt wurden, waren Anlaß für die Entwicklung eines Studiobandes auf Polyesterbasis. Da hier nur freitragende Wickel – also keine Flanschspulen – verwendet werden, mußte für die von Hause aus

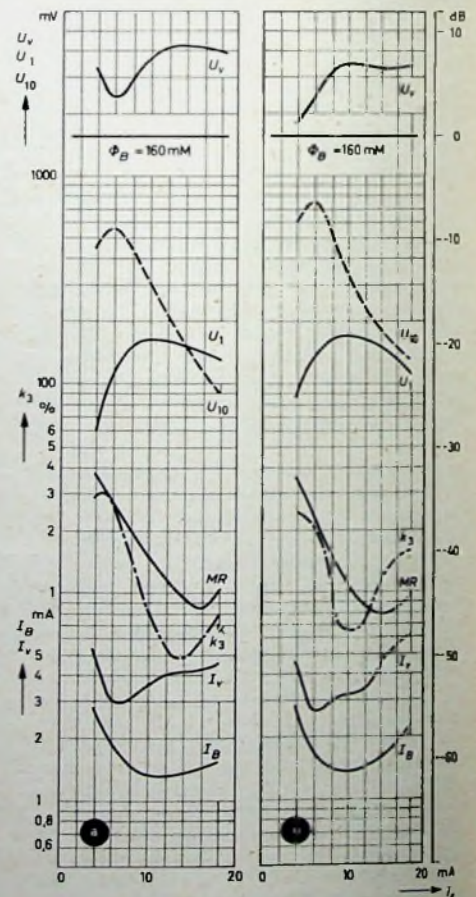


Bild 2. Die elektroakustischen Eigenschaften der PE-Bänder; a) „PE 31“, b) „PE 41“. In Abhängigkeit von der Vormagnetisierung i_v wurden auf einer „M 5“ bei 9,5 cm/s gemessen: U_v = Ausgangsspannung für $k_3 = 5\%$ (Vollaussteuerung), U_1, U_{10} = Ausgangsspannung bei 1 und 10 kHz und konstantem Sprechstrom, k_3 = Klirrfaktor bei Aussteuerung auf Bezugspegel, MR = Gleichfeld-Rauschspannungsabstand (Modulationsrauschen), I_v = Sprechstrom für U_v, I_B = Sprechstrom für Aussteuerung des Magnetbandes auf Bezugspegel (= 25,6 mW/mm)

sehr glatte, 30 μ m starke Polyesterfolie eine geeignete Rückseitenmattierung entwickelt werden. Bei dieser roten Mattierungsschicht wird das gleiche Lackbindemittel wie bei der Magnetschicht verwendet, so daß auch die Mattierung elastisch und abriebfest ist. Damit erreicht man bei den hohen Umspulgeschwindigkeiten der Studiomaschinen völlig einwandfreie flache Wickel.

So entstand der Bandtyp „PER“, dessen elektroakustische Eigenschaften in Abhängigkeit von der Vormagnetisierung im Bild 3 dargestellt sind. Das „PER“-Band entspricht den Rundfunkabnahmebedingungen ebenso wie der Bandtyp „FR 25“, dessen Trägerfolie aus Acetylcellulose (AC-Folie) besteht. Da bei dieser die Rückseitenmattierung bei der Herstellung selbst erzeugt wird, ist die zu beschichtende Oberfläche nicht so glatt wie bei der lochfreien Polyesterfolie. Bei ihr wird die Rückseitenmattierung nachträglich aufgebracht und hat daher keinen nachteiligen Einfluß auf die elektroakustischen Eigenschaften, besonders auf das Ruhe- und Modulationsrauschen, die durch eine chemisch-technische Oberflächenvergütung noch verringert werden konnten.

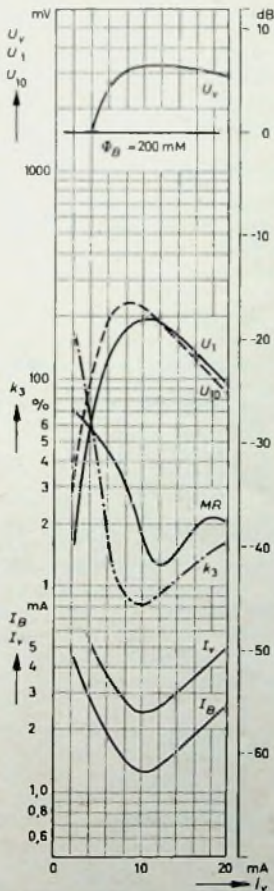


Bild 3. Die elektroakustischen Eigenschaften des „PER“-Bandes in Abhängigkeit von der Vormagnetisierung, gemessen auf „T 9u“ bei 38,1 cm/s. Bedeutung der Bezeichnungen vgl. Bild 2, jedoch U_v für $k_3 = 3\%$ und Bezugspegel = 32 mV/mm

Auch für das „PER“-Band entfällt die Angabe von speziellen Lagerungsbedingungen; das ist für die Archivierung von besonderer Bedeutung.

Schließlich noch ein Wort über die Klebtechnik [4]. Wegen der bekannten Nachteile des Naßklebverfahrens (hoher Zeitaufwand, Verschmutzungsgefahr der Magnetschicht, Versprödung der Klebestellen

usw.) hat sich bereits vor Jahren das sogenannte Trockenklebverfahren sowohl beim Rundfunk als auch beim Amateur durchgesetzt. Bei Verwendung der hierfür von der Agfa entwickelten Klebebänder ist garantiert, daß die mechanischen und elektroakustischen Eigenschaften der PE-Bänder nicht beeinträchtigt werden.

Schrifttum

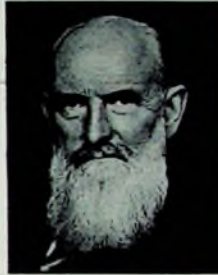
- [1] Bemerkungen zur Konstruktion von Tonbandgeräten. Funkschau Bd. 33 (1961) Nr. 15, S. 383-385

- [2] Krones, F.: Abschnitt „Herstellung und elektroakustische Eigenschaften von Magnetbandspeichern für die Schallaufzeichnung“ im Buch „Technik der Magnet-speicher“, S. 482-483, herausgegeben von F. Winkler. Berlin 1960, Springer-Verlag

- [3] Curry, M.: Die thermische und mechanische Stabilität von Magnettonbändern. Funk-Techn. Bd. 15 (1960) Nr. 9, S. 342 bis 343

- [4] Abeck, W.: Über das Kleben von Tonbändern. Funkschau Bd. 30 (1958) Nr. 16, S. 387

Zum 100. Geburtstag von Robert Bosch



Als Sohn eines bäuerlichen Gastwirtes auf der Rauhen Alb bei Ulm, in Albeck, wurde Robert Bosch geboren - jetzt vor 100 Jahren am 23. 9. 1861. In Ulm besuchte er die Realschule, dann lernte er - wie es heißt, vom Vater ermuntert und selbst ohne große Lust - bei einem „Optikus und Feinmechanikus“. Als fertigen Gesellen packte den Schwaben Wanderlust. Schuckert in Nürnberg, Bergmann und Edison in New York sowie Siemens Brothers in England waren Stationen auf diesem Weg. Dann, vor fast genau 75 Jahren, am 15. 11. 1886, machte sich Robert Bosch in der Heimat selbständig. In Stuttgart eröffnete er die „Werkstätte für Feinmechanik und Elektrotechnik Robert Bosch“. Aus dem Schwachstrominstallateur wurde bald ein Lieferant für elektrisches Kraftfahrzeugzubehör. 1901 etablierte sich der ursprüngliche Handwerksbetrieb als „Elektrotechnische Fabrik Robert Bosch“. Im Lieferprogramm der Firma standen bald neben elektrischem Kraftfahrzeugzubehör Einspritzausrüstungen für Motoren, Elektrowerkzeuge, Haushaltsmaschinen und anderes. Die Vergrößerung der Werksanlagen sowie die Steigerung des Exports hielten Schritt mit der Zunahme der Bedeutung der Produktion für den allgemeinen technischen Standard.

Die Persönlichkeit des Unternehmers Bosch sieht man als wesentlich für den Erfolg seines Unternehmens an. Selbst

war er kaum ein Erfinder, aber ein Mensch mit feinem Sinn für die technische Entwicklung. Für seine Mitarbeiter und Mitmenschen bewies er echtes Sozialempfinden. Erfolgreich hat er sich auch um die materielle Unterstützung der Nachwuchserziehung, der Wissenschaft und besonders der Medizin, der Volksbildung sowie anderer öffentlicher Aufgaben bemüht. Als Firmenchef zeigte er sich immer von der Wichtigkeit der Pflege der Exportbeziehungen überzeugt und war, wie das Ergebnis lehrt, bestrebt, die materielle Basis des Unternehmens bedächtig zu erweitern.

Ein Geselle und ein Lehrling waren seine Helfer am Anfang, 45 Mitarbeiter zählte der Betrieb 1901, 11 Jahre später waren es 4500 und 57 Jahre später bereits über 50 000. Zwischen den beiden letztgenannten Zahlen liegen zwei Weltkriege. Der erste brachte dem Unternehmen einen finanziellen Gewinn, der jedoch, da Robert Bosch nicht am Krieg verdient haben wollte, der Öffentlichkeit gestiftet wurde. In die Zeit des zweiten Weltkrieges fielen 1942 der Tod des 82-jährigen Robert Bosch und bald darauf der Verlust großer Teile der Werkanlagen. Nach dem Krieg gelang jedoch ein rascher Neuaufbau.

Heute schaffen rund 73 000 Mitarbeiter in einigen Dutzend Werken, Verkaufshäusern sowie Tochter- und Beteiligungsgesellschaften im In- und Ausland. Unter anderem setzt sich das Gesamtangebot des Firmenverbandes aus folgenden Warengruppen zusammen: elektrisches Kraftfahrzeugzubehör, Haushaltsgeräte und Elektrowerkzeuge (Bosch), Rundfunk- und Fernsehempfänger (Blaupunkt), Filmprojektoren und Schmalfilmgeräte (Kinobauer), Gasöfen (Junkers & Co.), Antennen sowie Blitz- und elektromedizinische Geräte (Deutsche Elektronik), Fernsehkameras und -studioeinrichtungen (Fernseh GmbH), Batterieladegeräte, Haarschneidemaschinen, Leuchten und elektronische Steuerungen (Eisemann).

ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

bringt im Oktoberheft u. a. folgende Beiträge

Die elektrischen Einrichtungen von Navigationsatelliten und der zugehörigen Empfangsstationen

Messung des Frequenzverhaltens linearer Schaltungen am Analogrechner

Die Kollektorschaltung als Verstärker mit hohem Eingangswiderstand Kanalkapazität des Ohres und optimale Anpassung akustischer Kanäle

Meßmethoden der Kernphysik V

Methoden und Geräte elektronischer Meßtechnik

Halbleiter-Bauelemente auf der Deutschen Rundfunk-, Fernseh- und Phono-Ausstellung Berlin 1961

Angewandte Elektronik · Aus Industrie und Wirtschaft · Persönliches · 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

Tonstudio-Einrichtung ... leider nicht käuflich

Es hieße Eulen nach Athen tragen, wenn man unter dieser Überschrift eine kurze Übersicht über die auf dem deutschen Markt erhältlichen Tonbandgeräte und kleine Tips für Verbesserungen oder sinnvolle Umbauten geben wollte. Das wegen der Vielzahl der Typen verwirrende Angebot, dem sich der Käufer eines Tonbandgerätes bei der Auswahl eines seinen Anforderungen entsprechenden Gerätes gegenübersieht, ist so groß und mittlerweile auch für Fachleute sogar so unübersichtlich geworden, daß man ohne Spezialkenntnisse, zum Beispiel bei der Beratung, nicht auskommt.

Es seien nur einmal die beiden Entzerrungen betrachtet: CCIR- und NARTB-Norm. Soll man den geringen Rauschabstand dem relativ größeren Klirrfaktor vorziehen, oder wie hoch bewertet man überhaupt das Störgeräuschempfinden des Käufers eines Tonbandgerätes? Zu diesem Punkt gehört auch die Diskussion Zweispur- oder Vierspür-Verfahren. Auch darüber wurde schon viel geschrieben, erfreulicherweise übrigens auch von Amateuren, die sich ernsthaft mit diesen Fragen befassen haben. Gerade diese ernsthaften „Tonbandler“ sind es aber, die durch ihre ständige Arbeit mit dem Tonbandgerät der Industrie manchen Vorschlag unterbreiten konnten, der dankbar aufgegriffen und verfolgt wurde. Und eben diesen Tonbandtechnikern auf Amateurebene soll dieser Beitrag gewidmet sein.

In den Prospekten der Hersteller von Tonbandgeräten und Zubehör findet man viel Nützliches und Interessantes. Für jeden Geldbeutel ist darunter etwas zu finden, was in der Studio-Einrichtung des Amateurs noch fehlt. Aber einige Dinge, die nicht zu kaufen sind, sollen hier kurz erwähnt werden.

Beginnen wir bei den Freunden der „Multi-Playback-Aufnahmen“, deren es übrigens nach internen Rundfragen mehr gibt, als die Industrie glaubt. Ihnen fehlt zunächst ein Entzerrerverstärker, der bei Überspielungen von Gerät zu Gerät zwischengeschaltet werden kann. Die Praxis hat gezeigt, daß bei Tonbandgeräten mit CCIR-Entzerrung die Verzerrungen im unteren Frequenzbereich bereits nach mehr als drei Überspielungen so groß werden, daß die Aufnahmen – auch wegen des hohen Rauschpegels – nur noch als unbrauchbar bezeichnet werden können. Bei Geräten mit NARTB-Entzerrung treten die Verzerrungen zunächst im oberen Frequenzbereich auf, das Rauschen dagegen ist erträglich.

Um in gewissen Grenzen bei einigermaßen geschickter Handhabung Korrekturen vornehmen zu können, seien nachstehend zwei Schaltungen genannt, die leicht nachgebaut werden können.

Bild 1 zeigt eine einfache Schaltung mit nur einer Doppeltriode, bei der hinter dem ersten System, das lediglich zur Vorverstärkung dient, der gesamte Frequenzbereich in drei Kanäle aufgeteilt wird. Die Tiefen können von etwa 30...200 Hz, die mittleren Frequenzen von 150...4500 Hz und die Höhen von 3500 bis etwa 12000 Hz geregelt werden. Die Tonfrequenz gelangt über einen 1- μ F-Kondensator von der Anode des ersten Triodensystems zu den Reglern. Der 300-pF-Kondensator läßt in Verbindung mit den 25-k Ω -Widerständen als Belastung nur hohe Frequenzen in das Gitter des zweiten Triodensystems gelangen. Am mittleren Regler ist der gesamte mittlere Frequenzbereich vorhanden, während der mit 25 nF überbrückte dritte Regler nur die tiefen Frequenzen regelt. Die mit den Schleifern in Serie geschalteten Widerstände dienen der Entkopplung. Diese Verstärkeranordnung arbeitet sehr gut. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß bei der Siebung der Anodenspannung nicht gespart werden sollte, ebenso ist daran zu denken, daß die Heizung einseitig zu erden ist. Wegen des geringen Stromverbrauchs läßt sich die

Anodenspannung meistens einem Tonbandgerät entnehmen.

Die Schaltung eines anderen Verstärkers, für den sinngemäß hinsichtlich der Stromversorgung dasselbe gilt wie für diesen Verstärker, zeigt Bild 2. Unter Benutzung dieses Verstärkers wurde vom Verfasser bereits eine 9schichtige Playback-Aufnahme erfolgreich gemacht. Diese Anregung entstammt einer Schaltung von F. Kühn¹⁾. Ihr Vorteil besteht zunächst darin, daß ein Röhren-Mischpult vorgeschaltet ist, das den Anschluß zweier Spannungsquellen mit unterschiedlichem Pegel und Anpassungswiderstand ermöglicht. Über die Entkopplungswiderstände von 100 k Ω im Anodenkreis der ersten ECC 40 gelangt die Tonfrequenz zur ersten RC-Kombination, mit der eine Höhendämpfung vorgenommen werden kann. Der über ein Triodensystem der zweiten ECC 40 nachgeschaltete Tiefenentzerrer arbeitet völlig rückwirkungsfrei. Bei dem ausgeführten Verstärker lag der isoliert verlegte Nullpunkt mit dem Chassis direkt an der EF 40, jedoch muß dieser Punkt zweckmäßigerweise bei jedem Gerät neu bestimmt werden, um Erdschleifen zu vermeiden, die ein störendes Brummen hervorrufen können. Der gemessene Stör-

1) Vielseitige Verstärkergeräte für Tonaufnahme und Wiedergabe, Radio-Praktiker-Bücherei Nr. 8

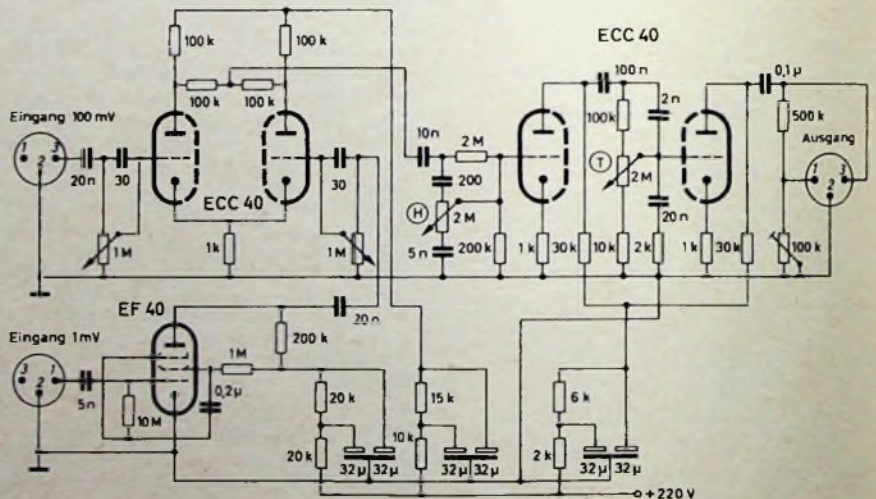


Bild 2. Entzerrerverstärker mit eingebautem Röhren-Mischpult

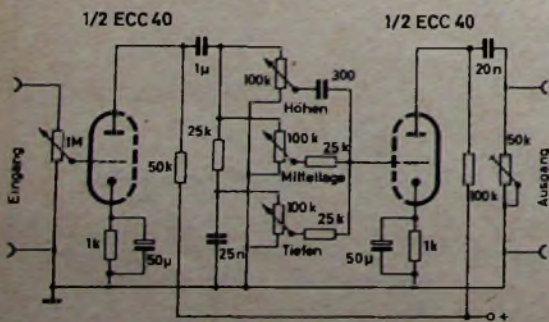


Bild 1. Schaltung eines einfachen Entzerrerverstärkers

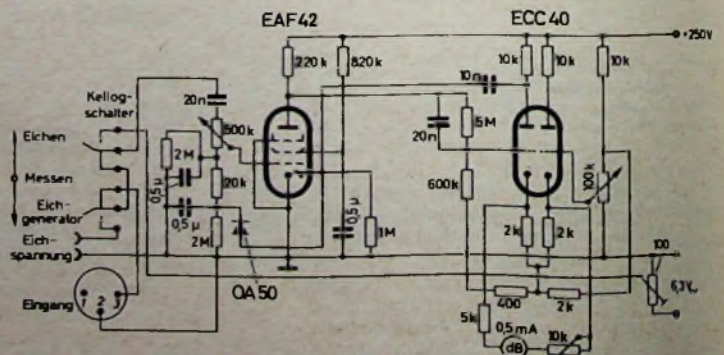


Bild 3. Schaltung eines Aussteuerungsmessers

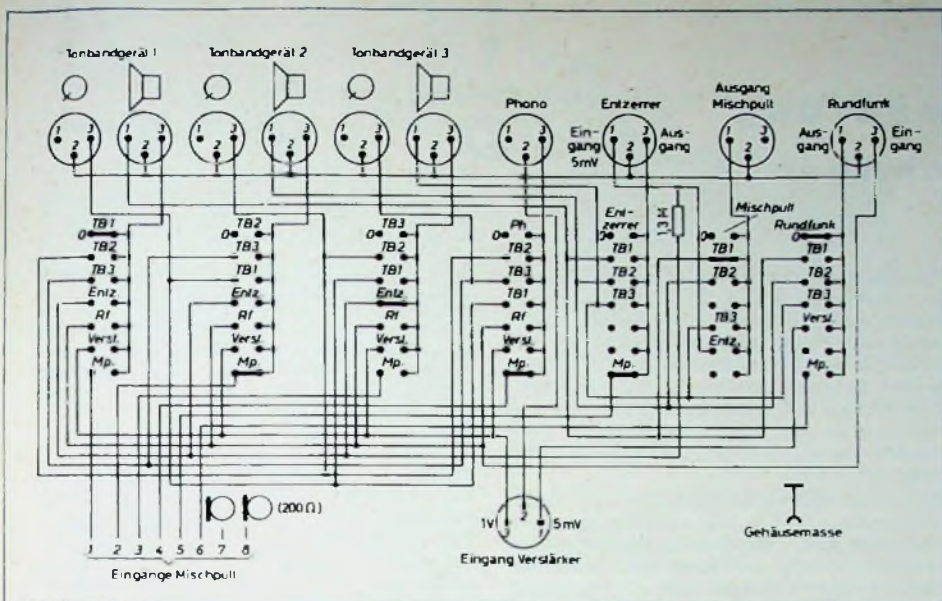


Bild 4. Schaltkombination zur wahlweisen Verbindung von drei Tonbandgeräten, einem Phonogerät, einem Rundfunkempfänger und einem Mischpult

spannungsabstand dieses Entzerrerverstärkers war größer als 60 dB

Ein weiterer Wunsch vieler Amateure ist ein guter Aussteuerungsmesser, dessen Verstärker logarithmisch arbeitet und dessen Anzeigebereich etwa -30 bis +6 dB umfaßt. Es dürfte der Industrie nicht schwerfallen, unter Verwendung eines guten Drehspulmeßwerks ein solches Gerät zu einem Preis unter 80 bis 100 D-Mark herzustellen. Wird Wert auf höchste Genauigkeit gelegt, dann stehen als Anzeigeeinstrumente auch Lichtmarkengeräte zur Verfügung. Von W. Jung (hans²) wurde seinerzeit eine gut durchdachte Schaltung mit den Röhren EAF 42 und ECC 40 veröffentlicht. Bild 3 zeigt die Schaltung. Im nachgebauten Gerät wurde ein 0,5-mA-Instrument benutzt, das bei etwa 80 mm Skalenlänge und 120° Ausschlag trotz des massebehafteten Zeigers eine vorzügliche Genauigkeit hatte. Ein Umschalter im Eingang gestattete es, über je einen einmal eingestellten Spannungsteiler wahlweise die Aussteuerung dreier Tonbandgeräte zu überwachen. Das Magische Auge oder das Magische Band ist in der Anzeige sehr ungenau, und wer einmal den Aussteuerungsmesser benutzt hat, wird sich auf das Magische Auge nicht mehr verlassen.

Als dritte Anregung sei eine Schaltkombination behandelt, die es gestattet, das lästige Umstecken von einem Gerät zum anderen zu vermeiden. Bedingt durch die verschiedenen Eingangsempfindlichkeiten und Impedanzen der Tonbandgeräte, Plattenspieler und Verstärker in Verbindung mit den unterschiedlichen Kontaktanschlüssen der Steckbuchsen, muß man normalerweise eine Reihe von Spezialkabeln anfertigen. Dadurch wird aber das Umstecken noch nicht überflüssig.

Man kann zunächst von der Überlegung ausgehen, daß praktisch jedes Amateur-Tonbandgerät für Netzbetrieb folgende Eingangs- und Ausgangswerte hat: Rundfunk: 5 mV an etwa 100 kOhm; Phono: 150 mV an 1 MOhm; Mikrofon: 2,5 mV an 2 MOhm; Ausgang: etwa 1...1,5 V an etwa 18 kOhm. Sollte kein Phono-Eingang vorhanden sein, so läßt sich dafür der Rundfunk-Eingang benutzen, wenn man für

diesen Eingang einen Serienwiderstand von etwa 1...1,5 MOhm benutzt

Die Standardausrüstung eines Amateur-Studios besteht meistens aus zwei Bandgeräten, einem Plattenspieler, einem Rundfunkempfänger und einem Mischpult. Nimmt man sicherheitshalber auch noch ein drittes Tonbandgerät und einen Entzerrerverstärker hinzu, so ergibt sich ein ziemliches Kabelgewirr, das beim Umstecken nur zu leicht zu Fehlschaltungen führen kann. Auch die Anfertigung eines Kreuzschienenverteilers würde wegen der unterschiedlichen Pegel und Anpassungswiderstände kein übersichtliches Steckfeld ergeben. Man könnte zwar durch Einbau von kostspieligen Übertragern und umfangreichen Festspannungsteilern ähnlich wie beim Rundfunk auf einen Normalpegel kommen, der bei niederohmiger Impedanz manchen Vorteil hätte. Für den Amateur ist das jedoch zu teuer, zumal auch bei Übertragern wegen des Frequenzganges eine gewisse Vorsicht geboten ist.

Die Schaltung im Bild 4 zeigt zunächst die Ausgänge dreier Tonbandgeräte, eines Phonoerätes, eines Rundfunkempfängers, eines Entzerrerverstärkers und eines Mischpultes. Diese sieben Eingänge gehen auf die Mittelkontakte von sieben Stufenaltern mit je sieben Schaltstellungen. Gleichzeitig sind im Bild 4 die entsprechenden Rundfunk- und Phono-Eingänge sowie die Eingänge für den Entzerrerverstärker, das achtkanalige Transistor-Mischpult, den Rundfunkempfänger und den Verstärker gezeichnet. Für die Anschlüsse wurden einheitlich die genormten dreipoligen Diodenbuchsen verwendet, so daß sich alle Geräte unter Verwendung normaler Diodenkabel verbinden lassen.

Im Bild 4 ist die Schaltung für den Fall gezeichnet, daß Tonbandgerät 1 als Aufnahmegerät benutzt wird. Tonbandgerät 2 ist direkt auf das Mischpult geschaltet, während Tonbandgerät 3 über den Entzerrerverstärker mit dem Mischpult verbunden ist. Auch der Plattenspieler ist mit dem Mischpult verbunden. Der Rundfunk-Ausgang steht in Stellung 0.

Als Schalter wurden im Mustergerät Keramik-Ausführungen gewählt, und es wurde ein Typ mit zwei Ebenen benutzt, um große Übersprechdämpfung zu erreichen. Alle Verbindungen sind so kurz

wie möglich ausgeführt, jedoch ungeschirmt frei verlegt. Parallelführungen in weniger als 10 mm Abstand wurden vermieden. Das 1 mm dicke Messingblechgehäuse hat die Abmessungen 350 x 100 x 80 mm. Das Gehäuse läßt sich zusätzlich erden, jedoch war die Erdung im praktischen Betrieb nicht erforderlich. Die Übersprechdämpfung reicht selbst für höchste Ansprüche aus. Zur Markierung der Schalterstellungen wurde auf das Gehäuse eine 3 mm dicke Hartpapierplatte geschraubt, die mit Zeichenkarton beklebt wurde. Die Beschriftung auf dem Zeichenkarton ist zweifarbig ausgeführt und mit einer dünnen Plexiglasscheibe abgedeckt. Zentral aufgestellt, ermöglicht diese Schaltkombination schnellste und fehlerlose Umschaltung. Sollte man sich einmal vergreifen oder einen nichtbenutzten Kanal versehentlich nicht auf 0 gestellt haben, so kann trotzdem nichts passieren.

Zum Schluß noch eine kleine Bitte an die Industrie: Wäre es nicht möglich, einen relativ billigen RC-NF-Generator auf den Markt zu bringen, bei dem es für Amateurzwecke genügen würde, lediglich wahlweise drei oder vier Festfrequenzen mit festem oder regelbarem Ausgangspegel vorzusehen? Mit einem solchen Gerät ließen sich die Tonbandgeräte leicht auf Frequenzgang und Pegelstellung überprüfen, denn nach einem Röhrenwechsel oder bei Umbauten scheidet das Einstellen der Verstärker auf beste Qualität oft nur an dem Fehlen eines solchen RC-Generators. Diese kurzen Ausführungen und Schaltungsbeispiele sollen mit dazu beitragen, dem ernsthaften Tonbandamateure einige Anregungen für den Aufbau seines privaten Tonstudios zu geben.

X. Internationaler Wettbewerb der besten Tonaufnahmen 1961

Auf der Generalversammlung des 4. Kongresses der *Fédération Internationale des Chasseurs de Son (FICS)*, dem Spitzenverband der internationalen Tonjägerverbände, war am 29. 10. 1960 in Amsterdam beschlossen worden, den X. Internationalen Wettbewerb der besten Tonaufnahmen 1961 (IWT) vom 13. bis 16. Oktober 1961 in Berlin durchzuführen. Der Ring der Tonbandfreunde als alleiniger legitimer Vertreter der deutschen Tonbandamateure in der FICS wurde federführend mit der Austragung beauftragt.

Auf dem Programm stehen unter anderem folgende Veranstaltungen:

Donnerstag, 12. 10. 1961

19.00 Uhr Empfang der Teilnehmer durch den Ring der Tonbandfreunde

20.00 Uhr 1. FICS-Meeting im Funkhaus des SFB

Freitag, 13. 10. 1961

9.00 Uhr 2. FICS-Meeting im Funkhaus des SFB

14.00 Uhr Eröffnung des IWT, Arbeitseinteilung, Auswahl der fünf isolierten Aufnahmen

Abends: Gäste-Empfang der Firma Philips

Sonnabend, 14. 10. 1961

8.30 Uhr Abhörung im SFB-Studio

14.00 Uhr Abhörung im SFB-Studio

Sonntag, 15. 10. 1961

9.00 Uhr Abhörung im SFB-Studio

13.30 Uhr Abhörung im SFB-Studio, anschließend Aufstellung der Siegerliste, Bestimmung der Preise

20.00 Uhr Preisverkündung

Für Montag, 16. 10. 1961, sind eine Führung durch die Telefunkt-Tonbandgerätefertigung und ein Empfang vorgesehen.

²) Magnetbandspieler-Selbstbau. Radio-Praktiker-Bücherei Nr. 10/10a

Akustische Fernsteuerung tonbandprogrammiert

Manchen Bastler unter den Tonbandfreunden mag schon der Gedanke beschäftigt haben, seine Fahrzeugmodelle durch ein Tonbandgerät einen bestimmten Kurs, ein „Programm“, fahren zu lassen. Für kürzere Fahrten im Zimmer oder im Freien bietet sich hierbei zur drahtlosen Fernsteuerung die Signalübertragung mittels Schallwellen an; sie benötigt keine Postgenehmigung. Eine solche Anlage zur tonbandprogrammierten akustischen Fernsteuerung wurde von Telefunken als weitere Anwendungsmöglichkeit für Tonbandgeräte zur Funkausstellung Berlin 1961 vorgeführt.

Über Mikrofon und Verstärker empfängt das Fahrzeug die Steuertöne, die durch eine Pfeife oder einen elektrischen Tongenerator erzeugt und gleichzeitig vom Tonbandgerät aufgenommen werden. Setzt man nach beendeter Fahrt das Fahrzeug wieder an seinen Ausgangspunkt zurück und spielt die aufgenommenen Tonsignale wieder ab, so wird das Fahrzeug seinen Kurs beliebig oft von neuem beschreiben.

Programme mit mehreren, auf verschiedene Tonfrequenzen abgestimmten Fahrzeugen. Untermauerung der Programme mit Geräuschkulisse und Rahmenhandlung lassen der Phantasie weiten Raum.

1. Empfängerschaltung

Zwecks einfacher Bedienung wird eine Zweikanalsteuerung verwendet. Der Empfänger enthält zwei getrennte Schmalbandverstärker nach Bild 1, die auf jeweils eine feste Frequenz abgestimmt sind. Besondere Anforderungen an den Empfänger sind geringe Stromaufnahme, kleine Baugröße und geringe Anzahl der Bauelemente.

Um mit einer geringen Anzahl von Verstärkerstufen auszukommen, wurde für alle Transistoren die Emitterschaltung gewählt, die die größte Leistungsverstärkung ergibt. Die transformatorische Kopplung der Stufen untereinander ermöglicht verlustfreie Anpassung und erspart wegen der galvanischen Trennung mittels Kopplungsspulen den Kopplungskondensator.

Sollen Fehlsteuerungen durch normale Geräusche (Sprache, Musik) vermieden werden, dann ist die Frequenz der Steuertöne mit 6 und 7,5 kHz möglichst hoch zu wählen; bei etwa 12 kHz setzt der Frequenzgang des Kristallmikrofons Grenzen. Treten keine besonderen Störgeräusche auf, dann sind wegen der gleichmäßigeren Schallausbreitung im Raum Frequenzen um 1 kHz günstiger.

Als Mikrofon ist ein Kristallmikrofon wegen seines hohen Frequenzbereiches, der hohen Ausgangsspannung, der geringen Baugröße, des geringen Gewichts und seines niedrigen Preises am besten geeignet.

Die Ersatzschaltung eines Kristallmikrofons ist in erster Näherung ein Kondensator von 300 pF ... 3 nF mit einem sehr hochohmigen Parallelwiderstand (10 ... 500 MΩ). Dieser hohe Verlustwiderstand ermöglicht es, das Mikrofon mit einer Spule L 1, L 2 zu einem Resonanzkreis hoher Güte zusammenzuschalten (Q = 135). Im

Resonanzfall findet das Mikrofon nahezu Leerlaufbedingungen vor, während bei höheren oder niedrigeren Tönen die Spannung am Kondensator C 1 bzw. an der Spule L 1, L 2 zusammenbricht. Mittels dieser Eingangsschaltung wird von vornherein eine scharfe Selektion erreicht und vermieden, daß der anschließende Verstärker durch starke resonanzfremde Töne zugeregelt wird.

Die Auskopplungsinduktivität der Resonanzkreisspule L 1, L 2 wurde so gewählt, daß der Kreis durch den Emittor-Basiswiderstand von T 1 (etwa 500 Ω) nur unwesentlich bedämpft wird, aber noch genügend hohe Spannung zur Verfügung steht. Außerdem wurde hierdurch erreicht, daß die Zuleitung vom Mikrofon M zum Verstärker niederohmig wird, so daß sie für elektrische Störungen nicht anfällig ist.

Der Arbeitswiderstand des Eingangstransistors T 1 ist ein weiterer Resonanzkreis L 3, L 4, C 3, dessen Resonanzfrequenz gegenüber dem Eingangskreis um 200 Hz niedriger liegt. Hierdurch wird ein bandfilterartiger Durchlaß des Schmalbandverstärkers mit steilen Flanken (hohe Selektion) bei nicht zu schmalen Durchlaßbereich erreicht. Letzteres ist notwendig, um auch bei Frequenzschwankungen des Steuergenerators (Temperaturgang), Verstimmungen im Empfänger und ferner beim Abspielen eines Steuerbandes auf verschiedenen Tonbandgeräten ausreichende Betriebssicherheit zu gewährleisten. Der Kollektorgleichstrom ist gering genug, um die Vormagnetisierung des Siferit-Spulenkörpers zu vernachlässigen; die Hystereseschleife bleibt zum Nullpunkt symmetrisch. Die Induktivität dieses zweiten Resonanzkreises wirkt gleichzeitig als Primärwicklung für die transformatorische Anpassung des zweiten Transistors. Die Sekundärspule L 5 muß so klein gewählt werden, daß der Kreis nicht unzulässig durch den Transistor T 2 bedämpft wird. Da L 5 vom Kreis galvanisch getrennt ist, kann ein Koppelkondensator entfallen. Der Endtransistor T 3 ist ebenfalls transformatorisch angekoppelt; er arbeitet in C-Betrieb. Die Glättung erfolgt durch C 7. Arbeitswiderstand ist Relais A, das die Rudermaschine steuert.

Eine handelsübliche Rudermaschine, die im Originalzustand bei einem Impuls nach links einschlägt und bei zwei Impulsen nach rechts, wurde so modifiziert, daß sie

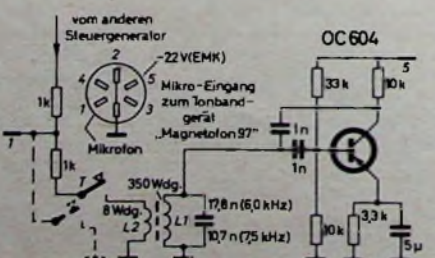


Bild 2. Tongenerator zur akustischen tonbandprogrammierten Fernsteuerung; L 1, L 2 auf Siemens-Siferit-Schalenkern mit Luftspalt und Abgleichkern (Bestell-Nr. „B 65 501/1100 N 22“), AL-Wert = 250, Wicklung CuL-Draht 0,18 mm Ø

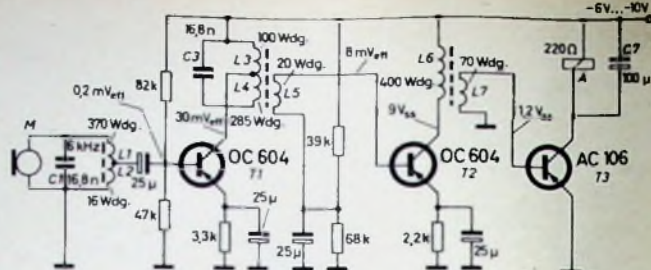


Bild 1. Schaltung der selektiven Transistorverstärker (zweimal vorhanden). A = Siemens-Kammrelais 6 V/225 Ω; M = Kristallmikrofon ≈ 4 mV/μb; L 1, L 2 und L 3, L 4, L 5 auf Siemens-Siferit-Schalenkern mit Luftspalt und Abgleichkern, AL-Wert = 250, Wicklung CuL-Draht 0,18 mm Ø; L 6, L 7 auf Siemens-Siferit-Schalenkern ohne Luftspalt, AL-Wert = 1000, Wicklung CuL-Draht 0,18 mm Ø

nun beim Betätigen des Relais des einen Verstärkers Linkseinschlag und des Relais des anderen Verstärkers Rechteinsschlag ausführt, wodurch die Bedienung erheblich vereinfacht wird. Um Schaltfunken zu vermeiden, mußten die Relaiskontakte mit Löschkondensatoren überbrückt werden.

2. Fahrzeug

Damit das Fahrzeug den Steuertönen genau folgt und später den auf Band festgehaltenen Kurs exakt reproduziert, müssen alle mechanischen Vorgänge bei Antrieb und Lenkung stets in gleicher Zeit und in gleicher Größe erfolgen.

Bei der Lenkung ist zunächst das Lagerpiel aller kinematischen Elemente so gering wie möglich zu halten. Durch Verspannen mit einer Feder kann das Spiel völlig eliminiert werden. Auch die Lagerung der Räder muß weitgehend spielfrei und völlig schlagfrei sein.

Außer Abweichungen durch Spiel in der Lenkung können Kursabweichungen auch durch Unregelmäßigkeiten im Antrieb auftreten. Um eine konstante Fahrtgeschwindigkeit, auch bei schwankender Batteriespannung, zu gewährleisten, wurde im Muster der drehzahlstabilisierte Gleichstrommotor aus dem Telefunken-Diktatgerät „606“ verwendet.

Bei Signal „Stop“ wird der Motor nach Abschalten kurzgeschlossen. Mit dieser Kurzschlußbremse ist der Bremsweg sehr kurz, und damit sind auch die absoluten Bremswegschwankungen geringer.

3. Tongenerator

Zur Erzeugung der Steuertöne kann eine kleine Pfeife verwendet werden. Die Aufnahme auf dem Bandgerät erfolgt dann mit einem Mikrofon, das in der Nähe der Pfeife aufgestellt wird. Bequemer ist es jedoch, die Steuertöne mit einem kleinen elektrischen Tongenerator zu erzeugen. Hierzu eignet sich die LC-Dreipunktschaltung nach Bild 2, die unabhängig von Batteriespannungs- und Temperaturschwankungen ist und deshalb sehr frequenzstabil arbeitet. In Verbindung mit dem „Magneton 97“ ist dieser Oszillator besonders günstig; an der Mikrofonbuchse (Anschluß 5) steht eine Gleichspannung zur Verfügung, die zur Speisung des Transistorsenders verwendet werden kann. Die Tasterung erfolgt über Taste T durch Ankoppeln der Kopplungsspule an den Mikrofoneingang 1. Hat man jedoch zur Taste sehr lange Zuleitungen, dann ist es günstiger, die Kopplungsspule mit dem Mikrofoneingang 1 fest zu verbinden. Die Taste legt man in diesem Fall vom Mikrofoneingang 1 nach Masse, so daß das Tasten durch Kurzschließen und Öffnen des Mikrofoneingangs bewerkstelligt wird. Im ausgetasteten Zustand ist der Eingang vor Störungen völlig sicher.

Volltransistor-Magnettongerät hoher Qualität

Technische Daten

Bandgeschwindigkeit:
19,05 cm/s (11-cm-Spule)
Aufbau in gedruckter Schaltung
Frequenzgang: 50...15000 Hz \pm 2 dB
Fremdspannungsabstand:
(je nach Eingangstransistor) > 45 dB
Regelbare Höhen- und Tiefenentzerrung
Höhen bei 15 kHz: +17...-7 dB
Tiefen bei 60 Hz: +19...-22 dB
(Stellung „geradlinig“:
30...18000 Hz \pm 0,5 dB)
3-Watt-Endstufe ($k_{1\text{ kHz}} \approx 2,5\%$)
Aussteuerungsanzeige mit Instrument
(VU-Meter oder Spitzenspannungsanzeige)
HF-Vormagnetisierung (120 kHz)
Anschlüsse für Rundfunk ($U_{e\text{ max}} = 100\text{ mV}$)
Mikrofon ($U_{e\text{ max}} = 2\text{ mV}$)
Abmessungen: 370 x 240 x 100 mm



Bild 1. Ansicht des Gerätes mit Bedienungselementen

Der Wunsch vieler Amateure ist es, ein Magnettongerät zu besitzen, das bei kleinen Abmessungen, geringem Gewicht und netzunabhängigem Betrieb die Aufnahme und Wiedergabe von Darbietungen mit hoher Qualität erlaubt. Bis vor kurzer Zeit waren solche Geräte nur als röhrenbestückte Geräte zu realisieren, die den Nachteil aufwiesen, einerseits keine genügende Klingfestigkeit zu haben und andererseits eine große Gleichstromleistung aufzunehmen. Diese Nachteile ließen sich durch Einführung der Halbleitertechnik vermeiden. Das anfänglich aufgetretene Rauschen sowie die große Temperaturanfälligkeit können heute ohne Schwierigkeiten beherrscht werden, so daß es gelingt, hochwertige NF-Verstärker mit diesen Bauelementen aufzubauen. Auch ein Frequenzgang bis 20 kHz ist bei richtiger Dimensionierung durchaus zu erreichen.

Beim Aufbau des Verstärkers erwies sich die Anwendung der gedruckten Schaltung als sehr vorteilhaft, da sie sich sehr gedrängt ausführen und als vollständige Baueinheit in das Gerät (Bild 1) einfügen läßt.

Die Schaltung

Die Schaltung (Bild 2) besteht im wesentlichen aus dem Wiedergabeentzerrer (beziehungsweise nach Umschaltung Aufnahmeentzerrer), der Klangregelstufe mit Treiber und Endverstärker und dem HF-Generator. Beim Entwurf des Wiedergabeentzerrers wurde bis auf geringfügige Änderungen eine von Telefunken angegebene Schaltung¹⁾ verwendet und dabei auf die Austauschbarkeit von Transistoren verschiedener Fabrikats besonderer Wert gelegt.

Wiedergabe- und Aufnahmeentzerrer

Die erste Stufe sollte in jedem Fall auf Rauschminimum ausgelegt werden. Das erreicht man zunächst durch Einsetzen eines rauscharmen Transistors. Da die erzeugte Rauschspannung eines Transistors unter anderem eine Funktion des Kollektorstromes ist, muß dieser möglichst klein gehalten werden. Dabei ist zu beachten, daß sich die Rauschspannung aus dem Funkeffekt ($f < 2\text{ kHz}$) und dem Wärmerauschen ($f > 2\text{ kHz}$) zusammensetzt. Das Wärmerauschen erreicht bei etwa 0,2 mA Kollektorstrom eine gewisse Grenze (beim OC 603) und läßt sich bei weiterer Herabsetzung des Kollektorstromes nur in geringem Maße verkleinern. Etwas günstiger sieht es mit dem Funkeffekt aus, jedoch geht bei Strömen unterhalb 0,2 mA auch die Aussteuerfähigkeit zurück, so daß der oben angegebene Wert als optimal bezeichnet werden kann.

¹⁾ Mattfeld, J. D.: Ein Tonbandverstärker mit Transistoren. Funk-Techn. Bd. 16 (1961) Nr. 2, S. 41-44

Um bei den verhältnismäßig kleinen Eingangsimpedanzen von Transistoren eine Spannungsanpassung über den gesamten Frequenzbereich zu gewährleisten, kam nur ein Kombikopf in Spezialausführung in Frage, der zudem noch einen möglichst kleinen ohmschen Widerstand haben sollte. Der für diesen Zweck bisher von der Firma Bogen hergestellte Typ „UK 101“ (30 mH) gab jedoch eine sehr geringe Nutzspannung ab. Man entwickelte daher den Spezialtyp „UK 104“, der bei einer Induktivität von 120 mH eine um +6 dB höhere Spannung liefert. Diese Induktivität kann bei 15 kHz Grenzfrequenz gerade noch zugelassen werden, da der induktive Widerstand bei dieser Frequenz schon bei etwa 11 kOhm liegt.

Wie Versuche ergaben, wird durch die Einführung einer Stromgegenkopplung durch nichtüberbrückten Emitterwiderstand (zur Erhöhung der Eingangsimpedanz) lediglich die Stromverstärkung herabgesetzt, während die Rauschspannung unverändert bleibt. Eine Erhöhung der Dynamik bei Verwendung eines hochinduktiven Kopfes ist also kaum zu verzeichnen, zumal auch die Wirkkomponente des Scheinwiderstandes größer wird, was eine weitere Erhöhung des Rauschens zur Folge hat.

Die in den Stufen T3 und T4 liegenden Basisteilerwiderstände wurden variabel ausgeführt, um bei den teilweise stark streuenden Transistordaten eine exakte Arbeitspunkteinstellung vornehmen zu können. Sehr einfach läßt sich diese Einstellung mit einem Oszillografen durchführen. Infolge des scharfen Kennlinienknicks eines Transistors sind die einsetzenden Verzerrungen besonders gut sichtbar. Diese Verzerrungen müssen bei richtiger Einstellung des Arbeitspunktes an beiden Scheiteln einer vorher auf den Eingang gegebenen Sinusspannung zur gleichen Zeit auftreten. Zu beachten ist, daß wegen der bei Transistoren auftretenden

Rückwirkungen niemals eine Stufe allein gemessen werden sollte. Bei Anschluß einer weiteren Stufe kann sich nämlich der Arbeitspunkt der vorhergehenden Stufe verschieben, so daß in der vorher sorgfältig auf minimalen Klirrfaktor eingestellten Stufe starke Verzerrungen auftreten. Hieraus geht hervor, wie sorgfältig die Arbeitspunkte bei Transistorverstärkern gewählt werden müssen. An der Aussteuerungsgrenze kann bei weiterer Erhöhung des Eingangspegels um etwa 3 dB der Klirrfaktor durchaus auf den zehnfachen Wert ansteigen. Dies ist auch der Grund, weshalb Transistorverstärker immer reichlich überdimensioniert werden sollten. Bei +6 dB Übersteuerung muß der Klirrfaktor immer noch unterhalb der höchstzulässigen Grenze (hier etwa 2%) liegen.

Die für den Betrieb erforderliche Entzerrung erfolgt mittels einer frequenzabhängigen Gegenkopplung zwischen den Stufen T2 und T3. Ein Höhenabgleich kann mit dem Regler R1 sowie durch Verändern des Wertes von C1 erreicht werden. Die Größe von C2 bestimmt die Tiefenentzerrung. In Stellung „Aufnahme“ wird C2 überbrückt, um bis etwa 1 kHz einen geradlinigen Frequenzgang zu erhalten. Der Regler R2 erlaubt in dieser Betriebsstellung einen Abgleich der Aufsprechüberhöhung.

Um bei der Pegelregelung einen Einfluß auf das Gegenkopplungsnetzwerk auszuschalten, wurde der Lautstärkereglers L hinter der dritten Stufe angeordnet. Eine Übersteuerungsgefahr für diese Stufe besteht nicht.

Bei Wiedergabe über einen separaten Verstärker kann an Buchse Bu 2 (Anschluß 3) eine frequenzunabhängige Spannung von etwa 500 mV_{eff} abgenommen werden. Der Anschluß 1 dient der Aufnahme von Rundfunksendungen. Das vor den Eingang geschaltete RC-Glied soll eine Spannungsteilung und gleichzeitig eine Kompensation der im Eingangstransistor auftretenden kapazitiven Komponente bewirken.

Klangregelstufe
Die Klangregelung ist in Stellung W (Wiedergabe) wirksam. Sie erlaubt eine Anpassung an den Frequenzgang des verwendeten Lautsprechers sowie an die akustischen Verhältnisse des Wiedergaberaumes. Da das Netzwerk mit niedriger Quellenimpedanz angesteuert werden muß, wurde ein Transistor T4 in Kollektorschaltung eingefügt. Dieser verhindert gleichzeitig eine Rückwirkung auf die vorhergehende Stufe. Die in diesen Elementen auftretende Grunddämpfung ist sehr erwünscht, da im anderen Fall die Gesamtverstärkung zu groß werden würde und mit dem Pegelregler L nur im ersten Drittel des Regelbereiches gearbeitet werden könnte. Die erreichbare Überhöhung und Absenkung ist im Bild 3 dargestellt.

Vorstufe und Treiberstufe

Der Aussteuerung des Bandes oder der Endstufe dienen die Stufen T6 und T7. Der Treibertransistor TF7 arbeitet dabei auf einen Treibertransformator, der neben der Leistungsanpassung gleichzeitig die Phasendrehung für die Gegentakt-Endstufe übernimmt. Der Arbeitspunkt dieser Stufe wird mit R4 eingestellt. Die opti-

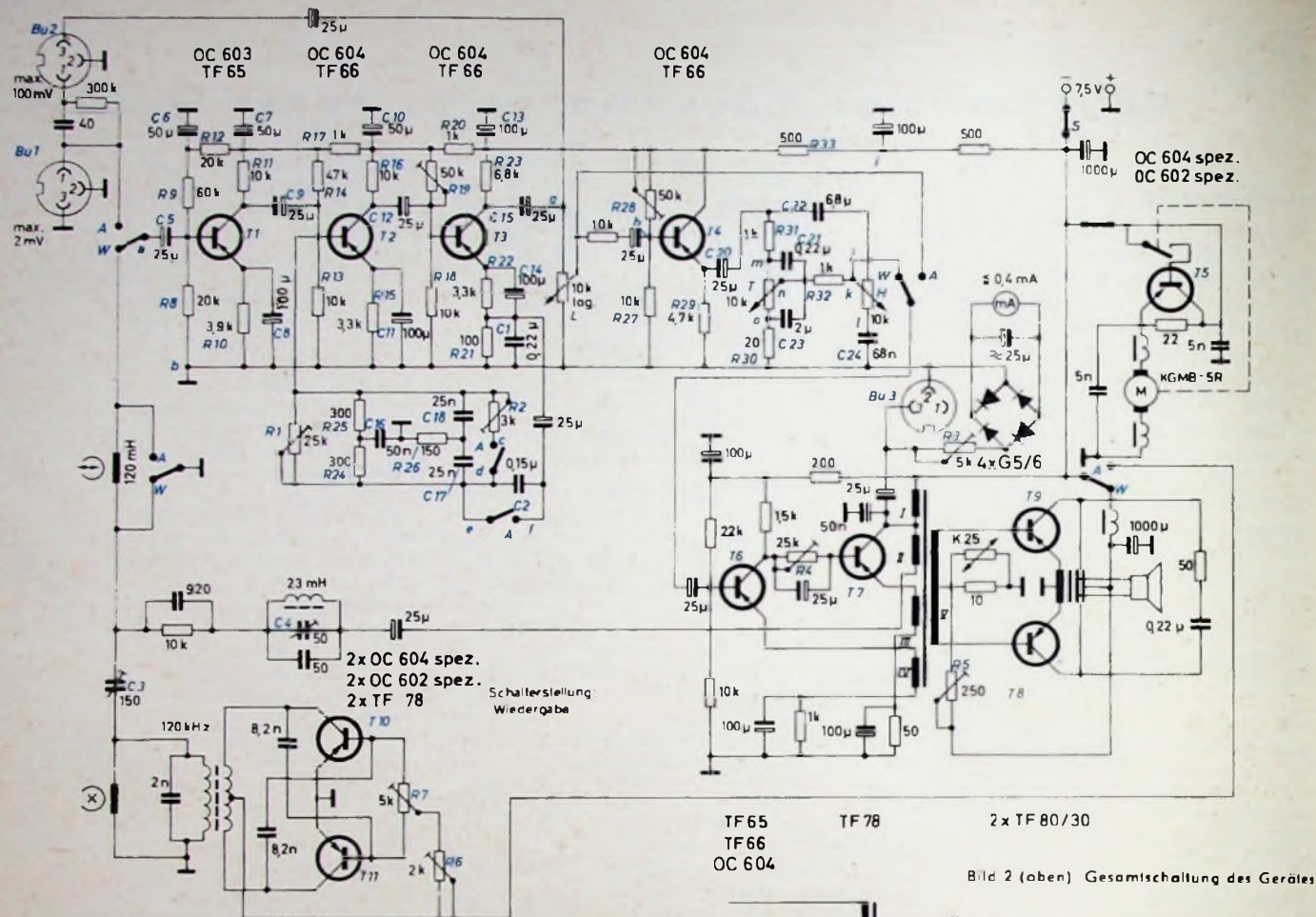


Bild 2 (oben) Gesamtschaltung des Gerätes

Wickeldaten: (a) Ausgangsübertrager, I und II bifilar gewickelt, Kern EI 42 Dyn. Bl. IV x 0,35 wechselseitig geschichtet; (b) Treibertransformator, I bifilar gewickelt, Kern EI 42 Dyn. Bl. IV x 0,35 wechselseitig geschichtet; (c) HF-Generator, Philips-Ferraxcube-Schalenkern „D 25/16-3 B“ oder „S 25/16-3 B“ mit Abgleichstift „P 5 055 11“

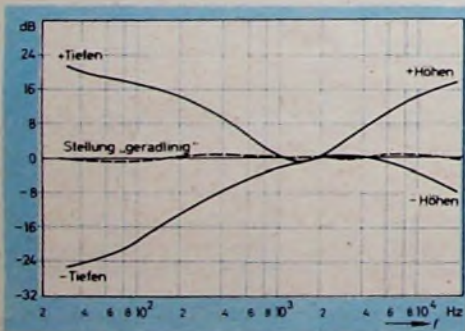
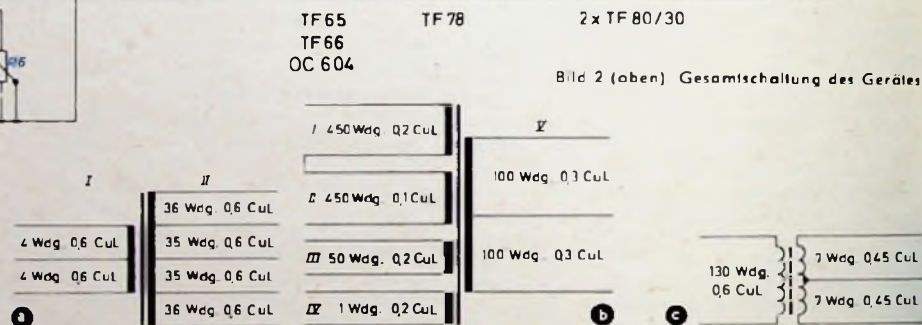


Bild 3. Entzerrkurven des Klangregelnetzwerkes

male Einstellung ist bei etwa 14 mA Emittierstrom erreicht. Da die am Kollektor des Treibers auftretende NF-Spannung für eine Aussteuerung des Bandes auf Bezugspegel bei gegebenem Klirrfaktor unzureichend wäre, mußte die Kollektorstwicklung „aufgestockt“ werden (Wicklung II). Die Wicklungen III und IV sollen eine Gegenkopplung bewirken, die den Klirrfaktor der Vor- und Treiberstufe herabsetzt. Auf phasenrichtigen Anschluß ist zu achten, da sonst der Verstärker ins Schwingen gerät. Bei richtiger Polung muß außerdem die Verstärkung der entsprechenden Stufe heruntergeben.

Aussteuerungsanzeige und Abhörkontrolle

Die Aussteuerungsanzeige sowie die Abhörkontrolle mittels eines Kristallhörers



(Buchse Bu 3) wurden gleichstromfrei an den Kollektor des Treibers gelegt. Infolge der kleinen dynamischen Impedanz ist an dieser Stelle keine Beeinflussung des Pegels, des Klirrfaktors oder des Frequenzganges zu befürchten. Zu beachten ist, daß das Instrument keine Spitzenwerte anzeigt, was bei der Aussteuerung zu berücksichtigen ist. Mit R 3 läßt sich eine Eichung mit Sinus-Dauerton vornehmen. Bei Impulsen treten dann je nach zeitlicher Dauer Fehlanzeigen auf. Besonders Sprache enthält sehr viele Spitzen, weshalb hierbei nie bis zur 0-dB-Marke ausgereuert werden darf. Wird eine rundfunkmäßige Aussteuerung gewünscht, dann kann eine Schaltung nach Bild 4 aufgebaut

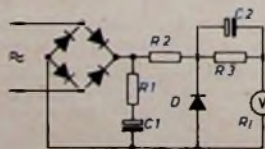


Bild 4. Prinzipschaltung des verbesserten Aussteuerungsmessers

werden. Die Ansprechzeitkonstante wird durch R 3, C 2 beeinflusst. Um den Meßkreis hochohmig auszubilden (R 3 ≥ 20 kOhm), muß ein entsprechend empfindliches Instrument verwendet werden (iVollausschlag ≤ 25 µA). Der Widerstand R 2 (2 ... 5 kOhm) bildet zusammen mit der Diode D einen amplitudenabhängigen Widerstand, der für eine Verzerrung der

Skaleneichung sorgt, um kleinere Pegel noch eindeutig bestimmen zu können²⁾. C 1 (≈ 25 µF) soll für eine Verlangsamung des Zeigerrücklaufs sorgen; R 1 (≈ 1 kOhm) vermeidet eine allzu große Belastung des Gleichrichterkreises. Falls dennoch eine zu starke Belastung des Treibers auftreten sollte, muß eine Trennung durch einen weiteren Transistor (OC 602 spez. oder TF 78) erfolgen.

Endstufe

Die Endstufe des Gerätes ist normal aufgebaut³⁾. Der NTC-Widerstand K 25 ist in unmittelbarer Nähe der Endtransistoren zu montieren, um eine genügende Temperaturkompensation zu erreichen. Mit R 5 läßt sich der Kollektorruhestrom bei der Aussteuerung Null einstellen; er soll bei einem Transistor möglichst nicht unter 40 mA liegen, da sonst bei kleiner Aussteuerung starke Verzerrungen auftreten würden. Eine auf den Ausgangstransformator aufgebrachte Gegenkopplungswicklung sorgt auch hier wieder für einen geringen Gesamtklirrfaktor. Das beide Kollektoren verbindende RC-Glied soll Überlappungsfehler der Transistorkennlinien vermeiden. Um bei hochohmigeren Span-

²⁾ Schmidt, U.: Selbstbau eines Studio-Magnettongerätes. Funk-Techn. Bd. 15 (1960) Nr. 17, S. 624-626

³⁾ Siemens-Druckschrift „Halbleiter, Schaltbeispiele“



Kontrollprobleme – und wie sie gelöst wurden:

Toleranzprüftechnik

Spezialröhren müssen auch unter den ungünstigsten Bedingungen völlig zuverlässig arbeiten.

Kontrollen . . . Kontrollen . . . und immer wieder Kontrollen überwachen deshalb in der Spezialröhrenfertigung des Hauses Siemens jeden einzelnen Arbeitsgang. Umfassende Prüfmethode mußten entwickelt, spezielle Prüfgeräte konstruiert werden, um auch bei der stetigen Miniaturisierung neuer Röhrensysteme für die Zuverlässigkeit jedes einzelnen Teiles garantieren zu können.

Der Schattenprojektor, mit dem die Systeme in 100facher Vergrößerung abgebildet werden, dient genauso der hohen Qualität der Siemens-Spezialröhren wie Prüfmikroskop und Rüttelmaschine. Zusätzlich werden die Röhren einem Probebetrieb von 50 bis 100 Stunden unterzogen, um Frühausfälle zu vermeiden.

Aber die Prüftechnik ist nur eines der vielen Probleme, die bei der Spezialröhrenfertigung gelöst werden mußten. Die Metall-Keramik-Technik ermöglichte die Verringerung der Hochfrequenzverluste, höhere zulässige Betriebstemperaturen, höhere Lebensdauer und größere mechanische Festigkeit. Durch die MK-Kathode ließen sich eine sehr hohe Grenzfrequenz und eine beträchtlich gesteigerte Breitbandverstärkung erreichen.

Für spezielle Aufgaben Siemens-Spezialröhren



B 110

Auf allen Gebieten der Spezialröhrenfertigung haben Entwicklungsingenieure des Hauses Siemens neue Wege gefunden, um der Industrie für jeden Zweck die geeignete Spezialröhre geben zu können.

Überall dort, wo Aufgaben überdurchschnittliche Anforderungen mit sich bringen, bewähren sich die Siemens-Spezialröhren als zuverlässige Bauelemente der modernen Elektronik.

**Senderöhren · Wanderfeldröhren · Klystrons · Scheibentrioden ·
Spezialverstärkerröhren · Weitverkehrsröhren · Hochspannungs-
Gleichrichterröhren und Stromtore · Geiger-Müller-Zählrohre**

nungsquellen (im Mustergerät wurden Pertrix-Trockenbatterien „222“ mit 20 A Kurzschlußstrom verwendet) infolge der stark von der Aussteuerung abhängigen Stromaufnahme keine Rückwirkungen auf die Eingangsstufen zu bekommen, wurde eine Siebung mittels eines LC-Gliedes vorgenommen. Der Gleichstromwiderstand der Induktivität soll nicht größer als 0,5 Ohm sein.

HF-Generator

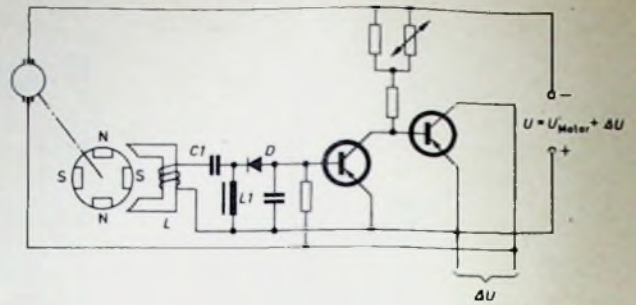
Der HF-Generator, der nur in Stellung „Aufnahme“ (Lauf) eingeschaltet wird, liefert bei einer Oszillatorfrequenz von 120 kHz sowohl den Löschstrom als auch in Parallelspeisung den Vormagnetisierungsstrom für den Aufnahmekepf. Um einen guten Wirkungsgrad und geringes Rauschen zu erreichen, wurde er in Gegentakt-schaltung ausgeführt. Die Bestückung kann sowohl mit $2 \times OC 602$ spez. als auch mit $2 \times TF 78$ erfolgen. Wegen der bedeutend höheren Verlustleistung des TF 78 können diese ohne Kühlung frei in die Schaltung gelötet werden, während der OC 602 spez. unbedingt eine Kühlfläche benötigt. Die Gleichstromaufnahme, die sich mit $R 6$ einstellen läßt, soll etwa 80 mA sein, so daß man mit etwa 450 mW umgesetzter HF-Leistung rechnen kann. Die Rückkopplung erfolgt über die beiden 8,2-nF-Kondensatoren, deren Werte wegen der komplexen Steilheit bei Transistoren möglichst genau eingehalten werden sollten, da sonst eine Phasendrehung von 180° nicht zustande kommen kann. Der Regler $R 7$ dient zur Symmetrierung und muß während der Aufnahme auf Rauschminimum eingestellt werden. Mit dem Trimmer $C 3$ wird ein Vormagnetisierungsstrom von 0,85 mA (beim „UK 104“) eingestellt. Um das Abfließen und das Eindringen von HF in den Verstärker zu vermeiden, wurde in die NF-Zuleitung ein auf 120 kHz abgestimmter Parallelschwingkreis geschaltet. Der Abgleich des Kreises erfolgt mit $C 4$. Als Anzeigeinstrument kann der Aussteuerungsmesser dienen, der bei zugekehrtem Pegelregler L keinen Ausschlag zeigen darf.

Antrieb

Der Antrieb des Bandes erfolgt durch einen Gleichstrom-Kleinstmotor. Ein im Motor untergebrachter Fliehkraftregler sorgt in einem gewissen Bereich für konstante Geschwindigkeit bei Spannungswankungen. Es stehen beispielsweise zwei Motortypen der Firma AEG zur Verfügung: „KGMB-5R“ und „KGMA“. Der „KGMB-5R“ hat ein sehr hohes Drehmoment (10 ... 15 pcm) und damit eine genügende Reserve bei Verwendung von Lagern mit größerer Reibung; nachteilig sind eine entsprechend große Stromaufnahme (200 ... 250 mA) und wegen der Unterbrechung des gesamten Motorstromes durch den Fliehkraftregler sehr schlechte Regeleigenschaften. Allerdings ist bei diesem Typ eine Kontaktentlastung mittels eines Transistors möglich. Ist eine solche vorgesehen, dann muß dies bei der Bestellung angegeben werden. Eine HF-mäßige Entstörung ist durch Aufbringen einiger Ferritperlen auf die Stromführungsleitungen in Verbindung mit einem Kondensator von etwa 5 nF möglich (die Schaltung geht aus Bild 2 hervor).

Beim „KGMA“ wird die Steuerung des Motorstromes im Motor selbst vorgenommen. Eine Kontaktentlastung durch einen Transistor ist hier nicht möglich und auch nicht erforderlich. Wegen des Abtrennens nur einer Lamelle von der Rotorwicklung durch den Regler sind die Regeleigen-

Bild 5. Die elektronische Steuerung des Antriebmotors



schaften ausgezeichnet. Eine Funkenlöschung erfolgt durch einen eingebauten Varistor. Das abgegebene Drehmoment liegt bei einer Stromaufnahme von 100 mA bei etwa 6,5 pcm.

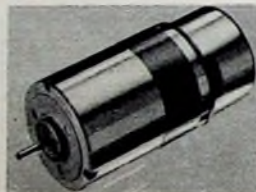
Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß auch eine vollständige elektronische Regelung mittels eines Frequenzgenerators möglich ist. Die Prinzipschaltung zeigt Bild 5. Ein auf die Motorwelle aufgebracht Magnetring induziert in der Spule L eine EMK, deren Frequenz von der Drehzahl des Mo-

tors abhängt. Die Spannung wird nun auf einen Hochpaß gegeben, der so ausgelegt werden muß, daß bei der Nenn Drehzahl auf einer möglichst steilen Flanke gearbeitet wird. Hinter der Gleichrichterdiode D entsteht dann eine frequenzabhängige (das heißt drehzahlabhängige) Gleichspannung, die den Kollektorstrom eines nachfolgenden Transistors steuert. Dieser arbeitet auf einen Leistungstransistor, dessen Kollektor-Emitterstrecke den Motorstrom steuert. (Wird fortgesetzt)

Aus unserem technischen Skizzenbuch

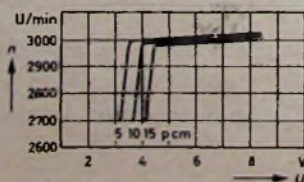
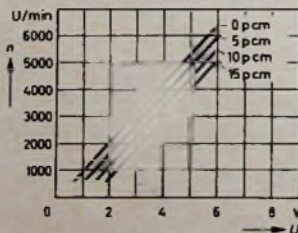
Drehzahl geregelter Gleichstrommotor

Für den Antrieb von batteriebetriebenen elektroakustischen Geräten, zum Beispiel tragbaren Tonbandgeräten, liefert Standard Elektrik Lorenz den Gleichstrommotor „GM 1810 RS“, der mit einem Fliehkraftkontaktregler ausgerüstet ist, der die Drehzahl bei Spannungs- und Laständerungen in weiten Grenzen konstanthält. Sinterbronze-Gleitlager mit einem Ölvorrat für mehr als 3000 Betriebsstunden und



Gleichstrommotor „GM 1810 RS“ für batteriebetriebene Tonbandgeräte

Bürsten, die eine Standzeit von 1000 bis 3000 Betriebsstunden unter normalen Betriebsbedingungen haben, garantieren eine lange Lebensdauer bei wartungsfreiem Betrieb.

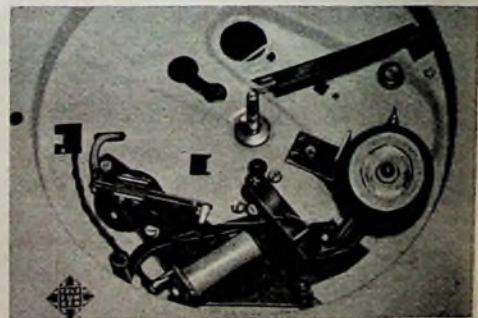


Abhängigkeit der Drehzahl von der Betriebsspannung bei verschiedenen Drehmomenten; oben: bei abgeschaltetem Regler, unten: mit Regler

Um geringe Störspannungen und hohe Kontaktstandzeiten zu erhalten, empfiehlt es sich, den Motor in Verbindung mit einem Schalttransistor zu betreiben. Über die Reglerkontakte fließt dann nur ein sehr niedriger Steuerstrom. Das Betriebsverhalten des Motors bei abgeschaltetem Regler und mit Regler zeigen die nebenstehenden Diagramme.

Phonokoffer mit Schnellstoppeinrichtung

Der Tonband-, besonders aber der Schmalfilmamateur steht oft vor der Aufgabe, bestimmte Teile einer Schallplattenaufnahme silben- oder taktgetreu in eine Bandaufnahme einzublenden. Für diesen Zweck ist der Telefunken-Verstärker-Phonokoffer „Musikus 105 V“ jetzt mit der Schnellstoppeinrichtung „Telestop“ erhältlich, mit der man eine Schallplatte an jeder beliebigen Stelle plötzlich stoppen und dann weiterlaufen lassen kann. Dabei wird ein Zwischenrad durch einen Elektromagneten aus dem Antriebsystem herausgehoben und dadurch die Verbindung zwischen Motor und Plattenteller unter-



Schnellstoppeinrichtung „Telestop“ des „Musikus 105 V“

brochen. Gleichzeitig wirkt eine Bremse auf den Plattenteller ein. Durch sorgfältige Dimensionierung aller mechanisch bewegten Teile wurde dafür gesorgt, daß der Saphir beim plötzlichen Anhalten des Plattentellers nicht aus der Schallrinne springt. Mit einem Kippschalter an einem 3 m langen Anschlusskabel kann der „Telestop“ auch fernbedient werden.

Magnetophonband

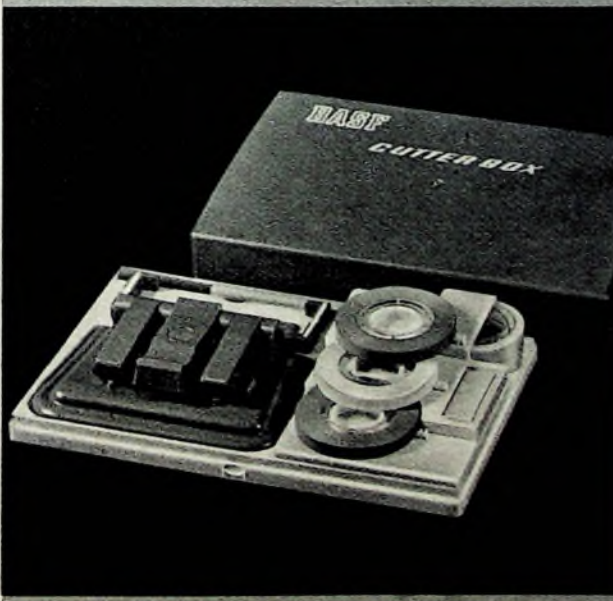
BASF

Die Aufnahme urheberrechtlich geschützter Werke der Musik und Literatur ist nur mit Einwilligung der Urheber bzw. deren Interessenvertretungen und der sonstigen Berechtigten, z. B. GEMA, Bühnenverlage, Verleger, Hersteller von Schallplatten usw., gestattet.



Archiv Box

Ideal für ein übersichtliches und standfestes Bandarchiv. Hergestellt aus schlagfestem Polystyrol der BASF in drei Größen: 13, 15 und 18 cm. Jede Archiv Box - mit einem Langspielband bestückt - kann zwei weitere Bänder aufnehmen. Sondertipp für Schmalfilmer: zwei Fächer für Filmrollen, das dritte für Vertonungsband verwenden.



Cutter Box

Unentbehrlich für jeden Tonbandfreund. Enthält alles Zubehör zum Cuttern in übersichtlicher und handlicher Anordnung.

Inhalt: halbautomatische Klebepresse

10 m Klebeband, 17,8 mm breit

je 25 m grünes, rotes und weißes Vorspannband

50 Schaltstreifen, 15 cm lang

4 Bandklammern

je 25 Spulensteg-Etiketten, grün und rot

2 Neuheiten für den Tonbandfreund

Zeigen Sie Ihren Kunden diese Neuheiten im Schaufenster. Ein praktisches Drahtgestell, das eine Archiv Box 15 cm und eine Cutter Box aufnehmen kann, senden wir Ihnen nach Anforderung sofort kostenlos zu.





Schwanenhals-Richtmikrophon

Dieses erstaunlich preisgünstige Tauchspulen-Mikrophon für hochwertige Aufnahme- und Wiedergabe-Anlagen in akustisch ungünstigen Räumen ist Spitzenklasse. Seinen Namen verdankt dieses elegante und dennoch unauffällige Mikrophon dem Schwanenhals, mit dem es fest verbunden ist. Die Gesamt-Konzeption des MD 408, das zusätzlich mit einem Schalter ausgerüstet wurde, macht es zu einem universellen Richtmikrophon hoher Klangtreue für

**Musikliebhaber und Amateure
Redner und Werbewagen
Ruf- und Kommandoanlagen
Sänger und Tanzkapellen
Rundfunk und Fernsehen**

Die technischen Daten verraten dem Fachmann Hi-Fi-Qualität. Übertragungsbereich 100-14 000 Hz bei leicht ansteigendem außerordentlich gleichmäßig verlaufendem Frequenzgang. Gute Richtwirkung mit mehr als 12 dB Auslöschung. Empfindlichkeit ca. 0,15 mV μ bar. Innenwiderstand ca. 200 Ohm.

SENNHEISER
electronic

BISSENDORF / HANNOVER

Betriebsstundenzähler auf elektrochemischer Grundlage

Zur Zeit ist es üblich, bei elektrischen Geräten die Garantieleistung auf einen Zeitraum, beispielsweise 6 Monate, zu beschränken. Dieses Verfahren hat aber den Nachteil, daß die tatsächliche Betriebszeit des jeweiligen Gerätes nicht berücksichtigt wird. Seit langem besteht daher bei vielen Geräteherstellern der Wunsch, eine Kontrollmöglichkeit über die Zeit zu haben, die ein Gerät, zum Beispiel ein Tonbandgerät, in Betrieb war, um auf diese Weise eine auf die Betriebszeit bezogene Garantie geben zu können. Dafür hat Siemens jetzt einen verhältnismäßig einfachen und preisgünstigen Betriebsstundenzähler entwickelt, der in einem unzerbrechlichen Gehäuse aus Kunststoff eingebaut ist und den Anforderungen einer Betriebszeitkontrolle sehr gut gerecht wird.

Der Zähler arbeitet auf elektrochemischer Grundlage. Die strenge Proportionalität zwischen Stromdurchgang und elektrochemischer Wirkung nach den Faradayschen Ge-



setzen ermöglicht eine Genauigkeit der Anzeige, die für den vorgesehenen Zweck meistens mehr als ausreichend ist. Der Betriebsstundenzähler besteht aus einem kleinen, geschlossenen galvanischen Rad, bei dem die Kupferanode elektrolytisch aufgelöst wird und die Abscheidung des Kupfers auf der Katode ein Maß für die Betriebszeit darstellt.

Das Längenwachstum der Katode hängt von der durch die Zelle fließenden Stromstärke und der Dauer des Stromflusses ab. Die gewünschte maximale Anzeigedauer kann also durch eine passend gewählte Stromstärke eingestellt werden. Zum Beispiel wächst bei 0,8 mA die Katode in 50 Stunden um 1 mm; maximal werden 1000 Stunden angezeigt. Bei 0,4 mA erfolgt eine Längenänderung von 1 mm in 100 Stunden, wobei die maximale Anzeigedauer 2000 Stunden beträgt. Eine eingebaute Stromsperre verhindert, daß nach dem Aufbrauchen des Kupfers der Anode der elektrolytische Prozeß weiterläuft, da dann infolge Druckerhöhung das Gefäß undicht werden und der flüssige Elektrolyt auslaufen könnte.

Der Betriebsstundenzähler ist nur für den Betrieb mit Gleichstrom oder gleichgerichtetem Wechselstrom geeignet, den man einem entsprechenden Stromkreis des zu kontrollierenden Gerätes über einen Vorwiderstand entnimmt. Mit diesem Vorwiderstand wird nicht nur die gewünschte Stromstärke (Anzeigedauer) festgelegt, sondern es werden auch Schwankungen des temperaturabhängigen inneren Widerstandes der Zelle unwirksam gemacht.

Die zulässige Umgebungstemperatur entspricht der anderer Bauelemente, wie Kondensatoren, Widerstände, Transistoren usw. Um temperaturabhängige Volumenänderungen des inkompressiblen flüssigen Elektrolyten aufzunehmen, ist ein Druckausgleich in der Zelle vorhanden. Für den Betriebszustand wird eine Einbaulage mit obenerhöhter Anode (bis 45° Abweichung von der Senkrechten zulässig) empfohlen. Der Zähler hat Anschlußdrähte zum Einlöten in die Schaltung, wodurch ein willkürliches Auswechseln erschwert wird.

SCHALLPLATTEN für den Hi-Fi-Freund

Debussy, La Mer; Ravel, Rhapsodie Espagnole; Debussy, Der Nachmittag eines Faun

Orchestre de la Suisse Romande unter Ernest Ansermet

Das groß angelegte Orchesterwerk „La Mer“ nannte Debussy selbst „Symphonische Skizzen“. Sie sind aber viel mehr: drei Tonbilder von feinsten Klangmalerei, drei bis ins Detail ausgearbeitete Gemälde. In der Art eines mit zartem Pinselstrich gemalten Bildes kommt in dieser Aufnahme die Partitur mit ihren kleinsten Einzelheiten zur Geltung. Welche Nuancierungen im Streicherklang werden hier zum Leben erweckt, und wie atherisch erklingen hier die salistisch eingestreuten Glissandi der Harfen! In einer solchen Durchsichtigkeit vermögen die bunten Klangbilder des reichhaltig besetzten Orchesters nur in Stereo zu stehen. Gleichgültig, ob es der erste Satz „Von der Morgenröte bis zum Mittag auf dem Meer“ oder der zweite mit dem „Spiel der Wagen“ oder das „Zwiesgespräch von Wind und Meer“ im dritten ist, immer bringt die Technik hier das Wallen des Komponisten ebenso wie die kongeniale Interpretation Ansermets in einer Weise zur Geltung, die höchsten Lobes wert ist, zumal die praktisch rauschfreie Platte nichts von den subtilen Klangeindrücken verwischt.

„Der Nachmittag eines Faun“ gilt als das erste selbständige Werk des musikalischen Expressionismus. Zarte Klangarabesken lassen das Spiel der vorüberschwebenden Nymphen fast zur vollendeten Illusion werden, ein Eindruck, der durch die gute Stereo-Aufnahmetechnik unterstützt wird.

Ganz anders die „Rhapsodie Espagnole“. Hier hat Ravel typisch spanische Volksmusik mit den Ausdrucksmöglichkeiten des großen Orchesters festgehalten. In „Prélude à la nuit“ baut sich über ein ständig wiederholtes Thema von vier fallenden Tönen eine Klangimpression von der hereinbrechenden Nacht auf. Voll rhythmischen und instrumentalen Reizes sind die dann folgende „Malgueña“ und die „Habanera“, und in der „Ferea“ klingt dann das Werk mit dem rauschenden Finale eines spanischen Volksfestes aus. Decca SXL 2061 (Stereo)

Liszt, „Mazepa“; Ungarische Fantasie; Ungarische Rhapsodien Nr. 4 und 5

Shura Cherkassky, Klavier; Berliner Philharmoniker unter Herbert von Karajan

Seiner sinfonischen Dichtung „Mazepa“ hat Liszt ein Gedicht Victor Hugos vorangestellt: Der Kosakenhetman Mazepa wird von seinen Gegnern auf ein Raß gebunden,

das mit seiner Last unter einem Peitschenhieb in die Steppe jagt, verfolgt von Schwärmen von Geiern, die auf ihre Beute lauern. Das Raß bricht zusammen, aber zuletzt naht doch noch die Rettung. — Mit dem Peitschenhieb setzt das Orchester ein. Er ist mit dem Fortissimo der Bläser und dem harten Beckenschlag in der Instrumentationslehre ein Musterbeispiel für musikalischen Ausdruck. Wild bewegte Passagen der Streicher, darüber immer wieder das Mazepa-Thema der Posaunen und Bässe als majestätische Melodie, schildern realistisch die wilde Jagd. Wenn das Raß ermattet zusammenbricht (verhauchende Paukenschläge), hört man aus der Ferne des Raumes Trompetenfanfaren, die näherkommen und sich zu einer strahlenden Apotheose des Helden im rhythmisch stark betonten Siegesmarsch erheben.

Die „Ungarische Fantasie“ gibt Cherkassky Gelegenheit, sein vielseitiges virtuosos Können zu zeigen, seien es nun strahlende Läufe mit sauberster Anschlagtechnik, volle Akkorde oder ungarische Melodien voller Sehnsucht. An dieser Aufnahme besticht nicht nur der einwandfreie Klavierklang, sondern ebenso die Art und Weise, wie das Klavier hell und klar gegen das Orchester abgesetzt ist, ohne daß dabei aber der akustische Zusammenhang verlorengeht.

Die vier Aufnahmen dieser Platte zeichnen sich nicht nur durch weiten Frequenzumfang und große Dynamik aus, sondern auch durch eine Raumakustik, die dem Charakter der Kompositionen sehr entgegenkommt. Selbst bei starken Klangmassierungen geht die Durchsichtigkeit nie verloren, aber auch ein verhauchendes Pianissimo der Streicher erklingt, als sähe man in einer der vordersten Reihen eines guten Konzertsalles.

Deutsche Grammophon 138 692 SLPM (Stereo)

Borodin, Palawetzer Tänze aus „Fürst Igor“

Chor und Orchestre Symphonique de la Radiodiffusion Nationale Belge, Brüssel

„Fürst Igor“ ist der Typ der russischen Nationaloper, und die Palawetzer Tänze aus dem 2. Akt mit ihren bewußt orientalischem gefärbten und ekstatischen Harmonien sind eine ihrer Glanznummern. Die vorliegende 17-cm-EP-Platte läßt etwas von diesem Glanz lebendig werden, der den Zuschauer bei jeder Operaufführung immer wieder packt und mitgehen läßt. Wesentlichen Anteil daran haben die gute Stereo-Aufnahmetechnik und die gut ausgeglichene Tonaufzeichnung. Telefunken SUV 408 (Stereo)

VALVO



FERROXCUBE

Schalenkerne, E-Kerne, U-Kerne, Jochringe,

Stift-, Rohr- und Gewindekerne aus

FERROXCUBE 3

Schalenkerne, Antennenstäbe und Formteile aus

FERROXCUBE 4

Platten und Stäbe

für Anwendungen im Mikrowellengebiet aus

FERROXCUBE 5

Ringkerne von 1,3 mm bis 25 mm Durchmesser

für Speicher- und Schaltzwecke aus

FERROXCUBE 6

Stäbe, Ringe, Rahmen

für magnetostruktive Leistungsschwinger aus

FERROXCUBE 7

VALVO GMBH HAMBURG 1



Lorenz-Lautsprecher

Ein Beispiel moderner Stereo-Schallaufnahme • Tristan und Isolde

Wenn in den vergangenen Jahren bei Schallaufnahmen von Werken der Opernliteratur nach die Frage diskutiert worden ist, ob man eine repräsentative Aufführung im Theater mitschneiden solle oder ob einer speziell für die Aufnahme eingerichteten Aufführung der Vorrang zu geben sei, so ist diese Frage zumindest seit kurzem wohl eindeutig zugunsten der Studio-Aufführung entschieden. Die Aufnahme im Studio bietet insbesondere für Stereo so viel mehr Möglichkeiten, daß kaum ein Aufnahmeleiter bereit sein wird, auf diese ihm zusätzlich zur Verfügung stehenden künstlerischen Ausdrucksmittel zu verzichten. Welche Möglichkeiten die moderne Studio-Technik bietet, ist bereits kurz bei der Besprechung der Stereo-Aufnahmen vom „Rheingold“ (Nr. 10/1960, S. 387) und von „Aida“ (Nr. 21/1960, S. 771) erwähnt worden. Nun liegt eine neue Stereo-Aufnahme vor, die inzwischen im In- und Ausland mit Recht als eine bisher kaum erreichte Meisterleistung der Stereo-Aufnahmetechnik bezeichnet worden ist: Wagners „Tristan und Isolde“.

Vor fast genau einem Jahr entstand in den Wiener Sophiensälen diese Decca-Aufnahme mit den Wiener Philharmonikern unter Leitung von Georg Solti und unter Mitwirkung so namhafter Solisten wie Birgit Nilsson (Isolde), Fritz Uhl (Tristan), Regina Resnik (Brangäne), Tom Krause (Kurwenal) und Arnold van Mill (König Marke). „Tristan und Isolde“ ist für die Schallplatten-Wiedergabe besonders geeignet, weil es in diesem Werk gerade das Orchester ist, das die dramatische Handlung weiterträgt, und weil Musik und Dichtung hier eine Einheit bilden und sich gegenseitig ergänzen. Will man den Eindruck, den das Werk bei einer Bühnenaufführung hinterläßt, wiedergeben, dann müssen die dynamischen Proportionen und die räumlichen Vorstellungen richtig angelegt sein. Um den großen Dynamikumfang dem begrenzten Dynamikbereich der Schallplatte anzupassen, bedarf es einer verständnisvollen Zusammenarbeit zwischen Dirigent und Tonmeister und umfangreicher Probearbeit, weil die absolut lautesten Stellen des Werkes, zum Beispiel der Schluß des ersten Aktes, Bezugspegel für die obere Aussteuerungsgrenze sein müssen.



„Stereo“-Bühnenbild des 1. Aktes

Für die Stereo-Aufnahme muß man sich im Geist ein richtiges Bühnenbild vorstellen, um den Solisten und dem Chor die entsprechenden Bewegungen vorschreiben zu können. Das übliche Bühnenbild des 1. Aktes zeigt das Oberdeck des Schiffes etwa als Querschnitt, so daß Isolde's Gemach fast den ganzen Vordergrund einnimmt. Ein solches Bühnenbild ist aber für Stereo indiskutabel, denn wo sollte hier wohl eine akustische Perspektive für den Chor der Matrosen auf dem Achterschiff herkommen. Man wähle deshalb ein Bühnenbild, bei dem das Schiff um etwa 45 Grad geschwenkt ist, so daß jetzt das ganze Oberdeck sichtbar ist. Die Schallaufnahme beweist, welche großartige und klare akustische Perspektive dadurch erreicht worden ist.

Eine andere Szene, die durch zweckmäßigen Einsatz der Aufnahmetechnik bei der Schallplatte besser gelungen ist, als es auf der Bühne möglich wäre, ist die Szene mit den Jagdhörnern am Anfang des 2. Aktes. Die Partitur schreibt hier drei Gruppen von Instrumenten für die sechsstimmige Hornmusik vor. Bei der Aufnahme setzte man 18 Hörner in drei Gruppen ein. Die Hörner haben drei verschiedene, in ihrer Perspektive abgestufte Einsätze: der erste sehr laut und nah, der zweite schon etwas weiter entfernt und der dritte immer mehr verklingend. In der Decca-Aufnahme füllen die Hörner bei ihrem ersten Einsatz die ganze Bühne — die tiefen Hörner von links rufend und ihre Antworten von der Mitte und rechts tönend — und verteilen sich gegen Ende mehr nach rechts. Beim zweiten Einsatz sind die Hörner bereits außer Sicht, und man vernimmt die tiefen Hörner in der Mitte, aber schon sehr entfernt. Beim letzten Einsatz schließlich scheint die Jagd nach rechts weit in der Ferne abgezogen zu sein — eine scharfe Ortung ist nicht mehr möglich. Dieser Teil der Aufnahme ist ein gutes Beispiel dafür, welche Möglichkeiten die Stereo-Technik im Studio gegenüber der Bühnenaufführung bietet, zumal dann, wenn man einzelne Instrumentengruppen in akustisch unterschiedlichen Räumen aufnimmt, um sie dann durch eine gut überlegte Stereo-Polymikrofonie wieder zu einem einheitlichen Ganzen zusammenzumischen.



Schallecke SZ II

Der ideale Hi-Fi-Raumtöner
DM 86,50*



Phoni

der vielseitig verwendbare Kleinlautsprecher
DM 19,50*

Hi-Fi-

Lautsprecher-Baukasten

enthaltend:
1 Tieftonlautsprecher
1 Mitteltonlautsprecher
2 Dyn. Hochtonlautsprecher
mit Zubehör
und Einbauanleitung
DM 98,-*



Lautsprecher für Einbauzwecke

Rundausführungen von 45 bis 300 mm ϕ
Ovaltypen von 36 x 102 bis 180 x 260 mm
Flachlautsprecher in rund und oval

Verlangen Sie bitte Prospekte

* unverbindlicher Richtpreis für den Handel



Standard Elektrik Lorenz AG • Stuttgart



Oben: Zwei Gruppen der Hörner bei der Aufnahme der Jagdszene im 2. Akt



Die dritte Hörner-Gruppe

Und noch ein kleines Beispiel für die besonderen Möglichkeiten, die die Schallaufnahme gegenüber der Bühnenaufnahme hat. Im 3. Akt sitzt der Hirt zwischen den Felsen und hält Ausguck nach Isoldes Schiff. Wenn er das Schiff sichtet, spielt er eine freudige Weise. Hierfür hat Wagner angegeben, daß sie nicht auf dem Englischhorn, sondern auf einer Art Alphorn (Halztrompete) zu blasen ist, das einen ganz anderen Klang hat. Nach langem Suchen entdeckte man im Bayreuther Museum das vom Komponisten geforderte Originalinstrument und konnte es bei dieser Aufnahme einsetzen. Der Bläser stand völlig vom Orchester getrennt



Der Alphorn-Bläser erhält seine Einsätze über das Fernsehgerät und hört durch Kopfhörer die Orchestermusik mit

und erhielt seine Einsätze über einen Fernsehempfänger, der das Bild des Dirigenten zeigte. Die Orchestermusik hörte er bei der Aufnahme über Kopfhörer mit.

Diese „Tristan“-Aufnahme ist unter Einsatz der modernsten und aller nur denkbaren technischen Hilfsmittel entstanden. Ein ausgedehntes Netz von Sprech- und Abhöranlagen ermöglichte die Sprechverständigung der in verschiedenen Räumen sitzenden Mitwirkenden sowie das Abhören einzelner Instrumentengruppen durch den Dirigenten und den Aufnahmeleiter. Wo es nötig war, stellten darüber hinaus Fernsehanlagen die notwendigen Sichtverbindungen her. In umfangreichen Proben fand man die optimalen Mikrofonaufstellungen. Einen kleinen Eindruck von der Probenarbeit gibt die dem Gesamtwerk beigelegte 30-cm-Platte, der man den Titel geben könnte „Die Entstehung einer Oper“. Und doch ist die Technik bei dieser Aufnahme an keiner Stelle Selbstzweck geworden. Sie hat sich ganz in den Dienst des Werkes und seiner Interpreten gestellt. So entstand eine Schallaufnahme von nur selten erlebter Vollendung, nach deren Anhören man geneigt ist, die im Jahre 1914 von Ernest Newman am Ende seines Buches „Wagner as Man and Artist“ gestellte Frage zu bejahen: „... können wir nicht überhaupt auf die Bühne und den sichtbaren Schauspieler verzichten, wobei der äußere Zusammenhang, den die Musik braucht, durch unpersönliche Stimmen geboten wird, die durch einen verdunkelten Zuschauerraum schweben?“ —/h



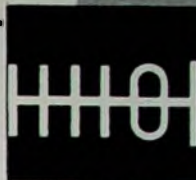
Georg Solti und ein Toningenieur überprüfen den Klang der 18 Jagdhörner

Unten: Die Wiener Philharmoniker unter Georg Solti bei der Aufnahme in den Wiener Saphienälen



ANTENNEN-LEITUNGEN

für UKW-Rundfunk und Fernsehen



TONFREQUENZ-LEITUNGEN

für Elektroakustik, Meßtechnik und Elektronik



HOCHFREQUENZ-KABEL

für Sendeanlagen, insbesondere FLEXWELL-Kabel



DELAX-KABEL

zur Impulsverzögerung



Schreiben Sie uns bitte, welches Gebiet Sie besonders interessiert, und verlangen Sie unsere Druckschrift V 2073

Wir werden Sie gern informieren.



HACKETHAL

**HACKETHAL-DRAHT- UND KABEL-WERKE
AKTIENGESELLSCHAFT · HANNOVER**

Kondensatormikrofon in Transistor-Bauweise

Trotz der Qualitätssteigerung, die bei dynamischen Mikrofonen in den letzten Jahren erreicht wurde, verwendet man für hochwertige NF-Übertragungen und -Aufnahmen auch weiterhin noch Kondensatormikrofone. Der Forderung nach kleineren Abmessungen konnte man durch Verringerung des Kapseldurchmessers und Verkleinerung der Verstärkerelemente entsprechen. Im Zuge dieser Verkleinerung liegt es nahe, den Verstärker durch eine Transistorstufe zu ersetzen. Dadurch würden sich die kompliziert aufgebauten Stromversorgungsgeräte erübrigen, da die Batterie für die Stromversorgung im Verstärker! untergebracht werden kann. In engem Zusammenhang damit steht auch die leichtere Handhabung, da man die Mikrofoneinheit jetzt als selbständigen Generator auffassen und zur Weiterleitung der NF-Spannung normales zweiadriges Mikrofonkabel verwenden kann. Im folgenden soll gezeigt werden, welche Probleme bei der Dimensionierung einer derartigen Transistorschaltung auftreten und wie sie sich lösen lassen.

NF-Schaltung

Die Prinzipschaltung eines in NF-Schaltung arbeitenden Kondensatormikrofons zeigt Bild 1. Die über R_1 vorgespannte Kapsel-

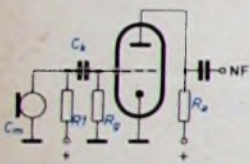
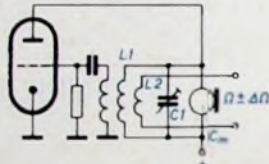


Bild 1. Prinzipschaltung eines Kondensatormikrofons in NF-Schaltung

Bild 2. Prinzipschaltung eines Kondensatormikrofons in HF-Schaltung



kapazität C_m läßt an diesem Widerstand infolge von Ladungsschwankungen eine dem Schalldruck proportionale Wechselspannung entstehen, die über C_k zum Gitter der Verstärkerröhre gelangt. Um C_k als Kurzschluß betrachten zu können, muß sein

1) Im folgenden wird immer von einem Verstärker gesprochen, obgleich hier der Transistor lediglich als HF-Generator arbeitet.

kapazitiver Widerstand bei der unteren Grenzfrequenz f_{11} klein gegen R_k sein. Die dem Gitter zugeführte Wechselspannung ist dann so lange frequenzunabhängig, wie $R_1 \parallel R_k > \frac{1}{\omega_u \cdot C_{11}}$ ist.

da die Parallelschaltung der beiden ohmschen Widerstände einen Nebenschluß zum kapazitiven Widerstand der Kapsel darstellt. Für die untere Grenzfrequenz $f_{11} = 30$ Hz und eine Kapselkapazität von $C_{11} = 80$ pF wird $R_1 = \frac{1}{\omega_u \cdot C_{11}} = \frac{1}{2\pi \cdot 30 \cdot 80 \cdot 10^{-12}} = 66.3$ MOhm. Um die genannte Bedingung zu erfüllen, muß R_k einen Wert von einigen hundert MOhm haben.

Will man die Röhre durch einen Transistor ersetzen, so muß sein Eingangswiderstand in der gleichen Größenordnung liegen. Da sich aber selbst bei optimaler Dimensionierung ein Wert von rund 1 MOhm nicht überschreiten läßt, muß nach einer anderen Lösung gesucht werden.

HF-Schaltung

Eine seit langem bekannte Schaltung ist die HF-Schaltung, deren prinzipieller Aufbau aus Bild 2 hervorgeht. Sie wird vielfach zur direkten Frequenzmodulation von tragbaren Sendern benutzt, da dabei eine besondere Reaktanzstufe nicht erforderlich ist. Als Nachteil wäre zu werten, daß die Kapsel in unmittelbarer Nähe des Resonanzkreises angebracht sein muß.

Die Schaltung arbeitet folgendermaßen: Eine als HF-Generator geschaltete Röhre erzeugt zunächst die Trägerfrequenz Ω , die sich nach der Thomsonschen Schwingungsformel aus der Parallelschaltung von L_1 und C_1 zu $\Omega = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 \cdot C_1}}$ ergibt. Wird diesem

frequenzbestimmenden Kreis eine veränderbare Kapazität C_m (hier die Mikrofonkapsel) parallelgeschaltet, so ändert sich die Trägerfrequenz Ω um $\Delta\Omega$, wenn man die Ruhekapazität C_{11} der Mikrofonkapsel um den Betrag ΔC variiert. Das ist der Fall, wenn die als Membran ausgebildete zweite Elektrode der Kapsel einem Schalldruck ausgesetzt wird. An L_2 tritt dann eine frequenzmodulierte Schwingung $\Omega \pm \Delta\Omega$ auf, wobei man den

DER TON MACHT DIE MUSIK



Dynamic Cardioid Mikrofon TM 35

geradliniger, naturgetreuer Frequenzverlauf, hervorragend für Tanzkapellen

mit Schwannenhals
50 bis 14 000 Hz

Dynamic Studio Mikrofon TM 12

mit Kugel-Charakteristik

geeignet für hochwertige Ela-Anlagen und Tonbandaufnahmen
40 bis 15 000 Hz - 2 db

Super Kristall Mikrofon PM 31

mit Kugel-Charakteristik, für hochwertige Orchester-Übertragungen

zeitlos in der Form
30 bis 12 000 Hz

PEIKER
acoustic

BAD HOMBURG V.D.H.



Maximalwert $\Delta \Omega_{\max}$ als Frequenzhub bezeichnet. Der Frequenzhub wird um so größer, je kleiner das Verhältnis $(C_1 + C_0)/\Delta C$ ist. Auf diese Weise läßt sich also mit größer werdendem C_1 eine Verringerung des Hubes bei gleichzeitiger Herabsetzung der Trägerfrequenz Ω erreichen.

Wird nun die Röhre durch einen Transistor ersetzt, so erhält man einen einfach aufgebauten frequenzmodulierten Sender. Da es sich um Hochfrequenz handelt, die der nachfolgende NF-Verstärker nicht verarbeiten kann, muß die frequenzmodulierte Schwingung zunächst demoduliert werden.

Die Schaltung

Die Gesamtschaltung eines Kondensatormikrofons in HF-Schaltung mit Demodulator zeigt Bild 3. In diesem Zusammenhang soll aber nicht unerwähnt bleiben, daß es sich hier nur um eine von vielen Schaltungsmöglichkeiten handelt. Als Schwingungserzeuger wurde ein HF-Transistor OC 613 (Telefunken) verwendet, der in induktiver Dreipunktschaltung arbeitet. Obwohl die Trägerfrequenz Ω nicht kritisch ist, haben sich 1,5 MHz als opti-

Tab. 1. Wickeldaten für Ü 1

Wicklung	Induktivität [μH]	Windungszahl	Draht
w 1	2	6	0,2 mm CuL
w 2	0,5	3	0,2 mm CuL
w 3, w 6	35	25	0,3 mm CuL
w 4, w 5	0,9	4	0,3 mm CuL

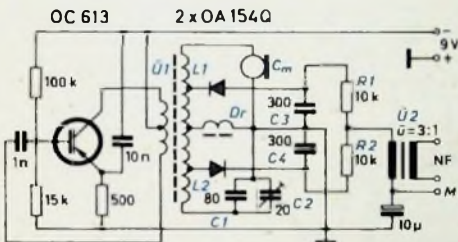


Bild 3. Gesamtschaltung des Kondensatormikrofons in Transistor-Bauweise

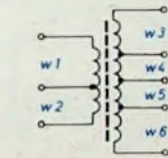


Bild 4. Wickelschema für den Übertrager Ü 1; Kern: Schalenkern „N 23/17 FH“ (Vogel)

maler Wert erwiesen. Die Anordnung besteht aus einer Brückenschaltung, deren Brückenglieder durch L_1 , C_m und L_2 , C_1 , C_2 gebildet werden. Ein Abfließen der Hochfrequenz nach Masse verhindert die Drossel Dr . Ihre Induktivität liegt zwischen 2 und 10 mH. C_3 und C_4 haben die Aufgabe, HF-Reste auszuseiben.

Der Demodulator enthält zwei Dioden OA 154 Q (Telefunken), aber auch die SAF-Dioden DS 160 lieferten gleich gute Resultate. Um eine zu starke Dämpfung der Sekundärkreise zu vermeiden, liegen die Dioden an einer Anzapfung von L_1 beziehungsweise L_2 . Der Anzapfungspunkt wurde empirisch ermittelt. Legt man Wert auf einen großen Rauschabstand, dann müssen die Kennlinien beider Dioden sehr genau übereinstimmen. Auch ein symmetrischer Aufbau der Sekundärwicklung empfiehlt sich. Zum Abgleich auf Rauschminimum wird C_2 so lange verändert, bis ein zwischen den Punkt M und Masse geschaltetes Gleichstromvoltmeter ausreichender Empfindlichkeit keinen Ausschlag mehr anzeigt. Dann ist die Kapazität $C_1 + C_2$ gleich der Ruhekapazität von C_m (im Mustergerät 86 pF). Als Mikrofonkapsel wurde eine Neumann-Nierenkapsel „M 7“ verwendet.

Zwischen R_1 und R_2 kann die NF-Spannung abgenommen werden. Die Impedanz an dieser Stelle von etwa 15 kOhm setzt der Übertrager Ü 2 mit dem Übersetzungsverhältnis $\tilde{u} = 3:1$ auf rund 1,7 kOhm herab. Er muß bei einer unteren Grenzfrequenz von 50 Hz eine primäre Leerlaufinduktivität von etwa 200 H

haben. Der Übertragungsfaktor ist an den Ausgangsklemmen 0,1 mV je μbar . Die Stromaufnahme des Mustergeräts war 4,5 mA bei einer Betriebsspannung von 9 V.

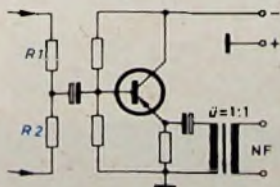


Bild 5. Prinzipieller Aufbau einer zusätzlichen Transistorstufe in Kollektorschaltung

Eine elegantere Lösung für die Impedanzwandlung läßt sich mit einem weiteren Transistor in Kollektorschaltung erreichen (Bild 5). Damit ergibt sich je nach dem verwendeten Transistor ein Übertragungsfaktor von etwa 0,25 mV/ μbar bei einer Ausgangsimpedanz ≤ 500 Ohm. Diese Werte entsprechen etwa denen eines Tauchspulenmikrofons.

U. S.

EM-COLORS

moderne
Meßgeräte



harmonisch in
Farbe und Form

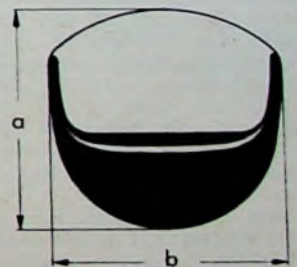
Meßgeräte mit vielen Vorzügen:

Flutlichtgehäuse haben schattenfreie Skalen und erlauben ein müheloses Ablesen auch bei schwacher Beleuchtung.

Größere Skalenbogen, größere Zahlen und größere Zeiger als bei normalen Geräten gleicher Größe.

7 Farben und 3 Größen erleichtern die Wahl für jede Verwendung als Drehspul-Meßgeräte mit oder ohne Gleichrichter, für Strom- und Spannungsmessungen in Gleich- und Wechselstrom.

Maße in mm	a	b
MM 1	44,5	44,5
MM 2	69	69
MM 3	89	89



EM-COLORS

schonen in richtiger Farbkombination das Auge und steigern die Leistung.

EM-COLORS

geben durch die Leuchtkraft ihrer Farben einen vorzüglichen Kontrast zur Frontplatte.

Bitte fordern Sie Angebote an!

GOSSEN Erlangen, Bayern

Tonband-Tastung

Das Arbeiten mit dem Tonbandgerät in der Telefonie-Amateurstation wurde bereits früher an dieser Stelle [1] ausführlich erörtert. Auch im CW-Funkbetrieb hat das Tonbandgerät, in Verbindung mit einem Sendertastgerät, manch interessante Einsatzmöglichkeiten. Zunächst bietet sich das Tonbandgerät als automatisches CQ-Rufgerät an. Hierzu wird eine zusammengeklebte Bandschleife passender Länge oder eine Endlos-Bandkassette benötigt. Der Text wird in Form von tönenden Morsezeichen von etwa 1000...2000 Hz Tonfrequenz aus einem Morseübungsgerät oder sonst einem getasteten NF-Oszillator akustisch über ein Mikrofon oder elektrisch über den Anschluß „Radio“ aufgespielt.

Doch warum das Tonbandgerät nicht weiter ausnutzen? Die verschiedenen in jedem QSO wiederkehrenden Durchgaben, wie zum Beispiel Name, QTH, Sendeleistung usw., kann man alle abrufbereit auf dem Band speichern und dann automatisch über den Sender laufen lassen. Die Automatisierung mit dem Tonbandgerät [2] läßt sich so weit treiben, daß praktisch das ganze QSO von Anfang bis Ende vom Band geliefert wird. In einem üblichen Standard-QSO hat der OP nur wenige Ergänzungen „live“ mit der parallelgeschalteten Handtaste zu geben. Während die Sendung abläuft, hat der OM reichlich Zeit zum Nachschlagen im Callbook und im Atlas, zum Ausfüllen des Logbuches usw.

Sehr beliebt ist es, die Sendung des Funkfreundes auf Band zu nehmen und sie ihm dann später zurückzuspielen. Wenn das Signal des Partners mit genügend großem Störabstand ankommt, ist dies mit der beschriebenen Anlage ebenfalls möglich.

Prinzip der Tastung

Zum Tasten des Senders muß zwischen den Tonbandgeräteausgang und die getastete Senderstufe ein Tastgerät geschaltet werden, das mit den Tonsignalen vom Band den Sender wie eine gewöhnliche Morsetaste öffnet und schließt (A 1-Telegrafie). Hierzu wird eine Art Gittertastung verwendet (Bild 1). An einer negativen Spannung U_1 von rund 200 V liegen die Taströhre $Rö 1$ und der Widerstand $R 1$ (rund 30 kOhm). Im Ruhezustand, wenn der Sender gesperrt ist, erhält die Taströhre keine Vorspannung von außen, ist also leitend. Am Widerstand $R 1$ entstehen rund 150 V, die über $R 4$ an das Gitter der getasteten Senderstufe $Rö 2$ gelangen. Gestastet wird hier bevorzugt die Treiberstufe des Senders. Der Einfluß der Widerstände $R 2$ und $R 3$ (zusammen 350 kOhm) sei zunächst außer acht gelassen.

Legt man nun eine negative Sperrspannung U_2 zwischen Gitter und Katode der

Taströhre, dann wird der Strom über $Rö 1$ Null. Die Spannung an $R 1$ und damit dem Gitterfußpunkt der Senderröhre geht auf den durch die Glieder $R 2$, $R 3$ und $R 1$ bestimmten Betriebswert zurück; der Sender ist geöffnet. Die tastende Gleichspannung U_2 wird durch Gleichrichtung aus dem zuvor verstärkten Tonsignal vom Tonbandgerät beziehungsweise von einem parallelgeschalteten NF-Oszillator gewonnen.

Das vollständige Tastgerät

Das Tastgerät (Bild 2) ist mit den Röhren ECC 83 ($Rö 1 a, b$) als NF-Verstärker und EF 80 ($Rö 2$) als Taströhre bestückt. Der Eingang $E 1$ ist für den Ausgang „Radio“ des Tonbandgerätes und der Eingang $E 2$ für den Anschluß des NF-Oszillators mit

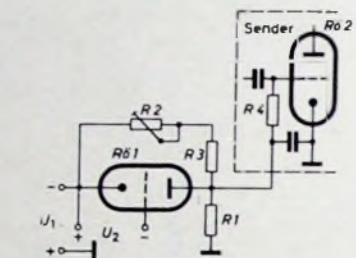


Bild 1. Zum Prinzip der Tonband-Tastung

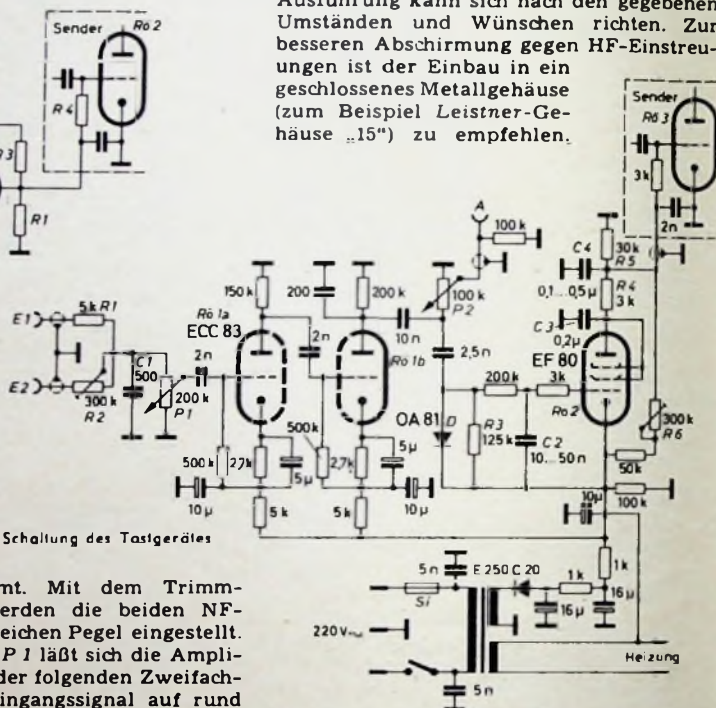


Bild 2. Vollständige Schaltung des Tastgerätes

Handtaste bestimmt. Mit dem Trimmwiderstand $R 2$ werden die beiden NF-Spannungen auf gleichen Pegel eingestellt. Am Potentiometer $P 1$ läßt sich die Amplitude variieren. In der folgenden Zweifachtriode wird das Eingangssignal auf rund 10 V verstärkt. Die Katoden führen negatives Potential; die Anodenwiderstände enden auf Masse. Am Ausgang dieses NF-Verstärkers liegt ein zweites Potentiometer $P 2$, dessen Schleifer mit dem Ausgang A verbunden ist. Hier läßt sich ein Teil der NF-Spannung zum Mithören über einen hochohmigen Hörer oder den NF-Teil des Stationsempfängers abnehmen.

Vor die Taststufe ist eine Gleichrichteranordnung mit der Diode D (OA 81) geschaltet. Beim Eintreffen eines Tonsignales baut sich am Gitter der Taströhre eine negative Spannung gegen Katode auf. Die Amplitude wird an $P 1$ so eingestellt, daß die Röhre völlig gesperrt wird und auch die hinter $R 3$ und $C 2$ noch vorhandenen NF-Reste nicht mehr in den Aussteuerungsbereich fallen. Damit erscheinen anodenseitig keine nennenswerten Tonfrequenzspannungen.

Anode, Brems- und Schirmgitter sind miteinander verbunden und führen über die

Widerstände $R 4$ und $R 5$ nach Masse. Die Gitterspannung für die getastete Stufe im Sender wird an $R 5$ abgenommen. Die Zeitkonstante der ganzen Tastung kann vor allem durch Verändern von $R 3$, $C 2$ und $C 3$, $C 4$ beeinflußt werden. Die angeführten Werte geben eine gute Klick-Entstörung; es sind keinerlei Tastklicks mehr hörbar.

Die Gleichstromversorgung liefert etwa -220 V bei rund 10 mA. Der Heizstromkreis muß einseitig mit der Katode der EF 80 verbunden werden.

Ausführung und Aufbau

Der praktische Aufbau des Gerätes ist wenig kritisch, wenn die grundsätzlichen Gesichtspunkte für die Konstruktion von NF-Geräten berücksichtigt werden. Die Ausführung kann sich nach den gegebenen Umständen und Wünschen richten. Zur besseren Abschirmung gegen HF-Einstreuungen ist der Einbau in ein geschlossenes Metallgehäuse (zum Beispiel Leistner-Gehäuse „15“) zu empfehlen.

Wegen unerwünschter HF-Einkopplungen müssen weiter alle ein- und austretenden Leitungen abgeschirmt und mit kleinen Längsdrosseln und -widerständen und Querkapazitäten versehen werden. Diesem Zweck dienen zum Beispiel auch $R 1$, $C 1$ und $R 2$ im Bild 2.

Für das Tonbandgerät ist eine druckknopfbediente Fernsteuerung (zumindest für die Start-Stop-Taste) anzuraten, mit der sich das Bandgerät bequem starten und stoppen läßt. Im übrigen sollte man die Tips und Ratschläge in der genannten Arbeit zu den verschiedenen Punkten befolgen.

H. Z.

Schrifttum

- [1] Diefenbach, W. W.: Das Tonbandgerät in Amateur-Funkanlagen. Funk-Techn. Bd. 15 (1960) Nr. 10, Seite 381
- [2] Zursträßen, H.: Automatisierter CW-Verkehr mit dem Tonbandgerät. DL-QTC Bd. 32 (1961) Nr. 3, Seite 95-100

Fahre
gut-
und
höre
Becker

becker

autoradio

RIM**- QUALITÄTSVERSTÄRKER
zum Selbstbau und betriebsfertig**

Allzweck-, HiFi- u. Stereo-Vollverstärker zur Beschallung kleiner u. größerer Flächen - Moderne, formschöne Flachgehäuse

WIR STELLEN VOR:

RIM-IMPERATOREin Spitzengerät der
HiFi- und Stereotechnik

Leistung: 2x 20 Watt

Kompletter Bausatz: DM 398,-

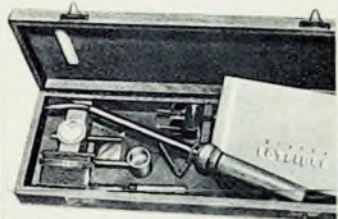
Ausführl. Baumappe: DM 6,-

Betriebsfertig mit 1/2 Jahr Garantie: DM 549,-

**RADIO-RIM**

VERLANGEN SIE BITTE ANGEBOT

MÜNCHEN 15 · Bayerstr. 25



PICO-Combi II

PICO-Combi

Der neue PICO-Combi II zum Löten, Schmelzen, Plastischweißen gehört in Ihre Werkstatt! — Es ist ein besonderes Festgeschenk für anspruchsvolle Amateure.

LÖTRING ABT. 1/18, Berlin-Charlottenburg 2 • Tel.: 34 24 54

Kaufgesuche

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

Ing. Wlfg. Brunner, Kalkheim/Taunus, Im Herrwald 25, kauft Röhren aller Art gegen sofortige Kasse bei schnellster Erledigung und bittet um Ihr Angebot

METALLGEHÄUSEfür
Industrie
und
BastlerPAUL LEISTNER HAMBURG
HAMBURG-ALTONA · CLAUSSTR. 4 · 6**Elkoflex**

Isolierschlauchfabrik

Gewebehaltige, geweblöse und
Glas-eisensilicon-

Isolierschläuche

für die Elektro-,

Radio- und Motorenindustrie

Werk Berlin NW 21, Huttenstr. 41-44

Zweigwerk

Gartenberg / Obb., Rübexahlstr. 663

Verkäufe

Tonbandgeräte und Tonbänder liefern wir preisgünstig. Bitte mehrfarbigen Prospekt anfordern. Neumüller & Co GmbH, München 13, Schraudolphstr. 2/P.2.

Unterricht

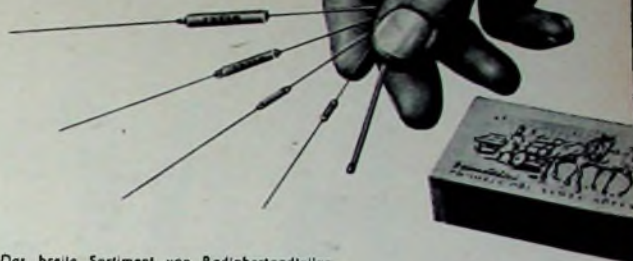
Theoretische Fachkenntnisse in Radio- und Fernstechnik durch Christiani-Fernkurse Radiotechnik und Automation. Je 25 Lehrbriefe mit Aufgabenkorrektur und Abschluszeugnis. 800 Seiten DIN A 4, 2300 Bilder, 350 Formeln und Tabellen. Studienmappe 8 Tage zur Probe mit Rückgaberecht. (Gewünschten Lehrgang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

Ihre
eigene
Funkstation

können Sie sich im Rahmen des anerkerk. Fernlehrgangs „Amateurfunk“ bauen und sich dann mit Menschen in aller Welt per Funk unterhalten. Lizenzfreie Ausbildung! Sie brauchen keine Vorkenntnisse. Int. Freiprospekt durch

Institut für Fernunterricht

Bremen 17, Postfach 7026 Abt. VB 35



Das breite Sortiment von Radiobestandteilen TESLA bildet eine harmonische Kette, die eine verlässliche Funktion der Kreise in den anspruchsvollsten Apparaten und Einrichtungen gewährleistet

**TESLA
BESTANDTEILE**

- Elektrolytische u. Wickelkondensatoren
- Widerstände
- Potentiometer
- Stör Schutz-Kondensatoren
- Bestandteile für die Fernseh- und Transistortechnik
- Röhren

KOVO

PRAHA · TSCHECHOSLOWAKEI Třída Dukelských hrdinů 47

Kontaktschwierigkeiten?

Alle Praktiker kennen die Schwierigkeiten der mangelhaften Kontaktgabe infolge Oxyd- bzw. Sulfidbildung

CRAMOLIN — garantiert unschädlich, da frei von Mineralsäuren, Alkalien und Schwefel, wirksam bis — 35° C — hilft Ihnen und erhöht die Betriebssicherheit elektrischer Geräte.

CRAMOLIN-FL für Reparaturwerkstatt und Betrieb das ideale komb. Reinigungs- und Korrosionsschutz-Pflegemittel, beseitigt unzulässig hohe Übergangswiderstände, Wackelkontakte usw. und verhindert Oxydation an allen Kontaktmetallen.

CRAMOLIN-SPEZIAL für fabrikneue Geräte vorbeugend des Korrosionsschutz-Präparat insbesondere für neu montierte Kontakte aus Silber, Kupfer, Wolfram, Chromnickelstahl, Gold-Leg., Messing usw.

CRAMOLIN-PASTE zur Instandhaltung und Korrosionsschutz von Kontaktwalzen, z. B. an Elektrokarren, Kranen, Kontrollern und allen stromführenden Schaltern.

CRAMOLIT: Spezialfett zum Schutze von Autobatterien und Polen gegen Oxydation und Korrosion.

Alleiniger Hersteller:

R. Schäfer & Co., Chemische Fabrik, Mühlacker

Aus früherer
Tonbandgerätelefertigung
diverse**Normteile
Baulemente
Federsätze**u. a. preisgünstig abzugeben.
Bitte fordern Sie Liste an.SANDER & JANZEN i. L.
Berlin NW 21, Goltzkowskystr. 8

REVERBEO

NACHHALL NACHHALL



Wertvolle Erweiterungen Ihres Philips-Sortiments

Reverbeo = Nachhall. Reverbeo gibt das Klangerlebnis und die Großraum-Akustik internationaler Konzertsäle. Dieser faszinierende Fortschritt macht ein neues Hören möglich. Führen Sie Ihren Kunden die Philips Geräte mit Reverbeo vor. Der Klang überrascht, begeistert! Selten war ein Fortschritt der Rundfunkentwicklung so hörbar wie dieser.

plano = im Stil unserer Zeit. Breite, flache Formen entsprechen dem modernen, internationalen Geschmack. Die gestreckte Philips plano-Linie ermöglicht weit auseinanderliegende Lautsprecher für eine optimale Stereo-Wiedergabe. Informieren Sie sich über das neue Philips-Programm. Es ist so vielseitig, daß Sie bestimmt immer das Richtige anbieten können. Und — Ihre Kunden haben Vertrauen zu Philips.



Fortschritt für alle

....nimm doch **PHILIPS**