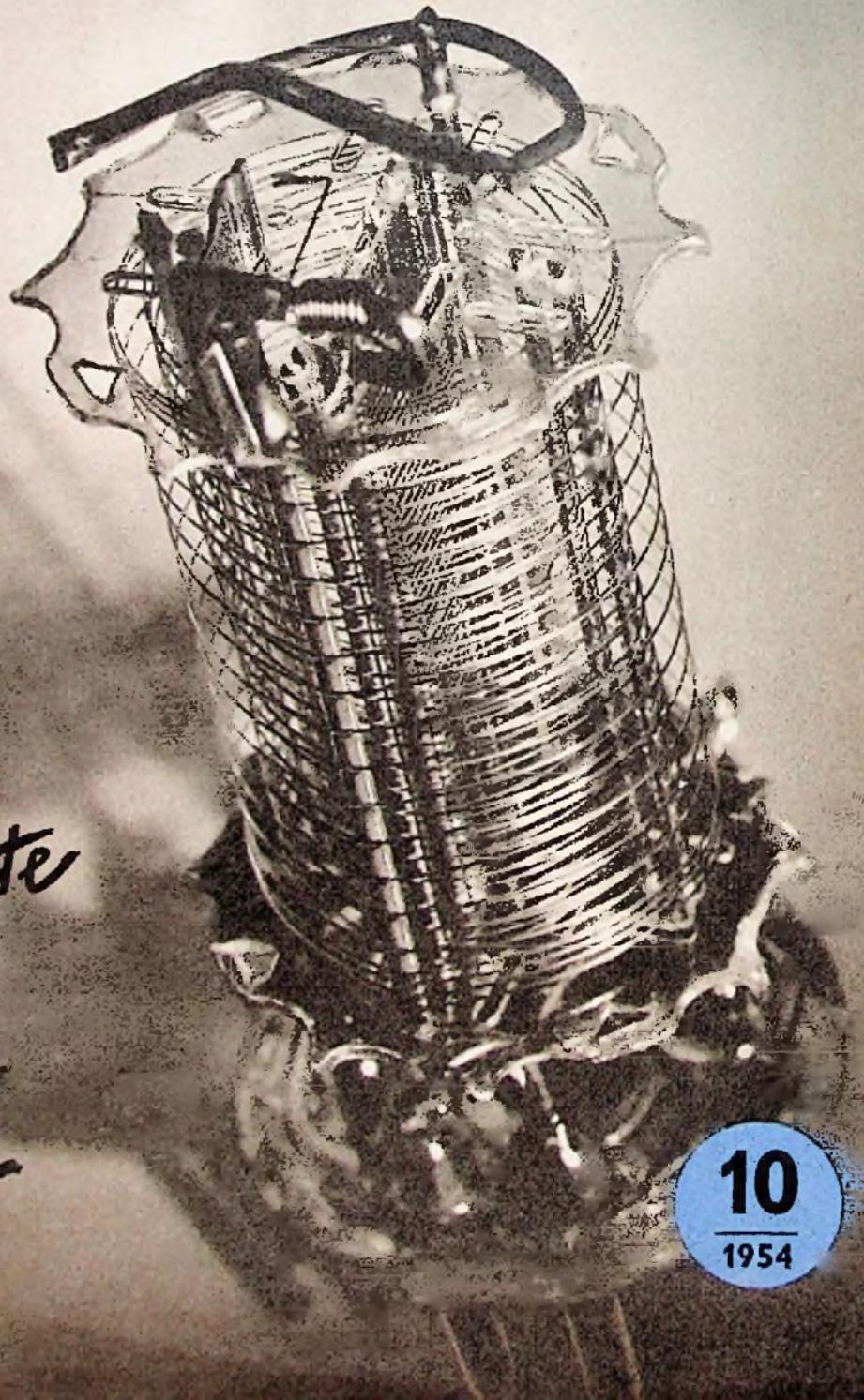


FUNK- TECHNIK • Fernsehen Elektronik



*Erste Berichte
aus
Hannover*

10
1954

**SIEMENS
RADIO**

Qualitäts-Serie
1954

Spezialsuper
DM 245,-

Qualitätssuper
DM 299,-

Großsuper
DM 399,-

Phonosuper
DM 460,-

Luxussuper
DM 499,-

Spitzensuper
DM 680,-



RUF 62

SIEMENS & HALSKE AG
WERNERWERK FÜR RADIOTECHNIK

AUS DEM INHALT

2. MAIHEFT 1954

Funkstörungen — Funkentstörung	261
Berichte von der Deutschen Industrie-Messe Hannover 1954	
Rundfunk- und Fernsehempfänger · UKW- und Fernsehantennen · Funk-Entstörmittel ..	262
Dimensionierung von Ferroxcube-Topfkernen ..	268
Antennen und HF-Kabel beim FS-Empfang ..	271
FT-Kurznachrichten	272
Fernsehempfang an der Grenze des Möglichen	273
Von Sendern und Frequenzen	275
Körperschallmikrofone und ihre Anwendung ..	276
Grid-Dipper mit Umschaltspulen	277
Die ECC 81 als Niederfrequenzröhre in Kas- kodenschaltung	278
Vierbereich-Reisesuper »Allgäu«, Schluß	279
FT-Zeitschriftendienst	
Feldstärken-Meßgerät für Amateursender ...	281
Neue Röhren	283
FT-Briefkasten	283

Beilagen:

- FT-Sammlung: Schaltungstechnik ⑧
- Kaskoden-Eingangsstufe
- FT-Experimente ⑨
- Prüfung von Kondensatoren
- FT-Sammlung: Industriegeräte
- UKW- und Fernsehantennen

Unser Titelbild:

Vergrößerte Aufnahme des inneren Aufbaues der
Batterie-Heptode DK 96 Aufnahme: Telefunken

Aufnahmen vom FT-Labor: Schwahn (22); Zeichnungen vom FT-Labor
nach Angaben der Verfassers: Beumalburg (5), Kartus (14), Ullrich
(11). Seiten 282, 284 bis 286 ohne redaktionellen Teil

Verlag: VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH,
Berlin-Borsigwalde (Westsektor), Eichborndamm 141—167. Telefon:
Sammelnummer 49 23 31 Telegrammschrift: Funktechnik Berlin.
Chefredakteur: Wilhelm Roth, Berlin-Frohnau; Stellvertreter:
Albert Jänicke, Berlin-Spandau. Chefkorrespondent: W. Diefenbach,
Berlin und Kempten Allgäu, Telefon: 20 25, Postfach 229. Verantwortlich
für den Anzeigenteil: Walter Bartsch, Berlin. Nach dem Pressegesetz
in Österreich verantwortlich: Dr. W. Rob, Innsbruck, Schöpfstraße 2.
Postcheckkonten FUNK-TECHNIK: Berlin, PSchA Berlin West Nr.
2493; Frankfurt/Main, PSchA Frankfurt/Main Nr. 25474; Stuttgart,
PSchA Stuttgart Nr. 22740. Bestellungen beim Verlag, bei den Post-
ämtern und beim Buch- und Zeitschriftenhandel. FUNK-TECHNIK
erscheint zweimal monatlich mit Genehmigung der französischen
Militärregierung unter Lizenz Nr. 47 4 d. Der Nachdruck von Beiträgen
ist nicht gestattet. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufge-
nommen werden. Druck: Druckhaus Tempelhof, Berlin.



Chefredakteur: WILHELM ROTH
Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

FUNK-TECHNIK

Fernsehen
Elektronik

Funkstörungen – Funkentstörung

Dem Rundfunkhörer ist es im allgemeinen unbekannt, woher die hier und da immer wieder auftretenden Störungen seines Empfangs rühren. Natürlich ärgert er sich über die Beeinflussungen und macht dann oft zu Unrecht den Hersteller seines Gerätes für das tatsächlich von außen her eindringende Geprassel verantwortlich. Sehr erstaunt ist er meistens, wenn ihm der Fachmann nachweist, daß sein eigenes Heizkissen, der Motor der Bohrmaschine des benachbarten Zahnarztes, das Diathermiegerät von gegenüber oder sogar die elektrische Hausklingel Urheber der Störungen sind. Der HF-Techniker kennt dagegen die vielfältigen Störquellen nur allzu genau. In den verflossenen 30 Jahren hat er deshalb keineswegs untätig auf den Zeitpunkt gewartet, der vielleicht von selber den ungetrübten Empfang der von den Sendern abgestrahlten HF-Schwingungen bringen könnte. Immer wieder erhoben sich Stimmen, die gesetzliche Regelungen gegen ungewollte, den Funk aber sehr beeinträchtigende Störstrahlungen forderten. Aber erst in langer, gemeinsamer Arbeit aller interessierten Gruppen ist es gelungen, den Störungskomplex in seiner großen Bedeutung klar herauszustellen. Das „Gesetz über den Betrieb von Hochfrequenzgeräten“ vom 9. August 1949 und die dazu erlassenen Verwaltungsanweisungen gaben dann endlich den Funkstörungen-Meßdiensten bei den einzelnen Oberpostdirektionen nicht nur beratende Aufgaben, sondern stellten für einige Störgruppen (z. B. für industrielle HF-Generatoren) auch eine gewisse Exekutivgewalt dieser Dienststellen fest. Die an und für sich mögliche Anwendung des Gesetzes auf andere Störer (z. B. Motoren für Arbeits- und Haushaltsgeräte) wird zwar bisher noch nicht in voller Schärfe gehandhabt, jedoch allein schon die Tatsache der vorhandenen Bestimmungen beschleunigte die freiwillige Durchführung von Entstörungsmaßnahmen sowie die Weiterentwicklung der Entstörungsmittel und der für die Durchführung der Entstörung benötigten Meßgeräte.

Ganz ohne werbende Maßnahmen geht es jedoch kaum. Funkentstörung ist notwendig! Funkentstörung — Fortschritt! Das ist der Tenor eines kürzlich auf der Hannoverschen Messe verteilten Falblattes, dem wir unsere Überschriftszeile entlehnt haben. In geschickter Weise wendet sich darin die Post mit der Frage „Wollen Sie Ihre Kunden verärgern?“ an die Hersteller der den Funk störenden Geräte. Im Werk entstörte Erzeugnisse gewinnen das Vertrauen des Kunden, ersparen dem Kunden die höheren Kosten einer nachträglichen Entstörung, schützen die Kunden vor Unannehmlichkeiten mit den Nachbarn und schaffen ein gutes Verkaufsargument... Das sind Schlagworte, die einleuchtend sein müßten. Aber auch die große Öffentlichkeit wird in den einzelnen Oberpostdirektionen zur Zeit durch Merkblätter an die Rundfunkteilnehmer darauf hingewiesen, wie sie dazu beitragen kann, allen einen störungsfreien Empfang zu ermöglichen.

Außer solchen aktiven Entstörungen lassen sich auch von den Besitzern der Rundfunk- und Fernsehgeräte passive Maßnahmen zur Störverminderung ihres Empfangs ergreifen. Einwandfreie, moderne Hochantennen mit abgeschirmter Niederführung, wie sie in vielen Modellen als Einzel- und Gemeinschaftsantennen angeboten werden, verbessern durch ihre große effektive Antennenhöhe die Empfangsfeldstärke und heben weiterhin die Antenne aus dem Störnebel der Umgebung heraus. Wenn dann noch der Netzeingang des Empfängers gegen eventuell von dort eindringende Störungen durch eine Filterkette abgeriegelt wird, ist schon viel gegen die Auswirkung solcher Störungen getan.

Ebenso ist die Ferritstabantenne zum Teil ein passives Hilfsmittel im Kampf gegen Empfangsstörungen. Die Auspeilung

von Störungen mit einer solchen Antenne gelingt zwar oft gut; da ihre effektive Antennenhöhe aber äußerst klein ist, läßt sie sich nicht immer mit der abgeschirmten niedergeführten Hochantenne vergleichen. Ob nun die erst vor wenigen Tagen von einer Firma in Hannover vorgeführte, nach einem anderen Prinzip arbeitende „Antistörungs-Rotor-Antenne“ des Großsupers „Mirakel“ wirklich ein Entstörungswunder ist, muß sich erst in der Praxis zeigen. Die Vorführesultate waren gut; wir haben aber noch zuwenig mit dem Gerät gespielt, um den behaupteten Fortschritt gegenüber der Ferritantenne (keineswegs wohl gegenüber einer Hochantenne) schon jetzt beurteilen zu können.

Natürlich hat der UKW-Bereich im Rundfunk neben den Vorzügen einer größeren Wellenfreiheit und der guten Tonqualität eine bedeutende Verbesserung der Empfangsverhältnisse gebracht. Das ist aber nicht der ultrakurzen Welle, sondern vielmehr der verwendeten Frequenzmodulation zu verdanken. Da die meisten Störungen amplitudenmoduliert sind, treten sie im UKW-Empfänger mit guter Amplitudenbegrenzung erst gar nicht in Erscheinung. Bei Maschinen und Geräten ist im übrigen (energiemäßig gesehen) der KW- und UKW-Anteil des breiten Störbandes gering. Eins ist aber auch bei UKW sehr unangenehm: Die funkende Autozündkerze strahlt in diesem Bereich erhebliche Störenergien ab. Nicht nur über das amplitudenmodulierte Bild des Fernsehempfängers schneien dann in schlechten Empfangslagen die Störpunkte, sondern die Beeinflussungen machen sich selbst im frequenzmodulierten UKW-Rundfunk bemerkbar. Es sei zugegeben, daß sich mit besonders aufgebauten Empfangsantennen manchmal solche Störungen ausblenden lassen. Auch hat die Industrie gute Entstörungsmittel für den UKW-Bereich entwickelt. Ferner scheint der Autobesitzer heute mehr denn je geneigt, seinen Wagen entstören zu lassen. Anreiz dazu ist nicht so sehr das Mitleid mit den Besitzern von Rundfunk- und Fernsehempfängern unter den Anliegern längs der Fahrstraße, sondern vielmehr die UKW-Taste im eigenen, neuen Autoempfänger. Noch besser wäre es aber, wenn sich die Autoindustrie geschlossen zu einer fabrikmäßigen Entstörung aller neuen Kraftfahrzeuge entschließen würde. Die starke Preiskonkurrenz zwingt zwar überall zur schärfsten Kalkulation der Gestehungskosten, in einer Fließbandfertigung lassen sich aber die zusätzlichen Aufwendungen auf einen Bruchteil gegenüber einer nachträglichen Entstörung herabsetzen. Alle Gespräche in dieser Richtung sind leider bisher, trotz guter Ansätze, immer wieder im Sande verlaufen. Früher vorgebrachte technische Bedenken, die sich auf die Verminderung der Zündspannung bei bedämpften Zündkerzen bezogen, können heute nicht mehr so sehr im Vordergrund stehen. Bei der stark zunehmenden Verdichtung des Kraftverkehrs und der erhofften schnellen Entwicklung des Fernsehens dürfte eine baldige Verabredung zweckmäßig und notwendig sein.

In jüngster Zeit wiesen die Rundfunkanstalten noch darauf hin, daß verschiedentlich die Maßnahmen an auf dem Markt befindlichen UKW- und Fernsehempfängern zur Unterdrückung der Oszillatorstrahlung nicht ausreichen. Für den ungestörten Fernsehempfang benachbarter Empfänger würde hierdurch eine ernste Gefahr eintreten. Die Industrie ist aber unseres Erachtens aus eigenem Interesse ernsthaft bemüht, die empfohlenen Bedingungen einzuhalten, um die Verkaufsmöglichkeiten ihrer Geräte nicht selbst einzuschränken. Bei den FS-Empfängern kann hier auch die erstrebte Normung richtig gewählter Oszillatorfrequenzen fördernd wirken. JÄ:

Berichte von der Deutschen Rundfunk- und Fernsehempfänger · UKW-



Der Mannesmann-Turm auf dem Freigelände der Messe mit aufgesetzter UKW-Sprechfunkantenne

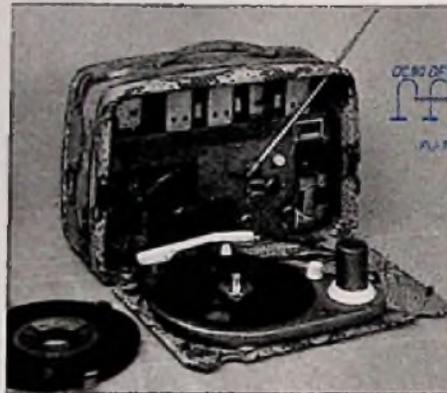
Das große Gebiet der Hochfrequenztechnik war in Hannover sehr stark vertreten. Nicht nur Rundfunk-, Fernseh- und Phonogeräte standen im Vordergrund des allgemeinen Interesses, sondern auch die Meßtechnik, der kommerzielle Funk, die Elektrotechnik und die Elektronik beherrschten auf vielen Ständen das Bild. Dieser erste Bericht gibt einen gedrängten Überblick über die vorgeführten Neuheiten an Rundfunk- und Fernsehempfängern, UKW- und Fernsehantennen sowie über Entstörmittel. Wegen der großen Zahl der gezeigten Typen muß auf die Besprechung bekannter und bereits in früheren Heften der FUNK-TECHNIK behandelte Geräte verzichtet werden.

Etwas mehr als ein Dutzend Empfängerbauwerke stellten auf der Deutschen Industriemesse Hannover neue oder verbesserte Reisesuper, Heimempfänger, Phonokombinationen, Musiktuben und Fernsehempfänger vor. Am Angebot beteiligten sich die Firmen:

- Akkord-Radio, Offenbach am Main
- Max Braun, Frankfurt am Main
- Continental Rundfunk GmbH, Osterode (Harz)
- Deutsche Philips GmbH, Hamburg
- Grundig Radio Werke GmbH, Fürth
- Kaiser Werke, Kenzingen i. Br.
- Kötting Radio Werke, GmbH, Grassau (Chiemgau)
- W. Krellt AG, Gevelsberg i. W.
- Powerphon Werner & Rötger, Berlin SO 36
- Saba-Werke, Villingen (Schwarzwald)
- Siemens & Halske AG, Wernerwerk für Radiotechnik, Karlsruhe
- Südlunk-Werk, Stuttgart
- Tekade, Nürnberg
- Teletunken GmbH, Hannover
- Tantlunk GmbH, Karlsruhe
- Velophon-Verkaufsgesellschaft, Berlin W 15

Reisesuper und Speziallampfänger

In unserem Beitrag „Moderne Reisesuper“ (FUNK-TECHNIK, Bd. 9 [1954], H. 8, S. 200) kündigten wir verschiedene Ergänzungen des Reisesuper-Programms einiger Firmen an. Auf der Industriemesse starteten nun zahlreiche Hersteller die schon erwarteten Ergänzungstypen. Der neue Phonosuper „Picknick“ von Akkord-Radio enthält den bereits besprochenen 10/6-Kreis-6-Röhren-Super „Offenbach U 54“ in Kombination mit einem an der herausklappbaren Rückwand eingebauten Plattenspieler für 17-cm-Platten, 45 Umdrehungen/min. und hochwertigem Kristall-Tonabnehmer („Ronette“-Kristallsystem, Auflagegewicht

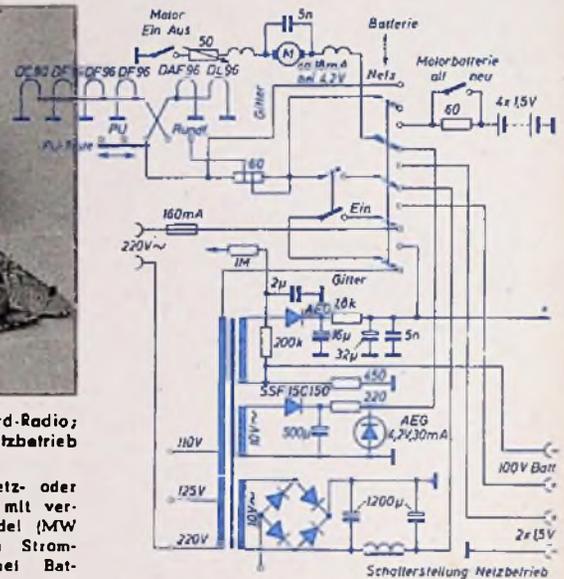


Koffer-Phonosuper „Picknick“ von Akkord-Radio; rechts: Umschaltung von Batterie- auf Netzbetrieb

etwa 8 Gramm). Das Gerät ist für Netz- oder Batteriebetrieb verwendbar und kommt mit verschiedenen Wellenbereichen in den Handel (MW und UKW oder MW und LW). Als Stromquelle für den Phonoteil dienen bei Batteriebetrieb vier Monozellen (Laufzeit etwa 140 Stunden oder 2100 Plattenseiten). Der von Akkord-Radio entwickelte Spezialmotor läuft mit 4500 U/min und garantiert durch eine große Schwungmasse (500 g) guten Gleichlauf. Dadurch sind Tonhöhenchwankungen praktisch unhörbar. Bei Netzbetrieb gleicht eine elektrische Spannungsregelung Netzspannungsänderungen aus. Zu diesem Zweck liegt parallel zum Siebkreis für die

Motorspannung eine Gleichrichterkombination (AEG), die selbst bei $\pm 15\%$ Netzspannungsänderung die Drehzahl des Motors konstant hält. Für die Einstellung der Solldrehzahl ist ein Regelwiderstand vorhanden. Ferner liegt bei Batteriebetrieb im Motorkreis noch ein Vorschaltwiderstand von 60 Ohm, der bei abfallender Klemmenspannung durch einen Schalter „Motorbatterie neu oder alt“ überbrückt werden kann.

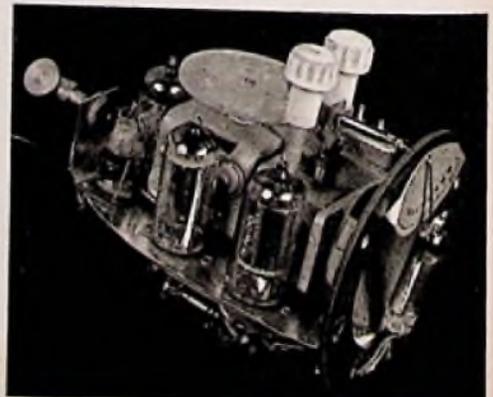
Durch geschmackvolle Ausstattung im internationalen Gehäusestil zeichnet sich der neue Braun-Reisesuper „Exporter“ aus. Er ist ein 6-Kreis-4-Röhren-Super mit eingebauten Batterien für MW, der mit Hilfe eines als praktischen Untersatz



Links: Fahrradempfänger „Velophon“. Oben: Fahrradempfänger „Powerphon 109“; rechts: Chassisansicht des „Powerphon 109“

ausgebildeten Netztesles auch aus dem Netz betrieben werden kann. Die Batterien können bei Netzbetrieb im Gerät verbleiben. Die Verbindung mit dem Netzgerät stellt eine praktische Steckverbindung her. Eine Abschaltung des Batteriesatzes findet bei Netzbetrieb nicht statt. Batterien und Netzteil sind parallel geschaltet. Der zweckmäßige Innenaufbau zeigt eine sinnvolle Raumnutzung. Ein weiterer Vorzug ist die günstige Lebensdauer des Batteriesatzes (etwa 78 Betriebsstunden für die Anodenbatterie, etwa 22 Betriebsstunden für die Heizbatterie).

Für das Fahrrad ist die „Velophon“-Anlage der Velophon-Verk.-Ges. bestimmt. Sie besteht aus einem 4-Röhren-6-Kreis-Super (Röhren: DK 92, DF 81, DAF 91, DL 94) für MW, der in einem Metallzylinder von 65 mm Durchmesser und 150 mm Länge untergebracht ist. Diese Gehäuseform kann man leicht mit Hilfe von zwei Schellen am Rah-



Industrie-Messe Hannover

und Fernsehantennen • Funk-Entstörmittel



men befestigen. Der Lautsprecher verzichtet auf eine Schallwand. Das permanent-dynamische Kleinsystem ist in einem Fahrrad-Scheinwerfergehäuse untergebracht, das schwenkbar an der Lenkstange angeordnet ist und den Schall in Richtung auf den Fahrer abstrahlt. Die Stromquellen (75-Volt-Adnotenbatterie, zwei Monozellen) befinden sich in der Werkzeugtasche. Als Empfangsantenne dient ein ausziehbarer Antennenstab am Vorderrad. Auch *Powerphon* führte einen vielbeachteten Fahrrad-Radiosuper, den „*Powerphon 109*“, vor. In diesem neuen Modell wurde der Empfänger (ausschließlich Batterien, die in einer besonderen Tasche sitzen) in einem scheinwerferähnlichen Gehäuse eingebaut. Der Fahrrad-Radiosuper enthält als Abstimmungsanzeige einen „Magischen Strich“. Die *Onira-Werkstätten*, Berlin, zeigten ein be-

Vier Wellenbereiche. Drucktasten und Magisches Auge sind Vorzüge des Exportsupers „*W 1031*“ (Modell A: 2 KW, MW, LW; Modell B: 3 KW, MW). Die Röhrenbestückung dieses 6-Kreis-4-Röhren-Supers ist ECH 81, EAF 42, PCL 81 und AZ 41. Durch höhere Empfindlichkeit und Klangqualität zeichnet sich der 6-Röhren-6-Kreis-Super „*W 1051*“ aus, der gleichfalls in Europa- und Übersee-Ausführung erhältlich ist (Modell A: 2 KW, MW, LW; Modell B: 3 KW, MW).

In Ergänzung des schon in unserem umfassenden Bericht „*Rundfunkempfänger für den Export*“ (FUNK-TECHNIK, Bd. 9 [1954], H. 8, S. 208 ff.) veröffentlichten *Saba-Exportprogramms* machte *Saba* in Hannover mit dem neuen Exportsuper „*UW 245*“ bekannt. Dieser für hervorragende Musikwiedergabe und hohe Empfindlichkeit entwickelte 6-Kreis-6-Röhren-Super ist ein hochwertiger Mittelsuper mit 2 KW- und MW-Bereich (Röhren: ECH 42, EAF 42, EC 92, EL 41, EM 4, EZ 80).

Interessant ist der neue 10/8-Kreis-9-Röhren-Super „*Mirakel*“ des *Südlunk-Werks*, denn er hat als Besonderheit die „*Antiparazit-Rotor-Antenne*“. Diese ist so ausgebildet, daß durch statische Abschirmung keine störenden statischen Felder aufgenommen werden und durch eine neuartige magnetische Abschirmung keine horizontal polarisierten magnetischen Störkomponenten wirksam sind. Durch Pellung können auch die vertikal polarisierten magnetischen Komponenten von Störstrahlern ausgeschaltet werden. Im übrigen ist der neue *Südlunk-Großsuper* mit Tonhöhenanzeiger, KW-Mikroskop und Magischem Auge ausgestattet.

Phonokombinationen

Für den Exportmarkt bringt *Kaiser-Radio* ferner die Phonokombination „*W 1038*“ mit dem Chassis des Exportsupers „*W 1031*“ in verschiedenen Ausführungen heraus. Die Gehäuseabmessungen sind mit Rücksicht auf die Exportanforderungen kleingehalten. Das eingebaute dreitourige Chassis (*Perpetuum-Ebner*) kann für 17-cm-Platten ausgenutzt werden.

Ein anderer interessanter Phonosuper „*Piccophon I*“ ergänzt die *Tonlunk-Violetta*-Serie. Auch bei dieser Neukonstruktion, die mit Chassis für verschiedene Wellenbereiche geliefert werden soll, legt man auf kleinste Abmessungen größten Wert. Das Edelholzgehäuse ist nicht größer als 210x165x210 mm. Der Plattenspieler für 17-cm-Platten verwendet eine Senkautomatik und kann leicht in den freien Raum des Gehäuses gedrückt werden, so daß man an Einbauhöhe spart.

Musiktruhen

Continental zeigte die neue „*Imperial-Raumklang-Vitrine*“ mit Spiegelbar, die den vorhandenen Rundfunkempfänger zu einem Musikschrank er-

gänzt. Die Außen- und Innenausstattung ist geschmackvoll. Die technische Ausrüstung besteht aus einem Breitband-Konzertlautsprecher (Ovalsystem, 10 000 Gauß), einem eingebauten Plattenspieler und je nach Wunsch aus einem Dreitourigen-Plattenspieler oder -wechsler.

Eine betont moderne Aufmachung zeigt eine neue *Grundig-Musiktruhe*, die das „*Chassis 3045*“ enthält.

Zwei preiswerte, elegante Musiktruhen stellte *Philips* vor. Die Truhe „*D 54*“ verwendet ein 6/9-Kreis-7-Röhren-Chassis, während das zweite ansprechende Modell einen 8/11-Kreis-10-Röhren-Super hat. Beide Musiktruhen sind mit Plattenspieler und Duo-Lautsprecher ausgestattet.

An den Ständen der bekannten Firmen der Tonmöbelindustrie (*Geko, Ilse, Powerphon, Kuba*) sah man elegante neue Modelle, von denen die Musikvitrinen sehr ansprechend sind. Interessant in einbautechnischer Beziehung ist die *Ilse-Musiktruhe „Jubiletta“* mit dem *Telelunk-Super „Jubilata* mit Uhr“.



Braun-Reisesuper „*Exporler*“ mit Netzteil-Untersatz

quemes „*Kissen-Radio*“, in Schaumstoff eingebettet und eingnäht, mit auswechselbarem Überzug. Dieses Einhörner-Sondergeräthchen ist ein zweikreisiger Germaniumdioden-Empfänger mit der OA 150 in Bandfilterschaltung, benötigt keinerlei Stromquelle und bringt Ortssender mit sehr guter Trennschärfe. Die Abstimmung ist von außen zugänglich. Ein hochohmiger Kopfhörer (mit im Schaumstoff eingebettet) vermittelt ohne Störung der Umgebung eine tadellose Lautstärke.

Hörmittel für Inland und Export

An neuen Exportempfängern brachte *Continental* die schon aus dem Inlandsprogramm bekannten Typen „*6012*“ (WO und WA) sowie „*6024*“ (W und WA, ferner Musikschrank mit dreitourigem Plattenspieler) mit den entsprechenden Wellenbereichen und internationaler Röhrenbestückung für die Übersee-Modelle heraus.

Zwei bewährte Gerätetypen in verschiedenen Ausführungen liefert *Kaiser-Radio* für den Export.



„*Jubiletta*“ (*Ilse*) mit dem Super „*Jubilata*“



Links außen:
Phonokombination
„*W 1038*“
(*Kaiser-Radio*)

„*Piccophon I*“, ein
kleiner Phonosuper
mit versenkbarem
17-cm-Plattenspieler
(*Tanfunkt*)

„*Imperial - Raum-
klang-Vitrine*“
(*Continental*)



Fernsehempfänger

Im *Krelli*-Fernsehempfänger-Programm sind zwei Fernsehempfänger etwas geändert worden. Während der Tischempfänger „TD 5436 G“ mit 36-cm-Bildröhre in verbesserter Ausstattung erscheint, wird das Tischgerät „TD 5443 G“ nunmehr mit nichtmetallisierter 43-cm-Röhre auf den Markt gebracht.

Mit zwei neuen Fernsehtruben überraschte *Philips*. Außergewöhnliche Eleganz ist ein besonderes Kennzeichen der Fernsehtrube „TD 1728 A“. Sie enthält das bewährte Chassis der bisherigen *Philips*-Fernsehempfänger mit 36- oder 43-cm-Bildröhren und verfügt über drehbare Einbauantenne und Anschluß für Außenlautsprecher. Bildröhre und Bedienungsorgane können durch zwei Türen abgedeckt werden. Als Innenausstattung wurde helles Abornfurnier gewählt, das keine Helligkeitskontraste zwischen Bild und Einrahmung entstehen und das Auge weniger ermüden läßt.

Die Fernseh-Projektionstrube „2314 A“ vergrößert das 6 cm große Schirmbild der Valvo-Bildröhre MW 6-2 über eine Schmidt-Optik und projiziert über einen Spiegel auf eine ebene Spezialmattscheibe von 45x34 cm. Das Empfängerschassis hat insgesamt 32 Röhren und den üblichen Zehn-Kanal-Wähler.

Ein besonderer Vorzug des *Tonlunk*-Ergänzungsbildgerätes sind die kleinen Abmessungen. Das Chassis des Modells „FB 211“ ist vertikal angeordnet. Die Einzelteile sind um die Bildröhre

herumgebaut. Dieser Spezialempfänger hat 16 Röhren, 12 Kanäle, eine Bildgröße von 28x22 cm und wird auch mit drei weiteren Röhren unter der Bezeichnung „FTB 211“ mit Tonteil geliefert.



Fernsehtrube „TD 1728 A“ (*Philips*)

UKW-, Fernsehantennen und Zubehör

Die große Gemeinschafts-Antennenausstellung im Freigelände konnte zwar nur wenige aufmerksame Besucher anlocken — es fehlte an einer allgemein interessierenden Vorführung —, aber Handel und Fachwelt trafen sich an den Ständen der einzelnen Antennenhersteller, um den neuesten Stand dieser Technik kennenzulernen. Die Gespräche waren für beide Teile äußerst aufschlußreich, denn man konnte immer wieder hören, wie sehr der Kunde von der Wichtigkeit der Qualitätsantenne für UKW- und Fernsehempfang überzeugt ist.

Die jüngste Entwicklung ist frei von Sensationen irgendwelcher Art. Die verantwortungsbewußten Hersteller entwickeln in zäher Laborarbeit auf der Grundlage solider wissenschaftlicher Erkenntnisse zweckmäßige Antennenformen und erproben diese Lösungen in langwierigen Versuchsreihen, bevor sie auf den Markt gelangen. Es entspricht einer Tradition der deutschen Antennenindustrie, bei ihren Neukonstruktionen auf hohe Qualität zu achten. Vergleiche mit Auslandserzeugnissen lassen erkennen, daß die deutsche UKW- und Fernsehantenne in technischer Beziehung auf dem Auslandsmarkt voll wettbewerbsfähig ist. Der Qualitätsgedanke ist bei den maßgebenden Firmen auch ein ausschlaggebender Gesichtspunkt für die Weiterentwicklung. Fast alle Hersteller benutzen z. B. heute wasserdichte, korrosionssichere Anschlüsse. Die einzelnen Antennen werden in mechanischer Hinsicht äußerst widerstandsfähig und montagesicher gebaut, z. B. sind neuerdings Re-

flektoren und Direktoren durch besondere Formgebung der Abstandsstäbe völlig verdrehungssicher.

Der Antennenverstärker gewinnt größere Bedeutung, und zwar nicht nur in Verbindung mit Gemeinschaftsantennen (*Blaupunkt*, *Kathrein*, *Siemens*, *Tejo* u. a.), sondern auch als Verstärker für Einzelanlagen.

Nachstehend können nur die in Hannover sichtbar gewordenen Entwicklungstendenzen gezeigt werden. Hierbei lassen sich bei der Fülle der Ausführungen nur einige Beispiele herausgreifen. Eine Übersicht über die jetzt lieferbaren Antennenformen von UKW- und Fernsehantennen enthält die FT-Sammlung dieses Heftes. Auf die Neuerungen einiger Firmen (z. B. *Kathrein* und *Hirschmann*) wurde schon im Messe-Vorbericht (*FUNK-TECHNIK*, Bd. 9 [1954], H. 8, S. 204 ... 207) hingewiesen. Vertreten waren in Hannover die Antennenhersteller:

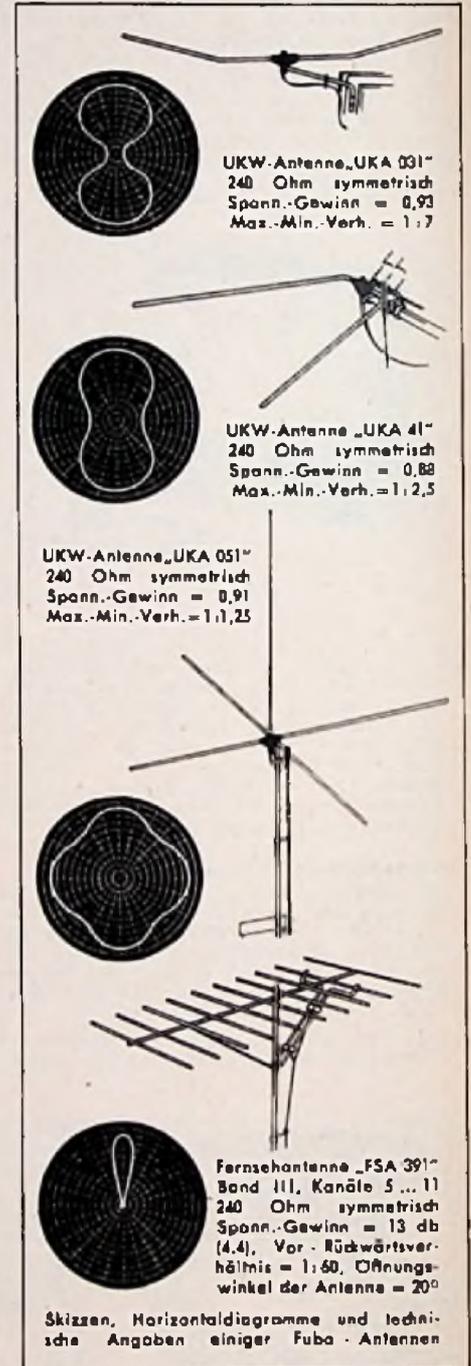
- Blaupunkt Elektronik GmbH*, Berlin-Wilmersdorf,
- Engels, Max*, Wuppertal-Barmen,
- Fuba, Hans Kolbe & Co.*, Hildesheim,
- Hirschmann, Richard*, Eßlingen (Neckar),
- Karsl, Robert (Roka)*, Berlin SW 29,
- Kathrein, A.*, Rosenheim (Obb.),
- Kleinhaus, Hermann*, Lüdenscheid/Westf.,
- Lumberg, Karl*, Schalksmühle (Westf.),
- Schniewindt KG, C.*, Neuenrade (Westf.),
- Siemens & Halske AG*, Karlsruhe,
- Sihn jr. KG*, Wilhelm. Nieren (Baden).

UKW-Antennen mit optimaler Anpassung

Der große Wert einer guten Hochantenne wird heute nicht nur in Fachkreisen anerkannt, vielmehr beweist die starke Nachfrage nach erstklassigen UKW-Dachantennen, daß der Hörer die Überlegenheit der Außenantenne gegenüber Behelfsantennen mehr und mehr einsieht. Die Industrie ist bestrebt, die Leistungsfähigkeit der Antenne zu steigern. Die Leistungsabgabe an den Verbraucher hängt von der richtigen Anpassung der Antennenimpedanz an den Wellenwiderstand der Ableitung und an die Eingangsimpedanz des Empfängers ab. Wenn der Widerstand überall gleich groß ist, erhält man ideale Anpassungsverhältnisse. Als Anpassungswiderstand gilt heute vielfach 140 Ω . Diesem Wert entsprechen die Eingangswiderstände der Empfänger und der meisten handelsüblichen Zuleitungskabel. Da die Anpassungswiderstände der Antennen von verschiedenen Faktoren abhängen, muß man häufig Transformationsleitungen verwenden, die in das Antennengebilde eingefügt werden.

Optimale Anpassung ist nach dem von *Fuba* angewandten Prinzip der angepaßten Impedanz (matched impedance) mit verhältnismäßig geringem

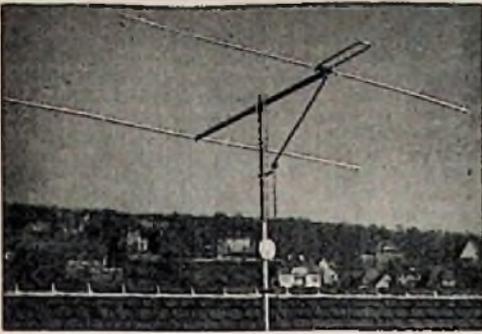
Aufwand durchzuführen. Wie sich aus dem Strom- und Spannungsverlauf des gestreckten, ungeteilten Stabdipols ergibt, erreicht der Strom in der Mitte den Maximalwert, während die Spannung gleich Null ist. In diesem Falle ist auch der Widerstand sehr klein. Er hat an den Dipolenden Maximalwerte (z. B. 5000 Ω). Durch entsprechende Abgriffe ist es nun möglich, jeden beliebigen Zwischenwert zu wählen. *Fuba* hat nun bei den neuen UKW-Antennen das zwischen den beiden Abgriffen liegende Teilstück des Dipols (a) durch eine Spule L_1 mit dem entsprechenden L -Wert ersetzt. Dadurch rücken die beiden Dipolhälften zusammen und die Ableitung läßt sich direkt in der Dipolmitte anschließen. Die sich ergebenden konstruktiven Vorteile sind in dem neuen *Fuba*-UKW-Antennenprogramm angewandt. Als wichtigstes Bauelement dient ein gestreckter Dipol. Die beiden



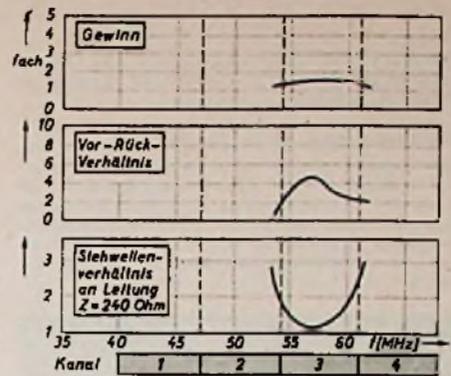
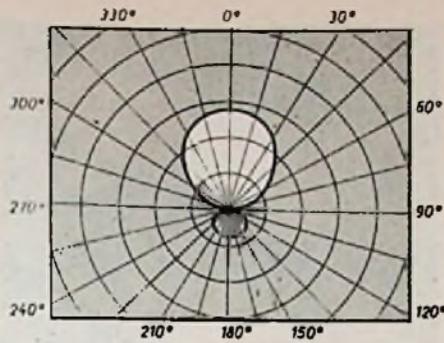
Dipolhälften werden in einem Spritzteil aus hochwertigem Polystyrol gehalten. In diesem Isolierstück liegen die Kabelanschlüsse feuchtigkeitsgeschützt. Für eine Zugentlastung sorgen eingepreßte Rippen. Sonderausführungen des gestreckten UKW-Dipols „UKA 021“ sind der gewinkelte UKW-Dipol „UKA 031“ (Mast), „UKA 032“ (Dachrinne) und „UKA 033“ (Fenster). Wie das Richtungsdiagramm zeigt, können auch seitlich vom



Anpassungsprinzip und Ansicht der elektrischen Verlängerungsspule eines Dipols für Band I (*Fuba*)



Ansicht, Horizontal-Richtcharakteristik und Daten (rechts) der „FESA 1400“ für Band I (Hirschmann)

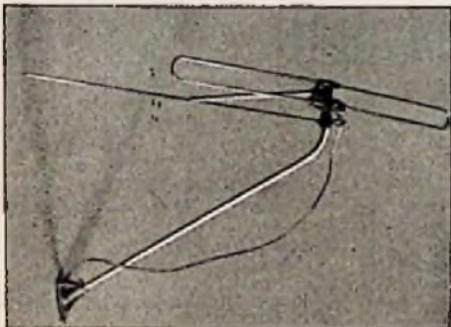


Dipol liegende Sender empfangen werden. Man richtet diese Antenne auf den schwächsten Sender aus, der noch aufgenommen werden soll. Der V-förmige Rundempfangsdipol „UKA 041/042/043“ hat ein annähernd der Rundempfangsantenne entsprechendes Richtungsdiagramm. Mit der Antenne kann man mehrere UKW-Sender mit guter Feldstärke aus verschiedenen Richtungen empfangen; schwächer einfallende Sender lassen sich durch Drehen der Antenne in die Vorzugsrichtung bringen. Eine ausgesprochene Rundempfangsantenne („UKA 051“) besteht aus zwei kreuzweise angeordneten gestreckten Dipolen (mit einer entsprechend bemessenen Anpaßleitung), wie sie auch von anderen Firmen (z. B. *Kathrein*) vorgeführt wurde.

Höhere Antennenspannungen und ein ausgezeichnetes Vor-Rückverhältnis sind bei UKW-Antennen für Weitempfang erwünscht. Einen Spannungsgewinn von 9 db hat z. B. die 4-Element-Antenne „UKA 331“, der bei der 4-Element-2-Etagen-Antenne „UKA 631“ auf 12 db ansteigt. Ein weiteres Beispiel einer leistungsfähigen Richtantenne für UKW-Weitempfang ist u. a. die *Kathrein* „2XD 510“ mit einem Gewinn von 9 db.

Fernsehtennen, mechanisch verkürzt

In verschiedenen Randgebieten Deutschlands wird der Empfang einiger Fernsehsender in Band I interessant. Die Antennenindustrie befaßt sich schon seit einiger Zeit mit dem Bau solcher Fernsehantennen und hat nun auf Grund dieser Erfahrungen Neukonstruktionen vorgenommen. Bei diesen Antennen bilden die großen Abmessungen der Antennenstäbe eine wesentliche Schwierigkeit. Die Rohre dürfen keinen zu geringen Durchmesser haben, weil man sonst mit unerwünschten Vibrationen rechnen muß. *Hirschmann* löste diese Probleme bei seinen neuen Fernsehantennen für



„B-Antenne“ (Fernseh-Fenster-Antenne) von Roka

Band I durch den gestreckten Dipol mit Verkürzungsbügel, der gleichzeitig den Fußpunktwiderstand zum Anschluß des 240-Ω-Kabels entsprechend transformiert. Die neue Fernsehantennenserie für Band I wird für die Kanäle 2, 3 und 4 geliefert und enthält außer dem gestreckten Dipol („FESA 1100“) die Zwei-Element-Antenne „FESA 1400“ und die Vier-Element-Antenne „FESA 1600“. Der Standpunkt von *Hirschmann* in bezug auf Antennen für Fernseh-Weitempfang ist im übrigen in dem Aufsatz von Dr. Flebranz (s. S. 273 ... 275) ausgedrückt.

Mechanisch verkürzte Fernsehantennen für Band I stellt ferner *Fuba* her. Die angewandte Anpassungsmethode wirkt sich auch in mechanischer Hinsicht günstig aus (z. B. „FSA 301“, gestreckter Dipol). Bei der Drei-Element-Fernsehantenne „FSA 321“ ist das Trägerrohr gespreizt. Die ganze Antennenkonstruktion wird dadurch sehr stabil.

Schwenkbare Fernseh-Fenster-Antennen

Fenster-Antennen haben den Vorzug, daß man sie bequem in die günstigste Richtung bringen kann. Diese Möglichkeit nutzen zwei Neukonstruktionen sehr geschickt aus.

Die von *Roka* gezielte Konstruktion ist ein Dipol mit Reflektor, der auf einer stabilen Konsole für Fenstermontage gedreht werden kann (technische Daten: Empfangsbereich = 174 ... 210 MHz, Impedanz etwa 240 Ω, Vor-Rückverhältnis etwa 3 : 1, Spannungsgewinn ungefähr 50 %). *Engels* stattet seine gleichfalls aus Dipol und Reflektor bestehende Fernseh-Fenster-Antenne mit einem Kugelgelenk aus. Die Antenne ist somit in beliebige Richtungen schwenkbar.

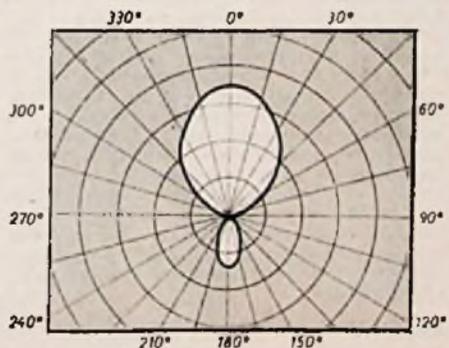
Fernseh-Breitband-Richtantennen

Für manche Empfangsgebieten ist heute schon Fernsehempfang in den Bereichen I und III aktuell. Andererseits zwingen aber der Ausbau des Sendernetzes und die damit verbundenen häufigen Frequenzänderungen einiger Fernsehsender zu gewissen Überlegungen. Die Antennenindustrie versucht daher, einige Fernsehantennen für eine möglichst große Anzahl von Kanälen zu konstruieren.

In dieser Richtung liegen z. B. die Bestrebungen von *Sihn (Wals)*, verschiedene Mehr-Element-Fernseh-Richtantennen für mehr Kanäle als bisher verwendbar zu machen. Durch entsprechende konstruktive Maßnahmen (z. B. vergrößerten Abstand der Direktoren usw.) gelang es, Mehr-Element-Antennen für vier Kanäle zu bauen. Eine noch günstigere Lösung bieten natürlich ausgesprochene Breitbandantennen, z. B. in Form der nunmehr lieferbaren Doppel-V-Antenne von *Roka*; diese erlaubt die Bereiche 45 ... 250 MHz sowie 450 ... 600 MHz, also sämtliche Fernsehbander und den UKW-Bereich. Antennengewinn, Richtempfindlichkeit und Vor-Rückverhältnis sind frequenzabhängig. Die Halbwertsbreite ist bei

- 96 MHz etwa 110°
- 145 MHz etwa 45°
- 189 MHz etwa 40°
- 245 MHz etwa 38°

Durch ihre Breitbandigkeit ist diese Antenne auch im 140- und 165-MHz-Amateurband verwendbar

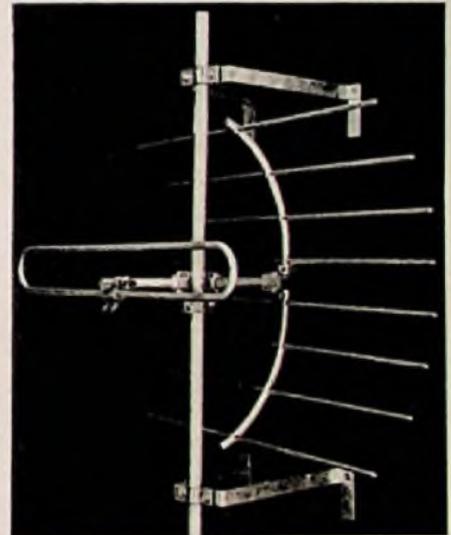


Horizontal-Richtdiagramm der 6-Element-2-Etagen-Antenne „272 Beta“ für die Kanäle 5 ... 8 (Sihn)

Nach durchgeführten Messungen wird der Leistungsgewinn gegenüber dem Elementardipol für die Ein-Ebenen-Antenne mit 10,4 db und für die Zwei-Ebenen-Antenne mit 11,9 db bei 194 MHz angegeben. Dementsprechend ergibt sich eine Spannungsvergrößerung auf das 3,3fache bzw. 3,9fache. Bei UKW-Empfang hat diese Antenne übrigens eine annähernd achterförmige Charakteristik, die der eines normalen Dipols gleich-



Breitbanddipol mit Winkelreflektor „FSA 401“ (Corner-Reflektor) für das Fernsehband IV (Fuba)



Reflektorschirm „Nr. 6200“ von Engels

kommt. Die Impedanz der Doppel-V-Antenne ist in der Ein-Ebenen-Ausführung in der Mitte von Band III etwa 280 Ω. Es können daher normale Bandleitungen benutzt werden. In der Zwei-Ebenen-Ausführung erhält man eine schärfere vertikale Bündelung und einen höheren Antennengewinn (etwa 11 db). Die Firma liefert auch eine Vier-Ebenen-Ausführung.

Fernseh-Spezialantennen für schwierige Empfangsverhältnisse

In Gebieten mit starken Reflexionen entsprechen die Drei-Element-Standardantennen nicht immer allen Anforderungen. Man muß dann Antennen mit hohem Vor-Rückverhältnis einsetzen. Die *Fuba*-Fernsehantenne „FSA 391“ z. B. erreicht als Ein-Ebenen-Zehn-Element-Antenne ein Vor-Rückverhältnis von 1 : 60 und einen Spannungsgewinn von 13 db. Für Bezirke mit starken Zündstörungen steht diese Antenne auch in Zwei-Etagenausführung mit noch höherem Spannungsgewinn zur Verfügung (16 db).

Bei diesen, je nach Frequenz ziemlich umfangreichen Antennen ist eine mechanisch stabile Konstruktion unbedingt anzustreben.

Breitbandantennen für Band IV

In absehbarer Zeit wird in Deutschland auch das Fernsehband IV im Dezimeterwellenbereich aktuell. Die Antennenformen sind für dieses Band besonders interessant, weil man Antennengebilde konstruieren kann, die in den anderen Fernsehbandern erheblichen mechanischen Aufwand benötigen und zu umfangreich würden.



Fernsehantennenverstärker Nr. 271; unten: Antennen-Doppelschleife für Entkopplungsglieder für Einzel- und Gemeinschaftsantennen (Sihn)



Als Standard-Fernsehantenne für Band IV stellt Fuba einen Breitbanddipol mit Winkelreflektor (Corner-Reflektor) vor, der ein sehr hohes Vor-Rückverhältnis von 1:100 erreicht und an das übliche 240- Ω -Zuleitungskabel angeschlossen werden kann (Type „FSA 401“).

FUNK UND TON

Monatsheft für
Hochfrequenztechnik und Elektroakustik
bringt im Malheft folgende Beiträge:

Ein Quotienten-Meßverfahren zur direkten Scheinleistungsbestimmung mittels Goniometer

Der mechanische Ausgleichsvorgang des elektrodynamischen Lautsprechers

Der Impuls-Generator

Zur Klassifizierung der Quarz-Oszillatorschaltungen

Zeitschriftenauslese

Patent-Anmeldungen und -Ertelungen, Referate

FUNK UND TON erscheint monatlich
Preis je Heft DM 3,—

Zu beziehen durch Buchhandlungen des In- und Auslandes, andernfalls durch den

**VERLAG FÜR
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH
Berlin-Borsigwalde**



Symmetrierglied mit Hoch- und Tiefpaßfilter (Sihn)

Symmetrierglieder und Kappelfilter

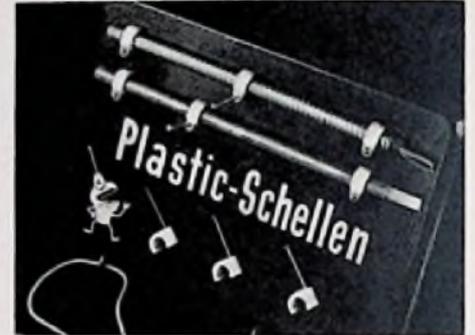
In der Antennenpraxis kommt es häufig vor, ein abgeschirmtes Koax-Kabel von 60 Ω an eine symmetrische Antenne von 240 Ω oder einen Empfänger mit 240- Ω -Eingang an ein 60- Ω -Koax-Kabel anschließen zu müssen. Für diesen Zweck bringen zahlreiche Firmen, wie z. B. Fuba, Sihn usw. Symmetrierglieder auf den Markt. Sie erscheinen in wasserdichten Gehäusen und sind für Mastmontage bestimmt.

Andererseits müssen bei Universalantennen-Anlagen mehrere Antennen an eine gemeinsame Ableitung geschaltet werden. Sihn liefert hierzu geeignete Symmetrierglieder mit Hoch- und Tiefpaßfilter für Band I + III oder Band II + III in zweckmäßigem Polystyrolgehäuse. Fuba und andere Hersteller liefern für ihre Antennen ähnliche Erzeugnisse.

Sonstiges Zubehör

Auf der Deutschen Industriemesse Hannover sah man an zahlreichen Ständen praktische Zubehörs-Neuerungen. Zeitsparend und zweckmäßig sind z. B. die neuen Plastic-Schellen von Roko. Sie bestehen aus federnd elastischem Isolierstoff und werden mit leichtem Druck auf die zu verlegende Leitung (z. B. Koax-Kabel) aufgeklemmt. Die Stahlnadel bildet mit der Schelle eine Einheit, kann also bei der Montage nicht herunterfallen. Ein neuer UKW-Antennenstecker und ein einfach zu montierender billiger Bananenstecker („Simplex“) mit schraubenlosem Leitungsanschluß sind weitere preiswerte Neuerungen.

Neues Zubehör, wie z. B. eine Mastbandschelle, mehrere Abstandsisolatoren, Dachfahnenstützen usw. brachte auch Karl Lumberg heraus. Interessant unter den Hirschmann-Neuerungen sind u. a. der Schnapp-Isolator „Snap 10“ für die Befestigung der 240- Ω -Leitung an Zimmerwänden und das Korrosionsschutzmittel „Antenol“ für Außenantennen.



Plastic-Schellen für die Montage von HF-Kabeln für die Wandmontage von Koax-Kabeln (Roko)

Funk-Entstörmittel und Störmeßgeräte

Die Deutsche Industrie-Messe in Hannover gab einen guten Überblick über das reichhaltige Angebot an Entstörmitteln und ließ die Entwicklungsrichtung der Funkenstörung erkennen. Sowohl auf den Ständen der Aussteller als auch auf einem vorbildlich eingerichteten und mit einem Meßplatz ausgerüsteten Stand der Post war alles das zu finden, was zur modernen Entstörtechnik gehört.

Die Vielzahl der Störer sowie ihre unterschiedlichen Leistungen und Betriebsbedingungen verlangen eine weitgehende Anpassung der Entstörmittel an den jeweiligen Verwendungszweck. Daneben spielen wirtschaftliche Forderungen eine ausschlaggebende Rolle, denn eine Funkenstörung auf breiter Basis läßt sich nur erreichen, wenn der dafür notwendige Aufwand auf ein Minimum reduziert wird. Aus rein wirtschaftlichen Gründen ist es deshalb notwendig, die Dimensionierung der Entstörmittel den unterschiedlichen Leistungen der zu entstörenden Geräte und dem geforderten Funk-Entstörgrad anzupassen. Damit ergibt sich zwangsläufig die große Vielzahl von Typen, die heute von der einschlägigen Industrie angeboten wird. Man darf den Herstellern von Entstörmitteln das Zeugnis ausstellen, daß sie versucht haben, einen günstigen Kompromiß zwischen einem Maximum an technischem Erfolg und einem Minimum an Preis zu erreichen. Die mit der Weiterentwicklung der Empfangstechnik sich noch steigenden Empfindlichkeiten der Geräte stellen naturgemäß auch immer höhere Anforderungen an die Entstörung, und so ist die technische Entwicklung keineswegs als zum Abschluß gekommen zu betrachten, sondern noch im ständigen Fortschritt begriffen.

Kondensatoren

Zu den bisherigen Rohr- und Becherkondensatoren mit Einzel- und Vielfachkapazitäten sind bei den Firmen verschiedentlich Sonderausführungen, bedingt durch die Forderung nach kleinsten Abmessungen und Betriebssicherheit auch bei höheren Temperaturen, getreten. Neue Kunststoffstoffe förderten die mechanische Festigkeit der Umhüllungen. Ausmaße bis herunter zu 4x10 mm (für elektrische Rasterapparate) und Betriebstemperaturbereiche von -70 bis +130°C kennzeichnen diese Sonderentwicklung. Die Anforderungen im KW- und UKW-Bereich konnten bereits vor einiger Zeit durch Sonderausführungen von Durch-

führungskondensatoren zufriedenstellend befriedigt werden. Die Schaffung von Breitbandkondensatoren ist in diesem Jahr besonders auffällig. Durch die Induktivität und den ohmschen Widerstand der Kondensatorzuleitungen steigt bei einer bestimmten Frequenz der Wechselstromwiderstand des Kondensators stark an. Die kurzschließende, entstörende Wirkung des Kondensators läßt daher bei Frequenzen über etwa 10 MHz merklich nach. Ein völlig neuer konstruktiver Aufbau des Kondensatorwickels, bei dem die Betriebsstrom führenden Leitungen so durch den Kondensator geschleift werden, daß die schädliche Zuleitungs-induktivität äußerst klein bleibt, führte zu einer erheblichen Verbesserung der Entstörung bis in den UKW-Bereich. Wie die Tabelle zeigt, sind heute bereits eine Anzahl von Firmen in der Lage, solche Breitband-Entstörkondensatoren mit Kapazitäten bis zu 0,1 μ F zu liefern.

Wir haben, um die Entstörwirkung dieser Breitbandkondensatoren besonders deutlich zu zeigen, auf dem Ausstellungsstand der Post einen Staubsaugermotor durchgemessen lassen, und zwar einmal beschaltet mit einem normalen Entstörkondensator und zum anderen mit einem modernen Breitband-Entstörkondensator. Alle Meßpunkte sind in dem Normalmeßblatt (s. Abb.) eingetragen. Die Linien G, N und K kennzeichnen die sogenannten höchstzulässigen Funkstörgrade nach VDE 0875. Die geringe Erhebung der Kurve für den Breitbandkondensator bei den niedrigen Frequenzen ist auf die unterschiedliche Kapazität der verwendeten Kondensatoren zurückzuführen (0,05 bzw. 0,07 μ F). Ab etwa 20 MHz wird die Entstörwirkung des Normalkondensators im Meßbeispiel merklich geringer, während der Breitbandkondensator auch weiterhin die Störspannungen stark absenkt.

Drosseln

Die meisten Firmen liefern listenmäßig Drosseln bis zu einigen mH für Betriebsströme bis zu etwa 10 A. Aber auch für größere Betriebsströme (teilweise bis zu 200 A) und für Induktivitäten bis zu 50 mH stehen bei einigen Herstellern (Hydrawerk, Siemens) listenmäßige Ausführungen zur Verfügung.

Filter

Bei hohen Entstöranforderungen sind Netzwerke aus Kondensatoren und Drosseln unerlässlich. Ein

Das Angebot von Funk-Entstörmitteln

Hersteller	Kondensatoren				Filter				Kfz.-Entstörung				Ver-schiedenes
	Verschied. Ausführung u. Kombinat	Durchführ. KW u. UKW	Breitband	Drosseln	Ein- und Anbautypen	Spezial-breitband	Vorschalt-geräte	Ständliches Zubehör	Kondensat.	Widerstände	Spezial-Ent-störkerzen		
Baugatz GmbH, Berlin	x												
Beru GmbH, Ludwigsburg													
Bosch GmbH, Stuttgart	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
W. Brandt GmbH, Leopoldstadt/Lippe	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Electrica, Berlin-Steglitz	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Eichhoff-Werke GmbH, Lüdenscheld	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Elkonda GmbH, München	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Ero Ernst Roderstein GmbH, Landsbut	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Frako GmbH, Teningen/Baden	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Hydrawerk AG, Berlin N 20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Nienburger Metallwarenfabrik													
Adolf Thies GmbH, Nienburg/Weser													
Siemens & Halske AG, Karlsruhe	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Abschirmungen f. Kabinen, Räume
H. Schaufele & Co., Stuttgart W	x		x	x	x	x	x		x				Schirmgitter für Leuchtstofflampen
Wego-Werke Rinlin u. Winterbalter, Freiburg i. Br.	x		x	x	x	x	x		x				

Blick in die Aufstellung zeigt auch hier die Tendenz zu Breitbandfiltern. Während Siemens sich dabei mehr auf Durchführungsfilter für Sonderanwendungen spezialisiert, sind bei *Electrica* handliche „Funk-Entstör-Drosselkondensatoren“ bemerkenswert. Fast alle Firmen fertigen auch Vorschaltgeräte in den verschiedensten Ausführungen, die den Anbau der Entstörmittel erleichtern. Für größere Anlagen hat Siemens besondere Breitband-Vorschaltgeräte für Betriebsströme bis 200 A und bis zu vier entstörten Leitungen in gekapseltem Gehäuse herausgebracht.

Kfz-Entstörung

Wenn auch Kondensatoren und Widerstände für die Kraftfahrzeugentstörung von fast allen Firmen geliefert werden, bleibt auch jetzt noch eine umfassende Bearbeitung dieses Gebietes wenigen Firmen vorbehalten (*Beru, Bosch, Siemens*). Außer Kondensatoren und Dämpfungswiderständen benötigt die Kfz-Entstörung noch Entstörstecker und Entstörmuffen, Verteilerläufer mit eingebauten Entstörmitteln, geschirmte Leitungen, abgeschirmte Entstörkappen, besondere Flansche, Kontaktfedern, Massebänder usw., um alle Störstellen sauber beschalten oder abschirmen zu können. Entstörte Zündkerzen — Spezial-Entstör-

kerzen — (*Beru, Nienburg*) enthalten bereits den notwendigen Dämpfungswiderstand. Sie wurden insbesondere für die Bedürfnisse der UKW-Entstörung entwickelt, aber auch bei normalen Zündkerzen läßt sich durch zusätzliche abgeschirmte Entstörkappen eine brauchbare UKW-Entstörung erreichen. Vorzügliche Druckschriften von *Bosch* und *Beru* enthalten Vorschläge für die Normal- und die UKW-Beschaltung aller gängigen Kraftfahrzeugtypen.

Abschirmungen

Beim Betrieb besonders starker Störer (industrielle HF-Generatoren, elektromedizinische Geräte, mechanische Gleichrichter) ist die Abschirmung des Betriebsraumes meistens das beste Entstörmittel. Das gleiche gilt auch für die Abschirmung von Meßräumen gegen von außen kommende Störfelder. *Siemens* hat auch auf diesem Gebiet Pionierarbeit geleistet. Bei der neuesten Lösung zur Abschirmung von Kabinen oder ganzen Räumen werden nicht mehr die früher üblichen Maschendrahtkäfige verwendet, sondern man schirmt jetzt mit Blechen. Besonders beachtenswert ist hierbei die Ausführung von Wabenkaminfenstern und Wabenkamineinsätzen. Die Schirmdämpfung dieser wabenförmigen Metallgitter

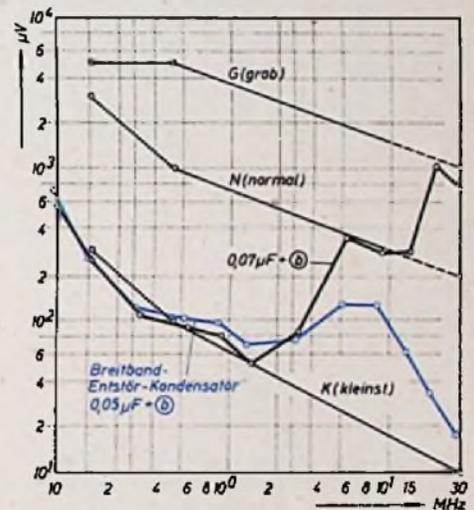
(Dämpfung elektromagnetischer Felder durch Hohlleiter) ist im Frequenzbereich 100 kHz bis zu einigen 100 MHz mehr als 100 db (Schirmfaktor also etwa 1 : 100 000). Die elektrische Abdichtung der bei Fenstern und Türen vorhandenen Spalte konnte durch Doppelkontaktfederbleche mit geringem Kontaktwiderstand kleingehalten werden. Durch die besondere Ausführung dieser Federbleche entspricht die unvermeidbare Induktivität einem α -Gitter. Die Schirmdämpfung ist dadurch ebenfalls größer als 100 db. Zur hochfrequenten Verriegelung aller in den Raum gebenden Leitungen dienen besondere, gußgekapselte Breitband-Vorschaltgeräte.

Leuchtstofflampen lassen sich meistens mit Kondensatoren oder mit Kondensator-Drossel-Kombinationen hinreichend entstören. Für besonders hohe Anforderungen liefert *Schäufele* ein hochwirksames Schirmgitter, ein aus Feinstdraht hergestelltes Drahtgeflecht.

Störmeß- und Störsuchgeräte

In VDE 0876 sind die Anforderungen an Störmeßgeräte festgelegt. Von drei Firmen wurden geeignete Meßgeräte ausgestellt. *Siemens & Halske* liefert das Störmeßgerät „STMG 3000“ (Frequenzbereich 100 kHz ... 30 MHz), das in Verbindung mit einer Netzschaltung die Messung von Störspannungen an beliebigen Geräten erlaubt. Mit einer Spezial-Meßleitung läßt es sich ebenfalls zur Messung von Störspannungen auf Leitungen und Antennen verwenden, aber auch zur Bestimmung der Störfeldstärke bei strahlenden Geräten und Anlagen, zur Fehlerbestimmung, für Dämpfungsmessungen usw. Ist es mit geeigneten Zusätzen verwendbar.

W. Quante hat das Funk-Störspannungsmessgerät „ASRV 52“ an (Frequenzbereich: 0,15 ... 11 MHz). Auch dieses Gerät kann für Störfeldstärkemessungen, als abgestimmtes Röhrenvoltmeter usw. eingesetzt werden. Ein drittes Gerät, das Funk-



Störspannungsmessungen an einem Staubsaugermotor, wahlweise beschaltet mit einem normalen Entstörkondensator 0,07 μF + Berührungsschutzkapazität oder mit einem Breitband-Entstörkondensator 0,05 μF + Berührungsschutzkapazität

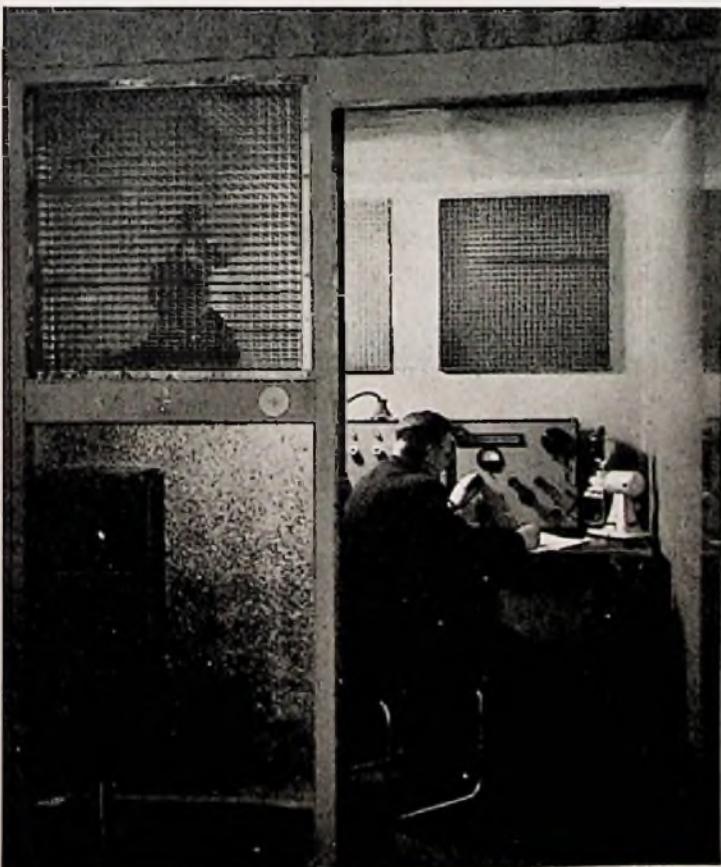
Störspannungsmessgerät „FTSMG 23“ von *Schäufele*, erlaubt den Bereich 0,1 ... 30 MHz.

Bei diesen Störmeßgeräten, die sich in der Praxis bewährt haben, dürfte wahrscheinlich in absehbarer Zeit eine Erweiterung des Meßbereiches nach höheren Frequenzen hin zweckmäßig werden.

Als Stör-Suchgeräte dienen für diesen Zweck entwickelte hochempfindliche Superhets in Kofferform mit Kopfhörer und Anzeigeelement. Mit einer Rahmenantenne bzw. mit abschaltbarem Dipol wird der Störer nach der Maximumanzeige des Instrumentes bzw. des Kopfhörers eingekreist. Anschaltbare Tastantennen dienen zur Abtastung von Leitungen oder Störern. W. Quante führt zwei Modelle, die Stör-Suchgeräte „StSG 52“ (0,15 ... 2,5 MHz, unterteilt in drei Bereiche) und „USStSG 52“ (85 ... 110 MHz). *Schäufele* bietet das Stör-Suchgerät „66 RK“ an.

Stör-Meßplätze

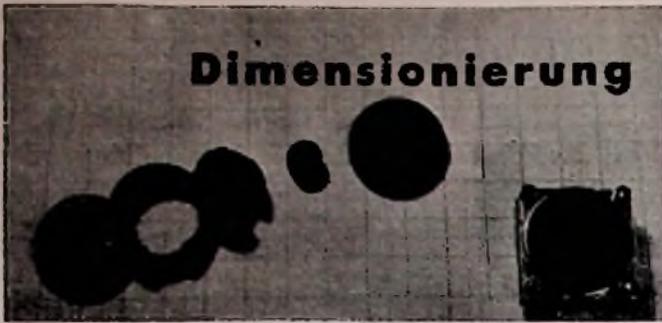
Die Entstörmittel bauenden Firmen haben zum Teil große Stör-Meßplätze erstellt, die außer den erwähnten Stör-Meßgeräten noch Geräte mit großem Frequenzumfang zur Messung der Störfeldstärke enthalten. Auf diesen Meßplätzen können auf Wunsch des Kunden umfangreiche Vergleichsmessungen und -versuche, insbesondere zur Ausarbeitung von Vorschlägen für fabrikmäßige Reihenentstörungen, durchgeführt werden.



Blick in die geschirmte Meßkabine auf dem Stand der Post. Die neuen Wabenkaminfenster lassen bei absolut sicherer Schirmung (Schirmdämpfung etwa 100 db) Luft und Licht in die Kabine. Links im Vordergrund: das gekapselte Breitbandvorschaltgitter

Dimensionierung von Ferroxcube-Topfkernen

Von Dipl.-Ing. H. KANTER



Ferroxcube-Kerne gewinnen wegen der bekannten Vorzüge (siehe FUNK-TECHNIK, Bd. 9 (1954), H. 2, S. 36), ein stetig steigendes Interesse. Sie eignen sich infolge ihres hohen Gütefaktors und des kleinen Temperaturkoeffizienten vorzüglich als Filter- und Schwingkreisspulen. In dieser Arbeit¹⁾ soll nur auf die Dimensionierung eingegangen werden, wobei auf die Ableitung von Formeln und deren Erklärung weitgehend verzichtet wird. Für Transformatoren gelten andere Richtlinien.

1. Aufbau

Topfkern bestehen aus 2 Schalenkernhälften oder als Aufbaukern aus 2 Platten, 1 Ring und 1 Mittelkern. Die hohe Anfangspermeabilität μ_A der Ferrite (etwa 1400 bei Ferroxcube IIIA und 900 bei Ferroxcube IIIB) muß durch Einfügen eines Luftspaltes herabgesetzt werden, um stabilere physikalische Daten zu erhalten, d. h., um Kernverluste, Temperaturkoeffizient, Verzerrungen usw. zu verringern. Alle Berührungsfächen der Keramikteile werden sorgfältig geschliffen; die einzelnen Teile passen genau aufeinander. Die Oberseite des Ringes hat Aussparungen zum Herausführen der Wickeldrähte. Die Spule ist ganz von einer geschlossenen Hülle aus hochpermeablem Stoff umgeben, wodurch eine ausgezeichnete Abschirmung zustande kommt. Die Spulen können daher auch nebeneinander angeordnet werden, ohne daß eine störende Kopplung entsteht. Da die Länge des Mittelkerns etwas geringer ist als die des Ringes, erhält man in dem übrigen geschlossenen magnetischen Kreis einen Luftspalt, dessen Größe die effektive Permeabilität μ' bestimmt.

2. Effektive Permeabilität μ'

Durch Einfügen des Luftspaltes wird die Anfangspermeabilität μ_A (auch Ringkernpermeabilität genannt) auf die benötigte geringere effektive Permeabilität μ' herabgesetzt.

Nennt man die Induktivität einer Spule ohne Luftspalt L_A und die der gleichen Spule mit

Luftspalt L' , so gilt

$$\frac{L'}{L_A} = \frac{\mu'}{\mu_A} \quad (1)$$

Werden die Ferrit-Topfkernentypen mit ihrem Außendurchmesser (üblich $D = 14, 25, 36, 45$ und 60 mm) und ihrer Gesamthöhe bezeichnet, so erhält man mit dem vorwiegend verwendeten Werkstoff Ferroxcube IIIB der Anfangspermeabilität $\mu_A = 900 \pm 20\%$ etwa μ' -Werte nach Tab. I bzw. nach Abb. 1.

Durch Abschleifen des Mittelkerns mit Schmirgelpapier lassen sich die Kernlängen nachgleichen. [In FUNK-TECHNIK, Bd. 9 (1954) H. 2, S. 37 wurden bereits einige Kurven für μ' und α angegeben.]

3. Toleranz der Induktivität

Die Toleranz der Induktivität ist proportional der Toleranz von μ' . Die Toleranz von μ' wird durch die Toleranz des Luftspaltes und damit durch die Fertigungstoleranzen der Ringe und Kerne bestimmt. Der Tab. I ist zu entnehmen, daß die effektive Permeabilität μ' mit kleiner werdendem Luftspalt d stark ansteigt. Daher ergibt eine bestimmte Luftspalttoleranz bei einem kleinen Luftspalt eine prozentual größere Toleranz für μ' als bei einem großen Luftspalt. Es ist daher zu empfehlen, nicht zu kleinem Luftspalt zu arbeiten (siehe auch die Daten für TK , Q und g_3 , die ebenfalls bei nicht zu kleinem Luftspalt günstiger liegen).

Bei Topfkernen mit einem Luftspalt $> 0,35$ mm ist ein Feinabgleich der Induktivität auf eine Toleranz von weniger als $\pm 0,03\%$ mit einem Regelstreifen möglich, der aus einem Filmstreifen mit einer auf-

gebrachten keilförmigen Ferritschicht besteht. Bauformen mit einem Stiftabgleich benötigen ein größeres Einbauvolumen.

4. Windungszahl

Der für die Berechnung der Windungszahl erforderliche Faktor a als Funktion vom Luftspalt kann für jeden Topfkernentyp der Tab. I entnommen werden. Der Faktor a gibt die Windungszahl für eine Induktivität von 1 mH an. Für eine Induktivität L errechnet sich die Windungszahl zu

$$w = a \cdot \sqrt{L} \quad (2)$$

Vielfach wird für die Berechnung der Induktivität L der Induktivitätsfaktor $A_L = L/w^2$ benutzt. A_L ist die auf eine Windung bezogene Induktivität. Zwischen dem Induktivitätsfaktor A_L und dem Faktor a besteht die Beziehung

$$A_L = \frac{1}{a^2} \quad (3) \quad \text{bzw.} \quad a = \frac{1}{\sqrt{A_L}} \quad (4)$$

5. Effektiver Temperaturkoeffizient

Wird bei einer Temperaturdifferenz ΔT die Änderung ΔL der Induktivität L gemessen, dann ergibt sich

$$TK_L = \frac{\Delta L}{L} \cdot \frac{1}{\Delta T} \quad (5)$$

Der Temperaturkoeffizient $\Delta\mu_A/\mu_A$ der Anfangspermeabilität ist praktisch uninteressant, denn er wird durch den Luftspalt im Verhältnis μ'/μ_A verkleinert. Es ist

$$TK_{\mu'} = \frac{\Delta\mu_A}{\mu_A} \cdot \frac{\mu'}{\mu_A} = \mu' \cdot \frac{\Delta\mu_A}{\mu_A^2} \quad (6)$$

Tab. I.
Effektive Permeabilität μ'
und Winkelkonstante $\alpha =$
Windungszahl für 1 mH

Die schrägen Zahlen geben gleichzeitig die handelsüblichen Luftspallängen an

Luftspalt d in mm	D 14/8		D 25/12		D 25/16		D 25/17,5		D 36/22		D 45/39	
	μ'	α	μ'	α	μ'	α	μ'	α	μ'	α	μ'	α
0,15	58	95	125	48	140	48						
0,20	48	106	92	52	115	52	115	52	115	36		
0,25	42	115	79	58	100	57	99	54	104	40	163	96
0,30	36	122	67	61	85	61	90	56	94	43	152	108
0,35	32	129	60	65	76	64	82	58	82	46	140	10
0,40	28	135	53	67	69	68	75	60	75	49	130	41
0,45			49	72	62	72	70	63	67	51	123	43
0,50			45	75	57	75	65	65	60	53	115	44
0,60			38	81	49	81	58	60	51	57	102	46
0,65			36	83	46	84	54	71	48	59	96	48
0,85			28	92	36	95	45	70	40	68	79	53
1,00			25	98	32	102	40	66	35	70	69	58
1,25			21	107	28	113	32	63	30	76	58	61
1,80			15	123	20	131			22	87	48	69
2,00									20	91		

Zur Berechnung des effektiven Temperaturkoeffizienten wird daher die Werkstoffkonstante $\Delta\mu_A/\mu_A^2$ angegeben, die bei den gebräuchlichen Ferroxcube-Sorten im Mittel etwa $0,8 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ($0,2$ bis $1,9 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$) für FXC III B 2 und FXC III B 3 ist. Für FXC III B 1 und III B 4 muß mit $1,5 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$ gerechnet werden. μ' liegt, je nach Größe des Luftspaltes, entsprechend Tab. I etwa zwischen 140 und 20. Daher kann der Einfluß des TK der Kupfer-

¹⁾ Als Quelle dient neben Katalogblättern der Firma Elektro Spezial GmbH., Hamburg, hauptsächlich Philips' Matronics, No. 4, Oktober 1953.

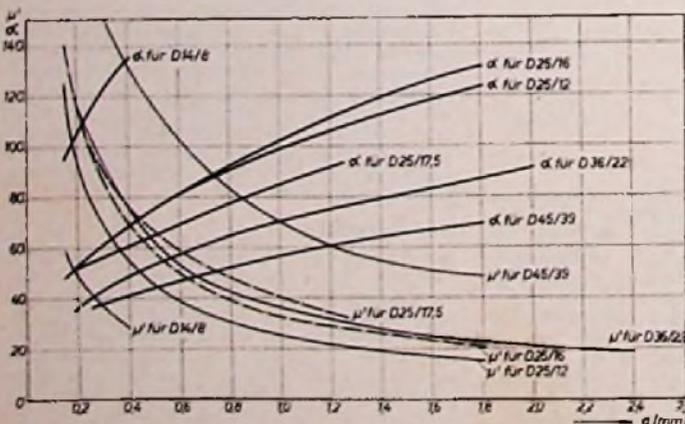


Abb. 1. Effektive Permeabilität μ' und Winkelkonstante α ($\alpha =$ Windungszahl für 1 mH) für verschiedene Kerne aus Ferroxcube III B

wicklung (bezogen auf $\mu' = 1$, Luft) gegenüber dem TK des Ferrits vernachlässigt werden. Es gilt mit großer Annäherung

$$TK_L = TK_{\mu'} = \mu' \cdot \frac{\Delta\mu_A}{\mu_A^2} \quad (7)$$

6. Gütefaktor Q

Nennt man den Verlustwinkel eines Topfkernes ohne Luftspalt $\text{tg } \delta$, den des gleichen Topfkernes mit Luftspalt $\text{tg } \delta'$, dann ist näherungsweise $\text{tg } \delta/\mu_A = \text{tg } \delta'/\mu'$. Mit dem Abnehmen von μ' nehmen also auch die Kernverluste ab. Gleichzeitig nehmen die Kupferverluste jedoch zu, da a größer wird und mehr Windungen benötigt werden.

Die Verluste lassen sich als ohmscher Widerstand R in Reihe zu einer idealen Induktivität L darstellen. Der gesamte Verlustwiderstand R_v einer Topfkernspule besteht aus den Anteilen

R_o = Gleichstromwiderstand der Wicklung,

R_{cu} = Wirbelstromverlustwiderstand der Wicklung.

von Kernverlusten und kapazitiven Verlusten sind, so erhält man einen optimalen Gütefaktor. Allgemein ist

$$Q = \frac{\omega L}{R_v} \quad (9)$$

Es ist definiert

$$Q \cdot \text{tg } \delta = 1 \quad \text{bzw.} \quad \text{tg } \delta = \frac{1}{Q} \quad (10)$$

Die in der FUNK-TECHNIK, Bd. 9 (1954), H. 2, S. 37 abgebildete Gütefaktorkurve ist für einen Kern D 36/22 in Abb. 2 als Gesamtverlustwinkelkurve mit den Verlustwiderstandanteilen in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt. Alle Typen haben grundsätzlich einen ähnlichen Verlauf.

7. Verlustmaß R/L

Bezieht man den Verlustwiderstand auf die Induktivität L , so erhält man das Verlustmaß R/L .

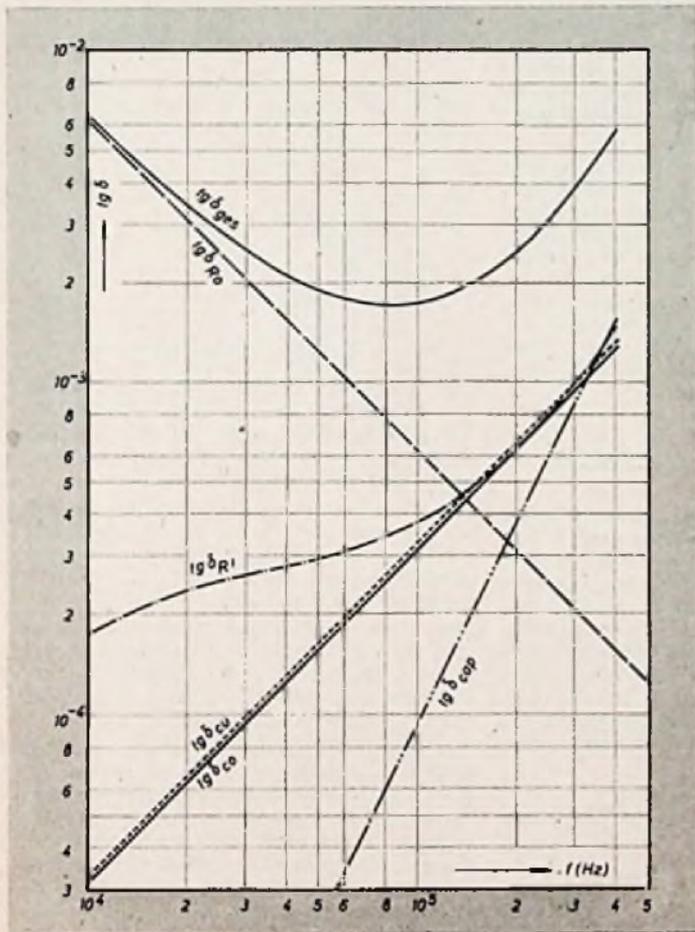
Die Berechnung der Verlustmaße für einen Topfkern beliebiger Abmessungen ergibt un-

d) Für die kapazitiven Verluste wurde für alle Topfkern Typen $\text{tg } \delta_{cap} = 1 \cdot 10^{-4}$ angenommen.

e) Im allgemeinen wird bei niedrigen Frequenzen der Spulenkörper vollgewickelt. Für den Kupferfüllfaktor f_{cu} sind dann die Drahttabellenwerte einzusetzen. Bei hohen Frequenzen wird der Spulenkörper meistens nicht vollgewickelt, um die Eigenkapazität etwas kleiner zu halten. In die Formeln ist in diesem Falle statt des Tabellenwertes für f_{cu} ein im Verhältnis „wirkliche Windungszahl zu maximal mögliche Windungszahl“ kleinerer Wert einzusetzen. Die Eigenkapazität geht bei teilweiser Bewicklung etwa im gleichen Maße zurück wie f_{cu} . Die angegebene Eigenkapazität gilt für volle Bewicklung und einseitige Erdung der Wicklung. Die folgende Tab. II gibt die ungefähren Kapazitätswerte an.

8. Hystereseffaktor q_1

Durch Einfügen eines Luftspaltes werden auch die nichtlinearen Verzerrungen ver-



R_{cap} = Verlustwiderstand durch kapazitive und dielektrische Verluste,

R_o = Wirbelstromverlustwiderstand des Kerns,

R_h = Hystereseverlustwiderstand (stromabhängig!),

$R_{R'}$ = Verlustwiderstand durch restliche Kernverluste (bei Kernen mit Luftspalt).

Verluste in Metallhalterungsteilen sind wegen der hohen Ringkernpermeabilität des geschlossenen Topfes bei den meisten Anordnungen nicht meßbar.

Es ist

$$R_v = R_o + R_{cu} + R_{cap} + R_{co} + R_h + R_{R'} \quad (8)$$

Wählt man den Luftspalt so, daß die gesamten Kupferverluste gleich der Summe

übersichtliche und umfangreiche Gleichungen. Für die Kerne der Tab. I werden in Tab. II einfache Gleichungen angegeben, die unter folgenden Voraussetzungen gelten:

a) Leitermaterial Kupfer (d_{cu}). $\rho = 1,76 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$.

b) Kernwerkstoff $\rho = 0,6 \Omega \cdot m$. Bei anderen Werkstoffen muß die Formel für R_{co}/L mit $0,6/\rho$ multipliziert werden. Das gleiche gilt für den zweiten Summanden der Formel für $R_{R'}/L$.

c) Für das Hystereseverlustmaß R_h/L ist für q_1 (24...100) der Wert 12 eingesetzt worden (siehe Abschnitt 8). Für Pupinspulenmaterial muß für q_1 (24...100) = 5,5 gesetzt und R_h/L proportional q_1 geändert werden.

Tab. II. Gleichungen für die Berechnung der Verlustmaße R/L (Zu beachten sind die Voraussetzungen des Abschnittes 7)

Verlustmaß R/L in $\frac{\Omega}{H}$	Formel (d_{cu} in m; f in Hz; L in H; I in A)	D 14/8	D 25/12	D 25/18	D 25/17,5	D 36/22	D 45/89
		$x_1 \dots$					
$\frac{R_o}{L}$	$\frac{1}{\mu'} \cdot \frac{x_1}{f_{cu}}$	40 000	11 550	7 420	7 600	3 910	1 582
$\frac{R_{cu}}{L}$	$\frac{1}{\mu'} \cdot x_2 \cdot f_{cu} \cdot d_{cu}^2 \cdot f^2$	320	411	476	1132	508	810
$\frac{R_{cap}}{L}$	$\left\{ \frac{2}{Q} + 0,01 \right\} \cdot f^2 \cdot L \cdot x_3 \cdot 10^{-10}$	32,3	52,1	52,1	52,1	59,5	89
$\frac{R_{co}}{L}$	$x_4 \cdot 10^{-10} \cdot \mu' \cdot f^2$	0,65	2,08	2,08	2,26	5,78	7,02
$\frac{R_h}{L}$	$x_5 \cdot \mu' \cdot \frac{L}{w} \cdot I \cdot f$	7950	765	789	638	315	281
$\frac{R_{R'}}{L}$	$\left\{ \frac{\text{tg } \delta}{\mu_A} - (x_6 \cdot 10^{-11} \cdot f) \cdot 0,26 \mu' f \right\}$	1,05	0,56	0,66	0,63	1,19	1,32
Eigenkapazität d. Wickl.		13 pF	21 pF	21 pF	21 pF	29 pF	36 pF

Abb. 2. Gesamtverlustwinkelkurven mit den einzelnen Verlustwiderstandanteilen in Abhängigkeit von der Frequenz für einen Topfkern D 36/22 ($L=0,7$ mH, 59 Wdg., $63 \times 0,07$, Luftspalt 1 mm, $\mu' = 35$) aus Ferroxcube III B 2

mindert. Bei einer Induktion, bei der die Hystereseverluste eine wesentliche Rolle zu spielen beginnen, ist die Größe $\mu_{\sim} = \frac{B_{max}}{H_{max}}$

(bei der benötigten maximalen Aussteuerung) wichtig. $\text{tg } \delta/\mu_{\sim}$ ist abhängig von der Amplitude, die ihrerseits abhängig von den Abmessungen des magnetischen Kreises, der vorhandenen Induktivität L und dem auftretenden effektiven Wechselstrom ist. Man bezeichnet den Hystereseverlustwiderstand als R_h und dessen Vergrößerung (bei einer Frequenz $f = 800$ Hz) je mA Stromzunahme als Hystereseffaktor q_1 . In Abschnitt 7 wurde q_1 mit 24...100 angegeben, da man bei einem Kernvolumen von $V = 24 \text{ cm}^3$ mit gleichförmigem Querschnitt und bei $\mu' = 100$ den Faktor q_1 gemessen hat.

9. Kerntyp, Werkstoff, Drahtsorte

9.1. Typ

Es ist nicht möglich, den Topfkern typ unmittelbar formelmäßig zu berechnen. Man muß einen Kerntyp annehmen und durch Berechnung der Verlustmaße nach Abschnitt 7 prüfen, ob der Kerntyp richtig war. Es muß in Kauf genommen werden, daß die Berechnung evtl. mit kleinerem oder größerem Kerntyp zu wiederholen ist.

9.2. Werkstoff

Die Datenblätter der Hersteller geben die geeigneten Frequenzbereiche an. Bei Ferroxcube gelten die Werte der Tab. III.

Tab. III.

Geeignete Frequenzbereiche für Ferroxcube-Werkstoffe

Frequenzbereich ¹⁾ für Spulen hoher Güte	Ferroxcube	Kennfarbe
20 kHz	III B 1	gelb
20 kHz	III B 4	dunkelblau ²⁾
20...150 kHz	III B 2	rot
150...300 kHz	III B 3	weiß
0,5... 1 MHz	IV A	hellgrün
1... 2 MHz	IV B	dunkelgrün

¹⁾ Für Transformatoren (Antennenübertrager usw.) ist eine etwa 20- bis 30mal so hohe Frequenz zulässig
²⁾ bei strengen Hysteresebedingungen

9.3. Drahtsorte

Die Drahtsorte ist vom Kerntyp bzw. dem Wickelraum des betreffenden Spulenkörpers, der Induktivität (Abschnitt 4) und deren Bedingungen [TK (Abschnitt 5) und Q (Abschnitt 6 und 7)] abhängig. Bei höheren Frequenzen wird HF-Litze verwendet.

10. Berechnung der Daten eines Topfkerns, mit praktischen Beispielen

Für den Entwurf eines Topfkerns sind stets die Induktivität L und die Betriebsfrequenz f gegeben. Außerdem können gefordert sein:

1. ein bestimmter Temperaturkoeffizient TK_L
2. ein bestimmter Gütefaktor Q
3. ein bestimmter Gütefaktor Q und ein bestimmter Temperaturkoeffizient TK_L.

10.1. Vorgegeben der Temperaturkoeffizient

Da keine Güteforderung vorliegt, kann ein ziemlich kleiner Topfkern gewährt werden. Nach der Betriebsfrequenz wird die zweckmäßige Werkstoffsorte (Abschnitt 9.2.) gewählt. Der jeweiligen Werkstofftabelle (Richtwert s. Abschnitt 5) entnimmt man die TK-Werkstoffkonstante Δμ_A/μ_A². Nach Gl. (7) ist

$$\mu' = \frac{TK_L}{\frac{\Delta\mu_A}{\mu_A^2}}$$

Aus Tab. I bzw. Abb. 1 findet man für das erforderliche μ' den Luftspalt d und die Wickelkonstante a. Die Windungszahl ergibt sich aus Gl. (2).

Beispiel

Gefordert: L = 6,25 mH; f = 80 kHz;

TK_L = + 40 · 10⁻⁶/°C.

Gewählt: Topfkern D 25/12.

Man benötigt: Ferroxcube III B 2 mit der

TK-Werkstoffkonstante $\frac{\Delta\mu_A}{\mu_A^2} = + 0,8 \cdot 10^{-6}$;

hiermit errechnet sich

$$\mu' = 40 \cdot 10^{-6} : 0,8 \cdot 10^{-6} = 50.$$

Aus Abb. 1 folgt: Luftspalt d rd. 0,45 mm, a = 72 Windungen/mH.

Die Windungszahl ergibt sich zu

$$w = a \cdot \sqrt{L} = 72 \cdot \sqrt{6,25} = 180 \text{ Wdg.}$$

10.2. Vorgegeben ist der Gütefaktor

Man wähle zunächst den Kerntyp und den Luftspalt. Für diesen Luftspalt ergibt Abb. 1 μ' und a. Damit berechnet man die Windungszahl aus Gl. (2). Das Verlustmaß R_v/L folgt aus den für den gewählten Topfkern angebenen Gleichungen der Tab. II und nach Gl. (9) der Gütefaktor.

Um zu vergleichen, ob der angenommene Luftspalt bzw. μ' richtig waren, vergleiche man die Kupferverlustmaße und die Kernverlustmaße. Es bestehen die drei Möglichkeiten:

$$\frac{R_o}{L} + \frac{R_{cu}}{L} = \frac{R_{co}}{L} + \frac{R_b}{L} + \frac{R_{B'}}{L} \quad (11)$$

In diesem Falle hat der Gütefaktor einen Maximalwert.

$$\frac{R_o}{L} + \frac{R_{cu}}{L} > \frac{R_{co}}{L} + \frac{R_b}{L} + \frac{R_{B'}}{L} \quad (12)$$

In diesem Falle überwiegen die Kupferverluste. Will man den Maximalwert für Q erreichen, so muß μ' erhöht werden.

$$\frac{R_o}{L} + \frac{R_{cu}}{L} < \frac{R_{co}}{L} + \frac{R_b}{L} + \frac{R_{B'}}{L} \quad (13)$$

In diesem Falle überwiegen die Kernverluste und man muß μ' herabsetzen, um den Maximalwert für Q zu erreichen.

Es sei bemerkt, daß das Maximum für Q als Funktion von μ' ziemlich flach ist. Daher lohnt es sich erst bei Unterschieden zwischen Kern- und Kupferverlusten von mehr als 50%, die Berechnung mit einem geänderten Luftspalt zu wiederholen, um den maximalen Gütefaktor zu erreichen.

Läßt man eine gewisse Ungleichheit von Kupfer- und Kernverlusten bestehen, so ist der Fall, daß die Kupferverluste größer als die Kernverluste sind, günstiger. In diesem Falle ist μ' kleiner und damit auch der TK_L, der allerdings hier nicht vorgeschrieben wird. Liegt der errechnete Gütefaktor erheblich über dem geforderten Gütefaktor Q, so kann man die Berechnung mit dem nächst kleineren Topfkern wiederholen.

Anmerkung: Stellt sich zu Beginn der Berechnung heraus, daß HF-Litze zur Verwendung kommt, so kann man μ' aus der Maximumbedingung für den Gütefaktor durch Gleichsetzung der Kupfer- und Kernverlustmaße direkt errechnen. Bei HF-Litze ist das Wirbelstromverlustmaß nur von dem Durchmesser der einzelnen Ader abhängig, dagegen praktisch nicht von der Anzahl der Adern, die nach Errechnung der Windungszahl festgelegt werden kann.

Beispiel

Gefordert: L = 0,1 mH; f = 500 kHz; Q mindestens 200.

Da für 500 kHz nur Litze in Frage kommt, kann μ' unmittelbar berechnet werden. Bei dieser hohen Frequenz und ziemlich niedriger Q-Anforderung soll die Berechnung mit dem Topfkern D 25/12 begonnen werden. Als Werkstoff ist hier III B 3 zu verwenden, während für diese Frequenz der Aderdurchmesser der HF-Litze gleich 0,04 mm gewählt wird. Nimmt man f_{cu} = 0,25 an und vernachlässigt vorläufig die Hystereseverluste, dann werden die Einzelverlustmaße (gemessen in Ω/H)

$$\frac{R_o}{L} = \frac{48\ 200}{\mu'}; \frac{R_{cu}}{L} = \frac{41\ 100}{\mu'}; \frac{R_{cap}}{L} = 1302;$$

$$\frac{R_{co}}{L} = 52 \cdot \mu'; \frac{R_{B'}}{L} = 301 \mu'$$

Für den maximalen Gütefaktor müssen die Kupferverluste gleich den Kernverlusten sein. Also ist

$$\frac{48\ 200 + 41\ 100}{\mu'} = (52 + 301) \cdot \mu'$$

und daraus μ' = √247 = rd. 16.

Nach Tab. I ergibt sich für μ' = 16 ein Luftspalt von 1,7 mm und a = 118 Wdg./mH. Für 0,1 mH braucht man 37 Windungen. Verwendet man HF-Litze 100 × 0,04, dann folgt aus einer Drahttabelle nach Umrechnung f_{cu} = 0,256. Die Eigenkapazität kann wegen nicht voller Bewicklung zu ~ 19 pF angenommen werden. Mit Q = 250 und I = 1 mA geschätzt, werden die Verlustmaße für μ' = 16:

$$\frac{R_o}{L} = 2890 \text{ Ω/H}; \frac{R_{cu}}{L} = 2570 \text{ Ω/H};$$

$$\frac{R_{cap}}{L} = 960 \text{ Ω/H}; \frac{R_{co}}{L} = 832 \text{ Ω/H};$$

$$\frac{R_b}{L} = 18 \text{ Ω/H}; \frac{R_{B'}}{L} = 4816 \text{ Ω/H};$$

Summe: $\frac{R_v}{L} = 12\ 086 \text{ Ω/H}$ und somit

$$Q = \frac{\omega L}{R_v} = 260.$$

Der gewählte Typ war also richtig. Der TK errechnet sich zu + 13 · 10⁻⁶/°C.

10.3. Vorgegeben sind Q_{min} und TK_L

Ist der geforderte Gütefaktor Q_{min} kleiner als der erreichbare Gütefaktor Q_{max}, so ist in dem Bereich von μ₁' bis μ₂' die Güteforderung er-

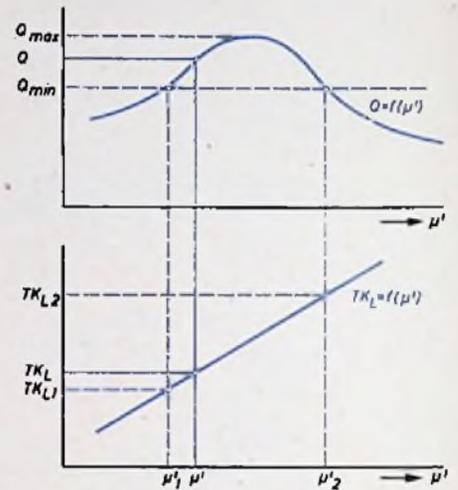


Abb. 3. Q und TK_L in Abhängigkeit von μ'

füllt. Die Abb. 3 mit TK_L = f(μ') zeigt, daß der geforderte TK_L innerhalb TK_{L1} bis TK_{L2} liegen muß, wenn der Mindestgütefaktor nicht unterschritten werden soll. μ' muß daher zwischen μ₁' und μ₂' liegen.

Für obige Betrachtung ist bei Variation von μ' vorausgesetzt, daß durch Änderung der Windungszahl die Induktivität konstant gehalten wurde. Die Frequenz ist ebenfalls als konstant angenommen.

Man wähle den Topfkern, den Kernwerkstoff und die Drahtsorte wie beschrieben. μ' wird berechnet. Der Luftspalt und der Faktor a folgen aus Tab. I bzw. Abb. 1 und damit auch die Windungszahl w.

Aus einer Drahttabelle entnimmt man den Drahtdurchmesser bzw. die Aderzahl der HF-Litze. Nun werden die einzelnen Verlustmaße und das Gesamtverlustmaß R_v/L berechnet. Damit ergibt sich auch der Gütefaktor Q. Liegt dieser wesentlich über dem geforderten Gütefaktor Q_{min}, so kann man die Berechnung mit einem kleineren Topfkern wiederholen.

Beispiel

Gefordert: L = 2,5 mH; f = 70 kHz; Q_{min} = 400; TK_L = 32 · 10⁻⁶.

Die Berechnung wird mit dem Topfkern D 36/22, Werkstoff III B 2, begonnen. Es soll HF-Litze mit Aderdurchmesser 0,07 mm verwendet werden.

Mit

$$\frac{\Delta\mu_A}{\mu_A^2} = 0,8 \cdot 10^{-6} \text{ wird } \mu' = \frac{32 \cdot 10^{-6}}{0,8 \cdot 10^{-6}} = 40.$$

Aus Tab. I bzw. Abb. 1 folgt für μ' = 40 ein Luftspalt von 0,85 mm und a = 68 Wdg./mH.

Damit wird w = 68 · √2,5 = 107 Wdg.

HF-Litze 32 × 0,07 ist geeignet; 131 Windungen könnten untergebracht werden. Für

107 Windungen ist dann der korrigierte Kupferfüllfaktor = 0,267. Nimmt man einen Gütefaktor von 400 und eine Stromstärke von 1 mA an, so werden die Verlustmaße

$$\frac{R_o}{L} = 366 \Omega/H; \quad \frac{R_{cu}}{L} = 81,5 \Omega/H;$$

$$\frac{R_{cup}}{L} = 75,5 \Omega/H; \quad \frac{R_{co}}{L} = 113 \Omega/H;$$

$$\frac{R_h}{L} = 21 \Omega/H; \quad \frac{R_{R'}}{L} = 162 \Omega/H;$$

Summe: $\frac{R_v}{L} = 819 \Omega/H.$

Das Kupferverlustmaß ist

$$\frac{R_o}{L} + \frac{R_{cu}}{L} = 447,5 \Omega/H.$$

Das Kernverlustmaß ist

$$\frac{R_{co}}{L} + \frac{R_h}{L} + \frac{R_{R'}}{L} = 296 \Omega/H.$$

Damit ist $Q = \frac{\omega}{819} = \frac{440000}{819} = 537$. Korrigiert man R_{cup}/L für $Q = 537$, dann wird dieses $69,5 \Omega/H$ und der korrigierte Gütefaktor $Q = 541$.

Die Kupferverluste sind hier größer als die Kernverluste. Um den Maximalwert für den Gütefaktor zu erhalten, müßte μ' erhöht werden. Dies ist aber nicht möglich, weil μ' mit Rücksicht auf den TK_L nicht geändert werden darf.

Da nur ein Gütefaktor von 400 gefordert war und die Berechnung einen Gütefaktor von 541 ergab, soll die Berechnung mit dem kleineren Topfkern D 25/16 wiederholt werden.

Werkstoff: III B 2; damit wieder $\mu' = 40$. Aus Tab. I bzw. Abb. 1 folgt für $\mu' = 40$: Luftspalt 0,75 mm; $a = 88$ Wdg./mH. Damit wird $\omega = 88 \cdot \sqrt{2,5} = 139$ Wdg.

Aus einer Drahttabelle wird gewählt: HF-Litze $20 \times 0,07$. $f_{cu} = 0,341$ bei 158 Wdg. Der korrigierte Kupferfüllfaktor wird 0,30.

Die Eigenkapazität ergibt sich zu

$$21 \cdot \frac{139}{158} \sim 18,5 \text{ pF.}$$

Werden $Q = 300$ und $I = 1$ mA angenommen, so sind die Verlustmaße

$$\frac{R_o}{L} = 618 \Omega/H; \quad \frac{R_{cu}}{L} = 86 \Omega/H;$$

$$\frac{R_{cup}}{L} = 74 \Omega/H; \quad \frac{R_{co}}{L} = 40,5 \Omega/H;$$

$$\frac{R_h}{L} = 41 \Omega/H; \quad \frac{R_{R'}}{L} = 169 \Omega/H;$$

Summe: $\frac{R_v}{L} = 1028,5 \Omega/H.$

Das Kupferverlustmaß ist

$$\frac{R_o}{L} + \frac{R_{cu}}{L} = 704 \Omega/H.$$

Das Kernverlustmaß ist

$$\frac{R_{co}}{L} + \frac{R_h}{L} + \frac{R_{R'}}{L} = 250,5 \Omega/H.$$

Damit ist $Q = \frac{\omega}{1028,5} = 428$. Korrigiert man

Q in der Formel für R_{cup}/L , dann wird $Q = 431$. Es zeigt sich also, daß auch mit dem kleineren Topfkern D 25/16 der Mindestgütefaktor erreicht wird. Durch die vielen Faktoren, die auf das Ergebnis der Berechnung Einfluß haben, ist eine gewisse Ungenauigkeit im Ergebnis unvermeidbar. Vergleichsmessungen haben jedoch gezeigt, daß die berechneten Q -Werte im ungünstigsten Fall 10 bis 15% zu hoch liegen.

Antennen und HF-Kabel beim FS-Empfang

Mitteilung aus den Norddeutschen Kabelwerken AG, Berlin-Neukölln

Erfahrungsgemäß wird bei der Errichtung von Empfangsantennen der Antenne selbst eine größere Beachtung geschenkt als dem zugehörigen Hochfrequenzkabel, das die vom Sender aufgenommene Energie zum Empfänger weiterleitet.

Zwar gibt es Fälle, in denen die örtliche Feldstärke so schwach ist, daß man sowohl eine Antenne mit hohem Gewinn als auch ein dämpfungsarmes Empfangskabel verwenden muß, um einen einwandfreien Empfang zu gewährleisten. In der Mehrzahl der Fälle ist aber die Senderfeldstärke groß genug, um schon mit einer einfacheren Antenne einen guten Empfang zu erreichen. Voraussetzung ist dabei jedoch die Verwendung eines Kabels, bei dem die Dämpfungsverluste und die Störanfälligkeit nicht so groß sind, daß der durch die Antenne gewonnene Signalpegel wieder verkleinert wird.

Antennengewinn

Unter diesem Gesichtspunkt seien zunächst die wichtigsten Antennenformen und der jeweils erreichbare Antennengewinn beim UKW- und Fernsehempfang behandelt. Damit erhält man schon einen Anhaltspunkt für die zulässigen Kabelverluste und kann eine Auswahl unter den verschiedenen Kabelauführungen treffen.

Die einfachste Antennenform mit Richtwirkung ist der $\lambda/2$ -Dipol. Der Fußpunktwiderstand der Antenne ist mit etwa 72 Ohm für viele praktischen Fälle zum Anschluß an ein symmetrisches Kabel zu niedrig (Fehlanspassung). Man verwendet daher meistens den sogenannten Schleifen- oder Faltdipol, der den Fußpunktwiderstand von etwa 300 Ohm hat.

Die elektrischen Werte des Dipols mit Reflektor (also eines verbesserten Richtdipols), wie Fußpunktwiderstand, Richtcharakteristik und Breitbandigkeit, hängen in stärkstem Maße von dem Abstand des aktiven Dipols zum Reflektor sowie von der Länge des Reflektors ab. Als Mittelwert kann man bei einem Abstand von $0,25 \lambda$ zwischen Dipol und Reflektor einen um den Faktor 0,83 kleineren Fuß-

punkt-widerstand ansetzen. Bei kleinem Abstand Dipol/Reflektor wird die Breitbandcharakteristik der Antenne schlechter, so daß die optimalen Antennendaten an den unteren und oberen Kanälen des Frequenzbandes einen geringeren Gewinn ergeben.

Durch den zusätzlichen Anbau eines dritten Elementes, des sogenannten Direktors, vor den Dipol wird der Antennengewinn erhöht und der Fußpunktwiderstand weiter erniedrigt. Antennen mit mehreren Direktoren werden als Yagi-Antennen bezeichnet.

In Tabelle I sind nun Größe des Antennengewinns und der Fußpunkt-widerstand in Abhängigkeit von der Anzahl der Dipole und in Abhängigkeit von den Dipolabständen der angeführten Antennenformen zusammengestellt. Durch die Verwendung des Faltdipols wird zwar kein zusätzlicher Antennengewinn erzielt, es wird aber eine Erhöhung des Fußpunkt-widerstandes auf den vierfachen Wert erreicht. Dadurch ist es möglich, die Antennen und das HF-Kabel hochohmiger auszuliegen, wodurch sich günstigere Übertragungsbedingungen am Empfängereingang ergeben.

Hochfrequenz-Kabel

Häufig wird der Umstand nicht genügend beachtet, daß zum Fernsehempfänger neben einer guten Antenne auch ein Kabel notwendig ist, das die Hochfrequenzenergie aus der Antenne mit möglichst geringen Verlusten an den Empfänger weiterleiten soll. Da die Antennen meistens elektrisch symmetrische Anschlüsse haben und auch der symmetrische Empfängereingang fast aller Geräte für symmetrisches 240-Ohm-Kabel ausgelegt ist, verwendet man vorzugsweise für die Antennenableitung das symmetrische Kabel mit 240 ... 300 Ohm Wellenwiderstand. Ob hierfür abgeschirmtes oder nicht abgeschirmtes Kabel benutzt wird, ist eine Kostenfrage. Unter diesem Gesichtspunkt ist es notwendig, den Einfluß der Kabelauführungen auf die Bildgüte zu beachten. Von den Norddeutschen Kabelwerken, Berlin, wurden z. B. abgeschirmte Fernsehempfangskabel herausgebracht, die eine viel-

Tab. I. Antennengewinn und Dipolzahl

Antennenform	Anzahl der Elemente	Antennen-eingangs-widerstand (Mittelwert)	Spannungsgewinn (bezogen auf der Hertzischen Dipol)	
			Neper	Verhältniszahl
$\lambda/2$ -Dipol	1	70 Ohm	+ 0,23	1 : 1,25
$\lambda/2$ -Schleifendipol	1	300 ..	+ 0,23	1 : 1,25
$\lambda/2$ -Dipol mit Reflektor				
0,1 λ Abstand	2	25 ..	+ 0,57	1 : 1,8
0,25 λ Abstand	2	60 ..	+ 0,4	1 : 1,5
$\lambda/2$ -Schleifendipol mit Reflektor				
0,1 λ Abstand	2	110 ..	+ 0,57	1 : 1,8
0,25 λ Abstand	2	250 ..	+ 0,4	1 : 1,5
$\lambda/2$ -Dipol mit Reflektor und Direktor				
0,1 λ Abstand	3	10 ..	+ 0,8	1 : 2,2
0,25 λ Abstand	3	25 ..	+ 0,6	1 : 1,8
$\lambda/2$ -Schleifendipol mit Reflektor und Direktor				
0,1 λ Abstand	3	45 ..	+ 0,8	1 : 2,2
0,25 λ Abstand	3	100 ..	+ 0,6	1 : 1,8
$\lambda/2$ -Schleifendipole mit je 2 Reflektoren				
0,25 λ Abstand	4	120 ..	+ 1,15	1 : 3,2
Fünfelement-Yagi-Antenne				
0,1 λ Abstand	5	30 ..	+ 1,3	1 : 3,7
4 $\lambda/2$ -Dipole mit je 4 Reflektoren				
0,5 λ Abstand	8	240 ..	+ 1,4	1 : 4

seitige Verwendung sowohl als Zuführungsleitung zwischen Gemeinschaftsantenne und den Empfängern wie auch als hochwertige Kabelauführung für den Einzelempfang gefunden haben.

Bandleitungen

Bandleitungen haben im allgemeinen günstigere Dämpfungswerte. Nachteilig ist aber die Störanfälligkeit gegen amplitudenmodulierte Störquellen in der Nähe des Aufstellungs-ortes. Außerdem ist diese Leitung durch ihren offenen Aufbau sehr den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt, so daß sich Regen,

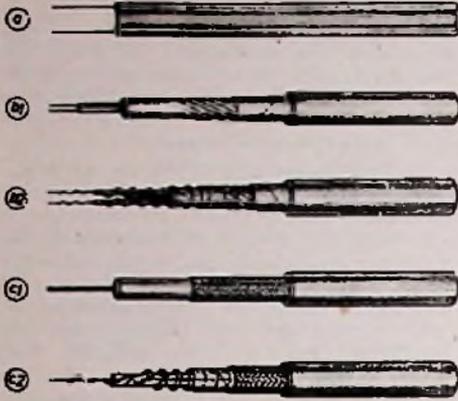


Abb. 1. Ausführungsformen von HF-Kabeln. a) Bandkabel; b) symmetrische Kabel (b_1 = Vollkabel, b_2 = Kabel mit Luftraumisolierung); c) Koaxialkabel (c_1 = Vollkabel, c_2 = Luftraumisolierung)

Staub und Schmutzablagerungen darauf ansammeln, die nach einiger Zeit die Dämpfung ungünstig beeinflussen. Es kann dadurch bereits nach einem mehrmonatigen Betrieb die Dämpfung so stark zunehmen, daß statt einer Empfängereingangsspannung von z. B. 1000 μ V nur eine solche von 200 μ V vorhanden ist, die für eine einwandfreie Bildgüte oftmals nicht mehr genügt. Dadurch kann beispielsweise der durch eine 3-Elementantenne erzielbare Gewinn von etwa 1:2 mehr als aufgehoben werden.

Abgeschirmte symmetrische Kabel

Bis vor kurzem konnten abgeschirmte symmetrische Kabel nicht mit dem hohen Wellenwiderstand von 240 Ohm hergestellt werden, da das Kabel zu dick wurde. Es ist nun gelungen, diese Schwierigkeit mit den sogenannten Luftraumkabeln zu überwinden. Luftraumkabel haben an Stelle der Vollisolation eine Wendel als Isolationsmittel. Diese Fertigungstechnik, die bei den Senderenergiekabeln bereits üblich ist, ermöglicht es, den Durchmesser eines 240-Ohm-Kabels für den UKW-Empfang auf etwa 10 mm herabzusetzen und die Kabel zu einem tragbaren Preis herzustellen. Gleichzeitig wurde dadurch eine wesentliche Verbesserung der Dämpfung erreicht, so daß das abgeschirmte symmetrische Kabel in dieser Hinsicht dem Bandkabel gleichwertig ist und neben den Vorteilen eines störungsfreien Empfanges zusätzlich eine Beständigkeit gegen Witterungseinflüsse bietet.

Koaxialkabel

Das Koaxialkabel hat dann Vorteile, wenn eine Antenne mit niedriger Impedanz verwendet wird. Meistens sind dies also mehr-elementige Antennen mit einer ganzen Anzahl von Dipolen. Als Übergang vom symmetrischen Antennenanschluß zum einadrigen Koaxialkabel ist dann eine Symmetriereinrichtung erforderlich. Dabei muß natürlich eine eventuell vorhandene Breitbandigkeit der Antenne durch entsprechende Gestaltung des Symmetriergliedes erhalten bleiben. Antennen mit Koaxialkabel werden deshalb, bedingt

Tab. II. Dämpfungswerte verschiedener HF-Empfangskabel

Kabeltype	Kabeldämpfung bei 200 MHz		Spannungsverlust (Verhältniszahl) bei 30 m Kabellänge
	N/km	N/30 m	
Bandkabel			
unabgeschirmt 240 Ohm oder 300 Ohm	— 10	— 0,3	1 : 1,35
in nassem Zustand oder bei starker Verschmutzung	— 50	— 1,5	1 : 4,5
Symmetrische Kabel			
abgeschirmt			
a) Luftraumkabel 240 Ohm	— 13	— 0,4	1 : 1,5
b) Luftraumkabel 120 Ohm	— 12	— 0,37	1 : 1,45
c) Vollkabel 120 Ohm	— 18	— 0,54	1 : 1,7
Koaxialkabel			
a) Luftraumkabel 120 Ohm	— 13	— 0,39	1 : 1,5
b) Vollkabel 60 Ohm; 1,5/6,6 mm	— 13	— 0,39	1 : 1,5
c) Vollkabel 60 Ohm; 0,6/3,7 mm	— 24	— 0,73	1 : 2,1

durch den nicht ganz einfachen elektrischen Aufbau, meistens von Antennenbaufirmen komplett geliefert.

Das Koaxialkabel wird im allgemeinen mit einem Wellenwiderstand von 60 ... 120 Ohm hergestellt. Durch geeignete Dimensionierung sowie durch Anwendung der Luftraumisolation ist es möglich, mit dem Koaxialkabel die gleichen Dämpfungswerte wie beim Luftraumkabel einzuhalten. Aus Abb. 1 ist der Aufbau der genannten drei Kabeltypen ersichtlich.

Antennengewinn und Kabeldämpfung

Bei der Errichtung einer Fernsehanlage muß nun der durch die verschiedenen Antennen erreichbare Gewinn mit den Dämpfungsverlusten der verschiedenen Kabeltypen verglichen werden, um festzustellen, wie groß

der Einfluß beider Faktoren ist. Bei diesem Vergleich wird am besten eine Kabellänge von 30 m zugrunde gelegt, die sich aus der Praxis als Mittelwert ergibt.

In der Tab. II sind Dämpfungswerte der drei erwähnten Kabeltypen mit Vollisolation und Luftraumisolation zusammengestellt.

Der Vergleich der Tab. II mit Tab. I, die den Antennengewinn in Abhängigkeit von der Dipolzahl darstellt, lehrt, daß bei schwachen Senderfeldstärken oder starkem Störpegel alle Möglichkeiten auszunutzen sind, um die auf die Antenne gelangende Senderenergie mit möglichst geringen Verlusten an den Empfängereingang zu bringen. Dies ist meistens durch Verwendung einer Antenne mit gutem Gewinn und durch Auswahl eines Antennenkabels mit gutem Wirkungsgrad erreichbar.

FT - KURZNACHRICHTEN

75 Jahre Himmelwerk AG

In diesen Tagen besteht die *Himmelwerk AG*, Tübingen, 75 Jahre. Sie ist insbesondere durch elektromotorische Antriebe und elektrische Schweißmaschinen bekannt geworden. Nach der Übernahme des *LTP-Apparatewerkes* fabriziert das Unternehmen jetzt auch große Serien von UKW-Funksprechgeräten und Hochfrequenzgeneratoren für industrielle Anwendungen. Es machte sich ferner einen guten Namen bei der Entwicklung elektronischer und magnetischer Steuerungen.

Prof. Dr.-Ing. L. Cremer Ordinarius für technische Akustik

Als Ordinarius für technische Akustik an der *Technischen Universität, Berlin-Charlottenburg*, wurde Professor Dr.-Ing. Lothar Cremer (bisher Universität München) berufen; er ist gleichzeitig Direktor der Abteilung für technische Akustik des *Instituts für Schwingungsforschung*.

Magnettonband der Agfa für niedrige Geschwindigkeiten

Unter der Bezeichnung „FSP“ hat die *Agfa AG*, Leverkusen, ein neues Magnettonband herausgebracht. Gegenüber dem bisherigen „FS“-Band sind die mechanischen und magnetischen Eigenschaften bei diesem Band weiterhin verbessert worden, der Frequenzgang beispielsweise bei 9,5 cm/s nahezu um den Faktor 2. Das Band gestattet eine Aufzeichnung von Frequenzen bis 12 kHz; seine spiegelglatte Oberfläche stellt eine innige Kontaktgabe zwischen Tonträger und Magnetkopf sicher und gewährleistet eine äußerst geringe Kopfabnutzung. Die Vorzüge des neuen Bandes kommen selbstverständlich auch bei 19 cm/s sehr vorteilhaft zur Geltung.

Magnettonband auf Kleinstspule

Die *BASF* liefert das neue „LGS“-Band unter der Bezeichnung „Magnetophon-Band *BASF/Typ LGS Pikkolo*“ mit 65 m Bandlänge jetzt auch auf Kleinstspulen von 75 mm ϕ . Auf Helmtongeräten

mit 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit hat das „Pikkolo“-Band eine Spielzeit von 2x11 min. Besonders für Kurz- und für Archivaufnahmen dürfte sich dieses Band bald viele Freunde erwerben.

Deutsche Industrieausstellung Berlin 1954

Elf feste Hallenbauten und zehn Pavillons mit zusammen 42 000 m² überdachter Fläche stehen außer dem Freigelände der *Deutschen Industrieausstellung Berlin 1954* in der Zeit vom 25. September bis 10. Oktober 1954 zur Verfügung. Nach den bisher vorliegenden Informationen wird auch die Rundfunk-, Fernseh- und Phonindustrie stark vertreten sein.

Sprechfunk in Hannover

Die mit fahrbaren und tragbaren Funkgeräten gut ausgestattete hannoversche Polizei setzte zur diesjährigen Industriemesse allein 20 Funkstreifenwagen und 30 Teleport-Geräte ein. Zusätzlich zu den bestehenden Einrichtungen der Polizei für die Verkehrsregelung stand noch auf der Spitze des 120 m hohen *Mannesmann-Sioblurmes* auf dem Messengelände eine 8 m hohe UKW-Antenne zur Verfügung. Diese Ausrüstung ermöglichte es, auch die Anfahrtsstraßen über Hildesheim hinaus und die Autobahn bis Peine bzw. Bad Nenndorf in den Funksprechdienst einzubeziehen.

Für die einseitige Verständigung weiterer Polizeiposten wurden zur Verkehrsregelung zur Messe 30 Kofferempfänger „Bajazzo U“ zur Verfügung gestellt, die für den Empfang der Polizeifunkfrequenz auf UKW eingerichtet waren.

Farbencode für Germaniumdioden

Die *Valvo*-Germaniumdioden sind neuerdings durch Farbbrünge gekennzeichnet. Die Farbbrünge sind an der *Katode* der Diode angebracht, wobei durch die Farben die Ziffern der Typennummern angegeben werden. Der am weitesten außen angebrachte Ring kennzeichnet die Zehner und der innere Ring die Einer in der Typennummer.

Fernsehempfang an der Grenze des Möglichen

Die Zahl der Fernsehsender in Deutschland ist noch gering; deshalb wird häufig versucht, auch in großer Entfernung vom Sender (selbst unter ungünstigen Empfangsbedingungen) einen brauchbaren Fernsehempfang zu ermöglichen. Dabei kommt es ganz besonders

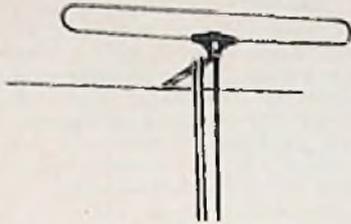


Abb. 1. Fernsehantenne „FESA 100“

auf die Antenne an, die richtig und sinnvoll ausgeführt werden muß, denn sonst können Fehlschläge und Enttäuschungen nicht ausbleiben. Eine Antennenanlage für Weitempfang erfordert nun weiterhin einen großen Aufwand und ist teuer; sie muß deshalb sorgfältig geplant und angelegt werden.

Größere Antenne oder Antennenverstärker?

Das ist die erste grundsätzliche Frage, die man im allgemeinen stellt, wenn eine einfache Antenne nicht mehr genügend Spannung für ein gutes Bild abgibt. Der Anschaulichkeit halber soll als Beispiel eine einfache Faltdipolantenne mit Reflektor (etwa die „FESA 100“ nach Abb. 1) mit einer leistungsfähigeren 16-Element-Antenne (etwa „FESA 600“ nach Abb. 2) verglichen werden. Dabei wird sich zeigen, daß die „FESA 600“ der „FESA 100“ mit Antennenverstärker überlegend Erzeugnisse von Hirschmann herangezogen. Die Ergebnisse würden jedoch auch für Antennen und Verstärker anderer Herstellerfirmen im wesentlichen etwa gleichartig sein.

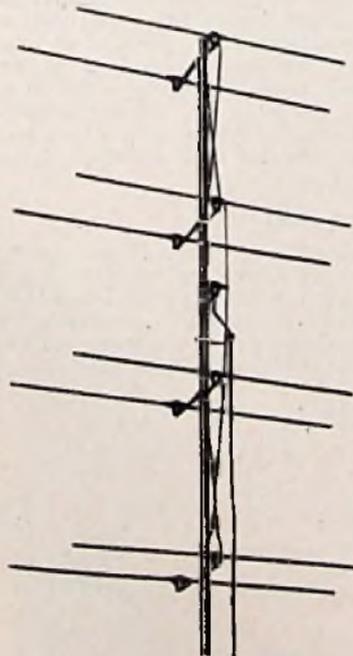


Abb. 2. Fernsehantenne „FESA 600“. Abb. 3 (rechts). Speisegerät „Sg 200“ zum Antennenverstärker „Av 200“, Gehäusekappe abgenommen. Abb. 4 (rechts außen). Ferngespeister Antennenverstärker „Av 200“

Angenommen, die „FESA 600“ liefert an ihrem Fußpunkt eine Spannung von $200 \mu\text{V}$ und z. B. nach 30 m Ableitung aus 240-Ohm-Bandkabel am Empfänger noch $150 \mu\text{V}$ (die Differenz geht durch die Kabeldämpfung verloren). Das genügt gerade noch für ein brauchbares Bild mit wenig „Grieß“.

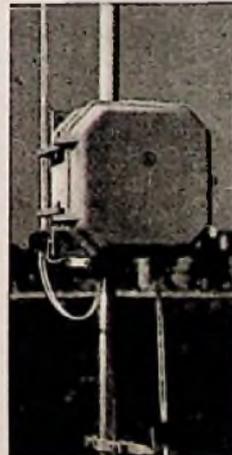
Wegen ihres kleineren Gewinns würde man mit der „FESA 100“ am gleichen Ort nur etwa $75 \mu\text{V}$ am Fußpunkt der Antenne und etwa $55 \mu\text{V}$ am Empfänger bekommen. Damit ergäbe sich aber nur ein stark verrauschtes Bild, das sich auch durch einen Verstärker nicht verbessern ließe, da die Rauschspannung ja mitverstärkt würde.

Beispielsweise nimmt nun ein Verstärker „Av 200“ (Abb. 3 und 4), am Mast montiert und im Antennenfußpunkt der „FESA 100“ eingeschaltet, wenigstens $75 \mu\text{V}$ auf, die er verstärkt, während bei einem Verstärker direkt vor dem Fernsehempfänger mit nur $55 \mu\text{V}$ Eingangsspannung der Rauschabstand natürlich kleiner ist.

Das Eingangsrauschen ist die Grenze

Bei diesem Vergleich würde unterstellt, daß der Fernsehempfänger das gleiche Eingangsrauschen wie der Verstärker hat. Nun hat zwar der Verstärker „Av 200“ die kleinste Rauschspannung, die mit den heute zur Verfügung stehenden Bauteilen zu erreichen ist, aber es gibt auch eine Anzahl von Fernsehempfängern mit gleich gutem Eingang. Andere Empfänger sind für Weitempfang eben weniger geeignet. Entscheidend ist dabei die Verwendung einer besonders rauscharmen Eingangsröhre.

Jeder Verstärker — gleichgültig ob er als Eingangsverstärker im Empfänger eingebaut oder als Antennenverstärker vorgeschaltet ist — braucht eine gewisse Mindestspannung für das Signal, das beim Fernsehen 100- bis 200mal so groß sein muß wie die im Verstärkereingang entstehende Rauschspannung, wenn das Bild „grießfrei“ sein soll. Dieses physikalische Grundgesetz ist nicht zu umgehen. Beim heutigen Stand der Verstärkertechnik muß eine Fernsehantenne etwa 100 bis $200 \mu\text{V}$ Spannung liefern, um ein gutes Bild zu ermöglichen. Die einzig sinnvolle Aufgabe eines Antennenverstärkers ist es, die Verluste in der Antennenableitung zu decken. Der Verstärker muß die Spannung im Antennenfußpunkt so weit anheben, daß am Empfängereingang die erforderliche Mindestspannung übrigbleibt. Für praktische Verhält-



nisse genügt hierfür fünf- bis zehnfache Verstärkung. Auf Grund dieser Überlegung ist der FS-Antennenverstärker „Av 200“ in ein Freiluftgehäuse eingebaut und ohne zusätzliche Leitung ferngespeist und fernbedienbar, damit er ohne Rücksicht auf die Entfernung vom Lichtnetz am Antennenmast in nächster Nähe der Antenne angebracht werden kann.

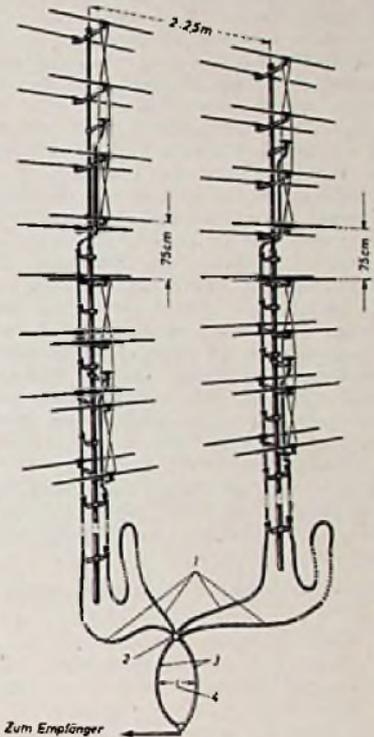


Abb. 5. 64-Element-Antenne aus vier „FESA 600“. 1: Zuleitungskabel zu den Einzelantennen, müssen genau gleich lang sein; 2: Verzweigungspunkt. Alle vier Leitungen geichsinnig gepolt; 3: als Anpaßtransformator zwei 240-Ohm-Bandkabelstücke von je 30 cm Länge parallel schalten; 4: so befestigen, daß zwischen beiden Abstand ist, keinesfalls aufeinanderlegen

Vielelementantennen

Wenn eine Antenne „FESA 600“ die erforderliche Mindestspannung nicht hergibt, kann man die Antenne vergrößern oder höher setzen. Weil aber die Spannung nur ungefähr mit der Wurzel aus der Elementzahl zunimmt, ist die Elementzahl mindestens zu verdoppeln, besser noch zu vervierfachen, um eine merkliche Wirkung zu erreichen. Zweckmäßigerweise schaltet man dann z. B. zwei oder vier „FESA 600“ zusammen (Abb. 5). Die Antenne höher zu setzen, ist besonders zu empfehlen, wenn sie dadurch aus dem Schatten von Bergrücken, Gebäuden oder anderen Hindernissen herauskommt.

Zukunftssichere Breitbandantennen sind besser Unzweckmäßig wäre es auf jeden Fall, statt einer Breitbandantenne für alle sieben Kanäle im Fernsehband III (z. B. „FESA 600“) eine Schmalbandantenne zu nehmen, die nur für einen oder zwei Kanäle brauchbar ist. Eine solche Antenne mit der gleichen Elementzahl kann nämlich höchstens 10 bis 20 $\frac{1}{2}$ mehr Spannung liefern als die „FESA 600“. Gegenüber diesem geringen und dazu noch zweifelhaften Spannungsgewinn scheint das



Abb. 6. Fernsehantenne „FESA 300“

Risiko zu groß, eine neue Antenne kaufen zu müssen, wenn ein neuer, näher gelegener Sender in Betrieb genommen wird oder der Sender seinen Kanal wechselt.

Hohes Vor-Rück-Verhältnis und großer Gewinn?

Wenn das Fernsehbild nicht wegen zu geringer Eingangsspannung schlecht, sondern durch Geister gestört ist, müssen andere Gesichtspunkte in Betracht gezogen werden. Ein Geisterbild kann von einer zweiten Welle herrühren, die an einem Hindernis hinter der Antenne reflektiert wurde. Um die Reflexionswelle zu unterdrücken, muß die Antenne ein hohes Vor-Rück-Verhältnis haben. In der Praxis ist nun die reflektierte Spannung nicht selten fast so groß wie die direkt einfallende. Ein Geisterbild ist aber noch sichtbar, wenn die reflektierte Spannung nur ein kleiner Bruchteil der Spannung der direkten Welle ist. Wenn das Vor-Rück-Verhältnis auch für die ungünstigsten Fälle noch ausreichen soll, müßte es etwa 100 : 1 sein. Eine Empfangsantenne für das Fernsehband mit so hohem Vor-Rück-Verhältnis läßt sich jedoch mit vernünftigem Aufwand nicht herstellen. Ein Vor-Rück-Verhältnis von 20 : 1, wie es z. B. die „FESA 300“ aufweist, dürfte als ausgezeichnete Wert der Praxis anzusehen sein, der bei dieser 3-Element-Richtantenne (Abb. 6) auf Grund zahlreicher Meßreihen durch sorgfältige Abstimmung aller Elemente erreicht wurde.

Das Vor-Rück-Verhältnis von Yagi-Antennen

Bei der Entwicklung dieser Antenne sind natürlich auch eine große Anzahl anderer denkbarer Anordnungen untersucht worden. Yagi-Antennen mit mehreren Direktoren haben z. B. wohl einen höheren Gewinn durch bessere Bündelung der Strahlung von vorn, aber kein besseres Vor-Rück-Verhältnis. In der rückwärtigen Hälfte ihrer Horizontalcharakteristik weisen solche Antennen meist ziemlich große Seitenzipfel auf. Für die Praxis ist aber das Verhältnis der Spannung aus der Hauptempfangsrichtung zur größten Spannung aus der rückwärtigen Halbebene entscheidend, denn die reflektierte Welle wird ja nur selten genau senkrecht von hinten auf die Antenne treffen. Auch Mehrebenen-Antennen bringen in dieser Hinsicht keinen Fortschritt. Wenn man z. B. vier „FESA 300“ in geeigneter Weise übereinander anordnet und zusammenschaltet, dann kann man als günstigsten Wert nur mehr ein Vor-Rück-Verhältnis von 10 : 1 erreichen. Dieses überraschende Ergebnis ist auf die Rückwirkung der Antennenelemente verschiedener Etagen aufeinander zurückzuführen. Dadurch kommen neue Beiträge zu den optimal abgestimmten Summen bzw. Differenzen der Elementenspannungen in den einzelnen Etagen hinzu.

Die üblichen Fernsehantennen sind im Prinzip Kombinationen von gekoppelten Schwingungskreisen. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß es nicht möglich sein kann, die Beiträge einer großen Anzahl von Kreisen nach Größe und Phase so abzustimmen, daß deren Kombination aus allen Winkeln der rückwärtigen Halbebene praktisch keine Spannung aufnimmt. Die Überlegung führt weiterhin zu dem Schluß, daß ein hohes Vor-Rück-Verhältnis sich mit derartigen Anordnungen nur für ein schmales Frequenzband verwirklichen läßt. Deshalb kann beispielsweise die „FESA

300“ nur eine Einkanalantenne sein; der Grundsatz des Herstellers, nur Antennen für das ganze Fernsehband III zu fabrizieren, mußte hier durchbrochen werden.

Antennen mit Reflektorwand oder Spiegel?

Antennen, die von hinten praktisch nichts aufnehmen sollen, müßten grundsätzlich so ausgeführt sein, wie die bei den Fernsehrelaisstrecken benutzten Parabolspiegel-Antennen. Die Fernsehübertragungsstrecken arbeiten jedoch bei 15-cm-Wellenlänge bereits mit Spiegeln von etwa 3 m Durchmesser. Für die Fernsehwellenlänge von rund 1,50 m müßte ein gleich wirksamer Parabolspiegel etwa 30 m Durchmesser haben.

Kompromisse in dieser Richtung mit wirtschaftlich noch tragbaren Mitteln sind Antennen mit erheblich kleineren Spiegeln oder Reflektorwänden, die außerdem nicht aus Blech, sondern aus Stäben oder Maschendraht hergestellt sind. Auch auf diesem Weg konnte aber ein wesentlich höheres Vor-Rück-Verhältnis als bei der „FESA 300“ mit vertretbarem Aufwand nicht erreicht werden; Breitbandigkeit oder Gewinnzuwachs hätten zu teuer erkaufte werden müssen.

Wenn Reflexionswellen von rückwärts einfallen und ein hohes Vor-Rück-Verhältnis für die Brauchbarkeit einer Antennenanlage ausschlaggebend ist, dürfte eine einfache, richtig abgeglichene Antenne wie die „FESA 300“ nicht nur die billigste, sondern auch die beste sein, solange sie (an einem Mast von normaler Höhe auf dem Hausdach montiert) ausreichende Spannung liefert. Wenn dagegen außer dem hohen Vor-Rück-Verhältnis noch ein größerer Spannungsgewinn erforderlich ist, so sind Antennen mit einer größeren Zahl von Elementen in einer oder höchstens zwei Ebenen (Yagi-Antennen mit mehreren Direktoren) günstiger als Mehrebenen-Antennen. In einem solchen Fall ist es aber auch empfehlenswert, die Antennen an einer anderen Stelle (im allgemeinen höher) anzubringen. Die Dämpfung auf der langen Ableitung ist dann mit Hilfe des Verstärkers „Av 200“ auszugleichen. Oft wird auch noch die Feldstärke der reflektierten Welle mit wachsender Höhe abnehmen. Dann bringt die größere Antennenhöhe doppelten Nutzen. In diesem Fall kann also die einfache Antenne mit Antennenverstärker einem größeren Antennenaufbau überlegen sein.

Noch schwieriger ist ein guter Fernsehempfang jedoch zu erreichen, wenn reflektierte Wellen aus allen Richtungen einfallen und viele Geisterbilder erzeugen. Das kommt unter bestimmten Voraussetzungen in tief eingeschnittenen Tälern vor.

Fernsehempfang im Tal

Abb. 7 zeigt schematisch das Profil eines Tales. Links vom Tal soll ein Fernsehsender so weit entfernt stehen, daß sich die Wellen in der Umgebung des Tales praktisch horizontal ausbreiten. Das Tal möge sich senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Wellen (in Abb. 7 also senkrecht zur Zeichenebene) erstrecken. Die einfallende Senderenergie sei so stark, daß auf der Höhe mit der Empfangsantenne 1 ein gutes Fernsehbild zu

empfangen ist. Wenn sich die Ultrakurzwellen vollkommen geradlinig ausbreiten würden, dürfte vom angenommenen Fernsehsender an den Empfangsstellen 2 bis 5 gar nichts ankommen. In Wirklichkeit wird aber an der zum Sender hin gelegenen Hangkante die ankommende Ultrakurzwellen teilweise abgelenkt. Bei allen vier Empfangsstellen im Tal dürfte daher der Fernsehsender wahrnehmbar sein. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß die abgelenkten Energieanteile mit wachsendem Beugungswinkel werden. Danach kann man die Empfangsaussichten an den verschiedenen Empfangsstellen abschätzen. Wenn bei 1 eine einfache Antenne (z. B. die „FESA 100“) ein gutes Bild liefert, sollte mit einer größeren Antenne (etwa der „FESA 600“) zumindest bei 5, wahrscheinlich aber auch noch bei 4, ein gutes Bild zu bekommen sein. Bei 2 müßte man zweckmäßigerweise die „FESA 600“ auf einen hohen Mast setzen, um das gleiche Bild wie bei 4 zu erhalten. Bei 3 sind die Empfangsaussichten sehr schlecht. Dort kommt von der direkten Senderwelle zu wenig an, und außerdem werden die am gegenüberliegenden Hang und den darauf stehenden Häusern reflektierten Wellen annähernd so stark wie die direkte Welle einfallen. Die Reflexionen werden ferner am senderseitigen Hang nochmals mehrfach zurückgeworfen und kommen also auch aus der Richtung der direkten Welle noch stark genug an, um als Geisterbilder störend in Erscheinung zu treten. Eine Antenne mit sehr hohem Vor-Rück-Verhältnis könnte zwar die von hinten einfallenden Geisterbilder unterdrücken, aber nicht von vorn die zweimal reflektierten. In diesem Fall besteht keine Aussicht, mit noch so raffinierten Antennenaufbauten zum Ziel zu kommen. Mit Sicherheit hilft nur eins: Man stellt die Antenne an den Punkt 1, also auf die Höhe und verlegt ein Antennenkabel bis zum Haus 3 (Beispiel s. Abb. 8). Häufig wird auf der Höhe so viel Energie aufgenommen, daß trotz der erheblichen Kabeldämpfung auf der langen Zuleitung ein gutes Bild zustande kommt. Wenn die Empfangsspannung dazu nicht ausreicht, so muß man bei der Antenne einen möglichst ferngespeisten Antennenverstärker einschalten, um den Verlust durch die Kabeldämpfung auszugleichen. Mit Verstärker wird es in mäßiger Entfernung vom Sender auch ausreichen, eine „FESA 600“ im Punkt 2 auf einem hohen Mast aufzustellen. Als Verbindungsleitung zum Empfänger ist zweckmäßigerweise Bandkabel mit Lupolenisolation und Sonnenschutzfärbung zu verwenden (etwa „UKA 13“), weil es von allen in Betracht kommenden Kabeltypen die geringste Dämpfung hat und billig ist. Um mit möglichst wenig Masten und Abspannstellen auszukommen, muß man das Kabel an einem Spanndraht aufhängen.

Umlenkantennen?

Verschiedentlich ist vorgeschlagen worden, auf der Höhe (also etwa im Punkt 1) eine Umlenkantenne aufzubauen. Diese besteht aus zwei leitend miteinander verbundenen Antennen. Die erste ist auf den Sender gerichtet und nimmt die Senderenergie auf, während



Abb. 7. Fernsehempfang im Tal. Der Sender ist sehr weit entfernt, und zwar linksstehend angenommen. Die Ultrakurzwellen werden teilweise an der Hangkante abgelenkt. Mit wachsendem Beugungswinkel werden die Energieanteile der Empfangsstellen kleiner

die zweite auf den Empfangsort ausgerichtet ist und die Energie in diese Richtung wieder abstrahlt. Durch diese Umlenkantenne könnte man das Verbindungskabel zwischen der Antenne auf der Höhe und dem Empfänger im Tal einsparen und alle Schwierigkeiten vermeiden, die z. B. eine über fremde Grundstücke zu führende Leitung mit sich bringt. Dieser Gedanke hat gewiß viel Verlockendes, zum Fernsehempfang ist aber eine solche Anordnung, die gelegentlich im Amateurfunk mit Erfolg verwendet wurde, nicht immer brauchbar. Das läßt sich am einfachsten an einem Beispiel zeigen.

Der Fernsehsender mit einer Antennenleistung von 100 kW möge vom Empfangsort 100 km

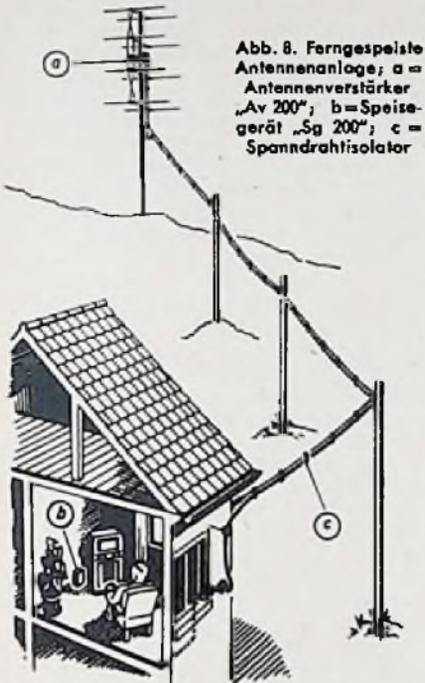


Abb. 8. Ferngespeiste Antennenanlage; a = Antennenverstärker „Av 200“; b = Speisegerät „Sg 200“; c = Spanndrahtisolator

entfernt sein. Die Umlenkantenne soll aus zwei „FESA 600“ (mit vierfachem Spannungsgewinn) bestehen, die mit der richtigen Neigung gegeneinander an der Hangkante (Punkt 1 in Abb. 7) montiert sind. Als Empfangsantenne sei eine „FESA 600“ in einer Entfernung von 100 m so aufgestellt, daß man sie von der Umlenkantenne aus sehen kann. Die Feldstärke nimmt nun linear mit der Entfernung vom Sender ab. Sie ändert sich also bei 100 km Abstand vom Sender im ebenen Gelände auf einer Strecke von 100 m praktisch nicht.

Die strahlende Antenne der Umlenkantenne ist aber eine neue Sendeantenne, deren abgestrahlte Energie sich in 100 m Entfernung bereits auf eine große Fläche verteilt, von der die Empfangsantenne nur einen kleinen Teil erfassen kann. Nur ein Bruchteil der umgelenkten Energie kann also ausgenutzt werden, weil die gebräuchlichen Fernsehantennen nicht scharf genug bündeln und Antennen mit genügend scharfer Bündelung für die Wellenlängen des Fernsehbandes III einen untragbaren Aufwand erfordern würden.

Was man erreichen kann, ist leicht abzuschätzen: Bei direkter Sicht zwischen Sende- und Empfangsantenne und unter Vernachlässigung der Dämpfung, die die Energieverluste auf dem Wege vom Sender zum Empfänger zu berücksichtigen hätte, ist die Feldstärke E eines Senders mit der Antennenleistung N_S in W am Empfangsort in r m Entfernung vom Sender

$$E = 7,0 \cdot \frac{\sqrt{N_S [W]}}{r [m]} [V/m]$$

Der aufnehmende Teil der Umlenkantenne möge 1 mV Spannung liefern. Bei 240 Ohm

Fußpunktwiderstand entspricht das einer Leistung von $N_S = 4,2 \cdot 10^{-9}$ [W].

Durch ihre Richtwirkung hat die ausstrahlende Antenne vierfachen Spannung- und sechzehnfachen Leistungsgewinn. Ihre wirkliche Antennenleistung ist

$$N_S = 67 \cdot 10^{-9} [W].$$

Die Feldstärke am Empfangsort in 100 m Entfernung ist also

$$E = 18 \cdot 10^{-4} [V/m].$$

Für die effektive Länge l_d eines Faltdipols mit der wirklichen Länge $l = 0,75$ m kann gesetzt werden

$$l_d = \frac{2}{\pi} \cdot l = 0,5 \text{ m.}$$

Die aufgestellte Empfangsantenne mit vierfachem Spannungsgewinn liefert eine Leerlaufspannung von

$$U_1 = 4 \cdot l_d = 36 \cdot 10^{-4} \text{ V} = 36 \mu\text{V.}$$

Am Eingang eines richtig angepaßten Fernsehempfängers liegt die Hälfte dieser Spannung, d. h. $U_0 = 18 \mu\text{V}$.

100 m des üblichen 240-Ohm-Bandkabels dämpfen dagegen die Spannung nur auf 40 % ihres Anfangswertes. Am Ende der Leitung würden also von 1 mV Eingangsspannung noch 400 μV übrigbleiben.

Eine „FESA 600“ mit 100 m Bandkabel-Ableitung würde bei dem betrachteten Anwendungsbeispiel mit Sicherheit ein ausgezeichnetes Bild bringen, die Umlenkantenne dagegen nicht einmal die Mindestspannung für brauchbaren Empfang.

Bei größeren Abständen zwischen Empfangsstelle und Umlenkantenne scheint der Vergleich zugunsten der Umlenkantenne auszufallen, wie die folgende Aufstellung zeigt.

Entfernung zwischen Höhenantenne und Empfangsort	Empfangsspannung in μV mit Umlenkantenne	Empfangsspannung in μV mit Leitungsantenne
100 m	18	400
200 m	9	160
400 m	4,5	27
800 m	2,25	0,7

Bei der Leitungsanlage sind jedoch Geisterbilder ausgeschlossen, während bei der Umlenkantenne die direkten und reflektierten Wellen in annähernd gleicher Stärke wie die umgelenkten auftreten können. Vor allem aus diesem Grund ist die Brauchbarkeit einer Umlenkantenne für Fernsehen fraglich. Bei den Umlenkantennen, die gelegentlich von Amateuren für Funkverkehr benutzt worden sind, störten dagegen die Wellen mit abweichender Laufzeit nicht.

Weiterhin kann man die Leitungsdämpfung durch einen Antennenverstärker ausgleichen, den man möglichst direkt am Fußpunkt der Höhenantenne einschaltet. Dazu ist ein ferngespeister Verstärker („Av 200“) besonders geeignet, weil er keine besondere Zuleitung für die Speisespannung benötigt.

Zwischen die Empfangsantenne und die Sendeantenne der Umlenkantenne kann man dagegen nicht ohne weiteres einen Verstärker einschalten, weil diese Anordnung durch die Rückkopplung über die beiden nahe beieinanderstehenden Antennen schwingen könnte (Rückseitenstrahlung beider Antennen). Das wird verhindert, wenn die Anlage eine andere Frequenz ausstrahlt, als sie aufnimmt. Die Fernsehempfangung wird also auf einen anderen Kanal umgesetzt. Ein solcher Umsetzer ist aber im allgemeinen für einen einzelnen Teilnehmer zu teuer. Außerdem darf er nur mit einer Sendelizenz betrieben werden. Zweckmäßig sind nur Umsetzanlagen mit so großer Leistung, daß sie wenigstens eine ganze Stadt versorgen können. Die Einrichtung solcher Anlagen (z. B. in Baden-Baden, Kaiserslautern, Koblenz, Stuttgart) ist jedoch Sache der Sendegesellschaften oder der Gemeindeverwaltungen.

Von Sendern und Frequenzen

Neue Richtantenne für Mühlacker

Seit kurzem arbeitet der Großsender Mühlacker des Süddeutschen Rundfunks (575 kHz, 522 m) mit einer neuen Richtantenne, die in Richtung Stuttgart und Karlsruhe eine größere HF-Leistung als bisher ausstrahlt. Gleichzeitig wird die Ausstrahlung in Richtung Nordosten unterdrückt, um Störungen des auf der gleichen Frequenz arbeitenden Senders Riga zu vermeiden. Die neue Richtantenne ist täglich ab 20 Uhr bis Sendeschluß in Betrieb.

Sommerfrequenzen

Für die Sommermonate hat der Kurzwellendienst der „Deutschen Welle“ einen Frequenzwechsel vorgenommen. Die Umstellung erfolgte kürzlich turnusgemäß entsprechend der jahreszeitlich bedingten Änderung der Wellenausbreitung. Bis auf weiteres gilt folgender Frequenzplan:

Sendezeit (MEZ)	Richtung	Frequenz (kHz)
11.30 ... 14.30	Fernost	15 275 11 795
15.30 ... 18.30	Nahost	11 795 7 290
19.00 ... 22.00	Afrika	11 795 7 290
23.00 ... 02.00	Südamerika	11 795 7 290
02.30 ... 05.30	Nordamerika	7 290 6 075

Fernseh-ausrüstung für den Bayerischen Rundfunk

Von der Fernseh GmbH werden die in der Tagespresse verbreiteten Nachrichten über die Lieferung von englischen Ersatzkameras für die gelegentlich eines Autunglücks verbrannten Aufnahmekameras des Bayerischen Rundfunks demontiert. Die Ersatzkameras sind bei der Fernseh GmbH bestellt worden und werden in diesen Tagen ausgeliefert.

Ferner hat der Bayerische Rundfunk noch drei weitere komplette Kamerazüge gleicher Bauart bei der Fernseh GmbH in Auftrag gegeben. Zur Ausrüstung des neuen Fernsehstudios in München-Freimann sind bei der gleichen Firma zwei 35-mm-Filmabtaster, ein 16-mm-Filmabtaster und ein Diapositivabtaster bestellt worden.

Fernsehen und UKW in Großbritannien

Die Fernseh-Teilnehmerzahl des britischen Fernsehens betrug Anfang März 1954 etwa 3 173 000. Um mit der Ausbreitung des Fernsehens in Großbritannien Schritt zu halten, hat die BBC weitere 33 Fernsehkameras, 66 Fernsehstudioempfänger und viele andere Fernseh-Aufnahmegeräte in Auftrag gegeben.

Im Hinblick auf die immer ungünstiger werdenden Empfangsverhältnisse auf MW und LW ist geplant, ein UKW-Sendernetz zu errichten. Von dem zuständigen Ausschuss wurde ein Bericht an den Generalpostmeister zur Genehmigung durch die Regierung gegeben, der die Einführung des UKW-Rundfunks vorschlägt. Die Regierung erklärte sich im Prinzip mit dem Projekt einverstanden. 50 UKW-Sender mit Leistungen von 1 ... 10 kW hat die BBC-London bereits bestellt.

Man rechnet, daß gegenwärtig etwa vier Millionen Hörer in den Abendstunden die BBC-Sendungen nicht mehr einwandfrei empfangen können. Die Empfängerindustrie beabsichtigt, zunächst UKW-Zusatzgeräte herauszubringen und dann Empfänger mit eingebautem UKW-Bereich.

UKW- und Fernsehsenderplanungen in Frankreich

Auf der Grundlage der Stockholmer Frequenz-Zuteilungen beabsichtigt der französische Rundfunk, in den nächsten Jahren ein leistungsfähiges UKW- und Fernsehsendernetz aufzubauen. In einem Zeitabschnitt von drei Jahren sollen 9 UKW-Sender mit je 50 kW und 17 UKW-Stationen mit je 10 kW Strahlungsleistung errichtet werden. Der Fernsehplan sieht ein Fernsehsendernetz von etwa 45 Sendern vor, die ganz Frankreich ausreichend mit Fernsehen versorgen sollen.

Körperschallmikrofone und ihre Anwendung

Luftschallwahrnehmungen, z. B. starkes Verkehrsgeräusch oder starkes Maschinengeräusch in Werkhallen und Fabriken, können oft recht störend wirken. Dieser Störschall wird in den wenigsten Fällen durch Luftströmungen selbst erzeugt, sondern vielmehr über Vibrationen und Abstrahlungen von festen Körpern an die Luft weitergegeben. Den in festen Körpern erzeugten Schall bezeichnet man als Körperschall.

Der Störschall soll möglichst gering sein. Seine Stärke kann durch geeignete Meßgeräte (z. B. DIN-Lautstärkemesser) festgestellt werden. Die den Schall erregenden Teile selbst lassen sich nach diesem Verfahren aber nicht immer genügend gut einkreisen. Hier setzt die Aufnahme des Körperschalls direkt vom festen

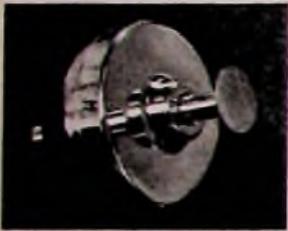


Abb. 2. Körperschallmikrofon zur Abnahme der Herz- oder auch der Lungengeräusche

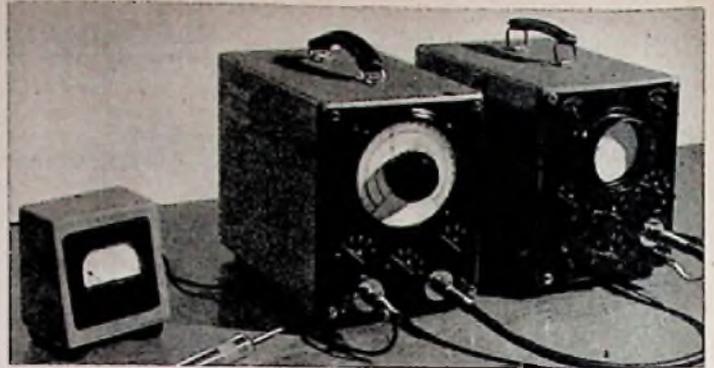
Abb. 3 (unten). Kleine, leichte Körperschallmikrofone zu Untersuchungen an Werkstücken



Körper ein. Man benutzt dazu Körperschallmikrofone, d. h. Mikrofone, die direkt auf den zu untersuchenden Körper aufgesetzt werden und die vorhandene Vibration in elektrische Größen umwandeln. Vielbenutzte Systeme dieser elektromechanischen Wandler verwenden beispielsweise das elektrodynamische, das elektromagnetische oder das piezoelektrische Prinzip.

Die Körperschallmessung an Maschinen dient aber nicht nur zur Bekämpfung des Störschalles; sie wird in steigendem Maße zur Feststellung von unerwünschten Schwingungen innerhalb von Maschinen und Bauteilen oder an Bauelementen (z. B. Kugellagern) angewendet. Aus gemessenen Beschleunigungskräften an Brücken kann der Techniker beispielsweise wichtige Schlüsse auf Material und Anlage ziehen. Der Mediziner setzt Körperschallmikrofone zur Erfassung der Herztöne und der Atmungsgeräusche bei Kreislaufuntersuchungen ein. Der Uhrmacher vergleicht in der Zeitwaage die von der Unruhe erzeugten Schwingungen mit einer Normalfrequenz und stellt in kürzester Zeit die Uhr genau ein. Die pharmazeutische Industrie kennt Tropfenzählmikrofone; andere Körperschallmikrofone werden für Materialprüfungen, Schwingungsuntersuchungen, Zählungen u. a. eingesetzt.

Abb. 1. Gerätesatz zur Untersuchung von Schwingungsvorgängen mit Körperschallmikrofonen



Einen Gerätesatz zur Untersuchung von Schwingungsvorgängen in der Technik zeigt Abb. 1. Ein piezoelektrisches Körperschallmikrofon, das als Universalmikrofon für die Maschinenindustrie vorgesehen ist und das Abtasten von Maschinen und Maschinenteilen auch an schwer zugänglichen Stellen gestattet, ist über einen Filterverstärker mit einem Oszillografen verbunden. Die Darstellung der aufgenommenen Schwingungen im Oszillografen nach Form und Amplitude ist meistens genauer, als die an sich auch mögliche Anzeige über ein Meßinstrument. Eine im Bereich zwischen 5 Hz und 20 kHz durchführbare Ausbiegung von Einzelfrequenzen aus dem aufgenommenen Spektrum gibt ferner die Möglichkeit, den Entstehungsort der Schwingungen einzugrenzen. An Lagern läßt sich z. B. der Frequenzbereich bestimmen, in dem Fehler die größten Amplituden am Oszillografen hervorrufen. In der Serienfertigung wird nun über einen fest eingestellten Verstärker eine Kontrolle mit einem Anzeigeelement vorgenommen oder bei fest eingestellter Ablenkfrequenz der Oszillograf zur Kontrolle benutzt. Um Vergleichswerte für Versuchsreihen zu erhalten und um das Mikrofon nachzukontrollieren zu können, verwendet man einen Eich Tisch,

der feste Amplituden abgibt. Ganz links in Abb. 1 ist ein derartiger Eich Tisch zu sehen, der eine konstante Amplitude im Bereich von 5 Hz bis 50 kHz von einem Quarzstab abzunehmen gestattet. Das Instrument dient zur Kontrolle der angelegten Tonfrequenzspannung, von deren Größe die Höhe der mechanischen Eichamplitude abhängig ist.

Das Körperschallmikrofon nach Abb. 2 ist zur Abnahme der Herz- und Lungengeräusche gedacht, während die besonders kleinen und leichten Körperschallmikrofone nach Abb. 3 für Untersuchungen an Flächen, Karosserieteilen, Turbinenschaukeln und ähnlichen Werkstücken eingesetzt werden können.

Abb. 4 vermittelt Oszillogramme, die von zwei Schallplattenmotoren stammen. IIA und IIB sind ohne Benutzung des Filterverstärkers aufgenommene Oszillogramme; IA und IB zeigen die Hauptschwingungen der Motoren (Einstellung auf etwa 47 Hz), während die Oszillogramme IIIa und IIIb an den oberen Kugellagern bei einer Filtereinstellung von etwa 3500 Hz abgenommen wurden. Hier wird deutlich sichtbar, daß das eine Kugellager eine wesentlich größere Reibung hat als das andere; die Amplitude der reinen Motorschwingung ist deshalb auch bei den Vergleichsmotoren verschieden groß.

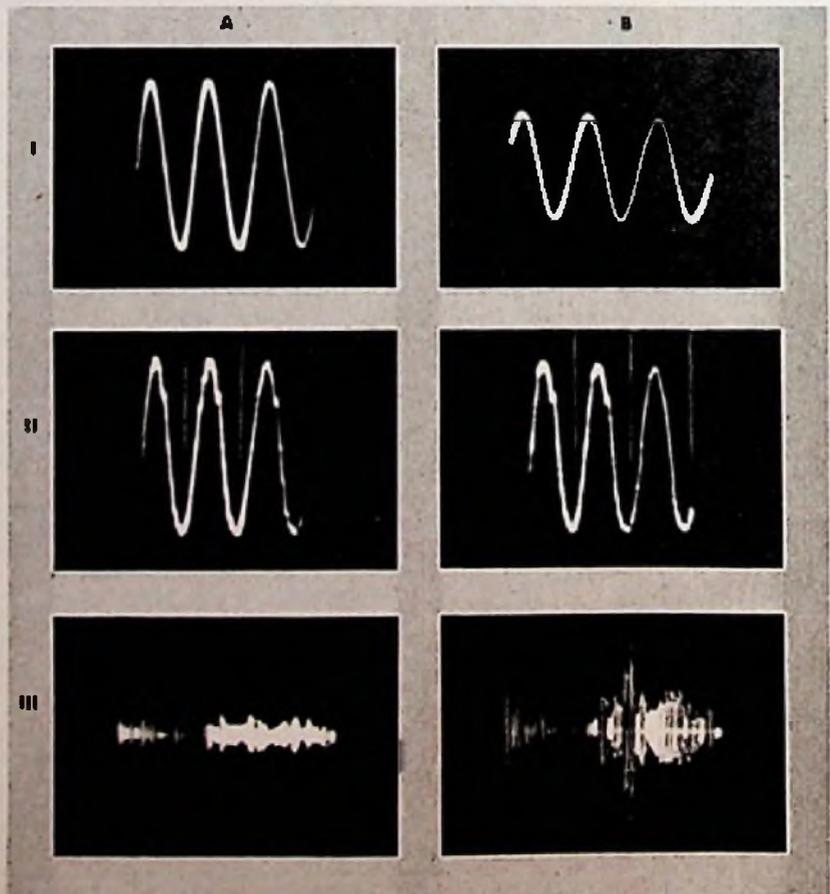


Abb. 4. Körperschallschwingungen zweier Schallplattenmotoren A und B. I = Hauptschwingung der Motoren (etwa 47 Hz), II = ohne Filterverstärker aufgenommene Gesamtschwingungen, III = Schwingungen an den oberen Kugellagern der Schallplattenmotoren (Filtereinstellung etwa 3500 Hz)

Grid-Dipper mit Umschaltspulen

Für Batteriebetrieb; zum Messen von Frequenz, Kapazität und Selbstinduktion

Der Grid-Dipper (GD) ist ein einfaches und praktisches Gerät, das zur Trimmung von Schwingkreisen, Antennen usw. sehr gut brauchbar ist und das außerdem billig hergestellt werden kann. Die vielfach verwendeten Steckspulen bedingen beim Bereichswchsel meist einen Zeitverlust, verbunden mit dem Nachteil, daß die Eichung früher oder später doch ungenau wird. Die Handlichkeit eines Gerätes mit Umschaltspulen geht nicht verloren, wenn eine niederohmige Ankopplung vorgesehen wird. Mit einer kleinen Tastspule kommt man zudem auch gut an schwer zugängliche Stellen heran. Durch Einbau eines Meßkreises in die GD-Schaltung lassen sich mit dem Gerät ohne Schwierigkeiten und Zeitverlust außer Frequenzen nun auch Kondensatoren und Spulen messen.

Prinzip

Das Meßverfahren beim GD-Oszillator nutzt den Energie-Entzug durch einen in Resonanz befindlichen Schwingkreis aus. Letzterer wird mit dem Schwingkreis des GD durch eine niederohmige Leitung induktiv gekoppelt. Da außerdem ein Meßkreis im abgeschirmten Gehäuse des GD untergebracht ist, werden seine elektrischen Daten nur von den außen angeschlossenen Kondensatoren oder Spulen beeinflusst. Die Parallelschaltung zweier Induktivitäten läßt aber die Benutzung dieses Verfahrens zur Messung nur dann zu, wenn die Induktivitäten entkoppelt sind. Dies ist bei der Steckspulen-Anordnung nur selten der Fall, jedoch durch das Abschirmgehäuse des hier beschriebenen Gerätes sicher gewährleistet.

Kapazitätssmessung

Die Meßkreisdaten sind so gewählt, daß sie mit der höchsten Frequenz des GD Resonanz ergeben. Schaltet man zu diesem Kreis einen Kondensator parallel, so erniedrigt sich die Resonanzfrequenz je nach der zusätzlichen Kapazität. Die größte meßbare Kapazität ist die, mit der man die kleinste Frequenz des GD erreicht. Aus dieser Überlegung sieht man, daß die Werte L und C nicht nur die gewünschte f_{max} ergeben sollen, sondern außerdem durch die Parallelschaltung von C_{x-max} (dessen Wert zu bestimmen ist) die Frequenz f_{min} des GD nicht unterschritten werden darf.

Induktivitätsmessung

Der Meßkreis muß in diesem Falle ohne Meßobjekt die f_{min} des GD ergeben, da durch Parallelschaltung einer Spule die Frequenz erhöht wird. Diese Anordnung gewährleistet auch die Messung von großen L -Werten (einige mH). Wird auf die Messung von derart großen Induktivitäten verzichtet, dann kann man die f_{res} des Meßkreises bedeutend unter der f_{min} des GD wählen und erhält dadurch eine bessere Spreizung der Werte von etwa 100 mH aufwärts.

Meßbereiche

Im Gegensatz zur rechnerischen Skaleneichung (evtl. nach dem Schnitt des verwendeten Drehkos) ist die Frequenzeichung mit einem Harmonischen-Generator und Abhörempfänger praktisch stets genauer. Für die Eichung der Kapazitätsbereiche bedient man sich am besten guter keramischer Kondensatoren enger Toleranz (1...2%), die preiswert zu haben

sind und mit denen durch Interpolation oder Parallelschaltung verschiedener Werte genaue Eichpunkte und direkt geeichte Skalen herstellbar sind. Bei Induktivitäten verfährt man sinngemäß.

Die folgende Berechnung soll als Beispiel dem weniger erfahrenen OM zeigen, wie man bei dem Entwurf eines Gerätes vorgeht, um mit einfachen Mitteln und ohne viel Zeitverlust ein arbeitsfähiges Meßgerät zu erhalten.

Ansatz für Richtwerte der Meßbereiche: Frequenz = 1,75 ... 30,00 MHz, Kapazität = 0 ... 6000 pF, Induktivität = 30 mH ... 5 µH.

a) Schwingkreis für den GD-Oszillator

Fünf Bereiche ($n = 5$) und ein Doppeldrehko von $2 \times 8 \dots 110$ pF.

Gesamte Frequenzvariation:

$$V_f = \frac{f_{max}}{f_{min}} = \frac{30}{1,75} = 17,15$$

Bereich-Frequenzvariation:

$$V_{fb} = \sqrt[n]{V_f} = \sqrt[5]{17,15} = 1,742$$

Kapazitätsvariation: $V_c = (V_{fb})^2 = 1,742^2 = 3,04$

Gewählte Kapazitätsvariation zur Erreichung einer Überlappung: $V_c = 3,25$

Kapazitätsvariation des Drehkos:

$$C_v = 110 - 8 = 102 \text{ pF}$$

In der Schaltung wirksames

$$C_v = \frac{110 - 8}{2} = 51 \text{ pF}$$

Für eine $V_c = 3,25$ notwendige Anfangskapazität:

$$C_u = \frac{C_v}{V_c - 1} = \frac{51}{2,25} = 22,7 \text{ pF}$$

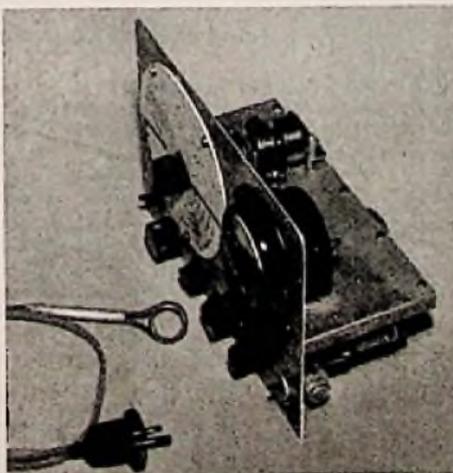
Gesamtkapazität des Kreises:

$$C_v + C_u = 51 + 22,7 = 73,7 \text{ pF}$$

Die Spulen errechnen sich nach der Formel

$$L = \frac{25330}{f^2 C} \text{ [µH, MHz, pF]}$$

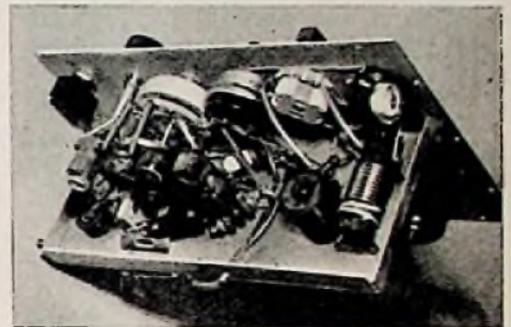
für die einzelnen Bereiche zu etwa 115, 35, 11,5, 3,5 und 1,15 µH.



Ansicht des fertigen Meßgerätes. Knöpfe unten v. l. n. r.: Schalter für Anodenspannung, Abstimmung, Bereichswechsler, Empfindlichkeitsregler mit S_1, S_2 , Meßartenumschalter, Instrumentumschalter S_3 . An der Seite sind Abgleichtrimmer für C-Meßkreis und die Meßspule sichtbar.

Zur Erreichung einer größeren Konstanz sei die Verwendung von Spulen ohne HF-Eisenkern empfohlen. Die Windungszahlen richten sich nach den Spulenkörpern.

Zur Einstellung von C_a wird nur ein Trimmer verwendet, mit dem man die Variation auf dem niedrigsten Bereich (1,73 ... 3,12 MHz) festlegt. Durch diese Methode erhöht sich die Variation in den nachfolgenden Bereichen, da die Wicklungskapazität (parallel zu C_a) immer mehr abnimmt. Dadurch wird eine reichliche Überlappung erreicht, und man ist nicht gezwungen, die Skalen-Enden (etwa 0 ... 5 und 175 ... 180 Grad) zu beschriften. Andererseits spart man vier Trimmer und deren Platz ein.



Verdrahtungsansicht. V. r. n. l.: C-Meßspule, rechts davon zugehöriger Trimmer. Danach Verlängerungsspule (Topfkern) für L-Messungen und das Spulenaggregat. Ganz links: Heizungsregler

Die Schwingkreisspulen werden noch mit den Ankopplungswindungen versehen. Zur Erreichung einer großen Genauigkeit sollte man sehr lose koppeln und auf den höheren Bereichen selbst von der Verwendung von nur 1 oder gar $1/2$ Windung nicht zurückschrecken.

b) Meßkreis für C-Messungen

Erwünscht ist die Messung von Kondensatoren bis 5000 pF. Da aber eine Toleranz von $\pm 20\%$ berücksichtigt werden soll, wird der höchste Bereich für $5000 + 20\% = 6000$ pF ausgelegt. Um eine Resonanz mit 6000 pF auf 1,75 MHz zu erreichen, ist eine Induktivität notwendig von

$$L = \frac{25330}{1,75^2 \cdot 6000} = 1,38 \text{ µH}$$

Ohne Meßkapazität soll die Spule mit 30 MHz Resonanz ergeben. Erforderliche Parallelkapazität:

$$C = \frac{25330}{30^2 \cdot 1,38} = 20,4 \text{ pF}$$

Dieser Meßkreis für C-Messungen ergibt mit den Bereichen des GD folgende Werte (durch die Überlappung von der Berechnung etwas abweichend):

0 ... 45 pF auf 30	... 17,3 MHz
40 ... 190	17,5 ... 9,7 ..
180 ... 620	9,8 ... 5,45 ..
590 ... 1950	5,58 ... 3,1 ..
1900 ... 6000	3,12 ... 1,75 ..

Die Skalen sind bei dem verwendeten Drehkondensator fast vollkommen linear, und es fällt nicht schwer, auf dem Bereich 0 ... 45 pF Werte von 0,25 pF einwandfrei abzulesen.

c) Meßkreis für L-Messungen

Erwünscht ist die Messung von HF-Drosseln und Spulen von etwa 20 mH abwärts. Um jedoch eine Eichkontrolle zu haben, soll der Meßkreis ohne Meßobjekt Resonanz mit I_{min} des GD haben.

Die Meßbereiche und die kleinste meßbare Induktivität sind jedoch durch die Frequenzbereiche des GD schon bestimmt. In der Praxis sind allerdings durch die Einfachheit der Anordnung Induktivitätsmessungen meist nicht bis zum errechneten Mindestwert von etwa 1,3 μ H, sondern nur bis etwa 4 ... 5 μ H mit einwandfreier Anzeige durchführbar. Der Meßkreis soll ohne Meßobjekt Resonanz bei 1,75 MHz haben. Für Induktivitätsmessungen wird die Spule dieses Kreises auf

$$L = \frac{25 \cdot 330}{1,75^2 \cdot 20,4} = 395 \mu H$$

vergrößert. Benötigte Zusatzspule: 395—1,38 = 393,6 μ H (eine ehemalige ZF-Bandfilterspule, die mit etwa 200 ... 250 pF um 470 kHz Resonanz hatte, ist leicht auf diesen Wert zu bringen).

Die größte meßbare Spule errechnet sich aus folgender Überlegung:

Je größer die parallel geschaltete Spule ist, um so kleiner ist auch die Frequenzänderung. Die kleinste Änderung, die noch sehr gut ablesbar ist, beträgt etwa 10 kHz bei 1,75 MHz. Durch die Parallelschaltung von L_x an L_{mess} muß sich also die Frequenz mindestens um $f_2 - f_1 = 10$ kHz ändern.

Aus der Gleichung

$$\left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 = \frac{L_2}{L_1}$$

errechnet man mit L_1 für den gegebenen Fall L_2 .

$$L_2 = 395 \left(\frac{1,75}{1,76}\right)^2 = 390 \mu H$$

und aus

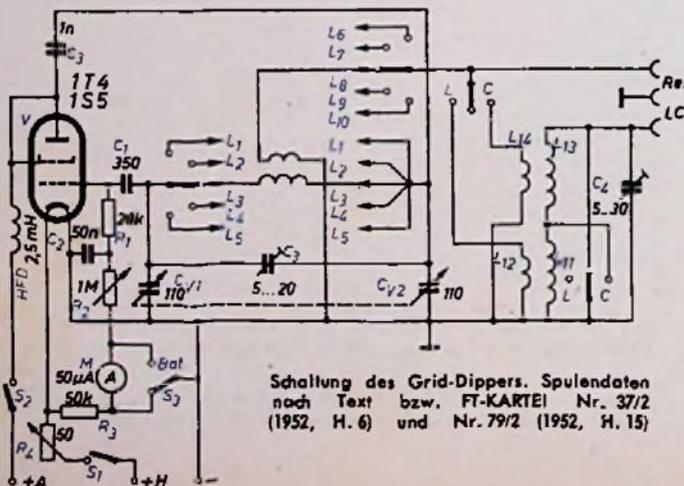
$$L_x = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 - L_2} = \frac{395 \cdot 390}{5} \approx 30,8 mH$$

Die gleiche Berechnung für eine Abweichung von 20 kHz hat als Ergebnis etwa 17 mH. Die Eichung ist also bei hohen Werten stark zusammengedrängt, wird aber mit immer größerer Frequenz weiter auseinandergezogen.

Der Meßkreis für L-Messungen ergibt mit den Bereichen des GD folgende Intervalle

1,3 ...	4,1 μ H auf 30	... 17,3 MHz
4 ...	13,5 17,5 .. 9,7 ..
13 ...	45 9,8 .. 5,45 ..
44 ...	180 5,58 ... 3,1 ..
175 ...	30000 3,12 ... 1,75 ..

Der erste Bereich ist nur der Vollständigkeit halber angegeben. Er ist nur bedingt brauchbar, da die Anzeige oft nicht klar genug ist.



Schaltung des Grid-Dippers. Spulendaten nach Text bzw. FT-KARTEI Nr. 37/2 (1952, H. 6) und Nr. 79/2 (1952, H. 15)

Schaltung und Aufbau

Um mehr Beweglichkeit zu sichern, wurde eine Batterie-Röhre (1T4, 1S5 o. ä.) verwendet, die im Stromverbrauch recht sparsam ist. Für sehr lange Meßreihen kann man — um Batterien zu sparen — ein kleines Netzgerät bauen, das am besten die gleichen Dimensionen wie die Batterien hat. Die Spule im Oszillator wird nur einseitig umgeschaltet. Dies brachte (bei Verwendung eines Wellenschalters, der die nichtbenutzten Bereiche kurzschließt) keine Schwierigkeiten. L_1 bis L_5 sind die Schwingkreisspulen, L_6 bis L_{10} die Koppelspulen für f-, C- und L-Messungen. Ein zweipoliger Schalter mit drei Stellungen wählt die gewünschte Stellung für Frequenz-, Kapazitäts- oder Induktivitätsmessung. Die Meßschleife für den Grid-Dipper wird bei „Res.“, die zu messenden Kondensatoren oder Spulen werden bei „LC“ angeschlossen.

Die Meßschleife ist mit einer Doppelleitung von etwa 70 cm Länge und einem zweipoligen Stecker bedarfsweise anschließbar. Die dadurch auftretende geringe Frequenzverwerfung fällt nicht ins Gewicht, da die L- und C-Eichung auch ohne Meßschleife vorgenommen wird. Das Potentiometer R_2 gestattet, die Empfindlichkeit des Gerätes zu verändern.

Sehr praktisch ist der einpolige Umschalter an dem Mikroamperemeter. Damit kann die Heizspannung zu jeder Zeit sehr schnell kontrolliert werden (Stellung „Bat“). Der zweipolige Schalter des Potentiometers schaltet die Betriebsspannungen ab.

Es wird eine selbstgezeichnete Skala mit einem Durchmesser von 12 cm benutzt. Da der Drehko seine Kapazität bei Linksdrehen verkleinert, sind die Frequenz-Skalen auf der unteren Kreishälfte und die C- und L-Skalen auf der oberen Skalenhälfte aufgetragen. Durch diese Maßnahme erreicht man, daß die Zahlenwerte sich immer von links nach rechts vergrößern — eine Kleinigkeit, die das Ablesen erleichtert.

Zur Frequenzeichung benutzt man am besten einen 100-kHz-Oszillator, dessen Harmonischen im Empfänger abgehört werden, wobei der GD-Oszillator auf Schwebungsnull einzupfeifen ist. Um z. B. 25-kHz-Eichpunkte zu erhalten, ist kein Teiler notwendig, vorausgesetzt, daß der Empfänger das Abhören der vierten Harmonischen ($4 \cdot f_0$) gestattet. Ein kleines Beispiel soll dies erläutern.

Würden die Harmonischen des 100-kHz-Oszillators auf 7000, 7100, 7200, 7300 usw. kHz abgehört, so hört man Schwebungsnull, wenn der GD-Oszillator auf

$$7000/4 = 1750; 7100/4 = 1775 \text{ kHz};$$

$$7200/4 = 1800; 7300/4 = 1825 \text{ kHz}$$

steht. Das gleiche auf 14 ... 14,6 MHz abgehört, ergibt Eichpunkte in 12,5 kHz Abstand usw.

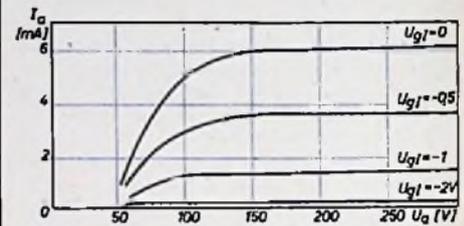
Zur C- und L-Eichung sollte man nur beste Kondensatoren und Spulen mit sehr niedriger Eigenkapazität verwenden. Man kann — vor allem bei Kondensatoren über 1000 pF — sehr gut die Güteunterschiede beobachten; gute keramische Kondensatoren (oder mehrere von diesen parallel) ergeben einen sehr deutlichen Dip (wieder andere aber zeigen ihren Wert nur auf dem Aufdruck, nicht aber auf dem Zeiger des Mikroamperemeters ...).

Das Gerät ist in einem allseitig geschlossenen, 25x17,7x12,5 cm großen Metallgehäuse untergebracht. Die Batterien sind von der Rückseite austauschbar.

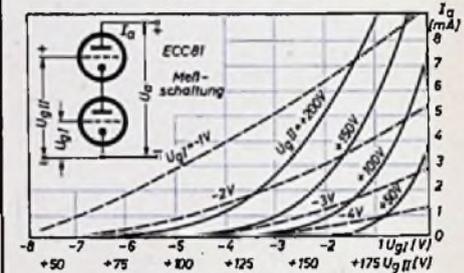
ECC 81 als Niederfrequenzröhre in Kaskodenschaltung

Um mit einem guten Kristallmikrofon vor allem bei längeren Leitungen einwandfrei arbeiten zu können, benötigt man Eingangsempfindlichkeiten von etwa 2 mV an den hochohmigen Eingängen des Verstärkers. Dies ist durch einfaches Parallelschalten mehrerer Eingangsröhren nicht mehr möglich, da das Rauschverhältnis eines derartigen Verstärkers zu ungünstige Werte annehmen würde.

Bei den neuen *Teladi*-Verstärkern wird erstmalig auch in der Niederfrequenztechnik die Kaskodenschaltung verwendet¹⁾. Bei dieser Schaltung liegen zwei Trioden in Reihe, so daß die Anode der ersten Röhre mit der Kathode der zweiten Röhre verbunden ist. Es folgt also einer in Kathodenbasis arbeitenden Röhre eine Röhre in Gitterbasisschaltung. Legt man dem zur Erdung des Gitters der zweiten Röhre erforderlichen Kondensator einen Widerstand in Reihe, so lassen sich ohne weiteres beide Gitter zur Aussteuerung heranziehen.



Anodenstrom in Abhängigkeit von der Anodenspannung U_a ; $R_{g11} = +50$ V gegenüber Kathode I



Anodenstrom als Funktion von U_{a1} und U_{g11}

Diese Anordnung hat neben hoher Verstärkung vor allem den Vorteil, daß das Röhrenrauschen äußerst gering ist. Die Röhren verlieren in der Kaskodenschaltung die Triodencharakteristik und ähneln in ihrer Arbeitsweise einer Hexode (die angezogene amerikanische Arbeit spricht dagegen von einem Pentoden-Verhalten), wie aus den Kennlinien zu entnehmen ist. Das Rauschverhältnis bestimmt in erster Linie die mit geringer Anodenspannung arbeitende erste Röhre. Dabei ist die dynamische Verstärkung am ersten Gitter etwa 120, nach der zweiten Röhre etwa 5.

Das Gitter der zweiten Röhre erhält ebenfalls eine positive Spannung, die jedoch gegenüber der Kathode der zweiten Röhre um einen Betrag von etwa 2 V negativer sein muß. Man kann mit dieser Gittervorspannung die Verstärkung des gesamten Systems stark beeinflussen.

Positive Werte dieses Gitters sind in jedem Fall zu vermeiden, um Gitterfehlerströme und Überlastung dieses Systems sowie Raumladenspannungen an diesem Gitter zu verhindern. Die Anodenspannung ist dabei vor dem Anodenwiderstand 150 V, der Anodenwiderstand 100 k Ω und der Kathodenwiderstand 1 k Ω . Man könnte ohne weiteres die Anodenspannung erhöhen; dabei hat sich jedoch herausgestellt, daß die gesamte Verstärkung nicht wesentlich ansteigt, jedoch das Rauschverhältnis ungünstigere Werte erreicht.

Bei den *Teladi*-Verstärkern (z. B. auch beim 100-W-Verstärker „TKV 80“) liegt parallel zur ersten Röhre noch eine weitere Triode, um ein weiteres hochempfindliches Gitter zu erhalten. Die Heizung des Systems erfolgt dabei zur Vermeidung des lästigen Wechselstrombrumms mit Gleichstrom. Das erste Röhrensystem ist gegen Mikrofonie gut federnd zu lagern; es sind Röhren auszusuchen, die eine geringe Klingneigung zeigen.

1) Eine im Prinzip gleiche ausländische Schaltung wurde in FUNK-TECHNIK, Bd. 9 (1954), H. 8, S. 227, referiert. *Teladi* macht jedoch in ihren serienmäßigen Verstärkern bereits seit Mitte 1953 von diesem Prinzip Gebrauch.

Vierbereich-Reisesuper »ALLGÄU«

(Schluß aus FUNK-TECHNIK, Bd. 9 [1954], H. 9, S. 247)

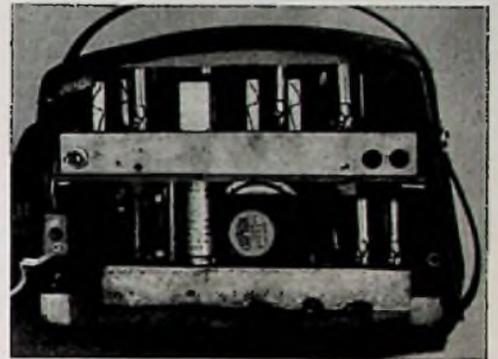
Aufbauhinweise

Die Auftrennung in zwei Einzelchassis soll Überschneidungen in der Leitungsführung verhindern und dem im Bau von direkt geheizten Empfängern weniger Geübten den Nachbau erleichtern. Die Größe beider Baueinheiten richtet sich nach den vorhandenen Einzelteilen und wurde so gewählt, daß der Niederfrequenz- und Netzteil und die dahinter stehende Spezialbatterie (kombinierte Heiz- und Anodenbatterie, *Daimon*) den gleichen Raum einnehmen, wie der darüber angeordnete HF- und ZF-Teil. Diese Ausführung erlaubt verhältnismäßig geringe Gehäuseabmessungen. Das Gehäuse selbst wird zweckmäßigerweise aus Sperrholz gefertigt und mit Kunstleder überzogen. Um an Gewicht zu sparen, wurden im Muster die Chassis aus 1 mm starkem Aluminiumblech hergestellt; verzinktes Eisenblech (0,75 mm) ist schwerer, läßt sich aber ebenfalls vorteilhaft verwenden. Die Anordnung der Bauelemente erfolgt nach rein praktischen Gesichtspunkten. So erkennt man links oben im Foto der Chassisansicht des HF- und ZF-Teiles die Filter *F 6* und *F 7*, daneben die Röhre *DF 96_{III}* und davor die Röhre *DAF 96*, vor der an der Skala der Magische Strich *DM 71* Platz fand. Die rückwärtige Reihe bilden das Filter *F 5*, die Röhre *DF 96_{II}*, die Filter *F 4*, *F 3*, *F 2* und *F 1* sowie die UKW-Mischtriode *DC 90*. Über den letztgenannten Filtern sind die Röhren *DK 96* und *DF 96_I* zu erkennen, an die sich der Spulensatz anschließt. Die Ferritantenne liegt dicht hinter der Skala und wird durch zwei Perlinaxstützen in der richtigen Höhe festgehalten. Gewisse Schwierigkeiten bereitet bei Reisesupern der Skalenantrieb, da sich aus Platzgründen kein großes Skalenrad einbauen läßt. Eine zweckmäßige Lösung ist deshalb die Verwendung zweier Schnurscheiben. Die größere Scheibe (30 mm ϕ) kommt auf die Drehkondensatorachse und die kleinere (15 mm ϕ) auf die Antriebsachse. Wird die Schnur zum Drehkondensator mehrfach über die Antriebsachse (6 mm ϕ) geschlungen, so ergeben $2\frac{1}{4}$ Umdrehungen der Antriebsachse eine 180° -Drehung der Drehkondensatorachse. Diese $2\frac{1}{4}$ Umdrehungen erlauben eine Verschiebung des Skalenanzeigers um etwa 120 mm, wenn das zur Skala gehörende Seil um die kleine Schnurrolle auf der Antriebsachse geschlungen wird.

Die Anordnung der Einzelteile des kleinen Chassis (NF- und Netzteil) ist durch die



Links: Vorderansicht des Gerätes mit Teleskopantenne (Roka). Unten: Rückansicht des Reisesupers; im oberen Fach befindet sich der HF- und ZF-Teil, darunter der Netzteil mit Lautsprecher und Endstufe; die Batterie ist herausgenommen. Rechts unten erkennt man die Buchse für den zweiten Lautsprecher, links unten die Schaltbuchse (AEG) für die Umschaltung von Batterie auf Netz



Liste der Spezialteile

Kondensatoren (Keramik):	<i>Dralowid</i>
Kondensatoren (Lackausführung):	<i>Wima</i>
Elektrolytkondensatoren:	<i>NSF, Siemens</i>
Drehkondensator:	<i>Philips</i>
Tauchtrimmer:	<i>Philips</i>
Widerstände:	<i>Dralowid</i>
Potentiometer:	<i>Dralowid</i>
Spulenkörper und -kerne:	<i>Görler, Vagt</i>
Bandfilter:	<i>Philips</i>
Ferritstab:	<i>Dralowid</i>
Drucklastensatz:	<i>Schadow</i>
Antennenbuchsen:	<i>Mentor</i>
Abgeschirmte Kleinstkupplung:	<i>Peiker</i>
Sicherungshalter:	<i>Wickmann</i>
Schaltbuchse:	<i>AEG</i>
Röhrensäkel:	<i>Dralowid</i>
Selengleichrichter:	<i>AEG</i>
Kristalldioden:	<i>Siemens</i>
NF-Obertrager:	<i>G. Schüller</i>
Lautsprecher:	<i>Isophon</i>
Heiz- und Anodenbatterie:	<i>Daimon</i>
Röhren:	
DAF 96, DC 90, 3x DF 96,	
DK 96, 2x DL 96, DM 71	<i>Valva</i>

Wärmeentwicklung bedingt. Die beiden Hochlast-Widerstände (Foto der Rückansicht dieses Chassis: links *R₇₇*, daneben *R₂₅*) sind so zu montieren, daß eine einwandfreie Wärmeabstrahlung gesichert ist. Um eine zu starke Erhitzung benachbarter Teile zu vermeiden,

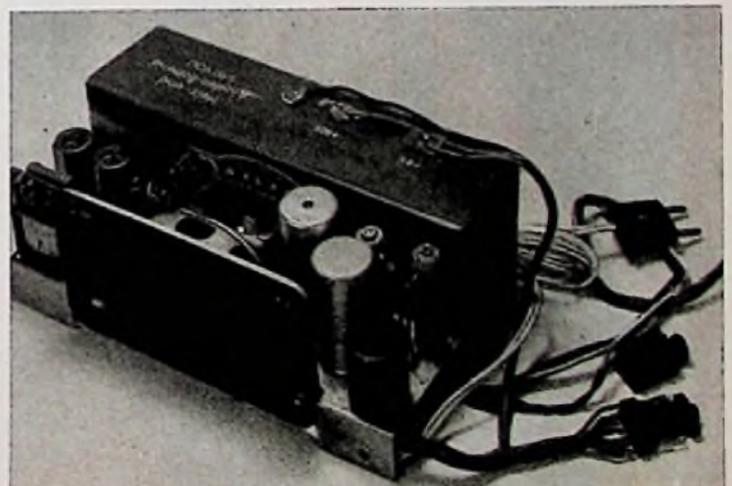
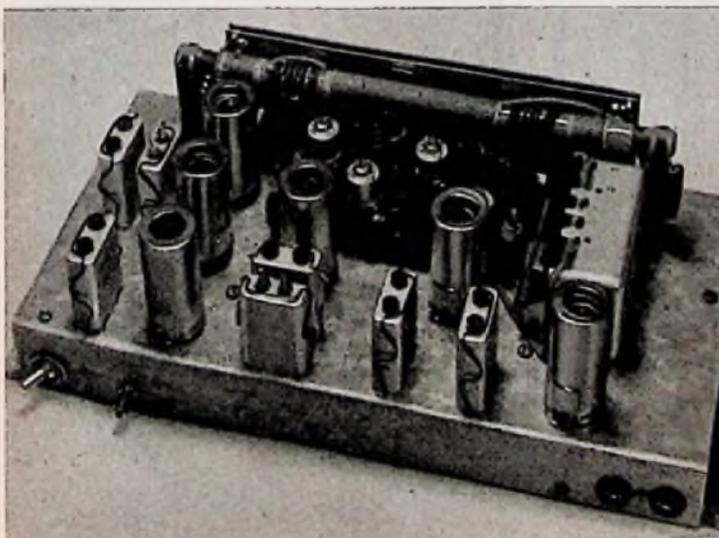
sind unter Umständen noch kleine Asbestpappstücke einzuschleiben.

Eingangs- und Ausgangsübertrager (*G. Schüller, Berlin*), auf Spezialkerne gewickelt, werden um 90° versetzt angeschraubt. Die Verbindung zu dem im Gehäuse angebrachten Lautsprecher (*Isophon „PM 915/19/8“*) soll flexibel ausgeführt sein.

Bei der Verdrahtung des Empfängers beginnt man mit den Heizleitungen. Die hohe Stufenzahl erfordert besonders in Anbetracht einer ausreichenden Übertragungsbreite des FM-Kanals große Sorgfalt und eine saubere Entkopplung der einzelnen Stufen. Die Masseleitungen werden zu einem gemeinsamen Punkt für jede Röhre geführt, der mit dem Chassis zu verbinden ist.

Aus Platzgründen empfiehlt sich die Verwendung kleinster Kondensatoren und Widerstände. Bewährt haben sich u. a. keramische Kondensatoren von *Dralowid*, für Ableitkondensatoren Doppelausführungen (z. B. 2×5 nF für *C_{43a}* und *C_{43b}* usw.).

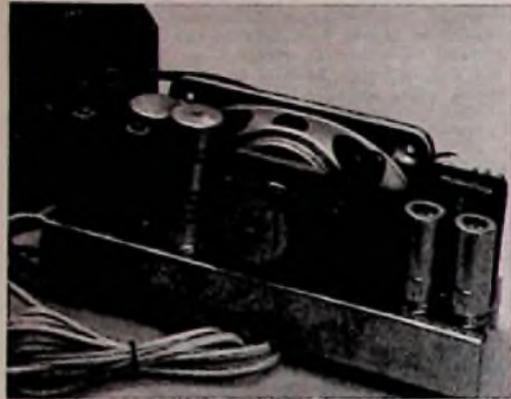
Im Anschlußschema des Drucktastenschalters (*Schadow, „2x MG 4u + 3x MG 4u“*) stimmen



Gegentaktendstufe und Netzteil sind auf einem besonderen Chassis angeordnet und füllen den Raum zwischen Lautsprecher, der an der Frontwand befestigt ist, und Anodenbatterie aus. Man erkennt die später im Gehäuse des Reisesupers zu befestigende Schaltbuchse und das Sicherungselement

Diese Chassisrückansicht des HF- und ZF-Teiles zeigt u. a. die Anordnung des hier verwendeten Magischen Striches *DM 71* an der Skalenrückseite

die Positionsziffern mit denen des Schaltbildes (Heft 9) überein. Der Spulensatz, auf einer Pertinaxplatte oberhalb des Drucklastenaggregates angebracht, macht von kleinen Görler-Spulen Gebrauch. Drei Wicklungen kennzeichnen die Ferritantenne. Die gegenseitige Beeinflussung bleibt jedoch gering. Sämtliche Wickeldaten sind in



Rückwärtige Ansicht des Zwischenchassis

der ausführlichen Tabelle im Heft 9 aufgeführt. Die Verbindung zwischen den beiden Teilchassis erfolgt über flexible, gebündelte Leitungen. Es ist ratsam, diese Leitungen nicht zu kurz auszuführen, damit beide Chassis auch unbehindert getrennt ausgebaut werden können.

Betriebshinweise

Die starke Rückkopplung des Empfängers erlaubt eine weitgehende Ausnutzung der Batterien, so daß auch mit verhältnismäßig niedrigen Spannungen einwandfreier Empfang möglich ist. Um eine Überlastung der hintereinander geschalteten Heizfäden zu vermei-

FM	AM	L	M	K
•28 40 U V •37 39	•27 25 O N •28 26	•6 12 C F •5 11	•4 10 B E •3 9	•2 7 A D •1 8
•24 36 S T •23 35	•29 31 P R •30 32	•18 20 I K •17 19	•16 22 H L •15 21	•14 24 G M •13 23

Die Kontaktnummer des Shadow-Wellenschalters „2xMG 4u+3xMG 4u“. Die Positionen stimmen mit den Ziffern des Schaltbildes überein

den, ist die Einfügung eines 24-Ohm-Widerstandes in die Heizleitung bei neuer Batterie zu empfehlen. Bei Netzbetrieb sind die einzelnen Abgriffe des Widerstandes R_{27} betriebsmäßig so einzuregulieren, daß ein Heizstrom von 48 mA fließt. Die Anodenspannung stellt sich dabei automatisch auf den richtigen Wert ein.

Während sämtlicher Arbeiten, bei denen eine innere Veränderung des Gerätes vorgenommen wird, soll der Super abgeschaltet sein, um die empfindlichen Heizfäden zu schützen. In Betrieb darf keine Röhre entfernt werden. Wenn in parallelliegenden Heizketten mit gemeinsamem Vorwiderstand eine Röhre ausfällt, verträgt wohl die in Betrieb bleibende Kette kurzzeitig den durch die dann höhere Spannung hervorgerufenen Überstrom, jedoch sollte man das Gerät sofort abschalten.

Vor dem Abgleich ist durch eingehende Messungen die einwandfreie Funktion jeder Röhre zu überprüfen. Der Abgleich unterscheidet sich nicht von dem eines normalen AM/FM-Empfängers. Der Meßsender ist über eine kurze Hilfsantenne anzukoppeln, die auf die Ferritantenne einstrahlt.

Für die Abgleicharbeiten empfiehlt es sich, das Görler-Abgleichbesteck F 297 zu verwenden, das ein Ausbrechen der Eisenkerne sicher vermeidet. Die auf den Fotos sichtbaren Röhrenhauben schützen die Röhren nicht nur vor dem Herausfallen bei rauen Betriebsbedingungen, sondern bilden auch gleichzeitig eine wirksame Abschirmung.

Telo-Antennen

Die Telo-Antennenfabrik, Hamburg-Wandsbek, liefert ihre bekannten Telo-Allwellen-Antennen in einem abgerundeten Bauprogramm. Die Anlagen können als Einzelantennen, verstärkerlose Gemeinschaftsantennen bis zu acht Anschlüssen oder als Großanlagen für 50...60 Anschlüsse für alle Zwecke des modernen Haus- und Wohnungsbaues zusammengestellt werden. Die Überdach-Elemente sind in mechanischer und elektrischer Hinsicht gut durchkonstruiert, wobei besonderer Wert auf stabile Schellen, Korrosionsbeständigkeit aller Elemente und feuchtigkeitssichere Isolierteile gelegt wurde. Die mechanische Festigkeit der Isolatoren wurde — bei verbesserten elektrischen Eigenschaften — durch Verwendung eines hierfür geeigneten Preßstoffes erhöht. Laufende Versuchsreihen der Telo ergaben, daß in vielen Fällen für den FS-Empfang Ein-Ebenen-Antennen mit vier Elementen (Type „501“) ausreichen. Für schwierigere Empfangsmöglichkeiten werden Zwei-Ebenen-Antennen (acht Elemente, Type „2501“) und Vier-Ebenen-Antennen (16 Elemente, Type „4501“) geliefert. Für Großanlagen einschließlich FS-Empfang wird der Telo-Verstärker „FS 54“ eingebaut. Dieses Gerät hat in drei Stufen einen Verstärkungsfaktor von 180...200fach bei einer Empfindlichkeit von 7 kT₀ und ist bestückt mit 3x PCC 84 in Kaskodenschaltung.

NEUBERGER 1904-1954

Elektrische Meßinstrumente
Röhrenprüfgeräte
Elektrizitätszähler
Elektrische Kondensatoren

JOSEF NEUBERGER MÜNCHEN 125

Hirschmann

16-Elemente-Mittelfrequenz-Weitempfangsantenne

Für Kanal 5-11, daher auch bei Kanalwechsel und Eröffnung neuer Sender weiter verwendbar.

ERFOLGREICHE ANTENNEN

RICHARD HIRSCHMANN
RADIOTECHNISCHES WERK
ESSLINGEN AM NECKAR

MIT PROSPEKTE VERLANGEN

Feldstärken-Meßgerät für Amateursender

Die von einem Sender an einem bestimmten Punkte erzeugte Signalfeldstärke ist von ausschlaggebender Bedeutung für seine Reichweite und ganz allgemein für die Empfangsmöglichkeiten. Der Amateur sollte daher in der Lage sein, die Feldstärke seiner Station von Zeit zu Zeit, oder noch besser laufend, überwachen zu können. Auf diese Weise läßt sich am besten das Arbeiten des Senders kontrollieren und die Wirkung bzw. der Erfolg von Änderungen der Station, etwa der Schaltung, der Antenne usw., feststellen. Nun liegt es aber im Wesen der Feldstärkemessung, daß der Meßpunkt in einer gewissen Entfernung von der Sendeantenne sein muß, wenn man einwandfreie Werte erhalten will. Bei den in Amateursendern benutzten Frequenzen ist mit einer Mindestentfernung von 20 bis 30 m zu rechnen.

Natürgemäß ergeben sich hierdurch Schwierigkeiten, da man bei der Messung ja nicht gleichzeitig am Sender und am Meßplatz sein kann. Es gibt jedoch eine recht einfache Möglichkeit, die Feldstärkemessung durchzuführen, ohne daß man die Station während des Meßvorganges verlassen müßte. Dabei sind für dieses sehr elegante Verfahren nur verhältnismäßig wenige Hilfsmittel notwendig, die sich leicht und ohne großen Aufwand bauen lassen. Hierüber berichtet eine Arbeit in der Zeitschrift „Radio & Television News“, Bd. 51 (1954), H. 4, S. 47.

Das Meßprinzip beruht darauf, daß an dem ausgewählten Meßpunkt des Geländes ein kleiner, sehr einfach geschalteter Empfänger aufgestellt wird, der auf die Frequenz f_1 des Senders der Station abgestimmt ist. Dieser Hilfsempfänger hat, ähnlich wie ein Superhet, einen mit der Frequenz f_2 schwingenden Oszillator, wobei die Frequenz f_2 so gewählt ist, daß die Differenzfrequenz $|f_1 - f_2|$ bequem mit dem Hauptempfänger der Station

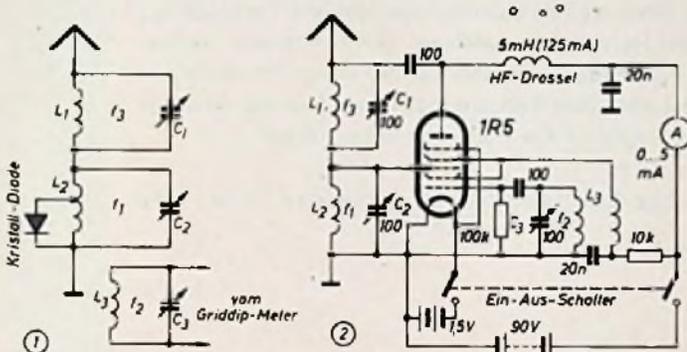


Abb. 1. Feldstärken-Meßgerät mit Grid-Dipper als Überlagerungsozillator.
Abb. 2. Feldstärken-Meßgerät mit Pentagrid-Konverter als Mischstufe

aufgenommen werden kann. Zweckmäßigerweise wählt man diese Differenzfrequenz zu etwa 2 MHz. In einer Mischstufe wird der vom Hilfsempfänger aufgenommenen Senderfrequenz f_1 die Oszillatorfrequenz f_2 überlagert. Die entstehende Mischfrequenz $f_3 = |f_1 - f_2|$ wird der Antenne des Hilfsempfängers zugeführt und von dieser wieder ausgestrahlt, die also gleichzeitig als Empfangs- und als Sendeantenne arbeitet. Die Amplitude der ausgestrahlten Mischfrequenz f_3 ist der Feldstärke der Senderfrequenz f_1 am Meßpunkt, also am Standort des Hilfsempfängers, proportional. Die Signalstärke der vom Hauptempfänger der Station empfangenen Mischfrequenz f_3 muß also ebenfalls dem gesuchten Feldstärkenwert proportional sein. Durch Messung dieser Signalstärke, etwa mit dem S-Meter des Empfängers, kann daher auf die Feldstärke des Senders am Aufstellungsort des Hilfsempfängers geschlossen werden.

Da der Hilfsempfänger, der ja auch gleichzeitig Hilfssender für die Frequenz $f_3 = |f_1 - f_2|$ ist, nicht sehr empfindlich zu sein braucht und auch nur kleine Energien ausstrahlen soll, lassen sich ganz unkomplizierte Schaltungen verwenden. In Abb. 1 ist die einfachste Möglichkeit für den Aufbau des Hilfsempfängers dargestellt. Als Oszillator wird ein vorhandener Grid-Dipper benutzt, der mit der Frequenz f_2 schwingt. Im übrigen wird nur die aus drei abstimmbaren Schwingkreisen und einer als Mischelement dienenden Kristalldiode bestehende Mischstufe benötigt.

Der Kreis L_2-C_2 ist auf die Frequenz f_1 des Senders abgestimmt, dessen Feldstärke zu ermitteln ist. Fest gekoppelt mit diesem Kreis ist der Kreis L_3-C_3 , der für die Überlagerungsfrequenz f_2 des Grid-Dippers in Resonanz ist; L_3 ist die Spule des Grid-Dippers, dessen Frequenz f_2 etwa 2 MHz von der Frequenz f_1 des Hauptsenders abliegen soll. L_1-C_1 schließlich ist auf die Mischfrequenz $f_3 = |f_1 - f_2|$ abgestimmt, die von der Antenne ausgestrahlt wird. Da keinerlei Verstärkung vorgesehen ist, läßt sich diese Schaltung nur für verhältnismäßig geringe Abstände des Meßpunktes von der Sendeantenne gebrauchen.

Universeller anwendbar ist ein Meßgerät mit der in Abb. 2 gezeigten Schaltung. Hierbei handelt es sich im wesentlichen um einen Pentagrid-Konverter. Ähnlich wie in Abb. 1 ist der Resonanzkreis L_3-C_3 auf die Frequenz f_1 des Hauptsenders abgestimmt, während der Kreis L_2-C_2 mit einer Frequenz f_2 schwingt, die um f_2 oberhalb oder unterhalb von f_1 liegt. Der anodenseitige Resonanzkreis L_1-C_1 endlich ist auf die Mischfrequenz f_3 abgestimmt, die er unmittelbar an die Antenne abgibt. Bei dem Nachbau dieser an sich einfachen Schaltung ist darauf zu achten, daß der Drehkondensator C_1 einen isolierten Rotor und eine isolierte Welle hat, da nur so die direkte Kopplung der beiden Kreise L_1-C_1 und L_2-C_2 möglich ist.

Es ist selbstverständlich, daß das Meßgerät ganz auf Batteriebetrieb eingestellt ist, um es leicht und unbehindert umhertragen zu können. Man kann es einschließlic der Batterien in ein Aluminiumgehäuse von etwa 23x13x15 cm einbauen, auf dessen Oberseite die Antenne, ein bis auf fünf bis sechs Meter

Agfa
Magnetophonband
FSP

Nun ist es da!

Für alle
Heimgeräte mit 19 cm/sec,
9,5 cm/sec und kleineren
Bandgeschwindigkeiten

- ▶ Außerordentlich reißfest
- ▶ Sehr schmiegsam
- ▶ Spiegelglatte Oberfläche
- ▶ Weitestgehende Schonung der Magnetköpfe
- ▶ Wesentlich verbesserte Höhenempfindlichkeit
- ▶ Besonders gleichmäßige Wiedergabe
- ▶ Große Lautstärke



Weitere Auskünfte sowie Prospektmaterial erhalten Sie durch

AGFA-MAGNETONVERKAUF · LEVERKUSEN-BAYERWERK

*Zwei wichtige
Neuerscheinungen*



HANDBUCH DER INDUSTRIELLEN ELEKTRONIK

von Dr. REINHARD KRETMANN

Ein hervorragendes Nachschlagewerk, das über die große Bedeutung der Elektronik für alle Zweige der industriellen Fertigung Aufschluß gibt und sich durch die Fülle des Stoffes, seine allgemeinverständliche Sprache und übersichtliche Gliederung auszeichnet.

In umfassender, dem neuesten Stand der technischen Entwicklung entsprechender Darstellung werden die verschiedenen Elektronenröhren, ihre Wirkungsweise und Grundschaltungen, die Vielzahl elektronischer Geräte, ihre Schaltungen und ihre Anwendung behandelt.

Betriebs- und Fertigungsingenieuren vermittelt das Buch wertvolle Anregungen für die Verbesserung der Produktionsanlagen und die Rationalisierung der Herstellungsverfahren. Die zahlreichen Gerätebeschreibungen, Schaltungsbeispiele, Dimensionierungsangaben und Röhrendaten leisten Physikern und Ingenieuren bei der Entwicklung und beim Bau elektronischer Vorrichtungen gute Dienste. Auch für das Studium, die Berufsausbildung und den Selbstunterricht ist das Werk von hohem Wert.

338 Seiten · 322 Abbildungen · Ganzleinen · DM 17.50

INDUKTIVITÄTEN

von HARRY HERTWIG

In diesem grundlegenden Fachbuch, das für Physiker, Ingenieure und Praktiker der gesamten Hoch- und Niederfrequenztechnik, für Dozenten und Studierende besonders geeignet ist, werden die Induktivitäten vom einfachsten Leitungselement bis zu modernen Spulen mit Ferritwerkstoffen, die Meßverfahren für Spulen und die Ein- und Ausschaltvorgänge bei induktivitätsbehafteten Spulen ausführlich behandelt. Die Rechenbeispiele, Formeln und Tabellen, durch die alle mit diesem Gebiet zusammenhängenden Probleme anschaulich erläutert werden, bilden eine wertvolle Grundlage für die praktische Arbeit. Die systematische Ordnung des umfangreichen Wissensstoffes erleichtert das Nachschlagen erheblich und gibt die Möglichkeit, sich schnell über alle Fragen zu informieren.

142 Seiten · 95 Abbildungen · 50 Tabellen · 255 Formeln · 39 Rechenbeispiele · DM 12.50

Zu beziehen durch Buchhandlungen im In- und Ausland sowie durch den Verlag
Spezialprospekte auf Wunsch

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH
BERLIN-BORSIGWALDE (Westsektor)



DEUTSCHE INDUSTRIEAUSSTELLUNG BERLIN 1954 · 25. IX. BIS 10. X.

Anmeldeschluß 17. Juli

ausziehbarer Teleskopstab, kommt. Wickelraten für die Spulen L_1 , L_2 und L_3 sind in der referierten Arbeit nicht angegeben, da sie sich nach den gewünschten Frequenzbereichen richten. Vorteilhaft ist es, Steckspulen für die verschiedenen Bereiche zu verwenden.

Bevor das Gerät an die Stelle, an der die Feldstärke bestimmt werden soll, gebracht wird, müssen die drei Abstimmkreise genau eingestellt werden. Zunächst wird der Kreis L_1-C_1 auf die gewünschte und vom Empfänger der Station zu empfangende Mischfrequenz f_3 abgestimmt; darauf bringt man den Kreis L_2-C_2 zur Resonanz mit der Senderfrequenz f_1 und stellt schließlich den Kreis L_3-C_3 auf die Oberlagerungsfrequenz $f_2 = f_1 + f_3$ ein. Diese Einstellungen werden durch Benutzung eines geeichten Grid-Dippers wesentlich erleichtert. Es muß aber darauf geachtet werden, daß die Abstimmung der Kreise von dem Aufstellungsort des Gerätes nicht ganz unabhängig ist, so daß u. U. an Ort und Stelle eine Nachregelung erforderlich sein kann. Je weiter das Gerät von der Station aufgestellt wird, um so mehr muß die Antenne ausgezogen werden, um ausreichende Empfindlichkeit und Rückstrahlung zu bekommen. Das Aluminiumgehäuse ist während der Messung zu eichen.

Dr. F.

Neue Röhren

Abstimmanzeigeröhre UM 80

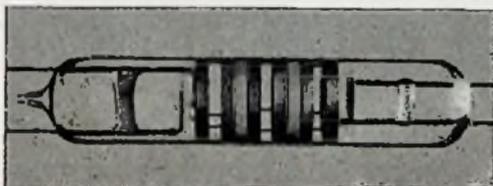
Siemens & Halske bringt jetzt die Abstimmanzeigeröhre UM 80 für Allstromgeräte heraus (für Wechselstromgeräte ist die EM 80 bereits seit längerer Zeit auf dem Markt). Technische Werte: U_a etwa 19 V bei $I_a = 100$ mA. Für einen Anodenwiderstand von $R_a = 0,5$ MOhm wird der gleiche Leuchtwinkel bei einer Anodenspannung von 200 V mit der Gittervorspannung -13 V und dem Leuchtschirmstrom 5 mA, bei 100 V Anodenspannung mit -7 V und 2 mA erreicht.

Bildröhre MW 53-20

Der Geräteentwicklung auf dem Fernsehgebiet wird von S & H ebenfalls eine weitere Bildröhre, die MW 53-20, zur Verfügung gestellt. Es handelt sich um eine Bildröhre mit Allgaskolben, 53 cm Schirmdiagonale, magnetischer Fokussierung und Ablenkung, spärlich gewölbter Grauglas-Frontplatte, aluminisiertem Bildschirm und Ionenfalle. Für diese Bildröhre stehen Ablenkeinheiten zur Verfügung. Die Metallhinterlegung des Bildschirms bietet die Möglichkeit, bereits mit 14 kV Anodenspannung, d. h. mit den bei kleineren Bildröhren verwendeten Spannungen, zu arbeiten.

Stabilisierungs-Kaskaden

In allerletzter Zeit ist eine neue Reihe von Stabilisierungs-Kaskaden herausgekommen, die mit Rücksicht auf den oftmals größeren Strombedarf geschaffen wurde, als sie sich mit den in der Beilage zur FUNK-TECHNIK, Bd. 9 (1954), H. 6, angeführten Modellen erfüllen läßt, und zwar ist diese Reihe durchweg für eine maximale Belastbarkeit mit Strömen bis zu 20 mA



Vierstufige SK in hochbelastbarer Ausführung

bemessen. Diese höherbelastbaren Stabilisierungs-Kaskaden werden in Ausführungen zwischen drei und achtzehn Stufen hergestellt, wobei die Stufen-spannung bei etwa 140 V liegt. Eine achtzehnstufige Stabilisierungs-Kaskade dieser Reihe ist demnach für eine zu stabilisierende Spannung (= Brennspannung) von rund 2,5 kV geeignet. Der Außendurchmesser dieser Stabilisierungs-Kaskaden ist 28 mm. Die Abbildung zeigt eine vierstufige Ausführung. Neben den beiden Endelektroden ist auch die jeweils vorangehende Elektrode herausgeführt, so daß also die Möglichkeit besteht, die Gesamtspannung im Bedarfsfalle um eine oder zwei Stufen herabzusetzen.

FT - BRIEFKASTEN

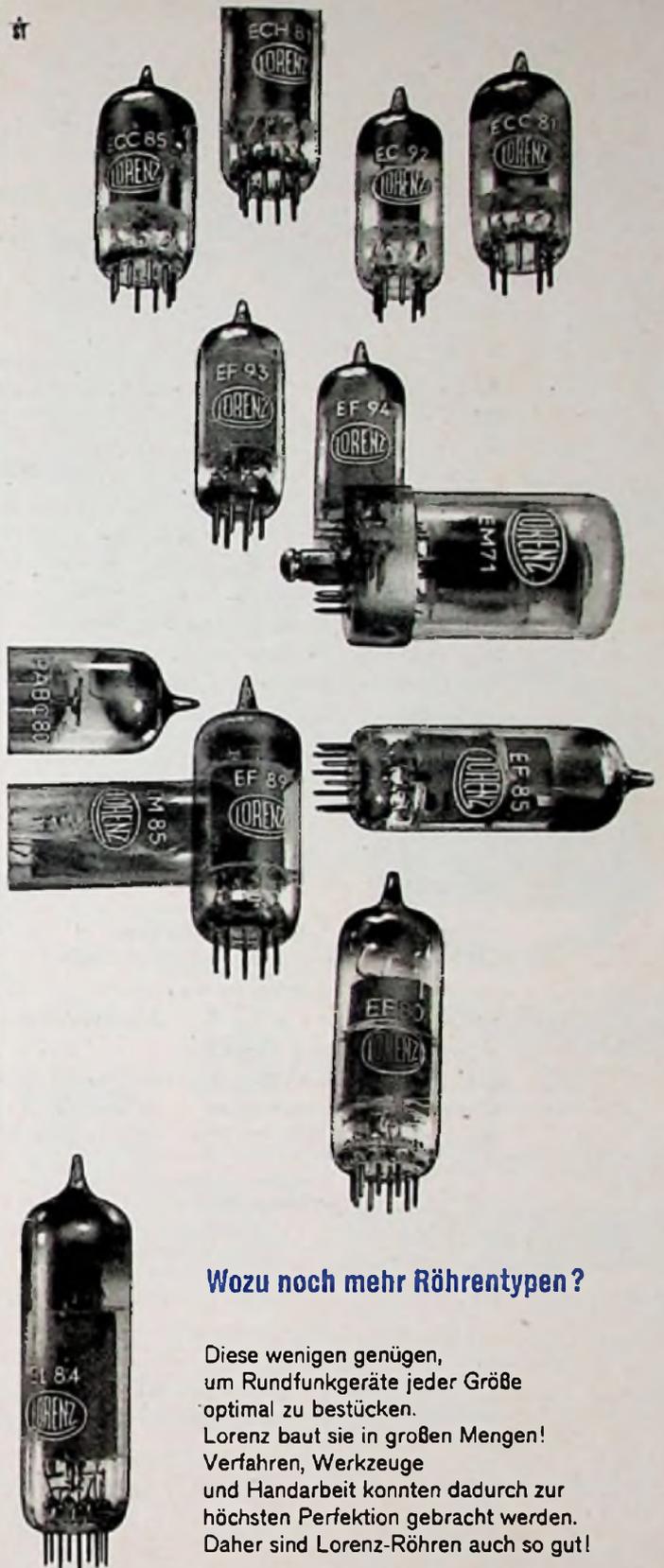
Horst K., B.

Ich habe den „Kurbel-Blitz“, der in der FUNK-TECHNIK, Bd. 9 (1954), H. 6, S. 160, beschrieben ist, nachgebaut. Leider erhalte ich nur etwa 300 V Spannung, die für den Betrieb nicht ausreicht. Schalte ich das Gerät an das 220-V-Netz, arbeitet es einwandfrei; die Spannung ist dann 850 V. Als Gleichrichter verwende ich Schelben für 30 mA Strom mit der normalen Plattenzahl. Wo kann der Fehler stecken?

Die Leistung Ihres Kurbelinduktors ist wahrscheinlich sehr gering. Wenn Sie nun als Gleichrichter Selengleichrichter verwenden, die für 30 mA ausgelegt sind, so ist die wirksame Fläche dieser Gleichrichter so hoch, daß in Ihrem besonderen Falle (d. h. bei einem Generator mit sehr hohem Innenwiderstand) der Rückstrom zu große Werte annehmen dürfte und damit die mühselig erzeugte Aufladung des Kondensators wieder abfließt.

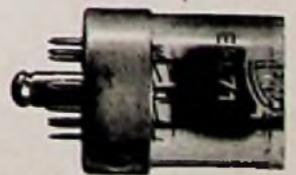
Wir empfehlen Ihnen, an Stelle der verwendeten Selengleichrichter kleinere Zellen zu verwenden (Höchstbelastung etwa 5 mA), und zwar etwa die doppelte Anzahl, als theoretisch für die Spannung benötigt wird. Auf diese Weise halten Sie den Rückstrom dann besonders gering.

Gutschein für eine kostenlose Auskunft FUNK-TECHNIK Nr. 10/1954



Wozu noch mehr Röhrentypen?

Diese wenigen genügen, um Rundfunkgeräte jeder Größe optimal zu bestücken. Lorenz baut sie in großen Mengen! Verfahren, Werkzeuge und Handarbeit konnten dadurch zur höchsten Perfektion gebracht werden. Daher sind Lorenz-Röhren auch so gut!



C. LORENZ AKTIENGESELLSCHAFT STUTTGART



Radio-Röhren-Großhandel

H-KAETS
Berlin-Friedenau

Niedstraße 17
Telefon 83 22 20
83 30 42

MIT KAETS
BESSER GEHTS



**Elektro-Isolierwerke
Schwarzwald A. G.**
Villingen Waldstr. 51
Telefon 31 86

Kunststoffdrähte und -litzen
Kunststoff - Mehrfachlitzen auch
zweifarbige
Kunststoff - Isolierschläuche
Profile aus Kunststoff
Seidenlackdrähte und -litzen
Gewebehaltige Isolierschläuche
abgeschirmte Leitg. u. Schläuche
Ölleinen, Ölseide parallel und
diagonal
Ölpapier in Fabr. Breit. u. Bänder



Wesentliche Schaltungsneuerungen schaffen
den Vorsprung der

**Teladi-Verstärker und -Mikrophone
Teladi-Druckkammerlautsprecher**

Ein Begriff für Betriebsicherheit, leichte,
solide, schalltote, wetterfeste Ausführung

Fordern Sie Druckschrift!

TELADI o. H. G., Düsseldorf, Kirchfeldstr. 149

Telefon: 29619

Drahtwort: Teladi, Düsseldorf

MENTOR - Feintriebe und Meßgeräte-Skalen

für Industrie u. Amateure in Präzisionsausführung.

ING. DR. PAUL MOZAR • Düsseldorf

Fabrik für Elektrotechnik u. Feinmechanik

Postfach 6085

Telegrammadresse: MENTORWERK

Telefon: 81503 — 22123 — 12081



Dachständer-
Abdichtungsbleche
für UKW-Antennen
Rohrstärken "h" bis "l"

ROBERT BRÜCKEL
Blechwaren Lang Gönns. H.



Allafon
Aluminium-Lack-Folie

Palafon
Papier-Lack-Folie

für Schallnahmen der Industrie,
Tonstudios, Radioanstalten und Amateure

**WILLY KUNZEL • Tonfolienfabrik
Berlin-Steglitz, Heesestraße 12**

Stabilisatoren

und Eisenwasserstoffwiderstände
zur Konstanthaltung von
Spannungen und Strömen



Stabilovolt
GmbH.

Berlin SW 61
Tempelhofer Ufer 10
Tel. 66 40 29

Folgende Spezialröhren auch einzeln
abzugeben:

300 Stck. RS 282 p. Stck. DM 7,50
300 Stck. RS 291 p. Stck. DM 5,—
70 Stck. RS 241 p. Stck. DM 5,—

Anfragen erbeten unter F. N. 8033

Nutzen Sie meine auf einer USA-
Reise gemachten Erfahrungen. For-
dern Sie meine kostenlose Preisliste
für Röhren und Spezialteile.

DIETRICH SCHURICHT
Elektro-Radio-Großhandel
BRMEN • MEINKENSTRASSE 18

Der Spezialist in Funkzellenteilen

**Für die HF-Technik aus unserem
Keramik-Fertigungsprogramm:**

Festkondensatoren • Kompensationen
Scheibentrimmer • Rohrtrimmer usw.
Komplette Variometer • Wicklungsträger
Spulen • Achsen • Stützer usw.
Metallisierte und armierte HF-Teile
Fertigung von Keramik-Bauteilen usw.
für Entwicklung

Steffner & Co., Lauf b. Nürnberg



Für die Funkfernsteuerung
von Modellen von der Bundespost
abgenommene und lizenzierte
Empfänger u. Sender
Desgleichen Steuer- u. Arbeitsrelais.
Verieleran-Vertrieb u. Fabrikation
Herbert Skornia Ing.
Markredwitz/Ofr., Otto-Loew-Str. 12
(normale „Variophon“ Vertrieb und Fabrikation
Ebeneh. Obpl.)



Verkäufe

Chiffreanzeigen. Adressierung wie folgt:
Chiffre... FUNK-TECHNIK, Berlin-Borsig-
walde, Eichbarndamm 141-147.

Tonbandgeräte (neu) ab 98,50 DM — Pro-
spekte! Tunker-Magnettontechnik, Mül-
heim/Ruhr

Kaufgesuche

Zu kaufen gesucht: Funk-Technik Jahrg.
1952, Heft 1-5, 7, 9. Jahrg 1953, Heft
1-4, 7, 11-13. Angebote mit Preis er-
beten Buchhandlung Otto Roppel, (16) Mar-
burg/Lahn, Wettergasse 39

Röhren, Meßinstrumente usw. Restposten
kauft laufend Radio-Conrad, Großhdl.,
Berlin - Neukölln, Hermannstraße 19, am
Hermannplatz, Ruf: 62 22 42

Fellempfänger T 8 PL 39, Stabi St V 150/20
u. 280/80, Schuricht, Bremen, Meinken-
straße 18

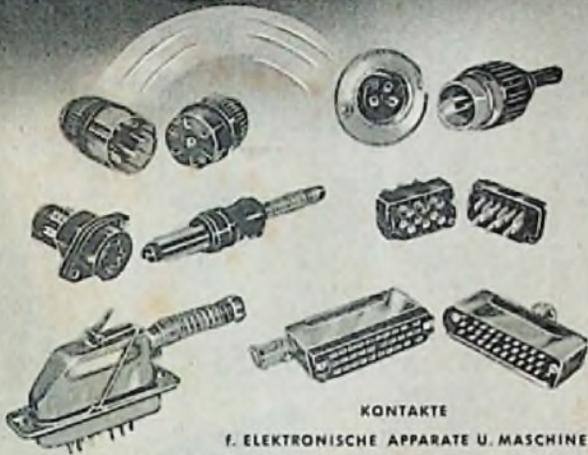
Radioröhren, Spezialröhren zu kaufen
gesucht. Krüger, München 2, Eububerstr. 4

Labor-Meßger., Instrumente, Feldlernapp.
Charlottenbg, Motoren, Berlin W 35, 2A 8075

Röhrenrestposten, Materialposten, Kasse-
nkaufl. Agartadio, Bln SW 11, Europahaus

Suche gegen bar Farvimeter oder ähnl.
Meßsender in gutem Zustand zu kaufen.
Preisangebote an F. K. 8030

KATHREIN Antennen aller Art 



KONTAKTE

F. ELEKTRONISCHE APPARATE U. MASCHINEN

TUCHEL-KONTAKT HEILBRONN/N

TEL: 3309 u. 3890



**DER TONTRÄGER FÜR MAGNETISCHE
SCHALLAUFZEICHNUNG**

GENOTON TYPE ZS - Das Magnettonband für
niedrige Bandgeschwindigkeiten 19 und 9,5 cm/sec

GENOTON TYPE EN - Das Magnettonband für
hohe Bandgeschwindigkeiten 76 und 38 cm/sec

Wir übersenden Ihnen auf Anforderung gern unseren
Spezial-Prospekt G9



ANORGANA G.M.B.H. GENDORF/OBERBAYERN

FERNSEHANTENNEN

Breitband-Antennen
Schmalband-Antennen
FS-Antennen-Verstärker



2-Ebenen-Antenne 2 x F 610



Reflektorwand-Antenne F 639



Hochleistungs-Antenne F 641



Antennenfestgerät S 611 - 1

KATHREIN
ROSENHEIM · OBB.

ALTESTE SPEZIALFABRIK FÜR ANTENNEN UND BLITZSCHUTZAPPARATE

Schweizer REVOX-Tonbandgeräte

Inbegriff größter Präzision und höchster Tonqualität · Bandgeschwindigkeit 19 cm sec.
einspurig · Frequenzumfang 50-12000 Hz ± 2 db · Spieldauer: 1 Stunde ohne
Unterbrechung · Ausgangsleistung: 3,5 Watt / Komplett mit Wiedergabeverstärker
und eingebautem Qualitätslautsprecher / REVOX - Tonbandgeräte eignen sich
vorzüglich für die Vertonung von Filmen. Die große
Regelmäßigkeit im Bandablauf erübrigt kostspielige
Synchronisationsvorrichtungen.

Preise ohne Zubehör:

Chassis	DM 1140.-
- Zollsperen netto	DM 103.-
	DM 1243.-
Tischgerät in Nußbaum-Holzgehäuse	DM 1225.-
+ Zollsperen netto	DM 119.-
	DM 1344.-
Koffergerät	DM 1300.-
+ Zollsperen netto	DM 118.-
	DM 1418.-

Prospekte u. Bezugsquellenachweise durch die Generalvertretung für Deutschland:
Ferd. Richter, Ing. • Giessen, Liebigstraße 21

- 1 Schnellste Lieferung über Postversand!
Jede Röhrentype ist am Lager!
- 2 Alle Rundfunk-Röhren in Garantie-Packung!
- 3 Höchste Rabatte und kleinste Preise!
- 4 Sämtliche Typen aus einer Hand!
- 5 Neueste Röhren- und Material-Preisliste
immer zu Ihrer Verfügung!



SCHALECO · U. PHILIPS-ELKOS



Bln.-Neukölln, Silbersteinstr. 15
S. u. U-Bhf. Neukölln (2 Min.)

ARF Miesan O. M. F. 1966



**BAJAZZO
U 54
DM 268,50 o.B.**



PARTNER

**AUTOSUPER
DM 298,— o. Z.**



EIN AKTUELLES GESCHÄFT



Jetzt außer Mittel- u. UKW Bajazzo U mit Langwelle und Ratio-Schaltung für UKW, ein leistungsstarker Erstempfänger und idealer Zweitempfänger. Partner, der leichte, umzuhängende Koffersuper als praktisches Reisegerät.

Telefunken Autosuper, genannt der ZUVERLÄSSIGE zum Einbau in jede Wagentype.



ZU TELEFUNKEN STEHEN HEISST SICHER GEHEN

Ihren Verkauf unterstützen wir durch wirkungsvolle Prospekte, Aufsteller sowie durch unsere Autosuper-Aktion „Wir erfüllen Papas Traum“ verbunden mit einer auffallenden Werbung in der Auto-Fachpresse.