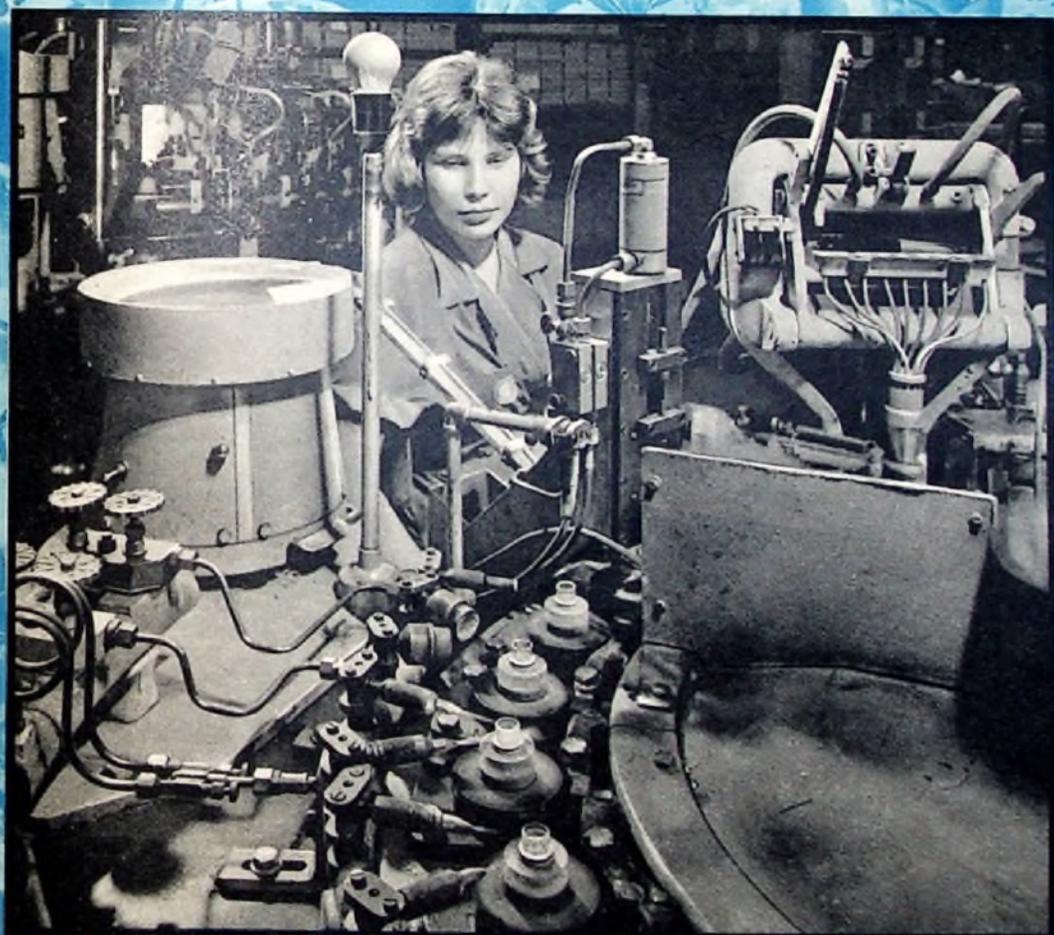


BERLIN

# FUNK- TECHNIK

FERNSEHEN · ELEKTRONIK



22 | 1959

2. NOVEMBERHEFT

## Conrad-Matschoß-Preis- ausschreiben 1960

Vom Verein Deutscher Ingenieure wird alle zwei Jahre der Conrad-Matschoß-Preis in Höhe von 3000 DM ausgeschrieben. Der zur Verfügung stehende Geldbetrag kann ganz oder geteilt für Arbeiten zuerkannt werden, die sich mit persönlichen Erinnerungen an bedeutende Ingenieure und Wirtschaftsführer, an für die Technik-Geschichte wichtige Ereignisse u. a. in lebendiger und allgemeinverständlicher Art befassen. Der Umfang einer Arbeit ohne Bilder darf 20 Schreibmaschinenseiten (DIN A 4) nicht überschreiten. Letzter Einsendetermin ist der 1. Juli 1960. Nähere Bedingungen können vom VDI, Düsseldorf, Prinz-Georg-Straße Nr. 77-79, angefordert werden.

## Leistungsadeln des DARC

Außer dem „Deutschland-Diplom“ (DLD) des DARC für die Auszeichnung der Funktätigkeit auf dem 80-m-Band gibt der DARC nunmehr ein Diplom für die Arbeit auf dem 40-m-Band aus. Es wird nur an deutsche Funkamateure verliehen. Neu gestiftet wurde für DARC-Mitglieder die Leistungsadeln, die für überragende Erfolge im innerdeutschen Verkehr bestimmt ist und in Bronze, Silber und Gold verliehen wird. Die erste Leistungsadeln in Bronze erhielt Oberpoststr. C. A. Dittmers, DL 1 PX.

## Zeitschleifen für geophysikalische Messungen

Selt einliger Zeit strahlt der Bayerische Rundfunk im ersten Programm ein Zeitschleifen aus. Es ist für geophysikalische Messungen des Instituts für angewandte Geophysik der Universität München im oberbayerischen Hochland bestimmt.

## Testgeräte für Fernsehprogramme

Das Meinungsforschungsinstitut „Infratest“ befaßt sich neuerdings mit der Kontrolle der Beliebtheit von Fernsehsendungen. Mit Hilfe der Telemetergeräte - sie benutzen ein mechanisches Meßverfahren - kann auf die Minute genau registriert werden, zu welchen Zeiten die Fernsehgeräte einer ausgewählten Anzahl von Fernsehhaushalten eingeschaltet sind.

## Neues Baulenwerk von Fuba

Am 19. Oktober wurde das neue Baulenwerk in Gittelde am Harz, nunmehr der dritte Fuba-Betrieb, seiner Bestimmung übergeben. Dieses Werk hat sich über die Herstellung der üblichen getätzten Leiterplatten hinaus auf die Ausführung von galvanisch veredelten Oberflächen für Schalter und andere Kontaktteile spezialisiert; es können u. a. äußerst abriebfeste und dauerhafte Beläge mit Silber, Nickel, Rhodium oder Gold hergestellt werden. Ferner befaßt

sich das neue Werk speziell mit der Entwicklung und der selbständigen Serientfertigung elektronischer Bauteile.

## Fernseh-Leihempfänger der „Sozialen Radio-Hilfe“

Die „Soziale Radio-Hilfe“, deren Kuratorium aus den Spitzenorganisationen von Innerer Mission und zahlreichen Hilfswerken zusammengesetzt ist, stellt „Fernseh-Bedürftigen“ neuerdings Fernsehempfänger leihweise zur Verfügung. Anträge können zum Beispiel an den Caritas-Verband, das Deutsche Rote Kreuz oder die Arbeiter-Wohlfahrt gerichtet werden.

## „Jubiläe 1161“ mit Kurzweile

Telefunken liefert jetzt den Kleinsuper „Jubiläe“ auch mit einem zusätzlichen Kurzwellenbereich. Dieser Empfänger (Typenbezeichnung „1161“) hat die Empfangsbereiche UKML.

## Abhörverteller für „Magnetophon 76“

Das Helmtongbandgerät „Magnetophon 76“ ist serienmäßig für das gleichzeitige Abhören der einen Spur während der Aufnahme auf der anderen Spur eingerichtet. Um ohne große Lötarbeiten am Gerät die Möglichkeit zu schaffen, zwei Miniatur-Kopfhörer anzuschließen, bringt Telefunken als Zubehör den „Abhörverteller 76“ auf den Markt. Der Abhörverteller, ein kleines Kästchen mit zwei Buchsen für Miniatur-Kopfhörer, wird durch einen Stecker mit dem Synchro-Anschluß am „Magnetophon 76“ verbunden.

## Ausland

### Zweite

**Eurovisionsverbindung**  
Zwischen Folkestone und Flennes bei Calais wurde eine neue drahtlose Verbindung von England nach dem Kontinent zur Übertragung von Eurovisionsendungen in Betrieb genommen. Die neue Richtfunkstrecke kann in beiden Richtungen benutzt werden und wird gemeinsam von der britischen und französischen Postverwaltung betrieben. Die bisher bestehende Richtfunkstrecke zwischen Swinggate und Cassel gehört den Rundfunkgesellschaften Frankreichs und Großbritanniens.

### Fernseh-Weltempfang zur Olympiade 1964

Das Organisationskomitee der Olympiade 1964 in Tokio plant die Weltübertragung der Olympischen Spiele durch das Fernsehen mit Hilfe künstlicher Erdsatelliten. Es soll möglich sein, durch 24 Erdsatelliten in einer Höhe von rund 36 km über dem Äquator die Fernseh-Sportübertragungen in alle Länder der Erde sicherzustellen.

### Stereophonie über Drahtfunk in Italien

Gegenwärtig unternimmt der italienische Rundfunk Versuche mit Anlagen, die ein

echtes stereophonisches Hören über das Drahtfunksystem zulassen. Der italienische Rundfunk hofft, mit Hilfe des Drahtfunks regelmäßige stereophonische Musiksendungen einführen zu können.

### 25 % Drahtfunkteilnehmer in der Schweiz

Das Schweizer Drahtfunkprogramm ist so attraktiv, daß jeder vierte Schweizer Radiolöcher Abnehmer des weniger störungsanfälligen Drahtfunks ist. Im September 1959 wurden 305 000 Drahtfunkhörer gezählt. Die insgesamt sechs Programme des Schweizerischen Drahtfunks setzen sich aus drei Landessenderprogrammen - sie werden durch Auslandsübertragungen ergänzt - und je einem Auslandsprogramm in jeder der drei Landessprachen zusammen.

### Farbfernsehsaison 1959/60 in den USA

Die amerikanische Farbfernsehsaison 1959/60 verspricht die bisher größte in der Geschichte der Elektronik zu werden. Allein die NBC plant für die letzten Monate des Jahres 250 Stunden Farbfernsehsendungen, 30 % mehr als in der gleichen Zeitspanne des Vorjahres.

### Rundfunkgeräte in Micro-module-Technik

Der amerikanischen Industrie gelang es, Empfangsgeräte zu entwickeln, die nur die Größe eines Zuckerwürfels haben. Durch die Kopplung von Transistoren mit gedruckten Schaltungen sind „Micromodules“ entstanden, die trotz minimaler Abmessungen alle Funktionen eines Rundfunkempfängers aufweisen. Es ist beabsichtigt, Radiogeräte herauszubringen, die man wie eine Armbanduhr am Handgelenk tragen kann oder die sogar in einem Siegelring Platz finden können.

## Personliches

### W. Sents †

Am 15. Oktober 1959 verstarb im Alter von 67 Jahren Walter Sents, Geschäftsführer der Fachabteilung Phono im ZVEI. Nach langjähriger Tätigkeit in der Rundfunk-Industrie Übernahme der Verstorbene bei der Gründung der Fachgruppe die Betreuung der Unternehmungen innerhalb der Schallplatten- und Phonoindustrie. Seine große Sachkenntnis und langjährige Erfahrung waren der Fachgruppe stets eine sehr wertvolle Hilfe.

### F. Enkel †

Im Alter von 51 Jahren verstarb am 20. Oktober 1959 Dr. Friedrich Enkel, Oberingenieur beim WDR Köln und Lehrbeauftragter der Universität Bonn. Der plötzlich und unerwartet Verstorbene ist in letzter Zeit besonders auch durch seine Arbeiten über Rundfunk-Stereophonie bekanntgeworden.

## AUS DEM INHALT

2. NOVEMBERHEFT 1959

FT-Kurznachrichten .....	786
Erzeugung von Ultramikrowellen .....	789
Tagungen · Lehrgänge · Ausstellungen ..	790
Der Dezimetertuner der Deutschen Philips GmbH .....	791
Von Sendern und Frequenzen .....	794
»Magnetophon M 5 M« - Ein Magnetband- gerät für Schwingungsmessungen .....	795
Einfaches Korrekturpult zum Frequenz- gang-Ausgleich bei Tonband-Übersple- lungen .....	797
2-m-Sender mit Transistoren .....	798
Beilagen	
Schaltungstechnik	
Transistor-Schaltungstechnik (31) .....	799
Mathematik	
Einführung in die Matrizenrechnung (7) ..	801
Moderner Kleinsender »Newcomer IV« ..	803
Interessantes für den Funkamateure .....	807
Aus Zeitschriften und Büchern	
Hochwertiger Transistorverstärker für Stereo-Wiedergabe .....	811
Unser Titelbild: Arbeiten am Gasteller-Preß- automaten für Bildröhren; das der ganzen Seite untergelegte Bild zeigt Röhrenaufbauten, fertig zum Einschmelzen und Evakuieren.	
Werkaufnahme: Standard Elektrik Lorenz AG	

Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Labor (Bartsch, Rehberg, Schmal, Straube) nach Angaben der Verfasser. Seiten 787, 788, 805, 809, 812, 815 und 816 ohne redaktionellen Teil

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK  
GMBH, Berlin-Borsigwalde, Eichborndamm 141-167  
Telefon: Sammel-Nr. 492331 (Ortskennzahl im  
Selbstwählferndienst 0311) Telegrammschrift:  
Funktechnik Berlin. Fernschreib-Anschluß: 0184352  
Fachverlage bin. Chefredaktion: Wilhelm Rath,  
Berlin-Frohnau; Stellvertreter: Albert Jánicka,  
Berlin-Hasselhorst; Chefkorrespondent: Werner  
W. Diefenbach, Berlin und Kempen/Allgäu, Post-  
fach 229, Telefon: 6402. Anzeigenleitung: Walter  
Bartsch, Berlin. Postcheckkonto: FUNK-TECHNIK,  
Postcheckamt Berlin West Nr. 2493. Bestellungen  
beim Verlag, bei der Post und beim Buch- und Zei-  
tschriftenhandel. FUNK-TECHNIK erscheint zweimal  
monatlich; sie darf nicht in Lesezirkel aufgenommen  
werden. Nachdruck - auch in fremden Sprachen -  
und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikro-  
kopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder  
einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet.  
Satz: Druckhaus Tempelhof, Berlin;  
Druck: Elsnardruck, Berlin SW 68



Der aktuelle Weihnachtsmann:



**Dies Jahr kommt das Tonband dran ...!**

Natürlich MAGNETOPHONBAND BASF!

Dekorieren Sie Ihr Schaufenster rechtzeitig mit den verschiedenen Bandtypen aus dem BASF-Sortiment. Zeigen Sie, daß Sie für alle Tonbandfreunde, Schmalfilmfreunde und Dia-Anhänger, das richtige Fachgeschäft sind. Und hier ein Slogan-Tip für Ihr Spezialfenster „Diafreunde und Schmalfilmamateure“:

„die Freude wird verdoppelt –  
sind Bild und Ton gekoppelt!“

Standardband, Langspielband, Doppelspielband, Signier-Tonband – das ganze BASF-Sortiment sollten Sie zeigen.

**Magnetophonband** **BASF**

Band der unbegrenzten Möglichkeiten



narmgerecht  
voll dynamisch

kopierfest

robust

magnetisch stabil

Wissenswertes über den „guten Ton“ und viele praktische Anregungen sowie Hinweise für den Tonbandbetrieb können Sie Ihren Kunden vermitteln, wenn Sie ihnen die „BASF - Mitteilungen für alle Tonbandfreunde“ schenken. Unsere Werbeabteilung stellt Ihnen diese interessanten Hefte, die viermal im Jahr erscheinen, kostenlos zur Verfügung.



**SIEMENS**



## **Augenschonendes Fernsehen auf dem 11. Therapie-Kongreß empfohlen**

»Beim Fernsehen sollte beachtet werden, daß das Gerät nicht im Dunkeln, sondern in einem aufgehellten Raum steht.«

So hörte man aus berufenem Munde auf dem letzten Therapie-Kongreß in Karlsruhe.

Das Verkaufsargument »**Fernsehen im hellen Raum mit Siemens-Selektivfilter**« ist heute also mehr denn je aktuell. Selbst bei voller Raumbelichtung bleibt das Fernsehbild durch das augenschonende Selektivfilter kontrastreich und gestochen scharf. Die neuen Siemens-Luxus-Fernsehgeräte sind auch in jeder anderen Beziehung technisch vollkommen. Sechs entscheidende Vorzüge sind weitere wesentliche Verkaufsargumente:

- Automatische Bildeinstellung
- Automatische Senderwahl
- Automatischer Zeilenfang
- Optische Kanalanzelge
- 110°-Bildröhre
- Für 2. Programm vorbereitet (UHF)

SER 93



**Fernsehen im hellen Raum  
durch Siemens-Selektivfilter**

**SIEMENS-ELECTROGERÄTE AKTIENGESELLSCHAFT**



Chefredakteur: WILHELM ROTH · Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Erzeugung von Ultramikrowellen

Die Entwicklung in der HF-Technik ist durch das Bestreben gekennzeichnet, immer kürzere Wellen der Anwendung zu erschließen. Nachdem in den letzten zwanzig Jahren die Mikrowellen (dm-, cm-, mm-Wellen) nutzbar gemacht worden sind, wendet sich die Forschung und Entwicklung neuerdings in zunehmendem Maße den noch kürzeren Wellen, den sogenannten Ultramikrowellen, mit Wellenlängen von 1...0,1 mm zu. Die Hauptaufgabe der gegenwärtigen Entwicklung auf dem Gebiete der Ultramikrowellen-Technik ist die Erzeugung von Ultramikrowellen. Die angewendeten Methoden sind teilweise aus der Mikrowellen-Technik übernommen, teilweise aber handelt es sich um völlig neuartige Verfahren, die dem HF-Techniker unbekannt sind, da sie aus den Ergebnissen quantenphysikalischer und molekularer Forschungen resultieren. Im Hinblick auf die Bedeutung, die die Ultramikrowellen in den nächsten Jahren möglicherweise in Technik und Forschung erlangen werden, soll im folgenden ein Überblick über den Stand der Forschung auf dem Gebiete der Erzeugung von Ultramikrowellen gegeben werden.

Ultramikrowellen in der Größenordnung weniger Zehntelmillimeter Wellenlänge waren bereits von Glagelawa-Arkadiewa [1] sowie Nichols und Tear [2] mit sogenannten Massenstrahlern erzeugt worden. Hierbei war eine Vielzahl feingesiebter Metallspänchen in einem Ölbad einer Funkenentladung ausgesetzt, wobei die Metallspänchen zur Eigenstrahlung nach dem Funkensenderprinzip erregt wurden. Die auf diesem Wege hergestellten Wellen waren jedoch stark gedämpft und nicht monochromatisch. Ihre Intensität war so gering, daß die Strahlung nur mit sehr empfindlichen Indikatoren nachgewiesen und ausgemessen werden konnte. Die letzten in der Literatur beschriebenen Versuche zur Darstellung von Ultramikrowellen nach dieser Methode stammen von Cooley und Rohrbaugh [3] sowie von Twiss [4].

Die genannten Mängel der mit Massenstrahlern und anderen artverwandten Generatoren herstellbaren Hertzischen Wellen haben zu Untersuchungen geführt, möglichst kurzwellige Strahlung durch Laufzeitröhren (Magnetrons, Klystrons, Wanderfeldröhren) anzuregen, indem die geometrischen Abmessungen der Elektroden und die frequenzbestimmenden Resonatoren entsprechend verkleinert wurden. Dieser Weg hat sich nur als beschränkt gangbar erwiesen. Mit der Verkleinerung der Röhrensysteme nehmen gleichzeitig die Verluste durch Strahlung und Skineffekt stark zu, und die von den Elektroden aufnehmbare Verlustleistung geht rasch zurück. Aus Gründen des Anregungsmechanismus ist es ferner erforderlich, daß die Stromdichte der anlaufenden Elektronenströmung mit zunehmender Eigenfrequenz der anzufachenden Resonatoren sehr schnell ( $\sim f^{5/3}$ ) ansteigt, was die Entwicklung besonderer Katoden und Fokussierungsvorrichtungen notwendig macht. Nicht allen Mikrowellenröhren hatten diese technischen Schwierigkeiten in gleichem Grade an. Günstig sind hinsichtlich des Anregungsmechanismus zum Beispiel die auf dem Wanderfeldprinzip beruhenden Laufzeitröhren (Magnetrons, Rückwärtswellen-Generatoren und ähnliche Laufzeitröhren), bei denen sich der Energieaustausch zwischen Elektronenströmung und anzufachendem HF-Feld nicht in einem eng lokalisierten Gebiet (zum Beispiel im elektrischen Feld der Elektroden eines Hohlraumresonators) vollzieht, sondern über relativ lange Wegstrecken, auf denen die Elektronen ihre Energie stufenweise an das HF-Feld abgeben können. Bei Impulsbetrieb ist es möglich, daß die Elektroden-systeme trotz kleiner Abmessungen für kurze Zeitintervalle, in denen Strahlung erzeugt wird, hohe Verlustleistungen aufnehmen können. Es gelang nach mit solchen Laufzeitröhren, kürzeste Wellen bis herab zu etwa 3 mm anzuregen [5, 6].

Einen weiteren Weg zur Darstellung möglichst kurzer Wellen bietet das Herausfiltern harmonischer Oberwellen bei Laufzeitröhren. Magnetrons

und Klystrons zeichnen sich durch einen hohen Gehalt solcher Oberwellen aus. Wirkungsgrad und HF-Leistung nehmen jedoch mit der Ordnungszahl der Oberwelle schnell ab. Immerhin ist es gelungen, auf diese Weise bis an die untere Grenze des mm-Bereiches vorzudringen [7, 8].

Die Herstellung von Ultramikrowellen ist durch Frequenzvervielfachung der Grundwelle von Magnetrons mit Hilfe harmonischer Generatoren (Kristalldioden) möglich geworden [9]. Obwohl die HF-Leistung auch hier sehr schnell mit der Ordnungszahl der Oberwelle abnimmt, reicht die Intensität der auf diese Weise erzeugten Ultramikrowellen aus spektroskopische Messungen an Gasen durchzuführen.

Neben Kristalldioden können auch andere nichtlineare Elemente zur Frequenzvervielfachung in der Mikrowellen-Technik benutzt werden. Hier kommen beispielsweise Ferrite in Betracht, mit denen nach diesem Prinzip Millimeterwellen erzeugt wurden [10].

Zur Gruppe der harmonischen Generatoren gehört auch der sogenannte Harmadatron-Generator [11]. Hierbei werden phasenfokussierte Elektronenwolken mit relativistischer (der Lichtgeschwindigkeit vergleichbarer) Geschwindigkeit durch einen zylindrischen Hohlraumresonator geschossen, der in höheren Oberschwingungen erregt wird, die Harmonischen der Eigenfrequenz des den Elektronenstrahl geschwindigkeitsmodulierenden Steuerresonators sind. Kürzeste Wellen von 3,18 mm, entsprechend der 34. Harmonischen der den Strahl modulierenden Grundwelle, konnten mit einem solchen Generator hervorgerufen werden. Theoretisch lassen sich Oberwellen sehr hoher Ordnungszahl (bis etwa zur 1000. Harmonischen) nutzbar machen, falls man entsprechend scharf begrenzte und fokussierte Elektronenstrahlen erzeugen kann.

Eine sehr interessante Methode zur Herstellung kürzester Wellen ist die relativistische Dopplermethode [12], die beim Undulator [13] angewandt wird. Hierbei wird ein Strahl geschwindigkeitsmodulierter Elektronen mit relativistischer Geschwindigkeit durch eine Serie von Magnetfeldern abwechselnder Polarität geschossen, die die Elektronen dann zu einer sinusförmigen Bahn veranlassen. Infolge ihrer Ablenkung in den Magnetfeldern emittieren die Elektronen nach den Gesetzen der Elektrodynamik elektromagnetische Wellen. Da sich der Strahl aber gleichzeitig mit hoher Geschwindigkeit fortbewegt, ist die von einem Beobachter empfangene Strahlung infolge des Dopplereffektes in ihrer Frequenz verändert. Die Wellenlänge der empfangenen Strahlung ist vom Beobachtungswinkel abhängig und vom Verhältnis aus Elektronen- und Lichtgeschwindigkeit. Theoretisch ist nach diesem Prinzip die Herstellung von Ultramikrowellen mit HF-Leistungen von etwa 1 kW möglich. Experimentell wurden auch Pulsleistungen in dieser Größenordnung gemessen.

Läßt man elektromagnetische Wellen an einem bewegten Spiegel reflektieren, so ist die Frequenz der reflektierten Welle infolge des Dopplereffektes gegenüber der einfallenden Primärwelle erhöht. Als Spiegel verwendet man schnell fliegende Elektronenwolken in Hohlleitern, die elektromagnetische Wellen auf Grund ihrer dielektrischen Eigenschaften reflektieren. Auch bei dieser Methode werden, ebenso wie beim Undulator, scharf begrenzte Elektronenwolken benötigt, falls eine Strahlung mit nennenswerter Intensität zustande kommen soll. Das setzt Elektronen mit außerordentlich hohen Geschwindigkeiten voraus. Der experimentelle Aufwand ist in allen diesen Fällen sehr beträchtlich.

Eine andere Möglichkeit, die Eigenstrahlung schneller Elektronen zur Erzeugung von Ultramikrowellen heranzuziehen, bietet der Cerenkow-Effekt [14]. Bewegen sich Elektronen (oder andere Ladungsteilchen) in einem Medium, in dem die Phasengeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen kleiner als die Geschwindigkeit der Ladungsteilchen ist, dann emittieren diese eine Cerenkow-Strahlung. Dieser vorzugsweise im opti-

schen Spektrum wirksame Mechanismus ist auch zur Erzeugung von Millimeterwellen ausgenutzt worden [15]; die erreichte HF-Leistung ist jedoch sehr klein (etwa  $10^{-7}$  W). Auch hier stellt die Herstellung scharf begrenzter kohärenter Elektronenwolken die wesentliche Schwierigkeit in der Verwirklichung von Ultramikrowellen-Generatoren mit hinreichender Leistung dar.

An Stelle eines dielektrischen Mediums, wie es bei der Anregung von Cerenkow-Strahlen im allgemeinen benutzt wird, kann man auch eine Metallplatte verwenden, in die senkrecht zur Bewegungsrichtung des Elektronenstrahls sehr feine Linien eingeritzt sind. Läßt man einen Elektronenstrahl an der Oberfläche eines solchen Strichgitters entlanggleiten, so beobachtet man bei entsprechend hohen Elektronengeschwindigkeiten (300 keV) eine Lichtemission [16]. Diese Strahlung wird der schwingenden Ladung in den Ritzen der Platte zugeschrieben. Der Mechanismus läßt sich aber auch als Cerenkow-Effekt deuten. Die Analogie zwischen der Cerenkow-Strahlung und dem Mechanismus von Wanderfeldröhren ist übrigens sehr eng, und es besteht grundsätzlich kein Unterschied, wenn man die Wechselwirkung zwischen elektromagnetischem Feld und Elektronen betrachtet.

Eine andere vorgeschlagene Methode zur Herstellung von Ultramikrowellen bezieht sich auf die Emission elektromagnetischer Wellen von Elektronen, die mit großer Geschwindigkeit in einem Magnetfeld rotieren und deren Oberwellen nutzbar gemacht werden [17]. Auch das Ausfiltern langwelliger Röntgen-Bremstrahlung ist als Quelle von Ultramikrowellen vorgeschlagen worden [18]. Beide Verfahren konnten bisher aber nicht realisiert werden.

Besondere Bedeutung haben in jüngster Zeit jene Methoden zur Verstärkung und Erzeugung kürzester Wellen erlangt, die auf der induzierten Strahlung von Molekülen beruhen. Der Verstärkungsmechanismus bei diesem sogenannten Maser (Maser = Microwave amplification by stimulated emission of radiation) beruht auf dem Energieaustausch zwischen der inneren Energie der Materie und einem HF-Feld. Die innere Energie der Materie kommt stets nur in diskreten Energieniveaus vor, deren Abständen  $\Delta E = h \cdot f$  durch das Plancksche Wirkungsquantum  $h$  eine diskrete Frequenz  $f$  zugeordnet ist. Man kann erreichen, daß in einem bestimmten Niveau Überschussenergie gegenüber dem normalen Gleichgewichtszustand gespeichert und aus diesem Reservoir auf Grund der vom äußeren HF-Feld induzierten Emission HF-Leistung entnommen wird. Ist diese dem Reservoir entzogene HF-Leistung größer als die zur Erzeugung des entziehenden HF-Feldes benötigte primäre Leistung, so kommt eine Verstärkung des HF-Feldes zustande.

Molekular-Verstärker sind grundsätzlich bis in den Bereich infraroter Wellen realisierbar. Obwohl gegenwärtig kein Maser für Ultramikrowellen bekannt wurde, bietet diese Anordnung große Aussichten für die Zukunft. An Stelle eines Molekülstrahls, wie er im Maser verwendet wird, ist auch die Ausnutzung der paramagnetischen Resonanzniveaus in Paramagnetika zur Erzielung von Verstärkungseffekten bei Molekular-Verstärkern möglich [20].

Eine andere molekulare Strahlungsquelle für Ultramikrowellen kann auch ein System von Molekülen sein, das in einen „über-emittierenden“ Zustand übergeführt wird, indem ein System mit einer Intensität, die dem Quadrat der Molekülanzahl proportional ist, spontan emittiert [21]. Das anfangs in einem ungebundenen Zustand befindliche System wird dem Einfluß eines Strahlungsimpulses unterworfen, der das System in den „über-emittierenden“ Zustand versetzt. Hört die Wirkung des Strahlungsimpulses auf, dann beobachtet man eine spontane Emission des Gases („Strahlungsecho“).

Einer der jüngsten und interessantesten Vorschläge zur Verstärkung und Erzeugung elektromagnetischer Wellen betrifft die Erzeugung einer negativen Leitfähigkeit in Halbleitern. Die Wirkungsweise einer solchen Anordnung beruht auf der Erscheinung, daß bei genügend hoher kinetischer Energie die wirksame Masse der Ladungsträger in Halbleitern negativ werden kann. Unter der Einwirkung einer Kraft bewegt sich ein solches negatives Masse-Teilchen entgegengesetzt zur Richtung dieser Kraft. In einem Kristall, der Ladungsträger mit negativer Masse enthält, fließt der elektrische Strom also in entgegengesetzter Richtung zur elektrischen Feldstärke, das heißt, der Kristall hat einen negativen Widerstand [22]. Ein nach diesem Prinzip arbeitender Generator ist zur Schwingungserzeugung im gesamten elektrischen Spektrum bis in den Ultramikrowellen-Bereich geeignet. Das technische Problem bei der Verwirklichung einer solchen Anordnung besteht im Auffinden geeigneter Halbleiterkombinationen und in der Erzeugung negativer Masse-Teilchen. Auch diese Methode gehört zu den aussichtsreichsten Möglichkeiten zur Verstärkung und Erzeugung von Ultramikrowellen.

Welche von den genannten Verfahren zur Erzeugung von Ultramikrowellen technisch verwirklichtbar sein werden, läßt sich beim gegenwärtigen Stand der Forschung nicht übersehen. Es sind noch zahlreiche weitere Vorschläge unterbreitet worden, auf die der Kürze halber hier nicht eingegangen werden konnte, bei denen aber verschiedene wertvolle Vorschläge zur technischen Entwicklung bestehen. Es muß abschließend gesagt werden, daß die Erzeugung elektromagnetischer Strahlung im Gebiet der Ultramikrowellen mit hinreichender Intensität aus grundsätzlichen Erwägungen sehr problematisch ist, denn in diesem Bereich vollzieht sich die Ablösung zwischen den Gesetzen der Maxwell'schen Elektrodynamik und denen der diskontinuierlichen Quantenphysik. Im all-

gemeinen werden Quanteneffekten im Radiowellengebiet [23], soweit sie die Wechselwirkung zwischen HF-Feldern und Elektronen betreffen, nur unwesentliche Störeinflüsse zugeschrieben. Man kann sich jedoch schwer dem Gedanken verschließen, daß die bisherigen Schwierigkeiten in der Herstellung genügend intensiver Strahlung im Gebiet der kürzesten elektromagnetischen Wellen letzten Endes grundsätzlichen physikalischen Ursachen zugeschrieben werden müssen. Hierbei ist es ohne Bedeutung, nach welchen Verfahren Ultramikrowellen hergestellt werden.

H. H. Klinger

#### Schrifttum

- [1] Glagelawa-Arkadiewa, A.: Z. Phys. Bd. 24 (1924) S. 153
- [2] Nichols, E. F., u. Tear, J. D.: Proc. Nat. Ac. Sc. Bd. 9 (1923) S. 296
- [3] Cooley, J. P., u. Rohrbaugh, J. H.: Phys. Rev. Bd. 67 (1945) S. 296
- [4] Twiss, R. Q.: Serv. Elec. Res. Lab. Tech. J. Bd. 2 (1952) S. 10
- [5] Columbia Rad. Lab. Rep. Bd. 15 (1956), Dez.
- [6] Karp, A.: Proc. IRE Bd. 45 (1957) S. 496
- [7] Klein, J. A., Lobser, N., Nethercot, A. H., u. Townes, C. H.: Rev. sci. Instrum. Bd. 23 (1952) S. 78
- [8] Bernier, J., u. Leboutel, H.: Ac. Sc. Compt. Rend. Bd. 239 (1954) S. 796
- [9] Cavan, M., u. Gordy, W.: Phys. Rev. Bd. 104 (1956) S. 551
- [10] Ayres, W. P.: PGMTT Natl. Symp. Stanford Univ. Stanford 1958
- [11] Sirkis, M. D., u. Coleman, P. D.: J. appl. Phys. Bd. 28 (1957) S. 944
- [12] Coleman, P. D.: Eng. Rep. Univ. Illinois, Urbana (1952) Nr. 1
- [13] Matz, H.: IRE Transac. Antennas and Propagation Bd. 4 (1956) S. 374
- [14] Siebert, H.-P.: Funk-Techn. Bd. 13 (1958) Nr. 24, S. 827
- [15] Danas, M., u. Lashinsky, H.: IRE Trans., Micr. Theory and Tech. Bd. MTT 2 (1954) S. 21
- [16] Smith, J., u. Purcell, E. M.: Phys. Rev. Bd. 93 (1953) S. 1060
- [17] Weibel, G. E.: Symp. Electr. Waveguides, New York 1958
- [18] Askarian, G. A.: Sov. Phys. JETP. Bd. 3 (1956) S. 613
- [19] Gordon, J. P., Zeiger, H. J., u. Townes, C. H.: Phys. Rev. Bd. 95 (1954) S. 1308
- [20] Blaembergen, N.: Phys. Rev. Bd. 104 (1956) S. 324
- [21] Dicke, R. H., u. Romer, R. H.: Rev. sci. Instrum. Bd. 26 (1955) S. 915
- [22] Krämer, H.: Proc. IRE. Bd. 47 (1959) S. 397
- [23] Fajn, V. M.: Fortschr. Phys. Bd. 7 (1959) Nr. 6, S. 329

## Tagungen • Lehrgänge • Ausstellungen

- 24.–25. 11. 1959. „Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung mit Ultraschall“. Kursus in Essen, veranstaltet vom Haus der Technik e. V. Essen
27. 11. 1959. „Verstärkertechnik“ (Einige Anwendungen von Transduktoren in der Starkstromtechnik; Der Transistor als Verstärkerbauelement; Negative Widerstände als Verstärker; Gleichstromverstärker in Analog-Rechnern; Übertragungstechnik; Verstärkerprobleme in der Trägerfrequenztechnik). Tagung in Essen, veranstaltet vom Haus der Technik e. V. Essen
2. 12. 1959. „Technik und Musik“ (Die klassische Erzeugung musikalischer Klänge am Beispiel der Musik; Zusätzliche und andersartige Möglichkeiten durch die elektronische Klangerzeugung). Tagung in Essen, veranstaltet vom Haus der Technik e. V. Essen
- 4.–7. 1. 1960. „Diskussion einiger Beziehungen der elektromagnetischen sowie der Schall- und Ultraschallartung zur Psychologie und Medizin.“ Internationale Diskusstagung in Essen, veranstaltet vom Ausschuß für Funkartung
- 19.–23. 2. 1960. „Salon International de la Pièce détachée et de Tubes électronique.“ Ausstellung in Paris, veranstaltet von der Fédération Nationale des Industries Electroniques
28. 2.–8. 3. 1960. „Leipziger Frühjahrsmesse 1960“
- 1.–5. 3. 1959. „Tonstudio-Technik“. Geräteausstellung in Berlin, im Rahmen der Jahrestagung der Deutschen Kinotechnischen Gesellschaft e. V.
24. 4.–3. 5. 1960. „Deutsche Industrie-Messe Hannover 1960“
- 7.–11. 6. 1960. „Mikrowellenröhren“ (Diaden und gittergesteuerte Röhren; Triffröhren; Wanderfeldröhren; Rückwärtswellenröhren; Magnetron und Verstärkerrohren mit magnetischem Querfeld; Resonatoren und Verzögerungsleitungen; Raumladungswellen; Rauschen; Elektronenkanonen und Elektronenstrahlfokussierung; Reaktanzverstärker, Molekularverstärker; Gasentladungsröhren; Erzeugung elektromagnetischer Energie durch Strahlung — Undulator, Cerenkow-Effekt u. ä.; Meßtechnik; Technologie). Internationale Tagung in München, veranstaltet von der Nachrichtentechnischen Gesellschaft im VDE (NTG)
- 10.–25. 9. 1960. „Deutsche Industrieausstellung Berlin 1960“
- 12.–17. 9. 1960. „Navigation und Sicherheit der Schifffahrt“. Internationale Jahrestagung in Kiel, veranstaltet vom Ausschuß für Funkortung
- 19.–26. 10. 1960. „INTERKAMA“, Internationaler Kongreß mit Ausstellung für Meßtechnik und Automatik in Düsseldorf

# Der Dezimetertuner der Deutschen Philips GmbH

DK 621.397.62.3.029.63

Die für das Fernsehen zur Zeit zur Verfügung stehenden Frequenzkanäle gestatten die Versorgung der Bundesrepublik zu 80% mit einem einzigen Programm. Ein zweites oder gar drittes Programm muß sich daher im Bereich IV/V (UHF-Bereich) abwickeln. Kanalwähler für diese Frequenzen erfordern aber eine neue, von den bekannten Ausführungen völlig abweichende Konstruktion. Der allgemein angewandte Trommeltuner für die Bereiche I und III läßt sich bei äußerster Sorgfalt vielleicht noch für einige Kanäle über Kanal 11 dimensionieren, jedoch keinesfalls für den UHF-Bereich, dessen Frequenzen zwischen 470 und 790 MHz liegen. Während die Kreisinduktivitäten im ersten Fall als konzentrierte Spulen ausgeführt werden können, ist das bei UHF nicht mehr möglich. Daher benutzt man hier Topfkreise, deren verteilte Kreiskonstanten günstige Güterwerte und gute Durchstimmbarkeit ergeben.

Bei der Entwicklung eines UHF-Tuners ist es zweckmäßig, zunächst die Gesichtspunkte zusammenzustellen, die bei Entwicklungsarbeiten auf technischem Neuland zu beachten sind. Außerdem muß man sich darüber Klarheit verschaffen, ob es notwendig ist, den Entwurf so auszulegen, daß durch den technischen Fortschritt notwendig werdende Ergänzungen und Erweiterungen noch ohne erhebliche Konstruktions- und Werkzeugsänderungen im Gerät unterzubringen sind.

Im folgenden soll der bei Philips entwickelte UHF-Tuner beschrieben und außerdem gezeigt werden, wie man die technischen Forderungen erfüllen konnte.

## 1. Störstrahlung

Um im Frequenzband 470...790 MHz mit 5 Stationen zur Lückenfüllung, 20 Stationen für das zweite Programm (100%ige Versorgung) und 15 Stationen für das dritte Programm (75%ige Versorgung) auskommen zu können, ist es unter anderem notwendig, daß die von den Empfängeroszillatoren ausgestrahlten Störungen einen bestimmten Betrag nicht überschreiten. Nach den Vorschriften der Post darf die Störfeldstärke eines UHF-Oszillators, der auf die Norm-Bild-ZF von 38,9 MHz um-

können. Dabei ist noch als zusätzlicher Vorteil zu werten, daß man auf die in mancher Beziehung nicht sehr geeigneten Halbleiter-Mischdioden (Empfindlichkeit gegen Spannungstöße, Streuung der Rauschzahl) verzichten kann.

An Hand der im Bild 1 dargestellten Prinzipschaltung läßt sich überschlagmäßig über die Störstrahlung Klarheit schaffen. Dabei werden zunächst die Verhältnisse bei Resonanzfrequenz betrachtet, und später wird die Ablage der Oszillatorfrequenz von der Bandmitte berücksichtigt. Mit der Koppelschleife ist der Mischer an den Sekundärkreis des Bandfilters leistungsmäßig angepaßt. Dabei erfolgt eine Spannungstransformation zum Bandfilter-Sekundärkreis und von dort zum Primärkreis. Da aber die Oszillatorfrequenz gegen die Bandmitte verstimmt ist, wird diese Spannung erheblich schlechter übertragen, also abgeschwächt. Eine weitere Absenkung bewirkt die Vorstufenröhre, von deren Kathode wieder eine Aufwärtstransformation zu den 240-Ohm-Antennenklemmen erfolgt.

Berücksichtigt man alle diese Punkte, so kann mit einer Gesamtabschwächung der Oszillatorspannung von der Mischer-Koppelschleife bis zu den 240-Ohm-Antennenklemmen von etwa 750fach gerechnet werden. Das ergibt für 2 V Mischerspannung an den Antennenklemmen (240 Ohm)

$$U_{ant} = 2 \cdot \frac{1}{750} \approx 2,7 \text{ mV} \quad (1)$$

Bei einer angenommenen Bodenreflexion von 90% ergäbe das in 10 m Entfernung eine Störfeldstärke von

$$|E_{st}| = 0,0775 \cdot 2700 = 210 \text{ } \mu\text{V/m} \quad (2)$$

Mit einer Kompensationsanordnung konnte eine Herabsetzung dieses Wertes um etwa den Faktor 2 erreicht werden, und zwar dadurch, daß man zu der am zweiten Bandfilterkreis stehenden Oszillatorspannung über einen Kondensator (C 20a im Bild 5) von der Mischerkathode aus die Oszillatorspannung gegenphasig auf den Kreis gibt. An einer größeren Anzahl von Philips-UHF-Tunern wurden im Freigelande Störstrahlungswerte unter 100  $\mu\text{V/m}$  gemessen (Bild 2).

## 2. Rauschzahl und Verstärkung

Praktische Empfangsversuche an den kürzlich in Betrieb genommenen UHF-Sendern haben gezeigt, daß die von den Sendegesellschaften im Versorgungsgebiet bereitgestellte und ausnutzbare Empfangsfeldstärke  $|E|$  zwischen 1 und 5 mV/m liegt. Eine Dipolantenne liefert eine Spannung von

$$U_D = |E| \cdot \frac{\lambda}{\pi} \cdot g \quad (3)$$

Darin ist  $g$  der Gewinn der Dipolanordnung gegenüber einem einfachen Faltdipol. Setzt man an Stelle der Wellenlänge  $\lambda$  die Frequenz  $f$  in MHz und für  $3/\pi = 1$  ein, so wird

$$U_D \approx \frac{|E| \cdot 10^2}{f [\text{MHz}]} \cdot g \quad (3a)$$

Das ergibt für  $5 \cdot 10^2$  MHz an einem einfachen Faltdipol ( $g = 1$ ) bei einer mittleren Feldstärke von 2,5 mV/m eine Spannung von

$$U_{D,500} = \frac{2,5 \cdot 10^2}{5 \cdot 10^2} = 0,5 \text{ mV}$$

Mit einer 5-Element-Antenne, die einen Gewinn  $g$  von etwa 2 hat, erhält man an den Eingangsklemmen eines Fernsehempfängers die Spannung

$$U_{D,500} = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ mV}$$

Um ein (spannungsmäßiges) Rausch/Signal-Verhältnis von 1:100 zu erreichen, muß an den 240-Ohm-Antennenklemmen des Empfängers die Spannung

$$U_{D[100]} = 100 \sqrt{F \cdot B} \quad (4)$$

vorhanden sein. Dabei ist  $F$  die Rauschzahl in Vielfachen von  $kT_0$  und  $B$  die Bandbreite in MHz. (Auf die Veränderung des Rausch/Signal-Verhältnisses durch ein nichtlineares Glied im Verstärkungsgang (zum Beispiel Videodetektor) soll in diesem Zusammenhang nicht eingegangen werden.)

Ein Bild mit einem Rausch/Signal-Verhältnis von 1:100 ist praktisch rauschfrei, während bei einem Verhältnis von 1:50 das Rauschen im Betrachtungsabstand nicht mehr störend empfunden wird. Für  $F = 20 kT_0$  und  $B = 5$  MHz ergibt sich

$$U_D = 100 \sqrt{20 \cdot 5} = 1000 \text{ } \mu\text{V} = 1 \text{ mV}$$

Das bedeutet aber, daß dabei die oben erwähnte 5-Element-Antenne ausreicht.

Nimmt man einen mit vernünftigem Kostenaufwand maximal erreichbaren Antennengewinn von  $g = 4,5$  (bei einem 22-Element-Yagi) an, so kann die Feldstärke bei  $5 \cdot 10^2$  MHz auf

$$|E| = \frac{U_D \cdot f}{g \cdot 10^2} = 1,0 \cdot \frac{5 \cdot 10^2}{4,5 \cdot 10^2} = 1,1 \text{ mV/m} \quad (5)$$

abgesunken sein, ohne daß das Rauschen im Bild stört. Die Vergrößerung des Gewinns ist übrigens das einzige Mittel, um das Rausch/Signal-Verhältnis eines gegebenen Empfängers, dessen Rauschzahl optimal eingestellt ist, zu verbessern.

Es ist nützlich, einmal abzuschätzen, in welchem Maße sich das Rausch/Signal-Verhältnis  $1/\alpha$  ändert, wenn sich bei gegebener Antennenspannung  $U_D$  die Rauschzahl  $F$  ändert, zum Beispiel auf  $10 kT_0$  und

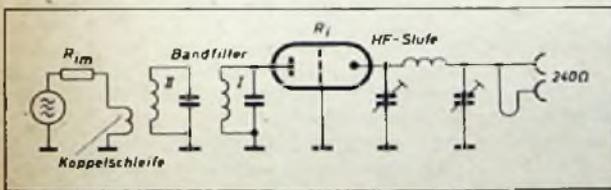
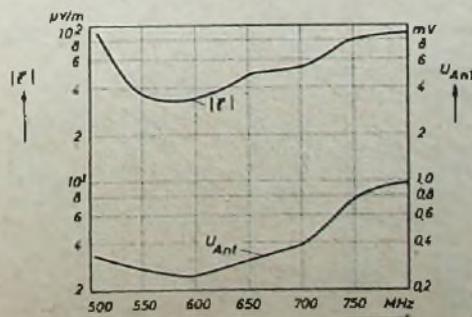


Bild 1. Übertragung der Oszillatorspannung an die Antennenbuchsen

Bild 2. Oszillatorstörstrahlung des UHF-Tuners. a) Feldstärke  $|E|$ , gemessen in  $d = 10$  m Abstand gemäß den Vorschriften der Bundespost; b) Störspannung  $U_{Ant}$  an den Antennenklemmen für  $R_{Ant} = 60$  Ohm

setzt, nicht höher als 450  $\mu\text{V/m}$  in 10 m Entfernung sein.

Die Störfeldstärke des in den USA fast ausschließlich zum UHF-Fernsehempfang benutzten Diodenmischers liegt über diesem Wert, obwohl seine Oszillatorinjektion etwa 10mal geringer als die des Röhrenmischers ist. Dann hat der einfache Röhrenmischer aber überhaupt keine Chance. Setzt man jedoch vor den Röhrenmischer noch eine HF-Stufe, so zeigt sich, daß mit dieser Kombination die Störstrahlungsbedingungen erfüllt werden



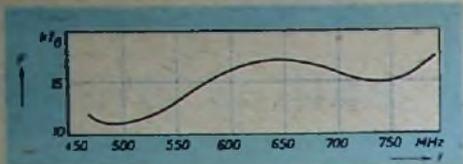


Bild 3 (oben). Rauschzahl  $F$  als Funktion der Frequenz, gemessen am 240-Ohm-Eingang. Bild 4 (rechts). Stehwellenverhältnis  $m$  als Funktion der Frequenz

$40 kT_0$ . Für  $1/\alpha = 1:100$  bei  $F = 20 kT_0$  wird

$$1/\alpha_{10} = \frac{1}{100} \sqrt{\frac{10}{20}} = 1:141$$

und

$$1/\alpha_{40} = \frac{1}{100} \sqrt{\frac{40}{20}} = 1:71$$

Man sieht daraus, daß bei derartigen Rauschzahlen das „letzte  $kT_0$ “ keine erhebliche Verbesserung oder Verschlechterung mehr bringt. Eine Verbesserung oder Verschlechterung der Rauschzahl um das Doppelte ergibt eine Rausch/Signal-Verbesserung beziehungsweise -Verschlechterung von nur 41%. Praktisch gemessene Rauschzahlen des Philips-UHF-Tuners liegen im Optimum zwischen 11 und 17  $kT_0$  (Bild 3). Überraschenderweise streuen diese Werte in der Serienfertigung nicht mehr, als man es bei den tieferen Frequenzen gewohnt ist. Bild 4 zeigt das Stehwellenverhältnis  $m$  der Eingangsschaltung.

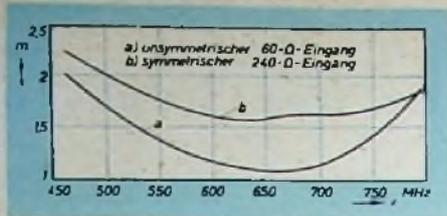
Nach Klärung der Frage, mit welcher minimalen Antennenspannung noch brauchbarer Empfang zu erreichen ist, soll die notwendige Verstärkung des Fernsehgerätes berechnet werden. Dabei sei angenommen, daß die Bildröhre bei einer Sinusspannung von  $U_{Bild} = 7 V_{eff}$  ( $\approx 20 V_{an}$ ) eine gute Durchsteuerung zeigt. Um die Bildröhre mit einer Antennenspannung von 1 mV aussteuern zu können, muß der Empfänger die Verstärkung

$$V = \frac{7000}{1} = 7000$$

aufweisen. Die Verstärkung eines Fernsehempfängers ergibt sich zu

$$V_E = V_{Tuner} \cdot V_{ZF} \cdot \eta_{Diode} \cdot m \cdot V_{Vid} \quad (6)$$

( $\eta_{Diode}$  = Diodenwirkungsgrad = 65%,  $m$  = Modulationsgrad = 30%,  $\eta \cdot m = 0,2$ ). Die Verstärkung  $V_{ZF}$  des vierstufigen ZF-Verstärkers liegt bei dem sehr ungünstigen Wert von 4000, während die der Videostufe ( $V_{Vid}$ ) zu 20 angenommen werden kann. Damit ergibt sich als Gesamtverstärkung des Empfängers



$$V_E = V_{Tuner} \cdot 4000 \cdot 0,2 \cdot 20 = V_{Tuner} \cdot 16000$$

Die gemessene Spannungsverstärkung des UHF-Tuners liegt im Mittel bei etwa 13<sup>1)</sup>, so daß ein derartiger Empfänger mit einer Gesamtverstärkung von

$$V_E = 210000$$

eine mehr als ausreichende Verstärkungsreserve (30fach) in bezug auf die notwendige Verstärkung von 7000 hat.

Man kann leicht ausrechnen, welche Antennenspannung  $U_{min}$  (ohne Rücksicht auf Rauschen) noch eine volle Durchsteuerung der Bildröhre ergeben würde. Es ist

$$U_{min} = \frac{U_{Bild}}{V_E} = \frac{7}{2,1 \cdot 10^5} = 33 \mu V \quad (7)$$

Die Grenzemfindlichkeit  $U_{gr}$ , also die zur Erreichung eines Rausch/Signal-Verhältnisses von 1:1 notwendige Spannung am 240-Ohm-Eingang, ergibt sich für eine Eingangsschaltung mit der Rauschzahl  $F = 20 kT_0$  zu

$$U_{gr} = \sqrt{F \cdot B} = \sqrt{20 \cdot 5} = 10 \mu V \quad (8)$$

Das bei 33  $\mu V$  Antennenspannung vorhandene Rausch/Signal-Verhältnis eines derartigen Empfängers ist

$$1/\alpha = \frac{10}{33} = 1:3,3$$

Ein Bild mit einem derartigen Rausch-

1) Die Spannungsverstärkung  $V_{uT}$  eines UHF-Tuners kann überschläglich aus folgender Gleichung berechnet werden:

$$V_{uT} = U_{ant} \cdot S \cdot q \sqrt{R_{in}} \cdot Z_e \cdot S_c \cdot R_a$$

Darin ist  $U_{ant} = \sqrt{\frac{60}{240}} = 0,5$  die Übersetzung

von der Antenne auf den Röhreneingang,  $S = 12 \text{ mA/V}$  die Steilheit der HF-Vorröhre,  $S_c = 3 \text{ mA/V}$  die Konversionssteilheit,  $q$  die normierte Kopplung,  $Q_{500} \approx 1,4$ ,  $R_{in} \approx 120 \text{ Ohm}$  die Eingangsimpedanz des Mischers,  $Z_e \approx 2000 \text{ Ohm}$  die Eingangsimpedanz des Bandfilters und  $R_a \approx 1000 \text{ Ohm}$  der Mischer-Außenwiderstand. Damit ergibt sich  $V_{uT} \approx 13$ .

abstand ist aber nicht mehr als „empfangswürdig“ anzusehen, nachdem man heute infolge des immer dichter werdenden Fernseh-Sendernetzes in bezug auf das Rauschen erheblich anspruchsvoller als zu Beginn des Fernsehens geworden ist. Die Dämpfung des Bandkabels, die bei diesen Frequenzen etwa auf den doppelten Wert gegenüber dem VHF-Bereich ansteigt, wurde hier nicht berücksichtigt.

### 3. Schaltung

Nachdem die prinzipiellen Probleme geklärt sind, soll auf die Schaltung des Tuners (Bild 5) eingegangen werden. Der Tunereingang ist für den Anschluß einer 240-Ohm-Antenne ausgelegt. Der Eingangsträger stellt eine abgewandelte  $\lambda/2$ -Umwegleitung dar, deren Funktion aus Bild 6 hervorgeht. Dabei sei der einfacheren Darstellung wegen die Transformation in umgekehrter Richtung, also von 60 Ohm auf 240 Ohm, beschrieben. An eine 60-Ohm-Koaxialleitung sind zwei verlustlose Leiterstücke mit dem doppelten Wellenwiderstand (also 120 Ohm) angeschlossen (hier wird dazu symmetrisches Bandkabel benutzt), von denen das eine um den Betrag einer halben Wellenlänge länger ist als das andere. Die auf dem längeren der beiden Leiter entlanglaufende Welle wird am Punkt B um eine halbe Wellenlänge später als die des kürzeren Kabels am Punkt A ankommen. Das bedeutet aber eine Phasenverschiebung von 180°, die Polarität der beiden Punkte ist also entgegengesetzt gerichtet, und das ist gleichbedeutend mit einer symmetrischen Spannungsquelle.

Da das Kabel als verlustlos angenommen wurde, steht zwischen dem Punkt A und Masse sowie zwischen dem Punkt B und Masse die gleiche Spannung wie am Punkt G des Koaxialkabels, d. h., die Spannung zwischen A und B ist doppelt so hoch wie am Punkt G. Da aber keine Leistungsverstärkung aufgetreten ist (Ausgangsleistung = Eingangsleistung), muß der Generatorwiderstand zwischen den Klemmen A und B auf den vierfachen Betrag, also auf  $4 \cdot 60 = 240 \text{ Ohm}$ , angewachsen sein.

$$N_E = \frac{U_G^2}{60} = N_A = \frac{(2 U_G)^2}{4 \cdot 60} \quad (9)$$

Die Anordnung arbeitet ebenso auch in umgekehrter Richtung. Dabei wird jedoch der 240-Ohm-Generatorwiderstand der Antenne auf den Eingangswiderstand von 60 Ohm des Antennenkreises, der als  $\pi$ -Kreis aufgebaut ist, heruntertransformiert. Der durch die Trimmer C 4 und C 5 auf gute Anpassung und auf Resonanz in der Bandmitte (etwa 650 MHz) abgestimmte  $\pi$ -Kreis führt zur Kathode der Vorröhre PC 86 (Rö 1), die in Gitterbasisschaltung arbeitet.

Aus verschiedenen Gründen wurde auf eine Regelung verzichtet. Die Gittervorspannung wird durch Anhebung der Kathode mit dem am neutralen Punkt des  $\pi$ -Kreises (über die Drossel L 3) angeschalteten Widerstand R 1 erzeugt. Die drei Gitteranschlüsse von Rö 1 sind, um eine gewisse Beweglichkeit der Fassungsfedern zu gewährleisten, über eine breite Folie

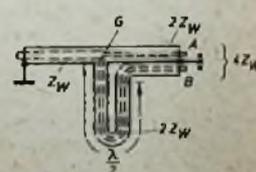
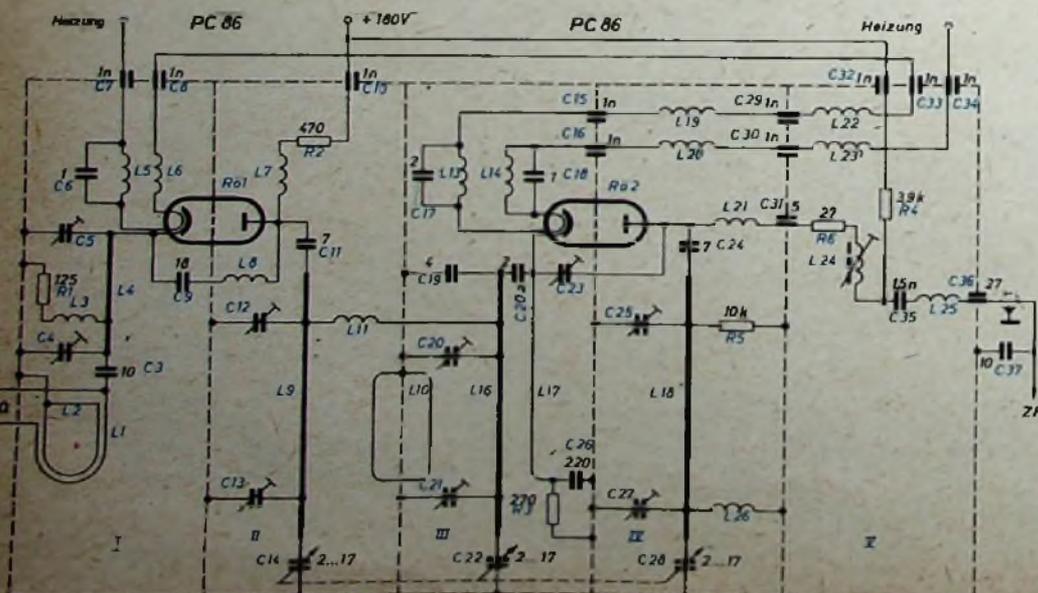


Bild 5 Schaltung des UHF-Kanalwählers

Bild 6.  $\lambda/2$ -Umwegleitung



an das Chassis gelegt. Die Röhre arbeitet auf den Primärkreis eines Bandfilters (L 9, C 12, C 13, C 14), dessen Kreise als  $\lambda/2$ -Topfkreise ausgebildet sind. Am der Röhre abgewandten Ende von L 9 liegt der Abstimmkondensator C 14; die Abstimmung erfolgt also kapazitiv.

Da sich die Spannungs- und Stromverteilung auf dem Topfleiter infolge stehender Wellen mit der Frequenz ändert, läßt sich auf einfache Weise ein Zweipunktgleich mit geringer gegenseitiger Beeinflussung durchführen. Der Spannungsknoten wandert bei höher werdender Frequenz vom Abstimmkondensator zur Röhre. Daher ist der Trimmer C 12 für die tiefen Frequenzen auf der Röhrenseite und der für die hohen Frequenzen (C 13) auf der Drehkondensatorseite angebracht. Dabei befindet sich der Trimmer für die eine Frequenz an der Stelle des Span-

Primärkreis sein. Daher bildet man die Induktivität und Kapazität der Röhre R 1 durch einen Schelbenkondensator (C 19) nach, dessen Drahtenden eine ganz bestimmte Länge haben. Die Kopplung zum Sekundärkreis erfolgt über die Koppelschleife L 10, die eine annähernd konstante Kopplung  $k$  bewirkt. Zur Erreichung einer konstanten Bandbreite muß aber das Produkt  $k \cdot f_{311}$  konstant bleiben. Wenn die Bandbreite für die höheren Frequenzen richtig eingestellt war, dann muß bei den niedrigen Frequenzen der Kopplungsfaktor größer gemacht werden. Es gilt nämlich

$$k_{500} = k_{800} \cdot \frac{f_{800}}{f_{500}} \quad (10)$$

d. h., die Kopplung muß um das Frequenzverhältnis nach den tieferen Frequenzen hin anwachsen. Die Zusatzkopplung erhält man durch eine Induktivität, die auf der Röhrenseite des Bandfilters die beiden Kreise zusätzlich koppelt (L 11). Dadurch wird eine nahezu konstante Bandbreite im Abstimmbereich sichergestellt ( $\Delta B = 10\%$ ). Um die Störstrahlungsbedingungen einhalten zu können, ist die Beachtung dieses Punktes - Konstanthaltung der Bandbreite - außerordentlich wichtig. In der Fertigung müssen dafür besondere Kontrollmöglichkeiten vorgesehen werden. Im Bild 7 sind die HF-Durchlaßkurven für verschiedene Empfangsfrequenzen dargestellt.

An den Sekundärkreis ist über eine weitere Koppelschleife (L 17) der selbstschwingende Mischer angekoppelt (R 2), der in Gitterbasisschaltung arbeitet. Dabei mußte auf eine Selbstregelung der Oszillatorschwingung durch eine RC-Kombination im Gitterkreis verzichtet werden, da wegen der Gefahr des Überspringens die Gitterzeitkonstante und damit die Gitterkapazität relativ klein bleiben müssen. Das bedeutet aber eine beträchtliche Gegenkopplung für die ZF, die infolge ungenügender Erdung des Gitters von der Anode her über  $C_{g0}$  eine gegenkoppelnde Steuerung des Gitters hervorruft. Die für den Mischer notwendige Gittervorspannung erzeugt ein in der Koppelschleife liegender kapazitiv überbrückter Widerstand (R 3, C 26). Da die Grenzfrequenz dieser RC-Kombination niedriger als die Zwischenfrequenz ist, wird eine ZF-Gegenkopplung vermieden.

Der Oszillator arbeitet in kapazitiver Dreipunktschaltung (Bild 8). Da dabei die natürliche, durch  $C_{ak}$  bewirkte Rückkopplung nicht ganz ausreicht, ist noch eine einstellbare Zusatzkapazität (C 23) vorhanden. Durch entsprechende Dimensionierung läßt sich eine genügend hohe Schwingspannung erreichen. Die Ankopplung des Oszillatorkreises erfolgt an die Mischröhrenanode. Um möglichst große Frequenzverwerfung beim Röhrenwechsel zu erhalten, ist der Kreis so lose angekoppelt, daß sich der erwünschte Variationsbereich ergibt, ohne daß ein Drehkondensator mit fertigungstechnisch ungünstiger Dimensionierung verwendet werden muß. Eine kurze Überschlagsrechnung möge das klar machen.

Bild 9 zeigt, daß die Schaltung einem  $\pi$ -Kreis entspricht. Nimmt man die resultierende Anfangskapazität des  $\pi$ -Kreises - also die Serienschaltung von  $C_p$  (resultierende Kapazität am Punkt p) und  $C_{DrA}$  (Anfangskapazität des Drehkondensators) - zu  $C_{min} = 1,5$  pF an, so muß die resultierende Endkapazität für die tiefste Frequenz

$$C_{max} = 1,5 \left( \frac{800}{470} \right)^2 = 4,35 \text{ pF} \quad (11)$$

sein. Die Anfangskapazität  $C_{DrA}$  des Drehkondensators ist 2,0 pF (beim Minimalwert von C 27). Dann ergibt sich am Punkt p eine resultierende Kapazität  $C_p$  von

$$C_p = \frac{C_{min} \cdot C_{DrA}}{C_{DrA} - C_{min}} = \frac{2 \cdot 1,5}{2,0 - 1,5} = 6 \text{ pF} \quad (12)$$

Daraus erhält man als Endkapazität des Drehkondensators

$$C_{DrE} = \frac{C_p \cdot C_{max}}{C_p - C_{max}} = \frac{6 \cdot 4,35}{6 - 4,35} = 16 \text{ pF} \quad (13)$$

Ein Drehkondensator mit einem derartigen Variationsbereich ist aber noch verhältnismäßig leicht zu fertigen. Bei Verringerung der resultierenden Kapazität  $C_p$  von 6 auf 4,5 pF müßte der Drehkondensator im eingedrehten Zustand bereits 150 pF haben! In der praktischen Ausführung wurde ein minimal möglicher Wert des Koppelkondensators C 24 von 7 pF gefunden.

Der Plattenschnitt ist so ausgebildet, daß die Anzeige auf einer Linearskala frequenzproportional ist. Vom Topfkreisleiter nach Masse liegt eine UHF-Drossel (L 26), die eine Verstimmung des ZF-Kreises bei Betätigung der Abstimmung verhindern soll.

Die ZF gelangt von der Anode über die UHF-Drossel L 21 und den Durchführungskondensator C 31 zur ZF-Bandfilterspule

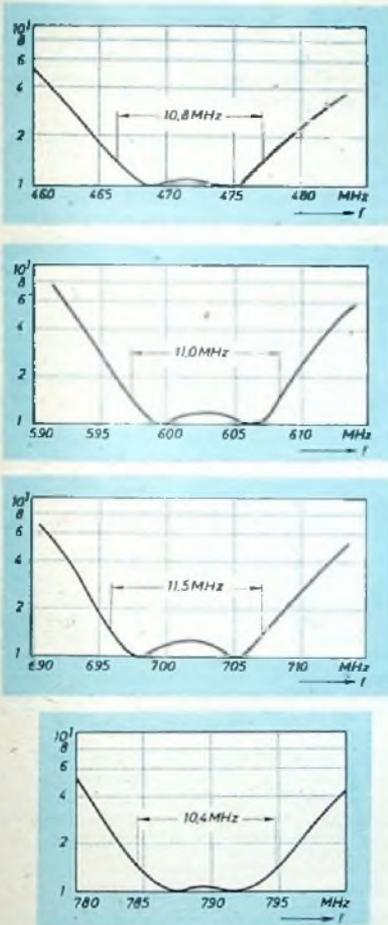


Bild 7. HF-Durchlaßkurven für verschiedene Empfangsfrequenzen

Bild 8. Schematische Schaltung eines Oszillators mit kapazitivem Spannungsteiler

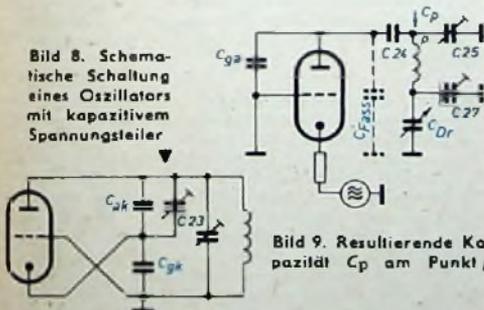


Bild 9. Resultierende Kapazität  $C_p$  am Punkt p

nungsknotens der anderen. Die gleiche Überlegung liegt auch der Trimmeranordnung für die beiden anderen Abstimmkreise zugrunde.

Um einen guten Gleichlauf zu erreichen, muß der Sekundärkreis identisch mit dem

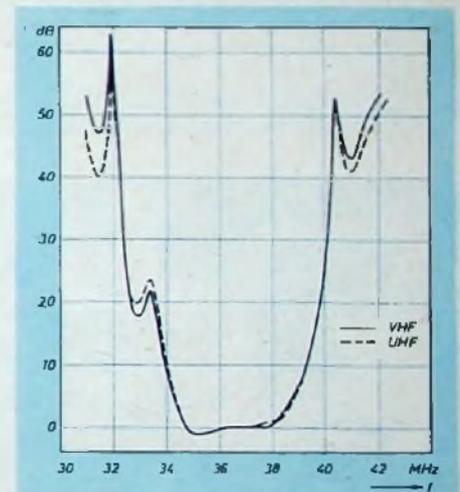


Bild 10. ZF-Durchlaßkurven für VHF und UHF

L 24, die mit dem an der ersten ZF-Röhre liegenden Abstimmkreis ein Bandfilter mit kapazitiver Fußpunkt koppung bildet. Ein Teil der Koppelkapazität von  $10 + 27 = 37$  pF ist als Durchführungskondensator (C 36) ausgebildet und dient zusammen mit den bereits erwähnten Siebmaßnahmen zur weiteren Unterdrückung der Oszillatorschwingung im ZF-Ausgang. Der ZF-Bandfilter-Sekundärkreis liegt bereits am Gitter der ersten ZF-Röhre. Im Bild 10 sind die ZF-Durchlaßkurven bei UHF und VHF für das Philips-Gerät „Leonardo-Luxus-Vollautomatic“ dargestellt. Die ZF wurde dabei in dem Testpunkt des VHF-Tuners und bei UHF mittels Aufblaskappe in die Mischröhre eingespeist.

Alle selbstschwingenden Mischerschaltungen haben den Nachteil, daß der unmittelbare Anschluß eines Oszillografen beim Wobbeln nicht möglich ist. Es gibt aber sehr einfache andere Methoden: Man kann zum Beispiel mit einer in den Sekundärkreis einzuführenden kleinen Diodensonde die Indikationsspannung für den Oszillografen leicht abnehmen. Das läßt sich aber auch durch starke Bedämpfung der ZF-

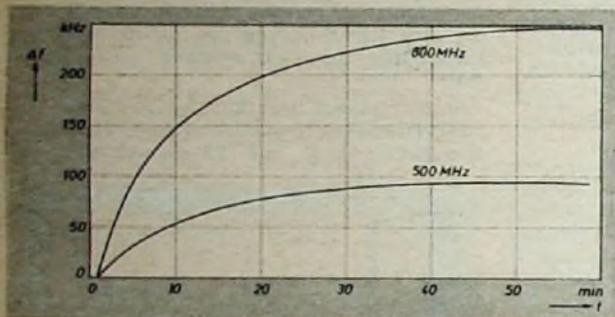
Spule und mit einer am ZF-Ausgang angebrachten Diode erreichen, ohne daß die ZF-Selektion die HF-Durchlaßkurve beeinträchtigt. Dabei ist jedoch sorgfältig durch Vergleich mit einer Sondenwobbelung zu kontrollieren, ob keine Amplitudenverzerrung infolge (zwischen-)frequenzabhängiger Spannungsteilung im Tunerausgang auftritt.

## 4. Drift und Mikrofonie

Messungen der Drift des Oszillators zeigten einen Verlauf, wie man ihn bei VHF gewohnt ist (Bild 11). So wurde bei 500 MHz ein Weglaufen des Oszillators während einer Stunde (ab Erscheinen der Bildhelligkeit) von 100 kHz gemessen. Das entspricht einer Frequenzkonstanz von

$$K_f = \frac{100 \cdot 10^3}{500 \cdot 10^6} = 0,2 \cdot 10^{-3}$$

Diese günstigen Werte wurden durch geeignete elektrische und mechanische Dimensionierung des Oszillatorkreises erreicht.



◀ Bild 11. Drift des Oszillators

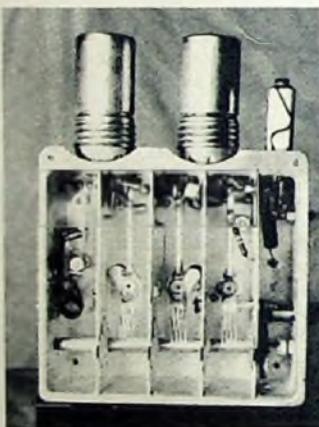
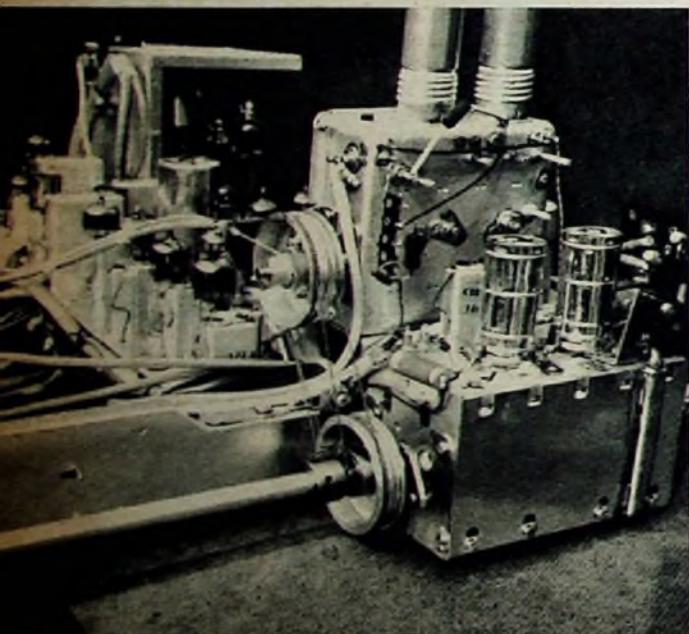


Bild 12. Der UHF-Tuner „KR 36160“

◀ Bild 13. Einbau des UHF-Tuners in den „Leonardo-Luxus-Vollautomatic“

## 6. Konstruktive Gestaltung

Bild 12 läßt konstruktive Einzelheiten des UHF-Tuners erkennen. Das Gehäuse besteht aus einer gezogenen Stahlblechwanne, deren Ränder umgebördelt sind. Dadurch wird eine große mechanische und elektrische Stabilität gewährleistet. Die Gehäusemaße ergeben sich aus der notwendigen Länge der Innenleiter, der Möglichkeit der Unterbringung des Eingangsübertragers im ersten Schott und eines Untersetzungsgetriebes von 1:5 im fünften Schott. Durch dieses Zwischengetriebe erreicht man, daß die eigentliche Drehkondensatorachse jeder Beeinflussung von außen entzogen ist.

Die Lagerung des Antriebsstummels ist sehr kräftig ausgeführt, um Seiltrieb mit Grob-Feinabstimmung zu ermöglichen. Bild 13 zeigt den organischen Einbau des UHF-Tuners in das Gerät „Leonardo-Luxus-Vollautomatic“, das mit einem derartigen Antrieb ausgerüstet ist. Montiert man ein Getriebe am Tunergehäuse, so ist auch Antrieb mittels Knopf unmittelbar am Tuner möglich. Der Gerätekonstrukteur hat durch die Auswahl zwischen diesen beiden Antriebsarten ein Höchstmaß an Freizügigkeit bezüglich der Wahl des Einbauplatzes im Empfänger. Der Gehäusedeckel enthält eine Kupferfolie, die durch eine eingelegte Gummipolsterung beim

Die Richtigkeit der getroffenen konstruktiven Maßnahmen wurde dadurch bestätigt, daß Mikrofonie bei voller Aussteuerung des Gerätelautsprechers mit 2,5 W an keinem Punkt des Durchlaßbereiches festzustellen war.

## 5. Spiegelselektion und ZF-Festigkeit

Die Spiegelselektion liegt sehr hoch. So wurden zum Beispiel 55 dB bei 500 MHz (560fach) gemessen. Die Messung der ZF-Festigkeit ergab ebenfalls sehr hohe Werte; bei 500 MHz Empfangsfrequenz lag sie bei 62 dB (1260fach).

Anschrauben des Deckels gegen die Schottwände gedrückt wird und so eine sehr dichte Abschirmung gewährleistet. Die Gehäusetiefe wurde so bemessen, daß der Hauptanteil des Oszillatorkreisstromes die Seitenwände entlang fließt, um geringe Chassisstrahlung zu erhalten. Der Oszillatorkreis, der nochmals zusätzlich mit einem Blechstreifen abgeschirmt ist, liegt in einem Innenschott, so daß von dieser Seite kein Beitrag zur Chassisstrahlung erfolgt. Daher ist die Chassisstrahlung so gering, daß sie praktisch nicht zur Gesamtstrahlung beiträgt.

## Deutschland

▶ Als ältester Fernsehsender der Bundesrepublik gilt der NDR-Großsender. Um die Anlage heutigen Forderungen anzupassen, wird sie gegenwärtig ersetzt. Man rechnet mit dem Abschluß der Neubarbeiten in Kürze. Die Sendeleistung bleibt unverändert.

▶ Mit einem Kostenaufwand von rund ¼ Million DM baut der Süddeutsche Rundfunk ein zweites provisorisches Fernsehstudio im Ausmaß von rund 300 m<sup>2</sup>. Es soll vorwiegend dem Werbefernsehen des Südfunks dienen. Dieses provisorische Studio ist notwendig, weil der geplante endgültige Bau im Park des Süddeutschen Rundfunks nicht vor 1964 bezugsfertig sein wird. Der Neubau wird in Leichtbauweise erstellt. An die Außenwände des Studios werden zweistöckig die Büros und Nebenräume gegliedert, um das Studio gegen Lärm zu sichern.

▶ Als neuer Fernsehsumersetzer des Bayerischen Rundfunks wurde Mitte Oktober die Station Neustadt/Aisch in Betrieb genommen; sie arbeitet in Band III, Kanal 11, mit einer Strahlungsleistung von 2,5 W und horizontaler Polarisation.

▶ Der UKW-Sender Rotbühl bei Hirschau des Bayerischen Rundfunks wurde am 1. 11. 1959 stillgelegt. In seinem bisherigen Ausbreitungsgebiet ist bereits seit längerer Zeit durch die Inbetriebnahme neuer starker Sender auf dem Dillberg und auf dem Ochsenkopf die UKW-Versorgung wesentlich verbessert.

## Österreich

▶ Die Arbeiten an der UKW- und Fernsehsendeanlage Lichtenberg bei Linz schreiten planmäßig fort. So konnte kürzlich mit der Montage des fast 130 m hohen Antennenmastes begonnen werden. Nach bis zum Winter hofft man, den Mast fertigstellen zu können. Mit der Antennenmontage und dem Einbau der elektrischen Einrichtung in das Stationsgebäude soll im Frühjahr 1960 begonnen werden. Die Fertigstellung der Gesamtanlage wird vor Ende 1960 erwartet.

▶ Kürzlich wurde die neue Großsendeanlage auf dem Bisamberg in Betrieb genommen. Sie strahlt mit zwei Sendern von je 150 kW Leistung das erste Programm auf der Wellenlänge 203,4 m (1475 kHz) und das zweite Programm auf 513,7 m (584 kHz) aus. Der nördlich gelegene Mast für das zweite Programm ist ein neues Wahrzeichen Wiens und zugleich mit 265 m Höhe einer der höchsten Antennenmaste überhaupt.

▶ Die beiden UKW-Sender auf dem Patscherkofel arbeiten nunmehr mit einer effektiven Strahlungsleistung von je 50 kW (bisher je 5 kW). Damit wurde die für den Vollausbau dieser Sendeanlage vorgesehene Leistung erreicht.

## Schweiz

▶ Die jahrelangen Auseinandersetzungen zwischen den Vorständen des Schweizer Heimatschulzes, des Schweizerischen Bundes für Naturschutz und der Schweizerischen Postbehörde um die Errichtung der UKW-Fernsehsendeanlage auf dem Rigi gellen nunmehr als abgeschlossen. Man einigte sich auf den Bau eines besonders schlanken 41 m hohen Stahlmastes.

▶ Nach dem heutigen Stand der Planung der PTT für den Ausbau der UKW-Netze der Schweiz sind an 35 Standorten 63 UKW-Sender vorgesehen. Von diesen stehen zur Zeit bereits 39 in Betrieb. 18 übertragen das erste Programm, 21 das zweite Programm (von Beromünster, Sottens oder Monteceneri). Fünf weitere Stationen werden noch in diesem Jahr die Ausstrahlung beider, zwei Sender zusätzlich die der zweiten Programme aufnehmen. Der Großteil der UKW-Anlagen befindet sich in Bergtälern und arbeitet vollautomatisch. Die 250 oder 6 W starken Sender sind in genormten Häuschen oder Kästen untergebracht, die so dimensioniert sind, daß zu einem späteren Zeitpunkt zusätzlich noch Fernseh-Kleinsender oder -Umsetzer eingebaut werden können. Die im Bereiche der Städte und des dichtbesiedelten Mittellandes arbeitenden UKW-Sender haben Leistungen von 3 oder 10 kW.

## »Magnetophon M 5 M« • Ein Magnetbandgerät für Schwingungsmessungen

DK 621.3.018.6: 681.846.7

Mechanische Schwingungen, Erschütterungen und Geräusche sind drei Begriffe, die eng mit dem Maschinen- und Fahrzeugbau verbunden sind. Diese lästigen, gefährlichen Begleiterscheinungen zu bekämpfen, ist heute zu einer wichtigen Aufgabe unserer Technik geworden. Ein Erfolg wird aber nur dann zu erwarten sein, wenn es gelingt, die Quellen dieser Störungen aufzufinden.

Für diese Aufgabe wurde von Telefunken die Meßmaschine „M 5 M“ entwickelt. Dieses neue Gerät hat sich seit einem Jahr in der Praxis bewährt. Da jedoch das Meßverfahren noch nicht allgemein bekannt ist, soll im Rahmen dieses Aufsatzes ein Überblick über die Eigenschaften und die Anwendungsmöglichkeiten gegeben werden.

### Wirkungsweise

Das „Magnetophon M 5 M“ ist eine Abwandlung der Studiomaschine „M 5“. Zum Aufzeichnen von mechanischen Schwingungen und Erschütterungen im Bereich von 1 ... 400 Hz und 2 ... 800 Hz sind die Bandgeschwindigkeiten 1,5 cm/s und 3 cm/s vorhanden. Für Geräuschaufnahmen in den Bereichen 40 ... 12 000 Hz oder 40 bis 20 000 Hz sowie in jedem Fall für die Wiedergabe wird die Bandgeschwindigkeit auf 38 cm/s oder 76 cm/s erhöht.

Tiefe Frequenzen, die bei kleiner Bandgeschwindigkeit aufgenommen wurden, werden also ebenfalls mit hoher Bandgeschwindigkeit abgespielt. Dabei ergibt sich eine Frequenzumsetzung im Verhältnis der Bandgeschwindigkeiten (1:2, 1:12,5, 1:25 und 1:50). Tieffrequente Schwingungen lassen sich daher immer in den Bereich 40 ... 20 000 Hz verschieben, für den Analysatoren mit großem Auflösungsvermögen verfügbar sind.

Um Schwingungen auch im Oszillografen formgetreu sichtbar machen zu können, sind die Verstärker der Meßmaschine phasenkompensiert. Das Laufwerk hat eine Einrichtung zum Abspielen von Endlos-Bandschleifen unterschiedlicher Länge. Interessierende kurze Ausschnitte können zu einer Schleife zusammengeklebt und periodisch wiedergegeben werden.

Um bei der Wiedergabe eine feste Beziehung zwischen den Meßwerten und den Meßbedingungen sicherzustellen, ist auf dem Band eine Hilfsspur vorhanden, die für das Speichern von Marken (Zeit, Drehzahlen usw.) bestimmt ist.

### Vergleich direkter Meßverfahren mit dem Magnetband-Meßverfahren

Bevor die praktische Anwendung der Meßmaschine „M 5 M“ behandelt wird, soll zunächst ein Vergleich der Vor- und Nachteile des herkömmlichen mit denen des neuen Meßverfahrens vorgenommen werden.

Bei der direkten Messung müssen die Versuchsbedingungen meistens längere Zeit konstantgehalten werden, insbesondere dann, wenn eine genaue Analyse akustischer Geräusche vorgenommen werden soll. Diese Forderung ist oft nur schwer zu erfüllen. Beispielsweise ist es notwendig, Resonanzstellen schnell zu durchfahren, um Beschädigungen an den Maschinen zu vermeiden.

Zum Aufzeichnen von mechanischen Schwingungen benutzt man üblicherweise Direktschreiber, da die Schleifenoszillografen äußerst empfindlich sind und die Registrierstreifen erst entwickelt und fixiert werden müssen. Direktschreiber sind aber nur für einen Frequenzbereich bis etwa 100 Hz geeignet. Höhere Anteile in einem Frequenzspektrum, die keineswegs immer vernachlässigt werden dürfen, gehen also verloren.

Das Auswerten von tieffrequenten Schwingungen ist umständlich und ungenau, vor allem dann, wenn mehrere Störquellen vorhanden sind. Stehen die Störschwingungen nicht in einem ganzzahligen Verhältnis zueinander, zum Beispiel bei Getrieben, dann ist häufig überhaupt kein periodischer Verlauf zu erkennen. Meßgeräte, die den Tonfrequenz-Analysatoren entsprechen, gibt es aber für tiefe Frequenzen nicht.

Falls überhaupt eine Auswertung möglich ist, besteht der einzige Vorteil der direkten Messung darin, ergänzende Untersuchungen an Ort und Stelle vorzunehmen, und zwar unter den speziellen Bedingungen, die sich aus der sofortigen Auswertung ergeben. Im Normalfall sind die interessierenden Bereiche durch Erschütterungen oder Geräusche aber schon subjektiv wahrzunehmen. Es ist daher unwahrscheinlich, daß wichtige Messungen ausgelassen werden.

Demgegenüber bietet das „Magnetophon M 5 M“ eine Reihe von Vorteilen. Die Aufnahmezeit ist kurz, da die Bandaufzeich-



Ansicht des „Magnetophons M 5 M“

nung nur lang genug zu sein braucht, um daraus eine Schleife kleben zu können. Eine Untersuchung ist daher auch im Bereich kritischer Drehzahlen möglich. Messungen können aber auch ohne wesentliche Behinderung des Betriebsablaufs vorgenommen werden. Ebenfalls lassen sich in kurzer Zeit die Werte mehrerer Meßstellen hintereinander speichern. Die Auswertung kann später ungestört im Laboratorium durchgeführt werden. Da sich gleichzeitig mit den Meßwerten auch die Marken abhängiger Größen (z. B. Drehzahlen) aufzeichnen lassen, ist eine spätere Verwechslung leicht zu vermeiden.

Der Amplitudenbereich, der noch einwandfrei unterschieden werden kann, ist größer als 1:100. Wird zum Auswerten ein Frequenz-Analysator benutzt, dann erweitert

sich dieser Bereich noch wesentlich, da von dem Frequenzgemisch des Störpegels nur der Betrag wirksam wird, der in dem schmalen Durchlaßbereich der Filter liegt. Durch die Frequenzumsetzung ist die Analyse einfach und genau; sie ist auch von angelernten Kräften durchzuführen. Das Auflösungsvermögen der verfügbaren Analysatoren ist so groß, daß Schwingungen, die auf dem Registrierstreifen eines Direktschreibers ein undeutbares Kurvengemisch ergeben, einwandfrei in die einzelnen Komponenten zerlegt werden. Auch die interessierenden höheren Harmonischen werden dabei erfaßt.

Die Endlos-Bandschleife ist nicht nur im Hinblick auf die kurze Aufnahmezeit vorteilhaft. Durch den ständig wiederholten Schleifenumlauf erhält man praktisch stationäre Schwingungen. Es können daher sehr steile Filter mit großen Einschwingzeiten verwendet werden. Suchton-Analysatoren zum Beispiel, die solche steilen Filter haben, benötigen für einen Durchlauf 5 ... 10 min. Bei der direkten Messung können sich in dieser Zeit die Versuchsbedingungen erheblich ändern und damit das Ergebnis verfälschen. Die Schleifenmessung gewährleistet jedoch, daß das Verhältnis der Grundschwingungen zu den zeitlich später registrierten Harmonischen auch den tatsächlichen Werten entspricht.

Bei den zu untersuchenden Objekten treten zuweilen Schwingungen in unregelmäßigen und zum Teil längeren Zeitabschnitten auf. Häufig interessieren aber gerade diese Ausnahmereignisse. Beim direkten Messen müßte das Schreibgerät dauernd in Betrieb sein, bis ein solcher Effekt auftritt. Die Kosten für das unnötig verbrauchte Registrierpapier wären erheblich. Das Speichergerät kann dagegen beliebig eingeschaltet bleiben. Nichtinteressierende Aufzeichnungen werden bei einer Neuaufnahme automatisch wieder gelöscht. Das Magnetband bleibt also immer verwendungsfähig.

### Grenzen des Magnetband-Meßverfahrens

Wichtig für die sachgemäße Anwendung ist die Kenntnis der Grenzen dieses Meßverfahrens. Die Meßwerte werden nach dem Intensitätsverfahren aufgezeichnet. Unregelmäßigkeiten der Magnetschicht, kleine Deformationen des Tonträgers und gewisse unvermeidbare mechanische Eigenschaften des Laufwerkes bewirken Amplitudenschwankungen, die bei kleinen Bandwellenlängen am größten sind. Diese Intensitätsunterschiede haben im Mittel den Wert von etwa  $\pm 1$  dB (etwa 10%).

Kurze Schwankungen, insbesondere bei hohen Frequenzen, können auch erheblich größer sein. Durch die Trägheit der Instrumente und die hiermit verbundene Integration werden die Meßergebnisse aber kaum beeinflusst.

Verschiedene Bandsorten zeigen beim Altern eine Pegelabnahme von 0,5 ... 1 dB. Dieser Schwund ist in den ersten 24 Stunden am größten. Später ändert sich der Pegel nur geringfügig. Für das Aufzeichnen von Meßwerten gibt es jedoch besonders hochwertige und pegelstabile Bänder (sogenannte Instrumentationsbänder). Von den Lieferfirmen wird garantiert, daß die Pegelschwankungen für 1000 Hz kleiner



Vollständige Meßanordnung für die Untersuchung von Schwingungen. Links: „Magnetophon M 5 M“; rechts von oben nach unten: Impuls- und Rechteckgenerator (Philips), Tonfrequenz-Analysator (Rohde & Schwarz), Gleichspannungsschreiber (Rohde & Schwarz); links daneben: Trägerfrequenzverstärker (Halling) und darüber Kleinszilograf (Siemens)

als 0,3 dB sind. Innerhalb kurzer Bandlängen, die für die Endlos-Bandschleifen benötigt werden, ist die Gefahr von Pegelsprüngen auch bei normalen Tonbändern sehr viel geringer. Der Pegelschwund durch das Altern läßt sich dadurch eliminieren, daß vor und hinter der Aufnahme (eventuell auch auf die Zeitspur) ein Meßton mit definiertem Pegel aufgesprochen wird. Diese Meßfrequenz dient bei der späteren Wiedergabe als Eichquelle für das zum Auswerten verwendete Gerät.

Beim Magnetband-Verfahren müssen grundsätzlich gewisse Abweichungen des Frequenzganges berücksichtigt werden. Die Fehler sind im allgemeinen an den Frequenzgrenzen am größten. Bei großen Bandwellenlängen tritt eine Pegelerhöhung ein, die von der Form des Hörkopfes und dem Umschlingungswinkel des Bandes abhängig ist. Im Bereich kleiner Bandwellenlängen fällt der Pegel ab. Wirbelstromverluste im Hörkopfkern und die nach unten begrenzte Spaltbreite des Hörkopfes sind die Ursachen. Auch bei der Aufnahme ergibt sich ein Höhenverlust, der von den Eigenschaften der Magnetschicht, dem Sprechkopfspalt und dem durch die HF-Vormagnetisierung eingestellten Arbeitspunkt bestimmt wird. Bei Tonbandgeräten werden diese Einflüsse elektrisch in den Verstärkern ausgeglichen, da der Phasenverlauf eine untergeordnete Rolle spielt. Bei guten Bändern gleicher Charge läßt sich der Frequenzgang im Bereich von  $\pm 1$  dB konstanthalten. Wird jedoch Phasenkonstanz gefordert, dann sind die Entzerrungsmöglichkeiten eingeschränkt; an den Bereichsgrenzen kann eine Abweichung bis 7 dB auftreten.

Gegenüber den gebräuchlichen Meßgeräten ist die Amplituden-Meßgenauigkeit beim Speichern der Meßwerte also geringer. Für die Frequenzanalyse ist dies jedoch im allgemeinen ohne Bedeutung, gilt es doch vor allem, die Spektralfrequenzen qualitativ zu erfassen. Soll in Ausnahmefällen das Amplitudenverhältnis genau bestimmt werden, dann muß die Meßmaschine mit dem verwendeten Bandabschnitt vorher geeicht und die Verstärker müssen gegebenenfalls dem Band besonders angepaßt werden.

Obwohl die Laufwerke der Speichergeräte mit höchster Präzision gefertigt werden, treten unvermeidlich geringe Unregelmäßigkeiten im Bandtransport auf, die eine Frequenzmodulation hervorrufen. Der maximale Frequenzhub bei der Meßmaschine ist etwa 0,3% der aufgezeichneten Frequenz. Dieser an sich sehr geringe Wert ist trotzdem wichtig, bestimmt er doch den Mindest-Durchlaßbereich des Analysatorfilters.

Bei Suchton-Analysatoren ist die Filterbreite über den ganzen Frequenzbereich konstant; es ist daher jeweils zu prüfen,

ob die Bandbreite auch für hohe Frequenzen ausreichend ist. Gegebenenfalls muß während der Analyse auf ein meistens vorhandenes breiteres Filter umgeschaltet werden. Das Auflösungsvermögen ist auch in diesem Fall immer noch größer als beim Schmalbandfilter im Bereich der tiefen Frequenzen.

#### Anwendungsmöglichkeiten

Für das „Magnetophon M 5 M“ ergeben sich u. a. folgende wichtige Anwendungsmöglichkeiten:

1. Analyse von mechanischen Schwingungen mit mehreren Erregerquellen oder breiten Frequenzspektrien;
2. Schwingungs- und Geräuschuntersuchungen bei Resonanzstellen sowie alle Messungen, die kurzzeitig durchgeführt werden müssen;
3. Körper- und Luftschallmessungen, die analysiert, daneben aber zu Vergleichszwecken und für eine subjektive Beurteilung gespeichert werden sollen;
4. Ermittlung von Störungen, die in unterschiedlichen und bestimmten Zeiträumen auftreten.

Die Untersuchungen werden mit den gleichen Schwingungsaufnehmern durchgeführt, die auch bei der direkten Messung gebräuchlich sind, d. h. mit Dehnungsmeßstreifen, Weg- und Beschleunigungsgebern, Körper- und Luftschallmikrofonen. Ebenfalls lassen sich die gleichen Vorverstärker verwenden, sofern sie einen genügend niederohmigen Ausgang haben ( $R_i \leq 200$  Ohm) und etwa 1 V abgeben können. Bei Trägerfrequenz-Verstärkern wird die demodulierte Spannung für die Aufnahme verwendet; eine Gleichrichtung der Geräuschspannungen ergibt die für die Schwebungsanalyse benötigte Hüllkurve. Häufig kann die gleichgerichtete Spannung dem Schallpegelmessgerät direkt entnommen werden. Meßgeräte und Ver-

stärker für den Bereich 1...800 Hz, die keinen niederohmigen Ausgang haben, sind durch einen geeigneten Zwischenverstärker anzupassen.

Die Wiedergabespannung, ebenfalls etwa 1 V, wird im Regelfall einem schreibenden Analysator zugeführt. Der Eingangswiderstand muß mindestens 5 kOhm sein, andernfalls ist ein Katodenverstärker vorzuschalten.

Ein Beispiel aus der Praxis möge zum besseren Verständnis des Meßverfahrens beitragen. Die Aufgabe bestand darin, das Turbinengetriebe eines großen Schiffneubaues unter Betriebsbedingungen zu untersuchen. Zur Durchführung wurden alle Wellen-Enden des Getriebes sowie die Propellerwelle mit Drehbeschleunigungsgebern versehen. Die Wellen erhielten ferner zum Messen axialer Schwingungen tastlose induktive Aufnehmer.

Sämtliche Geber arbeiteten jeweils als (passive) Brückenelemente in abgeglichenen Brückenschaltungen. Änderungen des Brückengleichgewichts wurden von Trägerfrequenz-Verstärkern verstärkt, demoduliert und nacheinander von der Meßmaschine aufgezeichnet. Eine Eichung ging voraus. Ein auf einer Getriebewelle angebrachter Kontaktgeber wurde in Reihe mit einer Gleichspannungsquelle mit dem Eingang für die Zeitspur verbunden. Dadurch erhielt die Zeitspur Marken, die der Drehzahl proportional waren.

Für eine Reihe verschiedener Propellerdrehzahlen wurden alle Meßstellen sowohl direkt geschrieben als auch bei einer Bandgeschwindigkeit von 1,5 cm/s zusammen mit den Drehzahlmarken aufgenommen. Alle Meßreihen konnten unter verschiedenen Bedingungen wiederholt werden, und zwar im ruhigen Wasser und bei mittlerem und schwerem Seegang. Von jeder Messung wurden Bandschleifen geklebt. Die Wiedergabegeschwindigkeit betrug 76 cm/s, das Frequenzumsetzungsverhältnis also 1:50. Zur Analyse stand ein Suchton-Analysator zur Verfügung und zum Registrieren ein Gleichspannungsschreiber.

Ein Vergleich der direkten Messung mit dem Meßstreifen der Frequenzanalyse war besonders eindrucksvoll. Insbesondere bei starkem Seegang ergab die direkte Messung ein undefinierbares Kurvengemisch. Das Spektrum zeigte dagegen eine klare Auflösung. Verglichen mit dem Getriebeplan und der Flügelzahl des Propellers konnten die Schwingungsursachen gut erkannt werden. Ebenfalls ließen sich die Materialbeanspruchungen mit ausreichender Genauigkeit ermitteln.

## ELEKTRONISCHE RÜNDSCHAU

enthält im Novemberheft u. a. folgende Beiträge

Vergleich des Einschwingverhaltens von Elektronik und Bildröhre im Fernsehen

Der Mikrowellen-Plasmabrenner

Wiedergabe von Magnettonaufzeichnungen mit Hilfe des Halleffektes

Darstellung des Frequenzspektrums modulierter HF-Spannungen

Gesteuerte Gleichrichter und Zweibasis-Transistoren - Grundlagen und Arbeitsweisen

Magnetbandgeräte für wissenschaftliche Zwecke

Schnitt-Technik für Video-Magnetbänder

Internationale Tagung „Navigation und Automation“

Angewandte Elektronik • Aus Industrie und Wirtschaft

Persönliches • Neue Bücher • Neue Erzeugnisse • Industrie-Druckschriften

Format DIN A 4 • monatlich ein Heft • Preis bei Postbezug 3,- DM

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

VERLAG FÜR JEDER-FOTO-KINOTECHNIK GMBH • Berlin-Borsigwalde

# Einfaches Korrekturpult zum Frequenzgang-Ausgleich bei Tonband-Überspielungen

Sicher ist es manchem Tonband-Amateur schon passiert, daß beim Umspielen von einem Magnetongerät auf ein anderes der Frequenzgang „verbogen“ wurde. Die neue Aufnahme ergab stärkere Tiefen und weniger Höhen oder umgekehrt. Das tritt meistens dann auf, wenn zwei Geräte unterschiedlichen Fabrikats verwendet werden oder eines davon älterer Bauart ist. Mit dem beschriebenen Korrekturpult, das mit wenig Aufwand zu bauen ist, kann man Höhen und Tiefen beim Überspielen weitgehendst korrigieren.

reicht die maximale Anhebung oder Absenkung in den angegebenen Bereichen etwa 12...15 dB. Von Fall zu Fall wird sich durch Versuche stets die richtige Einstellung finden lassen, die die Unterschiede im Klangbild der Aufnahme nach Gehör so ausgleicht, daß die neue Aufnahme vom Original nicht zu unterscheiden ist. Vorausgesetzt ist dabei, daß der Frequenzumfang des Aufnahmeapparates dem des Abspielgerätes nicht unterlegen ist.

Die Verdrahtung ist aus Bild 2 ersichtlich. Lange Leitungen und unnötige Abschir-

Am Chassis werden außer der Eingangsbuchse noch Lötösenleisten (s. Bild 2) befestigt. Für die Durchführung des Ausgangskabels ist eine Gummitülle zweckmäßig. Nach dem Einbau der Potentiometer und dem Verdrahten wird die Bodenplatte eingeschoben und von unten mit dem Chassis verschraubt.

Das eigentliche „Gehäuse“ ist beim Muster nach Bild 4 nur eine schwache Verkleidung und wurde aus zwei Schichten 0,5 mm dicker Preßpappe geklebt (genau der Form des Chassis angepaßt und vorn offen). Die Oberfläche läßt sich mit verdünntem Nitrospachtelkitt behandeln, abschleifen und mit Kunstharzlack lackieren. Die vorn sichtbar bleibende Aluminiumfläche kann

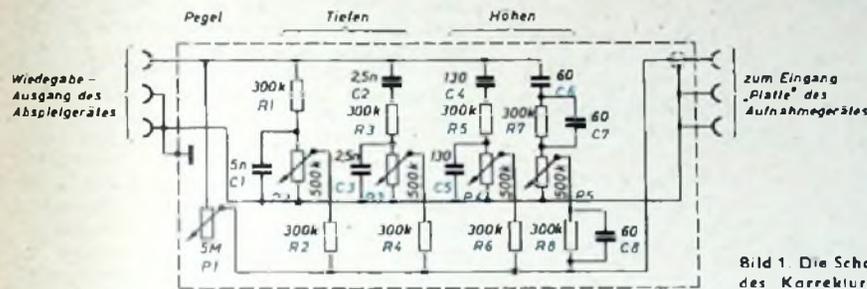


Bild 1. Die Schaltung des Korrekturpultes

## Schaltung und Wirkungsweise

Die Schaltung ist aus Bild 1 ersichtlich. Die beiden Baß-Regler P 2 und P 3 ergeben die Möglichkeit, die Tiefen anzuheben oder abzusenken. P 2 umfaßt etwa den Bereich 30...100 Hz, P 3 etwa die Frequenzen 80...200 Hz. Die Höhenregler P 4 und P 5 wirken entsprechend auf die Höhen, und zwar P 4 im Bereich 8000...12 000 Hz, P 5 im Bereich 11 000...18 000 Hz. In Regler-Mittelstellung ist der Frequenzgang annähernd geradlinig.

Der Regler P 1 dient zur Gesamt-Pegeleinstellung, d. h., je nach Einstellung dieses Reglers sind die vier Korrekturregler mehr oder weniger wirksam. P 1 ist notwendig, um die Lautstärke-Verluste jeweils den verwendeten Geräten anzupassen, damit stets eine Vollaussteuerung beim Aufnahmegerät erreicht wird.

Bei ganz nach oben gedrehtem Regler P 1 (P 1 = 0) sind die Korrekturregler wirkungslos; die NF geht also unverändert durch das Pult hindurch. Je weiter P 1 zurückgedreht wird, um so stärker lassen sich die Höhen und Tiefen anheben oder absenken. Allerdings sinkt damit natürlich auch der Gesamtpegel. In der unteren Endstellung von P 1 (P 1 = 5 MOhm) er-

mungen sind zu vermeiden. Das Chassis ist durch eine eingeklebte Folie auch zum Boden gut abgeschirmt, so daß einzelne Leitungen nicht zusätzlich geschirmt werden müssen. Die Masseleitung ist nur an einem Punkt (Eingang) mit dem Chassis zu verbinden. Das herausgeführte Kabel soll kapazitätsarm und nicht länger als 1 m sein, um Höhenverluste zu vermeiden. Das Korrekturpult läßt sich natürlich auch für andere Zwecke verwenden, zum Beispiel zwischen einem Plattenspieler und einem Verstärker; überall dort, wo es gilt, eine etwas „verbogene“ Frequenzkurve annähernd auszugleichen, kann es eingesetzt werden.

## Aufbau

Ein Stück 1-mm-Aluminiumblech wird nach den Bildern 3 und 4 gebogen und mit den entsprechenden Bohrungen versehen. Die Bodenplatte aus 5-mm-Sperrholz mit angeleimter Fußleiste wird oben mit Metallfolie beklebt. Die Folie ist um die vordere und hintere Kante herumzukleben, so daß beim späteren Anschrauben des Alu-Chassis zwecks Abschirmung nach unten eine gut leitende Verbindung zustande kommt.



Bild 4. Das Chassis des Pultes wurde beim fertigen Gerät mit einem Preßpappengehäuse verkleidet

ebenfalls nach Wunsch mit Lack behandelt oder beispielsweise mit einer Acella-Folie beklebt werden, so daß das Korrekturpult auch äußerlich ein ansprechendes Aussehen bekommt.

## Stückliste

- 1 Potentiometer 5 MOhm, neg. log.
- 4 Potentiometer 500 kOhm, lin.
- 8 Widerstände 1/4 W, 300 kOhm ± 10%
- 8 Papier- oder Styroflex-Kondensatoren ± 10%  
(1 × 5000 pF, 2 × 2500 pF, 2 × 130 pF, 3 × 60 pF)
- 1 Diodenbuchse
- 1 Diodenstecker
- 5 Drehknöpfe
- Abgeschirmtes Kabel, einadrig (etwa 1 m; max. 50 pF/m)
- Aluminiumblech, 1 mm, für Chassis
- Preßpappe, 0,5 mm, für Gehäuse
- Lötösenleisten, Schaltdraht usw.

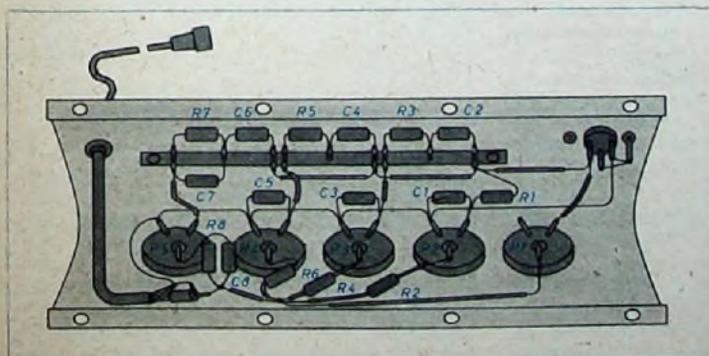


Bild 2. Anordnung der Verdrahtung auf der Innenseite der Aluminiumblechhaube

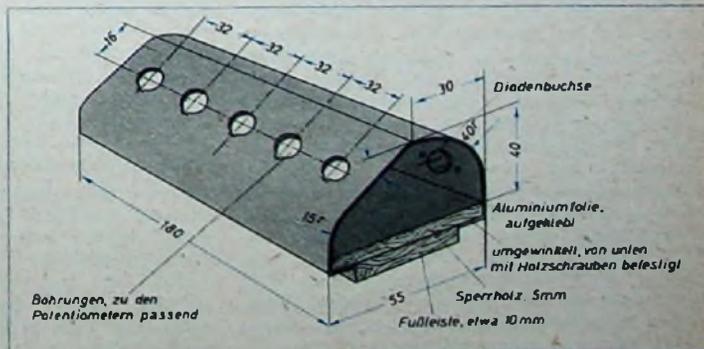


Bild 3 Maße und Aufbauschema des Haubenchassis

## 2-m-Sender mit Transistoren

Die neuen HF-Transistoren (OC 614/615 von Telefunken und OC 170/171 von Valvo) ermöglichen Anwendungen bis in das UKW-Gebiet hinein. Für den KW-Amateur sind Senderversuche mit solchen Transistoren interessant und öffnen für den Bau von kleinen tragbaren Geräten ganz neue Perspektiven.

Im folgenden soll über einige Versuche mit einem volltransistorisierten 2-m-Sender berichtet werden, der sich durch besondere Einfachheit im Aufbau auszeichnet und auf kleinstem Raum zusammengebaut werden kann. Obwohl die erreichbare HF-Leistung im 2-m-Band nur einige

Widerstand von 470 Ohm überbrücken. Da der Quarz in Serienresonanz betrieben wird, beeinträchtigt dieser Widerstand die Wirkungsweise der Schaltung nicht, wenn er richtig dimensioniert ist. Der Parallelwiderstand muß so groß sein, daß die Anordnung auch außerhalb der Quarzresonanz noch ganz schwach schwingt. Bei der Quarzresonanz ist dann ein deutliches Maximum festzustellen. Nach richtiger Einstellung arbeitet die Anordnung äußerst stabil. Der Trimmer zum Kollektor ist nicht sehr kritisch. Er kann auch durch einen Festkondensator von 7...10 pF ersetzt werden.

Größenordnung von 1 mW noch gut messen. Es kommt dabei nicht auf eine absolut richtige Messung an. Viel wichtiger ist es, daß so die Schwingkreise auf die richtige Frequenz und die entnehmbare Leistung auf ihren Maximalwert gebracht werden können. Die Koppelspule wird zur Messung zwischen die Schwingkreisspule der Verdopplerstufe geschoben. Dabei muß der Wickelsinn der Koppelspule beachtet werden. Die Spule ist also versuchsweise einmal umzudrehen, um festzustellen, in welcher Stellung sich die höchste Spannung ergibt.

Die Antenne - etwa 50 cm lang - wird über eine Windung an das kalte Ende der Verdopplerspule angekoppelt, wobei das eine Ende der Ankopplungsspule an den Massepunkt der Schwingkreisspule angelötet wird. Es ist aber zu beachten, daß die meisten Empfangsantennen der Amateure horizontal polarisiert sind. Man muß daher bei den Versuchen die Antenne möglichst waagrecht halten. Bei der kleinen Leistung und den häufig scharf bündelnden Mehrelement-Antennen, die an festen Empfängern benutzt werden, macht die Polarisation schon etwas aus. Die besten Ergebnisse werden daher wohl mit einem Dipol erreicht, dessen Anbringung ebenfalls nicht schwierig ist.

Ein besonders heikles Kapitel ist die Modulation. Amplitudenmodulation ist nur schwer durchzuführen, da sich infolge Rückwirkung der Verdopplerstufe auf den Oszillator dabei mehr Frequenzmodulation als Amplitudenmodulation ergibt. Es wurde daher von vornherein Schmalband-FM gewählt, die mit normalen Empfängern bei leichter Verstimmung auf das Seitenband gut aufzunehmen ist und den Vorteil hat, daß der Aufwand außerordentlich gering ist. Sehr einfach ist es, die FM durch eine leichte Änderung des Kollektorstroms des Oszillatortransistors zu erzeugen. Man kann die Modulationsspannung an die ohnehin „kalte“ Basis legen. Bild 2 zeigt die Modulationskenn-

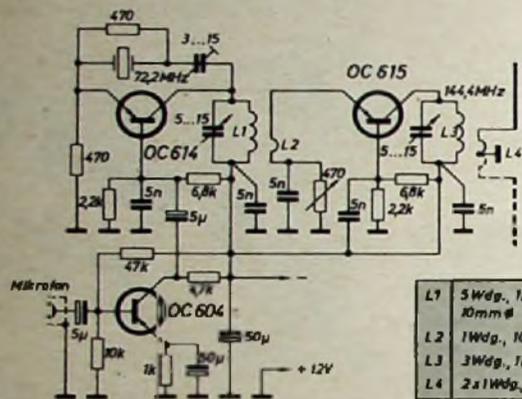


Bild 1. Schaltung des 2-m-Senders mit Transistoren

L1	5Wdg., 1mm Cu vers., 10mm lang, 10mm Ø freitragend
L2	1Wdg., 10mm Ø
L3	3Wdg., 1mm Cu vers., 10mm Ø
L4	2x1Wdg., 10mm Ø

Milliwatt beträgt, ergaben Ausbreitungsversuche teilweise verblüffende Ergebnisse. Mit einer 6-Element-Antenne wurden bis zu Entfernungen von 10 km einwandfrei Rapporte von S9 und darüber erreicht. Bei einem Versuch über etwa 40 km war das Signal immerhin noch S6, selbstverständlich jeweils in Fonie. Der eigentliche Hauptanwendungszweck solcher kleiner Sender dürfte jedoch die Herstellung von Verbindungen über kleine Entfernungen (bis etwa 1 km) sein, beispielsweise bei Antennenmessungen und ähnlichen Anwendungen. Innerhalb dieser Entfernungen wurden mit einer kleinen 50 cm langen, unmittelbar an dem Sender angebrachten  $\lambda/4$ -Antenne im Empfänger ebenfalls Feldstärken erzeugt, die bei einigermaßen freier Sicht immer weit über S9 lagen.

Bild 1 zeigt die Schaltung des Transistor-senders. Es wird ein Quarzoszillator auf 72,2 MHz benutzt. Der Quarz (Quarztechnik W. Müller, Berlin) ist ein Oberwellenquarz, der auf der fünften Harmonischen schwingt. Der Oszillator arbeitet in Basisschaltung und ist mit einem Transistor OC 614 bestückt. Die Schwingungserzeugung wurde an Hand verschiedener Exemplare geprüft. Der Quarz liegt zwischen Kollektor und Emittor und wird über einen Trimmer (3...15 pF) angekoppelt. Bei der hohen Frequenz ist es leicht möglich, daß die Schaltung über die Quarkapazität zum Schwingen kommt. Um das zu verhindern, wendet man häufig eine kleine Drossel parallel zum Quarz an, die zusammen mit der Quarkapazität einen Parallelresonanzkreis bildet. Die Anwendung einer solchen Drossel kann aber Schwierigkeiten bereiten und erfordert sehr viel mühevollen Einstellarbeit. An Stelle der Drossel kann man den Quarz - wie im Bild 1 eingezeichnet - mit einem

Ein Spannungsteiler, 2,2 kOhm, 6,8 kOhm erzeugt die Basisvorspannung. Der 470-Ohm-Widerstand in der Emittorleitung begrenzt den Emittorstrom auf etwa 4...5 mA. Der Widerstand darf nicht zu klein sein, da er dem Eingangswiderstand des Transistors parallel liegt. Häufig wird hier ein Blindwiderstand benutzt. So kann man beispielsweise in Reihe mit dem Emittorwiderstand eine Induktivität legen, die die Phasendrehung der Steilheit kompensiert, indem sie eine Phasendrehung entgegengesetzt zur Rückkopplungsspannung hervorruft. Eine solche Maßnahme erwies sich jedoch als nicht erforderlich.

Die Endfrequenz von 144,4 MHz wird durch Verdopplung in einen Transistor OC 615 hergestellt. Die Verdopplerstufe arbeitet ebenfalls in Basisschaltung. Die Ankopplung erfolgt über eine Windung, die am kalten Ende des Oszillatorschwingkreises angekoppelt wird, auf den Emittor des Verdoppler-Transistors. Ein Basisvorspannungsteiler sorgt wieder für die notwendige Vorspannung, während ein Potentiometer (kleiner, offener Einstellregler) in der Emittorleitung zur Einstellung des Kollektorstroms dient. Dieser wird so eingestellt, daß sich die höchste Ausgangsspannung ergibt. Zur Überprüfung der Ausgangsspannung und Feststellung der entnehmbaren Leistung hat sich folgende sehr einfache Anordnung bewährt!

An eine Ankopplungsspule aus zwei Windungen (isolierter Schalthraht) mit gleichem Durchmesser wie die Spule der Verdopplerstufe, deren Enden etwa 5...10 cm von der Spule weg verdrillt werden, wird ein 100-Ohm-Widerstand angelötet. Mit Hilfe eines Dioden-Voltmeters wird die an diesem Widerstand auftretende Spannung gemessen. Auf diese Weise kann man Leistungen in der

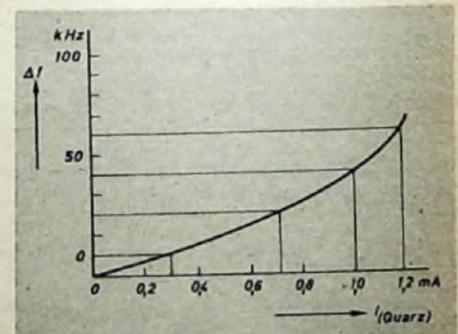


Bild 2. Modulationskennlinie bei Modulation an der Basis des Oszillatortransistors

linie, die bis etwa 30 kHz noch sehr schön gerade ist, so daß eine hochwertige Schmalband-FM durchgeführt werden kann. Es wird für 1 kHz Hub ein zusätzlicher Basisstrom von 25  $\mu$ A benötigt. Für  $\pm 3$  kHz Hub also etwa  $\pm 75$   $\mu$ A; das entspricht etwa  $\pm 75$  mV. Als Modulationsverstärker genügt dann ein einziger NF-Transistor, der mit einem Kristallmikrofon üblicher Bauart zur Erreichung des erforderlichen Modulationsgrades angesteuert werden kann.

# Moderner Kleinsender »Newcomer IV«

## Technische Daten

Frequenzbereiche: 80-, 40-, 20-m-Band  
 Bereichwechsel: durch Umschalten  
 Stufenfolge: Oszillator, Puffer, Treiber oder Verdoppler, Endstufe  
 Betriebsarten: A 1, A 3  
 Input: etwa 16 W  
 Drucklastenaggregat für: Empfangen, Abstimmen, Senden  
 Bestückung: ECC 85, EL 803, EL 86

Ein lizenziertes Anfänger wird zunächst bestrebt sein, sich einen Sender zu bauen, um aktiv sein zu können. Dazu genügt meistens eine kleine Station, die nicht zu teuer ist, mit der er Erfahrungen sammeln kann und die auch für die höheren Bänder ausgelegt sein sollte, damit er sich auch dort einarbeiten kann.

Das im folgenden beschriebene Gerät ist in jeder Hinsicht modern. Die Station wurde in zwei neuentwickelten Metallgehäusen untergebracht, die leicht zu transportieren sind. In einem Gehäuse fand der gesamte HF-Teil Platz. Durch zwei Schalter kann schnell und sicher ein Bandwechsel vorgenommen werden. Die Sende-Empfangsumschaltung erfolgt zuverlässig und schnell durch ein Drucktastenaggregat.

## Colpitts-Oszillator

Der Oszillator arbeitet in einer abgewandelten Colpitts-Schaltung. Die Oszillatordröhre R01a wird voll an den Schwingkreis angekoppelt, der Abgriff für die Rückkopplung ist aber nur etwa im Verhältnis 1:20 angeordnet. Das hat den Vorteil, daß die Oszillatordröhre nur schwach angesteuert wird, und dadurch erhöht sich die Stabilität des Oszillators.

Der Drehkondensator C 20 wird bei 40 und 20 m durch den Serienkondensator C 21 verkürzt. Dadurch erhält man eine ausreichende Bandspreizung. Mit dem keramischen Trimmer C 22, der bei 40 und 20 m parallel zum Schwingkreis liegt, läßt sich bei diesen Bändern der Bereich genau abgleichen. Die Anodenspannung führt man am kalten Ende des Schwingkreises über die Drossel Dr 1 (2,5 mH) zu R 24 und C 27 dienen zur Entkopplung beziehungsweise zur Ableitung etwa noch vorhandener HF-Reste nach Masse.

## Pufferstufe

Die in R01a erzeugte Hochfrequenz wird an dem kapazitiven Spannungsteiler C 23, C 24 abgenommen und direkt dem Gitter des zweiten Systems der ECC 85 (R01b) zugeleitet, das als Anodenbasis-Pufferstufe arbeitet. Die Anode liegt HF-mäßig über den Kondensator C 28 an Masse. Dadurch werden Rückwirkungen der folgenden Stufen auf den Oszillator weitgehend vermieden.

Durch den Stabilisator 150 C 2 wird nur die Anodenspannung der ECC 85 stabilisiert. Um in den Regelbereich des Stabilisators zu gelangen, mußte noch der Widerstand R 31 vorgeschaltet werden, der die überschüssige Gleichspannung von 250 V vernichtet.

## Tastung mit negativer Sperrspannung

Um einen einwandfreien Ton ohne Tastklick und Chirp zu gewährleisten, wurde Gittervorspannungstastung angewendet. Über R 26 gelangt eine negative Spannung zum Gitter von R01a, die die Röhre sperrt. In getastetem Zustand wird die negative Sperrspannung von der Taste kurzgeschlossen und der Gitterableitwiderstand R 25 von R01a gleichzeitig an Masse gelegt. Die Röhre arbeitet dann in A-Betrieb. Die Kontakte 7 und 8 parallel zur Taste sind für Telefonbetrieb bestimmt.

## Treiber- und Verdopplerstufe

Im Katodenkreis von R01b liegt die HF-Drossel Dr 2, die ein Abfließen der Hochfrequenz nach Masse verhindert. Dem Steuergitter der Treiberdröhre EL 803 wird die Steuerspannung über C 29 zugeführt. Diese Röhre arbeitet ebenfalls in A-Betrieb.



Ansicht der „Newcomer IV“-Sendestation

Die hohen Schirmgitter- und Anodenspannungen wurden gewählt, um die Leistungs-Endstufe auf dem 20-m-Band noch voll aussteuern zu können. Der Anodenkreis von R02 ist abstimbar. Dadurch konnte eine bedeutend größere HFAusbeute erreicht werden. C 32 spreizt bei 80-m-Betrieb den Regelbereich des 75-pF-Drehkondensators.

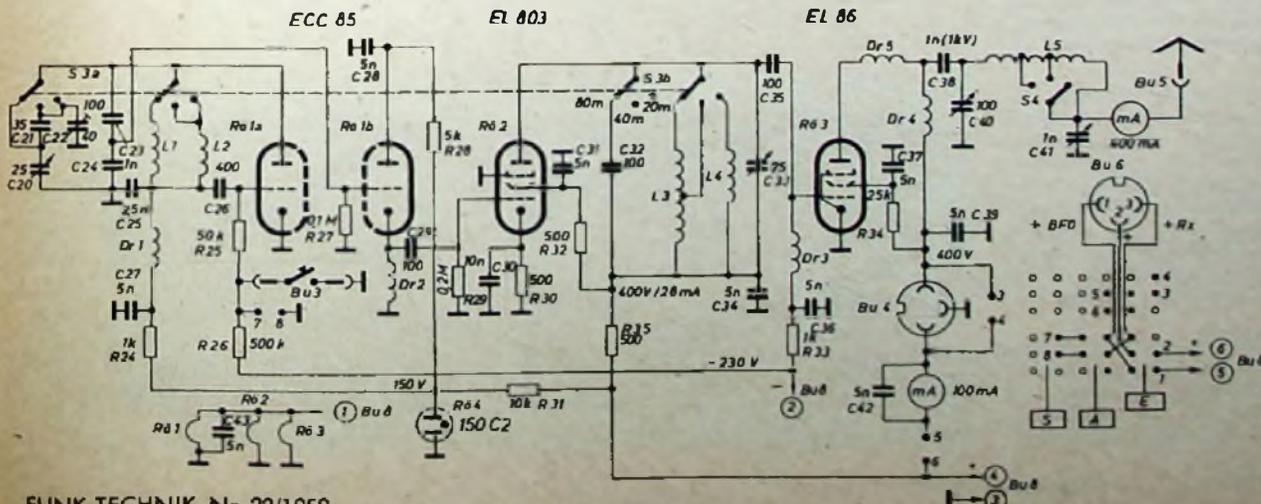
Die Schaltergruppen S 3a und S 3b sind zu einem Schalter kombiniert, mit dem im Oszillator die Spulen L 1 und L 2 sowie im Treiber beziehungsweise Verdoppler L 3 und L 4 umgeschaltet werden. Das Katodenaggregat R 30, C 30 erzeugt die negative Gittervorspannung für die Treiberdröhre.

## Endverstärker für C-Betrieb

Über C 35 wird die in R02 verstärkte Hochfrequenz ausgekoppelt und dem Steuergitter der Endröhre EL 86 zugeführt, die in C-Betrieb arbeitet. Sie erhält ihre negative Sperrspannung über die Drossel Dr 3 und den Widerstand R 33. Im Anodenkreis liegt die UKW-Drossel Dr 5 (10...12 Wdg. 1 mm Ø CuL), die wilde Schwingungen in diesem Bereich verhindern soll. Um ein Abfließen der Hochfrequenz in den Netzteil zu vermeiden, wurde in der Anodenleitung noch die Drossel Dr 4 angeordnet.

Wickeldaten der Spulen des Oszillators (L 1, L 2), der Treiber- und Verdopplerstufe (L 3, L 4) und der Endstufe (L 5)

Band	Spule	Induktivität [µH]	Wdg.	Draht	Spulenkörper
80 m	L 1	16	42	0,4 CuL	„B 8/33“
	L 3	17	43	0,6 CuS	„B 6/75“
	L 5	22	40	1,0 CuL	„SpkE 20“
40 m	L 2	2,6	18	0,8 CuL	„B 8/33“
	L 3	12	21	0,6 CuS	„B 6/75“
	L 5	14	20	1,0 CuL	„SpkE 20“
20 m	L 4	2,2	9,5	0,6 CuS	„Sp 9 KW“
	L 5	4,5	10	1,0 CuL	„SpkE 20“



Die Stromversorgung des Senders „Newcomer IV“ erfolgt durch den zusammen mit dem Modulator in einem zweiten Leisner-Gehäuse „Nr. 77 b“ untergebrachten Netzteil (s. obestehendes Bild). Dieses Gerät („Newcomer V“) wird in einem der nächsten FUNK-TECHNIK-Hefen beschrieben.

Schaltung des Senders „Newcomer IV“



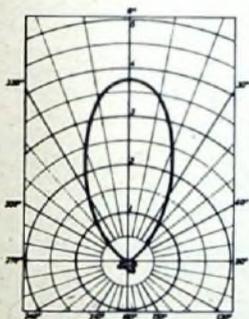
# Hirschmann



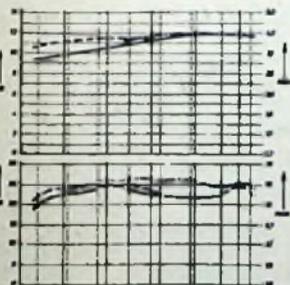
## Empfangsvolltreffer Fesa 14 F

IN TECHNIK UND PREIS EINE BESONDERE LEISTUNG NUR DM 78.—

Die neue Hirschmann 14-Element-Antenne ist eine Hochleistungs-Breitbandantenne und erreicht durch Abstimmung die Eigenschaften einer Einkanal-Antenne



Vollbandabstimmung



Kanal 5-11 ———  
Kanal 5-8 - - - -  
Kanal 8-11 - - - -

Kanalschema	Abstimmung	Spannungsgewinn	Vor-Rück-Verhältnis	Öffnungswinkel horizontal
 Kanal 5 6 7 8 9 10 11	Vollband (Lieferung ab Werk)	9,5—12 dB	23 dB	40°
 Kanal 5 6 7 8	unteres Halbband	11—11,5 dB	25 dB	43°
 Kanal 8 9 10 11	oberes Halbband	11,5—12 dB	26 dB	38°

Für schwierige Empfangslagen, ganz gleich

ob Sie hohen Spannungsgewinn brauchen

ob Sie Geister ausblenden müssen

ob Sie mehrere Sender empfangen wollen

mit der Fesa 14 F treffen Sie in jedem Fall die richtige Wahl

LIEFERUNG DURCH DEN FACHGROSSHANDELI



## Interessantes für den Funkamateurl

Wer auf der Funkausstellung viele Neuerungen auf dem Interessengebiet des Funkamateurs erwartet hatte, wird etwas enttäuscht gewesen sein. Die Neuheitenausbeute war, von wenigen Ausnahmen abgesehen, verhältnismäßig gering. Hinzu kommt, daß die auf Amateurbedarf spezialisierten Versandfirmen auf Funkausstellungen grundsätzlich nicht vertreten sind. Immerhin wußte die eine oder andere Bauelemente- und Apparatefabrik mit kleinen Überraschungen aufzuwarten.

### Stand des DARC

Mit viel Mühe und mit großem Erfolg gestaltete der Ortsverband Frankfurt a. M. den Stand des DARC. Er gab der Öffentlichkeit einen Einblick in die Arbeit der deutschen Funkamateure und bildete gleichzeitig den Treffpunkt für alle Kurzwellenfreunde, die die Ausstellung besuchten. Grafische Darstellungen der IGY-Arbeit - von deutschen Funkamateuren wurden 1958 insgesamt 660 000 Messungen durchgeführt - bewiesen den Einsatz des Funkamateurs bei wissenschaftlichen Forschungsaufgaben.

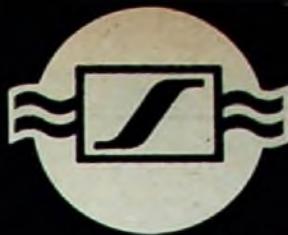
Nicht nur für den Newcomer waren die gezeigten Geräte einer Gelo-Station und eines „Heathkit“-Senders aufschlußreich. UKW-Antennen, Fachliteratur, eine QSL-Tapete mit den Rufzeichen der Standbesucher und nicht zuletzt der QSO-Betrieb gaben Einblick in den Interessensbereich des Funkamateurs. Unter dem Rufzeichen DL Ø FM wurde im Relaisbetrieb - der Sender war außerhalb des Ausstellungsgeländes aufgestellt - vom DARC-Stand aus Funkbetrieb durchgeführt.

Die gelungene Gemeinschaftsarbeit des Frankfurter Ortsverbandes unter der Mitwirkung von DL 9 RE, DJ 1 JF (+ xyl), DL 1 KO, DL 6 YI, DL 6 QX und DL 6 VH darf als vorbildlich bezeichnet werden.

Die für die Öffentlichkeit wohl aufschlußreichste Vorführung veranstaltete jedoch das Deutsche Fernsehen. Der von Om Romeike (DL 1 QW) gründlich vorbereitete Funksprechverkehr der Fernsehstudio-Funkstelle DJ 4 ZC mit DJ 1 FC in Münster und DL 1 WX/mobil auf der Fahrt zwischen Leverkusen und Frankfurt zeigte, wie hervorragend Amateur-Funkverbindungen funktionieren können. Alle beteiligten Stationen arbeiteten mit Einseitenband-Modulation. Der Dipol der Fernsehstudio-Station hing zwischen dem 40 m hohen Richtfunkmast des Hessischen Rundfunks und einem Spiegelmast der Bundespost. Die Ableitung bestand bis zur Gebäudewand aus 75-Ohm-Flachkabel; von dort führte über ein Symmetrierglied eine Koaxleitung ins Studio.

### Geräteausstellung der FUNK-TECHNIK

Nicht weit vom DARC-Stand entfernt, zeigte der Stand der FUNK-TECHNIK zwölf Amateurgeräte (Entwicklungen des FUNK-TECHNIK-Labors). Von den Spezialentwicklungen für den Funkamateurl interessiert besonders der Doppelsuper



# STEREO

## MIKROPHON MDS

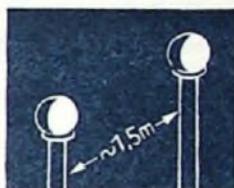
*für alle Aufnahme-  
Techniken geeignet*



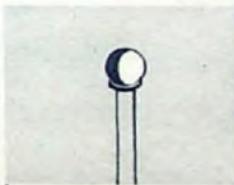
*Intensitäts-  
Stereophonie*



*Kopfbezügliche  
Stereophonie*



*A - B -  
Stereophonie*



*Monaurale  
Aufnahmen*

### MDS 1, das ideale Stereo-Mikrophon für klangobjektive Aufnahmen im Heim

Seine zwei hochwertigen Kapseln sind für Stereozwecke besonders günstig ausgelegt. Weitgehende Übereinstimmung in Frequenzgang (bis 15 kHz), Richtwirkung (stereo-günstige Richtcharakteristik) und Empfindlichkeit (Abweichung max. nur 0,5 dB). Augenfällige und sinnvolle Kennzeichnung der Aufnahme-richtung bei beiden Kapseln, die drehbar, spreizbar und abnehmbar auf Tragarmen angeordnet sind. Daher ist das MDS 1 für alle stereophonischen Aufnahme-Verfahren geeignet. Das ist wichtig für den Amateur, der oft wegen ungünstiger Raumverhältnisse nicht nur nach dem Intensitäts-Verfahren arbeiten kann. Ausserdem ist jede der Kapseln, die mit Photo-Gewinde ausgestattet sind, für hochwertige einkanalige Aufnahmen geeignet.

Fordern Sie bitte unseren Prospekt MDS 1 an.

SENNHEISER electronic · BISSENDORF/HANNOVER



# Gute Fachbücher-

# beliebte Weihnachtsgeschenke

## Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

I. Band: 728 Seiten · 646 Bilder · Ganzleinen 15,— DM  
II. Band: 760 Seiten · 638 Bilder · Ganzleinen 15,— DM  
III. Band: 744 Seiten · 669 Bilder · Ganzleinen 15,— DM  
IV. Band: 826 Seiten · 769 Bilder · Ganzleinen 17,50 DM  
V. Band: **Fachwörterbuch mit Definitionen und Abbildungen**  
810 Seiten · 514 Bilder · Ganzleinen 26,80 DM

## Handbuch der Automatisierungs-Technik

Herausgeber: Dr. REINHARD KRETMANN  
Über 400 Seiten · Über 340 Bilder · 13 Tabellen · Ganzl. 34,— DM

## Handbuch der Industriellen Elektronik

von Dr. REINHARD KRETMANN  
336 Seiten · 322 Bilder · Ganzleinen 17,50 DM

## Schaltungsbuch der Industriellen Elektronik

von Dr. REINHARD KRETMANN  
224 Seiten · 206 Bilder · Ganzleinen 17,50 DM

## Spezialröhren

**Eigenschaften und Anwendungen**  
von Dipl.-Ing. FRITZ CUBASCH  
439 Seiten · 319 Bilder · 13 Tabellen · Ganzleinen 32,— DM

## Oszillografen-Meßtechnik

**Grundlagen und Anwendungen moderner Elektronenstrahl-Oszillografen**  
von J. CZECH  
Überarbeitete u. bedeutend erweiterte Fassung von Czech:  
**DER ELEKTRONENSTRAHL-OSZILLOGRAF**  
684 Seiten · 636 Bilder · 17 Tabellen · Ganzleinen 36,— DM

## Elektrische Nachrichtentechnik

**I. Band: Grundlagen, Theorie und Berechnung passiver Übertragungsnetzwerke**  
von Baurat Dr.-Ing. HEINRICH SCHRÖDER  
650 Seiten · 392 Bilder · 7 Tabellen · 536 Formeln  
48 Rechenbeispiele · 97 durchgerechnete Aufgaben · Ganzl. 34,— DM

## Fundamente der Elektronik

**Einzelteile · Bausteine · Schaltungen**  
von Baurat Dipl.-Ing. GEORG ROSE  
223 Seiten · 431 Bilder · 10 Tabellen · Ganzleinen 18,50 DM

## Verstärkerpraxis

von WERNER W. DIEFENBACH  
127 Seiten · 147 Bilder · Ganzleinen 12,50 DM

## Dezimeterwellen-Praxis

von HELMUT SCHWEITZER  
126 Seiten · 145 Bilder · Ganzleinen 12,50 DM

## Prüfen · Messen · Abgleichen

**Moderne AM-FM-Reparaturpraxis**  
von WINFRIED KNOBLOCH  
67 Seiten · 50 Bilder · 4,50 DM

## Klangstruktur der Musik

**Neue Erkenntnisse musik-elektronischer Forschung**  
Herausgegeben im Auftrage des Außeninstituts der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg  
224 Seiten · 140 Bilder · Ganzleinen 18,50 DM

## Kompendium der Photographie

**I. Band: Die Grundlagen der Photographie**  
Zweite, verbesserte und erweiterte Auflage  
von Dr. EDWIN MUTTER  
358 Seiten · 157 Bilder · Ganzleinen 26,— DM

## Wörterbuch der Photo-, Film- u. Kinotechnik mit Randgebieten

**I. Band: Englisch · Deutsch · Französisch**  
von Dipl.-Ing. WOLFGANG GRAU  
664 Seiten · Ganzleinen 37,50 DM

## Leuchtröhrenanlagen

**für Lichtreklame und moderne Beleuchtung**  
Vierte, wesentlich erweiterte und verbesserte Auflage  
von HERMANN SPANGENBERG  
77 Seiten · 46 Bilder · 7 Tabellen · 3,80 DM

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen im Inland und im Ausland sowie durch den Verlag

Verlagsverzeichnis auf Anforderung

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH  
HELIOS-VERLAG GMBH · Berlin-Borsigwalde

Signal von 1,55 V an 60 Ohm liefert, das dem international genormten negativen BAS-Signal entspricht, also Austast- und Synchronimpulse enthält. Um die übliche Negativmodulation zu erhalten, muß der Modulationsverstärker des Amateur-Fernsehers zweistufig ausgeführt werden. Bei einem Sender mit der Röhre 832 in der Endstufe wird man den Videoverstärker mit den Röhren EF 80 und PL 83 bestücken. Während die HF von den Vorstufen im Gegentakt den beiden Steuergittern der 832



Das Fernauge „FA 40“ von Grundig, eingesetzt von DJ 2 OK als Fernsehkamera beim Amateur-Fernsehen

zugeführt wird, läßt sich das Videosignal über zwei Widerstände gemeinsam einspeisen. Sehr gut bewährte sich auch eine Katen-Ausgangsstufe im Videoverstärker, die man ohne weiteres an den zweistufigen Videoverstärker anschließen kann, da sie die Phasenlage nicht verändert. Bei Sendern kleinerer Leistung ist natürlich auch Anodenmodulation möglich, obwohl sich bei Fernsehensendern die Gittermodulation gut bewährt hat.

#### VHF- und Autoantennen

Seit längerer Zeit sind Kathrein-UKW-Antennen für das 2-m-Band im Handel, die sich in Amateurkreisen gut eingeführt

haben. Inzwischen nahmen aber auch Fuba und Hirschmann Amateur-Antennen in ihr Programm auf. In preisgünstiger Ausführung liefert Fuba für das 2-m-Band die 4-Element-Antenne „AM 4“ (Spannungsgewinn 7 dB, Vor-Rückverhältnis 24 dB, horizontaler Öffnungswinkel 60°). Ferner stehen die 7-Element-Richtantenne „AM 7“ (Spannungsgewinn 9,2 dB, Vor-Rückverhältnis 25 dB, horizontaler Öffnungswinkel 45°) und die 10-Element-Antenne „AM 10“ (Spannungsgewinn 11 dB, Vor-Rückverhältnis 27 dB, horizontaler Öffnungswinkel 37°) für das 2-m-Band zur Verfügung. Als Zubehör sind eine Aufstockleitung (Typ „ASL/2“) für 2-Ebenen-Antennen und eine 1/2-Umwegleitung im wetterfesten Kunststoffgehäuse für eine maximale Belastbarkeit von 100 W (Typ „SYG/2“) erhältlich. Für das 70-cm-Band kann der Amateur zwischen der 11-Element-Antenne mit Doppelreflektor „AMD 11“ (Spannungsgewinn 10,3 dB, Vor-Rückverhältnis 24 dB, horizontaler Öffnungswinkel 42°) und der 23-Element-Antenne mit Doppelreflektor „AMD 23“ (Spannungsgewinn 12,5 dB, Vor-Rückverhältnis 28 dB, horizontaler Öffnungswinkel 35°) wählen. Der Fußpunkt-widerstand aller Fuba-Amateur-Antennen ist 240 Ohm.

Neu in das Fertigungsprogramm nahm Hirschmann für das 2-m-Band die 10-Element-Antenne „Fesa 10 A“ (ähnlich den Fernsehantennen für Band III) sowie die Automobil-Stabantennen „Moba 210 aA“ (HF-Anschluß durch BNC-Stecker) und „Moba 210 S“ (Anschluß mit Schraubenbolzen und Muttern) auf. Eine andere Neuerung, die Automobil-Stabantenne „Moba 1200“ für das 10-...80-m-Band, besteht aus einem fünfteiligen Teleskop aus hochglanzverchromten Messingrohren. Jedes Teleskopteil kann mit einer Spannzange festgelegt werden. Zwischen Teleskop und Fuß ist eine Tonnenfeder aus rostfreiem Stahl eingesetzt. Zum Anschluß liefert Hirschmann den Stecker „Kast 50“, eine Ausführung für Kfz-Rundfunkgeräte nach DIN 41 585. Für das 70-cm-Amateurband steht eine 22-Element-Antenne zur Verfügung, die weitgehend der 22-Element-Antenne für Band IV („Fesa 220“) entspricht. Interessant ist auch der von Hirschmann angekündigte Umsetzer für das 2-m-Band. Dieses Einbauelement ohne Netzteil gestattet es, das 2-m-Band auf das 20-m-Band umzusetzen. Auf Wunsch kann auch der zugehörige Netzteil bezogen werden.

Antennen-Rotoren mit Fernsteuerung sind heute bei verschiedenen Antennenfirmen zu haben. W. W. Diefenbach

IN ALLER WELT FÜR JEDEN FALL



**MIKROFONE**

D 19 B

Dyn. Breitband-Cardioid-Mikrofon  
umschaltbar für Sprache- und Musikaufnahmen

Ein bewährtes Mikrofon für Anspruchsvolle

PREISWERT!



D 19 B/200 mit eingebautem 3 poligen Stecker  
D 19 B/200 mit angeschlossenen Kabel und Stecker  
D 19 B/III, wie oben, jedoch nieder- und hochtonig  
Die Typen D 19 B/200 und D 19 B/III werden als Teilsatzgeräte als kompletter Satz mit Tisch-  
fuß D 19 und Tischmikrofonfuß S 1 geliefert. Zubehör, zusammenstellbares Mikrofonfuß S 1 201

Frequenzbereich: 40-16 000 Hz  
Frequenzgang: entsprechend der Sollkurve ± 3db  
Richtcharakteristik: nierenförmig  
Auslöschung: 15 db  
Innenwiderstand: 200 Ohm  
Empfindlichkeit: 0,18 mV/µ bar

AKUSTISCHE- UND KINO-GERÄTE GMBH

MÜNCHEN 15 - SONNENSTRASSE 20 · TELEFON 55 55 45 · FERNSCHREIBER 0 52 36 26

### Hochwertiger Transistorverstärker für Stereo-Wiedergabe

Ein Stereo-Verstärker mit zwei vollständigen Kanälen muß notgedrungen verhältnismäßig umfangreich sein. Man wird deshalb jede Möglichkeit zur Verkleinerung begrüßen und, wenn es irgend geht, auch auszunutzen versuchen. Indem man sämtliche Röhren durch Transistoren ersetzt, läßt sich ein Stereo-Verstärker sehr raumsparend und kompakt aufbauen. Da jetzt Transistoren mit ausreichender Sprechleistung zur Verfügung stehen, ist man sogar in der Lage, hochwertige Hi-Fi-Verstärker ganz und gar mit Transistoren auszurüsten. Daß derartige Transistorverstärker hinsichtlich der Wiedergabequalität entsprechenden Röhrenverstärkern nicht nachzustehen brauchen, wenn ihre Schaltung sorgfältig überlegt ist, beweist ein in der Halbleiter-Abteilung der General Electric Co. entworfenes Mustergerät eines volltransistorisierten Stereo-Verstärkers.

Obwohl der Nachbau des Verstärkers nicht schwierig ist, wird vielleicht sein hoher Preis, der auf die kostspieligen Transistoren zurückzuführen ist, in manchen Fällen abschreckend wirken. Es werden nämlich in jedem Kanal nicht weniger als neun Transistoren, davon zwei Leistungstransistoren, benötigt. Trotzdem ist die für den Verstärker gefundene Schaltung recht interessant, weil sie zeigt, was man schon heute mit einem hochwertigen, ganz mit Transistoren bestückten Stereo-Verstärker erreichen kann.

Jeder Kanal des Verstärkers besteht aus einem Vorverstärker und einem Leistungsverstärker, der eine Gegentakt-B-Endstufe mit einer Ausgangsleistung von 10 W hat; insgesamt hat der Verstärker also eine Endleistung von 20 W. Die Vorverstärker der beiden Kanäle werden aus einer gemeinsamen 18-V-Batterie gespeist, während für die Versorgung der zwei Leistungsverstärker ein gemeinsames Netzanschlußgerät vorhanden ist. Da die Transistoren geringe Impedanzen haben, konnten alle Anpassungstransformatoren fortgelassen werden; auch die Gegentakt-Endstufen sind eisenlos, so daß die Abmessungen des Verstärkers sehr klein gehalten werden können. Weil der Verstärker in erster Linie für die Wiedergabe von Stereo-Tonbändern bestimmt war, sind die beiden Kanäleingänge ziemlich niederohmig, so daß die Tonköpfe unmittelbar angeschlossen werden können.

Beide Kanäle sind vollkommen identisch, und man braucht nur die Schaltung eines Kanales zu betrachten. Bild 1 zeigt die Schaltung des dreistufigen Vorverstärkers, dessen Transistoren alle galvanisch miteinander verbunden sind. Die beiden ersten Stufen arbeiten in Emitterschaltung, während die Endstufe in Kollektorschaltung (Emitterfolger) betrieben wird. Eine Gleichstromgegenkopplung vom Emitter des Transistors T2 über den Widerstand R5 auf die Basis von T1 sowie der recht hochohmige Widerstand R8 in der Emitterschaltung der Endstufe T3 sorgen für eine gute Stabilisierung des

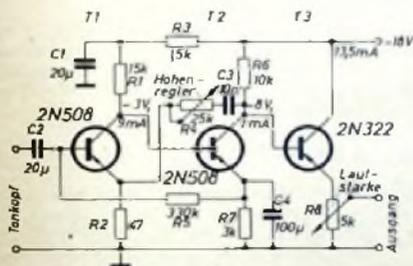
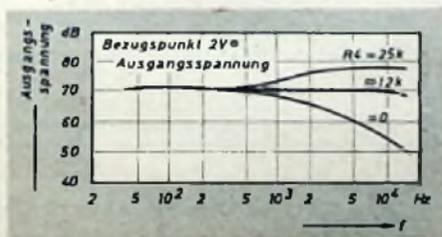


Bild 1. Vollständige Schaltung des dreistufigen Vorverstärkers

Bild 2. Frequenzkurven des Vorverstärkers für drei verschiedene Einstellungen von R4 bei einer Bandgeschwindigkeit von 19 cm/s

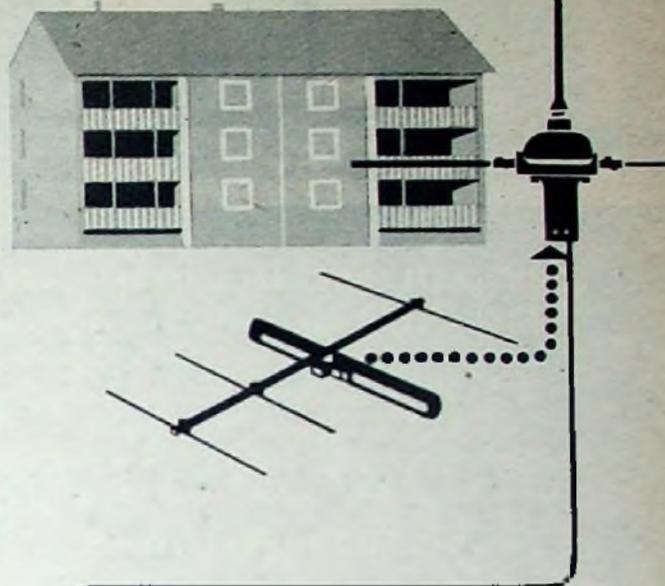


Vorverstärkers. Außerdem besteht eine frequenzabhängige und veränderbare Wechselstromgegenkopplung vom Kollektor des Transistors T2 über C3 und R4 zum Emitter von T1. Durch Verändern des Widerstandes R4 kann man den Frequenzgang der Höhen (oberhalb von 1000 Hz) beeinflussen und den Verhältnissen der jeweiligen Bandaufzeichnung anpassen. Bild 2 gibt die Frequenzkurven für drei verschiedene Einstellungen von R4 bei dem Abspielen eines amerikanischen Standard-Frequenzbandes mit 19 cm/s wieder. Es ergibt sich ein gleichmäßiger Frequenzgang bei einem Wert von 12 kOhm für R4. Dagegen muß bei Bandgeschwindigkeiten von 0,5 cm/s der Widerstand R4 auf seinen Maximalwert von 25 kOhm eingestellt und die Kapazität des Kondensators C3 auf 20 nF erhöht werden, wenn man einen ausgeglicheneren Frequenzgang erhalten will. Außerdem muß der Emitterwiderstand R2 des Transistors T1 mit einem Kondensator von 0,5 µF überbrückt werden, um die Höhen über 3 kHz genügend anzuheben.



SIEMENS

## GEMEINSCHAFTS-ANTENNEN



### für Rundfunk

Die neue Siemens-Rundfunkantenne ist so geschaltet, daß der U-Dipol die Wirkung der Stabantenne unterstützt. U-Zusatzelemente verbessern sowohl den U- als auch den LMK-Empfang.

### für Fernsehen

Die Fernsehantenne wird ohne zusätzliche Weichen oder Ableiter direkt am Antennenkopf angeschaltet, daher

### nur eine gemeinsame Niederführung

für alle Wellenbereiche einschließlich Fernsehen.

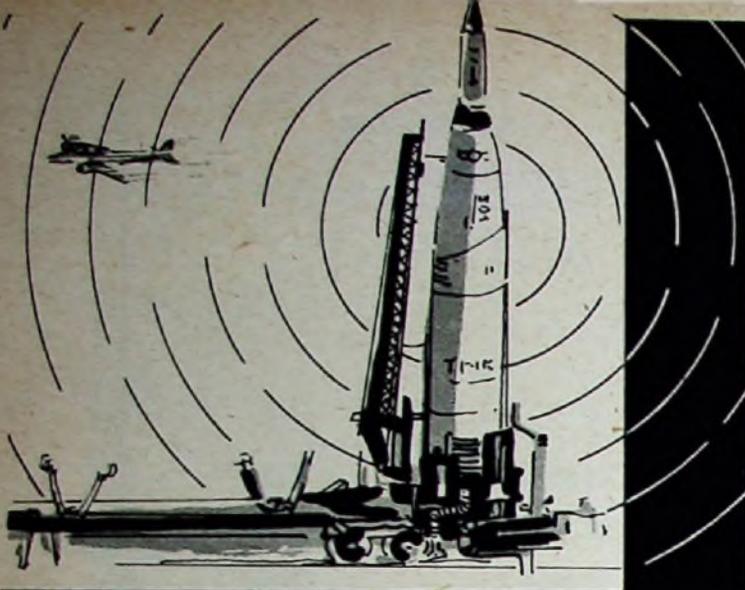
Rundfunk- und Fernsehantennen werden weitgehend vormontiert geliefert. Dies und der Wegfall zusätzlicher Weichen

### vereinfachen und verbilligen den Zusammenbau



Verlangen Sie bitte ausführliche Druckschriften bei unseren Geschäftsstellen.

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT  
WERNERWERK FÜR WEITVERKEHRS- UND KABELTECHNIK



## SOUNDCRAFT-TONBÄNDER ÜBERALL DABEI

SOUNDCRAFT-Tonbänder mit einzigartigen Vorteilen steuern Raketen, lenken Schiffe, überwachen die Luftfahrt, dringen in unbekannte Welten vor, sind das Gedächtnis einer modernen Zeit – und stehen jetzt auch in Deutschland in höchster Perfektion jedem Tonbandamateur zur Verfügung

### Das sind SOUNDCRAFT-Vorteile:

- doppelt beschichtet, micropoliert nach den patentierten „oscar“-preisgekrönten Verfahren 2-819186 und 2-688567, deshalb besonders geeignet für drop-out-locher-freie 4-Spurtechnik
  - vollendete Hi-Fi-Qualität
  - mit Polyester-Vorspann und Schaltband
  - 20 Jahre Garantie, besser als DIN-Norm
  - ungewöhnlich preisgünstig
- 360 Meter Langspielband DM 15.80

**NEU: Bespielte Bänder stereo und mono**  
 Standardbänder: Hi-Fi / Professional / Lifetime  
 Langspielbänder: Hi-Fi 50 / Plus 50 / Plus 100 Duo  
 Wer vollendete Tonqualität wünscht, nimmt SOUNDCRAFT. Im Fachhandel erhältlich. Interessantes Informationsmaterial durch

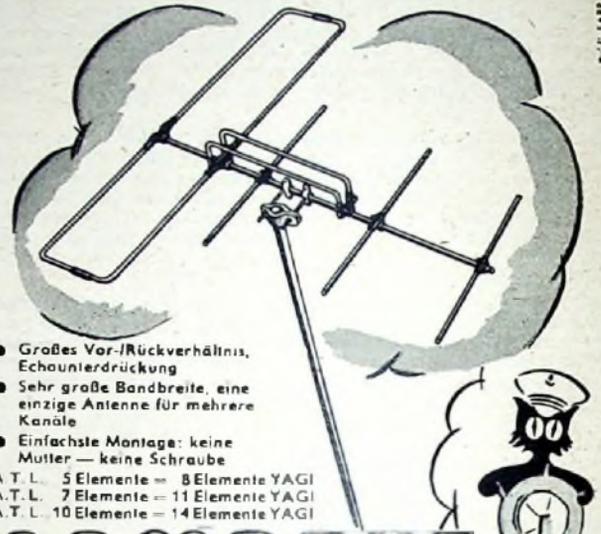


**DEUTSCHE SOUNDCRAFT  
 BERLIN W, BINGER STRASSE 31**

**Hervorragender Empfang  
 mit den neuen Antennen...**

**A.T.L.**

ein vergleichender  
 Versuch lohnt sich!



- Großes Vor-/Rückverhältnis, Echounterdrückung
- Sehr große Bandbreite, eine einzige Antenne für mehrere Kanäle
- Einfachste Montage: keine Mutter – keine Schraube

A.T.L. 5 Elemente – 8 Elemente YAGI  
 A.T.L. 7 Elemente – 11 Elemente YAGI  
 A.T.L. 10 Elemente – 14 Elemente YAGI

**LAMBERT**



13, RUE VERSIGNY, PARIS (18<sup>e</sup>) – ORN. 42-53 – FRANKREICH

## Ihre Berufserfolge

hängen von Ihren Leistungen ab. Je mehr Sie wissen, um so schneller können Sie von schlechtbezahlten in bessere Stellungen aufrücken. Viele frühere Schüler haben uns bestätigt, daß sie durch Teilnahme an unseren theoretischen und praktischen Fernkursen in

## Radio - Fernsehen - Elektronik

mit Aufgabenkorrektur und Abschlußbestätigung (getrennte Kurse für Anfänger und Fortgeschrittene) bedeutende berufliche Verbesserungen erwirkt haben. Wollen Sie nicht auch dazugehören? Verlangen Sie den kostenlosen Prospekt! Gute Fachleute dieses Gebietes sind sehr gesucht!

**FERNUNTERRICHT FÜR RADIOTECHNIK** Abt. 3, Ing. Heinz Richter  
 Güntering - Post Hechendorf/Pilsensee/Obb.



**ARLT'S** seit über 30 Jahren begehrt  
**BAUTEILE - KATALOG 1959/60**

ist neu erschienen und ist im Versand und Stadterwerb erhältlich

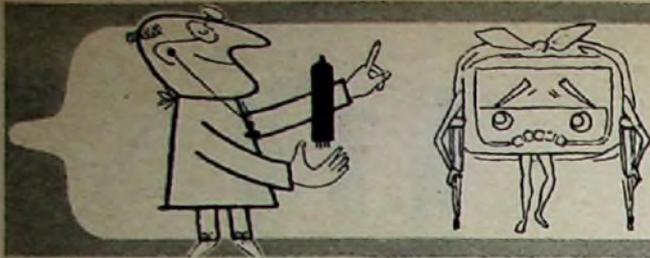
Inland: Katalog ... 2,- DM  
 Vorkasse ... 2,50 DM  
 Nachnahme 3,- DM

Ausland: Katalog nur  
 Vorkasse 3,- DM

## ARLT RADIO ELEKTRONIK

Berlin-Neukölln Düsseldorf  
 Karl-Marx-Str. 27 · Tel.: 601104 Friedrichstr. 61 a · Tel.: 80001  
 Arlt Elektrischer Bauteile-Vertrieb, Stuttgart, Rotbühlstraße 93 · Tel.: 62 44 73





Ein Radio ist schon altersschwach und der Empfang läßt ständig nach, doch wird's, ist Dr. Funk im Bund, mit LORENZ-RÖHREN kerngesund.



**STANDARD ELEKTRO LORENZ**

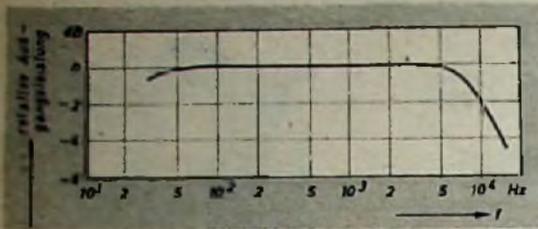


Bild 6. Frequenzgang des Leistungsverstärkers bei maximaler Aussteuerung

Bild 7. Klirrfaktor  $k$  und Intermodulation  $IM$  des Leistungsverstärkers in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung

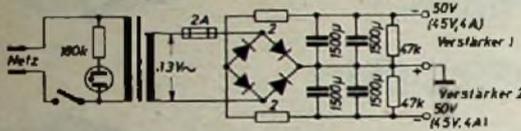
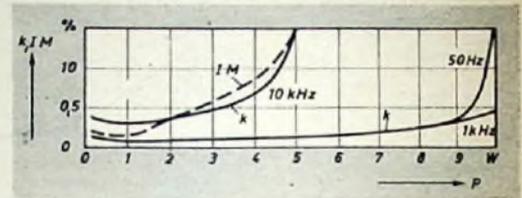


Bild 8. Schaltung des Netzanschlüßgerätes, das die Gleichspannung für die beiden Leistungsverstärker liefert

stärkereingang so gering wie möglich zu halten, ist der Widerstand  $R_1$  vorhanden, der so groß gewählt werden soll, daß die maximale Ausgangsleistung des Verstärkers bei normaler Aussteuerung gerade noch erreicht wird. Mit Hilfe von  $R_2$  wird die Endstufe symmetriert und die Speisespannung von  $-50\text{ V}$  zu genau gleichen Hälften auf die Transistoren  $T_5$  und  $T_6$  aufgeteilt. Die „Über-alles“-Gegenkopplung vom Ausgang auf den Eingang ist ungefähr  $15\text{ dB}$ . Im Bild 6 ist die Frequenzkurve des Leistungsverstärkers bei maximaler Aussteuerung dargestellt, während Bild 7 den Klirrfaktor und die Intermodulation in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung zeigt.

Zur Stromversorgung der Leistungsverstärker in den beiden Kanälen dient das Netzgerät nach Bild 8, das mit vier Siliziumgleichrichtern ausgerüstet ist und die zwei Verstärker völlig unabhängig voneinander mit Strom beliefern kann.

(Jones, D. V.: All-transistor stereo tape system. Electronics Wld. Bd. 62 (1959) Nr. 1, S. 65)

Bauteile-Katalog 1960. Art Radio Elektronik Walter Artl GmbH. Berlin, Düsseldorf, Stuttgart 1959 460 S. m. rd. 2000 B.; DIN A 5, beschlert, Schutzgebühr 2,- DM.

Unterteilt in 49 Sachgebiete – angefangen mit Röhren und Stabilisatoren und endend mit Lehrmitteln, Bausätzen und Bastelspielzeugen – enthält dieser neue Katalog technische Angaben, Preise und Abbildungen von Einzelteilen, Meßgeräten, Werkzeugen, Zubehör usw., die den bauenden Funkamateure und HF-Techniker besonders interessieren. Er ist mit 12 000 Artikeln ein Querschnitt durch das Fertigungsprogramm der führenden Herstellerfirmen für Bauteile, aber auch ein wertvolles Nachschlagebuch für den Fertigungsingenieur, Industrieeinkäufer und Betriebskaufmann.

**PERTRIX**



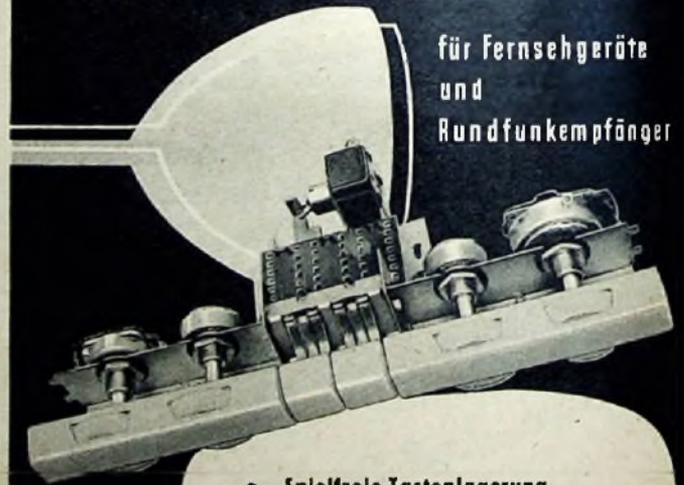
ein Wertbegriff  
ein Weltbegriff



PERTRIX-UNION GMBH · FRANKFURT/MAIN

Neue  
**Klavier-Flachtastatur Serie Z**

für Fernsehgeräte  
und  
Rundfunkempfänger



- Spielfreie Tastenlagerung
- Bestehend leichter Gang
- Einreihige Anordnung der Umschalter-Lötanschlüsse bis zu 6 Umschaltern
- Stabile Regler-Anbaumöglichkeit

fordern Sie  
ausführliche  
Prospekte



**RUDDOLF SCHADOW KG**  
BAUTEILE FÜR RADIO- UND FERNMELDETECHNIK

BERLIN-BORSIGWALDE




**Rundfunk-  
Transformatoren**

für Empfänger, Verstärker  
Meßgeräte und Kleinsender

Ing. Erich u. Fred Engel GmbH  
Elektrotechnische Fabrik  
Wiesbaden - Doltzheimer Str. 147

**Kaufgesuche**

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

Radioröhren, Spezialröhren zu kaufen gesucht. Infrac GmbH, München 2, Dachauer Str. 112

Radioröhren, Spezialröhren, Senderöhren gegen Kasse zu kaufen gesucht. Szabehelyi, Hamburg Gr. Plottbek, Grafenstraße 24. Tel. 82 71 37

Röhren aller Art kauft: Röhren-Müller, Frankfurt/M., Kaulunger Str. 24

Labor-Meßinstrumente aller Art. Charlottenburger Motoren, Berlin W 35

**Verkäufe**

Tonbandgerät zur Aufnahme von Sprache und Musik. Bausatz ab 50,- DM. Prospekt frei! P. auf der Lake & Co., Mülheim/Ruhr

„Nordfunk“ Bauteile und Bausätze. Verlangen Sie kostenlos die neuen „Nordfunk-Blätter“! Bremen 1, Schließfach 678

Vielfachmeßinstrumente. Fordern Sie bitte Sonderliste 4 kostenlos von Dreßler, Berlin W 30, Schließfach 100

ca. 1000  
**Rundfunkgehäuse**

Typ Polka 613 (57/58) in Original-Karton pro Stück DM 1,50 ab Düsseldorf abzugeben.

Kraatz, Düsseldorf, Ackerstr. 111

**KARLGUTH**  
BERLIN SO 36

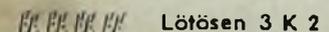


Reichenberger Str. 23

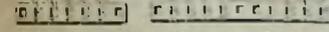
**STANDARD-  
LÖTÖSEN-LEISTEN**



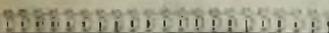
Abdeckleisten 0,5 mm



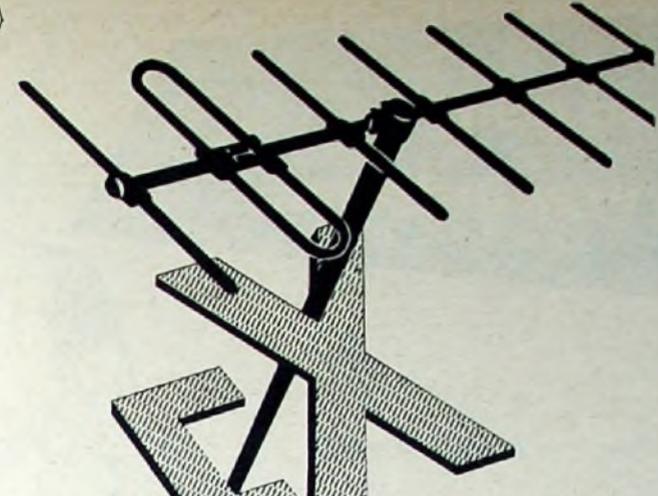
Lötösen 3 K 2



Lochmitte: Lochmitte 8 mm



Meterware: -selbst trennbar!



**ANTENNEN  
MIT GROSSTER  
LEISTUNG.**

**5, RUE BOBILLOT**

**PARIS-13<sup>e</sup> KEL.34-45**

**ERIOD**



**DER LANGLEBNSDAUER-KONDENSATOR  
FUER ALLE KLIMATE**

Größte Betriebssicherheit bei  
Hitze — Kälte — Feuchtigkeit

Temperatur-Bereich: — 55°C bis + 105°C

Isolationswiderstand:  
 $C < 0,02 \mu F : \geq 100 G \Omega$   
 $C > 0,02 \mu F : \geq 1000 \text{ sec.}$

Verlustfaktor:  $tg \delta \leq 1\%$  bei 800 Hz u. 20°C

Für Betriebsspannungen:  
 250V—1160V~, 630V—1400V~  
 400V—1250V~, 1000V—1600V~

Prüfsg.: 2,5 fache Betriebsgleichspg.  
 HF-Kontaktsicher · LötKolbenfest



**ERNST ROEDERSTEIN SPEZIALFABRIK FÜR  
KONDENSATOREN GMBH LANDSHUT / BAY.**

**FS - BANDKABEL**

Transparent, Adern blank ..... 50 m 7,20  
 Transparent, Adern verallbart .... 50 m 8,45  
 Wellterfest, hellgrün, Adern verallb. 50 m 8,00

Alle Europa- und USA-Büros

**HACKER**  
WILHELM HACKER KG

BERLIN-NEUKÖLLN  
 Am S- und U-Bahnhof Neukölln  
 Silbersteinstraße 5-7 · Tel.: 62 12 12  
 Geschäftszeit: 8-17 Uhr, sonnabende 8-12 Uhr

**METALL-  
GEHÄUSE**

für Industrie  
und  
Bastler



**PAUL LEISTNER HAMBURG**  
 HAMBURG-ALTONA-CLAUSSTR. 4-6

**Transistoren**

OX 7001  
 brutto DM **1,95**

Keine 2. Wahl!

Zu verwenden wie OC 70, GFT 20, OC 303, (OC 71, GFT 21, OC 604).  
 Verlangen Sie Datenblatt T 13 mit Schaltbeispielen.  
 Fachhandel/Wiederverkaufsrabatt.  
 Mini-Geräte u. Radioelektronischer Modellbau

**K. SAUERBECK**  
 NÜRNBERG · v. Beckschlagergasse 9

Fernunterricht für technische Berufe:  
 Maschinenbau, Elektrotechnik, Radio-  
 technik, Bautechnik, Mathematik und  
 Stabrechnen. Verlangen Sie ausführ-  
 lichen Lehrplan und das für jeden vor-  
 wärtsstrebenden Techniker interessant.  
 Taschenbuch „Der Weg aufwärts“ kosten-  
 los. Schreiben Sie eine Postkarte an das  
 Technische Lehrinstitut Dr.-Ing. Christiani,  
 Koblenz, Postfach 1957

Für Fernsehempfang  
aus Nah- und Fern



**ANTENNEN**

Kontaktsicher  
Leistungsstark  
Preiswert  
Dauerhaft

**Dr. Th. Dumke KG.**  
**RHEYDT, Postf. 75**

## Siegfried galt als unverwundbar...

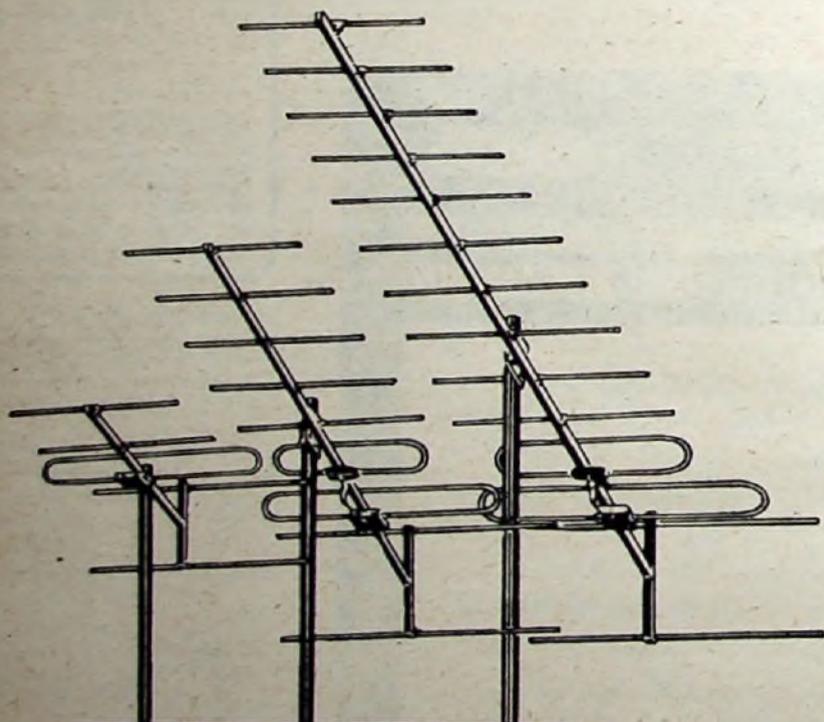
Aber er war es nicht. Sein Körper, vom Drachenblut gehört, hatte eine verwundbare Stelle.

Wie anders ist das bei einer fuba-Oxydpanzer-Antenne! Sie ist zwar auch „gehört“, aber nirgendwo „verwundbar“.

Eine harte, widerstandskräftige, aus Aluminiumoxyd bestehende Schutzschicht umgibt sie, so daß sie allen zerstörenden Einwirkungen trotzt. Weder Seewasser noch Industrieabgase, die oft recht aggressiv sind, können ihre Lebensdauer verkürzen.

Wissen Sie eigentlich, daß Oxydpanzer-Antennen nach dem gleichen Verfahren hergestellt werden, das dem Oberflächenschutz der Aluminiumkolben für Rennwagen dient?

Dem Rundfunk-, Fernseh- und Elektro-Fachhändler bieten die fuba-Oxydpanzer-Antennen einen besonderen Vorteil: sie



werben für sein Geschäft, denn die Kunden, die sie gekauft haben, sind zufrieden und kommen nicht nur immer wieder, sondern ziehen noch andere nach, weil sie sich in ihrem Bekanntenkreis lobend über die fachkundige Bedienung äußern. Für den Händler sind also fuba-Oxydpanzer-Antennen eine bleibende Empfehlung, zumal sie sich auch technisch durch vortreffliche Güteeigenschaften auszeichnen.

Auf der Funkausstellung 1955 in Düsseldorf zeigten wir erstmals diese Antennen mit dem goldfarbigen Oberflächenschutz. Und damit begann ihr Siegeszug. Durch hervorragende Bewährung haben sie sich in der Zwischenzeit das Vertrauen der gesamten Fachwelt erworben.

Die fuba-Oxydpanzer-Antennen kosten zwar ein wenig mehr, aber sie machen sich durch ihre Langlebigkeit vielfach bezahlt. Jeder Fachhändler, der sie verkauft, erweist seinen Kunden und schließlich sich selbst einen guten Dienst.

# fuba

ANTENNENWERKE **HANS KOLBE & CO.**  
BAD SALZDETURTH/HILDESHEIM  
ZWEIGWERK GUNZBURG/DONAU

Übrigens: Die beliebte Kundenzeitschrift „fuba-Spiegel“ erscheint wieder, und zwar in neuer Aufmachung und mit bedeutend erweitertem Inhalt. Rundfunk-, Fernseh- und Elektro-Fachhändlern wird der „fuba-Spiegel“ auf Anforderung kostenlos zugesandt.