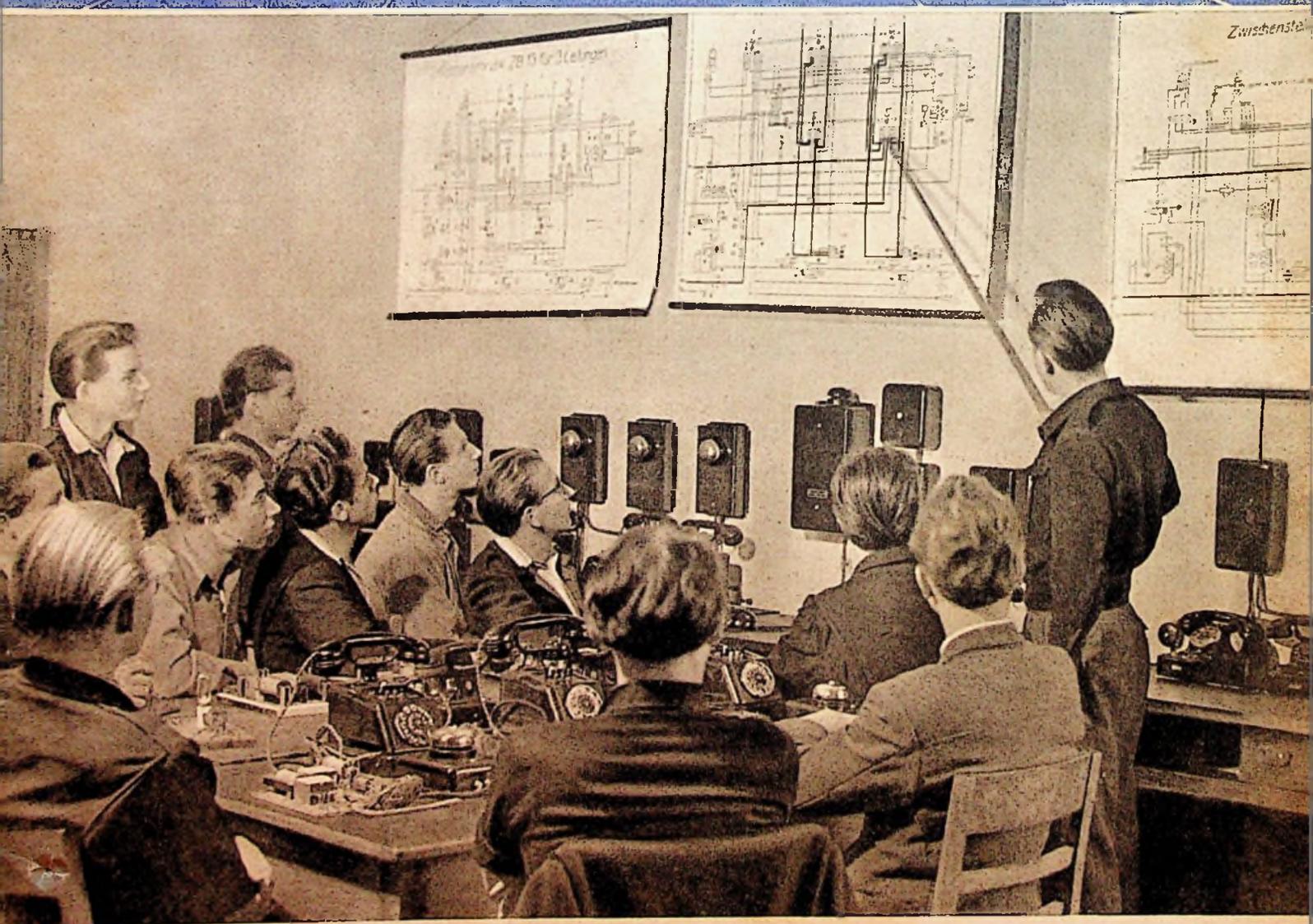


# FUNK- TECHNIK

FACHZEITSCHRIFT FÜR DIE ELEKTRO- UND RADIOWIRTSCHAFT



BERLIN-FRANKFURT a.M. · 2. JANUARHEFT 1950 · NR. 2



## Dezibel und Neper

| Sprung | um das ...fache   | Zahlenreihe | Dezibel |
|--------|-------------------|-------------|---------|
| 1.     | 1 × 1,2589 =      | 1,2589      | 1       |
| 2.     | 1,2589 × 1,2589 = | 1,5849      | 2       |
| 3.     | 1,5849 × 1,2589 = | 1,9953      | 3       |
| 4.     | 1,9953 × 1,2589 = | 2,5119      | 4       |
| 5.     | 2,5119 × 1,2589 = | 3,1623      | 5       |
| 6.     | 3,1623 × 1,2589 = | 3,9811      | 6       |
| 7.     | 3,9811 × 1,2589 = | 5,0119      | 7       |
| 8.     | 5,0119 × 1,2589 = | 6,3096      | 8       |
| 9.     | 6,3096 × 1,2589 = | 7,9433      | 9       |
| 10.    | 7,9433 × 1,2589 = | 10,000      | 10      |
| 11.    | 10,000 × 1,2589 = | 12,589      | 11      |
| 12.    | 12,589 × 1,2589 = | 15,849      | 12      |
| 13.    | 15,849 × 1,2589 = | 19,953      | 13      |
| 14.    | 19,953 × 1,2589 = | 25,119      | 14      |
| 15.    | usw.              |             |         |

Dem Dezibelmaß liegt ein Sprungfaktor von 1,2589 zugrunde

| Dezibel | Bel | Verhältnis          |
|---------|-----|---------------------|
| 10      | 1   | 10 (:1)             |
| 20      | 2   | 100 (:1)            |
| 30      | 3   | 1 000 (:1)          |
| 40      | 4   | 10 000 (:1)         |
| 50      | 5   | 100 000 (:1)        |
| 60      | 6   | 1 000 000 (:1)      |
| 70      | 7   | 10 000 000 (:1)     |
| 80      | 8   | 100 000 000 (:1)    |
| 90      | 9   | 1 000 000 000 (:1)  |
| 100     | 10  | 10 000 000 000 (:1) |

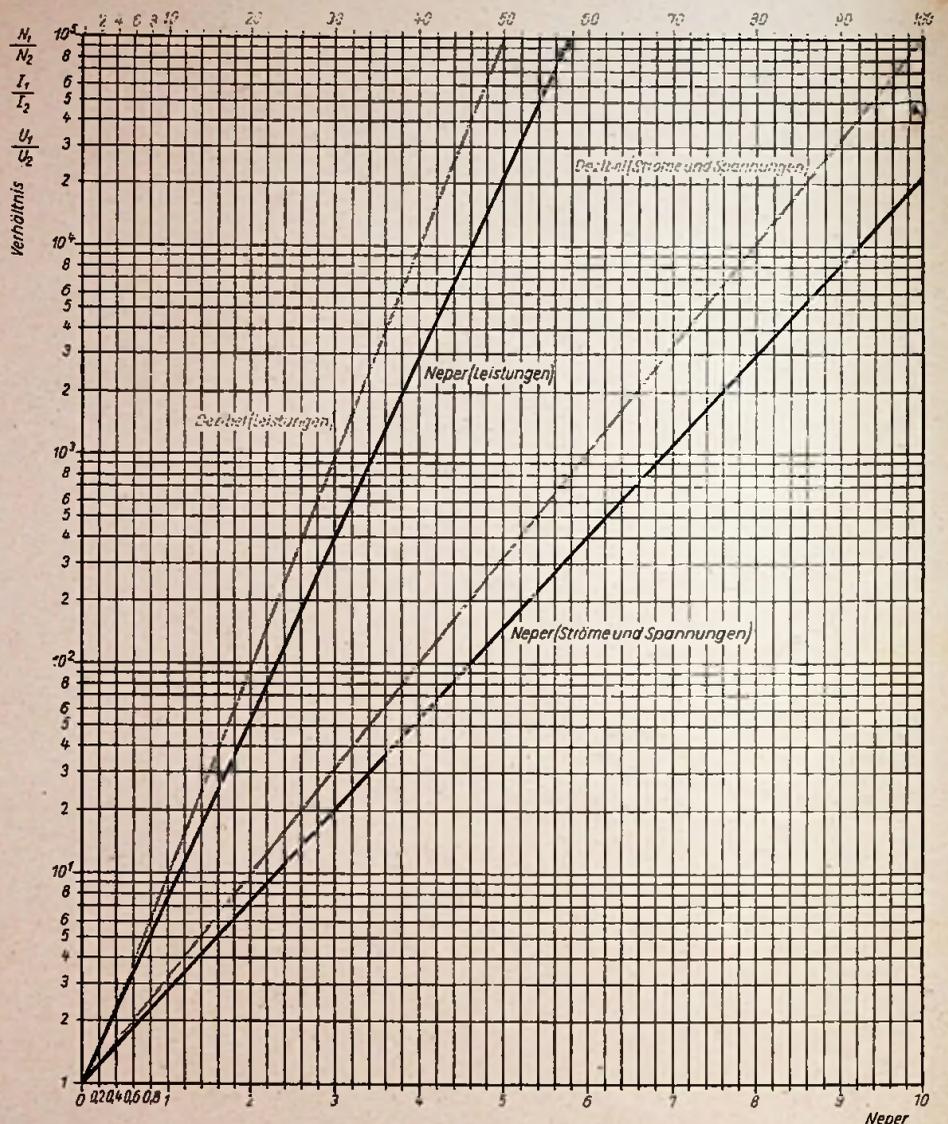
Zehnerwerte der Dezibelteilung

| Sprung | um das ...fache    | Zahlenreihe | Neper |
|--------|--------------------|-------------|-------|
| 1.     | 1 × 2,7182 =       | 2,7182      | 1     |
| 2.     | 2,7182 × 2,7182 =  | 7,3891      | 2     |
| 3.     | 7,3891 × 2,7182 =  | 20,085      | 3     |
| 4.     | 20,085 × 2,7182 =  | 54,595      | 4     |
| 5.     | 54,595 × 2,7182 =  | 148,38      | 5     |
| 6.     | 148,38 × 2,7182 =  | 403,33      | 6     |
| 7.     | 403,33 × 2,7182 =  | 1 096,33    | 7     |
| 8.     | 1 096,3 × 2,7182 = | 2 980       | 8     |
| 9.     | 2 980 × 2,7182 =   | 8 100       | 9     |
| 10.    | 8 100 × 2,7182 =   | 22 017      | 10    |
| 11.    | 22 017 × 2,7182 =  | 59 847      | 11    |
| 12.    | 59 847 × 2,7182 =  | 162 676     | 12    |
| 13.    | 162 676 × 2,7182 = | 442 185     | 13    |
| 14.    | 442 185 × 2,7182 = | 1 201 947   | 14    |
| 15.    | usw.               |             |       |

Die Basis des natürlichen Logarithmus (e = 2,7182) ist der Sprungfaktor beim Nepermaß

| Dezibel (db) | Neper (Np) | Neper (Np) | Dezibel (db) |
|--------------|------------|------------|--------------|
| 0,1          | 0,0115     | 0,01       | 0,0869       |
| 0,5          | 0,0576     | 0,05       | 0,4343       |
| 1,0          | 0,115      | 0,1        | 0,869        |
| 2,0          | 0,230      | 0,2        | 1,737        |
| 3,0          | 0,345      | 0,3        | 2,606        |
| 4,0          | 0,460      | 0,4        | 3,474        |
| 5,0          | 0,576      | 0,5        | 4,343        |
| 6,0          | 0,691      | 0,6        | 5,212        |
| 7,0          | 0,806      | 0,7        | 6,080        |
| 8,0          | 0,921      | 0,8        | 6,949        |
| 9,0          | 1,036      | 0,9        | 7,817        |
| 10,0         | 1,151      | 1,0        | 8,68         |
| 20,0         | 2,30       | 1,5        | 13,03        |
| 30,0         | 3,45       | 2,0        | 17,37        |
| 40,0         | 4,60       | 2,5        | 21,72        |
| 50,0         | 5,76       | 3,0        | 26,06        |
| 60,0         | 6,91       | 3,5        | 30,40        |
| 70,0         | 8,06       | 4,0        | 34,74        |
| 80,0         | 9,21       | 4,5        | 39,09        |
| 90,0         | 10,36      | 5,0        | 43,43        |
| 100,0        | 11,51      | 10,0       | 86,86        |

Verhältnis zwischen Dezibel und Neper



In der Übertragungstechnik werden ebenso wie in der Akustik sehr oft die Größen Dezibel und Neper verwendet. Es handelt sich dabei um Angaben, die auf das Verhältnis von Spannungen (bzw. Strömen) oder Leistungen zueinander aufgebaut sind. Nun wird dabei nicht einfach das direkte Verhältnis zugrunde gelegt, sondern zur Erreichung bestimmter Rechenvorteile der Briggsche oder der natürliche Logarithmus des

Verhältnisses gewählt, der nach den Definitionsgleichungen gegebenenfalls mit einem bestimmten Faktor zu multiplizieren ist. Der Beitrag auf Seite 61 und die nebenstehenden Tabellen sowie das obige Nomogramm geben einen Einblick in den Aufbau des Systems. Dezibel und Neper sind keine absoluten Größen; sie geben reine Verhältniszahlen, also relative Angaben.

### A U S D E M I N H A L T

|  |    |   |    |
|--|----|---|----|
| Dezibel und Neper  | 34 | Fernmeldebau- und Handwerksschule                     | 50 |
| Zusammenarbeit   | 35 | Zum Selbstbau eines HF-Tonbandgerätes                 | 52 |
| Bemerkungen zum Empfängerprogramm 1949/50                | 36 | Kapazitätstoleranzanzeiger KZS                        | 53 |
| Deutsche Spezialempfänger                                | 38 | Unsere Leser berichten                                | 54 |
| Doppeltriode ECC 40                                      | 40 | Neues aus der Industrie                               | 55 |
| Kurznachrichten  | 41 | Batterie-Superhets                                    | 56 |
| Vollelektronisches Farbfernsehen                         | 42 | FT-Empfängerkartei:                                   |    |
| Selbstbau logarithmisch unterteilter Stufenpotentiometer | 44 | Siemens SB 780 W                                      | 57 |
| Einseitenband-Modulation                                 | 46 | Die Verstärkerröhre in symbolischer Betrachtungsweise | 60 |
| Tiefpaßfilter für Modulationsverstärker                  | 48 | FT-BRIEFKASTEN  | 62 |
|  |    | FT-ZEITSCHRIFTENDIENST                                | 63 |

Zu unserem Titelbild: An Hand eines theoretischen Schalbildes werden den Schülern die verschiedenen Modelle der Klappenschränke erklärt. In Berlin-Tempelhof befinden sich eine postelgengene Ingenieurschule sowie die Ausbildungsstätten der Fernmeldebau- und Handwerkschule des Postschulungsamtes Berlin.

Aufnahme: E. Schwahn



## Zusammenarbeit

In Westdeutschland existiert die „Arbeitsgemeinschaft der deutschen Rundfunkwirtschaft“. Sie besteht, um es kurz zu wiederholen, aus Wirtschaftsverbänden, also der Fachabteilung FUNK als Vertreter der Industrie, dem Verband des Elektro- und Rundfunkgroßhandels e. V. und der Arbeitsgemeinschaft des Rundfunk Einzelhandels. Man erkennt, daß die wirtschaftlich interessierten Kreise gemeinsam am runden Tisch sitzen, wenn sie auch nicht immer an einem Strang ziehen. Aber das ist in einer demokratischen Wirtschaft weder zu erwarten, noch unbedingt zu fordern.

Nun, bestehen die Interessenten jener als RADIO bezeichneten Einrichtung nicht allein aus Wirtschaftlern, die Empfänger und Zubehör herstellen und verkaufen wollen. Die weitaus größere Gruppe wird von den 7 Millionen Rundfunkteilnehmern und ihren Familienangehörigen gebildet. Hinzu treten die Rundfunkgesellschaften als Produzenten des musikalisch-literarisch-aktuellen Inhaltes der Sendungen, kurz „Programm“ genannt.

Bislang vermißte man schmerzlich eine engere Zusammenarbeit zwischen den drei Gruppen Sendung, Hörer und Wirtschaft. Von seiten der Hörer ist wenig oder nichts zu erwarten. Ungeachtet der Tatsache, daß sie zahlenmäßig die erdrückende Mehrheit bilden, fehlt ihnen eine Organisation. Die sich hier und da zu Worte meldenden Grüppchen finden keine Beachtung. Daher beschränkt sich die Tätigkeit der Rundfunkteilnehmer neben Hören auf das Schimpfen (letzteres vornehmlich und mit nur geringen Ausnahmen auf das Programm ihres Bezirkssenders) und auf das Verfassen von Briefen an die Sender, in denen häufig herzhaft vom Leder gezogen wird. Eine berufene Kritik von dieser Seite erscheint in den inzwischen wieder kleiner gewordenen Rundfunkbeilagen einiger großer Tageszeitungen. Die Hörerpresse, also die Programmzeitschriften, entwickelt sich immer mehr zum Konkurrenten der illustrierten Zeitschriften. Meist findet man in ihr allenfalls einige Vorschauen, kaum aber eine sachliche Kritik des Programmes.

Bleiben also die Sendegesellschaften. Ihre Stellung in Westdeutschland als „Anstalten des Öffentlichen Rechts“ und ihr unbestrittener Monopolcharakter (... verzeihen Sie dieses harte Wort) haben gewisse unschöne Züge stärker als nötig hervortreten lassen, die an Behörden im weniger günstigen Sinne des Wortes, erinnern. Das ist zum Teil eine Folge des großen Personalbestandes. In der britischen Zone fehlt dem NWDR nur wenig am zweiten Tausend festbesoldeter Mitarbeiter, und bei den süd- und südwestdeutschen Gesellschaften schwankt die Zahl der Angestellten zwischen 600 und 800. Allein auf Grund dieser Angaben wird es verständlich, wenn der ganze Betrieb manchmal ein wenig „nach Schema F“ abläuft. Hinzu kommen die nicht zu verkennenden Schwierigkeiten der Programmgestaltung, die durch zu wenige Wellen und durch Beeinflussungsversuche von seiten

der politischen Parteien, der Gewerkschaften und auch der Kirche hervorgerufen werden. Wer wundert sich dann noch, wenn die Verantwortlichen immer mehr auf „Nummer Sicher“ gehen und immer weniger wagen.

Trotzdem muß man von den Sendegesellschaften erwarten, daß sie wichtigen Fragen gegenüber mehr als bisher aufgeschlossen sind. Nennen wir als Thema Nr. 1 die Hörerwerbung. Bisher ist auf diesem Gebiet fast nichts geschehen und daher unser Wunsch nach Zusammenarbeit berechtigt. Wir hörten mehr als einmal aus Industrie- und Handelskreisen Äußerungen einer gewissen Verwunderung über das Schweigen der Sendegesellschaften, denen man — mit oder ohne Grund, das bleibe hier unerörtert — eine gute finanzielle Lage nachsagt, und die, so meint man, am ehesten in der Lage wären, etwas für die Steigerung der Hörerzahl zu tun. Im Jahre 1938 kamen im Gebiet der drei Westzonen auf 1000 Einwohner 126 angemeldete Rundfunkteilnehmer, 1940 waren es 183 — und heutzutage sind wir schließlich bei 146 gelandet! Dabei bedeutet jeder neue Hörer für die Sendegesellschaften pro Monat bare DM 1,60 (DM 2,— ./ 20% für die Deutsche Post)! Wenn der Eifer bei der Hörergewinnung ebenso groß wäre wie der an sich lobenswerte Kampf gegen die Schwarz Hörer, dann wäre die Radiowirtschaft zumindest sehr dankbar. Wie wäre es, wenn die „Arbeitsgemeinschaft“ in dieser Frage die Verbindung mit den Sendegesellschaften aufnehmen würde? Es kommt nicht von ungefähr, daß beispielsweise in der Schweiz im vergangenen Sommer die Umtauschaktion überalterter Rundfunkempfänger gegen neue Modelle ein durchschlagender Erfolg wurde. Alle arbeiteten vorbildlich zusammen: Schweizerische Rundspruchgesellschaft, Verband schweizerischer Radiofachgeschäfte, Anti-Störgemeinschaft „Pro Radio“ und schließlich Industrie und Presse. Wir wollen gar nicht erst den Versuch machen, die Situation vom Februar 1949 nochmals zu beleuchten, als von Frankfurt aus die westdeutsche Umtauschaktion gestartet wurde...

Vielleicht aber stehen wir doch am Beginn einer neuen Periode. Das Gebiet des UKW-Rundfunks zwingt zu einer Koordinierung der Interessen von Hörern, Sendegesellschaften und der Radiowirtschaft. Wir wollen es als ein gutes Zeichen ansehen, daß auf der letzten Sitzung der westdeutschen Rundfunk-Intendanten in Bad Neuenahr eine erfreuliche fruchtbare Aussprache zwischen leitenden Herren der Sender und Industrievertretern stattgefunden hat. Man wird also bei der zur Zeit laufenden UKW-Werbung (oder Aufklärungsaktion, wenn Sie so wollen ...) eine klare und gemeinsam festgelegte Linie verfolgen. Daneben konnten auf anderen Besprechungen die technischen Einzelheiten für den Bau von UKW-Geräten zwischen Industrie und Sendegesellschaften weitgehend abgesprochen werden. Verständlich ist in diesem Zusammenhang der dringende Wunsch des Handels, zu ähnlichen Besprechungen hinzugezogen zu werden. Karl Tetzner

# Bemerkungen zum Empfängerprogramm 1949/50

In diesem Verkaufsabschnitt hatte der Händler erstmalig die Freude eines „Neuheiten-termins“. Zugegeben, er stand noch etwas wackelig auf den Beinen, denn die Neuheiten tröpfelten ab Juli 1949 recht unregelmäßig, so daß sich im November, als schließlich alles so einigermaßen beisammen war, bereits die zweite Welle neuer Geräte ankündigte. Die Industrie legt jedenfalls die Vereinbarungen derart aus, daß sie zwischen dem 1. August und Ende Februar beliebig oft und beliebig viele Typen auf den Markt bringen darf. Der Handel steht auf einem anderen Standpunkt: höchstens einmal im Jahr — etwa im August kurz vor der Funkausstellung — sollen die „Neuen“ gleichzeitig herauskommen.

Nun gut, sagt der Realist, die Neuen sind da und zum Teil schon wieder alt, weil sie Nachfolger gefunden haben. Was ist zum Programm der Industrie für den zu Ende gehenden Verkaufsabschnitt zu sagen? Teilen wir es uns in übersichtliche Kapitel ein. Voran steht...

## Das Äußere

In der Gehäusegestaltung ist — gemessen am Vorjahr — deutlich ein Fortschritt spürbar. Insbesondere sind die Skalen größer geworden, sie sind besser beleuchtet und — man hat in vielen Fällen vergessen, den eingestellten Wellenbereich auf der Skala sichtbar zu machen. Wer unsere Gerätebesprechungen in der FUNK-TECHNIK ab August aufmerksam gelesen hat, wird wissen, welche Firmen und welche Modelle wir meinen. Es ist falsch, bei einem Empfänger mit fünf Wellenbereichen jenen kleinen Zeiger wegzulassen, mit dessen Hilfe man eindeutig erkennt, ob man sich auf dem 19-m-Band oder auf Langwellen herumtreibt. Preßstoffgehäuse sind weiter zurückgegangen, besonders bei den teuren Modellen. Wo sie aber noch zu finden sind (z. B. bei Telefunken, Schaub usw.), haben die Konstrukteure geschickt auf die Eigengesetzlichkeit des Werkstoffes Rücksicht genommen und nicht versucht, Holzgehäuse aus Bakelit nachzuahmen.

Sind nun unsere Holzgehäuse gegenwärtig bereits so vollendet, wie sie sollen? Offenbar nicht, und wir müssen sogar feststellen, daß sich eine gewisse Uniformität breit zu machen beginnt. Vor dem Krieg galten z. B. einige Modelle von Saba in ihrer strengen, viereckigen Form als besonders schön, und es ist verständlich, wenn Saba diesen Stil weiter pflegt. Weniger verständlich ist dagegen, wenn eine ganze Reihe Firmen daraufhin den Saba-Stil „nachempfunden“ hat, so daß es eine ganze Menge Empfänger gibt, die, auf die Entfernung gesehen, alle wie Saba ausschauen. Ähnliches gilt von der „auswechselbaren Skala“, zu der Philips die

Idee lieferte. Wohlthuend heben sich dagegen wirklich schöne und sauber geformte Geräte ab. Als Beispiel nennen wir die Gehäuse von Philips, von Telefunken u. a. den Opus, während von Siemens der Qualitätssuper SH 696 GW nicht zu vergessen ist. Die Verkaufserfolge eben dieser Modelle kommen daher nicht von ungefähr.

Die Unterbringung des Magischen Auges macht einige Kopfschmerzen. Man findet es rechts und links oben oder schräg unten in der Lautsprecherbespannung, einmal sehen wir es sogar als Gegenstück zu einem Abstimmknopf im Holz neben der Skala usw. Man findet in der Tat nicht leicht den „richtigen“ Platz, der Ästhetik, Gerätebenutzer und Konstrukteur gleichermaßen zufriedenstellt. Ausländische Firmen haben übrigens die gleichen Sorgen. Vielleicht ist die Skala selbst der beste Platz für das Magische Auge; rechts oder links neben der Namenkolonne untergebracht ist zugleich der Winkel zwischen Skalenzeiger und Abstimmröhre am geringsten.

Zusammenfassend darf gesagt werden, daß für die meisten Modelle der Saison 1949/50 noch ansprechendere Lösungen für die Gehäuse gefunden werden könnten. Man soll nicht nachlassen, das Beste zu schaffen, denn Rundfunkempfänger werden mehr und mehr zum Möbelstück. Einrichtungsgegenstände also, deren technisches Funktionieren selbstverständlich ist und keiner Diskussion bedarf. Eine Umschau in Europa zeigt, daß neben den schweizerischen und österreichischen besonders die schwedischen Geräte in ihrer Gehäusegestaltung gelungen sind. Neue dänische Modelle erscheinen etwas „zurückgeblieben“ und die meisten englischen Empfänger können uns seit jeher nicht befriedigen. Dagegen ist die Mehrzahl der holländischen Radioapparate sehr ansprechend, während wiederum französische und italienische Schöpfungen für unseren Geschmack zu bizarr und unruhig sind.

## Die Schaltung

Zum Einkreiser, der sich nach wie vor gut im Umsatz hält, ist wenig zu sagen. Er ist sehr billig geworden, nicht zuletzt durch Verwendung der Verbundröhren, deren Umkonstruktion zu Doppeltrioden (UEL 11, VEL 11, UEL 71) ein Schritt auf dem Wege zur Vereinfachung und damit Verbilligung einer Geräteklasse bedeutet, die nur noch aus Preisgründen lebt.

Der Vierkreis-Superhet ist mehr und mehr zurückgetreten, soweit er nicht unter DM 200,— jene Lücke ausfüllt, die der verschwundene Zweikreiser hinterlassen hat. Das Publikum kauft den Vierkreiser noch, aber mehr oder weniger deswegen, weil nichts

anderes da ist. Klang und Äußeres werden viel kritisiert, desgleichen der fehlende Schwundausgleich. Daher ist das Experiment von Schaub mit dem „Rubin“ besonders interessant: ein Vierkreis-Superhet mit ZF-Rückkopplung, der eine Regelspannung für die Mischröhre besitzt und außerdem ein Magisches Auge enthält. Allerdings kommt dann das Modell mit DM 278,— bereits in eine Preisklasse, die mit dem 6-Kreis-Super besetzt ist.

Über den „normalen“ 6-Kreis-Superhet ist ebenfalls nicht viel zu sagen. Man findet ihn von DM 248,— bis hinauf zu DM 500,— und höher, so daß man mit der Bezeichnung „6-Kreis-Super“ allein überhaupt nichts anfangen kann. Um so bedeutender ist das übrige: Art und Größe des Lautsprechers, Anzahl der Kurzwellenbänder, Form und Schönheit des Gehäuses usw. Die Schaltung selbst ist nach allen Richtungen derart durchentwickelt und vervollkommen, daß sich höchst selten eine Abweichung vom Standard findet. Höchstens ist nochmals der Opta-„Komet“ zu nennen, dessen Schaltung wir in FUNK-TECHNIK Bd. 4 (1949) auf Seite 630 besprochen. Hier wird bekanntlich das Triodensystem der Mischröhre ECH 4 zur NF-Vorverstärkung herangezogen.

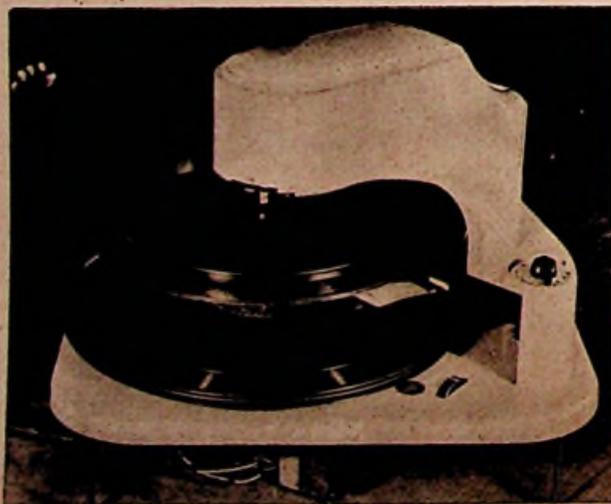
Erstauslich gering ist die Zahl der Vorstufen-Superhets. Das eine oder andere Modell — z. B. Graetz 151 — verwendet ein Eingangsbandfilter, während Empfänger mit HF-Vorröhren selten sind. Vielleicht (dieser ketzerische Gedanke sei gestattet) sind einige Konstrukteure der Auffassung, daß man dem gegenwärtigen Chaos auf Mittelwellen mit einer Unzahl von verheulten Kanälen weder mit höchster Trennschärfe, absoluter Spiegelfrequenzsicherheit noch mit großer Empfindlichkeit begegnen kann. Man legt lieber etwas mehr Trennschärfe in die Zwischenfrequenz durch regelbare Bandbreite des ersten ZF-Übertragers. In Stellung „Schmalband“ leidet natürlich die Wiedergabegüte, aber was hilft's?

Tastensuper fehlen bis auf wenige Ausnahmen. Aber auch dann dienen die Drucktasten nicht der Einschaltung vorabgestimmter Sender, sondern lediglich der Wellenbereichumschaltung in Geräten mit vielen Bereichen wie z. B. in einem Großsuper vom Apparatbau Backnang. Das bequeme Hilfsmittel einer „Ortstaste“ (zum Einschalten des Ortsenders), wie wir es an einem schwedischen Gerät kennen, fanden wir bisher noch an keinem deutschen Gerät.

## Kurzwellen

Zu Beginn des neuen Funkjahres äußerten wir an dieser Stelle die Meinung, daß sich die Kurzwellen-Bandspreizung weiter durchsetzen wird. Sie tat es! Wir erinnern an Backnang Saturn 50 mit 7 KW-Bereichen, Lembeck, Lumophon, Mende, Tefi usw. — und wir müssen feststellen: es wagten sich vorzugsweise kleinere und mittlere Gerätefabriken heran, während die großen Firmen konservativ sind bzw. höchstens ihre Spitzengeräte entsprechend ausstatten (z. B. Siemens SB 780).

Wir hatten nun einige Monate Gelegenheit, die Reaktion des Publikums zu beobachten. Meist dienten die KW-Bereiche recht schön als Werbeargument und verfehlten selten ihre Wirkung. Ganz anders ist es nach getätigtem Kauf im Wohnzimmer. Nur wenige Besitzer von Empfängern mit bandgespreizten Kurzwellen suchen nach vierzehn Tagen noch auf diesen Bereichen herum. Der Grund dafür: neben einer allgemeinen konservativen Einstellung sind es die Programme, die auf KW wirklich nicht zum Hören einladen. Politische Propaganda in dreißig Sprachen, immer nur Reden, Ansprachen, ständig nur Wortsendungen, die man nicht versteht, dazu die Gegenpropaganda, die mit Hilfe von Stör-sendern häufig recht massive Formen an-



## LUXUS-PLATTENWECHSLER

CD 50 Symphony, ein Fabrikat der bekannten Schweizer Firma Thorens, das jetzt auch in Deutschland erhältlich ist. Es dürfte wohl der einzige doppel-seitig spielende Plattenspieler in Europa sein, der bis zu 12 Platten in der natürlichen Reihenfolge, d. h. also von oben und unten, jede Platte abspielt. Allerdings ist auch der Preis dieses Plattenspielers sehr hoch. Das Luxus-Modell mit Kristall-Pick-up kostet brutto DMW 840.— Aufnahme: Schwahn

nimmt, nur wenige deutschsprachige Sendungen... reizt das? Man sagt, daß man auf KW hundert Sender zusätzlich empfangen kann... kann man sie auch anhören? Solche und ähnliche Überlegungen werden manche Firmen veranlassen, die Frage nach der KW-Bandspreizung nochmals gründlich zu durchdenken und vielleicht nach Art der Kurzwellenlupe à la Schweiz (die uns „Lumophon“ beim WD 660 in diesem Jahr erstmalig auch in Deutschland vorführte) eine Lösung zu finden, die fast alle Vorzüge der KW-Banddehnung mit weniger Aufwand verbindet. Es sei in diesem Zusammenhang auf das neue G6rlier-KW-Bandspreizaggregat F 304 verwiesen.

Nichts ist gegen gespreizte KW-Bänder zu sagen, wenn man den betreffenden Empfänger exportieren will. Weite Gebiete der Erde kennen keinen anderen Rundfunkempfang als über Kurzwellen zwischen 13 und 90 m. Ohne Banddehnung ist im Ausland kein Luxusgerät mehr konkurrenzfähig.

#### Röhren

Hier geht es ein wenig bunt durcheinander. Rimlockröhren, U- und E-Stahlserie, U-3, 5, 21, 71, ferner E-Röhren in Glasausführung (EF9 usw.), V-Röhren... in einem Fall sogar amerikanische Röhren — dazu in einigen Geräten bereits der AEG-Trockengleichrichter an Stelle der Gleichrichterröhre — man findet alles, sogar Wechselstromsuperhets mit Allstromröhren (Hagenuk, Lumophon). Die Gründe sind mannigfaltig: Eigenbau von Röhren (bei Lorenz/Schaub und TeKaDe), alte Röhrenbestände und wirtschaftliche Abmachungen mit den Röhrenfabriken.

Rimlockröhren setzten sich bisher nur im begrenzten Umfang durch, weil sie lediglich für Allstrom lieferbar waren. Aber sie sind auch nur in rd. 25 % aller Allstrommodelle vertreten. Dagegen haben sich die Telefunken-Kombinationsröhren vom Typ UCL, UEL, ECL und VEL überraschend gut behauptet und werden es wohl auch in Zukunft tun. Es soll in diesem Falle weder ein Urteil gefällt noch Kritik geübt werden, denn es ist niemals mit Sicherheit zu erkennen, wo der Einfluß des Technikers aufhört und der des Wirtschaftlers beginnt.

Es hat sich bewahrt, daß man im Verkaufsgespräch mit den neuen Rimlockröhren werben kann, aber wenn sie nicht darin stecken, ist es genau so gut. Denn — um es einmal mehr zu sagen — Klang, Empfangsleistung und Gehäuseform und vor allem der Preis interessieren den Kunden am meisten, die Technik einschließlich Röhren kommt erst in weitem Abstand.

Ob wir in Zukunft in der Bestückung wieder zu den klaren und übersichtlichen Verhältnissen wie vor dem Krieg kommen werden, dürfte mehr als zweifelhaft sein. Wir müssen uns vielmehr an das bunte Bild gewöhnen, zumal sich der AEG-Trockengleichrichter langsam aber sicher weiter durchsetzen wird. Ferner ist es zur Zeit völlig unbekannt, in welcher Weise sich die neuen Röhrenpläne von Telefunken auswirken werden, d. h., ob nach Erscheinen der neuen Typen die Produktion von Stahlröhren und ihrer Glasersatztypen aus Ulm auf den Ersatzbedarf gedrosselt wird. Bei Phillips-Valvo ist für die kommende Saison mit einer „Typenbereinigung“ für die Erstbestückung zu rechnen, sobald die Rimlockröhren vollständig in E- und U-Serie vorliegen. Offen bleibt die Frage nach Batterie-Miniaturröhren für Kofferempfänger. Gründig greift auf USA-Typen zurück, andere Firmen ebenfalls, so daß Einführen nicht zu umgehen sind.

#### Tonmöbel

„Sie sind beliebt, aber zu teuer...“ meinte ein befragter Händler. Interessenten für schöne und geschmackvolle Tonmöbel gibt es genug, aber noch immer bilden Preise und oftmals die beengten Wohnverhältnisse unübersteigbare Hindernisse. Nun zeigten in dieser Saison Grundig und kurz darauf auch Siemens, wie man leistungsfähige und gut klingende Tonmöbel unter DM 1000,— bauen kann. Nicht zu vergessen sind — ebenfalls unter der genannten Preisgrenze — die Erzeugnisse von Metz („Philharmonie“), Con-

tinental-Rundfunk („Imperial-Truhe“) und Telefunken („Sessel-Phono-Super“). Tiefer im Preis herabzusteigen ist sehr schwierig, da u. a. die hohen Möbelpreise hemmen. Die Luxustruhen werden natürlich auch ihre Käufer finden, zumal die Erzeugnisse von Saba, Südstärker, Gollnow und vor allem Blaupunkt musikalisch und technisch keine Wünsche mehr offen lassen, aber es wird sich immer nur um Einzelstücke handeln.

Vielleicht setzt sich in Zukunft wieder mehr die Musikschatulle in der Form durch, wie sie Braun mit dem Modell 650 W anbietet und mit dem die Firma trotz des nicht niedrigen Preises gute Umsätze tätigte. Man darf auf die Neuausgabe dieses Typs gespannt sein, denn er enthält im kaum vergrößerten Gehäuse einen sauber aufgebauten Plattenwechsler. Im Ausland, insbesondere in den USA und England, sind die „table grammophones“ sehr verbreitet, denn auch in diesen Ländern kann sich nicht jeder Schallplattenfreund einen Musikschrank leisten oder hat genügend Raum zum Aufstellen.

Es ist zu erwarten, daß die vorgesehene Werbeaktion der Schallplattenfabriken ihre Rückwirkungen auch auf das Geschäft in Schallplattenspielern und Tischschatullen haben wird. Die Zahl der Plattenwechsler deutscher Herkunft ist erfreulich gewachsen, so daß sich als Folge der zurückgegangenen Preise für diese Mechanismen auch weitere Kreise damit befreunden werden.

#### Preise

Überraschungen sind nicht ausgeblieben. Das Preisniveau ging weiter nach unten und hat beim Einkreiser einen überraschenden Stand erreicht: die Modelle des Jahrganges 1949/50 kosten im Durchschnitt DM 145,— ... und diejenigen des Vorkriegsjahrganges 1938/39 DM 146.—! Vielleicht, so mag eingewendet werden, waren die Einkreiser vor dem Krieg besser ausgestattet, sie besaßen fast immer Sperrkreise und große Holzgehäuse. Außerdem kannte man damals noch nicht die leistungsfähigen Verbundröhren. In diesem Jahr hat man mit wenigen Ausnahmen (AEG!) kleine Gehäuse mit kleineren Lautsprechern gewährt und auch sonst allerlei eingespart. Trotzdem bleibt der Preisvergleich im Hinblick auf die gestiegenen Rohstoffkosten, Löhne usw. überraschend. —

Der Vierkreissuperhet ist ohne Vorgänger, und so ist lediglich festzustellen, daß, je höher man die Preisskala hinaufsteigt, desto

teurer werden im Vergleich zum Vorkriegsmodell die diesjährigen Empfänger. Das bedeutet nichts anderes, als daß in den höheren Preisklassen vielleicht noch einige Reserven stecken. Natürlich spielen auch die Röhrenpreise und die Kosten für die Gehäuse eine gewichtige Rolle. —

Die um die Jahreswende 1949/50 herausgekommenen neuen Empfänger lassen durchweg einen weiteren geringen Rutsch nach unten erkennen. Manche von ihnen sind einfacher ausgestattet als ihre Vorgänger und daher zwangsläufig billiger, andere wiederum wurden verbessert (z. B. einen Kreis zusätzlich oder ein besseres Gehäuse), blieben jedoch im Preis gleich. —

Jedenfalls kann der Händler heute mit gutem Gewissen einen Empfänger der Preisklassen 125,— bis etwa 320,— DM als „preiswert“ empfehlen. Preiswert ist dabei wörtlich zu nehmen, d. h. die Empfänger sind ihren Preis wert! Bei einigen Luxusempfängern ab DM 500,— möchten wir es nicht mit gutem Gewissen tun. —

\*

Es bliebe noch manches zu besprechen, aber der knappe Raum zwingt, zum Schluß zu kommen. Eins wollen wir nicht vergessen: im vergangenen Jahr mußte die Industrie verschiedene Angriffe des Handels einstecken, weil der Prozentsatz der Ausfälle an neuen Geräten außerordentlich hoch war. Die größeren und kleineren Reparaturen während der Garantiezeit von sechs Monaten bildeten eine fühlbare Belastung des Händlers und riefen mit Recht seinen Unwillen hervor. Man verteidigte sich seitens der Industrie mit dem Hinweis auf den „Übergangscharakter“ der Modelle und auf sonstige allgemeine Schwierigkeiten. In dieser Saison ist ganz ohne Zweifel vieles besser geworden, aber noch immer liegt die Prozentzahl der Ausfälle weit über der Vorkriegszeit. Man klagt über die vielen Röhrenreklamationen, bemängelt Transportschäden und betrachtet die neuen Lautsprecher mit dem hohen Wirkungsgrad nicht ohne Mißtrauen, nachdem auch hierbei die Ausfälle über das Maß gestiegen sind, das man aus der Zeit vor 1939 gewohnt war. Es ist ein heikles Kapitel, und es muß mit aller Vorsicht und aller Ehrlichkeit von beiden Seiten vorgegangen werden. Jedoch — der Begriff „Betriebssicherheit“ darf nicht an letzter Stelle stehen, wenn man vom Wiedererreichen des Weltmarktstandards spricht. K. T.

## Grundsätzliche Fragen zum Fernsehen in der Schweiz

Anläßlich einer Pressekonferenz in Zürich, veranstaltet von der schweizerischen Postverwaltung (PTT), entwickelte der Sachbearbeiter für Fernsehen bei der Generaldirektion der PTT, Dr. W. Gerber, die grundsätzliche Auffassung der amtlichen Stellen hinsichtlich der Einführung des Fernsehens in der Schweiz. Seine Ausführungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Ohne einen großzügigen internationalen Programmaustausch ist es unmöglich, die Lasten des Programmbetriebes zu tragen. Das Land ist zu klein, als daß es diese erforderlichen Summen allein aufbringen kann. Neben Filmaustausch sollen Programme aus den Nachbarländern über Mikrowellen-Richtstrahlverbindungen übernommen werden. Die Vorbereitungen für diese Verbindungen sind im Gang, die Höhenstationen des Landes werden bereits ausgebaut.

2. Nach gründlichem Studium aller gegenwärtig in der Welt benutzten Systeme hält die PTT die 625-Zeilen-Norm für die passendste. Man steht mit dieser Auffassung, nicht allein, sondern darf feststellen, daß diese Norm in Europa und neuerdings auch in Übersee immer mehr Anhänger findet. Unbeschadet der noch laufenden Verhandlungen des „Comité Consultatif International des Radiocommunications“ über Normungsfragen wird die Schweiz in nächster Zeit mit vorbereitenden Versuchen mit der 625-Zeilen-Norm beginnen, wobei eng mit den einschlägigen Firmen des Landes zusammen gearbeitet werden soll.

3. Es steht heute schon fest, daß der Betrieb der künftigen Fernsehanlagen in gleicher Weise wie beim Rundfunk unter die Zuständigkeit der PTT fallen wird. Ungeklärt dagegen ist die Frage des Programmbetriebes. Bei der großen kulturellen und politischen Bedeutung des Fernsehens ist es ausgeschlossen, daß sich eine rein private Gesellschaft damit befassen darf; man wird möglicherweise die „Schweizerische Rundspruchgesellschaft“ mit der Programmgestaltung beauftragen oder eine besondere Gesellschaft gründen. Rundfunk und Fernsehen sollen sich keine Konkurrenz machen, sondern sich ergänzen.

4. Zur Finanzierung des Fernsehens wurde ausgeführt, daß dies das am schwierigsten zu lösende Problem sei. Der Fernsehbetrieb ist teuer, beispielsweise kostet eine Stunde Fernsehen den Londoner Fernsehsender etwa 1000 Pfund Sterling (ca. DM 11 000,—). Man kann damit rechnen, daß in der Schweiz ein einziges Fernsehprogramm trotz kürzerer Dauer wenigstens ebensoviel kosten dürfte wie die drei Rundfunkprogramme zusammen genommen. (Die Sender der Schweizerischen Rundspruchgesellschaft strahlen täglich drei verschiedene Programme entsprechend den Landessprachen deutsch, französisch und italienisch aus.)

5. Fernsehen in der Schweiz wird daher nur unter folgenden Bedingungen möglich sein: ein einziges, nationales Programm nur für die am dichtesten besiedelten Zonen des Landes, Programmaustausch mit den Nachbarländern und Ankurbelung der Film-

Industrie zwecks Lieferung von Fernsehfilmen. Bereits jetzt beginnt die PTT die notwendigen Geldmittel für den Aufbau der Sender usw. anzusammeln.

6. Unter Berücksichtigung der internationalen Entwicklung und der langen Anlaufzeit wird es nicht vor Ablauf von drei bis vier Jahren möglich sein, den öffentlichen Fernsehbetrieb einzurichten.

7. Eine Rentabilitätsberechnung der PTT ergibt einen jährlichen Aufwand von 20 Millionen sfr für Programmbetrieb, Amortisation und Ausbau bei nur zwei Studios im ganzen Land. Man nimmt an, daß die jährliche Gebühr für die Teilnahme am Fernsehen sfr 100,— nicht übersteigen darf, so

daß 200 000 Teilnehmer für eine gesicherte Rentabilität notwendig sind (Rundfunkhörer: 1 Million). Diese Zahl kann natürlich nicht sofort erreicht werden, so daß nach Mitteln und Wegen gesucht werden muß, die Anlaufzeit mit ihren unausbleiblichen Verlusten zu überbrücken. Die Einführung der Fernsehreklame müsste sehr sorgfältig geprüft werden, da besonders die Presse in diesem Punkt außerordentlich empfindlich sei.

Eine anschließende Vorführung von Großprojektionsbildern sowie Fernsehbildern mit den Normen 405, 625 und 819 Zellen ließen interessante Vergleiche zu und bestätigten erneut, daß die Norm 625 allen Anforderungen genügt.

## Deutsche Spezialempfänger

Neben der Nachfrage nach Rundfunkempfängern besteht ein kleiner, aber wichtig zu nehmender Bedarf an Spezialempfängern für Sonderzwecke. Es handelt sich dabei vornehmlich um Empfangsgeräte für Pressedienste, die auf Kurzwellen und Wellen über 2000 m gesendet werden, um Schiffsempfänger und Spezialgeräte für Rundfunkgesellschaften zur drahtlosen Übernahme von Rundfunkprogrammen („Ball-Empfang“). Für die genannten Zwecke sind in Westdeutschland bzw. Berlin Sondergeräte konstruiert und in kleiner Stückzahl den interessierten Stellen zur Verfügung gestellt worden. In erster Linie sind die Telefunken-Geräte zu nennen, die nachstehend beschrieben werden, außerdem der Siemens-Schiffsempfänger. Loewe-Opta zeigte anlässlich der Exportmesse 1949 in Hannover einen sehr interessant aufgebauten Presseempfänger mit Quarzbandfilter, ohne jedoch bisher die Produktion aufgenommen zu haben. Leider fehlt noch immer ein billiger und doch leistungsfähiger Superhet für Amateurzwecke, nach dem ohne Zweifel eine große Nachfrage besteht, obgleich nicht zu erkennen ist, auf welche Weise ein derartiges Gerät sehr billig und sehr hochwertig zugleich gebaut werden kann.

### TELEFUNKEN-

#### Kurzwellenempfänger EP/K/1

Dieser Sonderempfänger dient zur Aufnahme von A 1, A 2 und A 3 im Kurzwellenbereich 16,6 ... 50 m bzw. auf Wunsch im Bereich 50 ... 100 m und außerdem Eichzwecken. Er ist in einem massiven Metallgehäuse untergebracht, wobei das als Baustein ausgebildete Empfängerteil herausgezogen werden kann, wenn Röhrenwechsel erforderlich ist. Auf gleiche Weise wie bei vielen früheren Wehr-

nachtsgeräten können vier Frequenzen unabhängig voneinander gerastet werden.

**Aufbau:** Die Röhrenbestückung besteht aus  $9 \times RV 12 P 2000$ , AZ 11 und Stabilovolt 100/25 z. Das Gerät kann an Wechselstrom 220 Volt angeschlossen werden. — Die Antennenspannung wird über ein 60-Ohm-Kabel dem Schwingungskreis der HF-Vorröhre zugeführt, verstärkt und gelangt in den 2. abgestimmten Kreis (vor der Mischröhre). Man arbeitet mit getrenntem Überlagerer und erzeugt eine Zwischenfrequenz von 1875 kHz, die in zwei Stufen verstärkt wird. Die Art der ZF-Gleichrichtung ist interessant: die Strecke Katode—Bremsgitter einer P 2000 dient als Signaldiode, während die Strecke Katode—Anode der gleichen Röhre die Schwundregelspannung erzeugt. Damit nicht genug: die Strecke Katode—Gitter 1—Schirmgitter der genannten Röhre übernimmt auch noch die NF-Vorverstärkung und speist zwei parallelgeschaltete P 2000 in der Endstufe. Diese geben 1 Watt Sprechleistung an den eingebauten kleinen Lautsprecher ab. Eine weitere P 2000 ist als 2. Oszillator geschaltet und erzeugt bei A 1-Empfang eine Hilfsfrequenz, die gegenüber der ZF um 900 Hz differiert und in den zweiten Kreis des dritten Bandfilters eingekoppelt wird, so daß niederfrequenzseitig schließlich ein Überlagerungston von 900 Hz entsteht.

Nachstehend noch einige technische Daten:  
Bandbreite: 6 ... 7 kHz  
Spiegelselektion bei allen Frequenzen: > 1 : 1000

Empfindlichkeit: bei A 1 (Verhältnis Signal : Rauschen wie 5 : 1) etwa  $2 \mu V$   
bei A 3 (Verhältnis Signal : Rauschen wie 3 : 1 bei 400 Hz, 50 % moduliert) etwa  $4 \mu V$   
Frequenzgenauigkeit der Eichung:  $\pm 1,5$  kHz.  
Die beiden Oszillatoren sind temperaturkompensiert.

### TELEFUNKEN-

#### Presse-Hell-Empfänger EPH/L/2

Für die Aufnahme von Hellschreiber-Sendungen (A 1/Hell) entwickelte Telefunken diesen Langwellen-Überlagerungsempfänger für Allstrombetrieb (Abb. 1). Es sind zwei Wellenbereiche vorgesehen: 40 ... 80 und 80 ... 160 kHz. Die Röhrenbestückung besteht aus  $2 \times UCH 11$ , UBF 11, UCL 11 und UY 11. Das Gerät hat die Aufgabe, in Zeitungsredaktionen und Nachrichtenabteilungen der Rundfunkgesellschaften einen nachgeschalteten Hellschreiber zu betätigen.

**Schaltung (Abb. 2):** Im Hochfrequenz-Eingangskreis wird die gewünschte Frequenz abgestimmt und in der ersten Überlagerungsröhre UCH 11 mit der Oszillatorfrequenz zur Zwischenfrequenz von 35 kHz gemischt. Nach Passieren eines sehr trennscharfen ZF-Bandfilters übernimmt eine UBF 11 die ZF-Verstärkung. Nach erneuter Siebung in einem zweikreisigen Bandfilter erfolgt in der 2. Mischröhre UCH 11 das Umsetzen der Zwischenfrequenz in eine Tonfrequenz von 2,6 kHz. Ein Resonanz-Übertrager führt diese dem C-System der UCL 11

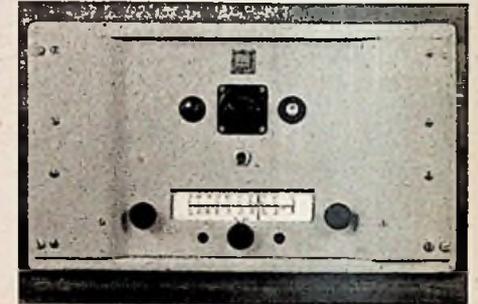


Abb. 1. Hellschreiber-Empfänger EPH/L/2. Oben: links Feinsicherung, Mitte Anodenstrominstrument, rechts Kontrollglimmlampe, darunter Netzschalter. Unten: Mitte geeichte Abstimmkala mit Umschalter darunter, links Schreibstromeinstellung, rechts Frequenzeinstellung, links vom Umschalterknopf: Schraubenziehereinstellung für Handregelungsverstärker, rechts vom Umschalterknopf: Mindestwertbegrenzer (Schraubenziehereinstellung)

zu. Dieses Röhrensystem ist nicht nur Verstärker, sondern arbeitet zugleich als Maximal- und Minimal-Begrenzer der Amplitude. Auf der Sekundärseite des nun folgenden Resonanz-Übertragers übernimmt ein Sirutor die Gleichrichtung, so daß das Endsystem der UCL 11 im Rhythmus der ankommenden Hell-Impulse getastet wird. Im Anodenkreis der UCL 11 liegt schließlich die Schreibspule

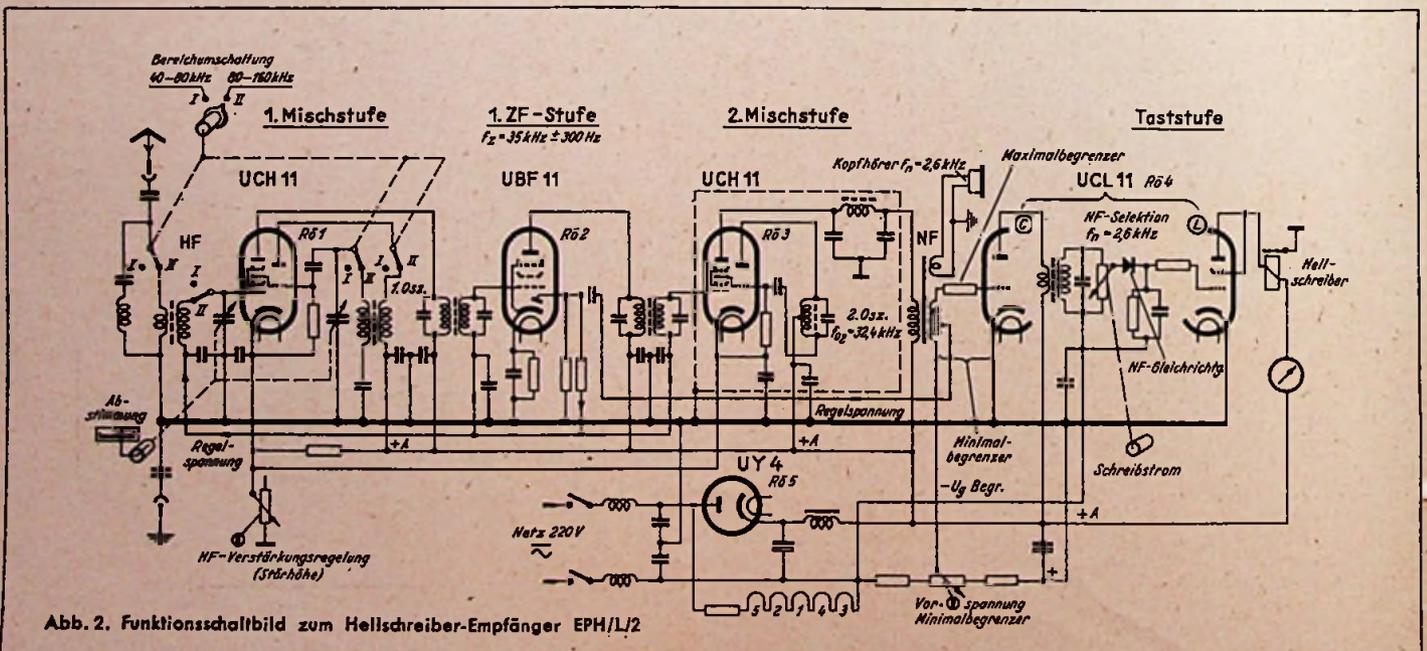


Abb. 2. Funktionsschaltbild zum Hellschreiber-Empfänger EPH/L/2

des Hellschreibers. — Vor der Begrenzerstufe erlaubt ein Kopfhörerausgang ein akustisches Überwachen der Hellsendungen, so daß Abstimmung auf den gewünschten Sender möglich ist.

**Schwundausgleich:** Durch die selbsttätige Regelung der Gittervorspannung von drei Röhren bleibt die Tonfrequenzamplitude vor dem Begrenzer weitgehend konstant, so daß die maximale und minimale Begrenzung der Amplitude einwandfrei durchgehalten wird. Die Regelfähigkeit — von Hand bzw. automatisch — ist  $1 : 10^4$ . Besondere Aufmerksamkeit wurde der Zeitkonstante der Regelung gewidmet. Zu Beginn jeder Sendung ist der normale Regelzustand nach wenigen Impulsen erreicht. Andererseits erfolgt zwischen zwei Störimpulsen bzw. in kurzen Pausen keine Hochregelung des Störpegels. Ebensovwenig wird die Schwundregelung von kurzzeitigen starken Störimpulsen beeinflusst.

Folgende Werte dürften noch interessieren: Schwankung der Eingangsspannung

10  $\mu$ V ... 100 mV ergibt Anodenstromschwankungen von  $\pm 15\%$

100  $\mu$ V ... 100 mV ergibt Anodenstromschwankungen von  $\pm 10\%$ .

**Selektion:** Die Bandbreite beträgt  $\pm 300$  Hz. Bei einer Verstimmung von  $\pm 5\%$  ist die Dämpfung größer als 7 Neper.

**Störfreiheit:** Wie erwähnt, sind Störungen ohne Einfluß auf die Schwundregelung. Daneben dämpft die Selektion der Zwischen- und Tonfrequenzkreise die Störungen infolge der Bandeinengung dieser Filterkreise und bedingt außerdem ein Abflachen spitzer Störimpulse, die über dem Nutzimpuls liegen. Besonders stark einfallende Störspitzen, die von den Filterkreisen noch nicht genügend abgeflacht werden, unterliegen der Wirkung der Maximalbegrenzung der Amplitude. Die Minimalbegrenzung beseitigt den dauernd vorhandenen Störpegel vollkommen, solange die Nutzamplitude um einen kleinen Betrag über dem Störniveau liegt, und scheidet außerdem jene Störungen aus, die von den Selektionskreisen bereits geschwächt sind. Die Anpassung der Minimalamplitude an die örtlichen Störverhältnisse erfolgt durch Schraubenzieher-Einstellung eines Potentiometers (siehe Funktionsschaltbild).

**HF-Empfindlichkeit:** Bei einer Eingangsspannung von  $\geq 10 \mu$ V und einer Schreibgeschwindigkeit von 5 Buchstaben in der Sekunde (beim 7-Linien-Schreiber) ergibt sich bei richtigen Betriebsspannungen

Anodenstrom während des Zeichens = 20 mA  
desgl. während der Pause (bedingt durch das Rauschen) ..... < 5 mA

Die Einstellung des Anodenstromes wird unter Beobachtung des eingebauten Instrumentes vorgenommen, auf dessen Skala der Wert „20 mA“ mit einem roten Strich versehen ist.

**Stromversorgung:** 220 Volt Gleich- oder Wechselstrom, Verbrauch 40 Watt.

## TELEFUNKEN-

### Presse-Hell-Empfänger E 11/1/48

Dieses Modell, ebenfalls für Zeitungsredaktionen usw. bestimmt, ist eine etwas einfachere Konstruktion als das vorstehend beschriebene Gerät EPH/L/2. Es handelt sich hier um einen Vierkreis-Geradeaus-Empfänger, bestimmt zur Aufnahme einer festen Pressefrequenz, die zwischen 40 und 150 kHz wählbar ist, und zum Betrieb eines nachgeschalteten Hellschreibers. Der frequenzbestimmende Kondensatorsatz ist auswechselbar. Auch bei diesem Gerät muß der Anodenstrom der Endstufe auf 20 mA eingeregelt werden.

**Röhrenbestückung:** 2x UBF 11, 1x UCL 11, 1x UY 11

**Empfindlichkeit:** ca. 20  $\mu$ V bei Vollaussteuerung (= 20 mA Anodenstrom für Hellschreiberbetrieb)

**Selektion:** ca.  $1 : 1000$  bei  $\pm 5\%$  Verstimmung

**Bandbreite:** ca.  $\pm 250$  ... 400 Hz

**Regelbereich:**  $1 : 50000$

**Stromversorgung:** Wechselstrom 110/150/220 Volt/50 Hz; Gleichstrom 220 Volt

**Leistungsaufnahme:** 40 Watt.

Die Bedienung ist sehr einfach, da der mit dem Netzschalter gekuppelte Empfindlichkeitsregler nur einmal eingestellt zu werden

## TELEFUNKEN-

### Rundfunk-Ball-Empfänger

#### Typ „Ball E 1“

Für die drahtlose Übernahme von Rundfunkprogrammen zur Wiederausendung, wie es beispielsweise in der Britischen Zone zur Versorgung von BFN mit Programmen aus London üblich ist und auch sonst im Gebiet des NWDR öfters angewendet wird, hat Telefunken einen hochwertigen Spezialempfänger (Abbildung 3) entwickelt, bei dem alle Erkenntnisse berücksichtigt worden sind, die man beim Bau von Geräten für den Empfang rundfunkmodulierter Sendungen gesammelt hat. Zugleich erfolgte der Aufbau ohne Rücksicht auf Aufwand — und Preis!

Es handelt sich um einen 12-Röhren-10-Kreis-Überlagerungsempfänger mit HF-Vorstufe, Mischröhre mit zusätzlicher Scharfabstimmung auf Kurzwellen, zwei ZF-Stufen, Diskriminator für die Schubspannung der Scharfabstimmungsröhre, Diodengleichrichter, NF-Vorröhren und zwei getrennten Ausgängen. Die Wellenbereiche sind:

|                     |      |     |      |     |
|---------------------|------|-----|------|-----|
| Langwelle .....     | 150  | ... | 400  | kHz |
| Mittelwelle .....   | 510  | ... | 1610 | kHz |
| Kurzwellen II ..... | 6    | ... | 13   | MHz |
| Kurzwellen I .....  | 12,5 | ... | 25   | MHz |

Das Gerät ist für Anschluß an das Wechselstromnetz (220 Volt/50 Hz) entworfen, die Stromaufnahme beträgt ca. 0,5 Amp. Daneben ist ein Notbetrieb mittels Batterien möglich. Zu diesem Zweck werden dem Gerät über besondere Buchsen folgende Spannungen zugeführt:

Anodenspannung ca. 220 Volt, 170 mA  
Heizspannung 6,3 Volt, ca. 4 Amp.

Ehe auf die Schaltung näher eingegangen wird, seien die wichtigsten technischen Daten genannt. Sie lassen mit aller Deutlichkeit erkennen, welche hohen Ansprüche an die Qualität des Empfanges gestellt werden.

**Empfindlichkeit:** 2 ... 5  $\mu$ V auf allen Bändern

**Durchlaßbreite:** HF-Kreise  $\pm 10$  kHz

ZF-Kreise regelbar zwischen  $\pm 1,8$  und  $\pm 7$  kHz

NF 30 ... 10 000 kHz

**Klirrfaktor:** 4 % bei 80prozentiger Modulation

**Brumm- und Störspannungen:** < 0,1 % der maximalen Nutzspannung

**9-kHz-Sperre:** regelbar zwischen 6 und 11 kHz, abschaltbar

**Fadingregelung:** geregelt werden HF- und 1. ZF-Stufe, umschaltbar von automatischer auf Handregelung

**NF-Leistung:** a) Kabelausgang maximal 4 Volt an 600 Ohm, b) Kontroll-Lautsprecher maximal 5 Watt, getrennt regelbar

**Schaltung:** Die Kopplung Antennen-Eingangskreis ist hochinduktiv, auf Mittelwellen zusätzlich kombiniert mit einer schwachen kapazitiven Kopplung über 10 pF. Die Eingangsschaltung ist auf Lang- und Mittelwellen als regelbares Eingangsbandfilter ausgebildet. Mit Hilfe des Antennen-trimmers, Trolituldrehkondensator mit max. 310 pF, ist unter Beobachtung des Ausgangsinstrumentes auf beste Anpassung ab-

braucht und die Bedienung einer Abstimmung entfällt. Zur Betriebskontrolle dient eine Glühlampe, die im Rhythmus der Signale aufleuchtet. Mit Hilfe einer besonderen Schaltung ist eine Kontrolle des Hellschreibers möglich. Man drückt eine Taste am Empfänger, wodurch ein Teil der Netzspannung auf den Eingang des Schreibers gelegt wird, so daß bei ordnungsgemäßem Zustand auf dem Papierstreifen ein bestimmtes Muster im Takt der Netzperioden erscheint.

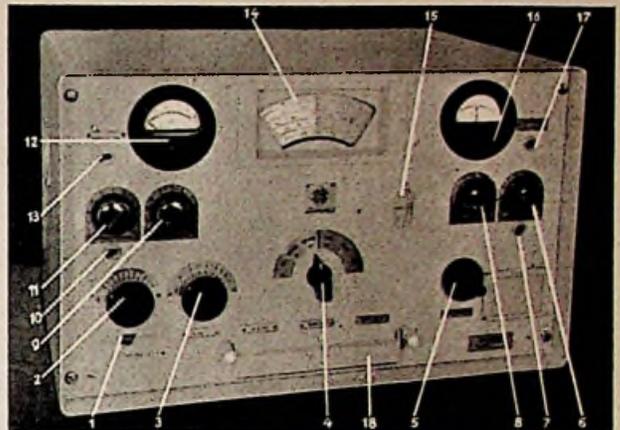


Abb. 3. Ball-Empfänger E 1 von Telefunken; 1 Netzschalter, 2 Antennentrimmer, 3 Bandbreitenregelung 1,8 ... 7 kHz, 4 Wellenschalter, 5 Abstimmkurbel, 6 regelbare 9-kHz-Sperre, 7 Abschalter für 9-kHz-Sperre, 8 Lautstärkeregl. für Kontrolllautsprecher, 9 Regelung der Kabelausgangsspannung, 10 Umschalter für Schwundregelung „Hand/automatisch“, 11 Handregelung für Gittervorspannung, 12 Instrument zur Anzeige der HF-Eingangsspannung bzw. Kabelausgangsspannung, 13 Umschalter für Instrument I<sub>1</sub> (Position 12), 14 Abstimmkala (in Frequenz geeicht), 15 Feinstellkala mit Gradeinteilung, 16 Instrument mit Scharfabstimmung, 17 Schalter für die automatische Scharfabstimmung, 18 Abdeckplatte, darunter Anschlüsse für Kabel, Kopfhörer und Kontrolllautsprecher

zustimmen. Der Eingang auf den beiden KW-Bereichen (wahlweise normale Antenne oder Rhombusantenne) ist induktiv auf einen einfachen Vorkreis. Als HF-Vorröhre dient eine rauscharme Pentode EF 13.

Die Hochfrequenz passiert anschließend den 2. HF-Kreis und gelangt zur Misch- und Oszillatorröhre ECH 11. Im Oszillatorteil liegt parallel zum Anodenkreis die Schubröhre EF 12 für die selbsttätige Scharfabstimmung. Sie ist als „Induktivität“ geschaltet und hält die Oszillatorfrequenz stets auf dem richtigen Wert, so daß bei Erwärmung des Gerätes kein „Weglaufen“ des eingestellten Senders zu befürchten ist. Man kann — unter Verzicht auf höchste Ansprüche — einen ähnlichen Effekt durch Verwendung von temperaturkompensierten Kondensatorkombinationen im Oszillatorkreis erreichen. Für die geforderte Konstanz des Empfanges ist jedoch die gewählte Schaltung trotz ihres hohen Aufwandes zu empfehlen. Die Schubspannung für die EF 12 liefert eine als Diskriminator geschaltete EB 11, die in bekannter Weise dem 3. ZF-Bandfilter eine HF-Spannung entnimmt. Im Gleichspannungskreis dieser EB 11 liegt außerdem ein Instrument zur Anzeige der Scharfabstimmung auf die jeweils eingestellte Trägerfrequenz. Ein Schalter schaltet die beschriebene Scharfeinstellung bei Nichtbedarf ab. Übrigens ist diese Einrichtung nur auf Kurzwellen wirksam; in Stellung „Mittel“ und „Lang“ des Wellenschalters ist sie außer Betrieb, da sie auf diesen Wellenbereichen überflüssig ist. Hier kann man den Träger von Hand auf Maximum unter Beobachtung des Instrumentes leicht einstellen, außerdem ist ein Weglaufen der Frequenz bei Erwärmung nicht zu befürchten. Der zweistufige ZF-Ver-

stärker, bestückt mit EBF 11 und EF 12 zeigt keine Besonderheiten. Alle drei ZF-Filter sind regelbar, wobei zugleich die Bandbreite des Eingangsbandfilters (auf Mittel- und Langwellen) und zwei NF-Korrektionspotentiometer mit bedient werden. Die ZF-Gleichrichtung übernimmt eine Diodenstrecke der EB 11. Die Niederfrequenz gelangt über Siebglieder und den Lautstärkerregler auf das Gitter der Vorröhre EF 12. Vorher wird ein Teil der NF-Spannung über einen Schalter dem HF-Anzeigeelement zugeführt und auf diese Weise indirekt die Eingangsspannung gemessen.

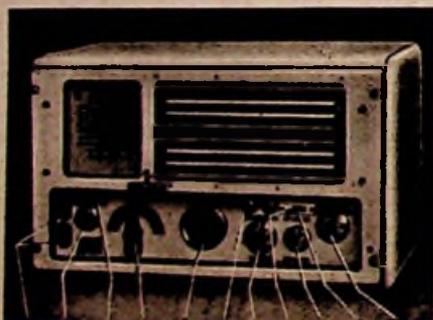
Zwischen 1. und 2. NF-Vorröhre liegt die regelbare 9-kHz-Sperre. Als 2. NF-Vorröhre dient eine EF 14, die über einen Übertrager den 600-Ohm-Kabeingang speist. Ein Teil der NF-Spannung — gewonnen aus einem Spannungsteiler — wird einer Diode der EBF 11 zugeführt, hier gleichgerichtet und der so gewonnene Strom über Sieb- und Vorwiderstände dem HF-Anzeigeelement zugeleitet, so daß derart die Kabelausgangsspannung überwacht werden kann.

Außerdem gelangt ein Teil der NF-Spannung hinter der EF 14 an das Gitter der 3. NF-Vorröhre EF 12 und von dort verstärkt an das Gitter der EL 12, in deren Anodenkreis ein Übertrager für den Kontroll-Lautsprecher liegt. Ein Potentiometer vor dem Gitter der 3. NF-Röhre dient zur Einstellung des Verstärkungsgrades und damit zur Lautstärke-regelung für den Lautsprecher.

Auf der Primärseite des Netztransformators verhindert eine doppelte Siebkette das Eindringen von HF-Störungen. In gleicher Weise sind die Eingänge für die Notstromversorgung verdrosselt. Sekundärseitig sorgen 4 MP-Kondensatoren von je 16  $\mu$ F und eine schwere Eisendrossel für Glättung der Anodenspannung; die Siebung der Schirmgitterspannung erfolgt zusätzlich mit einer Drossel und einem 32- $\mu$ F-Kondensator.

Die Schwundregelspannung, geliefert von der 2. Diode der EB 11, ist an eine besondere Buchse geführt; man kann sie hier abnehmen, so daß zwei Ball-Empfänger beim Mehrfachempfang („Diversity-Empfang“) entsprechend zusammengeschaltet werden können.

### Siemens Allwellen-Telegrafie- und Telefonie-Empfänger Funk empf 66a



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Abb. 4. Siemens-Telegrafie- und -Telefonie-Allwellenempfänger; 1 zwei Buchsenpaare für Kopfhöreranschluß, 2 Lautstärkerregler, 3 Ein/Ausschalter für Lautsprecher, 4 Wellenschalter, 5 Abstimmkurbel, 6 Netzsicherung, 7 Bandbreitenregler, 8 Signallampe, 9 Tonhöhenkondensator, 10 Netzschalter, 11 Betriebsartenschalter ( $A_1, A_2, A_3$ ); links neben der großen Skala der eingebaute Lautsprecher

Der Siemens Funk empf 66a ist als Spezialempfänger für die Seeschiffahrt entwickelt worden und somit auch am 110-Volt-Gleichstrom-Bordnetz sehr leistungsfähig. Daneben kann er auch an 220-Volt-Gleich- und Wechselstrom- und am 110-Volt-Wechselstrom-Netz verwendet werden.

Der Empfänger (Abb. 4) umfaßt HF-Vorstufe, Mischröhre, 2 ZF-Stufen, NF- und Endstufe sowie 2. Oszillator und Netzgleichrichter. Die Röhrenbestückung besteht aus 4  $\times$  UBF 11, UCH 11, UCL 11 und UY 11. Seine Empfindlichkeit beträgt im ungünstigen Fall, d. h. am 110-Volt-Gleichstromnetz 5 ... 20  $\mu$ V; sie erreicht am 220-Volt-Netz 5 ... 15  $\mu$ V. Dagegen sind die Unterschiede in der Endleistung größer:

bei 110-Volt-Gleichstrom ca. 0,6 Watt  
bei 220-Volt-Netz ca. 3,0 Watt

Der eingebaute Lautsprecher ist abschaltbar; daneben sind zwei Buchsenpaare für Kopfhöreranschluß vorgesehen. Alle Frequenzen zwischen 120 kHz und 27 MHz = 2500 m bis herab zu 11,1 m werden lückenlos erfaßt. Zu diesem Zweck war es erforderlich, zwei Zwischenfrequenzen vorzusehen (1066 und 1185 kHz), die sich beim Bereichwechsel selbsttätig mit umschalten. Die Bandunterteilung ist wie folgt vorgenommen worden:

|   |            |              |           |        |
|---|------------|--------------|-----------|--------|
| 1 | 120 ...    | 375 kHz =    | 2 500 ... | 800 m  |
| 2 | 360 ...    | 1 150 kHz =  | 835 ...   | 254 m  |
| 3 | 1 120 ...  | 3 480 kHz =  | 260 ...   | 86 m   |
| 4 | 3 300 ...  | 7 240 kHz =  | 91 ...    | 41,5 m |
| 5 | 6 800 ...  | 12 400 kHz = | 44 ...    | 24,2 m |
| 6 | 11 800 ... | 19 400 kHz = | 25,4 ...  | 15,4 m |
| 7 | 18 700 ... | 27 000 kHz = | 16 ...    | 11,1 m |

Ein zweiter Oszillator erlaubt die Aufnahme von ungedämpfter Telegrafie (A 1), wobei die Tonhöhe mittels Drehkondensator veränderbar ist.

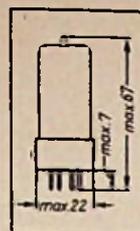
Der Dreifachdrehkondensator wird mit einem Feintrieb im Verhältnis 1 : 64 bedient, so daß eine weiche und leichte Sondereinstellung selbst auf den Bereichen 6 und 7 möglich ist. Durch Veränderung der ZF-Bandfilter kann die Bandbreite in drei Stellungen geändert werden: „schmal“ =  $\pm 125$  Hz (für gestörten Telegrafie-Empfang), „mittel“ =  $\pm 2,8$  kHz und „Seenot“ =  $\pm 12,5$  kHz. In dieser letztgenannten Stellung des Bandbreitenschalters ist der Empfänger zugleich fest auf die internationale Seenotwelle von 500 kHz = 600 m eingestellt, ganz unabhängig vom eingestellten Bereich auf der Hauptskala.

Die Linearskala, die den größten Teil der Frontplatte des massiven Gußeisengehäuses bedeckt, ist in sieben Wellenbereiche unterteilt und neben einer Eichung in m und kHz mit aufgerauhten Längsstreifen versehen, auf denen Markierungen vorgenommen werden können.

Karl Tetzner

## Doppeltriode ECC 40

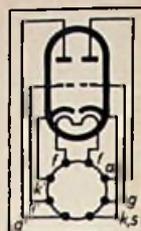
Wie einer Mittellung der Philips-Valvo-Werke zu entnehmen ist, wird in absehbarer Zeit auch in Deutschland eine brauchbare Doppeltriode zur Verfügung stehen und eine schmerzlich empfundene Lücke schließen. Bisher gab es auf dem innerdeutschen Markt lediglich die Doppel-Endtriode EDD 11, eine Endstufenröhre für B-Schaltung, d. h. für den Betrieb mit Gitterstrom. Gefordert wurde jedoch immer eine Doppeltriode etwa vom Typ 6 SN 7, eine Röhre also, die im Bereich negativer Gittervorspannung arbeitet. Ihr Anwendungsgebiet ist kaum zu überblicken: Multivibrator, Mischröhre für hohe Frequenzen, Phasenumkehrer im Gegentaktverstärker, RC-Summer, Röhrenvoltmeter, simpler zweistufiger Verstärker, Überblender für Mikrofon-Mischpulte (mit parallelen Anoden) u. s. f. Man kann eine solche Röhre u. a. in Mischschaltungen derart verwenden, daß Triode 1 als rückgekoppelter Oszillator und Triode 2 als Frequenzvervielfacher arbeitet. Außerdem können Kipperschwingungen aller Art erzeugt werden.



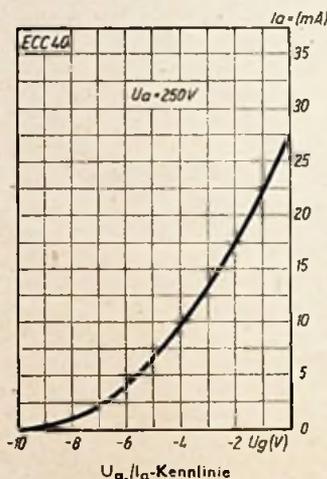
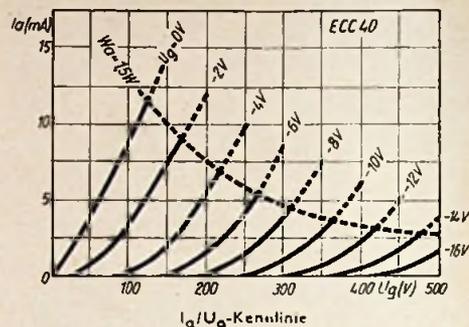
Röhrenabmessungen

ECC 40

Heizung indirekt  
 $U_f = 6,3$  Volt  
für Serienheizung  
 $I_f = 0,6$  A



Sockelschaltung Anschlüsse von unten gesehen



### Grenzdaten (je System)

|   |   |
|---|---|
| Anodenkaltspannung                      | $U_{a0} = \text{max. } 550$ Volt                          |
| Anodenspannung                          | $U_a = \text{max. } 300$ Volt                             |
| Anodenverlustleistung                   | $Q_a = \text{max. } 1,5$ Watt                             |
| Katodenstrom                            | $I_k = \text{max. } 10$ mA                                |
| Gitterstrom-einsatzpunkt                | $U_g (I_g = + 0,3 \mu\text{A}) = \text{max. } - 1,3$ Volt |
| Widerstand im Gitterkreis               | $R_g = \text{max. } 1$ Megohm                             |
| Widerstand zwischen Heizfaden u. Katode | $R_{fk} = \text{max. } 0,15$ ..                           |
| Spannung zwischen Heizfaden u. Katode   | $U_{fk} = \text{max. } 175$ Volt                          |

### Betriebsdaten als Endröhre (1 System als A-Verstärker)

|                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| Anodenspannung               | $U_a = 250$ V                   |
| Katodenwiderstand            | $R_k = 870$ Ohm                 |
| Anodenstrom                  | $I_a = 6$ mA                    |
| Stellheit                    | $S = 2,7$ mA/V                  |
| Verstärkungsfaktor           | $\mu = 30$                      |
| Innenwiderstand              | $R_i = 11$ kOhm                 |
| Außenwiderstand              | $R_a = 15$ kOhm                 |
| Gitterwechselspannungsbedarf | $U_{g \text{ eff}} = 3,75$ Veff |
| Ausgangsleistung             | $N = 280$ mW                    |
| Killrfaktor                  | $K = 8,5$ %                     |

Die genannte Doppeltriode ECC 40 in Rilmlocktechnik enthält zwei völlig getrennte Triodensysteme, deren elektrischer und mechanischer Aufbau mit einer kleinen, weiter unten zu besprechenden Ausnahme identisch ist. Jedes System besitzt eine Stellheit von 2,7 mA/V, einen Durchgriff von 2,9 bis 3,3 % und eine maximale Anodenbelastung von 2 Watt. Obgleich die ECC 40

keine ausgesprochene Endröhre darstellt, kann je System etwa 280 mW Sprechleistung erzeugt werden, die für viele Zwecke ausreichen dürfte. In Gegentaktschaltung beider Systeme liegt der Klirrfaktor unter 1%. Die Röhre eignet sich vorzugsweise für Spannungsverstärkung. Je System kann ein Verstärkungsfaktor von 28...30 erzielt werden, d. h. in Kaskadenschaltung beider Systeme erreicht dieser Faktor 780...900 (!). Eine der Katoden ist mit einer inneren Abschirmung verbunden, so daß beide Systeme der ECC 40 in bezug auf Brummniveau nicht übereinstimmen. In kritischen Fällen ist die günstigste Schaltung durch Versuch festzustellen bzw. eine Katode zu erden. Eingangssignale bis hinunter zu 10 mV können verstärkt werden. Als Phasenumkehreröhre in

Gegentaktschaltung ist es möglich, symmetrische Spannungen bis zu 30 Volt zu erhalten (Klirrfaktor < 0,5%). Diese Spannung reicht aus, beispielsweise eine mit 2x EL 60 bestückte Endstufe von 100 Watt Sprechleistung auszusteuern. Es wurde bereits die Anwendung der ECC 40 als Kipperschwingungs-Erzeuger erwähnt. Mit einer einzigen Röhre dieses Typs ist es möglich, eine Kippspannung von 50 Volt mit linearem Anstieg und unabhängiger Amplituden- und Frequenzeinstellung zu erhalten. Für Katodenverstärker und beim Aufbau der „Flip-Flop“-Schaltung (Zwei-Röhren-Kipperschaltung mit zwei stabilen Zuständen, umschaltbar durch äußeren Impuls) ist es günstig, daß die Spannung zwischen Heizfaden und Schicht 175 Volt betragen darf. K. T.

staat, Ägypten, Algerien, Marokko und Tunis) anlässlich der Generalversammlung der O. I. R. ihren Austritt per 31. 12. 1949 erklärt, so daß in der O. I. R. nur noch die Sowjetunion mit acht Stimmen (Groß- und Weißrußland, Ukraine, Karelien, Moldau, Litauen, Estland und Lettland), Polen, Rumänien, Bulgarien, die Tschechoslowakei und Jugoslawien verbleiben. Als Grund für das Verlassen der O. I. R. wird von den elf Nationen offiziell die Unmöglichkeit angegeben, sich über die Konstituierung jenes Ausschusses zu einigen, der entsprechend Artikel 2, § 4 des Kopenhagener Abkommens die neue Wellenverteilung zu überwachen hat. Die Ernennung des Ausschusses hängt jedoch von der Einigung von 28 Ländern ab.

Die immer noch bestehende U. I. R. in Genf unter der Leitung von Georges Conus von der Schweizerischen Rundfunkgesellschaft will nun auf einer Konferenz im Februar 1950 versuchen, die obengenannten elf Länder der U. I. R. zuzuführen. Zugleich soll trotz aller Schwierigkeiten versucht werden, den erwähnten und für die Durchführung des Kopenhagener Planes unerläßlichen Ausschuss doch noch auf die Beine zu stellen. Zu diesem Zweck soll eine aus Mitgliedern beider Verbände zusammengesetzte vorbereitende Kommission in Brüssel zusammentreten. In Kreisen der U. I. R. ist man nicht ohne Hoffnung, auf diese Weise die europäische Wellenverteilung doch noch durchzuführen, denn man erwartet, daß den osteuropäischen Staaten an der Neuverteilung der Wellen sehr gelegen ist, da sie große Vorteile davon haben werden und ihre Position im europäischen Äther außerordentlich verbessert wird.

Neben den beiden genannten Organisationen erhebt neuerdings die UNESCO als Glied der UNO durch ihre Sektion „Radio“ gewisse Ansprüche auf Einschaltung in die internationale Rundfunkarbeit in Europa. Sie hat damit allerlei Protest hervorgerufen.

Eine völlig andere Zusammensetzung und Aufgabe hat dagegen die „Union Internationale des Télécommunications“ (I. T. U.) mit Sitz in Genf, Völkerbundpalast. Diese Organisation ist eine überstaatliche, bevollmächtigte Körperschaft, zusammengesetzt aus Regierungsvertretern der meisten souveränen Staaten der Erde und einigen nicht stimmberechtigten beigeordneten Mitgliedern (nicht-souveräne Gebiete bzw. Staaten). Die Aufgaben der I. T. U. sind Ausbau und Pflege der internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Nachrichtenübermittlung. Folgende ständige Organe sind tätig:

- Verwaltungsrat
- Generalsekretariat
- internationale Wellenregistrierstelle (IFRB)
- internationaler beratender Ausschuss für Telegraphie (CCIT)
- internationaler beratender Ausschuss für Fernsprechen (CCIF)
- \* internationaler beratender Ausschuss für Radio (CCIR).

Bekannt wurde die I. T. U. auch in Deutschland durch die Vollversammlung in Atlantic City (1947), auf der das Internationale Fernverbindungs - Übereinkommen geschlossen wurde, in dessen Zusatzprotokoll Nr. 2 bestimmt ist, daß Deutschland und Japan der Internationalen Rundfunkkonvention unter bestimmten Bedingungen beitreten können. In Atlantic City wurde u. a. empfohlen, eine europäische Rundfunkkonferenz abzuhalten und Dänemark um Einberufung der Konferenz zu ersuchen. Zugleich erhielt ein Achter-Ausschuss den Auftrag, am 15. 1. 1948 in Brüssel zwecks Ausarbeitung einer europäischen Rundfunkwellen - Verteilung zusammenzutreten. Wie bekannt, scheiterte das letztgenannte Vorhaben, so daß der Kopenhagener Konferenz der 33 europäischen Rundfunkländer schließlich zwei Pläne unterbreitet wurden, aus denen in wochenlangen Verhandlungen das Kopenhagener Abkommen entstand.

Wir verweisen in diesem Zusammenhang auf die Auskunft, die uns der Generalsekretär der I. T. U. auf unsere Anfrage hinsichtlich des Kopenhagener Planes gab (FUNK-TECHNIK Bd. 4 [1949], Heft 24, Seite 728).

## KURZNACHRICHTEN

### Vorträge des Elektrotechnischen Vereins Berlin E. V.

Im Hörsaal EB 301 der Technischen Universität, Bln.-Charlottenburg, werden vom Elektrotechnischen Verein Berlin E. V. nachstehende Vorträge veranstaltet: Beginn jeweils 18.15 Uhr.

26. 1. 50 Direktor Franz Ferrari: Universelles Verfahren zur Aufnahme und Analyse von beliebigen Vorgängen und Zuständen in Natur und Technik (Technische Stenogramme und ihre maschinelle Auswertung).

9. 2. 50 Direktor Willy Ellrich: Der deutsche Kraftwerkbau im Vergleich zu dem des Auslandes unter Berücksichtigung des Kraftwerkes West.

23. 2. 50 Dr. Horst Rothe: Möglichkeiten und Grenzen der Verstärkung hoher Frequenzen.

16. 3. 50 Dr.-Ing. W. von Mangoldt: Gedanken über wichtige Probleme der Höchstspannungsübertragung.

### Filmvorführerlehrgang

Am 1. Februar beginnt in der Landesbildstelle, Berlin NW 87, Levetzowstr. 1—2, ein Filmvorführerlehrgang, der Ende März mit der polizeilichen Prüfung beendet wird.

### 30 Jahre Dynamotherm GmbH.

Die Firma Dynamotherm GmbH., Aschaffenburg/Main, eine der bekanntesten Radio- und Elektrogroßhandlungen Süddeutschlands, kann auf ein 30jähriges Bestehen zurückblicken.

### Telefunken IA 50

Der Preis des Telefunken-Autosupers ist nunmehr auf DM 545.— festgesetzt worden. Außerdem verwendet man an Stelle der vorgesehenen Gleichrichterröhre einen Trockengleichrichter (s. FUNK-TECHNIK, Bd. 4 [1949], II, 22, S. 662).

### 5 Telefunken-Kurzwellsender für den Überseeverkehr

Die Hauptverwaltung der Deutschen Post in Frankfurt/Main erteilte Telefunken den Auftrag zur Lieferung einer Anzahl 20-kW-Kurzwellen-Telegrafie-Sender. Die Stationen werden im Laufe des kommenden Jahres an verschiedenen Orten der Westzonen errichtet und sind für den Überseeverkehr vorgesehen.

### Deutsche Rundfunkempfänger im Ausland

Schweiz: Das bekannte Importhaus Blattner & Feigenwinter AG., Basel, Pfaffenstr. 27, hat die Vertretung der Blaupunkt-Werke G. m. b. H. übernommen. Generalvertreter von Schaub-Apparatebau G. m. b. H. in der Schweiz ist John Lay, Luzern. SABA hat sich von seinem langjährigen Generalvertreter Hug & Co., Basel, getrennt und die Vertretung seiner Interessen Hans Werder, Lenzburg, übertragen.

Türkei: Deutsche Radioempfänger beginnen wieder in der Türkei Fuß zu fassen. Bekanntlich konnten die Grundig Radio-Werke im vergangenen Jahr größere Aufträge buchen und beteiligten sich an der Internationalen Messe von Izmir. Wie „Exportdienst“ zu berichten weiß, hat eine weitere bekannte deutsche Radiogerätefabrik

an einer der belebtesten Straßenkreuzungen von Ankara ein repräsentables Ladengeschäft mit weithin sichtbarer Firmenmarke eröffnet.

### Musik im D-Zug

Auf Veranlassung der Eisenbahndirektion Stuttgart laufen seit einiger Zeit am Schluß des D-Zug-Paares Stuttgart—Hamburg zwei „Rfu-Wagen“. Diese Spezialwagen besitzen neben einem besonderen Kinderabteil mit einer ausgebildeten Kindergärtnerin in jedem Abteil einen Lautsprecher. Von einem Sonderabteil aus geben zwei Hilfskräfte Schallplattenmusik, ausgewählte Rundfunksendungen (darunter den Nachrichtendienst) und Erklärungen zur durchfahrenen Landschaft in alle Abteile. Außerdem werden die Stationen angesagt und Erläuterungen über den zu erwartenden Aufenthalt und die Zuganschlüsse durchgesagt.

Die Benutzung der Rfu (Reisefunk)-Wagen ist gegen ein Aufgeld von DM 0,50 jedem Reisenden des Zuges gestattet. Sollten die Versuche mit der neuen Einrichtung zufriedenstellend ausfallen, so ist mit dem Einsatz weiterer Unterhaltungswagen zu rechnen, deren technische Einrichtung Siemens & Halske lieferte. Übrigens hat man beim Einbau der Lautsprecher den — Ausschalter nicht vergessen, über dessen Betätigung sich jedoch alle Reisenden eines Abteils einig sein müssen.

Der „Samba-Express“ — ein Ausflugszug mit Tanzwagen, der an Wochenenden Fahrten ab Hannover unternimmt — ist neuerdings mit einer Magnetofon-Anlage ausgerüstet worden, so daß ein vorher zusammengestelltes Kabarett- und Musikprogramm während der Fahrt auch über die Lautsprecher in allen Abteilen des Zuges hörbar gemacht werden kann.

### U. I. R., O. I. R., I. T. U. und andere..

Der rundfunkinteressierte Zeitgenosse ist im Verlauf des Streites um den Kopenhagener Wellenplan ein wenig in Verwirrung geraten. Unbekannte Abkürzungen überfielen ihn, und niemand wußte, was sich dahinter verbarg. Versuchen wir eine Entwirrung.

Die halb- oder ganzstaatlichen bzw. privaten Sendegesellschaften des europäischen Sendebereiches, zu dem neben Europa und dem europäischen Rußland noch die Randgebiete des Mittelmeeres (mit Ägypten, Libanon, Türkei usw.) gehören, hatten sich bereits in den frühen 30er Jahren zur „Union Internationale de Radiodiffusion“ (U. I. R.) zusammengeschlossen und u. a. die Wellenmeßstelle in Brüssel geschaffen, die als „Ätherpolizei“ höchst segensreich wirkte und die europäischen Rundfunksender hinsichtlich Frequenzstabilität usw. überwachte. — Nach dem Kriege kam es zur Spaltung, und es wurde ein Konkurrenzunternehmen namens „Organisation Internationale de Radiodiffusion“ (O. I. R.) gegründet, dem auch die Sowjetunion und andere osteuropäische Staaten beitraten. Bemerkenswert sei, daß beispielsweise Großbritannien keiner der beiden Vereinigungen angehört.

Wie die Tagespresse kürzlich meldete, haben elf Länder (Belgien, Holland, Luxemburg, Frankreich, Italien, Monaco, der Vatikan-

# Vollelektronisches Farbfernsehen

Das neue Farbpunktsequenz-Verfahren der RCA

Die hauptsächlichste Entwicklungsarbeit am farbigen Fernsehen wird zur Zeit in den Vereinigten Staaten von Amerika geleistet. Hier stehen sich das Columbia Broadcasting System (CBS) und die Radio Corporation of America (RCA) mit zwei verschiedenen Verfahren gegenüber. Das CBS-System verwendet umlaufende Farbfilter und ist durch die aufeinander folgende Übertragung von Bildern in den drei Grundfarben gekennzeichnet. Da es aus Gründen der Bandbreitenbeschränkung mit nur 405 Zeilen arbeitet, sind vorhandene Empfänger amerikanischer Norm nur nach Umbau verwendbar, und zwar sowohl für farbigen als auch Schwarz-Weiß-Empfang. Dagegen ist das RCA-Verfahren rein elektronisch und arbeitet nach der eingeführten 525-Zeilen-Norm. Für die Wiedergabe der Farbsendungen in Schwarz-Weiß genügen die vorhandenen Empfänger; diese können aber für den Farbempfang nur mit großen Schwierigkeiten brauchbar gemacht werden. — Vom rein technischen Standpunkt aus erscheint das RCA-Farbfernsehensystem, gleichgültig ob es in absehbarer Zeit eingeführt werden wird, als eine beachtenswerte Lösung und als Beispiel für die Leistungsfähigkeit neuzeitlicher Elektronik.

Die Radio Corporation of America war bereits 1946 mit einem Verfahren für farbiges Fernsehen hervorgetreten. Dieses beruhte auf der simultanen, d. h. gleichzeitigen Sendung von Bildern in den drei Grundfarben. Das hieraus entwickelte neue System macht sich die bei der Mehr-

Punktsequenzbasis muß das Bildsignal aber nicht nur aus Zeilen, sondern jede Zeile auch aus einzelnen gezeichneten Punkten zusammengesetzt werden; d. h. das Bildsignal muß offensichtlich aus einer Impulsfolge bestehen. Die technische Lösung sieht so aus (Abb. 1):

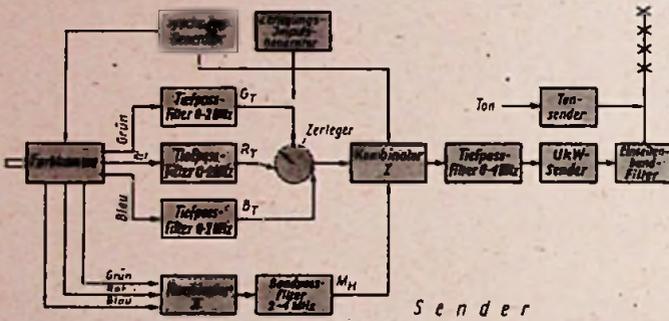


Abb. 1. Farbfernsehverfahren der RCA (Zeitmultiplex) in Ausführung für einen UKW-Fernsehsender üblicher Bauart

fachmodulation nach der Zeitmultiplexmethode angewandte Impulsverschachtelung zu eigen und setzt eine Bildzeile aus aufeinanderfolgenden Grundfarbpunkten zusammen. Es handelt sich also um eine Art Punktsequenz. Dürfte man die ältere Simultanmethode mit dem Dreischichten-Farbfilm vergleichen, so entspricht das Farbpunktsequenzverfahren eher dem Dreifarben-Rasterdruck.

### Gewinnung des Bildsignals

Beim heute üblichen Schwarz-Weiß-Fernsehen nimmt das durch Abtasten gewonnene Bildsignal einen längs jeder Zeile kontinuierlichen, wenn auch schwankenden Strom- bzw. Spannungsverlauf; das Gesamtbild setzt sich also aus Zeilen zusammen. Beim Farbfernsehen auf

Die Bildaufnahme erfolgt mit einer Dreifachkamera, die gleichzeitig die Bildsignale für die Grundfarben Grün, Rot und Blau liefert. Dabei stützt sich das RCA-Verfahren auf die amerikanische Fernsehnorm mit 525 horizontalen Bildzellen bei üblicher zeilenweiser Abtastung. Die einzelnen Bildsignale, die Frequenzen bis 4 MHz enthalten können, durchlaufen Tiefpaßfilter, die alle Frequenzen über 2 MHz abschneiden. Das verbleibende Signal entspricht dann einer groben Farbverteilung ohne Feinheiten der Abstufung.

Diese drei beschnittenen Kamerasignale  $G_T$ ,  $R_T$  und  $B_T$  werden nun einem elektronischen Zerleger zugeführt, der aus ihnen schmale Streifen herauschneidet. (Die RCA nennt diese Einrichtung

„sampler“, weil sie dem Bildsignal gewissermaßen Proben entnimmt.) Die Signalstreifen folgen sich sehr schnell, nämlich  $3,8 \cdot 10^6$  mal je Sekunde für jede Farbe und sind gleichmäßig in der Reihenfolge grün, rot, blau usw. verschachtelt. Den Zerlegungstakt gibt ein besonderer Impulsgenerator, der seinerseits von der Hinterkante der horizontalen Synchronisationsimpulse gesteuert wird. Die Impulsfolge, die den Zerleger verläßt (Abb. 2 D), wird einem Kombinator, wegen seiner additiven Wirkungsweise auch „adder“ genannt, zugeführt. Hier erfolgt das Beifügen der üblichen Rücklaufschö- und Synchronisationsimpulse sowie eines hochfrequenten Mischsignals  $M_H$ , das die bisher fehlenden ausgefilterten Bildfeinheiten einkorrigiert. Ein anschließendes Tiefpaßfilter glättet die Impulsfolge aus dem Zerleger zu einer Sinusschwingung. Das Mischsignal entstammt ebenfalls den drei Farbtastungen. Die drei Grundsignale der Kamera gehen nämlich nicht allein durch die erwähnten ersten Tiefpaßfilter, sondern auf einem Nebenweg auch durch einen Kombinator II, in dem sie zu einem gemeinsamen Helligkeitswert zusammengesetzt werden, und dann durch ein Bandpaßfilter, das die tiefen Frequenzen bis 2 MHz beseitigt. Die verbleibenden hohen Frequenzen besagen nichts über eine bestimmte Farbe, sondern geben lediglich die bei den Farbsignalen  $G_T$  usw. unterdrückten Bildfeinheiten wieder und dienen der Steigerung der Kontrastierung. Sie sind mit der Anwendung einer Schwarzdruckplatte beim Dreifarbenruck zu vergleichen.

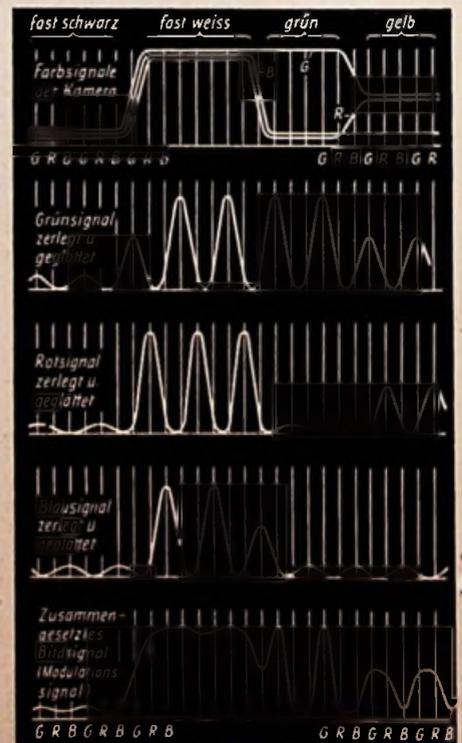


Abb. 2. Wirkung des elektronischen Zerlegers, wenn das Kamerasignal einer größeren, gleichmäßig polychromatischen Fläche entstammt. Links die im Zerleger-Ausgang erscheinenden Impulse. Rechts die entsprechenden, geglätteten Sinusschwingungen mit Gleichstromkomponenten nach Durchlaufen des Tiefpaßfilters für 0 ... 4 MHz

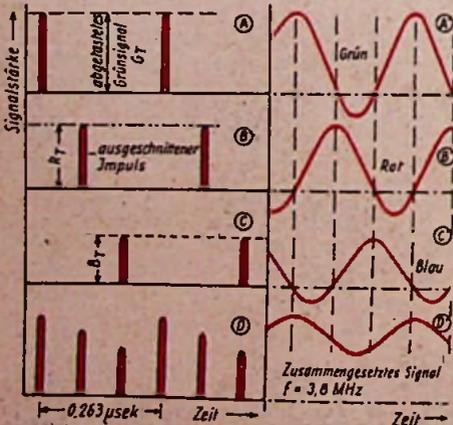


Abb. 3. Wirkung des elektronischen Zerlegers, wenn das Bildsignal der Kamera einer wechselnd polychromen Farbfläche entstammt. Oben: die drei beschnittenen Farbsignale vor Eintritt in den Zerleger. Darunter: die aus den Zerlegerimpulsen nach Glättung entstandenen Farbsignale (ohne die hochfrequente Mischkomponente). Darstellung ohne Synchronisationszeichen

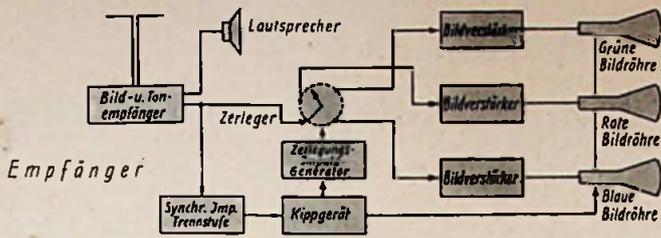


Abb. 4. Grundsätzlicher Aufbau eines RCA-Farbfernsehempfängers

Hinter dem Tiefpaßfilter ist das Bildsignal fertig zum Modulieren eines normalen UKW-Fernsenders. Bemerkenswert ist, daß der Sender mit nur einem Seitenband betrieben wird. Einschließlich des Tonkanals kommt das RCA-Farbfernsehsystem mit 6 MHz Bandbreite aus.

### Struktur des Bildsignals

Da der Zerleger die Impulse jeder Grundfarbe im Abstand  $0,263 \mu\text{sec}$  wiederholt und zugleich die drei Farbpulse miteinander verschachtelt, folgen Rot auf Grün und Blau auf Rot im Teilabstand von je  $0,0877 \mu\text{sec}$ . Es ist zu beachten, daß die nach Glättung entstandenen Sinusschwingungen (Abb. 2 A' usw.) unter Berücksichtigung ihrer Gleichstromkomponenten jeweils  $120^\circ$  und  $240^\circ$  hinter dem Scheitelwert durch Null gehen. Wo das Grünsignal seine Höchstwerte erreicht, schneiden die Rot- und Blausignale die Nullachse, und zwar ohne Rücksicht auf die Signalstärke. Umgekehrt sind für den Scheitelwert von Rot die Grün- und Blausignale Null usw.

Wie sich die Verhältnisse gestalten, wenn nicht eine gleichmäßige, sondern eine wechselnd polychrome Farbfläche abgetastet wird, zeigt Abb. 3. Die vom Zerleger aus den Kamerasignalen entnommenen Streifen (in der Zeichnung durch senkrechte Linien angedeutet) haben jetzt wechselnde Höhe und gleicherweise auch die daraus entstehenden sinusartigen Schwingungen. Der aus allen drei Farben zusammengesetzte Schwingungszug enthält natürlich viele Harmonische, die jedoch in dem Tiefpaßfilter hinter dem Kombinator I entfernt werden, so daß in dem endgültigen Bildsignal nur noch die Zerlegerfrequenz von  $3,8 \text{ MHz}$  vertreten ist. Auch die Zufügung des Mischsignals, das aus der oberen Bandhälfte des Kamerasignals gewonnen wurde, macht sich daher letzten Endes nur in einer Korrektur der Amplituden bemerkbar.

Das Bildsignal enthält in seiner letzten, zur Modulation verwendeten Form für jede Zeile eine genau definierte Zahl von Bildpunkten. Bei  $525 \text{ Bildzeilen}$  und  $30 \text{ Vollbildern je Sekunde}$  beträgt die Abtastdauer einer Zeile unter Abrechnung der Strahlrücklaufdauer  $\frac{1}{13388} \text{ Sekunde}$ , so daß die Zeile, wenn sich die Punkte alle  $0,0877 \mu\text{sec}$  folgen, insgesamt  $855 \text{ Punkte}$  enthält.

### Bildwiedergabe im Empfänger

Der Aufbau eines Empfängers für das RCA-Farbfernsehverfahren ist aus Abb. 4 zu ersehen. Die HF-Stufen, der ZF-Verstärker, Diskriminator und NF-Stufen sowie der gesamte Tonteil sind die gleichen wie bei einem Schwarz-Weiß-Gerät. Das gleichgerichtete Bildsignal durchläuft eine Stufe, welche die Synchronisationszeichen abtrennt und zu

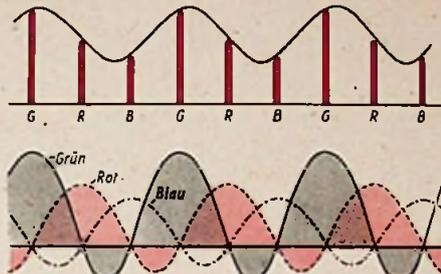


Abb. 5. Zerlegerwirkung im Empfänger. Oben: das in den Zerleger einretende, zusammengesetzte Farbsignal mit den ausgeschnittenen Impulsen. Darunter: die im Farbsignal enthaltenen Schwingungen der einzelnen Farben

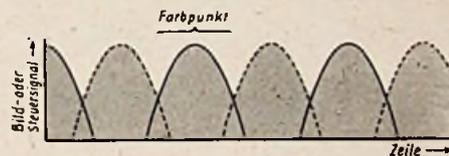


Abb. 6. Verlauf eines Bildsignals am Verstärker ausgang eines Empfängers. Das Signal stellt die Steuerspannung für eine Bildröhre dar. Unter Vernachlässigung der Nichtlinearität der Steuerspannung gegenüber der Lichtausbeute-Charakteristik geben die Impulse die Verteilung der Lichtintensität eines Zeilenstückes wieder. Die gestrichelten Kurven zeigen das Signal beim zweiten Durchlauf des Zeichenstrahles mit verschobener Punktsequenz

den Kippgeräten der Bildröhren und zum Zerleger-Impulsgeber leitet, damit diese Baugruppen synchron mit den entsprechenden des Senders laufen.

Das Bildsignal hat nach der Gleichrichtung die gleiche Form wie der zusammengesetzte Schwingungszug in Abb. 2 bzw. Abb. 3. Im Zerleger werden aus ihm, wie beim Sendevorgang aus den Kamerasignalen, schmale Impulse herausgeschnitten, deren Höhen die Amplituden der einzelnen Farbsignale bestimmen. Hierauf entstehen dann getrennte Schwingungszüge für jede Grundfarbe, und diese enthalten stets nur den wahren Wert der betreffenden Farbe, denn an den Stellen des Zerlegers hat immer nur eine Farbschwingung ihr Maximum, während die beiden anderen durch Null gehen (Abb. 5). Die getrennten Farbsignale werden nunmehr den Bildverstärkern zugeführt, die auch alle Frequenzen außer der Grundfrequenz  $3,8 \text{ MHz}$  beseitigen,

Zur Steuerung der Strahlenintensitäten in den Bildröhren dienen nur die impulsartigen Oberteile der Amplituden aus den Schwingungszügen der einzelnen Farbsignale (Abb. 6). Die Schirme der drei bildzeichnenden Katodenstrahlröhren sind mit verschiedenen Leuchtsubstanzen belegt, so daß jede Röhre ein einfarbiges Bild ergibt. Die drei Grundfarbenbilder müssen auf einem Betrachtungsschirm zu einem Buntbild vereinigt werden.

### Sequenz der Farbpunkte

Auf den Schirmen der Bildröhren besteht jede Zeile aus einer Kette getrennter Grün-, Rot- und Blaupunkte. Auf dem Betrachtungsschirm sind sie so verschachtelt, daß die drei Farben sich längs einer Zeile in gleichbleibender Weise wiederholen. Die Punkte überlappen sich dabei an den Rändern beträchtlich. Zwischen zwei Punkten gleicher Farbe bleibt aber ein gewisser Zwischenraum, und dieser läßt sich dazu ausnutzen, um die Bildstruktur feiner zu machen und mehr Einzelheiten hineinzuzeigen.

Das Abtasten und Bildzeichnen erfolgt wie üblich nach dem Zeilensprungverfahren, d. h. erst gelangen die ungeraden und dann die geraden Zeilen zur Abtastung. Dabei werden aber die Zeilen durch Verschieben der Zerlegerimpulse abwechselnd um anderthalb Bildpunktbreiten derart seitlich verrückt, daß die Punkte gleicher Farbe in der Mitte zwischen den entsprechenden Punkten auf der vorhergehenden Zeile stehen (Abb. 7). Die Verschiebung erfolgt aber nicht von einer ungeraden zu einer geraden Zeile, sondern innerhalb der Teilbilder aus dem Zeilensprung. So lassen sich auch die Farbwerte zwischen gleichfarbigen Abtastpunkten darstellen, was eine bessere Farbabstufung bei Übergängen bedeutet.

Aus dem Gesamtbild werden vier Teilbilder gemacht, von denen jedes in  $\frac{1}{100} \text{ sec}$  abgetastet wird; jedes einfarbige Bild auf einer Bildröhre wiederholt sich demnach  $15 \text{ mal}$  in der Sekunde. Diese Bildfolge genügt, um das Farblimmern bei einem Betrachtungsabstand, der die Zeilen nicht mehr auflöst, zu unterdrücken. Die Bildauflösung ist damit ebensogut wie beim Schwarz-Weiß-Fernsehen gleicher Norm. Wird eine solche Farbsendung mit einem gewöhnlichen Schwarz-Weiß-Empfänger aufgenommen, so entsteht ein Mosaik aus Punkten, die alle Zwischentöne wiedergeben und eine dem Schwarz-Weiß-Verfahren gleichwertige Bildauflösung zeigen.

Einstweilen befindet sich das RCA-Farbfernsehverfahren, wenn auch völlig durchentwickelt, noch im Stadium der Laboratoriumsreife. Der noch notwendige Schritt zum Empfang mit nur einer Bildröhre wird vorbereitet.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G | R | B | G | R | B | G | R | B | G | R | B | 1 |
| B | G | R | B | G | R | B | G | R | B | G | R | 2 |
| B | G | R | B | G | R | B | G | R | B | G | R | 3 |
| G | R | B | G | R | B | G | R | B | G | R | B | 4 |
| G | R | B | G | R | B | G | R | B | G | R | B | 5 |
| B | G | R | B | G | R | B | G | R | B | G | R | 6 |

Erstes Teilbild (ungerade Zeilen)  
Zweites Teilbild (gerade Zeilen)

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | G | R | B | G | R | B | G | R | B | G | R | 1 |
| G | R | B | G | R | B | G | R | B | G | R | B | 2 |
| G | R | B | G | R | B | G | R | B | G | R | B | 3 |
| B | G | R | B | G | R | B | G | R | B | G | R | 4 |
| B | G | R | B | G | R | B | G | R | B | G | R | 5 |
| G | R | B | G | R | B | G | R | B | G | R | B | 6 |

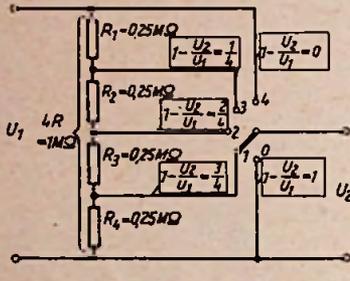
Drittes Teilbild (ungerade Zeilen)  
Viertes Teilbild (gerade Zeilen)

Abb. 7. Verteilung der verschiedenfarbigen Bildpunkte beim Abtasten und Bildzeichnen

# Berechnungsgrundlagen zum Selbstbau logarithmisch unterteilter Stufenpotentiometer

Von Ing. Werner Taeger

In der allgemeinen Elektrotechnik regelt man Spannungen meistens linear, d. h. Spannungsverhältnis  $\frac{U_1}{U_2}$  und Reglerstellung hängen linear zusammen; ein einfaches Beispiel möge das klarmachen. Das in Abb. 1 gezeichnete Potentiometer mit 4 gleich großen Widerständen R hat 5 Reglerstellungen. In der Stellung (0) ist die abgegriffene Spannung  $U_2 = 0$ , in



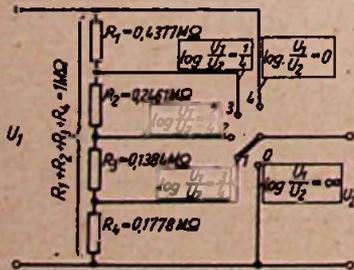
Stellung (1) ist  $U_2 = \frac{1}{4} U_1$ , in Stellung (2)

$U_2 = \frac{2}{4} U_1$ , in Stellung (3)  $U_2 = \frac{3}{4} U_1$

und schließlich in Stellung (4)  $U_2 = \frac{4}{4} U_1$

$U_1$ , die abgegriffene Spannung  $U_2$  ist demnach der jeweiligen Schalterstellung proportional (lineares Gesetz).

In der Elektroakustik sind die Verhältnisse nicht so einfach, weil hier nicht die Spannungen selbst, sondern vielmehr die durch diese hervorgerufenen akustischen Wirkungen entweder direkt im Lautsprecher oder auf dem Umwege über Schallplatte oder Magnettonband maßgeblich sind. Nach dem Weber-Fechnerschen Gesetz ist die Schallempfindung im Ohr dem Logarithmus des auftretenden Reizes angenähert proportional. Man muß infolgedessen ein Potentiometer, das zur Lautstärkeregelung benutzt werden soll, so einrichten, daß es die Spannungen im logarithmischen Maßstab ändert, wenn man damit eine lineare Änderung des subjektiven Gehöreindrucks erzielen will. In Abb. 2 ist ein ebenfalls in 5 Stufen — diesmal jedoch logarithmisch — unter-



|          |   |    |    |   |   |
|----------|---|----|----|---|---|
| Stellung | 0 | 1  | 2  | 3 | 4 |
| Dämpfung |   | 15 | 10 | 5 | 0 |

teiltes Potentiometer dargestellt. Auch bei diesem ist der Gesamt-Potentiometerwiderstand  $R = 1 \text{ M}\Omega$ , die einzelnen Widerstände  $R_1, R_2, R_3$  und  $R_4$  sind hier aber nicht mehr gleich groß, sondern sind der Eigenart der logarithmischen Unterteilung entsprechend abgestuft. Es ist in

Stellung (0)  $\log \frac{U_1}{U_2} = \infty$ , in Stellung (1)

$\log \frac{U_1}{U_2} = \frac{3}{4}$ , in Stellung (2)  $\log \frac{U_1}{U_2} = \frac{2}{4}$

usw. Der Unterschied des Logarithmus zwischen zwei aufeinander folgenden Stufen beträgt in diesem Beispiel jeweils 0,25 d. h. dem Dämpfungsmaß entsprechend 5 db. Von der Überlegung ausgehend, daß Lautstärken-Unterschiede von 1 db gerade noch wahrnehmbar sind, wählt man für hochwertige Potentiometer Sprünge von 1 db zwischen je zwei Stufen.

Das international eingeführte Dämpfungsmaß für Leistungen (neben dem Neper in der Fernmeldetechnik) ist

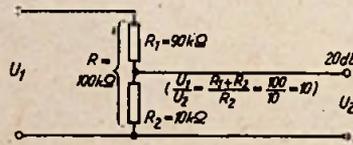
$$n = 10 \cdot \log \left( \frac{N_1}{N_2} \right) \text{ [db]},$$

für Spannungen ist entsprechend

$$n = 10 \log \left( \frac{U_1^2}{U_2^2} \right) = 10 \log \frac{U_1^2}{U_2^2} = 10 \log \left( \frac{U_1}{U_2} \right)^2$$

$$n = 2 \cdot 10 \log \left( \frac{U_1}{U_2} \right) = 20 \cdot \log \left( \frac{U_1}{U_2} \right), \quad (1)$$

denn es ist  $\log (a)^2 = 2 \cdot \log (a)$ .



Bei dem in Abb. 3 dargestellten einfachen Spannungsteiler ist das Verhältnis von Eingangs- zu Ausgangsspannung gleich dem Verhältnis der Widerstände; somit ist

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$

Nach (1) ist demnach im logarithmischen Maßstab

$$n = 20 \cdot \log \left( \frac{U_1}{U_2} \right) = 20 \cdot \log \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} \right),$$

oder

$$\log \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} \right) = \frac{n}{20}$$

$$1 + \frac{R_1}{R_2} = 10^{\frac{n}{20}}, \quad (2)$$

denn (2) beiderseits logarithmiert, ergibt

$$\log \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} \right) = \frac{n}{20} \cdot \log 10 = \frac{n}{20}$$

da  $\log 10 = 1$  ist. Aus (2) ergibt sich nun das Widerstandsverhältnis

$$\frac{R_1}{R_2} = 10^{\frac{n}{20}} - 1, \quad R_1 = R_2 (10^{\frac{n}{20}} - 1). \quad (3)$$

Die Summen der Widerstände  $R_1 + R_2 = R$  (Potentiometerwiderstand) ist bekannt, es ist somit unter Verwendung von (3)

$$R = R_2 (10^{\frac{n}{20}} - 1) + R_2 = R_2 \cdot 10^{\frac{n}{20}}$$

Die gesuchte Aufteilung der Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  für eine gegebene Dämpfung  $n$  ist schließlich

$$\left. \begin{aligned} R_2 &= \frac{R}{10^{\frac{n}{20}}} \\ R_1 &= R - R_2 = R - \frac{R}{10^{\frac{n}{20}}} = \frac{10^{\frac{n}{20}} - 1}{10^{\frac{n}{20}}} \cdot R \end{aligned} \right\} (4)$$

Beispiel: Es soll das logarithmische Spannungsverhältnis  $\frac{U_1}{U_2}$  20 db betragen,

der Spannungsteiler-Gesamtwiderstand sei  $R = R_1 + R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ .

Lösung: Zunächst ist  $10^{\frac{20}{20}} = 10^1 = 10$ . Die Einzelwiderstände sind (nach Gl. 4)

$$R_2 = \frac{100}{10} = 10 \text{ k}\Omega \text{ und}$$

$$R_1 = \frac{10 - 1}{10} \cdot 100 = 90 \text{ k}\Omega$$

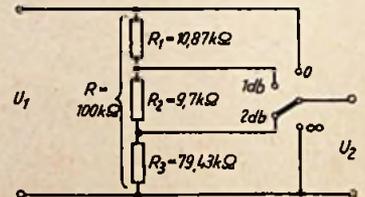
Für  $n = 10$  db wäre

$$10^{\frac{10}{20}} = 10^{\frac{1}{2}} = \sqrt{10} = 3,162$$

somit  $R_2 = \frac{100}{3,162} = 31,62 \text{ k}\Omega$ ,

$$R_1 = \frac{3,162 - 1}{3,162} \cdot 100 = 68,38 \text{ k}\Omega$$

Ähnlich ist die Rechnung durchzuführen, wenn ein 4stufiges Potentiometer mit den Dämpfungen 0 db, 1 db, 2 db und  $\infty$  ge-



baut werden soll. Nach Abb. 4 ist für  $R = 100 \text{ k}\Omega$

$$R = R_1 + R_2 + R_3. \quad (5)$$

Für die erste Stufe (1 db) ist

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_2 + R_3} = 1 + \frac{R_1}{R_2 + R_3}$$

daher

$$1 \text{ db} = 20 \log \left( 1 + \frac{R_1}{R_2 + R_3} \right)$$

$$1 + \frac{R_1}{R_2 + R_3} = 10^{\frac{1}{20}} = 1,122,$$

$$\frac{R_1}{R_2 + R_3} = 0,122,$$

$$R_1 = 0,122 (R_2 + R_3). \quad (6)$$

Ebenso ist für die 2. Stufe (2 db)

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_3} = 1 + \frac{R_1 + R_2}{R_3}$$

somit

$$2 \text{ db} = 20 \log \left( 1 + \frac{R_1 + R_2}{R_3} \right)$$

Zahlentafel zur Berechnung logarithmisch unterteilter Stufenpotentiometer

$$1 + \frac{R_1 + R_2}{R_3} = 10^{\frac{2}{20}} = 1,259,$$

$$\frac{R_1 + R_2}{R_3} = 0,259,$$

$$R_1 + R_2 = 0,259 R_3. \quad (7)$$

Setzt man (7) in (5) ein, so findet sich  $0,259 R_3 + R_3 = 100$ ,  $1,259 R_3 = 100$ ,  $R_3 = 79,43 \text{ k}\Omega$ .

Aus (6) folgt nun

$$R_1 = 0,122 R_2 + 0,122 \cdot 79,43 = 0,122 R_2 + 9,7,$$

in (7) eingesetzt

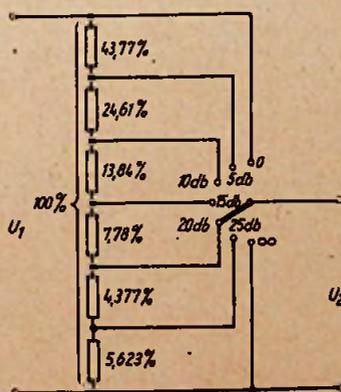
$$1,122 R_2 + 9,7 = 0,259 \cdot 79,43 = 20,6,$$

$$R_2 = \frac{20,6 - 9,7}{1,122} = 9,7 \text{ k}\Omega.$$

Aus dem letzten Beispiel erkennt man, daß es sehr zeitraubend und umständlich wäre, auf diese Weise vielstufige, logarithmisch unterteilte Potentiometer berechnen zu wollen. Von der Überlegung ausgehend, daß kleinere Dämpfungssprünge als 1 db praktisch nicht vorkommen und eine Gesamtdämpfung von 50 db in allen Fällen ausreicht, wurde nebenstehende Zahlentafel aufgestellt. (Die Spalten 2 und 3 kann man auch für andere Zwecke als Logarithmentafel benutzen, da die Exponenten der Zahl 10 in der 2. Spalte die Briggs'schen Logarithmen der Zahlen der 3. Spalte darstellen.) In der Spalte 4 findet man das Verhältnis des jeweils zur Erzielung einer bestimmten Dämpfung oberhalb des Abgriffes liegenden Widerstandes  $R_1$  zur Summe der unterhalb befindlichen ( $R_2 + R_3 + R_4 + \dots$ ). Die Spalte 5 ist die wichtigste der Zahlentafel, ihr ist — entsprechend der Formel 4 im Text — die Widerstandsabstufung für jeden Wert der Dämpfung  $n$  zu entnehmen, und zwar in Prozenten des Potentiometer-Widerstandes  $R$ . Ist der Betrag von  $R = 100 \text{ k}\Omega$ , so liest man in Spalte 5 die Widerstandssummen ( $R_2 + R_3 + \dots$ ) direkt in  $\text{k}\Omega$  ab. Der Spalte 6 ist die Größe  $R_1$ , d. i. die Summe der oberhalb des Abgriffes liegenden Widerstände zu entnehmen. Addiert man die zu einem Wert von  $n$  gehörenden Zahlen der Spalten 5 und 6, so ergibt sich als Summe 100. Die Spalten 7 bis 10 enthalten fertige ausgerechnete Widerstandsabstufungen für 4 verschiedene Potentiometer mit unterschiedlicher Stufenzahl und verschiedenen Dämpfungssprüngen von Stufe zu Stufe. Es bedeutet  $\Delta R$  den jeweils am Abgriff liegenden Einzelwiderstand für jede einzelne Dämpfungsstufe. Man erhält  $\Delta R$  durch Subtraktion zweier aufeinander folgender Angaben der Spalte 5. Die Summe aller  $\Delta R$  muß für jedes Potentiometer 100 betragen (Schlußsumme unter den Spalten 7, 8, 9 und 10). Diese Tatsache sollte man stets als Kontrolle einer durchgeführten Potentiometer-Berechnung ausnutzen. In Spalte 7 ist ein in der Rundfunk-Übertragungstechnik gebräuchliches Potentiometer ausgerechnet, das eine Gesamtdämpfung von 50 db besitzt, wobei der Sprung von einer Stufe zur nächsten jeweils 1 db beträgt, so daß gemäß der eingangs gemachten Bemerkung beim Weiterschalten um 1 Stufe keine merkliche Lautstärkenzunahme erfolgt, wodurch eine stetige — nicht sprunghafte — Lautstärkenregelung möglich wird. Die Gesamtzahl der Reglerstellungen dieses Potentiometers beträgt 52, wenn man einen Leerkontakt

| 1                     | 2                              | 3                               | 4   | 5  | 6   | 7  | 8   | 9   | 10  | n  |           |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|---|--|---|--|---|---|---|--|-----------|
| Dämpfung<br>n<br>[db] | $\frac{n}{10^{\frac{20}{20}}}$ | $1 + \frac{R_1}{R_2+R_3+\dots}$ | $\frac{R_1}{R_2+R_3+R_4+\dots}$<br>$\frac{1}{10^{\frac{20}{20}} - 1}$ | $\frac{R_1}{R_2+R_3+R_4+\dots}$<br>$\frac{R}{10^{\frac{20}{20}}}$<br>% von R | $\frac{R}{10^{\frac{20}{20}}}$<br>% von R | $R_1 = 100$<br>$-(R_2+R_3+\dots)$<br>% von R | $\Delta R$ für<br>52-stuf.<br>Potentiometer<br>Sprg. 1db<br>% von R | $\Delta R$ für<br>22-stuf.<br>Potentiometer<br>Sprg. 2db<br>% von R | $\Delta R$ für<br>12-stuf.<br>Potentiometer<br>Sprg. 3db<br>% von R | $\Delta R$ für<br>7-stuf.<br>Potentiometer<br>Sprg. 6db<br>% von R | n<br>[db] |
| 0                     | 10 <sup>0,00</sup>             | 1,000                           | 0,000   | 100,00   | 0,00                                      | 0,00   | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0         |
| 1                     | 10 <sup>0,05</sup>             | 1,122                           | 0,122   | 89,13  | 10,87                                     | 10,87  |   |   |   |  | 1         |
| 2                     | 10 <sup>0,10</sup>             | 1,259                           | 0,259   | 79,43  | 20,57                                     | 9,70   | 20,57   |   |   |  | 2         |
| 3                     | 10 <sup>0,15</sup>             | 1,413                           | 0,413   | 70,79  | 29,21                                     | 8,64   |   | 29,21   |   |  | 3         |
| 4                     | 10 <sup>0,20</sup>             | 1,595                           | 0,585   | 63,10  | 36,90                                     | 7,69   | 16,33   |   |   |  | 4         |
| 5                     | 10 <sup>0,25</sup>             | 1,778                           | 0,778   | 56,23  | 43,77                                     | 6,87   |   |   | 43,77   |  | 5         |
| 6                     | 10 <sup>0,30</sup>             | 1,995                           | 0,995   | 50,12  | 49,88                                     | 6,11   | 12,98   | 20,67   |   |  | 6         |
| 7                     | 10 <sup>0,35</sup>             | 2,239                           | 1,239   | 44,67  | 55,33                                     | 5,45   |   |   |   |  | 7         |
| 8                     | 10 <sup>0,40</sup>             | 2,512                           | 1,512   | 39,81  | 60,19                                     | 4,86   | 10,31   |   |   |  | 8         |
| 9                     | 10 <sup>0,45</sup>             | 2,818                           | 1,818   | 35,48  | 64,52                                     | 4,33   |   | 14,64   |   |  | 9         |
| 10                    | 10 <sup>0,50</sup>             | 3,162                           | 2,162   | 31,62  | 68,38                                     | 3,86   | 8,19  |   | 24,61   |  | 10        |
| 11                    | 10 <sup>0,55</sup>             | 3,548                           | 2,548   | 28,18  | 71,82                                     | 3,44   |   |   |   |  | 11        |
| 12                    | 10 <sup>0,60</sup>             | 3,981                           | 2,981   | 25,12  | 74,88                                     | 3,06   | 6,50  | 10,36   |   |  | 12        |
| 13                    | 10 <sup>0,65</sup>             | 4,467                           | 3,467   | 22,39  | 77,61                                     | 2,73   |   |   |   |  | 13        |
| 14                    | 10 <sup>0,70</sup>             | 5,012                           | 4,012   | 19,95  | 80,05                                     | 2,44   | 5,17  |   |   |  | 14        |
| 15                    | 10 <sup>0,75</sup>             | 5,623                           | 4,623   | 17,78  | 82,22                                     | 2,17   |   | 7,34  | 13,54   |  | 15        |
| 16                    | 10 <sup>0,80</sup>             | 6,310                           | 5,310   | 15,85  | 84,15                                     | 1,93   | 4,10  |   |   |  | 16        |
| 17                    | 10 <sup>0,85</sup>             | 7,090                           | 6,090   | 14,13  | 85,87                                     | 1,72   |   |   |   |  | 17        |
| 18                    | 10 <sup>0,90</sup>             | 7,943                           | 6,943   | 12,59  | 87,41                                     | 1,54   | 3,26  | 5,19  |   |  | 18        |
| 19                    | 10 <sup>0,95</sup>             | 8,913                           | 7,913   | 11,22  | 88,78                                     | 1,37   |   |   |   |  | 19        |
| 20                    | 10 <sup>1,00</sup>             | 10,00                           | 9,00  | 10,00  | 90,00                                     | 1,22   | 2,59  |   | 7,78  |  | 20        |
| 21                    | 10 <sup>1,05</sup>             | 11,22                           | 10,22   | 8,913  | 91,087                                    | 1,087  |   | 3,627   |   |  | 21        |
| 22                    | 10 <sup>1,10</sup>             | 12,59                           | 11,59   | 7,943  | 92,057                                    | 0,970  | 2,057   |   |   |  | 22        |
| 23                    | 10 <sup>1,15</sup>             | 14,13                           | 13,13   | 7,079  | 92,921                                    | 0,864  |   |   |   |  | 23        |
| 24                    | 10 <sup>1,20</sup>             | 15,85                           | 14,85   | 6,310  | 93,680                                    | 0,769  | 1,633   | 2,603   |   |  | 24        |
| 25                    | 10 <sup>1,25</sup>             | 17,78                           | 16,78   | 5,623  | 94,377                                    | 0,687  |   |   | 4,377   |  | 25        |
|                       |                                |                                 |   |  |   |  |   |   | 5,623   |  |           |
|                       |                                |                                 |   |  |   |  |   |   | $\Sigma 100\%$  |  | 26        |
| 26                    | 10 <sup>1,30</sup>             | 19,95                           | 18,95   | 5,012  | 94,988                                    | 0,611  | 1,289   |   |   |  | 26        |
| 27                    | 10 <sup>1,35</sup>             | 22,39                           | 21,39   | 4,467  | 95,533                                    | 0,545  |   | 1,843   |   |  | 27        |
| 28                    | 10 <sup>1,40</sup>             | 25,12                           | 24,12   | 3,981  | 96,019                                    | 0,486  | 1,031   |   |   |  | 28        |
| 29                    | 10 <sup>1,45</sup>             | 28,18                           | 27,18   | 3,548  | 96,452                                    | 0,433  |   |   |   |  | 29        |
| 30                    | 10 <sup>1,50</sup>             | 31,62                           | 30,62   | 3,162  | 96,839                                    | 0,386  | 0,819   | 1,305   |   |  | 30        |
| 31                    | 10 <sup>1,55</sup>             | 35,48                           | 34,48   | 2,818  | 97,182                                    | 0,344  |   | 3,162   |   |  | 31        |
| 32                    | 10 <sup>1,60</sup>             | 39,81                           | 38,81   | 2,512  | 97,488                                    | 0,306  | 0,650   |   | $\Sigma 100,4\%$  |  | 32        |
| 33                    | 10 <sup>1,65</sup>             | 44,67                           | 43,67   | 2,239  | 97,761                                    | 0,273  |   |   |   |  | 33        |
| 34                    | 10 <sup>1,70</sup>             | 50,12                           | 49,12   | 1,995  | 98,005                                    | 0,244  | 0,517   |   |   |  | 34        |
| 35                    | 10 <sup>1,75</sup>             | 56,23                           | 55,23   | 1,778  | 98,222                                    | 0,217  |   |   |   |  | 35        |
| 36                    | 10 <sup>1,80</sup>             | 63,10                           | 62,10   | 1,585  | 98,415                                    | 0,193  | 0,410   |   |   |  | 36        |
| 37                    | 10 <sup>1,85</sup>             | 70,90                           | 69,80   | 1,413  | 98,587                                    | 0,172  |   |   |   |  | 37        |
| 38                    | 10 <sup>1,90</sup>             | 79,43                           | 78,43   | 1,259  | 98,741                                    | 0,154  | 0,326   |   |   |  | 38        |
| 39                    | 10 <sup>1,95</sup>             | 89,13                           | 88,13   | 1,122  | 98,878                                    | 0,137  |   |   |   |  | 39        |
| 40                    | 10 <sup>2,00</sup>             | 100,00                          | 99,00   | 1,000  | 99,000                                    | 0,122  | 0,259   |   |   |  | 40        |
| 41                    | 10 <sup>2,05</sup>             | 112,2                           | 111,2   | 0,891  | 99,109                                    | 0,109  | 1,000   |   |   |  | 41        |
| 42                    | 10 <sup>2,10</sup>             | 125,9                           | 124,9   | 0,794  | 99,206                                    | 0,097  |   | $\Sigma 100\%$  |   |  | 42        |
| 43                    | 10 <sup>2,15</sup>             | 141,3                           | 140,3   | 0,709  | 99,292                                    | 0,086  |   |   |   |  | 43        |
| 44                    | 10 <sup>2,20</sup>             | 159,5                           | 157,5   | 0,631  | 99,369                                    | 0,077  |   |   |   |  | 44        |
| 45                    | 10 <sup>2,25</sup>             | 177,8                           | 176,8   | 0,562  | 99,438                                    | 0,069  |   |   |   |  | 45        |
| 46                    | 10 <sup>2,30</sup>             | 199,5                           | 198,5   | 0,501  | 99,499                                    | 0,061  |   |   |   |  | 46        |
| 47                    | 10 <sup>2,35</sup>             | 223,9                           | 222,9   | 0,447  | 99,553                                    | 0,054  |   |   |   |  | 47        |
| 48                    | 10 <sup>2,40</sup>             | 251,2                           | 250,2   | 0,398  | 99,602                                    | 0,049  |   |   |   |  | 48        |
| 49                    | 10 <sup>2,45</sup>             | 281,8                           | 280,8   | 0,355  | 99,645                                    | 0,043  |   |   |   |  | 49        |
| 50                    | 10 <sup>2,50</sup>             | 316,2                           | 315,2   | 0,316  | 99,684                                    | 0,039  |   |   |   |  | 50        |
|                       |                                |                                 |   |  |   | 0,316  |   |   |   |  |           |
|                       |                                |                                 |   |  |   | $\Sigma 100,2\%$                             |   |   |   |  |           |

(Stellung 52) vorsieht. Das in Spalte 10 ausgerechnete 7-stufige Potentiometer mit Sprüngen von 5 db zwischen je zwei aufeinander folgenden Reglerstellungen ist in Abb. 5 gezeichnet worden. Die Größe des letzten Widerstandes mit 5,623% von R entspricht der Dämpfung von 25 db in Spalte 5 der Zahlentafel. Während sonst die Widerstandswerte von oben nach unten abnehmen (bei gleichbleibender Größe des Dämpfungssprunges), ist der letzte stets wieder größer als der vorhergehende wegen des größeren Dämpfungssprunges; im Beispiel der Abb. 5 beträgt der Dämpfungssprung die Differenz zwischen  $\infty$  und 25 db, also  $\infty$  gegenüber 5 db zwischen je zweien der vorhergehenden Stufen.



# Einseitenband-Modulation

Bei der bisher im Rundfunkwesen angewandten Amplitudenmodulation (AM) wird die Amplitude einer hochfrequenten Trägerschwingung  $f_T$  in Abhängigkeit von der zu übertragenden Nachricht, also Musik oder Sprache, geändert. Das zu übertragende Niederfrequenzband  $\Delta\omega$  erstreckt sich von  $f_{n1} \dots f_{n2}$ , bei Musik etwa 30 ... 10 000 Hz, bei Sprache kann man im kommerziellen Überseeverkehr mit etwa 200 ... 2300 Hz auskommen. Bei der AM erhält man bei einer vereinfachten Betrachtung außer der Trägerfrequenz zwei symmetrisch dazu gelegene Seitenbänder (Sb). Das untere Sb  $f_T - (f_{n1} \dots f_{n2})$  und das obere Sb  $f_T + (f_{n1} \dots f_{n2})$  gemäß der schematischen

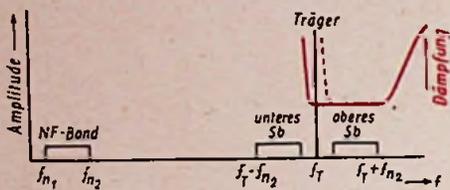


Abb. 1. Lage des Trägers und der Seitenbänder bei AM. in rot: Filterkurve zur Unterdrückung des unteren Seitenbandes

Darstellung nach Abb. 1. Der insgesamt beanspruchte Frequenzbereich erstreckt sich also über  $2 \cdot f_{n2}$  (der höchsten Modulationsfrequenz). Als Modulationsgrad  $m$  bezeichnet man das Verhältnis der Summe der Amplituden der Sb-Frequenzen zu der Amplitude der unbeeinflussten Trägerfrequenz  $f_T$ . Ist  $N_T$  die Leistung des Trägers, so ergibt sich die Leistung der Sb zu  $N_s = \frac{m^2 \cdot N_T}{2}$ . Die vom Sender ausgestrahlte Gesamtleistung  $N = N_T (1 + \frac{m^2}{2})$ .

Der am Empfangsort interessierende Frequenzbereich  $\Delta\omega$  der niederfrequenten Modulationsspannung (NF) ist also bereits in einem Sb voll enthalten. Die am Empfangsort auftretende Lautstärke ist durch die Seitenbandleistung bedingt. Die normale AM ist deshalb in bezug auf die Ausnutzung des Frequenzbereiches und in leistungsmäßiger Hinsicht nicht besonders günstig, denn die Trägerleistung hat auf die Lautstärke keinen Einfluß, sondern sie dient nur zur Ermöglichung einer guten Demodulation, der Gleichrichtung. Wenn die AM trotzdem viel benutzt wird, so liegt es daran, daß sie mit verhältnismäßig einfachen Einrichtungen auf Sende- und Empfangsseite eine verzerrungsarme Modulation und Demodulation ermöglicht, und weil ihre Verbreitung durch die historische Entwicklung der Technik gegeben ist.

Ein leistungsmäßig günstigeres Modulationsverfahren bei gleichem Frequenzaufwand wie bei AM würde die Übertragung der beiden Sb ohne Träger darstellen. Dieser muß aber dann am Empfangsort nicht nur mit seiner ursprünglichen Frequenz, sondern auch mit entsprechender Phasenlage zugesetzt werden, um eine verzerrungsfreie Demodulation zu ermöglichen. Diese strengen Bedingungen sind bisher betriebsmäßig nicht ohne weiteres erfüll-

bar, so daß dieses Verfahren keine praktische Bedeutung hat.

Für Verbindungen, bei denen ein größerer technischer Aufwand zulässig ist, arbeitet man aus Gründen der Ersparnis an Frequenzaufwand und an Leistungsaufwand mit der sog. Einseitenband-Modulation (EBM). Sie wird besonders in der Trägerfrequenztechnik auf Leitungen und Kabelstrecken, im kommerziellen Überseeverkehrsprechverkehr und neuerdings auch im Amateurbetrieb benutzt. Sie besitzt noch weitere Vorteile, die zum Schluß angeführt werden sollen. Bei der EBM bestehen verschiedene Möglichkeiten:

- Verfahren A) ein Sb mit Träger
- „ B) ein Sb ohne Träger
- „ C) ein Sb mit geschwächtem Träger.

Das Verfahren A) gestattet auf der Empfangsseite die Verwendung eines normalen Empfängers. Der benötigte Frequenzaufwand ist halb so groß wie bei AM, die Empfängerbandbreite wird zweckmäßigerweise halbiert. Leistungsmäßig ist dieses Verfahren günstig, da Sb und Träger in getrennten Verstärkern, bei denen jeder mit max. Wirkungsgrad (Sb-Verst. in B-Betrieb, Trägerverst. in C-Betrieb) gefahren werden kann. Dies ist möglich, da die Phasenlage zwischen Träger und Sb bei der Demodulation gleichgültig ist. Verzerrungsmäßig ist dieses Verfahren aber nicht besonders günstig, da im Interesse eines kleinen Klirrfaktors der Modulationsgrad klein gehalten werden muß, wenigstens wenn hohe Qualitätsansprüche an die Übertragung gestellt werden. Im Überseeverkehrsprechverkehr ist dieser Punkt allerdings nicht so entscheidend, da für verständliche Übertragung der Klirrfaktor ziemlich hoch sein kann.

Zur Durchführung des Verfahrens A) muß ein Sb unterdrückt werden. Dazu

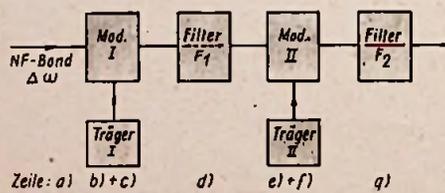


Abb. 2a. Prinzip der Mehrfachmodulation

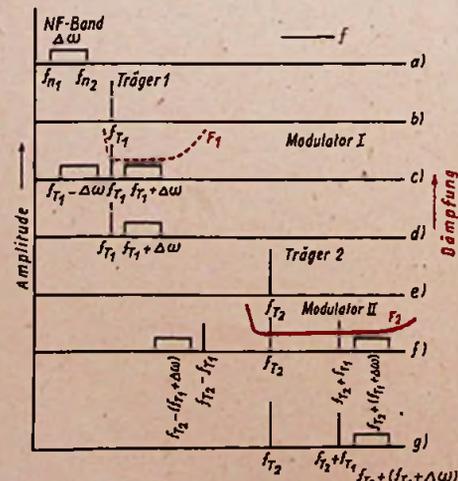


Abb. 2b. Schema der Mehrfachmodulation

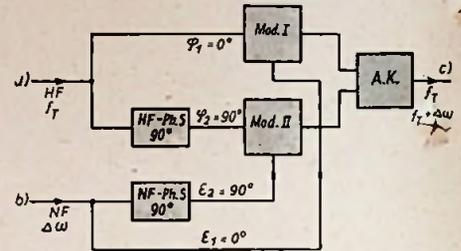


Abb. 3. Blockschema eines Einseitenband-Modulators mit Kompensation eines Sb

kann im einfachsten Fall ein Filter dienen, allerdings geht es nur bei verhältnismäßig tiefen Trägerfrequenzen, da sich nur hier Filter aus Kondensatoren und Spulen mit der erforderlichen großen Flankensteilheit herstellen lassen. Diese große Steilheit ist notwendig, denn ist z. B. die tiefste Modulationsfrequenz  $f_{n1}$  gleich 30 Hz, so liegen die beiden Sb nur je 30 Hz vom Träger ab, ihr Abstand selbst beträgt nur 60 Hz. Verwendet man nun wie z. B. in der Trägerfrequenztechnik eine Trägerfrequenz von 40 kHz, so bedeutet dies, daß für die Trägerfrequenz von 40 kHz und von der unteren Grenze des oberen Sb von 40,03 kHz bis zur oberen Grenze dieses Sb 50,0 kHz (bei Musik) das Filter eine gute Durchlaßfähigkeit besitzen soll, während für das untere Sb, welches bei 39,97 kHz beginnt und sich bis 30,0 kHz erstreckt, eine sehr hohe Dämpfung vorhanden sein muß. In Abb. 1 ist in rot eine derartige Filterkurve eingezeichnet. Bei höheren Trägerfrequenzen ist auch mit zusätzlicher Verwendung von Quarzfiltern eine direkte Abfilterung nicht mehr möglich, da die notwendige Flankensteilheit nicht erreichbar ist. Man wendet dann das Verfahren der Mehrfachmodulation an. In Abb. 2a und 2b ist das Prinzip- und das Frequenzschema dargestellt. Das niederfrequente Band  $\Delta\omega$  (Zeile a) wird im Modulator I auf eine ziemlich tiefe Trägerfrequenz (z. B. 20 kHz) aufmoduliert (Zeile b und c). In diesem Frequenzbereich kann noch durch verhältnismäßig einfache Filter  $F_1$  das untere Sb weggesiebt werden (Zeile d). Das restliche Frequenzgemisch wird nun im Modulator II auf einen wesentlich höheren Träger aufmoduliert (Zeile e und f). Die beiden Sb liegen nun bereits beträchtlich auseinander, so daß auch bei höheren Frequenzen mit dem Filter  $F_2$  das zu unterdrückende Sb weggefiltert werden kann (Zeile g). In der Praxis wird man nach einem der später beschriebenen Verfahren vor der zweiten Modulation den ersten Hilfsträger beistellen.

Das Verfahren der Mehrfachmodulation kann, wenn nötig, noch mehrmals wiederholt werden, falls die Aussendung auf sehr hoher Frequenz erfolgen soll. Die einzelnen Hilfsträger müssen eine sehr gute Frequenzkonstanz haben, da sie die Konstanz der gesamten Anlage direkt beeinflussen. Vielfach verwendet man deshalb Quarzoszillatoren.

Ein weiteres Verfahren zur Unterdrückung eines Sb besteht aus dem EB-Modulator mit Kompensation eines Sb. Ein Blockschema ist in Abb. 3 gezeigt. Die bei a) von einer Vorstufe ankomm-

mende Hochfrequenz HF wird direkt auf den Modulator I und in gleicher Amplitude aber mit  $90^\circ$  Phasenverschiebung auf den Modulator II gegeben. Das entsprechende gilt für die Niederfrequenz NF. Phasenschieber für eine hochfrequente Trägerfrequenz sind einfach aus Widerstand und Spule oder Kondensator herstellbar, während der Phasenschieber für den NF-Zweig, der ein breites NF-Band gleichmäßig in der Phase um  $90^\circ$  drehen soll, einen etwas umfangreicheren Aufbau erfordert. Die Anodenströme der beiden Modulatoren zeigen gleichfalls eine entsprechende Phasendifferenz und im gemeinsamen Ausgangskreis AK wird durch Addition oder Subtraktion wahlweise je ein Sb unterdrückt. Auf die mathematische Ableitung sei hier verzichtet. Der Senderverstärker (B-Betrieb) oder die Antenne wird bei c) angeschlossen.

Ein weiteres einfaches Verfahren, welches in Amateurkreisen teilweise benutzt wird, arbeitet mit normaler AM in der Endstufe und einer Phasenmodulation in einer Vorstufe. Zwischen der den AM-Modulator und den Phasenmodulator steuernden NF besteht eine Phasenverschiebung von  $90^\circ$ . Phasenmodulation kann z. B. durch Parallelschaltung einer Röhre zum Anodenschwingkreis der Vorstufe erreicht werden, wobei das Steuergitter dieser Röhre mit der NF beaufschlagt wird. Die dadurch bedingte Änderung des Röhreninnenwiderstandes ergibt eine Phasenmodulation. Allerdings liefert diese Schaltung keine vollständige Unterdrückung eines Sb, sondern nur eine teilweise. Nach amerikanischen Berichten bestehen aber einige merkbare Vorteile gegenüber AM.

Im kommerziellen Überseeverkehr wird das Verfahren A) meist nicht angewandt, sondern man arbeitet nach dem

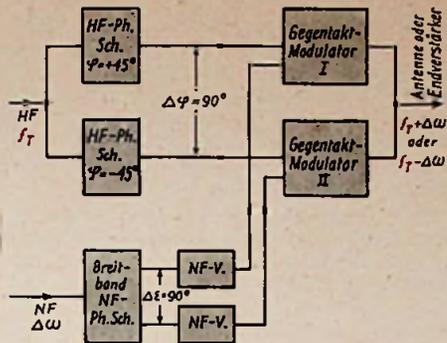


Abb. 5. Blockschema des Modulationsteiles eines Einseitenbandsenders

formator NT mit  $180^\circ$  Phasenverschiebung auf die Gitter der beiden Röhren gegeben, während die Hochfrequenz die beiden Gitter im Gleichtakt steuert. Im Gegentaktschwingkreis hebt sich dann in einer solchen Schaltung der Träger heraus, und es bleiben die beiden Sb. Durch die oben beschriebenen Verfahren kann anschließend ein Sb unterdrückt werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Trägerunterdrückung besteht darin, daß vor der Modulation ein Teil des Trägers abgenommen, in der Phasenlage um  $180^\circ$  gedreht und dann nach der Modulation in geeigneter Amplitude zur Kompensation wieder zugeführt wird.

Weiterhin kann man zwei EB-Modulatoren gemäß Abb. 3 zusammenschalten, sie auf einen gemeinsamen Abschlußkreis arbeiten lassen und mit geeigneter Phasenverschiebung der Spannungen steuern, so daß im Endeffekt ebenfalls eine Kompensation des Trägers auftritt. In Abb. 5 ist das Blockschema einer in Amateurkreisen benutzten Modulationsschaltung gezeigt, bei der man am Ausgang nur noch ein Sb erhält. Durch Umschaltung im NF-Teil kann wahlweise das obere oder untere Sb gewählt werden. Diese Schaltung ist eine Kombination zweier Gegentaktschaltungen nach Abb. 4 (zur Trägerunterdrückung), die infolge der um  $90^\circ$  phasenverschobenen Steuerspannungen gemäß Abb. 3 weiterhin eine Unterdrückung eines Sb ergeben. Die eigentliche Modulationseinrichtung umfaßt vier Röhren, wozu noch zwei NF-Stufen als Trennverstärker kommen.

Auf der Empfangsseite sind bei den Verfahren B) und C) besondere Anordnungen notwendig. Hier muß zur verzerrungsarmen Demodulation der Träger in großer Amplitude wieder zugesetzt werden. Seine Phasenlage ist bei akustischer Sendung gleichgültig. Sehr wesentlich ist seine Frequenzgenauigkeit und Konstanz. Denn unterscheidet sich der Träger am Empfangsort gegenüber der ursprünglichen Trägerfrequenz (vor der Unterdrückung) um z. B.  $+100$  Hz, so sind bei der Demodulation sämtliche Niederfrequenzen gleichfalls um  $+100$  Hz verschieden. Eine brauchbare

Sprach- oder gar Musikübertragung ist dann nicht möglich. Die Frequenzabweichung des Trägers ist deshalb bei Musikübertragungen auf max. 1 Hz und bei Sprache auf etwa 5...10 Hz beschränkt. Im Langwellenbereich ist diese Genauigkeit und Konstanz gut erreichbar, aber im Kurzwellenbereich bestehen noch einige Schwierigkeiten, auch bei Verwendung von Quarzoszillatoren in Thermostaten, denn z. B. bei  $\lambda=15$  m,  $f_T=20$  MHz entspricht eine Abweichung von 5 Hz einer Ungenauigkeit von  $2,5 \cdot 10^{-7}$ . Im kommerziellen Verkehr auf Kurzwellen wird deshalb eine Steuerfrequenz, ein sog. Pilotton (z.B. 5000 Hz) mit kleiner Amplitude am Sender mit ausgestrahlt, der am Empfänger durch schmale Quarzfilter ausgesiebt und nach Frequenzumsetzung und getrennter Verstärkung entweder direkt als Trägerzusatz benutzt wird, oder der Steuertone wird zur Synchronisation eines örtlichen Oszillators verwendet. Man kann auch den Steuertone auf die Frequenz Null legen, also an die Trägerstelle, d. h. der Träger selbst wird wieder mit ausgestrahlt, aber mit wesentlich geschwächter Amplitude (etwa 10%), damit er die Leistungsbilanz nicht belastet. Man erhält so das Verfahren C). Der Trägerrest wird entsprechend wie der obige Pilotton benutzt. Zweckmäßigerweise wird man die zweite Möglichkeit, nämlich Synchronisation eines örtlichen Oszillators bevorzugt verwenden, da dann die an den Demodulator gelieferte Amplitude konstant ist, während bei direkter Verarbeitung des Trägerrestes durch selektiven Trägerschwund und Amplitudenschwankungen auftreten, die infolge Übersteuerung starke Verzerrungen bei der Gleichrichtung verursachen können. In Abb. 6 ist ein Prinzipschema eines EB-Empfängers mit selbsttätiger Trägernachstellung gezeigt. Nach einer Hochfrequenzverstärkung wird in der ersten Mischstufe die erste Zwischenfrequenz gebildet. Der erste Oszillator ist stetig durchstimmbar und zur Erzielung einer hohen Konstanz in einem Thermostaten untergebracht. Die 1. ZF ist wegen der erforderlichen hohen Spiegelfrequenzsicherheit ziemlich hoch, ca. 2,5 MHz. In der zweiten Mischstufe erfolgt dann eine weitere Frequenzumwandlung auf 100 kHz. Der 2. Oszillator arbeitet quarzgesteuert auf 2,4 MHz. Nach einer weiteren ZF-Verstärkung erfolgt eine Aufteilung: einmal wird im Sb-Filter das Sb ausgesiebt und dem Demodulator zugeführt, in dem die Gleichrichtung erfolgt. Im anderen Zweig wird der Träger durch ein sehr schmales Trägerfilter (Quarzfilter) herausgesiebt, in einem besonderen Trägerverstärker nochmals besonders verstärkt, so daß seine Amplitude mindestens zehnmal größer als die max. Sb-Amplitude ist. Dann kann entweder in Stellung a) des Umschalters U der Träger dem Demodulator direkt zugesetzt werden. Oder in Stellung b) erfolgt der Trägerzusatz von

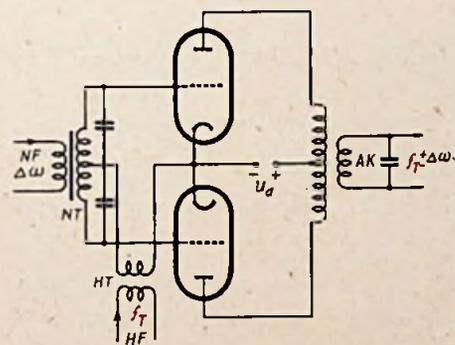


Abb. 4. Gegentaktschaltung mit Trägerunterdrückung

Verfahren B) bzw. C). Eine Unterdrückung eines Sb und des Trägers ist ebenfalls auf verschiedenen Wegen zu erreichen. Am einfachsten, aber wie oben gesagt nur bei tiefen Trägerfrequenzen anwendbar, ist die Verwendung von Filtern. In Abb. 1 ist rot gestrichelt eine entsprechende Filterkurve eingetragen. In viel größerem Umfang werden aber Modulationsschaltungen verwendet, bei denen auf Grund ihrer Wirkungsweise bereits an ihren Ausgängen keine Trägerfrequenzen mehr auftreten, sondern nur noch die beiden Sb. Es handelt sich hier um die Klasse der Gegentaktschaltungen, z. B. Ring- und Sternmodulatoren. Sie können mit Trockengleichrichtern oder mit Röhren aufgebaut werden. Abb. 4 zeigt eine einfache Gegentaktschaltung mit Trägerunterdrückung. Das NF-Band wird über den Gegentakteleingangstrans-

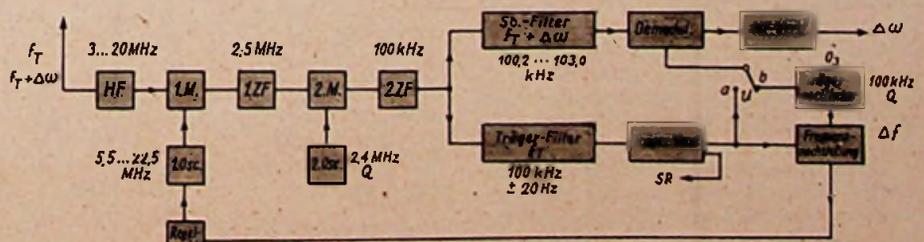


Abb. 6. Schema eines Einseitenbandempfängers mit Trägernachstellung

einem getrennten Trägeroszillator  $O_2$ , der quartzgesteuert auf 100 kHz arbeitet. Ist nun der erste Oszillator etwas verstimmt, so daß der Trägerfilter und Trägerverstärker durchlaufende Träger nicht genau 100 kHz hat, so ist gegenüber dem örtlichen Oszillator  $O_1$ , der auf genau 100 kHz arbeitet, eine kleine Frequenzdifferenz  $\Delta f$  vorhanden. Diese Differenz wird in der Frequenznach-

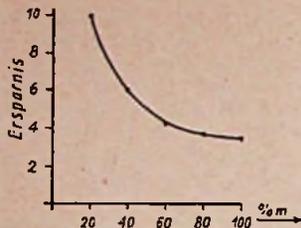


Abb. 7. Ersparnisfaktor bei EBM gegenüber AM in Abhängigkeit vom Modulationsgrad

stelleneinrichtung benutzt, um den 1. Oszillator wieder auf die richtige Frequenz einzuregulieren, da dann  $\Delta f = 0$  wird. Die Frequenznachstellvorrichtung kann entweder elektrisch nach Art einer selbsttätigen Scharfeinstellung oder auch elektromechanisch arbeiten. Letzteres wird bevorzugt. Die Regelspannung für den Schwundausgleich kann am Trägerverstärker abgenommen werden. Eine weitere Möglichkeit zur Demodulation eines EB-Gemisches besteht darin, daß ein Träger mit doppelter Trägerfrequenz empfangsseitig zugesetzt wird. Man erhält dadurch das

zweite fehlende Sb, welches in geeigneter Amplitude und durch die von der Phasenlage des Hilfsträgers bestimmbare Phasenverschiebung mit dem empfangenen Sb zusammengesetzt wird, so daß sich dann ein Signal mit AM ergibt, welches mit den üblichen Verfahren gleichgerichtet wird.

Die Vorteile der EBM liegen außer in der besseren Frequenzbandausnutzung in der Ersparnis von Sendeleistung zur Erzielung gleicher Lautstärken wie bei AM. Denn die für die Aussendung des Trägers und des 2. Sb erforderliche Leistung wird gespart. Der Faktor der Leistungsersparnis bei EBM gegenüber AM hängt vom Modulationsgrad und von verschiedenen Voraussetzungen ab. In Abb. 7 ist der Ersparnisfaktor für gleiche Empfangslautstärke bei EBM gegenüber AM unter Berücksichtigung der Tatsache, daß der Empfänger bei entsprechender Trennschärfe wegen der nur erforderlichen halben Bandbreite gegenüber AM auch nur das halbe Störgeräusch aufnimmt, dargestellt. Da beim Übersprechverkehr mit AM mit Rücksicht auf die durch den Trägerschwund bedingten Verzerrungen nur mit einem geringen Modulationsgrad gearbeitet werden kann, ist die Leistungsersparnis beträchtlich.

Empfangsseitig bestehen weitere Vorteile bei EBM. Störungen, die durch Interferenzpfeifen und Kreuzmodulation durch starke in der Frequenz benachbarte Sender verursacht werden, sind bei EBM nicht oder nur stark geschwächt vorhanden. Auch die starken Schwunderscheinungen bei Kurzwellen-

übertragungen mit AM sind bei EBM wesentlich herabgesetzt. Die bei AM im KW-Bereich infolge Laufzeitunterschied auf den Übertragungswegen zwischen den beiden Sb unter sich und zu dem Träger entstehenden Phasenverschiebungen, die zu starken Verzerrungen führen, sind besonders bei EBM mit örtlich zugesetztem Träger und infolge Fehlens des 2. Sb stark geschwächt, bzw. nicht vorhanden. Übersteuerungen und dadurch bedingte Verzerrungen infolge Trägerschwund bei AM treten bei EBM gleichfalls nicht auf. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß EBM bei allerdings einigem Aufwand eine wesentliche Verbesserung der Übertragungsgüte besonders im Kurzwellenbereich liefert.

Es ist möglich, AM-Sender in normalen Überlagerungsempfängern, die einen Zusatz aus einigen Röhren und ZF-Filtern erhalten müssen, als EB-Empfänger (mit Träger) zu benutzen und dadurch bes. auf den KW-Bereich verschiedene der obigen Vorteile zu erhalten.

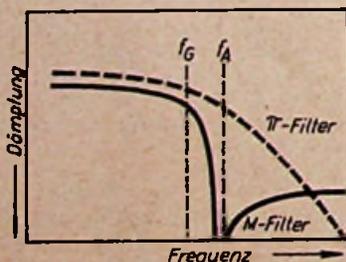
#### LITERATUR

- Prokott, Modulation in der elektr. Nachrichtentechnik.
- Lamberts in „Fortschritte der HF-Technik II“.
- H. F. Mayer u. Hölzler in „Jahrbuch des elektr. Fernmeldewesens 1940“.
- Kotowski und Wisbar, Drahtloser Überseeverkehr.
- Vilbig, Lehrbuch der HF-Technik II.
- Strutt, Verstärker und Empfänger.
- Dr.-Ing. Benz QRV 12/48.

## KURZWELLE

# Zum Entwurf von Tiefpaßfiltern für Modulationsverstärker

Im Gegensatz zu den Qualitätsforderungen bei der Rundfunkversorgung ist es bei der reinen Nachrichten- bzw. Sprachübermittlung im Amateurverkehr



gar nicht notwendig, das ganze hörbare Frequenzband zu übertragen. Bekanntlich sind die höheren Tonfrequenzen für eine gute Sprachverständlichkeit weniger wichtig, vielmehr kommt man hier ohne weiteres mit einem Frequenzband bis rd. 3 kHz aus (Telefon). Beschränkt man sich auf diesen Bereich, so vermindern sich dadurch auch die vom Sender abgestrahlten Seitenbänder, und das Signal nimmt in einem gegebenen Wellenbereich weniger Platz ein. Der Modulationsverstärker des Senders muß für die Frequenzbeschränkung der zu übertragenden Niederfrequenz also ein Filter enthalten, das nur die gewünschten Tonfrequenzen hindurchläßt, die anderen aber sperrt (Tiefpaß).

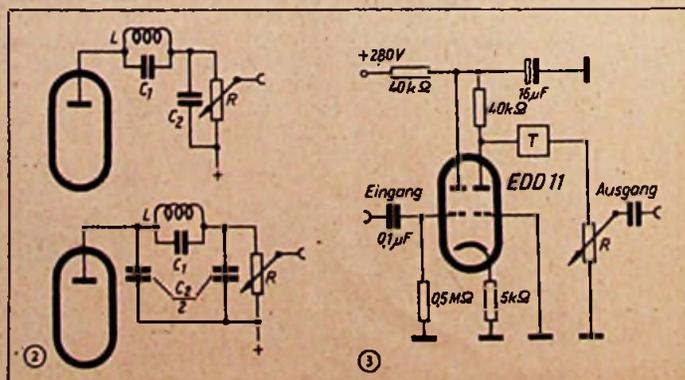
Es gibt eine ganze Reihe Filterarten, die für diesen Zweck brauchbar sind. Von den bekanntesten seien das  $\pi$ - und das T-Filter genannt<sup>1)</sup>. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf das M-Filter, eine Abart der  $\pi$ -Form, mit dem sich nicht nur eine von der Grenzfrequenz  $f_G$  abfallende Kurve, sondern auch eine Absorptions- bzw. Sperrfrequenz  $f_A$  erzielen läßt, wodurch die Dämpfungskurve des M-Filters im allgemeinen sehr viel steiler verläuft als die der normalen Anordnungen (Bandstop). Abb. 1 zeigt hierzu den grundsätzlichen Kurvenverlauf und Abb. 2 zwei Schaltungsmöglichkeiten für das M-Filter.

Die Verwendung eines Tiefpasses ist besonders dann ratsam, wenn im Modulationsverstärker ein Amplitudenbegrenzer eingebaut werden soll. Wie auch in der FUNKTECHNIK H. 23 (1949), S. 703, skizziert wurde, bewirkt der Begrenzer, eine Nivellierung der Sprachamplituden, und er

1) FUNK-TECHNIK Bd. 3 (1948), H. 17, S. 414, und H. 23, S. 576.

verursacht somit einen großen Oberwellengehalt, der teilweise stört, manchmal aber auch nur die vom Sender abgehenden Seitenbänder unnötig verbreitert.

Zur Orientierung sei angemerkt, daß die Begrenzerschaltung nach Abb. 3 bis zu einer Eingangsspannung von etwa 2,5 V linear arbeitet, während die Begrenzung bei ca. 3 V einsetzt. Im ersten Falle wurden ausgangsseitig rd. 8 Volt gemessen und im zweiten ca. 11 Volt. Werden nur kleine NF-Spannungen — beispielsweise für die Reaktanzstufe eines NFM-Senders — gebraucht, so folgt der Tiefpaß zweckmäßig unmittelbar nach dem Be-



grenzer. Abb. 4 zeigt hierzu das prinzipielle Schaltbild, in dem man den für das Filter obligatorischen Abschlußwiderstand gleich als Außenwiderstand für die Röhre benutzen kann.

Zur Berechnung des Tiefpasses sind zunächst die beiden Frequenzen  $f_G$  und  $f_A$  festzulegen, von deren zweckmäßiger Wahl die erzielte Dämpfungskurve sehr wesentlich abhängt. Theoretisch könnte man natürlich mit reinen Wechselstromwiderständen  $f_G = f_A$  machen, jedoch erfordern praktische Gütemöglichkeiten, daß beide Werte nicht zu dicht beieinander liegen. Außerdem ist die Dämpfung bei Frequenzen über  $f_G$  stärker, wenn zwischen der Grenzfrequenz und der Absorptionsfrequenz ein größerer Abstand besteht. Praktisch hält man das Frequenzverhältnis

$$M = \sqrt{1 - \left(\frac{f_G}{f_A}\right)^2} \quad (1)$$

deshalb meist bei etwa 0,6, womit das Filter dann im Durchlaßbereich eine verhältnismäßig flache Kurve bekommt und dennoch eine ausreichende Dämpfung der höheren Frequenzen ergibt. Im weiteren Verlauf der Filterrechnung kann man dann von zwei Gesichtspunkten ausgehen: entweder wird mit dem für den Außenwiderstand der Röhre geforderten Widerstandswert  $R$  die notwendige Selbstinduktion  $L$  bestimmt:

$$L = \frac{R \cdot M}{\pi \cdot f_G} \quad (2)$$

oder man ermittelt für die Selbstinduktion der gerade vorhandenen Spulen den erforderlichen Abschlußwiderstand:

$$R = \frac{L \cdot \pi \cdot f_G}{M} \quad (3)$$

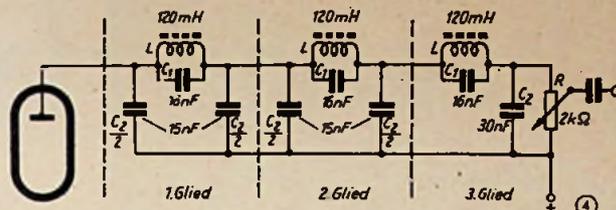
Dieser Fall wird vielfach gegeben sein, wenn man den Tiefpaß mit beliebigen Teilen (wie sie oft noch in der Bastelkiste zu finden sind) aufbauen will. Hierbei dürfte der Abschlußwiderstand meist kleiner werden, als der für die Röhre notwendige Arbeitswiderstand, und man erhält dann von dieser Stufe eine Ausgangsspannung, die etwa proportional dem Abschlußwiderstand  $R$  ist. Für die Kondensatoren des Filters gilt schließlich noch:

$$C_1 = \frac{(1 - M^2) \cdot 10^6}{4 \pi \cdot M \cdot f_G \cdot R} \quad (4)$$

$$C_2 = \frac{M \cdot 10^6}{\pi \cdot f_G \cdot R} \quad (5)$$

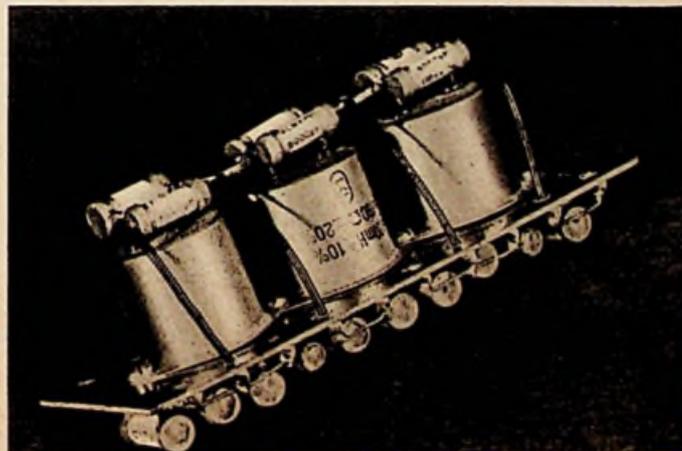
In sämtlichen Formeln  $R$  in  $\Omega$ ,  $L$  in  $H$ ,  $C$  in  $\mu F$ ,  $f$  in  $Hz$ .

Es ist meistens notwendig, nicht nur ein sondern mehrere Filterglieder hintereinanderschalten, um in dem gewünschten Bereich eine stärkere Dämpfung zu erzielen, ohne den Durchlaßbereich an anderer Stelle zu beeinflussen. Solange die Einzelglieder für den gleichen Abschlußwiderstand berechnet sind, können sie beliebig aneinandergereiht werden, so daß der einzige Endwiderstand dann auch gleichzeitig als Lautstärkeregler für die nachfolgende Stufe dienen kann. — Läßt



man die Grenzfrequenz für alle Einzelglieder gleich, so kann man mit unterschiedlichen Werten für die Absorptionsfrequenz eine gleichmäßigere Unterdrückung der höheren Frequenzen erreichen, als es mit Gliedern für gleiche  $f_A$  möglich ist, ohne daß der Abschlußwiderstand  $R$  geändert zu werden braucht. Immerhin muß dann die Selbstinduktion der entsprechenden Glieder auch wieder gesondert bestimmt werden, damit einerseits  $M$  bei 0,6 bleibt und auch  $R$  für alle Glieder den gleichen Wert behält. Die Anzahl der einzubauenden Filterglieder hängt von dem Grad der benötigten Dämpfung ab. Die Gesamtdämpfung des Tiefpasses ist gleich der Summe der Einzeldämpfungen, so daß man praktisch mindestens zwei bis drei Glieder verwenden wird. Bei einer Vergrößerung des Ausgangskondensators am letzten Glied ergibt sich eine stärkere Dämpfung außerhalb des Durchlaßbereiches, ohne daß die Durchlaßkurve stärker beeinflusst wird. Gleichzeitig wird auch der Knick bei der Grenzfrequenz weniger scharf, was manchmal vorteilhaft ist, da bei einem scharfen Knick die Sprachspitzen leicht ein „Klingeln“ verursachen.

Für viele einfachere Aufgaben ist nun die Verwendung von Spezialdrosseln noch gar nicht erforderlich. Besonders in Amateursendern genügen oft Spulen



Der durchgemessene Tiefpaß ist auf einer Perlinaxplatte aufgebaut. Die Längskondensatoren befinden sich an den Drosselanschlüssen, während die Querkondensatoren an Lötösen unterhalb der Montageplatte zusammengefaßt sind

mit HF-Eisenkern — z. B. ZF-Drosseln —, die meistens räumlich kleiner sind und eine höhere Güte haben als richtige Eisendrosseln. Um nun einen Anhaltspunkt über die Brauchbarkeit solcher ZF-Drosseln im NF-Tiefpaß zu bekommen, wurde für Experimentierzwecke ein dreigliedriges Filter mit den bekannten ZF-Drosseln F 22 entworfen: bei einer Grenzfrequenz von  $f_G = 3 \text{ kHz}$  und einer Absorptionsfrequenz  $f_A = 3,6 \text{ kHz}$  beträgt nach Gl. 1

$$M = \sqrt{1 - \left(\frac{3000}{3600}\right)^2} \sim 0,557$$

Mit der für die Drossel F 22 gegebenen Selbstinduktion von  $L = 0,12 \text{ H}$  erhält man aus Gl. 3 den notwendigen Abschlußwiderstand zu

$$R = \frac{0,12 \cdot \pi \cdot 3000}{0,557} \sim 2 \text{ k}\Omega$$

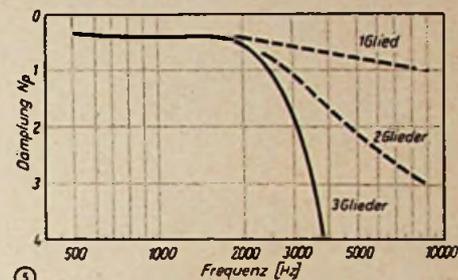
Aus Gl. 4 ergibt sich dann die Parallelkapazität

$$C_1 = \frac{(1 - 0,31) \cdot 10^6}{4 \pi \cdot 0,557 \cdot 3000 \cdot 2000} \sim 16 \text{ nF}$$

und aus Gl. 5 erhält man

$$C_2 = \frac{0,557 \cdot 10^6}{\pi \cdot 3000 \cdot 2000} \sim 30 \text{ nF}$$

Der Tiefpaß wurde mit diesen Werten, wie in Abb. 4 angegeben ist, aufgebaut. Es wurden dabei durchaus handelsübliche Teile mit einer Toleranz von  $\pm 10 \%$  verwendet, wobei sich die notwendigen Kapazitäten noch aus gerade



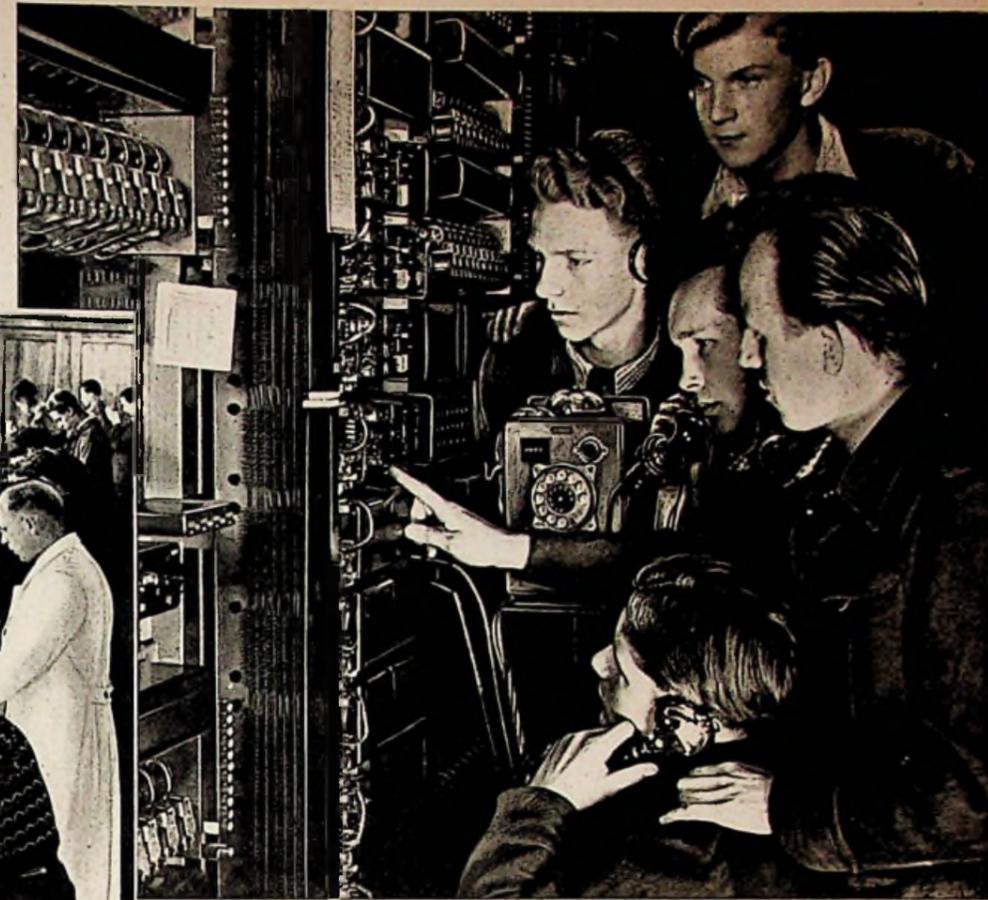
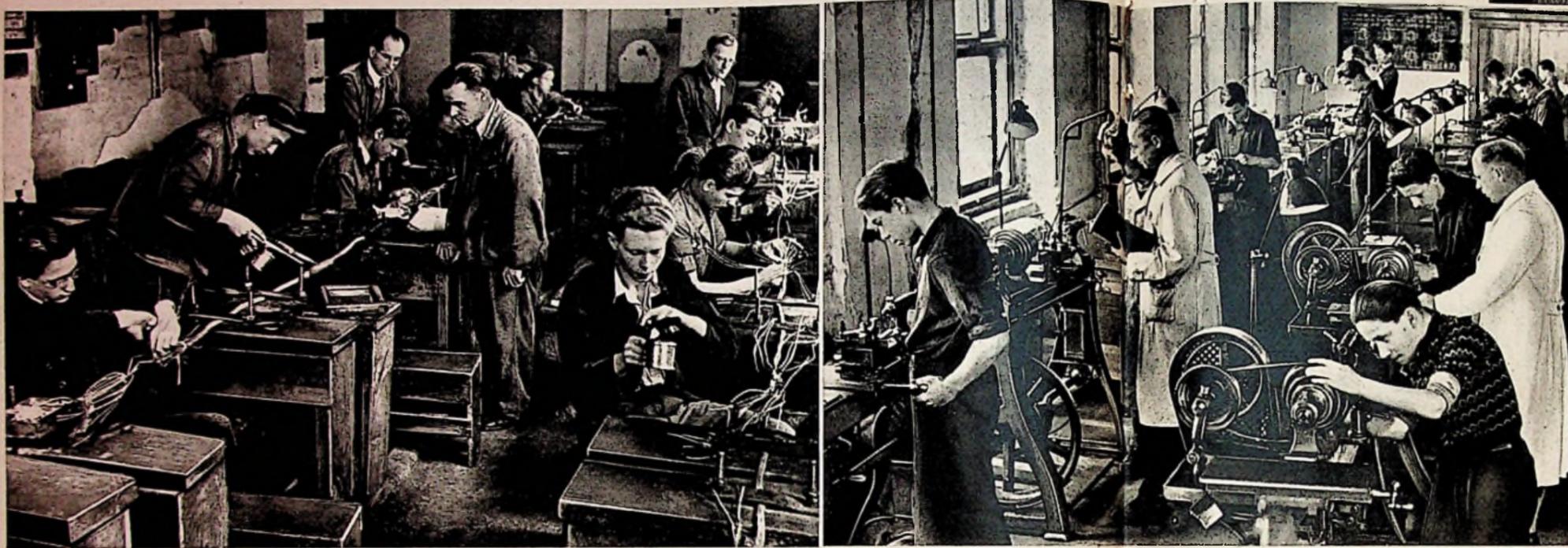
vorhandenen Einzelkondensatoren zusammensetzen. Abb. 5 zeigt die mit diesem Tiefpaß gemessenen Dämpfungskurven. Wie man sieht, ist der Kurvenverlauf bei drei Gliedern durchaus brauchbar, wenn auch das Charakteristische des M-Filters — wie bei den benutzten Einzelteilen zu erwarten war — hier noch nicht zum Ausdruck kommt. Praktisch ist also ein Tiefpaß mit den genannten ZF-Drosseln für viele Zwecke ohne weiteres brauchbar. Man wird jedoch mindestens mit drei oder besser vier Gliedern arbeiten müssen. Immerhin ist die F 22 wohl leichter zu beschaffen als irgendwelche Spezialdrosseln.

Zusätzlich kann die Natürlichkeit der Sprache bei einer Grenzfrequenz von  $f_G = 3 \text{ kHz}$  noch etwas verbessert werden, wenn man auch die unteren Frequenzen unter 200 Hz etwas dämpft. Dies kann leicht durch kleinere Kopplungskondensatoren (2 ... 4 nF) zwischen den Verstärkerstufen — evtl. in Verbindung mit niedrigeren Gitterableitwiderständen (20 ... 50 k $\Omega$ ) — bewirkt werden.

Der Tiefpaß ist im Verstärker zweckmäßig an einer Stelle mit größerer NF-Spannung einzubauen, so daß die Brummaufnahme weniger gefährlich ist. Außerdem können so die nichtlinearen Verzerrungen des Verstärkers ebenfalls unterdrückt werden, wobei man natürlich dafür zu sorgen hat, daß die dem Filter nachfolgenden Stufen möglichst verzerrungsfrei arbeiten. Auch die modulierte HF-Stufe des Senders muß richtig eingestellt sein, denn der Tiefpaß kann ein breites Signal natürlich nicht schmälern machen, wenn der eigentliche Modulationsvorgang unsauber verläuft. C. M.

# Fernmeldebau- und Handwerksschule

des Postschulamtes Berlin



Bei der Ausbildung der Fernmeldemonteur- und Fernmeldebau-Lehrlinge wird besonderes Augenmerk auf das Löten gerichtet. Links: Auch das Schaltplanlesen gehört mit zur Grundausbildung. Unser Bild zeigt einen Lehrling, der an Hand eines Plans Leitungsverbindungen an einem Kabelverteiler vornimmt

Ingenieurschule. Der technische Betrieb des Fernmeldedienstes bei der Deutschen Post erfordert eine besondere Ausbildung des Personals. Sie erfolgt in der fünfsemestrigen posteigenen Ingenieurschule, welcher im Gebäude des ehemaligen Reichspostzentrallamts alle technischen Lehrmittel zur Heranbildung des Nachwuchses zur Verfügung stehen. Neben dem theoretischen Unterricht, der dem Stoffplan der öffentlichen Ingenieurschulen angepaßt ist, wird in Laborübungen das spezielle Gebiet der Hochfrequenz-, Funk-, Verstärker- und Fernmeldetechnik behandelt. Nach der Abschlußprüfung des technischen Studiums durchläuft der Anwärter für den gehobenen technischen Dienst eine zweijährige Vorbereitungszeit, die der Verwaltungstätigkeit und der praktischen Einarbeitung in den Betrieb der Ämter des Funk- und Fernmeldedienstes dient. Hiernach legt er die Verwaltungsprüfung ab. Die mit den modernsten technischen Lehrmitteln ausgestatteten Labors geben die Gewähr für eine Qualitätsausbildung, die den Aufgaben der Post als Nachrichtenübermittler gerecht wird. Fernmeldebau- und Handwerksschule des Postschulamtes Berlin. Besondere Sorgfalt widmet die Postverwaltung der 3½ Jahre dauernden Ausbildung der Fernmeldemonteurleh-

linge und der dreijährigen Lehrzeit der Fernmeldebaulehrlinge. Nach Abschluß ihrer Lehrzeit legen sie die Facharbeiterprüfung für das Fernmeldemonteurhandwerk ab und sind der spätere Facharbeiterstamm für den technischen Fernmeldedienst. Es steht ihnen die Möglichkeit offen, sich zum Werkmeister empor zu arbeiten. Die einjährige Grundausbildung umfaßt die Metallbearbeitung mit Feil-, Dreh-, Fräs-, Löt- und Schweißarbeiten, dazu die schulmäßige Übungstätigkeit in der Schalt- und Apparatechnik. Ein vierwöchiger Lehrgang vermittelt die einfachsten Kenntnisse des Tischlerhandwerks. Dieses Grundjahr bildet den Lehrling für seine spätere Tätigkeit bei Funk- und Fernmeldeämtern heran. Außerdem werden in wöchentlich zwölfstündigem Berufs- und Werkschulunterricht während der Dauer der Lehrzeit die Fächer der öffentlichen Berufsschulen gelehrt, und darüber hinaus das für den Dienst bei der Post notwendige Fachwissen vermittelt. Es wird auf eine gute Allgemeinbildung Wert gelegt. Vom zweiten Lehrjahr ab erhalten die Lehrlinge ihre Ausbildung im praktischen Betrieb der Funk- und Fernmeldeämter unter Anleitung durch bewährtes Ausbildungspersonal in Lehrtrupps.

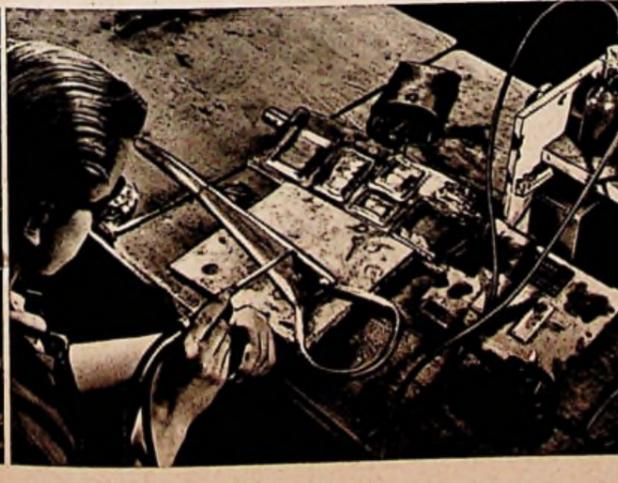
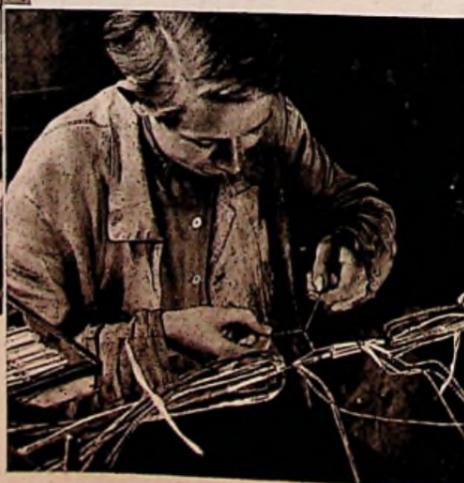
Unterricht an einem Wähleramt. Links oben: In der Lehrwerkstatt für Metallbearbeitung. Abt. Feinmechanik erhalten alle Lehrgangsteilnehmer ihre handwerkliche Ausbildung. Rechts: Fehlerbeseitigung an einem Fernsprechapparat. Unten: Justieren der verschiedenen Typen von Fernsprechrelais. Das Messen des Kontaktdruckes erfolgt mit Hilfe der Kontaktfederwaage. Unten links: Ausbildung im Bleischweißen



Aufnahmen: E. Schwahn



Die Betreuung der elektrischen Rufmaschinen gehört später einmal zu dem großen Aufgabenkreis. Rechts und daneben: Herstellen und Ausformen eines Kabels für Löt- bzw. Prüfzwecke



# Ein Beitrag zum Selbstbau eines HF-Tonbandgerätes

Wir haben in der FUNK-TECHNIK Bd. 4 (1949), H. 20, S. 606 u. H. 21 S. 644 über den Selbstbau eines HF-Magnettongerätes für Allstrom mit Plattenspieler unter Verwendung eines Schallplattenmotors berichtet. Im Anschluß daran sollen hier noch einige das Laufwerk betreffende Fragen behandelt werden.

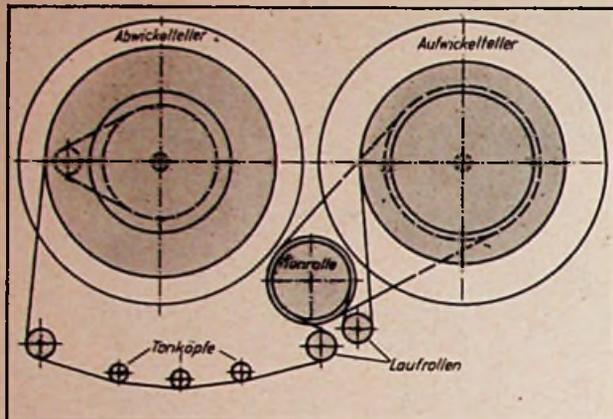


Abb. 1. Schematische Darstellung der Bandführung und des Antriebes

Der Antrieb des Tonbandes erfolgt bei dem beschriebenen Gerät über eine Tonrolle, die mit 78 U/min umläuft. Der Aufwickelteller wird von einer Seilscheibe, die an der Tonrolle sitzt, über ein Gummiseil und eine gleitende Kupplung angetrieben. Die Bandführung ist schematisch aus Abb. 1 ersichtlich. Der Abwickelteller muß zur Erzielung des notwendigen Bandzuges leicht gebremst werden. Die Bremsung wird hier mechanisch vorgenommen. Die Bremse ist als Reibungskupplung ausgebildet, die beim Abspielen gleitet und zum Rückspulen des Tonbandes durch Anziehen einer Rändelmutter eine starre Verbindung zwischen Achse und Teller herzustellen gestattet. In Abb. 2 ist diese Kupplung skizziert. Die Laufbuchse des Tellers, die aus Rotguß gefertigt ist, gleitet hierbei auf einer Kupplungsscheibe, die auf der Mitnahmescheibe aufliegt und mit dieser fest verbunden ist. Das erzielte Bremsmoment ist

1. von den Reibungseigenschaften zwischen Laufbuchse und Kupplungsscheibe
2. vom mittleren Durchmesser  $d_m$  der Kupplungsscheibe und
3. vom Gewicht des Bandtellers abhängig.

Nach den physikalischen Grundgesetzen ist das Bremsmoment proportional dem Gewicht des Bandtellers und proportional dem Durchmesser  $d_m$  der Kupplungsscheibe. Beim Abspielen wird der Teller stetig um das Gewicht des abgewickelten Tonbandes leichter. Das Bremsmoment nimmt also ab. Diese Abnahme wirkt sich aber auf den Bandzug im günstigen Sinne aus. Wenn das Bremsmoment konstant wäre, so würde der Bandzug infolge der Hebelwirkung vom Beginn der Abwicklung bis zum Ende stetig zunehmen. Da das Bremsmoment aber abnimmt, kann der Bandzug bei richtiger Bemessung des Tellergewichtes angenähert konstant gehalten werden. Ein völliger Ausgleich beider Wirkungen

kann nicht erreicht werden, weil die Gewichtsabnahme beim Abwickeln nicht linear mit dem Bandrollendurchmesser verläuft. Die Abb. 3 zeigt das Gesamtgewicht des Tellers und den Bandzug in Abhängigkeit vom Durchmesser der auf dem Teller aufliegenden Bandrolle für verschiedene Nettogewichte des Tellers bei Verwendung eines Wickeldornes mit 15 cm Durchmesser. Kurve a gibt den Verlauf des Bandzuges für ein Nettogewicht des Tellers an, das so bemessen ist, daß der Zug am Anfang und am Ende gleich groß wird. Für einen schweren Teller ergibt sich ein Verlauf nach Kurve b, für einen leichteren Teller nach Kurve c. Man sieht daraus, daß mit fortschreitender Abwicklung der Bandzug beim leichten Teller kleiner, beim schweren Teller dagegen größer wird.

Wir wollen als Beispiel das günstigste Tellergewicht für das beschriebene Gerät ermitteln. Das Gewicht eines 15-cm-Wickeldornes sei etwa 100 g. Auf einen 30-cm-Teller bringt man damit 850 m Tonband von 580 g Gewicht unter, wenn der Teller bis zu einem Durchmesser von 29 cm bewickelt wird. Das Durchmesserverhältnis vom Anfang zum Ende der Abwicklung ist somit  $29/15 = 1,93$ . Wenn am Anfang und am Ende der gleiche Bandzug herrschen soll, so muß das Bremsmoment um das 1,9fache abnehmen. Dies ist der Fall, wenn das Tellergewicht auf das 1,9fache abnimmt. Wie eine einfache Rechnung zeigt, wird diese Bedingung bei einem Nettogewicht des Tellers von 520 g erfüllt.

Bei der Herstellung der Teller soll neben der Einhaltung des richtigen Gewichtes darauf geachtet werden, das Schwungmoment möglichst klein zu halten. Der Selbstbau gewährleistet nicht immer einen präzisen zentrischen Lauf des Wickeldornes am Teller. Infolge eines unrunder Ablaufs des Tonbandes vom Teller entstehen Schwankungen des Bandzuges, die um so größer werden, je schneller der Teller läuft und je höher sein Schwungmoment ist. Da der Abwickelteller gegen das Ende zu am schnellsten läuft, so sind an dieser Stelle Schwankungen zu befürchten. Um solche Bandzugschwankungen klein zu halten, hält man das Schwungmoment der Teller klein, indem man sie nahe am äußeren Umfang leuchtet. Das nötige Tellergewicht erzielt man durch eine Gewichtsauflage,

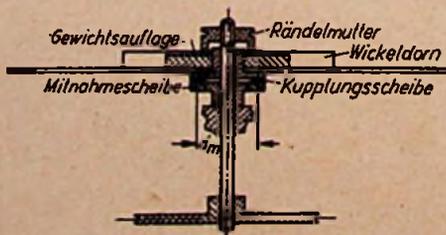


Abb. 2. Reibungskupplung am Abwickelteller

die möglichst nahe an der Achse verteilt sitzt, da sie dann wenig zur Schwungwirkung beiträgt. Auch die Verwendung von 15-cm-Dornen statt der im vorhergehenden Artikel erwähnten 11-cm-Dorne bringt im Hinblick auf einen gleichmäßigen Bandzug einen Vorteil, da die maximale Drehzahl des Tellers damit kleiner gehalten wird. Ein weiterer Vorteil der 15-cm-Wickeldorne liegt in einer besseren Ausnutzung der vom Schallplattenmotor abgegebenen Leistung, da das Übersetzungsverhältnis des Seiltriebes von der Tonrolle zum Aufwickelteller kleiner gehalten werden kann. Dies ist bei Verwendung von Plattenspielmotoren geringerer Leistung wichtig. Der Nachteil der etwas kürzeren Laufzeit wird durch die erwähnten Vorteile aufgewogen. Bei einer Bandgeschwindigkeit von 38 cm/sec ergibt sich für die 15-cm-Dorne eine Laufzeit von 37 Minuten. Die gleichen Überlegungen hinsichtlich des Bandzuges gelten auch für den Aufwickelteller. Die gleitende Kupplung arbeitet hier nach eben dem Prinzip wie beim Abwickelteller.

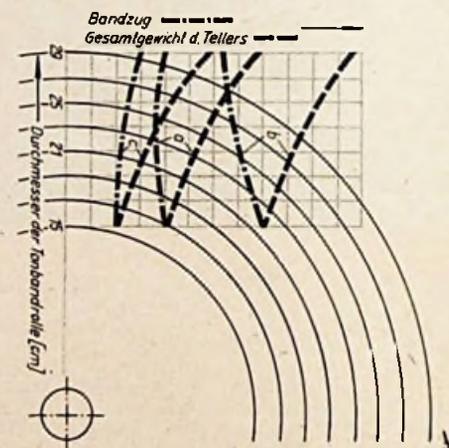


Abb. 3. Verlauf des Tellergewichtes und des Bandzuges in Abhängigkeit vom Durchmesser der am Teller aufliegenden Bandrolle bei Verwendung eines 15-cm-Wickeldornes. a) für ein richtig bemessenes Nettogewicht des Tellers; b) für einen schwereren Teller; c) für einen leichteren Teller

Die Wahl eines geeigneten Kupplungsbelages ist von besonderer Wichtigkeit. Da aus Gründen der Einfachheit von einer Nachstellvorrichtung für den Bandzug abgesehen wurde, dürfen sich die Reibungseigenschaften mit der Betriebszeit nicht verändern. Ein Belag aus Zellulose (wollfreie Pappe) erwies sich in dieser Hinsicht als besonders günstig. Selbst nach einigen 100 Betriebsstunden hat sich keine wahrnehmbare Änderung des Bandzuges gezeigt. Hinsichtlich der Konstanz der Reibungseigenschaften ist die Zellulose dem Leder mit Grafitauflage überlegen. Zu beachten ist, daß während des Betriebes kein Öl auf den Kupplungsbelag gelangt, da sonst die Gleitfähigkeit verändert wird.

Die einmalige Einstellung des Bandzuges erfolgt auf einen mittleren Wert. Er muß so groß sein, daß das Band ohne zu flattern an den Köpfen satt anliegt. Er darf aber andererseits nicht zu groß sein, da er sonst den Motor zu stark be-

lastet. Der mittlere Wert liegt bei etwa 40 g an den Tellern. Der Bandzug wird um so größer, je größer der mittlere Durchmesser der Kupplungsscheibe gewählt wird. Unter Verwendung eines Schallplattenmotors der Firma Perpetuum-Ebner haben wir mit einem Bandzug von 50 g vom Anfang bis zum Ende des Wickelvorganges eine Drehzahländerung von nur 1% gemessen. Als

Kupplungsscheibe war hierbei eine Scheibe aus Pappe mit 40 mm Außendurchmesser und 25 mm lichter Weite verwendet worden.

Abschließend sei bemerkt, daß es an Hand der Konstruktionsunterlagen verhältnismäßig leicht und mit billigen Mitteln möglich ist, ein hochwertiges HF-Magnettongerät selbst zu bauen.

Dr.-Ing. H. Macha

J. NEUMANN

## Kapazitätstoleranzanzeiger KZS

Mitteilung aus dem Laboratorium der Firma Rohde u. Schwarz

Eine Neuentwicklung, die weniger durch ihre Universalität in der Verwendungsmöglichkeit als durch die interessante Lösung eines meßtechnischen Problems Aufmerksamkeit verdient, ist das Kapazitätstoleranzprüfgerät Type KZS (Abb. 1).

Das Gerät ist auf die Bedürfnisse der Kondensatorfabrikation eingestellt und gestattet mit Hilfe eines Sollwert-Kondensators eine sehr rasche Bestimmung der prozentualen Abweichung der Prüflinge vom geforderten Wert, eine Sortierung in Toleranzgruppen durch direkte Anzeige in Prozent oder eine Gleichlaufkontrolle von Mehrfachdrehkondensatoren. Der Kapazitätsmeßbereich von 10 pF bis 20 000 pF überstreicht die Werte, von denen häufig hohe Genauigkeiten verlangt werden (Verkürzungskondensatoren z. B.). Der Bereich der Toleranzanzeige ( $\pm 5\%$  bzw.  $\pm 20\%$  Endausschlag) wurde so eingerichtet, daß die in der Massenerzeugung üblicherweise auftretenden Streuungen erfaßt werden können. Überraschend am KZS ist die hohe Genauigkeit, mit der die Messung durchgeführt werden kann, und die Empfindlichkeit, mit der kleinste Kapazitätsdifferenzen angezeigt werden. Mit anderen Meßmethoden bestehen stets Schwierigkeiten bei der Bestimmung kleiner Kapazitäten. Fast immer findet man die Angabe  $\pm 1$  pF hinter der prozentualen Fehlerangabe, die bedeutet, daß der Wert von z. B. 10 pF nur mit einer Genauigkeit von  $\pm 10\%$  gemessen werden kann.

Im Gegensatz dazu wird mit Hilfe des KZS unabhängig von der Kondensatorgröße mit einer Genauigkeit von  $\pm 5\%$  von der Anzeige ein Wert von  $\pm 0,1\%$  absolut garantiert. Das bedeutet bei 10 pF, daß eine Abweichung von 1% gegenüber dem Sollwert, also 0,1 pF Toleranz, mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,15\%$  gemessen werden kann.

Bei 10 pF-Kondensatoren lassen sich demnach Abweichungen vom Sollwert auf Hundertstelpikofarad bestimmen, wobei eine Ablesung auch noch kleinerer Differenzen möglich wäre. Es hat natürlich wenig Sinn, die gegebene Empfindlichkeit für kleine Kondensatoren auszunützen, weil schon Verschiebungen des Prüflings in der Klemmvorrichtung zu anderen Meßergebnissen führen. Damit begründet sich auch die Einschränkung „ $\pm 0,1\%$ “ in der Genauigkeitsangabe. Auch praktisch ist es ja kaum möglich, bei kleinen Kondensatoren Genauigkeiten von Bruchteilen eines

Pikofarads zu verwerten, weil die unvermeidlichen Schaltkapazitäten an der Verwendungsstelle den C-Wert auf alle Fälle beeinflussen.

### Das Meßprinzip

In Abb. 2 ist die Grundschialtung des KZS wiedergegeben. Es handelt sich im wesentlichen um einen Vollweggleichrichter mit gesteuerten Gleichrichterstreifen. Die Ströme in den beiden Zweigen werden miteinander verglichen. Die Steuerung übernimmt der Prüfling bzw. der Normalkondensator, mit dem der Vergleich durchgeführt wird.

Der Vorgang ist dabei folgender: Ein Generator liefert eine hohe Wechselspannung von 20 kHz mit geringem Klirrfaktor. Auf den Trafo sind außer der Schwingkreis- und Rückkoppelwicklung (S u. R) noch die Wicklungen I, II und III aufgebracht. In Reihe mit I und II liegen Belastungswiderstände, über die Röhren sind die beiden Stromkreise geschlossen. Sie sind abwechselnd während je einer Halbperiode der Generatorspannung von einem Stromimpuls durchflossen, dessen Effektivwert im wesentlichen vom Arbeitspunkt der Röhre abhängt. Die an den Widerständen auftretende Spannung lädt die parallelschalteten Kondensatoren auf, und zwar mit entgegengesetzter Polarität. An die hintereinander liegenden Kapazitäten ist das Anzeigeelement angeschlossen. Es zeigt keinen Ausschlag, solange durch die beiden Gleichrichterstreifen gleiche Ströme fließen und die Spannungen sich infolgedessen aufheben. Der Nullpunkt des Instruments liegt in der Mitte der Skala, so daß bei ungleich großen Stromimpulsen ein Ausschlag nach rechts oder links erfolgen kann.

Über die Wicklung III des Schwingtrafos wird eine kleine Spannung auf den Eingangübertrager gegeben, dessen Wicklungshälften mit dem Normalkondensator und dem Prüfling eine Brücke bilden. Die Nullspannungsdiagonale liefert die Steuerspannung für die beiden Röhren. Die Wirkungsweise der Eingangsschaltung ist am besten an Hand eines Beispiels zu erklären. Es sei angenommen, daß der Prüfling  $C_x$  größer ist als der Normalkondensator  $C_n$ . In diesem Fall stellt  $C_x$  den kleineren Widerstand dar. Die Spannungsverhältnisse seien während der positiven Halbperiode des Generators betrachtet, dabei soll im Gleichrichterstromkreis I der positive Spannungspol an der Anode

liegen — also Strom fließen. Ebenso befindet sich der Pluspol der Speisespannung am Brückenpunkt A (es könnte je nach Polung der Übertrager natürlich auch anders sein, jedoch berührt das die Wirkungsweise nicht). Dementsprechend wird sich die Speisespannung der Brücke so aufteilen, daß im kapazitiven Stromzweig an  $C_x$  eine kleinere Spannung auftritt als an der Wicklungshälfte des Übertragers, die mit  $C_n$  verbunden ist. Der Übertragermittelpunkt ist demnach negativer als der geerdete Punkt zwischen den beiden Kapazitäten (Nullpotential). — Die beiden Röhren bekommen also eine negative Vorspannung. Wirksam wird diese jedoch nur im Gleichrichterstromkreis I, weil die andere Röhre während der positiven Halbperiode gesperrt ist. Während der negativen Halbperiode wechselt auch die Speisespannung der Brücke ihre Polarität, und der Mittelpunkt des Brückentrafos erhält gegenüber dem O-Potential positive Spannung, die als Gitterspannung jetzt jedoch nur im Gleichrichterstromkreis II wirkt. Bei Abweichung des Prüflings vom Normal-C werden also die Ströme beider Röhren entgegengesetzt verändert. Es ist unschwer zu übersehen, daß die Anzeige in umgekehrter Richtung erfolgen muß, wenn der Prüfling kleiner ist als der Vergleichskondensator. Man kann also die Eichung direkt in Prozenten, und zwar nach Plus und Minus vornehmen, nachdem die Verstimmung der Brücke zunächst nur vom Verhältnis  $C_x : C_n$  abhängt.

### Berücksichtigung von Fehlerquellen

Bei der oben angegebenen Empfindlichkeit der Anordnung ist es verständlich, daß an den Eingangübertrager besondere Forderungen in Hinsicht auf seine Symmetrie zu stellen sind. Die beiden Wicklungshälften müssen völlig übereinstimmende induktive Widerstände aufweisen, und die Kapazität beider Hälften gegen Masse muß möglichst klein und

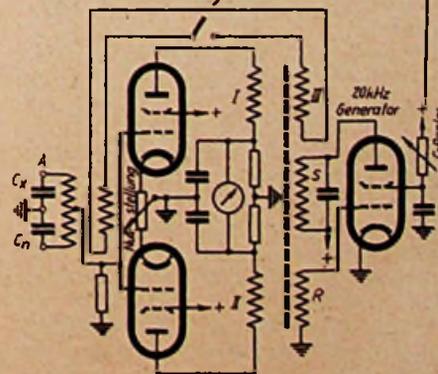


Abb. 1 (oben). Vorderansicht des Kapazitätstoleranzanzeigers KZS

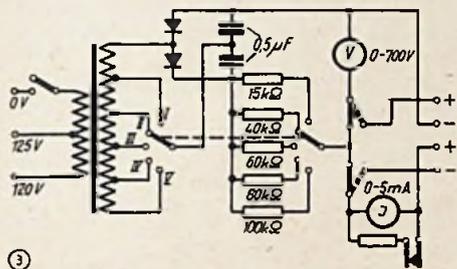
Abb. 2. Grundschialtung des C-Toleranzanzeigers



der dritte Anschluß mit Masse dieses Gerätes zu verbinden ist. Eine über dem Leuchtschiltz angebrachte durchsichtige Skala gestattet genaues Ablesen. Mit dem Potentiometer kann die gewünschte Leuchtfadenlänge eingestellt und dem jeweiligen Empfänger angepaßt werden.“ (Daten für Abb. 2: P 500 k $\Omega$  lin., W<sub>b</sub> 3 M $\Omega$ , W<sub>v</sub> 40 k $\Omega$ , C 0,1  $\mu$ F.)

Über komb. Meß- und Prüfergeräte haben wir zwar schon mehrfach berichtet; da die Verhältnisse aber jeweils andere sind, wollen wir unseren Lesern eine Konstruktion nicht vorenthalten, die von Herrn H. Zastrow, Weyarn, ausgearbeitet wurde, und deren Teile nicht schwierig zu beschaffen sein dürften:

„Mit einfachen Mitteln wurde nach Abb. 3 ein Hilfsgerät gebaut, das als Durchgangsprüfer für Reststrommessung von statischen und Elektrolytkondensatoren mit verschiedenen hohen Spannungen sowie als Widerstands- bzw. Isolationsmesser dient. Durch Ablesen von Strom und Spannung kann man sich jeden Wert schnell ausrechnen. Zweckmäßig wird man sich aber für die häufigsten Werte eine Tabelle anlegen.“



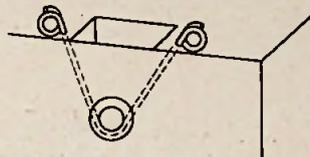
|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| 5 kOhm = 5 mA     | 500 kOhm = 0,6 mA  |
| 10 kOhm = 4,5 mA  | 1,0 MOhm = 0,31 mA |
| 20 kOhm = 4,0 mA  | 2,0 MOhm = 0,19 mA |
| 50 kOhm = 3,0 mA  | 4,0 MOhm = 0,09 mA |
| 100 kOhm = 2,1 mA | 6,0 MOhm = 0,05 mA |
| 300 kOhm = 1,0 mA |                    |

Die Tabelle wurde in Schalterstellung II aufgestellt und umfaßt den Bereich von 5 kOhm bis 6 MOhm. Die Genauigkeit reicht für die Werkstattpraxis aus. Ein Kleintrafo ( $Q_{Fe} = 1,8 \text{ cm}^2$ ,  $P = 20 \text{ Wdg/V} 0,1$ ;  $S = 25 \text{ Wdg/V} 0,08$ ) gestattet an der Sekundärwicklung die Abnahme von 65, 130, 180, 220 und 250 V. Ein Stabgleichrichter von 32 Zellen in Delon-Schaltung ergibt unbelastet Gleichspannungen  $2 \cdot U \sim \sqrt{2}$ . Die Wahl der jeweiligen Meßspannung geschieht mit einem Stufenschalter von  $2 \times 5$  Kontakten. Im Gleichstromkreis liegen in jeder Stufe Vorwiderstände, die bei Kurzschluß im Meßobjekt Beschädigungen von Gleichrichter und Strommesser verhindern. Letzterer hat einen Endausschlag von 5 mA, doch kann der Shunt mittels einer nicht feststellbaren Taste abgeschaltet werden, wodurch die Empfindlichkeit auf 0,5 mA steigt. Der Spannungsmesser soll möglichst hochohmig sein, um die Gleichstromquelle nicht unnötig zu belasten, z. B. Endausschlag 0,5 mA = 2000 Ohm/V. Durch Einfügen je eines einpoligen Umschalters und einer weiteren Klemme können Strom- und Spannungsmesser getrennt benutzt werden, bei Verwendung zwelpoliger Umschalter lassen sich die gleichen Klemmen verwenden. Das Mustergerät wurde in einem 15 x 20 cm großen Kästchen untergebracht. Als

Transformator eignet sich auch ein VE-Trafo, dessen Sekundärwicklung mit einem Spannungsteiler belastet wird, welcher ein Abgreifen der Teilspannung gestattet.“

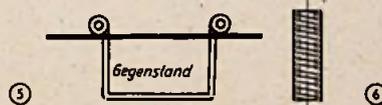
Unser Leser G. Haase, Königshofen, hat herausgefunden, daß Drahtspiralen sich als vielseitiges Hilfsmittel benutzen lassen:

„Die Reparatur des Skalenantriebes beim VE 301 bereitet den meisten Instandsetzern Schwierigkeiten. Eine gute, billige und schnell auszuführende Lösung ist folgende: wie aus Abb. 4 ersichtlich, muß zunächst der Antrieb durch Öffnen der Splintscheibe ausgebaut werden. Dann werden das vordere Loch im



Chassis um 1 mm nach oben ausgefeilt, der Trieb wieder eingesetzt und von oben zwei Löcher von etwa 2 mm  $\phi$  ziemlich dicht an der Vorderkante neben dem Ausschnitt gebohrt. Ein Stück weichen, verzinkten Eisendrahtes von 1,5 mm  $\phi$  wird entsprechend der Abbildung eingezogen und mittels einer Rundzange so aufgewickelt, daß das Drahtende zur Zangenspitze zeigt, d. h. daß sich die Spirale beim Wickeln von einem wegbewegt. Die gleiche Methode kann man zur Befestigung kleiner Gegenstände anwenden, wie Abb. 5 zeigt. Der große Vorteil liegt darin, daß in der Spirale eine gewisse Federung vorhanden und die Befestigung leicht wieder zu lösen ist.

Oft werden Abstandsrohre gebraucht, aber selten sind sie in der gewünschten Wandstärke und Abmessung vorhanden. Hier hilft man sich, indem man einfach Eisendraht auf einen passenden Dorn eng aufwickelt und dann die Enden ge-



radefellt (Abb. 6). Der Dorn bleibt beim Feilen am besten im Wickel. Die Befestigung des Gegenstandes auf dem Abstandswickel kann wieder nach Abb. 5 geschehen. Sorgen bereiten oft Lötösenleiten. Kupferdrahtreste in den Stärken zwischen 0,6 ... 1 mm findet man in jeder Werkstatt. Diese lassen sich gem. Abb. 7



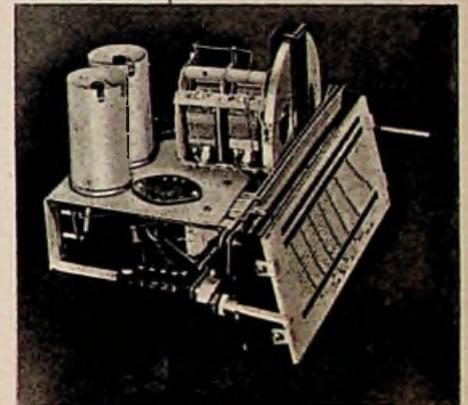
noch als Lötösen verwenden. In den Isolierstoff (z. B. Pertinax 3 mm stark) werden etwa 1 mm. große Löcher gebohrt. Abstand vom Rande 3 ... 4 mm, Abstand der Löcher untereinander  $\geq 6$  mm. Um den Ösen den nötigen Halt zu geben, werden mit einer Dreikantfeile von beiden Seiten Nuten eingefeilt. Der Draht wird durch die Bohrung gesteckt, scharf in die Nuten gedrückt und mittels einer Flachzange einmal herumgedreht, die freien Enden zu Ösen gebogen.“

## Neues aus der Industrie

### Super-Aggregat für den Bastler

Das Abgleichen der HF- bzw. ZF-Kreise ist bekanntlich eine der schwierigsten Arbeiten beim Selbstbau eines Überlagerungsempfängers. Von der Firma Erzmann, Zwönitz, wird nun ein komplettes Aggregat hergestellt, das auch dem Bastler, der keine entsprechenden Meßgeräte zur Verfügung hat, den Bau eines guten 6-Kreis-Supers ermöglicht. Dieses Aggregat enthält eine vollständig geschaltete Mischstufe mit Spulensatz für KML, Doppeldrehkondensator und einer langen Flutlichtskala sowie einen ZF-Verstärker. Es wird vom Werk fertig abgeglichen geliefert und ist für die Röhren ECH 11 und EBF 11 sowie nach Umschaltung des Heizkreises auch für die entsprechenden Allstromtypen bestimmt. Auch der mit dem Lautstärkenregler kombinierte Netzschalter ist auf der linken Seite der Skala bereits angebracht.

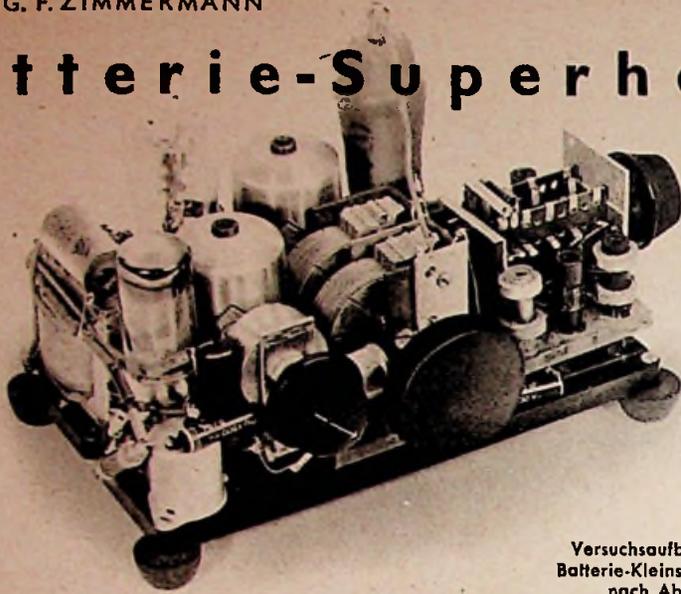
Vom Bastler brauchen dann nur noch die Endstufe und der Netzteil gebaut zu werden. Im Aggregat ist ein Drehkondensator mit



geringer Anfangskapazität eingebaut, so daß eine Umstellung auf den neuen Frequenzbereich des Kopenhagener Wellenplanes leicht durchführbar ist. Auch die dann notwendigen neuen Skalen sind lieferbar.

Einen sehr wichtigen Hinweis für die Reparatur amerikanischer Empfänger gibt Dipl.-Ing. H. Pitsch. „In einem amerikanischen Kofferempfänger für wahlweisen Batterie- und Netzbetrieb (Bendix) war der Heizfaden der Endröhre 3 Q 4 durchgebrannt. Es wurde eine neue Röhre eingesetzt, jedoch der Apparat arbeitete nicht. Im Lautsprecher war bei Netzbetrieb (110 V) nicht das geringste Brummen zu hören. Es zeigte sich, daß die Endröhre keinen Anodenstrom führte, obwohl an der Anode die volle Anodenspannung lag und auch das Schutzgitter eine Spannung führte. Es wurde nun die Heizfadenspannung gemessen, und es zeigte sich, daß sie nur etwa 1,7 V statt 2,8 V betrug. Die Röhre wurde herausgenommen und an eine Spannung von 2,8 V gelegt. Die Heizstromstärke betrug etwa 80 mA statt 50 mA! Der Heizfaden war also dicker als vorgeschrieben. Damit ergab sich die Erklärung für den fehlenden Anodenstrom. Da die Heizfäden aller Röhren des Empfängers in Reihe geschaltet waren, reichte der gemeinsame normale Heizstrom von 50 mA nicht aus, um den zu dicken Heizfaden der Endröhre zum Glühen zu bringen. Mit einer anderen Endröhre arbeitete der Empfänger einwandfrei.“

# Batterie-Superhets



Versuchsaufbau des Batterie-Kleinsuperhets nach Abb. 1

Nachdem in der FUNK-TECHNIK Bd. 4 (1949), H. 16, S. 480 verschiedene Einkreisbatterieempfänger beschrieben worden sind, sollen anschließend einige für Fernempfang geeignete Schaltungen besprochen werden. Es kommen dafür Geradeaus- oder Superhetempfänger in Frage. Mit ersteren läßt sich eine gute Verstärkung erzielen, aber die Trennschärfe reicht für guten Fernempfang oft nicht aus, wenigstens soweit es einen Zweikreisempfänger betrifft; man müßte schon mindestens zum Dreikreis greifen. Beim Superhet ist hingegen durch die ZF-Bandfilter eine gute Trennschärfe leicht erreichbar, jedoch genügt bei Verwendung von nur wenigen Röhren, also bei einem Kleinsuperhet, die Verstärkung nicht. Die Steilheiten der Batterieröhren sind infolge der geringeren Spannungen und Ströme wesentlich kleiner als die der entsprechenden Netzhöhren. Es ist z. B. die Mischsteilheit einer Batteriemischröhre max. etwa 0,3...0,5 mA/V, die einer HF- oder ZF-Verstärkeröhre max. rd. 0,7...1,1 mA/V. Die ZF-Bandfilter lassen sich zwar leicht mit einem hohen Resonanzwiderstand herstellen, aber der Übertragungsfaktor eines Bandfilters ist je nach Kopplungsgrad ca. 0,3...0,5-fache von dem eines Einzelkreises. Der Verstärkungsgrad einer Mischstufe beträgt deshalb ca. 1/6 und der einer Zwischenfrequenzstufe ca. 1/2 von dem einer Hochfrequenzstufe. Die Verwendung eines Einzelkreises an Stelle eines Bandfilters in der ZF-Stufe ist aus Trennschärfegründen doch etwas bedenklich. Es ist deshalb der Aufbau von ausgesprochenen Batteriekleinsuperhets speziell für industrielle Fertigung wenig aussichtsreich. Die Industriegeräte enthalten deshalb wenigstens vier Stufen, eine Mischstufe, eine ZF-Verstärkerstufe, eine kombinierte Detektor- und NF-Verstärkerstufe und eine Endstufe.

Nachstehend sollen einige Schaltungen behandelt werden, bei denen versucht wurde, unter Verwendung von nur drei Stufen einen Kleinsuperhet mit ausreichenden Empfindlichkeits- und Trennschärfewerten aufzubauen. Sie werden nicht ganz die Leistungen eines guten Superhets mit vier Röhren erreichen, sie werden auch etwas kritischer sein, aber die Ersparnisse einer Röhre in finan-

zieller und räumlicher Hinsicht sowie in bezug auf den Stromverbrauch sind für einen erfahrenen Amateur Grund, sich mit diesen Anordnungen zu versuchen. Es sei darauf hingewiesen, daß sorgfältiger Aufbau, gute Abschirmung und gute theoretische und praktische Kenntnisse für das gute Funktionieren derartiger Schaltungen erforderlich sind.

Die Schaltung nach Abb. 1 besteht aus einer Mischstufe, einem Zwischenfrequenzaudion und einer Endstufe. Sie enthält eine doppelte Rückkopplung, einmal von der Mischstufe auf den Vorkreis, und dann eine weitere in der Audionstufe. In der Mischstufe sind Vorkreis- und Oszillatorkreis nur schematisch ohne die ev. gewünschte Bereichsschaltung dargestellt, da Einzelheiten von den Herstellern der Spulensätze angegeben werden bzw. aus den Selbstbaubeschreibungen ersichtlich sind. Im Oszillatorkreis ist mit Rücksicht auf die geringeren Röhrensteilheiten eine Serienspeisung empfehlenswert, da man hierbei leichter eine genügend große Oszillatoramplitude erhalten kann, die zur Erhaltung einer guten Mischsteilheit notwendig ist. Bei induktiver Rückkopplung im Oszillatorkreis kann man ev. durch Verringerung des Abstandes der Spulen  $L_{g2}$  und  $L_a$  eine festere Rückkopplung und damit eine höhere Amplitude erzielen. Dergleichen ist es zweckmäßig, den Wert des Vorwiderstandes  $R_v$  zu ändern. Be-

sonders im Kurzwellenbereich und bei niedrigeren Anodenspannungen als 120 V kann ein kleinerer Wert (ca. 10 k-Ohm) günstiger sein. Als Mischröhre ist eine Triode-Hexode wie DCH 21, DCH 11, DCH 25, DCH 31, KCH 1 verwendbar.

Zur Erhöhung der Empfindlichkeit wird das Schirmgitter der Mischstufe auf den Vorkreis rückgekoppelt. Die Rückkopplungsspule  $L_{rko}$  hat im Mittelwellenbereich rd. 10...20 Windungen und befindet sich am erdseitigen Ende von  $L_{g1}$ . Die Regelung der Rückkopplung erfolgt durch den Vorwiderstand  $R_{sg}$  (etwa 30 k-Ohm). Für die Bestimmung des Wertes von  $R_{sg}$ , der Windungszahl von  $L_{rko}$  und ihres Abstandes von  $L_{g1}$  gilt folgendes: Man stelle erst in der normalen Schaltung ohne Rückkopplung (gestrichelt gezeichnet) fest, bei welchen Werten von  $R_{sg}$  die Verstärkung der Mischstufe unter Berücksichtigung ihres Aussteuerungsbereiches (zwecks Vermeidung einer Übersteuerung) am günstigsten ist. Diesen Wert benutzt man dann in der Rückkopplungsschaltung und bestimmt die Windungszahl und den Spulenabstand so, daß eine merkbare Erhöhung der Verstärkung besonders bei schwach einfallenden Sendern auftritt; man muß im gesamten Wellenbereich mit  $R_{sg}$  bis kurz nach dem Schwingungseinsatz regeln können. Evtl. kann eine Aufteilung in einen festen und in einen veränderbaren Widerstand erfolgen. Durch die Rückkopplung wird der Vorkreis wesentlich trennschärfer, dies bedingt einen besonders guten Gleichlauf mit dem Oszillatorkreis. Da dies mit Amateurmitteln nicht immer erreichbar ist, wurde es für einfacher befunden, den Vorkreis mittels eines kleinen Luftdrehkondensator  $C_f$  von etwa 50 pF getrennt nachzustimmen. Beim Empfang stark einfallender Sender benötigt man die Rückkopplung nicht,  $C_f$  kann dann in einer mittleren Stellung stehen.

Über ein Zwischenfrequenzbandfilter ZBF (468 kHz) ist ein rückgekoppeltes ZF-Audion unter Verwendung einer HF-Pentode angekoppelt. Bandfilter mit einer zusätzlichen Rückkopplungswicklung  $L_{rkz}$  sind im Handel erhältlich. Die Rückkopplungsregelung erfolgt durch  $C_{rk}$ . Der Verstärkungsgewinn durch diese ZF-Rückkopplung ist größer als der in der Mischstufe. Für die Bemessung der Audionstufe gilt das in Heft 16/49 gesagte über Schirmgittervorwiderstand, Außenwiderstand bzw. Ersatz des letzteren durch eine Schirm-

(Fortsetzung auf Seite 59)

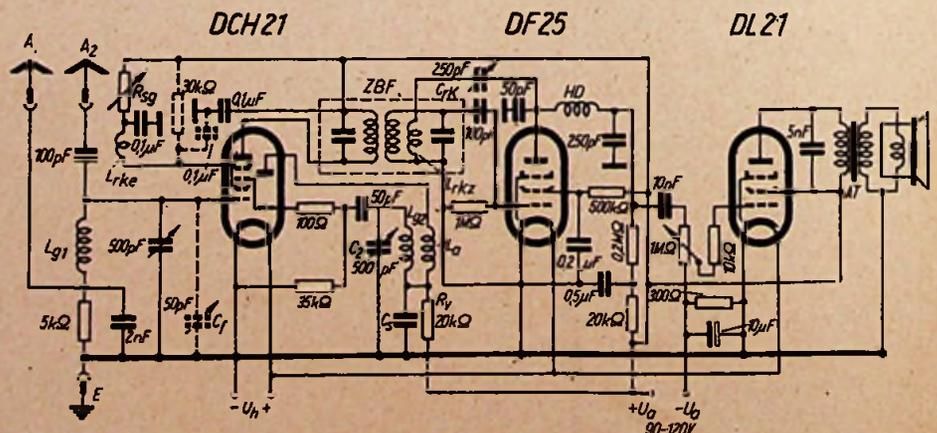
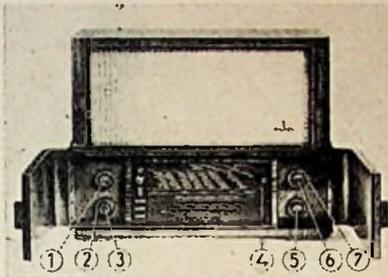


Abb. 1. Schaltbild eines Batterie-Kleinsuperhets mit doppelter Rückkopplung



HERSTELLER: SIEMENS & HALSKE AG, BERLIN

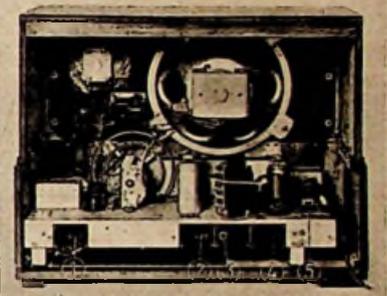


1 Lautstärkeregl. mit Netzschalter, 2 Bandbreitenregler, 3 Baßblende, 4 Wellenbereichsanzeige, 5 Wellenbereichschalter, 6 Grob- abstimmung, 7 Feinabstimmung

Stromart: Wechselstrom 220 V
Umschaltbar auf: 110 V, 125 V, 150 V, 240 V
Leistungsaufnahme bei 220 V: 90 W
Sicherungen: netzseitig bei 110/125 V: 1,6 A; bei 150 V: 1 A; bei 220/240 V: 0,8 A; anodenseitig 125 mA
Wellenbereiche: Lang 435...145 kHz (690...2070 m)
Mittel 1622...517 kHz (185...580 m)
Kurz 17,9...6 MHz (16,75...50 m)
dazu 25-m-Band: 24,8...26,6 m; 31-m-Band: 30,2...32,1 m; 49-m-Band: 47,7...50,9 m

Röhrenbestückung: EF 13, ECH 11, EBF 11, EF 11, EM 11, EL 12
Gleichrichterröhre: AZ 12
Trockengleichrichter: —
Skalenlampe: 2 x 6,3 V/0,3 A
Schaltung: Superhet
Zahl der Kreise: 7; abstimmbar 3, fest 4
Rückkopplung: —
Zwischenfrequenz: 468/473 kHz
HF-Gleichrichtung: durch Diode
Schwundausgleich: auf 4 Stufen, 3 rückwärts, 1 vorwärts
Bandbreitenregelung: beide ZF-Filter, verbunden mit stetiger Klangfarbregelung
Bandspreizung: auf 3 KW-Bändern
Ortsfernenschalter: komb. mit Klangblende
Lautstärkeregl.: NF-seitig, stetig
Baßanhebung: stetig regelbar
ZF-Sperrkreis: vorhanden
Optische Abstimmanzeige: Magisches Auge
Baßanhebung: durch Gegenkopplung
9-kHz-Sperre: vorhanden
Lautsprecher: Tieftön elektro-dyn. 12,5 W, Hochton perm.-dyn. 3 W
Membrandurchmesser: 340 bzw. 130 mm

Tonabnehmeranschluß: vorhanden
Anschluß für UKW-Vorsatz: durch besondere Schalterstellung möglich
Besonderheiten: Skala mit 3 gespreizten Kurzwellenbändern und besonderer UKW-Einteilung für 3-m-Band, zwei Eingangsbandfilter, Schnell-Feinabstimmung
Gehäuse: Edelholz, seidenmatt, nußbaumfurniert mit 2 Türen
Abmessungen: Breite 660 mm, Höhe 520 mm, Tiefe 340 mm
Gewicht: 27,5 kg
Preis: DM 980,— (W)



1 Anschluß für Antenne und Erde, 2 Tonabnehmeranschluß, 3 Lautsprecherschalter, 4 Lautsprecheranschluß, 5 Sicherungen

Abgleichvorschrift

Abgleichmittel: Prüfsender; Ersatzantenne 400 Ohm, 200 pF; Bedämpfung 10 kOhm mit 5000 pF in Reihe; Batterie 4,5 V und Widerstand 500 kOhm; Keramiksteckschlüssel, sechskant, 4 mm; Keramikschraubenzieher.

Allgemeines. Gerät einschalten, etwa 30 min vorwärmen. Lautstärkeregl. auf „laut“, Bandbreitenregler auf „schmal“ (linker Anschlag), Baßblende auf rechten Anschlag.

Prüfen, ob Drehkondensator bei Rechtsanschlag der Abstimmung bündig steht. Korrektur durch Verstellen der Seilscheibe zur Drehkondensatorachse nach Lösen der Madenschrauben. Dabei muß Zeiger auf Bündigkeitsmarken der Skala liegen. Zum Abgleich Gerät auf linke Seitenwand stellen.

L-Abgleiche stets bei erstem Maximum vornehmen. Mit L-Abgleich beginnen und mit C-Abgleich enden. L- und C-Abgleiche wiederholen, bis beim ZF-Abgleich Maximum erreicht ist und beim Oszillator- und Vorkreisabgleich Maximum genau auf Eichpunkten der Skala liegt.

Vor ZF-Abgleich Mechanik der Bandbreitenregelung prüfen. Bei Rechtsanschlag des Reglers muß zwischen Muttern der Führungsstangen für die regelbaren Koppelpulen der Bandfilter (Unterseite Chassis) und den Betätigungshebeln 0...0,5 mm Spiel sein, Hub muß minimal 9,5 mm betragen.

I. ZF. Wellenbereichschalter auf „Mittel“ und Skalenzeiger auf etwa 800 kHz stellen. Prüfsender mit 473 kHz (bei Sonderausführung 468 kHz) über Ersatzantenne an Gitter 1 der ECH 11 legen. Ohne Vorspannung, ohne Verstimmung.

- 1 (vgl. Abgleichbild) Diodenkreis
2 Anodenkreis } II. ZF-Bandfilter

- 3 (vgl. Abgleichbild) Anodenkreis
4 Gitterkreis } I. ZF-Bandfilter

Prüfsender über Ersatzantenne an Gitter 1 der EF 13 legen.
5 ZF-Saugkreis bei hoher HF-Spannung auf Minimum

II. Mittel. Prüfsender über Ersatzantenne an Antennenbuchse legen. Vorspannung von —4,5 V zuführen: + Pol an Masse, — Pol über 500 kOhm an X (siehe Abgleichbild).

- 6 L-Oszillator (ZF einpfeifen) mit 600 kHz
7 L-Eing.-Bandfilter, 2. Kreis, Bedämpfung zwischen a und Masse
8 L-Eing.-Bandfilter, 1. Kreis, Bedämpfung zwischen b und Masse
9 C-Oszillator (ZF einpfeifen) mit 1480 kHz
10 C-Eing.-Bandfilter, 2. Kreis, Bedämpfung zwischen a und Masse
11 C-Eing.-Bandfilter, 1. Kreis, Bedämpfung zwischen b und Masse (Bedämpfungspunkte s. Abgleichbild)

III. Lang. Vorspannung und Bedämpfung wie unter II.

- 12 L-Oszillator (ZF einpfeifen) mit 170 kHz
13 L-Eing.-Bandfilter, 2. Kreis, Bedämpfung zwischen c und Masse
14 L-Eing.-Bandfilter, 1. Kreis, Bedämpfung zwischen d und Masse (Bedämpfungspunkte s. Abgleichbild)

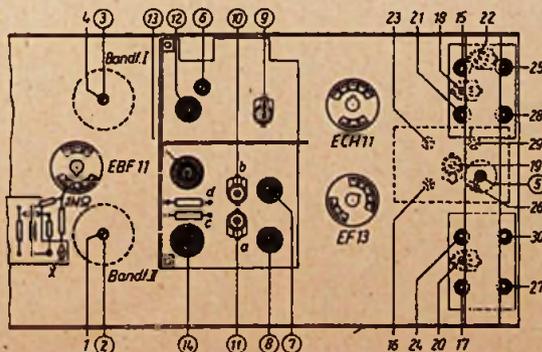
IV. Kurz. Ohne Vorspannung, ohne Bedämpfung.

Achtung! Nicht auf Spiegelfrequenz abgleichen.

- 15 Durchgehend L-Oszillator (ZF einpfeifen) mit 6,67 MHz
16 L-Zwischenkreis
17 L-Vorkreis
18 C-Oszillator (ZF einpfeifen) mit 16,67 MHz
19 C-Zwischenkreis
20 C-Vorkreis

Für den Abgleich der gespreizten Kurzwellenbänder ist quartzgesteuerter Eichsender erforderlich (zulässige Frequenzabweichung 0,1%)

- 21 25-m-Band L-Oszillator (ZF einpfeifen) mit 11,40 MHz
22 C-Oszillator (ZF einpfeifen) mit 11,86 MHz
23 L-Zwischenkreis mit 11,86 MHz
24 L-Vorkreis
25 31-m-Band L-Oszillator (ZF einpfeifen) mit 9,67 MHz
26 L-Zwischenkreis
27 L-Vorkreis
28 49-m-Band L-Oszillator (ZF einpfeifen) mit 6,15 MHz
29 L-Zwischenkreis
30 L-Vorkreis



Pos. mit O von Chassisunterseite, freistehende Pos. von Chassisoberseite einstellen!



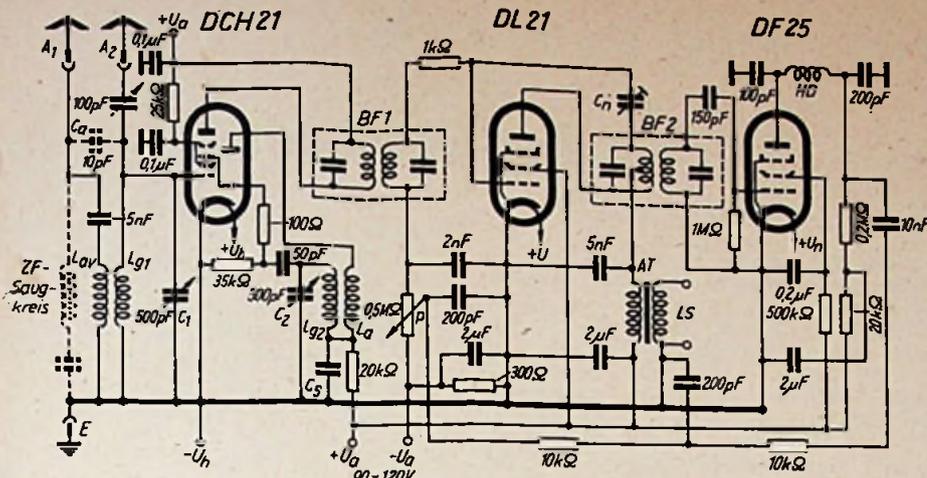


Abb. 2. Schaltung eines Reflex-Kleinsuperhets

(Fortsetzung von Seite 56)

gitterdrossel entsprechend. Die Hochfrequenzdrossel HD soll eine gute Drosselwirkung bei der ZF haben. Die als Austauschtypen für die Audionstufe in Frage kommenden Röhren sind aus der Tabelle in Heft 16/49 ersichtlich, desgleichen die für die Endstufe, die normal geschaltet ist. Über Abgleich des ZF-Filters, des Oszillator- und Vorkreises sei hier nichts Näheres gesagt, da derartige Anweisungen bereits früher veröffentlicht wurden.

In Abb. 2 ist die Schaltung eines Reflex-Kleinsuperhets dargestellt, der gegenüber der vorhergehenden Schaltung eine gesteigerte Leistung aufweist. Er besteht aus einer Mischstufe, einer Endpentode in Reflexschaltung zur Zwischenfrequenz- und Endverstärkung und einem Zwischenfrequenzaudion. Die Mischstufe arbeitet ebenfalls mit einer Triode-Hexode DCH 21. Das für die vorhergehende Schaltung gesagte gilt gleichfalls hier. Besitzt der Spulensatz eine hochinduktive Antennenkopplung  $L_{av}$ , so kann durch eine kleine zusätzliche Kapazität  $C_a$  besonders bei höheren Frequenzen eine gewisse Verbesserung des Eingangswertes erreicht werden. Kurze Antennen, also besonders die im Aufsatz Heft 16/49 erwähnte Stabantenne, können auch direkt an den Vorkreis über einen Kondensator angekoppelt werden, der evtl. veränderlich ist, um bei stark einfallenden Sendern eine Übersteuerung der Mischstufe zu verhindern, denn diese Superhets arbeiten ohne Schwundausgleich. Eine ZF-Sperre oder ein ZF-Saugkreis kann je nach Empfangsbedingungen erforderlich sein. Die Anwendung der in Abb. 1 gezeigten Rückkopplung vom Schirmgitter auf den Vorkreis ist auch bei dieser Schaltung möglich. An Stelle der Mischhexode kann auch eine Mischoktode, wie DK 21, DK 31, KK 1, KK 2, 1LC 6, 1LA 6, 1LB 6, 1D 7 G, 1C 6, 1A 6 mit ihrer teilweise etwas größeren Mischstellheit verwendet werden. Über die Anwendung einer Vorkreisrückkopplung bei einer Oktode bestehen hier keine Erfahrungen. Durch das Bandfilter BF 1 ist die Röhre 3 angekoppelt. Sie arbeitet in Reflexschaltung als ZF- und Endverstärkerstufe. Röhre 3 ist eine Endpentode DL 21 mit ziemlich hoher Stellheit und — gegenüber einer netzgeheizten Endpentode — einem verhältnismäßig hohen Innenwiderstand von etwa 350 kOhm. Da sie an das zweite Bandfilter BF 2 nicht voll, sondern nur teil-

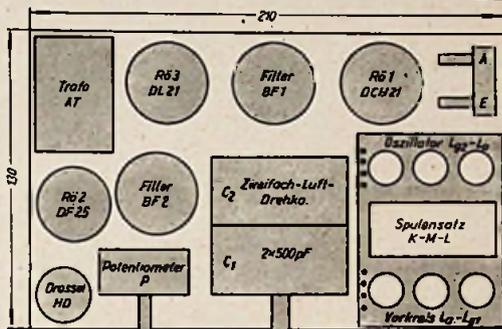


Abb. 3. Aufbauskeizze für Reflex-Superhet nach Abb. 2

weise angekoppelt ist, dämpft sie es wenig. Allerdings ist die Steuergitter-Anodenkapazität einer Endpentode mit etwa 0,5 pF wesentlich größer als die einer ausgesprochenen Hochfrequenzpentode. Da in der vorliegenden Schaltung im Anoden- und Gitterkreis je ein auf die gleiche Frequenz abgestimmter Schwingkreis liegt, tritt über die Gitter-Anodenkapazität Selbsterregung ein. Um diese auszuschalten, ist eine Neutralisation erforderlich. Sie geschieht hier in der sog. Anodenneutralisation, indem der Abgriff des ersten Kreises des Filters BF 2 hochfrequenzmäßig über eine Kapazität von 5 nF an Katode gelegt wird. Über den Kondensator  $C_n$  wird eine um 180° phasenverschobene und durch den Kapazitätswert bestimmte Hochfrequenzspannung an das Gitter gelegt, wodurch der Einfluß der über die schädliche Gitter-Anodenkapazität kommenden HF-Spannung kompensiert wird. Liegt der Abgriff in der Mitte des Kreises, so muß die Größe von  $C_n$  gleich der schädlichen Röhrenkapazität plus Schaltkapazitäten, also etwa 0,5... 2 pF sein. Liegt der Abgriff mehr nach der Seite hin, an der  $C_n$  angeschlossen ist, so muß  $C_n$  entsprechend größer werden. Man kann  $C_n$  aus zwei gut isolierten Drähten, die zusammengedrillt werden, leicht herstellen. Die beim Abgleich des ZF-Teils auftretende Selbsterregung wird durch Veränderung von  $C_n$  beseitigt. Der ZF-Abgleich und die Neutralisation sind abwechselnd einige Male zu wiederholen. Da die Neutralisation nur für eine Frequenz, nämlich die ZF erforderlich ist, ist sie nicht besonders kritisch.

Die verstärkte ZF wird über das Filter BF 2 an die Röhre 3, die als ZF-Audion arbeitet, gegeben. Die Audionschaltung ist normal. Von einer Rückkopplung in

der Audionstufe wurde bei dem Versuchsaufbau abgesehen. Da er ohne zusätzliche Abschirmung ausgeführt wurde, bestand eine erhöhte Schwingneigung, deren Beseitigung durch eine zusätzliche Rückkopplung erschwert worden wäre. Bei gut abgeschirmtem Aufbau ist aber der Einbau einer zusätzlichen ZF-Rückkopplung möglich; man wird sie aber nicht regelbar gestalten, sondern einmal auf einen mittleren Wert einstellen.

Die im Audion entstehende NF wird über einige Siebglieder, den Lautstärkeregler P und den zweiten Kreis des Filters BF 1 an das Gitter der Röhre 2 gegeben, in der nun die Endverstärkung stattfindet. In Reihe mit Filter BF 2 liegt der Ausgangstransformator AT zum Anschalten des Lautsprechers. An Stelle der Röhre DL 21 kann auch DL 11, DL 25, DL 31, KL 5, 1A 5, 1LA 4 und 1LB 4 bei geeigneter Dimensionierung Verwendung finden.

In Abb. 3 ist eine Grundriss-Skizze zum Aufbau eines Reflexsuperhets gebracht, ein Versuchsaufbau ist dargestellt.

Als Vorschlag bringt Abb. 4 eine Schaltung für eine Reflexstufe unter Verwendung einer DAF 11. Diese an und für sich besonders zur Niederfrequenzverstärkung gedachte Pentode besitzt eine Gitter-Anodenkapazität von etwa 0,02 pF. In Verbindung mit ihrer nicht zu hohen Stellheit ist daher im ZF-Teil keine Selbsterregung zu erwarten, so daß eine Neutralisation hinfällig werden wird. Die Gleichrichtung erfolgt in der Diodenstrecke, und die Niederfrequenz wird reflexmäßig dem Gitter nochmals aufgedrückt, wodurch eine doppelte Ausnutzung des Pentodenteils erfolgt. Als Außenwiderstand für die Niederfrequenz wird zweckmäßig an Stelle eines ohmschen Widerstandes eine Niederfrequenzdrossel verwendet, da dann der Gleichspannungsabfall geringer ist, bei den niedrigen Batteriespannungen ist dies günstig. Infolge der Reflexschaltung ist es nicht vorteilhaft, die Röhre an den

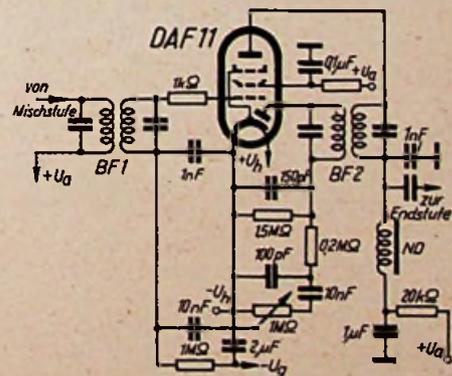


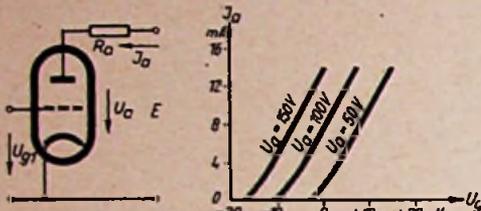
Abb. 4. Vorschlag für eine ZF-NF-Reflexstufe

Fadingausgleich anzuschließen, das Gitter bekommt besser durch Anschluß an  $U_g$  eine feste negative Vorspannung, die man an dem Widerstand abgreift, der die Vorspannung für die Endstufe liefert. Die Schirmgitterspannung wird durch Wahl eines entsprechenden Vorwiderstandes auf etwa 90... 100 V bei  $U_a = 120$  V eingestellt.

# Die Verstärkerröhre in symbolischer Betrachtungsweise

Von WERNER TAEGER

Es ist die Aufgabe gestellt, für die in Abb. 1 gezeichnete Verstärkerstufe Anodenstrom und Anodenwechselspannung als Funktion der Gitterwechselspannung zu berechnen. Für die meisten Zwecke kann man die in Abb. 2 gezeichneten An-



① Anodenstrom - Gitterspannungs - Kennlinien

als eine Schar von Geraden auffassen, d. h. Strom und Spannung hängen in dem betrachteten Gebiet linear voneinander ab. Für den in Abb. 1 dargestellten Stromkreis gilt dann

$$R_a \cdot J_a + U_a = E \quad (1)$$

Wenn man nur Wechsel-Spannungen und Ströme berechnen will, ist  $E = 0$  zu setzen, es ist also

$$u_a = -R_a \cdot J_a \quad (1a)$$

Sind  $S$  die Steilheit und  $D$  der Durchgriff der Röhre, so besteht zwischen den Wechselkomponenten die Beziehung

$$\tilde{J}_a = S(u_g + D u_a) \quad (2)$$

oder nach  $u_a$  aufgelöst:

$$u_a = -\frac{u_g}{D} + \frac{\tilde{J}_a}{S \cdot D} \quad (2a)$$

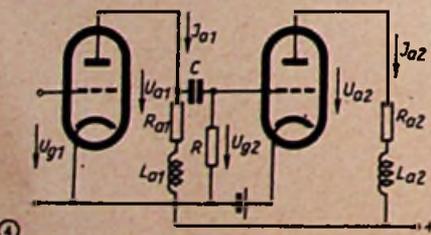
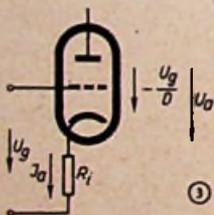
Man kann also eine Röhre als einen Generator mit der EMK

$$u_a = -\frac{u_g}{D}$$

und dem inneren Widerstand

$$R_i = \frac{1}{SD}$$

auffassen. Damit ergibt sich das in Abb. 3 gezeichnete Ersatzschaltbild einer Verstärkerröhre.



Die gewonnenen Erkenntnisse sollen nun auf den in Abb. 4 gezeichneten Drossel-Verstärker angewandt werden. Im Interesse einfacher Ergebnisse sollen folgende vereinfachenden Annahmen gemacht werden: Die Kapazität  $C$  sei so groß, daß an ihr kein merklicher Spannungsabfall auftritt (trifft für mittlere und hohe

Frequenzen immer zu), damit wird die Wechselspannung  $U_{g2}$  gleich der Wechselspannung  $U_{a1}$ ; außerdem soll kein Gitterstrom fließen. Nach dem Schaltbild 4 ist nun das Ersatzschaltbild 5 zu zeichnen, wo die Widerstände  $R_a$  und Induktivitäten  $L_a$  zu dem komplexen Widerstand  $(R_a + j\omega L_a)$  zusammengefaßt worden sind. Für die erste Stufe (Index 1) läßt sich dann die Gleichung aufstellen

$$(R_{a1} + j\omega L_{a1}) \cdot \tilde{J}_{a1} + \left(-\frac{u_{g1}}{D_1}\right) + R_{i1} \cdot \tilde{J}_{a1} = 0 \quad (3)$$

Für den Kopplungsstromkreis zwischen erster und zweiter Stufe gilt

$$-\frac{u_{g1}}{D_1} + R_{i1} \cdot \tilde{J}_{a1} = u_{g2} \quad (4)$$

Aus (4) folgt

$$\tilde{J}_{a1} = \frac{u_{g2} + \frac{u_{g1}}{D_1}}{R_{i1}} = \frac{u_{g1} + D_1 u_{g2}}{D_1 R_{i1}}$$

oder mit

$$S \cdot D \cdot R_i = 1$$

ergibt sich

$$\tilde{J}_{a1} = S_1 (u_{g1} + D_1 u_{g2}) \quad (4b)$$

Ähnlich folgt aus (3)

$$\tilde{J}_{a1} = \frac{u_{g1}}{D_1 (R_{a1} + R_{i1} + j\omega L_{a1})}$$

Setzt man diesen Wert in (4) ein, so findet man

$$u_{g2} = -\frac{u_{g1}}{D_1} + \frac{R_{i1} \cdot u_{g1}}{D_1 (R_{a1} + R_{i1} + j\omega L_{a1})} = \frac{R_{a1} + j\omega L_{a1}}{D_1 (R_{a1} + R_{i1} + j\omega L_{a1})} u_{g1}$$

Das Verhältnis  $\frac{u_{g2}}{u_{g1}}$  wird die Ver-

stärkungsziffer  $V$  der Röhre oder Verstärkerstufe genannt, sie ergibt sich zu

$$V_1 = \frac{u_{g2}}{u_{g1}} = \frac{1}{D_1} \cdot \frac{R_{a1} + j\omega L_{a1}}{R_{i1} + R_{a1} + j\omega L_{a1}} \quad (5)$$

für den Drosselverstärker. Das negative Vorzeichen bringt zum Ausdruck, daß die beiden Gitterspannungen in Gegenphase liegen. Für einen reinen Widerstandsverstärker ist  $L_{a1} = 0$  zu setzen. Dann wird nach (5)

$$\frac{u_{g2}'}{u_{g1}} = -\frac{1}{D_1} \cdot \frac{R_{a1}}{R_{a1} + R_{i1}} \quad (5a)$$

Die Spannungsverstärkung ist beim Widerstandsverstärker unabhängig von der Frequenz, beim Drosselverstärker dagegen nicht. Wird  $R_a \gg R_i$  (Überanpassung), so wird die größte Verstärkung

$$V_{1max} = -\frac{1}{D} \quad (5b)$$

Auch für Drosselverstärker wird für extrem hohe Frequenzen ( $\omega L_a \gg R_a + R_i$ )

$$V_{1max} = -\frac{1}{D}$$

Stellt man die gleichen Überlegungen auch für die zweite Verstärkerstufe in

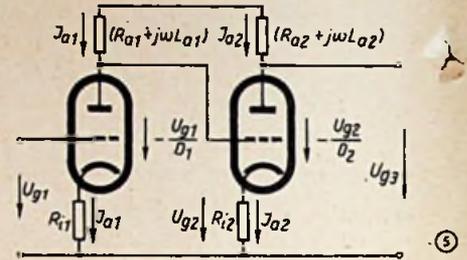


Abb. 5 an, so findet man entsprechend (Index 2).

$$(R_{a2} + j\omega L_{a2}) \cdot \tilde{J}_{a2} + \left(-\frac{u_{g2}}{D_2}\right) + R_{i2} \cdot \tilde{J}_{a2} = 0 \quad (6)$$

wobei  $u_{g3}$  die Spannung am Gitter einer dritten Röhre oder (für einen zwei-stufigen Verstärker) die Ausgangsspannung darstellt. Aus der ersten der Gl. (6) ergibt sich

$$\tilde{J}_{a2} = \frac{u_{g2}}{D_2 (R_{i2} + R_{a2} + j\omega L_{a2})}$$

dieser Ausdruck in die zweite Gl. (6) eingesetzt, liefert

$$u_{g3} = -\frac{u_{g2}}{D_2} + \frac{R_{i2} \cdot u_{g2}}{D_2 (R_{i2} + R_{a2} + j\omega L_{a2})} = \frac{1}{D_2} \cdot \frac{R_{a2} + j\omega L_{a2}}{R_{i2} + R_{a2} + j\omega L_{a2}} u_{g2}$$

Die Verstärkungsziffer der zweiten Stufe ist demnach

$$V_2 = \frac{u_{g3}}{u_{g2}} = \frac{1}{D_2} \cdot \frac{R_{a2} + j\omega L_{a2}}{R_{i2} + R_{a2} + j\omega L_{a2}} \quad (7)$$

Die Gesamt-Spannungsverstärkung  $V$  erhält man schließlich als Quotienten

$$V = \frac{u_{g3}}{u_{g1}} = \frac{u_{g2}}{u_{g1}} \cdot \frac{u_{g3}}{u_{g2}} = V_1 \cdot V_2$$

oder als Produkt der Einzelverstärkungsziffern. Somit ist also im Fall des zwei-stufigen Drosselverstärkers

$$V = \frac{1}{D_1 \cdot D_2} \cdot \frac{(R_{a1} + j\omega L_{a1})}{(R_{i1} + R_{a1} + j\omega L_{a1})} \cdot \frac{(R_{a2} + j\omega L_{a2})}{(R_{i2} + R_{a2} + j\omega L_{a2})} \quad (8)$$

Das Vorzeichen ist hier positiv, bei zwei (allgemein gerad-)zahligen Verstärkerstufen sind Eingangs- und Ausgangsspannung in Phase. Sind beide Stufen gleichartig dimensioniert, also  $R_{a1} = R_{a2}$ ,  $D_1 = D_2$  usw., so erhält man statt (8)

$$V = \frac{1}{D^2} \left( \frac{R_a + j\omega L_a}{R_i + R_a + j\omega L_a} \right)^2 \quad (8a)$$

Für einen zwei-stufigen Widerstandsverstärker mit  $L_a = 0$  folgt daraus

$$V = \left[ \frac{1}{D} \cdot \frac{R_a}{R_i + R_a} \right]^2 \quad (8b)$$

ist weiter  $R_a \gg R_i$ , so ist die Maximal-Verstärkung

$$V_{max} = \frac{1}{D^2} \quad (8c)$$

# Dezibel und Neper

Zur Angabe von Verstärkungen und Dämpfungen bedient man sich in der Niederfrequenztechnik und Akustik sehr oft der Größen Dezibel, Bel und Neper. Leider ist aber die Bedeutung dieser Begriffe nur wenigen geläufig, die meisten wissen sich nichts darunter vorzustellen. Viele behaupten sogar, daß die Neper- und Dezibel-Zählweise von fanatischen Zahlenakrobaten nur eigens zu dem Zweck geschaffen wurde, um damit die Praktiker zu ärgern. Nun, ganz so schlimm ist es nicht. Zwar erscheint die Dezibel- und Neper-Zählung auf den ersten Blick tatsächlich reichlich verworren und undurchsichtig, aber sobald wir uns etwas eingehender damit befassen, werden wir sehr bald hinter den Sinn und die Vorteile dieser Zählweisen kommen. Dezibel und Neper sind uns nur deshalb so fremd und unverständlich, weil sie nicht auf dem dekadischen System beruhen.

Aber gerade die uns so vertraute und so einfach erscheinende Zahlenreihe 1, 2, 3, 4, 5, 6 usw. (Tafel 1) zeigt einen derart verwickelten Aufbau, den wir ihr bestimmt nicht zugetraut hätten. Zählen wir nämlich von 1 bis 2, springen wir vom Einfachen auf das Doppelte ( $2=2 \times 1$ ), zählen wir dann weiter von 2...3 oder von 3...4, geht der Sprung nur noch auf das  $1\frac{1}{2}$ fache ( $3=1\frac{1}{2} \times 2$ ) bzw. auf das  $1\frac{1}{3}$ fache ( $4=1\frac{1}{3} \times 3$ ), und sind wir beim Zählen bei 205, 206 angelangt, beträgt der Sprung sogar nur noch  $1\frac{1}{205}$  ( $206=1\frac{1}{205} \times 205$ ). — Unsere Zahlenreihe 1, 2, 3, 4, 5, 6 usw. ist also gar nicht so einfach aufgebaut, und durch die Verschiedenheit der Sprünge zwischen den einzelnen Zahlen für manche Meß- und Vergleichszwecke nicht zu gebrauchen.

Dabei ist es gar nicht schwierig, eine Zahlenreihe zu konstruieren, die von Zahl zu Zahl gleiche Sprünge aufweist. Wir haben dazu nichts weiter zu tun, als jede Zahl immer wieder mit dem gleichen Faktor zu multiplizieren, dann bleiben auch sämtliche Sprünge gleich. In der Tafel 2 ist als Faktor die Zahl 2 gewählt, jeder Sprung beträgt hier das Doppelte: von 1 geht es auf 2, von 2 auf ( $2 \times 2 =$ ) 4, von 4 auf ( $4 \times 2 =$ ) 8, von 8 auf 16 und so fort. Statt des Sprunges auf das Doppelte können wir aber ebensogut auf das Dreifache springen (Tafel 3). Also von 1 auf 3, von 3 auf ( $3 \times 3 =$ ) 9, von 9 auf ( $9 \times 3 =$ ) 27 usw. Der Unterschied zwischen der „2er“- und „3er“-Reihe (Tafel 2 und 3) liegt in dem verschieden schnellen Ansteigen der Zahlenwerte. Wird bei der 2er-Reihe beim 5. Sprung die Zahl 32 erreicht, ist es in der 3er-Reihe schon die Zahl 243. Geht das Anwachsen der Zahlenreihe dann vielleicht immer noch zu langsam, wird der Sprung einfach weiter vergrößert, beispielsweise auf das 4-, 6-, 7- oder gar auf das 10fache, wie es in Tafel 4 angegeben ist.

Bei allen diesen Zahlenreihen (mit Ausnahme der auf Tafel 1) erfolgt der

Sprung stets um einen ganzzahligen Wert. Das hindert uns aber nicht, den Sprung nun auch einmal als Bruch festzulegen, z. B. auf  $\frac{1}{6}$  oder 0,3168 oder auf irgendeinen anderen Wert. Die

| Sprung | um das ...fache             | Zahlenreihe |
|--------|-----------------------------|-------------|
| 1.     | $1 \times 2 =$              | 1           |
| 2.     | $2 \times 1\frac{1}{2} =$   | 2           |
| 3.     | $3 \times 1\frac{1}{3} =$   | 3           |
| 4.     | $4 \times 1\frac{1}{4} =$   | 4           |
| 5.     | $5 \times 1\frac{1}{5} =$   | 5           |
| 6.     | $6 \times 1\frac{1}{6} =$   | 6           |
| 7.     | $7 \times 1\frac{1}{7} =$   | 7           |
| 8.     | $8 \times 1\frac{1}{8} =$   | 8           |
| 9.     | $9 \times 1\frac{1}{9} =$   | 9           |
| 10.    | $10 \times 1\frac{1}{10} =$ | 10          |
| 11.    | $11 \times 1\frac{1}{11} =$ | 11          |
| 12.    | $12 \times 1\frac{1}{12} =$ | 12          |
| 13.    | $13 \times 1\frac{1}{13} =$ | 13          |
| 14.    | $14 \times 1\frac{1}{14} =$ | 14          |
| 15.    | usw.                        | 15          |

① Eine lückenlos steigende Zahlenreihe ergibt fallende Sprungwerte

| Sprung | um das ...fache   | Zahlenreihe |
|--------|-------------------|-------------|
| 1.     | $1 \times 2 =$    | 1           |
| 2.     | $2 \times 2 =$    | 2           |
| 3.     | $4 \times 2 =$    | 8           |
| 4.     | $8 \times 2 =$    | 16          |
| 5.     | $16 \times 2 =$   | 32          |
| 6.     | $32 \times 2 =$   | 64          |
| 7.     | $64 \times 2 =$   | 128         |
| 8.     | $128 \times 2 =$  | 256         |
| 9.     | $256 \times 2 =$  | 512         |
| 10.    | $512 \times 2 =$  | 1024        |
| 11.    | $1024 \times 2 =$ | 2048        |
| 12.    | $2048 \times 2 =$ | 4096        |
| 13.    | $4096 \times 2 =$ | 8192        |
| 14.    | $8192 \times 2 =$ | 16384       |
| 15.    | usw.              |             |

② Beispiel einer Zahlenreihe mit dem gleichbleibenden Sprungfaktor 2

| Sprung | um das ...fache      | Zahlenreihe |
|--------|----------------------|-------------|
| 1.     | $1 \times 3 =$       | 1           |
| 2.     | $3 \times 3 =$       | 3           |
| 3.     | $9 \times 3 =$       | 9           |
| 4.     | $27 \times 3 =$      | 27          |
| 5.     | $81 \times 3 =$      | 81          |
| 6.     | $243 \times 3 =$     | 243         |
| 7.     | $729 \times 3 =$     | 729         |
| 8.     | $2187 \times 3 =$    | 2187        |
| 9.     | $6561 \times 3 =$    | 6561        |
| 10.    | $19683 \times 3 =$   | 19683       |
| 11.    | $59049 \times 3 =$   | 59049       |
| 12.    | $177147 \times 3 =$  | 177147      |
| 13.    | $531441 \times 3 =$  | 531441      |
| 14.    | $1594323 \times 3 =$ | 1594323     |
| 15.    | usw.                 |             |

③ Beispiel einer Zahlenreihe mit dem Sprungfaktor 3

| Sprung | um das ...fache              | Zahlenreihe    |
|--------|------------------------------|----------------|
| 1.     | $1 \times 10 =$              | 1              |
| 2.     | $10 \times 10 =$             | 10             |
| 3.     | $100 \times 10 =$            | 100            |
| 4.     | $1000 \times 10 =$           | 1000           |
| 5.     | $10000 \times 10 =$          | 10000          |
| 6.     | $100000 \times 10 =$         | 100000         |
| 7.     | $1000000 \times 10 =$        | 1000000        |
| 8.     | $10000000 \times 10 =$       | 10000000       |
| 9.     | $100000000 \times 10 =$      | 100000000      |
| 10.    | $1000000000 \times 10 =$     | 1000000000     |
| 11.    | $10000000000 \times 10 =$    | 10000000000    |
| 12.    | $100000000000 \times 10 =$   | 100000000000   |
| 13.    | $1000000000000 \times 10 =$  | 1000000000000  |
| 14.    | $10000000000000 \times 10 =$ | 10000000000000 |
| 15.    | usw.                         |                |

④ Zahlenreihe mit dem Sprungfaktor 10

Hauptsache beim Reihenaufbau ist immer, daß die Sprünge von Zahl zu Zahl gleich bleiben.

Bei der Dezibel-Zählung haben wir es nun ebenfalls mit einer Reihe mit gleichen Sprüngen zu tun, wie auf den Tafeln 2, 3 und 4, nur daß der Sprung in der Dezibel-Reihe um das 1,2589fache geschieht. Daß man ausgerechnet eine so krumme Zahl gewählt hat, ist natürlich begründet: betrachten wir dazu einmal Tafel 5 (Tafel 5 ... 8 siehe S. 34) und wir werden feststellen, daß trotz der krummen Zahl beim 10. Schritt genau die Zahl 10 erreicht wird. Das ist auch gar nicht anders zu erwarten, denn die Zahl 1,2589 ist die 10. Wurzel aus 10, d. h.  $1,2589^{10} = 10$ . Oder einfacher gesprochen: 1,2589 zehnmal mit sich selbst multipliziert ergibt den Wert 10. Ohne alle Mathematik betrachtet, heißt das nichts anderes, als daß wir den Zahlenraum zwischen 1 und 10 wieder in 10 Sprünge einteilen, die aber im Gegensatz zu der Zahlenreihe auf Tafel 1 gleich groß sind.

Die gleiche Zehnstufen-Einteilung ergibt sich ebenso für die Räume zwischen 10 und 100, zwischen 100 und 1000, zwischen 1000 und 10000 usw. Immer wieder erhalten wir 10 gleiche Sprünge um das 1,2589fache!

Der Ausdruck 4 Dezibel, abgekürzt: 4 db, entspricht demnach einem Wert von 2,51, und 8 db einem solchen von 6,31. Für die Zehnerwerte der Dezibel-Zählung ist Tafel 6 aufgestellt, die gleichzeitig die weniger gebräuchliche Einteilung nach Bel enthält:

$$1 \text{ Bel} = 10 \text{ db}$$

$$1 \text{ db} = 0,1 \text{ Bel}$$

Bei der Neper-Skala haben wir wiederum eine Zahlenreihe mit gleichen Sprüngen vor uns, nur daß hier der Sprung jeweils um das 2,7182fache erfolgt. Für den Laien ist das wieder eine höchst seltsame Zahl, für den Mathematiker aber eine Berühmtheit, nämlich die Zahl „e“ = 2,718282. Sie ist die Basis der natürlichen Logarithmen. Unter Logarithmus verstehen wir die Zahl, mit der eine Basis (ebenfalls eine Zahl) zu potenzieren ist, um die zu logarithmierende Zahl zu erhalten. Es gibt zwei Logarithmensysteme mit verschiedenen Basen, das sind die

Briggschen Logarithmen mit der Basis 10 (abgekürzt: log) und die oben bereits erwähnten natürlichen Logarithmen mit der Basis 2,7182 (abgekürzt: ln):

$$\log 100 = 2; \text{ d. h. Basis } 10^2 = 100$$

$$\ln 100 = 4,605; \text{ d. h. Basis } 2,7182^{4,605} = 100$$

Diese Basis e wurde nun als Schritt-wert (Sprung) für die Neper-Zählung gewählt, woraus sich die in Tafel 7 niedergelegte Zahlenreihe ergibt.

Dezibel und Neper (abgekürzt: Np) unterscheiden sich durch den Wert des Sprunges, der in der Dezibel-Zählung das 1,2589fache und in der Neper-Zählung das 2,7182fache beträgt. Dadurch ist auch das wesentlich schnellere Ansteigen der Zahlenwerte in der Neper-Reihe bedingt. Erhalten wir in Dezibel beim 12. Schritt einen Wert von 15,85, beträgt der entsprechende Neper-Wert schon 162 676, beim 20. Schritt verhalten sich Dezibel : Neper wie 100 : 490 · 10<sup>6</sup>.

Nun zur Anwendung der Dezibel- und Neper-Zählung. Eingangs wurde bereits gesagt, daß damit Verstärkungen und Dämpfungen (= negative Verstärkung) ausgedrückt werden. Unter Verstärkung bzw. Dämpfung versteht man das Verhältnis der Spannungen, Ströme oder Leistungen am Eingang und Ausgang eines verstärkenden (z. B. eines Verstärkers) bzw. dämpfenden (z. B. eines Kabels) Gliedes. Die Phasenlage der Spannungen und Ströme wird hierbei nicht berücksichtigt. Weil es sich um Verhältniszahlen handelt, lassen sich die absoluten Spannungs-, Strom- oder Leistungsgrößen aus dem relativen Neper bzw. Dezibel nicht ableiten. Man gibt die Verstärkung bzw. Dämpfung nicht unmittelbar als Verhältniswert, sondern als den Logarithmus des Verhältnisses an. Dabei bedient man sich bei der (hauptsächlich in Deutschland gebräuchlichen) Neper-Zählweise des natürlichen und bei der (vor allem im Ausland üblichen) Dezibel-Zählung des Briggschen Logarithmus.

Unter Verwendung der Bezeichnungen

- $U_e$  = Eingangsspannung
- $I_e$  = Eingangsstrom
- $N_e$  = Eingangsleistung
- $U_a$  = Ausgangsspannung
- $I_a$  = Ausgangstrom
- $N_a$  = Ausgangsleistung

ergeben sich folgende Gleichungen:

**Spannungsverstärkung:**

$$v = \ln \frac{U_a}{U_e} [Np] = 2,303 \log \frac{U_a}{U_e} [Np] = 20 \log \frac{U_a}{U_e} [db]$$

**Stromverstärkung:**

$$v = \ln \frac{I_a}{I_e} [Np] = 2,303 \log \frac{I_a}{I_e} [Np] = 20 \log \frac{I_a}{I_e} [db]$$

**Leistungsverstärkung:**

$$v = \frac{1}{2} \ln \frac{N_a}{N_e} [Np] = 1,152 \log \frac{N_a}{N_e} [Np] = 10 \log \frac{N_a}{N_e} [db]$$

**Spannungsdämpfung:**

$$d = \ln \frac{U_e}{U_a} [Np] = 2,303 \log \frac{U_e}{U_a} [Np] = 20 \log \frac{U_e}{U_a} [db]$$

**Stromdämpfung:**

$$d = \ln \frac{I_e}{I_a} [Np] = 2,303 \log \frac{I_e}{I_a} [Np] = 20 \log \frac{I_e}{I_a} [db]$$

**Leistungsdämpfung:**

$$d = \frac{1}{2} \ln \frac{N_e}{N_a} [Np] = 1,152 \log \frac{N_e}{N_a} [Np] = 10 \log \frac{N_e}{N_a} [db]$$

In diesen Formeln ist bereits die Möglichkeit der Umrechnung von Briggschen in natürliche Logarithmen berücksich-

tigt. Zwischen beiden Logarithmensystemen besteht der Zusammenhang:

$$\ln = 2,303 \log;$$

daraus folgt:

$$1 Np = 8,686 db = 0,8686 Bel$$

$$1 db = 0,1 Bel = 0,1151 Np$$

Die Umrechnungswerte können der Tafel 8 entnommen werden.

In der Literatur (z. B. im Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker, VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINO-TECHNIK GMBH) sind Tabellen zu finden, die eine Umrechnung der relativen Dezibel- und Neper-Maße aus dem Leistungs-, Strom- oder Spannungsverhältnis (oder umgekehrt) ermöglichen. Ein direkter Vergleich von Dämpfungen bzw. Verstärkungen in Dezibel bzw. Neper kann mit besonderen Pegel-Meßgeräten vorgenommen werden. Dabei wird in den Meßgeräten die am Meßort vorhandene Spannung mit der Spannung 0,775 V eines Normalgenerators verglichen, so daß sich je nach der Eichung des Gerätes ein absoluter Spannungspegel in Dezibel bzw. Neper ergibt (Dezibel bzw. Neper über 0,775 V). Die Differenz dieser absoluten Spannungspegel an den verschiedenen Meßstellen gibt dann direkt die Dämpfung zwischen diesen Stellen in Dezibel oder Neper an. Hd.

**FT-Informationen:** Mitteilungen der FUNK-TECHNIK für die deutsche Radiowirtschaft. Lieferung erfolgt auf Bestellung kostenlos an unsere Abonnenten, soweit sie Mitglieder der zuständigen Fachverbände sind. Bestellschein im Anzeigenteil.

**FT-Briefkasten:** Ratschläge für Aufbau und Bemessung von Einzelteilen sowie Auskünfte über alle Schaltungsfragen, Röhrendaten, Bestückungen von Industriegeräten.

**FT-Labor:** Prüfung und Erprobung von Apparaten und Einzelteilen. Einsendungen bitten wir jedoch erst nach vorheriger Anfrage vorzunehmen.

**Juristische Beratung:** Auskünfte über wirtschaftliche, steuerliche und juristische Fragen.

**Patentrechtliche Betreuung:** Fragen über Hinterlegungsmöglichkeiten, Patentanmeldungen, Urheberschutz und sonstige patentrechtliche Angelegenheiten.

Auskünfte werden grundsätzlich kostenlos und schriftlich erteilt. Es wird gebeten, den Gutschein des letzten Heftes und einen frankierten Umschlag beizulegen. Auskünfte von allgemeinem Interesse werden in der FUNK-TECHNIK veröffentlicht.

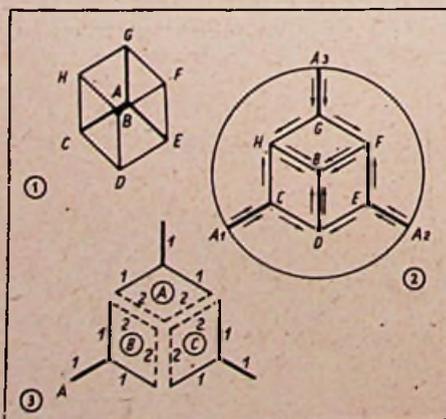
## BRIEFKASTEN

Die Beantwortung von Anfragen erfolgt kostenlos und schriftlich, sofern ein frankierter Umschlag beigelegt ist. Auskünfte von allgemeinem Interesse werden an dieser Stelle veröffentlicht. Wir bitten, Einsendungen für den FT-Briefkasten möglichst kurz zu fassen.

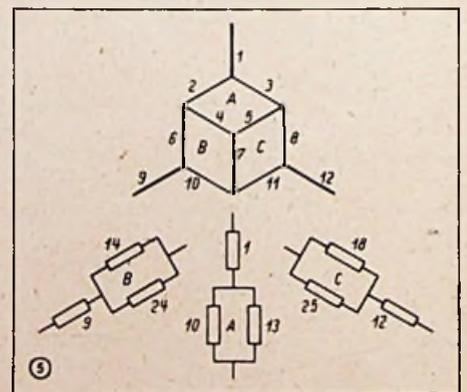
### Noch einmal das Würfelproblem

Immer wieder erreichen uns Anfragen aus dem Kreise unserer jungen Leser, die sich mit dem Würfelproblem befassen. Die nachstehende Lösung wird deshalb viele interessieren.

Für die Lösung des bekannten Problems, welches der resultierende Widerstand eines Würfels ist, dessen Kanten einen gegebenen ohmschen Widerstand haben, und bei dem eine Spannung an zwei diagonalen Punkten liegt, gibt C. J. Mitchell in der Electrical Review ein einfaches Verfahren an. Zunächst sei angenommen, daß die Kanten je 1 Ohm Widerstand haben und die Spannung an den Punkten A und B liegt (Abb. 1). Wir denken uns nun die drei rückwärtigen Widerstände AC, AE und AG so aufgeklappt, daß der gemeinsame Zuflußpunkt A außen liegt und verbinden die drei Punkte A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> und A<sub>3</sub>



durch einen Kreisbogen mit dem Widerstand 0 (Abb. 2). Jetzt läßt sich dieses Netz in drei Kreise zerlegen (Abb. 3), dessen Widerstände auf einfache Weise aus dem Ersatzschaltbild (Abb. 4) nach dem Ohmschen Gesetz berechnet werden können. Durch die Aufteilung der Widerstände BH, BF und BD wird deren Querschnitt halbiert und damit ihr Widerstand verdoppelt! Teil A besteht also aus der Reihenschaltung eines 1-Ohm-Widerstandes mit zwei parallelgeschalteten 3-Ohm-Widerstän-



den; der Gesamtwiderstand somit 2,5 Ohm. Der resultierende Widerstand des ganzen Netzes ist also  $\frac{1}{3}$  dieses Wertes, mithin

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{5}{2} = \frac{5}{6} \text{ Ohm.}$$

Wenn jede Kante des Würfels einen anderen Widerstand hat, läßt sich der resultierende Gesamtwiderstand ebenso einfach berechnen. Angenommen, die 12 Kanten haben Widerstände von 1, ..., 12 Ohm (Abb. 5), dann sind die Teilwiderstände A, B, C 6,65, 17,84 und 22,46 Ohm und der Gesamtwiderstand  $R_x$ , der sich aus dem Leitwert

$$\frac{1}{R_x} = \frac{1}{A} + \frac{1}{B} + \frac{1}{C}$$

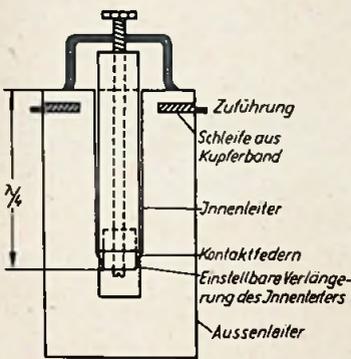
berechnen läßt, ist 3,98 Ohm.



Hohlraumresonatoren in der UKW-Technik

In der Nachrichtentechnik mit Meterwellen werden in den Vereinigten Staaten seit einiger Zeit sogenannte Hohlraumresonatoren als Siebfilter verwendet. Diese Hohlraumresonatoren entsprechen in ihrem Aufbau einem Koaxialkabel der Länge 1/4, haben aber einen größeren Durchmesser. Der Außenleiter des Resonators besteht aus einem stabilen Kupferzylinder (s. Abb.), in dessen Mitte sich der teleskopartig ausziehbare Innenleiter, ebenfalls ein stabiles Kupferrohr, befindet. Am oberen Ende des Resonators wird die Hochfrequenz über je eine Schleife aus Kupferband an gegenüberliegenden Seiten zugeführt und abgenommen.

Legt man einen solchen Hohlraumresonator in eine Hochfrequenz führende Leitung, so sperrt der Resonator die Leitung für alle Frequenzen mit Ausnahme der Resonanzfrequenz, die der Wellenlänge λ entspricht. Die ungeschwächt durchgelassene Resonanzwellenlänge λ ist gleich der vierfachen Länge des Innenleiters in dem Resonator. Durch Verlängerung oder Verkürzung des Innenleiters kann man daher den Resonator abstimmen. Gegenüber den sonst üblichen Schwingkreisen oder Siebfiltern hat der Hohlraumresonator den großen Vorzug, eine außerordentlich scharfe Resonanzkurve, also eine hohe Kreisgüte zu haben und die Resonanzfrequenz mit der gleichen Konstanz wie ein quartzgesteuerter Oszillator festzuhalten. Bei geeigneter Konstruktion des Resonators kommt man auf Kreisgüten von 11 000. Die Hohlraumresonatoren werden von der „Motorola Inc.“ für Resonanzwellenlängen von 0,5 bis 10 Meter gebaut.



Schematischer Aufbau des Hohlraumresonators für Meterwellen

Der Hohlraumresonator wird sowohl auf der Sender- als auch auf der Empfängerseite als Siebfilter benutzt. Der auf die Trägerfrequenz abgestimmte Resonator liegt zwischen der Endstufe des Senders und der Antenne und verhindert die Ausstrahlung von Ober- und Unterschwingungen der Trägerfrequenz. Mit Hilfe von Hohlraumresonatoren lassen sich auch mehrere Sender verschiedener Trägerfrequenz an eine gemeinsame Sendeantenne schalten; dies ist ein Anwendungsgebiet, auf dem sich der Hohlraumresonator besonders bewährt hat und fast unentbehrlich in der Praxis geworden ist. Infolge der hohen Verlustfreiheit und Resonanzscharfe brauchen nämlich die Trägerfrequenzen nur sehr wenig auseinander zu liegen, ohne daß eine Rückwirkung eines Senders auf den anderen zu befürchten wäre. Liegt der Hohlraumresonator zwischen der Empfangsantenne und dem Empfängereingang, so verhindert er die Aufnahme unerwünschter Frequenzen durch den Empfänger und die dadurch unter Umständen entstehenden Kreuzmodulationen. (Communications, VIII, 1949.)

Ein Universal-Röhrenprüfgerät

Das zuverlässigste Verfahren zur Bestimmung oder Prüfung der Eigenschaften einer Verstärkerröhre ist immer noch die Aufnahme einer oder mehrerer Röhrenkennlinien. Leider ist diese Art der Röhrenprüfung recht zeitraubend und daher für die Durchmusterung größerer Röhrenreihen praktisch undurchführbar, so daß man sich dabei mit der Messung eines einzelnen Kennlinienpunktes oder weniger Punkte begnügen muß. Erstrebenswert ist jedoch ein Röhrenprüfgerät, das innerhalb möglichst kurzer Zeit eine charakteristische Kennlinie, oder besser noch eine ganze Schar von Kennlinien der geprüften Röhre sichtbar macht. Grundsätzlich bestehen keine Schwierigkeiten, ein derartiges Prüfgerät mit selbsttätigem Kennliniensreiber mit Hilfe der Braunschen Röhre zu bauen, auf deren Leuchtschirm die Kennlinien erscheinen; doch ist hierfür ein ziemlicher Aufwand erforderlich, wenn das Prüfgerät wirklich universell und zur Messung möglichst vieler Röhrentypen geeignet sein soll.

Ein von der „Cinema-Television Ltd.“, London, neuentwickeltes Prüfgerät, das nach diesen Grundsätzen arbeitet und das erste marktfähige Instrument dieser Art sein soll, fällt daher auch schon rein äußerlich durch seine ungewöhnlich großen Ausmaße auf. Es ist ein etwa mannshoher Schrank, auf dessen Vorderseite der Schirm der Braunschen Röhre mit einem durchsichtigen Millimeternetz sichtbar ist und an dem sich in bequemer Sitzhöhe ein kleiner Tisch mit den Röhrensockeln und Schaltknöpfen befindet. Auf dem Schirm der Braunschen Röhre wird innerhalb einer fünfzigstel Sekunde eine Schar von zehn Anodenstrom-Anodenspannungskennlinien bei verschiedenen Gitterspannungen aufgeschrieben, die eine vollständige Übersicht über die Eigenschaften der geprüften Röhre zuläßt. Die Aufzeichnung wird fünfzigmal in der Sekunde wiederholt, so daß man ein flimmerfreies und stehendes Bild der Kennlinienschar erhält. Der zur Aufzeichnung eines vollständigen Bildes zur Verfügung stehende Zeitraum von einer fünfzigstel Sekunde ist in zwölf gleiche Zeitabschnitte eingeteilt, und in den ersten zehn dieser Abschnitte wird jedesmal eine sägezahnförmig ansteigende Anodenspannung an die zu prüfende Röhre und gleichzeitig an die waagerechten Ablenk-

Wir sind leistungsfähiger!

Table with 4 columns: pF, Toleranz in %, Material, Einzelpreis. Lists HESCHO-Kondensatoren with various specifications and prices.

Table with 4 columns: pF, Toleranz in %, Material, Einzelpreis. Lists Papier-Rollkondensatoren with various specifications and prices.

Störstrahlenschutz-Kondensatoren dichte Ausführ., auch für Rundfunkzwecke verwendbar, Fabrikat Siemens, jeweils 2 oder 3 Stück im Abschirmkästchen mit Deckel, die Kondensatoren sind Rollkondensatoren in normaler Größe. Jeder Kondensator ist durch uns mit 1000 V ~ geprüft. 1 µF 110/330 V, dichte Ausführung, 2 Stück in einem Kästchen. Preis pro Kondensator .. 0,45

Table with 4 columns: pF, Toleranz in %, Material, Einzelpreis. Lists Mengenrabatte for different capacitor types and values.

Table with 4 columns: pF, Toleranz in %, Material, Einzelpreis. Lists Auszug aus unserer Elektroliste with various electrical components and prices.

Unser Schläger

Table with 4 columns: pF, Toleranz in %, Material, Einzelpreis. Lists Sortiment für die Reparatur-Werkstatt with various tools and components.

Table with 4 columns: pF, Toleranz in %, Material, Einzelpreis. Lists Sonstiges Radiomaterial with various radio components.

Table with 4 columns: pF, Toleranz in %, Material, Einzelpreis. Lists Permutit-Lautspr., 4 Watt, kompl. mit Trafo, Orig.-Magnet HT3, Korb Ø 210 mm, erstklassig, Fabrikat 14,50

Table with 4 columns: pF, Toleranz in %, Material, Einzelpreis. Lists Renkspule DRALOWID, Würfelspule DRALOWID, Garnrollenspule DRALOWID, Krokodilklamme, Detektor-Kristall „Koh-I-Noor“, Rüscheschlauch, Öllackkleber, 5 mm Ø, in Meterenden ... per m 0,15

Ihre Einkaufsbedingungen: Die angegebenen Preise sind Netto-Preise in Deutscher Mark (West). Der Versand erfolgt in versicherten Postpaketen nur per Nachnahme einschl. Verpackung ohne alle Spesen für den Käufer frei Haus, sofern der Auftrag 25,- DM (West) erreicht. In die Ostzone liefern wir gegen Voreinsendung des sechsfachen Betrages in DM (Ost), den wir in bar oder im Scheck per Einschreiben erbitten. Bei Aufträgen unter 25,- DM (West) oder 50,- DM (Ost) werden die Selbstkosten mit 2,- DM (West oder Ost) in Rechnung gestellt. Wir liefern nur erstklassige, neue und einwandfreie Ware. Wenn Ihnen d'esse trotzdem nicht gefällt, nehmen wir die Lieferung innerhalb 14 Tagen gegen sofortigen Ersatz des Rechnungsbetrages anstandslos zurück. Sie gehen daher beim Nachnahmeverband keinerlei Risiko ein und können uns sofort! Ihren gesamten Auftrag überschreiben. Selbstverständlich stehen auf Wunsch auch Muster gegen Berechnung zur Verfügung. Fordern Sie unsere ausführliche Preisliste an.

TECHNISCHES BÜRO DIPL.-ING. DREIKE BERLIN SW 68 · FRIEDRICHSTR. 237 (amerik. Sektor)



# Sind die „gutsituierten Leute“ ausgestorben?

Keineswegs. Das wissen Sie selbst am besten. Immer wieder tauchen bei Ihnen Interessenten auf, die die höhere Preisklasse nicht scheuen, wenn ihnen ein Spitzengerät in höchster Vollendung von Technik, Komfort und Luxus wie der

**Acht-Kreis-Wechselstromsuper  
SABA-„Rekord W 50“  
mit magischem Auge**  
Preis DM 625.—  
vorgeführt wird.



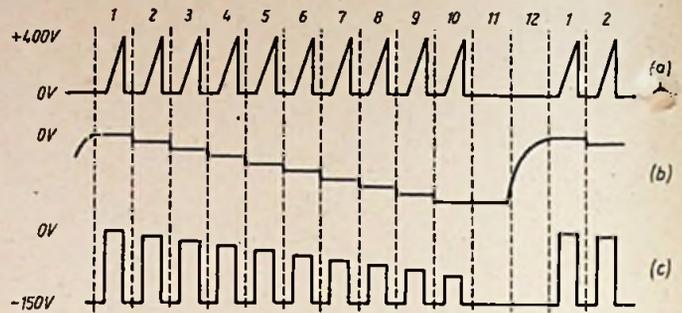
7 Röhren, 2fach unterteilter Kurzwellenbereich, Hochfrequenzvorstufe, regelbares Dreifach-Bandfilter, 3fach Schwundausgleich, Trennschärfe breit 1:80, schmal 1:1200, Empfindlichkeit auf allen Bereichen kleiner als 5  $\mu$ V.

Dieser Virtuose unter den Großsupern, aus dem sich das Letzte herausholen läßt, was empfangsmäßig und klanglich erreichbar ist, wird immer seine Liebhaber finden. Im übrigen wissen Sie ja, daß die erstklassige und überaus sorgfältige Ausführung des Aufbaues und die geradezu ideale Zugänglichkeit der Bauelemente seit jeher ein besonderer Vorzug der SABA-Geräte ist.

**S A B A** bleibt **S A B A**

Bewährt und begehrt

platten der Braunschen Röhre gelegt (siehe a in der Abbildung). Der Anodenstrom der Röhre durchfließt einen Widerstand, und der Spannungsabfall an diesem Widerstand bildet die Ablenkspannung für die senkrechten Platten der Braunschen Röhre. Die Gitterspannung der geprüften Röhre wird stufenförmig so verändert, daß in jedem der zehn Abschnitte eine andere Spannung am Röhrentgitter liegt (b). Auf diese Weise kommen die zehn verschiedenen Anodenspannung-Anodenstromkennlinien zustande. Im elften Abschnitt liegt die Sägezahnspannung nicht an der Röhrenanode, sondern



Verlauf der Spannungen an der geprüften Röhre, (a) Anodenspannung, (b) Gitterspannung, (c) Gitterspannung in der verbesserten Form

an einem Eichwiderstand, so daß gleichzeitig mit der Kennlinienschar eine Widerstandsgerade bekannter Daten für die Eichung auf dem Schirm der Braunschen Röhre sichtbar wird. Der zwölfte Zeitabschnitt schließlich wird für die Rückführung der Gitterspannung auf ihren Anfangswert benötigt.

Um auch Tetroden und Pentoden prüfen zu können, mußte das Verfahren noch etwas abgeändert werden. Wie man der Abbildung entnimmt, ist die Anodenspannung während einer verhältnismäßig langen Zeit null; der ganze Emissionsstrom würde dann zum Schirmgitter gehen und die Röhre möglicherweise beschädigen. Deshalb wird in den Pausen, in denen keine Spannung an der Anode der Prüfröhre liegt, die Röhre durch eine stark negative Gitterspannung gesperrt, so daß der tatsächliche Verlauf der Gitterspannung durch (c) der Abbildung wiedergegeben wird.

Die Einteilung der fünfzigstel Sekunde in zwölf gleichlange Abschnitte erfolgt durch eine Phasenschieberschaltung, die aus der fünfzigperiodigen Netzspannung zwölf Wechselspannungen gleicher Frequenz erzeugt, die jeweils um 30° gegeneinander phasenverschoben sind. (Electronic Engineering, November 1949.)

### Gehörrichtige Lautstärkenregelung bei Mehrkanalverstärkern

In der FUNK-TECHNIK, Band 4 (1949), Heft 18, Seite 546, und Heft 19, Seite 572, berichteten wir bereits einmal über gehörrichtige Lautstärkenregelung. Im Heft 1 (1950) der Monatszeitschrift FUNK UND TON wird von dem gleichen Verfasser eine ausführliche Arbeit über dieses Thema mit Beispielen und umfangreichen Zahlentafeln veröffentlicht. Sie bringt erstmalig die rechnerische Grundlage für geeignete Reglerkombinationen. Wer sich also für dieses Problem besonders interessiert, dem sei diese Arbeit sehr empfohlen.

Dipl.-Ing. Grunert und Dipl.-Ing. A. Schneider nehmen in ihrem Beitrag „Die künstlerischen und technischen Probleme der Aufnahme und Übertragung von Schall“ zu den drei auftretenden Vorgängen ausführlich Stellung. Es wird gezeigt, wie weit alle unmittelbar in Erscheinung tretenden Kräfte oder Elemente möglichst unverfälscht wiedergegeben bzw. wie weit diese Forderungen durch die heute vorhandenen technischen Mittel erfüllt werden.

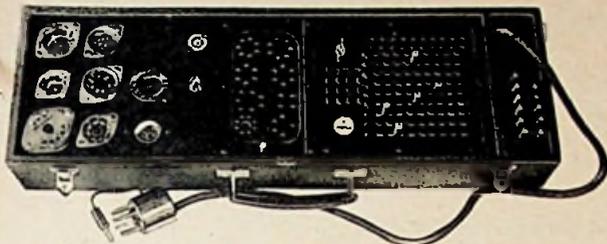
Dr. Guckenburg beschäftigt sich in seinem Aufsatz „Die Wechselbeziehungen zwischen Magnettonband und Ringkopf bei der Wiedergabe“ mit den Schallvorgängen, die von einem Magnetband mit einem Ringkopf übertragen werden. Die Magnettontechnik hat heute schon so weite Kreise erobert, daß die genaue Kenntnis ihrer bestimmenden Elemente von größter Wichtigkeit geworden ist.

Dr.-Ing. Finkbein behandelt in seiner Arbeit „Modulationsverzerrungen durch Bandfilter“ diese äußerst wichtige Frage an Hand einiger Rechenbeispiele. Der ausführliche Referatenteil, der das Heft 1 ergänzt, berichtet u. a. über „HF-Erwärmung durch Induktion“, über einen „einfachen frequenzmodulierten Oszillator“, über die „Störstrahlung von Kraftfahrzeugen“. In der Patentschau referiert Dipl.-Ing. Wallach verschiedene US-Patente auf dem Schallplatten- und Tonabnehmergebiet.

Verlag: VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde. Chefredakteur: Curt Rint. Verantwortlich für den Anzeigenteil: Dr. Wilhelm Herrmann. Telefon: 49 23 31. Telegrammanschrift: Funktechnik Berlin. Postscheckkonten: PSchA Berlin West Kto.-Nr. 24 93, Berlin Ost Kto.-Nr. 154 10, PSchA Frankfurt/Main Kto.-Nr. 254 74. Westdeutsche Redaktion: Karl Tetzner, Frankfurt, Main, Alte Gasse 14/16, Telefon: 45 068. Bestellungen beim Verlag, bei den Postämtern und den Buch- und Zeitschriftenhandlungen in allen Zonen. Der Nachdruck einzelner Beiträge ist nur mit vorheriger Genehmigung des Verlages gestattet. FUNK-TECHNIK erscheint zweimal monatlich mit Genehmigung der französischen Militärregierung unter Lizenz Nr. 47/4d. Druck: Druckhaus Tempelhof.

# NEUBERGER

## UNIVERSAL-ZUSATZ UZ 360



zur Modernisierung veralteter

### Röhrenprüfgeräte

und zum Selbstbau von Röhrenprüfgeräten  
Fordern Sie bitte Sonderprospekt

**Elektrische Meßinstrumente**  
**Elektrische Kondensatoren**  
**Elektrizitätszähler**

Verlangen Sie bitte die neue Hauptliste 700



## JOSEF NEUBERGER

Fabrik elektrischer Meßinstrumente  
MÜNCHEN 25

Tradition<sup>2</sup>  
UND  
Fortschritt

Körting  
Radio

DIE NEUE REIHE

KÖRTING-ALLWELLEN-ALLSTROM-EMPFÄNGER

Der VollsUPER mit dem Körting-Klang  
UKW-Einsatz aufsteckbar, 6 Röhren - 6 Kreise  
4 Watt - Lautsprecher

HONORIS MOD-S 50 N

DM 375,-



Der Weltsuper mit weitestgehender  
Bandbreite in 3 KW-Bereichen  
UKW-Einsatz aufsteckbar, 6 Röhren - 6 Kreise  
4 Watt - Lautsprecher

SUPRAMAR MOD-S 60 BS

DM 420,-



Der vollendete AM/FM-Universal-  
super mit modernem UKW-Teil  
8 Röhren - 6 Kreise bei Normalempfang -  
10 Kreise bei UKW-FM-Empfang-Bandbreite  
im KW-Bereich. 6 Watt - Lautsprecher

DOMINUS MOD-S 50 U

Internationale Röhrenbestückung - Vornehme Edelholzgehäuse  
Modernste Technik - Nach den neuen Wellenplänen

## KÖRTING-RADIO

NIEDERNFELS - POST - MARQUARTSTEIN - 088 -



Von jedem Fachmann ungeduldig erwartet.  
erschien jetzt das

## HANDBUCH FÜR HOCHFREQUENZ- UND ELEKTRO-TECHNIKER

Herausgeber Curt Rint, Chefredakteur der FUNK-TECHNIK  
Din A5 - 800 Seiten - 646 Abbildungen und Tafeln

Das Handbuch ist bestimmt für Ingenieure und technische Physiker, für Techniker und Rundfunkmechaniker, für Studenten der Technischen Hochschulen und Schüler technischer Lehranstalten, für ernsthafte Radiobastler und Kurzwellenamateure.

Ihnen allen wird mit diesem Handbuch ein Nachschlagewerk für Beruf und Studium in die Hand gegeben. Es enthält nicht nur reichhaltiges Zahlen-, Tabellen- und Formelmateriale, sondern bringt die Grundlagen des Wissens um das Fachgebiet der Hochfrequenz- und Elektrotechnik in einer Form, die es dem Leser ermöglicht, die aus dem Handbuch gewonnene Erkenntnis unmittelbar in der Praxis zu verwerten, sei es in der Rundfunk-, Fernmelde- oder Starkstromtechnik oder in den verschiedenen Nebengebieten, wie Tonfilm, Elektroakustik, Isolierstoffe und Lichttechnik.

Preis in Ganzleinen gebunden DM-W 20,-

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK G.M.B.H.

BESTELLSCHEIN

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK G.M.B.H.  
Berlin-Borsigwalde, Eichborndamm 141-167

Ich/Wir bestelle... hiermit ..... Exemplar...

HANDBUCH FÜR HOCHFREQUENZ- UND ELEKTRO-TECHNIKER  
zum Preise von DM-W 20,- bei portofreier Zusendung. Der Betrag  
wird ohne Mehrkosten durch Nachnahme erhoben.

Datum

Name u. Anschrift

# FUNK UND TON

Zeitschrift für Hochfrequenztechnik und  
Elektroakustik mit umfangreicher in- und  
ausländischer Zeitschriftenauslese für den  
Wissenschaftler und Praktiker

Preis 3,- DM monatlich

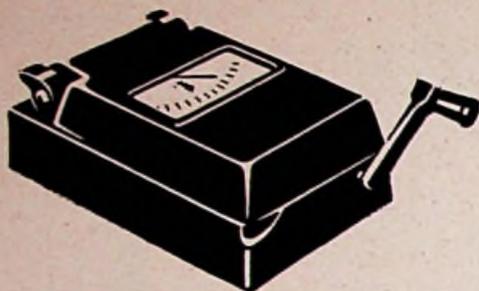
Lieferung in alle Zonen - Probeheft kostenlos

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK

GMBH

Berlin-Borsigwalde

# Isolationsmesser mit Kurbelinduktor



für Montage, Betrieb, Prüffeld, Laboratorium.  
Unentbehrlich für Installateure, Elektromeister,  
Reparaturwerkstätten, Betriebe aller Art



## ELEKTRO-APPARATE-WERKE

(AEG-Treptow), Berlin-Treptow, Hoffmannstraße 15-28

Wir liefern ab Lager oder kurzfristig

### Schalttafelinstrumente

mit Drehspulmeßwerk

### Betriebsinstrumente

Vielfachmeßinstrument Type „Multizet“

Meßbrücken in Wheatstone- u. Thomsonschaltung

Einphasen-Leistungsmesser

Isolationsmesser

### Präzisions-Instrumente

Tischinstrumente Kl. 0,5

10-Ohm-Instrumente Kl. 0,2

Lichtmarken-Galvanometer

Lichtmarken-Instrumente

Astatische Präzisions-Leistungsmesser

## Sowj. Staatl. A.G. „Kabel“

vorm. Siemens & Halske

CHEMNITZ - 9a

### Glimmer-Kondensatoren

für Hochfrequenztechnik und Meßzwecke mit  
Toleranzen bis zu  $\frac{1}{2}\%$  ±

### Drahtgewickelte Widerstände

auch mit größter Genauigkeit

liefert

**MONETTE-ASBESTDRAHT** G. M. B. H., Berlin O 17, All-Stralau 4

# « Lipsia »

Radio- und Elektro-Großhandels-  
gesellschaft, Leipzig C 1, Querstr. 26-28

Die Fachgroßhandlung für den Rundfunkhändler  
Stets gut sortiert in allen Radiomaterialien



## Herstellung von RADIO-GLASSKALEN

sämtlicher in- u. ausländischer Typen

## ING. GERHARD DAMMANN

BERLIN N 54 ZIONSKIRCHSTRASSE 31  
FERNSPRECHER: 42 33 63

### Elkos — Schweizer Fabrikat

|                    |               |              |               |
|--------------------|---------------|--------------|---------------|
| in Alu-Becher mit  | 8 $\mu$ F     | 500/550 Volt | DM 2,40 netto |
| Isoliergewinde und | 2 x 8 $\mu$ F | 500/550 Volt | DM 3,45 netto |
| Befestigungsmutter | do., jedoch   | Rollform     |               |
|                    | 4 $\mu$ F     | 500/550 Volt | DM 1,60 netto |

### Elkos — garantiert erstklassiges Fabrikat

|                    |                |              |               |
|--------------------|----------------|--------------|---------------|
| in Alu-Becher mit  | 16 $\mu$ F     | 500/550 Volt | DM 3,— netto  |
| Isoliergewinde und | 2 x 16 $\mu$ F | 500/550 Volt | DM 5,20 netto |
| Befestigungsmutter | 32 $\mu$ F     | 450/550 Volt | DM 5,50 netto |
|                    | 40 $\mu$ F     | 350/385 Volt | DM 4,70 netto |

### Becherblocks

|  |           |              |               |
|--|-----------|--------------|---------------|
|  | 4 $\mu$ F | 500/550 Volt | DM 3,40 netto |
|--|-----------|--------------|---------------|

sofort ab Lager lieferbar gegen Nachnahme

**HANS HAGER KG., Dortmund, Gutenbergstraße 77**

## Bestellschein

Ich bestelle zur kostenlosen Lieferung die

# FT-Informationen

Mitteilungen der FUNK-TECHNIK für die deutsche Radiowirtschaft

Mir ist bekannt, daß die FT-INFORMATIONEN nur für Mitglieder eines zuständigen Fachverbandes und nur zum eigenen Gebrauch bestimmt sind.

Ich versichere daher:

1. daß ich als Mitglied folgendem Verband angehöre:

\_\_\_\_\_

2. daß ich Abonnent der FUNK-TECHNIK bin (letzte Bezugskündigung anbei).

Name: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_

(Bitte deutlich schreiben)

Mit **Lautsprecher-Reparaturen** nur zum

## FUNKBERATER MAX HERRMANN

Berlin N 58, Cantianstraße 21 und Schönhauser Allee 82, Ruf: 42 63 89

DER SPEZIALIST FÜR KINOLAUTSPRECHER

2

## Bestellschein

VERTRIEBSABTEILUNG DER FUNK-TECHNIK  
BERLIN - BORSIGWALDE

Ich/Wir bestelle hiermit ab Heft Nr. \_\_\_\_\_ die

### FUNK-TECHNIK

bis auf weiteres zu den Abonnementsbedingungen

Datum: \_\_\_\_\_ Name: \_\_\_\_\_

• Genaue Anschrift: \_\_\_\_\_



Willst du besser Rundfunk hören,  
Benutz' vom OSW die Röhren!

OBERSPREEWERK, Berlin-Oberschöneweide, Ostendstraße 1-5 · Telefon 632086



### Eine CR-Meßbrücke mit dem EPM-Bauteil

nach der Bauanleitung in der Funk-Technik Nr. 23  
von C. Möller. — Enthält Meßpotentiometer mit allen  
Normalen! DM 40,- Ost.

Ing. Pfannschmidt. Berlin-Mahlsdorf, Telefon: 598964



**WIBRE - Spannungsprüfer**  
kann einpolig für Gleich- und Wechselstrom  
von 110 bis 500 Volt benutzt werden. Der  
WIBRE-Prüfer zeigt Null- oder Phasenleiter  
an. Aufleuchten in beiden Schaulöchern  
zeigt Wechselstrom, aufleuchten im oberen  
Schauloch den Gleichstrom-Plusleiter an

**WILHELM BREUNINGER**  
Fabrik für Feinmechanik, Elektrowärme  
(3a) Neustadt - Glewe (Mecklenburg)

### RG 354 als Selengleichrichter



30 mA 280 V. 7,80 DM-Ost  
Händler-Nettopreis  
Grossisten und Großab-  
nehmer 15 % Rabatt

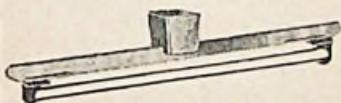
VY/1. VY/2  
VY 11

dennächst lieferbar.

**RADIO - SPARFELDT**  
Berlin-Biesdorf, Oberfeldstr. 10, Tel. 59 88 36

### 3 RIM - Schläger für den Bastler!

- „Aladin“, 2-Rö.-Batterie-Taschenempfänger,  
Einzelleile, 2 Rö. u. Lautspr. DM 49,50
  - Baumappe hierzu . . . . . DM 2,20
  - „Perkeo“, 4-Rö.-Batterie-Koffer-  
super, Einzelleile kompl. . . . . DM 171,00
  - Baumappe hierzu . . . . . DM 3,20
  - „Melodie“, Bandlongerät zur  
Aufnahme und Wiedergabe  
von Sprache u. Musik (Allstr.),  
Einzelleile für mechan. Teil . . . . . DM 479,00
  - Baumappe hierzu . . . . . DM 6,50
  - Rim-Bastelkatalog geg. Vorein-  
sendung von . . . . . DM 0,60
- RADIO-RIM G.m.b.H.**, Versandabteilg.  
München 15, Bayerstraße 25/b



**Leuchtstoff-Lampengestello**  
in verschied. Ausführungen fertigt an:

**Tischlerei Fisch, Berlin N 4**  
Chausseestraße 59 · Telefon: 42 6604

**CHIFFREANZEIGEN**  
Adressierung wie folgt: Chiffre . . . .  
FUNK-TECHNIK, Berlin-Borsigwalde,  
Eichborndamm 141-167  
Zelchenerklärung: (US) = amer. Zone,  
(Br.) = engl. Zone, (F) = franz. Zone,  
(SR) = russ. Zone, (B) = Berlin

### Stellenanzeigen

**Erfahrener  
Rundfunkmechaniker**  
welch. gleichzeitig die kaufmännische  
Leitung der Zweigstelle einer ältesten  
Radiofirma in Stadt Westfalens über-  
nimmt, nicht über 30 Jahre, ab Februar  
oder März 1950 gesucht. Sicherheit  
(Kautions) muß gestellt werden  
Bewerbungen baldigst erbeten unter (Br.) F.N. 6567

**Für elektroakustische Fertigung  
MEISTER**  
der mit allen fabrikatorischen und or-  
ganisatorischen Anforderungen ver-  
traut ist, von aufstrebendem Spezialbetrieb in  
Norddeutschland gesucht.

Nur erstklassige Kräfte aus dem Lautsprecher-  
bau wollen sich melden unter (Br.) F. T. 6572.

Rundfunkmechaniker, 21 Jahre, Ober-  
schulbildung, perfekt in Neukonstruktion,  
Reparatur und Bau von Geräten der HF-  
Empfangs- u. Meßtechnik sowie Akustik,  
sucht sich zu verändern. (SR) F. L. 6565

Gut eingearbeitete Monteure für wärme-  
technische Anlagen, möglichst gelernte  
Elektriker, sucht P. Blech, Bbr. NO 55,  
Sodtkestr. 18 (Kemmelweg). Tel. 51 68 16

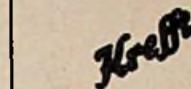
Rundfunk-Mechaniker, Hochfrequenz-  
Techniker, beste Fachkraft für HF-Ab-  
gleich, Umgang mit Meßsender-Oszillo-  
graphen und anderen Meßgeräten ver-  
traut, für größeres Fachgeschäft gesucht.  
Vollkommen selbständiges Arbeiten er-  
wünscht. Für diese Arbeitsbedingungen  
ist ein besonderer Raum vorhanden.  
Rudolf Müller, Fachgeschäft für Rund-  
funk, Halberstadt, Kühlingerstr. 1-2

### Kaufgesuche

Arlt Radio-Versand sucht dringend ge-  
gen sofortige Barkasse in größeren und  
kleineren Mengen, auch Tausch gegen  
gewünschte Röhren: LG 10, LG 12, RG 12  
D 300, RG 12 D 60, LD 2, LD 5, RG 62,  
RL 12 T 1, 85/255 Volt 150 mA, EAB 1,  
UM 11, VL 1, DL 11, StV 600/200, StV  
150/250, StV 280/150, StV 103/200, P 2000,  
P 3000, P 4000, EH 2, DG 7/1, DG 7/2,  
DB 7/2, WG 33, WG 34, WG 35, WG 36,  
6 E 8, SA 100, SA 101, SA 102, 2 X 2,  
35 L 6, RFG 3, CK 1, 954, 955, 1224, 1234,  
1254, 1814, 1819, 4671, 4672, 7475 und  
andere Spezialröhren und amerikanische  
Röhren. Eilangebote mit Preisen an:  
Arlt Radio Versand, Berlin-Charlotten-  
burg 1, Kaiser-Friedrich-Straße 18. Tele-  
fon 32 66 04. Telegramm-Adresse: Arlt-  
röhre Berlin

Radioröhren, Radiogeräte, Restposten  
laufend gesucht. Atzertradio, Bin. SW 11,  
Europahaus, am Anhalter Bahnhof. Ruf  
24 77 85

Elektro-Ing., Handwerksmeister, sucht  
Elektrogeschäft oder Elektromaschinen-  
Reparaturwerkstatt zu pachten oder zu  
kaufen. Einzelrat kommt evtl. auch in  
Frage. Angebote unter (SR) F. H. 6562



sucht für die Leitung der Rundfunkgeräte-  
und Einzelteil-Fertigung zum baldigen Eintritt

tüchtigen

### Fertigungsingenieur

In Frage kommen nur wirklich erste Fachkräfte,  
die bereits in führender Stellung tätig waren.

Ausführliche Bewerbungen mit Lichtbild, hand-  
geschriebenem Lebenslauf, Gehaltsanspruch  
und frühestem Eintrittsmöglichkeit erbeten an

**W. KREFFT AKTIENGESELLSCHAFT, GEVELSBERG I. WESTF.**

Durch  
**Älteste Erfahrungen**  
größte Ausbeute/  
beste Qualität!

Ihre  
**ELEKTROLYTS**  
regeneriert  
**-FUNKFREQUENZ-**  
HF Gerätebau K. Schellenberg  
Leipzig C 1 Goldschmidtstr. 22  
Verlangen Sie neueste Druckschriften

„Die Fachliteratur“  
Friedrichs Tabellenbuch C Elektrotechnik  
ersch. neu. DM 4,50 geg. Nachn. lieferb.  
„Die Fachliteratur“, (19a) Halle/S., Seebenerstr. 53

Transformatoren und Einbauspulen  
VE 301 Wn. VE dyn liefert:  
Kurt Dietrich, Fabrik elektrischer Apparate  
Waldenburg/Sa.

**Rundfunkempfänger**  
Einkreiser, 3 Wellen, mit EF 12 EL 11 UY  
oder AF 7 AL 4 AZ 1 = 310,- DM Super  
o. Röhren 287,30, 318,-, 400,-, 451,50 u.  
mit 2 Lautsprechern 612,50 Glühlampen u.  
Telefunken-Röhren zu Listenpreisen.  
**WIEDENHAUPT, Falkensee (1)**

**Elektrizitätszähler** Dreh- u. Wechselstrom,  
auch defekt, kauft  
**Hahn, Berlin-Weißensee, Schönstr. 51,**  
Ecke Rennbahnstraße

### GLEICHRICHTER

für alle Zwecke typenmäßig und Sonder-  
anfertigungen in friedensmäßiger Aus-  
führung und neuester Bauart für alle  
elektrischen Daten kurzfristig lieferbar

**H. KUNZ, Abteilung Gleichrichter**  
Bin.-Charlbg. 4, Gliesebrchtstr. 10, Tel. 32 21 69

Röhren aller Typen, auch größere Rest-  
posten, sowie Katodenstrahlröhren ge-  
gen Ost- oder Westgrid laufend zu  
kaufen gesucht. In Frage kommen nur  
Röhren, die elektrisch und äußerlich  
hundertprozentig sind. Ausführliche An-  
gebote mit Preis erbeten unter (SR)  
F. S. 6571

Trafo Blöcke M 42 bis M 102 oder Alt-  
trafos und Drosseln mit diesen Blechen  
kauft 64 83 64

Elektromoterröhren. Angebote erbeten  
an Gebr. Ruhstrat, Göttingen

Kaufe kleine Mechanikerdrehbank kom-  
plett, Spindrehlänge 400 . . . 500 mm,  
Prismenbett. Ang. erb. u. (B) F. O. 6568

### Verkäufe

Kraftverstärker, System Telefunken,  
Neutro 20 W. mit 2 Fotozell.-Anschl.  
Je 2 X EF 12, EL 12, AZ 12, eingeb. Er-  
reg. Sp., 2 Siemens Endstufen 20 W.  
1 Philips Mikrof. Perm. dyn. Lautspr.,  
6 W. Lautspr.-Chassis, elektrodyn. 10  
und 20 W., Philoskop, alles fabrikneu,  
sehr preiswert zu verkaufen oder gegen  
Rundf.-Geräte, Röhren zu tauschen ge-  
sucht. Ang. u. (B) F. E. 6559

Regeltrafo, ölgekühlt, Prim. 1000 V,  
20 KVA, 50 Hz, Sek. 410/399/380/361/342  
bzw. 242/231/220/209/198 V, mit eingeb.  
bautem Stufenschalter, auf Höchstgebot  
abzugeben. Erich Brade, Rothenhal, Erz-  
gebirge

Heizspirale — Chromnickel-Wolfram-  
Bandspirale, 220 V/700 W, tausendfach  
bewährt, spottbillig, pro Stück netto  
DM —,39, 1/2 geschlossen DM 35,—. Be-  
stellung unter (SR) F. K. 6540

Gelegenheitskauf. 1000 geschlossene  
Kochplatten, Durablech, Vierfußsockel,  
Höchstleistungswestspirale, 500 W, 220 V  
und einige 110 V, aus einer Liquidations-  
masse räumungshalber sofort an schnell-  
entschlossene Käufer zu DM 6,80 je  
Stück abzugeben. Besichtigung u. Über-  
nahme bei Elektrosignal- u. Elektro-  
maschinenbau, Halle/S., Lindenstraße 67,  
W. Kreuzberg, Halle/S., Rathausstr. 13.  
Ruf 223 67

Radlofachgeschäft, seit 20 Jahren füh-  
rend, eingetr. Fa., Hauptausfallstr. Leip-  
zigs, Verpacht. od. Verkauf. Int. an  
(SR) F. K. 6564

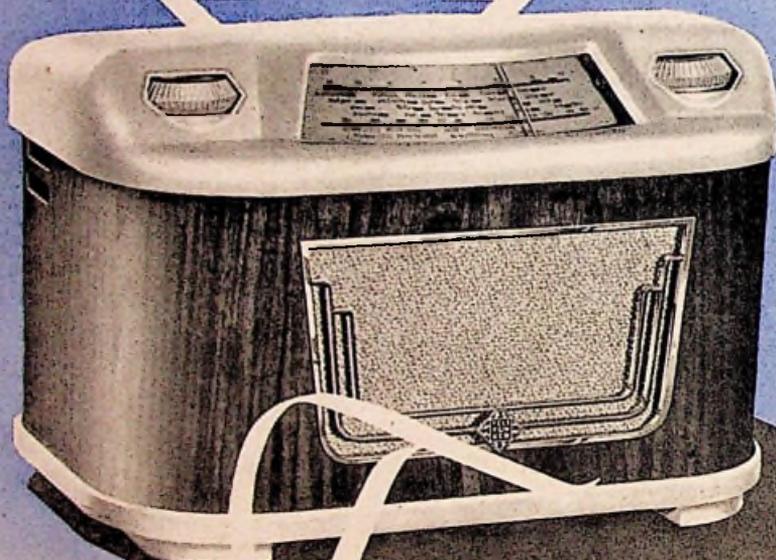
### Tausch-Dienst

Biete Oszillograph u. Röhrenprüfgerät  
Biltorf & Funke, sowie Abi-Ausgleich-  
gerät. Suche Leica u. 16-mm-Schmal-  
film-Aufnahmegerät sowie 16-mm-Ton-  
filme. Angebote unter DE 727 Dewag,  
Erfurt, Bahnhofstr. 8

Suche Magnetophon (auch ohne Ver-  
stärker), Rundfunkröhren, Biete (Tausch  
oder Verkauf) Regeltrafo mit Meß-  
instrument, Philips-Neg-Wechselrichter,  
Zerhacker Wgl. 12, Kohlemikrophon-  
kapseln. (SR) F. G. 6561

### Verschiedenes

Ingenieur, (30 Jahre), wünscht mit junger  
Dame in Briefwechsel zu treten zwecks  
späterer Heirat. Bedingung: schlank,  
dunkelblonde oder schwarze Haarfarbe,  
1,65—1,72 m groß, sportl. u. musikalisch.  
21—26 Jahre, mit Bildzuschriften unter  
(Br) F. M. 6566



**SUPER**

*Tango*

Einer aus der neuesten Telefunken-Serie 1949/50 • TELEFUNKEN „Tango“  
ein vollwertiger Super mit 4 Röhren, davon 3 mit Doppelfunktion, 3 Wellenbereiche  
beleuchtete Skala, Tonblende, Anschluss für Tonabnehmer und 2. Lautsprecher  
permanent-dyn. Lautsprecher mit Alnico-Magnet, höchste Klangqualität  
nach Bedarf lieferbar als Wechselstrom- oder Allstromgerät • PREIS DM

**278.-**

**TELEFUNKEN**  
D I E D E U T S C H E W E L T M A R K E