

FUNK- TECHNIK

FACHZEITSCHRIFT FÜR DIE ELEKTRO- UND RADIOWIRTSCHAFT



TABELLEN FÜR DEN PRAKTIKER

Berechnung von Induktivitäten von Eisenkern-Spulen für einfache Schwingungskreise

Aus der Thomsonschen Formel

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ [Hz]}$$

in der L in H und C in F einzusetzen ist, folgt für die Frequenz in MHz, L in μH und C in pF

$$f = \frac{10^6}{2\pi\sqrt{L[\mu\text{H}] \cdot C[\text{pF}]}} = \frac{159}{\sqrt{L[\mu\text{H}] \cdot C[\text{pF}]}} \text{ [MHz]} \quad (1)$$

bzw. für die Wellenlänge in m

$$\lambda = \frac{300}{f[\text{MHz}]} = 1,98 \sqrt{L[\mu\text{H}] \cdot C[\text{pF}]} \text{ [m]} \quad (2)$$

Bedeutet C_e die Endkapazität eines Drehkondensators in pF, so folgt aus (1) bzw. (2) für die zur Erreichung einer bestimmten Frequenz bzw. Wellenlänge erforderliche Induktivität

$$L = \frac{25250}{f^2[\text{MHz}] \cdot C_e[\text{pF}]} = \frac{0,282 \lambda^2 \text{ m}}{C_e[\text{pF}]} \text{ [\mu H]} \quad (3)$$

Die Windungszahl einer Spule errechnet man aus dem Kernfaktor k und der geforderten Induktivität gemäß der Formel

$$n = k \sqrt{L[\mu\text{H}]} \quad (4)$$

faktoren in der Tabelle zusammengestellt (kleinere Abweichungen sind nicht kritisch).

Fabrikat	Ausführung	k
Görler	F 201	5.3
	F 202	4.8
	F 272	5.4
Vogt	T 21/18 HF	5.4
	T 21/18 ZF	4.7
Siemens	4 Kammer	7.1
	H-Kern	4.2
	Haspel	4.8
Neosid	4 Kammer	8.1
	MV 311	5.2

Auf der rechten Hälfte des Diagramms sind auf der Abszissenachse die Wellenlängen λ_{max} in m bzw. Frequenzen f_{min} in MHz aufgetragen. Für verschiedene Endkapazitätswerte C_e des Drehkondensators kann man die zu den Abszissenwerten zugehörigen Induktivitäten in μH auf der Ordinatenachse ablesen. Zur weiteren Vereinfachung der Rechnung sind neben den Werten für L auch

$$\left. \begin{aligned} f_{\text{max}} &= a \cdot f_{\text{min}} = \frac{159a}{\sqrt{L[\mu\text{H}] \cdot C_e[\text{pF}]} \text{ [MHz]} \\ \lambda_{\text{min}} &= \frac{\lambda_{\text{max}}}{a} = \frac{1,98}{a} \sqrt{L[\mu\text{H}] \cdot C_e[\text{pF}]} \text{ [m]} \end{aligned} \right\} (6)$$

Diese Angaben sind der linken Seite des Diagramms zu entnehmen.

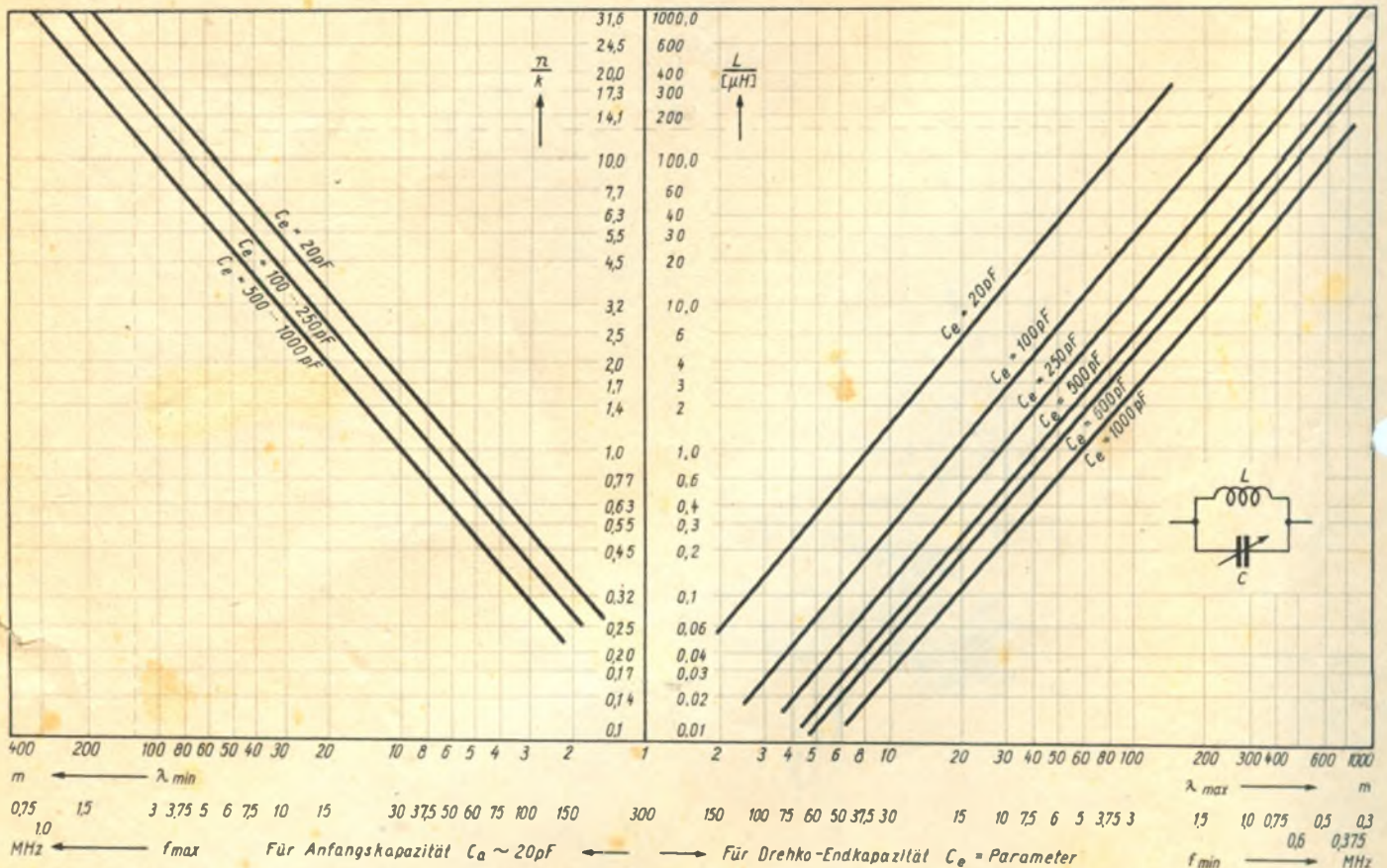
Beispiel: Für eine tiefste Frequenz $f_{\text{min}} = 0.5 \text{ MHz}$ ($\lambda_{\text{max}} = 600 \text{ m}$) soll zu einem Drehkondensator $C_e = 600 \text{ pF}$ ($C_a = 20 \text{ pF}$) die notwendige Induktivität L bzw. die Windungszahl n bei Verwendung eines Görler-Kernes F 202 mit $k = 4.8$ bestimmt werden.

Nach (3) ist $L = \frac{25250}{0,5^2 \cdot 600} = 170 \mu\text{H}$, nach

(4) $\frac{n}{k} = \sqrt{170} = 13$; somit $n = 13 \cdot 4.8 = 63$ Windungen. Das Kapazitätsverhältnis ist $a^2 = \frac{600}{20} = 30$, $a = \sqrt{30} = 5.48$. Damit ist nach (6)

$f_{\text{max}} = 5.48 \cdot 0.5 = 2.74 \text{ MHz}$ die mit dem Schwingkreis höchst erreichbare Frequenz bzw. $\lambda_{\text{min}} = \frac{600}{5.48} = 110 \text{ m}$ die kürzeste Wellenlänge.

Bei Benutzung des Diagramms liest man auf



setzt man hierin (3) ein, so ergibt sich das für die praktische Ausführung nützliche Formelpaar

$$n = \frac{159 \cdot k}{f[\text{MHz}] \sqrt{C_e[\text{pF}]}} \text{ [Windungen]} \quad (5)$$

$$n = \frac{0,58 \cdot k \cdot \lambda[\text{m}]}{\sqrt{C_e[\text{pF}]}} \text{ [Windungen]} \quad (5a)$$

Für die wichtigsten Fabrikate sind die Kern-

der Windungszahl-Faktoren $\frac{n}{k}$ angeschrieben.

man braucht den Quotienten $\frac{n}{k}$ nur mit dem aus obenstehender Tabelle zu entnehmenden Kernfaktor k zu multiplizieren, um die Windungszahl zu erhalten.

Nennt man $a^2 = \frac{C_e}{C_a}$ das Verhältnis von End- zu Anfangskapazität ($C_a \sim 20 \text{ pF}$), so ist

der Ordinatenachse für $C_e = 600 \text{ pF}$ und $f_{\text{min}} = 0.5 \text{ MHz}$ den Wert für $L = 170 \mu\text{H}$ bzw. $\frac{n}{k} = 13$ ab. Verfolgt man die für das Beispiel gestrichelt eingezeichnete Gerade auf der linken Seite des Diagramms weiter bis zum Schnittpunkt mit der Geraden $C_e = 500 \dots 1000 \text{ pF}$, so findet man als Abszisse dieses Schnittpunktes für die höchste Frequenz $f_{\text{max}} = 2.7 \text{ MHz}$ bzw. $\lambda_{\text{min}} = 110 \text{ m}$. W. T.

FUNK- TECHNIK

CHEFREDAKTEUR CURT RINT



AUS DEM INHALT

Berechnung von Induktivitäten von Eisenkern-Spulen für einfache Schwingungskreise	606	Dreikreis-Ortsempfänger für gute Wiedergabe	620
Berlin ist diese Messe wert	607	Stabilisierung von Schwingkreisen	622
Fernsehen	608	Meßmöglichkeiten mit dem Resonanzkapazitätsmesser	623
Fernsehen kommt — aber wann?	610	Die Elektronenstrahlröhre als Nullindikator in Wechselstrom-Meßbrücken	625
UKW bei fehlender Sicht	610	FT-EMPFANGERSKARTEI	
Die Decca-Langspielplatte aus Vinylit	611	Telefunken „T 5000“	
Deutsche Industrie-Ausstellung Berlin 1950, Halle I West	612	Metz „Capri“	627
Ein einfaches Klirrfaktormeßgerät	614	Etwas über ultraviolette Strahlung	629
Rauscharme Eingangsstufen für UKW-Empfänger	616	Flip-flop — see-saw?	630
Ein moderner Amateursender	617	FT-BRIEFKASTEN	631
		FT-ZEITSCHRIFTENDIENST	632

Zu unserer Titelfoto: Grundig 585 W, ein Musikschrank, der mehr wert ist als er kostet, fand bei den Besuchern der Deutschen Industrie-Ausstellung großes Interesse

Aufnahme Schwahn

Berlin ist diese Messe wert

Vorweg eine kleine Momentaufnahme: Dicht gedrängt stehen die Leute in dem bereits überfüllten Stadtbahnzug, der sie von der Ausstellung am Funkturm wieder heimbefördern soll, und immer noch mehr Menschen versuchen, mehr oder minder gewaltsam, auch noch ihren Körper in diese Masse hineinzuquetschen — und da sagt eine Frau, die in der drangvoll fürchterlichen Enge wohl kaum noch Platz zum Atmen hat, lächelnd, und es ist ein glückliches Lächeln: „Das ist ja wie in der guten alten Zeit!“ Keine noch so schwungvolle Empfangsrede, kein noch so feinstillierter Leitartikel vermag wohl treffender die Gedanken und Gefühle wiederzugeben, mit denen die Berliner diese Deutsche Industrie-Ausstellung begrüßten. Sie empfinden die Wahl des Standortes für diese imposante Leistungsschau industriellen Schaffens wie eine Anerkennung, die jedem einzelnen von ihnen für das gezollt wurde, was er in den letzten Jahren an Schwerem und Sorgenvollem erlebt und durchgestanden hat.

Es ist wirklich eine imposante Leistungsschau, die in den Hallen am Funkturm dargeboten wurde, ein — wie es Paul Hoffman, der bisherige Administrator für den Marshall-Plan, formulierte — „eindrucksvoller Beweis für den Mut, den das deutsche Volk unter den schwierigsten Umständen entfaltet hat“. Und er unterstrich die große Bedeutung der Tatsache, „daß diese Messe in Berlin abgehalten werden kann, das von jeher ein Brennpunkt deutschen Unternehmungsgeistes und deutschen Fleißes gewesen ist“.

Dieser Unternehmungsgeist und Fleiß, diese Initiative und Erfindungsgabe offenbaren sich nicht nur in den Erzeugnissen, die Industrie und Handwerk Berlins zur Schau stellen. In gleicher Weise dokumentieren sich diese Eigenschaften in der Art und Weise, wie der äußere Rahmen für die Ausstellung (die Hallen und die sonstigen Baulichkeiten, die gärtnerischen Anlagen und die Fülle der technischen Einrichtungen) innerhalb weniger Wochen aus dem Boden gestampft wurde, so daß man Richtfeste feierte, wo eben gerade erst der Grundstein gelegt worden war. Das „Berliner Tempo“, von dem einen verläßt, von dem anderen beneidet, hat einen Triumph errungen. „Uns kann keener!“ — diesen Ausdruck Berliner Selbstbewußtseins zitierte in liebenswürdigem Sinn der Bundespräsident Theodor Heuss in seiner Eröffnungsansprache. Ach, wie welkenfern scheint jene Zeit zu sein, in der dies Wort geboren wurde und, offen oder insgeheim, das Wesen vieler Berliner ganz gut charakterisierte. Inzwischen hat sich einiges ereignet, was zur Genüge zeigte, daß „so mancher den Berlinern was kann!“ Infolgedessen sind sie wohl vor dem Verdacht geschützt, sich auf ihre Leistungen allzuviel einzubilden. Aber wenn sie den Rundgang durch die Hallen und das Gelände in der Deutschen Industrie-Ausstellung beendet haben, dann werden sie wohl doch von der stolzen Genugtuung erfüllt sein: „Das können wir wieder!“

Auch wer Gelegenheit hatte, die Ausstellungen und Messen der letzten Jahre in deutschen und europäischen Städten zu besuchen, wird bezeugen müssen, daß die Veranstaltung am Funkturm einen Höhepunkt geschmacklicher Schönheit, innerer Geschlossenheit und organisatorischer Vollkommenheit darstellt. Hier wurde der eindeutige Beweis dafür geliefert,

daß das Messegelände in Berlin, seine Hallen und Außenanlagen, sein Rahmen und sein Inhalt den idealen, anderwärts kaum zu übertreffenden Schauplatz für derartige repräsentative Veranstaltungen bietet. Nichts gegen die anderen deutschen Messestädte, insbesondere nichts gegen Düsseldorf, das in diesem Jahre freundlich und bereitwillig der Deutschen Funkausstellung Gastfreundschaft gewährte; dankbar erinnern sich die Berliner der vorbildlich verständnisvollen Worte des Oberbürgermeisters der schönen, an Initiative und Lebenskraft reichen rheinischen Metropole bei der Eröffnung der Funkschau. Aber nach dieser Deutschen Industrie-Ausstellung 1950 in Berlin wird jeder objektive Betrachter doch wohl in seiner abschließenden Kritik zu dem Votum gelangen, daß Berlin jede ihm traditionell gebührende „Messe wert ist“.

In der Natur des Geschehens liegt es, daß die Halle I West in Berlin, im ganzen genommen, ein konzentriertes Spiegelbild der Düsseldorfer Funkausstellung bietet. Nachdem über die in Qualität und Preis in gleicher Weise Aufsehen erregenden Leistungen der deutschen Funkindustrie anlässlich der Düsseldorfer Schau bereits eingehend berichtet wurde, dürfte sich eine Wiederholung der kritischen Würdigung erübrigen. Über den kommerziellen Erfolg zu sprechen, wäre noch verfrüht. Düsseldorf hat alle diesbezüglichen Hoffnungen übertroffen; inwieweit man zusätzlich in Berlin „Abschlüsse tätigen“ wird — eine Redewendung, die dem Bundespräsidenten als sprachlich empfindendem Experten so mißfiel! —, bleibt abzuwarten. Die deutsche Funkindustrie hat jedenfalls uneingeschränkt wieder den Anschluß an die internationale Entwicklung erreicht — das ist das neuerlich bestätigte Fazit. Freilich fehlen in Berlin einige westdeutsche Aussteller, denen offenbar doch trotz aller gegenteiligen Versicherungen aus berufenem Munde das „Abenteuer Berlin“ als zu „risikoreich“ erschien. Eine von einigen Unentwegten schon in Düsseldorf gehegte Erwartung der öffentlichen Vorführung des deutschen Fernsehens wurde auch in Berlin nicht erfüllt. Die Zeit dafür ist noch nicht reif, wenn auch oft die Gedanken zurück in die Zeit schweiften, als es vor 11 Jahren eine Deutsche Funk- und Fernsehausstellung in Berlin gab. Die Besucher sahen aber dank der Initiative der BBC und der dafür verantwortlichen britischen Stellen im Britischen Pavillon moderne englische Fernsehempfänger und konnten ein abwechslungsreiches Programm, das von dem britischen Fernsehregisseur Mr. Fawcett zusammengestellt wurde, bewundern. Die Öffentlichkeit weiß, welche Fortschritte der menschliche Geist in der Entschleierung dieses Geheimnisses der Natur erzielt und welche Bedeutung die industrielle Fertigung auf diesem Gebiet in den USA erreicht hat, wo die Produktion von Fernsehgeräten den Automobilbau in den Schatten zu stellen droht. Die Öffentlichkeit weiß aber auch, daß die deutsche Industrie nicht untätig ist!

Nun hofft Berlin neuerdings wieder, daß recht bald die Hallen am Funkturm der Schauplatz sein werden, wo eine internationale Funk- und Fernsehausstellung stattfindet, in der das konstruktive und industrielle Können der Radio- und Fernseh-wirtschaft Europas gezeigt werden wird.

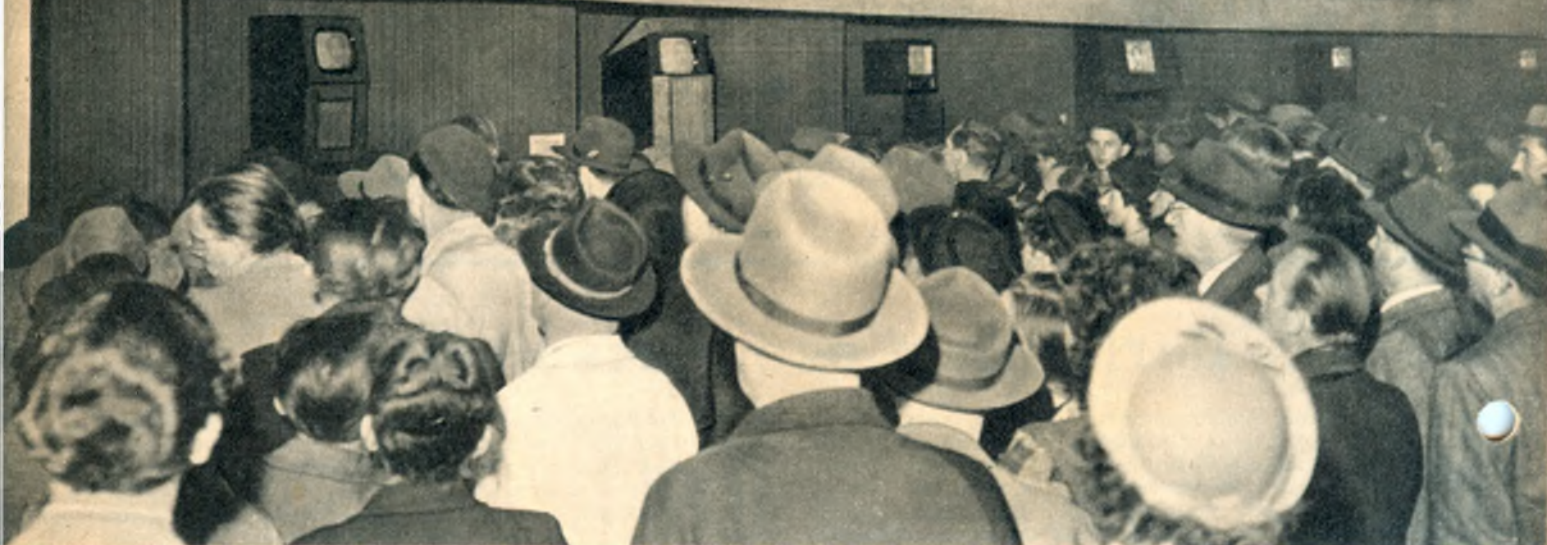
H. G. O.

FERNSEHEN

FERNSEHEN

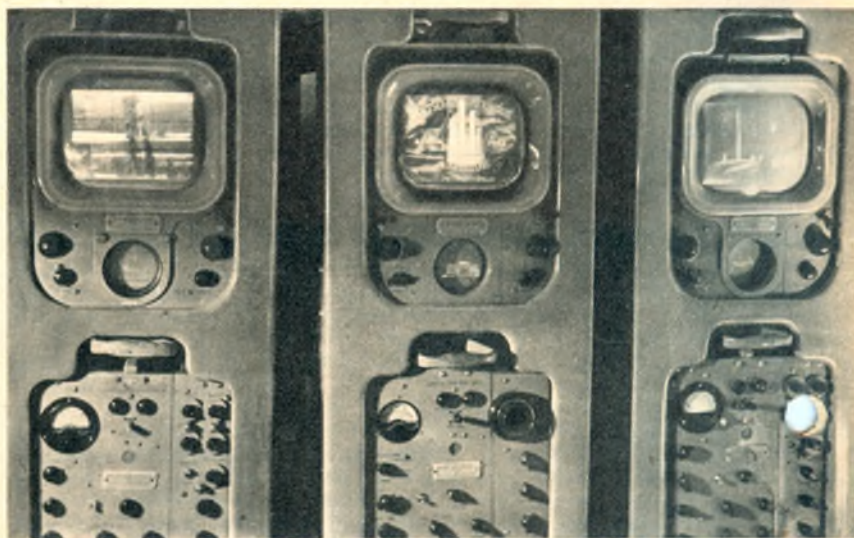
TELEVISION

FERNSEHEN



Ein Teil der Fernsehstraße mit den verschiedenen englischen Fernsehmodellen

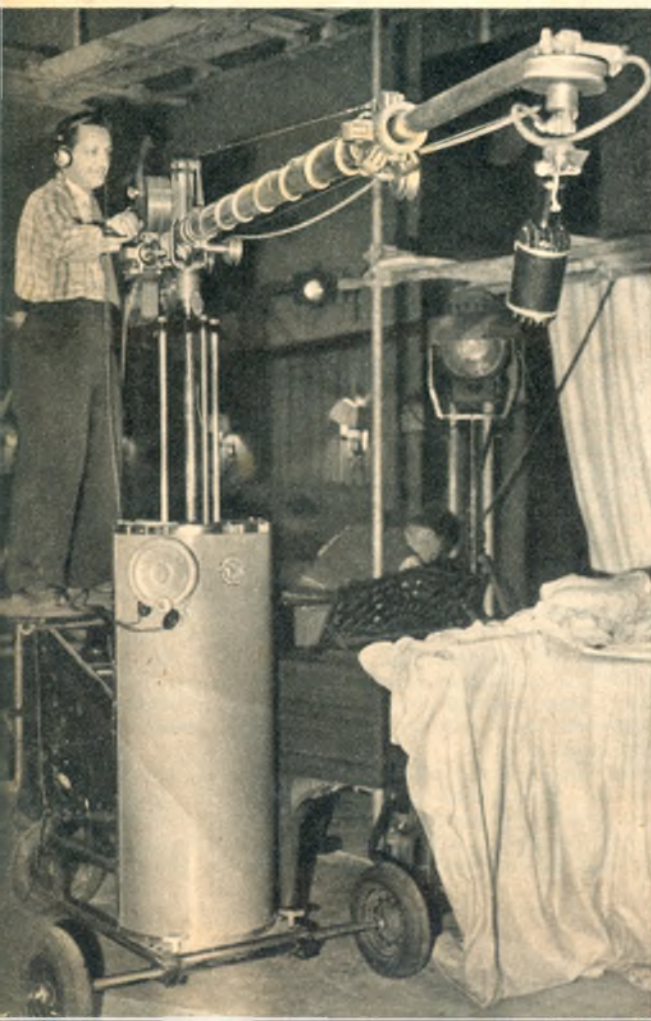
Das Fernsehen, das die BBC in Zusammenarbeit mit der Industrie in einem Teil des britischen Pavillons vorführte, war mit ein Hauptziehungspunkt der Industrieschau. Helligkeit, Flimmerfreiheit und Auflösung der 405-Zeilen-Bilder waren bei allen Empfängern von außerordentlich guter Qualität. Aber auch die kurzen Szenenfolgen, mit großem Geschick zusammengestellt, bewiesen, daß das englische Fernsehen einen sehr hohen Stand sowohl in technischer als auch in künstlerischer Hinsicht erreicht hat.



Besondere Kontrollempfänger — jedes Gerät ist einer Kamera zugeteilt — vermitteln den Technikern die Güte der Bildwiedergabe

Sonderaufnahmen
für die
FUNK-TECHNIK:
E. Schwahn

Links: Ein fahrbares Mikrofon, wie es ähnlich auch bei Tonfilmaufnahmen Verwendung findet, nimmt die einzelnen Darbietungen auf. Der Tonmeister ist in der Lage, geräuschlos jede Bewegung der Schauspieler zu verfolgen. Rechts: Regisseur Eric Fawcett (in der Mitte) war für die Zusammenstellung des Fernsehprogramms verantwortlich

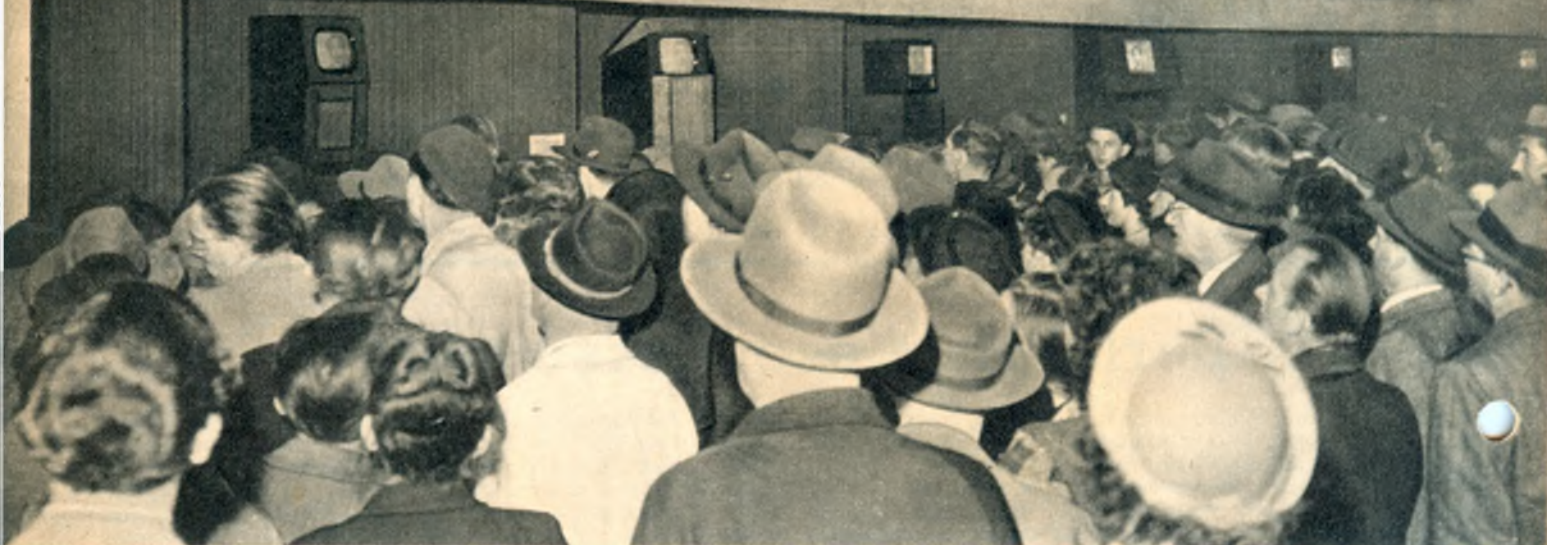


FERNSEHEN

FERNSEHEN

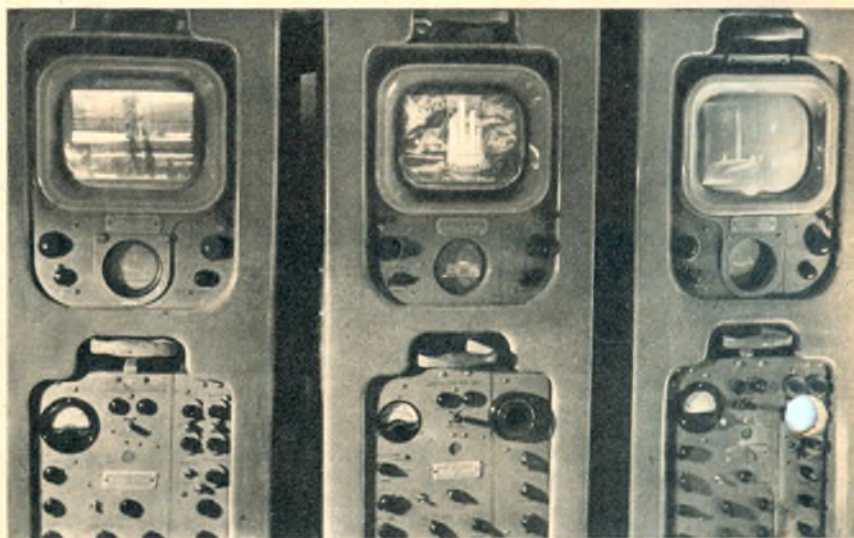
TELEVISION

FERNSEHEN



Ein Teil der Fernsehstraße mit den verschiedenen englischen Fernsehmodellen

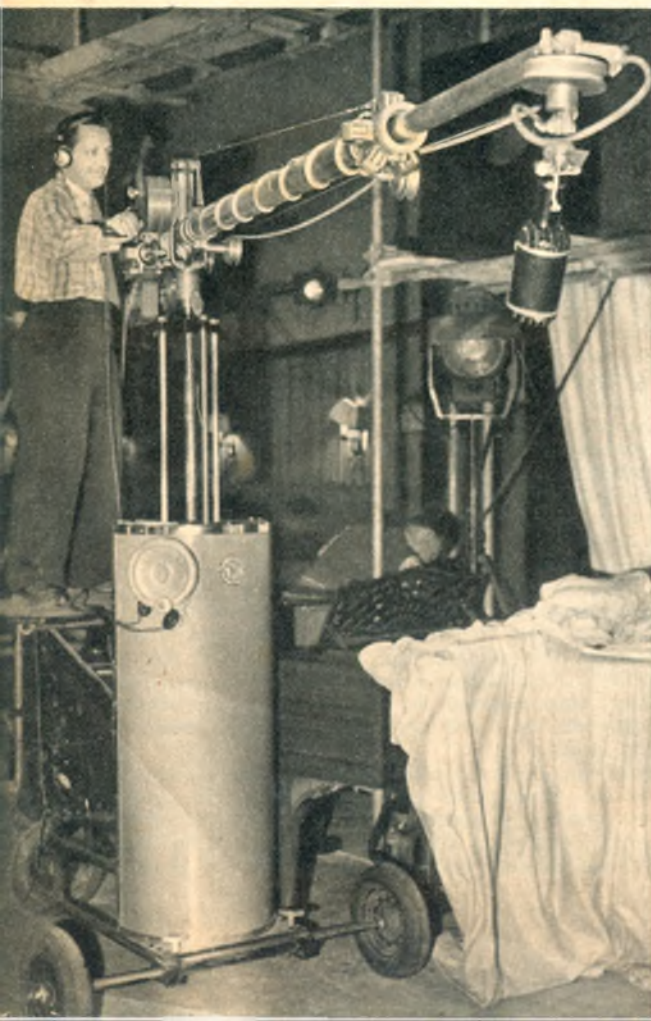
Das Fernsehen, das die BBC in Zusammenarbeit mit der Industrie in einem Teil des britischen Pavillons vorführte, war mit ein Hauptziehungspunkt der Industrieschau. Helligkeit, Flimmerfreiheit und Auflösung der 405-Zeilen-Bilder waren bei allen Empfängern von außerordentlich guter Qualität. Aber auch die kurzen Szenenfolgen, mit großem Geschick zusammengestellt, bewiesen, daß das englische Fernsehen einen sehr hohen Stand sowohl in technischer als auch in künstlerischer Hinsicht erreicht hat.

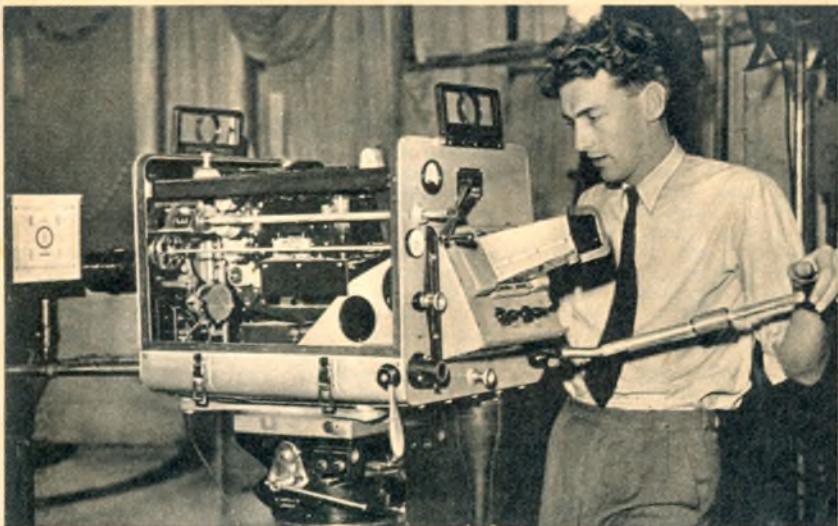


Besondere Kontrollempfänger — jedes Gerät ist einer Kamera zugeteilt — vermitteln den Technikern die Güte der Bildwiedergabe

Sonderaufnahmen
für die
FUNK-TECHNIK:
E. Schwahn

Links: Ein fahrbares Mikrofon, wie es ähnlich auch bei Tonfilmaufnahmen Verwendung findet, nimmt die einzelnen Darbietungen auf. Der Tonmeister ist in der Lage, geräuschlos jede Bewegung der Schauspieler zu verfolgen. Rechts: Regisseur Eric Fawcett (in der Mitte) war für die Zusammenstellung des Fernsehprogramms verantwortlich





Drei PYE-Aufnahmekameras standen für die Abwicklung des gesamten Programms zur Verfügung. Unser Bild oben zeigt die Aufnahmekamera ohne Schutzhülle. Der Kameramann kann sowohl durch den Bildtubus als auch durch die aufgesetzten Bildeinsteller die Aufnahmen vornehmen. Rechts: Die Kamera läßt sich in jede Lage ausschwenken. Sie besitzt vier Auswechsellinien verschiedener Brennweiten



Diese sympathische junge Dame sagte das Ausstellungs-Fernsehprogramm an. Das Foto wurde direkt von dem Bildschirm des Murphy-Empfängers aufgenommen. Unten: Blick in das Fernsehstudio am Reichskanzlerplatz mit General Bourne und Mr. MacEwan, die die Fernsehshow eröffneten



Deutsches Fernsehen kommt — aber wann?

In FUNK-TECHNIK Bd 5 (1950), H. 19, berichteten wir, daß vom NWDR in Hamburg die Fernsehversuchsendungen offiziell am 25. 9. begonnen wurden. Prof. Grimme, der Generaldirektor des NWDR, wies aber besonders darauf hin, daß in absehbarer Zeit mit regelmäßigen Fernsehensendungen aus finanziellen Gründen noch nicht zu rechnen sei. Der Bericht unseres der Eröffnung beiwohnenden Korrespondenten gibt darüber Aufschluß.

Im großen Sendesaal des Nordwestdeutschen Rundfunks Hamburg waren am 25. September sechs Fernsehempfänger aufgestellt. Über 200 Journalisten waren Augen- und Ohrenzeugen, als Prof. Dovifat in seiner Eigenschaft als Vorsitzender des Verwaltungsrates des NWDR die offiziellen Fernsehversuchsendungen mit einer kurzen Ansprache eröffnete. Die Bildqualität war ausgezeichnet, ebenso bei der folgenden Sendung, in der die neuesten Nachrichten aus Korea gesprochen und an einer Landkarte zusätzlich erläutert wurden. Anschließend wurden Filmstreifen gezeigt, und zwar die neueste Wochenschau, ein Kulturfilm und ein Akt eines Spielfilmes. Bei den Filmdarbietungen zeigten sich gewisse Mängel des Bildes.

Vorher hatte Prof. Grimme, der Generaldirektor des NWDR, den anwesenden Journalisten in dürren Worten erklärt, daß es mit dem Fernsehen noch eine ganze Weile dauern würde. Er bat dringend darum, die Sendegesellschaft nicht zu drängen, da die finanziellen Mittel für das hohe Kosten verursachende Fernsehen nicht bzw. mindestens in absehbarer Zeit noch nicht zur Verfügung ständen. 750 000.— DM hat der NWDR bereits für die Vorbereitungsarbeiten aufgewandt. Weitere Mittel wurden bei der am Vortag durchgeführten Verwaltungsrats-sitzung genehmigt, so daß eine ergänzende Ausstattung der Sendeanlagen möglich ist und außerdem Spezialkräfte eingestellt werden können.

Grimme nannte für eine offizielle Einführung des Fernsehens keine Termine. Er wies auf vier Voraussetzungen hin, die vor zeitlicher Festlegung erfüllt sein müssen, und zwar

1. müssen Fernsehsender technisch einwandfrei ausgerüstet sein und genügend Programmverfahren müssen gesammelt werden.
2. muß die Finanzierung absolut sichergestellt sein.
3. muß die Kaufkraft der künftigen Fernsehteilnehmer genügend groß sein und schließlich
4. muß die Industrie in der Lage sein, preiswerte Fernsehgeräte zu liefern.

Zur ersten Veranstaltung ist zu sagen, daß noch eine Menge Arbeit auf der Sendeseite in bezug auf das Programm und die Technik geleistet werden muß. Der Beweis wurde am Schluß der Pressekonferenz erbracht, den die Fernsehvorführung eines Filmes bildete, der zu Anfang der Veranstaltung aufgenommen wurde. Man sah zwar den gut beleuchteten Professor Grimme auf dem Schirm der Braunschweig Röhre, bei Aufnahmen im Konferenzsaal erkannte man aber jeweils nur die in der ersten Reihe sitzenden Personen gut, während der Hintergrund dunkel und undeutlich blieb.

Für die zweite Voraussetzung, nämlich genügend finanzielle Mittel für das Fernsehen zu haben, sah der Generaldirektor des NWDR noch keine Lösung, um so mehr als der Ausbau des Mittelwellen- und Ultrakurzwellen-Sendernetzes unter keinen Umständen zu kurz kommen darf. Fernsehgeräte an den Mann zu bringen, setzt eine genügend Kaufkraft der Bevölkerung voraus und niedrige Preise, die auch vorerst nicht gegeben sind.

Abschließend sagt Prof. Grimme:

„Nun, ich habe — das finden Sie vielleicht für die Aufgabe eines Generaldirektors etwas merkwürdig — bei solch einer Gelegenheit eine gehörige Dosis Wasser in den Wein Ihrer Erwartungen gießen müssen. Ich möchte abschließend aber sagen: wie dem auch immer sei, die Entwicklung, daß das Fernsehen kommt, und daß es in einer quali-

tativ würdigen Form kommen muß, ist nicht aufzuhalten. Die Entwicklung geht einfach über alle Gegenargumente, die man ja auch hier vielfach in der Presse lesen kann, über alle Ängstlichkeiten, über alle Hemmungen hinweg. Es ist doch ein Versuch. Wenn die Technik erst einmal da ist, dann hat sie — ganz ähnlich übrigens wie die Militärmaschinerie — ihr eigenes Gesetz in sich und entfaltet sich und wächst über den Menschen hinaus.“ Der NWDR fühlt sich als Treuhänder für die gesamtdeutsche Fernseharbeit. Es wäre anzustreben, daß die anderen Sender und auch die Bundespost sich an den Vorbereitungskosten beteiligen. Eines Tages wird das Fernsehen sicher kommen, aber auch

Dr.-Ing. K. H. Deutsch

UKW bei fehlender Sicht

Bis in die jüngste Zeit hinein fanden sich in aller Welt viele Verfechter der Ansicht, daß ein sicherer UKW-Betrieb — also mit Meterwellen — für den Funksprechdienst nur auf Strecken mit optischer Sicht möglich wäre. Ihnen mag zugute gehalten werden, daß bislang ein ausreichender Großversuch in Deutschland nicht vorgenommen wurde.

Wenn man normalerweise auch stets versuchen wird, eine Funkstrecke über weite Entfernungen so aus einzelnen Teilen — mittels Relaisstationen — zusammensetzen, daß jede Einzelstrecke unter den günstigsten physikalischen Bedingungen arbeiten kann, so wird dann und wann doch einmal eine Aufgabe entstehen können, bei der aus vielerlei Gründen eine Entfernung, die die optische Sicht überschreitet, ohne Zwischenstation überbrückt werden muß. Wenn ein Gerätetyp diese scharfe Forderung erfüllen kann, so wird er mit noch besserem Wirkungsgrad auch im normalen Einsatz verwendbar sein.

Die Idee, Nachrichtenwege, die sonst über Kabel geführt werden, durch Ultrakurzwellen oder Dezimeter-Funkverbindungen zu ersetzen, wird, besonders aus Kreisen der „Draht“fahleute, oft angegriffen. Aber wird es nicht doch etliche Anwendungsgebiete geben, bei denen der Funk unbedingt den Vorzug vor dem Draht genießen könnte? Man kann die Beweggründe dazu vielleicht durch die Begriffe „Eile“ und „Not“ am besten kennzeichnen. Kein Mensch wird bezweifeln, daß die Herstellung einer neuen Nachrichtenverbindung über z. B. 50 km Entfernung mittels einer Dezi-Funkstrecke wesentlich schneller erfolgen kann als das Auslegen eines Kabels. So wird der Funk, in dieser Form angewandt, Helfer sein können, aufgestauten Verkehrsbedarf schnellstens abfließen zu lassen, bis, wenn erforderlich, ein geeignetes Kabel ausgelegt ist. Für die Errichtung von Verkehrswegen für besondere, kurzzeitige Anlässe würde sogar, selbst wenn rechtzeitig begonnen, eine Kabelverlegung vollkommen unwirtschaftlich werden können. „Not“ mag z. B. dann vorliegen, wenn vorhandene Kabel durch höhere Gewalt unbrauchbar werden und ein Ersatz nicht beschafft werden kann oder vielleicht auch Gebiete zu überqueren sind, die dem Interessenten normalerweise nicht zugänglich sind. Besonders in letzteren Fällen werden hinsichtlich der Reichweite an die Verbindung leicht erhöhte Anforderungen zu stellen sein. Daß, sofern es sich nicht um Überseeverbindungen handelt, die hier nicht behandelt werden sollen, für diese Funkverbindungen ausschließlich Meterwellen oder noch kürzere Wellen in Frage kommen, dürfte kaum erwähnt zu werden brauchen. Nur bei ihnen ist es möglich, eine ausreichende Ausnutzung der Anlagen mittels Mehrkanal-Trägerfrequenzsystem zu erreichen, damit die Wirtschaftlichkeit gewahrt bleibt.

Der Fall „Not“ brachte in Deutschland vor einiger Zeit die Forderung, über eine Entfernung von rund 200 km ohne optische Sicht

die glühendsten Optimisten werden wohl mindestens ein Jahr ansetzen, bis es soweit ist. In dem Augenblick, als die Pressekonferenz in Hamburg stattfand, verbreiteten die Nachrichtenbüros übrigens die Mitteilung, daß die Philips Valvo Werke mit der Stadtverwaltung Krefeld Verhandlungen über den Ankauf eines 70 000 qm großen Grundstückes führen, auf dem die Fernschempfänger bauende Philips-Fabrik errichtet werden soll. Diese Nachricht läßt erkennen, daß die Industrie nicht an eine schnelle Verwirklichung regelmäßiger Fernsehensendungen denkt, denn zwischen Kauf eines Fabrikgeländes bis zur Serienfabrikation von Fernsehgeräten liegt notwendig eine große Zeitspanne. A. S.

ein UKW-System mit möglichst vielen Sprechkanälen in kürzester Frist in Betrieb zu setzen. Die Lösung der Aufgabe wurde allen Zweiflern zum Trotz begonnen und kann jetzt in einer ersten Phase als abgeschlossen gelten. Die folgenden Zeilen mögen nun beweisen, daß die wenigen optimistischen Verfechter dieses Gedankens ihre Pläne keinesfalls zu weit gesteckt hatten.

Wie schon gesagt, die Aufstellungsentfernung der Gegenpunkte war durch besondere Umstände gegeben und ließ sich nicht verringern. Damit hing auch untrennbar ihre absolute Höhe über Null zusammen, die man nur noch beschränkt durch künstliche Mittel — also Maste — vergrößern konnte. Als letzte variable Glieder blieben also nur noch Wellenlänge, Leistung und Antennenform übrig. Diese drei Varianten konnten im Laufe des schrittweisen Aufbaus der Anlagen verändert und in ihrer Auswirkung beobachtet werden. Zu einer wissenschaftlichen Auswertung reichen die vorhandenen Unterlagen bisher allerdings noch nicht, da sie als Ergebnisse eines kommerziellen Versuchsbetriebes — beinahe am Rande, könnte man sagen — gesammelt werden mußten. Voraussetzung für einen ausreichenden Betrieb ist doch sicherlich, daß die von der Empfangsantenne dem Empfänger zugeführte HF-Spannung ausreichend groß ist, um den örtlichen Störpegel und das Streckenrauschen fühlbar zurückzudrücken. Durch zur Erzielung von Überreichweiten notwendige Beugung der Wellen in der Troposphäre bildet ihr jeweiliger Aufbau einen bedeutsamen Faktor hinsichtlich der Konstanz der Funkverbindung, da sie ihr Verhalten sowohl laufend wie unregelmäßig ändert. Ein kommerzieller Betrieb fordert aber die 24stündige Ausnutzungsmöglichkeit. Man kann daher nur versuchen, die Leistung der Anlage, soweit angängig, für Zeiten schlechterer Übertragungsbedingungen auszuliegen. Eine Verschlechterung der Funkbedingung wird sich in diesen Fällen, wenn nicht örtliche Störer auftreten sollten, durch Zunahme des Rauschpegels bemerkbar machen. Abgesehen davon, daß man möglichst rauscharme und empfindliche Empfänger einsetzen wird, lassen sich Verbesserungen hauptsächlich durch Antennenform und Sendeleistung erzielen. Es sei noch einmal darauf hingewiesen, daß die Verbesserung, die durch Erhöhung des Aufstellungsortes der Antennen erzielt werden kann, in gewissen Grenzen ganz gewaltig ist. So war es mit dem gleichen einfachen Antennentyp z. B. bei Aufstellung auf dem Erdboden nicht möglich, mit der Gegenstation einen ausreichenden Verkehr aufzunehmen. Erhöhte man ihren Standpunkt um 18 Meter, so ergaben sich schon Bedingungen, die für einen Montageversuchsverkehr ausreichend waren, wobei aber etliche längere Rauscheinbrüche in Kauf genommen werden mußten. Eine über 50 m höhere Anbringung ermöglichte bereits die Durchführung eines Fernsprechverkehrs, der über große Zeiten des Tages so konstant war, daß öffentliche Gespräche abgewickelt werden konnten. Wie

schon aus der Kurzwellentechnik bekannt, lassen sich bei Verwendung gerichteter Antennen erhebliche Verbesserungen gegenüber einfachen Dipolen erzielen. Auch bei UKW ergab sich das gleiche Bild. Trotzdem ein einfacher, mit Direktor und Reflektor versehener Dipol (Yagi genannt) bei ausreichender Höhe sehr brauchbare Erfolge ergab, waren die Ausfallzeiten der Verbindung noch zu lang. Es zeigte sich überhaupt, daß man nicht mit den Begriffen „es geht“ und „es geht gar nicht“ arbeiten kann, sondern neben der Feststellung des prozentualen täglichen Ausfalls der Verbindung infolge zu geringer Empfangsfeldstärke die Konstanz — also die Häufigkeit etwa auftretender Rauscheinbrüche — berücksichtigen muß. Dabei schneidet die Yagi-Antenne nun schlecht ab, da sie dem Empfänger noch nicht soviel Spannung zu liefern vermag, um unter Berücksichtigung der regulierenden Wirkung seiner Begrenzerstufen eine ausreichende Reserve für schlechtere Bedingungen zu schaffen. Eine in gleicher Höhe aufgehängte Richtantenne, die aus einer größeren Anzahl, z. B. 16, geeigneter zusammengeschalteten Dipolen in einer Strahler- und Reflektorwand besteht, brachte dagegen weitgehende Verbesserungen. Wieweit eine Erhöhung der Dipolzahl, also eine Verschärfung des Richtstrahls, noch wesentliche neue Erfolge bringen wird, wird von den örtlichen Gegebenheiten abhängen. Die bisherigen Erfahrungen lassen vermuten, daß man auf der Sendeseite noch stärker bündeln sollte, wobei eine Bündelung in vertikaler Richtung erfolgreicher zu sein verspricht. Es zeigte sich bei einer ausgeführten Anlage nämlich, daß diese Bündelungsart günstigen Einfluß hinsichtlich der Verringerung der Tiefe der Rauscheinbrüche hervorbrachte. Ob diese Feststellung verallgemeinert werden kann, bleibt abzuwarten.

Auf der Empfangsseite kann es gefährlich werden, eine zu hohe Bündelung — und somit eine hohe Empfangsspannung — erzwingen zu wollen. Da ja mit der Nutzspeisung im gleichen Verhältnis die Störspannungen, die von anderen Hochfrequenzanlagen in der Nähe der Empfangsstation erzeugt werden, infolge größerer Dipolzahl steigen, ist nur in begrenztem Maße eine Verbesserung erreichbar, es sei denn, daß

mit Störspannungen kaum zu rechnen ist. Wirksam bleibt also dann neben der Vergrößerung der Dipolzahl der Sendeseite nur noch die Sendeleistung. Auch hier wurden Möglichkeiten, mit nur 100 Watt oder mit 1 kW zu arbeiten, erprobt. Ohne weiteres ließ sich mit einer großen Richtwand bei 100 Watt Leistung, ja teilweise bei nur 70 Watt, eine brauchbare Verbindung herstellen. Sicher, im Sinne des 24-Stunden-Betriebes, war sie nicht. Die Zwischenstufen 250 und 400 Watt brachten bessere Erfolge, während eine Leistung von 800, besser 1000 Watt, im Verein mit einer 16-dipoligen Richtantenne mittleren Ansprüchen schon zu genügen scheint. Auch hier kann man den Aufwand weitertreiben und die Senderleistung z. B. noch um eine Zehnerpotenz erhöhen. Dann erhebt sich jedoch bereits die Frage nach der Wirtschaftlichkeit, bezogen auf den Verbesserungsfaktor. Der gleiche Grund wird auch den Aufbau einer zu großen Antenne problematisch gestalten.

Der Einfluß der Frequenz ließ sich bisher am wenigsten ermitteln. Sehr krasse Unterschiede haben sich bei den durchgeführten Versuchen auf Wellen zwischen 5 und 8 Meter nicht ergeben. Es bleibt zu vermuten, daß eine Verschiedenheit in der Feinstruktur der Empfangsergebnisse sehr wohl nachgewiesen werden kann. Auch wird sich das zeitlich andersartige Verhalten zweier Frequenzen bei ihrer Beugung vielleicht ausnutzen lassen können zur weiteren Erhöhung der Betriebssicherheit, jedoch ist auf diese Frage bis heute noch keine abschließende Antwort erreichbar gewesen.

Zusammenfassend betrachtet, ergibt sich aus der mehr als einjährigen Erfahrung auf einer UKW-Verbindung ohne optische Sicht, die mit mehreren Frequenzpaaren gleichzeitig betrieben wurde, daß ein kommerzieller Betrieb sehr wohl möglich ist. Schwierigkeiten, die auftreten, waren vielfach auf Gerätemängel zurückzuführen. Diese dürften sich aber durch die laufenden Verbesserungen, die aus den gewonnenen Erkenntnissen abgeleitet werden, bald beheben lassen. Insbesondere gilt es, die bei einer Ausnutzung einer Funkverbindung mit Mehrkanal-Fernsprechsystemen sehr unangenehmen Übersprecheffekte infolge zu großen Klirrfaktors der HF-Anlage, klein zu halten.

im besonderen leichter Tonabnehmer, der dem Abnutzungswiderstand des Werkstoffes entspricht. Safir- und Diamant-Nadeln müssen die Stahl- und Fiber-Nadeln endgültig ablösen. Es hat sich gezeigt, daß nach 50 Ab-



spielungen der Zuwachs an Oberflächen-geräusch etwa 1,3 db — gegen 6 db bei der Schellackplatte — ist, welche Größe als „unhörbar“ gilt. Das Oberflächengeräusch des Geon bei neuer Platte ist 15 bis 16mal geringer als bei einer herkömmlichen neuen Platte.

Als der neuen Platte anhaftender Nachteil wurde die starke Neigung zur statischen Aufladung erkannt; diese Erscheinung führt zur Staubansammlung in den Rillen, die Störgeräusche erzeugen kann. Ein feuchter Lappen soll das Übel aber steuern helfen. Die Unzerbrechlichkeit der Plastikplatte darf schließlich nicht auf die Möglichkeit zu ihrer rauheren Behandlung schließen lassen; man muß mit ihr wegen recht großer Empfindlichkeit gegen Kratzer sogar besonders schonend umgehen. (Nach „British Plastics“ Nr. 255, August 1950)

Elektromesse München 1950

Die Münchener Elektromesse und das traditionelle Münchener Oktoberfest (besser Septemberfest) sind auch in diesem Jahre auf das engste miteinander gekoppelt. Die Vielzahl der Messen, Ausstellungen, Schauen im Bundesgebiet hat prominente Firmen der Elektroindustrie von einer Beschickung Münchens abgehalten. Dabei ist einer Elektromesse in der Stadt des Deutschen Museums sowohl aus ideellen als aus wirtschaftlichen Gründen eine gewisse Daseinsberechtigung zuzusprechen. Zugegeben: die bayerische Hauptstadt liegt nicht gerade zentral, aber als wirtschaftliche Mittlerin, insbesondere für die Exportländer des Südens kommt ihr als Messestadt eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu.

Das Bild, das sich den Besuchern in den Hallen auf der Münchener Theresienhöhe darbot, war durchaus eindrucksvoll, das Interesse der Besucher an den Ausstellungsobjekten groß. Schon am ersten Tage konnten mehrere Aussteller von befriedigender und guter Geschäftsabwicklung berichten.

An wirklich Neuem gab es nicht allzuviel. Interessant ein Kohlekollektor als technisch besserer Ersatz für die üblichen Kupferausführungen. Eine Ultraschall-Waschmaschine, von deren Wunderwirken wiederholt in der Presse berichtet wurde, lockte viele Besucher an den Stand. Ein selbstregelnder Generator, der auch bei stoßweiser Belastung eine konstante Spannung abgibt, wurde von den Fachleuten als wichtige Weiterentwicklung im Elektromaschinenbau sehr anerkennend beurteilt.

Das Gebiet der Elektroakustik und des Rundfunks war kaum vertreten; verständlich, da die Düsseldorfer Funkausstellung kurz vorher ihre Tore geschlossen hatte.

Hausfrauen und Junggesellen erkundigten sich eifrigst nach dem Preis eines Vierteliterkochers, in dem das Wasser innerhalb von 16 Sekunden zum Sieden gebracht werden kann. (VDE-mäßig geprüft?)

Nebenbei verdient ein ganz modernes Elektrospielzeug Erwähnung: eine Miniaturausführung des van de Graafschen Handgenerators zur Erzeugung höchster Spannungen. Ersatz für die Influenzmaschinen unserer Eltern und Großeltern.

Nicht zu vergessen, daß auch das Ausland an der Elektromesse beteiligt war, die mit über 300 Ausstellern auf 20 000 qm Fläche einen nachhaltigen Eindruck hinterließ. BU.

Die Decca-Langspielplatte aus Vinylit

In dem in der FUNK-TECHNIK Bd. 5 (1950), H. 18, S. 554 veröffentlichten Aufsatz „Langspielplatten in Deutschland“ wurde bereits auf die Decca-Vinylit-Platte hingewiesen. Wir sind jetzt in der Lage, Näheres über diesen interessanten Tonträger zu sagen, der Aussicht hat, in Deutschland eingeführt zu werden.

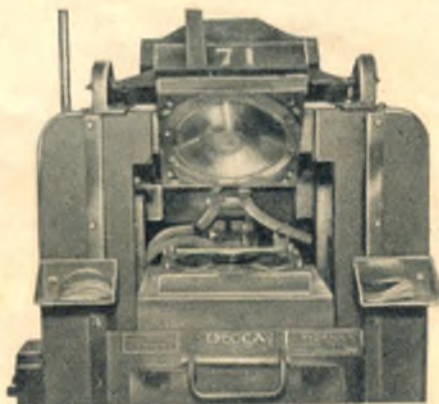
Das Suchen nach neuen Schallplattenarten, die mehr Musik je Gewichtseinheit und Raumeinheit für die Lagerung verbunden mit verbesserter Tonwiedergabe, längerer Spielzeitdauer und größerer mechanischer Haltbarkeit geben, hat in der Langspiel-Schallplatte aus dem plastischen Werkstoff Vinylit eine Lösung gefunden. Die 12"-Decca-Langspielplatte liefert eine Spieldauer von 28 Minuten gegenüber einer solchen von 4½ Minuten bei der Schellackplatte gleichen Durchmessers. Zu diesem Vorteil kommen das erheblich verringerte Oberflächengeräusch und die praktisch vollkommene Unzerbrechlichkeit der Platte. Diese Fortschritte zu erreichen, verlangte aber nicht nur einen neuen Werkstoff, sondern bedeutete auch eine Neukonstruktion des Tonträgers und grundsätzliche Änderung des Abspielverfahrens. Die höhere Geräuschfreiheit ist in der Hauptsache in der Homogenität des Werkstoffes zu suchen, der im Vergleich zu der aus Füllstoffen, z. B. Schieferpulver, zusammengesetzten „Schellack“-Platte uniformen Charakter hat.

Die Formmöglichkeit des Plastikstoffes läßt kleinere Rillen zu, deren geringeres Tonvolumen höheren Verstärkungsgrad bedingt. Dieser kann aber zufolge der kleinen Rauscheigenschaft des Vinylits bedenkenlos zugelassen werden. Während bisher 96 Rillen auf einem Zoll lagen, werden bei der Decca-

Platte 300 Rillen auf gleicher Strecke untergebracht. Diese Verengung zusammen mit der von 78 auf 33½ verringerten Abspielumdrehungszahl führt zu einer Spieldauererhöhung auf das 4- bis 5fache der bislang erreichten Spielzeit.

Der neue Plattenwerkstoff wurde von der britischen Geon-Fabrik (South Wales) hergestellt und mit „Geon 205“ bezeichnet; er wird zu 25-cm-(10")- und 30-cm-(12")-Platten gepreßt. Der Hersteller beansprucht nicht, daß Geon 205 die endgültig beste Mischung sei, vielmehr erwartet man, daß weitere Forschungen noch einen besseren Werkstoff bringen.

Eine unerläßliche Forderung für das Abspielen der Vinylit-Platte ist ein geeigneter



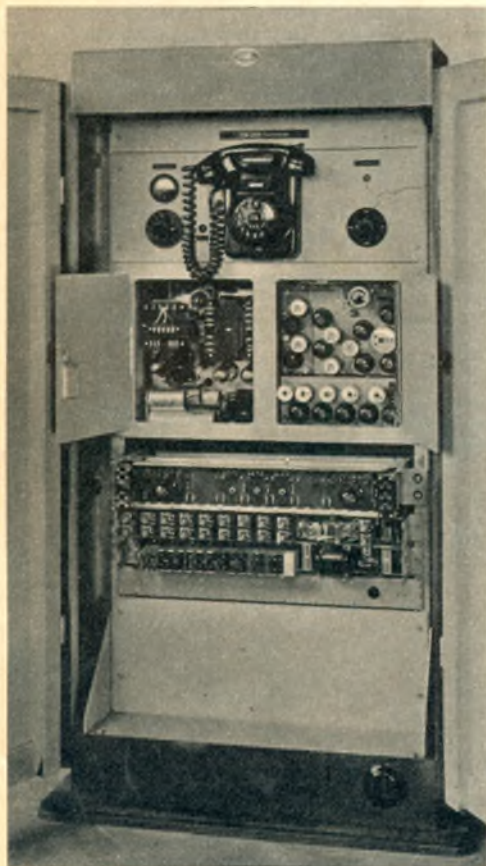
Presse für die Herstellung von Vinylit-Schallplatten. Bild oben: vergrößerter Rillenausschnitt

DEUTSCHE
INDUSTRIE-AUSSTELLUNG
BERLIN 1950

HALLE I WEST

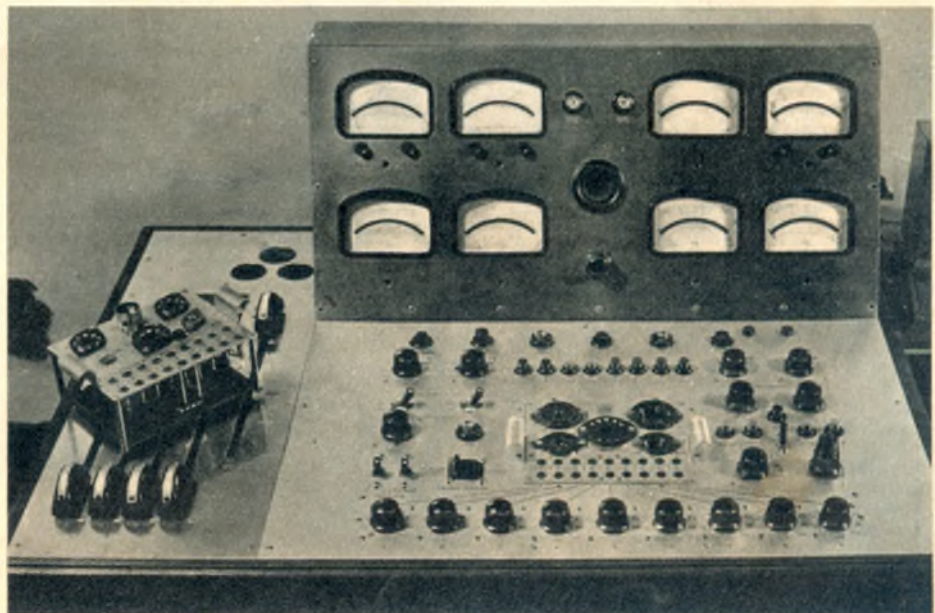
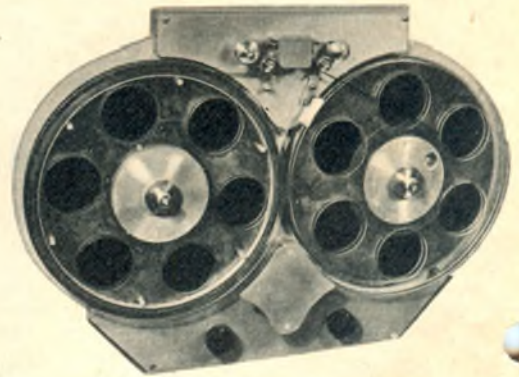


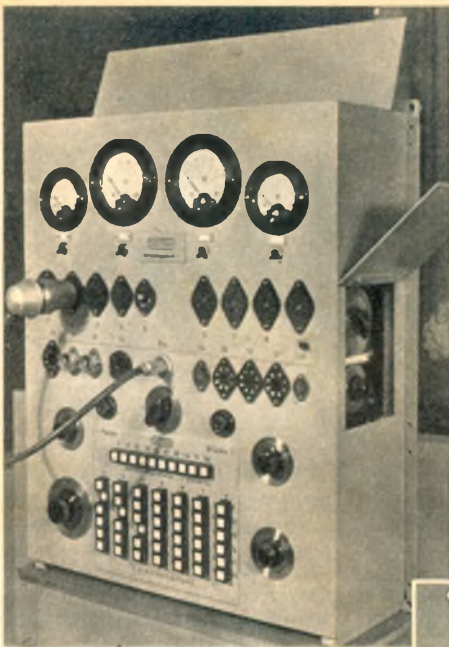
Auf dem Stand der Post war ein Frequenz-Meßplatz aufgebaut, mit dessen Hilfe die Trägerfrequenzen der deutschen und ausländischen Rundfunksender laufend überprüft werden. Neben der Meßstelle Berlin besteht auch noch in Darmstadt eine ähnliche Einrichtung. Als Frequenznormal dienen Quarz-oszillatoren, die an Hand eines Zeitzeichens laufend kontrolliert werden und mit einer durchschnittlichen Genauigkeit von 5×10^{-6} arbeiten. Links: Die Berliner Post führte das Auto-Telefon ein. Autobesitzer sind in der Lage, von ihren Wagen innerhalb Berlins zu telefonieren. Mit Hilfe des sogenannten Selektiv-Rufes kann jedes Fahrzeug eine Telefonnummer wählen, ohne daß der Ruf von anderen Auto-Telefon-Teilnehmern abgehört werden kann.



Das Röhrenmeßgerät Type RMG 2 (Herrmann KG) enthält erstklassige Gossen-Spiegel-skalen-Instrumente. Es wurde weiter vervoll-kommet und besitzt alle Meßmöglichkeiten und Bedienungsvorteile, die man von einem derartigen Präzisionsinstrument fordern kann.

Rechts: Ein selbsttätig sich in die Anfangsstellung zurückspulendes Magnet-tongerät, das vor allem für Schaufenster-werbung mit gutem Erfolg verwendet werden kann. Darüber hinaus schaltet das Gerät z.B. Scheinwerfer, beleuchtete Schilder usw. Die Anwendungsmöglich-keit der Duoton-Automatik ist daher außerordentlich groß. Links: Schrank der Lorenz-Selektiv-Rufanlage für 20 W und sieben verschiedene Frequenzen. Das Foto zeigt die Feststation der Gesamtanlage mit Verstärkern und Telefon



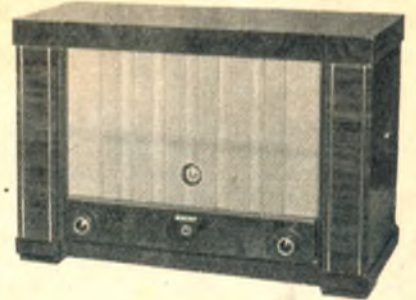


Ontra Meßtafel RMG 4. Zur schnellen und übersichtlichen Umschaltung der verschiedensten Sockelschaltungen wählt man nach bestimmten Kenn-Nummern die entsprechenden Werte. Das Gerät enthält ein Drucktastensystem mit sieben Tastreihen zu je sechs Drucklasten. Regler, Sicherungen und Meßbuchsen sind in den beiden Schmalseiten eingebaut

„Tonmeister-Truhe“, ein Gerät, das sich durch besonders gute Klangwiedergabe auszeichnet. E enthält einen Geradeusempfänger, den der Konstrukteur jeweils an dem Aufstellungsart besonders abgleicht. Ein Zehn-Plattenwechsler ergänzt die technische Einrichtung



Sich einen Magnetbandspieler mit erschwinglichen Einzelteilen aufzubauen, ist sicherlich der Wunsch vieler Amateure. Die gezeigten Einzelteile werden mit AEG-Lizenz hergestellt. Lösch-, Aufnahme- und Wiedergabeköpfe auf einer Platte sind Duoton-Opto-Erzeugnisse



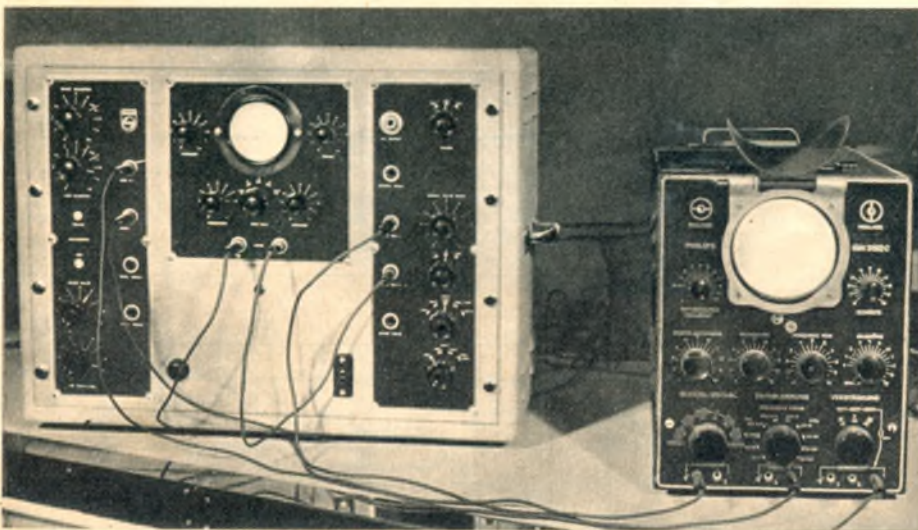
Seibt-Superhet „Magier“, ein Sechskreis-Wechsel- bzw. Allstromgerät, mit gespreizter Kurzwellen- und Anschlußmöglichkeit für UKW; ein Empfänger der Berliner Fertigung

Wir haben schon auf Seite 607 über die Deutsche Industrie - Ausstellung Berlin 1950 berichtet, und unsere Bewunderung ausgedrückt, in welcher kurzer Zeit es Berlin fertiggebracht hat, eine der interessantesten Schauen der Nachkriegszeit auf die Beine zu stellen. Halle I West war eine Funkausstellung im kleinen, und ein sehr großer Teil der Firmen, die in Düsseldorf ihre Erzeugnisse der Produktion 1950/51 zum ersten Male den Händlern und dem Publikum vorführten,

war auch in Berlin vertreten. Leider wurde durch das Tongemisch, das zeitweise jahrmärktähnlichen Charakter annahm, der repräsentative Rahmen der Halle empfindlich gestört. Es war schade, daß sich die Firmen bei der Vorführung ihrer Geräte nicht freiwillig auf eine angemessene Lautstärke einigten oder wenigstens nur ein Programm vorführten. Unsere Aufnahmen zeigen vor allem Entwicklungen und verschiedene Geräte, die in Düsseldorf nicht zu sehen waren.



Die Telefunken-Riesensäule und das Reporter-Gerät waren mit zwei Anziehungspunkte des Telefunkenlandes. Links: Bei Philips konnte man neben vielen Meßgeräten und Empfängern einen Standard-Fernseh-Meßsender bewundern, der zur Überprüfung und Instandsetzung von Fernsehsendern dient. Das Gerät enthält drei Generatoren, von denen einer das Bildmuster liefert. Im Gegensatz zu den amerikanischen Entwicklungen enthält das Philips-Gerät alle Meßsender in einem Gerät



Ein einfaches Klirrfaktormessgerät

Mitteilung aus dem Laboratorium der Firma Wandel u. Goltermann

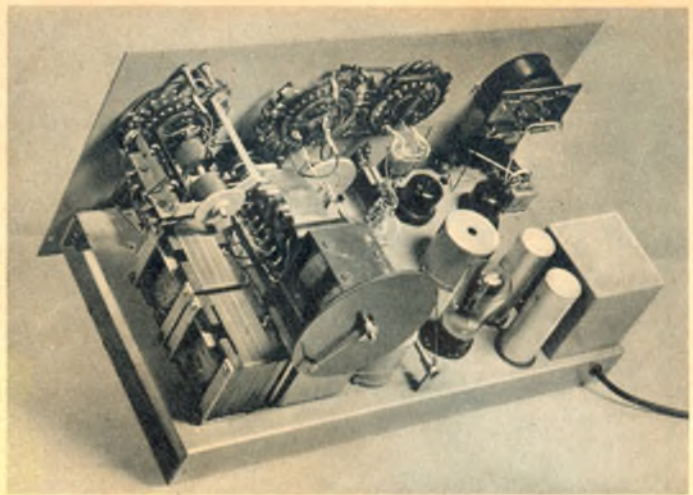


Abb. 2. Außen- und (oben) Chassisansicht des Klirrfaktormessgerätes

Die moderne Musik- und Sprachübertragungstechnik erfordert sehr kleine Klirrfaktoren der Übertragungsanlagen [1]. Demgemäß werden diese Forderungen in erhöhtem Maß an die Schaltelemente (Spulen, Übertrager, Röhren usw.) gestellt. Man muß deshalb Klirrfaktoren sehr exakt messen können. Nach einleitenden Bemerkungen über nichtlineare Verzerrungen wird im folgenden ein neuentwickeltes Klirrfaktormessgerät für das Tonfrequenzgebiet beschrieben, das einige wichtige Verbesserungen gegenüber den bisher bekannten Geräten aufweist und in allen seinen Teilen als Präzisionsmeßgerät ausgeführt wurde.

1. Die Verzerrungsmaße

Um die verzerrenden Eigenschaften eines Vierpols quantitativ festlegen zu können, hat man verschiedene Verzerrungsmaße eingeführt.

Für den Fall nur einer Eingangsfrequenz ist nach einem Vorschlag von K. Küpfmüller [2] als Maß für den Oberwellengehalt der Klirrfaktor

$$k = \frac{\sqrt{J_{2w}^2 + J_{3w}^2 + \dots}}{\sqrt{J_w^2 + J_{2w}^2 + J_{3w}^2}} \quad (1)$$

eingeführt worden [3].

Eine ältere Definition benutzt den Ausdruck

$$k' = \frac{\sqrt{J_{2w}^2 + J_{3w}^2 + \dots}}{J_w} \quad (2)$$

Zwischen beiden Definitionen besteht die Beziehung

$$k = \frac{k'}{\sqrt{1 + k'^2}} \quad (3)$$

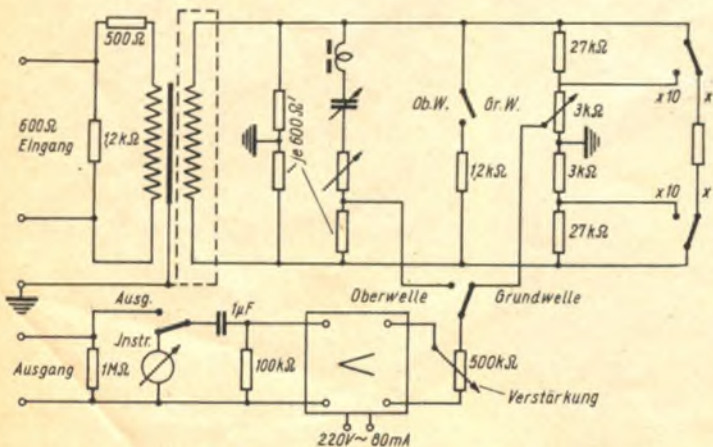


Abb. 1. Prinzipschaltbild des Klirrfaktormessgerätes



Werden dem Ausgang des Vierpols mehrere Frequenzen zugeführt, so sind die Ströme J_k der Kombinationsfrequenzen zu berücksichtigen. Man erhält dann den Verzerrungsfaktor V . Schließlich sei als drittes Maß der Modulationsfaktor M [4] angeführt. In bestimmten Fällen gelten einfache Zusammenhänge zwischen den drei Verzerrungsmaßen, z. B. bei rein quadratischer Verzerrung $M_2 = 4k_2$, während sich bei rein kubischer Verzerrung $M_3 = 6k_3$ ergibt.

Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Verzerrungsfaktor V . Diese Beziehungen sind besonders wichtig, weil der Klirrfaktor das am einfachsten und schnellsten zu messende Verzerrungsmaß ist.

2. Elektrische Wirkungsweise

Die Abb. 1 zeigt das Prinzipschaltbild des Klirrfaktormessgerätes. Über eine Widerstandskombination wird die an den Eingang gelegte Spannung den abgeschirmten Eingangsübertragern zugeführt. Auf der Sekundärseite liegt eine Brücke. Sie besteht aus zwei festen

Widerständen zu je 600 Ohm und einem abstimmbaren Zweig mit einem Festwiderstand (600 Ohm) und einem Reihenkreis. Der Resonanzwiderstand dieses Kreises kann durch zwei veränderbare Widerstände zu 600 Ohm ergänzt werden. Parallel zu dieser Brücke liegt ein geeichter, hochohmiger Spannungsteiler.

Ein zweistufiger Verstärker mit quadratisch anzeigendem Voltmeter kann entweder in den Nullzweig der Brücke oder an den Teiler geschaltet werden. Um den Oberwellengehalt der angelegten Spannung zu messen, wird der veränderbare Brückenweig auf die Grundwelle abgestimmt. Dies geschieht durch abwechselndes Nachstimmen der R- und C-Glieder des Serienkreises, solange, bis das Anzeigement ein Minimum anzeigt. Die jetzt noch vom Instrument angezeigte Spannung ist der Effektivwert sämtlicher Oberwellen. Mit Hilfe des Umschalters wird der Verstärker an die halbe Brückenspannung gelegt und durch Regeln eines zweiteiligen Stufenpotentiometers der Instrumentenausschlag gerade so gemacht wie bei der Messung der Oberwellenspannung. Da der Spannungsteiler in der Gesamtbrückenspannung geeicht ist, kann am Teiler der Klirrfaktor direkt in Prozenten abgelesen werden. Es wird also der Klirrfaktor nach der Küpfmüllerschen Definition (Gl. 1) gemessen [2].

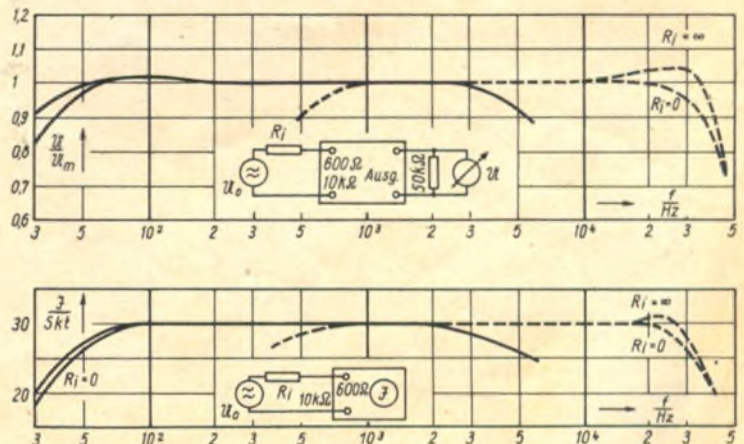


Abb. 3. Frequenzgang von den Eingangsklemmen bis zum Instrument

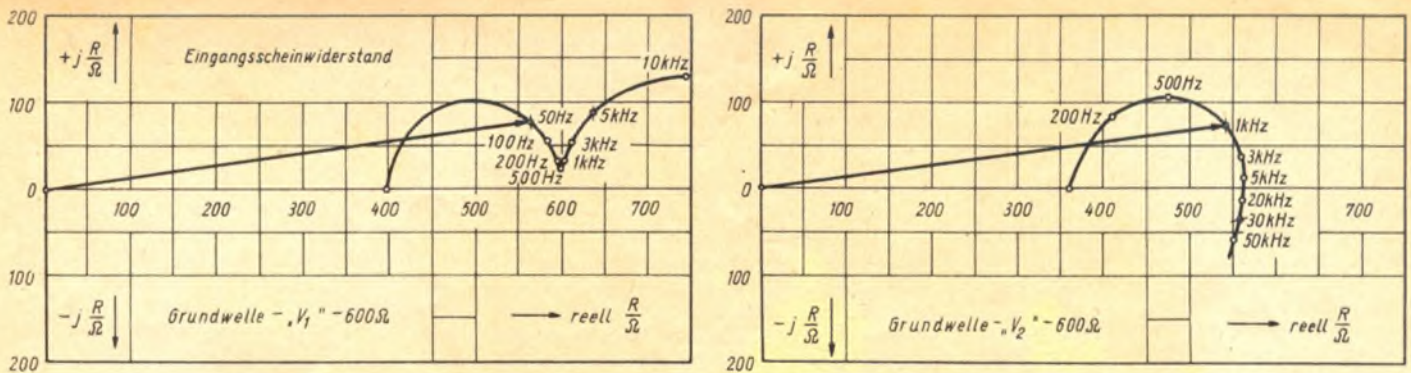


Abb. 4. Eingangswiderstand für die Grundfrequenz am 600 Ohm-Eingang des Klirrfaktormeßgerätes bei abgeglicherer Brücke

3. Technische Daten des Gerätes

Die Abb. 2 zeigen Ansicht des Klirrfaktormeßgerätes. Es kann nach Herausnehmen aus dem Gehäuse in das Normgestell DIN 41 490 eingesetzt werden. Das Gerät besitzt über den Eingangsklemmen einen Umschalter, mit dem der Eingang wahlweise niederohmig (600 Ohm) oder hochohmig (10 kOhm) gemacht werden kann. Dies bietet den großen Vorteil, daß auch an hochohmigen Widerständen, z. B. an Verstärkerausgängen, Messungen durchführbar sind. Der Eingangübertrager muß wie auch der Verstärker möglichst geringe lineare Verzerrungen haben, damit an den Bandgrenzen nur kleine Meßfehler auftreten. Es wurde bei 50 Hz und 30 kHz ein Abfall kleiner als 5% angestrebt. Dazu wurden zwei Eingangübertrager gewählt und der Meßbereich in zwei Teilbereiche unterteilt. Der eine Übertrager überstreicht das Band von 30 Hz bis 3 kHz, der zweite das Band von 600 Hz bis 40 kHz. Beide Übertrager sind geschirmt. Sie ermöglichen auch Messungen an erdsymmetrischen Objekten. Soll das Gerät universell verwendbar sein, so darf der Innenwiderstand des angeschalteten Meßobjekts keinen Einfluß auf die Übertragungseigenschaft der Übertrager haben. Um dies zu erreichen, wurde ein Vor- und Querwiderstand vor den Eingangübertrager geschaltet. Das Gerät mißt dann stets richtig, gleichgültig, ob der Innenwiderstand des Prüflings $R_i = \infty$ (konstanter Strom) oder $R_i = 0$ (konstante Spannung) ist. Die Abb. 3 zeigt den Frequenzgang von den Eingangsklemmen bis zum Instrument. Der Fehler an den Bandgrenzen ist, unabhängig vom Innenwiderstand des vorgeschalteten Gerätes, < 5%!

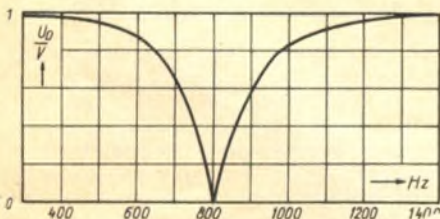


Abb. 5. Betriebsdämpfungskurve eines Filters, aufgenommen mit dem Klirrfaktormeßgerät

Ebenfalls wichtig ist, daß der Eingangswiderstand des Gerätes für Grund- und Oberwellen gleich ist, um eine Beeinflussung des zu messenden Klirrfaktors durch das Gerät selbst zu verhindern. Beim Messen des Oberwellenanteils der angelegten Spannung in Stellung „Ob. W.“ ist der Serlenkreis für die Grundwelle abgeglichen und sein Resonanzwiderstand 600 Ohm. Der Zusatzwiderstand $R_z = 1.2$ kOhm ist der Brücke parallelgeschaltet. Wie man leicht nachrechnet,

ist der Eingangswiderstand für die Oberwellen $R_o = 600$ Ohm und für die Grundwelle $R_o = 550$ Ohm, also nur um etwa 10% kleiner. Beim Messen der Gesamtspannung (Stellung „Grundwelle“) ist für die Grundwelle $R_o = 600$ Ohm und für die Oberwellen $R_o = 720$ Ohm. Die Abb. 4 zeigt den Eingangsscheinwiderstand für die Grundfrequenz am 600-Ohm-Eingang bei abgeglicherer Brücke. Bemerkenswert ist der sehr kleine Phasenwinkel, der durch die beschriebene Eingangsschaltung erreicht wird. Die Brücke wurde auf 12 feste Frequenzen abgeglichen, die zwischen 30 Hz und 10 kHz über das ganze Band verteilt sind. Die Einstellung dieser Frequenzen geschieht mit Hilfe eines Frequenzwahlschalters (Abb. 2 rechts oben). Eingebaute, veränderbare Kondensatoren ermöglichen einen genauen Abgleich. Dabei wurde der Änderungsbereich so groß gewählt, daß zwischen 1 kHz und 10 kHz auf jede beliebige Frequenz abgeglichen werden kann. Unterhalb 1 kHz ist der Variationsbereich um die Festfrequenzen herum so groß, daß ein sicheres Abstimmen gewährleistet ist. Zusatzkondensatoren können jedoch im Bedarfsfall von außen zugeschaltet werden. Besonders wichtig ist es, den Eigenklirrfaktor der Brückeninduktivitäten klein zu halten. Durch Verwendung hochlegierter Bleche wurde dies erreicht. Der Eigenklirrfaktor ist praktisch in jedem Teilbereich frequenzunabhängig. Er ist in Abb. 6 für die vier Bereiche dargestellt [5]. Bei den Tiefstfrequenzen und bei kleinen Klirrfaktoren darf die Eingangsspannung 2 Volt nicht wesentlich überschreiten (8 Volt am 10-kOhm-Eingang). Hinzu kommt noch der Eigenklirrfaktor der Eingangübertrager, der aber nur an den unteren Bandgrenzen in Erscheinung tritt und selbst da sehr klein ist (Abb. 6).

Besondere Sorgfalt wurde auf die Ausbildung des parallel zur Brücke liegenden zweidekadischen Spannungsteilers verwendet. Der Schalter für die Einzelschritte ist so geschaltet, daß sein Gesamtwiderstand und die Erdsymmetrie erhalten bleiben. Die Teilgenauigkeit beträgt nur 2‰. Durch einen Umschalter kann der Meßbereich im Verhältnis 1:10 erweitert werden, so daß Klirrfaktoren von 0.1 bis 100% meßbar sind. Der Anzeigeverstärker ist zweistufig. Durch sorgfältigen Aufbau und Gleichstromheizung wurde Brummfreiheit des Verstärkers erreicht. Dies ermöglicht es, noch Klirrfaktoren bis unter 1‰ bei verhältnismäßig kleinen Eingangsspannungen zu messen. Das gesamte Gerät besitzt eine 3000fache Verstärkung. Der Frequenzgang der Verstärkung zeigt im Bereich von 40 Hz bis 45 kHz keine größeren Abweichungen als $\pm 5\%$.

Der Verstärker Ausgang kann durch einen Umschalter entweder auf das Voltmeter oder auf zwei Ausgangsklemmen geschaltet werden. An diese Klemmen wird zweckmäßigerweise zur Überwachung des Abgleichvorganges ein Oszillograf geschaltet, denn es ist wesentlich, sich bei

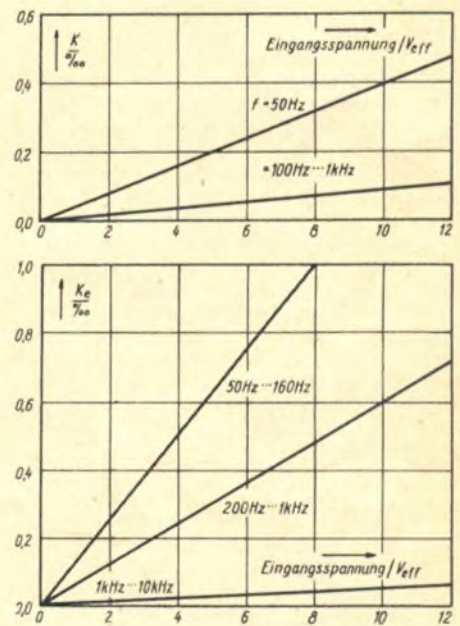


Abb. 6. Eigenklirrfaktor der Brückeninduktivitäten und der Eingangübertrager

Beginn jeder Messung davon zu überzeugen, daß der Oberwellenspannung keine Störspannungen überlagert sind. Außerdem kann man im Oszillografen die Zusammensetzung der Oberwellenspannung (k_o oder k_u) erkennen.

Bei einer besonderen Stellung des Frequenzwahlschalters ist die Brücke außer Betrieb. Das Gerät kann so als Anzeigeverstärker benutzt werden, wozu es wegen seiner kleinen Ausgangsstörspannung besonders geeignet ist. Der eingebaute, sehr genaue Spannungsteiler erlaubt es, das Gerät als empfindliches Voltmeter für relative Messungen zu verwenden. Es ermöglicht schnelle Aufnahme von Betriebsdämpfungskurven von Filtern. Die kleinste meßbare Spannung beträgt 2 mV am 600-Ohm-Eingang oder 8 mV am 10-kOhm-Eingang.

Literatur

- [1] Janovsky. ENT 6, S. 421, 1929. und Weitbrecht. Diss. TH Stuttgart 1948.
- [2] Küpfmüller. Fachberichte VDE, S. 87, 1926.
- [3] DIN 45 560.
- [4] Rothe u. Kleen. Elektronenröhren als Anfangsstufenverstärker, Leipzig 1944, S. 42.
- [5] R. Feldtkeller. Spulen und Übertrager, Teil II, S. 49, Hirzel 1949.

Rauscharme Eingangsstufen für UKW-Empfänger

Bei frequenzmodulierten UKW-Ton- und noch mehr bei Fernsehempfängern spielt die Rauschspannung der Eingangsstufe eine Rolle. Die Verwendung rauscharmer Röhren für die Vorverstärkerstufe ist nicht das einzige Mittel, um in dieser Hinsicht eine Verbesserung zu erzielen. Es läßt sich zeigen, daß gewisse Schaltungen vorteilhafter sind als der übliche HF-Verstärker mit einer Pentode. Solche rauscharmen Eingangsschaltungen beginnen vor allem im amerikanischen Empfängerbau Eingang zu finden.

Als Empfindlichkeit der Eingangsstufe eines Empfängers darf die Signalspannung verstanden werden, die gleich der von den ohmschen Widerständen verursachten Rauschspannung am Gitter der Verstärkerröhre ist. Diese Rauschspannung setzt sich aus dem Rauschen der Röhre selbst und dem des Schwingungskreises zusammen, wobei die von der Antenne herrührende Rauschspannung auf den Eingangskreis zu übertragen ist. Das Röhrenrauschen darf man sich als von einem am Gitter liegenden Widerstand, dem sogenannten äquivalenten Rauschwiderstand, verursacht vorstellen, der durch die Röhrendaten gegeben ist. Das Kreisrauschen ergibt sich aus der ohmschen Komponente der Kreisimpedanz, also dem Resonanzwiderstand, und der Rauschanteil der Antenne aus ihrem Strahlungswiderstand.

Das von der wärmebedingten Elektronenbewegung verursachte Rauschen in einem Stromkreis ist durch die am Widerstand R auftretende Rauschspannung

$$E_R = \sqrt{4kTR \cdot \Delta f} \quad (1)$$

gegeben. Darin ist k die Boltzmann'sche Konstante ($1,37 \cdot 10^{-23}$ Wattsec./K), T die absolute Temperatur, R der ohmsche Widerstand und Δf die absolute Bandbreite, die den wirksamen Teil des gesamten Rauschspektrums bezeichnet. Damit läßt sich die oben angegebene Beziehung für 300 K (Zimmertemperatur) auch schreiben:

$$E_R = 1,29 \cdot 10^{-10} \sqrt{R \cdot \Delta f} \text{ [V]} \quad (2)$$

Aus dieser Beziehung geht hervor, daß das Rauschen der Vorstufe bei Breitbandempfängern von größerer Bedeutung ist als beispielsweise bei gewöhnlichen Rundfunkgeräten mit kleiner Bandbreite. Vor allem aber spielt das Rauschen im Eingangskreis eine große Rolle, wenn man in den UKW-Bereich übergeht, da die Empfindlichkeit mit steigender Frequenz beträchtlich zurückgeht. Es kommt nämlich für die Empfindlichkeit der Eingangsstufe bei gegebenem Rauschwiderstand der Antenne auf das Verhältnis äquivalenter Rauschwiderstand der Röhre zu Rauschwiderstand des Kreises an; dieses Verhältnis soll klein bleiben, eine Forderung, welcher der mit steigender Frequenz abnehmende Resonanzwiderstand des Kreises entgegensteht. Für UKW-Empfänger, ganz besonders für Fernsehgeräte, sind daher rauscharme Verstärkerröhren und Eingangsschaltungen von gewissem Vorteil.

Während die Verwendung rauscharmer Röhren für Vorstufen seit langem eine meist beachtete Forderung darstellt, ist

es weniger bekannt, daß sich die Vorstufe selbst auch schaltungsmäßig so gestalten läßt, wie es für das Erreichen guter Rauschverhältnisse günstig ist.

Pentoden-Verstärker

Diese heute ganz überwiegend auch noch für UKW-Geräte aller Art angewendete Verstärkerbauart (Abb. 1) ist, wie von vornherein betont sein soll, keineswegs etwa als ungünstig zu betrachten; sie

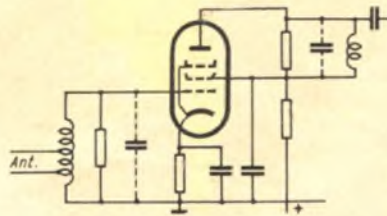


Abb. 1. Gittergesteuerter HF-Verstärker mit Pentode

ist jedenfalls nicht sehr viel schlechter als andere Schaltungen.

Die größte Verstärkung einer Pentode in einem Parallelkreis ist bekanntlich

$$v = S \cdot R_{\text{res}} \quad (3)$$

also gleich Steilheit mal Resonanzwiderstand. Die höchste Signalspannung am Steuergitter beträgt

$$E_{\text{sig}} = E_{\text{ant}} \sqrt{R_{\text{g}}/R_{\text{ant}}} \quad (4)$$

worin E_{ant} die Signalspannung an der Antenne, R_{ant} die Antennen- bzw. Zuleitungsimpedanz und R_{g} der aus $R = \frac{1}{2,77 C \Delta f}$ berechnete Parallelwiderstand des Gitterkreises darstellen. Die Rauschspannung am Gitter ergibt sich aus dem äquivalenten Rauschwiderstand $R_{\text{ä}}$ der Röhre und dem Kreiswiderstand zu

$$E_{\text{ra}} = 1,29 \cdot 10^{-10} \sqrt{\Delta f (R_{\text{ä}} + R_{\text{res}})} \text{ [V]} \quad (5)$$

Darin ist der Kreiswiderstand bei Resonanz wegen der angepaßten, parallel zum Gitterkreis liegenden Antenne (transformierter Antennenwiderstand) gleich $R_{\text{g}}/2$.

Das aus beiden Beziehungen zu bildende Verhältnis $E_{\text{sig}}/E_{\text{ra}}$, Signal- zu Rauschspannung am Gitter, gibt einen Maßstab für die Güte der Schaltung hinsichtlich Rauschen. Wie leicht zu erkennen ist, hängt die Rauschgüte nur zu einem Teil vom äquivalenten Rauschwiderstand und zu einem anderen Teil von der Schaltung ab.

Katodenverstärker mit Triode

Bei dem mit einer Triode ausgestatteten Katodenfolgeverstärker liegen die Verhältnisse etwas anders. Hier ist die erreichbare Verstärkung zwischen Gitter

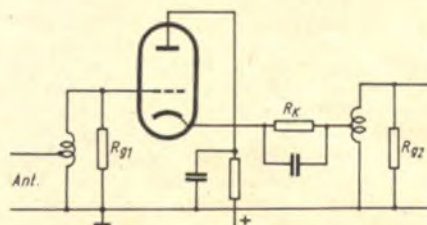


Abb. 2. Schaltbild eines Katodenfolgeverstärkers

und Katodenausgang, wenn S' die Katodensteilheit I_k/E_{g} darstellt,

$$v = R_k S' / (1 + R_k S') \quad (6)$$

kleiner als beim normalen HF-Verstärker mit Pentode. Dies trifft auch für die Gesamtverstärkung der Anordnung nach Abb. 2 von Antenne bis zum Ausgangskreis zu, die sich mit

$$v_{\text{ges}} = \frac{1}{2} \sqrt{R_{\text{g1}} \cdot R_{\text{g2}} \cdot S' / R_{\text{ant}}} \quad (7)$$

angeben läßt. Für die Rauschgüte ist das Verhältnis von Signal- zu Rauschspannung am Widerstand des Ausgangskreises maßgebend, d. h. das Verhältnis $v_{\text{ges}} \cdot E_{\text{ant}}/E_{\text{ra}}$. Die Rauschspannung E_{ra} ergibt sich analog Gl. (5), multipliziert mit der zwischen Gitter und R_{g2} erzielten Verstärkung, also mit v_{ges}/v . Dabei ist zu berücksichtigen, daß der äquivalente Rauschwiderstand einer Triode in Katodenverstärkerschaltung gleich $3/S'$ ist.

Das mit dem Katodenverstärker erzielbare Rauschverhältnis erweist sich als günstiger als das des üblichen Verstärkers; dem steht eine geringere Verstärkung gegenüber.

Verstärker mit geerdetem Gitter

Gelegentlich ist für Eingangsstufen auch der katodengesteuerte Verstärker, dessen Gitter an Erde liegt, versucht worden. Für diese Bauart (Abb. 3) ist die Verstärkung

$$v = R_{\text{Arres}} / R_k \quad (8)$$

Darin bedeutet R_{Arres} den Resonanzwiderstand im Anodenkreis unter Berücksichtigung des Wechselstromwiderstandes und der Anodenkapazität; R_k ist die ohmsche Widerstandskomponente der Eingangsimpedanz. Die Signalspannung an der Katode ergibt sich zu

$$E_{\text{sk}} = E_{\text{ant}} \sqrt{R_k / R_{\text{ant}}} \quad (9)$$

analog Gl. (4) und die Rauschspannung an der Katode wie aus Gl. (5) zu

$$E_{\text{rk}} = 1,29 \cdot 10^{-10} \sqrt{\Delta f (R_{\text{ä}} + R_k / 2)} \quad (10)$$

worin der äquivalente Rauschwiderstand der Röhre wieder mit $3/S'$ einzusetzen ist. R_k tritt wegen des in den Eingangskreis transformierten Antennenwiderstandes nur mit dem halben Wert in Erscheinung. $E_{\text{sk}}/E_{\text{rk}}$ gibt den Maßstab für die Rauschgüte der Anordnung, die sich bei Durchrechnung wegen der niedrigen Eingangsimpedanz, die nur eine mäßige Signalverstärkung zuläßt, als verhältnismäßig schlecht erweist.

Katodengekoppelte Verstärker

Es liegt nahe, dem Katodenfolgeverstärker einen Verstärker mit geerdetem Gitter nachzuschalten und so eine doppelstufige Anordnung zu schaffen (Abb. 4), was sich mit einer Doppeltiode leicht verwirklichen läßt. Ohne die etwas schwierigeren Beziehungen für die Verstärkung und Rauschspannung zu entwickeln, sei darauf hingewiesen, daß diese Verstärkerbauart in

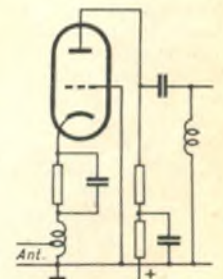


Abb. 3. Katodengesteuerter Verstärker mit geerdetem Gitter

bezug auf das Verhältnis Signal- zu Rauschspannung dem üblichen Pentodenverstärker und hinsichtlich Verstärkung den beiden anderen behandelten Ausführungen etwa gleichwertig ist.

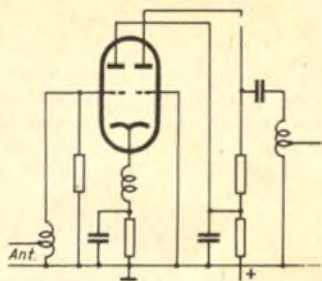


Abb. 4.
Katodengekoppelter Verstärker mit Doppeltriode

Beurteilung

In Zahlentafel 1 sind errechnete Werte für Verstärkung und Signal- zu Rauschspannung aller vier Eingangsschaltungen miteinander verglichen, und zwar für bestimmte günstige Röhrenbaumuster¹⁾. Der Berechnung liegt eine Bandbreite von 4 MHz, bzw. von 8 MHz im Antennenkreis, zugrunde, so daß die gewonnenen Ergebnisse unmittelbar nur für Fernsehempfänger anwendbar sind. Eine vergleichende Beurteilung ist jedoch unabhängig von der Bandbreite zulässig. Die Zusammenstellung zeigt, daß günstige Rauschverhältnisse mit mehr oder minder großen Einbußen an Verstärkung erkauft werden müssen. Als ungünstigste Schaltung erweist sich der Verstärker mit geerdetem Gitter, als beste, wenn Rauschverhältnis und Verstärkung gegeneinander abgewogen werden, der katodengekoppelte Zweistufenverstärker. Das in der Zahlentafel an-

gegebene Verhältnis E_s/E_r (Signal- zu Rauschspannung) als Funktion von E_{ant} besagt, welche Antennenspannung vorliegen muß, um einen bestimmten Wert E_s/E_r einzuhalten. Wird beispielsweise ein Rauschverhältnis >10 verlangt und hat die Schaltung ein $E_s/E_r = 0,5 E_{ant}$, so muß die Signalspannung an der Antenne wenigstens $20 \mu V$ betragen.

Die richtige Beurteilung der verschiedenen Verstärkerbauarten läßt sich jedoch erst bei einem Vergleich von Vorverstärkungs- und Mischstufe zusammen gewinnen. Auf die Entwicklung der hierfür notwendigen Beziehungen sei verzichtet und statt dessen in Zahlentafel 2 das Ergebnis einer vergleichenden Berechnung erörtert¹⁾:

Zahlentafel 1

Schaltung	Röhre	Spann.-Verst.	E_s/E_r
Gittergest.-Pentode	6 AK 5	43,8	$0,450 E_{ant}$
Katodengest.-Triode	6 J 4	22	$0,362 E_{ant}$
Katodenfolgeverstärker	6 J 4	19,5	$0,585 E_{ant}$
Katodengekopp.-Verst.	6 J 6	21,4	$0,495 E_{ant}$

Zahlentafel 2

Schaltung der Vorstufe	HF-Röhre	Mischröhre	Verst.	$(E_s/E_r)_{ges}$
Gittergest.-Pentode	6 AK 5	6 AK 5	29,1	$0,440 E_{ant}$
	6 AK 5	6 J 6	18,4	$0,433 E_{ant}$
Katodengest.-Triode	6 J 4	6 AK 5	14,6	$0,343 E_{ant}$
	6 J 4	6 J 6	9,2	$0,345 E_{ant}$
Katodenfolgeverst.	6 J 4	6 AK 5	13,0	$0,489 E_{ant}$
	6 J 4	6 J 6	8,2	$0,521 E_{ant}$
Katodengekopp.-Verst.	6 J 6	6 AK 5	14,2	$0,449 E_{ant}$
	6 J 6	6 J 6	9,0	$0,456 E_{ant}$

¹⁾ Die Zahlentafeln sind der unter [2] im Schrifttumsverzeichnis aufgeführten Arbeit entnommen.

Die günstigste Kombination Verstärker—Mischröhre ist, was die Verstärkung anlangt, in allen Fällen diejenige mit einer Pentode in Normalschaltung. Das beste Verhältnis E_s/E_r zeigen dagegen die als Katodenverstärker ausgeführten Eingangsstufen. Als beste Kombination in dieser Hinsicht erweist sich die mit einem Katodenverstärker als Vorstufe; sie ist derjenigen mit normalem Pentodenverstärker um über 18 % überlegen, hat aber dafür auch die niedrigsten Verstärkungsziffern. In beidem sehr ungünstig ist der Verstärker mit geerdetem Gitter, gleichgültig auf welche Mischstufe er wirkt.

Für die praktische Anwendung besagt jedoch auch dieser Vergleich noch nicht alles. Wenn bis zum Mischstufenausgang eine bestimmte Signalmindestspannung verlangt werden muß, und wenn dabei ein bestimmtes Rauschverhältnis nicht unterschritten werden soll, kann sowohl die normale Kombination mit Pentodenverstärker als auch diejenige mit katodengesteuertem Verstärker günstiger sein.

Welche Verstärkerschaltung die rauschärmste Eingangsstufe darstellt, ist daher nur im Zusammenhang mit der gewählten Mischstufe und nach den sonstigen Gegebenheiten und Forderungen zu entscheiden. Sz.

Schrifttum

- [1] A. Lennartz: Die Empfindlichkeit von Rundfunk-Empfängern, FUNK UND TON Nr. 5 1947, S. 251.
- [2] H. M. Watts: Television front-end design. Electronics April 1950, S. 92. und Mai 1950, S. 106.
- [3] M. C. Jones: Grounded-grid radio frequency voltage amplifiers. Proc. IRE, Juli 1944, S. 294.

Ein moderner Amateursender

(Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Bd. 5 [1950], H. 19, S. 594)

Die Antennenkopplung

Wesentlich für die Wirkungsweise der Modulation ist die richtige Belastung des Ausgangskreises durch genau bemessene Antennenkopplung. Der Arbeitswiderstand des Tank-Kreises muß so bemessen werden, daß bei den Modulationsspitzen der Antennenstrom um ca. 22 % ansteigt.

Die Energieauskopplung erfolgt induktiv am kalten Ende des Senderkreises. Zur Anpassung der Auskopplung, der Ankopplung der Speiseleitung und der Spannungsversorgung der Braunschen Röhre dient ein Zwischenkreis mit zahlreichen Abgriffen, die zu einer Steckbuchsenplatte geführt werden. Durch Kurzschlußstecker wird dieser Kreis für die einzelnen Bänder umgeschaltet. Für manche Speiseleitungen wird nur eine schwenkbare Kopplungswindung mehr oder weniger in die Mitte der Zwischenkreisspule eingeführt, um so die richtige Belastung einzustellen. Die relative Antennenstrommessung erfolgt zur Abstimmebeobachtung mit einem Stromwandler, wobei das Instrument durch Widerstände mit dem Schalter I auf verschiedene Empfindlichkeit eingestellt werden kann. Hier wird eine Kristalldiode benutzt. Bei der Antenneneinführung an der Wand nahe den Fenstern sind auf einem Isolierstoffstreifen die Umschalter M und F angebracht, mit

denen die drei 41 m langen Langdrahtantennen wahlweise zu V-Richtantennen kombiniert werden können. Bei dieser symmetrischen Antennenanordnung wird leicht das Senderchassis HF-frei und man erreicht eine wesentliche Strahlungsbündelung. Mit Teil 1 des Sendempfangsumschalters C wird das ebenfalls an den Antennenenden angebrachte Antennenrelais bedient. Am Empfänger ist ein Schalter, um nun für Empfangszwecke einen der beiden V-Antennenäste auszuwählen. Diese Maßnahme bringt oft einen Gewinn um 2...4 Neper²⁾, da Langdrahtantennen bekanntlich eine recht ausgeprägte Richtwirkung mit 4 Maximas haben. Das Antennenrelais wird mit 50 Hz Netzstrom gespeist. Es ist auch die Möglichkeit gegeben, den Sender unsymmetrisch nur mit einer der 41-m-L-Antennen zu betreiben. Der Sender wird meistens ohne Erdleitung betrieben, da diese keinerlei Veränderung brachte, wenn die V-Antenne benutzt wird.

Die Modulationskontrolle

Einmal kann die ungefähr richtige Sendereinstellung an den eingebauten Meßinstrumenten abgelesen werden, doch sind bei der Super-Modulation die optimalen Verhältnisse so kritisch, daß die Kontrolle durch Beobachtung des Modulationsdreiecks auf dem Schirm einer

²⁾ 1 Neper entspricht 1 S-Stufe.

Braunschen Röhre nur empfohlen werden kann. Zu diesem Zweck ist hier eine Röhre LB 1 vorgesehen. Die Röhre wurde so geschaltet, daß die Stromversorgungsgeräte des Senders mitbenutzt werden konnten. So liegen die Ablenkplatten und die Anode auf Hochspannung. Dem einen Ablenkplattenpaar wird als vertikale Ablenkspannung vom Zwischenkreis über eine Linkleitung etwas HF-Spannung mit Modulation zugeführt. Vom Modulationsübertrager gelangt noch eine regelbare NF-Spannung über einen Schutzkondensator an das horizontale Ablenkplattenpaar. Die verschiedenen Regelwiderstände dienen zur Lageverschiebung des Schirmbildes, Helligkeitswahl und Schärfeeinstellung. Teil 3 des Sendempfangsschalters C bewirkt die Dunkelsteuerung bei Sendepausen. Teil 1 des Schalters D unterbricht die Heizung der LB 1 beim Telegrafietrieb.

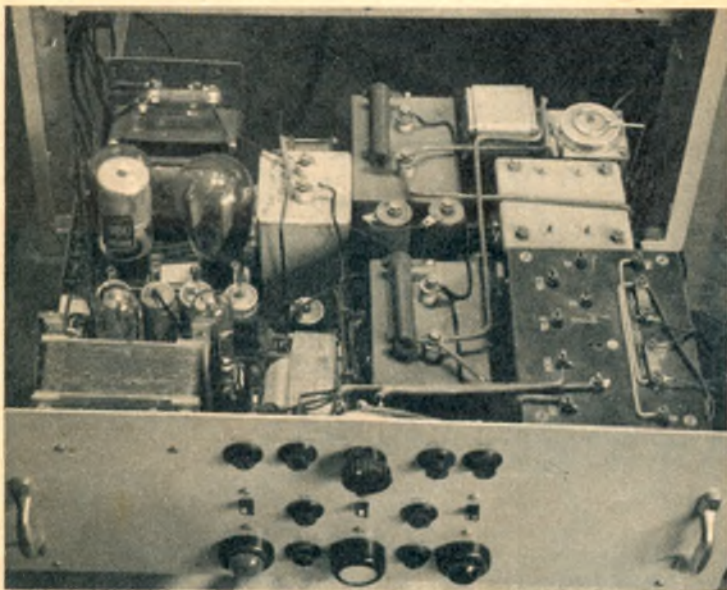
Mithöreinrichtung

Die sicherste Kontrolle der eigenen Sendung erfolgt durch eine Mithöreinrichtung. Hier wird dafür ein aperiodischer Detektorempfänger in der Nähe der Antennenanschlüsse im Sender benutzt. Die NF-Leitung führt zu dem zweistufigen NF-Verstärker des Stationsempfängers. Bei der erheblichen HF-Leistung des neben dem Empfänger stehenden Senders und der hohen Emp-

findlichkeit des 15-Röhren-Doppelsuperhets konnte das Mithören nicht gut mit dem HF- und NF-Teil des Empfängers durchgeführt werden, so daß der Detektor zweckmäßiger arbeitet. Meistens wird Lautsprecherempfang angewendet, so daß bei der geringen Raumempfindlichkeit des Kristallmikrofons ohne akustische Rückkopplung gut der eigene Sender mitgehört werden kann. Auch ist so leicht die optimale Betriebseinstellung für gute und durchdringende Modulation möglich. Mit dieser Mithöreineinrichtung ist auch erkennbar, daß die Super-Modulation erstaunlich laut und sehr scharf alle Laute wiedergibt. So braucht man bei der erreichten Schärfe nicht so stark die hohen NF-Frequenzen mit auszumodulieren. Schon eine geringe ausgestrahlte Bandbreite ergibt gute Sprachverständlichkeit, was wieder eine Zusammenfassung der Energie darstellt. Auch kann der Empfänger der Gegenstelle mit höherer Trennschärfe und verbesserter Empfindlichkeit betrieben werden.

verbessern. Die Konsonanten werden den Vokalen gegenüber bevorzugt. Es sind jedoch Vorkehrungen getroffen worden, daß bei der üblichen Sprache kein übermäßig breites Band ausmoduliert wird, was durch einen Kondensator am Mikrofon und die Kondensatoren in den Gitterstromkreisen der PA- und PM-Röhre bewirkt wird. Bei diesem Modulationsverfahren ist es nicht erforderlich, ein Clipper-Filter zu verwenden, da in einem gewissen Bereich auch leisere Laute gut ausmodulieren und mit genügender Schärfe wiedergegeben werden. Bei normaler Gittermodulation ist bekanntlich ohne Clipper-Filter keine wirksame Modulation zu erhalten, da der durchschnittliche Modulationsgrad kaum 30 % übersteigt, wenn die Spitzen nicht stark übermodulieren. Die Übermodulation bedingt aber übermäßig breite Seitenbänder, wodurch auch Störungen benachbarter Rundfunkempfänger ungenügender Trennschärfe leicht vorkommen können. Bei dieser Modulationsart kann ein richtig aufgebauter Radio-Superhet (abge-

durch Einschalten des Schalters S2, der ein Netzanschlußgerät mit den negativen Gittervorspannungen und einem Teil der Heizspannungen einschaltet. Für die HF-Vorstufen sind hier auch die Eisenwasserstoffwiderstände vorgesehen. Die Gittervorspannungen bis 280 Volt sind stabilisiert. An einem 2,7-Ohm-Widerstand wird die Tastrelaisspannung abgenommen. Eine Glimmlampe zeigt das Vorhandensein der Vorspannung an. Mit dem Schalter S3 setzt man nun die beiden sekundär in Reihe liegenden Netzgeräte (Abb. 2 links) in Tätigkeit, an denen bis 280 Volt stabilisiert sowie 500 Volt bzw. 860 Volt für die Frequenzvervielfacher, den NF-Verstärker usw. abgenommen werden können. Ferner werden von diesen Geräten die restlichen Heizströme geliefert. Nachdem bei der Inbetriebnahme alle Stufen abgestimmt wurden und die Drehkondensatoren der Endstufe nach den Skaleneichungen eingestellt sind, wird auch die Schirmgitter- und die Anodenspannung der Endstufe mit halbem Wert eingeschaltet, was Schalter S4 besorgt (Abb. 2 rechts). Die Röhre im Hochspannungsgleichrichter LG 12 hat so auch die nötige Anheizzeit. Die Siebung bei diesem Gleichrichter erfolgt durch Resonanzdrosseln, die auf die Frequenz der Brummspannung abgestimmt sind. Dadurch wird sehr viel Raum, Gewicht und Aufwand gespart, ohne daß bei der



Der Modulations-Verstärker

Über ein 3 m langes Abschirmkabel gelangt die Sprechspannung des Mikrofons an den dreistufigen NF-Verstärker. Der Lautstärkereglert liegt hinter der ersten NF-Stufe, um keine Klangbeeinflussung durch die Reglereinstellung zu erhalten. Die Vorstufen werden mit stabilisierten Spannungen betrieben. Die Endröhre EL 12 arbeitet mit 40 mA Anodenstrom bei 450 Anodenspannung. Der NF-Ausgangstransformator wurde reichlich bemessen, um trotz der Aufwärtstransformation 1:4 noch die nötige Sprechleistung bei den Modulationspitzen unverzerrt übertragen zu können. Mit dem Dreischrittschalter B ist das Anodenstrommeßinstrument der Reihe nach an die Parallelwiderstände zu legen, um so die NF-Verstärkerrohren kontrollieren zu können. Mit Teil D" des Schalters D kann beim Telegrafbetrieb der NF-Verstärker ausgeschaltet werden. Mit einem einzigen Schalter wird der Sender somit von fone auf cw umgeschaltet. Der Verstärker überträgt den NF-Bereich von 400...3000 Hz linear. Die Frequenzen unter 300 Hz und über 4000 Hz werden mit weniger als 50 % verstärkt. Die tiefen Tonlagen werden mehr unterdrückt, um die Leistungsausbeute und die Silbenverständlichkeit zu

Abb. 4. Blick auf Netzteilerschubfach mit Hochspannungsnetzteil, Netzteil für Schirmgitterspannung und für die negative Vorspannung

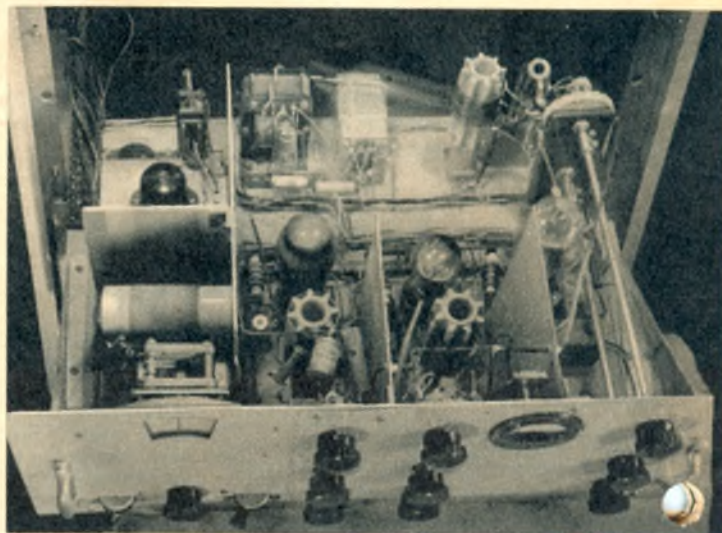


Abb. 5. Einschubfach mit Oszillator, Pufferstufe und den drei Frequenzvervielfacherstufen

stimmte Vorstufe, abgeschirmte Schwingkreise, abgeschirmter Oszillator und abgeschirmter Zwischenboden, HF-Siebung bei Netzeingangsleitung) direkt neben dem Sender arbeiten, wobei noch die Speiseleitung neben der Zimmerantenne des Radioapparates liegen kann, ohne daß der Empfang mehr als an wenigen Stellen leise gestört wird. Leider sind heute viele Mittelklassen-Superhets nicht nach diesen Grundsätzen der Apparatebautechnik aufgebaut, so daß ein Amateursender ebenso bei geringer Entfernung an mehreren Stellen verschieden stark durchschlagen wird, wie es ein Ortssender anderer Art gleichermaßen macht.

Die Stromversorgungsgeräte

Für die Stromversorgung sind fünf Netzanschlußgeräte in den Sender eingebaut. Mit dem Schalter S1 kann der ganze Sender außer Betrieb gesetzt werden. Die Inbetriebnahme erfolgt

verschiedensten Belastung die Brummspannung mehr als 1 % ausmacht. Die Schirmgitterspannung für die PA- und PM-Röhre wird aus einem kleinen Netzgerät entnommen, das mit einem Trokengleichrichter ausgestattet ist. Diese Methode ist wesentlich leistungssparender als wenn diese Spannung über Vorwiderstände oder Spannungsteiler aus dem Hochspannungsnetzteil gewonnen wird.

Der Aufbau des Senders

Die vier Schubfächer des Senders sind in einem Stahlchränkchen von 96 cm Höhe, 54 cm Breite und 45 cm Tiefe untergebracht. Die Verteilung der Einzelteile richtete sich hauptsächlich nach den Erfordernissen der HF-Technik, um günstige Leistungsführung zu bekommen. Die Böden der Schubfächer bestehen aus Sperrholz, die eine Auflage von 1 mm Dural tragen. Mit langen Montagewinkeln werden die Front-

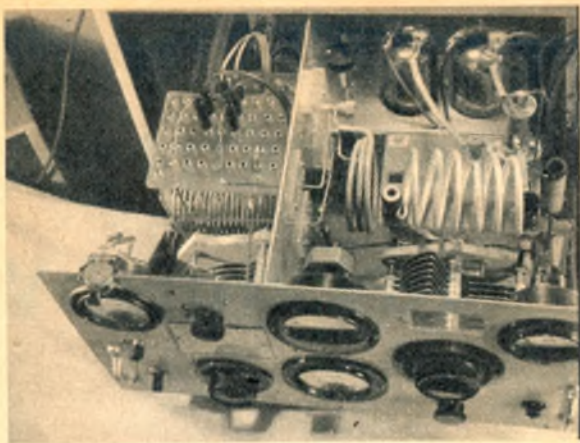


Abb. 6. Blick auf Endstufe (rechts) und Antennenabstimmteil (links)

Abb. 7. Rückansicht der Leistungsstufe



platten aus 2 mm starkem Alu-Blech gehalten. Die Einschübe laufen auf Hartholzleisten, die seitlich an der Gehäusewand angeschraubt sind. In diesen Leisten laufen entlang der Wandung 96 Gummikabel durch alle Stufen bzw. Stockwerke des Gestelles.

Die Abbildungen 4 und 5 gestatten den Blick von oben in die herausgezogenen Schubfächer. Durch gebündelte, $\frac{1}{2}$ m lange Litzen ist es möglich, den Sender auch bei vorgezogenen Fächern betreiben zu können. Die Litzen führen zu je zwei 12fach-Klemmleisten, die numeriert sind. Auf den Schaltbildern sind diese Kabelnummern mit Zahlen in Kreisen vermerkt. Bei abgenommener Rückwand sind an den Klemmen alle Betriebsspannungen leicht nachzumessen. Nach dem Lösen der Zuleitung kann auch überall der Strom gemessen werden. Durch diese Bauweise sind Versuche oder Reparaturen schnell möglich. Die Abb. 4 zeigt rechts den Hochspannungsnetzteil, in der Mitte das Netzgerät für die Schirmgitterspannung der Endröhre, während links die Einzelteile des Stromversorgungsgerätes für die negativen Vorspannungen zu sehen sind. In der Mitte der Frontplatte ist der Leistungsschalter A angeordnet. — Abb. 5 zeigt links den VFO mit der auf dem Teilchassis hinten sichtbaren Pufferstufe EF 14. Auch hier ist wieder ein 14fach-Stecker vorgehen, um leicht alle Betriebsspannungen von diesem Geräteteil trennen zu können. Nach dem Lösen von zwei Verbindungen kann dann das Teilchassis ohne den VFO-Schwingkreis herausgenommen werden. Dann folgen von links nach rechts die drei Frequenzvervielfacherstufen mit den Röhren EL 11, EL 12, P 10 und 807. Der Schwingkreis der letzten Stufe steht direkt unter der Endstufe. Hinten in der Mitte haben auch noch das Tastrelais

und der Michörsummer Platz gefunden. Bei den Vervielfacherstufen liegen oben die Umschalter J, K und L, während in der Mitte jeweils die kleinen Drehkondensatoren zur Abstimmung angebracht sind. Unten liegen die Regelwiderstände für die Gittervorspannung der Röhren. Abschirmwände trennen die Stufen, während die Stromzuführungsleitungen dahinter gebündelt geführt werden. Jede Stufe besitzt eine Achtfach-Lötleiste, an der nochmals die Leitungen in bestimmter Reihenfolge befestigt sind. — Abb. 6 gibt einen Blick in das Fach mit der Endstufe rechts und den Antennenabstimmteilen links. Durch ein Fenster in der Frontplatte kann beobachtet werden, ob etwa durch einen Bedienungsfehler die Röhren überlastet werden und die Anoden glühen. Abb. 7 läßt die PA- und PM-Röhre von rückwärts erkennen, wie sie in den Abschirmkasten eingebaut sind. Da, wo die innere Röhrenabschirmung verläuft, geht die äußere Abschirmung weiter. Durch diesen zweckmäßigen Aufbau arbeiten alle Stufen einwandfrei, ohne daß besondere Maßnahmen zur Unterdrückung von Störschwingungen oder einer Selbsterregung nötig gewesen wären. Man sieht auch die Kopplungstrimmer und die HF-Gitterdröseln sowie die darunterliegende dritte Frequenzvervielfacherstufe.

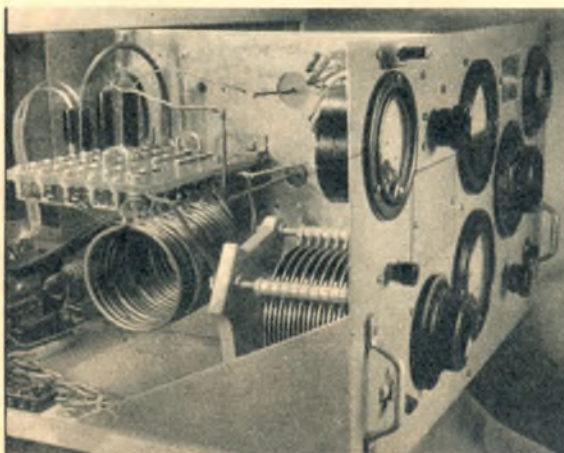
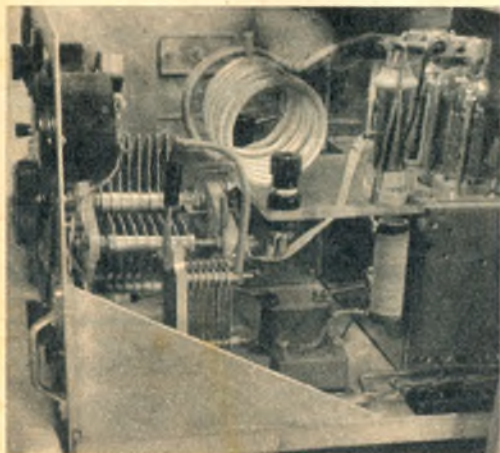
Abb. 8 zeigt den Ausgangsschwingkreis, die Antennenankopplungsspule, den Zusatzluftblockkondensator von 100 pF und die HF-Drössel für die Parallelspei-

sung der PA-Röhre. Die starken Kordelklemmen auf der Trolitulplatte ermöglichen schnell das Auswechseln der Schwingkreisspulen beim Bandwechsel. Hier ist die Kupferrohrspule vom 14-MHz-Band abgebildet. Abb. 9 erlaubt einen Blick in das Antennenabstimmfach mit dem Zwischenkreis und der Steckbuchsplatte. Man erkennt die zwei Kurzschlußstecker, die zur Bereichumschaltung von außen her das Kurzschließen einiger Windungen der Kreisspule ermöglichen. In der Zwischenwand sieht man die Trolituldurchführungen der Auskopplungsleitung. An der Frontplatte vorn links erscheint hinter dem Bügel der Umschalter C, mit dem vom Sendebetrieb auf Empfangsbetrieb umgeschaltet werden kann.

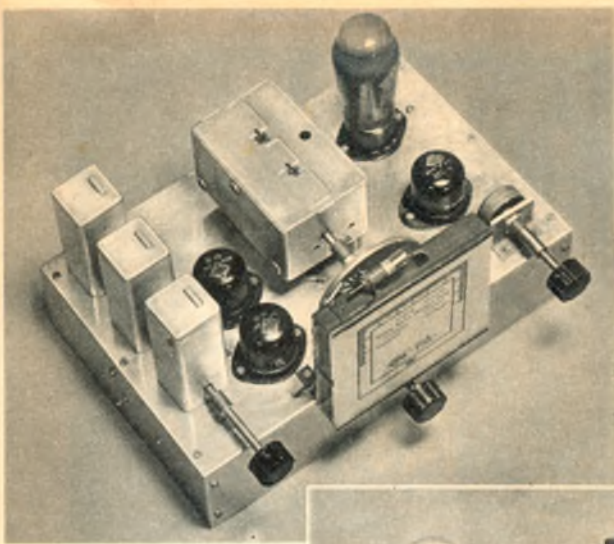
Ergebnisse

Mit dem Sender, der im Laufe eines Jahres verschiedene Entwicklungsstufen durchmachte, wurden 800 Funkverbindungen durchgeführt. Bis auf wenige Ausnahmen kam nur Telefonbetrieb in Frage, da so die freundschaftliche Unterhaltung mit Amateuren aus aller Welt viel persönlicher möglich und der Verständigung dienlicher ist. Auf 10 m und 20 m Wellenlänge wurden oft alle Erdteile erreicht, was einmal binnen einer Stunde gelang. Mit Ohms in 33 der 40 vorhandenen Weltzonen konnte Verbindung aufgenommen werden. Von den international eingeteilten 248 Ländern, Kolonien, Inseln und Stützpunkten wurde bisher mit 97 eine Funkunterhaltung durchgeführt. Aus aller Welt treffen laufend die Bestätigungskarten (QSL) ein.

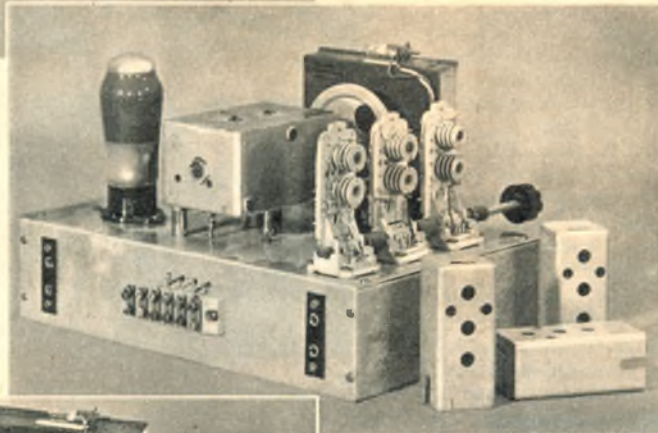
Abb. 8 (links). Ausgangsschwingkreis. Abb. 9 (rechts). Antennenabstimmteile des Amateursenders



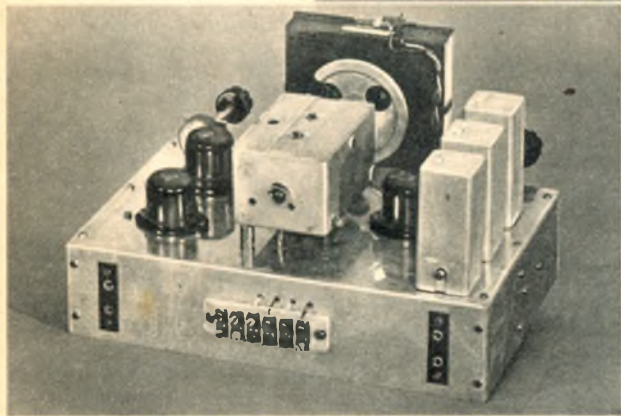
Dreikreis-Ortsempfänger für gute Wiedergabe



① Ansicht des Vierröhren-Geradeempfängers. Bild rechts: Die Abschirmhauben der drei Spulensätze sind abgenommen. Man erkennt die Nockenschalter, die gemeinsam bedient werden



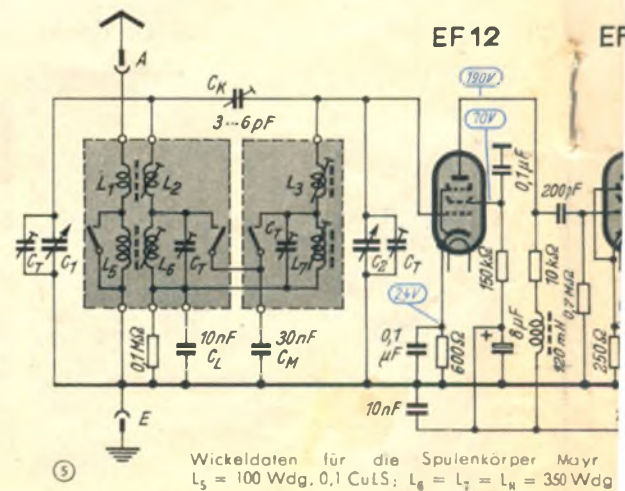
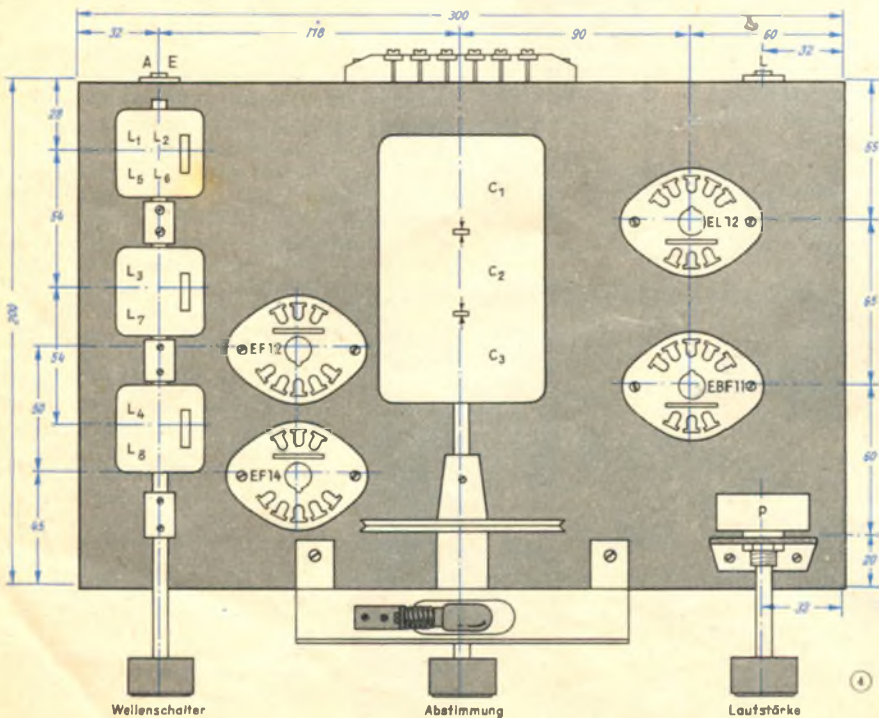
②



③

Der Dreikreis-Empfänger kann mit dem Universalmusikgerät auch als Qualitäts-Ortsempfänger verwendet werden, wenn man statt der Verbundröhre EBF 11 zwei getrennte Röhren EB 11, EF 12 vorsieht, von denen die letzte als Trennstufe zum nachfolgenden NF-Verstärker benutzt wird

Als Ergänzung zu den in der FUNK-TECHNIK schon mehrfach veröffentlichten Beiträgen über Qualitätsgeräte sei hier die praktische Ausführung eines Geradeempfängers beschrieben, dessen Spulenaggregat aus den bekannten Mayr-Bauteilen selbst zusammenzustellen ist. Wie das Schaltbild zeigt, enthält dieser Empfänger im Eingang ein abstimmbares Bandfilter, während die Kopplung zwischen der ersten und zweiten HF-Stufe mit einem Widerstand und einer HF-Drossel aperiodisch ausgeführt ist. Um eine ausreichende Signalspannung bzw. Leistung an die Diodenstrecke zu bekommen, ist die zweite HF-Stufe mit einer EF 14 bestückt, an deren Anodenkreis der Zweipolgleichrichter liegt. Mit dem verhältnismäßig geringen Arbeitswiderstand dieses Gleichrichters wird der dritte Abstimmkreis stark gedämpft, so daß die Verzerrungen hier klein bleiben. An diesem Belastungswiderstand ist nach einem Siebglied der Lautstärkenregler P angeschlossen, an dem das NF-Signal abzunehmen ist. Das Pentodensystem der EBF 11 dient zur NF-Vorverstärkung, wobei zwischen den Anoden der beiden NF-Röhren ein Gegenkopplungsglied eingefügt ist, mit dem für tiefe Frequenzen — etwa unter 70 Hz — eine Gegenkopplung (Baßanhebung) von rd. 1 : 1,6 und für höhere Tonfrequenzen — etwa ab 1000 Hz — eine GK von rd. 1 : 2,6 erzielt wird. Ein Netzgerät für diesen Empfänger muß — falls noch nicht vorhanden — getrennt aufgebaut werden. Es soll etwa 280 V/100 mA gut gesiebte Anodenspannung und 6,3 V/2 A für die Röhrenheizung liefern. Die Selbstherstellung der Spulen ist mit den genannten Bauteilen (Aufbauplatte

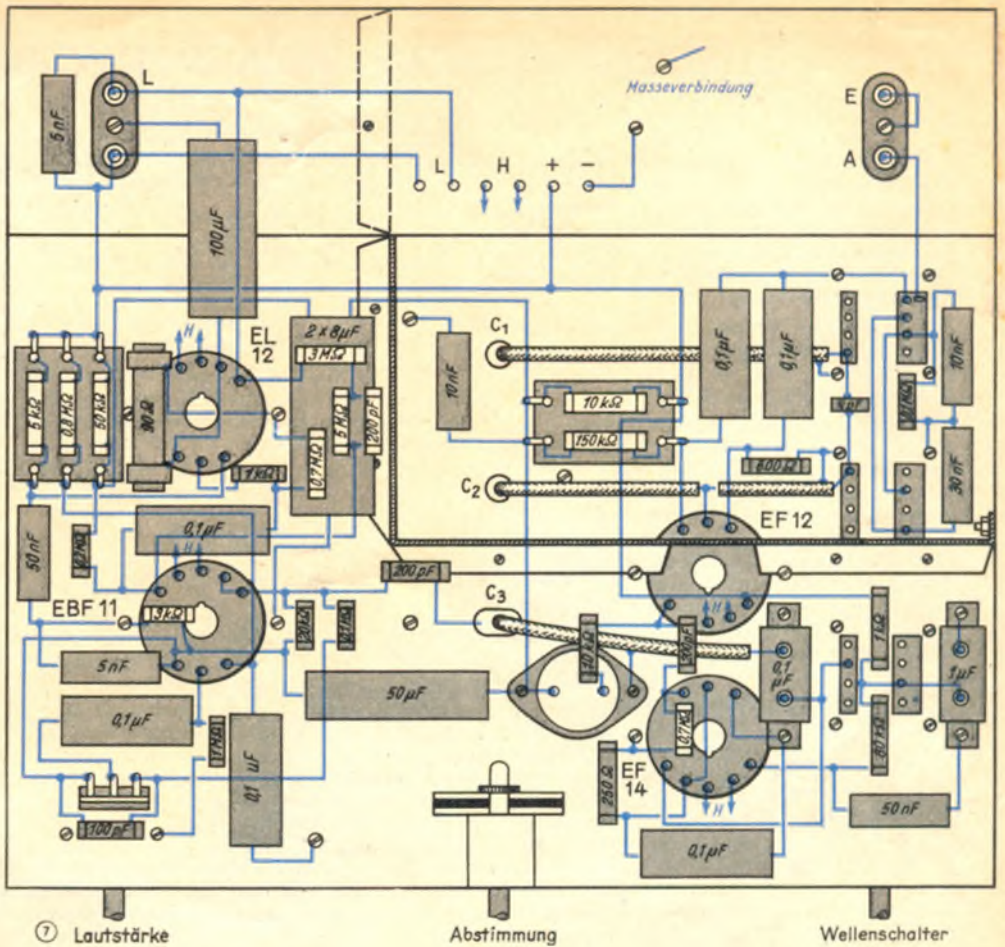


Wickeldaten für die Spulenkörper Mayr
L₅ = 100 Wdg, 0,1 CuLS; L₆ = L₇ = L₈ = 350 Wdg

Empfänger Wiedergabe

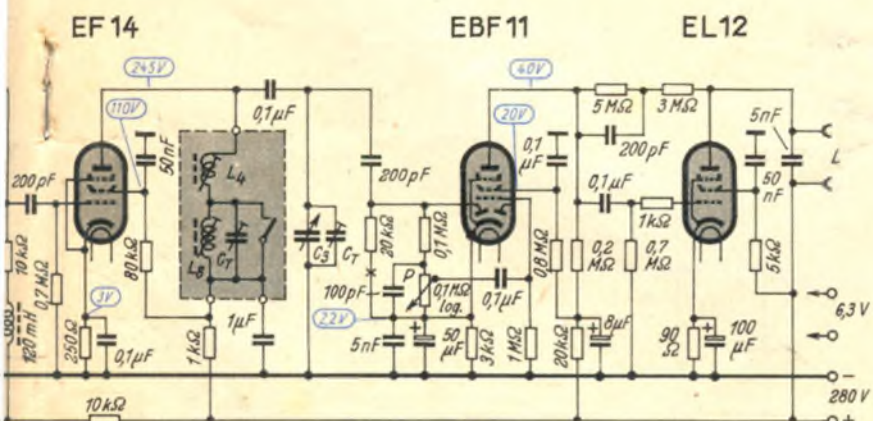
J8 e; Becher K 12) recht einfach. Besondere Sorgfalt ist jedoch beim Bau des Eingangsbandfilters nötig, denn dem Bastler ist es mit den ihm zur Verfügung stehenden Mitteln meist nicht möglich, die Bandbreite dieses abstimmbaren Filters im ganzen Bereich nachzuprüfen. Es wurde deshalb keine induktive, sondern eine kapazitive Bandfilterkopplung vorgesehen, da diese im allgemeinen leichter zu beherrschen ist. Von den hier eingebauten Kopplungskapazitäten bewirkt C_{11} für den gegebenenfalls zwei 4 mm lang zusammengedrillte Schalt-drähte ausreichen, eine bei höheren Frequenzen fester werdende Kopplung zwischen beiden Kreisen. Die am kalten Ende der Spulen liegenden Kondensatoren C_{11} und C_{12} vergrößern dagegen die Kopplung zwischen beiden Kreisen für niedrigere Frequenzen. Diese untere Kopplungskapazität ist geteilt, um den Anforderungen bei Mittel- und Langwellenempfang gerecht zu werden. Nur für den Mittelwellenbereich läßt sich das Gerät ohne Umschalter mit den Spulenbauteilen K 10 c und K 46 aufbauen. Die Wickelraten für die MW-Spulen $L_1 \dots L_4$ bleiben die gleichen, jedoch muß für jedes Paket des Abstimm-drehkondensators dann ein Trimmer vorhanden sein. Außerdem entfällt dann der Kondensator C_{11} .

Zur Abstimmkontrolle kann nach dem Belastungswiderstand R bei der Diodenstrecke an der angekreuzten Stelle ein μ A- oder ein mA-Meter eingeschaltet werden, das bei einigermaßen starken Or-sindern zwischen ca. 0,5 ... 1 mA anzeigen soll. Dieser Wert wurde an einer Behelfsantenne für die 5 Berliner Orts-sender ermittelt.

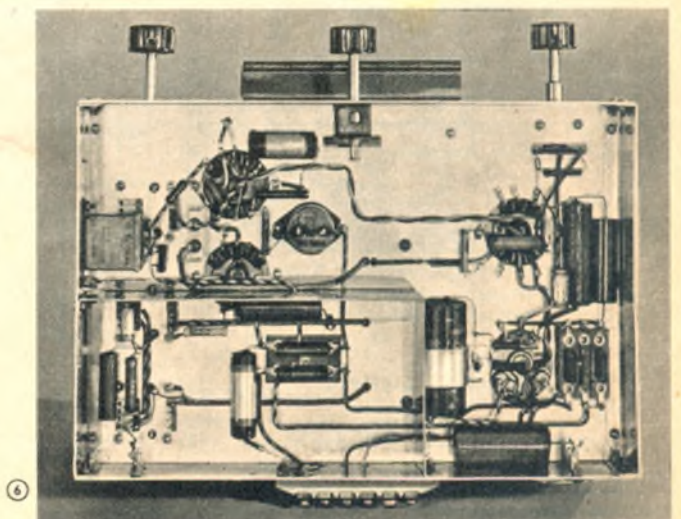


Liste der verwendeten Einzelteile

Anzahl	Einzelteil	Größe	Anzahl	Einzelteil	Größe
1	Dreifachdrehkondensator	3 x 500 pF (Dau)	1	Schichtwiderstand	0.15 M Ω
1	Dreifachspulensatz	s. Text (Mayr)	2	desgl.	0.1 M Ω
4	Stahlröhren	EF 12, EF 14, EBF 11, EL 12	1	desgl.	80 k Ω
1	Potentiometer	0.1 M Ω log (Elap)	2	desgl.	20 k Ω
1	Doppel-elektrolyblock	2 x 8 μ F/280 V	2	desgl.	10 k Ω
1	N. V. Elektrolytkondens.	50 μ F/25 V (W&B)	1	desgl.	5 k Ω
1	desgl.	100 μ F/50 V	1	desgl.	3 k Ω
1	MP-Becherkondensator	1 μ F/250 V	2	desgl.	1 k Ω
1	desgl.	0.1 μ F/250 V (Bosch)	1	desgl.	600 Ω
6	Rollblockkondensatoren	0.1 μ F	1	desgl.	250 Ω
2	desgl.	50 nF	1	desgl.	90 Ω
1	desgl.	10 nF	1	Feinstellskala m. Lampchen	
2	desgl.	5 nF	4	Stahlröhrenfassungen	
3	desgl.	200 pF	1	Kontaktleiste	6 pol.
1	desgl.	100 pF	2	Doppelbuchsen	
1	Schichtwiderstand	5 M Ω	3	Bedienungsknöpfe	25 mm ϕ
1	desgl.	3 M Ω	1	Alu-Chassis	20 x 30 x 7 mm
1	desgl.	1 M Ω	40	Schrauben m. Muttern	3 x 10 mm
1	desgl.	0.8 M Ω	div	Kleinmaterial	Schalt-draht, Rüschr-schlauch, Abstandsrollchen, Lötisenleisten, Verlängerungs-sachsen, Kupplungsmuffen, Unterlegscheiben usw.
2	desgl.	0.7 M Ω			
1	desgl.	0.2 M Ω			



Mayr K 10 + F 1: $L_1 = 50$ Wdg., 0.1 CuLS; $L_2 = L_3 = L_4 = 108$ Wdg., $20 \times 0,07$ 350 Wdg.; $3 \times 0,07$. Betriebsspannungen mit Multivi II im 300 V, 30 V-Bereich gemessen.



Stabilisierung von Schwingkreisen

(Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Heft 19, S. 588)

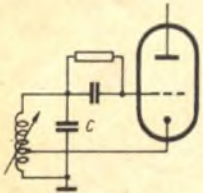
Die berechneten Serien- und Parallelkondensatoren werden in das Gerät eingebaut und die ggf. noch auftretende Frequenzabweichung bei verschiedenen Temperaturen, z. B. bei +20°C und bei -40°C wird gemessen und damit die Berechnung berichtigt.

Durch geringe Kapazitätsveränderungen oder durch Einsetzen von Kondensatoren mit anderem TK wird der Rest der Frequenzänderung ausgeglichen.

Praktisch sind hier die sogenannten TK-Regler (z. B. von Hescho). Sie bestehen aus einem Sockel aus Calit, einer Rotorscheibe aus Calit mit einem segmentförmigen Einsatz aus Condensa. Bei Drehen des Rotors (ähnlich einem Trimmer) bleibt die Gesamtkapazität gleich, nur der Anteil von Calit und Condensa F ist je nach Drehwinkel verschieden. Dadurch kann der TK von +50 · 10⁻⁶ bis -500 · 10⁻⁶ verändert werden [7].

Berechnungsbeispiele

Die Frequenz des nebenstehenden Oszillators wanderte von 14000 auf 13990 kHz bei einer Temperaturänderung von -20° auf +40°C. Für C war ein keramischer Kondensator aus Tempa S mit 100 pF eingesetzt.



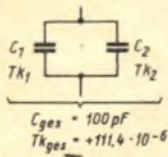
$$TK_f = \frac{\Delta f}{f \cdot \Delta t} = \frac{14000 - 13990}{14000 \cdot (40 - 20)} = -\frac{10}{280000} = -35,7 \cdot 10^{-6} \quad (2a, 3a)$$

$$TK_L = 2 \cdot TK_f - TK_C = [2(-35,7) - (+40)] \cdot 10^{-6} = -111,4 \cdot 10^{-6} \quad (6c)$$

oder beide Gleichungen zusammengefaßt

$$TK_L = \left(\frac{\Delta f \cdot 2}{f \cdot \Delta t} \right) - TK_C = \left[\left(\frac{10 \cdot 2}{14000 \cdot 20} \right) - (+40) \right] \cdot 10^{-6} = -111,4 \cdot 10^{-6} \quad (5)$$

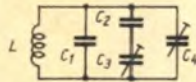
Zur Temperaturkompensation muß der TK_C von +40 · 10⁻⁶ auf +111,4 · 10⁻⁶ erhöht werden. Wir teilen den Kondensator C in zwei Parallelkondensatoren, C₁ aus Tempa S (TK₁ = +40) und C₂ aus Calit (TK₂ = +140).



$$C_1 = C_{ges} \cdot \frac{TK_{ges} - TK_2}{TK_1 - TK_2} = 100 \text{ pF} \cdot \frac{(+111,4) - (+140)}{(+40) - (+140)} = 100 \cdot \frac{-28,6}{-100} = 28,6 \text{ pF} \quad (10)$$

$$C_2 = C_{ges} - C_1 = 100 - 28,6 = 71,4 \text{ pF} \quad (11)$$

Die Kapazitätswerte von C₁ (Tempa S) und C₂ (Calit) sind 28,6 pF bzw. 71,4 pF.



Das Schaltbild zeigt den Schwingkreis eines fest eingestellten Steuersenders.

Der TK der Spule wurde mit +25 · 10⁻⁶ gemessen, der Gesamt-TK_C muß -25 · 10⁻⁶ betragen. Die Gesamtschwingkreis-kapazität = C_{ges} soll 59 pF betragen.

C₁ = 47 pF aus Tempa S mit einem TK₁ = +53 · 10⁻⁶

C₂ = 20 pF aus Condensa F, TK₂ = -700 · 10⁻⁶,

C₃ = ein Trimmer aus Condensa F = 6...24 pF,

C₄ = ein Trimmer aus Calit, TK₄ = +180 · 10⁻⁶, 1...6 pF.

Durch wechselseitiges Verstellen der Trimmer C₃ und C₄ wird ein Kapazitäts- und TK-Abgleich des Schwingkreises erreicht.

Bei der Berechnung der Kapazitätswerte der beiden Trimmer wird ein Kapazitätswert gewählt, der mit 47 pF ergänzt die Summe von 59 pF ergibt.

Z. B. für C₂ und C₃ eine Gesamtserienkapazität von 8 pF und für C₄ eine solche von 4 pF, dazu C₁ = 47 pF ergibt 59 pF.

Welchen TK_{ges} erreichen wir mit dieser Kombination? Nach (7)

$$TK_{ges} = \frac{C_1 \cdot TK_1 + C_2 \cdot TK_2 + C_3 \cdot TK_3}{C_1 + C_2 + C_3} = \frac{8(-700) + 4(+180) + 47(+53)}{8 + 4 + 47} \cdot 10^{-6} = \frac{(-5600) + (+720) + (+2491)}{59} \cdot 10^{-6} = \frac{-2389}{59} = -40,5 \cdot 10^{-6}$$

Diese TK ist für uns noch zu hoch. Wir verkleinern bei C₃ die Kapazität auf 10,8 pF; dies ergibt mit C₂ eine Reihenkapazität von 7 pF, dann ist C₄ = 5 pF.

$$TK_{ges} = \frac{7(-700) + 5(+180) + 47(+53)}{7 + 5 + 47} \cdot 10^{-6} = \frac{(-4900) + (+900) + (+2491)}{59} \cdot 10^{-6} = \frac{-1509}{59} \cdot 10^{-6} = ca. -25 \cdot 10^{-6}$$

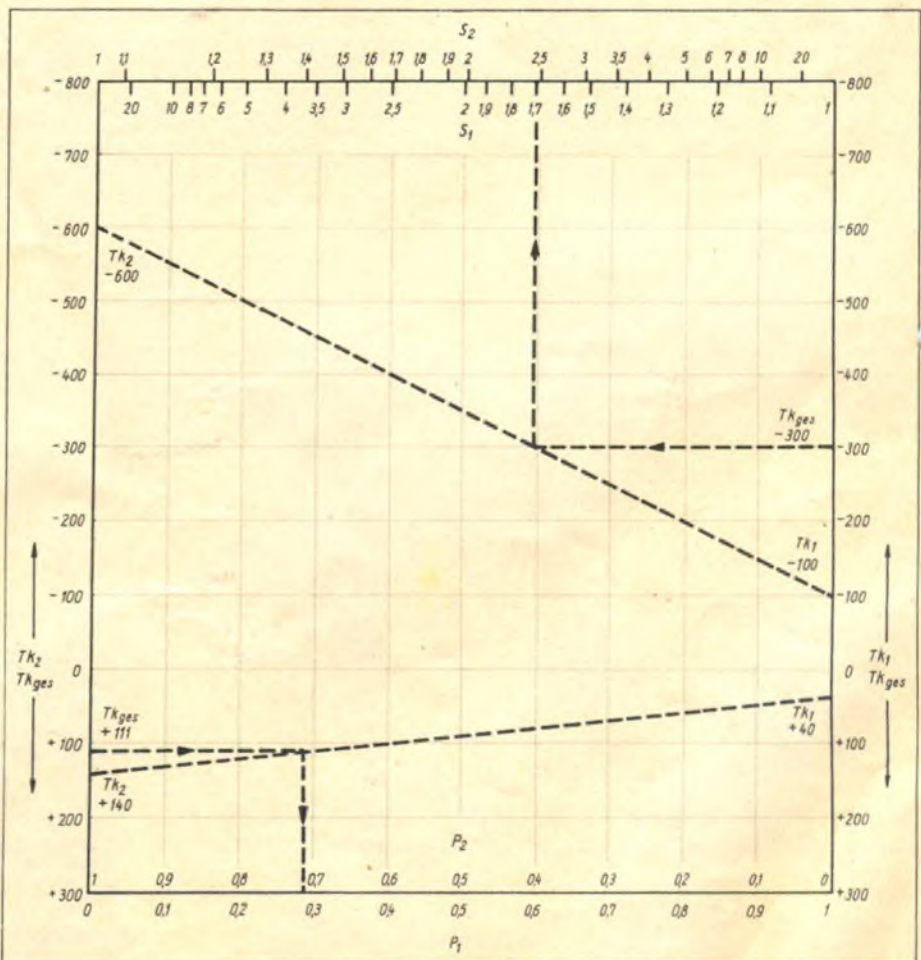
Die Kapazitätswerte für die Temperaturkompensation sind folgende:

C₁ = 47 pF; C₂ = 20 pF; C₃ = 10,8 pF; C₄ = 5 pF.

$$C_2 = 20 \text{ pF}, C_3 = \frac{C_2 \cdot C_{ges}}{C_2 - C_{ges}} = \frac{20 \cdot 7}{20 - 7} = \frac{140}{13} = 10,8 \text{ pF}$$

Nomogramm

zur Ermittlung der Werte TK_{ges}, TK₁, TK₂, C₁ und C₂ für die Temperaturkompensation. Einer der angeführten Werte kann bestimmt werden, wenn die übrigen bekannt sind.



[7] C. Rint, Handbuch für Hochfrequenz- u. Elektrotechniker, Abschnitt: Isolierkeramik S. 335 und Temperatorkompensation S. 239.

Erläuterungen zum Nomogramm

C_1 und C_2 werden gesucht. Sollen andere Werte berechnet werden (z. B. TK_1), so wird sinngemäß verfahren.

1. Man verbindet die auf der senkrechten Teilung aufgetragenen TK-Werte der Kondensatoren C_1 und C_2 durch eine Linie.
2. Auf der linken oder rechten Teilung wird der TK_{ges} -Wert aufgesucht und von ihm aus eine waagerechte Linie gezogen.
3. Vom Schnittpunkt dieser beiden Linien geht man bei Parallelschaltung der Kondensatoren senkrecht nach unten und liest den Wert P_1 und P_2 auf der unteren Teilung ab. Bei

Reihenschaltung geht man vom Schnittpunkt nach oben und liest den Wert S_1 und S_2 auf der oberen Teilung ab. Der Wert P oder S wird in die untenstehende Formel eingesetzt und die Kapazität (pF) von C_1 und C_2 berechnet.

bei Parallelschaltung

$$C_{ges} = C_1 + C_2; C_1 = P_1 \cdot C_{ges}; C_2 = P_2 \cdot C_{ges}$$

Beispiel: $TK_{ges} = + 111 \cdot 10^{-6}$
 $TK_1 = + 40 \cdot 10^{-6}$
 $TK_2 = + 140 \cdot 10^{-6}$
 $C_{ges} = 100 \text{ pF}$

Gesucht: C_1 und C_2 .
 Mit dem gefundenen P_1 bzw. P_2 wird

$$C_1 = C_{ges} \cdot P_1 = 100 \cdot 0,29 = 29 \text{ pF}$$

$$C_2 = C_{ges} \cdot P_2 = 100 \cdot 0,71 = 71 \text{ pF}$$

bei Serienschaltung

$$C_{ges} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}; C_1 = S_1 \cdot C_{ges}; C_2 = S_2 \cdot C_{ges}$$

Beispiel: $TK_{ges} = - 300 \cdot 10^{-6}$
 $TK_1 = - 100 \cdot 10^{-6}$
 $TK_2 = - 600 \cdot 10^{-6}$
 $C_{ges} = 200 \text{ pF}$

Gesucht: C_1 und C_2
 $C_1 = C_{ges} \cdot S_1 = 200 \cdot 1,7 = 340 \text{ pF}$
 $C_2 = C_{ges} \cdot S_2 = 200 \cdot 2,5 = 500 \text{ pF}$

O. KLIPPHAHN

Meßmöglichkeiten mit dem Resonanzkapazitätsmesser

Kapazitätsmeßgeräte nach dem Resonanzverfahren, wie z. B. das bekannte Gerät KRH von Rohde & Schwarz, erfreuen sich mit Recht großer Beliebtheit. Sie sind daher in Werkstätten und Laboratorien verhältnismäßig häufig anzutreffen. Es dürfte von Interesse sein, über einige Meßmöglichkeiten zu berichten, die über die einfache Kapazitätsmessung hinausgehen.

Meßschaltung und Meßprinzip dieser Geräte sind an sich bekannt; der Vollständigkeit halber sei in umstehender Abb. 1 das Schaltbild des Kapazitätsmessers KRHT gezeigt, der für die Versuche benutzt wurde. Wie aus der Röhrenbestückung hervorgeht, handelt es sich um ein älteres Modell, doch ist das für die Zwecke dieser Arbeit ohne Bedeutung. Die linke Dreipolröhre erzeugt eine HF-Schwingung, deren Frequenz zwischen etwa 30 und 700 kHz verändert werden kann; das Meßobjekt X ist mit einer Spule L_0 zu einem Parallelresonanzkreis zusammenschaltet, und die Resonanzspannung wird durch die als Anodengleichrichter arbeitende zweite Dreipolröhre bzw. deren Anodeninstrument angezeigt. Es dürfte sich erübrigen, auf Einzelheiten der Schaltung und Arbeitsweise einzugehen.

Messung der Induktivität

und Resonanzfrequenz von ZF-Filtern

Schaltet man gemäß Abb. 2 an die X-Klemmen einen Parallelresonanzkreis aus der Induktivität L_x und dem Kondensator C_x mit der Resonanzfrequenz f_x , so liegt L_x parallel zu L_0 und C_x parallel zu C_0 , wobei sich C_0 aus der inneren Verdrahtungskapazität, der Eigenkapazität der Spule L_0 und der Gitter-Katoden-Kapazität des Anodengleichrichters zusammensetzt. Für die Resonanz gilt also

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{L_0 L_x}{L_0 + L_x} (C_0 + C_x)}} \quad (1)$$

Bestimmt man ein für allemal L_0 und C_0 , so können die Daten des unbekanntes Kreises ermittelt werden. Häufig ist C_x bekannt (durch Aufdruck oder aus den Schaltungsunterlagen des betreffenden Rundfunkgerätes). Ist es nicht bekannt, so kann es natürlich leicht gemessen werden, wenn man es einpolig von L_x abtrennt und mit dem KRH

mißt (die abgetrennte Seite an den gegen Chassis isolierten Pol des Meßgeräts!).

Der Drehkondensator des Meßgerät-Oszillators ist nun nicht in Frequenzen, sondern in Kapazitätswerten C geeicht. Da für unsere Zwecke die Frequenzwerte benötigt werden, muß der Zusammenhang zwischen beiden festgestellt werden. Es gilt offenbar, wenn man die Kapazitätswerte der Skala C nennt:

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_0 (C + C_0)}} \quad (2)$$

Die Resonanzfrequenz nach Gleichung (1) läßt sich mit Hilfe des Anodengleichrichters feststellen; im Resonanzfall ist dann $f_{res} = f$, und man erhält durch Gleichsetzen von (1) und (2) nach kurzer elementarer Rechnung für die unbekannt Induktivität:

$$L_x = L_0 \frac{C + C_0}{C_x - C} \quad (3)$$

Sind L_0 und C_0 bestimmt (darüber später) und C_x bekannt, so kann also L_x nach Gleichung (3) errechnet werden. Die Eigenfrequenz des unbekanntes Kreises wird:

$$f_x = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_0 C_x \frac{C + C_0}{C_x - C}}} \quad (4)$$

oder als zugeschnittene Größengleichung

$$f_x = \frac{5,04}{\sqrt{L_0 C_x \frac{C + C_0}{C_x - C}}} \quad (4a)$$

wobei f_x in 100 kHz, L_0 in mH und sämtliche Kapazitäten in 100 pF einzusetzen sind.

Handelt es sich um ein zweikreisiges Bandfilter, so können die Kreise in der gleichen Weise einzeln nacheinander gemessen werden, wobei der jeweils nicht benutzte Kreis in bekannter Weise mit 1000 pF oder 20 kΩ belastet wird.

Messung einer Induktivität

Eine unbekannt Spule kann auf die gleiche Weise gemessen werden, wenn man sie mit einem Festkondensator bekannter Größe zu einem Parallelresonanzkreis zusammenschaltet. Der Festkondensator wird dann C_x , und für die Auswertung der Messung dient wieder

Gleichung (3). Induktivitäten des Mittel- und Langwellenbereichs und darüber lassen sich gut auf diese Weise messen. Hierbei wählt man C_x so, daß sich eine im Bereich der Meßfrequenzen liegende Resonanzfrequenz f_{res} ergibt. Man kann z. B. für C_x auch einen Drehkondensator benutzen und diesen verstellen, bis sich Resonanz erzielen läßt. Danach klemmt man bei unveränderter Drehkondensatorstellung L_x ab und mißt die Größe von C_x , worauf die Auswertung nach Gleichung (3) erfolgen kann.

Bestimmung der Konstanten

Für die Auswertung ist die Kenntnis der Konstanten L_0 und C_0 erforderlich, deren Ermittlung auf folgende Weise sehr einfach geschehen kann.

Mit Hilfe eines Rundfunkgerätes werden die Eichkurven $f = f(C)$ für sämtliche Bereiche des Kapazitätsmessers ermittelt. (Bei der neuesten Ausführung von Rohde & Schwarz ist das nicht mehr erforderlich, da hier neben der C-Eichskala gleichzeitig eine f-Skala vorgesehen ist.) Das Meßgerät wird hierbei in der Nähe des Empfängers aufgestellt — eine engere Kopplung ist nicht erforderlich — und durch Überlagerung mit bekannten Rundfunksendern jede Eichkurve punktweise ermittelt. Der Bereich 0 ... 80 pF, der etwa von 350 bis 700 kHz reicht, ist im Mittelwellenbereich ohne weiteres zu erfassen. Die Bereiche 70 ... 800 pF und 800 ... 8000 pF (ca. 120 ... 380 kHz) können mit dem Langwellenbereich gemessen werden. Bei dem letzten Bereich 8 ... 100 nF (etwa 30 ... 120 kHz) kann man einen Prüfsender zu Hilfe nehmen, sofern ein geeigneter zur Verfügung steht, oder man kann bei einiger Sorgfalt die Eichung mit Hilfe der reichlich vorhandenen Oberwellen durchführen.

Genau genommen würde es genügen, von jeder dieser Eichkurven nur zwei Punkte zu bestimmen. Die Aufnahme der gesamten Kurven ist jedoch vorzuziehen, um Fehler in der Messung deutlich erkennen zu lassen und zu vermeiden. Trägt man nämlich $\lambda^2 = \left(\frac{C}{f}\right)^2$

als Funktion von C in einem Koordinatensystem auf, so müssen alle Meßpunkte auf einer geraden Linie liegen, wie Abb. 3 zeigt. Abweichungen bzw. größere Streuungen lassen Meß- bzw. Ablesefehler sofort erkennen. Die be-

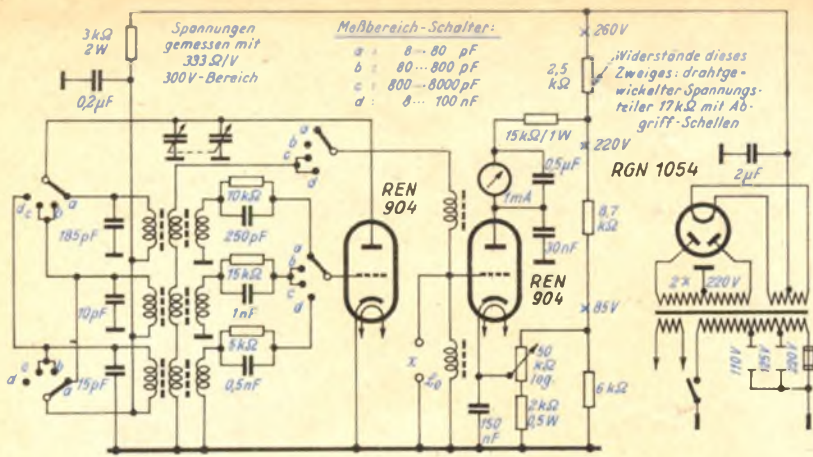


Abb. 1. Schaltbild des Kapazitätsgerätes von Rohde & Schwarz nach dem Hochfrequenzverfahren, zur Messung von Eigenschwingungszahlen und Induktivitäten eingesetzt

treffenden Werte können entweder noch einmal nachgemessen werden oder aber bei der folgenden Auswertung unberücksichtigt bleiben.

Für die Auswertung sucht man zwei möglichst weit voneinander entfernte Meßpunkte λ_1 ; C_1 bzw. λ_2 ; C_2 heraus, aus denen die gesuchten Konstanten wie folgt bestimmt werden:

$$L_0 = 28,3 \frac{\lambda_2^2 - \lambda_1^2}{C_2 - C_1} \quad (5)$$

$$C_0 = \frac{\lambda_1^2 C_2 - \lambda_2^2 C_1}{\lambda_2^2 - \lambda_1^2} \quad (6)$$

Hierbei ist λ in 100 m und C in 100 pF einzusetzen; dann wird C_0 in 100 pF und L_0 in μ H erhalten.

Durchrechnung eines Beispiels

Gegeben war der eingangs erwähnte Kapazitätsmesser von Rohde & Schwarz. Die hierzu erhaltenen Frequenzkurven sind in Abb. 4 gezeigt. Bei der Ermittlung von L_0 und C_0 wurde erhalten:

Bereich I; 0 ... 80 pF

$$f_1 = 600 \text{ kHz}; \lambda_1 = 500 \text{ m}; \lambda_1^2 = 25 \cdot 10^4; C_1 = 8,6 \text{ pF}$$

$$f_2 = 350 \text{ kHz}; \lambda_2 = 856 \text{ m}; \lambda_2^2 = 73,2 \cdot 10^4; C_2 = 76 \text{ pF}$$

$$L_0 = 28,3 \frac{\lambda_2^2 - \lambda_1^2}{C_2 - C_1} = 28,3 \frac{73,2 - 25}{0,76 - 0,086} = 2030 \mu\text{H}$$

$$C_0 = \frac{\lambda_1^2 C_2 - \lambda_2^2 C_1}{\lambda_2^2 - \lambda_1^2} = \frac{25 \cdot 0,76 - 73,2 \cdot 0,086}{73,2 - 25} = 26 \text{ pF}$$

Auf die gleiche Weise ergab sich:

Bereich II; 70 ... 800 pF: $L_0 = 2020 \mu\text{H}$
 $C_0 = 23 \text{ pF}$

Bereich III; 0,8 ... 8,0 pF: $L_0 = 202 \mu\text{H}$
 $C_0 = 28 \text{ pF}$

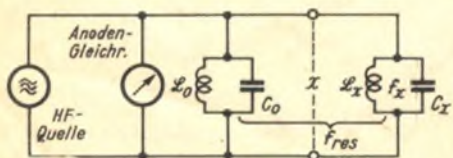


Abb. 2. Prinzipschema bei der Messung von L_x bzw. f_x eines Schwingkreises $L_x \dots C_x$

Für den Bereich IV, 8 ... 100 pF, läßt sich auf diese Weise C_0 nicht bestimmen, da die Meßgenauigkeit nicht ausreicht. L_0 ergibt sich ebenfalls zu 200 μ H; sollen auf diesem Meßbereich Messungen vorgenommen werden, so braucht C_0 wegen seiner Kleinheit den vergleichsweise großen Kreiskapazitäten gegenüber im allgemeinen nicht berücksichtigt zu werden. In den Gleichungen (1) bis (4a) wäre dann also $C_0 = 0$ einzusetzen. Mit diesem Gerät sollte ein einkreisiges ZF-Filter mit $C_x = 175 \text{ pF}$ gemessen werden, das für 468 kHz bestimmt war. Das Filter wurde an die C_x -Klemmen des Kapazitätsmessers angeschlossen und man erhielt Resonanz bei einer Einstellung

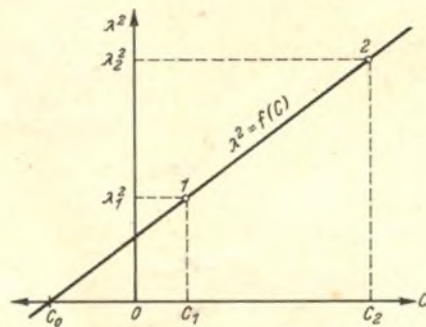


Abb. 3. Zur Bestimmung von L_0 und C_0 werden zwei Meßpunkte 1 und 2 der Eichkurve $\lambda^2 = f(C)$ benutzt, die in der grafischen Darstellung auf einer geraden Linie liegen. Der Abschnitt links des Nullpunkts auf der Abszisse ist gleich C_0 ; die Steigung der Geraden ist proportional L_0

von $C = 62 \text{ pF}$. Damit ergab sich aus Gleichung (3) und (4a):

$$I_x = I_0 \frac{C + C_0}{C_x - C} = 2030 \frac{62 + 26}{175 - 62} = 1580 \mu\text{H}$$

$$f_x = \frac{5,04}{\sqrt{L \cdot C}} = \frac{5,04}{\sqrt{1,58 \cdot 1,75}} = 303 \text{ kHz}$$

Da die Induktivität erheblich zu hoch war, sollte die Spule abgewickelt werden, und es war für eine bequeme Abgleicharbeit zu bestimmen, bei welcher

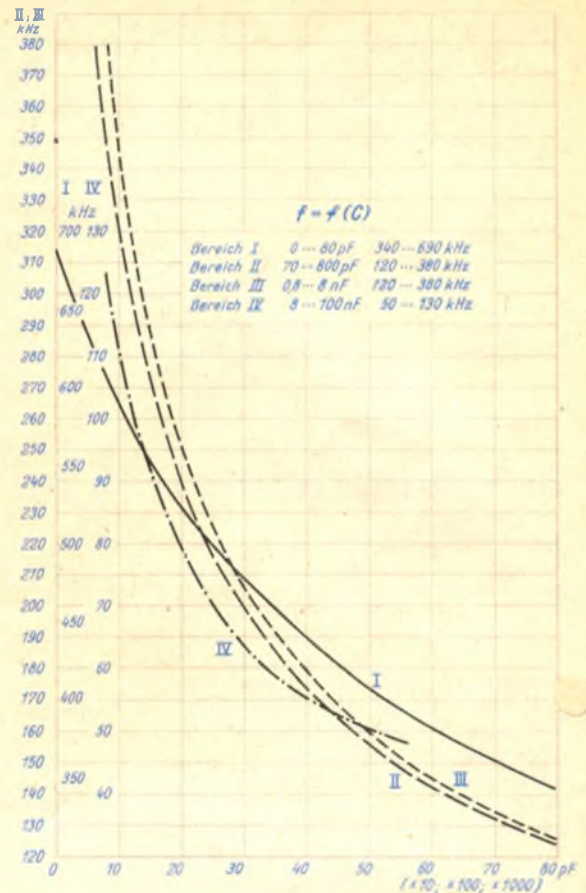


Abb. 4. Die Eichkurven $f = f(C)$ des benutzten Kapazitätsmeßgerätes, die von Fall zu Fall aufgenommen werden müssen und zur Ermittlung der Konstanten L_0 und C_0 benötigt werden

Einstellung C sich Resonanz ergeben mußte.

Der Sollwert von L_x mußte werden:

$$L_x = \frac{25,4}{f_x^2 \cdot C_x} = \frac{25,4}{(100 \text{ kHz})^2 \cdot (100 \text{ pF})} = 0,66 \text{ mH}$$

und Gleichung (3) aufgelöst nach C ergibt:

$$C = \frac{L_x C_x - L_0 C_0}{I_0 + I_x} = \frac{0,66 \cdot 175 - 2,03 \cdot 26}{2,03 + 0,66} = 23,5 \text{ pF}$$

Ein Abgleich der Spule auf Resonanzausschlag bei dieser C -Einstellung ergab sodann befriedigende Resultate.

Die Grenzen des Meßverfahrens

Wie eine einfache Überlegung zeigt, lassen sich nach dem beschriebenen Verfahren sowohl sehr kleine als auch sehr große Induktivitäten bestimmen. Auch eine Induktivität von wenigen μ H kann mit einem größeren Kondensator zusammen eine im Bereich des Kapazitätsmessers liegende Resonanzfrequenz ergeben. Bekanntlich aber besitzt ein solcher Kreis nur einen verhältnismäßig sehr niedrigen Resonanzwiderstand $\frac{L}{rC}$.

und damit ergibt sich auch im Resonanzfall nur eine verschwindend kleine Spannungsüberhöhung. Die Messung sehr kleiner Induktivitäten scheidet also an der ungenügenden Resonanzanzeige. Ein Versuch zeigte, daß sich Spulen von etwa 10 μ H nicht mehr recht messen (Schluß auf Seite 631)



Die Elektronenstrahlröhre als Nullindikator in Wechselstrom-Meßbrücken

VON J. CZECH

Die Elektronenstrahlröhre kann mit Hilfe geeigneter Verstärker als Spannungsanzeiger beliebig hoher Empfindlichkeit dienen und eignet sich daher auch vorteilhaft als Nullindikator für Wechselstrom-Meßbrücken. Der hohe Eingangswiderstand des Anzeigeteiles ist dabei sehr willkommen.

Die Elektronenstrahlröhre als einfacher Nullanzeiger

Die einfachste Verwendung der ESR als Nullanzeiger in einer „Schleifdraht“-Brücke zeigt Abb. 1. Die Zeitplatten sind dabei außer Betrieb, so daß die durch den Meßverstärker vergrößerte Nullspannung vertikale Auslenkungen auf einer Geraden hervorruft, wie sie

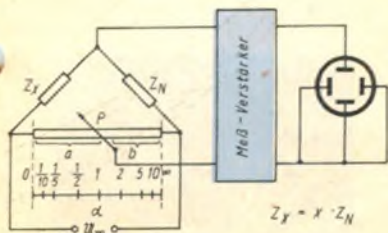


Abb. 1. Wechselstrom-Brückenschaltung mit Elektronenstrahlröhre als Nullanzeiger

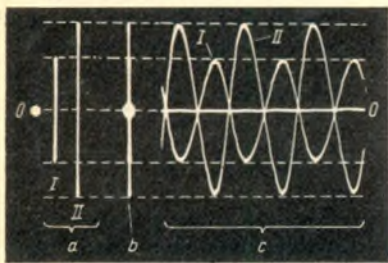


Abb. 2. Oszillogramme bei der Verwendung der Elektronenstrahlröhre als Nullanzeiger a) und b) ohne Zeitspannung an den Platten c) Zeitablenkung synchronisiert mit $\frac{1}{2} f_m$

die Oszillogramme der Abb. 2a und 2b zeigen.

Ist Brückengleichgewicht vorhanden, dann verschwindet die Nullspannung und der Ausschlag; es entsteht der Fleck „0“.

Der Wert der unbekanntenen Impedanz Z_x ist dann nach den bekannten Beziehungen:

$$Z_x = a \cdot Z_N \quad (1)$$

Der Faktor a gibt dabei das Verhältnis der Potentiometerstrecken $a : b$ an, wie das in Abb. 1 angedeutet wurde.

Die Striche „I“ und „II“ entstehen durch willkürliche Veränderungen des Potentiometers „P“ rechts und links vom Nullpunkt. In 2b sind diese Ausschläge so übereinander aufgenommen worden, wie sie dem Betrachter erscheinen.

Dieses Verfahren hat allerdings mit allen anderen üblichen Anzeigeverfahren in Wechselstrombrücken (abgesehen von Anzeigeelementen mit phasenabhängigem Gleichrichter) — ob es sich um Kopfhörer, Magische Augen, Vibra-

tionsgalvanometer oder dgl. handelt den Nachteil gemeinsam, daß bei Brücken-Unsymmetrie nicht zu erkennen ist, ob die richtige Einstellung des Potentiometers „P“ weiter rechts oder links zu suchen ist. Insbesondere bei hohen Anzeigempfindlichkeiten kann so das Aufsuchen des Brückenminimums recht schwierig werden.

Phasenabhängige Anzeige durch Zeitspannung synchronisiert mit Brückenspannung

Der beschriebene Nachteil kann vermieden werden, wenn an die Zeitplatten die zeitlineare Spannung des Oszillografen gelegt und diese mit der Brückenspeisespannung fest synchronisiert wird, wie dies das Schaltbild in Abb. 3 zeigt. Nun entsteht am Leuchtschirm das Bild des zeitlichen Verlaufs der Nullspannung. In dem Oszillogramm der Abb. 2c war bei einer Meßfrequenz von 50 Hz die Zeitfrequenz $16 \frac{2}{3}$ Hz, so daß das Bild dreier Perioden gezeichnet wird.

Da die Zeitfrequenz mit der Meßfrequenz fest synchronisiert wurde, gibt dieses Oszillogramm nicht nur einen Eindruck von der Amplitude der Nullspannung, sondern auch durch die Phasenlage Auskunft darüber, in welcher Richtung die Unsymmetrie liegt. Bei Bedienung des Brückenpotentiometers kehrt sich ja die Phasenlage der Nullspannung bei Durchgang der Gleichgewichtsstelle um, wie aus dem Oszillogrammen „I“ und „II“ zu ersehen ist.

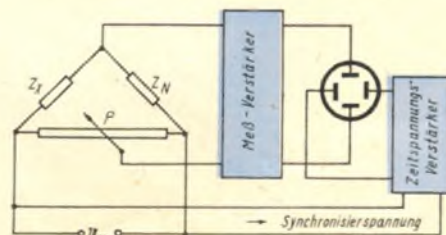


Abb. 3. Brückenschaltung mit Elektronenstrahlröhre. Zeitablenkung in Betrieb und mit der Meßfrequenz der Brückenspeisespannung synchronisiert

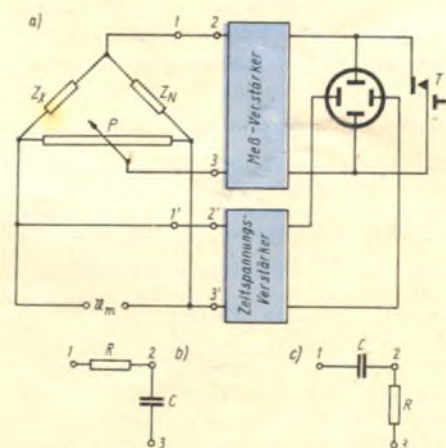


Abb. 4. Brückenschaltung mit Elektronenstrahlröhre zur Nullanzeige mit Drehzeiger Zeitablenkung durch Meßspannung

Nullanzeige mit Drehzeiger durch Zeitablenkung mit der Brückenspannung

Eine noch eindeutigere, neuartige Nullanzeige erhält man, wenn an die Zeitplatten der ESR die Brücken-Speisespannung direkt so angeschaltet wird, wie dies Abb. 4 wiedergibt.

Da die Spannung U_m an der Brücke im allgemeinen kaum ausreichen wird, um in der X-Richtung eine Auslenkung von 30 ... 60 mm zu erreichen, wird man diese Spannung durch einen geeigneten

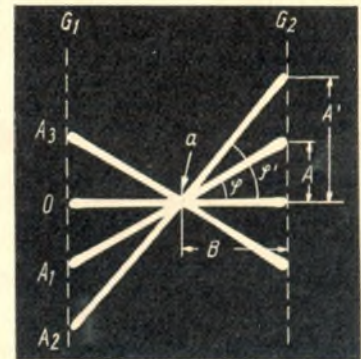


Abb. 5. Oszillogramme der Nullanzeige mit Drehzeiger durch Zeitablenkung

Meßverstärker auf den erforderlichen Wert bringen müssen.

Handelt es sich bei den Impedanzen Z_x und Z_N um gleichartige Widerstände ohne Phasenwinkel und verursachen die Verstärker keine Phasenänderung der Meßspannung, dann sind auch die Leuchtfleckablenkungen in beiden Richtungen in Phase; es entsteht das Bild von Geraden.

Ist das Brückengleichgewicht erreicht, dann wird der Leuchtfleck nur waagrecht abgelenkt, man erhält den waagrecht Strich „0“ der Abb. 5.

Bei Unsymmetrie wird der Leuchtfleck auch in der Y-Richtung beeinflusst, so daß sich bei Bedienung des Brückenpotentiometers der Strich um den Punkt „a“ dreht. Die Endpunkte der so entstehenden Striche liegen, solange der Leuchtschirm nicht überschritten wird, auf Geraden in der Y-Richtung wie dies durch G_1 und G_2 in Abb. 5 angedeutet wurde.

Die Striche A_1 und A_2 in Abb. 5 entsprechen verschiedenen starken Verstärkungen der Brücke nach der einen Seite, während A_3 eine Veränderung des Brückengleichgewichtes nach der anderen Richtung angibt.

Korrektur des Phasenverhältnisses zwischen Brückenspannung und Nullspannung

Es ist auch möglich, die Ablenkspannung für die Zeitplatten durch Transformation der Brückenspannung zu erreichen. Dabei werden jedoch Phasenänderungen eintreten, so daß am Leuchtschirm nicht mehr ein einfacher Strich, sondern eine mehr oder weniger geöffnete Ellipse entsteht. Man kann zum Beispiel bei der Verwendung der Lichtnetzwechselspannung zur Messung auch bei dem FT O 1 die Zeitablenkung durch

die hierfür vorgesehene Stellung des Schalters S_2 erreichen. Auch in diesem Falle wird man mit einem Phasenunterschied gegenüber der Brückenspeisung rechnen müssen. Wenn der Meßverstärker für die Meßfrequenz eine Phasenänderung verursacht, muß dieser Effekt ebenfalls durch eine entsprechende Rückdrehung der Phase verbessert werden. Dies kann so geschehen, daß in die Zuleitung der Nullspannung zum Meßverstärker — Punkte 1, 2, 3 — oder in die Zuleitung der Ablenkspannung für die Zeitplatten — Punkte 1', 2', 3' — ein phasenreihendes Glied geschaltet wird, wie die Skizzen 4b und 4c andeuten. Es ist so zu bemessen, daß bei Vergleich von Impedanzen ohne Phasenunterschied wieder ein einfacher Strich am Leuchtschirm entsteht. (Zur erstmaligen Einregelung wird man zweckmäßig einfach ohmsche Widerstände vergleichen.) Je nach dem Verhältnis $R : \frac{1}{\omega C}$ entsteht eine Phasen-

drehung, die bei $R = \frac{1}{\omega C} 45^\circ$ wird.

Dabei fällt die Spannung am Ausgang des Gliedes auf den 0,707fachen Wert. Die Ausgangsspannung des Gliedes nach Abb. 4b eilt der Eingangsspannung nach, die des Gliedes nach Abb. 4c der Eingangsspannung vor.

Ist eine erhebliche Phasenkorrektur nötig, dann können zwischen die Punkte 1, 2 und 3 einerseits und die Punkte 1', 2' und 3' andererseits gleichzeitig gegenphasig drehende Glieder geschaltet werden. Für das Verhältnis $R = \frac{1}{\omega C}$ wird

der dadurch erreichbare Phasenunterschied 90° .

Wesentlich hierbei ist jedenfalls, daß die X-Achsenspannung nicht unbedingt direkt von der einen Brückendiagonale stammen muß, sondern auf anderen Wegen der Spannungsquelle entnommen werden kann. Ist die Korrektur einmal durchgeführt, dann kann auch die Messung komplexer Widerstände in der nachfolgend beschriebenen Weise vorgenommen werden.

Anzeigeempfindlichkeit

In FUNK-TECHNIK Bd. 5 (1950), H. 16, S. 507, wurde mit Abb. 13 gezeigt, wie die praktische Anzeigeempfindlichkeit bestimmt werden kann. Für die Elektronenstrahlröhre DG 9-3 wurde dabei eine kleinste, noch gut ablesbare Ausschlagänderung bei einem Gleichspannungswert von $1\frac{3}{4}$ V festgestellt. Da die Wechselspannungsempfindlichkeit das 2,83fache beträgt (s. FUNK-TECHNIK Bd. 5 [1950], H. 17, S. 540, Abb. 16), so bedeutet das, daß die kleinste noch ablesbare Änderung einer Wechselspannung $\frac{1,75}{2,83} = 0,62$ V beträgt. Nimmt man

eine 1000fache Verstärkung (FT 01!) an, dann ist noch eine Änderung des Zeigerendpunktes durch rd. $\frac{1}{2}$ mV leicht zu erkennen.

Insbesondere die Ablesung kleiner Ausschläge kann dadurch sehr erleichtert werden, daß die Meßspannung durch eine Taste „T“ (s. Abb. 4!) oder periodisch (mechanisch oder durch elektronischen Schalter) kurzgeschlossen wird¹⁾. Dadurch entsteht am Leuchtschirm so-

¹⁾ Mehrere der hier beschriebenen Maßnahmen wurden auf Vorschlag des Verfassers durch das DRP 762 746 geschützt.

wohl die Null-Lage des Lichtzeigers „0“ als auch das durch die Nullspannung abgelenkte Bild.

Dieser Gedanke kann noch weitergeführt werden. Durch einen Umschalter kann die Anzeigeeinrichtung außerdem noch auf zwei Widerstandspaare geschaltet werden, welche einer gewissen \pm -Toleranz entsprechen. Es entstehen dann am Leuchtschirm vier Bilder:

1. Nullzeiger,
2. Zeiger mit Minus-Toleranz,
3. Zeiger mit Plus-Toleranz und
4. beweglicher Zeiger durch das Meßobjekt.

Verlauf der Anzeigeempfindlichkeit

Da die Anzeige des Brückenverhältnisses durch Drehung eines Lichtzeigers dargestellt wird, ist nun die Abhängigkeit des Drehwinkels φ von der Nullspannung von Interesse. Die waagerechte Ablenkung des Leuchtflecks durch die Brückenspannung ist konstant. (In Abb. 5 = $2 \times B$). Die Ablenkung des Endpunktes des Zeigers in der Meßrichtung bestimmt die (verstärkte) Nullspannung. Das Verhältnis $\frac{A}{B}$

stellt dabei den Tangens des Winkels φ dar. Der Drehwinkel ist also gegeben durch die Gleichung

$$\varphi = \arctg \frac{A}{B} \quad (2)$$

Trägt man die Abhängigkeit des Drehwinkels φ von dem Verhältnis $\frac{A}{B}$ auf, so

erhält man eine Kurve, wie sie in Abb. 6a wiedergegeben wurde. Sie ent-

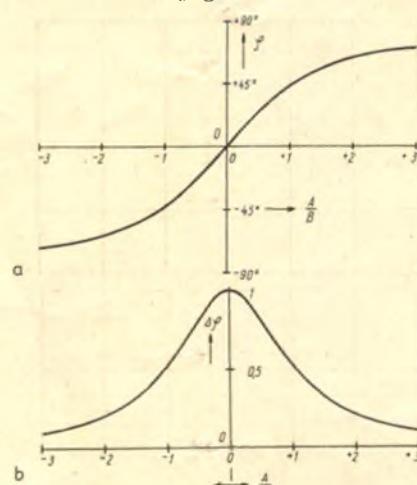


Abb. 6. Verlauf der Anzeigeempfindlichkeit des Elektronenstrahloszillografen mit Drehzeiger
a) Winkel des Drehzeigers in Abhängigkeit vom Verhältnis $\frac{A}{B}$ (siehe Oszillogramme der Abb. 5)
b) Verlauf der Winkeländerung in Abhängigkeit von dem Verhältnis $\frac{A}{B}$ (= tg des Drehwinkels φ)

spricht der arc-tg-Kurve für das Gebiet $\pm 90^\circ$. Da größere Winkel als $\pm 90^\circ$ in dieser Anordnung unmöglich sind, können die anderen Kurvenäste für mehr als $\pm \frac{\pi}{2}$ der arc-tg-Funktion außer

Betracht gelassen werden.

Aus der Kurve in Abb. 6a erkennt man die wichtige und äußerst erwünschte Tatsache, daß die Winkeländerung für eine bestimmte, kleine Änderung der

²⁾ In Worten: Der Winkel φ ist jenem Winkel gleich, dessen Tangens dem Verhältnis $\frac{A}{B}$ entspricht.

Null-Spannung bei Brückengleichgewicht am größten ist, die Kurve besitzt dort die größte Steilheit. (Sie ist dabei gegeben durch die Ablenkempfindlichkeit der ESR, die Verstärkung und den Wert der Brückenspeisung).

Dieses Bild wird noch deutlicher, wenn man die Winkeländerung selbst in Ab-

hängigkeit von dem Verhältnis $\frac{A}{B}$ aufträgt, wie Abb. 6b zeigt³⁾. Es ist einer der wesentlichsten Vorteile dieser Meßmethode, daß die — praktisch beliebig hohe — Nullempfindlichkeit mit der Brückenunsymmetrie rasch abnimmt. Dies bedeutet aber andererseits eine so hohe Überlastungsempfindlichkeit, wie sie wohl kaum einer anderen Null-Anzeigeeinrichtung eigen ist und damit eine sehr einfache Bedienung der Meßeinrichtung.

Direkte Ablesung der Brückenunsymmetrie

Die Zeigerdrehung kann jedoch — ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens — auch zur direkten Anzeige der Brückenunsymmetrie verwendet werden. Auf den Geraden, welche die Endpunkte der Lichtzeiger durchlaufen (die Geraden

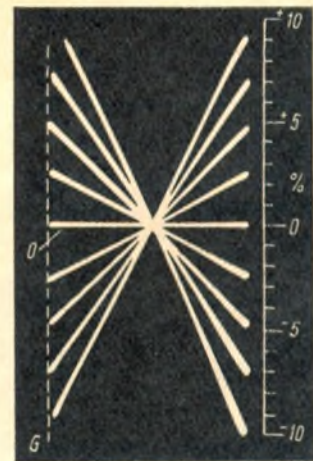


Abb. 7. Oszillogramme der Drehzeiger mit Skala zur Ablesung von Toleranzwerten

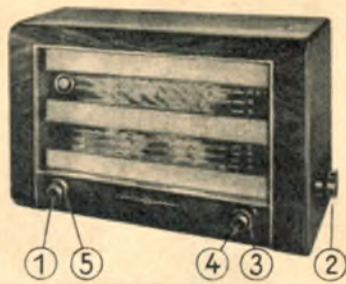
G_1 und G_2 der Abb. 5, 7 und 10) kann ja eine entsprechende Skala angebracht werden. Diese Skala kann zwar aus den angeführten mathematischen Bedingungen errechnet werden. In der Praxis ist es jedoch einfacher, bestimmte bekannte Unsymmetrien durch Meßwiderstände herzustellen und danach die Skala zu eichen, wie dies Abb. 7 mit acht verschiedenen Zeigerbildern wiedergibt. Es ist also dann nicht immer notwendig, die Brücke in Gleichgewicht zu bringen, die Unsymmetrie α kann direkt abgelesen und so die unbekannte Impedanz Z_x nach Gleichung (1) bestimmt werden. Dieses Verfahren ist dann besonders wertvoll, wenn zum Beispiel eine Sortierung innerhalb bestimmter Fertigungstoleranzen notwendig ist. Da dann die Nullspannung nach den Brückengleichungen der Unsymmetrie linear proportional ist, ergibt sich für eine derartige Prozentskala eine lineare Teilung, wie sie als Beispiel in Abb. 7 eingezeichnet wurde. (Wird fortgesetzt.)

³⁾ Mathematisch stellt diese Kurve den Differentialquotienten der arc-tg-Kurve dar. Hierfür gilt die Gleichung:

$$\frac{d(\arctg \frac{A}{B})}{d \frac{A}{B}} = \frac{1}{1 + (\frac{A}{B})^2}$$



HERSTELLER: TELEFUNKEN GESELLSCHAFT FÜR DRAHTLOSE TELEGRAPHIE M. B. H.



- ① drehen: Netzschalter und Lautstärke, ziehen: Sprache, drücken: Musik, ② Wellenschalter, ③ Skalenantrieb (grob), ④ Skalenantrieb (fein), ⑤ Klangfarbenregler und Bandbreitenregelung

Stromart: Wechselstrom

Spannung: 110, 125, 150, 220, 240 Volt

Leistungsaufnahme bei 220 V: 100 W

Röhrenbestückung: EF 13, ECH 11,

EF 15, EBF 11, EL 12, EF 15,

ECH 11, EAA 11

Netzgleichrichter: AEG 250 B 200 L

Sicherungen: bei 110 Volt: T 1,0 A,

bei 220 Volt: T 0,6 A

Skalenlampe: 5 × 6,3 V/0,3

Zahl der Kreise: 8 (9);

abstimmbar 3 (2), fest 5 (7)

Wellenbereiche:

Ultrakurz 87,5...100 MHz

Kurz KW I: 14,7...22 MHz, KW II:

9,2...15 MHz, III: 5,8...9,3 MHz

Mittel MW I: 510...950 kHz, MW II:

870...1620 kHz

Lang 150...320 kHz

Empfindlichkeit: KW I: 1...3 μV,

Mittel-Lang: 5...10 μV,

UKW: etwa 10 μV

Bandspreizung: KW I: 16 u. 19 m,

KW II: 25 u. 31 m, KW III: 41 u.

49 m

Trennschärfe: maximal 1: 300

ZF: 472 kHz bzw. 10,7 MHz

Kreiszahl: MW, LW: 8 Kreise, KW:

8 Kreise, UKW: 9 Kreise

Bandbreite: regelbar, max. ± 6,5 kHz

ZF-Sperr-(Saug-)Kreis:

je einer für AM und FM

Empfangsleichrichter: AM: Diode,

FM: Modulationswandler EAA 11

Wirkung des Schwundausgleichs:

verzögert, bei UKW Amplituden-

begrenzung auf 3 Röhren

Abstimmungsanzeige: EM 11

Tonabnehmerempfindlichkeit: 30 mV,

bezogen auf 50 mW Ausgangsleistung

Lautstärkeregler: gehörriht., NF-seit.

Klangfarbenregler: stetig regelbar zus.

mit ZF-Bandbreitenregelung, ab-

schaltbarer Hochtוןlautsprecher

Gegenkopplung: ja

Ausgangsleistung in W für 10 %

Klirrfaktor: etwa 7 W

Lautsprecher: perm.-dyn., 10 W, zu-

sätzlich 1 Hochtוןlautsprecher

Membrandurchmesser: 250 mm

Anschluß für 2. Lautspr.: hochohmig

Anschluß für UKW: AM/FM-Super

Besonderheiten: Frequenzumfang

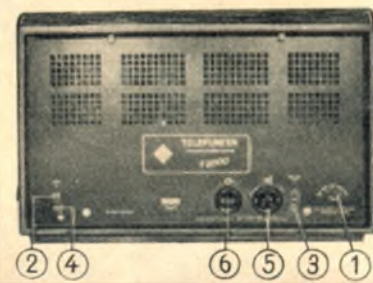
60...12000 Hz je nach Bereich

Gehäuse: nußbaumfurniertes Holz-

gehäuse, hochglanzpoliert

Abmessungen: 65 × 43 × 31,5 cm

Gewicht: 24 kg



- ① Spannungswähler, ② Antenne für AM-Empfang, ③ Dipol für UKW-Empfang (zugleich als Antenne für AM-Empfang brauchbar), ④ Erdanschluß, ⑤ Zusatzlautsprecher, ⑥ Tonabnehmer



HERSTELLER: METZ APPARATEBAU



- ① Klangblende, ② Lautstärkeregler mit Netzschalter, ③ Wellenbereichsanzeige, ④ Senderabstimmung, ⑤ Kurzwellenlupe, ⑥ Wellenbereichsschalter, ⑦ Bandbreitenregelung

Stromart: Wechselstrom bzw. Allstrom

Spannung: 110, 125, 150, 220, 240 V (110, 125, 150, 220 V)

Leistungsaufnahme bei 220 V: 40 W

Röhrenbestückung: ECH 42, EAF

42, EAF 42, EL 41 (UCH 42, UAF

42, UAF 42, UL 41)

Netzgleichrichter: AZ 41 (UY 41)

Sicherungen: Netz: (220...240 V)

0,5 A, träge; (110...150 V) 1 A;

Anode: 0,16 A, träge

Skalenlampe: 2 × 6,3 V 0,3 A

Zahl der Kreise: 7; abstimmbar 2,

fest 5

Wellenbereiche:

Kurz 16,5...51 m (18,18...5,88 MHz)

Mittel 183...584 m (1640...514 kHz)

Lang 1000...2000 m (300...150 kHz)

Empfindlichkeit: 30 μV bei 1 MHz

Abgleichpunkte: kurz: 6 MHz, 8,36

MHz; mittel: 580 kHz, 1480 kHz;

lang: 150 kHz, 225 kHz

Bandspreizung: KW-Mikroskop

Trennschärfe bei 1 MHz: 400 (ZF

schmal 25, breit 200)

Zwischenfrequenz: 473 kHz

ZF-Filter: 1 dreikreisiges und 1

zweikreisiges

ZF-Saugkreis: vorhanden

Empfangsleichrichter: Diode

Wirkung des Schwundausgleichs:

verzögert auf 3 Röhren

Abstimmungsanzeige: EM 4 bzw. UM 4

Tonabnehmeranschluß: vorhanden

Lautstärkeregler: gehörrihtig, stetig,

kombiniert mit Netzschalter

Klangfarbenregler: stetig

Gegenkopplung: von Anode Endröhre

auf Anode Vorröhre

Ausgangsleistung in W: 4 W

Lautsprecher: perm.-dyn., 6 W

Membrandurchmesser: 207 mm

Anschluß für 2. Lautsprecher (Im-

pedanz): für 5 Ω

Anschluß für UKW: kann eingebaut

werden

Besonderheiten: UKW-Abstimmung

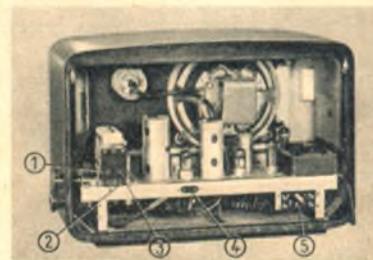
über den Empfänger. Wellenbereich-

schalter m. UKW-Stellung. Dipol-

anschluß. Abnehmbare Bodenplatte

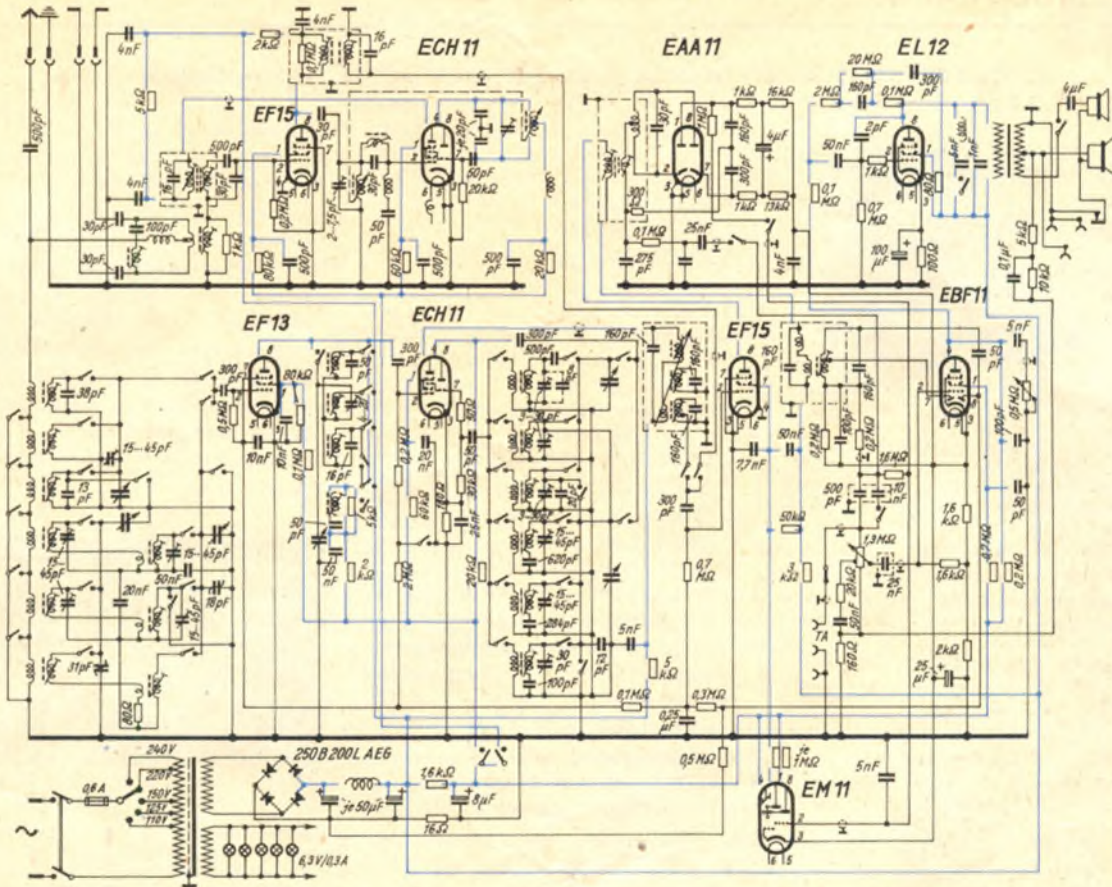
Gehäuse: Holz

Abmessungen: 500 × 340 × 220

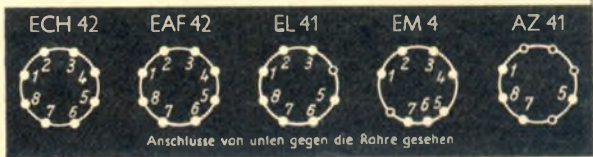
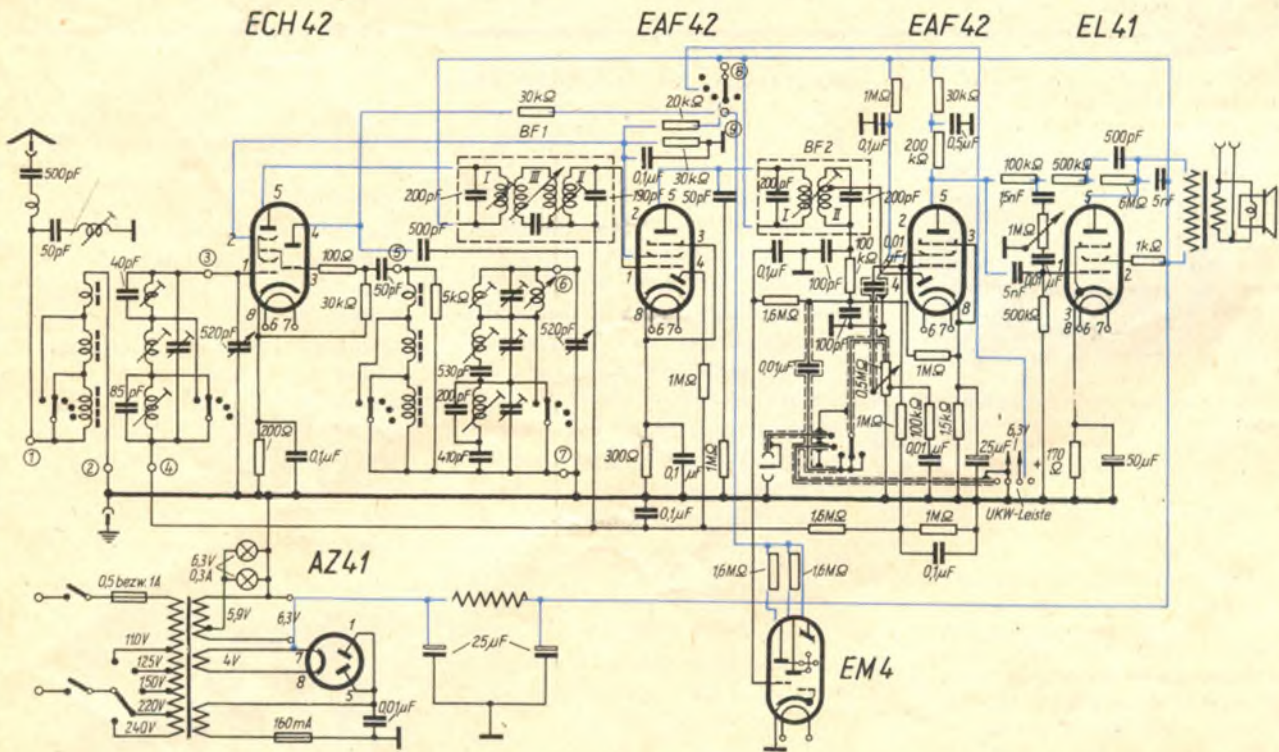


- ① Antennenanschluß, ② Tonabnehmeranschluß, ③ Erdanschluß, ④ Anschluß für zweiten Lautsprecher, ⑤ Spannungswähler

T 5000



Capri



Anschlüsse von unten gegen die Röhre gesehen

Etwas über ultraviolette Strahlung

Sonnenstrahlen sind die Erwecker und Erhalter allen Lebens; sie erwärmen unsere Erde, erfüllen sie mit Licht und schaffen ein farbenfrohes Bild. Aber auch Tod und Verderben bringen sie. Die dichte Lufthülle schützt uns davor. Je kürzwelliger die Strahlen, desto größerer Zerstreuung und Aufzehrung unterliegen sie. Nur die höchsten Schichten unserer Atmosphäre zeugen von ihrer Stärke.

Obwohl schon 1808 das erste künstliche sonnenähnliche Licht im Kohlelichtbogen (Davy) und 1892 eine Bogenentladung zwischen Hg¹-Elektroden (Arons) erzeugt wurde, erkannte erst um 1895 der Isländer N. R. Finsen die therapeutische Bedeutung der UV-Strahlen auf den Organismus. Es wurden einzelne große Erfolge erzielt, die leider teilweise in Vergessenheit gerieten, da eine allgemeine Anwendung wegen der Gefährlichkeit oder Unhandlichkeit der Geräte damals nicht in Frage kommen konnte. 1905 gelingt dem Physiker Küch die Herstellung von Quarzglas (Siliziumdioxid), das einerseits den beim Betrieb auftretenden hohen Temperaturen standhält (Erweichungspunkt 1600 C) und andererseits auch die Durchlässigkeit für UV-Strahlen im höchsten Maße besitzt. Das Diagramm

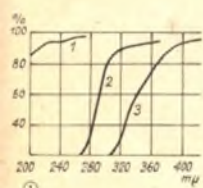


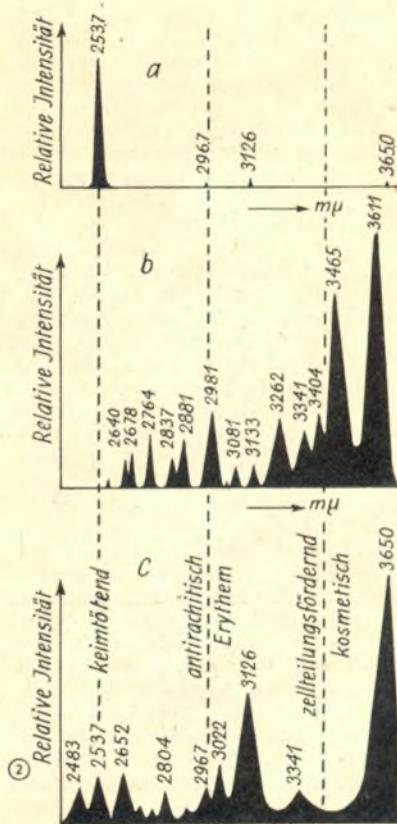
Abb. 1 zeigt das Absorptionsvermögen von Quarz- (1), Uviolglas (2) und gewöhnlichem Fensterglas (3). 1906 beginnt der Siegeslauf der Quarzlampen.

Die für die Krankenbehandlung und Kosmetik maßgeblich beteiligten UV-Strahlen werden je nach ihrer Wirksamkeit in 3 Bänder eingeteilt. Der sich an die noch sichtbaren violetten Strahlen anschließende Bereich UV-A von 400 ... 315 mμ² wirkt besonders auf tiefere Schichten der Haut, ist zellteilungsfördernd ruft eine sofortige, doch nur kurzzeitige Bräunung durch Anreicherung bereits vorhandener Pigmentkörper ohne Entzündung hervor (Maximum bei 340 mμ). Der UV-B-Bereich von 315 ... 280 mμ, auch als Dorno-Strahlung bekannt, wirkt antirachitisch (Vitamin D) und stark erythembildend bis zum Sonnenbrand (Latenzzeit 1 ... 2 h), wobei eine bereits vorhandene Pigmentierung keinen Strahlenschutz bietet (Maximum bei 297 mμ). Der UV-C-Bereich, der die Wellenlängen unterhalb von 280 mμ umfaßt, hat besonders bakterientötende und eiweißgerinnende Fähigkeit (Maximum bei 255 mμ). Diese Strahlen dringen nicht in die Haut ein und verursachen nur einen Erythemschwellwert. Sie sind nicht im Sonnenlicht unserer Schichten enthalten; dessen kürzeste Wellenlänge wurde in Arosa (Schweiz) mit 2863 Å³ gemessen. Im übrigen sind aber die biologischen Grundwirkungen noch wenig erforscht, wenn auch durch die UV-Behandlung eine Hebung des Allgemein-

zustandes bei Mensch und Tier anerkannt wird. Wie werden nun UV-Strahlen erzeugt?

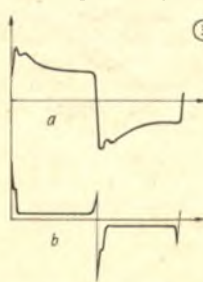
Über die Grundlagen der Gasentladung ist in einem früher erschienenen Aufsatz „Glimmröhren“, FUNK-TECHNIK Bd. 2 (1947), H. 9, S. 8—9, bereits ausführlich berichtet worden. Wir knüpfen hieran unsere Betrachtungen über die Bogenentladung, die dann entsteht, wenn die Katode selbst durch eine Erhöhung ihrer Temperatur einen wesentlichen Teil der Erzeugung von Elektronen übernimmt, wobei Dichten bis zu mehreren 1000 A/cm² auftreten. Die Aufheizung erfolgt entweder selbsttätig durch Trägerbombardement (Katodenzerstäubung) oder durch Fremdbeheizung. Bei flüssigen Hg¹-Elektroden ist weniger die thermische Emission beteiligt; vielmehr tritt an der Stelle des Bogenansatzes auf der Hg-Oberfläche ein sehr starkes elektrisches Feld auf, das Elektronen aus dem Material reißt. Die Entladung kann in der Atmosphäre zwischen Kohlestäben erfolgen, in welche noch zusätzlich Metallsalze eingeschlossen werden, um bestimmte, erwünschte Wellenlängen besonders kräftig zu erhalten oder auch zwischen Wolfram-Elektroden, Oxydkatoden oder Hg-Elektroden in evakuierten Quarzgefäßen, in die Gase oder Metaldämpfe (Xenon, Krypton, Hg, Kadmium o. a.) eingebracht werden. Der Gasdruck, der abhängig ist von der Temperatur, die an der kältesten Stelle der Röhre herrscht, bestimmt maßgeblich neben der Stromstärke, der Spannungsart, dem Rohrdurchmesser und der gewählten äußeren Schaltung die Intensität der einzelnen emittierten Wellenlängen. Im Diagramm Abb. 2 wird die relative spektrale Intensität zwischen einer Hg-Niederdrucklampe (a), einer Cd-Hochdrucklampe (b) und einer Hg-Hochdrucklampe (c) verglichen, die sich größtmäßig a/25 : b/10 : c/100 verhalten. Im Gegensatz zur Hg-Lampe zeigt die Kadmium-Lampe einen Reichtum an starken Linien zwischen 325 und 350 mμ, zwischen denen die starke Linie 3404 Å ziemlich genau auf dem Maximum der zellteilungsfördernden und kosmetisch bräunenden Wirkung liegt. Leider bietet dieses Metall aber in der Anwendung große Schwierigkeiten (Schmelzpunkt 320 °C und Quarzkorrosion), so daß es sich bisher nicht hat durchsetzen können. Vorwiegend erfolgt die Anwendung von Hg, dessen UV-Spektrum das ganze Gebiet von 235 ... 400 mμ — insbesondere die starken Linien um 255 und 297 mμ — umfaßt und das sich auch technisch am einfachsten handhaben läßt.

Da die Lampen ohne Ionisierung der Strecke zwischen den Elektroden nicht zünden, bedarf es einer sogenannten Zündhilfe. Bei der Kohlebogen- und flüssigen Hg-Lampe werden die Pole zuerst in einen metallisch gut leitenden Kontakt gebracht. Trennt man sie darauf voneinander, erhitzt sich die Kontaktstelle wegen ihres wachsenden Eingangswiderstandes durch Joulesche Wärme. Diese überträgt sich auf das Gas oder die Luft, so daß nach vollstän-



diger Trennung der Strom nicht unterbrochen wird, sondern fortan durch das Gas fließt. (Berührungs- oder Kontaktzündung). Die lästige Art der Kippzündung bei Hg-Elektroden ist schon seit längerer Zeit abgelöst worden durch den Einbau fester, mit Erdalkalioxyden aktivierter Elektroden, die über eine Glimmentladung im Ar-Hg selbsttätig zünden. Eine dritte Art der Zündung kann durch Fremdbeheizung eingeleitet werden.

Die Hg-Entladungslampen weisen im kalten Zustand, d. h. bei 20 °C Zimmertemperatur, nur einen Gasdruck von 0,02 Torr² auf. Sie benötigen daher eine Anlaufzeit, die mehrere Minuten betragen kann, während dessen flüssiges Hg verdampft. In dieser Zeit steigt die Klemmenspannung, die von den üblichen Meßinstrumenten wegen ihrer sehr starken Abweichung von der Sinuskurve nicht genau angegeben wird — Diagramm Abb. 3 stellt die Klemmenspannung bei einer Glüh- (a) und bei kalter Elektrode (b) unter induktiver Belastung dar — bis auf den fünffachen Anfangsbetrag und die Stromstärke



2) 1 Torr = 1 mm Hg-Säule (nach Torricelli).

1) Hg = Hydrargyrum-Quecksilber.
2) 1 mμ = 10⁻⁶ mm.
3) 1000 Å (Angström) = 100 mμ.

Menge zur Erzeugung des gewünschten Dampfdruckes genauestens dosiert werden kann, ist die Spannungsempfindlichkeit bei Strahlern mit festen Elektroden sehr gering.

Die Glimmentladung als UV-Strahlungserzeuger ist, abgesehen von besonderen Anwendungsgebieten, die z. B. keine Temperaturerhöhung erlauben oder eine elektrodenlose Entladung im elektrischen Feld erfordern, weniger gebräuchlich, da die Intensität infolge der geringen Dichte (einige mA/cm²) der Trägersäule unbedeutend ist. Ferner benötigt man je nach Länge der Röhre eine Klemmenspannung bis zu mehreren 1000 V, die nicht ungefährlich ist.

Die Hg-Niederdruckentladung im besonderen mit einem Gasdruck von 0,1 Torr und fremdgeheizter Oxydkatode hat vornehmlich UV-C-Emission mit einer außergewöhnlich hohen Ausbeute der Linie 2537 Å. Da sie in sehr kleinen Abmessungen gebaut werden kann, eine sehr geringe Trägerbeschleunigung erfordert und eine verhältnismäßig leicht zu beherrschende Gastemperatur benötigt, kann sie in fast alle menschlichen Körperhöhlen — wie die bekannten Glühlämpchen zur Ausleuchtung — eingeführt werden. Der Erzeugungsherd der wirksamen Strahlen kann daher unmittelbar in Kontakt mit den infizierten Stellen gebracht werden. Es genügt somit die Bestrahlungsintensität den Erfordernissen entsprechend, da keine Minderung der Bestrahlungsstärke pro Flächeneinheit im Quadrat der Entfernung eintritt und auch die Luft (Ozon) als aufzehrendes Mittel wegfällt. Gleichfalls ruft sie keine größere Erythemwirksamkeit als deren Schwellwert hervor und kann dadurch den sie umschließenden menschlichen Weichteilen im Gegensatz zu einer Hochdruckentladung nicht gefährlich werden. Andererseits ist die Niederdruckentladung, da ihr geringer Spannungsabfall je cm Strahlungsbahn (Gradient) sehr lange Rohrabmessungen zuläßt, zur Sterilisation von Räumen in Krankenhäusern, Wartezimmern usw., z. B. in Form von Luftschleusen innerhalb der Türrahmen, besonders geeignet. Zu berücksichtigen ist jedoch, daß nur diejenigen Organismen abgetötet werden, die der unmittelbaren Strahlung ausgesetzt sind, also die in der Luft oder auf der Oberfläche von Gegenständen, aber keinesfalls z. B. diejenigen zwischen den Kammzähnen oder Borsten einer Haarbürste.

Während bei letzter Entladung der Gefäßquerschnitt von der Emissionsäule gleichmäßig ausgefüllt wird, komprimiert sich diese bei Zunahme des Gasdruckes (Hochdrucklampe) allmählich zu einem Faden mit einer Temperatur bis zu 8000 °C (Gefäßtemperatur 300 ... 400 °C). Dabei verschiebt sich die Intensität der einzelnen Linien des Spektrums mehr zu längeren Wellenlängen — das Maximum liegt jetzt im UV-Gebiet bei 3650 Å — bis weit ins sichtbare Gebiet. Durch Zwischenschalten von Glas- oder Flüssigkeitsfiltern in den Strahlengang vermag man einzelne Linien auszusieben, die für chemische oder physikalische Untersuchungen (Analysenlampe) benötigt werden. Interessant ist die Prüfung von Briefmarken, Geldnoten o. a. mit einwelliger UV-Strahlung.

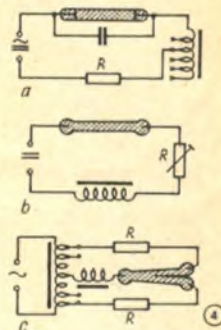
Erhöht man den Gasdruck weiter und läßt einen höheren Gradienten zu, wer-

den von etwa 10 at³⁾ an die einzelnen Linien zu einem breiten Band (Kontinuum) auseinandergezogen. An der Stelle der Linie von 2537 Å zeigt jetzt das Spektrum eine Lücke (Selbststrecke), deren Breite sich bei der Hochdrucklampe von etwa 100 at ab — (Gefäßtemperatur um 800 °C — zusätzliche Kühlung) mehr und mehr bis 275 m μ hin ausweitet, und andererseits ein Kontinuum bis ins ultrarote Gebiet. Die Hochdrucklampe ist also in der Lage, mit ihrem am sonnenähnlichsten Licht die Kohlenbogenlampe zu ersetzen. Eine bakterientötende Fähigkeit ist aber nicht zu erwarten. Dagegen dürfte sie für die Kosmetik unter Abfilterung der Dorno-Strahlen, sei es mittels Glasfilter an der Lampe selbst oder mittels eines Schutzöles auf der Haut (Nivea-Ultra-Öl hat unterhalb von 310 m μ nur noch eine Durchlässigkeit von 6 %, am geeignetsten sein, wenn auch eine Steigerung der Linien um 340 m μ für diesen Zweck wünschenswert wäre. Ein solcher Strahler hätte erst Anspruch auf den Namen „Höhensonne“

Neben dieser überragenden Stellung der UV-Strahlen in der Medizin ist ihre Anwendung auch in der Technik nicht ohne Bedeutung. Außer den schon vorher erwähnten Beispielen kommen noch u. a. die Lichtpausereien (Diazfarbstoffe), Nahrungsmittel (Sterilisierung von Milch usw.) und chemische Industrie (Lacklederhärtung) in Betracht. In diesem Zusammenhang verdienen die Leuchtstofflampen als mittelbare UV-Leuchten Erwähnung, von denen einige die Hg-Linie 2537 Å, andere die Neon-Linien um 74 m μ zur Anregung der auf der Innenseite eines Glasgefäßes angebrachten Luminophore verwenden. Die Anregungslinien strahlen also selbst nicht aus dem Entladungsgefäß.

3) 1 at = 735,5 Torr.

Die neuzeitlichen Entladungslampen mit festen Elektroden können sowohl an Wechsel- wie auch an Gleichspannungsnetze angeschlossen werden. Bei letzterer Art tritt lediglich eine höhere Wattaufnahme infolge Wegfalls der Drossel als komplexer Widerstand ein. Für die abgestrahlte Intensität der einzelnen Linien ist es jedoch grundsätzlich nicht gleichgültig, welche Spannungsart gewählt wird. Es treten Unterschiede bis zu 60 % bei der hierfür sehr empfindlichen Linie 2537 Å auf, wobei außerdem noch die Art der Belastung, ob rein ohmisch, induktiv, kapazitiv oder gemischt, eine Rolle spielt. Die Abb. 4 zeigt aus der Vielzahl drei typische Schaltungen: (a) für Entladungslampen mit Oxydelektroden, (b) mit flüssigen Hg-Elektroden für Gleichspannung und (c) für Wechselspannung.



(a) für Entladungslampen mit Oxydelektroden, (b) mit flüssigen Hg-Elektroden für Gleichspannung und (c) für Wechselspannung.

Es konnte sich selbstverständlich im Rahmen dieser Zeitschrift nur um Information in großen Zügen handeln. Wer tiefer in die umfangreiche Materie der ultravioletten Strahlen eindringen will, dem möge der Literaturnachweis ein Wegweiser sein.

H. Tzschentke

Literatur

- Wellisch, Kowarschik, Die Quarzlampe und ihre medizinische Verwendung. 1932.
- Meyer, Seitz, Ultraviolette Strahlen. 1942.
- Handbuch der Lichttechnik 1938.
- Zeitschrift Strahlentherapie.
- Zeitschrift für technische Physik.
- Zeitschrift Das Licht.
- Deutsche Patente der Klasse 21f und g.

Flip-flop — see-saw?

Zur Lösung von Aufgaben auf dem Gebiet der Elektronik ist der Leser oftmals gezwungen, auf das Fachschrifttum des Auslandes zurückzugreifen, um sich über dort bereits gewonnene Erfahrungen und Kenntnisse zu informieren. Bei der Übersetzung dieser Aufsätze stolpern sicher manche Leser über Fachausdrücke, die sich in die sonst so nüchterne Sprache des Technikers eingeschlichen haben. Besonders das amerikanische Schrifttum wimmelt von Bezeichnungen, die sich schlecht ins Deutsche übersetzen lassen und auch in den in der letzten Zeit erschienenen technischen Wörterbüchern nicht zu finden sind. Ihre Bedeutung versteht man nur, wenn man in der Lage ist, auf Veröffentlichungen der letzten Jahre zurückzugreifen.

Flip-flop circuit. Abb. 1 zeigt ein Beispiel einer „flip-flop“-Schaltung. Die beiden Röhren $R\ddot{o}_1$ und $R\ddot{o}_2$ sind katodengekoppelt, und ihr Arbeitspunkt ist durch die positiven Spannungen U_{g1} bzw. U_{g2} , die die vom großen gemeinsamen Katodenwiderstand erzeugte Vorspannung aufheben, so eingestellt, daß im Ruhezustand durch $R\ddot{o}_2$ ein Anodenstrom fließt, während $R\ddot{o}_1$ gesperrt ist. Erhält nun $R\ddot{o}_1$ einen positiven Steuerimpuls, dessen Amplitude mindestens so

groß ist wie der Unterschied U_{d1} der Spannungen U_{a1} und U_{a2} , zieht auch $R\ddot{o}_1$ kurzzeitig Anodenstrom. Der Anodenwiderstand auftretende plötzliche

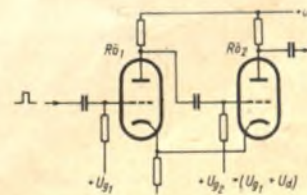


Abb. 1. Beispiel einer „flip-flop“-Schaltung

Spannungsabfall überträgt sich über den Kopplungskondensator auf das Gitter von $R\ddot{o}_2$ und sperrt diese. Ist der Impuls an $R\ddot{o}_1$ abgeklungen, kehrt die Schaltung in den Ruhezustand zurück. An der Anode von $R\ddot{o}_2$ entsteht ein rechteckförmiger Spannungsverlauf.

See-saw circuit ist eine Bezeichnung für den bekannten „anode-follower“ nach Abb. 2, eine Phasenumkehrstufe, bei der die Verstärkung (durch Gegenkopplung) praktisch gleich 1 ist. Man kann sich die Schaltung, und das sagt auch der Name „see-saw“, als Wippe vorstellen mit g_1 im Drehpunkt. Die gegenphasige Auf- und Abbewegung der

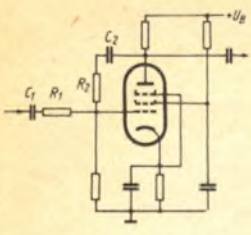


Abb. 2. „See-saw“-Schaltung oder „anode follower“

Eingangswchelspannung an dem einen Arm C_1R_1 und der Ausgangswchelspannung an dem anderen Arm C_2R_2 hat am Gitter nur eine das Gleichgewicht aufrecht haltende Steuerwchelspannung zur Folge.

Scale-of-two circuit. Diese in Abb. 3 gezeigte Schaltung wird dazu gebraucht, aus einer an den Eingang gelegten Impulsreihe nur jeden zweiten zu Steuerzwecken auszunutzen. Die Arbeitsweise ist folgendermaen: Gelangt ein positiver Impuls an den Eingang, zundet zunachst nur eine der beiden Gastrioden, z. B. $R\ddot{o}_1$; $R\ddot{o}_2$ kann nicht mehr zunden, da am gemeinsamen Katodenwiderstand eine hohere Gitterspannung erzeugt wird, und durch die Ladung des Kondensators C die Anodenspannung abfallt. Nach der Aufladung dieses Kondensators steigt die Anodenspannung an $R\ddot{o}_2$ wieder, und wenn der nachste Impuls eintrifft, zundet $R\ddot{o}_2$. Dadurch fallt die Anodenspannung von $R\ddot{o}_2$ wieder sehr stark, und da der Kondensator C noch

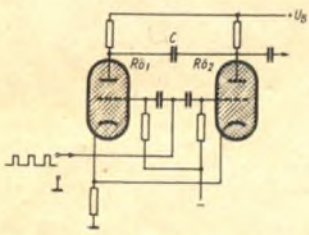


Abb. 3. Beispiel einer „scale-of-two“-Schaltung

geladen ist, sinkt auch die Anodenspannung von $R\ddot{o}_1$ plotzlich so stark, daB $R\ddot{o}_1$ erlischt, usw.

Clamping diode — catching diode. Ein „clamping circuit“ ist eine Schaltung, bei welcher der Arbeitspunkt einer R\ddot{o}hre w\ddot{a}hrend einer bestimmten Zeit auf einen festen Wert „festgehalten“ (clamped) wird. Meist geschieht dies durch sogenannte „clamping“-Dioden, die dazu dienen, wenn zwischen ihrer Anode und Katode eine unerw\ddot{u}nschte Spannungs\ddot{a}nderung auftritt. Abb. 4a zeigt eine Katodenverst\ddot{a}rkerstufe mit einer „clamping diode“. Uebersteigt der Spannungsabfall am Katodenwiderstand und damit die Gittervorspannung den Wert $+U_g$, so leitet die Diode.

Die „catching diode“ dient dazu, z. B. in Kipperschaltungen den plotzlichen Anstieg

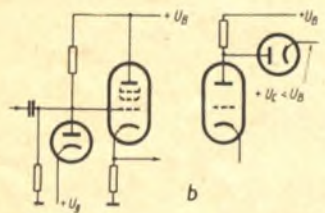


Abb. 4. a) Katodenverst\ddot{a}rker mit „clamping“-Diode b) „Anode catching“-Diode

des Anodenpotentials der Lader\ddot{o}hre „aufzufangen“, indem es nur wenig uiber den Wert U_g ansteigen kann (Abb. 4b). Man erreicht damit eine Verk\ddot{u}rzung der R\ddot{u}cklaufzeit.

Ein mag slip ist eine Anordnung, die in der deutschen Funkme\ddot{a}Btechnik mit Goniometer bezeichnet wurde. Sie dient

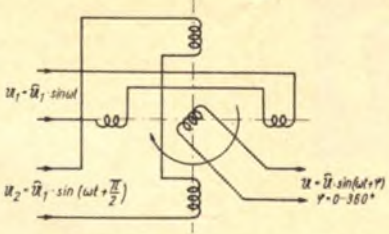


Abb. 5. Induktiver „mag slip“

dazu, eine Wchelspannung proportional einem eichbaren Drehwinkel um 360° in der Phase verschieben zu k\ddot{o}nnen (Abb. 5). (Wird fortgesetzt)

Me\ddot{a}Bm\ddot{o}glichkeiten mit dem Resonanzkapazit\ddot{a}tmeser

(Schlu\ddot{b} von S. 624)

lassen; man kann nur noch die ungef\ddot{a}hre Gr\ddot{o}Benordnung der Induktivit\ddot{a}t feststellen.

Bei den gr\ddot{o}Beren Induktivit\ddot{a}ten ergibt sich eine \ddot{a}hnliche Grenze. Das Verfahren benutzt ja die Herabsetzung von L_0 durch das parallelgeschaltete L_x f\ddot{u}r die Bestimmung des letzteren. Da L_0 je nach eingeschaltetem Me\ddot{a}Bbereich verschieden ist, benutzt man f\ddot{u}r die Messung gro\ddot{B}er Induktivit\ddot{a}ten die kleinsten Me\ddot{a}Bbereiche (wo L_0 recht gro\ddot{B} ist), damit die Parallelschaltung des gro\ddot{B}en L_x noch eine me\ddot{a}Bbare \ddot{A}nderung der Gesamtinduktivit\ddot{a}t hervorruft. Die Grenze einer einigerma\ddot{a}Ben brauchbaren Messung d\ddot{u}rfte etwa erreicht sein, wenn L_x f\ddot{u}nf- bis zehnmal gr\ddot{o}Ber ist als L_0 ; im Falle des hier erw\ddot{a}hnten KRHT-Me\ddot{a}Bger\ddot{a}ts also bei etwa $10 \dots 20$ mH.

Wie man sieht, ersetzt das beschriebene Me\ddot{a}Bverfahren keineswegs ein normal aufgebautes L-Me\ddot{a}Bger\ddot{a}t, jedoch kann man sich damit in vielen F\ddot{a}llen helfen, wenn ein solches nicht zur Verf\ddot{u}gung steht.

BRIEFKASTEN

W. Meyer, Stadtoldendorf

Ich habe den Selbstbau einer abgeschirmten Antenne vorgenommen. Als Antenne wird auf dem Dach ein 6 m hoher Stab-Luftleiter benutzt, die Zuleitung soll mittels hochwertigen HF-Kabels erfolgen, ca. $15 \dots 20$ m, 50 pF/m Kapazit\ddot{a}t, konzentrisches Kabel. Es soll insbesondere Mittelwelle und Langwelle \ddot{u}bertragen werden. Ich nehme an, da\ddot{B} besondere Anpassungen \ddot{u}ber Antennentralos stattfinden m\ddot{u}ssen.

F\ddot{u}r eine unbelastete Antenne (ohne Dachkapazit\ddot{a}t), die also aus einem unten geerdeten und am Fu\ddot{B}punkt an den Sender oder den Empf\ddot{a}nger angekoppelten senkrechten Draht von der L\ddot{a}nge H besteht, berechnet sich der Eingangswiderstand nach den bekannten Telegrafengleichungen f\ddot{u}r einen beliebigen Punkt des Drahtes zu

$$Z = 3 \cot^2(\gamma x), \text{ dabei ist}$$

$$Z = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{j\omega C}} = \sqrt{\frac{L}{C} - j\frac{R}{\omega C}}$$

der Wellenwiderstand der Antenne, wenn die Ableitung G vernachl\ddot{a}ssigbar klein ist. Die Fortpflanzungskonstante $\gamma = \beta + ja$ wird f\ddot{u}r kleine D\ddot{a}mpfungen nur wenig von β beeinflusst, so da\ddot{B} $\cot^2(\gamma x) = \cot^2(j\alpha x) = -j \operatorname{ctg}(\alpha x)$ wird.

F\ddot{u}r die ganze Antennenl\ddot{a}nge H erh\ddot{a}lt man dann $Z = -j 3 \operatorname{ctg}(\alpha H)$ (1)

Ist die Antenne in Resonanz, so ist naturgem\ddot{a}\ddot{B} $Z = 0$, d. h. es mu\ddot{B} sein

$$\alpha H = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}, \dots$$

allgemein $\alpha H = \frac{2n+1}{2} \pi$, ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$)

Nun ist noch $\alpha \cdot \lambda = 2\pi$, so da\ddot{B}

$$H = \frac{2\pi}{\lambda} H = \frac{2n+1}{2} \pi$$

Daraus folgt schlie\ddot{B}lich

$$H = \frac{2n+1}{4} \lambda \quad (2)$$

Man erh\ddot{a}lt also f\ddot{u}r $n = 0, n = 1, n = 2$ usw.

$$H_0 = \frac{\lambda}{4} \text{ (Grundwelle),}$$

$$H_1 = \frac{3}{4} \lambda \text{ (3. Oberwelle),}$$

$$H_2 = \frac{5}{4} \lambda \text{ (5. Oberwelle) usw.}$$

Um den Wellenwiderstand Z zu bestimmen, ist zun\ddot{a}chst $R = r + R_s$ zu berechnen. Unter der immer zutreffenden Annahme, da\ddot{B} der Verlustwiderstand r zu vernachl\ddot{a}ssigen ist, gilt

$$R = R_s = 640 \left(\frac{H}{\lambda}\right)^2 \text{ (Ohm)} \quad (3)$$

Hierbei ist R_s der Strahlungswiderstand.

F\ddot{u}r die dynamischen Antennen-Kapazit\ddot{a}ten und -Induktivit\ddot{a}ten ist angen\ddot{a}hert einzusetzen

$$L_{dyn} = \frac{4H}{\pi} \ln\left(\frac{2H}{\sqrt{3}d}\right) 10^{-9} \text{ (H),}$$

$$C_{dyn} = \frac{H}{9 \cdot 10^{11} \pi \ln\left(\frac{2H}{\sqrt{3}d}\right)} \text{ (F)} \quad (4)$$

Dabei ist $d = \phi$ des Antennenstabes in cm. F\ddot{u}r den Wellenwiderstand ergibt sich dann schlie\ddot{B}lich mit

$$\omega = \frac{0,6\pi}{\lambda} 10^{11} \text{ (\AA in cm)}$$

$$Z = \sqrt{3000 \ln\left(\frac{2H}{\sqrt{3}d}\right) \left[\left(1,2 \ln\left(\frac{2H}{\sqrt{3}d}\right) - j 3,2 \frac{H}{\lambda}\right) \right]} \quad (5)$$

oder da der imagin\ddot{a}re Anteil meistens vernachl\ddot{a}ssigt werden kann

$$Z = 60 \ln\left(\frac{2H}{\sqrt{3}d}\right) \text{ (Ohm)} \quad (5a)$$

F\ddot{u}r einen senkrechten Antennenstab von $H = 600$ cm L\ddot{a}nge und $d = 3$ cm Dicke, der am Fu\ddot{B}punkt angekoppelt ist, erh\ddot{a}lt man danach f\ddot{u}r den Wellenwiderstand

$$Z = 60 \ln(1200/1,7 \cdot 3) = 60 \ln(231) = 327 \text{ Ohm.}$$

Ist der Antennenstab nur 1 cm stark, so w\dd{u}rde Z entsprechend gr\ddot{o}Ber, und zwar

$$Z = 390 \text{ Ohm.}$$

F\dd{u}r ein konzentrisches HF-Kabel mit dem \ddot{a}u\dd{B}eren ϕ D und dem des Kerns d gilt f\dd{u}r den Wellenwiderstand

$$Z = 138 \log\left(\frac{D}{d}\right) \text{ (Ohm).} \quad (6)$$

Ist also beispielsweise $D = 10 \cdot d$, so ist der Wellenwiderstand des Kabels $Z = 138$ Ohm. In diesem Falle ist also zwischen Antenne (f\dd{u}r $d = 1$ cm) und Leitung ein Transformator mit dem \dd{u}bersetzungsverh\dd{a}ltnis

$$u = \sqrt{\frac{390}{138}} = \frac{1,68}{1} \text{ zu schalten.}$$

Bei einer gew\dd{u}hnlichen Doppelleitung, bei der der Abstand der Adern voneinander $= D$ und der ϕ jeder Ader $= d$ ist, ist der Wellenwiderstand

$$Z = 277 \log\left[\left(\frac{D}{d}\right) \left(1 + \sqrt{1 - \frac{d^4}{D^4}}\right)\right] \text{ (Ohm)} \quad (7)$$

Macht man das Verh\dd{a}ltnis $\frac{D}{d} = 15$ (etwa $d = 1$ mm Drahtst\dd{a}rke jeder Ader und 15 mm Abstand der Adern voneinander), so ist

$$Z = 277 \log\left[15 \left(1 + \sqrt{1 - \frac{1}{225}}\right)\right] = 277 \log 30 = 410 \text{ Ohm}$$

Diese Doppelleitung k\dd{u}nnte man also ohne \dd{u}bertrager an die Antenne schalten.

Es darf aber nicht vergessen werden, da\dd{B} diese optimalen Verh\dd{a}ltnisse nur f\dd{u}r eine ganz bestimmte Wellenl\dd{a}nge zutreffen. Wie die Gleichung (5) erkennen l\dd{a}\dd{B}t, \dd{a}ndert sich der Imagin\dd{a}r-Anteil unter der Wurzel mit der Wellenl\dd{a}nge λ , d. h. der Wellenwiderstand Z h\dd{a}ngt von λ ab.

KACO

**ZERHACKER
WECHSELRICHTER
WECHSEL-
GLEICHRICHTER**

*Die bewährten
GLEICHSTROM
UMFORMER
mit hohem
Wirkungsgrad*

**KUPFER-ASBEST-CO
HEILBRONN**

Vielfachmeßgeräte 10000 Ohm/Volt



wahlweise 1000 Ohm/Volt, Einbauminstrumente ab 25 μ A, Schalltafelinstrumente in Quadrant- und Profilausführung, Reparaturen aller Fabrikate

DIPL.-ING. OTHMAR FORST
ELEKTR. MESSGERÄTE UND PRÜFVORRICHTUNGEN
München 22 · Zweibrückenstraße 8 II

Achtung! EINMALIGE PREISE!

Einige Auszüge aus meinem Sonderangebot 9-10 50

12 SA 7	8,60	35 L 6	9,85	ABL 1	9,75	EZ 12	3,75
12 SQ 7	6,80	35 Z 5	9,75	ECL 11	10,50	VCL 11	10,50
25 L 6	8,25	50 L 6	9,90	EBL 1	7,95		

Bitte mein Sonderangebot 9-10 50 anfordern · Alle Rohren mit 6 Mon. Garantie in Faltschachteln

Eugen Queck, Nürnberg · Hallerstr. 5 · Tel.: 253 83

Langspiel-Nadeln



HEROLD

H. J. WENGLIN'S

NORICA- UND HEROLD-WERK

SCHWABACHER NADELFABRIK G.M.B.H.

SCHWABACH BOY.

Ein Qualitätsbegriff

Ein Qualitätsbegriff

Pick-up-Nadeln



DM 369.-

Aus unserer Meßgerätefertigung:

Empfängerprüfsender UIM 20 M

Ein vielfach erprobter Prüfsender
Frequenzbereich lückenlos 110 KHz-22 MHz
HF-Ausgangsspannung 3,5V-100 mV, gedehnte ZF
NF-Ausgangsspannung 2V-400 HZ

KIMMEL G.m.b.H. München 23
Osterwaldstr. 69

Röhrensonderangebot

alle Röhren neu oder 100%

AC 50	15,-	LG 1	5,-
AC 100	6,-	LG 2	4,-
AZ 11	2,25	LV 5	3,-
AZ 12	5,-	R 110	4,-
Ca	5,-	R 120	6,-
Da	5,-	RE 084	2,90
DDD 25	12,-	RE 134	6,50
DLL 21	9,-	RENS 1264	6,-
EA 111	5,-	RENS 1294	8,-
EB 11	3,-	RG 12 D 2	6,-
EBC 11	8,-	RGN 564	4,-
EDD 11	9,-	RGN 2004	5,-
EF 6	8,-	RI 2,4 F 4	3,-
EF 13	8,-	RL 12 T 15	5,-
EL 6 spez.	18,-	RS 242	6,-
EZ 12	5,-	STV 70,6	1,60
E 2 e	8,-	STV 100 25	2,-
KB 2	5,-	STV 150 20	2,50
KBC 1	8,-	STV 280 40	4,50
KC 1 Stift	3,50	STV 2,0 80	5,-
KF 1	8,-	Te 30	3,-
KF 2	8,-	Te 60	4,-
KF 3	8,-	UBL 3	12,-
KH 1	12,-	UCH 5	12,-
KK 2	12,-	U 518	0,80

Außerdem sind weitere 200 Röhrentypen am Lager Mengenrabatt bei einem Auftrag von 20,- 20%, bei 30,- 30% usw. bis 250% bei 250,-. Postversd geg. Vorkasse Postcheck Berlin West 7295



Berlin N31, Brunnenstr. 67, Fernspr. 46

Radioröhren

zu kaufen gesucht
gegen Kassazahlung

INTRACO GmbH.
MÜNCHEN · FELDMOCHING
Franz-Sperr-Weg 29

Größeren Posten

permanentdyn. Lautsprecher

130 mm ϕ , Magnet NT 2 und Magnet 8911

Angebote unter (US) F. D. 6701

preisgünstig abzugeben

Komplette DUCATI-Gegensprechanlage
mit zwei Chelsprechstellen (eine Vierer- und eine Achter-Anlage), 12 Nebenstellen, drei Stromschlußanlagen und etwa 500 m Spezialkabel, geeignet für den Einbau in einen größeren Bürobetrieb sowie

LORENZ-Stahltongerät (Diktiermaschine)
in Truhenausführung, Laufzeit der Drahtspule 30 Min., Frequenzumfang etwa bis 4000 Hz, daher sehr gute Sprachverständlichkeit, Vollnetzanschluß, 2 Steuerstellen, auch für die Aufnahme von Telefongesprächen, **günstig zu verkaufen.** Anfragen erbeten unter (B) F. E. 6632

FRIEDRICH WILHELM LIEBIG GmbH

BERLIN - NEUKÖLN - THÜRINGER STRASSE 17

Gegründet 1921
Tel.: 62 43 69

RADIO - ELEKTRO - GROSSHANDLUNG

GENERALVERTRIEB: **BRAUN-RADIO**

GERÄTE · PHONO-KOMBINATIONEN · KÖFFER

MARKWORTH G.M.B.H.

QUALITÄTSSPULEN FÜR ALLE ZWECKE

SIESTA-FERNBEDIENTUNGSGERÄT

DER GROSSE SCHLAGER
DER DÜSSELDORFER AUSSTELLUNG

AN DEN VERLAG FUNK-TECHNIK*

Bestellschein

1. Liefern Sie bis auf weiteres zu den Abonnementsbedingungen die FUNK-TECHNIK ab Heft (monatl. 2 Hefte).

2. Liefern Sie unberechnet ein Probeheft der FUNK-TECHNIK.

(Nichtgewünschtes bitte streichen)

Name: Datum:

Genauere Anschrift:

* Berlin-Borsigwalde · Stuttgart, Postfach 1001 · Frankfurt M., Alte Gasse 14-16

BESTELLSCHEIN

Liefern Sie aus dem
VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH.
BERLIN-BORSIGWALDE

Exemplar

Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker
zum Preise von DM-W 12,50 spesen- und portofrei
durch Nachnahme

Name: Datum:

Genauere Anschrift:

RÖHREN-SONDERANGEBOT
Keine Oströhren, 6 Monate Garantie!

ABC 1	netto DM 6,-
AC 2	DM 2,25
AD 1	DM 7,50
AF 3	DM 6,-
AK 2	DM 8,-
EF 11	DM 5,25
EF 12	DM 5,-
EF 14	DM 6,40
EFM 11	DM 6,50
EL 11	DM 7,20
UEL 11	DM 9,-
UM 4	DM 5,50
RGN 354	DM 2,10
RGN 2004	DM 3,-
RGN 2504	DM 3,-
RL 12 T 1	DM 2,-
RV 2 P 800	DM 1,80
RV 12 P 4000	DM 2,75

Alle Röhren fabriekneu, Mengenrabatte, Versand per Nachnahme (Ostzone nur geg. Vorauskassa) Ausführliche Lagerliste anfordern

Radio-Röhren-Großhandel
H. Kaets

Bln.-Friedenau, Schmaragdortler Str. 6, Tel. 24 22 20

Röhren-Sonderangebot

Keine Oströhren, 6 Monate Garantie

AC 2	2,-	1234	13,25
AD 1	7,25	DCH 21	4,75
ECH 11	9,50	DA 25	4,75
EL 3	6,25	LD 1	3,-
EL 5	9,25	LD 2	3,50
EL 11	7,-	P 2000	5,50
EL 11	7,-	P 4000	2,50
UCL 11	10,50	RL 2 4 P 2	1,50
VL 1	12,50	35 L 6	12,75
VL 4	12,50		

Siemens 20-Watt-Verstärker, originalverpackt, o.R. 75,-, Röhrenbestückung zweimal EL 12, zweimal EF 14 und AZ 12

Alle Röhren fabriekneu. Verlangen Sie kostenlos unsere neue Röhrenpreisliste.

Radio-Fett

Berlin-Charlottenburg 5, Königsweg 15 am Kaiserdamm

Berliner Osram-Groß- u. Kleinlampen

vorteilhaft und prompt ab sortiertem Großlager
Nach Bundesgebiet 3% Steuer-Vergütung

Auch ELTAX-Skalen-, Taschen-, Fahrrad- u. Autolampen, über Großprüfstand laufend auf Normen-Daten kontrolliert, bes. preiswert.

Ab DM 50,- netto fr. fr. unter Nachnahme mit 3% — Fordern Sie Spezialofferte

ELTAX ELEKTRO seit 1907
Bismarckstr. 11 · DESSAUER STR. 32

Suche: AH 1, AH 100



Berlin-Baumenschulenberg
Trojanstraße 6 · Am S-Bannhof
Mit Wochen geschlossen · Ruf 63 35 00

Gebrauchter **Elektro-Entstrahlzylinder**
und gebrauchter **Schwabungssummer**
zu kaufen gesucht

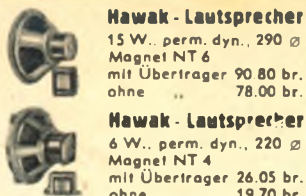
Ausführl. Angebote mit Preis erbeten an Graetz KG, Altena (Westf.), Postfach 48

Koordinatenschreiber

Fabrikat S. u. H.

dringend gesucht!

Angebote erb. unter (US) F. M. 6686



Hawak - Lautsprecher

15 W., perm. dyn., 290 Ø
Magnet NT 6
mit Übertrager 90 80 br.
ohne .. 78.00 br.

Hawak - Lautsprecher
6 W., perm. dyn., 220 Ø
Magnet NT 4
mit Übertrager 26.05 br.
ohne .. 19.70 br.

Rundfunktechgesch. 30% Rabatt, Nachn. m. 3% Skonto
Weitere Typen, Rundfunkkleinmaterial
sowie Rundfunkgeräte liefert

HAWAK-VERTRIEB CH. KNAPPE

Rundfunkgroßhandel · Bamberg z · Luitpoldstr. 16

SUCHE

RÖHREN

(auch Restposten)

jede Menge

gegen Kasse

Nur preisgünstige Angebote
erbeten unter (US) F. A. 6698

Neuhaltl Kontaktflüssigkeit

Elektrolin

reinigt, verringert den Übergangswiderstand, schützt vor Korrosion

Weitenschalter
Röhrensockel
Kollektoren usw.

LABOR MENKE · Büren i. W.
Landwehrstr. 10

CHIFFREANZEIGEN

Adressierung wie folgt: Chiffre
FUNK-TECHNIK, Berlin-Borsigwalde,
Eichborndamm 141 - 167

Zeichenerklärung: (US) = amer. Zone,
(Br.) = engl. Zone, (F) = franz. Zone,
(B) = Berlin

Stellenanzeigen

Allen Bewerbern wird empfohlen, ihren
Schreiben keine Original-Zeugnisse, sondern
lediglich Abschriften beizufügen.
Dadurch erübrigt sich auch die Absendung
der Bewerbung unter „Einschreiben“,
zumal die einlaufenden Offerten
doch nur als gewöhnlicher Brief an den
Auftraggeber weitergeleitet werden.

INGENIEUR

der Fernmeldetechnik
38 Jahre

mit langjähriger Industriepraxis
in Labor, Prüffeld und Kb
sucht möglichst bald neuen
Wirkungskreis auch in Ostzone

Angebote an Mr. Guy Bucher,
Artificier à Kenzingen-Bade, Depot No 59

Südd. Rundfunk-Geräte-Fabrik

sucht **DIPL.-ING.**

mit mehrjähriger Praxis
als Geräte-Entwickler.

Angebote erbeten unter (US) F.C. 6700

Dipl.-Ing. (HF) mit 10jähriger Tätigkeit
in der Entwicklung (Empf., Kl.-Sender
und Antennen) und 2jähriger Betriebs-
praxis (Betriebsleiter) in Fernsehen
und Rundfunk sucht sich zu verändern
(Br.) F. M. 6685

Gelernter Rundfunkmechaniker und gele-
rnter Dreher, 29 Jahre, verheiratet,
1 Kind, sucht passende Arbeitsstelle in
den Westzonen, Angeb. unter P. G. 6680

Original amerikanische Röhren weiterhin
preisgünstigst

Kleines Sonderangebot:

6 K 7 (EF 11)	2,70	6 K 6 (EL 1)	3,60	12 C 8 (UBF 11)	3,65
6 N 7 (EDD 11)	1,90	6 SR 7 (EBC 11)	3,50	12 SG 7 (UF 11)	3,95
6 L 7 (EDD 11)	1,90	25 L 6 (CL 2)	8,20	1629 (UM 11 - Tr.)	4,90

und alle weiteren, gängigen Typen zu den bekannten Bedingungen
Rimlock-Röhren zu Sonderrabatten · Sockelfassungen jeder Art,
UKW-Teile und Magnetophon-Zubehör am Lager · Gramo-Nadeln
(200 Stück) in Büchse 0,40 DM; Dauernadeln, 10 Stück in Dreh-Etui
für 40 Plattenseiten 0,85 DM.

Abgabe von Einzelteilen und Röhren nur an Wiederverkäufer!

Gesucht werden in festem Auftrag 10 000 LS 50-Socket und ca.
300 000 Stück Schichtwiderstände (bis 2 W) und Siktrop-Konden-
satoren (mind. 500 V) · Erbiete Angebote auch kleinster Posten!

HANS HERMANN FROMM · BERLIN-FRIEDENAU

Bundesallee 140, (unmittelb. a. S-Bhf. Wilmersd.) · Tel.: 24 30 02, Telegr.: Industriefromm berlin

Fernschreibmaschinen

Kaufe laufend
Siemens Blattschreiber, Siemens Streifenschreiber Type 34 I-K
sowie Lorenz Maschinen, Handlocher und Lochstreifensender

Angebote an

RICHARD SCHILLING · HAMBURG-KLEINFLOTTBEK

HOCHRAD 62 · TELEFON: 49 12 20

SEHR GUT EINGEFÜHRTE Vertreterfirma

SITZ NÜRNBERG

kapitalkräftig, mit 3 Fahrzeugen
und 2 ständig reisenden Herren,
sucht für Nordbayern (13a)

NUR FÜHRENDES WERK DER BRANCHE

zu vertreten · Repräsentable
Büro- u. Lagerräume vorhanden

Gefl. Angebote unter (US) F. Z. 6697

Verschiedenes

Grammophon-Reparaturen, Plattenspieler
50jähr. Erfahrung, Grammophon-Pietsch,
Jetzt Swinemünder Str. 97, Tel. 46 37 47

Wir messen Ihnen Ihre Senderöhren
z. B. RS 329, schnell und billig; Abhol-
dienst, Herrmann KG, 87 36 67, Berlin-
Wilmsdorf, Hohenzollerndamm 174

Kaufgesuche

Röhren dringend gesucht gegen Sofort-
kasse: AH 1, AH 100, ACH 1, AB 1, BCH 1,
ABL 1, LG 1, LG 12, C 1, CK 3, DCH 11,
DAF 11, DL 11, DL 25, DG 7/2, DG 9/3,
ECL 11, EW 85/255/100, EW 20/60-60, FF 22,
GR 150 DK, EF 5, HR 1/100/1/5, LB 1, LB 8,
LG 12, LS 50, LD 5, LV 4, LK 4330, LG 16,
LS 4/11, LV 13, 1204, 1214, 1224, 1234,
1254, 1284, RG 12 D 300, 704 d, 164, 374,
964, 1820, 1819, 1834, 1824, R 250, RV 12
P 3000, RV 12 P 2001, RV 2, 4 P 700, RV 2, 4
P 701, RL 1 P 2, SA 100, SD 3, StV 280/80,
StV 600/200, StV 75/19, RD 2 MD, RD 2 Mh,
T 113, T 114, UM 11, UFM 11, UM 4,
UBL 2f, RV 2, 4 P 3, VF 7, VL 1, VF 3,
VL 4, WG 33, WG 34, WG 35, WG 36,
3 NF, 2 HMD, 1 U 5, 1 S 5, 1 LD 5,
1 L B 4, 2 A 5, 3 V 4, 6 N 6, 6 A 8, 6 K 8,
6 E 8, 6 SK 7, 6 AK 5, 6 AF 7, 12 K 8,
25 A 8, 25 Z 5, 32 L 7, 35 Z 4, 35 Z 5,
39 L 6, 10738, 1049, 1749a, 43, 47, 954,
955, 9003, Fassungen für EF 50, 6 D 6,
U 2410 P, DG 9/3, LV 4, Telegraf-Relais
63 P, 64 P, 65 P, 67 P. Angebote mit
Preisen erwünscht! Art. Radio-Versand,
Charlottenburg, Kaiser-Friedrich-Str. 18.

Radio-Felt sucht: ACH 1, AH 1, CK 1,
AB 1, AB 2, CB 2, ECH 11, LG 12, LS 50,
P 2000, WG 35, WG 36, VF 7, UBL 21,
UCL 11 und andere Röhrenposten. Nur
einwandfreie Angebote an Radio-Felt,
Berlin-Charlottenburg 5, Königsweg 15

Stabilisatoren, 280/40 u. 280/80, gesucht
Radio Artl, Inh. Ernst Artl, Charlotten-
burg, Lohmeyerstr. 12

Suche Tongenerator Schwabungssummer
oder RC-Generator, Bereich 30 Hz bis
15 kHz. Angeb. unter (B) F. W. 6672

Restposten gesucht, in größeren Mengen
in allen Radiomaterialien, besonders:
verzinnter Schaldraht, Gummiaderlitzen,
Kupferantennenlitzen, Abstimmbestecks,
UKW-Kabel, Antennenkabel, Multizett,
Mullavi und allen Röhrenfassungen.
Angebote mit Preisen erwünscht Artl
Radio-Versand, Charlottenburg, Kaiser-
Friedrich-Str. 18, Tel. 32 66 04

Kopfhörer laufend gesucht „Elog“, Ber-
lin-Steglitz, Tel. 72 21 94

Aufsteck-Dektoren gesucht Bemuster-
tes Angebot an Elog G. m. b. H., Berlin-
Steglitz, Düntherstr. 8

Verkäufe

MESSBRÜCKE

NEU, UNIVERSAL RLC

zu verkaufen oder gegen
Super Modell 51 mit UKW zu tauschen

Angebote erbeten unter (Br.) F. B. 6699

Vielfachmeßgeräte, neu, Metrawatt,
4 Stück Tavokord TC 1000, Fabrikpreis
DM 145,-, Verkaufspreis DM 100,-
1 Ohmmeter AO, neu, Metrawatt, Fabrik-
preis DM 100,-, Verkaufspreis DM 80,-
1 Novatest-Universalprüfgerät, wie neu,
DM 100,-, Anfragen unter (Br.) F. V.
6695 erbeten

Zu verkaufen: 400 Kathodenstrahlröhren
LB 2, mit Fassungen neu. Angebote unter
(Br.) F. W. 6696

Empfänger, Meßsender Type S M F, Fab-
rikat Rohde & Schwarz, neuwertig, für
DM 1000,- verkäuflich. Heutiger Fabrik-
preis DM 2200,-, Anfragen unter (Br.)
F. U. 6694 erbeten

Klein-Empfänger (Westberliner Fabrikat)
in Originalausführung (wie DKE), hoch-
glanzpoliertes Bakelitgehäuse mit Neb-
schalter, einschließlich VCL 11, Nach-
nahmeversand (in Originalposten) je
3 Stück DM 97,50,- Minor, Berlin
Zehlendorf, Riemerstr.

DKW

Schnell-Laster



3/4 to · 4,2 cbm

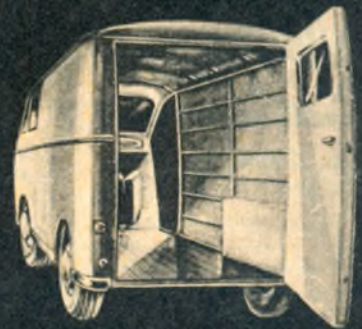


Wassergekühlter DKW-Zweizylinder-Zweitaktmotor, 700 ccm, 20 PS. Frischal-Mischungs-schmierung, Dynastartanlage 150 Watt, Dreiganggetriebe, 60—70 km st., nur 8—9 Ltr. Normalverbrauch, Frontantrieb, Vallschwing-achser, hinten Kurbelachse mit Torsionsfederung, Teleskop-Stoßdämpfer, Öldruckbremse Laderaum 200 cm Länge, 139 cm Breite, 158 cm Höhe, 4,2 cbm

Schnell, zuverlässig und sparsam, wie es nur ein echter DKW sein kann — das ist der ideale Lieferwagen für Sie! Eine Probefahrt beim nächsten DKW-Händler wird Sie überzeugen. Prospekte über das DKW-Programm durch:

AUTO-UNION G·M·B·H

INGOLSTADT 204



Der Laderaum des DKW-Kastenwagens hat Zugang durch die breite Hecklür und von vorn durch das Fahrerhaus