

FUNK



15. JULI 1940

INHALT

HEFT 14

BODE, Aufwand und Erfolg bei Schaltanordnungen für beste Wiedergabequalität	209	PITSCH, Zusammenhang zwischen Induktivitäts- oder Kapazitätsänderung und Frequenzänderung	219
NENTWIG, Die Eigenschaften gasgefüllter Dreipolröhren	212	WIGAND, Keramische Empfängerröhren	219
STEPHANI, Aus der Praxis des Schallplattenschneidens	215	Patentschau	220
TANTZEN, Vollständiges Nomogramm für Kapazität und Wellenwiderstand konzentrischer Leitungen	218	PERRIN, Ein interessantes Röhrenvoltmeter	221
		BOTTKE, Ein einfaches Hilfsgerät bei Strom- und Spannungsmessungen	223

Preis RM —.50

WEIDMANNSCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG · BERLIN

Sämtliche Einzelteile

die in den Baubeschreibungen des „Funk“ erwähnt werden, halten wir stets am Lager

Walter Arlt & Co.

Radio-Handel
Berlin-Charlottenburg
Berliner Straße 48

Arlts großer Hauptkatalog ist da! Fordern Sie ihn sofort gegen Einsendung von 50 Rpf und 30 Rpf Porto in Briefmarken an.

Schlageliste S 9 a mit 1000 Gelegenheiten gratis!

FUNK

Gutschein Nr. 14

gültig für eine schriftliche Auskunft durch das

Funk - Bastler - Laboratorium

in Berlin SW 68, Zimmerstraße 94

Schriftlichen Anfragen ist dieser Gutschein und ein Freiumschlag beizufügen. Berechnungen von Transformatoren, Drosseln usw. werden nicht ausgeführt, Schaltungen und Baupläne von Empfängern nicht entworfen.

Name: _____

Ort und Straße: _____

Ich beziehe den „Funk“ durch Post / Buchhandlung / Straßenhandel

Staatliche Ingenieurschule



Hildburghausen

Abt. A: Maschinenbau

„ B: Elektrotechnik

Thüringen

Druckschriften kostenlos

Zu verkaufen:

eine Kofferlaufwerke für Wechsel-Allstrom, 1 Kofferverstärker 10 Watt, 2 Tel. bzw. Siemens Dreigangdrehkos, je 1 Siemens Oszillator O u. ZF-Kreis BR 1/BR 2, dazu pass. Siemens Skala und Zweigangdrehko für Super — div. Bastelteile —. Alles neu! Liste mit Preisen und Abbildungen durch

A. E. Drinks, Ing., Bayreuth

RUDOLF SCHADOW

DER MESS-SENDER

Die Entwicklung der Funktechnik bis zur heutigen Vollkommenheit stellt Händler, Funkwerkstätten und Reparaturdienststellen vor die Aufgabe, hochwertige Meßeinrichtungen zu schaffen, die schon durch ihre über alles zweckmäßige Ausstattung und Gestaltung die Einführung einer planvollen und gewinnsteigernden Arbeitsmethodik fördern.

Zu einer planvollen Arbeit in der Funkwerkstatt gehört in erster Linie ein Meßsender, gehören Meß- und Hilfseinrichtungen, um praktisch, zuverlässig und mit geringem Zeitaufwand schaffen zu können. Es gehört aber auch das Verständnis der Technik und Arbeitsweise dazu, um sie sinngemäß anzuwenden, ganz gleich, ob der Meßsender ein Industrieerzeugnis ist oder selbst hergestellt wurde. Der Selbstbau bietet natürlich weit tiefere Einblicke in die Materie, und wo ein Meßsender fehlt, kann sein Bau nicht warm genug empfohlen werden. Aus dieser Erkenntnis — abgesehen von den Ersparnisvorteilen — wird bei der Meisterprüfung im Rundfunkmechanikerhandwerk ein selbst hergestelltes Meßgerät verlangt, wozu sich ein Meßsender hervorragend eignet. Die hierzu erforderlichen Grundlagen schafft das neue Buch von Rudolf Schadow. Was wir bisher verstreut und nur in knapper Form inmitten allgemein gehaltener Werke über Meß- oder Funktechnik fanden, ist hier von der Praxis für die Praxis zusammengetragen und zu einem alle Fragen des Meßsenders behandelnden Ganzen gestaltet worden. Was das erfolgreiche Buch des Verfassers, die „Systematische Fehlersuche an Rundfunkgeräten“ als Richtungsweiser für die Einführung neuer Arbeitsmethoden in die Empfängerprüfung ist, gilt von dem neuen Buch für den Ausbau der Meßeinrichtungen und einer damit verbundenen weiteren Leistungssteigerung.

OTTO EICHLER G · M · B · H

TECHNISCHE BUCHHANDLUNG

BERLIN SW 68 · ZIMMERSTRASSE 94

Soeben erschien dies Buch, das in jeder Funkwerkstatt gehört. Sie sollten es sofort bei der untenstehenden Funkfachbuchhandlung bestellen.

I N H A L T

1. TECHNIK DES MESS-SENDERS

Gesichtspunkte bei der Planung / Sonderausführungen / Verbesserungsvorschläge / Allstromausführung / Zusatzeinrichtungen.

2. BAU DES MESS-SENDERS

Allgemeine Ausführung / Stückliste des Wechselstromsenders / Ausführung des Allstromsenders / Erste Inbetriebsetzung / Häufige Mängel und ihre Behebung / Die Eichung / Die Bestimmung des Modulationsgrades / Bau der Zusatzeinrichtungen / Stückliste der Zusatzeinrichtungen / Eichung der Zusatzeinrichtung.

3. ANWENDUNG DES MESS-SENDERS

Allgemeines über die Anwendung des Meßsenders / Bedienungsanweisung für den Meßsender / Bedienungsanweisung für die Zusatzeinrichtung — Brückenmessungen — Schwingungsnachweis — Abhörgerät — Röhrenvoltmeter — Resonanzmesser — Abgleichung von Empfängern — Mechanische und elektrische Vorbereitung — Anschluß des Meßsenders und der Zusatzeinrichtung — Abgleichung / Gütemessung an Rundfunkgeräten / Der Meßsender bei der Fehlersuche / Oszillographische Messungen.
Anhang: Nomographische Tafel zur Ermittlung der Frequenz, Wellenlänge, Kapazität und Induktivität / Tafel der elektrischen Einheiten und die Bezeichnung von dezimalen Vielfachen.

119 Seiten, 6 Tafeln, 69 Abb.
1 Bauplan 60 x 80 cm
gebunden RM 6,—

FUNK

DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

SCHRIFTFLEITUNG: LOTHAR BAND

WEIDMANNSCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG / BERLIN SW 68

Bezugspreis monatlich RM 1,- / Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pf. und die Verpackungskosten von 1 Pf. enthalten / Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pf.

15. JULI 1940

HEFT 14

Aufwand und Erfolg bei Schaltanordnungen für beste Wiedergabequalität

Von HARALD BODE

Das wachsende Interesse an Anordnungen für beste Wiedergabequalität rechtfertigt eine kurze kritische Betrachtung der Ziele, die bisher angestrebt wurden und der Wege, die in der Entwicklung noch zu beschreiten sind. Es ist notwendig, den Maßstab zu untersuchen, der bei der Beurteilung der Qualität angelegt wird, um, wenn hier Klarheit gewonnen ist, mit Erfolg Maßnahmen zur Steigerung der Wiedergabequalität zu ergreifen.

Die Untersuchung von Übertragungsanlagen wird nach der Beurteilung der Verzerrungsarten vorgenommen. Diese erhalten zweckmäßig folgende Einteilung:

- I. Stationäre Verzerrungen, bestehend aus
 - a) linearen Verzerrungen und
 - b) nichtlinearen Verzerrungen.
- II. Nichtstationäre Verzerrungen, bestehend aus
 - a) Phasen- bzw. Laufzeitverzerrungen und
 - b) Ausgleichsverzerrungen.

Von anderen Verzerrungen, die außerhalb des elektrischen Systems auftreten, soll hier nicht gesprochen werden.

Zu I. Die Bezeichnung „stationäre Verzerrungen“ ist dadurch gerechtfertigt, daß zu ihrer Betrachtung nur der stationäre Teil des zu untersuchenden Tones, Klanges, Frequenzspektrums oder Frequenzganges herangezogen wird. Bei der Untersuchung der linearen und nichtlinearen Verzerrungen spielt die Phase keine dominierende Rolle, und es interessiert auch nicht der Amplitudenverlauf der Wechselstromgrößen am Anfang und Ende des Meßvorgangs.

Zu II. Die Bezeichnung „nichtstationäre Verzerrungen“ ist dadurch begründet, daß diese Verzerrungen sich im nichtstationären Teil eines Klanges oder eines für die Übertragung in Frage kommenden elektrischen Vorganges auswirken. Werden verschiedene Frequenzen mit verschiedenen Laufzeiten übermittelt, wie es beispielsweise in langen Übertragungsleitungen auftritt, so wird ein An- oder Abklingvorgang nicht naturgetreu abgebildet. Da die An- und Abklingzeiten und deren frequenzmäßiger Verlauf aber wesentlich für die Beurteilung der uns bekannten Schallphänomene sind¹⁾, und insbesondere das Wiedererkennen von Musikinstrumenten oder von uns bekannten Stimmen von der Erhaltung ihrer Struktur abhängt, so müssen nach Möglichkeit

Phasen- bzw. Laufzeitverzerrungen vermieden werden oder aber ein nachträglicher Ausgleich stattfinden. Je kürzer ein nichtstationärer Vorgang ist, desto empfindlicher machen sich Phasenverzerrungen bemerkbar. Ein Impuls wird schon deformiert, wenn nicht sämtliche beteiligten Frequenzen phasengetreu übermittelt werden. Hier wirkt sich auch der Frequenzgang mitbestimmend aus²⁾.

Unter „Ausgleichsverzerrungen“ sind solche nichtstationären Verzerrungen zu verstehen, bei denen noch zusätzliche Ausgleichsvorgänge aus dem Übertragungssystem zu den diesem aufgeprägten nichtstationären Vorgängen kommen. Dieses können An- und Abklingvorgänge aus Filtern oder anderen schwingungsfähigen Gebilden mit entsprechend geringer Dämpfung sein. Diese Verzerrungen treten beispielsweise auf bei der Verwendung von Resonanzkreisen zur Erweiterung des Frequenzbereiches nach oben und unten, also bei ganz harmlos erscheinenden Hilfsmitteln, durch die die Linearität eines Verstärkers verbessert werden soll. Man hört dann bei der Wiedergabe das typische „Bullern“ in den tiefen Lagen oder das unnatürliche „Zirpen“ der Zischlaute in der Gegend der oberen Grenzfrequenz.

Zur Planung

Mit der Kenntnis der Verzerrungsarten liegen die wesentlichen Gesichtspunkte zur Planung fest. Von einer Schaltungsanordnung für beste Wiedergabequalität muß zunächst eine amplitudengetreue Übermittlung im hörbaren Frequenzbereich verlangt werden. Es kommen also nur solche Bauteile wie Transformatoren in Frage, die dieser Anforderung gerecht werden, und man kann nicht etwa Transformatoren mit einem geringeren oder geringen Frequenzbereich wählen und diesen Mangel dann durch Kunstgriffe, wie durch die Anwendung von Resonanzkreisen wiedergutmachen wollen, da dann sogleich, wie gezeigt, eine andere Verzerrungsart auftritt. Auch die Einführung einer Gegenkopplung als Kunstgriff zum Ausgleich eines unzureichenden Frequenzganges ist nicht zulässig, da hierdurch wegen des notwendigen Phasenganges der Gegenkopplung nichtstationäre Verzerrungen in die Anordnung gelangen.

¹⁾ Vgl. BODE „Bekannte und neue Klänge durch elektrische Musikinstrumente“, Funk 1940, Heft 9.

²⁾ Vgl. F. C. SAIC „Der Einfluß von Ausgleichsvorgängen auf die Naturtreue der Wiedergabe“, F. T. M. 1940, Heft 4.

Eine weitere zu stellende Forderung ist die Kleinhaltung der nichtlinearen Verzerrungen. Zu diesem Zweck kann man grundsätzlich drei Wege gehen:

1. Bereithaltung einer großen Leistungsreserve,
2. Einführung einer Gegenkopplung oder
3. Verwendung einer Gegentaktschaltung.

Sowohl die Einführung einer Gegenkopplung zur Kompensation nichtlinearer Verzerrungen als auch die Verwendung einer Gegentaktschaltung bringen bei gleichem Leistungsaufwand eine erhebliche Verringerung des Klirrfaktors, so daß die Bereithaltung einer großen Leistungsreserve in einfacher Schaltung als unwirtschaftlich ausscheidet.

Hinzu kommt aber noch, daß bei der Gegentaktschaltung durch Kompensation der Anodenströme die Brummstörungen geringer werden (was sehr wichtig für eine gute Wiedergabe der tiefen Frequenzen ist), ferner, daß die Vormagnetisierung des Ausgangstransformators wegfällt, was nochmals einer Verringerung der Verzerrungen zugute kommt.

Demgegenüber ist als besonderer Vorteil der Gegenkopplungsschaltung zu vermerken, daß man mit einem minimalen Aufwand an Röhren auskommt. Da jedoch in diesen Schaltungen durch die Einführung der Gegenkoppelglieder bezüglich der Zeitkonstante und der Phase neue Verhältnisse auftreten können, die zu nichtstationären Verzerrungen führen, genügt eine solche Anordnung nicht mehr allen zu stellenden Anforderungen. Diese Gefahr tritt in erhöhtem Maße bei einer Gegenkopplung über mehrere Stufen auf, während bei einer Gegenkopplung über nur eine Stufe, also die Endstufe, durch deren Verstärkungsrückgang größere Steuerungsspannungen erforderlich werden und ein Anteil der nichtlinearen Verzerrungen in den Vorstufen sich dadurch unangenehm bemerkbar macht, daß darin insbesondere noch die geradzähligen Harmonischen enthalten sind.

Bei einer zahlenmäßigen Angabe über das zulässige Maß des Klirrfaktors ist die Zusammensetzung der seinen Wert ausmachenden höheren Harmonischen nicht belanglos. Deshalb reicht auch die gebräuchliche Definition des Klirrfaktors nicht aus. Es zeigt sich beispielsweise, daß asymmetrische Verzerrungen sich viel stärker als symmetrische Verzerrungen auswirken.

Es ist also nicht gesagt, daß zwei Verstärker, die zahlenmäßig den gleichen Klirrfaktor haben, auch gleich gut klingen. Unter diesem Gesichtspunkt müssen Vergleiche zwischen Gegentakstverstärkern und gewöhnlichen Verstärkern gewertet werden.

Ausführungsbeispiele

Die Untersuchungen des Verfassers erstreckten sich aus den dargelegten Gründen auf Gegentakstverstärker verschiedener Bauart. Denn nur diese werden den zu stellenden Anforderungen in wirklich befriedigender Weise gerecht. Es hat sich dabei gezeigt, daß sich die Verzerrungen einer Gegentakstendstufe noch erheblich vermindern lassen, wenn auch die Steuerstufe in Gegentaktschaltung ausgeführt wird. Eine besonders günstige Lösung zeigt das Schaltbeispiel in Abb. 1. Hier fällt die Verwendung der

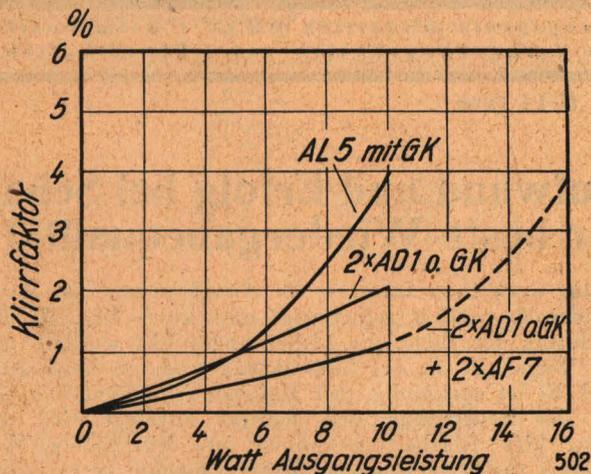


Abb. 2. Klirrfaktor des in Abb. 1 gezeigten Verstärkers im Vergleich mit dem einer Gegentakst-Endstufe mit 2 x AD 1 und einer gegengekoppelten Endstufe mit einer AL 5

beiden AF 7 auf. Diese Röhrentype gibt hinsichtlich der nichtlinearen Verzerrungen eine kleine Verbesserung gegenüber einer Triode, der AC 2. Der Klirrfaktor der gesamten Anordnung vom Eingang bis zum Ausgang beträgt bei 10 Watt Sprechleistung nur 1,2%, was als außerordentlich gering bezeichnet werden darf. Zurückzuführen ist dieser Erfolg u. a. darauf, daß sich die Kennlinienkrümmung der Steuerrohre durch die vorhandenen Phasenbeziehungen ausgleichend auf die nichtlineare Charakteristik der Endrohre auswirkt.

Abb. 2 zeigt einen Vergleich des Klirrfaktors dieser Anordnung mit dem einer normal geschalteten Gegentakstendstufe mit 2 AD 1, der keine Gegentakstufe vorangeht, und mit einer gegengekoppelten Endstufe mit einer AL 5³⁾. Hieraus geht deutlich hervor, welcher Fortschritt durch die in Abb. 1 ausgeführte Schaltanordnung erreicht wurde. Ein Klirrfaktor von 2% und weniger ist durchaus noch wahrnehmbar und fällt durch das Entstehen von Kombinationstönen auf. So ist also der hier getriebene Aufwand durch den erzielten Erfolg zu rechtfertigen.

Durch die Wahl ausgesuchter Transformatoren läßt sich mit dem gebauten Verstärker ein Frequenzbereich

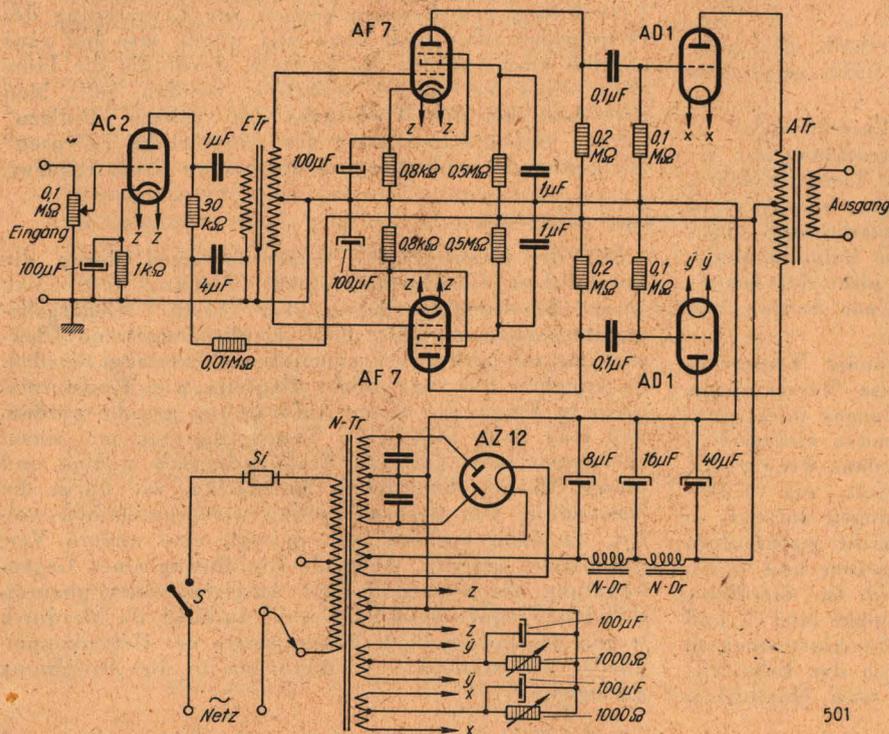


Abb. 1. Schaltbeispiel eines Verstärkers für beste Wiedergabequalität

³⁾ Vgl. HEINZ BOUCKE „Aus Theorie und Praxis der Gegenkopplung“, Funk 1940, Heft 4.

Die Eigenschaften gasgefüllter Dreipolröhren

Von K. NENTWIG

Gasgefüllte Dreipolröhren, die unter den verschiedensten Bezeichnungen — wie Gastriode, Stromtor, Thyatron, Ionenrelais mit Glühkathode usw. — bekanntgeworden sind, werden schon seit einer ganzen Reihe von Jahren nicht nur in der Starkstromtechnik, sondern auch in verschiedenen Zweigen der Schwachstrom- bzw. Fernmeldetechnik benutzt. Eine sehr bekannte Anwendung haben sie z. B. in den für die Erzeugung einer linearen Zeitbasis vorgesehenen Kippgeräten der Kathodenstrahloszillographen gefunden. Dabei fällt der gasgefüllten Dreipolröhre die wichtige Aufgabe zu, die auf dem „Kippkondensator“ angesammelte Ladung möglichst schnell abzuführen. Zu diesem Zweck wird die Gastriode zum Kippkondensator parallel geschaltet. Es leuchtet ein, daß die Eigenschaften der Röhre die Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten des ganzen Kippgerätes maßgebend beeinflussen, so also z. B. sowohl die Kippamplitude und die Kippfrequenz als auch die Synchronisierbarkeit. Da die mit einer Gastriode versehenen Kippgeräte eine sehr einfache und daher auch verhältnismäßig billige Schaltung aufweisen und sie zudem innerhalb gewisser Grenzen allen Anforderungen zu genügen vermögen, so werden sich diese Kippgeräte auch weiterhin behaupten können. Dieser Umstand ist Anlaß genug, um sich etwas eingehender mit den Eigenschaften gasgefüllter Dreipolröhren bei ihrer Verwendung in Kippgeräten zu befassen.

Von den üblichen indirekt geheizten Dreipolröhren unterscheiden sich die gasgefüllten durch das Vorhandensein einer schwachen Gasfüllung (meist Argon), die es verursacht, daß sich die Röhre völlig anders verhält als eine Hochvakuumröhre. Denkt man sich der Einfachheit wegen zunächst einmal das Gitter weg, so ergeben sich etwa folgende Verhältnisse: Wird die Kathode geheizt und legt man zwischen Kathode und Anode eine langsam steigende Spannung an, wobei — wie üblich — der Pluspol an der Anode liegt, so beginnt erst dann ein wesentlicher Strom zu fließen, wenn diese Spannung eine bestimmte Höhe erreicht hat. Dieser plötzliche Stromeinsatz beim Erreichen eines bestimmten Spannungswertes, den man als Zündspannung zu bezeichnen pflegt, ist eines der charakteristischen Merkmale jeder gasgefüllten Röhre und im übrigen auch am Aufleuchten der Gasfüllung erkennbar. Die absolute Höhe der Zündspannung hängt u. a. von der jeweiligen Gasfüllung ab und ist bei den einzelnen Röhren etwas verschieden. Bei den hier betrachteten Röhren pflegt die Zündspannung im allgemeinen zwischen etwa 10 und etwa 50 Volt zu liegen. Der sich einstellende Anodenstrom ist nicht allein von der Emission der Kathode abhängig, sondern auch von der Gasfüllung. Die aus der Kathode strahlenden Elektronen ionisieren natürlich auf ihrem Wege zur Anode das Füllgas, so daß weitere, also zusätzliche Elektronen entstehen, die eine erhebliche Zunahme des Anodenstromes zur Folge haben. Die bei der Ionisierung des Gases gleichfalls entstehenden positiv geladenen Ionen wandern zur Kathode und gelangen dabei in die die Kathode umgebende negative Elektronenwolke, wobei sie deren Raumladung zum größten Teil aufheben. Eine solche Röhre wird also auch eine sehr niedrige Brennspannung aufweisen oder — mit anderen Worten — es ist ein kleiner Spannungsfall gegeben. (Gasgefüllte Röhren mit kalter Kathode weisen demgegenüber bekanntlich einen wesentlich höheren Spannungsfall auf.) Hoher Anodenstrom und kleiner Spannungsfall bedeuten aber, daß Röhren dieser Art ein kleiner innerer Widerstand eigentümlich ist. Dieser innere Widerstand beträgt im allgemeinen nur einige zehn Ohm und sinkt bei den in der Starkstromtechnik gebräuchlichen Einheiten auf Bruchteile eines Ohms.

Die erwähnte Entstehung zusätzlicher Elektronen durch Ionisation des Füllgases bedeutet nun aber keineswegs,

daß man den Anodenstrom ständig wesentlich über die Eigenemission der Kathode steigern darf. Reicht nämlich die Eigenemission der Kathode nicht mehr aus, so beginnt der Spannungsfall (s. oben) zu steigen. Dies hat aber zur Folge, daß die bei der Ionisation entstehenden Ionen eine zu hohe Beschleunigung erfahren und somit bei ihrem Aufprall auf die Kathode einen raschen Abbau der emittierenden Oberflächenschicht hervorzurufen vermögen. Ein derartiger Abbau ist mit einer Verringerung der Lebensdauer der Kathode gleichbedeutend! Es muß also stets dafür gesorgt werden, daß die höchstzulässige Brennspannung nie überschritten wird, d. h. der Spannungsfall muß unmittelbar nach erfolgter Zündung der Röhre entsprechend gesenkt werden. Erreichen läßt sich dies in einfachster Weise durch die Einfügung eines entsprechend bemessenen Widerstandes in den Stromkreis der Röhre, auf dessen richtige Bemessung weiter unten eingegangen werden soll.

Die Lebensdauer der Röhre ist aber noch von einem weiteren Umstand abhängig. Infolge der indirekten Heizung erreicht die Kathode ihre volle Emissionsfähigkeit erst nach etwa 30 Sek. Diese „Anheizzeit“ ist insofern von Bedeutung, als die Anodenspannung erst nach ihrem Ablauf angelegt werden sollte. Wird diese Bedingung nicht erfüllt, die Anodenspannung also z. B. unmittelbar bei beginnender Aufheizung angelegt, dann werden die heißesten Teile der Kathode am stärksten belastet; sie müssen also so gut wie den gesamten Strombedarf decken, und die Folge davon ist natürlich ein rascher Abbau der emissionsfähigen Oberflächenschicht. Es bereitet indessen im allgemeinen keinerlei Schwierigkeiten, dieses vorzeitige Unbrauchbarwerden durch entsprechend späteres Anlegen der Anodenspannung zu vermeiden. Im übrigen muß aber auch während der Anheizzeit noch mit einer ständigen Verlagerung der sogenannten Zündkennlinie (s. w. unten) gerechnet werden; konstante Verhältnisse stellen sich also erst nach Ablauf der Anheizzeit ein.

Ferner ist zu beachten, daß die bei den einzelnen Gastrioden in den Listen der Hersteller angegebene Heizspannung möglichst genau einzuhalten ist, während der absoluten Größe des Heizstromes eine geringere Bedeutung beizumessen ist. Im allgemeinen genügt es jedoch, wenn die Abweichungen der Heizspannung nicht größer als etwa $\pm 5\%$ vom Sollwert sind. Größere Schwankungen der Heizspannung haben also stets eine Verkürzung der Lebensdauer zur Folge.

Die vorstehenden Angaben gelten für jede Gastriode. Davon abgesehen ergeben sich bei Anwesenheit eines zwischen Kathode und Anode angeordneten Gitters folgende Verhältnisse bzw. Zusammenhänge. Wird dem Gitter eine negative Vorspannung erteilt, dann erfolgt die Zündung nicht mehr bei dem gleichen Spannungswert wie bei fehlendem Gitter bzw. wie bei der Gittervorspannung „Null“. Und zwar ist zum Eintritt der Zündung (oft auch „Durchschlag“ genannt) eine desto höhere Spannung an der Anode erforderlich, je negativer das Potential des Gitters gehalten wird.

Legt man von Null angefangen immer größere negative Vorspannungen an das Gitter und stellt man jeweils diejenige Anodenspannung fest, bei der die Röhre „zündet“, dann erhält man eine Reihe von Werten, die nach Eintragung in ein Koordinatensystem und Verbindung der einzelnen Punkte die sogenannte Zündkennlinie der Röhre ergeben. Die Abb. 1 zeigt eine solche Zündkennlinie und läßt gleichzeitig erkennen, daß die Zündkennlinie Sperr- und Arbeitsbereich (Brennbereich) der Röhre voneinander trennt. Hin und wieder wird die Zündkennlinie auch in der Form dargestellt, wie es die Abb. 2 zeigt, was in gewisser Hinsicht bei der Auswertung der Zündkennlinie von Vorteil sein kann.

Aus beiden Abbildungen geht hervor, daß man die Röhre sperren kann, indem man dem Gitter eine hinreichend negative Vorspannung erteilt. Die Röhre wird in diesem Fall erst dann zünden und damit stromleitend werden, wenn entweder die Gittervorspannung positiver gemacht wird oder die Anodenspannung steigt. So ist z. B. in der Abb. 3, die die Durchschnitts-Zündkennlinie einer handelsüblichen Gastriode zeigt, bei $U_a = 100$ V und $-U_g = 6$ V die Röhre gesperrt, während sie zündet und damit stromleitend wird, wenn z. B. $-U_g$ auf etwa 5,5 V sinkt.

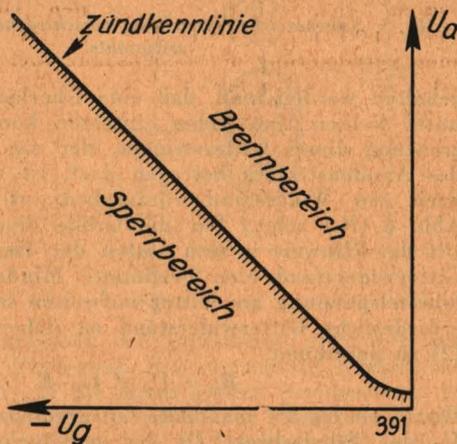


Abb. 1. Beispiel für die Zündkennlinie einer gasgefüllten Dreipolröhre

Hat die Röhre gezündet, dann vermag die Gittervorspannung den Entladungsvorgang — und zwar auch den Anodenstrom — nicht mehr zu beeinflussen; eine Erhöhung der negativen Vorspannung z. B. führt also keineswegs eine Unterbrechung der Entladung herbei. Daraus geht hervor, daß bei der Gastriode im Gegensatz zu einer Hochvakuum-Dreipolröhre eine stetig umkehrbare Steuerung des Entladungsvorganges bzw. des Stromdurchganges nicht möglich ist. Es ist vielmehr mit Hilfe der Gittervorspannung lediglich möglich, den Einsatz der Entladung zu beeinflussen. Eine Beendigung der Entladung ist nur durch Herabsetzung der Anodenspannung bis unter die Bogenspannung (= Löschspannung) möglich. Tritt dieser Zustand ein, dann findet die Ionisation des Füllgases sehr schnell ein Ende, und damit sinkt auch der Anodenstrom schnell auf Null, so daß die Röhre dann einen sehr hohen inneren Widerstand aufweist. Ist die Entionisierung beendet, dann

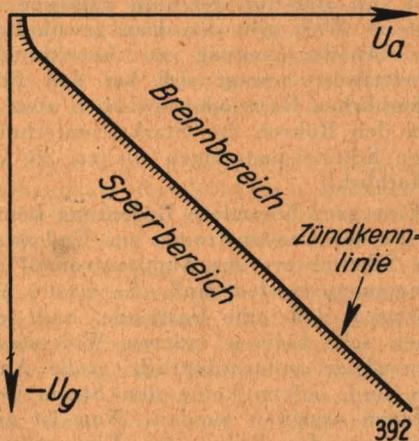


Abb. 2. Die gleiche Zündkennlinie wie in Abb. 1, jedoch in anderer Darstellung

erlangt auch das Gitter seine Steuerfähigkeit wieder. Eine vollständige Entionisierung ist indessen nicht notwendig, vielmehr genügt es, wenn sich in der Umgebung des Gitters keine Ionen mehr befinden. Die von beginnender Löschung der Entladung bis zur Erreichung dieses Zustandes verstrichene Zeit ist wesentlich kürzer als die eigentliche Entionisierungszeit und wird gewöhnlich „Freiwerdzeit“ genannt. Ihre absolute Größe hängt u. a. auch von der Größe des im Gitterkreis liegenden Widerstandes ab, auf den wir noch zurückkommen.

Soll die Wiederzündung bei der gleichen Anodenspannung eintreten, so ist für eine konstant bleibende Gittervorspannung zu sorgen oder umgekehrt, bei unverändert bleibender Gittervorspannung muß die Anodenspannung erst wieder bis zum gleichen Wert ansteigen, bevor die Röhre erneut zündet. Diese Verhältnisse sind z. B. bei der Verwendung des Stromtores im Kippgerät gegeben.

Bei jeder Gastriode besteht nun für den Eintritt der Zündung ein ganz bestimmtes Verhältnis zwischen Anodenspannung und negativer Gittervorspannung, das innerhalb des gradlinig verlaufenden Teiles der Zündkennlinie (s. Abb. 3) als weitgehend unveränderlich angesehen werden kann. Bei der Zündkennlinie der Abb. 3 ist dieses Verhältnis $U_a : U_g = \text{rd. } 21 : 1$, d. h. eine Erhöhung der Anodenspannung um 21 V erfordert eine Zunahme der negativen Gittervorspannung um 1 V,

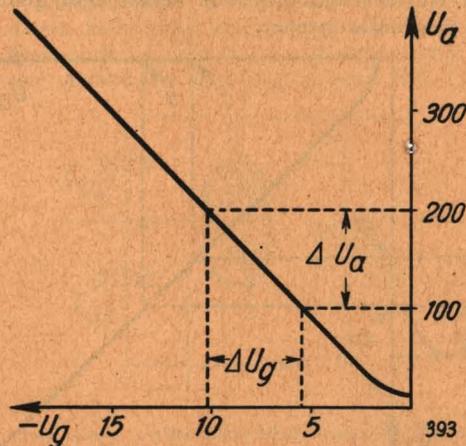


Abb. 3. Zündkennlinie einer handelsüblichen gasgefüllten Dreipolröhre

wenn wieder der gleiche Betriebszustand erreicht werden, die Röhre also gerade zünden soll. Vielfach bezeichnet man auch den reziproken Wert dieses Verhältnisses in Anlehnung an die von den Hochvakuumröhren her gewohnten Begriffe als „Durchgriff“. Der Durchgriff D ergibt sich nach Gleichung (1) in Prozenten, wenn für ΔU_g der zugehörige Wert ΔU_a der Zündkennlinie (vgl. Abb. 3) entnommen wird.

$$D = \frac{\Delta U_g}{\Delta U_a} \cdot 100 \dots \dots (1)$$

Je kleiner der Durchgriff ist, desto geringere Änderungen des Gitterpotentials genügen, um die Zündung bei konstanter Anodenspannung herbeizuführen bzw. um die Wiederzündung nach erfolgter Löschung der vorausgegangenen Entladung zu verhindern. Der Durchgriff ist also in gleicher Weise ein Maß für die „Steuerempfindlichkeit“ eine Gastriode.

Im Hinblick auf die Verwendung dieser Röhren in Kippgeräten ist ihre Steuerempfindlichkeit aus zwei Gründen von Bedeutung. Erstens bestimmt die Höhe der jeweiligen Gittervorspannung die Größe der erreichten Kippamplitude, da diese der Differenz zwischen Zünd- und Löschspannung entspricht und die Zündspannung von der Gittervorspannung bestimmt wird, während die Löschspannung ja ein konstanter Wert ist; zweitens aber bietet das Gitter die Möglichkeit, den Zündvorgang dadurch zu bestimmten Zeitpunkten auszulösen, daß der negativen Gittervorspannung eine Wechsellspannung überlagert wird, wobei eine desto kleinere Wechsellspannung erforderlich ist, je größer die Steuerempfindlichkeit der Röhre ist. Auf diese Weise ist also bei einer in einer Kipperschaltung liegenden Gastriode ein Gleichlauf der Kippfrequenz mit einer beliebigen anderen Frequenz — z. B. der des Lichtnetzes — erreichbar.

Die hierbei gegebenen Zusammenhänge seien an Hand der Abb. 4 behandelt. Angenommen, die negative Gittervorspannung entspreche dem Punkt a , dann wird

die Röhre erst bei einer Anodenspannung zünden, die dem Wert b entspricht. Wird nun der Vorspannung des Gitters eine Wechselspannung mit der Amplitude u überlagert und entspricht die Anodenspannung dem Wert c , dann wird die Röhre gerade im Augenblick des — im Hinblick auf das Gitterpotential — positiven Scheitelwertes von u zünden, da in diesem Zeitpunkt die zur Anodenspannung c gehörende Gittervorspannung d erreicht wird. Gleichzeitig gestattet die Abb. 4, zu erkennen, daß man durch Änderung der negativen Gittervorspannung ohne weiteres in der Lage ist, den Zündzeitpunkt gegen die Phase der Spannung u zu verschieben, d. h. die Zündung kann nicht nur im Augenblick des Amplitudenscheitels, sondern auch zu anderen Zeiten bewirkt werden. Daß davon abgesehen bei konstanter Gittervorspannung auch durch Phasenverschiebung der Spannung u eine Beeinflussung des Zündzeitpunktes möglich ist, versteht sich von selbst und geht aus der Abb. 4 gleichfalls hervor.

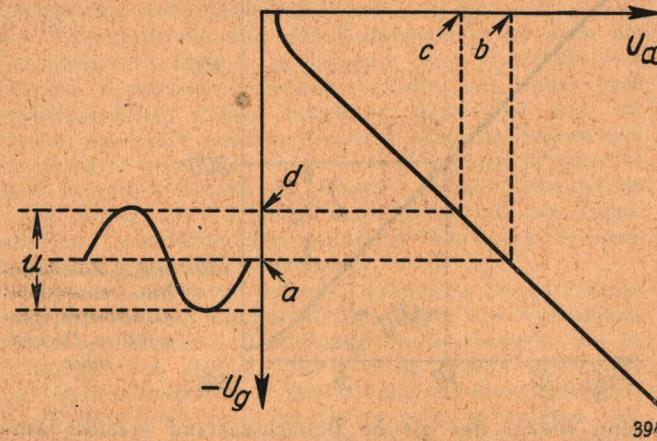


Abb. 4. Darstellung des Einflusses einer der Gittervorspannung überlagerten Wechselspannung

Wendet man diese Erkenntnisse auf die Synchronisierung einer Kippschwingung an, dann ergibt sich, daß bei den in der Abb. 4 dargestellten Verhältnissen die Spannung am Kippkondensator erst den Wert c erreichen muß, bevor unter dem Einfluß der Gleichlaufspannung u die Zündung und damit der Beginn der Entladung des Kippkondensators eintritt. Wird durch entsprechend negativere Gittervorspannung eine Erhöhung der Zündspannung bewirkt und damit auch die Kippspannung gesteigert, dann erfolgt die Zündung unter der Voraussetzung einer konstanten Gleichlaufspannung u (s. Abb. 4) nicht mehr in jeder Periode dieser Spannung (Abb. 5 a), sondern erst nach Ablauf von zwei (Abb. 5 b) oder drei Perioden (Abb. 5 c) usw. Umgekehrt läßt sich aber eine Zündung nach mehreren Perioden der Spannung u auch durch Verkleinerung dieser Spannung bewirken, denn in diesem Fall muß, wie die Abb. 4 ohne weiteres zu erkennen gestattet, die Spannung am Kippkondensator gleichfalls einen entsprechend höheren Wert erreichen, und dies erfordert auch eine entsprechend längere Zeit, so daß sich die Zündung u. U. gleichfalls erst nach Ablauf mehrerer Perioden der Spannung u wiederholt. Zusammengefaßt ergibt sich also, daß Gittervorspannung, Gleichlaufspannung, Gleichlauffrequenz und die Phasenlage der Gleichlaufspannung sowie die Zündspannung und damit letzten Endes auch die Kippspannung in der vielfältigsten Weise miteinander verknüpft sind.

Weiter oben war bereits von einem Gitterwiderstand die Rede. Die bei der nach erfolgter Zündung, d. h. also während der Entladung des Kippkondensators, eintretenden Ionisation des Füllgases entstehenden Ionen wandern zum größten Teil zum negativen Gitter; es entsteht somit ein Gitterstrom, der unbedingt so klein

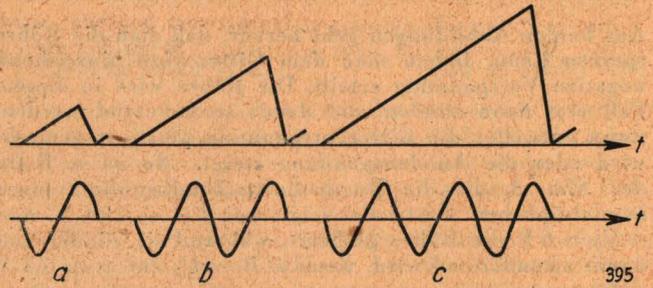


Abb. 5. Schematische Darstellung verschiedener Synchronisierungszeitpunkte

gehalten werden muß, daß eine Überlastung des Gitters unter keinen Umständen eintreten kann. Für die Begrenzung dieses Gitterstromes, der nur einen Bruchteil des Anodenstromes betragen darf, ist daher im Gitterkreis ein Widerstand vorzusehen, wie dies auch die Abb. 6 (R_1) zeigt. Für die Größe dieses Widerstandes gilt der Hinweis in den Listen der Hersteller, daß der Gitterwiderstand eine bestimmte Mindestgröße je Volt Scheitelspannung am Gitter aufweisen muß. Der jeweils erforderliche Gitterwiderstand ist daher nach Gleichung (2) zu berechnen.

$$R_g = U_g + U_s \cdot K \dots \dots (2)$$

Hierin ist U_g die maximale Gittervorspannung in V und U_s der Scheitelwert (!) der maximalen Synchronisierungs-spannung in V, während K eine für jede Röhre in den Herstellerlisten zu findende Konstante ist, die die Größe des je Volt Scheitelspannung am Gitter erforderlichen Widerstandes in Ohm angibt. Je nach der Beschaffenheit des Gitters liegt dieser Mindestwiderstand zwischen etwa 100 Ω und 1000 Ω Ohm je Volt. Größere Gitterwiderstände, als sich nach Formel (2) ergeben, sind ohne weiteres zulässig. Allerdings ist dabei zu beachten, daß bei zu großem Gitterwiderstand mit einem unstabilen Arbeiten der Kippordnung zu rechnen ist. Ein zehnfach größerer Widerstand ist indessen im allgemeinen durchaus noch zulässig.

Hinsichtlich der höchstzulässigen Spannungen, die an die Gastriode gelegt werden können, ist zu sagen, daß mitunter in den Listen eine „maximale Spannung zwischen zwei Elektroden“ angegeben wird. Diese Angabe besagt indessen keineswegs, daß man mit der Zündspannung bis zu diesem Wert gehen darf. Daraus ergibt sich, daß für die noch zulässige Zündspannung ein anderer Wert gilt, den man gewöhnlich als Scheitelwert der Anodenspannung zu bezeichnen pflegt. Dieser Scheitelwert bewegt sich bei den für Kippgeräte gebräuchlichen Gastrioden zwischen etwa 200 V und 700 V (bei den Röhren der Starkstromtechnik sind demgegenüber Scheitelspannungen bis zu 20 kV und mehr gebräuchlich!).

Eine ganz besondere Bedeutung kommt der zulässigen Größe des Anodenstromes zu. Und zwar ist es vor allem der Scheitelwert des Anodenstromes, auf den Rücksicht genommen werden muß. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß eine Gastriode nach erfolgter Zündung einen sehr kleinen inneren Widerstand aufweist und demzufolge außerordentlich große Anodenströme möglich sind, sofern keine den Strom begrenzenden Maßnahmen ergriffen werden. Nun ist zwar bei der Verwendung der Röhre im Kippgerät keine konstante Anodenspannung gegeben, denn die Spannung am Kippkondensator bricht nach Eintritt der Zündung schnell zusammen. Davon abgesehen kann aber der Kippkondensator recht beträchtliche Ladungen führen, so daß im Augenblick der beginnenden Entladung doch ein großer Stromfluß in der Röhre möglich ist. Da somit auch ein vorzeitiges Unbrauchbarwerden der Röhre eintreten könnte, ist durch einen im Anodenkreis anzuhelfenden Widerstand (R_2 in Abb. 6) dafür zu sorgen, daß der Anodenstrom (= Entladestrom) auf den für die

Röhre jeweils noch zulässigen Höchstwert begrenzt wird. Dieser Widerstand ist nach Gleichung (3) zu berechnen.

$$R = \frac{U}{I} \dots \dots \dots (3)$$

Hierin ist U die gewünschte Kippspannung und I der noch zulässige Anodenstrom (Scheitelwert), der den Herstellerlisten entnommen werden kann. Da dieser

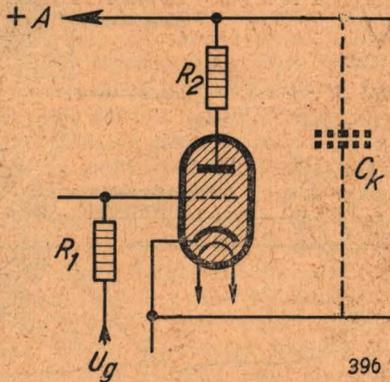


Abb. 6. Schaltung mit Gitter- und Anodenwiderstand

396

Widerstand naturgemäß die Entladung verzögert und die Dauer der Entladung die sogenannte Rücklaufzeit bestimmt, ergibt ein für einen großen Anodenstrom bemessenes Stromtor den Vorteil einer besonders kurzen Rücklaufzeit. Im übrigen ist zu beachten, daß größere Kippkapazitäten als vom Hersteller noch als zulässig angegeben, nicht verwendet werden sollen, weil sonst die gegebenen Ladungen eine Überlastung des Stromtores bewirken.

Als letzte „Eigenschaft“ seien noch die inneren Kapazitäten der Gastrioden besprochen. Wie die Abb. 7 erkennen läßt, handelt es sich hier um die gleichen Kapazitäten wie bei jeder anderen Dreipolröhre, nämlich um die Gitter-Anoden-Kapazität C_{ga} , die Gitter-Kathoden-Kapazität C_{gk} und die Anoden-Kathoden-Kapazität C_{ak} . Diese Kapazitäten liegen durchweg mehr oder weniger unter 10 pF. Diesen Kapazitäten kommt eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu. So sind die Kapazitäten — wie üblich — z. B. auch für den Durchgriff

und damit für die Steuerempfindlichkeit (s. oben) maßgebend. Die Vergrößerung der Kapazitäten durch die unvermeidlichen Schaltkapazitäten (Verdrahtung!) ist möglichst hintanzuhalten. Dies gilt im besonderen Maße für C_{ga} , also für die an Gitter und Anode angeschlossenen Leitungen, da sonst u. U. ein gleichmäßiges Arbeiten der Kippeinrichtung nur schwer erreichbar ist; so kann z. B. die Synchronisierung Schwierigkeiten bereiten.

Die mit einer Gastriode erreichbare höchste Kippfrequenz hängt nicht nur von den Schaltelementen usw., sondern auch von der Röhre selbst ab. Im allgemeinen lassen sich desto höhere Kippfrequenzen erzeugen, je höher Zündspannung und Anodenstrom-Scheitelwert getrieben werden können. Die bei einiger Sorgfalt erreichbare Höchstfrequenz liegt, sofern eine geeignete Röhre Verwendung findet, bei etwa 150 kHz.

Abschließend seien noch einige Angaben gemacht, deren Befolgung einer langen Lebensdauer der Röhren förderlich ist. Da die Anodenspannung erst nach Ablauf der Anheizzeit angelegt werden soll (s. oben), vielfach

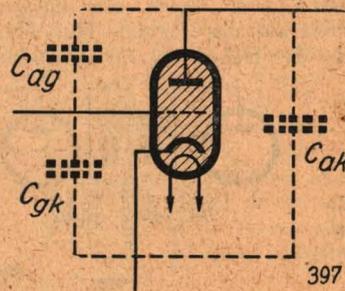


Abb. 7. Die Kapazitäten der gasgefüllten Dreipolröhre

397

aber kein entsprechender Schalter vorgesehen ist, kann man auch wie folgt vorgehen: Vor der Einschaltung des Gerätes wird — ohne Rücksicht auf die voraussichtlich benötigte Kippspannung und -frequenz — eine möglichst hohe Kippfrequenz und die kleinstmögliche Kippspannung eingestellt. Nach Ablauf der Anheizzeit kann man dann die für den gedachten Zweck erforderlichen Einstellungen vornehmen.

Zeichnungen vom Verfasser

Aus der Praxis des Schallplattenschneidens

Von OTFRIED STEPHANI

Über das Schneiden von Schallplatten ist in dieser Zeitschrift wiederholt berichtet worden. Mit der vorliegenden Arbeit verfolgt der Verfasser den Zweck, die Schwierigkeiten und ihre Beseitigung aufzuzeigen, wie sie sich im Laufe einer fünfjährigen Praxis eingestellt haben.

Zunächst sei die Frage des Verstärkers behandelt: Will man ein vorhandenes Rundfunkgerät benutzen, so wird kaum eine Wahl bleiben. Für den Fall eines Neubaus kommt es darauf an, was später aufgenommen werden soll. Der Verfasser hat vor Jahren mit der Endröhre RENS 1823 d angefangen und — wenigstens für den Anfang — „ganz“ brauchbare Platten geschnitten. Und zwar reicht die Leistung für Sprechplatten, die ja im allgemeinen keine sehr hohe Qualität verlangen, recht gut aus, ja selbst für die Aufnahme von Tanzmusik, die ja in der Dynamik meist nur wenig unterschiedlich ist, reicht diese Röhre u. U. Eine versuchsweise Verwendung der CL 2 brachte keine wesentliche Besserung, da sich die Endleistungen wie $\frac{1,7}{2,8}$ verhalten und bei der quadratischen Beziehung zwischen Leistung und Lautstärke kaum eine Änderung bemerkbar ist. Die Röhren müssen, jedenfalls für höhere Ansprüche, zu weit ausgereut werden. Wenn man bisweilen liest, daß zum Schallschreiben eine Leistung von etwa 3 Watt benötigt wird, so mag das stimmen, jedoch darf dabei der

Klirrfaktor keinesfalls 10% betragen, da ja auch die Schreibdosen u. a. noch einen guten Anteil mitbringen.

Der Verfasser benutzt mit gutem Erfolg zum Schreiben einen 9-Watt-Gegentaktverstärker¹⁾ mit 2xAD 1. Die große Leistungsreserve ist vor allem bei Mikrophonaufnahmen (bes. Chordarbietungen) sehr willkommen, weil dem Amateur keine automatische Dynamikbegrenzung zur Verfügung stehen dürfte, wie sie z. B. bei Aufnahmen aus dem Rundfunk vorhanden ist. Mit diesem Verstärker ist es nun freilich möglich, alle Darbietungen so „laut“ aufzunehmen, daß die Stegbreite bei tiefsten Tönen voller Lautstärke völlig in Anspruch genommen wird, ohne daß beim Abspielen auch nur die Spur einer Verzerrung zu hören wäre. Und mit einer guten Mittellautstärke muß man doch mit Rücksicht auf das Verhältnis zum Nadelgeräusch schon schneiden.

Noch ein Wort über Ver- und Entzerrung: Selbst bei Vorhandensein einer allerdings nicht zu hoch getriebenen Tiefenanhebung läßt sich bei Kondensatormikrophonaufnahmen der untere Bereich noch einwandfrei aufzeichnen, wobei allerdings die Rillenbreite 125µ betragen muß, damit die Abtastnadel gut geführt wird. (Über die Kraft des Schneidmotors bei guter Rillentiefe s. u.) Bei Rundfunkaufnahmen freilich hat sich eine Schwächung der tiefen Frequenzen als notwendig

¹⁾ Ähnlich der Beschreibung im Funk 1937, Heft 18, Seite 513 ff.

erwiesen, die, wie Abb. 1 zeigt, sehr einfach erreicht werden kann. Natürlich muß sie durch einen Schalter unwirksam gemacht werden können. Die Wiedergabe der in solcher Weise aufgenommenen Musik zeichnet sich durch voll hörbare Bässe aus (auch ohne zusätzliche Schallplattenentzerrung). Eine Höhenanhebung ist erwünscht:

1. Zum teilweisen Ausgleich des ohnehin bei zirka 4500 Hz beginnenden Frequenzabfalles bei der Aufzeichnung,

2. um später ein Nadelgeräuschfilter auch ohne Inkaufnahme einer zu dumpfen Wiedergabe benutzen zu können.

Für Aufnahmen aus dem Rundfunk sei noch folgendes erwähnt: Steht ein Empfangsgerät mit veränderlicher Bandbreite zur Verfügung (Superhet), so arbeitet man, wenn möglich, mit maximaler Bandbreite. Man erreicht so schon hochfrequenzseitig wegen der bei Breitbandempfang vorhandenen Einsattelung der Resonanzkurve eine gewisse Schwächung der Tiefen und Anhebung der Höhen. Bei Abspielen ist dann ersteres evtl. mit einer Schallplattentiefenentzerrung zu kompensieren, zu kräftig gezeichnete Höhen lassen sich durch ein ausgiebiges Nadelgeräuschfilter wieder auf das normale Maß bringen. Erfolg: Gute Wiedergabe der Höhen bei verschwindendem Nadelgeräusch.

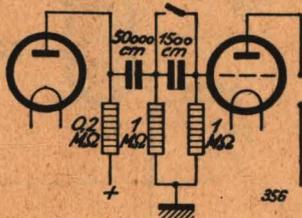


Abb. 1. Schwächung der tiefen Frequenzen bei Aufnahmen aus dem Rundfunk

Die eigentliche Schneideapparatur dürfte dann kein Problem darstellen, wenn sie fertig gekauft wurde. Ein Selbstbau bzw. Zusammenstellen muß mit vielen Opfern an Zeit, Mühe und Material bezahlt werden, lohnt sich dann freilich auch. Der Verfasser benutzt eine Schreibdose mit 5 Ohm Impedanz. Abb. 2 zeigt die Konstruktion des selbstgebaute Tonarms. Wenn man gezwungen ist, mit einem schnellaufenden Gleichstrommotor zu arbeiten, scheint die Aufnahme eines „ruhigen“ Geigentones unmöglich: die Wiedergabe zittert. Den einzigen, radikal wirkenden Ausweg bildet die Lagerung des Schneidtonarmsockels in gutem Schwammgummi. Bei der Konstruktion ist zu beachten, daß

1. für jede Stellung des Arms die Schreibnadel im Berührungspunkt einer an die Schallrinne gelegt gedachten Tangente angreift und daß die Dosenfront parallel zu dem von diesem Berührungspunkt zur Tellerachse gedachten Radius steht²⁾. Anderenfalls tritt ein die Aufnahmen oft verderbender Zug der Dose nach innen bzw. außen auf,

2. muß die waagerechte Drehachse des Arms in Höhe des Angriffspunktes der Nadel auf der Platte liegen; sonst schneidet die Dose unruhig, weil sich je nachdem ein Zug nach oben oder unten ausbildet. Abb. 3 zeigt die Verhältnisse schematisch — natürlich stark übertrieben. Die Schädlichkeit der senkrechten Komponente wurde deutlich wahrgenommen und konnte durch richtige Höhe des Drehpunktes beseitigt werden.

Versuche haben ergeben, daß der für Decelith-Platten angegebene Schneidwinkel³⁾ von etwa 88° zu steil ist, obgleich die Nebengeräusche so am geringsten werden. Die Plattenoberfläche wird nie ganz ohne Höhenschwankungen laufen, sei es, daß der Plattenteller leicht schlägt, sei es, daß die Dicke der Platte an ihrem Umfang ungleichmäßig ist (es wurden mit Mikrometerschraube bis

²⁾ Vgl. Funk 1940, Heft 3, S. 43—44.

³⁾ Dies ist natürlich der Winkel zwischen Nadelschneidbrust und der Plattenoberfläche.

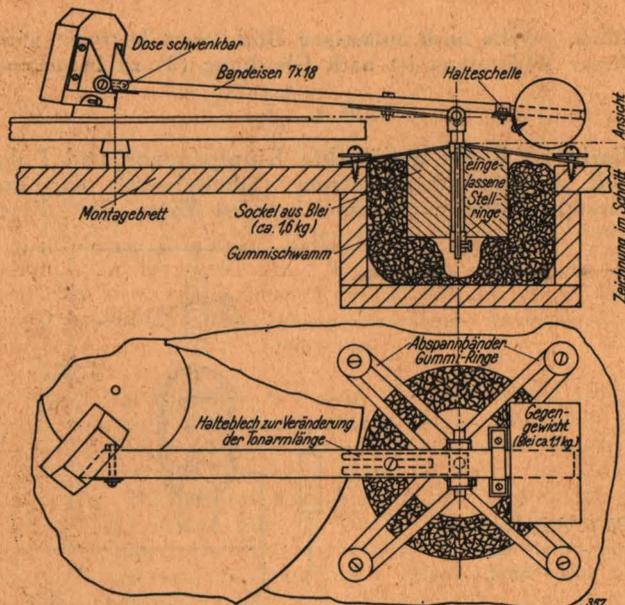


Abb. 2. Die Konstruktion des Schneidtonarms (ohne Führung gezeichnet)

zu $\frac{31}{100}$ mm Unterschiede gemessen, eine Größe, die beim Schneiden schon kräftig stört). Auch eine durch Fett o. dgl. gewellte Gummierunterlage kann zu einer Quelle rastlosen Ärgers werden. Es ist besser, man schneidet aus weichem Stoff (Flanell oder glattem Samt) eine Scheibe aus und legt sie unter. Eben alle diese Faktoren bewirken bei steilem Winkel einen unruhigen Schnitt (ungleichmäßige Rillentiefe), der durch flachere Winkel verringert werden kann. Das Schneidgewicht, durch Verschieben des Gegengewichtes einstellbar, muß in jedem

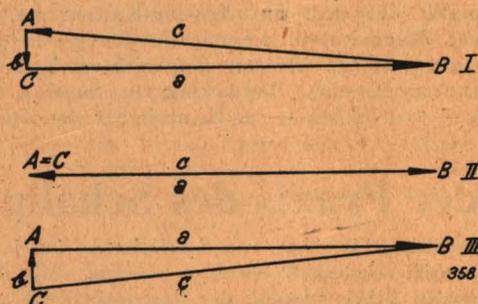


Abb. 3. Die Lage des Tonarmdrehpunktes
B=Drehpunkt; C=Nadelspitze während des Schneidvorganges; c=waagerechter Zug an der Dose (Bremsmoment); a+b=ausgleichender (Rück) Zug des Tonarms; b=0: schädliche Komponente. I, Drehpunkt zu tief, Dose zieht nach unten; b ↓. II, Drehpunkt richtig: a=c; b=0. III, Drehpunkt zu hoch, Dose zieht nach oben: b ↑

Falle ausprobiert werden. Bei flachem Winkel darf es größer sein als bei steilem. Es soll Stegbreite = Rillbreite sein. Man achte besonders auf die Stahlschneidnadel; Diamanten haben sich ebenso wie Saphire gut für Gelatinefolien bewährt; der Schliff der Stahlnadeln aber ist oft derart unterschiedlich, daß bei gleicher Dosenbelastung manche Nadeln gleichen Fabrikats nur schwach eingraben, andere wieder die Rinne zu tief schneiden. Eine gute Nadel schneidet meist zwei Plattenseiten.

Von größter Wichtigkeit ist eine gute Dosenführung. Eine solche ist in Abb. 1 zu sehen. Eine als Sockel ausgebildete Muffe trägt auf der nach oben weisenden kreisringförmigen Fläche eine eingefräste Spirallinie, deren Tiefe und Rillenabstand die gleichen sind, wie sie später auf der Schallfolie erscheinen sollen. In der Spirallinie läuft eine Zahnstange mit natürlich entsprechend gerundeten feinen Zähnen. Dreht sich der

auf die Tellerachse gesetzte Sockel, so wird die Zahnstange langsam nach innen bewegt, die an dieser befestigte Schreibdose also geführt; dadurch werden auf der Schallfolie Rillen von gleichem Abstände wie die auf dem Führungssockel befindlichen geschnitten. Die Folienhalteschraube des von 12 auf 25 Watt umschaltbaren Motors wurde von einem Mechaniker in den Sockel der Führung eingepaßt. Damit die Rillen nicht etwa durch schiefen Sitz der Führung exzentrisch geschnitten werden, wurden zwischen Folienhalteschraube und Sockel kleine Gummistückchen geschoben; durch verschiedenes starkes Anziehen der drei Befestigungsschrauben ließ sich ein tadelloser Gang erzielen. Der Nachteil, daß für ein gutes Funktionieren der Führung die Führungsstange schräg laufen muß und also die Dose zusätzlich be- oder entlastet würde, ist dadurch beseitigt worden, daß die Stange nicht starr an der Schreibdose, sondern mittels eines Stückes dünner Weckeruhrfeder beweglich angebracht wurde. Die Feder (4 mm breit und etwa 60 mm lang) erleidet bei Belastung des probeweise freien Endes mit nur 8 g eine Ablenkung von 10 mm, sie ist also sehr elastisch. Zur Ausbildung eines präzisen, aber trotzdem leicht drehbaren Befestigungspunktes der Führung mit dem Tonarm bzw. der Blattfeder hat sich gut die Benützung von Schraube und Mutter bewährt, die im einfachsten Falle mit den betreffenden Teilen an geeigneter Stelle verlötet werden. Genauer gearbeitet als die heute meist üblichen gerollten sind gedrehte Schrauben. Man wähle eine Mutter von guter Höhe.

Wohl das schwierigste Problem für den Amateur bildet die Spanaufwicklung. Gelatinefolien⁴⁾ geben ziemlich weiche Fäden. Gelangt einer ev. „hinter“ die Nadel, so reißt er von selbst und richtet meist keinen Schaden an. Anders bei Decelith-Platten. Die Fäden sind hier außerordentlich zähe und reißen, nicht ohne eine häßliche Störung hervorgebracht zu haben. Die Gefahr ist bei 30-cm-Platten besonders groß, da hier die sekundlich geschnittene Fadenlänge anfangs 1,20 m beträgt, eine Fülle, der gegenüber man meist ratlos dasteht. Versuche mit rollenden Aufwicklern haben keinen befriedigenden Erfolg gehabt. Das beste ist wohl eine Saugvorrichtung, die — mittels eines starken Staubsaugers — die Späne radikal beseitigt. Wegen seines Lärms müßte der Staub-

Person erforderlich. Wenn man die richtige Mittellautstärke vorher sorgfältig einreguliert (zur Kontrolle benutzt der Verfasser die in Abb. 5 gezeigte Anordnung, auch Glimmampplitudenröhren haben sich dabei bewährt), ist nur noch das Arbeiten des Schreibers zu überwachen. Man tut dabei gut, hinter der vorher beschriebenen Spansammelstelle stets da, wo eben die neueste Rille geschnitten wurde, einen Staubpinsel leicht auf die Platte zu drücken, schräg, so daß die Borsten der Laufrichtung entgegensehen (vgl. Abb. 6). Auf diese Weise

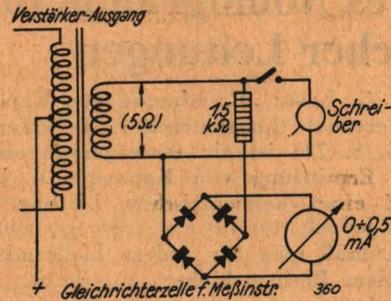


Abb. 5. Zur Kontrolle der Aussteuerung

geht man ganz sicher, daß geschnittene Späne nicht wieder unter die Nadel gelangen. Mit der linken Hand wird man hin und wieder die auf dem Karton (Abb. 4) sich sammelnden Fäden zum Tellermittelpunkt führen, wo sie sich bündelweise auf der Achse bzw. Führungssockel, Halteschraube o. dgl. aufwickeln. Schlechte Spantfernung hat schon so manche sonst gute Aufnahme des Verfassers verunstaltet, indem die wieder an die Nadel gelangten Späne die Dose um Bruchteile eines Millimeters aus ihrer Lage zogen und die Rillen durcheinanderbrachten.

Das Bremsmoment der schneidenden Nadel und des wischenden Kartonstreifens am Spansammler zusammengekommen ist beim Schnitt von Decelith-Platten so erheblich, daß die Aufnahme einer 30-cm-Platte bei der erwähnten Rillenbreite von 125 μ den Motor voll beansprucht. Drückt man den zusätzlichen Staubpinsel (s. o.) zu scharf auf die Platte, kann es passieren, daß die Drehzahl des Motors ein wenig nachläßt und jenes wenig erfreuliche Jaulen hervorruft; also vorsichtig pinseln! Bei Gelatinefolien tritt der Drehzahlverlust in keinem Falle auf. Die Kraft des Motors ist aber (mit genügender Vorsicht) allen vorkommenden Anforderungen gewachsen.

Eine große Annehmlichkeit bedeutet das Vorhandensein eines Ausschalters unmittelbar vor der Dose. Man

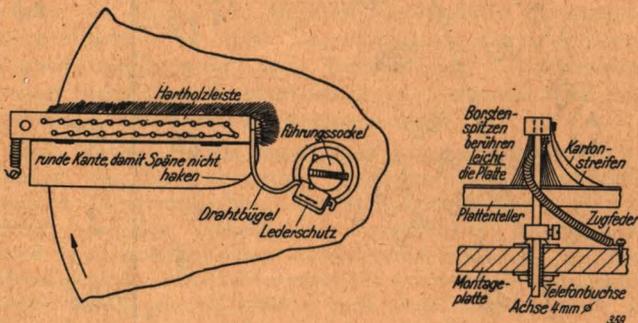


Abb. 4. Der Spansammler von oben und von der Seite gesehen

sauger aber in einem anderen Raume stehen. Als ebenfalls gut geeignet wurde die hier skizzierte Anordnung befunden (Abb. 4 u. 6). Die Bürste läßt man bei einem Bürstenmacher anfertigen (Borsten nicht zu weich, aber keinesfalls hart!). Die Kartonstreifen müssen mit leichtem Druck, aber überall gleichmäßig aufliegen.

Bei Verwendung von Decelith-Platten ist es völlig ausgeschlossen, sich als Mikrophonkünstler zu produzieren und gleichzeitig den Schneidvorgang zu überwachen — jedenfalls nicht, wenn man von außen nach innen schneidet. Für die Überwachung ist eine zweite

⁴⁾ Auf die man übrigens zur Vermeidung der Welligkeit die Beschriftungsetiketten nicht mit der vorhandenen Gummierung, sondern mit dünner Schellacklösung aufklebt.

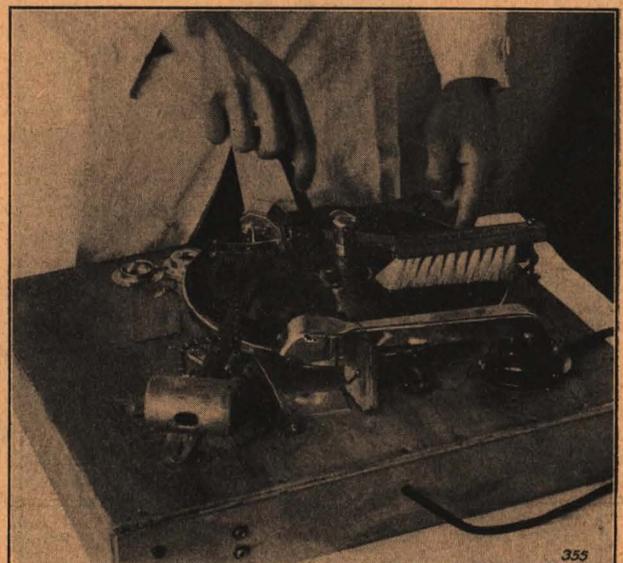


Abb. 6. Die Aufnahmeapparatur

bringt ihn zweckmäßig vorn links im Gehäuse der Aufnahmeapparatur an, nimmt aber keinen Kippschalter, der nur zu leicht Erschütterungen hervorruft, sondern einen Wellenschalter, der als Drehschalter (z. B. 2 × 3 Kontakte) ausgebildet ist. Man kann so ungestört die Anfangs- sowie die Auslaufrillen modulationsfrei schneiden.

Mit den vorliegenden Zeilen sollte einiges an Erfahrungen und Erkenntnissen mitgeteilt werden, wie sie in der Literatur meist nicht, jedenfalls aber nicht in einer so „werkstattfrischen“ Form, gebracht werden. Sie sollen dazu dienen, anderen einen weniger mit Hindernissen gespickten Weg zu bahnen.

Zeichnungen und Aufnahme vom Verfasser

Vollständiges Nomogramm für Kapazität und Wellenwiderstand konzentrischer Leitungen

Im Aufsatz von J. G. LANG: „Berechnung von Kapazität und Wellenwiderstand konzentrischer Leitungen“ (Funk 1940 Heft 5, S. 74) ist ein Nomogramm angegeben, welches die Ermittlung von Kapazität C und Wellenwiderstand Z einer konzentrischen Leitung erleichtert. Da dieses jedoch nur für $\epsilon = 1$ die gesuchten Werte sofort liefert, muß man für andere Isoliermittel als Luft noch mit dem Rechenschieber umrechnen, wie am Schluß jenes Aufsatzes angegeben ist. Der Vorteil eines Nomogramms, nämlich die Vermeidung jeglicher Zahlenrechnung, wird da nicht voll ausgenutzt. Das nachstehende Nomogramm liefert die gesuchten Größen auch für $\epsilon \neq 1$ direkt, so daß keine nachträgliche Umrechnung mehr nötig ist. Betreffs der zugrunde liegenden Formeln sei auf den erwähnten Aufsatz verwiesen.

Die Ermittlung von C und Z wird am besten an einem Beispiel klar. Gegeben sei der Innendurchmesser des Außenleiters $d_a = 7$ mm, der Durchmesser des Innenleiters $d_i = 0,6$ mm, die Isolierung habe $\epsilon = 2,1$. Man

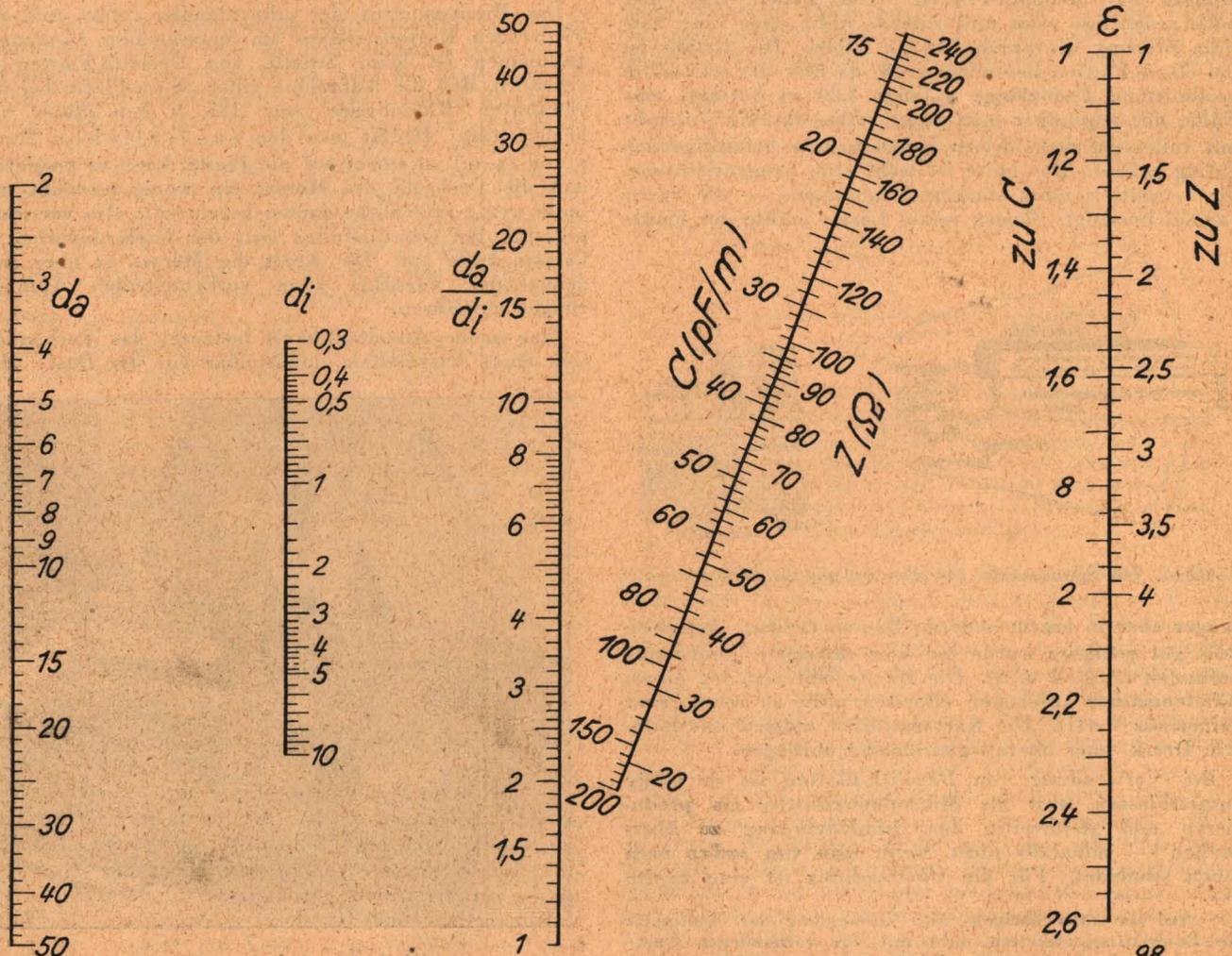
legt eine Gerade durch die entsprechenden Punkte der Leitern für d_a und d_i , diese schneidet auf der dritten Leiter den Wert $\frac{d_a}{d_i} = 11,7$ ab. Von diesem Punkt fluchtet man zu dem Werte $\epsilon = 2,1$ auf den entsprechenden Leitern und findet $C = 47,5 \frac{\text{pF}}{\text{m}}$ und $Z = 102 \Omega$.

Bei Luftpipelines ($\epsilon = 1$) stimmen die Punkte auf den ϵ -Leitern überein, so daß man mit einer Fluchtlinie gleich beide gesuchten Größen findet. Das obige Beispiel ergibt hierfür $C_1 = 22,7 \frac{\text{pF}}{\text{m}}$ und $Z_1 = 147 \Omega$.

Es sei noch erwähnt, daß sich das Nomogramm auch auf die Lecherleitung anwenden läßt. Man setze für d_a den Mittenabstand der Drähte, für d_i den Drahtdurchmesser ein. Dann findet man aus der Zeichnung den halben Wellenwiderstand und die doppelte Kapazität.

Zeichnung vom Verfasser

R. Tantzen.



Zusammenhang zwischen Induktivitäts- oder Kapazitätsänderung und Frequenzänderung

Häufig ist es wichtig, zu wissen, welche Änderung der Eigenfrequenz eines Schwingungskreises bei einer kleinen Änderung der Induktivität oder Kapazität auftritt. Aus der Thomsonschen Schwingungsformel

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

ergibt sich, daß bei einer Änderung der Induktivität L oder der Kapazität C um z. B. 2%, also um das 0,02fache, die Frequenz f gleich

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C \cdot 1,02}}$$

ist. Die Frequenz hat sich demnach auf das $1/\sqrt{1,02} \approx 0,99$ fache, d. h. um etwa -1% geändert.

Eine allgemeine Regel erhält man, wenn man die Schwingungsformel differenziert. Man schreibt die Formel zunächst in folgender Form:

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{2\pi\sqrt{C}} \cdot L^{-\frac{1}{2}} \\ \frac{df}{dL} &= -\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2\pi\sqrt{C}} \cdot L^{-\frac{3}{2}} \\ &= -\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C} \cdot L} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{f}{L} \\ \frac{df}{f} &= -\frac{1}{2} \cdot \frac{dL}{L} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{dC}{C} \end{aligned}$$

In Worten ausgedrückt, lautet diese einfache Regel:

Bei einer Änderung der Induktivität oder Kapazität um 1% ändert sich die Frequenz um $-1/2\%$.

Daß die Änderung der Frequenz geringer ist als die Änderung der Induktivität oder Kapazität, kann man sich leicht daran merken, daß in der Thomsonschen Schwingungsformel L und C unter der Wurzel steht.

H. Pitsch

Keramische Empfängerröhren

Röhrenfassungen aus hochfrequenztechnisch hochwertigen keramischen Stoffen sind schon seit einer Reihe von Jahren bekannt und werden insbesondere in Hochfrequenzstufen mit Vorliebe angewandt, weil neben guten mechanischen Eigenschaften vor allen Dingen die geringen dielektrischen Verluste eine ausschlaggebende Rolle spielen. Bekanntlich steigen bei den früher für Röhrenfassungen verwendeten Isolierstoffen (Bakelite, Pertinax) die Verluste ($\text{tg } \delta$) mit der Frequenz erheblich an und erreichen Werte von 5%, während keramische Baustoffe Verluste in der Größenordnung des hundertsten Teils davon und weniger haben. Allgemein bedauerte man nur, daß die Röhrensockel selbst nach wie vor aus Isoliermaterialien hergestellt wurden, die weit über eine Größenordnung höhere Verluste aufwiesen als die in den Geräten verwendeten Fassungen. Auch die bis vor nicht langer Zeit durchweg üblichen Quetschfußaufbauten der Röhren mit Weichgläsern waren nicht ideal hinsichtlich ihrer Verlustfreiheit, insbesondere bei höheren Frequenzen.

Seit einigen Jahren kennt man nun verschiedene Verfahren, die die Anbringung von metallischen Durchführungen in keramischem Material ermöglichen. Abweichend von der Technik der Durchführung durch Glas wird hier zwischen dem keramischen Material und den Metalldrähten ein Zwischenmittel verwendet, wofür entweder Glas oder Glasuren, evtl. auch Schmelzflüsse in Betracht kommen. Die Hauptmenge des zwischen den — beispielsweise nach Art des Stahlröhrenaufbaus — auf einem Kreise liegenden Durchführungen wird hier von keramischem Material gebildet. An Stelle massiver Drähte oder Stäbe können auch auf keramischem Träger eingebrannte dünne Metallhäute — speziell für Hochfrequenzzwecke — Verwendung finden. Ebenso lassen sich beispielsweise Metallrohre hinreichend geringer Wandstärke, die auf einen Zylinder aus keramischem Stoff aufgeschlumpft sind, in ein Glas- oder Keramikgefäß einschmelzen, und nach einem ähnlichen Verfahren werden vakuumdichte Verschmelzungen beispielsweise zwischen einem metallischen Röhrenkolben und einer Keramik-Sockelplatte hergestellt. Weiter sind vakuumdichte Verschmelzungen von Glaskolben und keramischen Sockelplatten ausführbar.

Vor knapp zwei Jahren konnte man die erste praktische Anwendung der entwickelten Verfahren kennen-

lernen; eine Oszillographenröhre erschien auf dem Markt, die einen keramischen Sockel und quetschfußlosen Aufbau hatte. In einen plattenförmigen keramischen Sockel sind bei dieser Röhre neun Massivdrahtdurchführungen eingeschmolzen, auf die das System der Röhre aufgebaut ist. Die Enden der Drähte sind mit am äußeren Rande der Platte angebrachten, aufgebrannten und galvanisch verstärkten Silberbelegen verlötet, die als Kontakte dienen. Unten ist in eine Öffnung der Sockelplatte ein Glasrohr für die Evakuierung eingeschmolzen, oben der Glaskolben der Oszillographenröhre aufgeschmolzen.

Von dieser Entwicklung zu den auf der Großen Deutschen Rundfunk- und Fernseh Rundfunk-Ausstellung 1939 in Berlin zum erstenmal gezeigten „vollkeramischen“ Empfängerröhren war nur ein Schritt. Bei einer Ausführungsform, die sich äußerlich sowie im inneren Aufbau den Stahlröhren anpaßt, sind die Elemente des Röhrensystems auf die Durchführungsdrähte aufgebaut wie bei der Stahlröhre. Die Zuleitungen sind in die keramische Sockelplatte vakuumdicht eingeschmolzen, nach Fertigstellung des Innenaufbaus wird die keramische Überwurfhaube mit der Sockelplatte vakuumdicht verschmolzen. Die Röhren sind so ausgebildet, daß sie sich für eine hochwertige Massenfertigung eignen, bei der das Einschmelzen der Drähte und die Endverschmelzung im „fließenden Arbeitsgang“ vorgenommen wird.

Als Anregung für eine mögliche Weiterentwicklung der keramischen Röhre fand man noch eine neuartige Formgebung: die viereckige Röhre. Dieser Querschnitt eignet sich besonders für den Aufbau von Röhren mit rechteckigem Systemaufbau und gewährleistet eine besonders günstige Raumausnutzung. Bei diesen Röhren wird — ähnlich wie bei der oben erwähnten Oszillographenröhre — eine Anzahl am Außenrand der Sockelplatte aufgebrannter Metallbeläge für die Kontaktgabe mit der Fassung verwendet. Man kann so die Induktivität der Zuleitungen auf ein Minimum beschränken, was insbesondere bei sehr hohen Frequenzen wichtig ist. Zweifelsohne sind die keramischen Röhren ein wertvoller Beitrag zur Erreichung optimaler Resultate, insbesondere in Kurzwellen- und Ultrakurzwellengeräten; ob allerdings der Kolben aus keramischem Material nötig ist, bleibt die Frage.

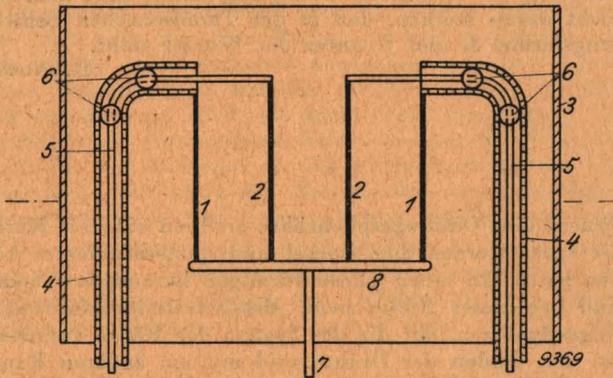
Rolf Wigand

PATENTSCHAU

Glühventilröhre mit zwei oder mehreren Heizfadensystemen

Nach der deutschen Patentschrift 635 540
— Kl. 21 g Gr. 13/02 —
Siemens-Schuckertwerke A.-G.

Um die Lebensdauer von Glühventilröhren zu erhöhen, werden zwei oder mehr Heizfäden vorgesehen, die nacheinander nach dem Durchbrennen des vorhergehenden in Tätigkeit gesetzt werden. Um derartige Ausführungen für Hochspannungsglühventile, bei denen die Heizfäden nicht frei von Kräfteinflüssen sind, brauchbar zu machen, werden erfindungsgemäß die Stromzuführungen so geführt, daß die Stromzuführungen je eines Heizfadensystems die Stromzuführungen der anderen Heizfadensysteme isoliert umschließen. Vorteilhafterweise bestehen z. B. die Stromzuführungen des einen Heizfadensystems aus Röhren und



die des andern aus isoliert in diesen Röhren angeordneten Stäben oder Drähten. In der Abb. ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem die Halterungsstäbe für die Kathode gleichzeitig als Hilfselektroden ausgebildet sind. Die dargestellte Röhre besitzt zwei Heizfadensysteme mit den Heizfäden 1,1 und 2,2, die innerhalb der Anode 3 liegen. Die Heizfadensysteme liegen in einer Ebene, und die Stromzuführungen für die Heizfäden 1,1 bestehen aus Röhren 4,4, in denen die stabförmigen Zuführungen 5,5 für die Heizfäden 2,2 angeordnet sind. Die Zuführungen 4 und 5 können durch Glas oder Quarzkörper 6 gegeneinander isoliert und abgestützt sein. 7 ist eine zur Halterung dienende Mittelstütze, die den Metallstreifen 8, an dem die Heizfäden befestigt sind, trägt. L.

Einrichtung zur selbsttätigen Regelung der Trennschärfe eines Empfängers

Nach der deutschen Patentschrift 662 828
— Kl. 21 a⁴ Gr. 29/04 —
Telefunken, Erfinder K. Wilhelm

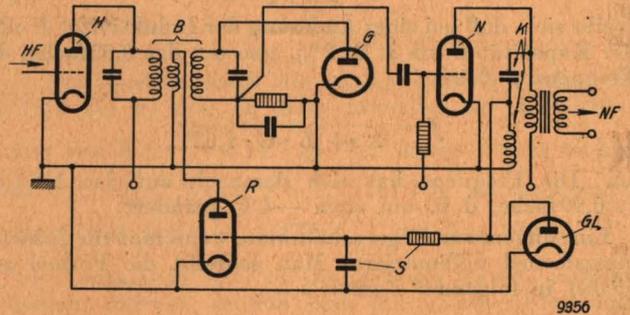
Es gibt Empfänger mit automatischer Trennschärfe-Regelung, die eine von der Stärke des empfangenen Senders abhängige Regelspannung anwenden. Eine solche Regelung hat aber den Nachteil, daß beim Empfang eines Senders ein starker Nachbarsender durchschlagen kann.

Es wurde deshalb schon vorgeschlagen, die Regelspannung aus den im Niederfrequenzteil des Empfängers vorhandenen, durch Interferenz zwischen der zu empfangenden Trägerwelle und der benachbarten Trägerwelle entstandenen hohen Tonfrequenzen zu entnehmen. Zu diesem Zwecke ist bei diesem Vorschlag in einer Abzweigung vom Niederfrequenzteil ein Hochpaßfilter vorgesehen, welchem die hohen Tonfrequenzen entnommen und dann gleichgerichtet werden.

Diese Anordnung wird weiter dadurch vereinfacht, daß die nach Gleichrichtung zur Regelung dienende Spannung von einem im Niederfrequenzteil befindlichen, zugleich zur Unterdrückung des Interferenztones zwischen der zu empfangenden Trägerfrequenz und einer Nachbarfrequenz

dienenden, auf diesen Ton abgestimmten Resonanzkreis abgenommen wird.

Die ankommende oder schon verstärkte Hochfrequenz wird in der Röhre H verstärkt und über das Bandfilter B der Gleichrichterröhre G zugeführt. Die entstandene Niederfrequenz wird in der Röhre N weiter verstärkt. Von deren Anodenkreis geht es einerseits zur nächsten

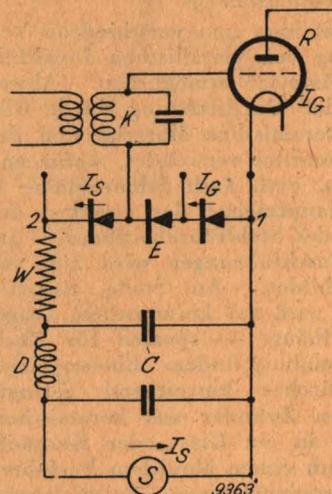


Niederfrequenzverstärkerröhre oder direkt zum Lautsprecher und andererseits von dem Interferenzfilter K, welches z. B. auf einen Ton von 9 kHz abgestimmt ist, zu dem Gleichrichter GL. Dieser Gleichrichter liefert eine Regelspannung, die um so höher ist, je größer die Amplitude der Resonanzfrequenz des Filters K ist. Die erhaltene Gleichspannung wird von der überlagerten Niederfrequenz in dem Siebglied S gesiebt und der Trennschärferegelröhre R zugeführt. Die Dämpfung, welche diese Röhre auf das Bandfilter B ausübt, ist um so geringer und damit die Bandbreite um so kleiner, je höher die aus den Schwingungen von der Resonanzfrequenz des Filters K gewonnene negative Vorspannung ist. Sch.

Schaltung zur Erzielung konstanter Gittervorspannungen

Nach der deutschen Patentschrift 638 864
— Kl. 21 a⁴ Gr. 35/14 —
Stabilovolt G. m. b. H., Berlin-Tempelhof

Es ist bekannt, als spannungskonstanthaltendes Mittel in den Gitterkreis von Röhrensendern Entladungsstrecken einzuschalten, die vom Gitterstrom durchflossen werden, wobei die Entladungsstrecke selbst durch eine besondere Hilfsspannung in Betrieb gehalten wird.



Die vorliegend Erfindung ersetzt die Entladungsstrecken durch Kontaktwiderstände, die durch eine Hilfsstromquelle aktiviert werden. Als derartige Kontaktwiderstände können Kupferoxydul- und Selen-gleichrichterzellen dienen. Grundsätzlich eignet sich jeder Widerstand, der dem Ohmschen Gesetz nicht folgt, sondern der zwischen gewissen Grenzen einen konstanten Spannungsabfall besitzt.

In der Abb. liegt im Gitterkreis der Röhre R ein Spannungsteiler E, der aus Kontaktwiderständen besteht und der im rechten Teil von dem Gitterstrom I_g durchflossen wird. Es ist zweckmäßig, den Stromkreis hochohmig auszubilden, damit sich der Gitterstrom am Punkt 1 nur in geringem Maße abzweigt und über die Stromquelle S fließt. L.

Ein interessantes Röhrenvoltmeter

Von MAX PERRIN

Mit einem Röhrenvoltmeter sollen sich Wechselspannungen unabhängig von der Frequenz messen lassen. Man will die Spannungsverhältnisse in Hoch- und Niederfrequenzverstärkern und an Generatoren untersuchen. Ferner sollen sich auch Spannungen bis zu einigen hundert Volt messen lassen. Es ist dabei möglich, die Dämpfung und Belastung auf etwa 2 M Ω und mehr zu bringen. Ferner soll das Röhrenvoltmeter wahlweise Scheitel- und Effektivwertmessung zulassen. Effektivwertmessungen kommen hauptsächlich im Niederfrequenzgebiet vor, um Leistung, Strom und Spannung zu bestimmen. Scheitelwertmessungen kommen vor bei der Bestimmung der Aussteuerbarkeit von Verstärkerröhren, Klirrgradmessungen und vorwiegend im Hochfrequenzgebiet. Ferner ist es vorteilhaft, wenn sich mit dem gleichen Gerät auch Gleichspannungen messen lassen.

Die Wirkungsweise des Röhrenvoltmeters

Bei allen Röhrenvoltmetern werden Wechselspannungen unabhängig von der Frequenz in entsprechende Gleichströme verwandelt. Die Anodengleichstromänderung läßt sich an einem eingeschalteten Milliampereometer ablesen. Nach der Lage des Arbeitspunktes auf der Kennlinie unterscheidet man A-B- und Spitzengleichrichtung. Bei B-Gleichrichtung entspricht der Anodengleichstrom etwa dem Effektivwert der auf das Gitter gegebenen Wechselspannung. Bei Spitzengleichrichtung entspricht der Anodenstrom dem Scheitelwert der angelegten Wechselspannung. Zwischen Effektiv- und Scheitelwert besteht folgende Beziehung:

$$U_{\max} = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2}$$

Bei dem vorliegenden Röhrenvoltmeter wurde eine Schaltung gewählt, die das Umschalten von B-Gleichrichtung auf Spitzengleichrichtung gestattet. Ferner wurde von der unmittelbaren Ablesung wegen der damit verbundenen Messungsgenauigkeit abgegangen. Dafür wurde zu dem mit großer Genauigkeit arbeitenden rein elektrischen Vergleichsverfahren gegriffen. Das Milliampereometer im Anodenkreis dient nur noch als Nullinstrument. Eine ungünstige Auswirkung seiner mechanischen Eigenheiten auf die Messung ist fast vollständig beseitigt. Das Vergleichsverfahren beruht darauf, einer am Gitter liegenden Wechselspannung eine regelbare hohe negative Gittervorspannung entgegenzusetzen, bis wieder derselbe Anodenstrom fließt wie vor dem Anlegen der zu messenden Spannung. Dann entspricht die angelegte Wechselspannung der eingeregelteten negativen Gitterspannung.

Die Schaltung des Gerätes

Als Meßgleichrichterröhre wurde eine Dreipolröhre verwendet. Das kann eine REN 904, REN 1004 oder AC 2 sein. Der 2 M Ω -Widerstand am Gitter der Dreipolröhre macht ein Hinaufgleiten der Gitterspannung unmöglich und stellt gleichzeitig die Belastung des bei U_x angeschlossenen Kreises dar. Der Spannungsregler VR ist ein Kohlepotentiometer, an dessen Enden eine Gleichspannung von 250 V mit dem Pluspunkt an Kathode liegt. Diese Spannung wird einer getrennten Einweggleichrichterschaltung entnommen und dient als Gegenspannung zu der zu messenden Spannung U_x . Die Skala dieses Reglers gibt die Spannungswerte von Null Volt bis 250 Volt an. Sie gilt für Gleich- und Wechselspannung bei Scheitel- und Effektivwertmessung. Der Korr.-Regler ist ein Kohlepotentiometer in der Kathodenleitung der

Dreipolröhre und dient zur Einstellung der Grundvorspannung. Hierbei sind der VR-Regler auf Null Volt zu stellen und die Stecker der bei U_x angeschlossenen Verbindungsschnur herauszuziehen. Dabei verbindet die Schaltbuchse die Gitterklemme von U_x über einen 0,05 M Ω -Widerstand mit dem Röhrengitter, womit die Vorspannung an der Röhre liegt. Dann wird mit dem Korr.-Regler (Vorspannungsregler) der Ausschlag des Milliampereometers auf „0“ gebracht. Dieses Meßinstrument

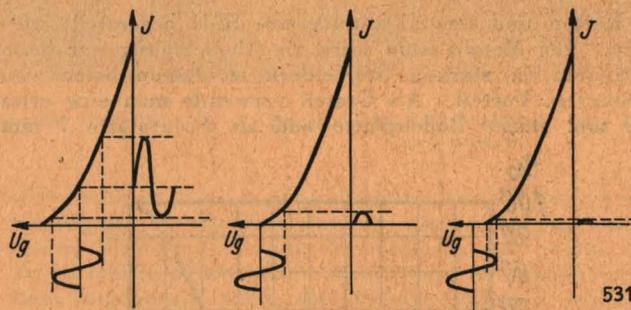


Abb. 1. Zur Wirkungsweise des Röhrenvoltmeters

hat einen Endausschlag von 0,1 mA. Seine Skala ist mit einer Nullskala überklebt, wobei die Stelle 0,05 mA unter der Nullstelle der neuen Skala liegt. Bei diesem Nullpunkt, bei dem 0,05 mA Anodenstrom fließen, ist bei angelegter Wechselspannung U_x der am VR-Regler eingestellte Wert gleich dem Scheitelwert der Wechselspannung U_x .

Parallel zum Milliampereometer G liegen ein Widerstand von 0,85 Ω und der Schalter S. Bei Schließen des Schalters wird der Meßbereich des Instrumentes auf 3 mA

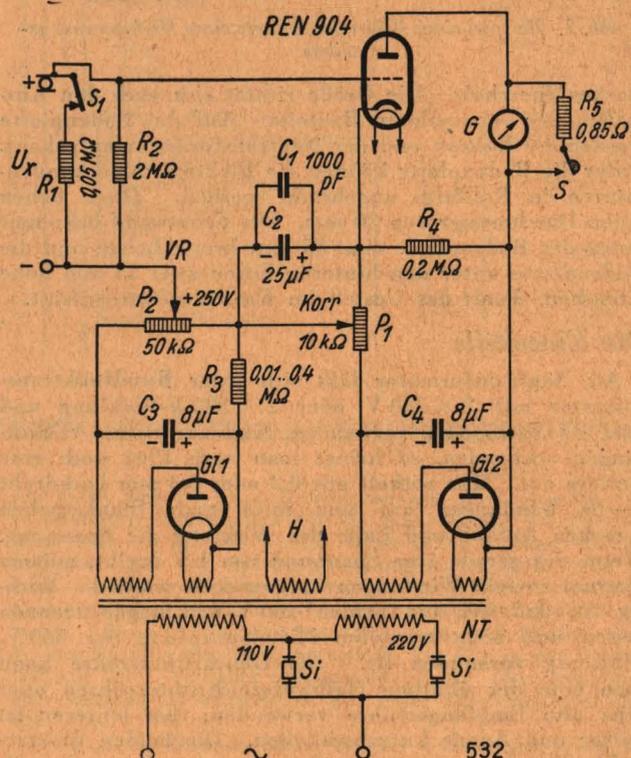


Abb. 2. Gesamtschaltbild des Gerätes

Endausschlag vergrößert. Bei N „Nullpunkt“ 3 mA ist der am VR-Regler eingestellte Wert gleich dem Effektivwert der angelegten Wechselspannung.

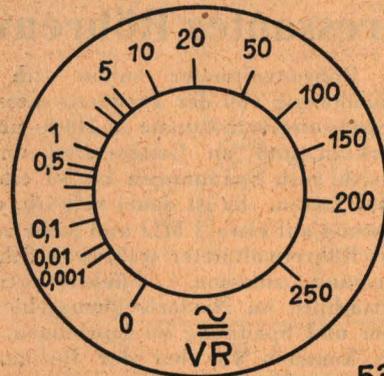
Es ist wichtig, daß die Messung der Effektivwerte mit 3 mA Anodenstrom erfolgt, da nur in diesem Bereich der gleichgerichtete Teil der Wechselspannung dem Anodenstrom bei Anlegen einer gleichgroßen Gleichspannung entspricht. Das hat eine vollständige Linearität zwischen Scheitel-Effektiv- und Gleichspannungsmessung zur Folge, was die Benutzung einer einzigen Skala für den V-Regler möglich macht.

Der Netzteil besteht aus einem Doppelwegtransformator, dessen beide 280 V-Wicklungen getrennt in Einweggleichrichtung arbeiten. Die eine Wicklung liefert den Anodenstrom für die Dreipolröhre, die andere die 250 Volt Gleichspannung am VR-Regler.

Der Aufbau des Röhrevoltmeters

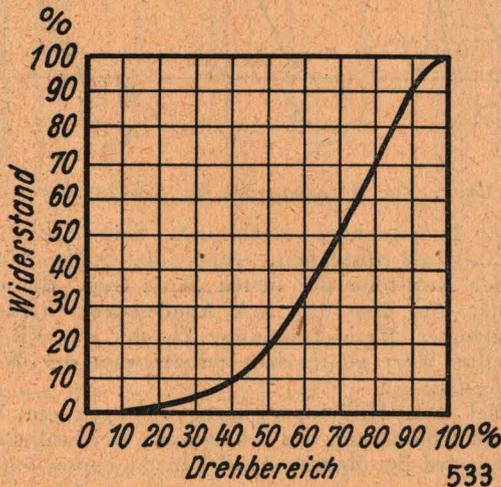
Kasten und Gestell können aus Holz hergestellt werden. Ein Metallkasten wäre als Abschirmung nur beim Arbeiten in starken Störfeldern in Laboratorien von größerem Vorteil. Als Gestell verwende man eine etwa 10 mm starke Bodenplatte und als Frontplatte 7 mm

dünnem Blech vier 5 mm breite Streifen, die nach dem Umfang der Kondensatoren gebogen, an einem Ende umgebogen und mit einer Bohrung versehen werden. Mit diesen Bügeln werden die Kondensatoren zu beiden Seiten längs zwischen Auflageklötchen und Frontwand angebracht.



534

Abb. 4. Die „VR“-Skala



533

Abb. 3. Beispiel einer Widerstandskurve eines Drehspannungsteilers

starkes Sperrholz. Die Größe richtet sich nach den Ausmaßen der verwendeten Bauteile. Auf die Bodenplatte werden die Röhren und der Netztransformator aufgebaut. Unter die Bodenplatte können die Elektrolytblockkondensatoren in Rollform angebracht werden. Diese haben einen Durchmesser von 30 mm. Die Frontwand bekommt unter der Bodenplatte eine 35 mm breite Leiste und die Bodenplatte unter den hinteren Ecken zwei 35 mm hohe Klötchen, damit das Gestell im Kasten später aufsitzt.

Die Einzelteile

Als Netztransformator läßt sich jeder Rundfunktransformator mit 2 × 280 V oder 2 × 300 V-Wicklung und drei 4 V-Wicklungen verwenden. Sind nur zwei 4 V-Wicklungen vorhanden, so bringt man nach Platz noch eine weitere auf. Man wickelt mit 0,2 oder 0,3 mm Lackdraht 5–10 Windungen auf und mißt nach Blankschaben zwischen Anfang und Ende der Wicklung die Spannung. Wenn sich gerade eine Spannung von 1 V ergibt, müssen viermal so viele Windungen aufgewickelt werden. Wichtig ist, daß sich die beiden 280 V-Wicklungen trennen lassen und nicht nur eine Mittelanzapfung der 560 V-Wicklung vorhanden ist. Als Gleichrichterröhre kann man eine der üblichen Halbweggleichrichterröhren oder eine alte Empfängerröhre verwenden; bei letzterer ist Gitter und Anode kurzzuschließen. Die beiden Elektrolytblockkondensatoren werden unter dem Gestellboden montiert. Man schneidet zu diesem Zweck aus

Das Meßinstrument im Anodenkreis ist ein Einbaumilliamperemeter mit 0,1 mA Endausschlag. Die Skala dieses Instrumentes ersetzt man durch die schon erwähnte „Nullskala“, bei der der Nullpunkt bei 0,05 mA der alten Skala fällt. Man nimmt dazu weißes Glanzpapier, auf das die Skala mit Tusche aufgezeichnet wird. Den Widerstand von 0,85 Ω, der bei der Effektivwertmessung dem Instrument parallel liegt, stelle man aus Widerstandsdraht her. Hat man z. B. Chromnickeldraht 0,2 mm und 43 Ω je m, so kommen auf 1 Ohm 2,3 cm. Bei 0,85 Ω sind es 2 cm. Über den Draht schiebt man ein Stück Rüschröhr, und die Enden wickelt man um die Lötflächen von Instrument und Schalter. Zur Prüfung des Instrumentes schaltet man ein Milliamperemeter mit diesem in Reihe und stellt fest, ob bei 3 mA der Zeiger auf „Null“ steht. Durch Ab- oder Zuwickeln des Drahtes kann der Zeigerausschlag korrigiert werden.

Der Drehspannungsteiler P₁ wird in die Frontwand links und P₂ rechts eingelassen. P₂ muß eine stark positiv logarithmische Widerstandskurve haben, um bei niederen Werten der Spannungsskala große Zwischenräume zur Ermittlung der Zwischenwerte zu haben. Die Ein-

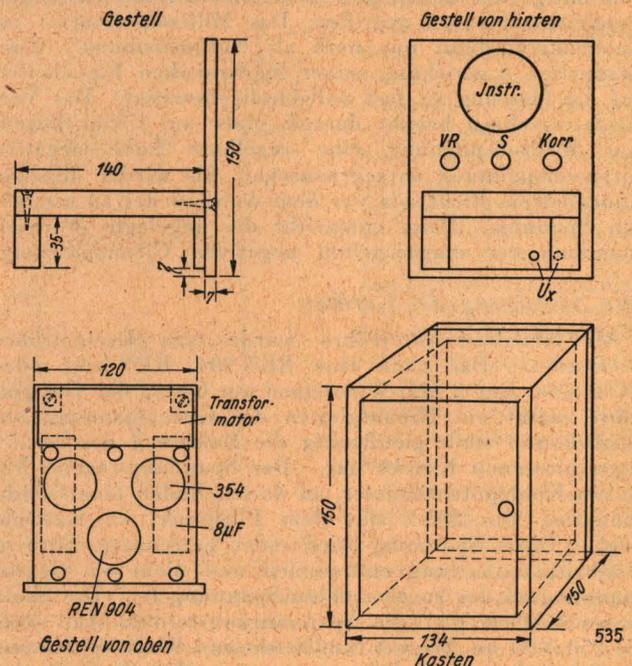


Abb. 5. Aufbau von Gestell und Kasten

gangsbuchsen, deren eine eine Schaltbuchse ist, die beim Herausziehen des Steckers einen Kontakt schließt, müssen in einen hochwertigen Isolierstoff, etwa Frequenta, eingefast werden. Dasselbe gilt für die Drehspannungsteiler, die außerdem noch isolierte Achsen haben sollen. Die Verdrahtung ist besonders im Gitterkreis kurz zu halten.

Inbetriebnahme und Bedienung

Nach dem Einschalten wird der VR-Regler auf Null gestellt und mit dem Korr.-Regler der Ausschlag des Instrumentes korrigiert. Dann legt man bei U_x eine Gleichspannung von 250 V an (Pluspol am Gitter) und stellt VR wieder auf 250 Volt. Jetzt ändert man den Widerstand von 0,01 bis 0,4 M Ω in der positiven Speiseleitung zu VR so lange, bis der Ausschlag am Nullinstrument verschwunden ist. Damit liegt an VR eine Spannung von genau 250 Volt.

Die Anbringung der Skala des VR-Reglers hat die Verwendung eines guten Markenpotentiometers mit der angegebenen Widerstandskurve zur Voraussetzung. Ferner soll es noch folgende Normalwerte besitzen:

- Toleranz: $\pm 20\%$
- Restwiderstand: 5% v. R.
- Anfangswiderstand: $0,5\%$ v. R.
- Anspringwert: $0,25\%$ v. R.
- Abspringwert: 2% v. R.

Die Widerstandskurve, die die Fabriken angeben, zeigen die Abhängigkeit des Widerstandswertes vom Drehwinkel, beides in Prozenten. Man schreibe nun zunächst unter die Prozentzahlen des Drehbereiches die zugehörigen Winkel; wenn also der volle Drehbereich 265 Grad beträgt, unter 100% 265 Grad, unter 50% 132,5 Grad. Neben die Prozentzahlen des Widerstandes schreibe man entsprechend die tatsächlichen Widerstandswerte. Bei 100% 50 000 Ω , bei 50% 25 000 Ω usf. Neben jede Zahl des tatsächlichen Widerstandes kommt die zugehörige Spannung bei Anlegen von 250 Volt an den Gesamt-widerstand. Der Strom beträgt hierbei 0,005 A. Bei 50 000 Ω erhält man $50\ 000 \text{ mal } 0,005 = 250$ Volt, bei 25 000 Ω $2500 \text{ mal } 0,005 = 125$ Volt usf. Dann zeichnet man einen Winkel von 265 Grad und trägt mit dem Winkelmesser die zu den Spannungswerten gehörigen Winkel von Null an auf. Man erhält eine Skala von 0—250 Volt, bei der die Anfangswerte stark auseinandergezogen sind. Sie wird auf weißes Glanzpapier durchgepaust, mit Tusche ausgezogen und unter den VR-Regler aufgeklebt.

Ist eine Widerstandskurve nicht zu haben, so kann man sich auch anders helfen. Man schaltet nach Einrichten der Nullanzeige eine von 250 V bis 0 Volt veränderliche Gleichspannung bei U_x an und regelt sie unter Zuschalten eines genauen Spannungsmessers bis Null Volt.



Abb. 6. Innenansicht des Gerätes

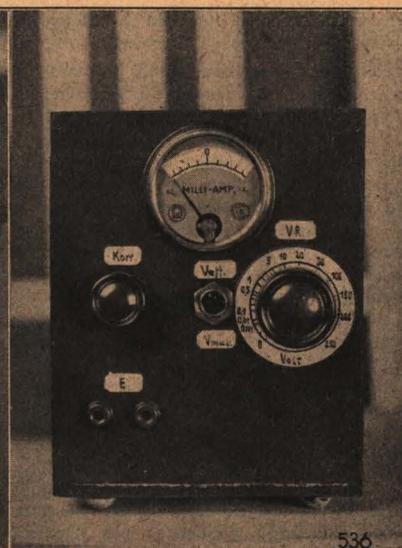


Abb. 7. Das Röhrenvoltmeter von vorn gesehen

Dabei schreibt man zu jeder Stellung des VR-Reglers die zugehörige, am Spannungsmesser abgelesene Spannung. Dieses Verfahren ist zur Nachprüfung der zuletzt beschriebenen zeichnerischen Ermittlung der Skala auch dann angebracht, wenn die Widerstandskurve vorliegt.
Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Wunsch von der Schrifileitung gern mitgeteilt

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 2	Größe
1	1	Drehspannungsteiler	P_1	10 000 Ω , 1 Watt, lin.
2	1	desgl.	P_2	50 000 Ω , 1 Watt, log.
3	1	Widerstand	R_1	0,05 M Ω , 1 Watt
4	1	desgl.	R_2	2 M Ω , 1 Watt
5	1	desgl.	R_3	0,01 bis 0,4 M Ω
6	1	desgl.	R_4	0,2 M Ω , 1 Watt
7	1	desgl.	R_5	0,85 Ω
8	1	Milliamperemeter	G	0,1 mA, 1000 Ω
9	2	Elektrolytkondensatoren	C_3, C_4	8 μ F, 250/275 V
10	1	Blockkondensator	C_1	1 000 pF
11	1	Elektrolytkondensator	C_2	25 μ F
12	1	Röhrenschaltbuchse	S_1	
13	1	Röhre	REN 904	
14	2	Röhren	GL 1, GL 2	G 354
15	2	Sicherungen	Si	200 mA
16	1	Netztransformator	NT	2×300 V, 3×4 V, 14 Watt

Ein einfaches Hilfsgerät bei Strom- und Spannungsmessungen

Von ERNST BOTCKE

Wenn man mit einem der sehr verbreiteten Universalmeßinstrumente Strom und Spannung messen oder die Abhängigkeit dieser Größen an einem Schaltelement feststellen will, so muß man es zeitlich hintereinander in der bekannten Weise in den Stromkreis schalten. Soll z. B. die Größe eines Widerstandes durch Strom- und Spannungsmessung betimmt werden und steht als Stromquelle eine Taschenlampenbatterie von 3 Volt zur Verfügung, so wird der tatsächlich fließende Strom von dem gemessenen Wert abweichen, da der Eigenwiderstand des Strommessers den Gesamtwiderstand während der Messung erhöht. Wie dieser Fehler ermittelt und berücksichtigt werden kann, wurde in einem früheren Aufsatz gezeigt.¹⁾ Der dort

gewiesene Weg ist zwar ziemlich einfach, aber es wäre doch vorteilhafter, insbesondere für die Schnelligkeit der Messung, wenn man — bis auf wenige Sonderfälle — ohne Rechnen auskäme. Bei der Spannungsmessung andererseits wird die gemessene Klemmenspannung von der tatsächlich vorhandenen abweichen, weil das Voltmeter die Stromquelle zusätzlich belastet. Dieser Fehler wird besonders dann groß werden, wenn R_i (der Stromquelle) groß ist und R_v (= R_x) in der Größenordnung des Voltmeterwiderstandes liegt. Ihn rechnerisch oder messend zu erfassen, ist nur unter Schwierigkeiten möglich.

Es liegt der Gedanke nahe, bei der Spannungsmessung den Strommesser und bei der Strommessung den Spannungsmesser durch einen genau gleichen Widerstand zu ersetzen. Aus Er-

¹⁾ Vgl. „Funk“ 1940, H. 13, S. 196.

sparsigründen und um die Schaltungsweise zu vereinfachen, kann man dabei einige Vereinfachungen vornehmen.

Zu einem der verbreitetsten Universalinstrumente werden die Vor- und Nebenwiderstände einzeln geliefert und mit dem Galvanometer zusammengesaltet. Bei einem anderen sind die Vor- und Nebenwiderstände je für sich mit einem Umschalter in ein Kästchen eingebaut. Wenn man dafür sorgt, daß bei abgeschaltetem Galvanometer der jeweilige Vorwiderstand allein an der zu messenden Spannung liegt, so wird, da der Galvanometerwiderstand (meistens 50 Ω) bei gebräuchlichen Spannungen gegenüber dem Vorwiderstand sehr klein ist, die Spannung sich bestimmt um weniger als 1% ändern. Die Ab- und Zuschaltung des Strommessers macht sich schon an und für sich nur bei Messungen an Stromquellen mit einer Spannung von weniger als 10 bzw. 5 Volt störend bemerkbar. Beläßt man, was sehr leicht zu erreichen ist, den Nebenwiderstand des Meßinstrumentes im Meßkreis, um nur das Galvanometer ab- und zuschalten, dann wird der Fehler wenigstens bei größeren Stromstärken weiterhin mit Sicherheit unter 1% sinken.

Will man z. B. die $\frac{E_a}{J_a}$ -Kennlinie einer Röhre aufnehmen, so schaltet man nach Abb. 1. Die passend gewählten Vor- und Nebenwiderstände werden an ein Klemmenbrettchen geschaltet. Das Meßwerk wird mit einem Doppelstecker in das Buchsen-

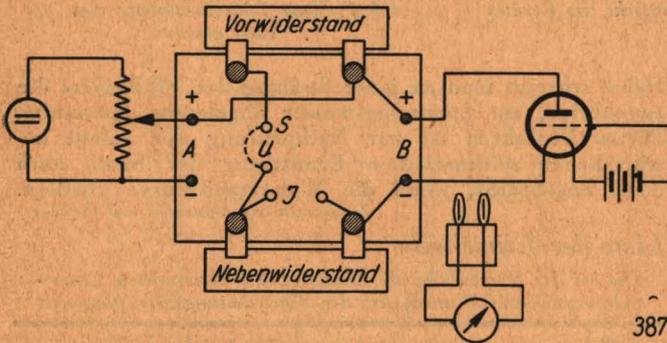


Abb. 1

paar U als Spannungsmesser — und in das Buchsenpaar J als Strommesser — geschaltet. S ist eine Schaltbuchse, deren Feder man etwas verstärkt. Sie schaltet bei herausgezogenem Stecker den Vorwiderstand allein an die gemessene Spannung. Das Schaltbrettchen, das aus gut isolierendem Hartgummi oder Pertinax besteht, baut man zum Schutz gegen Verstauben in ein kleines Holzkästchen ein. Den Buchsenpaaren U und J gibt man den Normalsteckerabstand. Bei den Klemmen für die Vor- und Nebenwiderstände muß man auf richtigen Abstand achten, damit die Anschlußzungen guten und sicheren Kontakt geben. Die Schaltung des kleinen Gerätes zeichnet man sich auf starken Karton, damit man bei der Ausführung einer bestimmten Schaltung eine gute Übersicht hat.

Um die Kennlinie eines Gleichrichters aufzunehmen, legt man ihn ohne Zwischenschaltung eines Spannungsteilers unmittelbar an das Klemmenpaar A. An B liegt ein veränderlicher Belastungswiderstand. Zur Messung eines Widerstandes oder zur Aufnahme der Widerstandskennlinie eines veränderlichen oder von der fließenden Stromstärke abhängigen Widerstandes bleibt die Schaltung erhalten, nur liegt der Widerstand an dem Klemmenpaar B.

Baut man zwei derartige Geräte zusammen, so können sogar alle an Röhren vorkommenden Messungen mit einem einzigen Instrument vorgenommen werden.

Es läßt sich untersuchen:

1. die Abhängigkeit $\frac{E_g}{J_g}$ ($U_a = \text{konst.}$ kann überwacht werden)
2. „ „ $\frac{E_a}{J_a}$
3. „ „ $\frac{E_g}{J_a}$
4. „ „ $\frac{E_g}{E_a}$ (wenn ein entsprechender Belastungswiderstand eingefügt wird).

Das Hilfsgerät erweist sich somit auch als praktisch, wenn wir zwei Meßinstrumente besitzen, denn in jeden Stromkreis einer Röhre ein besonderes Instrument zu legen, wird sich wohl kaum jemand leisten können. Da es bei Messungen an Fünf- oder Mehrpolröhren noch darauf ankommt, die Konstanthaltung der Spannung an der Hilfselektrode zu überwachen, baut man sich noch ein zusätzliches Schaltelement nach Abb. 2

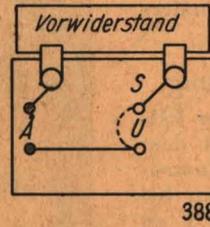


Abb. 2

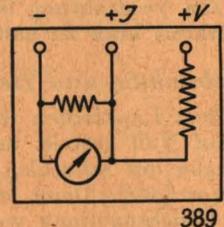


Abb. 3

zusammen. Die Klemmen zur Anschaltung des Vorwiderstandes sind mit einem Buchsenpaar verbunden. Wir können damit einen Ersatzwiderstand anschalten, falls wir den Vorwiderstand zur Messung der Anodenspannung benötigen. Derartige Widerstände mit einer Toleranz von 1% sind im Handel erhältlich.

Wenn man mit dem kleinsten Meßbereich (ohne Nebenwiderstand) des Instrumentes arbeitet, muß man während der Spannungsmessung die Buchsen J durch einen Kurzschlußstecker verbinden. Wenn man dann noch — das wird z. B. bei der Aufnahme der $\frac{E_g}{J_g}$ -Kennlinie der Fall sein — mit Spannungen unter $10 \div 5$ Volt arbeitet, muß man den Fehler, der durch das Herausnehmen des Meßinstrumentes aus dem Meßkreis entsteht, berücksichtigen. Die Fehler, die durch die Schaltweise der Instrumente entstehen, werden genau so berücksichtigt, als ob man mit zwei Instrumenten arbeitet.

Bei einem Meßinstrument mit eingebauten Vor- und Nebenwiderständen liegen die Verhältnisse nicht so günstig. Ein derartiges, ziemlich verbreitetes Instrument ist im Prinzip nach Abb. 3 geschaltet, wenn man die besonderen Schaltmaßnahmen zur Herstellung mehrerer Meßbereiche nicht berück-

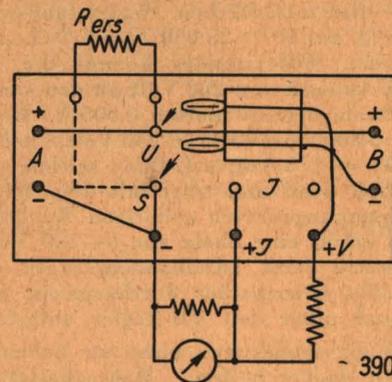


Abb. 4

sichtigt. Es kann in einer Schaltung nach Abb. 4 verwendet werden. R_{ers} ist ein Ersatzwiderstand, der die gleiche Größe hat wie das Voltmeter bei dem jeweils verwendeten Meßbereich. Es ist ein Hochohmwiderstand, den man gegen einen geringen Preisaufschlag mit 1% Toleranz von jeder Widerstandsfabrik beziehen kann. Die Belastung in Watt, die der Widerstand aushalten muß, kann man leicht berechnen und muß sie bei der Bestellung berücksichtigen. Der Widerstand wird mit zwei Steckern auf einem Isolierbrettchen montiert. Der Doppelstecker zur Umschaltung von der Strom- auf die Spannungsmessung muß unverwechselbar sein. Das kann man leicht erreichen, indem man am Stecker eine kleine Nase und in der Schaltplatte eine entsprechende Bohrung anbringt.

Bei anders geschalteten Instrumenten nehme man zunächst die innere Schaltung auf. Es wird dann bei einiger Überlegung möglich sein, zwei entsprechende Anschlüsse — je einen für die Strom- und Spannungsmessung — herauszuführen.

Zeichnungen vom Verfasser

Alle Abbildungen in diesem Heft, die keinen Urhebervermerk tragen, wurden nach Angaben der Schriftleitung hergestellt

Funktechnische Formelsammlung

VON SCHMID-LEITHIGER

1939 . 202 Seiten mit über 150 Abbildungen

RM 9.—

AUS DEM INHALT:

Teil A. Allgemeine Grundlagen. Formelzeichen / Wichtige Rechnungsgrundlagen / Allgemeine physikalische und technische Einheiten und Formeln / Elektrische und magnetische Einheiten im praktischen Maßsystem / Einheiten der Übertragungstechnik / Frequenz und Wellenlänge technischer elektromagnetischer Schwingungen.

Teil B. Physikalische Grundlagen. Ohmscher Widerstand / Induktionsgesetz / Das elektrische Feld / Der Wechselstromkreis mit L, R und C / Passive und aktive Zweipole / Schaltvorgänge / Spulenkopplungen / Freischwingende, gekoppelte Kreise / Gekoppelte Resonanzkreise / Vierpole / Übertrager / Kettenleiter / Übertragungstechnik / Grundgesetze der Elektronenröhren / Multiplikative Mischung; Elektronenkopplung / Verzerrungen durch die Kennlinienkrümmung / Klirrfaktor; hochfrequente Verzerrungen / Gegentaktverstärker / Verstärker mit Gitterstrom; Frequenzvervielfacher / Die Röhre als Schwingungserzeuger / Entdämpfung / Gegenkopplung / Gleichrichtung / Überlagerung; Modulation / Demodulation / Lineare Verzerrungen / Elektroakustische Grundlagen / Antennen u. a.

Teil C. Praktischer Teil. Induktivitäten / Kondensatoren / Schwingungs-(Resonanz-)kreise / Ohmsche Widerstände / Berechnung von Netzanschlußschaltungen / R-C-Glieder als Hoch- und Tonfrequenzsperrern / Berechnung von Verstärkern / Schwingstufen; Rückkopplung; Gegenkopplung / Hochfrequenz-Gleichrichter / Antennenankopplung an Empfänger
Spezielle Empfängerfragen

Literatur- und Stichwörterverzeichnis

Zeit ist Geld — mit dem Fachbuch arbeiten, heißt Geld sparen!



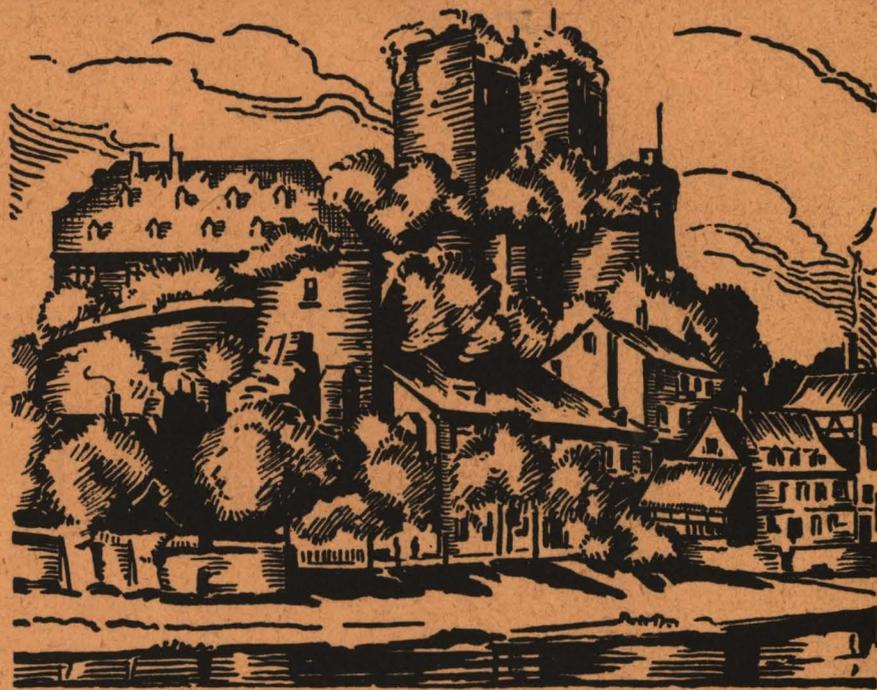
WEIDMANNSCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG • BERLIN SW 68

42 15



KLISCHEE

Ein Symbol,
langjährig erprobter
Leistungsfähigkeit
auf dem Gebiete der
Chemigraphie und
Galvanoplastik.



CARL SCHÜTTE & C. BEHLING

BERLIN SW. 68. RITTER / STR. 46 / 47
FERNSPRECHER: A7. 0155 / 0156



Eichlers

Fachbuchliste 7

für Funk, Rundfunk, Elektrotechnik,
Hochfrequenztechnik, Nachrichtenwesen
und einem Anhang Zeitschriftenschau
erscheint am 15. April!

Die neue Fachbuchliste
bringt aus rund 35 Verlagen über 250 Titel
Ihrer Fachliteratur. Der Umfang mußte von
16 auf 20 Seiten erhöht werden.

Die Zusammenstellung ist in der schon an-
erkannten Art mit fachlicher Sorgfalt vor-
genommen. Sämtliche Spezial-Gebiete sind
durch Neuerscheinungen erweitert.

Eichlers Fachbuchliste ist das Gesamt-
verzeichnis Ihrer Fachbuchhandlung.

Kunden, die mit uns in Geschäftsverbindung stehen,
erhalten die neue Fachbuchliste unverlangt!

Bestellen auch Sie kostenlos und unverbindlich ein Exemplar

Otto Eichler G. m. b. H.

Technische Buchhandlung
Berlin SW 68, Zimmerstr. 94



INSTRUMENTE WERDEN LEBENDIG!

Musikempfang im Radio muss »lebenstreu« klingen. Das gute Gerät bewahrt die Tonfarbe, gibt den Klang in voller Schönheit wieder. Auch ein gutes Gerät verliert aber mit der Zeit, ohne dass wir es recht merken. Nur wenn wir seine Tonqualität mit derjenigen eines neuen Geräts vergleichen, hören wir den grossen Unterschied. Die Ursache: mit der Zeit ermüden die Röhren des Geräts, sie schaffen die Empfangsarbeit nicht mehr recht. Kommen frische, neue Tungsram Röhren an ihre Stelle, so überrascht der jähe Wechsel in der Leistung den Kenner zuerst; es klingt, als sässe man im Konzertraum.

TUNGSRAM

FÜR RECHTEN EMPFANG



VORANKÜNDIGUNG

In Kürze erscheint

MESS-SENDER

MIT ZUSATZEINRICHTUNGEN

von Rudolf Schadow

Technik, Bau und Anwendung, mit 69 Abbildungen und
einem Bauplan in Originalgröße

Preis etwa RM 6.—

AUS DEM INHALT:

1. Technik des Meß-Senders: Gesichtspunkte für die Planung / Sonderausführungen / Verbesserungsvorschläge / Die Allstromausführung / Zusatzeinrichtungen

2. Bau des Meß-Senders: Allgemeine Ausführung / Stückliste des Wechselstromsenders / Ausführung des Allstromsenders / Erste Inbetriebsetzung / Häufige Mängel und ihre Behebung / Die Eichung / Die Bestimmung des Modulationsgrades / Bau der Zusatzeinrichtungen / Stückliste der Zusatzeinrichtungen / Eichung der Zusatzeinrichtung

3. Anwendung des Meß-Senders: Allgemeines über die Anwendung des Meß-Senders / Bedienungsanweisung für den Meß-Sender / Bedienungsanweisung für die Zusatzeinrichtung / Brückenmessungen / Schwingungsnachweis / Abhörgerät / Röhrenvoltmeter / Resonanzmesser / Abgleichung von Empfängern / Mechanische und elektrische Vorbereitung / Anschluß des Meß-Senders und der Zusatzeinrichtung / Abgleichung / Gütemessung an Rundfunkgeräten / Der Meß-Sender bei der Fehlersuche / Oszillographische Messungen u. a. m.

Dieses Buch bildet eine ausgezeichnete Ergänzung zum ersten Werk Schadows: „Systematische Fehlersuche an Rundfunkgeräten“.

Weidmannsche Verlagsbuchhandlung
Berlin SW 68