

FUNKSCHAU

ZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER FUNKSCHAU DES MONATS MAGAZIN FÜR DEN PRAKTIKER

Digitalisiert 09/2003 von Oliver Tomkowiak für www.radiomuseum.org mit freundlicher Genehmigung des WEKA-Fachzeitschriften Verlag.
Die aktuellen Ausgaben der FUNKSCHAU finden Sie im Internet auf www.funkschau.de.

17. JAHRGANG

Nr. 5/6

MAI/JUNI 1944

Preis des Zweimonats-
heftes 60 Pfg.



Beachten Sie

„Die Sicherstellung von Funkgerät
aus abgeschossenen
Feindflugzeugen“ auf Seite 35

Aus dem Inhalt :

Röhren sparen - aber wie?

Die Umschulung Kriegsversehrter und Einsatzbeschädigter zum Rundfunkmechaniker

Kristall-Geräte in der Praxis

Die Entzerrung des
Kristall-Tonabnehmers

**Leitfaden für die R- und C-Bemes-
sung.** Der Austausch von Elektrolyt-
kondensatoren

Die Schaltung: Empfangsanlage guter
Wiedergabe für Ortsempfang und
Drahtfunk

Genormte Kraftverstärker

Alte Übertragungsanlage
wird modernisiert

**Austausch deutscher Röhren unter-
einander:** Gleichrichterröhren

Erfahrungen beim Röhrenersatz / Das
Meßgerät / Die wissenschaftliche Seite
/ VDE Vorschriften und Normen für
die Funktechnik



Die Umschulung Kriegsversehrter und Einsatzbeschädigter zum Rundfunkmechaniker führt dem kriegswichtigen Rundfunkmechaniker-Handwerk neue wertvolle Kräfte zu. Bei ihren Umschulungslehrgängen macht die Thüringer Handwerkerschule von modernsten Einrichtungen Gebrauch. Das Bild zeigt den Unterricht an einem Demonstrationsempfänger.
Bild: Thüringer Handwerkerschule

Röhren sparen! Aber wie?

Kampf gegen röhrenmordende Kondensatorenfeinschlüsse / Kriegsbedingte Herabsetzung der Röhrenbelastung

Von Ferdinand Jacobs

Die Röhren sind knapp, und mit den noch zur Verfügung stehenden neuen kann der auftretende Bedarf bei weitem nicht gedeckt werden. Dieser Zustand zwingt uns, möglichst alle Röhren unter solchen Bedingungen arbeiten zu lassen, daß ihre höchstmögliche Lebensdauer erreicht wird, sie also sozusagen eines natürlichen Alterstodes sterben. Es muß deshalb dafür gesorgt werden, daß alle Röhren unter normalen Betriebsbedingungen arbeiten und nicht überlastet sind. Ganz besonders gilt dies für alle Endröhren, denn bei den anderen macht sich die im allgemeinen auftretende Überlastung meist weniger in einer Verkürzung der Lebensdauer als in einer Verschlechterung der Wiedergabe und teilweise auch der Empfangsleistung bemerkbar. Bei den Endröhren dagegen bedingt jede Überlastung eine merkbar schnellere Abnutzung der Röhre, weil sie an sich schon stark beansprucht ist und die wirksame Kathodenschicht eine höhere Inanspruchnahme auf keinen Fall vertragen kann. Dabei haben an Hunderten von Empfängern durchgeführte Messungen gezeigt, daß sehr viele Endröhren höher als zulässig beansprucht sind. Da dieser Frage allerhöchste Wichtigkeit zukommt, sei hier gezeigt, worin die auftretenden Überlastungen begründet sind und wie man sie feststellen und beheben kann. Allen Berufskameraden sei ganz dringend geraten, auch ihrerseits bei jedem geöffneten Gerät mindestens die Endstufe in dieser Hinsicht zu untersuchen und in Ordnung zu bringen. Sie werden erstaunt sein, wie häufig solche Fehler vorhanden sind. Würden diese Fehler aber sämtlich sofort abgestellt, so würden die Kunden nicht nur einen Gewinn an Wiedergabegüte haben, sie würden außerdem viel länger mit ihren Endröhren reichen und nicht eines Tages in die Verlegenheit kommen, daß sie nicht mehr hören können, weil keine Endröhre für sie verfügbar ist. Die zur Auslieferung kommenden Röhren aber würden wieder anderen Volksgenossen zur Verfügung stehen, und damit würde der Gesamtheit der Hörer genützt sein.

Darüber hinaus aber muß die Überzeugung vertreten werden, daß es unter den besonderen Verhältnissen des Krieges angezeigt wäre, alle Endröhren, besonders die mit hoher Leistung, nicht bis zur zulässigen Höchstgrenze auszunutzen, sondern auf eine etwas geringere als die höchstzulässige Anodenbelastung einzustellen, um dadurch die Lebensdauer der Röhren nach Möglichkeit noch weiter zu verlängern. Die Endröhren haben ja eine gerade Gitterspannungs-Anodenstrom-Kennlinie. Eine kleine Verschiebung des Arbeitspunktes zum negativen Ende hin ändert also an der Steilheit und damit an der Verstärkung in der Endstufe nichts, der Arbeitspunkt rückt lediglich aus der genauen Mitte des geraden Kennlinienteils etwas heraus, und damit wird der Aussteuerungsbereich etwas kleiner. Das bedeutet, daß man die früher mögliche Höchstlautstärke nicht mehr einstellen darf, wenn man nicht Verzerrungen bekommen will. Wer benötigt aber überhaupt diese Höchstlautstärke? Wer stellt sie jemals ein? Und ist es nicht wichtiger, daß wir möglichst weitgehend Röhren sparen, als daß wir diese mögliche Höchstlautstärke stets zur Verfügung haben? Ich halte das Röhrensparen für wichtiger und bin dazu übergegangen, alle Endröhren auf etwa 90% der zulässigen Anodenbelastung einzustellen. Das merkt der Kunde überhaupt nicht (ich sage es ihm daher auch meist nicht), er spart Geld und Ärger, weil er desto später eine neue Endröhre braucht, ihm seine jetzige erhalten bleibt und er hören kann. Welche Ursachen führen nun zur Überlastung einer Röhre? Die wichtigsten, auf die wir bei jedem Gerät achten sollten, sind:

1. Verfälschung der Gittervorspannung durch Kondensatoren mit nicht einwandfreier Isolation.
 2. zu hohe Anoden- und eventuell Schutzgitterspannung.
 3. zu geringe Gittervorspannung.
- Mit diesen Ursachen und ihrer Beseitigung befassen wir uns nachstehend ausführlicher.

1. Die Verfälschung der Gittervorspannung durch fehlerhafte Kondensatoren

Dieser Fehler ist der wichtigste, aus mehreren Gründen: 1. Nutzt die genaueste Berechnung der Röhrenbelastung durch den Konstrukteur nichts, wenn die Vorspannung durch einen fehlerhaft gewordenen (oder von vornherein fehlerhaften!) Kondensator verfälscht wird, 2. wird gerade dieser Fehler nur in den allerersten Fällen beachtet, und 3. ist er weit häufiger, als man annimmt. Es handelt sich dabei natürlich nicht um durchgeschlagene Kondensatoren, sondern um solche, bei denen die Isolation nicht ganz einwandfrei ist und die daher etwas Strom durchlassen. Ich selbst bin erst mit der Zeit darauf gekommen, öfter hierauf zu achten. Je häufiger ich es aber tat, desto mehr solcher Fehler entdeckte ich, und heute, nachdem ich mir ein besonderes Prüfgerät gebaut habe, mit dem ich diesen Fehler schnell und einwandfrei feststellen kann, prüfe ich grundsätzlich bei jedem auseinandergenommenen Gerät mindestens an der Endstufe die in Frage kommenden Kondensatoren, denn ich habe die Erfahrung machen müssen, daß über 80 von 100 nicht einwandfrei sind. Wir können es uns aber heute nicht leisten, die Geräte so weiterlaufen zu lassen und auf solche Weise einen schnelleren und damit zusätzlichen Röhrenverbrauch zuzulassen, besonders bei den Endröhren, bei denen ja alle Typen knapp (und noch knapper) sind. Darüber hinaus verschlechtert ein derartiger Fehler wesentlich die Leistung und die Wiedergabe.

Um welche Kondensatoren handelt es sich nun?

Um alle, die mit einem Pol an einem Röhrengitter liegen (auch über einen oder mehrere Widerstände!) und an deren anderem Pol eine positive Spannung liegt. Das ist der Fall bei den Kondensatoren, die zur Kopplung zwischen zwei Stufen dienen, auch zur Gegenkopplung, gelegentlich sogar bei Ruhigstellungskondensatoren (Nr. 6 in Bild 1). Bild 1 und 2 zeigen die Schaltungen der beiden letzten Stufen bekannter Industrieeräte als bezeichnende Beispiele dafür, wo überall Kondensatoren angebracht sein können, bei denen eine schlechte Isolation, ein sogen. Feinschluß, die Gittervorspannung verändern und dadurch eine Überlastung der Röhren und eine Verschlechterung der Wiedergabe herbeiführen kann. Die fraglichen Kondensatoren muß man in den Schaltbildern der jeweils in Arbeit befindlichen Geräte aufsuchen und zweckentsprechend anmerken, am besten, indem sie im Schaltbild einen roten Kreis erhalten. Beim nächsten Mal sieht man ohne zu suchen sofort, welche Kondensatoren zu prüfen sind.

Im einzelnen finden wir in Bild 1 den Kopplungskondensator 1, welchen fast jede Schaltung aufweist. Er liegt zwischen dem Gitter der AL 4 und der Anode der Vorröhre ABC 1 (+ 42 V). Ist seine Isolation schlecht, so läßt er die Gittervorspannung in Richtung auf 0 Volt zu ansteigen; die AL 4 wird überlastet. Außerdem aber findet keine einwandfreie kapazitive Übertragung der Niederfrequenz mehr statt, Leistung und Wiedergabe nehmen ab (Verzerrungen). Diesen Kopplungskondensator sollte man in jeder Schaltung prüfen; ein Fehler bei ihm ist umso gefährlicher, je höher die Anodenspannung der Vorstufe, je steiler die Endröhre und je niedriger ihre Gittervorspannung sind. Ganz besonders gefährdet sind also unsere neuzeitlichen Endröhren,

denn sie benötigen bekanntlich durchweg nur kleine Gittervorspannungen. Wenn aber eine Vorspannung von 6 Volt um 1 Volt herabgesetzt wird, so bedeutet das ein Sechstel, während es bei einer Vorspannung von 12 Volt nur ein Zwölftel wäre und bei den früher vorkommenden Vorspannungen u. U. sogar nur ein Zweiundvierzigstel (RFS 374).

Als Nr. 2 finden wir zwischen Anode und Gitter der AL 4 den Gegenkopplungskondensator, der zwar durch seine geringere Kapazität eine viel kleinere Überleitungsmöglichkeit für die Spannung besitzt, an dem aber dafür die volle Anodenspannung von 250 V liegt. Dieser Kondensator, auch wenn er in Reihe mit Widerständen liegt, muß unbedingt geprüft werden.

An dem Kondensator 3 liegt einerseits die Anodenspannung der AL 4, andererseits die Kathodenspannung der ABC 1, die verändert wird, wenn der Kondensator nicht einwandfrei ist. Das kann sich allerdings nur schädlich auswirken, wenn dieser Kondensator sehr schlecht ist, denn hier liegt zwischen dem Kondensator und Masse nur ein Widerstand von 200 Ohm, der die schädliche Spannung gut ableitet. Je höher der Widerstand zwischen negativem Pol des Kondensators und Masse oder negativem Spannungspol ist, desto mehr kann sich die zugeleitete positive Spannung schädlich auswirken. Wir müssen also stets da besonders achtgeben, wo Hochohmwiderstände nur eine geringe Ableitung nach dem negativen Spannungspol zulassen.

Kritisch sind auch die beiden Zweipol-Ladekondensatoren 4 und 5, welche einerseits an der Anodenspannung der AF 3 (+ 125 V), andererseits an den Anoden der Zweipolstrecken liegen. Besonders durch 4 kann die Vorspannung für die Zweipolstrecke geändert und dadurch die Regelspannungserzeugung gestört werden. Da für solche Zwecke meist hochwertige keramische Kondensatoren verwendet werden, kommen Fehler zwar seltener vor, sind aber trotz-

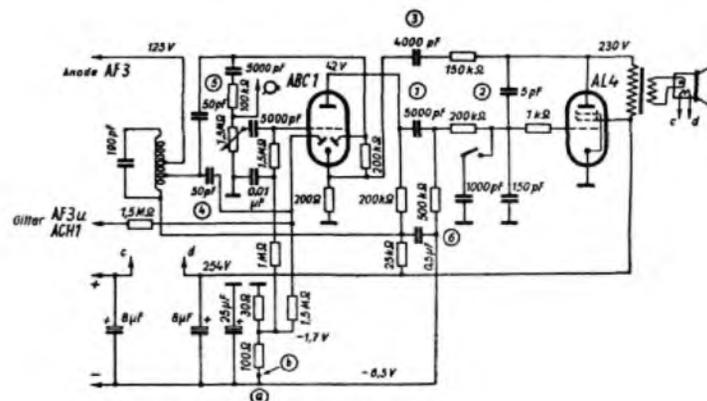


Bild 1. Niederfrequenzstufen eines Superhets mit A-Röhren.

ganz unerwartet hohen Werten für die zu fordernde Isolationsgüte des Kopplungskondensators kommen. Schon bei 500 M Ω beginnt es gefährlich zu werden, und Isolationswerte von 200 M Ω und weniger sind unbrauchbar, denn auch hier ergibt sich für die als Beispiel gewählte AL 4 eine Überlastung von etwa 5% oder 0,45 Watt.

Die Rechnung wurde hier auf möglichst einfache Weise durchgeführt, damit Jeder Leser folgen kann. Auf die vorhandenen Fehlerquellen wurde bereits hin- gewiesen. Sie sind aber belanglos, da in dem Bereich, in dem sich bereits eine zu vermeidende Überlastung ergibt, der Rechenfehler noch so unbedeutend ist, daß er keine Rolle spielen kann. Die gegebene Formel ist also für die Praxis genügend genau. Daran ändert auch nichts die Tatsache, daß sich außer dem Spannungsabfall am Kathodenwiderstand noch die Anodenspannung selbst infolge des Anstiegs der Belastung etwas ändert. Beide Änderungen sind so geringfügig, daß sie für den in Frage kommenden Wert vernachlässigt werden können. Wenn übrigens nicht, wie hier angenommen, vollautomatische, sondern halbautomatische Gittervorspannung vorhanden ist, so ist die Rechnung noch genauer, da diese der steigenden Belastung weniger folgt als jene.

Auf jeden Fall ist anzunehmen, daß sich bisher nur wenige Berufskameraden diese Verhältnisse richtig klargemacht und errechnet haben, einen wie hohen Isolationswiderstand man für Kondensatoren vor dem Gitter von Endröhren fordern muß. Es ergibt sich aus den errechneten Werten auch mit aller Deutlichkeit, daß Irgendwelche in der Leitung liegenden Widerstände, wie sie z. B. bei Gegenkopplungen und als Hochfrequenz-Schutzwiderstände vorkommen, auf das Ergebnis keinerlei Einfluß haben können, denn die gebräuchlichen Werte (etwa bis 5 M Ω) spielen gegenüber den für die Kondensatoren erforderlichen gar keine Rolle.

Als allgemeine Erkenntnisse aus unseren Überlegungen können wir festhalten, daß die Isolationsgüte der Kondensatoren desto höher sein muß,

1. je kleiner die negative Gittervorspannung (je höher also die Steilheit und der innere Widerstand) der folgenden Röhre ist,
2. je höher die am Kondensator liegende positive Spannung ist,
3. je höher der Gitterableitwiderstand (4) der Röhre ist.

Aus der oben angegebenen Formel können wir uns übrigens den erforderlichen Isolationswiderstand (y) des Kondensators für eine von uns geforderte Spannungsgenauigkeit jederzeit mit genügender Annäherung errechnen, wenn wir die Formel entsprechend umstellen und schreiben:

$$y + b = \frac{a \cdot b}{x} \quad \text{oder} \quad y = \frac{a \cdot b}{x} - b$$

Wir brauchen in diese Formel nur die jeweils vorhandenen Werte einzusetzen. Beispiel: Wir haben eine EL 11, der Gitterableitwiderstand (b) ist 0,8 Megohm, die (wirkliche, nämlich errechnete, nicht die durch einen stromverbrauchenden Spannungsmesser angezeigte) Anodenspannung (a) an der Vorröhre beträgt 200 V, und wir wollen eine Verfälschung (x) der Gittervorspannung von höchstens 0,1 V zulassen. Setzen wir diese Werte in die Formel ein, so erhalten wir:

$$y = \frac{200 \cdot 0,8}{0,1} - 0,8 = 1599,2$$

Wenn also die Verfälschung der Gittervorspannung nicht höher sein soll als 0,1 V, muß der Kondensator einen Isolationswiderstand von 1600 Megohm (t) haben.

Wie prüft man nun die Kondensatoren?

Die bisher gewonnenen Erkenntnisse sind aufschlußreich und wichtig, sie nutzen aber wenig, solange wir die fehlerhaften Kondensatoren nicht eindeutig erkennen können. Wir brauchen also ein Prüfverfahren, das uns auf möglichst einfache Weise, mit geringstem Zeitverlust, ein durchaus einwandfreies Ergebnis vermittelt. Das bekannte und überall eingeführte Verfahren der Prüfung mit einer Gleichstrom-Glimmlampe ist für diesen Zweck viel zu ungenau, es zeigt nur Fehler an, welche man in dem dargelegten Sinne schon als grobe Schlüsse bezeichnen kann, selbst wenn man mit erhöhter Prüfspannung arbeitet. Es eignet sich sehr gut als Grobvorprüfung (zum Schutz eines folgenden Feinprüfgerätes gegen Beschädigung), und sollte zu diesem Zweck angewandt werden, denn ein von der Glimmlampe als fehlerhaft angezeigter Kopplungskondensator muß unter allen Umständen ersetzt werden. Wenn aber die Glimmlampe nichts anzeigt, müssen wir noch eine Feinprüfung vornehmen. Vielleicht kann man sich mit empfindlichen Kurbelinduktoren helfen, ich konnte das nicht einwandfrei ermitteln, da ich keinen besitze. Die mir bei Mitbewerbern zugänglichen waren aber zu ungenau in der Anzeige und die Handhabung erschien mir auch, zu zeitraubend. Das schließt nicht aus, daß es durchaus geeignete gibt, die zur Anwendung kommen können, wo sie vorhanden sind. Ich selbst habe mir zuerst so geholfen, daß ich den zu prüfenden Kondensator einpolig ablöte und in den Anodenstromkreis einen möglichst genau anzeigenden Milliampere-messer legte. Bei eingeschaltetem Gerät wurde nun mittels einer isolierten Pinzette der Kondensator einmal in Arbeitsstellung gebracht und dann wieder abgehoben. Zeigte sich eine Erhöhung des Anodenstromes, so wurde der Kondensator verworfen. Das Verfahren ist aber sehr umständlich in der Ausführung, man müßte eigentlich seine Augen an zwei Stellen zugleich haben, außerdem muß der verwendete Strommesser sehr genau folgen, und feine Schlüsse werden überhaupt nicht angezeigt. Ich neige aber zu der Ansicht, daß ein einmal vorhandener Feinschluß, der vielleicht durch das Eindringen von Feuchtigkeit oder auch durch verunreinigte Isolierstoffe verursacht ist, infolge der gleichen Ursachen und durch den dauernd durchfließenden, wenn auch schwachen Strom bestimmt verschlimmert wird, und wechselt daher auch solche Kondensatoren aus, die vorläufig den Anodenstrom nur so unwesentlich erhöhen, daß man eine wesentliche Verkürzung der Röhrenlebensdauer im Augenblick nicht für gegeben hält. Dabei leitet mich nicht so sehr die Überlegung, daß der Kondensatorfehler die Wiedergabe verschlechtert, als vielmehr die Befürchtung einer weiteren Isolationsverschlechterung.

Meist werde ich aber das gleiche Gerät erst nach geraumer Zeit wieder zur Instandsetzung bekommen; inzwischen ist dann vielleicht die Endröhre schon sanft entschlafen. Außerdem: Wenn ich einmal die Prüfung gemacht und einen Fehler festgestellt habe, dauert es nur noch Sekunden, bis ich auch einen neuen Kondensator eingesetzt habe, und der Kunde hat für einige Pfennige Sicherheit für seine kostbare Endröhre. Darüber hinaus besteht aber die unbedingte Notwendigkeit, auch die einzusetzenden Kondensatoren einer einwandfreien Vorprüfung zu unterziehen, um an dieser kritischen Stelle nur durchaus gute zu verwenden und die weniger guten für andere Zwecke im Gerät einzusetzen.

Zu einer einwandfreien Beurteilung der Verhältnisse sowohl bei den eingebauten als auch den neuen Kondensatoren kam ich daher erst, nachdem ich mir ein eigenes Prüfgerät erdacht und gebaut hatte, dessen Schaltung

Die Sicherstellung von Funkgerät aus abgeschossenen Feindflugzeugen

In den Tageszeitungen ist wiederholt darauf hingewiesen worden, daß das Betreten der Aufschlagstellen abgeschossener Feindflugzeuge verboten ist, und daß ferner alles Beutematerial, das gefunden wird, der nächsten Luftwaffendienststelle oder Polizeibehörde abgeliefert werden muß. Bei der ständig fortschreitenden Technik ist es besonders wichtig, daß die Führung sofort und uneingeschränkt Kenntnis von allen technischen Einbauten der Feindflugzeuge, besonders auch auf dem Funkgebiet, bekommt. Neben der unbeschränkten Ablieferungspflicht, die für jeden Einzelnen - Zivilisten und Uniformträger, Fachmann und Laien - gilt, ist deshalb angeordnet worden, daß alle Flugzeug- und Motorenteile, Navigations- und Funkgeräte unberührt liegen bleiben müssen, bis eine technische Untersuchungskommission den Bruch freigegeben hat. Die Aufschlagstelle eines abgeschossenen Feindflugzeugs ist sofort dem Bürgermeister der Polizeibehörde oder einer Dienststelle der Wehrmacht zu melden. Wer sich Beutestücke aneignet, dient dem Feind! Er wird als Volksschädling schwer bestraft! Für jeden Angehörigen unseres Faches und für jeden Leser und Freund der FUNKSCHAU ist es eine Selbstverständlichkeit, den vorstehend veröffentlichten Richtlinien gemäß zu handeln; die Pflicht der Ablieferung steht vor jedem technischen Interesse, das den Geräten, Röhren und Einzelteilen entgegengebracht wird. Wenn man bisher vereinzelt englische und amerikanische Luftfahrt- und Heeresröhren, Geräte- und Geräteteile zurückbehielt, statt sie sofort zur Ablieferung zu bringen, so ist dies wohl auf Unkenntnis der Bestimmungen zurückzuführen. Unkenntnis aber schätzt nicht vor Strafe, und in Zukunft wird sich niemand, in dessen Händen Röhren, Quarze oder andere Teile aus Feindgeräten angetroffen werden, damit entschuldigen können, daß ihm die Ablieferungspflicht nicht bekannt gewesen sei; er wird vielmehr schwerer Bestrafung entgehen müssen.

Um allen FUNKSCHAU-Lesern, die aus der zurückliegenden Zeit Röhren oder Teile im Sinne der vorstehenden Ausführungen besitzen oder von solchen Teilen in ihrem Bekanntenkreise wissen, die nachträgliche Ablieferung so leicht wie möglich zu machen, richtet die FUNKSCHAU im Einvernehmen mit dem Reichsminister der Luftfahrt und Oberbefehlshaber der Luftwaffe eine Sammelstelle ein, an die alle Röhren, Teile usw. abgeliefert werden können; das gesammelte Material wird dann unmittelbar an die zuständige Luftwaffendienststelle geschlossen abgeliefert. Wir rufen alle unsere Leser auf, uns alle in Frage kommenden Röhren, Teile und Geräte unverzüglich zuzusenden, damit wir sie im Rahmen unserer Sammlung mit abliefern können. Die Sendungen sind ausreichend freizumachen und an die

Schriftleitung FUNKSCHAU, Potsdam, Straßburger Str. 8

zu richten. Die Ablieferung erfolgt dann im Namen der FUNKSCHAU eine Nennung der Einsender erfolgt nicht. Wird eine solche gewünscht, so ist uns dies ausdrücklich mitzuteilen; auch sind an den eingesandten Teilen Zettel mit der Anschrift haltbar anzubringen. Es ist nunmehr für jeden einzelnen klar, wie er zu verfahren hat:

1. Beutestücke aus der zurückliegenden Zeit müssen unverzüglich abgeliefert werden und zwar bei der nächsten Luftwaffendienststelle oder Polizeibehörde oder bei der Schriftleitung der FUNKSCHAU;
2. In Zukunft müssen alle Flugzeug- und Motorenteile, vor allem auch die Funkgeräte unberührt liegen bleiben; Fundstellen sind sofort dem Bürgermeister, der Polizeibehörde oder einer Dienststelle der Wehrmacht zu melden. Alles Beutematerial, das außerhalb solcher Aufschlagstellen gefunden wird, ist wie unter 1. abzuliefern.

Wir sind überzeugt, daß sich alle unsere Leser rückhaltlos für die Sicherstellung des Funkgerätes aus abgeschossenen Feindflugzeugen einsetzen, und wir bitten darüberhinaus, die Kenntnis des vorstehenden Aufrufs auch unter ihren Freunden und Bekannten, unter den Kunden ihrer Werkstatt, kurz überall zu verbreiten, damit alle Beutestücke an Funkgeräten, Einzelteilen und Röhren restlos erfaßt werden.

und Grundgedanken auch zum Patent angemeldet wurden. Es zeigt Isolationswerte bis schätzungsweise 5 Milliarden Ohm (!) deutlich an, erforderte aber einen ziemlichen Aufwand an Teilen, so daß sein Nachbau vielleicht vielfach auf Schwierigkeiten stoßen würde. Unter Umständen ergibt sich später einmal die Möglichkeit, es zu beschreiben, zusammen mit den verschiedenen Neben- prüfeinrichtungen, die gleich mit eingebaut wurden, weil sie vorteilhaft erschienen. Inzwischen ist es nun gelungen, einige wesentlich einfachere Ausführungsarten zu ersinnen, die auf dem gleichen Grundgedanken beruhen, für unsere Zwecke ausreichend genau anzeigen, sich durchweg klein und handlich ausführen lassen und auf jedem Arbeitsplatz ein Plätzchen finden können.

Diese sollen nunmehr beschrieben werden.

Der zweite Teil mit der Beschreibung der Kondensator-Prüfgeräte folgt im nächsten Heft.

Die 3. stark erweiterte Auflage von

Amerikanische Röhren - Russische Röhren

Von Fritz Kunze

ist lieferbar! 56 Seiten mit 28 Tabellen und 67 Bildern, geheftet 3.- RM. zuzügl. 15 Pfg. Versandkosten. Näheres siehe Seite 47.

FUNKSCHAU-Verlag, München 15, Pettenkofenstr. 10b. Postscheck: München 5768



Bild 1.
An der Röhrenexperimentiertafel von Ratheiser werden dem künftigen Rundfunkmechaniker die Vorgänge in der Röhre klargemacht.



Bild 2.
Auch mit der Handhabung der Drehbank muß der Rundfunkmechaniker gut vertraut sein.

Aufnahmen: Thüringer Handwerkerschule.



Bild 3.
Das gebaute Gerät wird noch einmal mit dem Schaltbild verglichen, evtl. Schaltfehler werden beseitigt.

Die Umschulung Kriegsversehrter und Einsatzbeschädigter zum Rundfunkmechaniker

Nachdem kürzlich der 2. Umschulungslehrgang für Kriegsversehrte und Einsatzbeschädigte bei der Thüringer Handwerkerschule in Weimar zum erfolgreichen Abschluß gelangte, soll hiermit einmal auf Umschulungsarbeit näher eingegangen werden. Wie durch verschiedene Veröffentlichungen bereits bekannt ist, handelt es sich um die Umschulung solcher Männer zum Rundfunkmechanikerhandwerk, die infolge erlittener Kriegsverletzungen aus dem Wehrdienst ausgeschieden und nicht mehr in der Lage sind, ihren alten Beruf auszuüben. Diese Männer, die zum größten Teil einen artverwandten Beruf hatten, können in Weimar durch die Umschulung zum Rundfunkmechanikerhandwerk einen der schönsten Berufe erlernen.

Die Thüringer Handwerkerschule unter der bewährten Leitung von Professor Dorfner erachtet es als eine ihrer vornehmsten Aufgaben, im Zusammenwirken mit dem Reichsinnungsverband des Elektrohandwerks und dem Oberkommando der Wehrmacht diesen Ehrenbürgern der Nation das zu geben, was sie befähigt, wieder eine Vollkraft des täglichen Berufslebens zu werden. Darüber hinaus wird in dem schönen Rundfunkmechanikerhandwerk jeder Einzelne eine große Befriedigung in jeder Hinsicht erfahren, die ihn befähigt, auf der Grundlage der in Kursen erworbenen Kenntnisse in absehbarer Zeit eine selbständige Existenz zu gründen. Es gehört selbstverständlich Fleiß und Willenskraft dazu, um innerhalb von fünf Monaten — solange währt ein solcher Umschulungslehrgang — das in sich aufzunehmen und zu verdauen, was hier gegeben wird und in unserem Beruf notwendig ist. Denn das Rundfunkgebiet ist so vielseitig und erfordert so gründliche Kenntnisse, daß einem die Lorbeeren des Erfolges nicht unverdient in den Schoß fallen. Aber das macht den Beruf ja gerade so interessant. Die beiden bisher abgeschlossenen Lehrgänge bewiesen, daß unsere Soldaten verbissen so lange arbeiteten, daß man tatsächlich von einem außerordentlich guten Gesamterfolg sprechen konnte. Allen Teilnehmern gelang es, das Ziel des Lehrgangs zu erreichen. Das will schon etwas heißen, zumal am Schluß das Pensum einer Gesellenprüfung bewältigt werden mußte.

Nun soll das aber nicht etwa bedeuten, daß die Männer nach Beendigung des Lehrgangs und nach Abschluß der Prüfung perfekte Rundfunkmechaniker sind. Nein, dazu gehört schon etwas mehr als ein Lehrgang von fünf Monaten. Der Praktiker weiß das am besten, daß neben einer gründlichen theoretischen Ausbildung auch die praktische Erfahrung in unserem Handwerk eine große Rolle spielt. Diese wertvollen Erfahrungen kann man sich nur in der Praxis selbst erwerben. Daher hat die Fachgruppe Rundfunkmechanik die Weiterbildung der Lehrgangsteilnehmer in praktischer Hinsicht in die Hand genommen. Nach beendetem Lehrgang in Weimar gelangen die Umschüler in anerkannte Meisterbetriebe, wo sie unter tüchtiger Anleitung bald mit der praktischen Seite des Berufes näher vertraut werden. Man kann sich vorstellen, daß die Männer, die die Schule in Weimar mit einem immerhin erheblichen Wissen verlassen, recht bald im eigentlichen Handwerk ihren Mann voll und ganz stellen werden. Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, daß es tatsächlich so ist.

Um als Außenstehender einen genaueren Einblick in die Arbeit der Thüringer Handwerkerschule in Weimar zu erhalten, ist es notwendig, mit der Schule, ihrer Einrichtung und dem Ausbildungsplan vertraut zu sein.

Da ist zunächst der theoretische Unterricht. Neben der Vermittlung eines allgemeinen Überblickes über den bisherigen Stand der Rundfunktechnik erfolgt eine Einführung in die Grundlagen und zwar so weitgehend und ausführlich, daß es jedem Einzelnen gelingt, Anschluß zu finden und Schritt zu halten. Sehr anschaulich werden die „Grundlagen“ gefestigt durch Versuchsbeispiele an Experimentiergeräten. Die Arbeitsweise der Elektronenröhren — das A und O der Rundfunktechnik — kann an der Ratheiserschen Lehrtafel (Bild 1) sehr schön demonstriert werden. Die Wirkungsweise jeder einzelnen Röhren- elektrode wird zwingend anschaulich. Die sinnreiche Konstruktion der Tafel erlaubt in kürzester Zeit diese oder jene Elektrode je nach Bedarf zu- oder abzuschalten. Was beim Vortrag manchem noch nicht ganz klar war, wird am Demonstrationsgerät bestimmt verständlich. Außer der Ratheiserschen Lehrtafel stehen zwei Demonstrationsgeräte zur Verfügung, ein Einkreis-Gerädeempfänger und ein 6-Kreis-6-Röhren-Überlagerungsempfänger. Gerade an diesen Demonstrationsgeräten ist sehr viel zu lernen, zumal es empfangfertig

aufgebaut ist. Es kann hier die Wirkungsweise der automatischen Schwundregelung, die Gegenkopplung, die Bandbreitenregelung und anderes mehr vorgeführt werden. Darüber hinaus sind die Geräte auch bei den praktischen Arbeiten verwendbar, da an ihnen die Grundlagen der systematischen Fehlersuche recht eindrucksvoll dargebracht werden können.

Über die „Grundlagen“ hinaus schreitet der Unterricht dann zu den Spezialgebieten, wie Empfangs-, Sende-, Verstärker- und Meßtechnik. Der theoretische Unterricht ist sehr umfangreich und das muß er schließlich auch sein, um im weiteren Verlauf des Lehrgangs das richtige Verständnis für einen Teil des praktischen Unterrichtes — die Fehlersuche — aufbringen zu können. Nicht daß der Lehrgang etwa einseitig aufgezoogen ist, nein, denn theoretischer und praktischer Unterricht wechseln in der richtigen Reihenfolge. Auch Fachzeichnen und Werkstoffkunde sowie grundlegendes Rechnen sind im Unterricht enthalten. Man sieht also, es ist nichts außer acht gelassen.

Großer Wert wird auch auf die Ausbildung in der Mechanik gelegt. Jeder Umschüler muß an der Drehbank leichte Dreharbeiten ausführen können, muß in der Handhabung und Auswahl der Feilen bewandert sein (Bild 2). Gewindeschneiden, Bearbeitung von in der Rundfunkmechanik gebräuchlichen Werkstoffen, Biegen, Richten, Löten, mit all diesem muß der Rundfunkmechaniker bestens vertraut sein. Zu diesen Arbeiten gehört ferner noch das Wickeln von Transformatoren und Drosseln aller Art. Die im 1. Lehrgang von den Teilnehmern selbst angefertigte Spulenwickelmaschine bietet dabei wertvolle Hilfe. Nach einiger Zeit langt der Unterricht dann dort an, wofür das Interesse aller Lehrgangsteilnehmer ganz besonders groß ist: bei der Fehlersuche und Fehlerbeseitigung an Rundfunkempfängern. Bis dahin ist der Lehrgang schon soweit fortgeschritten, daß alle Männer in der Lage sind, Schaltbilder zu lesen, um schließlich das Schaltbild auf den Empfänger übertragen zu können. Gewiß gibt es dabei manchmal Schwierigkeiten, denn das Schaltbild sieht immer ein wenig anders aus als der betriebsfertige Rundfunkempfänger. Aber auch diese Schwierigkeiten lassen sich stets aus dem Wege räumen. Es wurden kleine Geräte, z. B. DKE und VE, völlig neu aufgebaut. Die Verdrahtung eines solchen Gerätes wurde nach dem Schaltbild vorgenommen. Es ist ganz klar, daß neben den erforderlichen handwerklichen Fertigkeiten das Übertragen des Schaltbildes in die Praxis und umgekehrt gelehrt wird. Der in Arbeit befindliche DKE ist bald fertig und wird dann nochmals mit Schaltbild verglichen, so wie es die beiden Männer in Bild 3 tun. Dann ist der Empfänger bald soweit, daß er einer letzten Prüfung durch den Lehrer unterzogen werden kann, um dann schließlich in Betrieb genommen zu werden. Und wie groß ist dann die Freude des angehenden Rundfunkmechanikers, wenn sozusagen auf Anhieb dem Lautsprecher die ersten Töne entlockt werden können.

Im Anschluß an diese Arbeiten setzt die eigentliche Fehlersuche ein, wozu die selbstgebauten Geräte verwendet werden. Im theoretischen Unterricht wird an Hand von Schaltbildern die systematische Fehlersuche erläutert und gezeigt, wie die bis dahin ebenfalls kennengelernten Prüf- und Meßeinrichtungen dabei gehandhabt werden. Dann geht es zur Praxis und man ist erstaunt, wie bald die ersten kleinen Fehler, wie unterbrochene Widerstände oder durchgeschlagene Kondensatoren tatsächlich ganz systematisch gefunden werden. Nach den kleineren Geräten werden größere Gerädeempfänger und Überlagerungsempfänger zur Fehlersuche herangezogen. Die Grundzüge der Fehlersuche im Hochfrequenzteil gerade beim Überlagerungsempfänger, sowie Wesen und Sinn des Abgleichs werden vorher am großen Demonstrationsgerät durchgenommen. Die praktische Arbeit selbst an den größeren Empfängern brachte dann auch immerhin recht beachtliche Ergebnisse. Hauptsache ist, daß die Lehrgangsteilnehmer die Grundlagen der systematischen Fehlersuche und alle notwendigen Prüf- und Meßeinrichtungen richtig anzuwenden verstehen. Ganz besonderer Wert — das soll nicht unerwähnt bleiben — wird auf die Ausbildung am Meßsender gelegt. Wir alle wissen doch, wie nützlich gerade der Meßsender in der Reparaturwerkstatt ist.

So werden in Weimar in kurzer Zeit immer wieder tüchtige Rundfunkmechaniker herangebildet, die dann die Lücken in den Werkstätten ausfüllen können. Und das ist notwendig bei der Wichtigkeit des Rundfunks in der jetzigen Zeit.

Walter Hillebrand.

Kristall-Geräte in der Praxis

Seit etwa 7 Jahren gibt es auf dem deutschen Markt piezoelektrische Geräte (Mikrophone, Tonabnehmer, Lautsprecher), die sich infolge ihrer günstigen Eigenschaften schnell einen großen Freundeskreis erworben haben. Da das piezoelektrische Prinzip einen grundsätzlich anderen Aufbau bedingt als das magnetische und darüber hinaus für die praktische Verwendung gewisse Voraussetzungen erfordert, haben sich immer wieder Gelegenheiten ergeben, bei denen Schwierigkeiten in der Benutzung auftraten. Es wurde schon verschiedentlich an anderer Stelle über die Betriebsbedingungen berichtet¹⁾. Hier sollen nun die einzelnen Punkte zusammenfassend behandelt werden, um eine Übersicht dafür zu schaffen, wie in besonderen Fällen, in denen sich Schwierigkeiten ergeben könnten, verfahren werden muß.

Der Kristall-Tonabnehmer

Das verbreitetste Gerät ist wohl der Kristall-Tonabnehmer. Als elektromechanischer Schwingungswandler findet ein Element aus Seignettesalz²⁾ Verwendung. Es soll hier nicht näher auf die kristallphysikalischen Eigenschaften oder den Aufbau bzw. die Arbeitsweise eingegangen werden, da auch hierüber schon wie-

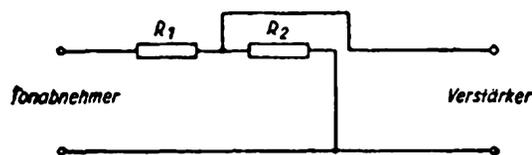
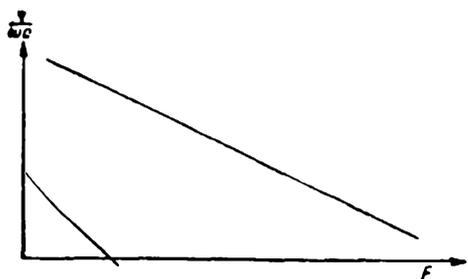


Bild 2. Spannungsteilerschaltung.

Links: Bild 1. Verlauf des Scheinwiderstandeseines Kristalltonabnehmers.

derholt berichtet worden ist³⁾. Der rein kapazitive Charakter des Kristallelementes bedingt einen frequenzabhängigen Scheinwiderstand, so daß eine optimale Anpassung, wenn man genau sein will, nur für eine bestimmte Frequenz gewährleistet ist. Praktisch hat sich jedoch gezeigt, daß man nicht so sehr engherzig zu sein braucht. Eine andere Bedingung muß hingegen unter allen Umständen berücksichtigt werden: Der innere Scheinwiderstand eines Kristall-Tonabnehmers beträgt bei einer Meßfrequenz von 800 Hz ($\omega \approx 5000$) etwa 0,5 M Ω . Wichtig ist jetzt, daß der Tonabnehmereingang am Empfangsgerät einen Scheinwiderstand hat, der etwa eben so groß ist. Ist dies nicht der Fall, so würde infolge des hohen Innenwiderstandes des Tonabnehmers die von diesem gelieferte Spannung zusammenbrechen. Dabei macht sich der frequenzabhängige Scheinwiderstand besonders nachteilig bemerkbar, da er für höhere Frequenzen kleiner als 0,5 M Ω wird (Bild 1). Beide Geräte würden, wenn die Tonabnehmerbuchsen einen niedrigeren Scheinwiderstand haben, aneinander angepaßt sein. Die Betriebsverhältnisse wären dann also normal. Bei tieferen Frequenzen hingegen wird der wirksame innere Scheinwiderstand des Tonabnehmers größer, wohingegen der in fast allen Fällen rein ohmsche Widerstand des Tonabnehmereinganges konstant bleibt. Die Werte weichen also mit abnehmender Frequenz immer mehr voneinander ab, und zwar zum Nachteil des Tonabnehmers. Dadurch bricht die von diesem gelieferte Spannung bei tieferen Frequenzen in besonders hohem Maße zusammen. Diese Tatsache macht sich im praktischen Betrieb dadurch bemerkbar, daß ein Kristall-Tonabnehmer, der an einem Empfänger oder Verstärker mit zu kleinem Eingangsscheinwiderstand betrieben wird, die tiefen Frequenzen sehr schlecht wiedergibt, während er sonst gerade diese besonders gut herausbringt.

An Hand eines Beispiels soll der beschriebene Fall mathematisch nachgeprüft werden. Dabei wird, zur Vereinfachung,

angenommen, daß das Kristallelement eine reine Kapazität darstellt, sich also wie ein idealer Kondensator verhält. Der Scheinwiderstand einer Kapazität ergibt sich zu

$$R_{\sim} = \frac{1}{\omega C} \quad 1)$$

Für den Fall der Anpassung muß

$$R_1 = R_a \quad 2)$$

sein, wobei R_a in 2) = R_{\sim} in 1) ist. Aus 1 und 2 ergibt sich

$$R_1 = \frac{1}{\omega C} \quad 3)$$

Wird der Scheinwiderstand für den Tonabnehmer mit 0,5 M Ω bei 800 Hz ($\omega = 5000$) angenommen und R_1 des Nf-Verstärkers an den Eingangsklemmen mit 1 M Ω , wobei dieser rein ohmschen Charakter haben soll, so ist leicht einzusehen, daß der Verstärker überangepaßt und damit die Belastung des Tonabnehmers nur gering ist. Wird dagegen R_1 des Empfängers mit 50 k Ω angenommen, so ist eine Anpassung nur für $f = 8000$ möglich. Durch Umformung der Gleichung 1) ergibt sich

$$C = \frac{1}{\omega R_{\sim}} \quad 4)$$

Werden die oben angenommenen Werte in 4) eingesetzt, so folgt für die Größe der Kapazität

$$C = \frac{1}{5 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^5} = \frac{1}{25 \cdot 10^8} = 4 \cdot 10^{-10} \text{ F.}$$

Nachdem die Größe der Kapazität rechnerisch aus den gemachten Annahmen über den Scheinwiderstand ermittelt ist, kann der Scheinwiderstand für $f = 8000$ ($\omega = 5 \cdot 10^4$) errechnet werden.

$$R_{\sim} = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{5 \cdot 10^4 \cdot 4 \cdot 10^{-10}} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-5}} = 5 \cdot 10^4 = 50000 \Omega.$$

Für die Frequenz 8000 besteht also Anpassung. Bei 800 Hz ist der Empfänger mit einem Zehntel und bei 80 Hz sogar mit einem Hundertstel des Scheinwiderstandes des Tonabnehmers unterangepaßt. Es ist ganz natürlich, daß der in dem Tonabnehmer auftretende Spannungsabfall dann bei tiefen Frequenzen besonders hohe Werte erreicht, so daß diese nur sehr mangelhaft wiedergegeben werden können. Um einen Kristall-Tonabnehmer richtig zu betreiben, muß dieser somit an einem Verstärker benutzt werden, dessen Eingangsscheinwiderstand mindestens 0,3 M Ω beträgt.

Was kann nun unternommen werden, wenn der Anschluß-Scheinwiderstand doch zu niedrig ist? — Drei Wege sind in diesem Falle gangbar:

1. Im Empfänger muß eine schaltungstechnische Änderung vorgenommen werden, durch die der Scheinwiderstand heraufgesetzt wird. Über die zu ergreifenden Maßnahmen können lediglich die betreffenden Empfängerhersteller Auskunft geben, da durch diesen Eingriff die Empfangsleistung selbstverständlich nicht beeinträchtigt werden darf.
2. Zwischen Tonabnehmer und Empfänger kann ein Transformator geschaltet werden. Allerdings läßt sich ein gewöhnlicher Übertrager nicht verwenden, da der primäre Scheinwiderstand bei den meisten Übertragern zu niedrig liegt. Der Transformator muß für den vorliegenden Zweck primärseitig einen Wert von wenigstens 0,1 M Ω bei 100 Hz haben; außerdem muß der Frequenzgang zwischen 50 und 8000 Hz möglichst gradlinig verlaufen, damit eine Verfälschung der Tonabnehmer-Kennlinie nicht zu befürchten ist. Diese Forderung ist im allgemeinen nur mit einem Übertrager zu erfüllen, der einen Kern aus besonders hochwertigem Eisen besitzt.

¹⁾ Rohde, Welle und Schall 98/1941 S. 4.

²⁾ Chemisch handelt es sich um Kaliumnatriumtartrat- NaKC₄H₄O₆.

³⁾ Körner, Zeitschr. f. Phys. 103, Heft 3 und 4, 1936, S. 170-190. Schwarz, ENT 9, 1932, S.481.

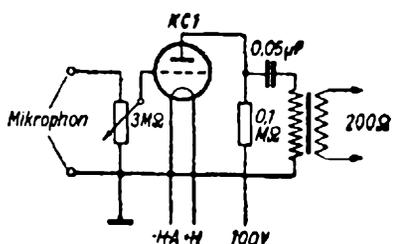


Bild 3. Einstufiger Mikrofon-Vorverstärker für Kristall-Membran-Mikrophon.

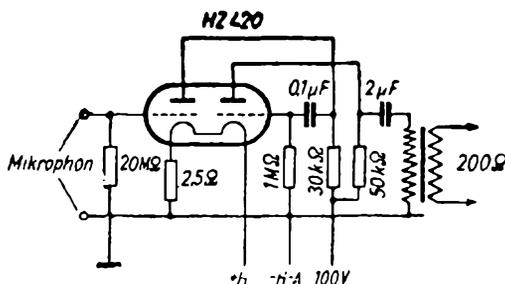


Bild 4. Zweistufiger Vorverstärker für Klangzellen-Mikrophon.

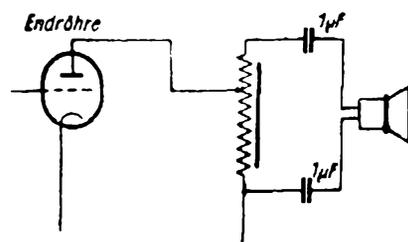


Bild 5. Anschluß eines Kristall-Lautsprechers über LC-Kopplung.

3. Es kann eine Spannungsteilerschaltung verwendet werden. Da durch diese die zur Steuerung verfügbare tonfrequente Wechselspannung im Verhältnis der Widerstandsgrößen herabgesetzt wird, ist dieser Weg nur dann gangbar, wenn eine genügend große Verstärkung zur Verfügung steht. Der Spannungsteiler kann aus rein ohmschen Widerständen bestehen und nach Bild 2 geschaltet sein. Die Summe der beiden in Reihe liegenden Widerstände R_1 und R_2 muß gleich dem Tonabnehmer-Scheinwiderstand, d. h. gleich $0,5 \text{ M}\Omega$ sein, während der Wert des parallel zu den Eingangsklemmen liegenden Widerstandes, R_2 gleich dem Eingangsscheinwiderstand des Apparates sein muß. Wird letzterer mit $50 \text{ k}\Omega$ angenommen, so müßte der Widerstand R_1 einen Wert von $450 \text{ k}\Omega$ und R_2 einen solchen von $50 \text{ k}\Omega$ haben. Die dann wirksame Steuerspannung betrüge allerdings nur etwa den zehnten Teil der vom Tonabnehmer gelieferten. Da diese bei den höheren Frequenzen etwa $0,8$ bis $0,9 \text{ V}$ ist, würde die resultierende Steuerspannung nur 80 bis 90 mV betragen. Die Eingangsempfindlichkeit des Empfängergerätes, bezogen auf die Tonabnehmerbuchsen, müßte in der gleichen Größenordnung liegen, wenn eine genügende Lautstärke erreicht werden soll. Da dieses jedoch bei Empfängergeräten meist nicht der Fall ist, kann die Anwendung des beschriebenen Spannungsteilers vorwiegend bei Verstärkern erfolgen. Bei Rundfunkgeräten bleiben nur die beiden erstgenannten Möglichkeiten offen. Meist wird man eine Umänderung der Schaltung vornehmen müssen, da zur Zeit die Beschaffung des beschriebenen Übertragers kaum möglich sein wird.

Das Kristall-Mikrophon

Ähnlich wie bei den Tonabnehmern liegt der Fall bei den verschiedenen Kristall-Mikrophonen. Die Frage des richtigen Anschlusses ist bei diesen jedoch wesentlich leichter zu lösen, da wohl meistens ein Mikrophon-Vorverstärker benutzt werden muß. Kristall-Membranmikrophone geben im Mittel eine tonfrequente Wechselspannung von etwa 30 — $50 \text{ mV}/\mu\text{bar}$ ab, während die besonders hochwertigen Klangzellenmikrophone etwa $0,5 \text{ mV}/\mu\text{bar}$ liefern. Letztere benötigen daher unter allen Umständen einen mehrstufigen Vorverstärker. Bei den Kristall-Membranmikrophonen ist ein kleinerer, meistens einstufiger Vorverstärker kaum zu umgehen, da die wenigsten Verstärker eine Eingangsempfindlichkeit von 50 mV haben. Beim Bau eines solchen Vorverstärkers kann ohne weiteres auf den Anschlußwiderstand Rücksicht genommen werden, so daß Betriebsschwierigkeiten von vornherein ausgeschaltet sind. Der Vollständigkeit halber werden in Bild 3 und 4 ein ein- und ein zweistufiger Vorverstärker wiedergegeben, ohne jedoch näher auf den Bau einzugehen. Auf eine Eigenschaft der Kristall-Mikrophone soll aber doch noch besonders hingewiesen werden, da sie sich dadurch von anderen unterscheiden. Es ist ohne weiteres möglich, zwischen Mikrophon und Vorverstärker eine längere Verbindungsleitung zu verwenden. Diese darf bei kapazitätsarmer Ausführung bis zu 20 m lang sein. Hierin liegt ein besonderer Vorteil gegenüber anderen Ausführungen, z. B. den Kondensator-Mikrophonen. Es ist dadurch möglich, das eigentliche schallaufnehmende Organ sehr

klein und leicht auszuführen und in gewissem Sinne unabhängig vom Standort des Vorverstärkers zu machen.

Der Kristall-Lautsprecher

Bei dem Kristall-Lautsprecher sind wieder eine Anzahl Bedingungen zu berücksichtigen, die sich von denen bei den bis jetzt beschriebenen Einrichtungen unterscheiden. Der Kristall-Lautsprecher kann infolge des kapazitiven Charakters seines Schwingungswandlers nicht direkt in den Anodenkreis der Endröhre eingeschaltet werden. Es ist vielmehr erforderlich, der Endröhre, den Anodenstrom über ein besonderes Schaltelement, z. B. einen Übertrager oder eine LC-Schaltung, zuzuführen. In Bild 5 ist der Anschluß eines Kristall-Lautsprechers über eine Drosselkondensatorkopplung mit angezapfter Selbstinduktion wiedergegeben. An den Lautsprecherübertrager brauchen natürlich keine höheren Anforderungen gestellt zu werden, als an den eines gewöhnlichen dynamischen Lautsprechers. Allerdings muß es ein Übersetzungstransformator sein, da der Lautsprecher-Scheinwiderstand höher liegt als der erforderliche Außenwiderstand aller gebräuchlichen Endröhren.

Während bei Tonabnehmern und Mikrophonen die Frage der Temperaturabhängigkeit nicht berücksichtigt zu werden braucht, ist sie hier von Wichtigkeit. Die kritische Temperatur von etwa 50°C wird innerhalb eines Rundfunkgerätegehäuses sehr schnell erreicht. Dazu kommt noch die innere Erwärmung des Kristalles. Beim Einbau solcher Lautsprecher zusammen mit dem Empfängergerät in ein gemeinsames Gehäuse ist daher besondere Vorsicht geboten. Bei Batteriegeräten ist es natürlich nicht so kritisch, da diese kaum eine nennenswerte Wärmeentwicklung haben. Dagegen ist die Wärmeentwicklung bei Gleich- oder Allstrom-Geräten besonders hoch, so (laß man bei diesen für eine gute Luftzirkulation sorgen muß, wenn man es nicht doch lieber vorzieht, den Lautsprecher in ein getrenntes Gehäuse einzusetzen. Die Belastbarkeit eines Kristall-Lautsprechers ist ebenfalls nur begrenzt. Bei zu hohen Leistungen fließen durch den Kristall zu große Ströme, wodurch dieser erheblich erwärmt und dann leicht zerstört wird, über eine Leistung von 2 W sollte aus diesem Grunde nicht hinausgegangen werden. Kurzzeitige Überlastungen schaden jedoch nicht, wenn die dabei auftretenden Spannungen nicht so groß sind, daß im Kristall ein Überschlag erfolgt. Über die Größe der Durchschlagsfestigkeit kann nichts gesagt werden, da diese in der Hauptsache vom Aufbau des Kristallsystems abhängig ist.

Zusammenfassend kann für alle Kristall-Geräte gesagt werden, daß die richtige Anpassung unter keinen Umständen außer Acht gelassen werden darf. Eine Temperaturabhängigkeit bei normalen Betriebsverhältnissen besteht bei Tonabnehmern und Mikrophonen nicht, bei Lautsprechern ist dann darauf zu achten, wenn sie zusammen mit anderen Geräteteilen in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sind, die eine besonders hohe Wärmeentwicklung haben. Es wird in diesem Falle zu überlegen sein, ob ein getrennter Einbau nicht ratsamer ist. Ing. H. Rohde VDE.

Neuer bruchssicherer Kristalltonabnehmer

Kristalltonabnehmer zeichnen sich durch eine besonders gute Wiedergabe der tiefen Frequenzen in Verbindung mit verhältnismäßig großen Spannungen aus; sie verbürgen deshalb eine laute und qualitativ hochwertige Wiedergabe. Dazu kommt ein verhältnismäßig einfacher Aufbau, da das ganze System nur aus der entsprechend gelagerten Kristallplatte besteht. Aus diesen drei Gründen erfreuen sich Kristalltonabnehmer zunehmender Beliebtheit sowohl bei den Schallplattenfreunden, als auch bei den Tonabnehmer-Herstellern. Zu diesen Vorteilen gesellt sich allerdings ein Nachteil: das zur Verwendung kommende Seignettesalz ist sehr spröde, und den durch unsachgemäße Behandlung hervorgerufenen Stoßbeanspruchungen ist die Kristallplatte auf keinen Fall gewachsen; es ist mit ihrem Bruch zu rechnen. Ähnlich ist es bei der Saphirnadel, deren Kombination mit einem Kristalltonabnehmer ein schlechthin ideales Abtastgerät ergeben würde; auch sie kann bei unsachgemäßer Behandlung leicht beschädigt werden.

Bei einem neuen Tonabnehmer wurde dem bruchssicheren Einbau der Kristallplatte und der Saphirnadel besondere Aufmerksamkeit gewidmet, und es

wurde eine Lösung gefunden, durch die beide empfindliche Teile in vollkommener Weise geschützt werden. Bild 1 zeigt das zur Anwendung gekommene Prinzip: Vier Federn F, die an den Ecken der Kristallplatte Plangreifen, legen die letztere nicht starr, sondern so fest, daß sich im Falle übermäßiger Beanspruchung das schwingende Auflager L₁ von der Platte Pl löst, wie es rechts im Bild gezeigt ist. Die Federkräfte sind nun so bemessen, daß sie einerseits groß genug sind, um die Platte bei den durch die Schallplattenrillen ausgelösten kleinen Amplituden des Auflagers L₁ auf den Lagerstellen festzuhalten; zwischen einer unlösbar starren und einer lösbaren Verbindung ist dann kein Unterschied. Andererseits sind die Federkräfte aber so gering bemessen, daß sich die Platte bei größeren als den betriebsmäßigen Amplituden eher von den Lagerstellen abhebt, als daß eine Ecke abbrechen würde. Auf diese Weise ist ein Zerbrechen der Kristallplatte unmöglich gemacht.

Die praktische Durchführung des bruchssicheren Einbaues ist aus Bild 2 ersichtlich. Die Kristallplatte 1, die in Wirklichkeit eine Doppelplatte von $2 \times 0,3 \text{ mm}$ Stärke ist, liegt mit ihren vier Ecken auf vier buckelförmigen Erhöhungen 2. Zwei Blattfedern 3 und 4, die die Buckel 3a und 4a aufweisen, drücken die Platte mit einer bestimmten, begrenzten Kraft an.

Die vorderen Auflagebuckel 2 befinden sich an einem Isolierstück, das auf der Spitze 6 beweglich angeordnet ist; es führt um die Achse A, veranlaßt durch die in den Rillen schwingende Nadel 7, Drehschwingungen aus, die die Platte 1 tordieren (verdrehen). Damit das Isolierstück 5 keine anderen als die erwünschten Bewegungen ausführt, wird eine Halterung durch das Drahtstück 8 bewirkt, das am entgegengesetzten Ende mit der sehr weichen Schraubfeder 9 am Gehäuse des Tonabnehmers befestigt ist.

Diese Anordnung der Kristallplatten schützt sowohl die Platten, als auch den Saphirstift. Bei einem Druck auf den Saphir gibt die Lagerung nach, bis der Saphir hinter dem Anschlag 11 verschwindet. Läßt man z. B. den Tonabnehmer fallen, so fängt der Anschlag 11 den ganzen Stoß auf, während Saphir-Isolierstück, Halterungsdraht, Kristallplatte und Feder nach oben eine kleine Federungsbewegung ausführen, bei der sich die Spitzenlagerung (Spitze 6 in Bild 2) entsprechend löst. Hört der zu große Druck auf, so federn die Teile wieder zurück, die Spitzenlagerung stellt sich wieder her, die Abtastung der Platte kann weitergehen. Infolge der verhältnismäßig großen Auflagefläche des Anschlags wird auch eine Beschädigung der Schallplatte vermieden; aber auch dann, wenn der Tonabnehmer bei aufgesetzter Saphirspitze gewaltsam seitlich über die Rillen gestoßen wird, findet eine Beschädigung des Tonabnehmers oder der Schallplatte nicht statt; man darf dies sogar tun, während der Tonabnehmer zusätzlich stark belastet ist. Um die große Bruchssicherheit zu demonstrieren, kann man während des Plattenspiels seitlich gegen den Tonabnehmer stoßen, so daß dieser 50 oder 100 Rillen überspringt, oder man drückt stark von oben auf den Tonabnehmer und „ratscht“ dabei beliebig seitlich über die Schallrillen. Ja, man kann auch während des Spielens mit einem Hammer auf den Tonabnehmer schlagen; solange dabei nicht die Schallplatte zerbricht, treten nicht die mindesten Beschädigungen auf.

Außer durch diese hohe Bruchssicherheit zeichnet sich der neue Kristall-Tonabnehmer durch besonders vor-

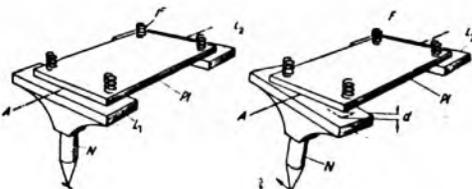


Bild 1. Abheben der Kristallplatte von ihrem Auflager. Links: Normallage. Rechts: Abgehobene Kristallplatte.

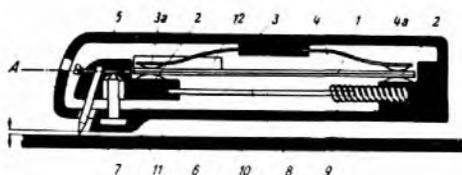


Bild 2. Schnitt durch den Kristall-Tonabnehmer.

teilhafte elektrische Eigenschaften aus. Es ist bekannt, daß Kristalltonabnehmer bei konstanten Amplituden der Kristallplatte von der Frequenz unabhängige, konstante Spannungen an den Verstärkereingang legen; diese Eigenschaft wird hier zu einer höchst einfachen, dabei aber sehr wirksamen Entzerrung ausgenutzt, für die lediglich ein Parallelwiderstand erforderlich ist. In Bild 3 zeigt A die Frequenzkurve eines durch richtige Bemessung und Dämpfung ausgeglichenen Tonabnehmers in einem Aufbau nach Bild 2. Diese Kurve hat zwei deutliche Resonanzstellen, bei 50 Hz die Schüttelresonanz des Tonarmes und bei 6000 Hz eine Eigenresonanz des Schwingsystems. Diese beiden Resonanzstellen ließ man mit Absicht bestehen, wobei man einen ganz bestimmten Zweck verfolgte. Wären die Schallplatten im gesamten Frequenzbereich mit konstanter Geschwindigkeitsamplitude geschnitten, was für magnetische Tonabnehmer ideal wäre, so müßte der Ideale Kristalltonabnehmer eine Frequenzkurve haben, die der unter 45° verlaufenden Geraden I in Bild 3 entspricht. Der wirkliche Tonabnehmer, der die bei konstanter Amplitude gemessene Frequenzkurve A besitzt, würde damit die Frequenzkurve B aufweisen (als Multiplikation, auf logarithmischem Papier einfach als Addition der Abweichungen der Kurven A und I vom geraden Verlauf). Nun sind aber die Schallplatten bei tiefen Tönen bekanntlich mit einem Amplitudenabfall geschnitten, entsprechend Kurve II; aus der Kurve B entsteht so Kurve C, die noch immer einen starken Tiefenanstieg aufweist. Diesen Tiefenanstieg nimmt man nun durch einen einfachen, nicht belasteten, infolgedessen direkt in den Tonabnehmer einbaubaren Parallelwiderstand fort — die einfachste Tiefenentzerrung, die man sich denken kann. Das Ergebnis ist durch Kurve III ausgedrückt, die nun mit Kurve C zu multiplizieren ist, um die endgültige Frequenzkurve des Tonabneh-

mers mit Parallelwiderstand, nämlich Kurve D, zu bekommen, die einen praktisch gleichmäßigen Verlauf zwischen 50 und 6500 Hz aufweist. Macht man den der Entzerrung dienenden Parallelwiderstand nun aber regelbar, dann läßt sich die Tiefenentzerrung in einfachster Weise regeln; man braucht nur einen zwischen 30 kΩ und 2 MΩ veränderlichen Regler zu nehmen, um einen ganz weiten Regelbereich zu erhalten. Diese Möglichkeit dürfte von vielen Hörern sehr begrüßt werden, kann man doch so durch eine Regelung der tiefen Frequenzen eine höchst wirksame Änderung der Klangfarbe herbeiführen. Zum Schluß seien noch einige interessante Aufbau-einzelheiten mitgeteilt. Die Kraft, die der Tonabnehmer zur Auslenkung benötigt, ist sehr gering, es ist nur die Torsionskraft der Kristallplatte zu überwinden, wozu auch bei großen Amplituden nur 4 g an der Nadelspitze erforderlich sind. Die schwingende Masse des Tonabnehmers, umgerechnet auf die Nadelspitze, beträgt nur 0,04 g, so daß auch die durch die Massenträgheit hervorgerufenen Kräfte sehr klein sind. Mit einem Andruck des Tonabnehmers auf die Platte von 5g lassen sich bereits viele handelsübliche Platten abspielen; um aber auch in extremen Fällen eine einwandfreie Nadelführung zu erhalten, wurde der Druck auf 18 g verstärkt. Durch eine eingebaute Blattfeder erfolgt eine Entlastung des an sich schwereren Tonarmes auf diesen Wert. Der Tonabnehmer besitzt eine Kapazität von etwa 5000 pF. Die Länge der Zuleitungen zum Verstärker spielt deshalb in normalen Fällen keine besondere Rolle. Die Kapazität der Zuleitungen ist im übrigen ohne Einfluß auf den Frequenzgang; sie setzt nur die am Verstärker wirksame Spannung herunter. Die Empfindlichkeit des Tonabnehmers ist so groß, daß bei den größten auf den Schallplatten vorkom-

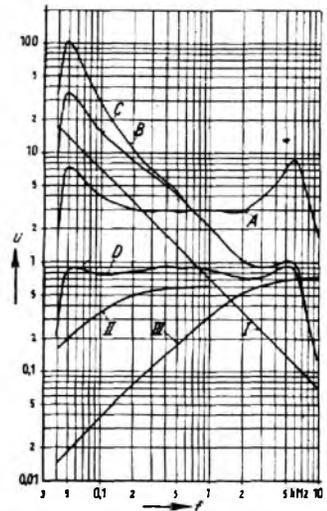


Bild 3. Herstellung einer geradlinigen Frequenzkurve unter Benutzung von gedämpften Resonanzen und eines Querwiderstandes.

menden Amplituden Spannungen von etwa 10 Volt erzeugt werden, das sind Spannungen, mit denen u. U. eine Übersteuerung der ersten Verstärkeröhre stattfinden kann¹⁾.

¹⁾ E. Gerlach in „Akustische Zeitschrift“, 8. Jahrgang Nr. 3 - Mai 1943.

Die Entzerrung des Kristall-Tonabnehmers

Der Kristalltonabnehmer hat in letzter Zeit eine erhebliche Verbreitung gefunden und wird sich voraussichtlich in Zukunft auch noch weiter durchsetzen. Im Gegensatz zu dem magnetischen oder dynamischen Abnehmer ist jedoch, wie auch in dem vorangehenden Bericht ausgeführt, beim Kristallabnehmer die abgegebene Spannung nicht der Geschwindigkeitsamplitude, sondern der Auslenkung proportional. Das ergibt, bezogen auf eine konstante Geschwindigkeitsamplitude, eine mit der Frequenz proportional fallende Frequenzkurve. Für einen „idealen“ Abnehmer, d.h. einen solchen, bei dem nicht irgendwelche Resonanzen oder sonstige Sondererscheinungen auftreten, ergibt sich damit eine Frequenzkurve gemäß der Kurve I in Bild 1. Dieser ausgeprägte Frequenzgang ist für eine hochwertige Wiedergabe unbrauchbar, er verlangt also unbedingt eine Entzerrung. Bis zu einem gewissen Grad kann man allerdings diesen Frequenzgang als einen Vorteil ansehen, weil man dadurch in der Lage ist, die tiefen Frequenzen anzuheben. Erfahrungsgemäß wird die Wiedergabe des Kristallabnehmers unentzerrt meist von dem breiten Publikumschmack als angenehm empfunden, weil durch das Absinken der Frequenzkurve nach oben hin das Nadelrauschen weggeschnitten ist und die Bässe auf der anderen Seite sehr stark kommen. In Verbindung mit einem hochwertigen Wiedergabegerät hat man jedoch den Eindruck, daß die Tiefenanhebung und Höhenabschneidung doch stark übertrieben sind.

Aus diesem Grunde wird ein Entzerrer vorgesehen, und zwar findet man als einfachen Entzerrer im allgemeinen einen Ohmschen Parallelwiderstand angegeben²⁾. Ein solcher ermöglicht in Verbindung mit dem kapazitiven Innenwiderstand des Abnehmers eine Abschneidung der tiefen Frequenzen. Die erhaltenen Frequenzkurven für vier verschiedene Widerstände sind in Bild 1 als die Kurven 2a, 2b, 2c und 2d eingezeichnet. Mit der Kurve 2d, die allerdings auch einen sehr starken Lautstärkenverlust mit sich bringt, was aber bei der von dem Kristallabnehmer gelieferten hohen Spannung weniger von Bedeutung ist, ist eine sehr brauchbare Entzerrung erreicht. Man erhält eine praktisch bis 3000 Hz geradlinige Frequenzkurve. Der geringe Abfall darüber hinaus ist wegen des Abschneidens des Nadelrauschens erwünscht, aber auf der anderen Seite noch nicht so weitgehend, daß die Obertöne völlig verschwinden. Durch diese Entzerrung hat man sich allerdings eines Vorteils des Kristallabnehmers begeben. Bekanntlich werden die Schallplatten mit konstanter Geschwindigkeitsamplitude, jedoch unterhalb 200 Hz mit konstanter Auslenkung geschrieben, was zwangsläufig zu einem Baßverlust führt, wenn die Wiedergabeeinrichtung so gebaut ist, daß die Frequenzkurve für konstante Geschwindigkeitsamplitude geradlinig ist.

In Bild 2 ist gestrichelt die Frequenzkurve einer Wiedergabeeinrichtung mit magnetischer unentzerrter Dose aufgetragen, und zwar für konstante Spannung am Schallschreiber. Der Abfall der Frequenzkurve unter 200 Hz ist durch die bewußte Beschneidung der Frequenzkurve des Schallschreibers gegeben. Wird in der Anlage an Stelle des magnetischen ein unentzerrter Kristallabnehmer eingeführt, so erhalten wir die Frequenzkurve I. Diese unterscheidet sich von der Kurve I in Bild 1 durch die Absenkung der tiefen unterhalb von 200 Hz. Man erhält demnach also gerade bei tiefen Frequenzen unter 200 Hz eine geradlinige Frequenzkurve, oberhalb 200 Hz allerdings

dann den linearen Abfall, der, wie oben angeführt, zu einer übertriebenen Höhenabschneidung führt. Sieht man nun einen „Entzerrer“ in Form eines ohmschen Widerstandes vor, so werden beispielsweise aus den Kurven 2a—d in Bild 1 die Kurven III a—d in Bild 2. Das sind nun recht ungünstige Frequenzgänge, da sowohl die hohen wie die tiefen gegenüber dem Mitteltonbereich geschnitten sind, und man bekommt eine farblose Wiedergabe. Wünschenswert ist vielmehr ein Frequenzverlauf entsprechend der Kurve III, der in Bild 1 die Kurve 3 entspricht. Dies ist der vom Kristallabnehmer zusammen mit dem Entzerrer zu fordernde Frequenzgang. Ein solcher ist sehr einfach zu erreichen, indem der Kristallabnehmer nicht durch einen Widerstand, sondern durch die Reihenschaltung eines Widerstandes und eines Kondensators gemäß Bild 3 belastet wird. Bei hohen Frequenzen entspricht die Frequenzkurve der des unbelasteten Abnehmers, bei den tiefen bilden die innere Kapazität des Abnehmers und der äußere Kondensator einen frequenzabhängigen Spannungsteiler. Das Produkt RC ist durch die Grenzfrequenz von 200 Hz gegeben von

$$RC = \frac{1}{\omega \cdot \text{gr}} = \frac{1}{6,3 \cdot 200} = 8 \cdot 10^{-4}$$

Für eine innere Kapazität des Abnehmers von 5000 pF (Telefunken-Abnehmer) empfiehlt es sich, C = 50000 pF und damit R = 15 kΩ zu machen. Entsprechend ergeben sich für eine innere Kapazität von 2000 pF (Grawor-Abnehmer) C = 20000 pF und R = 40 kΩ. Man erhält damit die Frequenzkurve 3 in Bild 1. Mit dieser hohen Belastung ergibt sich bei 500 Hz dann ein Lautstärkenverlust um den Faktor 4 (12 Dezibel). Dieser dürfte bei der hohen Spannung, die der Kristallabnehmer liefert, bei allen üblichen Verstärkern tragbar sein. Ist noch mehr Verstärkerreserve vorhanden und hat man modernere, rauscharme Platten, so wird man R noch kleiner wählen und entsprechend C um denselben Faktor vergrößern.

Aus dem Gesagten folgt, daß es nicht günstig ist, den Widerstand veränderlich zu machen. Man müßte dann den Serienkondensator gleichzeitig mit verändern, und außerdem würde sich mit dem Klang-

regler die Lautstärke ändern. Im übrigen erscheint es auch nicht angebracht, an jedem Gerät „Klangregler“ aller Art anzubringen, mit dem man auf „angenehmsten Klang“ einstellen kann. Man kann immer wieder beobachten, daß dies in den meisten Fällen nur dazu führt, ein völlig unnatürliches Klangbild einzustellen und das Ohr zu verblenden. Zweckmäßig ist es unter Umständen, wenn alte, stark rauschende Platten zu spielen sind, ein zweites, höchstens dreistufiges Nadelgeräuschfilter vorzusehen. Dazu wird in dem obigen Entzerrer einfach parallel zum Widerstand ein abschaltbarer Kondensator vom doppelten bis vierfachen Wert der inneren Kapazität des Tonabnehmers angeordnet.

Voraussetzung für die volle Wirksamkeit des Entzerrers ist ein genügend hochohmiger Eingang des Verstärkers. Wie aus Bild 1 hervorgeht, muß der Eingangswiderstand mindestens das 8-fache des Belastungswiderstandes R sein, d. h. für den Telefunken-Abnehmer mindestens 100 kΩ, für den Grawor-Abnehmer mindestens 300 kΩ.

Der beschriebene Entzerrer hat merkliche Ähnlichkeit mit dem Entzerrer, den man für magnetische Abnehmer benutzt (vgl. Bild 4). Auch hier handelt es sich um einen Spannungsteiler, bei dem die dem Verstärker zugeführte Spannung an einer Reihenschaltung aus R und C abgenommen wird. Entsprechend dem grundsätzlich verschiedenen Frequenzgang bei Kristall- und magnetischen bzw. dynamischen Abnehmern ist jedoch der Vorwiderstand des Spannungsteilers in einem Falle ohmsch, im anderen kapazitiv, wobei im letzteren Falle für die Kapazität gleich die Eigenkapazität des Abnehmers selbst benutzt wird. Durch diese verschiedene Art der Spannungsteilung ergeben sich aber auch folgende Unterschiede: Bei dem Entzerrer für den magnetischen Abnehmer muß der Mitteltonbereich, der für die Lautstärke maßgebend ist, um so mehr abgesenkt werden. Je tiefer die Frequenzen sind, bis zu denen man entzerrt will. Bei dem beschriebenen Entzerrer jedoch ist die Absenkung des Mittelbereiches davon abhängig, wie weit man die Entzerrung der hohen Frequenzen treiben will. Die Entzerrung der tiefen Frequenzen wird hier nicht durch eine Absenkung des Mittelbereiches erkauft, sondern so, daß, wie oben ausgeführt, die Innen- und die Außenkapazität einen frequenzunabhängigen Spannungsteiler bilden. Dr.-Ing. Holle.

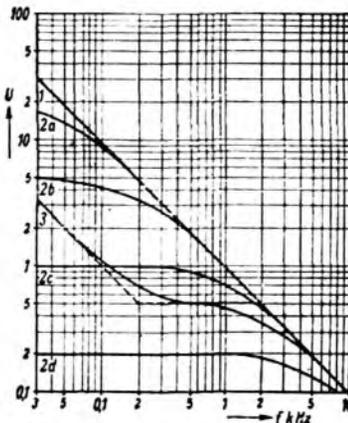


Bild 1. Frequenzgänge von Kristalltonabnehmern bei konstanter Geschwindigkeitsamplitude. I unentzerrt, 2a bis d mit ohmscher Belastung, 3 in Schaltung Bild 3 entzerrt.

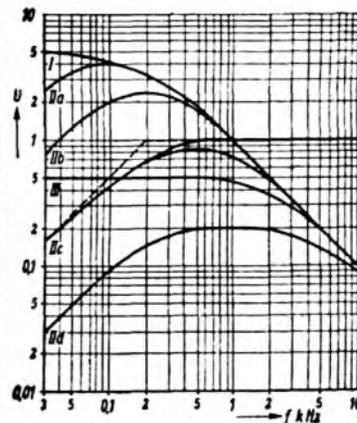


Bild 2. Frequenzgänge von Schallplatten - Wiedergabegeräten bei konstanter Spannung am Schallschreiber. I Kristallabnehmer unentzerrt, II a bis d Kristallabnehmer mit ohmscher Belastung, III Kristallabnehmer entzerrt, IV magnetischer Abnehmer unentzerrt.

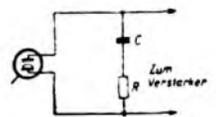


Bild 3. Entzerrer für Kristalltonabnehmer.

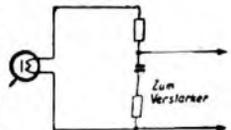


Bild 4. Entzerrer für elektromagnetischen oder dynamischen Tonabnehmer.

²⁾ Vgl. Gerlach in Akust. Zeitschrift 1943, Heft 3, Seite 81—91. Über letztere Arbeit wird in dem vorangehenden Aufsatz berichtet.

Leitfaden für die R- und C-Bemessung

Der Austausch von Widerständen und Kondensatoren bei der Empfänger Instandsetzung / 3. Teil

Elektrolytkondensatoren

An allen Stellen des Rundfunkgerätes, an denen man größere Kapazitäten benötigt, also in erster Linie in den Glättungsfiltern der Netzanschlußgeräte und in Rückkopplungsstufen sowie zur Überbrückung von Kathodenwiderständen, sind die früher dort üblichen Papierkondensatoren heute weitgehend durch Elektrolytkondensatoren verdrängt worden, die bei gleicher Kapazität einen weitaus geringeren Raumbedarf aufweisen. Im inneren Aufbau der Elektrolytkondensatoren bestehen verschiedene grundlegende Unterschiede gegenüber dem Papierkondensator und hinsichtlich der Auswahl der Betriebsspannung trifft das gleiche zu, weshalb wir die Elektrolytkondensatoren hier getrennt behandeln.

Bei der Prüfung oder Messung in die Augen fallende Eigenschaften des Elektrolytkondensators sind folgende: Im Gegensatz zu einem einwandfreien Papierkondensator, der einen nach Hunderten von Megohm pro Mikrofarad messenden Isolationswiderstand bei Messung mit Gleichstrom aufweist, fließt durch den einwandfreien Elektrolytkondensator bei angelegter Betriebsgleichspannung ein Reststrom, der zwischen etwa 0,01 - 0,02 mA/µF bei 15 V Betriebsspannung und ca. 0,35 mA/µF bei 650 V Betriebsspannung liegt, was also Isolationswiderständen entspricht, die zwei Größenordnungen niedriger liegen als die von Papierkondensatoren. Außerdem sind bei der Messung von Elektrolytkondensatoren an normalen Wechselstrom-Meßbrücken, ohne Verlustwinkelkompensation, nur sehr unscharfe Minima zu erhalten, was auf einen gegenüber Papierkondensatoren erheblich höheren Verlustwinkel des Elektrolytkondensators hindeutet. In der Tat haben Elektrolytkondensatoren Dämpfungswerte (Tangens delta gleich Verlustwiderstand, dividiert durch den kapazitiven Widerstand, $\tan \delta = R/R_C$) zwischen etwa 0,01 und 0,5 gegenüber 0,004 bis 0,006 bei Papierkondensatoren (gemessen bei 50 Hz). Schließlich nimmt die Kapazität bei Elektrolytkondensatoren mit zunehmender Frequenz ab.

Eine weitere Eigenschaft, die oben bereits erwähnt wurde, ist die gegenüber Papierkondensatoren große Raumkapazität, bzw. der sehr geringe Raumbedarf bei gleicher Kapazität und Betriebsspannung. Und noch rein äußerlich: bei Elektrolytkondensatoren wird nie eine Prüfspannung angegeben, wohl aber eine Betriebs- und eine Spitzenspannung; ferner ist normalerweise beim Elektrolytkondensator vorgeschrieben, welche Belegung an den Pluspol der anzuschaltenden Gleichspannung zu legen ist, er muß also richtig gepolt werden (von den ungepolten Ausführungen abgesehen, die es auch gibt). Das deutet schon darauf hin, daß man den Elektrolytkondensator nicht an reiner Wechselspannung verwenden dürfen. Mit Ausnahme von der Anschaltung an eine Wechselstrom-Meßbrücke, die mit möglichst niedriger Spannung arbeiten soll (etwa 1...1,5 V) zwecks Messung der Kapazität und evtl. des Verlustwinkels, die nicht länger als 15 Sekunden dauern soll, trifft das auch zu, wenigstens für diejenigen Kondensatortypen, die in der Rundfunktechnik üblich sind. Die ungepolten Ausführungen werden verwendet, wo man nicht unter allen Umständen eine richtige Polung gewährleisten kann, z. B. in der Siebkette von Gleichstrom-Netzanschlußempfängern, die keine Gleichrichterrohre aufweisen, also auch von All-Stromempfängern, bei denen für Gleichstrombetrieb die Gleichrichterrohre durch Umschaltung außer Betrieb gesetzt wird.

Das sind im großen und ganzen äußerlichkeiten, die aber durch den völlig abweichenden Aufbau und die Wirkungsweise des Elektrolytkondensators bedingt sind. Stellt man eine Aluminiumelektrode und eine Elektrode aus beliebigem Metall in einer bestimmten Elektrolytflüssigkeit einander gegenüber und verbindet das Aluminium mit dem Pluspol einer Gleichspannungsquelle, die andere Elektrode mit dem Minuspol, so tritt eine Zersetzung des Elektrolyten auf. In deren Verlauf bildet sich mehr oder weniger schnell eine sehr dünne Aluminiumoxydschicht auf der Anode (Aluminium) und der durch die Flüssigkeit fließende Strom sinkt auf einen geringen Reststrom ab. Die Oxydschicht wirkt dann als Dielektrikum und man mißt zwischen den Anschlußklemmen eine im Verhältnis zu der verwendeten Aluminiumoberfläche recht beträchtliche Kapazität, die bei hoher angelegter Gleichspannung (Formierspannung) geringer ist als bei niedriger. Holt man den Kondensator um, so wird die Oxydschicht ebenso schnell zerstört, wie sie entstand, und wenn die andere Elektrode ebenfalls aus Aluminium besteht, bildet sich nun auf ihrer Oberfläche eine Oxydschicht usw. Bei der schnellen „Umpolung“, die eine angelegte Wechselspannung hervorruft, bleibt für eine gewisse Zeit (oben waren als Maximum 15 Sekunden genannt worden) der ursprüngliche Formierungszustand bestehen, bei länger einwirkender Wechselspannung wird aber eine Beeinflussung bewirkt.

Bei passender konstruktiver Ausgestaltung kann man den Elektrolytkondensator gleich in der ursprünglichen Form verwenden. Das sind die sehr weitverbreiteten „nassen“ Elektrolytkondensatoren, bei denen der Elektrolyt meist in einen Aluminiumbecher eingefüllt ist, während durch einen Isolator die die Oxydschicht tragende Alu-

miniumelektrode innen gehalten wird. Um eine möglichst große Kapazität auf gegebenem Räume unterbringen zu können, verwendet man oft komplizierte Körper, die eine sehr große Oberfläche aufweisen, und rauht deren Oberfläche zudem noch durch chemische Mittel (Ätzen) auf. Es gibt jedoch noch eine andere Ausführungsform: Verwendet man bei dem oben geschilderten Formierungsprozeß eine Aluminiumfolie, blank oder aufgerauht, so kann man diese hernach mit der fest auf ihr haftenden Oxydschicht aus dem Bad nehmen und sie zusammen mit einem elektrolytgetränkten Gewebe- oder Papierstreifen an Stelle des flüssigen Elektrolyten und einer zweiten, nicht formierten Aluminiumfolie an Stelle des vorher verwendeten Metallbeckers aufrollen, wie die Folien eines Papier-Wickelpapierkondensators, und den Wickel dann in einem Hartpapierrohrchen unterbringen und dieses beiderseits mit Isoliermasse vergießen, nachdem entsprechende Anschlußdrähte angebracht sind. So gelangt man zu den sogenannten „Trockenelektrolytkondensatoren“. Verwendet man hier zwei formierte Folien statt nur einer einzigen, so bekommt man einen „ungepolten“ Kondensator, dessen Hauptanwendungsgebiet im Rundfunkbereich oben bereits gekennzeichnet wurde.

Das Absinken der Kapazität bei steigender Frequenz ist an den Stellen, an denen man im Rundfunkgerät Elektrolytkondensatoren verwendet, normalerweise bedeutungslos, denn im Netzteil und in Rückkopplungsstufen handelt es sich in erster Linie um 50 oder 100 Hz, bei Überbrückungskondensatoren von Kathodenwiderständen darum, daß bei der fraglichen Frequenz der Wechselstromwiderstand des Kondensators hinreichend klein gegenüber dem ohmschen Widerstand bleibt, was infolge des Absinkens des Wechselstromwiderstandes mit steigender Frequenz ja trotz der Kapazitätsverminderung noch erfüllt wird. Kritisch ist lediglich eine Stelle im Empfänger, nämlich der Kondensator, der etwa den Kathodenwiderstand eines Anodengleichrichters oder einer Doppel-Zweipol-Dreipol- oder -Fünfpolröhre überbrückt, wenn bei letzterer der Kondensator einen Hochfrequenzkreis schließt (Regelspannungsgleichrichtung mit verzögertem Einsatz). In diesen Fällen fließt nämlich außer der Tonfrequenz auch noch Hochfrequenz durch den Kondensator. Bei der Instandsetzung von Geräten darf man daher beispielsweise einen etwa parallel zum Elektrolytkondensator geschalteten Papierkondensator geringer Kapazität nicht außer acht lassen oder etwa einen ursprünglich vorhandenen, defekt gewordenen Papierkondensator durch einen Elektrolytkondensator ersetzen. Im letzteren Falle ist es empfehlenswert, einen 10- oder 20-nF-Papierkondensator auf jeden Fall parallel zu schalten.

Betriebsspannung und Spitzenspannung

Nicht ganz einfach ist die richtige Auswahl der Betriebsspannung und Kapazität der Elektrolytkondensatoren, die — wie im Netzteil eines Empfängers für Wechselstromnetzanschluß — mit einer mehr oder weniger großen Welligkeit der Gleichspannung arbeiten. Zunächst ist zu berücksichtigen, was die Ausdrücke „Betriebsspannung“ und „Spitzenspannung“ bei einem Elektrolytkondensator besagen. Als Betriebsspannung bezeichnet man die höchste, im Betriebe dauernd vorkommende Spannung, die der Kondensator aushält. Bei Anlegen einer Wellenspannung ist das also die Summe der mittleren Gleichspannung und der Amplitude (1) der überlagerten Wechselspannung. Dabei muß man berücksichtigen, daß keinesfalls eine zu knappe Bemessung erfolgen darf, denn man muß ja u. a. mit Überspannungen des Lichtnetzes rechnen. Weiter ist zu berücksichtigen, daß man nicht den Anteil der Wechselspannung an der mittleren Gleichspannung beliebig hoch wählen darf. Vielmehr geben die Hersteller von Elektrolytkondensatoren dafür folgende Werte an:

Scheitelwert der überlagerten Wechselspannung in Prozent der aufgedruckten Betriebsspannung (ungünstigster zulässiger Wert):

	800 Hz 100 Hz 50 Hz		
	10 Hz	30 %	42 %
bis 35 V	max. 50 µF	25 %	35 %
bis 15 V	max. 500 µF	15 %	21 %
über 15 V bis 35 V	max. 1500 µF	10 %	14 %
über 35 V bis 70 V	max. 200 µF	10 %	14 %
über 70 V bis 100 V		10 %	14 %

Wie gesagt sind das die ungünstigsten Werte; für gewöhnlich wird man möglichst weit unter ihnen bleiben. Manche Hersteller geben dafür gleichfalls Zahlenwerte an, die im Interesse der Sicherheit unter denjenigen der obenstehenden Tabelle liegen.

Die bei Elektrolytkondensatoren angegebene Spitzenspannung darf in keinem Fall, auch nicht kurzzeitig, überschritten werden und darf höchstens bis zu einer Minute auftreten (z. B. beim Anheizvorgang von Rundfunkgeräten). Sie ist der Scheitelwert der maximalen Spannung.

Derjenige Kondensator, der die höchste Welligkeitsspannung auszuhalten hat, ist im Wechselstrom-

Netzanschlußempfänger der Ladekondensator des Netzgleichrichters (bei Einweggleichrichtung). Bei Vollweggleichrichtung wird die Welligkeit bekanntlich geringer. Man kann die effektive Welligkeitsspannung sehr einfach überschlägig berechnen, und zwar für Einweggleichrichtung zu 4,5 mal Strom in mA dividiert durch Kapazität in µF, bei Vollweggleichrichtung zu 2,1 mal Strom in mA dividiert durch Kapazität in µF. Der Scheitelwert ergibt sich durch Multiplikation der so erhaltenen Effektivwerte mit 1,415.

Ein paar Beispiele mögen veranschaulichen, wie man bei der Rechnung vorgeht, die immer dann vorgenommen werden muß, wenn man sich beim Austausch eines Ladekondensators gegen einen anderen im Zweifel ist. Es sei ein Einweggleichrichter vorhanden, bei dem die Transformatorspannung im ungünstigsten Fall 250 V_{eff} beträgt, also ca. 353 V Scheitel. Der Gleichrichter möge 40 mA liefern, die Ladekapazität betrage 8 µF. Dann ist die Welligkeitsspannung $\frac{4,5 \times 40}{8} = 22,5$ V_{eff} oder 31,1 V Scheitel.

Die Endröhre des Gerätes sei direkt geheizt, so daß also praktisch beim Einschalten gleich die volle Belastung am Gleichrichter liegt. Die Gleichspannung am Ladekondensator ist dann etwa 260 V und die höchste Momentanspannung liegt um 31,1 V darüber, also bei 291,1 V. Man wird also geneigt sein, einen für 300 V Betriebsspannung dimensionierten Kondensator zu verwenden. Nach der oben gegebenen Tabelle könnte man ihm 14% von 300V, also 42 V_{sch} überlagerter Wechselspannung zumuten, immerhin käme man dem zulässigen Höchstwert damit schon bedenklich nahe, wird es also vorziehen, eine Betriebsspannung von 350 V zu wählen.

Noch ein zweites Beispiel: Ein Vollweggleichrichter soll 100 mA liefern, die Kapazität sei 32 µF, dann errechnet man also eine Welligkeitsspannung von 6 V_{eff} oder 8,5 V_{sch}. Die gleichgerichtete Spannung ist 300 V, im Höchstfall treten als Scheitelwert (Spitzenspannung!) 425 V auf. Man kommt also in diesem Fall mit einem Kondensatortyp von 400/450 V aus. Während bei Papierkondensatoren für gewöhnlich ein Defektwerden des Dielektrikums und damit erhebliche Verminderung des Isolationswiderstandes (bis zum unmittlerbaren Kurzschluß) das Ende der Lebensdauer bedeutet, kommen derartige Defekte bei Elektrolytkondensatoren seltener vor, weil sich beim momentanen Überschreiten der Spitzenspannung sofort wieder an einer Durchschlagsstelle eine neue Oxydschicht bildet. Entsprechend dem inneren Aufbau des Elektrolytkondensators kommt aber ein anderer Fehler bei ihm häufiger vor. Der größere Verlustwinkel des Elektrolytkondensators, von dem weiter oben schon die Rede war, hat seine Ursache in erster Linie darin, daß gewissermaßen in Serie mit der eigentlichen Kapazität ja noch der Widerstand der Elektrolytflüssigkeit zwischen Dielektrikum (Oxydschicht) und Kathode (negativem Außenanschluß) vorhanden ist. Insbesondere bei den Trockenelektrolytkondensatoren ist die im Papier oder Gewebe aufgesaugte Elektrolytmenge beschränkt und trocknet im Laufe der Zeit aus. Bei minderwertigen Fabrikaten und wenn der Kondensator der Wärme einwirkung benachbarter Röhren oder hochbelasteter Widerstände ausgesetzt ist, erfolgt das Austrocknen schneller als bei richtiger Anbringung und hochwertiger Kondensatoren. Hand in Hand mit dem Austrocknen geht ein erhebliches Anwachsen des Verlustwinkels, so daß schließlich der Elektrolytkondensator „seine Kapazität verliert“, weil der Serienwiderstand zu groß wird. Die Messung des Verlustwinkels kann in einfacher Weise in der Meßbrücke erfolgen (vgl. z. B. FUNKSCHAU 1943, Heft 1, S. 9/10), indem man einen entsprechenden Regelwiderstand mit dem Kapazitätsnormal in Serie schaltet. Bei der Kapazitätsmessung mit einer kleinen Wechselspannung und einem Wechselstromvolt- oder -milliamperemeter zeigt der Kondensator mit zu hohem Verlust eine viel zu geringe oder gar keine Kapazität.

Beim Auswechseln von Kondensatoren zu beachten!

Abschließend sei zu der Technik des Auswechselns von Kondensatoren noch folgendes bemerkt: Alle Kondensatoren in reinen Niederfrequenzkreisen bedürfen hinsichtlich der Länge und Lage der Anschlußleitungen oder Lage der Erdungspunkte kaum besonderer Vorsicht. Bei Tonfrequenzkreisen wird man die „heißen“ Zuleitungen verschiedener Stufen nicht zu nahe aneinanderbringen um unerwünschte Kopplungen zu vermeiden. Länge der Leitungen und Lage der Erdungspunkte ist dann auch hier meist unwesentlich. Aufmerksamkeit hingegen verdienen alle Kondensatoren in Hochfrequenzkreisen, insbesondere auch die Überbrückungskondensatoren, die irgendwelche Kreise für Hochfrequenz schließen. Man muß sich beim Auswechseln die Anschlußpunkte gut merken, um nicht zu lange Leitungen zu bekommen und etwa Verkopplungen über verschiedenen Stromkreisen gemeinsame Teile des Chassis zu bekommen. Daß alle anderen Kondensatoren in Hochfrequenz- und Zwischenfrequenzkreisen mit kürzestmöglichen Leitungen anzuschließen sind, bedarf keiner besonderen Erläuterung.

Rolf Wigand.

Weitere Teile folgen

als die zweite hervortritt. In Gegentaktstufen mit Fünfpolröhren wird deshalb der Belastungswiderstand je Röhre kleiner als U_a/I_a gewählt, wodurch der Wirkungsgrad der Fünfpolröhre wesentlich günstiger wird. Durch die bevorzugte Übertragung der Höhen, hervorgerufen durch die oben erwähnten nicht kompensierten dritten Harmonischen, ist es gut, von der Gegenkopplung Gebrauch zu machen. Die Leistung des Verstärkers ist ja groß genug und es kann daher ohne Bedenken die verstärkungsmindernde Gegenkopplung angewandt werden. Im vorliegenden Fall wird ein Teil der Anodenwechselspannung über die Kondensatoren 5000 pF und außerdem über die Widerstände an die Gitter der beiden AL 4 zurückgeführt. Durch diese Kombination ist es möglich, den Frequenzgang des Verstärkers auszugleichen, wie aus den Kurven Bild 4 zu ersehen ist. Zur Vermeidung von UKW-Schwingungen, zu welchen ja bekanntlich Fünfpol-Endröhren neigen, dienen außer den Hf-Sieb-Widerständen in der Gitterleitung

Widerstände in den Anoden- und Schirmgitterleitungen, und zwar vor der Anode 50 bis 100 Ω , vor dem Schirmgitter etwa 500 bis 1000 Ω . Es ist darauf zu achten, daß diese Widerstände direkt an den Röhrenfassungen angebracht werden. Um nun auch das vom Verstärker gelieferte Frequenzband voll auszunutzen, ist es notwendig, die abgegebene Leistung auf mehrere Lautsprecher aufzuteilen, da ein normaler Lautsprecher bis jetzt noch nicht in der Lage ist, Frequenzen von etwa 30 bis 10000 Hz wiederzugeben. Stehen mehrere Lautsprecher darunter Tief- und Hochtonmodelle, zur Verfügung, so läßt sich damit das gesamte vom Verstärker abgegebene Frequenzband wiedergeben. Sind die Kurven der betreffenden Lautsprecher bekannt, so lassen sich durch sogenannte Tief- und Hochpaßfilter die den verschiedenen Lautsprechern zugeordneten Frequenzen günstig aufteilen (Bild 5 bis 7). K. Tränkle.

Genormte Kraftverstärker

Übertragungsanlagen für Musik und Sprache, insbesondere zur Durchgabe von Kommandos und Meldungen haben in letzter Zeit eine so große Bedeutung und Verbreitung gefunden, daß es zweckmäßig erscheinen mußte, die Herstellung ihrer Bauteile und ihren gesamten Aufbau so wirtschaftlich wie möglich zu gestalten. Dazu war es insbesondere nötig, ihre wichtigsten Bestandteile, nämlich die Kraftverstärker, in Konstruktion und Leistung sowie hinsichtlich ihrer wichtigen elektrischen Werte einheitlich auszurichten. Die frühere Vielzahl der Ausführungen soll allmählich durch eine Reihe von „Normenverstärkern“ ersetzt werden, deren Leistungen mit 25, 75, 250 und 750 Watt so abgestimmt sind, daß man mit ihnen praktisch jeden Bedarf befriedigen kann. Sie haben, was besonders wichtig ist, eine einheitliche Ausgangsspannung von 100 Volt, so daß man sie in beliebiger Zahl zusammenschalten und an sie die ebenfalls vereinheitlichten Lautsprecher in beliebiger Wahl anschließen kann. Der Aufbau einer Lautsprecheranlage wäre damit ähnlich einfach wie der einer Lichtanlage, an die man ja auch Glühlampen in beliebiger Zusammenstellung anzuschließen vermag. Insbesondere braucht ein vorübergehend abgeschalteter Lautsprecher nicht mehr durch einen Widerstand entsprechenden Wertes ersetzt zu werden.

In den Vereinbarungen, die zur Schaffung dieser Kraftverstärker geführt haben, ist insbesondere auch die Frequenzkurve festgelegt, und zwar dahingehend, daß die Verstärkung im Bereich zwischen 50 und 10000 Hz von dem Wert bei 800 Hz um nicht mehr als $\pm 0,25$ Neper abweichen darf. Es würde sich also etwa die im Bild 1 dargestellte Kurve ergeben. In die Siemens-Verstärker ist, über diese Festlegung hinausgehend, noch ein Fächerentzerrer eingebaut, der es im Rahmen der ebenfalls im Bild 1 eingezeichneten Kurven ermöglicht, die Höhen oder Tiefen zu heben bzw. zu senken. Damit ist die Möglichkeit gegeben, den Verstärker den verschiedensten akustischen Raumverhältnissen anzupassen. Für die Einstellung dieses Entzerrers sind neben dem Lautstärkeregelner zwei weitere Drehknöpfe für die Höhen und Tiefen angeordnet.

An weiteren wichtigen elektrischen Werten, die einheitlich sind, sei insbesondere der Klirrgrad erwähnt, da von seiner Größe die Güte der Wiedergabe in hohem Maße abhängt; er soll bei jeder Aussteuerung bis zur Nennleistung bei 800 Hz höchstens 5% betragen und bei 60 und bei 4000 Hz möglichst unter 10% bleiben. Diese Werte sind so klein, daß die Wiedergabe auch von Musik als sehr gut zu bezeichnen ist. Die Fremdspannung, der Effektivwert der gesamten Ausgangsspannung bei kurzgeschlossenem Eingang, ist bei jeder Reglerstellung leiner als 100 mV. Es ist nur ein Verstärkereingang vorhanden, wobei der Eingangswiderstand 100 k Ω \pm 25% beträgt. Auch der Regelbereich des Verstärkeregelners ist festgelegt und soll mindestens 100:1 betragen.

Wie schon erwähnt, beträgt die Wechselspannung am Ausgang bei Nennleistung 100 Volt. Dieser Wert darf bei Leerlauf auf höchstens 130 Volt ansteigen. Die Normenverstärker sind im allgemeinen an die Netzspannungen 110, 125, 220 und 240 Volt anzuschließen, wobei zugestanden wird, daß die größten Typen von 250 und 750 Watt nur für den Anschluß an 110 und 220 Volt bemessen zu sein brauchen.

Diese Verstärker sind für den Einbau in Gestelle bestimmt. Sämtliche Normenverstärker haben die gleichen Längenmaße, lediglich die 250- und 750-Watt-Verstärker haben die doppelte Höhe. Die dargestellten Verstärker haben Schraubanschlüsse, je-

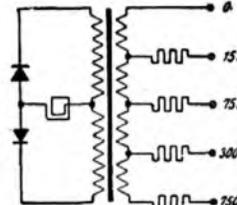
doch gibt es auch Ausführungen mit Messerkpntakten, die mit einem Handgriff auszuwechseln sind. Durch diese Bauformen ist erreicht, daß man die Verstärker auf kleinstem Raum in beliebiger Zusammenstellung in Gestellen vereinigen kann. Die Erstellung einer Übertragungsanlage ist dadurch wesentlich erleichtert und kann ähnlich einfach wie die einer sonstigen elektrischen Anlage von Arbeitskräften üblicher Vorbildung durchgeführt werden. Ing. Walter Jaekel.

Das Meßgerät

Millivoltmeter mit Gleichrichter und Wandler für Netz- und Tonfrequenz

Die Bemühungen, einen Wechselspannungsmesser mit eingebautem Gleichrichter auch für sehr kleine Spannungen — d. h. für Spannungen von weniger als 1 Volt möglichst bis herunter zu einigen Millivolt — zu bauen, haben durch die Zusammenschaltung eines Drehspulsystems mit einem Trockengleichrichter und einem Wandler zum Erfolg geführt. Ein Trockengleichrichter läßt sich nämlich nicht unmittelbar für das Messen so kleiner Spannungen verwenden; deshalb wird ein Wandler dazu benutzt, um die Spannung auf den für die einwandfreie Messung erforderlichen Wert zu erhöhen. Wie Bild 1 zeigt, ist der Gleichrichter im Gegentakt geschaltet; die der Temperaturabhängigkeit und Alterung des Gleichrichterwiderstandes entgegenwirkenden Vorschaltwiderstände sind, um die Belastung des Wandlers so klein wie möglich zu halten, auf der Primärseite angeordnet. Daraus ergibt sich zwar die Notwendigkeit, für jeden Meßbereich einen eigenen Vorschaltwiderstand einzubauen; man kann so aber die einzelnen Bereiche besser abgleichen, und man beschränkt die Belastung des Wandlers jetzt auf die reine Meßleistung, kann ihn also sehr klein dimensionieren. Bei der Wahl der Vorschaltwiderstände, die auch im Interesse einer Linearisierung der an sich wegen der Gleichrichter-kennlinie quadratischen Skalenteilung notwendig sind, muß im übrigen darauf geachtet werden, sie nicht beliebig hoch zu wählen, um den Eigenverbrauch niedrig zu halten; diese Bedingung wurde eingehalten, und trotzdem war es möglich, die aus Bild 2 ersichtliche, sehr gleichmäßig geteilte Skale zu erhalten, die nur im Anfang etwas gedrängt ausgefallen ist. Die Vorschaltwiderstände würden im übrigen so bemessen, daß sie auf allen Meßbereichen die gleiche linearisierende Wirkung ausüben, so daß dieselbe Skala für alle vier Bereiche gilt. Die Deckung der Skalen setzt nämlich voraus, daß in allen Bereichen die gleiche Scheinleistung aufgenommen wird bzw. daß die aufgenommenen Ströme den angelegten Spannungen umgekehrt proportional sind.

Das Millivoltmeter ist mit den Meßbereichen 15, 75, 300 und 750 mA ausgestattet. Die aufgenommene Scheinleistung beträgt bei allen vier Bereichen rund 140 μ VA, während die weiteren Eigenschaften aus der zum Schluß wiedergegebenen Tabelle hervorgehen. Der Temperaturfehler bleibt unter $\pm 1,5\%$, da dem Temperatureinfluß des Gleichrichters die Temperatureinabhängigkeit der verhältnismäßig hohen Wandlerwicklungen entgegenwirkt. Der Frequenzfehler



Links: Bild 1. Schaltung des Millivoltmeters mit Trockengleichrichter und Wandler.

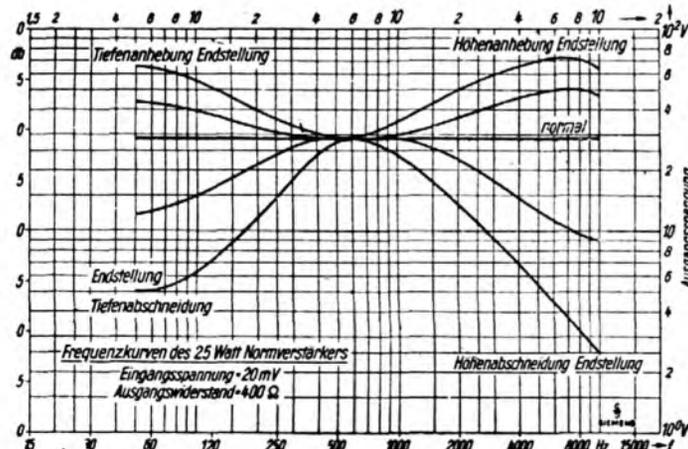
Werkbilder - AEG (2)

Unten: Bild 2. Millivoltmeter mit Trocken-gleichrichter u. Wandler



des bei 50 Hz geeichten Meßgerätes bleibt zwischen 40 und 80 Hz unter $\pm 1,5\%$, um innerhalb des Bereiches 30 bis 10 000 Hz nicht über $\pm 3\%$ anzusteigen. Das Millivoltmeter ist infolgedessen für technische Frequenzen und bei etwas geringeren Ansprüchen an die Meßgenauigkeit für Tonfrequenzen geeignet.

Meßbereich mV	Stromaufnahme bei Endauschlag mA	Eingangswiderstand bei Endauschlag Ω
15	rd. 9,3	rd. 1,6
75	rd. 1,9	rd. 40
300	rd. 0,47	rd. 640
750	rd. 0,19	rd. 4000



Links: Bild 1. Frequenzkurve des Normenverstärkers.

Werkbild - Siemens (1)

An die Leser der FUNKSCHAU

Um die Während des Druckes in Verlust geratene Nummer 5/6 der FUNKSCHAU so schnell wie möglich ausgeben zu können, haben wir uns eines andersartigen Druckverfahrens bedient, das den Vorteil einer ungleich schnelleren Herstellung besitzt, dafür aber nicht die Sauberkeit verbürgt, die unsere Leser von ihrer Zeitschrift gewohnt sind. Wir bitten, die unvermeidliche Qualitätseinbuße in Kauf zu nehmen; unsere Leser tauschen dafür den Vorteil ein, daß ihnen Heft 5/6 um mindestens einen vollen Monat früher zugeht, als es sonst möglich gewesen wäre.

Schriftleitung u. Verlag der FUNKSCHAU

Austausch deutscher Röhren untereinander

Von unserer in Heft 8/9-1943 begonnenen Aufsatzreihe bringen wir nachstehend den 3. Teil über Gleichrichterröhren. Den sehr umfangreichen Allstrom-Teil müssen wir noch zurückstellen; er wird voraussichtlich im nächsten oder übernächsten Heft der FUNKSCHAU veröffentlicht.

Teil 3 der Austauschliste

Gleichrichterröhren

Bei den Gleichrichterröhren muß man unterscheiden zwischen den meist direkt beheizten reinen Wechselstromröhren, die ihre Heizspannung von einer besonderen Heizwicklung des Transformators zu (2,5), 4, (5) oder 6,3 V erhalten, und den stets indirekt geheizten Gleichrichterröhren, die in transformatorlosen Allstromgeräten verwendet und deren Heizfäden mit den Heizfäden der anderen Röhren in Reihe geschaltet werden. Daneben gibt es noch einige Gleichrichterröhren, welche mit Batterien geheizt und in Autoempfängern benutzt werden; auch sie sind stets indirekt geheizt.

An direkt geheizten Gleichrichterröhren gibt bzw. gab es in Deutschland folgende Typen:

Typ	Art	Sockel Nr.	Heizung		U _{Tr} Veff	I _{max} mA
			U _r V	I _r A		
RGN 354	E	16	4	0,3	250	25
RGN 564	E	16	4	0,6	500	30
RGN 1304 ¹⁾	E	16	4	1,1	500	100
RGN 1404	E	16	4	1,3	800	100
RGN 504	Z	17	4	0,5	2x250	30
RGN 1054 ¹⁾	Z	17	4	1,1	2x300	75
RGN 1503 ¹⁾	Z	17	2,5	1,5	2x300	75
RGN 1064	Z	17	4	1	2x500	70
AZ 1	Z	37	4	1,1	2x400	90
AZ 11	Z	47	4	1,1	2x300	120
RGN 2005 ¹⁾	Z	17	5	2	2x300	125
1882	Z	37	5	2	2x400	110
1883	Z	37 ²⁾	5	1,6	2x350	125
RGN 2004	Z	17	4	2	2x500	120
AZ 4	Z	37	4	2,2	2x400	150
AZ 12	Z	47	4	2,2	2x300	200
RGN 2504 ¹⁾	Z	17	4	2,5	2x500	180
RGN 4004	Z	17	4	4	2x350	300
RGN 1500 ¹⁾	Z		keine Heizung		2x300	100

¹⁾ Röhren werden nicht mehr hergestellt. — ²⁾ Glimmlichtgleichrichterröhre, ohne Heizung. — ³⁾ Halbindirekt geheizt; Kathode liegt innerhalb der Röhre am Heizfaden

Als Ersatz für die RGN 1500 kann man die RGN 1064 nehmen, muß aber auf den Netztransformator noch eine besondere 4-Volt-Wicklung zur Heizung dieser Röhre aufbringen. Als Faustformel für die Windungszahl hierfür kann man rechnen: $170 \cdot Q_E$, wobei der Eisenquerschnitt Q_E in cm^2 einzusetzen ist. Der bisherige Kathodenanschluß wird an den Mittelpunkt der Heizwicklung gelegt. Auch bei einem Ersatz einer 16 NG muß man neue Heizwindungen auf dem Netztransformator aufbringen. Man verdoppelt die Windungszahl und nimmt dann die RGN 354 als Ersatz.

Die RGN 1503 ersetzt man zweckmäßigerweise nach Aufbringung der notwendigen zusätzlichen Heizwicklungen durch die RGN 1064. Die Zahl der notwendigen Windungen ermittelt man nach der Formel:

$$U_{diff} \cdot 43 \\ Q_E$$

U_{diff} erhält man, indem man den Wert der bisherigen Heizspannung von 4 Volt abzieht

Einfacher ist der Ersatz einer 5-Volt-Röhre (RGN 2005, 1882, 1883) durch eine 4-Volt-Röhre. Man legt in die Heizleitung der Gleichrichterröhre einen Widerstand von 1Ω , 1 Watt belastbar, den man sich am besten selbst aus genügend starkem Widerstandsdraht, bifilar gewickelt, herstellt, und nimmt dann als Ersatz für die RGN 2005 die RGN 1064, als Ersatz für die 1882 — eine Röhre, welche viel in französischen Empfängern anzutreffen ist — und die 1883 die AZ 1.

Halb indirekt geheizt ist die in Exportempfängern verwendete 1883 bzw. RGN 1883. Bei ihr liegt die Kathode innerhalb des Sockels an einem Heizfadene, so daß sie nach außen hin wie eine direkt geheizte Röhre erscheint. In den Daten und in der Sockelung unterscheiden sich die 1882 und 1883 also nicht.

Eine Gleichrichterröhre mit $U_h = 4$ V kann man durch einen anderen Typ mit der gleichen Heizspannung ersetzen, sofern $U_{Tr max}$ und I_{max} der Ersatzröhre gleich oder größer ist als bei der zu ersetzenden Röhre, vorausgesetzt, daß der Netztransformator den evtl. größeren Heizstrom liefern kann. Bei selbstgebauten Geräten ist der Netztransformator meist reichlich bemessen, so daß keine Gefahr besteht; bei Industrieeräten dagegen ist er meist knapp bemessen, so daß er bei Verdopplung des Heizstromes unzulässig heiß wird. Der Widerstand der Heizwicklung steigt dadurch an, die Spannung bricht zusammen; die Röhre wird unterheizt und ist bald unbrauchbar geworden. In einem solchen Fall muß man evtl. die Heizwicklung der Gleichrichterröhre neu wickeln und einen dickeren Draht nehmen.

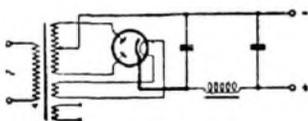


Bild 1.

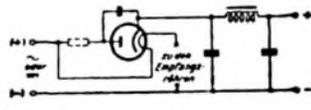


Bild 3.

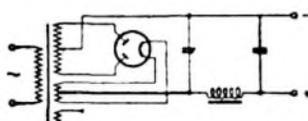


Bild 2.

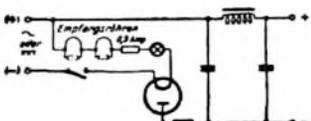


Bild 4.

Man kann also jederzeit die RGN 1054 durch die RGN 1064, die RGN 1304 durch die RGN 1404 ersetzen. Bei einem Ersatz der RGN 1064 durch die RGN 2004 dagegen ist zu prüfen, ob der Netztransformator den Anforderungen gewachsen ist. Ein Ersatz der RGN 1064 durch die RGN 4004 aber dürfte stets an dem zu hohen Heizstrom scheitern.

Steht nur eine kleinere Gleichrichterröhre zur Verfügung, so ist guter Rat teuer. Nur in den Fällen, wo die Gleichrichterröhre nur zum Teil ausgenutzt wurde, kann man die kleinere Gleichrichterröhre als Ersatz nehmen. Hat man z. B. $2 \times EL12$ in Gegentakt als Endstufe und will die defekte AZ 12 durch eine AZ 11 ersetzen, so würde die AZ 11 total überlastet werden. In einem solchen Fall tut man gut daran, aus der Gegentaktstufe eine Einfachstufe zu machen (einfach eine EL 12 herauszuziehen). Jetzt wird die AZ 11 nicht überlastet, und man kann doch hören. Natürlich muß man die auf Seite 8 (Heft 1/2) besprochenen Maßnahmen ergreifen, um ein unzulässiges Ansteigen der Spannung zu verhindern (Vorwiderstand!).

Einweggleichrichterröhren kann man durch Zweiweggleichrichterröhren ersetzen, indem man die beiden Anoden parallel schaltet. Man muß dann aber die Gleichspannung nachmessen. Infolge des anderen Innenwiderstandes der Röhre kann die Spannung beträchtlich ansteigen. So steigt z. B. bei Ersatz der RGN 564 durch eine RGN 1064 mit parallel geschalteten Anoden bei $U_h = 500$ V und $I_r = 30$ mA die Gleichspannung um etwa 100 V an! Auch hier wieder Herabsetzung der Spannung durch einen Vorwiderstand nach Bild 3, S. 8 (Heft 1/2). Bei kleineren Einweggleichrichterröhren, z. B. bei der RGN 354, kann man sich auch behelfen, indem man eine direkt geheizte Dreipolröhre (z. B. RE 034, RE 074, RE 084) als Ersatz nimmt und sie als Zweipolröhre schaltet (Gitter an Anode legen). Große Ströme kann man auf diese Art nicht gleichrichten, da dann das Gitter der Röhre überlastet wird und Sekundäremission und thermischer Gitterstrom auftreten können. Vierpolröhren kann man auch als Zweipolröhren schalten (Gitter und Schirmgitter an Anode), nicht aber Fünfpolröhren, bei denen das Bremsgitter innerhalb der Röhre an Kathode oder Heizfaden gelegt ist.

Von den (weniger benutzten) indirekt geheizten Gleichrichterröhren für Wechselstromempfänger (nur Zweiweggleichrichter) stehen folgende Typen zur Verfügung:

Typ	Sockel Nr.	Heizung		U _{Tr} Veff	I _{max} mA	U _{lk} Veff
		U _r V	I _r A			
AZ 3 ¹⁾	35	4	2	2x350	120	500
EZ 11	57	6,3	0,29	2x250	60	350
EZ 2 ¹⁾	35	6,3	0,4	2x350	60	500
EZ 3 ¹⁾	35	6,3	0,63	2x500	100	550
EZ 12	58	6,3	0,85	2x400	125	
EZ 4 ¹⁾	35	6,3	0,9	2x400	175	—

¹⁾ Röhren werden nicht mehr hergestellt.

Über den Austausch einer indirekt geheizten Röhre durch eine andere gilt das bei den direkt geheizten Röhren Gesagte. Soll eine indirekt geheizte Röhre durch eine direkt geheizte ersetzt werden oder umgekehrt, so ist die Schaltung etwas abzuändern, wie es sich aus den Bildern 1 und 2 ergibt. Die Leitung, die verlegt werden muß, ist dick gezeichnet.

Als Gleichrichterröhren für Autoempfänger kommen die EZ 1 ($U_f = 6,3$ V) und die FZ 1 ($U_f = 13$ V) in Frage. In neueren Empfängern findet die EZ 11 Verwendung ($U_f = 6,3$ V). Stets handelt es sich um indirekt geheizte Doppelweggleichrichterröhren, die aus der Starterbatterie geheizt werden. In der Anodenleistung stimmen die Röhren überein. (Nur in der Sockelung und in der Heizleistung weichen die Röhren voneinander ab, wie nachstehende Tabelle zeigt.)

Typ	Art	Sockel Nr.	Heizung		U _{Tr} Veff	I _{max} mA	U _{lk} Veff
			U _r V	I _r A			
EZ 1 ¹⁾	Z	35	6,3	0,4	2x250	60	350
EZ 11	Z	57	6,3	0,29			
FZ 1 ¹⁾	Z	35	13	0,25	2x350	60	500
EZ 2 ¹⁾	Z	35	6,3	0,4			

¹⁾ Röhren werden nicht mehr hergestellt.

In transformatorlosen Allstromempfängern werden ausschließlich indirekt geheizte Röhren verwendet (s. Bild 3), von denen es die in der umstehenden Tabelle aufgeführten Typen gibt.

Als Ersatz nimmt man am besten wieder eine indirekt geheizte Gleichrichterröhre. Genau wie bei den direkt geheizten Röhren liegen anodenseitig keine Bedenken vor, eine Röhre als Ersatz zu nehmen, die einen höheren Gleichstrom liefern kann als die ursprüngliche Röhre. Eine Röhre mit kleinerem I_{max} dagegen kann man nur nehmen, wenn man gleichzeitig den Strombedarf des Gerätes entsprechend senkt.

Ein Ersatz einer indirekt geheizten Gleichrichterröhre durch einen anderen Typ bedingt fast stets auch ein Auswechseln (der Röhrenfassung bzw. Anwendung eines Zwischensockels, da fast alle Röhren verschieden gesockelt sind. Besondere Beachtung ist dem Heizstrom zu schenken. Grundsatz ist stets: Ist der Heizstrom der Ersatzröhre kleiner als der der anderen Röhren, so muß ein Neben-

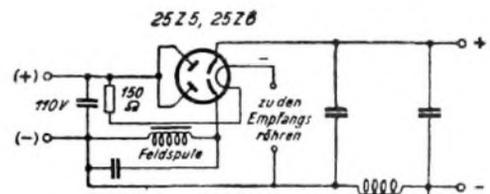


Bild 5.

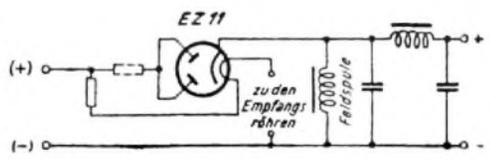


Bild 6.

Typ	Art	Sodtel Nr.	Heizung		U _~ V _{eff}	I _~ mA	U _n V _{eff}
			U _r V	I _r A			
CY 1	E	34	20	0,2	250	80	400
CY 2	Z	31	30	0,2	250	2x60 η	400
EZ 11	Z	57	6,3	0,29	2x127	60 η	350
UY 1		81	50	0,1	2x250	140	550
UY 11	Z	62	34	0,05	250	60	550
VY 1		34	30	0,05	250	20	550
VY 2	Z	60	40	0,18	250	2x50	400
24 NG		Spez.	40	0,18	250	2x75	400
28 NG	Z	Spez.	40	0,18	250	2x50	400
50 NG		Spez.	50	0,1	250	2x50	400



Bild 1. Die größeren Röhren UY11 u. UBL1 lassen sich gut im „Philetta“ unterbringen, wenn die Röhrenfassungen tief genug befestigt werden.

widerstand ihrem Heizfaden parallel geschaltet werden; er berechnet sich nach der Formel: $R_N = U_{HE} \cdot I_{diff}$. Hierbei ist U_{HE} die Heizspannung der Ersatzröhre, I_{diff} die Stromdifferenz: Heizstrom der ursprünglichen Röhre minus Heizstrom der Ersatzröhre. Ist der Heizstrom der Ersatzröhre größer als der der ersetzenden Röhre und damit größer als der Heizstrom der anderen Röhren des Gerätes, so muß man den Heizfaden der Empfangsröhren des Gerätes Nebenwiderstände parallel schalten. Ihre Größe berechnet sich nach der Formel: $R_N = \frac{U_{he}}{|I_G| - I_{he}}$

wobei U_{HE} die Heizspannung der jeweiligen Empfangsröhre, I_{HE} der Heizstrom dieser Empfangsröhre und I_G der Heizstrom der neuen Gleichrichterröhre ist. Natürlich kann man auch einen gemeinsamen Nebenwiderstand für mehrere Röhren nehmen. Dann ist in obiger Formel U_{HE} die Summe der Heizspannungen der betreffenden Empfangsröhren.

Zur Not kann man auch bei Allstromempfängern an Stelle einer indirekt geheizten Röhre eine direkt geheizte Röhre nehmen und schaltet dann nach Bild 4. Die Gleichrichterröhren haben auch teilweise sehr stark voneinander abweichende Heizspannungen. Meist erreicht die Summe der Heizspannungen nicht die Netzspannung, so daß die Restspannung in einem meist mittels Schellen festgelegten Drahtwiderstand vermindert wird. Bei Einsatz einer Gleichrichterröhre durch einen anderen Typ ist die Schelle entsprechend zu verstellen. Ist beispielsweise die VY 2 im DKE entzwei, und steht als Ersatz nur eine VY 1 zur Verfügung, so ist nach Bau eines Zwischensockels oder Auswechslung der Röhrenfassung beim Betrieb am 220-Volt-Netz der Anschluß des Heizfadens der VY 2 vom Anfang des Heizfadens (Anschluß für 110.130 Volt) fortzunehmen und an die Mittelschelle (150 V) zu legen. Die Heizspannung beträgt ja jetzt $90 + 55 = 145$ Volt; die 5 Volt Differenz bis 150 Volt machen nichts aus, da ja eine Heizspannungsdifferenz von $\approx 10\%$ zugelassen wird. Beim Betrieb am 150-Volt-Netz kann der Vorwiderstand überhaupt fortfallen. Ein Betrieb am 110-Volt-Netz dagegen ist nicht möglich. Schon mit der VY 2 wird etwas unterheizt (110 Volt statt 120 Volt = 8,5% Unterheizung). Bei der VY1 aber wäre die Unterheizung untragbar (110 statt 145 Volt = 24% Unterheizung). Eine Zerstörung der VY 1 und der VCL 11 würde eintreten infolge Zerstörung der Emissionszentren. Eine VY 1 kann man meist durch 2 x VY 2 ersetzen, deren Heizfaden man in Reihe, deren Kathoden man ebenso wie deren Anoden parallel schaltet.

An Stelle einer VY 1 kann man auch eine UY 11 (oder UY 1) nehmen, muß dann aber den anderen V-Röhren des Gerätes entsprechende Nebenwiderstände parallel schalten. Die UY 11 aber umgekehrt kann man jederzeit durch zwei parallelgeschaltete VY 1 ersetzen.

An Stelle einer CY 1 kann man eine UY 11 nehmen (Shunt hierzu 500 Ω, 5 W), Vorwiderstand des Heizkreises verkleinern, so daß 30 Volt weniger abfällt. Die CY 2 ersetzt man durch 2 UY 11 (20 Volt Spannungsverminderung am Heizvorwiderstand!).

Die EZ 11 kommt vor allem als Gleichrichterröhre in den amerikanischen Allstromgeräten in Frage, als Ersatz beispielsweise für die 6 Z 5, 6 Z 5, 14 Q 7, 25 Z 4. Als Ersatz für die Gleichrichterröhren mit getrennten Kathoden, wie für die 6 Z 6, 25 Z 6 usw. kommt nur die CY 2 in Betracht (Shunt 300 Ω, 3 W). Oder aber man muß den Gleichrichterteil völlig umbauen gemäß Bild 5 und 6. Fritz Kunze

der UY21 die UY11 unter Verwendung einer entsprechenden Fassung eingebaut, der Gestelldurchbruch für die Röhrenfassung muß etwas vergrößert werden, was auch ohne weiteres möglich ist. Um die UBL1 im „Philetta“ unterbringen zu können, wurde die Fassung hierfür unterhalb des Gestells eingebaut, und zwar mit Hilfe zweier Abstandsröhren. Das Loch für die Röhrenfassung im Gestell wurde so weit ausgefeilt, daß der Röhrenfuß der UBL1 durch dieses hindurchgeht; so ist die Röhre ohne weiteres im Gehäuse unterzubringen. Aus dem Lichtbild ist die Art des Einbaues gut ersichtlich. Da der Gitteranschluß bei der UBL1 an der Röhrenkappe liegt, wurde die Gitterleitung abgeschirmt herausgeführt, sonst wurde schaltungsmäßig nichts verändert, und alle Widerstände wurden in ihrer alten Größe belassen. Das Ergebnis kann weitgehend als zufriedenstellend angesprochen werden, denn ein Unterschied in der Wiedergabegüte war nicht zu bemerken. Wenn auch der beschriebene Umbau nicht als ideal angesehen werden kann, weil die Sockelung sehr unterschiedlich wird, so ist es wohl heute doch wichtiger, daß ein Gerät überhaupt betriebsklar ist. Die Beschaffung der genannten Röhren und Fassungen dürfte immerhin noch eher möglich sein, als die Beschaffung von Originalröhren. H. Meier.

Mit dem gleichen Gerät befassen sich auch die nachstehenden Vorschläge.

Bei Ausfall der UCH 21 und UY 21 können mit gutem Erfolg die deutschen Röhren UCH 11 und UY 11 eingesetzt werden, indem man den Sockelausschnitt der Mischröhre vergrößert. Es wird dabei mit einem 2-mm-Bohrer gebohrt und Loch an Loch gesetzt. Man kommt dabei mit dem Platz gerade gut aus, wenn man von den Befestigungsleisten für das Gestell im Gehäuse etwa 2 bis 3 cm abschneidet. Durch die verbleibenden Befestigungsmaßnahmen (Schelle an der Vorderseite des Gehäuses innen) wird noch eine genügende Festigkeit erreicht, zumal die leicht (etwa 0,5 cm) über den Gestellrand hinwegreichenden Stahlröhrenfassungen durch die angeschraubte Rückwand noch zusätzlich nach vorn gedrückt werden und so das Gestell festhalten.

Es kann auch die gesamte deutsche U-Reihe Verwendung finden; das ist allerdings nur möglich, wenn man das H-System der 2 UCH 21 durch das F-System der UBF 11 ersetzt und die Zuführungsdrähte zu den Dioden (besser wird nur eine Diode verwendet und die 2. an Kathode gelegt) in gleicher

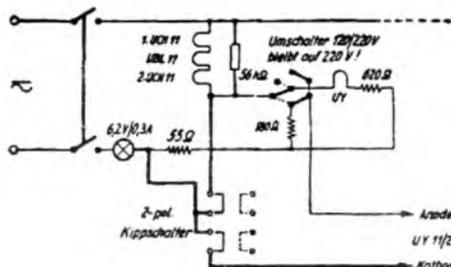
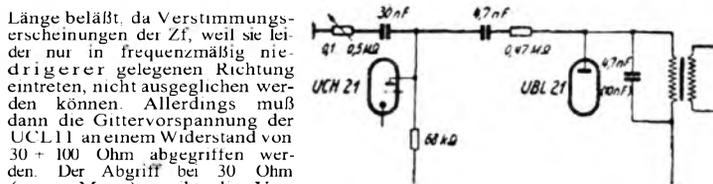


Bild 2. Die Allglasröhren UCH21 und UY21 lassen sich durch die deutschen Röhren UCH11 und UY11 ersetzen.

Unten: Bild 3. Klangfarbenregler und Gegenkopplung ermöglichen eine, angenehme Klangverbesserung ohne merklichen Leistungsverlust



Länge beläßt, da Verstimmungserscheinungen der Zf, weil sie lediglich in frequenzmäßig niedrigerer gelegenen Richtung eintreten, nicht ausgeglichen werden können. Allerdings muß dann die Gittervorspannung der UCL11 an einem Widerstand von 30 + 100 Ohm abgegriffen werden. Der Abgriff bei 30 Ohm (gegen Masse) ergibt die Vorspannung für das Nf-Dreipol-system und die Regelspannung (an 68 MΩ). Die Fehlanpassung an den Ausgängerübertrager ist dabei zu vernachlässigen, da sie noch keine hörbare Verschlechterung der Wiedergabe mit sich bringt. Die zusätzliche Skalenlampe 6,2 V/0,3 Amp läßt sich bei sorgfältiger Entfernung aus der Fassung genau wie die Glimmlampe in die Isolierplatte einlöten. Sie schützt das Gerät (bzw. die Gleichrichterröhren) im Falle von Schlüssen im Steuerteil vor Schaden und stellt gleichzeitig eine ausgezeichnete und erwünschte Skalenbeleuchtung dar. Aus der Verschaltung der Glimmröhre können damit auch der Widerstand von 27 kΩ und der Kondensator 1 nF entfernt werden. Der Klangfarbenregler (siehe Schaltbild) sowie der Netzbaureichenschalter (kleiner zweipoliger Kippswitcher) können an dem Abschirmblech des Netzteiles (hinter dem Lautsprecher) befestigt werden. Für den Regler wird eine ungekapselte Ausführung vorgesehen. Man setzt ihn an die schmale Seite des Abschirmbleches, so daß seine Achse über die beiden Röhren UBL11 und UY11 hinweg nach der Seitenwand des Gehäuses zu reicht, um dann, mit einem Aufsteckknopf versehen, auf der Seite des Lautstärkereglers erreicht werden zu können. Der kleine Kippswitcher findet seinen Platz zwischen den beiden eben genannten Röhren, ebenfalls am Abschirmblech. Er kann mittels eines kleinen Schraubenziehers durch die Rückwand hindurch erreicht werden. Dabei bleibt die Netzspannung auf 220 Volt geschaltet.

Ferner kann zur Erhöhung der Empfindlichkeit bzw. der Trennschärfe ein kleiner Sperrkreis in Bakelitausführung in die Rückwand eingesetzt werden. Der Steckeranschluß wird dabei mit der Rückwand verbunden. Für die beiden Buchsen werden kleine Aussparungen vorgesehen, damit man das Gerät auch ohne Sperrkreis an die kleine (die 3 m lange) Antenne anschließen kann. Ich habe ein Gerät dieser Art mit UCH 11 und UY 11 bestückt und höre unter Verwendung des Sperrkreises abends an der Ostfriesischen Küste den Belgrader Sender mit ausreichender Zimmerlautstärke Schwund- und störungsfrei.

G. Häußler.

Erfahrungen beim Röhrenersatz

Röhrenersatz beim „Philipp-Philetta“

So mancher „Philetta“¹⁾ wird heute ungenutzt in irgend einer Ecke der Funkwerkstatt oder bei unseren Soldaten stehen, weil die Beschaffung der Preßglas-Röhren der U-Reihe so gut wie unmöglich geworden ist. Am häufigsten nimmt das Gerät dadurch Schaden, daß das Umschalten der Netzspannung vergessen wird, wenn das Gerät an einem anderen Ort betrieben wird. Es konnte festgestellt werden, daß bei mehreren Geräten immer die Heizfäden der Röhren UBL 21 und UY 21 durchgebrannt waren, was auf den obengenannten Bedienungsfehler zurückzuführen ist.

Es tauchte nun die Frage auf, welche anderen Röhrentypen als Ausweichtypen in Frage kommen. Bei Durchsicht der FUNKSCHAU-Röhrentabelle stellt man fest, daß die UY11 ohne weiteres nach Einbau einer anderen Fassung an Stelle der UY21 verwendet werden kann. Auch die Raumverhältnisse im „Philetta“ reichen für diese Röhre aus.

Für die Röhre UBL21 ist, wie gleichfalls aus der Röhrentabelle ersichtlich, die Röhre UBL1 der „roten Serie“ am geeignetsten. Hierbei tauchen allerdings einige Schwierigkeiten auf. Zuerst einmal entspricht die UBL1 in ihren Daten nicht ganz der UBL21, was aber nicht weiter kritisch ist, denn die Heizdaten sind ja vollkommen gleich. Der größere Anodenaußenwiderstand hingegen wird vielleicht manchen davon abhalten, die UBL1 als Ausweichtyp zu benutzen, da die Beschaffung eines anderen Ausgangstransformators, der in seiner Größe noch dazu den Raumverhältnissen im „Philetta“ entsprechen muß, wohl genau so unmöglich ist, wie die Beschaffung einer Ersatzröhre.

Die Veränderung des Kathodenwiderstandes von 200 auf 260 Ohm dürfte auch keine Schwierigkeiten machen. Ein großer Nachteil liegt aber darin, daß einmal die UBL1 den amerikanischen Oktalsockel hat und daß die Höhe des Röhrenkolbens sich nicht ohne weiteres im „Philetta“ unterbringen läßt. Es wurden nun die beiden Preßglasröhren-Fassungen entfernt und an Stelle

¹⁾ Beschreibung und Schaltung des „Philetta“ siehe FUNKSCHAU 1941, Heft 8,

Alte Übertragungsanlage wird modernisiert

Grundsatz: Sparsamste Verwendung neuen Materials

Aus Alt
MACH NEU

Unter dem Stichwort AUS ALT MACH NEU wollen wir in Zukunft solche Modernisierungen und Umbauten älterer Geräte beschreiben, die sich durch wirklich originelle und kriegsgemäße Lösungen auszeichnen. Wir beginnen heute mit der Modernisierung eines alten Schrankgerätes. Die rege Beteiligung unserer Leser an dieser Rubrik ist sehr erwünscht.

An den Funktechniker werden heute oft Aufgaben herangetragen, die wirklich nur unter reichlicher „Verwendung von Koptl“ befriedigend gelöst werden können, kommt es doch oft darauf an, „älteste „Klamotten“ wieder betriebsfähig zu machen, da Neuschaffungen nicht möglich sind. Daß das durchaus nicht immer ein Notbehelf sein muß, sondern oft genug zu wirklich eleganten Lösungen führt, soll folgender Fall beweisen.

Vorhanden: Ein Musikschrank Baujahr 1930

In einem Kurhotel stand eine Übertragungsanlage aus dem Baujahr 1930. Sie „ging“ nicht mehr und mußte auf alle Fälle schnellstens wieder in Ordnung gebracht werden, da sie jetzt für Gemeinschaftsempfang benötigt wurde. Eine Inaugenscheinnahme machte uns zunächst völlig mutlos. Es handelte sich um einen großen Musikschrank, wie sie damals üblich waren. Nach Aufklappen des Deckels wurde der Plattenteller nebst Aufsteck-Tonabnehmer und Lautstärkeregel sichtbar. Links davon befand sich die Bedienungsplatte eines Audionvorsatzes mit eigenem Netzteil. Im Unterteil des Schrankes stand der eigentliche Kraftverstärker in Doppelgenterakt-schaltung lt. Schaltbild 1. Ein Lautstärkeregel war nur am Tonabnehmer vorhanden; am Audion mußte offenbar durch mehr oder minder genaues Abstimmen auf den Sender die richtige Lautstärke gewählt werden. Im Hauptraum des Betriebes stand ein sehr großer und auch für unsere heutigen Begriffe recht guter dynamischer Lautsprecher mit Fremderregung, während in drei anderen Räumen die alten bekannten Lenzola-Lautsprecher angebracht waren. Nach Aussagen von Hausinsassen sollte die Anlage einmal sehr gut geklungen haben, aber nun schon mehrere Jahre totliegen.

Die Prüfung der Röhren fiel erschütternd aus. Alle vier RE604 waren taub, ebenso die Gleichrichterröhre R250 und eine der beiden Röhren RE904. Ferner war der Tonabnehmer derart defekt, daß eine Instandsetzung nicht mehr möglich war. Mehr als zwei oder drei neue Röhren waren kaum zu beschaffen, und sechs Stück waren defekt. Als Tonabnehmer stand nur ein neues Kristallmodell zur Verfügung, und dieses wäre ohne weiteres hinsichtlich der Anpassung auch gar nicht verwendbar gewesen, selbst wenn die defekten Röhren in der alten Bestückung zu bekommen gewesen wären. Endlich mußte auch unbedingt noch eine Lautstärkeregelung für den Rundfunkteilvorgesehen werden.

Zunächst einmal borgen wir uns einen Röhrensatz zusammen, um das Gerät auf weitere Fehler zu untersuchen. Es zeigte sich, daß es einwandfrei

arbeitete und andere Teile nicht defekt waren, wemgleich der Brumm nach heutigen Begriffen viel zu stark war. Da die Einzelteile des Verstärkers durchweg bester Qualität und stark überdimensioniert waren, überlegten wir uns, ob nicht ein Umbau in Frage käme.

Die Modernisierung: Umbau auf EL12

Die mit vier Röhren RE604 erzielte Sprechleistung ließ sich bei Bestückung mit einer einzigen modernen Röhre AL5 sogar noch überbieten. Die Gegentaktporstufe wurde durch eine einfache Vorstufe mit der RE904 ersetzt, die ja noch vorhanden war. Die Übertrager konnten durch Widerstandskopplung ersetzt werden, und der durch die steile Endröhre vorhandene Lautstärkeüberschuß gestattete die Anwendung einer Gegenkopplung. Der „offene“ Gittereingang erlaubte dann aber auch die Anschaltung eines Kristalltonabnehmers.

Das Nachmessen der Heizwicklung für die Verstärkeröhren ergab dort eine Spannung von 6 Volt, was uns zunächst in Erstaunen versetzte. Diese Maßnahme war aber nötig, damit die seinerzeit übliche Entbrummung der Heizleitung in der Endstufe mittels Heizpotentiometers möglich war. Das war auch der Grund, warum im Schaltbild 1 die Vorwiderstände im Heizkreis der RE904 lagen. Um nicht umwickeln zu müssen, entschlossen wir uns daher, die Endröhre EL12 einzubauen, die gerade noch in einem Exemplar erhältlich war. Die RE904 mußte dann eben weiter durch den schon vorhandenen Heizwiderstand geheizt werden.

Auch für die Anpassung ergab sich eine günstige Lösung. Der Ausgangsübertrager war für eine Anpassung von 3500 Ω von Anode zu Anode bemessen. Genau diese Anpassung aber verlangt auch die EL12. Zunächst hatten wir Bedenken, den Gegentaktausgangsübertrager für die normale Endstufenschaltung zu verwenden, da er ja keinen Luftspalt hat, aber seine ganz außerordentlich massive Ausführung ließ uns dieses Bedenken überwinden. Und wie die späteren Ergebnisse erwiesen, taten wir recht daran.

Die endgültige Schaltung

Wir entwarfen nun endgültig das Schaltbild 2. Der Heizwiderstand für die erste Röhre wurde aufgeteilt, damit die Symmetrie im Heizkreis erhalten blieb. Im übrigen handelt es sich um eine einfache Widerstandskopplung mit einer sehr wirksamen Gegenkopplung mit zweiseitiger Klangregelung in Breitbandschaltung. Die in der „Ur“-Schaltung sehr reichlich vorhandenen Becherkondensatoren konnten weiter verwendet werden, so daß mit Ausnahme zweier Röhren nur neun billige Massewiderstände, drei Rollblocks, zwei Drehregler und eine Sicherung nötig waren, ein Aufwand von etwa 12,- RM. Ohne Röhren, lediglich die Bestückung des Netzteiles mit der Gleichrichterröhre machte uns noch einiges Kopfzerbrechen. Die Röhre R250 hätte etwa 16,- RM gekostet, wogegen eine Röhre AZ12 für 5,10 RM auch ausreichen würde. Dagegen sprach aber das Vorhandensein einer Heizwicklung von nur 1,5 Volt. Wir entschlossen uns aber, wegen des billigeren Preises, doch die AZ12 zu verwenden und die Heizwicklung auf 4 Volt umzuwickeln, was bei diesem Transformator leicht möglich war. Somit kostete der Röhrenersatz nur 14,80 RM, gegenüber 53,80 RM, die wir bei Bestückung mit dem alten Röhrenersatz hätten aufwenden müssen. Der

Ausbau der nicht mehr benötigten Übertrager und sonstiger Kleinteile erbrachte übrigens auf dem Tauschweg sämtliche benötigten neuen Kleinteile, so daß endlich nur noch der Anschaffungspreis von rund 15,- RM für die neuen Röhren übrigblieb.

Der Umbau, praktisch ausgeführt

Wir bauten nun zunächst aus dem Verstärker alle nicht mehr benötigten Teile und die Verdrahtung soweit als nötig aus und schalteten das Gerät nach Bild 2 neu zusammen. Platz war reichlich vorhanden. Da mit dem verwendeten Rundfunkteil praktisch doch nur der Ortsender einwandfrei zu empfangen war, wurde dieser in das Innere des Schrankes verlegt. Das entstehende Loch wurde durch eine Hartpapierplatte verdeckt, die den Umschalter und den Lautstärkeregel aufnahm. Endlich wurde der alte magnetische Aufstecktonabnehmer mit Schlängentonarmp durch den schon erwähnten modernen Kristalltonabnehmer ersetzt. Außer dem Netzschalter waren somit von außen nur noch der Lautstärkeregel und der Umschalter zu bedienen. Klangregler und Rundfunkvorsatz wurden auf den günstigsten Wert einmalig fest eingestellt. Ein Probe-lauf der Anlage zeigte uns, daß sich diese klinglich ganz gewaltig verbessert hatte und von der alten Ausführung qualitativ beachtlich abwich. Der alte dynamische Lautsprecher klang „wie noch nie“, und selbst die drei alten Lenzola-Lautsprecher klangen besser als moderne Freischwinger an mittlerer Schallwand, zumal sie ja höher belastbar sind.

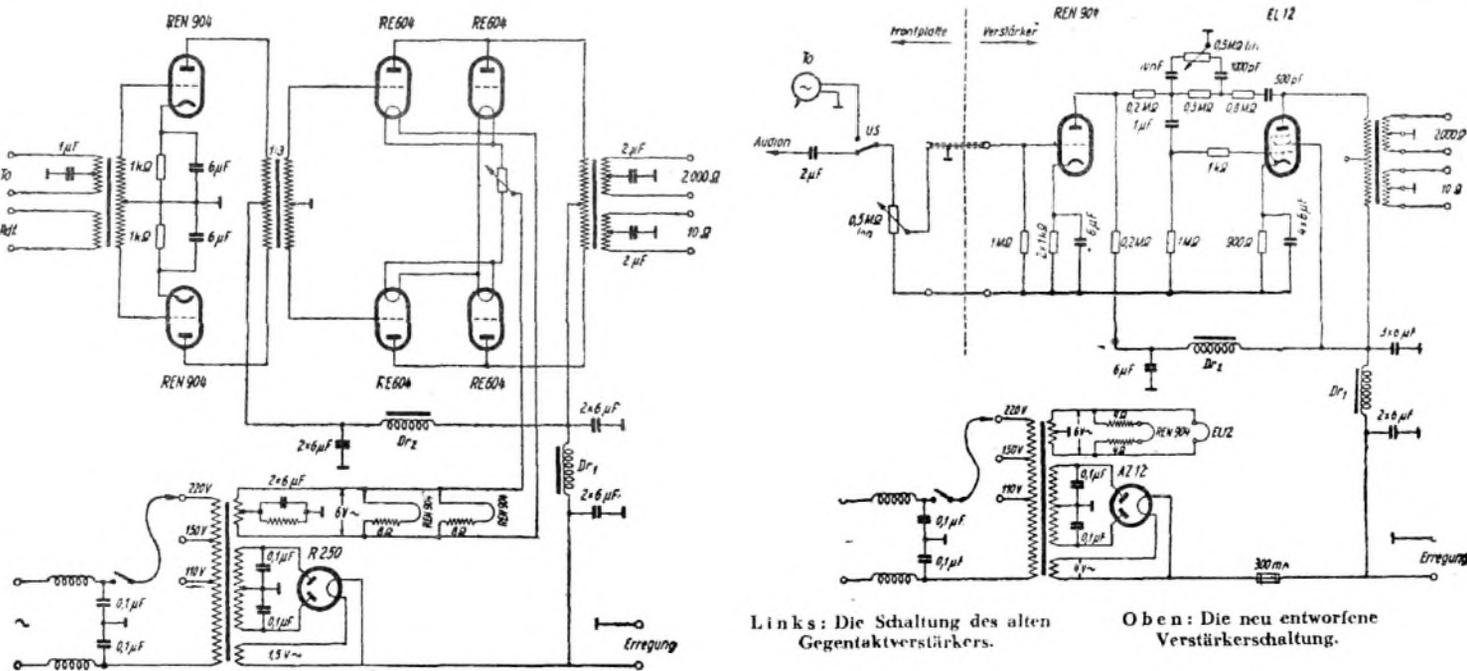
Endlich gingen wir noch daran, die Anlage hinsichtlich der Betriebssicherheit zu modernisieren. Sämtliche Anschlüsse zu Antenne, Erde, Erregung und den einzelnen Lautsprechern waren an der Schrankrückwand an blanken Buchsen im 19-mm-Abstand herausgeführt. Zunächst wurde die Leitung zum dynamischen Lautsprecher mittels einer unverwechselbaren vierpoligen Steckvorrichtung angeschlossen, die übrigen Lautsprecher über VDE-mäßige Dreistiftstecker und Steckdosen.

Die ganze Arbeit wurde in dienstfreien Abendstunden verrichtet und zeigt, wie man mit geringstem Materialaufwand, aber unter reichlicher Verwendung von „Koptl“ etwas wirklich gediegenes Neues schaffen kann. Fritz Kühne.

VE 301 GW als Einröhrengerät

In mehreren Fällen, in denen die VC1 bzw. VF7 (bei VEDyn) schadhaf waren, habe ich den Empfänger als Einröhrengerät weiterarbeiten lassen: An Stelle der schadhafsten Audionröhre wird ein Außenkontaktschalter mit einem 1100-Ω-Widerstand, 3 Watt, eingesetzt. (Bei den käuflichen Ersatzwiderständen für VY1, die bei Gleichstrom Verwendung finden, muß die Kurzschlußstrecke Anode-Kathode entfernt werden!)

Die Gitterkappe für die Audionröhre wird nun auf die V1.1 gesteckt. Schließlich wird noch der Rückkopplungszweig an die Anode der Endröhre gelegt. Beim VE301GW braucht dazu das Gestell nicht ausgebaut zu werden! Anode VL1 = am Lautsprecher, Rückkopplungszweig am Rückkopplungskondensator. Der VE bringt so als Einröhrengerät den Ortsender noch in Zimmerlautstärke. Dieses Verfahren läßt sich sinngemäß auch an anderen Geräten anwenden. Artur Szabo.



Links: Die Schaltung des alten Gegentakverstärkers.

Oben: Die neu entworfene Verstärkerschaltung.

DIE WISSENSCHAFTLICHE SEITE

Berichte aus den Zeitschriften der Hochfrequenztechnik und Elektroakustik

Elektrische und mechanische Fragen beim Bau eines Prüfenders für Frequenzen bis 300 MHz

Für den Abgleich eines Hochfrequenzempfängers oder bei der Fehlersuche an hochfrequenten Empfangsgeräten ist ein Hochfrequenzsender erforderlich, der alle gewünschten Wellenbereiche bestreicht und der ferner auf einer dem Empfänger entsprechenden Bandbreite modulierbar sein soll. Diese Geräte haben sich seit langem als sogenannte Empfängerprüfgeneratoren bestens eingeführt. Um außer den normalen Rundfunkempfängern auch Empfangsgeräte für den Funkverkehr mit Fahrzeugen und Flugzeugen prüfen zu können, mußte der Wellenbereich des Prüfengenerators wesentlich erweitert werden. Bei dem beschriebenen Gerät sind alle Erkenntnisse moderner Hochfrequenztechnik verwertet worden. Eine unmittelbare Übertragung der Verhältnisse der bisherigen Prüfengeneratoren auf die höhere Frequenz war nicht möglich.

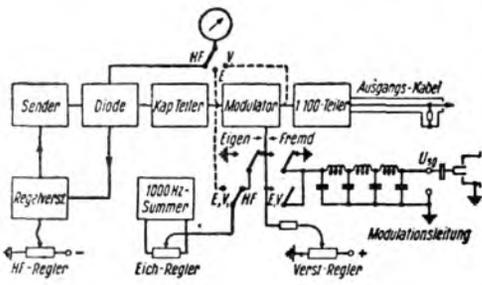


Bild 1. Blockschaltbild des Prüfenders.

Das beschriebene Gerät besteht aus mehreren Teilen. Ein Gegentakt-Hochfrequenzsender kann in einem Frequenzbereich von 5 bis 300 MHz betrieben werden. Die Schwingkreise sind unter Verwendung normaler Spulen mit kleinen Kapazitäten aufgebaut, um hohe Resonanzwiderstände zu erreichen. Die Kapazitäten betragen demnach nur 2×12 bis 50 pF. Eine Gegentaktanordnung bringt eine Reihe von Vorteilen: Die Rückkopplungsspannungen können aus der jeweils im Gegentakt arbeitenden Stufe gewonnen werden. Dadurch entfällt die Spulenzapfung und es kann eine kapazitive Rückkopplung gewählt werden. Ferner vermeidet man bei der Spulenumschaltung eine größere Zahl von Umschaltkontakten. So werden die Spulen, die sich auf einem Spulenrad befinden, nur zweipolig ab- bzw. angeschaltet. Die jeweils benutzte Spule steht vor dem Kondensator, wobei die Verbindung zu unmittelbar auf der Spule befindlichen Kontakten hergestellt und bewegliche Leitungen vermieden werden. Die nicht angeschlossenen Spulen sind durch eine besondere Vorrichtung kurzgeschlossen, um durch zufällige Resonanzen eine Dämpfung des in Betrieb befindlichen Schwingkreises zu vermeiden. Der Antrieb des Spulenrades erfolgt über eine Art Maltheserkreuz mit einer spielfreien Lagerung zwischen zwei Kugelpfannen, so daß eine Achse entfällt. Die Skala dieser Spulenwahl ist auf einer Trommel angebracht, wobei der eingestellte Bereich an einem Fenster sichtbar wird. Der Antrieb des Drehkondensators erfolgt spielfrei mit Feineinstellung, so daß auch auf den höchsten Frequenzbereichen genau auf Tonfrequenz abgestimmt werden kann. Die Feineinstellung erfolgt dabei von Hand, die Grobeinstellung unabhängig durch einen Motor. Der ganze Sendeteil bildet auf einem Gußblock eine mechanisch starre Einheit.

R. Otto in „Siemens-Zeitschrift“ Band 22, Heft 4 (1942).

Den zweiten Teil des Gerätes bildet die Einrichtung zur Teilung und Messung der Hochfrequenzspannung. Es erfolgt dabei zunächst die Messung der noch hohen Spannung und dann erst die Teilung an geeigneten Spannungsteilern. Die Messung erfolgt mit einer Dreispolgleichrichtung und Anzeige in einem Drehspulinstrument. Der kapazitive Teiler besteht aus einer festen Querkapazität, nämlich der Eingangskapazität der nachfolgenden Modulatorröhre, und einer von 1 pF bis 10^4 pF veränderlichen Längskapazität. Die veränderbare Kapazität besteht aus einer Anordnung, die eine logarithmische Spannungsteilung ergibt, sie ist als Teilkapazität zweier Elektroden innerhalb eines geerdeten Schirmes ausgebildet. Da die Spannungsteilerkapazität veränderlich ist und parallel zum Schwingkreis liegt, ist eine

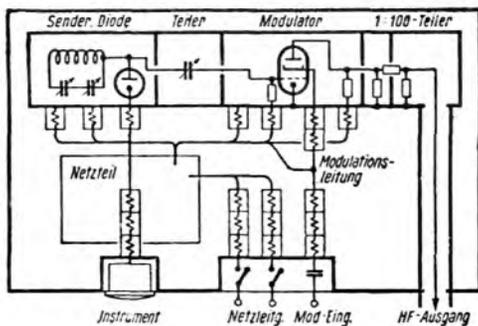


Bild 2. Schirmung der Senderstufen und Verblockung der Hilfsspannungen.

zur Vermeidung der Verstimmung gegenläufig arbeitende gekuppelt angetriebene Ausgleichskapazität vorgesehen.

Den dritten Teil des Gerätes — abgesehen vom Netzteil — schließlich bildet die Modulationseinrichtung. Hierfür ist eine rückwirkungsfrei lose angekoppelte besondere Modulationsstufe vorgesehen, um eine Frequenzmodulation zu vermeiden. Die Modulatorröhre ist mit einem ohmschen Anodenwiderstand als Breitbandstufe geschaltet. Der Anodenwiderstand ist dabei das beiderseitig mit dem Wellenwiderstand abgeschlossene und so ohmsch wirkende Ausgangskabel. Moduliert wird durch Ändern der Steilheit, also der Verstärkung, der Hochfrequenzspannung durch die aufzumodulierende Spannung am Schirmgitter; es kann von 0 Hz (Gleichspannungsanteil) bis zu 2,3 MHz moduliert werden. Die höchste Modulationsfrequenz ist daher nur etwa 1/2 der tiefsten Trägerfrequenz. Um ein Ausstrahlen der Senderfrequenz über die Modulationsleitung zu verhindern, ist eine sorgfältig abgeglichene Spulenleitung vorgesehen. Ferner ist eine auch die Gleichspannung übertragende Zuleitung über einen Widerstand von 5 kΩ an einer besonderen Klemme vorgesehen. Da die Modulatorröhren-Verstärkung in die Eichung der Senderspannung geht, ist vorgesehen, daß beim Altern oder Auswechseln der Röhre das eingebaute Meßinstrument und der zur Eigenmodulation eingebaute 1000-Hz-Generator auch zur Verstärkungsmessung und -eichung verwendet werden können. Das Blockschaltbild des Prüfenders ist in Bild 1 dargestellt. Alle beschriebenen Teile, nämlich Sender,

Zweipolröhre mit kapazitivem Teiler und Modulator, sind erkennbar. Zwischen Ausgangskabel und Modulator ist noch ein 1:100-Spannungsteiler vorgesehen, der dafür sorgt, daß die Schrottspannung nicht kleinere Ausgangsspannungen überdeckt. Man erkennt ferner die Spulenleitung, den 1000-Hz-Sender und die Umschalter für die verschiedenen Meß- und Eichzwecke. Die Senderspannung wird über einen von der Zweipolröhre gesteuerten Regelverstärker konstantgehalten. Das vereinfachte Gesamtschaltbild des Gerätes zeigt Bild 3; aus ihm sind alle Einzelheiten der beschriebenen Schaltung erkennbar.

Ganz besondere Aufmerksamkeit mußte der Abschirmung geschenkt werden. Die abgegebene Ausgangsspannung soll nämlich von 10^4 bis auf 10^2 Volt herunter einstellbar und definiert entnehmbar sein. Da hierbei schon die Fügen einer normalen Abschirmung Spannung hindurchlassen, wurde durchgehend doppelte Abschirmung gewählt. Da auch die Achsdurchführungen kritisch sind, wurden alle Achsdurchführungen mit Isolierstücken in jeder Metallwand in entsprechende Teile geteilt. Bild 2 zeigt die Schirmung der Senderstufen und die Verblockung der Hilfsspannungen, deren Zuführung ebenfalls kritisch ist. Sie werden grundsätzlich über I.C-Glieder zugeleitet, die wiederum an beiden Schirmteilen bei der Durchführung jeweils getrennt verblockt sind.

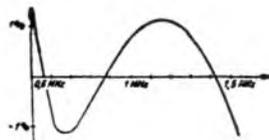
Eine Ansicht des gesamten Gerätes zeigt Bild 4. Sehr großer Wert wurde auf übersichtliche Skalen und eine gute Aufteilung der Frontplatte gelegt, so daß keine besondere Aufmerksamkeit für die Einstellung des Senders erforderlich ist, sondern der eigentlichen Meßaufgabe geschenkt werden kann.

Dipl.-Ing. Paul-E. Klein.

Bemessung der Dreipunkt-abgleichschaltung bei Superhets

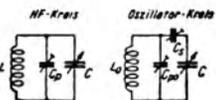
Kurt Fränz in „Hochfrequenztechnik und Elektroakustik“, Band 62, Nr. 2 (August 1943).

Es ist üblich, die Gleichlaufrechnung von Superhets so durchzuführen, daß sich Gleichlaufkurven gemäß Bild 1 ergeben; die vier größten Gleichlauffehler verteilen sich bei einer solchen Kurve so, daß zwei an deren Enden und zwei im Innern des Empfangsbereichs liegen, und zwar werden die vier größten Fehler dabei gleich groß. Um die Gleichlauffehler und die für die Herbeiführung des Gleichlaufs erforderlichen Schaltelemente zahlenmäßig zu erhalten, müssen ziemlich komplizierte und langwierige Rechnungen durchgeführt werden. Diese Rechnungen werden wesentlich vereinfacht und abgekürzt, wenn man sich der Kurventafel bedient, die in der Arbeit von Fränz zusammen mit einer genauen Gebrauchsanweisung



Links: Bild 1. Beispiel einer Gleichlaufkurve für den Mittelwellenbereich. Senkrechte: Empfangsfrequenz; waagerechte: Verstimmung. Soll-Anfangsfrequenz 1530 kHz, Soll-Endfrequenz 510 kHz, Zwischenfrequenz 468 kHz.

Rechts: Bild 2. Meist benutzte Dreipunkt-Abgleichschaltung.



zum Abdruck kommen. Diese Hilfsmittel sind für die Berechnung aller Empfänger brauchbar, bei denen die Oszillatorfrequenz über der Empfangsfrequenz liegt. Den Rechnungen liegt die Schaltung gemäß Bild 2 zugrunde; außerdem aber lassen sich die Kurven auch für Dreipunkt-Abgleichschaltungen verwenden, die von dieser Schaltung abweichen, und zwar für solche mit sogen. „überzähligen“ Trimmern und für Dreipunkt-Abgleichschaltungen ohne solche. Schw.

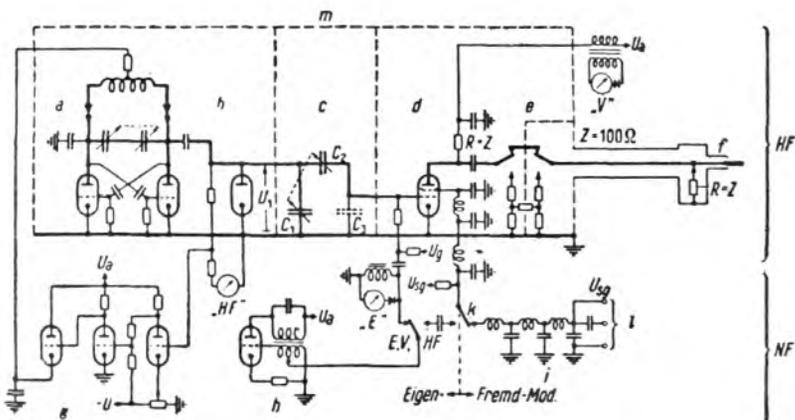


Bild 3. Vereinfachtes Schaltbild des Prüfenders. HF = Hochfrequenzteil, NF = Niederfrequenzteil; a = Spulenrad, b = Senderteil und Zweipolröhre, c = kapazitiver Spannungsteiler, d = Modulatorröhre, e = 1:100-Schalter, f = Ausgangskabel, g = Regelverstärker, h = 1000 Hz-Summeer, i = Fremdmodulationsleitung, k = Umschalter für Eigen- und Fremdmodulation, l = Fremdmodulations-Eingang, m = innerer Schirm.

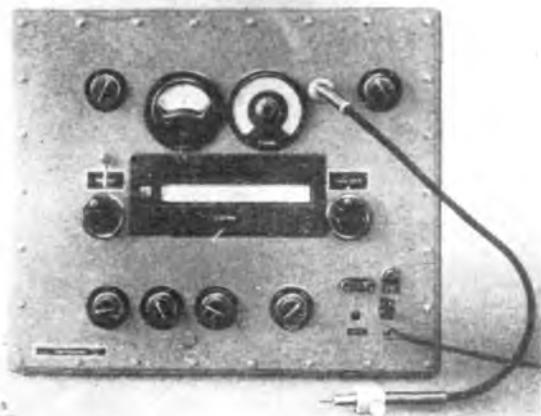


Bild 4. Ansicht des Prüfenders.

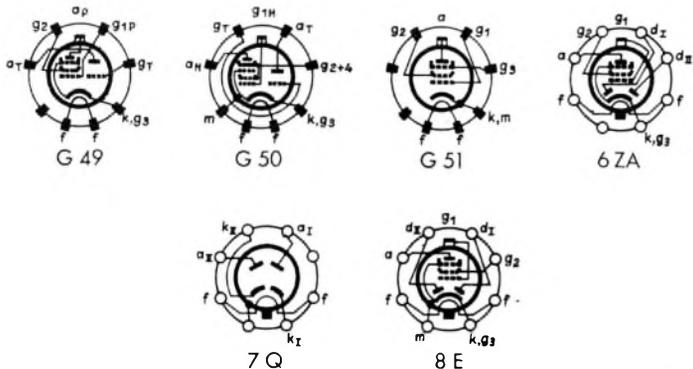
Unsere Soldaten in Italien machen dort vielfach Bekanntschaft mit italienischen Geräten. Diese sind meist nach amerikanischer Bauart gefertigt oder es handelt sich um Kleinsuper ähnlich den deutschen. An Röhren findet man in diesen Geräten amerikanische Röhren¹⁾ Rote Röhren²⁾ und Röhren mit der Bezeichnung „WE“ und einer Ziffer. Diese WE-Typen entsprechen, von einigen kleinen Abänderungen bei einigen Typen abgesehen, vollkommen deutschen Röhren der A-Reihe oder der Zahlenreihe bzw. Roten Röhren und können jederzeit durch diese ersetzt werden. Im folgenden eine Aufstellung der bestehenden WE-Typen:

Typ	Art	Socket nach der FUNKSCHAU-Röhrentabelle	entspricht Telefunken	entspricht Roter Röhre oder Philips
WE 12	Abstimmanzelge-R.	91	EM 11 (S)	= EM 4
WE 13	Dreipolröhre + Fünfpolendröhre	G 49	ECL 11 (S)	—
WE 14	Fünfpolendröhre	38	EL 12 (S)	= EL 6
WE 14	spez. Fünfpolendröhre	G 51	EL 12 spez. (S)	4654
WE 15	Fünfpolendröhre	38	EL 11 (S)	= EL 3
WE 16	Fünfpolregelröhre	28	EF 11 (S) ^{3) 4)}	—
WE 17	Hf-, Zi-, Ni-Fünfpolröhre	28	EF 12 (S) ³⁾	= EF 1
WE 18	Fünfpolregelröhre mit Abstimmanzelge	G 47	EFM 11 (S)	= EFM 1
WE 19	Doppelzweipol-Fünfpolröhre	44	EBF 11 (S)	= EBF 2
WE 20	Mischröhre	46	ECH 11	= ECH 3 (S)
WE 21	Achtpolröhre	18	= AK 1	—
WE 22	Mischröhre	20	= ACH 1	—
WE 23	Hf-Fünfpolröhre	13	= 1284	—
WE 24	Fünfpolregelröhre	13	= 1294	—
WE 25	Fünfpolregelröhre	13	= AF 2	—
WE 26	Zweipol-Vierpolröhre	12	= 1254	—
WE 27	Dreipolröhre	7	= 904	—
WE 28	Dreipolröhre	7	= 914	—
WE 29	Zweipol-Dreipolröhre	8	= 924	—
WE 30	Fünfpolendröhre	4	= 964	—
WE 31	Doppelzweipolröhre	19	= AB 1	—
WE 32	Achtpolröhre	25	= AK 2	—
WE 33	Hf-Fünfpolröhre	28	= AF 3	—
WE 34	Hf-Fünfpolröhre	28	= AF 7	—
WE 35	Fünfpolendröhre	32	= AL 1	—
WE 36	Doppelzweipolröhre	23	= AB 2	—
WE 37	Zweipolröhre + Dreipolröhre	27	= ABC 1	—
WE 38	Fünfpolendröhre	38	= AL 4	—
WE 39	Dreipolröhre	24	= AC 2	—
WE 40	Dreipolröhre + Sechspolröhre	20	= ACH 1	—
WE 41	Doppelzweipol + Fünfpolendröhre	44	= ABL 1	—
WE 42	Fünfpolendröhre	38	= AL 5	—
WE 43	Mischröhre	46	= ACH 1 C	—
WE 44	Dreipol-Sechspolröhre	G 50 ⁵⁾	ACH 1 (S)	—
WE 51	Vollweg-Gl.-R.	17	= 1064	—
WE 52	Vollweg-Gl.-R.	17	= 2004	—
WE 53	Vollweg-Gl.-R.	37	AZ 12 (S)	= AZ 4
WE 54	Vollweg-Gl.-R.	37	= AZ 1	—
WE 55	Vollweg-Gl.-R.	37	= AZ 1	—
WE 56	Vollweg-Gl.-R.	37	AZ 12 (S)	= AZ 4

Außer den WE-Typen werden in Italien in größerem Maße amerikanische Röhren verwendet. Als Spezialtypen der italienischen Röhrenfabrik Fivie erscheinen hierbei:

- 6 A W 5 Zweiweggleichrichter, ~ EZ 11. Sockel 7 Q.
 $U_f = 6,3 \text{ V}$, $I_f = 0,6 \text{ A}$, $U_{Tr} = 2 \times 350 \text{ V}$.
- 6 A Y 8 Doppelzweipol-Vierpolendröhre, ~ EBL 1. Sockel 6 ZA.
 $U_f = 6,3 \text{ V}$, $I_f = 1,25 \text{ A}$.
 $U_a = 250 \text{ V}$, $U_{g2} = 100 \text{ V}$, $U_{g1} = -5 \text{ V}$, $I_a = 52 \text{ mA}$
 $S = 9,5 \text{ mA/V}$, $R_i = 20 \text{ k}\Omega$, $R_g = 7 \text{ k}\Omega$, $N_g = 4 \text{ W}$.
- 6 B N 8 Doppelzweipol-Hf-Fünfpolröhre, ~ EBF 11. Sockel 8 E.
 $U_f = 6,3 \text{ V}$, $I_f = 0,3 \text{ A}$.
 $U_a = 250 \text{ V}$, $U_{g2} = 125 \text{ V}$, $U_{g1} = -3 \text{ V}$, $I_a = 9 \text{ mA}$.
 $S = 1,125 \text{ mA/V}$, $R_i = 600 \text{ k}\Omega$.
- 6 B Y 8 Doppelzweipol-Vierpolendröhre, ~ EBL 1. Sockel 6 ZA.
 $U_f = 6,3 \text{ V}$, $I_f = 1,25 \text{ A}$.
 $U_a = 250 \text{ V}$, $U_{g2} = 250 \text{ V}$, $U_{g1} = -4 \text{ V}$, $I_a = 45 \text{ mA}$.
 $S = 11 \text{ mA/V}$, $R_i = 90 \text{ k}\Omega$, $R_g = 6 \text{ k}\Omega$, $N_g = 4,5 \text{ W}$.

Fritz Kunze.



¹⁾ Siehe die Broschüre: „Amerikanische Röhren - russische Röhren“ von Fritz Kunze, 3. Auflage (1944), 56 Seiten, mit 24 Tabellen und 67 Bildern, Preis kart. 3 RM. ²⁾ Siehe „FUNKSCHAU-Röhrentabelle“, 6. Auflage (1943), 8 Seiten auf Karton, Preis 1 RM. ³⁾ $I_a = 0,4 \text{ A}$. ⁴⁾ Liegt zwischen EF 11 und EF 13. ⁵⁾ G_2 nicht an G_1 , sondern an K_1 . (S) bedeutet: Dieselben Daten, aber anderer Sockel.

PRAKTISCHE FUNKTECHNIK

Schwierige Röhren-Instandsetzung

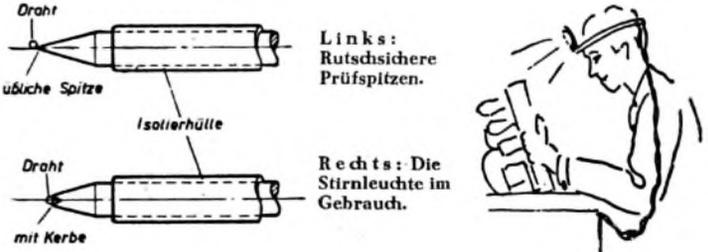
Die nachstehende Schilderung zeigt, wie man eine sehr seltene Röhre, für die kein Ersatz beschafft werden kann in manchen Fällen retten kann wenn man eine entsprechend schwierige und auch zeitraubende Arbeit auf sich nimmt. Eine EF 6 arbeitete sehr unregelmäßig. Im Prüfgerät war die Röhre einwandfrei; sie wurde deshalb während des Betriebes sorgfältig überwacht. Dabei zeigte sich, daß die Heizung öfter aussetzte. An der Röhre wurde nun die Außenmetallisierung etwas entfernt, um in die Röhre hineinschauen und feststellen zu können, daß der Heizdraht nicht gerissen ist, es konnte sich infolgedessen nur um eine Unterbrechung im Röhrenfuß handeln. Der noch fest mit dem Glaskolben verbundene Röhrenfuß wurde in etwa halber Höhe gegenüber den zwei Heizpolen mit einem 6-mm-Bohrer vorsichtig angebohrt. Man konnte durch diese Löcher sehen daß die Lotstellen innerhalb des Sockels oxidiert waren: die Heizleitungen ließen sich mühevoll aus dem Lotrohrchen herausziehen. Mit der Pinzette wurden nun die Heizanschlüsse nach außen gezogen und blank geschabt, die Sockelkontakte mit Hilfe eines Drillbohrers gereinigt und die Drähtchen in den Anschlüssen des Röhrenbodens sorgfältig verlötet. Danach arbeitete die Röhre wieder einwandfrei.

Der Fehler wäre nicht so leicht zu finden gewesen wenn es sich um einen Gitter- oder Anodenanschluß gehandelt hätte. Sicher sind viele Röhren, die als schadhafte ausrangiert werden, elektrisch vollkommen in Ordnung und bei ihnen sind nur ähnliche Kontaktunterbrechungen innerhalb des Sockels vorhanden. Diese Instandsetzung läßt sich bei allen Röhren mit Preßglassockel durchführen. Eine Ausnahme machen die Röhren mit Stahlkolben, hier läßt sich nur mit genügend heißem Lotkolben und ein wenig Zinn etwas erreichen. Den gleichen Fehler konnte ich auf die geschilderte Weise auch an einer ECH 1 beheben. Diese Mängel treten anscheinend dann am häufigsten auf, wenn die Röhren feucht gelagert werden und die Anschlüsse nicht vollkommen saurefrei verlötet wurden.
H. Heidenreich

WERKZEUGE, mit denen wir arbeiten

Rutschsichere Prüfspitzen

Das lästige Abrubtschen der Prüfspitzen von glatten Drahten besonders wenn man den Blick von der Prüfspitze zum Meßinstrument wendet, läßt sich durch Einfädeln einer Kerbenachbestehendem Bildleucht verhindern.
B. Grauer.



Vorteile der Stirnleuchte

Eine Stirnleuchte braucht nicht verstellt zu werden, da sie ständig dorthin leuchtet, wohin man sieht. Bei der Arbeit an der Empfänger-Unterseite tut sie besonders gute Dienste (siehe Bild).
B. Grauer

Amerikanische Röhren - Russische Röhren

Ausführliche Betriebsdaten und Sockelschaltungen amerikanischer und russischer Röhren mit Vergleichsliste amerikanischer Röhren untereinander sowie gegen deutsche Röhren nebst näherer Anleitung zur Instandsetzung amerikanischer und russischer Geräte

Von Fritz Kunze

3 erweiterte Auflage 56 Seiten mit 28 Tabellen und 67 Bildern

Die sieben erschienene 3. Auflage des Buches „Amerikanische Röhren - Russische Röhren“ stellt eine vollständige, in vielen Teilen erweiterte und ergänzte Neubearbeitung dar, die alle amerikanischen Röhren berücksichtigt die bis Anfang 1943 erschienen sind. Da um diese Zeit der zivile Sektor im Funkwesen der USA nahezu völlig stillgelegt war entspricht das Buch damit dem allerneuesten Stand der Röhrentechnik in den USA. Für die Bearbeitung wurden u. a. die amerikanischen Handbücher 1942 und 1943 herangezogen, auch wurden diesmal die amerikanischen Wehrmachtrohre aufgenommen. Die Liste der russischen Röhren wurde gleichfalls ergänzt, neu ist eine Liste russischer Amerikaröhren, die in Amerika selbst keine Vergleichstypen haben. Auf vielfachen Wunsch wurde auch das Schaltbild eines normalen amerikanischen Zwergsupers in Allstromausführung gebracht wie er in Westeuropa vielfach anzutreffen ist. Als Beispiel eines Wechselstromempfängers nach amerikanischer Bauart wurde das Schaltbild des russischen Empfängers „Pionier“ abgedruckt. An den Röhrenteil des Buches schließt sich eine ausführliche Darstellung des Standard-RMA-Farbencodes d. h. der Kennzeichnung von Widerständen, Kondensatoren, Spulen, Übertragern usw., sowie eine solche des Regulatorröhren- und Widerstandsröhren-Code.

Das Buch ist für alle Funktechniker und Rundfunkmechaniker unentbehrlich die mit amerikanischen oder russischen Röhren zu tun haben oder die Geräte amerikanischer oder russischer Bauart instandsetzen oder mit deutschen Röhren bestücken wollen.

Preis 3 RM zuzüglich 15 Pfg. Versandkosten

FUNKSCHAU-Verlag, München 15, Pettenkoflerstraße 10b

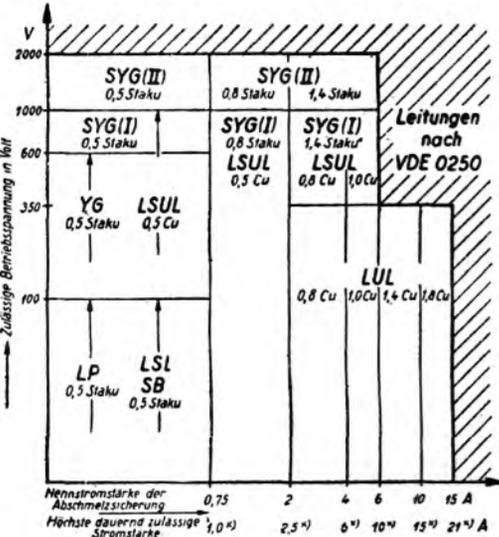
Postcheckkonto: München 5758



Vorschriften und Normen für die Funktechnik

VDE 0890. Merkblatt über den Aufbau und die Verwendung vereinheitlichter isolierter Leitungen und Kabel in Fernmeldeanlagen.

Die Rohstofflage zwingt, auch bei Fernmeldeleitungen Kupfer, Zinn, Blei und sonstige Baustoffe einzusparen; es wurden Einheitstypen entwickelt, deren Aufbau und Eigenschaften in dem Merkblatt erläutert werden; außerdem gibt es Richtlinien für deren zweckmäßige Verwendung. Es gilt für alle isolierten Leitungen und Kabel, die in Fernmeldeanlagen und diesen gleichzustellenden Anlagen (damit auch in Funk- und Meßrichtungen) fest verlegt sind. Den Hauptteil des Merkblattes bilden 18 Tafeln, in denen die technischen Daten (Bezeichnung, Kurzzeichen, Aufbau, elektrische Eigenschaften, Betriebsspannung, Dauertemperatur, zugelassene Verwendungen bzw. Raumarten und Anwendungsbereiche) aller in Frage kommenden Leitungen und Kabel zusammengestellt sind. Man erfährt aus den Tafeln, welche Leitungen und Kabel zukünftig allein zur Verfügung stehen und wie sie aufgebaut sind und findet in ihnen auch Erläuterungen der Kurzzeichen (z. B. SB = Seidenbaumwolldraht, 2 Lagen Seide, 1 Lage Zellwolle, Frankung; SUL = Seidenlackdraht, 2 Lagen Seide, 1 Umlichtung Seide, Lackierung usw.) Für den Gerätebau kommen



Zulässige Spannungsbereiche und Strombereiche für Formkabeldrähte und Rangierdrähte.

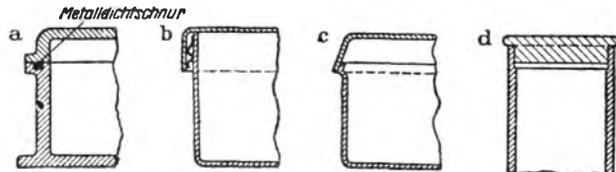
*) Nur zulässig für freiverlegte Drähte oder wenn (in Formkabeln) eine gute Wärmeableitung gegeben ist.

hauptsächlich die isolierten Schaltdrähte nach Tafel 1 und die isolierten Schaltlitzen nach Tafel 2 in Frage. Eine Übersicht über die für Formkabel- und Rangierdrähte zulässigen Spannungsbereiche gibt das bestehende Bild. Die dort genannten Typenbezeichnungen seien nachstehend erklärt: SB = Seidenbaumwolldraht, LP = Lackpapierdraht, LSL, LSUL, LUL = Seidenlackdrähte, YG = Kunststoffdraht, SYG = Seidenkunststoffdraht. Sämtliche Drähte haben einen Stahlkupferleiter (Staku), nur die LUL- und LSUL-Drähte sind mit Kupferader ausgeführt.

Das Merkblatt enthält insgesamt Unterlagen über die folgenden Leitungen und Kabel: Isolierte Schaltdrähte und Schaltlitzen; Schaltkabel, Installationsleitungen (Drähte und Rohdrähte, Innenkabel), Außenkabel (Signal- und Meßkabel, Teilnehmerkabel, Fernsprechkabel für größere Entfernungen, Signal- und Fernsprechkabel für Bergwerke unter Tage - Grubenkabel). Bezug des Merkblattes vom Verband Deutscher Elektrotechniker, Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus.

VDE 0878. Vorschriften für die Funkentstörung von Geräten und Anlagen der Wehrmacht. Ausgabe: VIII. 1943. 25 Seiten mit 60 Abbildungen. Geltungsbeginn: 1. Juni 1944.

Die Vorschriften gelten für funkstörende und funkgestörte Geräte und Anlagen der Wehrmacht und für die Funkstörung im Frequenzbereich 0,1 bis 300 MHz. Einleitend werden die Begriffe (Funkstörungen, Funkstörer, Funkentstörung, Funkstörspannungen, Funkstörweite, Ausgangsstromspannung, Kopplungswiderstand, Durchführungs-kondensatoren, Kernwiderstand) erörtert und das Meßverfahren unter Beigabe der Schaltung des Geräuschwertzeigers VDE 0878 erläutert. Die dann folgenden „Bestimmungen“ befassen sich mit Maßnahmen zur Funkentstörung funkstörender Anlagen, mit Maßnahmen zur Funkentstörung von Empfangsanlagen und mit der Herstellung und Anwendung von Funkentstörmitteln. Dieser letzte Teil ist am ausführlichsten gehalten und am reichhaltigsten bebildet; besonders eingehend, unter Beigabe



Trennugen bei Schirmungen höchsten Schirmgrades. a) Gehäuse mit Kontakt durch Metalllichtschneur, b) Gehäuse mit Doppelkontakt, c) Gehäuse mit Konuskontakt, d) Gehäuse mit Kontakt durch Passung.

zahlreicher bildlicher Beispiele, ist die Schirmung behandelt. Als Beispiel geben wir in dem obenstehenden Bild die Trennugen bei Schirmungen höchsten Schirmgrades wieder. Außerdem sind hier Vorschriften für Funkentstörwiderstände, -Kondensatoren und -Drosseln sowie für Siebglieder niedergelegt. In den Zusatzbeispielen werden u. a. viele Schaltungsbeispiele für Funkentstörmittel gegeben.

Bezug von der EIZ-Verlag GmbH, Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus. Preis 1—RM.

DIN 45570, 45571, 45577. Normen für Lautsprechersysteme und Lautsprecher. DIN 45570. Lautsprechersysteme mit Tauchspulenbetrieb. DIN 45571. Lautsprecherkörbe, Größen und Befestigungen. DIN 45577. Dauermagnetsysteme 37/95 und 62/100 für Tauchspulentauchsprecher.

Siehe auch: W. F. Ewald VDE, Die Normung von Lautsprechern und Kraftverstärkern in EIZ, 64. Jahrg., Nr. 47/48 vom 2.12. 1943.

Um den Schwierigkeiten aus dem Weg zu gehen, die sich aus den zwei Anwendungsbereichen der Lautsprecher (1. Rundfunk, 2. Elektroakustik) ergeben, wurde festgelegt, daß die Bestimmungen des Blattes DIN 45570, das Größenstufung, Anpassung, Nennbelastbarkeit und Prüfbedingungen für Lautsprechersysteme bis 25 Watt regelt, auf solche Lautsprecher keine Anwendung finden, die in Rundfunkgeräten eingebaut sind. Für die Ermittlung der Belastung fand ein vereinfachtes Verfahren Anwendung: der Lautsprecher muß unter gewissen betriebsmäßigen Voraussetzungen Dauerbetrieb mit einem Kraftverstärker der entsprechenden Nennleistung ohne Veränderung seines Zustandes aushalten. Das Normblatt führt eine Größenstufung der Lautsprecher von 1,5 bis 3 — 6 — 12,5 und 25 Watt ein und legt für jede Stufe den Anpassungswiderstand für eine Verstärker-Ausgangsspannung von 100 Volt fest.

DIN 45571 regelt die Größe der Lautsprecherkörbe und vereinheitlicht sechs Größen; dazu tritt vorläufig eine siebente, die aber für Neuentwicklungen nicht mehr zugelassen ist. Die Größen liegen zwischen 130 und 300 mm Durchmesser; die Zahl der Befestigungsmöglichkeiten wurde auf zwei eingeschränkt. Membran wurden nicht festgelegt, um die hier noch im Fluß befindliche Entwicklung nicht zu beeinträchtigen.

DIN 45577 legt zwei Dauermagnetsysteme mit den Kerndurchmessern 37 und 62 mm in allen Konstruktionseinheiten fest (Einheitssysteme für 12,5- und 25-Watt-Lautsprecher); später soll eine Reihe von kleineren Systemen, zunächst ein solches von 6 Watt, vereinheitlicht werden.

Bezug vom Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin SW68, Dresdner Straße 97. Preis 0,60 RM. je Blatt.

FUNKTECHNISCHER BRIEFKASTEN

Ringkern-Transformatoren

Frage: Ist die Berechnung von Ringkern-Transformatoren in der gleichen Weise vorzunehmen, wie diejenige von Transformator mit den üblichen Mantelkernen, oder ergeben sich infolge des fortfallenden Luftspaltes und der kleineren Eisenweglänge grundsätzliche Abweichungen?

Antwort: Bei der Wicklung eines Transformators wird die Windungszahl je Volt durch die tiefste Frequenz, den Eisenquerschnitt und die Induktion bestimmt. Es ist also hierfür völlig gleichgültig, welche Form das Blechpaket hat, d. h. ob man einen sog. Kerntyp, einen Manteltyp oder einen Ringkern verwendet. Durch die Eisenweglänge und den Luftspalt, der bei Ringkerntransformatoren vollkommen wegfällt, werden die Induktivität und die Verluste bestimmt. Die Faustformel für die Berechnung der mittleren Windungszahl je Volt lautet:

$$n = \frac{42}{b \cdot z}$$

worin b die Stegbreite des Kernes, Mantelkern oder Ringkern (in cm) und z die Kerndicke einschließlich Isolation (in cm) bedeuten. Hierbei sind eine Frequenz von 50 Hz und eine Induktion von 12000 Gauß zugrunde gelegt. Die Bleieigenschaften müssen bei Anwendung der gleichen Windungszahl für Mantel- und Ringkern natürlich ebenfalls übereinstimmen, da sonst eine andere Induktion zugrunde gelegt werden muß.

Der FUNKSCHAU-Verlag teilt mit:

1. Die neue Anschrift des Verlages lautet: FUNKSCHAU-Verlag, München 15, Pettenkofferstraße 10b. - Fernruf 51566. - Postscheckkonto wie bisher: München 5758.
2. Es ist keinerlei Lager mehr vorhanden; bis auf weiteres sind weder Bücher noch Tabellen, Baupläne, Schaltungskarten, KFT usw. lieferbar. Auch zurückliegende FUNKSCHAU-Hefte sind nicht mehr vorhanden; Photokopien können gleichfalls nicht mehr angefertigt werden.
3. An Neuerscheinungen ist nur die 3. Auflage des Buches „Amerikanische Röhren - Russische Röhren“ von Fritz Kunze greifbar. Preis 3 RM zuzüglich 15 Pfg. Versandkosten. (Siehe Anzeige Seite 47.) Bestellung am besten durch Einzahlung des Betrages von 3 15 RM auf Postscheckkonto München 5758 mit Angabe des Bestellten auf dem Zahlkartenabschnitt.
4. Die Vermittlungsrubriken „Wer hat? Wer braucht?“, „Röhrenvermittlung“ und „Tauschhilfe“ können, da sämtliche Unterlagen in Verlust geraten sind, nicht fortgeführt werden; die Anschriftenliste kann nicht mehr erscheinen.
5. Nicht ausgeführte Bestellungen, für die auch das Geld nicht zurückgeschickt wurde, sind als in Verlust geraten zu betrachten. Neubestellungen — mit Ausnahme solcher auf das Buch „Amerikanische Röhren - Russische Röhren“ — bitten wir nicht vorzunehmen, da keinerlei Liefermöglichkeit besteht.
6. Über die Neuauflagen und Neuerscheinungen wird an dieser Stelle berichtet. Von brieflichen Anfragen und Reklamationen bitten wir abzu-sehen, da wir keine Möglichkeit der Beantwortung haben.

FUNKSCHAU-Verlag, München 15, Pettenkofferstraße 10b
Postscheckkonto: München 5758