

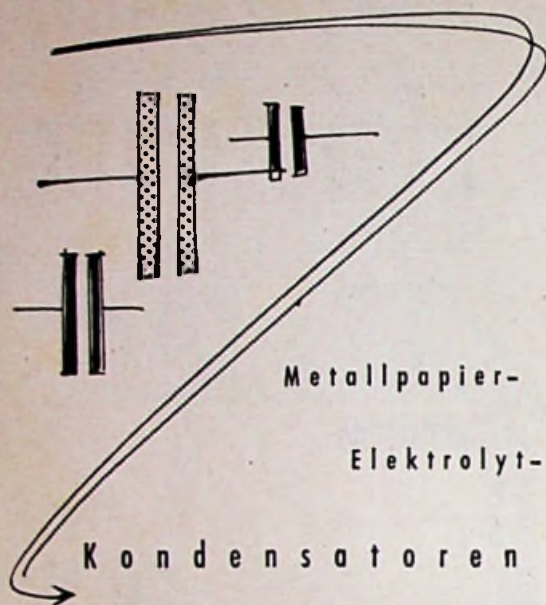
FUNK- TECHNIK

Fernsehen Elektronik



S·A·F BAUTEILE

für die Nachrichten-Technik



SÜDDEUTSCHE APPARATE-FABRIK NÜRNBERG
Abteilung der Standard Elektrizitäts-Gesellschaft AG

AUS DEM INHALT

1. JULIHEFT 1954

30 Jahre Internationaler Amateurfunk	345
Grundlagen und Bauformen von Strahlungs- meßgeräten	346
FT-Kurznachrichten	349
Von Sendern und Frequenzen	349
Industrielle elektronische Geräte	350
Drehzahlmessung nach dem Zählprinzip	353
Zwei fotoelektrische Steuergeräte	354
Ein bewährter 20-m-Mast	355
15-Watt-Schallsäule	357
Sinuswellen-Clipper	358
Umbled- und Mischeinrichtungen ohne Röhren	359
Der Elektrolytkondensator im Elektronen- Blitzlichtgerät	360
Kabel und Impulse	362
Breitband-Leistungs-Wobbler mit Eichgene- rator	364
Zeitschriften und Bücher	
Spannungsmessung ohne Stromverbrauch — Strommessung ohne Spannungsabfall	366
Bericht aus Paris — Rundfunk auf der „Foire de Paris“	367

Beilagen:

- FT-Sammlung: Schaltungstechnik ⑪
- UKW-Eingangsschaltung mit Doppeltriode
- FT-Sammlung: Bauelemente ④
- Topfkreis-Diagramme
 für die Amateurfrequenz 435 MHz
- FT-Experimente ⑫
- Messungen an Siebketten

Unser Titelbild:

Resonanz- und Gewichtsprüfungen von Isophon-
Membranen in der Lautsprecherfertigung; jede ein-
zelne Membrane wird geprüft

Aufnahme: FT-Schwahn

Aufnahmen vom FT-Labor: Schwahn (6); Zeichnungen vom FT-Labor
nach Angaben der Verfasser: Beumelburg (30), Kortus (34), Ullrich (10)
Seiten 368 bis 370 ohne redaktionellen Teil

Verlag: VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH,
Berlin-Borsigwalde (Westsektor), Eichborndamm 141-167. Telefon:
Sammelnummer 492331. Telegrammanschrift: Funktechnik Berlin.
Chefredakteur: Wilhelm Roth, Berlin-Frohnau; Stellvertreter:
Albert Jänicke, Berlin-Spandau. Chefkorrespondent: W. Diefenbach,
Berlin und Kempten/Allgäu, Telefon: 2025, Postfach 229. Verantwortlich
für den Anzeigenteil: Walter Bartsch, Berlin. Nach dem Pressegesetz
in Österreich verantwortlich: Dr. W. Rob, Innsbruck, Schöpferstraße 2.
Postcheckkonten FUNK-TECHNIK: Berlin, PSchA Berlin West Nr.
2493; Frankfurt/Main, PSchA Frankfurt/Main Nr. 25474; Stuttgart,
PSchA Stuttgart Nr. 22740. Bestellungen beim Verlag, bei den Post-
ämtern und beim Buch- und Zeitschriftenhandel. FUNK-TECHNIK
erscheint zweimal monatlich mit Genehmigung der französischen
Militärregierung unter Lizenz Nr. 47.4 d. Der Nachdruck von Beiträgen
ist nicht gestattet. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel auf-
genommen werden. Druck: Druckhaus Tempelhof, Berlin.

Verführung und Lieferung nur durch den Fachhandel Fernprospekt F-15 und Auskünfte direkt vom Werk

VOM SCHWARZWALD IN DIE GANZE WELT

Dual

PLATTENSPIELER —
PLATTENWECHSLER



Dual

Die Marke von Weiruf

DUAL · GEBRUDER STEIDINGER · ST. GEORGEN · SCHWARZW



Chefredakteur: WILHELM ROTH
Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

FUNK-TECHNIK

Fernsehen Elektronik

30 Jahre internationaler Amateurfunk

Es ist gut, sich bei gegebenem Anlaß daran zu erinnern, daß auch das Kurzwellen-Amateurwesen ebenso wie Rundfunk und kommerzielle Funktechnik seine Geschichte hat. In den ersten Jahren der Funktechnik kam es darauf an, die praktische Anwendung der von Faraday, Maxwell, Heinrich Hertz und anderen gefundenen Erkenntnisse zu zeigen. Schon diese Versuchsarbeit, die von den damaligen Pionieren der Radiotechnik geleistet wurde, erinnert in mancher Beziehung an die Tätigkeit des Amateurs, und es gibt Stimmen, die Guilelmo Marconi als den ersten Radioamateur überhaupt bezeichnen.

Etwa um das Jahr 1910 tauchten im Ausland die ersten Amateure auf. Schon in diesem Zeitabschnitt kam es den Amateuren darauf an, große Entfernungen zu überbrücken. Damals verstand man darunter Strecken von etwa 1,5 bis höchstens 10 km. Nach zwei weiteren Jahren wurde den Amateuren auf der Londoner Radiokonferenz 1912 die offizielle Anerkennung zuteil. Man wies ihnen die Wellen unter 300 m zu, also den damaligen Bereich der kurzen Wellen, mit denen die kommerzielle Funktechnik noch nichts anzufangen wußte. Allerdings konnten in den folgenden Jahren auch in diesem Bereich keine größeren Reichweiten erzielt werden, denn die Leistung der Funksender wurde auf 1 kW begrenzt. An Überseeverkehr war nicht zu denken, denn noch niemand hatte auf diesen Wellen Signale eines anderen Kontinents gehört. In den USA wußte man sich zu helfen und gründete die American Radio Relay League (ARRL), die bald über ganz USA verbreitet war und auf dem Relaisweg ihre Meldungen weitergab. Diese Organisation, die 1917 bereits rund 4000 Mitglieder zählte, benötigte für die Übermittlung eines Telegramms von der Ost- zur Westküste und zurück damals nur 20 Minuten. Dieses Ergebnis befriedigte jedoch nur teilweise, denn man wünschte sich einen drahtlosen Funkverkehr nach allen Kontinenten. In technischer Beziehung bildete die Erfindung der Elektronenröhre und deren Weiterentwicklung eine der wichtigsten Voraussetzungen hierzu.

Zu den erfahrensten amerikanischen Amateuren der Nachkriegszeit des ersten Weltkrieges gehörte P. Godley. Ihm gelang es, während einer Empfangsversuchsserie in Europa 1921 im 200-m-Band etwa 30 amerikanische Stationen aufzunehmen. Man ging nun zu kürzeren Wellenlängen über, und 1922 konnten auch in den USA europäische Stationen gehört werden. Der erste Amateur-Überseefunk fand dann am 27. November 1923 zwischen den USA und Frankreich statt und wurde zwischen den Stationen WIMO (Schnell), WIXAM (Reinartz) und F8AB (Delay) auf einer Wellenlänge von 110 m abgewickelt. Es dauerte dann nur wenige Monate, um weitere Reichweitenrekorde folgen zu lassen. So fand z. B. der erste Amateur-Sendeverkehr USA—Argentinien und Neuseeland am 22. Mai 1924 statt. In den folgenden Jahren benutzte man für den Amateur-Überseeverkehr immer kürzere Wellen.

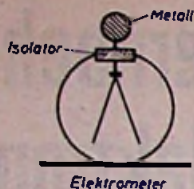
In diesen Tagen sind es also gerade 30 Jahre her, seit man von einem internationalen Amateurfunk sprechen kann, der die ganze Welt erfaßt. Da in diesem Jahre keine Kurzwellentagung vom DARC e. V. veranstaltet wird, ergriff der Ortsverband München des DARC die Initiative, ein „Internationales Kurzwellenamateurtreffen“ am 10. und 11. Juli in der kleinen Kongreßhalle des Münchener Ausstellungsparkes zu organisieren, an dem die deutschen Amateure und zahlreiche Om's aus dem europäischen Ausland teilnehmen werden. Nach den bisher eingegangenen Auslandsanmeldungen werden sich in München u. a. Amateure aus England, Österreich, Schweden, der Schweiz

usw. einfinden. Die Bedeutung dieses Amateurtreffens geht u. a. daraus hervor, daß in diesen Tagen zahlreiche DARC-Sitzungen und auch eine Tagung des Amateur-Rates des DARC stattfinden sollen. Interessante Vorträge über Elektronenröhren, Sende- und Empfangsgeräte sowie über das Thema „Funk-amateur und Beruf“ bieten Gelegenheit, das Wissen zu erweitern.

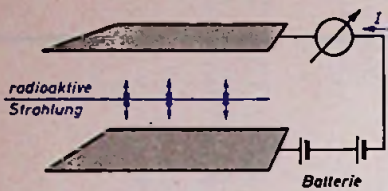
Der sportliche Charakter der Amateurtätigkeit spiegelt sich in den verschiedenen Wettbewerben wider. Im sogenannten High-Speed-Wettbewerb, der sich an die „Schnelltelegrafisten“ wendet, kommt es darauf an, fünf Minuten höchstes Tempo zu bewältigen. Beim Aufnehmen ist Niederschreiben mit der Hand oder mit der Funkschreibmaschine zugelassen, während beim Geben halbautomatische (z. B. Wabblers, Bug) oder automatische Tasten (elektronischer Bug) benutzt werden können. Gefordert werden 600 Buchstaben mit Zahlen und gemischtem Text. Neben Einzelwertungen soll für die Spitzenkönner noch eine Gesamtwertung stattfinden. Besonders reizvoll werden die Fuchsjagden sein, bei denen verlangt wird, zunächst einen oder zwei Kontrollpunkte aufzusuchen und dann den Fuchs ausfindig zu machen. Im 80-m-Band findet der motorisierte Wettbewerb auf eine Entfernung von rund 30 km und im 2-m-Band über eine Strecke von etwa 15 km statt. Wer sich zu Fuß beteiligen möchte, kann auf beiden Bändern über entsprechend geringere Entfernungen teilnehmen (8 km bzw. 5 km). Die 80-m-Fuchsjagden sind für die Angehörigen des Distriktes Bayern-Süd gleichzeitig als Distriktsmeisterschaft ausgeschrieben. Die beiden Sieger erhalten einen Wanderpreis und werden Südbayerische Fuchsjagdmeister. Dieser Wanderpreis soll alljährlich neu ausgeschrieben werden. Ferner gibt es noch einen QSL-Karten- und einen Gerätewettbewerb.

Für ein Amateurtreffen ist die kleine Kongreßhalle mit Nebenräumen und Restaurants die geeignete Stätte, um ein umfassendes Ausstellungsprogramm in repräsentativem Rahmen unterzubringen. Diese Ausstellung soll einen Überblick geben über die Entwicklung des Amateurfunks. Es werden u. a. Stationen, Bauteile und Zubehör aus den Jahren 1924, 1934, 1944 und 1954 zu sehen sein. Während statistisches Material, Fotos und Zeichnungen die Entwicklung der Clubs und des DARC erkennen lassen, zeigen QSL-Karten, Diplome und Briefe die Weltverbundenheit der KW-Amateure. Ferner bietet die Ausstellung einen Einblick in das Fachschrifttum des In- und Auslands. Auch der Verlag der FUNK-TECHNIK, der sich zu den fördernden Mitgliedern des DARC zählen darf, ist mit einem geräumigen und gut gestalteten Stand vertreten, der den Treffpunkt vieler Amateure bilden wird.

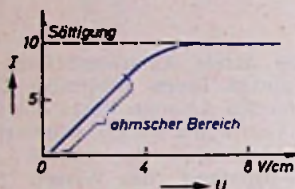
Naturgemäß ist die Organisation eines so vielseitigen Treffens, für die H. Schleifenbaum DL1YA verantwortlich zeichnet, mit umfassender Verwaltungsarbeit verbunden, denn es soll neben fachlichen Veranstaltungen der gesellige Teil nicht zu kurz kommen. An Besichtigungen werden den Besuchern u. a. die Flugsicherungsschule im Flughafen München-Riem sowie dessen Flug- und Flugsicherungsanlagen und das weltbekannte Deutsche Museum geboten. Zur Eröffnung des Amateurrates wird der Bayerische Rundfunk eine Quiz-Sendung übertragen. Eine große Tombola gibt vielen Amateuren die Chance, die Stationen zu vervollkommen. Für die Verbindung zur Außenwelt sorgen während der Dauer dieser großzügigen Kurzwellenveranstaltung mehrere KW-Sender, die unter dem Rufzeichen DLØBS auf allen Bändern arbeiten werden. DL3VD



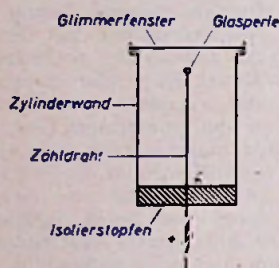
Elektrometeranordnung



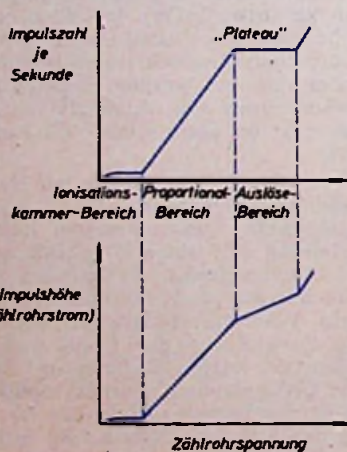
Ionisationskammer-Meßprinzip



Verlauf des Stromes in Abhängigkeit von der angelegten Spannung in einer Ionisationskammer



Prinzip des Glödenzählrohrs



Arbeitsbereiche des Geiger-Müller-Zählrohrs

Einige atomphysikalische Begriffe

Unsere Erkenntnisse von den radioaktiven Strahlen sind noch nicht viel älter als ein halbes Jahrhundert. Der französische Physiker Becquerel entdeckte 1895, daß von dem Element Uran und seinen Verbindungen eine bis dahin unbekannte Strahlung ausgeht, die fotografische Platten schwärzt und ein aufgeladenes Elektrometer entlädt. Das Vermögen, Strahlung auszusenden, wird mit dem Sammelbegriff „Radioaktivität“ bezeichnet. Durch die Arbeiten von Madame Curie gelang es in mühevoller Arbeit, aus dem Uran eine Substanz zu gewinnen, deren Strahlungsintensität millionenmal stärker war als die des Urans. Es zeigte sich, daß zwei neue Elemente entdeckt waren: Polonium und Radium.

Die nähere Untersuchung des Radiums ergab, daß von ihm drei verschiedene Strahlenarten ausgehen, die als α - (Alpha-), β - (Beta-) und γ - (Gamma-)Strahlen bezeichnet werden. Die α -Strahlen führen dabei den größten Teil der strahlenden Energie mit sich und bestehen aus doppelt positiv geladenen Helium-Atomen, während die β -Strahlen Elektronen sind. Im magnetischen Feld werden beide Strahlenarten nach entgegengesetzten Richtungen abgelenkt. Die γ -Strahlen hingegen lassen sich durch elektrische und magnetische Felder nicht ablenken und sind identisch mit Röntgenstrahlen, sind also elektromagnetische Schwingungen mit noch höheren Frequenzen als die der künstlichen Röntgenstrahlen. Das Durchdringungsvermögen der drei Strahlenarten ist sehr unterschiedlich. Während α -Strahlen, die mit der Masse des Atomkerns behaftet sind, schon durch ein Blatt Papier fast vollständig absorbiert werden, durchdringen β -Strahlen auch dickere Schichten anderer Materialien, γ -Strahlen haben das größte Durchdringungsvermögen und werden selbst durch mehrere Zentimeter dicke Bleischichten noch nicht völlig absorbiert.

Die Untersuchungen der radioaktiven Elemente ergaben neue Vorstellungen über den Aufbau der Materie. Während man bis dahin in Anlehnung an die Vorstellungen des klassischen Altertums das Atom als den kleinsten Baustein der Materie betrachtet hatte, entstand jetzt durch die Arbeiten von Rutherford und Bohr ein neues Atommodell. Es besteht aus einem positiv geladenen Kern, der praktisch fast die ganze Masse des Atoms enthält, und um ihn kreisende Elektronen, deren Zahl von Element zu Element verschieden ist. Da das Atom nach außen hin im allgemeinen elektrisch neutral scheint, muß die Zahl der in der äußeren Hülle kreisenden Elektronen gleich der positiven Ladung des Kerns sein. Die Annahme von positiv geladenen Elementarteilchen — Protonen — genügt aber noch nicht, um die Eigenschaften des Atomkerns zu erklären. Es müssen vielmehr noch weitere Elementarteilchen vorhanden sein, die fast gleiche Masse haben, aber elektrisch neutral sind. Diese Teilchen — Neutronen — kann man sich aus einem Proton und einem Elektron zusammengesetzt denken; sie können unter gewissen Bedingungen wieder in Protonen und Elektronen zerfallen.

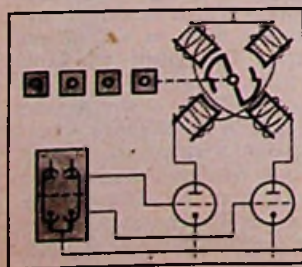
Das „Atomgewicht“ oder die „Massezahl“ ist gleich der Summe von Protonen und Neutronen; die „Kernladungszahl“ ist gleich der Zahl der Protonen und identisch mit der „Ordnungszahl“ im „Periodischen System der Elemente“. Das einfachste Atom, das Wasserstoffatom, besteht aus einem Proton (Kernladungszahl = 1) und einem um den Kern kreisenden Elektron. Das nächste Element — Helium — hat das Atomgewicht 4;

es besteht aus einem Kern mit zwei Protonen und zwei Neutronen, um den zwei Elektronen kreisen. In ähnlicher Art und Weise erhöht sich die Kernladungszahl von Element zu Element um je 1 und ebenso die Zahl der in verschiedenen Abständen (Schalen) kreisenden Elektronen. Radium hat beispielsweise das Atomgewicht 226 und die Kernladungszahl 88, enthält also im Kern 88 Protonen und $226 - 88 = 138$ Neutronen. Für alle chemischen Vorgänge sind allein die Hüllen-Elektronen maßgebend, während alle radioaktiven Vorgänge mit Veränderungen im Kern verbunden sind.

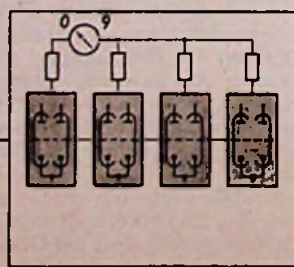
Durch das Aussenden von α - und β -Teilchen tritt gleichzeitig eine Umwandlung der Elemente ein. Gibt ein Atomkern ein α -Teilchen (doppelt positiv geladenes Heliumatom) ab, dann verringert sich sein Atomgewicht um 4 und es entsteht ein neues Element, dessen Kernladungszahl um 2 kleiner ist als die des Ausgangselements. Es muß also doppelt negativ geladen (ionisiert) sein. Wird andererseits ein β -Teilchen ausgestrahlt, dann bleibt das Atomgewicht unverändert und es entsteht ein einfach positiv geladenes Atom (Ion). Es gibt nun Atome gleichen chemischen Charakters, also gleicher Elektronenhülle, aber verschiedener Kernmasse. Solche Atome werden „Isotope“ genannt und lassen sich durch chemische Methoden im allgemeinen nicht trennen. Die in der Natur vorkommenden Elemente bestehen meistens aus mehreren Isotopen, deren relative Häufigkeit verschieden ist. Das Edelgas Neon hat beispielsweise die Ladungszahl (Ordnungszahl) 10, besteht aber aus drei verschiedenen Atomarten mit den Massezahlen 20, 21 und 22 mit einer relativen Häufigkeit von 90,51, 0,28 und 9,21%. Da jedes dieser Neon-Isotope in seiner Hülle 10 Elektronen enthält, zeigen alle drei Isotopen ein gleiches chemisches Verhalten.

Rutherford hat gezeigt, daß jedes radioaktive Element durch die Geschwindigkeit seines Zerfalls gekennzeichnet ist. Die „Halbwertszeit“ ist die Zeit, innerhalb der von einer bestimmten Anzahl Atome die Hälfte zerfallen ist. Sie ist außerordentlich verschieden und liegt zwischen vielen Millionen Jahren und Sekundenbruchteilen. Hat ein Element beispielsweise eine Halbwertszeit von einem Jahr, dann bedeutet das, daß nach einem Jahr die Hälfte aller Atome zerfallen ist, im Zeitraum von einem weiteren Jahr zerfällt wieder die Hälfte der verbliebenen Atome, so daß nach zwei Jahren noch ein Viertel der ursprünglichen Atome vorhanden ist und so weiter fort.

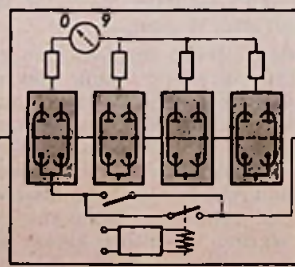
Es war nun eine der bedeutendsten Entdeckungen der letzten Jahre, nahezu jedes Element künstlich radioaktiv machen zu können. Im Atommeiher (pile) werden durch Beschuß mit Neutronen Elemente künstlich radioaktiv und stehen als „Spaltprodukte“ für viele Anwendungszwecke in Wissenschaft, Medizin und Technik zur Verfügung. Die künstliche Radioaktivität erst ermöglichte die weitgehende Verwendung radioaktiver Isotopen, weil diese zu Preisen lieferbar sind, die wesentlich unter denen der natürlich radioaktiven Elemente liegen. Hinzu kommt als weiterer Vorteil, daß für bestimmte Anwendungszwecke Isotopen ausgesucht werden können, deren Strahlungsart und Halbwertszeit dem Verwendungszweck entsprechen. Will man z. B. mit Hilfe radioaktiver Strahlung die Weltgehende Verwendung radioaktiver Isotopen, weil diese zu Preisen lieferbar sind, die wesentlich unter denen der natürlich radioaktiven Elemente liegen. Hinzu kommt als weiterer Vorteil, daß für bestimmte Anwendungszwecke Isotopen ausgesucht werden können, deren Strahlungsart und Halbwertszeit dem Verwendungszweck entsprechen. Will man z. B. mit Hilfe radioaktiver Strahlung die Weltgehende Verwendung radioaktiver Isotopen, weil diese zu Preisen lieferbar sind, die wesentlich unter denen der natürlich radioaktiven Elemente liegen. Hinzu kommt als weiterer Vorteil, daß für bestimmte Anwendungszwecke Isotopen ausgesucht werden können, deren Strahlungsart und Halbwertszeit dem Verwendungszweck entsprechen.



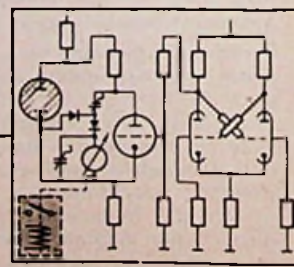
Elektromechanischer Zähler



Elektronischer Zähler



Elektronischer Eingangszähler



Mittelwertmesser

von Strahlungsmeßgeräten

ein radioaktives Isotop (z. B. Jod oder Natrium) für Schilddrüsen und Kreislaufuntersuchungen, dann wird man ein Isotop mit kleinerer Halbwertszeit wählen, um einen möglichst schnellen Zerfall der nicht durch den Stoffwechsel ausgetauschten Isotopen zu erreichen.

Anwendungsgebiete

Die moderne Strahlungsmeßtechnik ist heute so weit, daß sie nicht nur qualitativ Strahlung und deren Verlauf nachweisen kann, sondern sie erlaubt auch sehr genaue quantitative Messungen. Obwohl die Entwicklung eigentlich noch in den Anfängen steckt, sind die erreichten Ergebnisse teilweise so erstaunlich, daß ohne Zweifel für die nächste Zukunft noch mit zahlreichen weiteren Anwendungsgebieten der Strahlungsmeßtechnik und der Strahlungsmeßtechnik gerechnet werden kann. Nicht allein Physik, Chemie und Biologie bedienen sich der radioaktiven Isotopen, sondern auch Medizin und Technik. Mit Hilfe geeigneter Strahlungsmeßgeräte ist es z. B. möglich, neue radioaktive Atomarten zu suchen; aber auch die analytische Chemie verwendet sie als zusätzliches Hilfsmittel und als spezielles Verfahren. In der Geophysik sind bestimmte Bodenschätze (Kalium und Mineralölvorkommen) durch ihre Radioaktivität aufzufinden. 70 % aller radioaktiven Isotopen werden in den USA für medizinische Zwecke verwendet, und auch in Deutschland arbeiten Diagnostik und Therapie mit solchen Isotopen in zunehmendem Maße. Die bei dem ständigen Zerfall der instabilen Isotopen frei werdende Strahlungsenergie kann z. B. mit Hilfe von Geiger-Müller-Zählrohren auf bequeme Weise von der Außenseite des Körpers aus verfolgt werden. Aus der Höhe der Speicherung einer applizierten Dosis Radium-Jod ist beispielsweise auf den Schilddrüsen-Funktionszustand zu schließen; ebenso kann durch die Anreicherung von mit Radiumjod versetztem Fluoreszein und mit radioaktivem Phosphor nach intravenöser Applikation die Lage von Tumorgewebe festgestellt werden. Bei der Radiokardiografie sind die Durchströmungsbedingungen des Herzens nach intravenöser Injektion von radioaktivem Natrium mit einem registrierenden Zählrohrgerät grafisch darzustellen. Auch werden radioaktives Natrium und radioaktiver Phosphor zur Beurteilung peripherer Gefäßerkrankungen herangezogen.

In der Technik haben Isotopen auch bereits weitgehend Eingang gefunden. Für die laufende Bestimmung der Dicke von Folien geht man, um ohne Berührung des Meßobjektes während des Herstellungsprozesses Toleranzüberschreitungen feststellen und registrieren zu können, so vor, daß man ein künstliches Radioisotop mit langer Halbwertszeit auf der einen Seite der Folie anbringt und die Schwächung der Strahlung infolge Absorption in der Folie auf der anderen Seite mit einer Ionisationskammer mißt. Dieses Verfahren ist nicht nur zur Messung von Papier, Metall- und Kunststoffolien usw. geeignet, sondern wird auch in Feinblechwalzwerken beim Auswalzen von Blechen benutzt. Die Genauigkeit der Messung ist sehr groß. Bei Verwendung von Thallium 204 und bei dem sehr geringen Flächengewinn von 10 g/m² ist der Meßfehler nur $\pm 0,5 \text{ g/m}^2 \pm 5 \%$.

Auch in der Eisenhüttenkunde benutzt man heute schon Isotopen, um z. B. bei der Entschwefelung des Roheisens im Thomas-Konverter die Verteilung eines Elementes auf Schmelze und Schlacke zu bestimmen. Weiterhin ist es mit derartigen Verfahren möglich, Kohlenstoff noch bei einem

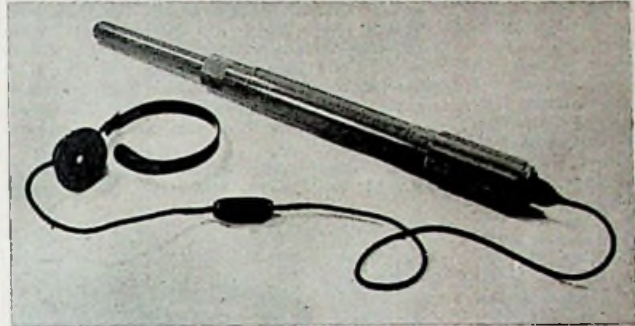
Gehalt von 0,05 % festzustellen. Des weiteren kann auf diese Weise die Abnutzung der Hochofenwände überwacht werden, indem ein eingebautes radioaktives Kobaltpräparat von außen während des Betriebs kontinuierlich mit einem Strahlungsmeßgerät gemessen wird. Ist die Korrosion der Wand bis zu dieser Stelle fortgeschritten, dann schmilzt das Kobaltpräparat, die Strahlung hört an der Meßstelle auf und gleichzeitig ist Radioaktivität im Eisen oder in der Schlacke nachweisbar.

Die Abnutzung von Metallflächen und der Abrieb von Lagern läßt sich ebenfalls mit derartigen Methoden feststellen. Eine der beiden aufeinander

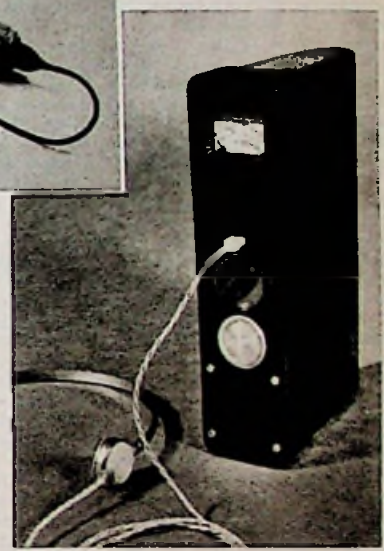
kann. Wie die Kurve des Stromverlaufs in Abhängigkeit von der angelegten Spannung erkennen läßt, schließt sich an den ohmschen Bereich der Sättigungsbereich an. Im ohmschen Bereich werden die Ionen vor Erreichen der Elektroden durch Rekombination elektrisch neutral. Der eigentliche Meßbereich ist der Sättigungsbereich. In ihm ändert sich die Stromstärke bei Erhöhen der Spannung nicht mehr. Der Sättigungsstrom hängt nur von der Zahl der in der Ionisationskammer gebildeten Ladungsträger ab.

Mittels Ionisationskammer wird auch die Einheit der Dosis, das „Röntgen“ (r), definiert. Die Einheit von 1 Röntgen ist die Strahlenmenge, die in 1 cm³ Luft bei 0° C und 1 Atm. Druck die Ladung von 1 elektrostatischen Einheit erzeugt. Die Intensität der Strahlung wird in Röntgen/Zeiteinheit gemessen, also z. B. r/Tag oder r/Stunde.

Das von Geiger und Müller angegebene Zählrohr zeichnet sich durch hohe Empfindlichkeit aus. Das „Glockenzählrohr“ ist ein metallischer Zylinder, den oben ein dünnes Glimmerfenster abschließt, während unten der Zählrohrdraht mit Hilfe



Links: Radiator „FH 40 M“; darunter: Radiometer „FH 40 H“ (beide Frieseko & Hoepfner). Unten: Strahlungsmeßgerät „PW 4010“ für Batteriebetrieb (Philips)



gleitenden Flächen wird mit radioaktivem Material bedeckt, wozu man z. B. die Fläche mit Protonen oder α -Teilchen bestrahlt; sie dringen nur wenige tausendstel Millimeter in die Oberfläche ein und erzeugen in der oberflächennahen radioaktiven Atomarten. Der Abrieb einer Fläche ist dadurch zu verfolgen, daß man das Schmieröl auf seine Aktivität laufend untersucht.

Neben diesen Gebieten interessiert besonders der Strahlenschutz in Röntgenanlagen und in Betrieben, die radioaktive Materialien verarbeiten. Für Luftschutzzwecke kommt kleinen, tragbaren Geräten, die mit eingebauten Batterien arbeiten, eine große Bedeutung zu.

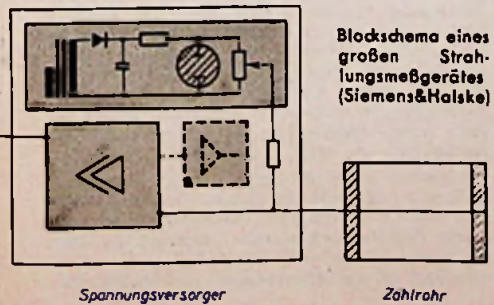
Meßmethoden

Für die praktische Arbeit sind Meßgeräte erforderlich, die entweder die Anwesenheit radioaktiver Strahlung nachweisen oder quantitativ zu messen erlauben. Die wichtigsten Meßmethoden bedienen sich dabei der ionisierenden Wirkung der im allgemeinen energiereichen Kernstrahlung. Bei den ersten Arbeiten wurde bereits beobachtet, daß sich ein aufgeladenes Blättchenelektrometer bei der Annäherung eines radioaktiven Präparats entlädt, wobei die Entladungzeit durch den Abstand und die Stärke des Präparats bestimmt wird. Unter dem Einfluß der Strahlung wird die Luft ionisiert, d. h. leitend, und läßt die Ladung des Elektrometers zur Erde abfließen.

Für quantitative Messungen ist die Ionisationskammer geeignet, die z. B. aus einem innen graphitierten Pappzylinder als Elektrode und einer Stiftelektrode besteht. Läßt man die Strahlung die Kammer durchsetzen, dann werden die gebildeten Ionen einen Stromfluß durch die auf eine hohe Spannung aufgeladene Kammer ermöglichen, der mittels empfindlicher Meßgeräte gemessen werden

eines Isolierstopfens gehalten wird. Um Spitzenentladungen auszuschließen, enthält das Ende des Zählrohrdrahtes eine Glasperle. Das Zählrohr wird je nach Verwendungszweck mit einem bestimmten Gasgemisch (z. B. Argon und Alkoholdampf) gefüllt, und am Zählrohr liegt eine positive Spannung bis zu etwa 2000 V. Für die Arbeitsweise des Zählrohrs sind drei Bereiche charakteristisch. In der Doppelcharakteristik sieht man auf der Abszisse die angelegte Zählrohrspannung, auf der oberen Ordinate die Impulszahl und auf der unteren Ordinate die Impulshöhe (Zählrohrstrom). Im „Ionisationskammerbereich“ werden bei niedriger Spannung die von der Strahlung erzeugten Ionen durch die angelegte Spannung lediglich abgesaugt. Im „Proportionalbereich“ bei mittlerer Spannung ist die Größe oder Höhe der Impulse annähernd proportional der Zahl der primär ausgelösten Elektronen. Schließlich breitet sich im „Auslösebereich“ bei hoher Spannung unabhängig von der primären Ionisation eine lawinenartige Entladung über das ganze Zählrohr aus. Ist die Einstrahlung konstant, dann bleibt auch die Zahl der je Zeiteinheit ausgelösten „Impulse“ praktisch konstant und wird nur durch die infolge der das Zählrohr durchsetzenden kosmischen Strahlung (Nulleffekt) geringfügig verändert.

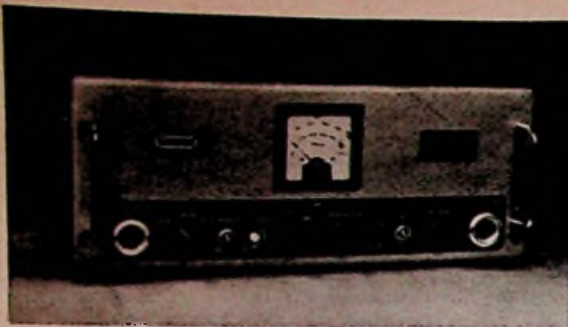
Bei der Strahlungsmessung mit dem Zählrohr kann man im Zählbereich die einzelnen Quanten des Atomzerfalls zählen. Die Industrie stellt verschiedene Zählrohre her, wie z. B. außer dem Glockenzählrohr noch das Becherflüssigkeitszählrohr für die Messung der spezifischen Radioaktivität von Flüssigkeiten, sowie ein Spezial-Gamma-Zählrohr mit Wismut-Belag oder großflächige Zählrohre zur Messung der Radioaktivität von Oberflächen usw. Ferner gibt es den Szintillationszähler, der noch empfindlicher ist als das Geiger-Müller-Zählrohr.



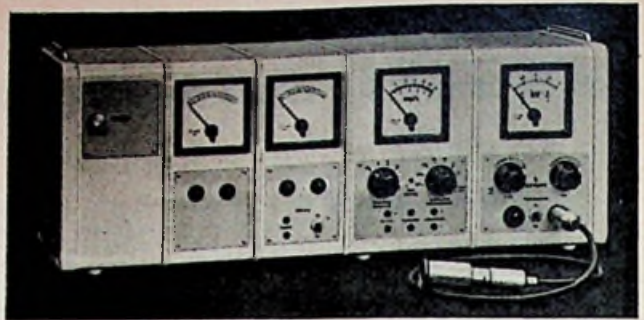
Blockschema eines großen Strahlungsmeßgerätes (Siemens & Halske)

Spannungsversorger

Zählrohr



Links: Durag-Zählrohrgerät „D-ZRV11“ (Werkfoto Durag)



Rechts: Strahlungsmeßgerät für Mittelwertmessung und Zählung (Siemens & Halske)

Für die Zählung der Impulse ist es notwendig, die vom Zählrohr gelieferten Stromstöße in eine sichtbare Anzeige umzuwandeln. Dazu bedient man sich entweder der Dual-Stufen, die an ihrem Ausgang ein mechanisches Zählwerk steuern oder ein Zeigerinstrument, um gleichbleibende Intervalle ausschlagen zu lassen, oder aber der modernen elektronischen Zählrohre EIT (Valvo). Das Blockschema eines typischen Strahlungsmeßgerätes (Siemens) zeigt insgesamt fünf Aufbaueinheiten. Der Spannungsversorger enthält die Spannungserzeuger für das Zählrohr und für das Gesamtgerät sowie den Arbeitswiderstand und einen Verstärker mit Lautsprecher für die Wiedergabe der Zählrohrimpulse. Die verstärkten Zählrohrimpulse werden entweder einem Mittelwertmesser oder einer Einzel-Zähleinrichtung oder auch einer Kombination beider zugeführt. In dem sich anschließenden Mittelwertmesser laden die verstärkten Impulse über einen elektronischen Schalter den Meßkondensator auf und entladen ihn. Die Zahl der Umladungen ergibt im zeitlichen Mittel einen Stromwert, der von einem in Imp/s geeichten Meßinstrument angezeigt wird. Zur Einzelzählung während einer bestimmten Einschaltdauer führt man die Impulse direkt vom Verstärker oder über den Mittelwertmesser der Zähleinrichtung zu. Diese besteht aus einem oder zwei elektronischen Zählern und aus einem mechanischen Zähler. Die elektronischen Zähler sind dekadische Unter-setzer und untersetzen 10 : 1. Es werden lediglich die tatsächlichen Impulse des Zählrohrs gezählt. Soll die absolute Impulszahl festgestellt werden, so muß man die Zählrohr-Totzeit berücksichtigen. Die Schaltung des sich anschließenden elektronischen Eingangszählers ist so ausgeführt, daß zehnfache Unterersetzung entsteht, also nach je zehn Eingangsimpulsen ein Ausgangsimpuls zur nächsten Gerätestufe gelangt. Auf die nächstfolgende Stufe, den elektronischen Zähler, kann verzichtet werden, wenn es auf weniger hohes Auflösungsvermögen ankommt. Der elektromechanische Zähler zeigt auf einem Rollenzählwerk die ersten vier Dezimalstellen der Impulssumme an.

Strahlungswarngeräte für Batteriebetrieb

Von der Industrie werden verschiedene Strahlungswarngeräte herausgebracht, die ausgesprochene Universaltypen sind und aus Batterien gespeist werden. Man kann daher im Labor, Versuchs-

gelände usw. Strahlungsschutzmessungen bei wissenschaftlicher, technischer und medizinischer Anwendung radioaktiver Strahlen, Streustrahlungsmessungen an Röntgenanlagen usw. bequem durchführen.

Zur Messung von Gammastrahlen und für den Nachweis von Betastrahlen stellt die *Frieseke & Hoepfner GmbH.*, Erlangen-Bruck, das Radiameter „FH 40 H“ her. Es ist ein Zählrohrgerät hoher Empfindlichkeit mit zwei Meßbereichen (0 ... 25 mr/h und 0 ... 1 r/h). Eine Dosisleistung von 1 mr/h erzeugt auf der Skala des geeichten Meßinstruments einen Ausschlag von etwa 5 mm. Die Genauigkeit der Anzeige ist $\pm 10\%$ vom Skalenbogen (bei $+20^\circ\text{C}$).

In Form eines Stabes erscheint der Radiator „FH 40 M“ von *Frieseke & Hoepfner*, der ein Strah-



Strahlungsmeßgerät „4035“ (Philips)

lennachweisgerät mit akustischer Kopfhöreranzeige ist und ein langlebiges, gegen Beschädigung geschütztes Zählrohr (Lebensdauer etwa 10^9 Impulse) sowie eine 1,5-V-Stabbatterie verwendet. Der stabförmige Mittelteil des Gerätes enthält die Hochspannungs- und Verstärkereinheit. Das leicht austauschbare Zählrohr ist durch eine Aluminiumkappe geschützt. Da das Gerät nur 900 Gramm wiegt und die Stromentnahme gering ist (50 mA), eignet es sich vorzüglich für transportable Verwendung.

Handliches Format (168x43x105 mm), geringes Gewicht (etwa 730 Gramm einschl. Batterien) sowie tropensicherer und wasserdichter Aufbau sind Vorzüge des Philips-Batterie-Strahlungswarngerätes „PW 4010“. Das Geiger-Müller-Zählrohr ist im Gehäuse eingebaut. Da zwei Meßbereiche für hohe und niedrige Strahlungsintensitäten (0 ... 25 mr/h und 0 ... 1,25 mr/h) vorgesehen sind, ist das Gerät universell verwendbar. Für den Nachweis sehr schwacher Strahlungen kann ein Kopfhörer angeschlossen werden. Die Schaltung zeichnet sich dadurch aus, daß nur dann Strom aus den Anodenbatterien entnommen wird, wenn das Zählrohr Impulse registriert. Der an der Frontseite angebrachte Zentralschalter schaltet die Meßbereiche ein. In einer weiteren Stellung wird ein Kondensator aufgeladen, der die Spannung für das Zählrohr liefert. Zwei weitere Schaltstellungen dienen der Kontrolle der Miniatur-Batterien.

Das Batterie-Zählrohrgerät „D-ZRV 15“ der *Durag* verwendet zum Strahlungsnachweis ein Niederspannungszählrohr, dessen Impulse nach Integration auf das Steuergitter der Abstimmanzeigerröhre DM 72 (Magischer Strich) gegeben werden. Der Grad der Strichausleuchtung ist ein Maß für die eingestrahelte Intensität.

Demonstrationsgerät einer Rückstrahlmeßanlage zur berührungslosen Flächengewichts- und Dickenmessung von Bändern, die nur von einer Seite zugänglich sind; Meßbereich bis 3500 g/m^2 (F & H)

Größere Strahlungsmeßgeräte

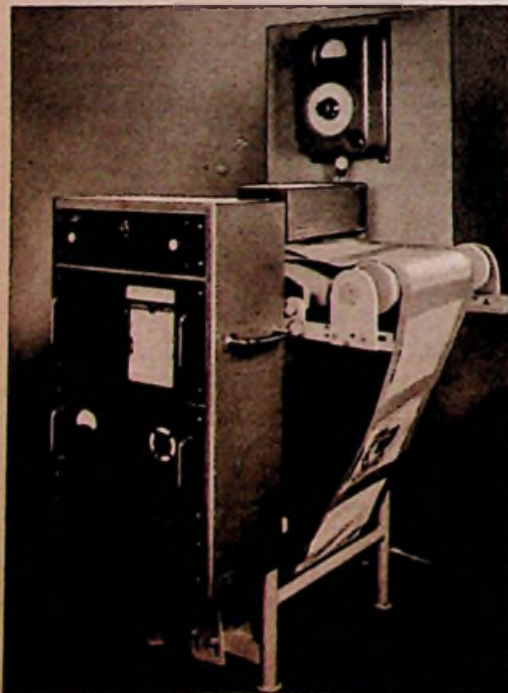
Für exakte Messungen stellen die Spezialfirmen hochwertige Meßgeräte zur Verfügung. Die *Durag* hat z. B. für die genaue Bestimmung der Strahlungsintensität das Zählrohrgerät „D-ZRV 11“ entwickelt, das mit Integrationsanzeige arbeitet. Die eingebaute Impulsformierstufe bringt sämtliche aufgenommenen Impulse auf gleiche Höhe, Form und Dauer. Die Anzeige erfolgt bei sehr niedrigen Intensitäten durch ein elektromechanisches Zählwerk und bei größeren Intensitäten durch ein Zeigerinstrument. Für Präzisionsmessungen liefert die Firma das Zählgerät „DZ 19“; es hat regelbare Empfindlichkeit und verwendet für die Anzeige Dekadenröhren. Der Relaisausgang ermöglicht das Zählen ohne dauernde Überwachung. Sobald die vorher eingestellte Impulszahl erreicht ist, werden durch das Relais andere Vorgänge ausgelöst (z. B. eine Stoppuhr). Wird eine statistische Genauigkeit von 1% gefordert, dann hat man 10 000 Impulse zu zählen und stellt dementsprechend auf 10 000 ein. Eine Stoppuhr zeigt die zur Abzählung von 10 000 Impulsen benötigte Zeit an. Gleichzeitig kann durch das Relais ein Probenwechsler betätigt werden. Das *Durag*-Zählrohrgerät läßt sich mit Zählgeräten zu Meßeinheiten zusammenstellen.



Strahlungsmeßgerät „FH 49“ (Frieseke & Hoepfner)

Das Programm von *Frieseke & Hoepfner* enthält neben dem Strahlungsmeßgerät „FH 41 A“ (Impulszahl am Zählwerk ablesbar; zehnfache elektronische Unterersetzung; Impulshöhen-Begrenzerstufe; Anschlußmöglichkeit für integrierendes Zeigergerät), u. a. das neuentwickelte große Strahlungsmeßgerät „FH 49“, das ein sechsstelliges elektronisches Zählwerk verwendet und ein Auflösungsvermögen bis $3\ \mu\text{s}$ hat. Weitere Vorzüge sind integrierende Anzeige, Bereich $3 \cdot 10^2$ bis $3 \cdot 10^6$, einstellbare Anzeigedämpfung und drei wählbare Betriebsarten (Handbetätigung für Start, Stopp und Null, Zeitvorwahlbetrieb mit eingebauter Stoppuhr bis 6 min; Impulsvorwahlbetrieb für 100, 200, 300, 1000, 2000 ... 4 000 000 Impulse, automatische Zeitanzeige an eingebauter Stoppuhr). Ferner besteht Anschlußmöglichkeit für Fernsteuerung und für Schreiber zur integrierenden Aufzeichnung.

Ein umfangreiches Programm an Strahlungsmeßgeräten bietet *Philips* an. Bekannt sind die Geräte „PW 4031“ (Vorverstärker, Impulsformer, elektronische Dekade, sechsstufiges mechanisches Zählwerk) sowie „PW 4041“ (dreifach regelbare Zeitkonstante für das Anzeigergerät, fünf Meßbereiche,



Eichkontrolle, Lautsprecherkontrolle). Eine Neukonstruktion ist das Strahlungsmeßgerät „4035“, das vier Dekadenzählröhren verwendet und eine Auflösungszeit von 3 μ s hat. Die Eingangsempfindlichkeit ist etwa 0,5 V Spitzenwert. Es sind sechs vorwählbare Impulswerte (100, 300, 1000, 3000, 10 000 und 30 000 vorgesehen. In der siebenstelligen Stellung des Wahlschalters kann auf Messung mit vorbestimmter Zeit übergegangen werden. Eine eingebaute Stoppuhr mit 30-Minuten-Skala und 0,2 s Genauigkeit mißt die Zeit für den Ablauf der Anzahl der vorgewählten Impulse. Die vom Zählrohr abgegebenen Spannungsimpulse werden in der Eingangsstufe verstärkt und entweder direkt oder über einen Dreifach-Untersetzer einer Impulsformarstufe zugeleitet. Am Ausgang dieser Stufe entstehen Impulse bestimmter und gleichbleibender Form. Diese steuern den Elektronenstrahl in der nachfolgenden Dekadenzählröhre. Das kompakt gebaute Gerät ist einfach zu bedienen und beansprucht wenig Raum (Abmessungen 375 x 220 x 260 mm).

Das Baukastensystem hat Siemens bei seiner Strahlungsmeßgeräte-Serie angewandt. Die einzelnen Baustufen (Spannungsvorsorger, Mittelwertmesser, elektronischer Eingangszähler, elektronischer Zähler und elektromechanischer Zähler) können leicht miteinander kombiniert werden. Das Baukastensystem gestattet ferner, nachträglich Erweiterungen vorzunehmen.



KURZNACHRICHTEN

Personalien

70 Jahre wurde Herr Professor Dr. phil. Heinrich Faßbender am 23. Juni. Ab 1914 wirkte er als Privatdozent und später als außerplanmäßiger Professor an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg. 1922 folgte er einem Ruf nach La Plata und wurde nach seiner Rückkehr Abteilungsleiter in der DVL. 1935 zum ordentlichen Professor für Hochfrequenztechnik und Flugfunkwesen der TH Berlin-Charlottenburg ernannt, wurde Herr Prof. Faßbender bald darauf bis 1945 auch die Leitung des Instituts für Schwingungsforschung übertragen. 1949 trat er in den Ruhestand, stellte sein großes Wissen jedoch auch weiterhin der HF-Technik zur Verfügung. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter einer Industriefirma war er z. B. in den letzten Jahren maßgeblich an der Entwicklung von Strahlungsmeßgeräten beteiligt.

30 Jahre ist am 11. Juli Herr Carlo Wustandt bei den Hellwatt Werken tätig. Er legte mit den Grundstein zu Nora Radio und ist als Vertriebsleiter und Prokurist in weiten Kreisen des Rundfunk-, Groß- und Kleinhandels zu einem mit dem Namen Nora Radio eng verwachsenen Begriff geworden.



25 Jahre gehört am 10. Juni Herr Direktor Franz Stader dem Hause Telefunken an. Seine Tätigkeit als Vertriebsfachmann brachte ihn in besonders enge Fühlung mit dem Rundfunkhandel in allen Teilen Deutschlands. Im Vorjahr übernahm Herr Direktor Stader die Leitung der Münchener Telefunken-Geschäftsstelle.

Die FUNK-TECHNIK gratuliert den Jubilaren aufrichtig zu ihren Ehrentagen.

Vorschläge für Amateurfernsehen

Der DARC e. V. unterbreitete vor einiger Zeit den zuständigen Stellen Vorschläge zur Erteilung von Fernsehlicenzen. Demnach soll die Lizenz auf besonderen Antrag erteilt werden. Erwünscht sind eine Sendeleistung von 20 W (Synchronspitze) und eine Bildfrequenz von 445 MHz (Konstanz 10^{-4}) \pm 5 MHz. Die Sendefrequenz für den Ton soll im jetzigen 70-cm-Band liegen (430...440 MHz). In technischer Beziehung ist eine solche Regelung sehr vorteilhaft, da Störungen durch den normalen Amateurfunk weitgehend vermieden werden. Ferner würde sich bei einer Sendefrequenz für den Tonsender von 439,5 MHz ein der deutschen Norm entsprechender Abstand von 5,5 MHz zwischen Bild- und Tonträger ergeben. Damit könnten die Sendungen mit Hilfe eines normalen Fernsehempfängers in Kanal 3 aufgenommen werden, der über einen geeigneten Konverter (z. B. mit einer Überlagerungsfrequenz von 500 MHz) verfügt. Die Voraussetzung hierzu bil-

Sondergeräte für Kontrollzwecke

Ein Beispiel der bereits erwähnten industriellen Anwendungen ist die Flächengewichts- und Dickenmeßanlage von Frieseke & Hoepfner. Die Strahlung eines radioaktiven Stoffes, der sich auf der einen Seite eines zu messenden Bandes befindet, wird beim Durchgang durch das Band um so mehr geschwächt, je dicker das Band oder je höher sein Flächengewicht ist. Eine Strahlungsmeßeinrichtung auf der anderen Seite des Bandes nimmt bei einem dickeren Band geringere Strahlung auf. Bei der von Frieseke & Hoepfner entwickelten Flächengewichts-Meßanlage „FH 46“ wird zur Verstärkung des sehr kleinen vom Strahlungsempfänger (Ionisationskammer) gelieferten Stromes eine Meßverstärkerschaltung hoher Empfindlichkeit und Stabilität ausgenutzt. Die Anlage ist dreiteilig. Der Meßwert des Abweichungsanzeigers wird durch einen Bandschreiber laufend registriert. d-r

Schrifttum

- [1] A. Kübler u. P. Nennung, „Ein neues Geiger-Müller-Strahlungsgerät“, Siemens-Zeitschrift, 1952, H. 8, S. 351
- [2] Dr. O. Blunck, „Meßgeräte für radioaktive Strahlung“, Die Elektro-Post, 1954, H. 13, S. 213
- [3] Frieseke & Hoepfner, „Anwendung der Strahlungsmeßgeräte“, 2. Auflage, 1952.

det allerdings die Erweiterung des 70-cm-Bandes um 10 MHz. Dieser Bereich ist zwar heute noch für Amateure gesperrt, doch scheint die Freigabe in absehbarer Zeit nicht völlig ausgeschlossen.

Empfänger-Neuheitstermin

Ab 17. Juli 1954 geben die Firmen ihre Empfänger-Programme 1954/55 bekannt. Die FUNK-TECHNIK wird im Heft 14 die Kurzdaten der neuen Rundfunk-Empfänger und in den anschließenden Heften entsprechende Angaben über Phono-Kombinationen, Musiktruhen und Fernsehempfänger veröffentlichten.

Gesellschaft zur Förderung von Rundfunk und Fernsehen e. V.

Das in Fachkreisen schon seit längerer Zeit erörterte Problem einer Gemeinschaftswerbung für Rundfunk und Fernsehen konnte nunmehr durch die Gründung der „Gesellschaft zur Förderung von Rundfunk und Fernsehen e. V.“ gelöst werden. Die neue Gesellschaft mit dem Sitz in Köln wurde vom Beirat der Fachabteilung Rundfunk und Fernsehen im Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie in Übereinstimmung mit den Verbänden des Groß- und Einzelhandels und dem Verband des Rundfunkmechanikerhandwerks gegründet.

VDE-Fachtagung

Am 11. und 12. Juni fand in Wuppertal die VDE-Fachtagung „Elektronische Messung mechanischer Größen“ statt, auf der eine Reihe von Themen aus dem Gebiet der Meßfühler, der Verstärker der Sicht- und Schreibgeräte und dazugehöriger Probleme behandelt wurde.

Belebung des Fernsehgeschäftes

Der zur Zeit laufende internationale Programmaustausch hat ganz allgemein zu einer starken Belebung des deutschen Fernsehgeschäftes geführt. Dieser Impuls scheint insbesondere auch auf die Übertragung großer sportlicher Veranstaltungen zurückzuführen zu sein. Wie aus den Kreisen der Industrie und des Handels verlautet, sind in vielen deutschen Gebieten Fernsehempfänger restlos ausverkauft.

Deutsche Meisterschaft für Fernlenkmodelle 1954

Voranmeldungen für die Teilnahme an dem am 2. und 3. Oktober 1954 in Braunschweig stattfindenden Wettbewerb „Deutsche Meisterschaft für Fernlenkmodelle“ sind bis zum 1. September 1954 an die Gesellschaft für Fernlenkmodelle, Darmstadt, Schulstr. 9, zu richten. Ausschreibungsbedingungen können dort angefordert werden.

Goldmedaille für Graetz-Radio

Der ägyptische Staatspräsident General Nagib überreichte gelegentlich seines Besuchs am Graetz-Messestand auf der Kalroer Ausstellung eine Goldmedaille für besondere Leistungen.

Von Sendern und Frequenzen

Erweiterungsbauten auf der Hornisgrinde

Auf der Sendestation Hornisgrinde des Südwestfunks werden gegenwärtig Erweiterungsbauten für die Aufnahme des neuen 100-kW-Fernsehsenders durchgeführt, der voraussichtlich ab Oktober d. J. in Betrieb genommen werden soll.

Zweites Fernsehstudio in Stuttgart

In diesen Tagen wird der Süddeutsche Rundfunk in einer Halle des Stuttgarter Höhenparks Killesberg sein zweites Fernsehstudio eröffnen.

Kosten der Fernsehstrecken

Für die Errichtung neuer Fernsehstrecken müssen in den nächsten drei Jahren außerordentlich hohe Summen ausgegeben werden. Die Richtfunkstrecke Frankfurt a. M.—München wird mit etwa 3,6 Millionen DM veranschlagt, während die Anschlußverbindung zum Wendelstein rund 0,3 Millionen DM kosten dürfte. Eine andere wichtige Relaisstrecke München—Nürnberg ist mit 1,8 Millionen DM kalkuliert. Man rechnet ferner mit einer Summe von 1,4 Millionen DM für den endgültigen Ausbau der Strecke Hamburg—Höbbeck.

Erhebliche Summen sind ferner für die verschiedenen Fernseh-Anschlußstrecken nach dem Ausland aufzuwenden. Die Relaisverbindung nach Holland und Belgien kostet z. B. 0,7 Millionen DM, während der Anschluß zur Schweiz mit ungefähr 1,2 Millionen DM beziffert wird. Auch die Verbindung nach Dänemark wird auf etwa 1,2 Millionen DM kommen.

Tagung für internationalen Programmaustausch

Nach erfolgreichen Besprechungen, die zwischen dem Südwestfunk, der Schweizerischen Rundsprudgesellschaft und den österreichischen Landesendern Tirol und Vorarlberg stattfanden und zunächst der allgemeinen Unterrichtung über interessierende Fragen im Zusammenhang mit dem weiteren Ausbau des Programmaustauschs dienen, ist beabsichtigt, Mitte August, gelegentlich der Einweihung des neuen Funkhauses in Baden-Baden, die Besprechungen mit den ausländischen Sendegesellschaften fortzuführen.

Ausbau des österreichischen Rundfunks

Für den technischen Ausbau des österreichischen Rundfunks ist ein Betrag von 5 Millionen DM vorgesehen. Etwa die Hälfte hiervon dient für den Aufbau des UKW-Sendernetzes, während ein erheblicher Betrag für die Fertigstellung des neuen Funkhauses in Salzburg verwendet werden soll.

Versuchsfernsehen auch in Schweden

In Stockholm wurde mit den ersten Fernseh-Versuchsendungen begonnen, die in der Offenlichkeit starke Beachtung fanden.

Fernsehübertragungswagen für zwei Sprachen

Anlässlich der Europäischen Fernsehwochen konnte der neue Aufnahmewagen des Schweizerischen Fernsehdienstes in Zürich seine Bewährungsprobe bestehen. Er ist ein englisches Marconi-Erzeugnis mit drei Fernsehkameras, zugehörigen Kontrollempfängern, einem Bildmischpult mit Kontrollempfänger und zwei kompletten Toneinrichtungen, die für zweisprachige Übertragungen vorgesehen sind und über zwei Mischverstärker verfügen. Ferner stehen ein Kontrollempfänger für den Berichtersteller am Mikrophon (z. B. bei Fußballreportagen), ein Direkt-Fernsehempfänger für das vom Uetliberg-Sender Zürich auf Kanal 3 ausgestrahlte Fernsehprogramm, etwa 600 m Kamera-kabel für Außenaufnahmen und ein Mikro-wellensender zur Verfügung.

Der neue Reportagewagen ist 7,2 m lang, 3,2 m hoch und 2,3 m breit. Er wiegt mit der gesamten Ausrüstung acht Tonnen. Das im Anhänger untergebrachte Aggregat ist für 15 kVA (220 V, 50 Hz) dimensioniert. Ein zweiter Wagen wird im Herbst für das Fernsehen der französischen Schweiz geliefert werden.

Industrielle elektronische Geräte

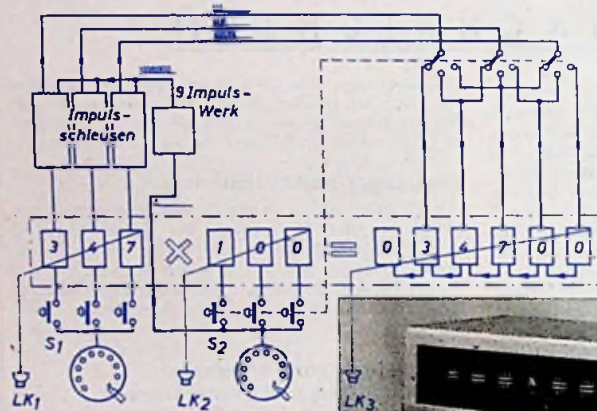
Die Verwendung der Elektronenröhre ist nicht unbedingt ein Kennzeichen der Elektronik; auch Beeinflussungen von Größen auf zum Beispiel magnetischem oder fotoelektrischem Wege lassen sich getrost zur Elektronik rechnen. Die Strahlungstechnik mit radioaktiven Stoffen (s. S. 346) ist ein Grenzgebiet. Ausstellungen geben nun immer einen guten Einblick in den derzeitigen Stand. So brachte u. a. die Deutsche Industrie-Messe Hannover eine überraschende Fülle von Anwendungen der Industrie-Elektronik; sie soll deshalb im allgemeinen als Grundlage dieser Übersicht dienen. Aber nicht als Schaustücke prunkten in diesem Jahr die Beispiele der Firmen. Die Elektronik hat sich vielmehr — so abgedroschen dieses Wort auch klingen mag — organisch der Technik eingefügt. Sie ist oft nur ein kleines, aber äußerst wichtiges regulierendes Rädchen im Ablauf eines mechanischen oder chemischen Herstellungsprozesses, manchmal nur der Anzeiger eines Zustandes oder eines Geschehens, in anderen Fällen aber selbständige Gestalterin.

Magnetische Spannungskonstanthalter und magnetische Verstärker

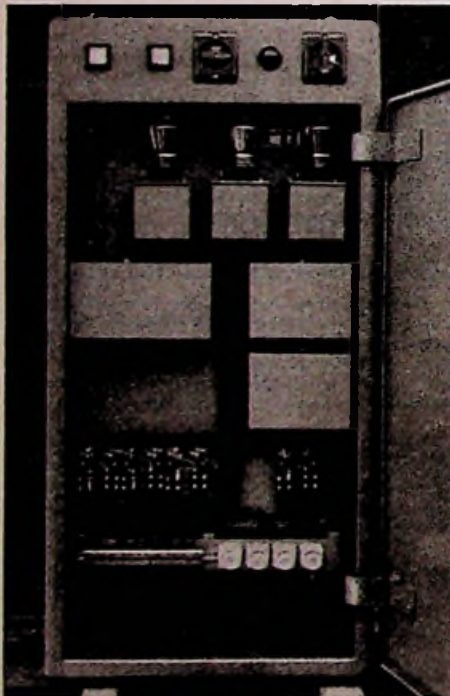
Wie stark für die Spannungskonstanthaltung, die Verstärkung und die Regelung heute schon magnetische Verfahren benutzt werden, bewiesen in Hannover viele Aussteller. Die Bemühungen der Fabrikanten magnetischer Konstanthalter für Wechselspannungen (Größen bis zu einigen kVA in ein- und dreiphasiger Ausführung sind üblich) richteten sich auch auf eine Vergrößerung des Regelbereiches; bei Schwankungen der Eingangs-

spannung um $\pm 15\%$ ist heute im allgemeinen die Toleranz der Ausgangsspannung etwa $1 \dots 2\%$, bei Sonderausführungen sogar nur noch etwa $0,5\%$. Auch die Schwankung der Ausgangsspannung zwischen Vollast und Leerlauf (bei normalen Ausführungen etwa $\pm 5\%$) konnte in Sondermodellen bis auf 2% heruntersetzt werden. Einige Firmen (Beispiele: Schlenker-Maler, Klein) legten ferner besondere Sorgfalt auf den Bau von Spezialtypen mit kleinem Oberwellengehalt bis herunter zu 3% . Dies war durch Einbau von Oberwellenfiltern auf der Ausgangsseite der Konstanthalter zu erreichen. Eine gewisse Unabhängigkeit von der Netzfrequenz (zwischen 47 und 52 Hz) und vom Phasenwinkel garantieren in anderen Ausführungen Frequenzzerter. Für eine beliebige Einstellung der Ausgangsspannung zwischen $0 \dots 265$ V stehen u. a. Laborgeräte mit magnetischem Konstanthalter und anschließendem Regeltrafo zur Verfügung.

sind fotoelektrische Steuerungen für elektrische Maschinen getreten, mit denen z. B. die Drehzahl von Kalandermotoren in Abhängigkeit vom Durchgang der Werkstoffbahnen nachgesteuert oder in anderen Maschinen eine seitliche Auslenkung nachkorrigiert wird. Die Abstufung von Zeichnungen zur automatischen Führung von Schneidbrennern gelingt ebensogut wie die Sicherung des Arbeiters gegen Unfälle an Stanzen, Pressen und Scheren. Für Verpackungs-, Dosier- und Sortiermaschinen, für Füllgut-Bunkersteuerungen, Überwachung bestimmter Ladehöhen, Ölfeuerungsüberwachung und für vielerlei Zählaufgaben haben fotoelektrische Geräte längst ihre Bewährungsprobe bestanden. Farbwert-, Glanz- und Trübungsmeßeinrichtungen machen von fotoelektrischen Verfahren Gebrauch. Allein schon diese kleine Aufzählung zeigt die fast unbegrenzten Möglichkeiten, zu denen auch die Übertragung bestimmter Meßinstrumenteneinstellungen gehört. Von den in Hannover vertre-

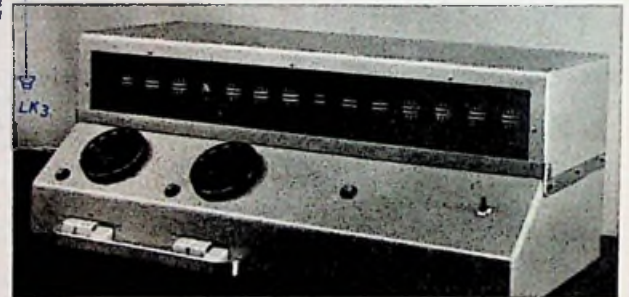


Demonstrationsgerät eines Multiplikators der Deutschen Philips GmbH mit der dekadischen Zählröhre EIT. Bedienungshinweise: A) Löschkнопfe LK₁, LK₂, LK₃ drücken; B) Eingabe des Multiplikanten für alle drei Dekaden, und zwar entsprechende Drucktaste eindrücken, dann Zifferwahl; C) Eingabe des Multiplikators für alle drei Dekaden, und zwar entsprechende Drucktaste eindrücken und dann Zifferwahl; D) Resultat ist rechts abzulesen



Unten: Lichtelektrische Zeichnungsabstufung für Brennschneidmaschinen, Type „FMK 5“ (G. Ziegler)

Steuerschrank für elektronische Motorregelung (1,2 kW), Drehzahlbereich 1 : 30 mit mehreren wählbaren Arbeitsgängen (Pintsch)



Die sehr geringen Toleranzen der Ausgangsspannung rein elektronischer Gleichspannungskonstanthalter (Beispiel: Klein; Eingangsspannung $\pm 10 \dots 15\%$; Ausgangsspannung bis herunter zu $0,01\%$) sind bei den magnetischen Wechselspannungskonstanthaltern nicht zu erwarten.

Magnetische Verstärker haben manche Regelaufgabe übernommen, die bisher nur mit Elektronenröhren zu bewältigen war. Der Ausgangsstrom dieser magnetischen Verstärker wird dabei durch eine Gleichstromvormagnetisierung kleiner Leistung gesteuert. Leistungsverstärkungen bis zu 10^5 lassen sich auf diese Weise erreichen. Grundsätzlich muß bei großen Verstärkungsgraden allerdings eine gewisse Verzögerung der Ausregelung mit in Kauf genommen werden. Spannungsregelung, Strom- und Spannungskonstanthaltung, Steuerung und Regelung von Motoren, Helligkeitssteuerung von Glühlampen, Temperatur- und Leistungsregelung von Ofen, Regelung von Generatoren und Gleichrichtern, aber auch die Verstärkung von kleinen Gleich- und Wechselspannungen in Fernsteuerungsanlagen usw. sind einige der Aufgaben, die bereits mit solchen „Transduktoren“ gelöst wurden. Die Typenauswahl geht bis zu beachtlichen Leistungen; die AEG bot z. B. Modelle zwischen 10 VA und 10 kVA an.

Lichtelektrische Steuerungen

Fotozelle, Fotoelement oder Fotowiderstand sind Abstuforgane für Helligkeit oder Schatten des nicht nur sichtbaren Lichtes. Im Zusammenwirken mit weiteren elektronischen Bauelementen ergibt sich eine Unzahl von Anwendungen für Anzeige-, Zähl-, Schalt- oder Regelzwecke. Zu Dämmerungsschaltern, Belichtungsmessern und Lichtschranken

tenen, in der Tabelle angekreuzten Firmen werden für fast alle Zwecke geeignete Lösungen geliefert. Auf den Seiten 353 und 354 sind als Beispiel drei spezielle Aufgaben näher beschrieben.

Elektronische Relais

Einige Firmen sind dazu übergegangen, elektronische Relais als selbständige Baueinheit herzustellen. Diese Relais sind meistens mit kleinen Thyratrons bestückt. So war bei Schleicher Relaisbau ein elektronisches Zeitrelais; das verzögert ein- und sofort ausschaltet (Zeitbereiche zwischen 0,01 und 12 s), zu sehen, desgleichen ein elektronischer Zeltschalter (schaltet sofort ein und nach Zeitablauf aus) mit beliebig wählbaren Impulsen (Zeitbereiche zwischen 0,01 und 12 s) und ferner ein elektronischer Kontaktgeber, bei dem Pausen und Kontaktbezeit zwischen 0,04 und 60 s veränderbar sind. Auch Eberle & Co. zeigte elektronische Vorstufen für elektromagnetische Relais und kleine elektronische Pressesteuerungen, die die Erfüllung der Unfallverhütungsvorschriften (Sicherung gegen unbeabsichtigten zweiten Stempelniedergang) gewährleisten.

Elektronische Motorregelung

Für elektronische Motorregelungen ist das Thyratron unerlässlich. In Abhängigkeit von der zu regelnden Drehzahl, des Drehmomentes oder der Leistung wird automatisch der Zündzeitpunkt des Thyratrons verändert. Der dadurch dem Feld und dem Anker von Gleichstrommotoren zugeführte mittlere Gleichstrom (bzw. die mittlere Gleichspannung) hält die zu regelnde Größe konstant. Solche fast schon genormten Steuerungen werden

heute in großem Umfang eingesetzt. Verlesen sei z. B. auf die Erläuterung einiger einfacher Schaltungen in FUNK-TECHNIK, Bd. 9 [1954], H. 9, S. 354, die auch für Schnellbremsung und Drehrichtungsumkehr des Motors ausgelegt sind. Erweiterungen sind sogenannte Programmsteuerungen, mit denen der gewünschte Ablauf eines Arbeitsganges vorher genau einzustellen ist. Besonders schwere Anforderungen stellen in dieser Hinsicht Cotton-Wirkmaschinen. Erprobte elektronisch geregelte Antriebe für solche Maschinen konnten Himmelwerk, Pintsch und Siemens-Schuckertwerke AG. vorführen.

Jovy brachte u. a. einen interessanten elektronischen Hobelmaschinenantrieb, der die Bestimmung des Umsteuerpunktes des Motors mit Hilfe eines elektronischen Zählergerätes mit Ziffernvorwahl durchführt.

Bemerkenswert war bei BBC ein Phasenvergleichsgerät zum Umschalten von Drehstrommotoren auf verschiedene Netze. Von den vielen weiteren Möglichkeiten der elektronischen Motorsteuerung sei noch auf Großanlagen für die Umkehrsteuerung von Walzenstraßen (AEG, BBC, SSW), auf die Regelung der Vorschubgeschwindigkeit von Brennschneidemaschinen (Ziegler), die Nachlaufregelung von Motoren usw. hingewiesen.

Elektronische Helligkeitssteuerungen

Auch für Helligkeitssteuerungen (Saalverdunkelungen) hat sich das Thyatron bewährt. Es erlaubt nicht nur eine verlustlose, stufenlose Helligkeitsregelung, sondern garantiert bei Leuchtstoff-



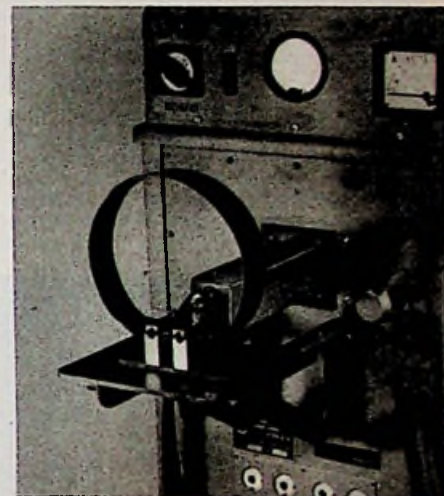
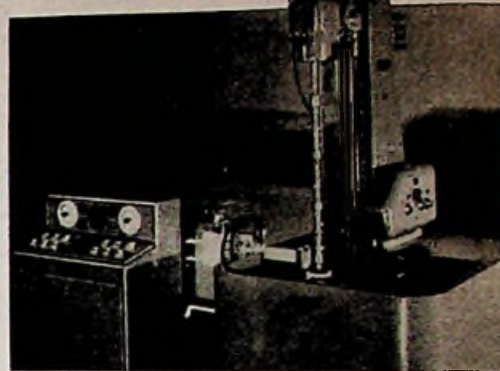
Handverleimergerät für Furnierung (Himmelwerk)

lampen- und Leuchtstoffröhrenanlagen das sichere Einhalten der erforderlichen Zündspannung der Gasentladung. Selbst für kleinere Anlagen sind die auf dem Markt befindlichen Geräte (Durag, Jovy, REO Boris von Wolff) wirtschaftlich.

Strom- und Schweißzeitregelung

Die Hersteller von Elektroschweißmaschinen gehen mehr und mehr dazu über, die Regelung des Schweißstromes und die Steuerung der Schweißzeiten elektronisch durchzuführen. Von den Röhrenfabriken werden geeignete Ignitron- und Thyra-

Automat für induktive Erwärmung von Nockenwellen (AEG-Elotherm)



HF-Röhrengenerator für induktive Erwärmung (Himmelwerk); Beispiel: Löten von Messingstreifen

tron-Röhren angeboten. Eine gute Übersicht über die hierfür gebräuchlichen Schaltungen enthält u. a. das kürzlich erschienene „Handbuch der industriellen Elektronik“ von Dr. R. Kretzmann (S. S. 367). Hersteller solcher Steuerungen sind u. a. AEG, BBC, Elektro Spezial, Jovy, SSW, Ziegler.

Elektronische Zählrichtungen

Geräte mit der Zählröhre E1T tauchten in diesem Jahr auf vielen Firmenständen auf. Sie lassen sich überall dort einsetzen, wo eine Zeit durch Abzählen der Perioden einer Normalfrequenz gemessen oder wo beliebige Impulse gezählt werden sollen. Die Impulse können dabei beispielsweise von einer Fotozelle oder von anderen Wandlern geliefert werden. Die Zählgeschwindigkeit geht etwa bis zu 30 000 Imp./s. Eine Ziffernvorwahl erlaubt in einigen der angebotenen Geräte eine Programmsteuerung von Arbeitsmaschinen und ähnliche Schaltheilungen.

Wie gut sich die Zählröhre E1T auch für Rechenaufgaben einsetzen läßt, ging aus dem von der Deutschen Philips vorgeführten Demonstrationsgerät eines Multiplikators hervor. Bei diesem Gerät werden mit einem Wähler Multiplikand und Multiplikator eingestellt, und zwar mit einer Kontrolle an Zählröhren. Das Ergebnis erscheint sofort in anderen Zählröhren.

Auch die Fabrikanten großer Rechenmaschinen stellen sich stärker auf elektronische Verfahren um. Die Exacta Büromaschinen GmbH führte z. B. den großen Elektronen-Rechner „Gamma 3“ und verschiedene Lochkartensortierer mit elektronischen Vergleichern vor. Die Remington Rand GmbH. konnte mit dem elektronischen Rechengerät „409“ und elektronisch gesteuerten Sortiermaschinen aufwarten. Bei der Internationalen Büromaschinenfabrik (IBM) sah man ebenfalls einen großen elektronischen Rechenautomaten, Lochkartensortiermaschinen u. dgl.

Induktive und kapazitive Erwärmung

Wie zu erwarten war, ist der Bau von Geräten für induktive und kapazitive Erwärmungsverfahren in letzter Zeit in Deutschland sehr vorangeschrit-

Deutsche Aussteller elektronischer Geräte auf der Deutschen Industrie-Messe Hannover	Magnet. Spann. Konstanthalter	Magnet. Verstärker	Fotoelektr. Steuerungen bzw. Meßverfahren	Elektron. Masch. Regulg.	Elektron. Zählwerke	HF-Erwärmung)))
AEG, Berlin und Frankfurt	x	x	x	x		
AEG-Elotherm GmbH., Remscheid-Hasten						1, 2
W. Abmann GmbH., Bad Homburg v. d. H.					x	
G. Bauknecht GmbH., Stuttgart S						1
Brown, Boveri & Cie. AG., Mannheim				x		1
Calor-Emag Elektrizitäts-AG., Ratingen b. Düsseldorf	x			x		
F. Düsseldorf, Freiburg/Brsg.						1
Durag Apparatebau GmbH., Hamburg-Lokstedt			x		x	
Eberle & Co. Elektro GmbH., Nürnberg			x			
J. C. Eckardt KG., Stuttgart-Bad Cannstatt		x				
Eisemann GmbH., Stuttgart			x			
Elektro-Geräte-Bau G. Klein, Schongau/Lech	x	x				
Elektro Spezial GmbH., Hamburg I.			x	x	x	1, 2
EMA Elektro Maschinen KG. Schultze & Co., Hirschhorn/Neckar						1
Felten & Guillaume Fernmeldeanlagen GmbH., Nürnberg					x	
Funktechnik GmbH., Leitzach-Miesbach/Obb.			x		x	
Giesenhagen KG., München	x	x	x			
Gossen & Co. GmbH., Erlangen			x			
Hagenuk vorm. Neufeldt & Kuhnke GmbH., Kiel			x			
Hahn & Kolb, Stuttgart						1
W. Harting, Mindeln/Westf.						2
Hartmann & Braun AG., Frankfurt/M.			x			
Herluth GmbH., Hamburg-Altona						3
Himmelwerk AG., Tübingen/Württ.				x		1, 2, 3
Dr.-Ing. Jovy, Leer/Ostfriesland				x	x	
H. Kazda KG., Stade/Elbe	x					
Körting Radio Werke GmbH., Grassau/Chiemgau						3
H. Kuhnke, Elektrotechnische Fabrik GmbH., Malente/Holst.	x					
C. Lorenz AG., Stuttgart/Zuffenhausen						3
A. Messer GmbH., Frankfurt/M.						1
Nieke Elektroapparate GmbH., Berlin	x					
Pintsch-Electro GmbH., Konstanz			x	x		
Rathke & Schulz KG., Hamburg 24						3
Ing. E. Riedewald, Hamburg-Altona	x					
Rohde & Schwarz, München					x	
Gebr. Ruhstrat, Göttingen	x					
Schleicher Relaisbau OHG., Berlin			x		x	
J. Schlenker-Maler, Schweningen/N.	x	x				
Dr. Schmitz & Apell, Wuppertal						1
Schoppe & Faeser GmbH., Minden						1
Schrupp & Co. GmbH., Betzdorf (Sieg)						3
A. Schwalbach KG., Hamburg 36						3
Ing. J. Schwarz, Aichach/Obb.	x					
Siemens-Schuckertwerke AG., Erlangen	x	x	x	x		1, 2
R. Siering GmbH., Berlin W 35			x			
O. Single, Plochingen/Württ.						2
Telefunken GmbH., Berlin und Hannover						2, 3
Ing. G. Ziegler, Industrie-Elektronik, Frankfurt/M.			x	x	x	

) induktiv

) Preßstoff-Vorwärmung

) Kunststoffschweißung

ten. Die induktiven Anlagen zum Löten, Glühen, Härten, Oberflächenhärten und Schmelzen von Metallen arbeiten bei Frequenzen bis etwa 10 kHz oft mit Mittelfrequenzmaschinen und über 10 kHz mit Röhrenumformern. Die zu verwendende Frequenz ist vom Werkstück und von der Arbeitsaufgabe abhängig. Generator und Arbeitsplatz sind bei Maschinenanlagen stets getrennt (AEG-Elotherm, EMA); die Leistungen gehen bis zu etwa 300 kW. Röhrengeneratoren für höhere Frequenzen (etwa bis 20 MHz) werden ebenfalls vielfach getrennt vom Arbeitsplatz aufgestellt. Bei Anlagen für kleine Werkstücke bringt man jedoch den Induktor und die Hilfseinrichtungen auch gern direkt am Generatorgehäuse an. Leistungen bis zu etwa 100 kW sind bei Röhrengeneratoren üblich (Beispiele: Himmelwerk, 0,4 und 4 kW; Schoppe & Faeser, 0,6 ... 25 kW; Siemens-Schuckertwerke, 2 ... 100 kW).

Bei den kapazitiven Verfahren ist eine starke Spezialisierung festzustellen. Besonders deutlich treten drei Gruppen hervor.

Vorwärmung von Preßstoffen. Röhrengenerator und Erwärmungsraum bilden im allgemeinen eine Baueinheit. Beispiele: Harting, vier Generatoren von 0,3 ... 3 kW, Frequenzen zwischen 27 und 70 MHz (eine Baueinheit); Himmelwerk, vier Generatoren von 0,2 ... 4 kW, Frequenzen zwischen 19 und 24 MHz (eine Baueinheit); Telefunken, 5 kW (getrennter Aufbau).

HF-Verleimanlagen für die Holzindustrie. Der Generator ist von der Arbeitseinrichtung (Verleim- oder Trockenpresse) getrennt. Die erforderlichen Leistungen liegen bei einigen kW. SSW zeigte neuentwickelte Fugenverleim- und Kantenumleimpressen sowie eine Universalpresse, das Himmelwerk außer verschiedenen festen Pressen ein be-



Oben: HF-Schweißpresse „MP 400“ von Körting beim Bucheinbinden. Rechts: Lorenz-Schweißpresse „Sp 150e“ mit großem Schiebetisch



wegliches Handverleimergerät. Auch zur Kartonagenherstellung, in der Textiltrocknung usw. lassen sich solche HF-Generatoren verwenden.

HF-Schweißpressen. Thermoplastische Folien sind mit HF-Pressen vorteilhaft zu schweißen. HF-Generator und Presse sind meistens getrennt (Beispiele: Lorenz; Körting). Bei kleinen Geräten (Lorenz „Celoquick 53“) setzt man jedoch auch den Generator direkt auf den Tisch der Schweißpresse. Die oberen Grenzleistungen handelsüblicher Geräte liegen etwa bei 3 kW. Eine weitgehende Automatisierung des Arbeitsvorganges konnte erreicht werden, so daß sich solche Schweißpressen sehr gut für Arbeiten der Fileßbandfertigung von Einzelteilen, von Spiel- und Sportwaren, beim Bucheinbinden und dergleichen eingeführt haben.

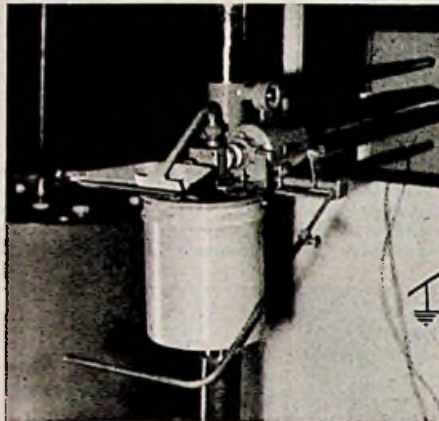
Die Arbeitsfrequenz kapazitiver HF-Generatoren wird durch das Werkstück beeinflusst. Um jedoch kostspielige Abschirmungen zu vermeiden, liefern einige Firmen sehr frequenzstabile Generatoren, die auf den erlaubten Industriefrequenzen arbeiten.

Die ideale Aufbereitung von Speisen mit Hilfe von Hochfrequenz ist bisher in industriemäßigen Geräten in Deutschland nur im „Radagrill“ der Blaupunkt Elektronik GmbH. verwirklicht worden. Dieses Gerät ist immerhin 300 kg schwer, benötigt eine Drehstrom-Anschlußleistung von 6 kVA, gibt

eine Strahlungsleistung von 2,5 kW ab und arbeitet mit 2400 MHz (12,5 cm). Die sehr kurzen Kochzeiten von nur 25 ... 40 s sind naturgemäß ein großer Anreiz für Gaststätten. Der hohe Preis solcher Anlagen (fast 6000 DM) läßt aber die Anwendung im Haushalt vorläufig nicht erwarten.

Technische Ultraschallgeräte

Materialprüfgeräte mit Ultraschall stellen u. a. die deutschen Firmen Britton, Leheldt, Seltert & Co. und Siemens-Reiniger-Werke her. Viel beachtet wurde bei Leheldt & Co. ein Ultraschallbohrer. Durch die Schwingbewegung des (nicht rotierenden) Bohrstempels können in kurzer Zeit beliebige Profile in härteste Stoffe eingearbeitet werden. Geliefert wird eine 100- und eine 500-W-Type, die Ultraschallfrequenz ist 25 000 Hz. Schoeller & Co. spezialisiert sich auf die Anwendung des energiereichen Ultraschalles; neben einem 100-W-Laborgerät werden Industrieanlagen



Elektro-Pinsel der AEG; 1 = Pumpe, 2 = Vorratsbehälter, 3 = Sprühschale, 4 = Überlauf, 5 = Sprühkante, 6 = Werkstück, 7 = Transporteinrichtung, 8 = Ablenkelektrode, 9 = Pumpenmotor

Werkstück zugeführt. Mit Hilfe einer Ablenkelektrode läßt sich der Sprühstrahl umlenken und abstoppen.

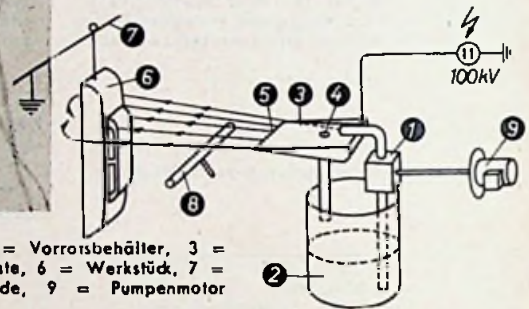
Für Beflockungen, Laktropfenabzug usw. bieten auch die Firmen A. H. Wirth/Reutlingen und Eloff-GmbH./Köln elektrostatische Anlagen her.

Die Besetzung der durch Reibungselektrizität hervorgerufenen elektrostatischen Aufladungen ist in der Textil-, Leder-, Film- und Papierindustrie ein helles Problem. Die Dominitwerke GmbH./Hoppeke ionisieren durch Entladung an feinen Spitzen die Luft, so daß sich die elektrostatischen Aufladungen ausgleichen. Die Herluth GmbH., Hamburg, führt Geräte für den gleichen Zweck.

Verschiedene Spezialgeräte

Die Siemens-Schuckertwerke AG. zeigten u. a. eine neuartige elektroakustische Regeleinrichtung für Kugelmöhlen. Solche Kugelmöhlen strahlen um so stärker Schall ab, je geringer die Füllung ist. Nun läßt sich die Füllung über eine Schnecke durch die Umdrehungszahl des Schneckenantriebsmotors regeln. Ein Spezialmikrofon mit Druckkammersystem wird in der Nähe der Kugelmühle aufgestellt. Seine Spannung wird verstärkt, gleichgerichtet und mit einer am Sollwertanzeiger einstellbaren Spannung verglichen. Bei Abweichung vom Sollwert verändert die Automatik die Drehzahl des Motors.

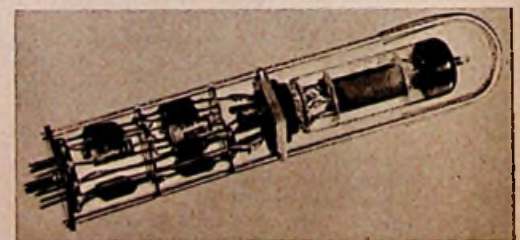
Für die Metallsortierung von Eisen und Nichteisenmetallen und für ähnliche Aufgaben sind elektro-



nische Geräte ebenfalls vorteilhaft. Entsprechende Einrichtungen von Ziegler arbeiten mit Sender, Abstosspule, Empfänger und Impulsgenerator, der ein nachfolgendes Zeitschaltwerk steuert. Wenn der auszusortierende Metallteil an einem Hilfsband angelangt ist, wird dieses automatisch umgesteuert und das Metall dadurch aussortiert. Auch die Firma Dr. Förster/Reutlingen führt verschiedenste Sortier-, Prüf- und Suchgeräte.

Für die Fernanzeige von Meßgrößen verwenden viele Firmen elektronische Hilfsmittel. Eine Inhaltsfernzeiganlage der Hagenuk bedient sich der Kapazitätsänderung des zu messenden Füllgutes gegenüber der Behälterinnenwand. Die Skalenfernbildübertragung „Eloskop“ der gleichen Firma tastet mit einem schwingenden Hohlspiegel das Skalenbild ab. Die wechselnden Helligkeitswerte des Skalenbildes werden in einer Fotozelle in Impulse umgesetzt, verstärkt und einer Braunschen Röhre zugeleitet. Eine durch einen Röhrengenerator erzeugte Frequenz sichert den Gleichlauf der Spiegelschwankungen und der Ablenkung des Elektronenstrahles der Katodenstrahlröhre, so daß die Skala oder ein einfaches darzustellendes Gebilde richtig auf der Katodenstrahlröhre punktförmig nachgezeichnet wird.

Die Askania-Werke benutzen in ihrem elektrischen Regler mit induktivem Abgriff ebenfalls weitgehend elektronische Elemente, z. B. Röhrenverstärker und Magnetverstärker. Auch die Schoppe & Faeser GmbH. (um noch ein Beispiel zu nennen) macht in ihren Reglern für die Wärmetechnik von induktivem Ferngeber mit nachgeschaltetem elektronischem Regelverstärker Gebrauch. Jä.



Umsteckbare elektronische Aufbaueinheit für das große elektronische Rechenggerät „604“ der IBM

für den Aufschluß bzw. für die Mischung von Flüssigkeiten mit Leistungen bis zu 1 1/2 USt. im Durchlaufverfahren angeboten. So hat sich der „Amellorator“, eine Ultraschall-Conche für die Beschleunigung des Herstellungsprozesses von Schokoladenmasse, sehr bewährt.

Auf die Echolote der Elac wurde in FUNK-TECHNIK, Bd. 9 (1954), H. 9, S. 234, hingewiesen. Auch die Atlas-Werke AG, Bremen, stellen ähnliche Anlagen her, und zwar u. a. den „Monotype“ (ein Echolot mit rotierender Glimmlampenanzeige), den „Monograph“ (ein registrierendes Gerät für den Einbau in kleine Fischerfahrzeuge) und den „Fischlinder“, der sowohl mit einer Registriereinrichtung als auch mit einem Sichtgerät (Katodenstrahlröhre) ausgerüstet ist.

Elektrostatische Arbeitsverfahren

Unter den neueren elektrostatischen Arbeitsverfahren fiel der AEG-„Elektro-Pinsel“ auf. Eine Sprühschale, die an 100 kV Gleichspannung liegt, wird mit einer kleinen Pumpe aus dem Vorratsbehälter mit dem Spritzmittel besprüht. Zwischen den geerdeten, vorbeigeführten Werkstücken und der Sprühschale bildet sich ein elektrostatisches Feld aus. Dadurch wird das Spritzmittel in feiner Verteilung von der Schale abgesprüht und dem

Drehzahlmessung nach dem Zählprinzip

In Ergänzung zu einer früheren Arbeit über die Frequenzmessung [1] wird ein Verfahren für die Drehzahl- und Schlupfmessung auf dem Zählprinzip unter Berücksichtigung der hierbei auftretenden besonderen Probleme beschrieben.

Wie die Frequenz, so hat auch die Drehzahl physikalisch die Dimension „Ereignisse je Zeiteinheit“. Daher ist auch für die Drehzahlmessung das gleiche Meßverfahren nach dem Zählprinzip anwendbar, d. h., es werden die Umdrehungen in einem definierten Zeitabschnitt ausgezählt. Da die Drehzahl im allgemeinen in U/min ausgedrückt wird, ist es wünschenswert, das Meßergebnis in dieser Einheit ohne Umrechnung zu erhalten.

Zur Zählung der Umdrehungen ist ein Geber-element erforderlich, das aus jeder Umdrehung der umlaufenden Welle einen oder mehrere

eines Gleichspannungsverstärkers aufgebaut, so daß er auch beliebig langsamen Lichtänderungen zu folgen vermag.

Die Zählimpulse gelangen zum Steuertor, dessen Funktion bereits in der früheren Arbeit [1] näher beschrieben wurde. Dem Start- und Stoppeingang wird abwechselnd im Abstände von genau 1 s jeweils ein Impuls zugeführt. Hierdurch ist das Steuertor für die Dauer von je 1 s abwechselnd geöffnet und geschlossen.

Während der Öffnungsperiode gelangen die Zählimpulse über das Steuertor und den Verzögerungskreis in das Zählwerk. Das Zählergebnis wird dann während der Schließperiode dort gespeichert und angezeigt. Die erforderliche selbsttätige Löschung des vorhergehenden Zählergebnisses zu Beginn einer jeden neuen Öffnungsperiode des Steuertores

vereinfachte Blockschaltbild der Meßanlage. Die Lochscheiben haben beide die gleiche Anzahl von Öffnungen, in unserem Beispiel sechs. Die Welle 1 möge nun eine etwas geringere Drehzahl als die Welle 2 aufweisen. Gewünscht wird die Messung des Drehzahlverhältnisses $n_1 : n_2$.

Durch jeden tausendsten von der zweiten Lochscheibe herrührenden Lichtimpuls wird das Steuertor nacheinander abwechselnd geöffnet und geschlossen. Die langsamer rotierende Lochscheibe 1 erzeugt nun während der Öffnungsperiode des Steuertores eine entsprechend der kleineren Drehzahl der Welle 1 geringere Anzahl von Impulsen, die vom elektronischen Zählwerk ausgezählt wird. Während der Schließperiode kann dann das Zählergebnis abgelesen werden. Das Zählergebnis ist eine Verhältniszahl, die angibt, wieviel Umdrehungen die Welle 1 in der Zeit, die die Welle 2 für 1000 Umdrehungen benötigt, ausführt. Wird die Zahl 950 gezählt, dann ist die Drehzahl der Welle 2 nur 95% der Drehzahl der Welle 1. Das Zählergebnis 1000 bedeutet, daß beide Wellen die gleiche Drehzahl haben. Das beschriebene Meßverfahren ermöglicht so die Bestimmung des Drehzahlverhältnisses zweier Wellen und damit

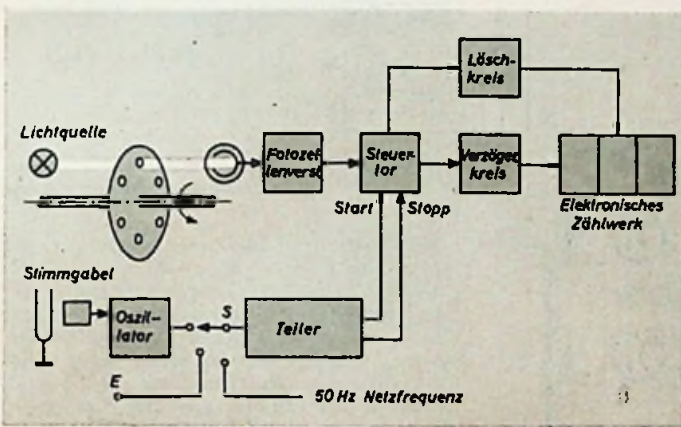


Abb. 1 (links). Blockschaltbild eines Drehzahlmeßgerätes

Abb. 2 (unten). Blockschaltbild für die Messung des Drehzahlverhältnisses von Wellen

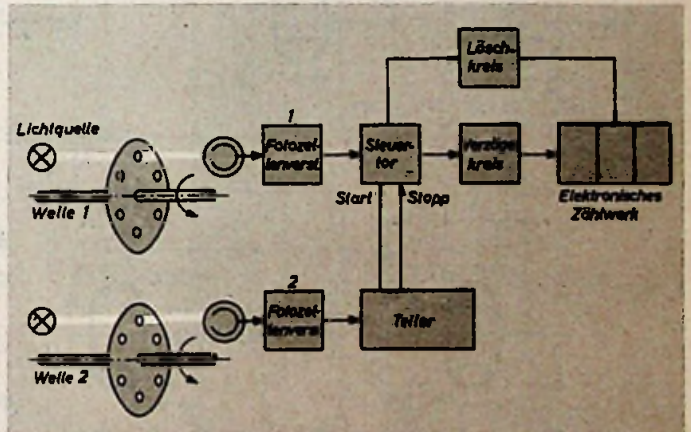
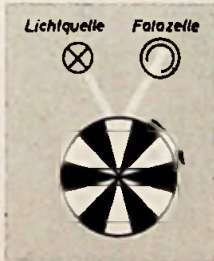


Abb. 3. Geberscheibe

elektrische Impulse ableitet. Dieses Geber-element kann beispielsweise aus einer fotoelektrischen Einrichtung bestehen, deren Lichtstrahl durch eine auf der Welle aufgesetzten Lochscheibe unterbrochen wird. Die Anzahl der gleichmäßig auf den Umfang der Scheibe verteilten Löcher ist dann mitbestimmend für die erreichbare Meßgenauigkeit, denn je nach der Lochanzahl werden entsprechende Bruchteile einer Umdrehung noch mitgezählt. Das Geber-element kann aber auch ebensogut ein auf die Welle aufgesetzter kleiner Wechselstrom-Tachodynamo sein, der entsprechend seiner Polpaarzahl einen oder mehrere Impulse je Umdrehung abgibt.

Zunächst scheint es naheliegend, als Zeitbasis für die Zählung die Minute zu wählen und die Lochscheibe des Fotogebers mit einem einzigen Loch zu versehen, da man dann als Zählergebnis sofort die Drehzahl erhält. Dieses Verfahren ist jedoch wegen der Länge der Meßzeit und der damit verbundenen Mittelwertbildung bei schnell veränderlichen Drehzahlen unzuweckmäßig. Es wurde deshalb eine Zeitbasis von 1 Sekunde gewählt und die Lochscheibe mit sechs Öffnungen versehen. Die höchste Drehzahl von 10 000 U/min entspricht dann 60 000 Impulsen/min und damit 1000 Impulsen/s. Entsprechend der Zählerdauer von 1 s ist daher ein dreistufiges elektronisches Zählwerk vorgesehen, dessen sekundliches Zählergebnis, mit 10 multipliziert, sofort die jeweilige Drehzahl angibt.

Die Abb. 1 zeigt das Blockschaltbild eines solchen Drehzahlmeßgerätes. Die mit der Lochscheibe erzeugten Lichtimpulse werden im Fotozellenverstärker in elektrische Impulse umgewandelt. Der Verstärker ist in der Art



und die hierdurch notwendig werdende Verzögerung der Zählimpulse erfolgt in der gleichen Weise wie in [1] beschrieben. Die Taktzeiten der Torschaltung werden durch Frequenzteilung aus der Frequenz von 1000 Hz eines Stimmgabel-Oszillators abgeleitet; eine Frequenzkonstanz von 10^{-3} läßt sich leicht erreichen. Der Frequenzteiler besteht aus drei hintereinandergeschalteten dezimalen Zählstufen, die direkt ein Teilungsverhältnis von 1 : 1000 ergeben.

Mit dem beschriebenen Gerät können Drehzahlen bis zu 10 000 U/min mit einer Ablesegenauigkeit von 10 U/min sekundlich gemessen und angezeigt werden. Das Gerät gestattet ferner den genauen Drehzahlvergleich zweier Wellen und ermöglicht damit Schlupfmessungen. Hierfür wird das folgende Meßverfahren angewendet:

An Stelle des Stimmgabeloszillators wird mit dem Schalter S ein zweiter Fotozellenverstärker an das Meßgerät angeschlossen, und zwar an den Eingang des Teilers. Der Fotozellenverstärker erhält seine Lichtimpulse von einer auf der zu vergleichenden zweiten Welle aufgesetzten Lochscheibe. Die Abb. 2 zeigt das

des Schlupfes) mit 0,1% Ablesegenauigkeit. Das Meßgerät kann z. B. auch zur Messung des Schlupfes eines asynchronen Induktionsmotors dienen. Die Umlauffrequenz des Drehfeldes im Ständer ergibt sich aus der Netzfrequenz und der Polpaarzahl. Leitet man nun die Taktzeiten für die Torschaltung statt vom Stimmgabeloszillator von der Netzfrequenz ab, dann mißt man, durch den Schlupf bedingt, an Stelle der synchronen Drehzahl einen etwas kleineren Wert.

Die Differenz der synchronen und der gemessenen Drehzahl ist der Schlupf. Dieses Meßverfahren hat den Vorzug, daß Schwankungen der Netzfrequenz, die die Drehzahl des Motors ändern, ohne Einfluß auf das Meßergebnis bleiben, da automatisch damit auch die Zeitbasis in einem solchen Sinne geändert wird, daß sich der Fehler im Ergebnis aufhebt.

Zur Erhöhung der Meßgenauigkeit bei Drehzahlmessungen unter 1000 U/min ist es notwendig, die Zahl der Öffnungen in der Lochscheibe auf 60 zu erhöhen, um wieder eine direkte Anzeige ohne Umrechnung zu erhalten. Eine solche Lochscheibe ist jedoch bereits so unhandlich, daß es sich empfiehlt, eine Art stroboskopischer Scheibe mit 60 radialen weißen und schwarzen Feldern zu verwenden. Die Lichtsteuerung der Fotozelle wird hierbei durch die unterschiedliche Reflexion des

Lichtstrahlen an den weißen und schwarzen Feldern erreicht (Abb. 3).

Durch einfaches Auswechseln der Geberscheiben ergeben sich dann zwei Meßbereiche:

- 1) 100 ... 1000 U/min, 60fach geteilte Scheibe, Ablesegenauigkeit = 1 U/min,
- 2) 1000 ... 10 000 U/min, 6fach geteilte Scheibe, Ablesegenauigkeit = 10 U/min.

Das Meßgerät hat den Vorzug einer hohen Genauigkeit bei einfacher Bedienung und direkter Ergebnisanzeige. Durch den sich in Sekundenabständen selbsttätig wiederholenden Meßvorgang ist es auch für die Aufnahme von Meßreihen durch ungeschultes Personal geeignet. Die Möglichkeit, das Verhältnis zweier Drehzahlen zueinander und damit den Schlupf zu messen, macht das Gerät

besonders vielseitig verwendbar. In einer besonderen Ausführung kann es auch zur Gleichlaufsteuerung zweier Wellen herangezogen werden.

Schrifttum

- [1] G. Martens, „Drehzahlmessung hoher Genauigkeit nach dem Zählprinzip“, FUNK-TECHNIK, Bd. 9 [1954], H. 9, S. 237—239.

Dr. R. KRETMANN

Zwei fotoelektrische Steuergeräte

Die Fozelle ist als lichtelektrischer Wandler ein gern verwendetes Bauelement der Elektronik. Zwei Beispiele stellen hier ihre vielseitige Verwendungsmöglichkeit unter Beweis. Der erste Fall wird ähnlich wie im Gerät des vorhergehenden Aufsatzes auf eine Impulszählung mit einem dekadischen Zählwerk zurückgeführt, während im zweiten Beispiel bei der einstellbaren Überschreitung eines festgelegten Sollwertes die Relaissteuerung einsetzt.

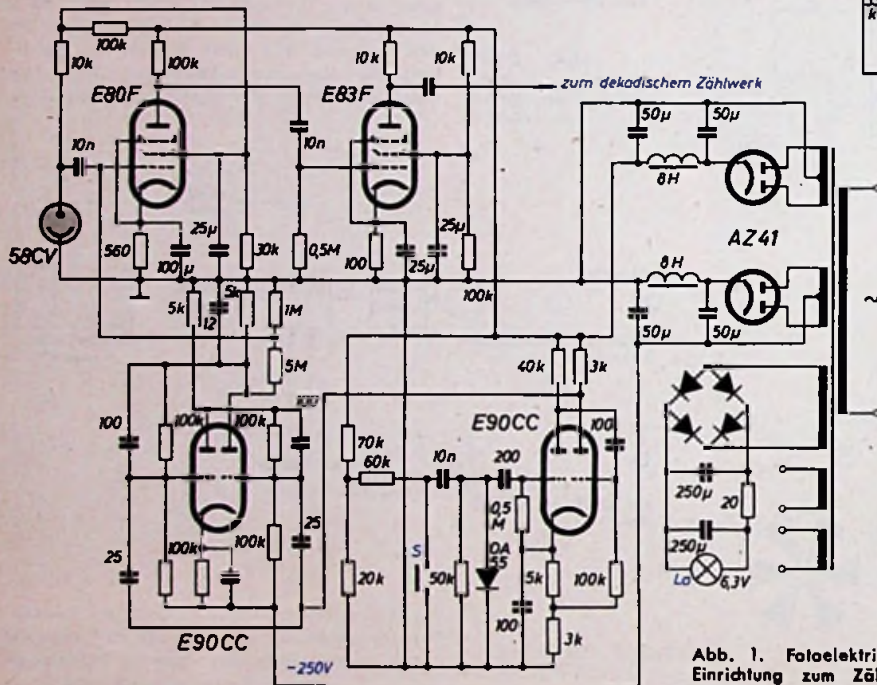


Abb. 1. Fotoelektrische Einrichtung zum Zählen von beliebigen Impulsen

Bei industriellen Fertigungsprozessen wird verschiedentlich die Aufgabe gestellt, eine während eines bestimmten Zeitintervalls auftretende Anzahl von Impulsen zu zählen, deren Folgefrequenz variabel sein kann. Dieser Fall liegt z. B. bei der Ermittlung des Ausstoßes einer halbautomatisch arbeitenden Produktionsmaschine (etwa einer Presse, Stanze, Tablettiermaschine oder dgl.) vor oder überall da, wo die Gleichmäßigkeit des Ablaufs eines Vorgangs überwacht werden muß. Zur Lösung dieser Aufgabe ist mit gutem Erfolg eine Einrichtung nach Abb. 1 zu benutzen. Die zu zählenden Impulse lassen sich durch die Fozelle 58 CV in elektrische Impulse umwandeln, die dem Eingang eines zweistufigen Verstärkers zugeführt werden, der mit den Röhren E80 F und E83 F bestückt ist. Der Verstärkerausgang arbeitet auf ein dekadisches Zählwerk¹⁾. Das Steuergitter der E80 F ist mit dem Anodenkreis des rechten

Systems der Doppeltriode E 90 CC verbunden, die in bi-stabiler Kipperschaltung (Flip-flop-Schaltung) betrieben wird. Wenn das rechte System leitend ist, erhält das Steuergitter der E80 F ein so stark negatives Potential in bezug auf Katode, daß diese Röhre gesperrt ist und die von der Fozelle gelieferten Impulse das Zählwerk nicht erreichen können. Die Steuerung der Flip-flop-Stufe erfolgt durch eine zweite Doppeltriode E90 CC, die in monostabiler Kipperschaltung arbeitet. Im Ruhezustand ist das linke System stromführend und das rechte gesperrt. Wird der Schalter S kurzzeitig geschlossen, dann tritt am Steuergitter des linken Systems ein negativer Impuls auf, der die Röhre kippen läßt, so daß an der Anode des rechten Systems ein kräftiger negativer Impuls entsteht. Hierdurch wird die Flip-flop-Stufe in den anderen Zustand gekippt. Erneute Betätigung von S stellt dann die ursprünglichen Verhältnisse wieder her. Die Lampe La dient zur Beleuchtung der Fozelle; zur Vermeidung von Störimpulsen wird sie mit gesiebter Gleichspannung betrieben.

1) R. Kretzmann, „Handbuch der Industriellen Elektronik“, VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK, Berlin-Borsigwalde, 1954.

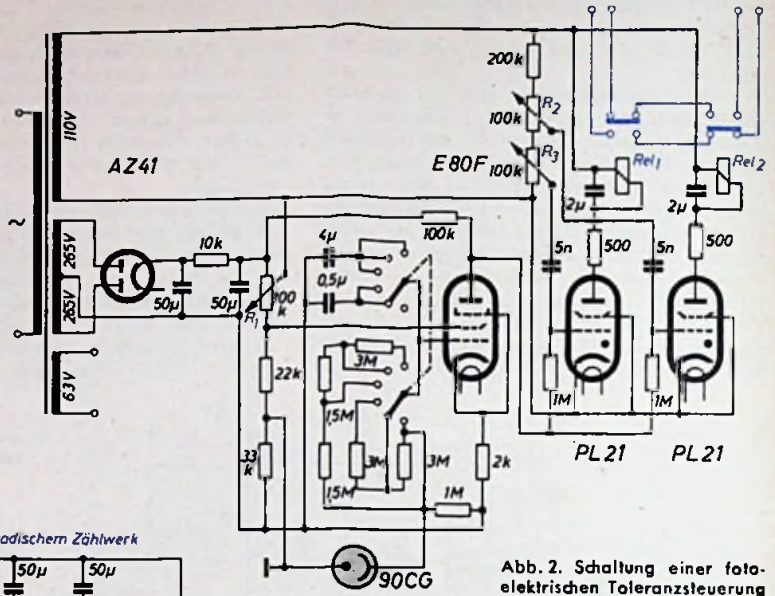


Abb. 2. Schaltung einer fotoelektrischen Toleranzsteuerung

Das Gerät bietet auch die Möglichkeit, die Dauer von Zeitintervallen sehr genau zu bestimmen, wenn an Stelle der Fozelle der Ausgang eines Impulsgenerators mit bekannter Frequenz (z. B. 10 kHz) an das Steuergitter der ersten Verstärkerröhre gelegt wird. Das Zählwerk gibt dann das Zeitintervall zwischen zwei Betätigungen des Schalters S in $\frac{1}{10}$ ms an.

Eine fotoelektrische Steuereinrichtung, deren Schaltbild die Abb. 2 zeigt, vermag eine physikalische Größe (z. B. Druck, Temperatur, Drehzahl oder auch das Längenmaß eines Werkstücks) innerhalb zweier vorgegebener Grenzen zu halten. Der Soll-Zustand entspricht einer mittleren Beleuchtung der Fozelle 90 CG. Die Brückenschaltung, deren Bestandteil die Langlebensdauerrohre E 80 F bildet, liefert dann eine Ausgangsspannung von solcher Größe, daß das linke Thyatron PL 21 gelöscht und das rechte gezündet sind. Zur Einjustierung dient das Potentiometer R₁, während mit R₂ und R₃ die obere bzw. untere Grenze des Toleranzbereichs eingestellt werden kann. Bei zunehmender Beleuchtung der Fozelle wird die Brückenausgangsspannung negativer, so daß bei Erreichen der oberen Grenze beide Thyatrons gelöscht sind. Umgekehrt sind beide Röhren gezündet, wenn die untere Grenze erreicht ist.

Im Beispiel sind die Kontakte der beiden in den Anodenzweigen der Thyatrons liegenden Relais so hintereinander geschaltet, daß der eine Arbeitsstromkreis nur betätigt wird, wenn beide Relais angezogen sind, während ein zweiter Arbeitsstromkreis eingeschaltet ist, wenn beide Relais in Ruhestellung liegen.

Um zu verhindern, daß das Gerät auf momentane Änderungen der Beleuchtungsstärke anspricht, die auf kurzzeitige Abweichungen der kontrollierten Größe von ihrem Sollwert zurückzuführen sind, ist im Gitterkreis der E 80 F ein RC-Glied vorhanden, dessen Zeitkonstante in 5 Stufen geändert werden kann. In der sechsten Position ist das RC-Glied ausgeschaltet. Bei der angegebenen Dimensionierung ergeben sich Zeitkonstanten von 0 — 1,5 — 3 — 6 — 12 — 24 Sekunden.

Ein bewährter 20-m-Mast



Kurzwellen- und Ultrakurzwellen-Antennen haben eins gemein: Ohne eine gewisse Höhe über dem Boden kommen sie nicht voll zur Wirkung. Während nun für Ultrakurzwellen-Antennen häufig ein kurzes Maststück auf einem Hause genügen wird, um die erforderliche Höhe zu erreichen, ist für die Mehrzahl aller Kurzwellen-Antennen ein zweiter Aufhängepunkt gleicher Höhe erforderlich. Steht in der gewünschten Richtung nicht zufällig ein Haus oder ein sehr hoher Baum zur Verfügung, dann kann dieser zweite Aufhängepunkt nur durch einen Mast geschaffen werden. Der nachfolgend beschriebene Mast (Abb. 1) hat sich in zahlreichen Fällen bewährt und bietet eine Reihe von Vorteilen, die auf der zweiteiligen Konstruktion des Mastes beruhen. Zur Einstellung von an ihm befestigten Richtantennen läßt sich der Obermast mühelos von einer Person auf- und abklappen; Abgleicharbeiten können wirklich mit aller Sorgfalt durchgeführt werden.

Die Kosten dieses zweiteiligen Masttyps sind nicht höher als die eines einteiligen Mastes, der so stark ist, daß er sich ohne Abspannung in Wind und Wetter behauptet. Bei sachgemäßer Imprägnierung des Holzes und des stehenden Gutes (Abspannungen) halten solche Masten 10 bis 15 Jahre.

Für den Mast selbst werden zwei Stämme und eine Stange benötigt. Die Stämme sollen eine Zopfstärke von 12... 14 cm haben. Stärkere Stämme sind unnötig schwer, schwächere bieten nicht die erforderliche Festigkeit. Die Stange sollte so ausgewählt werden, daß ihr unteres Ende ebenfalls eine Stärke von 12... 14 cm aufweist; in der gewünschten Höhe muß noch eine Zopfstärke von wenigstens 6 cm vorhanden sein. Alle Teile müssen möglichst gerade gewachsen und gleichmäßig gerundet sein. Fichten eignen sich besonders gut, aber auch Tannen und Kiefern können gute Masten abgeben; andere Hölzer sind zu schwer oder zu teuer. Die Hölzer sollen gut getrocknet sein, jedoch noch keine Risse aufweisen. Zum Trocknen sind die Stämme und die Stange zu schälen. Etwa zwei Wochen nach dem Schälen (trockene Witterung vorausgesetzt) können die Mastteile imprägniert werden. Hierzu ist am besten Xylamon geeignet, mit dem das Holz zwei- bis dreimal eingelassen wird. Am stärksten ist der Teil der beiden Stämme gefährdet, der an der Erdoberfläche dem dort herrschenden ständigen Wechsel zwischen Nässe und Trockenheit ausgesetzt ist. Man tut gut, diese Stellen in

etwa 50 cm Länge mit Dachpappstreifen zu bandagieren, die ähnlich einer Wickelgamasche von unten nach oben um die Stämme gewickelt und mit einigen Dachpappnägeln befestigt werden. Damit diese Bandagen in der richtigen Höhe sitzen, legt man sie erst an, wenn der Unterast in seinem Loch steht.

Zunächst wird der Mast auf dem Boden ausgelegt und dort zusammengefügt. Die beiden Stämme, die den Unterast bilden, werden an zwei Stellen durch $1/2$ "-Eisenbolzen miteinander verbunden. Die obere Verbindungsstelle ist 1,50 m unterhalb des oberen Endes

des Unterastes, die untere wird so abgepaßt, daß sie ungefähr 1 m über der Erdoberfläche liegt. Als Abstandsblöcke werden zwei Holzklötze eingefügt, die die Stämme in ungefähr 10 cm Abstand voneinander halten und der Rundung der Stämme entsprechend ausgearbeitet werden (Abb. 2). Die Innenseiten der oberen Stammenden und der Fuß der Stange sind so weit zu behauen, daß sich glatte Flächen ergeben. Eventuell muß das obere Abstandsstück etwas nachgearbeitet werden; der Fuß der Stange soll zwar ohne zuviel Luft zwischen den behauenen Stämmen

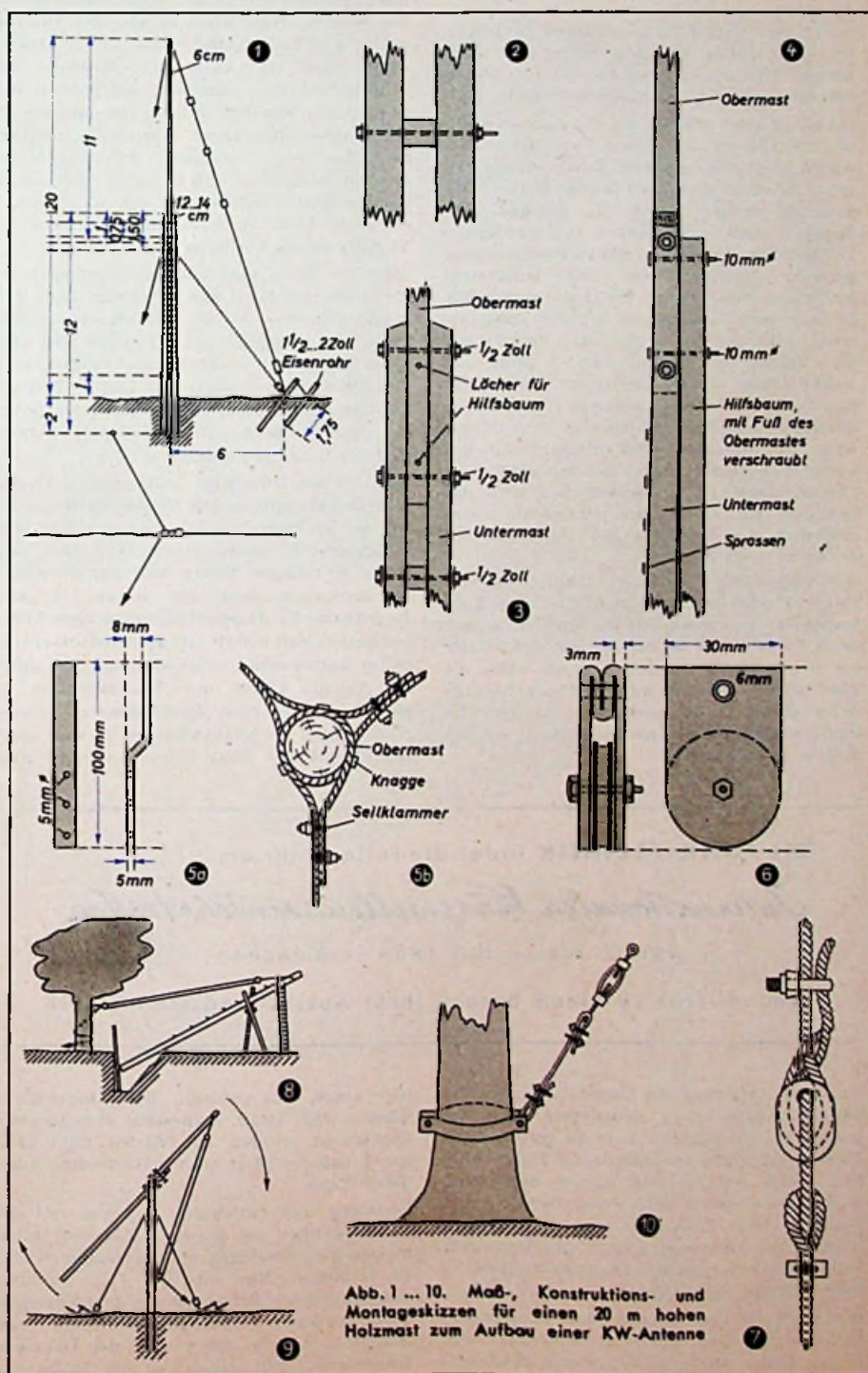


Abb. 1 ... 10. Maß-, Konstruktions- und Montageskizzen für einen 20 m hohen Holzmast zum Aufbau einer KW-Antenne

sitzen, aber auch nicht klemmen. Stange und Stämme werden ebenfalls in 75 cm Abstand durch $\frac{1}{2}$ "-Eisenbolzen verbunden (Abb. 3).

Es hat sich als sehr zweckmäßig erwiesen, aus Dachlattenstücken Sprossen am Untermast anzubringen. Beim Aufstellen des Obermastes und später beim Warten des Mastes muß man doch recht oft bis zu der Verbindungsstelle hinaufsteigen.

Ist der Mast soweit fertiggestellt, dann wird der Hilfsbaum angepaßt. Dieser Baum wird nur zum Klappen des Obermastes benötigt und soll etwa 5 m lang sein. Er muß auf der den Sprossen abgewandten Seite des Untermastes befestigt werden, da sonst der Obermast nicht ganz senkrecht aufgeklappt werden könnte (Abb. 4). Zu seiner Befestigung genügen Eisenbolzen von 10 mm Stärke; die Löcher müssen aber für $\frac{1}{2}$ " aufgebohrt werden, damit die Bolzen später leicht einzustecken und zu entfernen sind.

Die Beschläge des Mastes sind aus Bandeisen, das mit Eisenlack vor der Witterung geschützt wird. Die Knaggen (Abb. 5) haben den Zweck, die Abspannseile, die um die Stange herumlaufen, vor dem Herunterrutschen zu bewahren. Für jedes der drei Seile wird eine Knagge benötigt, die auf der der Zugrichtung entgegengesetzten Seite angeschraubt wird.

Oft ist es nicht möglich, für die Antennenseile wirklich brauchbare Rollen zu bekommen. Abb. 6 zeigt eine einfache Behelfslösung, die jeder Schmied herstellen kann. Besser sind natürlich richtige Jachtblöcke geeignet. Die Spannschlösser sollen Bolzen von mindestens $\frac{1}{4}$ Zoll Stärke haben; verzinkte Eisenschlösser genügen. Spannschlösser mit mindestens einem Spannweg von 30 cm sind zweckmäßig, da man sonst anfangs zu oft die Abspannseile verkürzen muß, um dem Recken der Seile entgegenzuarbeiten. Abb. 7 zeigt, auf welche Weise die Isoliererei der oberen Abspannseile eingefügt werden; es ist nicht notwendig, wirkliche Drahtspße vorzusehen, wenn man das lange Ende einmal durch das kurze Ende hindurchsteckt und mit einer Seilklemme sichert. Zum Durchstecken wird das Drahtseil mit zwei Schraubenziehern etwas aufgedreht, ohne dabei die Hanfseele des Seiles zu verletzen.

Als Abspannseile werden fünfkardelige, verzinkte Eisenseile verwendet, die eine Zugfestigkeit von etwa 500 kg haben sollen. Beim Einkauf muß betont werden, daß es sich um stehendes Gut handelt, d. h. um Seile, die nicht ständig geknickt werden. Fünfkardelige Seile dieses Typs sind weit billiger als flexible siebenkardelige Seile und erfüllen vollauf ihren Zweck.

erhält er hauptsächlich durch die Abspannung. In felsigem Boden ist evtl. eine Sprengung zweckmäßig. Das Loch darf nicht zu eng sein, damit es richtig gestopft werden kann, wenn der Mast steht. Die Seite, von der aus der Mast hineingleiten soll, muß abgechrägt werden, weil der Mast sich sonst verklemmen kann oder nicht gleichmäßig in das Loch hineingleitet.

Zum Aufstellen wird der Mast mit seinem Fuß in das Loch gelegt. Eine Planke zwischen Mastfuß und Lochwand sorgt dafür, daß der Mast sich nicht in die Wand des Loches hineinbohrt und später mit einem Ruck abrutscht (Abb. 8). Nun wird das obere Ende des Mastes angehoben und mit einer Schere gesichert. Stück für Stück wird mit einer Leiter nachgeschoben und stets erneut mit der Schere abgesichert. Hat der Mast eine gewisse Schräglage erreicht, dann wird als weitere Sicherung die Talje (Flaschenzug) zwischen dem Masttopp und einem Baum oder einem Haus eingesetzt. Das „holende“ Ende der Talje darf hierbei nicht in der freien Hand gehalten werden. Nur, wenn es ein- bis zweimal um einen Baumstamm oder einen Pfosten geschlungen ist, kann der Haltende die erforderliche Kraft ausüben, die notfalls den Mast davor bewahrt, auf die ihn aufrichtende Hilfsmannschaft zu fallen. Abspannseile sichern den Mast gegen seitliches Ausweichen. Im übrigen läßt sich ein 12 m langer Doppelmast weit leichter aufstellen als ein 20 m langer einfacher Mast. Auch hierin liegt einer der Vorteile dieses Masttyps.

Steht der Mast senkrecht, dann ist er leicht zu halten und kann nun in seinem Loch festgestopft werden. Hierzu werden abwechselnd Lagen des ausgehobenen Erdreichs und steinigen Kieses mit einem Pfosten festgerammt. Ein Eimer Wasser sorgt von Zeit zu Zeit dafür, daß das Stopfgut sich schnell setzt. Bevor die obersten Schichten eingestampft werden, sind die Bandagen anzulegen.

Jetzt ist der Untermast abzuspannen. Als Abspannpunkte eignen sich Bäume, an denen das Seil mit Baumschellen befestigt wird (Abb. 10), in Mauern einzementierte Anker oder Erdanker. In felsigem Boden wird man die Anker am besten einzementieren, während in weichem Boden ein Doppel-Rohranker nach Abb. 1 den besten Halt bietet. Die Spannschlösser sind völlig aufzudrehen, die Abspannseile durch die Augen (Osen) der Spannschlösser zu ziehen und mit einer Seilklemme zu sichern. Nun werden die Spannschlösser so weit angepannt, bis der Mast genau senkrecht steht

Obermastes befestigten Seil läßt sich dann die genaue Länge der oberen Abspannseile ermitteln, die am wieder abgeklappten Obermast befestigt werden. Über die Seile sind die Drahtschlingen, die die Blöcke halten, zu schieben. Jetzt kann der Obermast wieder aufgeklappt werden. Steht er senkrecht, dann wird er durch die Abspannseile gesichert. Nun ist der Hilfsbaum abzuschrauben und herunterzulassen; erst danach wird auch der zweite Bolzen durch Unter- und Obermast geschoben, und beide Masten werden durch Anziehen beider Bolzen fest miteinander verbunden.

Folgende Hinweise mögen noch von Nutzen sein: Wenn der Mast ein UKW-Richtantennensystem tragen soll, so tut man gut daran, die oberen Abspannseile 2...3 m unterhalb der Mastspitze zu befestigen. Dieses Mastende trägt bei der elastischen Gesamtbauweise ohne Schwierigkeiten mehrelementige UKW-Antennen, und die Abspannung liegt genügend weit außerhalb des Antennenfeldes.

Als Antennenseil (laufendes Gut) hat sich Sisalkordel sehr bewährt. Sisalhanf ist sehr



Abb. 11. Beim Aufstellen des Untermastes

witterungsbeständig und hält auch in ausgesprochen rauen Landstrichen Kurzwellen-Richtantennen (Lazy H oder 8-JK) ein Jahr lang sicher in der Luft. Bricht übrigens einmal ein Seil, so ist der Obermast schnell abgeklappt und ein neues Seil eingeschoren. Hierzu wird mit der zweckmäßigerweise vorgesehenen zweiten Leine zunächst der Hilfsbaum am Mast hochgezogen, bis er mit dem 10-mm-Bolzen mit dem Obermast verschraubt werden kann. Nun wird die Talje zwischen Abstandsblock am Untermast und unterem Ende des Hilfsbaumes ausgespannt. Danach kann die Abspannung des Obermastes losgeworfen und der untere Bolzen herausgeschlagen werden. Wird nun der Flaschenzug langsam locker gelassen, dann senkt sich der Obermast allmählich nach unten, bis man (bequem auf der Erde stehend) an seiner Spitze arbeiten kann.

Werden keine Jachtblöcke für die Antennenleinen, sondern die in Abb. 6 gezeigten Eisenrollen verwendet, dann ist es zweckmäßig, sie von Zeit zu Zeit zu schmieren. Hierzu wird ein mit Maschinenöl getränktes Läppchen in das Antennenseil geflochten und durch die Rolle gezogen. Das Öl streift sich ab und macht die Rolle wieder gängig. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die oberen Abspannseile nur dann mit Isolierereiern unterbrochen werden müssen, wenn direkt am Mast eine Vertikalantenne befestigt wird. Für Kurzwellen bis 30 MHz genügt es, alle 3 m ein Isoliererei einzufügen; werden Horizontalantennen verwendet, dann sind Abspannseile und Antennen so stark entkoppelt, daß man sich die Einfügung von Isoliergliedern schenken kann und dadurch die volle Festigkeit der Seile aufrechterhält.

Die **FUNK-TECHNIK** ladet die Teilnehmer am

Internationalen Kurzwellenamateurtreffen

vom 9. bis 12. Juli 1954 in München

freundlichst zu einem Besuch ihres Ausstellungsstandes ein

Vor dem Aufstellen des Untermastes sind die unteren Abspannseile abzumessen. Man tut gut daran, sie nicht zu kurz zu machen. Mit einem wenigstens zweiseitigen Flaschenzug (mit einem entsprechend langen Seil) kann man den Untermast beim Aufstellen sehr gut absichern (Abb. 8); später wird er zum Aufbringen des Obermastes benötigt. Auch beim Auf- und Abklappen des Obermastes spielt er eine wichtige Rolle (Abb. 9).

Nun wird das Loch für den Mast ausgehoben. Es hat wenig Sinn, den Mast tiefer als 1,50 m in den Boden zu versenken. Seine Festigkeit

(mit einem Lot prüfen). Die Abspannseile müssen wohl straff, keinesfalls aber so stark angespannt werden (sie dürfen nicht „singen“), daß der Mast nicht mehr federnd nachgeben kann.

Obermast und Hilfsbaum sind nun mit der Talje zwischen die oberen Enden des Untermastes hinaufzuziehen und mit einem Bolzen zu verbinden. Nun wird die Talje zwischen dem Ende des Hilfsbaumes und dem Abstandsblock am unteren Ende des Untermastes ausgespannt (Abb. 9) und mit ihr der Obermast aufgeklappt. Mit einem an der Spitze des

In elektroakustischen Übertragungsanlagen konnte sich die Schallsäule allgemein durchsetzen. Sie hat den Vorzug, daß sich der Schall in bestimmter Kurvenform bündeln und unmittelbar auf die Zuhörer richten läßt. Auf diese Weise werden Schallreflexionen an Decken und Wänden vermieden. Ferner können Schallreflexionen durch die rückseitige Abstrahlung nicht auftreten, da diese völlig unterdrückt werden.

Andererseits gestattet das hier angewandte Prinzip der Schallbündelung eine Lautstärkeerhöhung und fast gleichmäßige Schallverteilung. Die in unmittelbarer Nähe der Schallsäule stehenden Personen empfinden die Lautstärke nicht als übermäßig groß, während die in größerer Entfernung befindlichen Zuhörer ausreichende Lautstärke erhalten. Erfahrungsgemäß eignen sich Schallsäulen vor allem für Mikrofonübertragungen. Wenn man das Mikrofon im toten Winkel des Schallkegels anordnet, dann kann die akustische Rückkopplung selbst bei voller Aussteuerung des Verstärkers auf ein Minimum verringert werden.

Schallsäulen, die für dauernde Aufstellung im Freien bestimmt sind, müssen feuchtigkeits- und regenunempfindlich sein. Die nachstehend beschriebene Konstruktion für den Selbstbau verwendet ein Holzgehäuse und eignet sich für Innenräume, bei trockenem Wetter natürlich auch für das Freie.

WERNER W. DIEFENBACH

15-Watt-Schallsäule

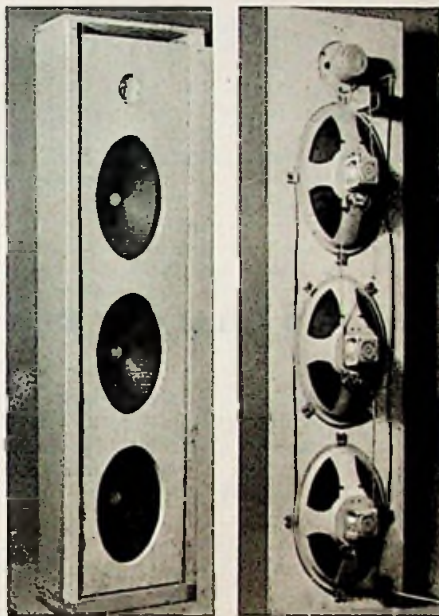
Technische Daten

Max. Dauerbelastung	15 Watt
Anschluß-Impedanz	15 Ω
Gehäusehöhe	1083 mm
Gehäusebreite	280 mm
Mastlänge	1200 mm
Mastdurchmesser (außen)	65 mm

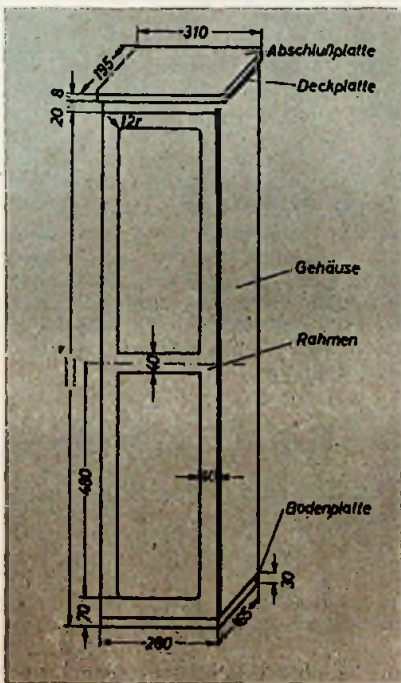
Gehäusekonstruktion

Das annähernd U-förmige Gehäuse hat die Abmessungen 1083 x 165 x 280 mm. Als Material soll gut abgelagertes Holz verwendet werden, damit später keine Verwerfungen auftreten. Die Holzstärke wurde mit 25 mm gewählt, um eine stabile Konstruktion zu gewährleisten. Das Gehäuse selbst, die Boden-, Deck- und Abschlußplatte sowie die zugehörige Schallwand aus 15 mm starkem Sperrholz läßt man zweckmäßigerweise von einem Schreiner anfertigen.

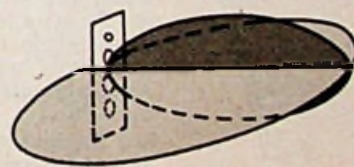
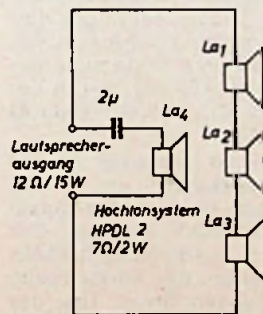
Wir passen zunächst die Schallwand genau in das Gehäuse ein, das zu diesem Zweck innen an den beiden Seiten einen 16 mm breiten Einschnitt aufweist, und bringen auf der Schallwand die erforderlichen Ausschnitte für die einzelnen Lautsprecher gemäß Skizze an. Dann werden die einzelnen Lautsprechersysteme montiert und verdrahtet. Falls die Säule an einem Mast befestigt werden soll, sind in der Gehäusebodenplatte noch die Boh-



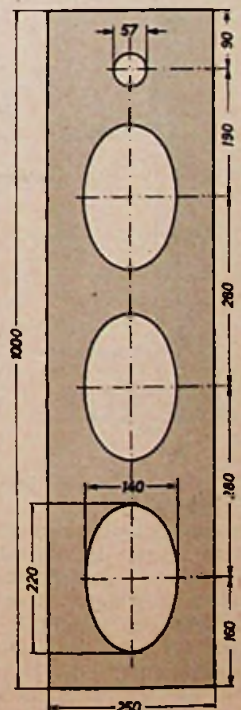
Geöffnete Lautsprechersäule und Rückansicht der Schallwand. Rechts: Schallsäule auf Ständermast



Maße der Lautsprechersäule

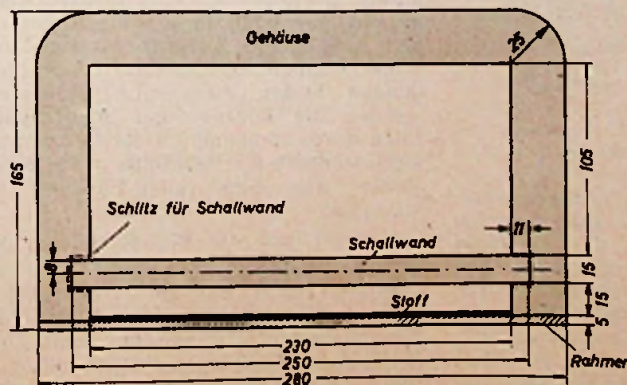


Links: Schaltung der Lautsprecherkombination. Oben: Ausstrahlungscharakteristik der Schallsäule; rechts: Maße der Frontwand; unten: Draufsicht auf die Lautsprechersäule (Deckel abgenommen)



Schaltung der Lautsprechergruppe

In der Schallsäule befindet sich eine aus vier Lautsprechern bestehende Lautsprechergruppe. Die drei Ovalsysteme La_1 , La_2 und La_3 sind in Serie geschaltet. In der Musterkombination wurden drei Lorenz-Systeme „1725/19/90“ verwendet, auf die sich die in den Zeichnungen angegebenen Maße beziehen. Der vierte Lautsprecher ist ein Hochton-System; es ist parallel zur Lautsprechergruppe geschaltet und über einen 2- μ F-Kondensator angekoppelt. Benutzt wurde ein permanent-dynamisches System (Lorenz „HLPD-2“).



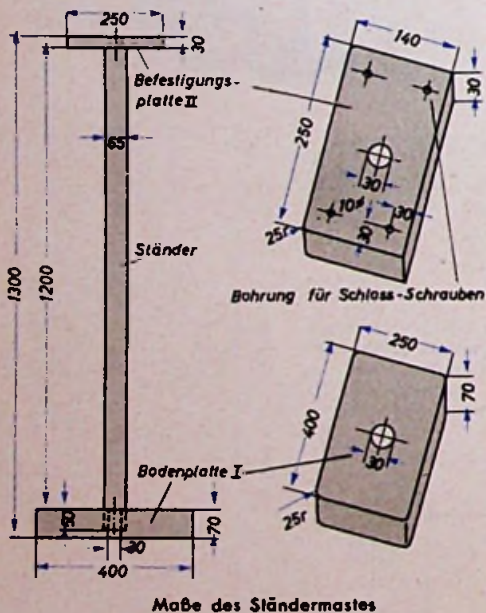
rungen für die vier Schloßschrauben (Lochdurchmesser 10...10,5 mm) vorzunehmen. Die Lage der Bohrlocher muß den Positionen auf der Befestigungsplatte II des Ständermastes entsprechen. Schließlich werden der Rahmen sowie die Deck- und Abschlußplatte mit Hilfe passender Senkkopf-Holzschrauben befestigt. Das Gehäuse wird dann in einem zweckmäßigen Farbton (z. B. hellgrau) gespritzt.

Es ist wichtig, daß die Schallwand richtig eingepaßt wird. Sie darf weder zu fest noch zu lose sitzen. Sie ist richtig eingepaßt, wenn sie im stehenden Gehäuse nach dem Einschieben langsam nach unten sinkt. Ferner hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die Lautsprecher mit Klammern und Holzschrauben auf der Schallwand zu befestigen. Die Anschlußpunkte der Kombination führen zu einer Klemm- oder Lötleiste am unteren Ende der Schallwand. Das Kabel kann unten an der Rückseite des Gehäuses herausgeführt werden. Bei Mastbefestigung empfiehlt es sich, das Kabel unten einzuführen und hierzu eine entsprechende Bohrung vorzusehen. Im Gegensatz zur Bodenplatte sind die Deck- und Abschlußplatte jederzeit abnehmbar. Es ist also leicht möglich, ohne besondere Umstände die vorhandene Lautsprechergruppe herauszuziehen und eine andere Schallwand gegebenenfalls mit anderen Systemen einzuschieben.

Nach dem Spritzen des Rahmens erhält dieser innen eine Stoffbespannung, dessen Farbton mit dem des Rahmens und des Gehäuses harmoniert. Der Rahmen wird nach Festleimen der Stoffbespannung an der Front mit Zierleisten ausgestattet.

Ausführung des Ständermastes

Auch der Ständermast, eine Holzkonstruktion, besteht aus der Bodenplatte I, der Befestigungsplatte II und dem eigentlichen Ständer. Die beiden Platten I und II werden aus massivem Hartholz gefertigt, während der eigentliche Ständer-



Maße des Ständermastes

mast aus weicherem Holz sein kann. Der Mast erhält in der Mitte eine Bohrung für das Anschlußkabel, das entweder unten aus dem Mast oder durch die Bodenplatte I geführt wird. Da Bohrungen auf eine so große Länge kaum mit üblichen Hilfsmitteln vorgenommen werden können, ist es zweckmäßig, den Mast in der Mitte der Längsrichtung in zwei

Teile zu sägen und in einem Teil den für die Kabeldurchführungen benötigten Spalt einzufräsen. Die beiden Mastteile werden dann wieder verleimt. Der Ständermast muß stabil mit der Befestigungsplatte und mit der Bodenplatte verbunden werden. Zu diesem Zweck läßt man das 1200 mm lange Rundholz etwas in die Platten ein; durch Verleimen und mit Hilfe von Senkkopf-Holzschrauben (25 mm und 120 mm lang) wird das

Rundholz gehalten. Der Ständermast wird schließlich in einem dunklen Farbton (z. B. schwarz) gespritzt. Nun kann das Lautsprechergehäuse aufgesetzt und mit Schloßschrauben befestigt werden. Die beschriebene Konstruktion zeichnet sich durch preiswerte Ausführung aus. Sie ist dabei ausreichend stabil und für Laborzwecke besonders geeignet. Die Schallsäule läßt sich verhältnismäßig leicht transportieren und schnell aufstellen.

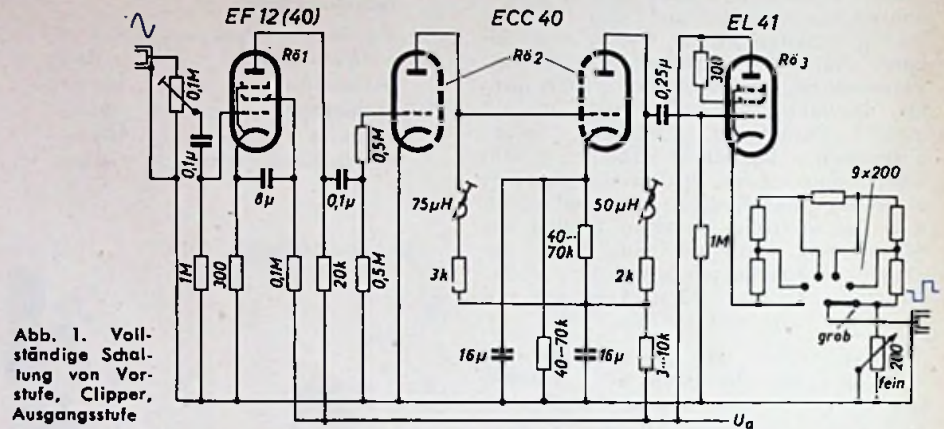


Abb. 1. Vollständige Schaltung von Vorstufe, Clipper, Ausgangsstufe

H. RAWE

Sinuswellen-Clipper

Zur Untersuchung von Verstärkern, insbesondere in Fernsehempfängern, hat sich der Rechteckwellengenerator als vorteilhaft erwiesen. Die Industrie brachte in letzter Zeit bereits eine Reihe solcher Geräte heraus [1].

Durch die hier beschriebene Clipper-Schaltung kann jeder Generator mit sinusförmiger Ausgangsspannung zu einem einfachen Rechteckwellengenerator erweitert werden. Die Abb. 1 zeigt die vollständige Schaltung, die aus einer Vorstufe, einer Begrenzer(Clipper)- und einer Ausgangsstufe besteht. Die beispielsweise von einem Tongenerator gelieferten Sinuswellen werden zunächst in R_{01} verstärkt, in der zweiten Stufe nahe der Grundlinie begrenzt (Abb. 2a) und in der Ausgangsstufe mit R_{03} wieder verstärkt (Abb. 2b).

Die Begrenzerstufe ist mit einer ECC 40 bestückt. Am Steuergitter des ersten Systems wird eine sinusförmige Spannung von etwa 50...60 V benötigt. Der vor dieses Gitter geschaltete 0,5-M Ω -Widerstand verhindert die Rückwirkung auf die vorhergehende Stufe. Um das ganze Frequenzgemisch, aus dem die in diesem System erzeugte Rechteckwelle besteht, verzerrungsarm weiterzuübertragen, sind kleine Außenwiderstände und große Koppelkondensatoren in den folgenden Stufen erforderlich. Außerdem werden die Röhren- und Schaltkapazitäten durch Längsinduktivitäten kompensiert, wodurch die benötigte, große Bandbreite des Sinuswellen-Clippers erreicht ist.

Die Einstellung der Widerstände in der Begrenzerstufe erfolgt zweckmäßigerweise zunächst durch regelbare Widerstände (Potentiometer), die später durch Festwiderstände ersetzt werden, unter Kontrolle eines Oszillografen. Der Oszillograf dient zugleich auch zur Beobachtung ge-

ringer Phasenverzerrungen. Hierbei ist zu beachten, daß der Oszillografenverstärker entsprechend breitbandig sein muß und ebenfalls nur geringe Phasenverzerrungen aufweisen darf, damit die wirkliche Kurvenform des Clippers untersucht werden kann.

Um den Innenwiderstand des Gerätes klein zu halten, werden die Ausgangsspannungen am Katodenwiderstand von R_{02} abgenommen, der zur Grobregelung dekadisch unterteilt ist. Ein 200- Ω -Potentiometer dient zusätzlich zur kontinuierlichen Regelung.

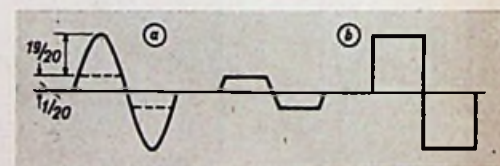


Abb. 2. Das Abkappen erfolgt bei etwa $1/20$ der Amplitude, wie in a stark übertrieben dargestellt

Die Anwendung von Rechteckwellengeneratoren zur Prüfung von Verstärkern ist u. a. kürzlich in FUNK UND TON ausführlich beschrieben worden [2]. Für die Untersuchung von Bildröhrenablenkspannungen soll hier lediglich darauf hingewiesen werden, daß z. B. Frequenzen von 400 Hz zur Kontrolle der Linearität der Bild- und etwa 125 kHz für die Zeilenablenkspannung zweckmäßig sind. Hierbei entstehen auf dem Bildschirm je acht waagerechte und senkrechte Balken, die bei richtiger Einstellung des Fernsehgerätes in gleicher Breite und mit gleichen Abständen über den Bildschirm verteilt sein müssen.

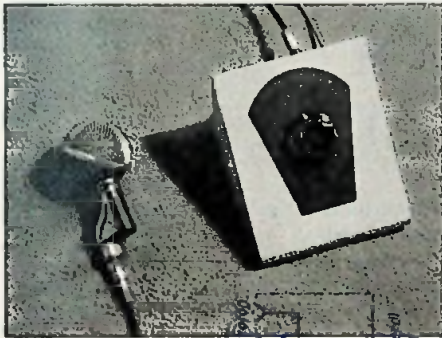
- [1] „Meßgeräte und Meßeinrichtungen“, FUNK-TECHNIK, Bd. 9 (1954), H. 12, S. 334
- [2] H. Eckelmann, „Der Impuls-Generator“, FUNK UND TON, Bd. 8 (1954), H. 5, S. 250...251.

Umblend- und Mischeinrichtungen ohne

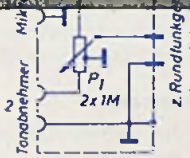
Hochwertige Mischpultverstärker sind vielfach mit Mischanordnungen ausgerüstet, die Elektronenröhren verwenden und die es auf einfache Weise gestatten, gegenseitige Beeinflussungen auszuschalten und bei Tonfrequenzquellen mit verschiedenen Eingangsspannungen ohne Schwierigkeiten den jeweils gewünschten Aussteuerungspegel einzustellen. Aber auch mit einfacheren Schaltungen ohne Röhren (s. auch PUNK-TECHNIK Bd. 9 [1954], H. 11, S. 304) sind vorzügliche Ergebnisse zu erreichen. Solche Anordnungen eignen sich besonders für den Heimgebrauch.

Einfaches Umblendgerät

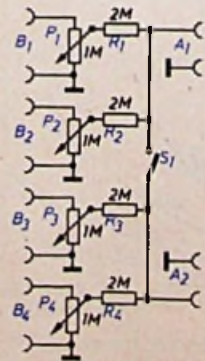
Ein sehr einfaches Umblendgerät zeigt die folgende Schaltung. Beim Drehen des Umblendreglers P_1 von der einen Endstellung zur andern erfolgt der Übergang nicht plötzlich, sondern allmählich. Die Lautstärke der einen Tonfrequenz wird stetig verringert, während die Lautstärke der zweiten Darbietung langsam zunimmt. Das Ohr empfindet einen solchen Übergang als angenehm und gleichmäßig, wenn zwischen der zu regelnden Spannung und dem Drehwinkel des Reglers P_1



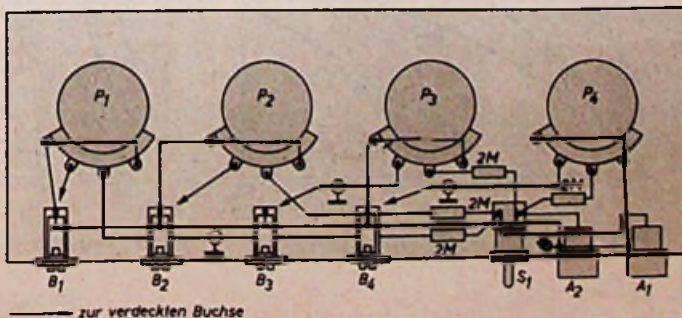
Einfaches Umblendgerät im Pultgehäuse; Schaltung



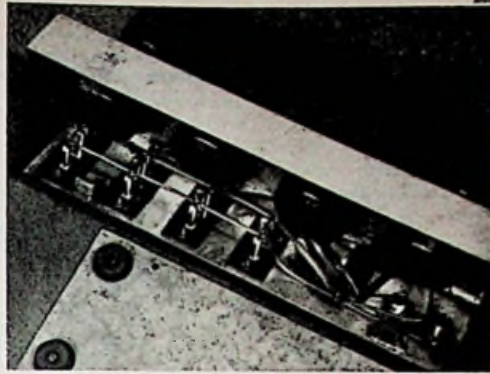
ein exponentieller Zusammenhang besteht. Bei dem verwendeten Preh-Umblend-Potentiometer nimmt die Spannung der Tonfrequenzquelle 1 von ihrem vollen Wert bis auf weniger als $1/10.000$ dieses Wertes ab. Gleichzeitig steigt die Spannung der Tonfrequenzquelle 2 von weniger als $1/10.000$ ihres Wertes bis zum vollen Wert an. In der Mittelstellung, die etwa bei einem Drehwinkel von 135° erreicht wird und durch das Einrasten einer Feder gekennzeichnet ist, sind beide Eingangsspannungen auf etwa $1/1000$ ihres Wertes heruntergeregt. Beim Weiterdrehen über diese Stellung hinaus nimmt die eine Spannung weiterhin ab, während die andere zunimmt. Der Aufbau des Umblendgerätes ist unkritisch.



Links: Schaltung des Vierfach-Mischpultes. Unten: Verdrahtungsskizze der Bauteile



zur verdeckten Buchse



Bewährt hat sich ein handelsübliches Metallgehäuse der Fa. P. Leistner (Pultlänge 140 mm, Höhe 90 mm, Tiefe 145 mm). Als Eingänge sind an Stelle von Buchsen abgeschirmte Schraubkupplungen verwendet worden (Peiker „PK 1“), die in Verbindung mit den zugehörigen Kupplungsteilen mit Überwurfmutter für Kabelbefestigung eine völlige Abschirmung und einen sicheren Kontakt gewährleisten. Die Schraubkupplungen und das ausgangsseitige Abschirmkabel, das direkt in die Verdrahtung eingelötet wird, sind auf der Gehäuserückseite herausgeführt.

Vielseitiges Vierfach-Mischpult

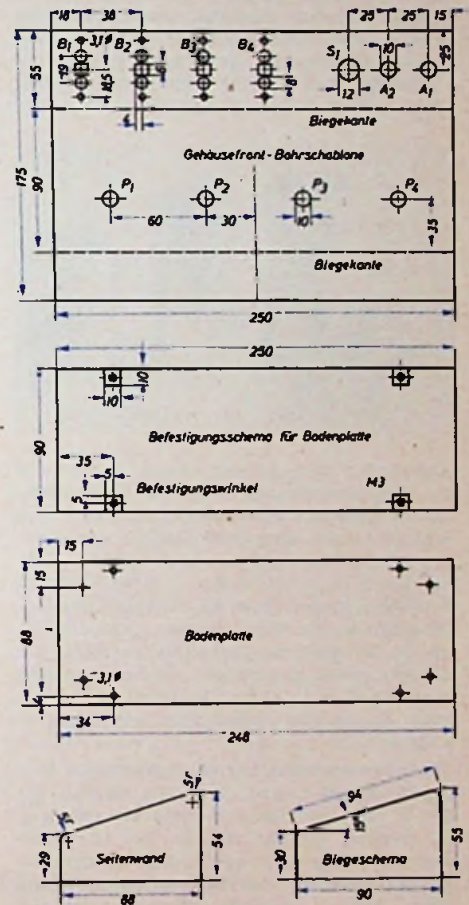
In zahlreichen Fällen können mit der Mischung mehrerer Tonkanäle wirkungsvolle Effekte erzielt werden. Ein vielseitiges Mischpult dieser Art mit den Mischreglern $P_1 \dots P_4$ verwendet zur Entkopplung der Kanäle die Widerstände $R_1 \dots R_4$. Die Widerstandswerte der Potentiometer sind so festgelegt, daß eine einwandfreie Nullregelung möglich ist. Die beiden Ausgänge A_1 und A_2 gestatten in Verbindung mit dem Kippschalter S_1 eine Mehrfachausnutzung für zwei verschiedene Anlagen. So lassen sich die Eingänge B_1, B_2 von B_3, B_4 abtrennen und über die dann getrennten Ausgangsbuchsen A_1 und A_2 zwei verschiedenen Anlagen zuführen.

Das Abschirmgehäuse aus 0,75 mm verzinktem Eisenblech kann unter Beachtung der Skizzen leicht selbst gefertigt werden. Es besteht aus dem U-förmig abgebogenen Pultteil mit den Abmessungen 250×1175 mm, das jeweils bei $30 + 90 + 55$ mm so abgebogen wird, daß die Pultfläche 90×250 mm groß ist. Die beiden Seitenwände ($88 \times 29 \times 88 \times 54$ mm) werden in das Pultgehäuse eingelötet (500-W-Lötkolben). Die gleichfalls aus verzinktem Eisenblech bestehende Bodenplatte ($88 \times 248 \times 0,75$ mm) wird an den vier Ecken mit Gummifüßchen ausgestattet.

Eingangs- und Ausgangsbuchsen und Schalter S_1 befinden sich an der Rückseite. Gut bewährten sich für $B_1 \dots B_4$ Doppelbuchsen mit Mittelstift (W. Zimmermann), der gleichzeitig die Masseverbindung der abgeschirmten Tonfrequenzleitungen herstellt. Die beiden Ausgangsbuchsen sind abgeschirmte Schraubkupplungen (Peiker „PK 1“).



Umblendgerät mit Mikrofon. Links: Innenansicht des Vierfach-Mischpultes. Unten: Maßskizzen für das Mischpultgehäuse



In der Verdrahtung werden lediglich die Verbindungen von den Schleifern der Potentiometer $P_1 \dots P_4$, die isoliert vom Chassis zu montieren sind, zu den Widerständen $R_1 \dots R_4$ abgeschirmt. Die Masseleitungen sind vom Chassis isoliert zu verdrachten, damit Schleifenbildungen vermieden werden. Die gemeinsame Chassisleitung hat lediglich an der Ausgangsbuchse A_2 mit dem Blechgehäuse Verbindung. Als Drehknöpfe eignen sich griffige Ausführungen, die gleichzeitig Pfeilköpfe haben. Die Frontplatte erhält ein Schild mit den Reglermarkierungen, das die Schaltmöglichkeiten von S_1 symbolmäßig andeutet. d.

Spezialbauteile

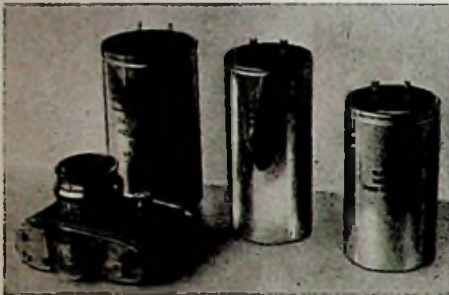
1. Umblendgerät: Umblendpotentiometer $2 \times 1 \text{ M}\Omega$ (Preh); 2 Schraubkupplungen „PK 1“ (Peiker); Pultgehäuse (Leistner).
2. Vierfach-Mischpult: 4 Potentiometer, je $1 \text{ M}\Omega$ (Preh); 4 Doppelbuchsen mit Mittelstift (W. Zimmermann); 4 Drehknöpfe (Mentor); Kippschalter (Lumberg); 2 Schraubkupplungen „PK 1“ (Peiker).

Der Elektrolytkondensator im Elektronen-Blitzlichtgerät

Hohe Leistung bei kleinen Abmessungen hat in Verbindung mit der günstigen Preislage dem Elektrolytkondensator zu einer weiten Verbreitung in Fotoblitzgeräten verholfen. Bei der Entwicklung und beim Selbstbau solcher Geräte sind die besonderen Eigenschaften der Elektrolytkondensatoren zu berücksichtigen, wenn eine zufriedenstellende Leistung unter sicheren Betriebsbedingungen erreicht werden soll

Kapazität und Betriebsspannung

Eine Auswahl verschiedener Fotoblitz-Kondensatoren und ihre technischen Daten sind in Tab. I zusammengestellt. Kondensatoren für Betriebsspannungen von 160 ... 550 V mit Kapazitätswerten von 250 ... 4000 μF sind gebräuchlich (Abb. 1). Damit können Energieerwerte bis zu 100 Ws [Joule] aufgespeichert werden, wie aus Abb. 2 zu entnehmen ist. Gewicht und Volumen des Blitzgerätes sollen möglichst klein bleiben. Da der Arbeitskondensator oft den größten Bauteil des Gerätes darstellt, ist eine möglichst große spezifische Energie anzustreben, d. h. je Volumen- oder Gewichtseinheit des Kondensators soll viel elektrische Arbeit [Ws] gespeichert werden. Dieser Wert hängt hauptsächlich von der



Tab. I.
Technische Daten von
Fotoblitz-Kondensatoren

Nenn-Spitzen- spannung [V =]	Nenn- Kapazität [μF]	max. Energie [Ws]	Abmessungen D x H [mm]	Hersteller
500/530 (teilweise auch 520/575)	600	75	70 x 100	Wego
	500	09	80 x 100	Wego
			60 x 125	Dominit
			70 x 100	Siemens
			70 x 120	Hydra
	450	56	60 x 110	SAF
	125	53	45 x 120	NSF
	400	50	55 x 100	Wego
			70 x 120	Hydra
			55 x 125	Dominit
	800	37	50 x 100	Wego
	275	34	40 x 95	NSF
	250	31	60 x 110	Hydra
	200	25	45 x 100	Wego
450/500	600	60	55 x 105	NSF
350/385	980	60	65 x 100	Siemens
300/330	1400	63	70 x 100	Wego
			60 x 125	Dominit
	1000	45	55 x 125	Dominit
290/320	1000	42	45 x 120	NSF
270/300	750	27	45 x 95	NSF
250/275	2000	63	70 x 125	Wego
	1000	31	45 x 125	Dominit
			60 x 100	Wego
210/230	825	18	40 x 95	NSF
200/220	1000	20	55 x 100	Wego

Abb. 1.
Fotoblitzkondensatoren
in Alu-Bechergehäuse

Aufrauhung des Anodenbelages sowie von der Betriebsspannung, dem Isolationsfüllfaktor und anderen Einflüssen ab. Nach Abb. 3 wird eine hohe spezifische Energie vor allem bei hohen Betriebsspannungen erreicht. Dies ist darauf zurückzuführen, daß bei höherer Betriebsspannung durch die Erhöhung der Isolationsstärke des Kondensators zwar die Kapazität im gleichen Verhältnis abnimmt, die Energie jedoch quadratisch mit der Spannung zunimmt ($N = 1/2 \cdot U^2 \cdot C$). Daher ist der Betrieb bei größtmöglicher Spannung am günstigsten.

Für Kondensatoren, die bei Spannungen über 600 V formiert sind, kann im Betrieb bei 550 V eine spezifische Energie von maximal 0,3 Ws/cm³ erreicht werden. Bei Hintereinanderschaltung von zwei solchen Kondensatoren ist natürlich eine Betriebsspannung von 1000 ... 1100 V möglich. Daraus ergibt sich jedoch kein Gewinn, da die gleiche Arbeit

auch bei Parallelschaltung der beiden Kondensatoren bzw. mit einem Kondensator doppelter Kapazität erreicht wird. Der Aufwand an Schmitteln bleibt bei Parallelschaltung geringer.

Die maximale Betriebsspannung wird bei Elektrolytkondensatoren vor allem dadurch begrenzt, daß die als Dielektrikum wirkende Aluminiumoxydschicht nur bis zu einer Stärke von etwa 0,5 ... 0,6 μ formiert werden kann. Die Durchschlagfestigkeit dieser Schicht ist rund 10^6 V/mm und die maximale Betriebsspannung damit 500 ... 600 V. Bei Blitzgeräten ist die maximal erreichbare Spannung meistens durch den nach Abb. 4 bei höheren Spannungen rasch zunehmenden Reststrom gegeben, der über den Innenwiderstand der Stromquelle eine Begrenzung des Aufladevorganges bewirkt. Bei Blitzgeräten mit direktem Netzanschluß, z. B. nach Abb. 6c, können dagegen durch Spannungsverdopplung Spitzenspannungen bis über 600 V auftreten; vor allem bei Netzüberspannungen würde das den Kondensator gefährden. Der als Schutzwiderstand in

solchen Schaltungen häufig vorgesehene Vorschaltwiderstand R_0 von 2 ... 5 kOhm bringt eine Vergrößerung der Aufladezeit und stellt auch sonst keine günstige Lösung dar. Besser ist es, z. B. einen Spartrafo vorzuschalten, der die Gleichrichteranordnung mit 180 V speist und außerdem auch den Betrieb mit anderen Netzspannungen ermöglicht.

Lichtleistung

Aus der aufgespeicherten Kondensatorenergie läßt sich nicht ohne weiteres auf die Lichtleistung eines Elektronen-Blitzlichtgerätes schließen. Insbesondere kann für Vergleiche von verschiedenen Geräten die berechnete Energie des Arbeitskondensators nicht als zuverlässiger Maßstab gelten. Wie Abb. 2 zeigt, ist dieser Wert u. a. sehr stark durch die tatsächliche Kondensatorspannung bedingt, die wiederum von der Aufladezeit abhängt und

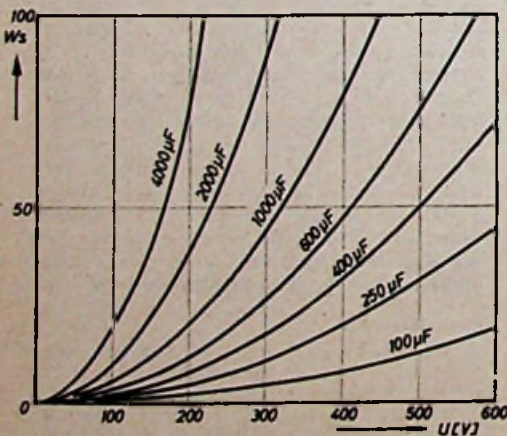


Abb. 2. Maximale Energie von Blitz-Kondensatoren

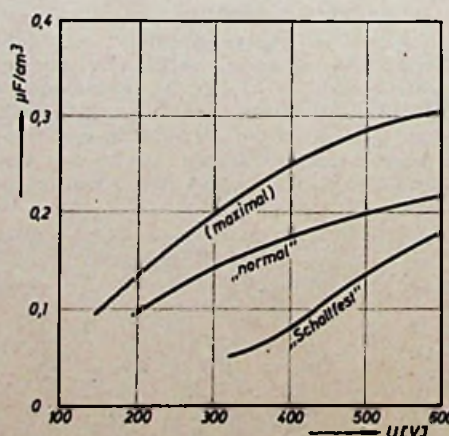


Abb. 3. Spezifische Energie von Kondensatoren

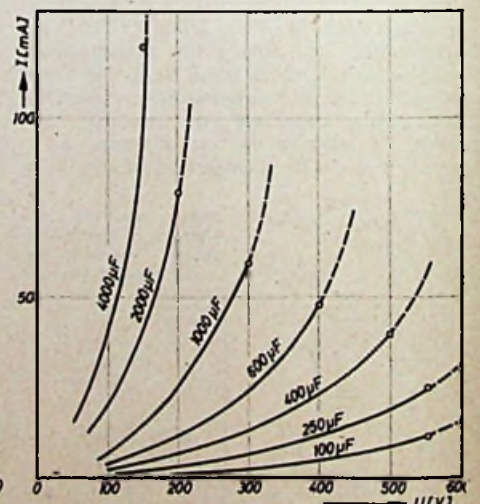


Abb. 4. Reststrom von Elektrolytkondensatoren

nach einem raschen Anstieg zu Beginn der Aufladung, nur langsam den Höchstwert erreicht (Abb. 5). Zu beachten sind dabei auch die Toleranzen des Kondensators von +30 ... -10 %. Abgesehen von den unterschiedlichen Reflektorwirkungsgraden der Leuchte, können deshalb durch die elektrischen Toleranzen zwischen Blitzgeräten gleicher Schaltung leicht Unterschiede der Lichtleistung von 1:2 auftreten. Daher sind zuverlässige Angaben über die Leitzahl nur auf Grund eigener Versuche unter Einhaltung konstanter Bedingungen (Aufladezeit bzw. Betriebsspannung) möglich.

Reststrom

Elektrolytkondensatoren weisen auch nach beendeter Aufladung noch einen Reststrom auf, der durch die endliche Leitfähigkeit des Dielektrikums bedingt ist. Die Höhe des Reststromes hängt u. a. von der Reinheit des Elektrolyten, von der Betriebstemperatur, der Betriebsspannung und anderen Faktoren ab. Durch verbesserte Fabrikationsmethoden konnte der Reststrom der Elektrolytkondensatoren allgemein gesenkt werden. Dies kommt auch in dem neuen Entwurf der Norm DIN 41 332 „Technische Werte und Aufbau von gewolten Elektrolytkondensatoren“ zum

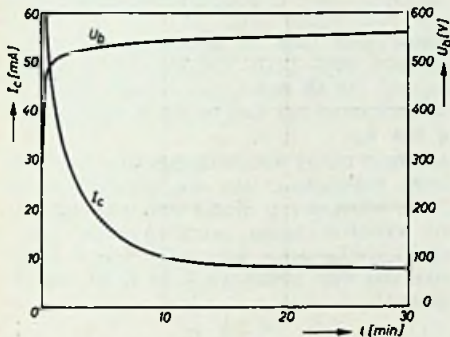
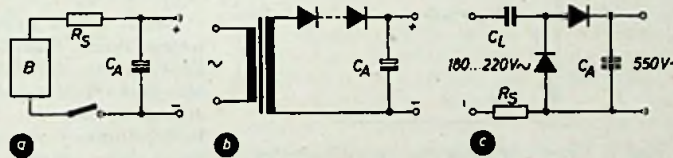


Abb. 6. Schaltungsarten für die Spannungserzeugung. a) Batteriebetrieb; b) Transformatorschaltung (Netz- oder Zehnerbetrieb); c) Verdopplerschaltung (direkter Netzanschluß)



Ausdruck. Die zulässigen Höchstwerte sind in Abb. 4 berücksichtigt. Im allgemeinen werden diese Höchstwerte des Reststromes nur bei längerer Außerbetriebsetzung erreicht. Da dieser Betriebsfall bei Fotoblitzgeräten häufig gegeben ist, sollte der Elektrolytkondensator vor Inbetriebnahme einer Nachformierung unterzogen werden. Dies erreicht man dadurch, daß das Gerät etwa 10 ... 20 min unter Spannung gehalten wird. Der Reststrom geht dann wieder auf seinen Normalwert zurück (Abb. 5). Zur Schonung der Sammler bzw. der Batterie sollte jedes Blitzgerät für diese Nachformierung eine Netzanschlußmöglichkeit haben. Durch mehrmaliges Auf- und Entladen läßt sich der Nachformierungsvorgang noch beschleunigen.

Wie aus Abb. 4 ebenfalls zu entnehmen ist, weist der Reststrom eine starke Spannungsabhängigkeit auf. Dies bewirkt oft eine Begrenzung der Ladespannung, bedeutet aber auch, daß sich der Spitzenwert der Ladespannung am Kondensator ohne Nachladung bald wieder entlädt. Besonders bei Blitzgeräten mit Betrieb aus Trockenbatterien (z. B. nach Schaltung 6a) macht sich dies störend bemerkbar. Bei Batteriegeräten bildet der Reststrom eine ständige Verlustquelle, die die Zahl der Blitze je nach Ladung bzw. je Batteriesatz begrenzt. Daher sind für solche Geräte Kondensatoren mit geringstem Reststrom besonders vorteilhaft.

Andererseits sind jedoch bei Betrieb mit Netzanschluß auch Kondensatoren mit größerem Reststrom verwendbar, da hier der ständige Reststromverlust ohne Schwierigkeiten gedeckt werden kann und, wie bereits erwähnt, spannungsstabilisierend wirkt.

Verlustfaktor

Während Elektrolytkondensatoren in Siebschaltungen nur eine geringe Wechselstrombeanspruchung erfahren, ist im Blitzgerät der zusätzliche Wechselstrom nicht zu vernachlässigen und daher auch die Bedeutung des Verlustfaktors nicht zu unterschätzen. Für die Netzfrequenz liegt der Wert des Verlustfaktors meistens unter 10 % und kann beim Ladekondensator an sich unberücksichtigt bleiben. Die Entladung des Arbeitskondensators über die Blitzröhre erfolgt jedoch in sehr kurzer Zeit. Die Entladungs-Halbwertzeit ist etwa 1 ms bei 1000 μ F, 0,5 ms bei 250 μ F und 2 ms bei 2000 μ F. Diesen Zeitwerten entsprechen

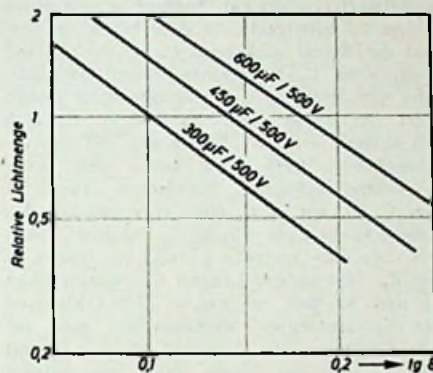


Abb. 5 (links). Ladestrom und Betriebsspannung beim Aufladevorgang von Fotoblitz-Kondensatoren

Abb. 7 (oben). Relative Lichtmenge bei Kondensatoren mit unterschiedlichem Verlustwinkel

Frequenzwerte von etwa 200 Hz bis 500 Hz. Der Verlustfaktor erreicht dabei (d. h. vor allem bei den schnellen Entladungen niedriger Kapazitäten) höhere Werte, und zwar etwa bis zu 30 %. Daraus ergeben sich Verlustwiderstände von 0,3 ... 0,4 Ohm. Da der Innenwiderstand der Blitzröhre ebenfalls nur 1 ... 3 Ohm ist (der höhere Wert gilt für Lampen mit höherer Betriebsspannung), resultiert ein mitunter nicht unbeträchtlicher Energieverlust. Der schlechtere Wirkungsgrad tritt vor allem bei Verwendung kleinerer Kondensatoren (250 ... 300 μ F) auf und ist hier besonders störend. Zur Vermeidung von zusätzlichen Verlusten sollte natürlich auch der gesamte Entladungskreis (d. h. Zuleitung und Steckvorrichtungen) keinen höheren Widerstand als etwa 0,1 Ω erreichen. Der große Einfluß des Verlustfaktors ist auch aus den Meßwerten der Abb. 7 ersichtlich. Dabei wurde der Lichtstrom mit einer Selen-Zellen-Anordnung bei der Entladung von Kondensatoren mit verschiedenem Verlustwinkel gemessen.

Schaltfestigkeit

Eine weitere Folge der Wechselstrombeanspruchung von Elektrolytkondensatoren ist das Entstehen einer zweiten Oxidschicht auf der Kathodenfolie. Dieser Belag ist bei normalen Elektrolytkondensatoren blank und erhält nur bei ungewolten Kondensatoren eine isolierende Oxidschicht. Durch die Wechselstrom-

belastung, die vor allem in jedem Entladungsvorgang des Arbeitskondensators zu suchen ist, wird der Kathodenbelag nun ebenfalls formiert. Die dadurch langsam entstehende Kapazität ist zu der eigentlichen Kapazität des Kondensators in Reihe geschaltet und wirkt kapazitätsmindernd.

Diese unerwünschte Wirkung läßt sich durch die Verwendung von geeigneten Werkstoffen vermeiden; solche Kondensatoren werden als „schaltfest“ bezeichnet. Gegenüber normaler Ausführung beanspruchen schaltfeste Elektrolytkondensatoren ein etwas größeres Einbaувolumen. Sie weisen eine sehr hohe Lebensdauer auf. Bei Versuchen wurden bis über 100 000 Entladungen durchgeführt, ohne daß eine Verschlechterung der elektrischen Werte oder der Kapazität festzustellen war. Vergleichsweise sei erwähnt, daß 20 000 Blitze als größte Lebensdauer für die Entladungslampe garantiert werden können.

Ladekondensator

Besondere Beachtung erfordert ferner auch die Wechselstrombelastung des Ladekondensators (C_L in Abb. 6c) in Verdopplerschaltungen. Da diese Schaltung als Doppelweggleichrichtung arbeitet, wird der im Eingang liegende Kondensator von einem Wechselstrom durchflossen, der etwa dem dreifachen Wert des Reststromes des Hauptkondensators entspricht. Die Spitzenwerte dieses (stark verzerrten) Stromes sind jedoch wesentlich größer. Bei einem Reststrom des Hauptkondensators von z. B. 10 mA nimmt die Schaltung etwa 30 mA von der Stromquelle auf. Neben der rückläufigen Formierung bedingt dieser Wechselstrom auch eine schädliche Erwärmung des Ladekondensators. In der DIN-Norm 41 332 werden für einen 4- μ F-Kondensator 20 mA als maximal zulässiger Wechselstrom angegeben; bei 8 μ F noch 35 mA. Wie sich jedoch aus den vorher genannten Zahlenwerten ergibt, kann diese Bedingung im günstigsten Fall nur bei Dauerbetrieb eingehalten werden. Der Einschaltvorgang ist als unzulässige Überschreitung anzusehen. Je nach der Betriebsart des Blitzgerätes wird die Lebensdauer eines Lade-Elektrolytkondensators eventuell gefährdet sein, solange keine besonderen Kondensatoren verwendet werden, die für die Wechselstrombeanspruchung geeignet sind. Ist ein solcher Kondensator nicht erhältlich, dann ist es, zweckmäßiger, als Ladekondensator eine MP-Ausführung zu verwenden. Sofern die Wechselspannung von einem Transformator geliefert wird, kann man bei gleichem Gleichrichteraufwand zweckmäßigerweise auch eine Einwegschaltung mit doppelter Eingangsspannung vorsehen.

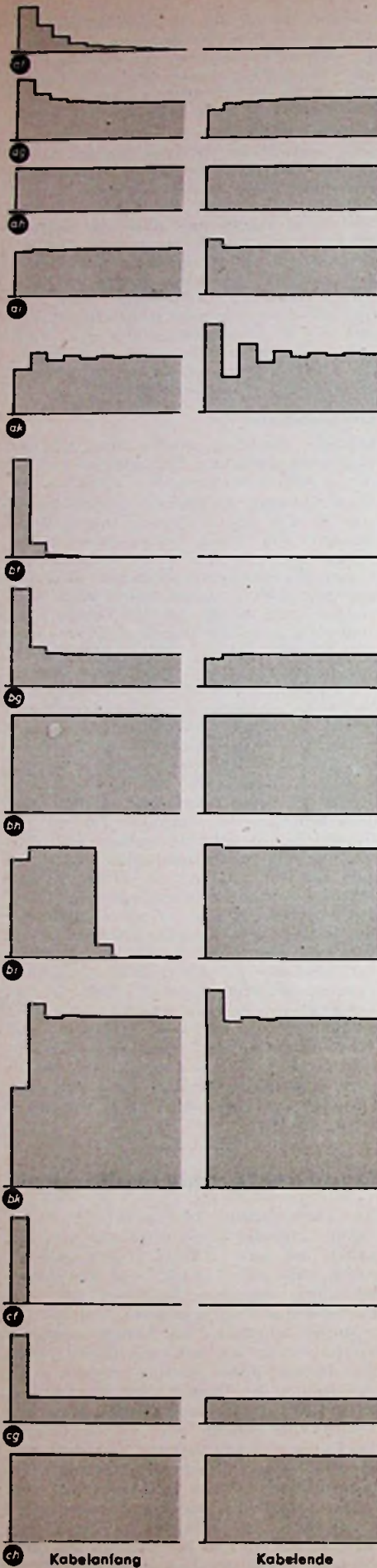
Stand der Technik in aller Welt

Die Treuhandstelle Reichspatentamt, Berlin SW 61, Gitschiner Straße 97-103, hat vor fünf Jahren mit ihrer Abteilung „Informationsdienst Stand der Technik“ eine Einrichtung geschaffen, die unter Benutzung des vom Reichspatentamt übernommenen und laufend ergänzten Schrifttums auf Anfrage Auskunft darüber erteilt, was auf irgendeinem Gebiet der Technik bisher erdacht, erfunden und veröffentlicht ist. Diese Einrichtung dient der Rationalisierung und damit der Steigerung der Produktivität dadurch, daß jede überflüssige Denkarbeit und unproduktive Sucharbeit zum Erreichen eines technischen Fortschrittes weitgehend eingeschränkt werden kann. Mit einem unter Mitwirkung namhafter industrieller Unternehmen in deutscher, englischer und französischer Sprache herausgegebenen Sonderdruck „Stand der Technik in aller Welt“ weist die Treuhandstelle erneut auf die Bedeutung und die ständig wachsende Inanspruchnahme der zum erstenmal in Deutschland geschaffenen Berliner Institution hin. -z.

Kabel und Impulse

(Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK, Bd. 9 [1954], H. 12, S. 336)

Jetzt denke man sich die Kette, wie sie die Abb. 3 des ersten Teiles zeigte, im ganzen angeschaltet. Wieder sind alle C leer. S werde geschlossen. Der Vorgang beginnt wie vorher. Wenn aber jetzt die Spannung an C₁ auf einen einigermaßen merklichen Wert gestiegen ist, dann liegt auch an dem Glied L₂ C₂ eine Spannung an, die zur Folge hat, daß auch in C₂ hinein ein Strom fließen will. Er kann noch nicht in der gleichen Stärke nach C₂ fließen wie jetzt nach C₁, denn noch ist L₂ als stromträges Element dazwischen. Während der Strom in L₁ schon seinen Höchstwert erreicht hat, beginnt er sich durch L₂ erst zu entwickeln. In dem Maße, in dem bald der Strom auch nach C₂ zu steigen beginnt, wird C₁ um seinen Anteil gebracht, denn der Strom in L₁ übersteigt nicht seinen Wert von etwas mehr als 0,33 A. C₁ muß erst einmal „warten“, bis er sich auf den ursprünglichen Wert füllen kann, weil zuvor C₂ Ladung aufnimmt. Inzwischen ergeht es aber C₂ so, wie es C₁ eben ergangen ist: das nächste Glied zieht Strom, C₂ bekommt daher auch nur eine kleinere Ladung ab, genau so wie C₁. Die andere Ladung übernimmt dann C₃, und so geht es weiter. Dabei kommen alle Kondensatoren nacheinander nur auf eine Spannung von ungefähr 50 V statt auf 100 V, und der Strom fällt von seinem Höchstwert von ungefähr 0,33 A gar nicht mehr ab, denn alle nachfolgenden Glieder ziehen weiterhin Strom. Je weiter die Ladungsfront in den Kettenleiter hineingelau-
fen (oder vielleicht besser gesagt „hinein-



Verlauf eines Impulses im Kabel. Die Buchstaben beziehen sich auf verschiedene Widerstände am einspeisenden Generator und auf verschiedene Abschlußwiderstände der Meßanordnung (s. Text)

ohmschen Widerstand von 150 Ω enthält. Ein nicht unterrichteter Beobachter müsse dann beide Kästen an 100 V anschließen. Er könnte nur die Tatsache feststellen, daß in beide Kästen ein Strom von 0,33 A hineinfließt und daß an beiden Eingangsklemmen eine Spannung von 50 V liegt (Abb. 7). Sein Urteil

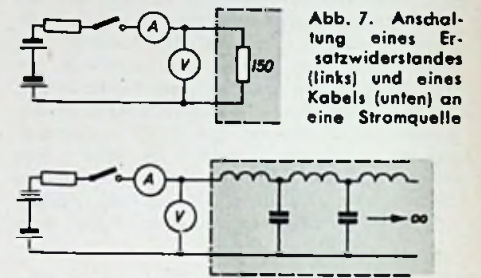


Abb. 7. Anschaltung eines Ersatzwiderstandes (links) und eines Kabels (unten) an eine Stromquelle

würde sein, daß in beiden Kästen 150 Ω wirksam sind. Diese 150 Ω (nur in diesem Beispiel 150 Ω) nennt man deshalb den Wellenwiderstand des Kabels, die Kabelimpedanz Z bzw. Z₀.

An Hand dieser Betrachtungen wird man sich leicht klarmachen, daß ein größerer Strom fließt, wenn alle C größer sind, und daß nur ein kleinerer Strom entstehen kann, wenn alle L größer sind. Die Größe von Z hängt also von dem Verhältnis L zu C ab und ist genau

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

In dem Beispiel war $Z = \sqrt{1,12 \cdot 10^{-6} / 50 \cdot 10^{-12}} = 150 \Omega$. Dieses Kabel wirkt, das sei betont, wegen seiner Induktivität und wegen seiner Kapazität in der Schaltung als rein reeller ohmscher Widerstand von 150 Ω, sofern es unendlich lang ist: Es ist ein 150-Ω-Kabel. In Wirklichkeit gibt es kein unendlich langes Kabel. Die „Front“ kommt zu irgendeiner Zeit hinten an. Im Kettenleiterbeispiel hieße das: C₄ fängt an, sich zu füllen. Wenn seine Ladung so groß ist, daß die Spannung an ihm auf 50 V ansteigt, ist kein weiteres Glied da, das den von vorn weiterhin zufließenden Strom aufnimmt. I ist aber in den Spulen einmal in Fluß und kann nicht plötzlich gestoppt werden. C₄ muß weiter Ladung aufnehmen. Seine Spannung steigt deshalb weiter. Dadurch wird zuerst der Strom in L₄ gebremst. Dann aber „merkt“ auch C₃, daß dort hinten etwas nicht stimmt. Schließlich wird der Strom in L₄ zu Null, wobei die Spannung an C₄ auf 100 V angestiegen ist. Als nächstes ist C₃ an der Reihe, sich bis auf 100 V aufzuladen. So geht es weiter, bis diese „reflektierte“ Front sich bis an den Kettenanfang durchgeschwappt hat. Der Vor-

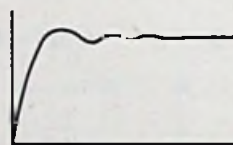


Abb. 5. Strom und Spannung beim Einschalten

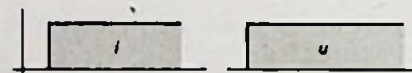
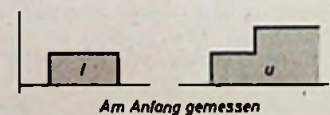


Abb. 6. Strom und Spannung beim Einschalten von unendlich vielen, kleinen Kettengliedern

geschwappt*) ist, um so ruhiger wird an den Anfangsklemmen der Strom und um so glatter die Spannung an den vorderen Kondensatoren (genau 0,33 A und 50 V).

Wenn man sich vorstellt, der Kettenleiter habe unendlich viele Glieder, so wird, solange die Stromquelle angeschaltet ist, ein Strom von 0,33 A in seine Anfangsklemmen hineinfließen, an denen sich eine Spannung von 50 V eingestellt hat. Der Vorgang sieht dann so aus wie in Abb. 5. Je kleiner man die einzelnen Glieder macht (bei gleichbleibendem Verhältnis der L und C zueinander), um so glatter wird die Kurve und um so steiler die vordere Flanke, bis schließlich (wie beim wirklichen Kabel) die Kurve so aussieht, wie sie in Abb. 6 gezeigt ist.

Nun stelle man sich ein Kabel vor, das unendlich lang ist. Dann würde, solange die Quelle angeschaltet ist, ein Strom von 0,33 A hineinfließen, und an den Anfangsklemmen würde eine Spannung von 50 V herrschen. Dieses Kabel werde in einen Kasten gelegt, aus dem nur die Eingangsklemmen herausragen, während ein anderer Kasten von äußerlich gleicher Bauart nur einen einfachen



Am Anfang gemessen

Abb. 8. Strom und Spannung beim Einschalten vieler Kettenglieder (offenes 150-Ohm-Kabel)

gang ist ähnlich wie bereits beschrieben. Im Endzustand weisen alle C eine Spannung von 100 V auf und in die Kette fließt kein weiterer Strom hinein; die Kette ist aufgeladen. Entsprechendes gilt für das Kabel. Der Vorgang ist in Abb. 8 gezeigt.

Ein anderer Fall besteht, wenn der letzte Kondensator (C_4) kurzgeschlossen wird. An ihm kann keine Spannung mehr entstehen, die im Grunde die Ursache dafür war, daß der Strom im vorhergehenden L nicht weiter stieg (s. Abb. 3). Der Strom will also in diesem Falle weiter wachsen. Durch L_1, L_2, L_3 kommt allerdings nicht plötzlich mehr Strom, deshalb muß C_3 seine gesamte Ladung dafür hergeben. Der Strom in L_4 steigt dabei nicht über 0,67 A an, denn unterdessen ist C_3 leer und seine Spannung wird Null. Dann kommt C_2 und C_1 an die Reihe, bis die Quelle selbst für die übrige Zeit den doppelten Strom hergeben kann (s. Abb. 9).

Schließlich gibt es eine Möglichkeit, ein unendlich langes Kabel, von seinen Anfangsklemmen aus gesehen, vorzutauschen. Wie festgestellt wurde, besteht beim unendlich langen Kettenleiter folgende Tatsache: Eine bestimmte Zeit nach Schließen des Schalters erreicht die Front auch z. B. den Punkt b in Abb. 10. Durch diesen Punkt fließen dann fernerhin 0,33 A, die Spannung zwischen b und c bleibt 50 V, während sich die Front weiter in den Kettenleiter hineinbewegt. Es muß sich also, damit keine Störung — keine Reflexion — bei c entsteht, an die Punkte b und c etwas anschließen, das bei 50 V konstant 0,33 A aufnehmen kann. Noch sind dies die weiteren Kettenglieder oder ein anschließendes Kabel. Die geforderte Eigenschaft hat aber auch ein ohmscher Widerstand von 150 Ω . Durch einen solchen Widerstand fließt bei 50 V ein Strom von 0,33 A. Die unendlich lange Fortsetzung des ersten Stückes könnte also abgeschnitten und sofort durch

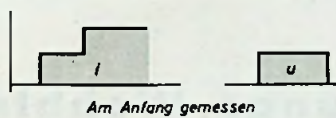


Abb. 9. Strom und Spannung beim Einschalten eines am Ende kurzgeschlossenen 150-Ohm-Kabels

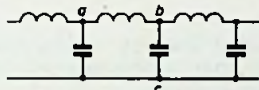


Abb. 10. Teil eines unendlich langen Kettenleiters zur Erläuterung des reflexionsfreien Abschlusses

einen Widerstand von 150 Ω ersetzt werden. Am Eingang des Kabels würde sich dies überhaupt nicht bemerkbar machen. Bei der alten Spannung fließt der gleiche Strom hinein: Das Kabel ist „reflexionsfrei“ abgeschlossen, und zwar ist das immer der Fall, wenn der Abschlußwiderstand R_a gleich dem Wellenwiderstand Z des abzuschließenden Kabels ist.

Ist der Abschlußwiderstand R_a größer als Z , dann ergeben sich ähnliche Reflexionsverhältnisse wie bei offenem Kabel, ist er kleiner als Z , dann sind die Verhältnisse denen des Kurzschlusses ähnlich.

Während bei Kurzschluß und Leerlauf alles reflektiert wird (im Beispiel 50 V, jedoch mit jeweils umgekehrter Richtung) und bei Anpassung nichts, wird bei geringer Fehl-anpassung nur ein Teil reflektiert.

Bei mathematischer Durcharbeitung prägt man dabei den Begriff des Reflexionsfaktors „r“. Dieser Faktor läßt sich einfach für jeden Fall nach der Formel bestimmen

$$r = \frac{R_a - Z}{R_a + Z}$$

Beispiel 1:

$$Z = 150 \Omega; R_a = 150 \Omega$$

$$r = \frac{150 - 150}{150 + 150} = \frac{0}{300} = 0$$

Von der ankommenden Spannung wird in diesem Fall nichts reflektiert.

Beispiel 2:

$$R_a = 200 \Omega; Z = 150 \Omega$$

$$r = \frac{200 - 150}{200 + 150} = \frac{50}{350} = +0,143$$

Nur ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zehntel der ankommenden Welle wird jetzt reflektiert. Dieser Betrag addiert sich vom reflektierenden Ende her zu der vom Hinlauf noch bestehenden Spannung.

Beispiel 3:

$$R_a = 100 \Omega; Z = 150 \Omega$$

$$r = \frac{100 - 150}{100 + 150} = \frac{-50}{250} = -0,2$$

Zwei Zehntel werden reflektiert und vermindern vom Ende her die bestehende Spannung.

Beispiel 4: Kabel offen

$$r = \frac{\infty - 150}{\infty + 150} = \frac{\infty}{\infty} = +1$$

Alles wird reflektiert; die Spannung ist verdoppelt.

Beispiel 5: Kabel kurzgeschlossen

$$r = \frac{0 - 150}{0 + 150} = \frac{-150}{150} = -1$$

Alles wird reflektiert; die Spannung ist ausgelöscht.

Aber auch vorn treten die gleichen Reflexionen auf, wenn das Kabel dort nicht abgeschlossen ist. Im Kettenleiterbeispiel war ein Innenwiderstand von 150 Ω gewählt. Die Reflexion wurde also vorn nicht noch einmal zurückgeworfen. Anders liegt der Fall, wenn der vordere Widerstand, sei es der innere Widerstand der Quelle oder eine Reihenschaltung von Innenwiderstand und Zusatzwiderstand, nicht mit Z übereinstimmt. Dann wird auch vorn wieder ein Teil reflektiert. Mithin pendeln die Reflexionen so lange hin und her (wobei sie sich jedesmal mit r verkleinern), bis sie nicht mehr wahrzunehmen sind.

In der Praxis rechnet man mit dem sogenannten Bändermodell: Die Spannung schiebt sich als Band in das Kabel hinein, kommt hinten an, verkleinert sich um den Reflexionsfaktor und läuft als schmaleres Band im Kabel zurück. Dieses schmale Band verringert sich vorn um den vorderen Reflexionsfaktor und läuft wieder nach hinten usw. Werden alle diese Bänder unter Beachtung des Vorzeichens addiert, dann ist so die Form des Spannungsbildes vorn oder hinten am Kabel zu ermitteln (s. Beispiele seitlich).

Diese Bilder lassen sich mit einem Oszillografen sichtbar machen. Hierzu wurden auf ein 30 m langes 150- Ω -Kabel 2 μ s lange Gleichstromimpulse gegeben und vorn und hinten am Kabel beobachtet. Ohne Kabel zeigte sich der Impuls auf dem Oszillografen als glatter Rechteckimpuls von 100 V (EMK) und 2 μ s Länge. Dann wurde zur Messung des inneren Widerstandes der Quelle an die Ausgangsklemmen des Generators ohne Kabel ein Potentiometer von 200 Ω angeschlossen. Die sichtbare Spannung (Klemmenspannung der Quelle) auf dem Oszillografen brach durch die Belastung am Inneren Widerstand zusammen.

Das Bild zeigte die halbe Größe bei einer Einstellung des Potentiometers auf einen Wert von 111 Ω . Damit ist der innere Widerstand der Quelle auch zu 111 Ω festgestellt (die Spannung der EMK von 100 V teilt sich im Verhältnis der Widerstände auf; $R_i = R_a$). Um vorn verschiedene Reflexionsfaktoren zu erreichen, wurde die Anlage noch mit Widerständen beschaltet.

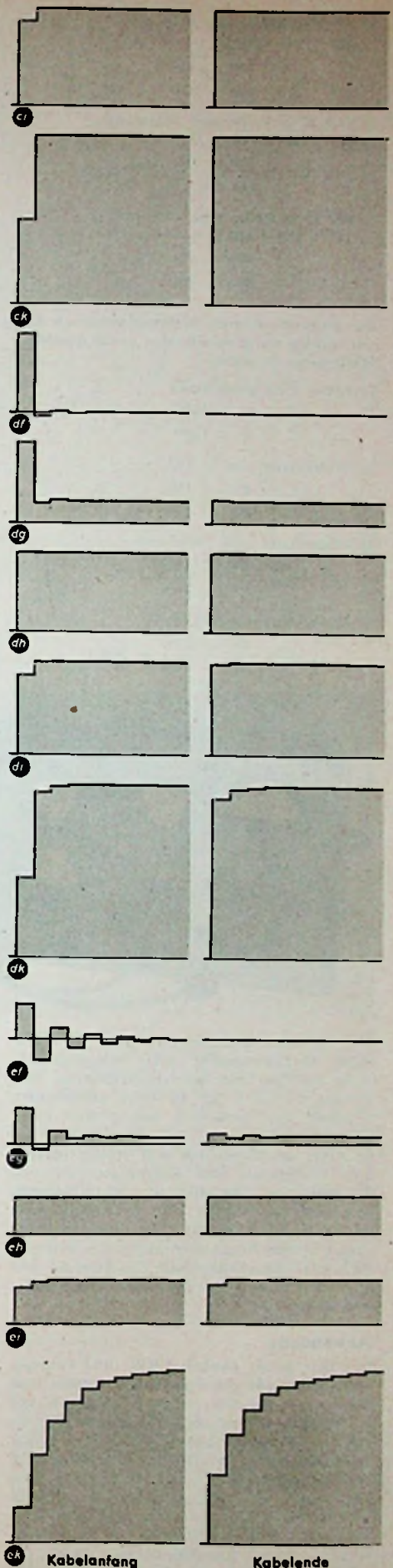
a) 56,6 Ω parallel zum Generator ergibt

$$111 \Omega \parallel 56,6 \Omega = 37,5 \Omega$$

$$r_v = \frac{37,5 - 150}{37,5 + 150} = -0,6$$

b) Ohne zusätzliche Beschaltung sind 111 Ω vorhanden

$$r_v = \frac{111 - 150}{111 + 150} = -0,15$$



Verlauf eines Impulses im Kabel. Die Buchstaben beziehen sich auf verschiedene Widerstände am einspeisenden Generator und auf verschiedene Abschlußwiderstände der Meßanordnung (s. Text)

- c) 39Ω in Reihe zum Generator:
 $111 + 39 = 150 \Omega$
 $r_v = \frac{150 - 150}{150 + 150} = \frac{0}{300} = 0$
- d) $58,1 \Omega$ in Reihe zum Generator:
 $111 + 58,1 = 169,1 \Omega$
 $r_v = \frac{169,1 - 150}{169,1 + 150} = + 0,06$
- e) 489Ω in Reihe zum Generator:
 $111 + 489 = 600 \Omega$
 $r_v = \frac{600 - 150}{600 + 150} = + 0,6$

Die unterschiedlichen Reflexionsfaktoren hinten wurden durch verschieden große Abschlußwiderstände erreicht.

- f) Kabel kurz geschlossen
 $r_h = \frac{0 - 150}{0 + 150} = - 1$
- g) Widerstand von $26,5 \Omega$
 $r_h = \frac{26,5 - 150}{26,5 + 150} = - 0,7$
- h) Widerstand von 150Ω
 $r_h = \frac{150 - 150}{150 + 150} = 0$
- i) Widerstand von 202Ω
 $r_h = \frac{202 - 150}{202 + 150} = + 0,15$

k) Kabel offen
 $r_h = \frac{\infty - 150}{\infty + 150} = + 1$

Als Beispiel werde „eg“ durchgerechnet. Dafür war $r_v = + 0,6$ und $r_h = - 0,7$. Die erste am Kabel entstehende Spannung U_a (das erste Band) kann dadurch bestimmt werden, daß man an Stelle des Kabels einen $150\text{-}\Omega$ -Widerstand zeichnet. Denn bevor nicht das Band

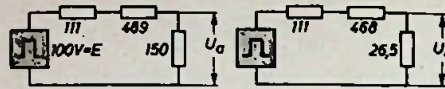


Abb. 11 und 12. Ersatzschaltbilder zur Berechnung der Anfangsspannung U_a und der endgültigen Spannung U_e im Kabel bei Fehlanpassung

hinten angekommen ist und von dort bei Fehlanpassung ein Teil zurückläuft (also während der doppelten Laufzeit des Kabels), wirkt dieses als ohmscher Widerstand von 150Ω . Nach Abb. 11 wird

$$U_a = \frac{100 \cdot 150}{111 + 489 + 150} = 20 \text{ V}$$

Diese 20 V schieben sich mit senkrechter Front in das Kabel hinein. Hinten werden sie $-0,7$ fach reflektiert, d. h. das zweite (das jetzt nach vorn laufende) Band B_2 ist $20 \cdot (-0,7) = -14 \text{ V}$ groß und subtrahiert sich von der im Kabel bestehenden Spannung von 20 V . Da die hinten eben angekommenen 20 V

auch im selben Moment des Messens schon reflektiert sind, zeigt dort der Oszillograf auch nur eine Spannung von $20 - 14 = 6 \text{ V}$ an. Vorn bleiben die 20 V so lange bestehen, bis das zweite Band dort eingetroffen ist. $B_2 \cdot r_v$ ergibt das wieder zum Ende laufende Band B_3 . B_3 ist also $B_2 \cdot r_v = -14 \cdot (+ 0,6) = -8,4 \text{ V}$. Diese $8,4 \text{ V}$ müssen von der im Kabel bestehenden Spannung von 6 V abgezogen werden, und so liegen plötzlich vorn statt der $+20 \text{ V}$ jetzt $-2,4 \text{ V}$ an usw.

Mit einem einfachen Schema lassen sich die weiteren Stufen bestimmen:

$$\begin{aligned} B_1 &= U_a & S_{1V} &= U_a \\ B_2 &= B_1 \cdot r_h & S_{1H} &= B_1 + B_2 \\ B_3 &= B_2 \cdot r_v & S_{2V} &= S_{1H} + B_3 \\ B_4 &= B_3 \cdot r_h & S_{2H} &= S_{1H} + B_3 + B_4 \\ B_5 &= B_4 \cdot r_v & S_{3V} &= S_{2H} + B_5 \\ B_6 &= B_5 \cdot r_h & S_{3H} &= S_{2H} + B_5 + B_6 \end{aligned}$$

Nachdem die Reflexionen ausgependelt haben, hat sich eine Spannung U_e im ganzen Kabel eingestellt, die so groß ist, als sei das Kabel überhaupt nicht vorhanden und als sei nur der Abschlußwiderstand an den Generator mit Zusatzwiderstand angeschaltet (Abb. 12)

$$U_e = \frac{100 \cdot 26,5}{111 + 468 + 26,5} = 4,23 \text{ V}$$

Beim Abschalten der Gleichspannung, also bei der Rückflanke des Impulses, läuft das Kabel in der gleichen Form wieder leer. (Wird fortgesetzt)



K. DIKO

Breitband-Leistungs-Wobbler mit Eichgenerator

Ansicht des Breitband-Leistungs-Wobblers mit Eichgenerator „WE 615c“. Unten rechts: Innenansicht des Wobblers

Der Breitband-Leistungs-Wobbler fällt durch seine verhältnismäßig hohe Ausgangsspannung auf, die mit Instrumentenanzeige von $2 \times 0,5 \text{ V} \dots 3 \text{ V}$ an 60 Ohm symmetrisch regelbar ist. Außerdem stehen über einen geeichten Abschwächer $10 \mu\text{V} \dots 100 \text{ mV}$ an 60 Ohm unsymmetrisch und stetig regelbar zur Verfügung. Der Frequenzbereich von $5,5 \text{ MHz}$ bis 230 MHz ist in 12 Bereiche unterteilt; er enthält nur Grundfrequenzen und kein Mischprodukt. Abgesehen von den ersten beiden Frequenzbereichen $5,5 \text{ MHz}$ und $10,7 \text{ MHz}$ überdecken sich die Bereiche und sind auf einer übersichtlichen Doppelskala einstellbar.

Anwendung

Mit dem Gerät können UKW- und Fernsehantennen direkt durchgewobbelt werden. Das gleiche gilt für den reinen HF-Abgleich von HF-Vorstufen ohne darauffolgenden ZF-Verstärker. Daneben lassen sich alle üblichen Untersuchungen an UKW- und Fernsehempfängern durchführen. Bei Mitbenutzung des Impedanz- und Stehwellenverhältnis-Meßgerätes (S. W. V.) der Type „M 615“ (Techn. Laboratorium Klaus Heucke) sind auch Antennen- bzw. Kabelimpedanzen und das S. W. V. zu bestimmen sowie die Empfänger-eingangsimpedanzen zu ermitteln. Der Kurvenverlauf und die Absolutwerte der Meßresultate können dabei an jedem Oszillografen dargestellt und ausgewertet werden.

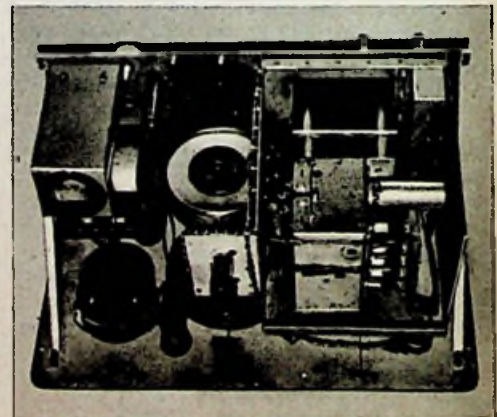
Die Schaltung

Es bilden R_{01} und R_{03} einen Gegentaktoszillator mit der Abstimmkapazität C_{24} , der mit C_{27} und C_{29} gewobbelt wird. Der Wobbelhub erfolgt durch ein elektrodynamisches Antriebssystem und ist über den Schalter S_2 in drei Stufen grob und mit dem Regler P_1 fein regelbar. Bei einer Frequenz von etwa 188 MHz geht der überwobbelte Bereich von unter 170 MHz bis über 205 MHz . Der Hub verhält sich, den Bereichen gegenüber gesehen, etwa proportional zur Frequenz und ist innerhalb eines Bereiches bei der höchsten Frequenz etwa doppelt so groß wie bei der niedrigsten.

Die symmetrische Ausgangsspannung wird direkt über L_{31} und L_{30} ausgekoppelt und an zwei Schaltbuchsen abgegeben, die nur zugänglich sind, wenn der Abschwächer auf Stellung „Frei für direkten Ausgang“ gedreht wird. Die Anzeige der symmetrischen Ausgangsspannung erfolgt von L_{31} über die Germaniumdiode G_1 und den Ladekondensator C_{34} an einem Mikroamperemeter, das direkt in Volt geeicht ist. Dabei ist die direkte Ausgangsspannung durch P_4 regelbar. Für den unsymmetrischen Ausgang wird die Oszillatorspannung über L_{31} und den Spannungsteiler R_6/R_7 an den geeichten kapazitiven Abschwächer geführt, der die geregelte Spannung an das Gitter der Anpassungs- und Modulationsstufe R_{04} abgibt. Hier kann die HF-Spannung noch von dem 1000-Hz -Generator mit R_7

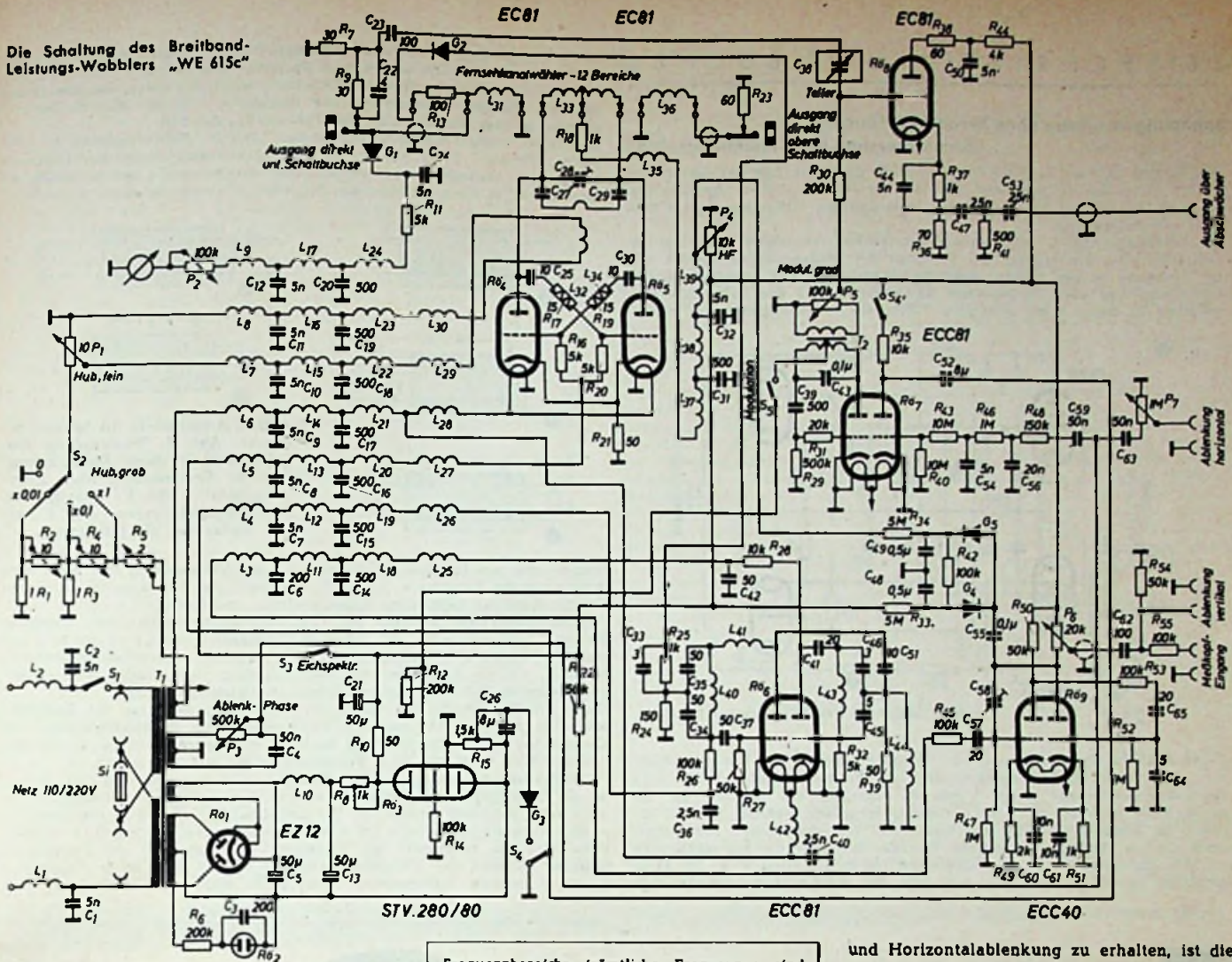
(linkes System) etwa 30% amplitudenmoduliert werden. Der 1000-Hz -Generator kann mit S_3 abgeschaltet werden.

Der Katodenwiderstand von R_{04} ist so aufgeteilt, daß der Hauptanteil der NF-Modulationsspannung an R_{37} mit C_{44} und die HF-Spannung nur an R_{30} abfallen können. Außerdem wird über C_{47} und R_{41} die NF-Modulationsspannung nochmals gesiebt, so daß die Ausgangsspannung frei von Modulationsspannungen ist. Die Ausgangsspannung stimmt



dann mit der Anzeige des geeichten Abschwächers überein, wenn die Oszillatorspannung durch P_4 auf eine HF-Pegelmarke am Anzeigelinstrument eingestellt wird.

Zum Einblenden von Frequenz-Eichmarken (Eichspektrum) in das Kurvenbild des Oszillografen ist ein aus zwei Oszillatoren R_{05} bestehender Eichgenerator vorgesehen, der



für jeden Bereich feststehende Frequenzen hat. Die jeweilige Eichmarkenfrequenz kann an der Frequenz-Einstellskala des Wobblers abgelesen werden. Die Herstellerfirma (Klaus Heucke, Viernheim) liefert dieses Gerät aber auch mit einer verschiebbaren Eichmarke, um die Auswertung des Kurvenbildes auf dem Oszillografen noch einfacher zu gestalten. Das rechte System von R₀₉ erzeugt eine feste Eichmarke, während das linke System, das mit S₃ abschaltbare Eichspektrum liefert. Die Einkopplung des Wobblers in die Eichgeneratoren erfolgt von L₃₁ über R₁₃ und G₂, während die Auskopplung des Mischproduktes über R₂₈ und die HF-Siebkette L₂₅...L₃, R₁₆ und C₂₇ an das Gitter des linken Systems von R₀₉ vorgenommen wird. R₀₉ bildet einen zweistufigen, rückgekoppelten RC-Verstärker mit dem aus G₁ und G₂ bestehenden Eichmarkenbegrenzer. Die Vorspannung des Begrenzers ist in Abhängigkeit von der HF-Spannung des Wobblers über P₄ regelbar, so daß also mit zunehmender HF-Spannung die Amplitude der Eichmarken konstant bleibt. Andernfalls würde sich die Amplitude der Eichmarken mit der HF-Spannung des Wobblers im gleichen Sinne ändern. Dafür kann mit P₆ eine Amplitudenregelung am Ausgang des Eichmarkenverstärkers vorgenommen werden, bevor die Eichmarken über C₆₂ in die Vertikal-Ablenkung des Oszillografen gemeinsam mit dem Meßkopfeingang eingekoppelt werden. Der Meßkopf selbst besteht aus einer Germaniumdiode, sofern nicht die in den Empfängern bereits vorhandenen HF-Gleichrichter benutzt werden. Um einen Gleichlauf zwischen Wobbelhub

Frequenzbereiche (sämtliche Frequenzen sind Grundfrequenzen)

5 MHz (etwa 5 ... 6 MHz)	76 ... 91 MHz
10,7 MHz (etwa 10 ... 12 MHz)	91 ... 110 MHz
37 ... 45 MHz	110 ... 132 MHz
45 ... 54 MHz	132 ... 158 MHz
54 ... 64 MHz	158 ... 191 MHz
64 ... 76 MHz	191 ... 230 MHz

Frequenz- und Hubelchung

Eichmarkenspektrum, dem jeweiligen Wobbelbereich entsprechend. Amplitude regelbar, Frequenzgenauigkeit besser als 0,3 %

Wobbelhub

Grob: 3 Stufen X 1 X 0,1 X 0,01
 Fein: jede Stufe kontinuierlich regelbar
 Wobbelbereich: durchschnittlich ± 13 % des jeweiligen Bereiches

Ausgangsspannung

Ausgang direkt: symm., regelbar, 2X0,5 V ... 3 V an 60 Ohm mit Instrumentenanzeige
 Ausgang über Abschwächer: unsymmetrisch 10 µV ... 100 mV an 60 Ohm stetig regelbar

Modulation

Ausgang über Abschwächer modulierbar mit 1000 Hz etwa 30 %

Horizontalablenkung

Kontinuierliche, nach Amplitude und Phase regelbare Ablenkspannung von etwa 150 V

Null-Linie

Rücklaufastastung schaltbar

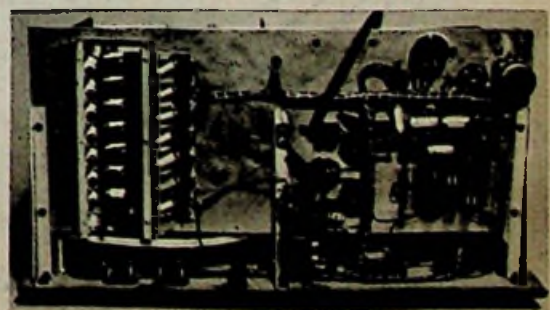
Eichung

Frequenzgenauigkeit der Wobblerskala bei Hub 0 = 1 %. Frequenzgenauigkeit des Eichmarkengebers besser als 0,3 %. Frequenzablesung durch Wobblerskala sowie durch Eichmarkengeber am Oszillografen. Eichspektrum mit Markenabstand für die Bereiche 1 ... 5 = 1 MHz, 6 ... 9 = 2 MHz, 10 ... 12 = 5 MHz Eichspektrum auf Eichmarke umschaltbar

Frequenzkonstanz: Nach 10 min vom kalten Start besser als 0,05 %

und Horizontalablenkung zu erhalten, ist die Phase der Horizontalablenkspannung mit P₃ etwa um 150° drehbar. Dieser Phasenabgleich wird so vorgenommen, daß sich die hin und rücklaufenden Kurven decken. Erst dann kann die Rücklaufastastung mit dem Schalter S₄ und S₄' eingeschaltet werden. Hierdurch wird die Horizontalablenkspannung über die RC-Glieder R₄₈, C₅₈, R₄₈, C₅₄ und das rechte System von R₀₇, so gedreht, daß beim Rücklauf der Oszillator über C₃₂ und die Gitterableitwiderstände durch eine negative Vorspannung mit ihrer Begrenzerdiode G₃ gesperrt wird. R₀₇ erfüllt hier, außer einer Phasendrehung von 180°, die Aufgabe eines trägheitslos arbeitenden Relais, denn das Triodensystem arbeitet bei der hohen Steuerungspannung nur in den beiden extremen Betriebszuständen „auf“ (Gitterstrombegrenzung über R₁₃) und „zu“, so daß an der Anode eine Rechteckspannung liegt, die eine konstante Oszillatorspannung über den Wobbelbereich garantiert. Durch die Rücklaufastastung wird eine Null-Linie geschrieben, wie sie für die meisten Untersuchungen praktisch unentbehrlich ist.

Blick in die Verdrahtung des Gerätes



**Spannungsmessung ohne Stromverbrauch —
Strommessung ohne Spannungsabfall**

Das kürzlich in Paris von J. Poulain für die Firma Lemouzy entwickelte Gerät „Polymesureur Lemouzy“ hat trotz seiner Einfachheit Eigenschaften, die (nach Ansicht des Verfassers) von elektronischen Meßgeräten bisher noch nicht erreicht wurden. Die Schaltung (Abb. 1) zeigt einen symmetrischen, zweistufigen Gleichstromverstärker. Die Schirmgitter der Pentoden der Eingangsstufen werden von der Spannung an den jeweils gegenüberliegenden Anoden gespeist. Dadurch erhält man eine durch P_1 regelbare Rückkopplung, die eine sehr hohe Verstärkung in dieser Stufe ermöglicht. Über die Eingangsklemmen a und b

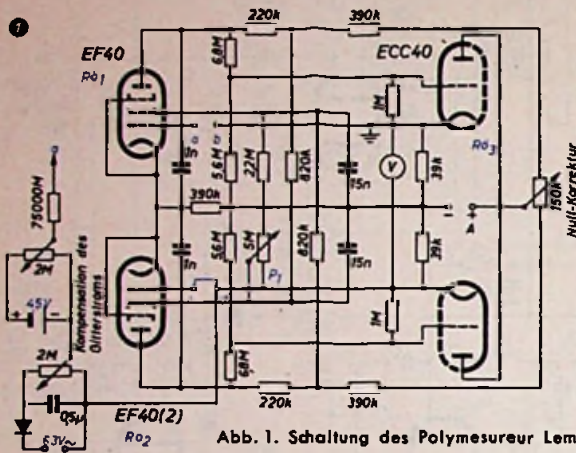


Abb. 1. Schaltung des Polymesureur Lemouzy

(wenn c und d kurzgeschlossen) oder c und d (wenn a und b kurzgeschlossen) liegt eine starke Gegenkopplung an der ersten Stufe. Damit wird die Gesamtverstärkung gleich 1 und die zwischen den Katoden der als zweite Stufe verwendeten Trioden liegende Impedanz praktisch gleich Null. Damit die Eingangsimpedanz unendlich wird, kompensiert man den Gitterstrom der im Eingang verwendeten Pentode. Schwankt die Speisespannung um 10%, dann ändert sich der Gitterstrom jedoch um etwa 50%. Zur Kompensation verwendet man nun eine mit der Netzspannung schwankende

Spannung (gleichgerichtete Heizspannung), die der Spannung einer Batterie gegengeschaltet ist. Die so erhaltene Spannung muß zwischen dem Gitter der Pentode R_0_3 und einem Punkt der Schaltung angelegt werden, der sich immer auf dem gleichen Potential wie die Klemme a befindet. Aus Symmetriegründen ist dies für das Gitter der Pentode R_0_2 der Fall. Das Gerät arbeitet als Impedanzwandler (Abb. 2). Jede Spannung U (zwischen +20 und -20 V), die an die Eingangsklemmen unendlicher Impedanz gelegt wird, erscheint wieder an den Ausgangsklemmen d und b, jedoch mit einer unendlich kleinen Impedanz. Zur Anzeige verwendet man im beschrie-

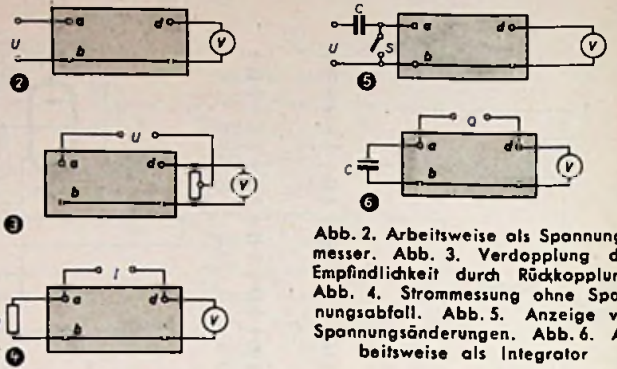


Abb. 2. Arbeitsweise als Spannungsmesser. Abb. 3. Verdopplung der Empfindlichkeit durch Rückkopplung. Abb. 4. Strommessung ohne Spannungsabfall. Abb. 5. Anzeige von Spannungsänderungen. Abb. 6. Arbeitsweise als Integrator

benen Gerät ein Drehspulinstrument für 1 mA Vollausschlag, das Vorwiderstände für die Bereiche 1, 5 und 20 V enthält. Zur Messung höherer Spannungen dient ein kapazitiver Spannungsteiler im Eingang. Das ausgezeichnete Arbeiten der Gitterstromkompensation zeigt folgendes Beispiel: Lädt man einen gut isolierten Kondensator von 0,1 μ F auf 10 V auf und legt ihn an die Eingangsklemmen des Gerätes, dann dauert es mehrere Stunden, bis ein Abweichen von dem Ausschlag 10 V sichtbar wird. Dabei sind keinerlei Stabilisierungsmaßnahmen im Netzteil vorhanden. Durch die Rückführung der Hälfte der Ausgangsspannung an die Eingangsklemmen (Abb. 3) erhält man eine Rückkopplung, die die Empfindlichkeit des Gerätes verdoppelt. Im untersten Bereich (normalerweise 1 V) wird also der Vollausschlag schon mit einer Eingangsspannung von 0,5 erreicht. Strommessungen ohne Spannungsabfall sind möglich, wenn man nach Abb. 4 an die Eingangsklemmen einen Widerstand R anschließt. Das Meßinstrument wird dabei auf einen Bereich von 5 V umgeschaltet. Ruft der an den Klemmen a und d angelegte Strom I in R einen Spannungsabfall von 5 V hervor, dann wird das Instrument auf Vollausschlag stehen und die Spannungs-differenz zwischen den Klemmen a und d Null sein. Eine an den Klemmen b und d liegende Störspannung (nicht genau eingestellter Nullpunkt) wird

Elektronik - Steuerung

Vorsprung halten durch die moderne
PINTSCH

zur stufenlosen Einstellung und selbsttätigen Konstanthaltung von

- DREHZAHL bis 1:100
- DREHMOMENT bis 1:10
- LEISTUNG bis 1:5

TYPENGROSSEN VON 0,2 BIS 200 KW

PINTSCH ELECTRO GMBH KONSTANZ

KÖRPERSCHALL-MIKROFONE

für Untersuchungen und Serienprüfungen an Motoren, Lagern, Maschinen und Bauelementen.

Verlangen Sie Prospekte vom Alleinvertrieb

HERMANN REUTER

BAD HOMBURG v.d.H. · POSTFACH 243

Jedoch durch die angelegte Stromquelle, auf die Klemme a gelangen; dies ruft eine neue Störspannung an d hervor, die wieder an a gelangt usw. Eine zuverlässige Messung ist also nur möglich, wenn der Innenwiderstand der angelegten Stromquelle mindestens etwa $\frac{1}{3}$ von R ist. Praktisch schließt man (Abb. 1) die Klemmen a und b kurz und legt R an c und d. Der zu messende Strom liegt dann an c und b; dies ist vorteilhaft, da die Klemme b mit Masse verbunden ist.

Der „Polymesureur“ ist auch zu genauen Messungen an Spannungs-Stabilisatoren zu verwenden (Abb. 5). Bei kurzgeschlossenem Schalter S lädt die angelegte Spannung U den Kondensator C auf ihren augenblicklichen Wert auf. Öffnet man S, dann sind die Ladenspannung auf C und die Spannung U entgegengesetzt. Am Meßinstrument, das man auf einen Bereich $< U$ umschalten kann, werden dann nur die Änderungen von U angezeigt.

Schließlich kann das Gerät auch als Integrator arbeiten (Abb. 6). Eine an die Klemmen a und d gelegte Ladung Q geht vollständig auf C über, da die Spannungsdifferenz zwischen a und d immer Null bleibt. Die von Q an C hervorgerufene Spannung wird vom Meßinstrument angezeigt. Von den verschiedenen Anwendungen dieses Prinzips sei die Kapazitätsmessung erwähnt. Man lädt einen unbekanntem Kondensator mit einer bekannten Spannung auf, legt ihn an die Klemmen a und d und kann dann aus dem erhaltenen Ausschlag und der Kapazität C den Wert des unbekanntem Kondensators leicht ausrechnen. (H. Schreiber, „Polymesureur Lemouzy“, Toute la Radio, Mai 1954)

Handbuch der Industriellen Elektronik. Von Dr. Reinhard Kretzmann. 1. Aufl., Berlin 1954. VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH., Berlin-Borsigwalde. 336 S. m. 322 Abb. DIN A 5, Ganzleinen. Preis 17,50 DM.

Eine große Fülle neuester elektronischer Schaltungen und Anwendungsbeispiele zeichnet das kürzlich erschienene „Handbuch der industriellen Elektronik“ besonders aus. In leichtverständlicher Form werden im ersten Teil die Röhren und ihre Grundschaltungen behandelt (Verstärker- und Senderöhren, Gleichrichterröhren, Thyatronröhren, Senditronröhren, Ignitron- und Excitronröhren, Stabilisatorröhren, Fotozellen, Relaisröhren, Katodenstrahlröhren). Der zweite Teil „Elektronische Geräte für industrielle Zwecke“ gliedert sich in elektronische Relais, elektronische Zählschaltungen, elektronische Zeitgeberschaltungen, Gleichrichterschaltungen für industrielle Zwecke, elektronische Beleuchtungsregelung, Regelleitungen für Drehzahlen und Temperaturen, elektronische Schweißzeitbegrenzung, elektronische Motorsteuerung, hochfrequente Erhitzung von Metallen, hochfrequente kapazitive Erwärmung von dielektrischen Werkstoffen, elektronische Geräte für Sonderzwecke. Schrifttumhinweise, technische Röhrendaten und ein sorgfältig zusammengestelltes Stichwortverzeichnis beschließen das Werk.

Zahlreiche klare Abbildungen und Schaltbeispiele vermitteln einen anschaulichen Eindruck vom Aufbau und Einsatz elektronischer Apparaturen. Nicht nur dem HF-Techniker, sondern auch gerade dem Betriebs- und Fertigungsingenieur, dem Praktiker, Dozenten und Studierenden dürfte dieses Nachschlagewerk eine Fundgrube von Informationen und Anregungen bieten. Druck und Ausstattung des Buches sind gut. Jä.

Bericht aus Paris

Rundfunk auf der „Foire de Paris“

Die jedes Jahr zwischen dem Samstag vor Himmelfahrt und dem Pfingstmontag stattfindende „Foire de Paris“ ist die größte Industrie- und Landwirtschaftsmesse Frankreichs. Zahlreiche ausländische Aussteller geben ihr einen ausgesprochenen internationalen Charakter. Wer alle Wege und Gänge zwischen den Ständen dieser großen Schau begehen will, hat rd. 200 km zu laufen.

Obwohl in Frankreich jährlich eine Radio- und Fernseh Ausstellung (Oktober) und eine Einzelteilschau (Februar) stattfindet, bietet diese Pariser Messe mit ihren über hundert Ausstellern aus der Rundfunkbranche ein sehr vollständiges Bild der technischen Entwicklungen und Tendenzen.

Rein äußerlich fiel die farbenfreudige und ornamente reiche Ausstattung der französischen Empfangsgeräte auf. Geräte mit von bunten Lämpchen durchleuchteten Zierleisten und ganz aus Spiegelglas hergestellten Gehäusen sah man jedoch dieses Jahr nicht mehr. Die meist von Vertreterfirmen gezeigten deutschen Modelle stachen durch ihre schlichten und nüchternen Linien sichtlich ab.

Uhrenradios sind noch nicht Mode, dafür aber Rahmenantennen mit Uhr. Der Empfang leidet hier (besonders auf Langwelle) stark unter industriellen Störungen. (Ob dies an den Entstörungsbestimmungen oder an der ungenügenden Beachtung dieser Bestimmungen liegt, läßt sich schwer sagen.) Die Rahmenantenne bildet deshalb eine oft sehr wirkungsvolle Abhilfe. Vom einfachen Bilderrahmen, in dem sich eine Wicklung und ein Hartpapier-Drehkondensator befand, bis zum hochwertigen Rahmen-Vorsatz mit einer Windung, Impedanz-Transformator und HF-Verstärker war die Auswahl groß. Die Ferrit-Antenne wird auch hier oft eingebaut. Daneben sah man in Geräten höherer Preisklassen geschirmte Luftrahmen, die oft die Hälfte des Gehäuses einnahmen. Die Empfindlichkeit ist mit solchen Antennen bedeutend höher; bei Fernempfang erhält man ein spürbar geringeres Rauschen. Empfänger mit UKW sind selten. Der Pariser FM-Sender strahlt zur Zeit nur in den Abendstunden ein eigenes Programm aus. Stärkere Nachfrage nach UKW besteht wohl nur in den Grenzgebieten am Rhein.

Die Auswahl an Fernsehgeräten war sehr reichhaltig. Die gezeigten Bilder (819 Zeilen) gefielen. Kanalwähler sah man nur vereinzelt (die französische Industrie rechnet auf weite Sicht mit nur einem Fernsehprogramm). Einige Firmen zeigten auf die vier in Europa gebräuchlichen Fernsehnormen umschaltbare Geräte.

Im Pavillon der ostdeutschen Industrie, die nicht (wie die westdeutsche Industrie) auf die einzelnen Branchen verteilt, sondern geschlossen ausstellte, waren u. a. einige beachtenswerte Meßgeräte zu sehen.

Auf eine wichtige Kleinigkeit sei noch hingewiesen: Bei manchen deutschen Ausstellern fand man leider noch Werbetexte, die von durch keinerlei technische Kenntnisse getrüblen Übersetzern verfaßt schienen. Manchmal entsteht durch solche Texte wohl nur ein schlechter Eindruck, manchmal ist aber beim besten Willen nicht zu erraten, was gemeint ist. Ist es denn wirklich so schwer, Abhilfe zu schaffen? H. Schreiber

WELLPAPPE IST UNIVERSALVERPACKUNG

PIPP

VERBAND DER WELLPAPPENINDUSTRIE · FRANKFURT/M. · SCHUBERTSTR. 2

Fachliteratur

der Hochfrequenz- und Elektrotechnik

für Beruf, Ausbildung, Studium und Amateurpraxis

FUNK-TECHNIK

RADIO · FERNSEHEN · ELEKTRONIK

Fachzeitschrift für alle Gebiete der Hoch- und Tonfrequenztechnik mit aktuellen Berichten über die technische Entwicklung in aller Welt, interessanten Gerätebeschreibungen, Bauanleitungen und Schaltbildern

Monatlich zwei Hefte

FUNK UND TON

Wissenschaftliche Fachzeitschrift für Hochfrequenztechnik und Elektroakustik

Monatlich ein Heft

FUNK-TECHNIK-BÜCHER:



HANDBUCH FÜR HOCHFREQUENZ- UND ELEKTRO-TECHNIKER

Beiträge von hervorragenden Mitarbeitern · Herausgeber Curt Rint

Das bewährte Nachschlagewerk, in dem das umfangreiche und weitverzweigte Fachwissen der gesamten Hochfrequenz- und Elektrotechnik von den Grundlagen bis zur jüngsten Entwicklung ausführlich und übersichtlich zusammengefaßt ist

I. Band: 728 Seiten · 646 Abbildungen · Ganzleinen · 12,50 DM
II. Band: 760 Seiten · 638 Abbildungen · Ganzleinen · 15,— DM
III. Band: in Vorbereitung

HANDBUCH DER INDUSTRIELLEN ELEKTRONIK von Dr. Reinhard Kretzmann

Eine wichtige Neuerscheinung, die über die verschiedenen Elektronenröhren, ihre Grundschaltungen und ihre Wirkungsweise, über die Vielzahl elektronischer Geräte, ihre Schaltung und ihre Anwendungsmöglichkeiten in der industriellen Fertigung sowie für Sonderzwecke Aufschluß gibt

336 Seiten · 322 Abbildungen · Ganzleinen · 17,50 DM

INDUKTIVITÄTEN von Harry Hertwig

Dieses soeben erschienene Werk behandelt das für die Wechselstrom- und Nachrichtentechnik bedeutsame Gebiet der Induktivitäten vom einfachsten Leitungselement bis zu Spulen mit Ferritwerkstoffen, die Meßverfahren für Spulen sowie die Ein- und Ausschaltvorgänge bei induktivitätsbehafteten Stromkreisen

142 Seiten · 95 Abbildungen · Ganzleinen · 12,50 DM

EINFÜHRUNG IN DIE FERNSEH-PRAXIS

FERNSEH-EMPFANGSTECHNIK von Horst Hewel

Die technischen Zusammenhänge der Fernsehübertragung und des Fernsehempfangs sowie die Arbeitsweise des Fernsehempfängers werden in dieser Broschüre eingehend beschrieben

85 Seiten · 121 Abbildungen · 4,50 DM

FERNSEH-EMPFÄNGER SELBSTGEBAUT von C. Möller

Eine leichtverständliche Bauanleitung mit zahlreichen Fotos und Skizzen, Schaltbild und Einzelteilliste

32 Seiten · 27 Abbildungen · 1,50 DM

IN VORBEREITUNG:

VERSTÄRKERPRAXIS von Werner W. Diefenbach · MAGNETTONGERÄTE SELBSTGEBAUT von C. Möller
PRÜFEN · MESSEN · ABGLEICHEN von W. Knobloch · DER ELEKTRONENSTRAHL-OSZILLOGRAF von J. Czech

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH

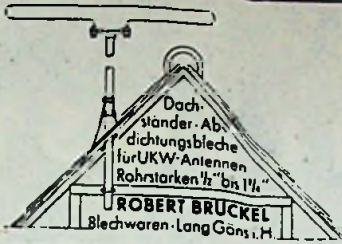
BERLIN-BORSIGWALDE

**Röhren-Hacker liefert schnell
immer billig und reell!**

**Radio-
und Fernseh-
Fernkurse**

Ihre
Chance zum Vorwärtkommen!
Prospekte frei

Unterrichtsunternehmen für
Radiotechnik
Ing. Heinz Richter - Gäntering 3
Post Hechendorf / Pilsensee, Obb.



Stabilisatoren
und Eisenwasserstoffwiderstände
zur Konstanthaltung von
Spannungen und Strömen



Stabilovolt
GmbH.
Berlin SW 61
Tempelhofer Ufer 10
Tel. 66 40 29

Sehr günstige Gelegenheiten in Radiogeräten,
Zubehörteilen wie Skalenlampchen, Röhren usw.
Bitte Sonderangebot anfordern. Es lohnt sich!
Anfragen erbeten unter F. G. 8048



Kaufgesuche

Chiffreanzeigen. Adressierung wie folgt:
Chiffre... FUNK-TECHNIK, Berlin-Borsig-
walde, Eichborndamm 141-167.

Labor - Meßger. - Instrumente, Feldierspr.
Charlottenbg. Motoren, Berlin W 35, 24 80 75

Röhrenrestposten, Materialposten, Kassa-
ankauf. Aqertradio, Bin SW 11, Europabaus

Radioröhren, Spezialröhren zu kaufen
gesucht. Krüger, München 2, Euhuberstr. 4

Suche

Rundfunkgeschäft

zu pachten oder auf Rentenbasis zu
übernehmen.

Angebote erbeten unter F. H. 8053

Verkäufe

Tonbandgeräte (neu) ab 98,50 DM. — Pro-
spekte! Tünker-Magnettontechnik, Mül-
heim/Ruhr

Follenschneidgerät mit Neumann-Schneid-
dose R 12 b u. Schneidverstärker (Wuton)
für 300,— abzugeben unter F. J. 8054

Verkäufe gegen Gebot!
Einige

Ehrenmal-800-Watt-Sender

lang, mit Original-Netzgeräte sowie
mehrere 100-W-Sender, lang (LS 100).
Angebote erbeten unter F. T. 8039



vorm. Trompeter, Overath

Tonfolien
Allafon
Aluminium-La-ck-Fo-lie
Palafon
Pa-ppa-La-ck-Fo-lie
für Schallaufnahmen der Industrie,
Tonstudios, Radioendungen und Amateure
WILLY KUNZEL • Tonfolienfabrik
Berlin - Steglitz, Heesestraße 12

Für die Funkfernsteuerung
von Modellen von der Bundespost
abgenommene und lizenzierte

Empfänger u. Sender

Desgleichen Steuer- u. Arbeitsrelais.
Verstärker-Vertrieb u. Fabrikation

Herbert Skornia Ing.

Markredwitz/Ofr., Otto-Loew-Str. 12
(vormals „Versiophon“ Vertrieb und Fabrikation
Ebnath/Obpf.)

Teletest



Der konkurrenzlose TELETTEST FS-Service-Sender enthält kombiniert mit Bild-
muster-generator und HF-Meßsender lückenlos und zukunftsicher: Alle FS-Kanäle
mit UKW-Band einschl. Video-ZF, UKW-ZF und Intercarrier-ZF, jeweils mit
Bild und Ton modulierbar. Bestückt mit 14 Röhren und 2 Dioden. Ausführliche
Information durch 36seitige Broschüre „Ratschläge für den Fernseh-Service“
gegen Schutzgebühr DM 1,90 — TELETTEST 819 625 B umschaltbare Sondertypen
für 4 verschiedene Fernsehsysteme. Lieferung an Fachgeschäfte auf TZ.



V-111, der 12 15 W Breitband-Mischverstärker in Aktentaschenformat. Bei
geringen Abmessungen 27 x 11 x 16 cm Studioqualität, Gegentakt Klasse A.
Linear 20 Hz bis 20 kHz bei max. 1,5 dB. Mischpult mit 3 Eingängen u. 3 Misch-
reglern, Baß- und Höhenregler. Eingänge geeignet für 1 bis 2 Mikrofone, Ton-
abnehmer, Tonband- u. Rundfunkgeräte. Mikrofonvorstufe brumm- u. klingarm,
max. Empfindlichkeit ca. 1 mV. 2 Lautsprecher-Ausgänge für Lautsprecher
zwischen 3,5 u. 25 Ohm. Frequenzunabhängige Gegenkopplung. Preis DM 398,—
Lieferung nur über den Fachhandel.

KLEIN & HUMMEL

Elektronische Meß- und Prüfgeräte, Stuttgart, Königstr. 41

Im Ausland: Belgien Fa. J. Jvens, Liège Holland Fa. W. Helms, Amersfoort
Italien SITEA Mailand Saar BEA, Saarbrücken Schweiz Fa. E. Heuel, Zürich

Teraohmmeter • Pikoamperemeter

11 Typen mit je 8 Meßbereichen bis 10¹⁵ bzw. 10⁻¹³ A/Skt.



Netzanschluß ohne Batterien

*

Meßfehler kleiner als 3%

*

3 Jahre Garantie

*

Verlangen Sie Prospekt-T 9

KNICK-MESSVERSTÄRKER • BERLIN-NIKOLASSEE

Ing. Günther
ZIEGLER

Industrie-Elektronik

Elektronische Motor- und Nachlaufregelungen
Elektronische Schnell-Zähleinrichtungen
Lichtelektrische Schalt- und Regel-Geräte

IGNITRON-STEUERUNGEN

Ing. Günther ZIEGLER, Industrie-Elektronik
FRANKFURT-M., Mannheimer Straße 73/75



EIN MEILENSTEIN

in der Entwicklung der
Breitband-Verstärkerröhren



VALVO E 180 F

Wieder einmal bringt die Einführung einer VALVO-Röhre einen entscheidenden Fortschritt in der elektronischen Technik. Mit der VALVO E 180 F stellen wir jetzt für Breitbandübertragung eine Röhre zur Verfügung, mit der sich für viele Probleme neue Lösungsmöglichkeiten ergeben. Die E 180 F ist eine universell verwendbare Breitband-Verstärkerpentode, die sowohl für Relais-Verstärker von Richtstrahl-Verbindungssystemen, wie für Verstärker in Koaxialkabel-Verbindungen und für Breitbandverstärker in der Meßtechnik bestimmt ist.

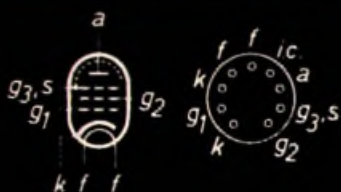
Ihr wesentlichster Vorzug ist die ungewöhnlich hohe Verstärkung bei großer Bandbreite auf Grund ihres hohen Gütefaktors $\frac{S}{C_g + C_a} = \frac{16,5 \text{ mA/V}}{(7,6 + 2,1) \text{ pF}} = 1,7 \text{ mA/V pF}$, dem ein Produkt aus Verstärkung und Bandbreite $G \cdot B = 270 \text{ MHz}$ entspricht. Diese Werte, die um mehr als das 2fache höher liegen als bei den bisher zur Verfügung stehenden Röhren, sind das Ergebnis einer speziellen Gitterkonstruktion, aus der eine sehr große Steilheit bei verhältnismäßig niedrigen Kapazitäten resultiert. Die angegebenen Werte $S/(C_g + C_a)$ und $G \cdot B$ sind wie üblich nur auf die Kapazitäten der kalten Röhre bezogen. In der Schaltung muß man die um etwa 30% höher liegenden Warmwerte der Röhrenkapazitäten, sowie die Schaltkapazitäten und die Einflüsse von Abschirmungen berücksichtigen.

Der Phasenwinkel in der Steilheit ist bei der E 180 F infolge kurzer Elektronenlaufzeiten und niedriger Katodeninduktivität sehr gering, dabei führt der durch doppelte Herausführung der Katode erzielte niedrige Wert der Katodeninduktivität gleichzeitig zu einer sehr geringen Röhren-Eingangsdämpfung; bei 100 MHz beträgt der Röhren-Eingangswiderstand $2 \text{ k}\Omega$, wenn man beide Katodenherausführungen parallel schaltet. Auf diese Weise kommt man auch bei sehr-kurzen Wellen noch zu hohen Verstärkungsziffern.

Die sorgfältig überlegte Anordnung der Stifte im Röhrensockel ist nicht nur im Hinblick auf kleinste Kapazitätswerte, sondern auch mit Rücksicht auf geringste Brummstörungen getroffen.

Die E 180 F kann auch als Endverstärker-Röhre eingesetzt werden. Sie liefert eine Ausgangsleistung von 950 mW bei 10% Klirrfaktor und einem Außenwiderstand von $14 \text{ k}\Omega$ bzw. 520 mW bei 2,5% Klirrfaktor und einem Außenwiderstand von $18 \text{ k}\Omega$.

Neben den günstigen Verstärkungswerten hat die neue Röhre auch ganz ausgezeichnete Betriebs-eigenschaften. Sie gehört zu der Serie der VALVO-Langlebensdauer-Röhren mit 10 000 Betriebsstunden und ist stoßsicher und rüttelfest aufgebaut, so daß sie sich sehr gut für tragbare und fahrbare Geräte eignet.



Sockel: NOVAL

Vorläufige technische Daten!

Heizung:

indirekt durch Wechsel- oder Gleichstrom,
Parallelspeisung

$$U_f = 6,3 \text{ V}$$

$$I_f = 0,3 \text{ A}$$

Kenndaten und

Betriebsdaten als Verstärker:

U_a	= 180	V
U_{g3}	= 0	V
U_{g2}	= 150	V
U_{g1}	= -1,1	V
I_a	= 13,0	mA
I_{g2}	= 3,0	mA
S	= 16,5	mA/V
R_i	= 35	$\text{k}\Omega$
μ_{g2g1}	= 50	—
$R_{a\sim}$	= 14	$\text{k}\Omega$
$W_o (K_{ges} = 10\%)$	= 0,95	W
$W_o (K_{ges} = 2,5\%)$	= 0,35	W
$r_{aeq} (HF)$	= 460	Ω
$r_e (f = 100 \text{ MHz})$	= 2	$\text{k}\Omega$

Erschütterungen und Stöße:

Die Röhre verträgt Erschütterungen von 2,5 g bei 50 Hz und Stoßbeschleunigungen von ca. 300 g.

ELEKTRO SPEZIAL

G · M · B · H

HAMBURG

MÖNCKEBERGSTRASSE 7