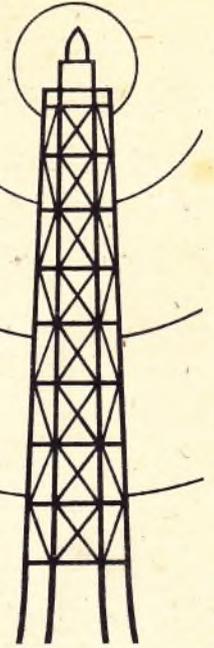
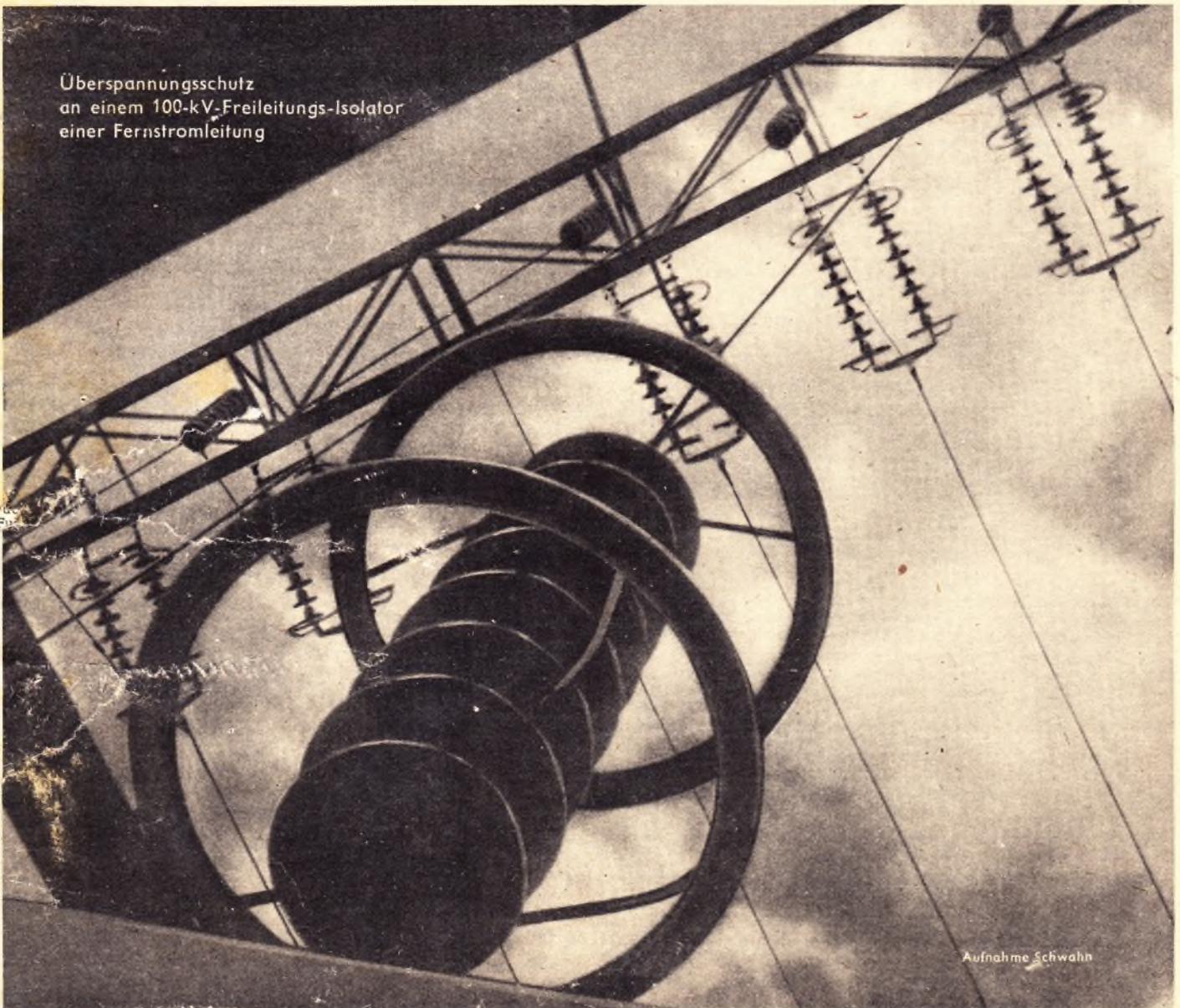


FUNK- TECHNIK



ZEITSCHRIFT FÜR DAS GESAMTE ELEKTRO-RADIO-UND MUSIKWARENFACH

Überspannungsschutz
an einem 100-kV-Freileitungs-Isolator
einer Fernstromleitung



Aufnahme Schwahn



TABELLEN FÜR DEN PRAKTIKER

Tabelle des Widerstandes von Kapazitäten ($R = \frac{1}{\omega C}$) bei 100 Hz, 1200 kHz, 1500 kHz, 160 kHz, 17,5 MHz, 200 MHz, 250 kHz, 30 MHz, 350 kHz, 400 Hz, 468 kHz, 50 Hz, 550 kHz, 6 MHz, 7000 MHz, 800 kHz, 9 kHz

C f Hz → ω → λm →	Niederfrequenz								Rundfunk						Dezi-			Zenti-		← f Hz ← ω ← λm
	Netz		Ton		Langwelle			ZF	Mittelwelle			Kurzwellen			meterwellen		← f Hz			
	50	100	400	9000	160 k	250 k	350 k	468 k	550 k	800 k	1200 k	1500 k	6 M	17,5 M	30 M	200 M		7000 M		
1 pF	318,3 M	159,2 M	39,79 M	17,68 M	994,7 k	636,6 k	454,7 k	340,1 k	289,4 k	198,9 k	132,6 k	106,1 k	26,53 k	9,095 k	5,305 k	795,8	22,74 Ohm	1 pF		
10 pF	31,83 M	15,92 M	3,979 M	1,768 M	99,47 k	63,66 k	45,47 k	34,01 k	28,94 k	19,89 k	13,26 k	10,61 k	2,653 k	909,5	530,5	79,58	2,274 Ohm	10 pF		
100 pF	3,183 M	1,592 M	397,9 M	176,8 k	9,947 k	6,366 k	4,547 k	3,401 k	2,894 k	1,989 k	1,326 k	1,061 k	265,3	90,95	53,05	7,958	0,2274 Ohm	100 pF		
110 pF	28,91 M	14,47 M	3,617 M	160,8 k	9,043 k	5,787 k	4,134 k	3,092 k	2,631 k	1,809 k	1,206 k	964,6	241,1	82,68	48,23	7,234	0,2067 Ohm	110 pF		
120 pF	26,53 M	13,26 M	3,316 M	147,4 k	8,289 k	5,305 k	3,789 k	2,834 k	2,411 k	1,658 k	1,105 k	881,2	221,0	73,79	44,21	6,631	0,1695 Ohm	120 pF		
130 pF	24,49 M	12,24 M	3,061 M	136,0 k	7,652 k	4,897 k	3,498 k	2,616 k	2,226 k	1,530 k	1,020 k	816,2	204,0	69,96	40,81	6,121	0,1749 Ohm	130 pF		
140 pF	22,74 M	11,37 M	2,842 M	126,3 k	7,105 k	4,547 k	3,248 k	2,429 k	2,067 k	1,421 k	947,4	757,9	189,5	61,96	37,89	5,681	0,1624 Ohm	140 pF		
150 pF	21,22 M	10,61 M	2,653 M	117,9 k	6,631 k	4,244 k	3,032 k	2,267 k	1,929 k	1,326 k	881,2	707,4	176,8	60,63	35,97	5,305	0,1516 Ohm	150 pF		
160 pF	19,89 M	9,947 M	2,467 M	110,5 k	6,217 k	3,979 k	2,842 k	2,125 k	1,809 k	1,243 k	828,9	663,1	165,8	56,84	33,16	4,974	0,1421 Ohm	160 pF		
180 pF	17,68 M	8,842 M	2,210 M	98,24 k	5,526 k	3,537 k	2,526 k	1,889 k	1,608 k	1,105 k	736,8	589,5	147,4	50,53	29,17	4,421	0,1263 Ohm	180 pF		
200 pF	15,92 M	7,958 M	1,989 M	88,42 k	4,974 k	3,133 k	2,274 k	1,700 k	1,447 k	984,7	663,1	520,5	132,6	45,47	26,53	3,979	0,1137 Ohm	200 pF		
220 pF	14,47 M	7,234 M	1,809 M	80,33 k	4,521 k	2,894 k	2,067 k	1,546 k	1,315 k	904,3	602,9	482,3	120,6	41,34	24,11	3,617	0,1033 Ohm	220 pF		
240 pF	13,26 M	6,631 M	1,658 M	73,68 k	4,145 k	2,653 k	1,895 k	1,417 k	1,206 k	828,9	552,6	442,1	110,5	37,89	22,10	3,316	0,09474 Ohm	240 pF		
250 pF	12,73 M	6,366 M	1,592 M	70,74 k	3,979 k	2,546 k	1,819 k	1,360 k	1,157 k	795,8	530,5	424,4	106,1	36,38	21,92	3,183	0,09095 Ohm	250 pF		
260 pF	12,24 M	6,121 M	1,530 M	68,01 k	3,826 k	2,449 k	1,749 k	1,308 k	1,113 k	765,2	510,1	408,1	102,0	34,98	20,40	3,061	0,08745 Ohm	260 pF		
280 pF	11,37 M	5,684 M	1,421 M	63,16 k	3,553 k	2,274 k	1,624 k	1,215 k	1,033 k	710,5	473,7	378,9	94,74	32,48	18,95	2,942	0,08120 Ohm	280 pF		
300 pF	10,61 M	5,305 M	1,326 M	58,95 k	3,316 k	2,122 k	1,516 k	1,134 k	964,6	663,1	442,1	353,7	88,42	30,32	17,68	2,653	0,07579 Ohm	300 pF		
350 pF	9,095 M	4,547 M	1,137 M	50,53 k	2,842 k	1,819 k	1,299 k	971,6	826,8	568,4	378,9	303,2	75,79	25,98	15,16	2,274	0,06496 Ohm	350 pF		
400 pF	7,958 M	3,979 M	994,7 k	44,21 k	2,487 k	1,592 k	1,137 k	850,2	723,4	497,4	331,6	265,3	66,31	22,74	13,26	1,989	0,05684 Ohm	400 pF		
450 pF	7,074 M	3,537 M	884,2 k	39,30 k	2,210 k	1,415 k	1,011 k	755,7	643,1	442,1	294,7	235,8	58,95	20,21	11,79	1,768	0,05053 Ohm	450 pF		
500 pF	6,366 M	3,183 M	795,8 k	35,37 k	1,989 k	1,273 k	909,5	680,1	578,7	397,9	265,3	212,2	53,05	18,19	10,61	1,592	0,04547 Ohm	500 pF		
550 pF	5,787 M	2,891 M	723,4 k	32,15 k	1,809 k	1,157 k	826,8	618,3	526,1	361,7	241,1	192,9	48,23	16,54	9,646	1,447	0,04134 Ohm	550 pF		
600 pF	5,305 M	2,653 M	663,1 k	29,47 k	1,658 k	1,061 k	757,9	566,8	482,3	331,6	221,0	176,8	44,21	15,16	8,842	1,326	0,03789 Ohm	600 pF		
650 pF	4,897 M	2,449 M	612,1 k	27,21 k	1,530 k	979,4	699,6	523,2	445,2	306,1	204,0	163,2	40,81	13,99	8,162	1,224	0,03498 Ohm	650 pF		
700 pF	4,517 M	2,274 M	568,4 k	25,26 k	1,421 k	1,009,5	649,0	485,8	413,4	284,2	189,5	151,6	37,89	12,99	7,579	1,137	0,03248 Ohm	700 pF		
750 pF	4,244 M	2,122 M	530,5 k	23,58 k	1,326 k	848,8	606,3	453,4	385,8	265,3	176,8	141,5	35,37	12,13	7,074	1,061	0,03032 Ohm	750 pF		
800 pF	3,979 M	1,989 M	497,4 k	22,10 k	1,243 k	795,8	568,4	425,1	361,7	248,7	165,8	132,6	33,16	11,37	6,631	0,9947	0,02842 Ohm	800 pF		
900 pF	3,537 M	1,768 M	442,1 k	19,85 k	1,105 k	707,4	505,3	377,9	321,5	221,1	147,4	117,9	29,17	10,11	5,895	0,8842	0,02526 Ohm	900 pF		
1000 pF	3,183 M	1,592 M	397,9 k	17,68 k	994,7	636,6	454,7	340,1	289,4	198,9	132,6	106,1	26,53	9,095	5,305	0,7958	0,02274 Ohm	1000 pF		
10000 pF	318,3 k	159,2 k	39,79 k	1,768 k	99,47	63,66	45,47	34,01	28,94	19,89	13,26	10,61	2,653	0,9095	0,5305	0,0796	0,00227 Ohm	10000 pF		
0,1 μF	31,83 k	15,92 k	3,979 k	176,8	9,947	6,366	4,547	3,401	2,894	1,989	1,326	1,061	0,2653	0,0909	0,0531	0,0090	—	0,1 μF		
1 μF	3,183 k	1,592 k	397,9	17,68	0,9947	0,6366	0,4547	0,3401	0,2894	0,1989	0,1326	0,1061	0,02653	0,00909	0,00531	—	—	1 μF		
2 μF	1,592 k	795,8	198,9	8,842	0,4974	0,3183	0,2274	0,1700	0,1447	0,0995	0,0663	0,0531	0,0133	0,0045	—	—	—	2 μF		
4 μF	795,8	397,9	99,47	4,421	0,2487	0,1592	0,1137	0,0850	0,0723	0,0497	0,0332	0,0265	0,0066	—	—	—	—	4 μF		
6 μF	530,5	265,3	66,31	2,947	0,1658	0,1061	0,0758	0,0567	0,0482	0,0332	0,0221	0,0177	0,0044	—	—	—	—	6 μF		
8 μF	397,9	198,9	49,74	2,210	0,1243	0,0796	0,0568	0,0425	0,0362	0,0249	0,0166	0,0133	—	—	—	—	—	8 μF		
16 μF	198,9	99,47	24,87	1,105	0,0622	0,0398	0,0284	0,0213	0,0181	0,0124	0,0083	0,0066	—	—	—	—	—	16 μF		
32 μF	99,47	49,74	12,43	0,5526	0,0311	0,0199	0,0142	0,0106	0,0090	0,0062	0,0041	—	—	—	—	—	—	32 μF		
100 μF	31,83	15,92	3,979	0,1768	0,0099	0,0064	0,0045	0,0034	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100 μF		
1000 μF	3,183	1,592	0,3979	0,0177	0,0010	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1000 μF		

: bedeutet durch Abrundung nach oben entstandene 5

Die Leitertafel für L, C, R, f, λ und T in Bd. 3 (1948), H. 16 der FUNK-TECHNIK besitzt normalerweise praktisch genügende Genauigkeit. Zur Bestimmung des Widerstandes von Kapazitäten für größere Genauigkeit dient die vorliegende Tabelle.

Sind die Werte nicht aufgeführt, so kann vielfach der Widerstand angenähert aus Nachbarwerten und der genaue Wert aus Frequenzen und Kapazitäten bestimmt werden, die um 1 oder mehrere Zehnerpotenzen abweichen, z. B.:

Widerstand eines Kondensators von 1100 pF bei 400 kHz ungefähr aus 1000 pF und 350 kHz etwa 450 Ohm, genau nach 110 pF und 400 Hz 361,7 Ohm.

Zur Erleichterung bei dieser Art der Ablesung sind die Frequenzen nach Zahlenwerten geordnet (unabhängig von ihrer Dezimale) in der Tabellenüberschrift angegeben.

Liegt der Wert dazwischen, so muß interpoliert werden, beispielsweise: Widerstand eines Kondensators von 270 pF bei 468 kHz:

$$1,215 \text{ k}\Omega \text{ (bei 280 pF)} + \frac{10}{20} (1,308 \text{ k}\Omega \text{ (bei 260 pF)} - 1,215 \text{ k}\Omega) = 1,26 \text{ k}\Omega.$$

Diese Interpolation ist jedoch nicht ganz so genau (Fehler unter 1 %) wie die Werte der Zahlentafel (Fehler kleiner als 10/100).

Bei dazwischenliegenden Frequenzwerten ist sinngemäß in gleicher Weise zu verfahren.

E. William

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

Tabelle des Widerstandes von Kapazitäten	442	Einiges über den Anschluß von Elektroherden	458
Ein Wort für die deutsche Röhre	443	Freiluft-Schaltanlagen	459
ELEKTRO- UND RADIO-WIRTSCHAFT	445	Wasserkraftwerke unter Tage	459
Die Arbeitsweise der Empfängerröhre	446	Anschaltungen von Tonabnehmern	460
Schaltungen für FM-Empfänger	448	Schaltungen mit neuen V-Röhren	463
Selbsttätige elektronische Regler	450	Koffergerät mit 4 x P 700	462
Tongerät - Schweiz bringt neue Batterie - Miniatur-Röhren	452	Verfahren zur Messung ohmscher Widerstände	463
Elektronenstrahl-Oszillograf	454	Ein Prophet der Funktechnik	464
3. Zeitablenkgerät	454	Vom Wurzelziehen	464
Zwei Leistungsschauen	456	FT-Lexikon	465
		FT-Briefkasten	466
		FT-Zeitschriftendienst	466



Ein Wort für die deutsche Röhre

Etwa zum gleichen Zeitpunkt, an dem die deutsche Radioindustrie unter alten und neuen Namen ihre ersten Nachkriegserzeugnisse vorwies, erhielten Spezialisten und interessierte Hörer durch die wiedererstandene Fachpresse die langerwarteten Nachrichten aus dem Ausland. Diesen galt unsere vornehmliche Aufmerksamkeit, glaubten wir doch allgemein an sensationelle Neuerungen und Fortschritte, zumindest in den Ländern, die ihre technische Entwicklung ungestört vom Kriege fortsetzen konnten.

Inzwischen sind nun diese ersten Meldungen durch vielfältige Beschreibungen, Reise- und Messeberichte abgelöst und ergänzt worden — doch die Sensation blieb aus! Es zeigte sich, daß der etwa zu Beginn des Krieges auch im Inlande erzielte Gerätestandard nicht überboten werden konnte und daß das Gesicht der Berliner Funkausstellung 1939 auch in der Umgebung der jüngsten Europamesse aufmerksamste Beachtung gefunden hätte. Gewiß enthielten die Randerscheinungen des Empfängerbaues, Spezial- und Taschenempfänger, interessante Fortentwicklungen, gewiß ließen Mode und Landesgeschmack Spielarten früherer Anordnungen als Neuheiten erscheinen, gewiß sind im Gehäusebau und in der Skalenanordnung abweichende Ideen verwirklicht worden, aber in der Linie der wesentlichen Eigenschaften des Radiogerätes trennt uns vom Ausland kein unüberbrückbarer Abstand. Bezieht sich diese Feststellung im wesentlichen auf den Hauptrepräsentanten des Radiobaues, den Empfänger, so gilt sie in nahezu gleichem Umfange auch für seine gewichtigsten Teile — die Röhren. Immerhin waren die Meldungen hierüber verschiedenartig, so daß es sich — unabhängig von der besonderen Wichtigkeit der Röhre für den Empfängerbau — allein aus diesem Grunde lohnt, diese Frage einer gesonderten Betrachtung zu unterziehen. Wir hörten, daß die Amerikaner im Zuge ihrer Entwicklung von Kleinröhren Subminiaturröhren herausgebracht haben, die den Aufbau extrem kleiner Empfängertypen ermöglichen, und hörten unter den maßgeblichen Meldungen ferner, daß Philips-Eindhoven die Allglas-Technik in Gestalt der sogenannten Rimlock-Serie — also gleichfalls Kleinröhrenbau — fortsetzt, um mit dieser den Anschluß an die „Weltlinie der Röhrenentwicklung“ zu gewinnen.

Da der deutsche Gerätebau seit etwa zehn Jahren auf der Verwendung der Telefonen-Stahlröhren basiert, finden solche Nachrichten allgemeine Aufmerksamkeit und führen zu der Frage, ob das Betätigungsfeld der auch jetzt noch in Deutschland dominierenden Stahlröhre infolge derartiger Umstellungen beeinflußt oder beeinträchtigt werden könnte. Die Vorhersagen für die Beibehaltung bzw. Fortsetzung einer besonderen deutschen Röhrentechnik sind dabei uneinheitlich, und ihre Verkünder erweisen sich der Auslandspropaganda gegenüber verständlicherweise zunächst sehr aufgeschlossen. Wenn nun einzelne Stimmen einer zukünftigen Entwicklung bereits mit fertigen Urteilen entgegenreten, dergestalt etwa, daß deutschen Röhrenfabriken das Herausbringen neuer Typen solange verboten werden soll, bis sie die Voraussetzungen zur Fertigung von Rimlock-Röhren erreicht haben, oder daß die Konkurrenzfähigkeit der deutschen Radioindustrie nur mehr mit Hilfe des freien Importes und der Verwendung von Auslandsröhren (ist dies denn nur eine Röhrenfrage?) denkbar erscheint, so kann man sich des Gefühls einer gewissen Übereiltheit — vielleicht auch einer zweckgebundenen Absicht — nicht erwehren. Es darf aber gemeinhin unterstellt werden,

daß solche Äußerungen mehr zum Anlaß der Eröffnung eines weitergehenden Meinungsaustausches dienen sollen, als daß sie in ihren Trägern bereits unumstößliche Gewissheiten darstellen.

Mag dieser Aufsatz also Anregung zu einer interessanten Auseinandersetzung sein. — Wenn die Entwicklung der Rundfunkröhren aus der Glühlampe in einem rund 40jährigen Erfindungsgang seit etwa Ende der dreißiger Jahre allgemein als (vorläufig) abgeschlossen angesehen worden ist, so gibt die Betrachtung des heutigen Standes der Röhrentechnik der Welt dieser Auffassung weitgehend, jedenfalls grundsätzlich recht. Alle seit dieser Zeit geplanten und praktisch angewandten Neuerscheinungen sind, angefangen von der Konstruktion sogen. Verbund-Röhren über die Vervollständigungstypen bereits bestehender Serien bis zur neuesten „V-Faden-Röhre“, reine Nachfolgeerscheinungen. Sie wurden einerseits zur Erzielung besonderer Empfangseigenschaften des Gerätes, andererseits — und zwar vorwiegend — aus reinen Wirtschaftlichkeitsüberlegungen geschaffen, die ihrerseits den Eigenarten des Herstellerwerkes entsprachen und außerdem dem Gerätekonstrukteur durch Vereinfachung der Schaltungen und durch Verbilligung des reinen Röhrenpreises zugute kamen. Seit der Schaffung der Stahlröhren und der Allglas-Röhren, welche die alten Quetschfuß-Röhren endgültig ablösten, hat keine Röhrentechnik etwas spezifisch Neues erbracht, das den Aufbau eines normalen Empfangsgerätes von der technischen Seite her unwägend beeinflusst oder verändert hätte. Für die Entscheidung zu der einen oder der anderen Technik selbst war dabei die Nutzbarkeit vorhandener Fabrikationseinrichtungen und -erfahrungen sicherlich von ausschlaggebender Bedeutung, konnte man die Zufriedenstellung des Gerätebauers doch in beiden Fällen als gewährleistet voraussetzen. Mag man den neuesten Allglas-Entwicklungen (den Rimlock-Röhren) die Erreichung räumlich geringer Geräteabmessungen, ferner durch die kürzere Verdrähtung die Möglichkeit geringerer HF-Verluste zuerkennen, so liegen die Vorteile der bekannten Stahlröhre im wesentlichen in der mit älteren Systemen bisher nicht erreichten Festigkeit des Aufbaues, dementsprechend kleineren Streuungen und bemerkenswert engen Ausfallgrenzen.

Jede der beiden Röhrenserien ist für die grundsätzlichen Schaltungen des modernen Empfängerbaues in gleicher Weise und mit übereinstimmenden Endergebnissen verwendbar. Erscheinen die Abmessungen der Rimlock-Serie für den Bau von Kleinst- und Spezialempfängern zunächst als besonders geeignet, so erweist sich bei näherer Prüfung, daß die weit aus geringere Wärmeezeugung bei Verwendung der Telefonen-V-Fadenröhre trotz ihrer größeren Bodenbreite Vorteile bietet, die dem gleichen Zweck dienen.

Es soll hier ununtersucht bleiben, inwieweit beide Serien noch bestimmten Abwandlungen unterworfen sind, inwieweit beide Serien noch Ergänzungen erfahren werden. Es ist dies auch unerheblich, wenn wir feststellten, daß die Röhrenfabriken ihre Aufgabe in den letzten Jahren nicht darin fanden, à tout prix neue Radioröhren zu entwickeln, die ohne erkennbare Qualitätssteigerungen zur Umstellung oder Anpassung der Gerätekonstruktion zwangen, sondern solche Röhren zu bauen, die einerseits den bestehenden Anforderungen des Gerätekonstruktors entsprechen, andererseits aber die höchste wirtschaftliche Ausnutzung der gegebenen Fabrikationsmittel und der Belegschaft — und zwar sowohl für den Röhren-, als

auch für den Apparatefabrikanten gesehen — ermöglichen. Daß letzterer Umstand eine besondere Forderung und Notwendigkeit für deutsche Röhrenfabriken darstellt, bedarf keiner besonderen Erwähnung.

Es ergibt sich aus dem Vorgesagten, daß ein Anlaß zur Bevorzugung der einen oder anderen Bauweise — kaufmännisch gesehen — weder in der Unterschiedlichkeit äußerer Abmessungen, noch in der Nuancierung elektrischer Eigenschaften, noch in der Wahl bestimmter System-Kopplungen liegt, sondern daß die Wirtschaftlichkeitsfrage vordringlich, ja ausschlaggebend ist. Hier gelangen wir allerdings, hervorgerufen durch die augenblicklichen Fabrikationserschwerungen in Deutschland, zu Unterschieden, die jetzt und wohl auch in der näheren Zukunft — jedenfalls auf dem Exportgebiet — die Verwendung im Ausland hergestellter Röhren erwägen lassen. Diese Unterschiede liegen in der derzeit weitaus höheren Preisstellung für Röhren deutscher Fertigung, die aber nicht durch eine Änderung bzw. Umstellung der Technik überwunden werden kann, sondern dadurch, daß die vorhandenen Fabrikationseinrichtungen und die bestehenden Betriebserfahrungen ausgenutzt und erweitert und somit ausschließlich auf das Ziel gerichtet werden, höhere Produktionszahlen zu erreichen und die Betriebskosten zu senken. Dieser Umstand muß, obwohl seine Erwähnung sachlich fast unnötig erscheinen sollte, besonders hervorgehoben werden. Es wäre ein Laien glaube (und eine wahrlich einfache Lösung) anzunehmen, daß der Übergang zu einer anderen „Technik“ das Mittel sein könnte, Schwierigkeiten zu überwinden, die sich derzeit einer Produktion entgegenstellen, bei deren Wiederaufnahme nicht viel mehr vorhanden war als der Arbeitswille einer kleinen Gruppe von Männern. Erst zu dem Zeitpunkt, an dem die Rückkehr zu normalen Fabrikationsverhältnissen — eingeschlossen der Bezug und die Auswahlmöglichkeit von Rohstoffen — erzwungen worden ist, erst zu dem Zeitpunkt, an dem die Betriebskosten Normalwerte erreicht haben oder sich diesen nähern, kann grundsätzlich untersucht werden, ob eine Umstellung, die, angefangen vom Wechsel einer Fertigungsmethode bis zur Änderung des Erzeugnisses, zu allgemeinen Vorteilen und Fortschritten für den Betrieb und damit für den Verbraucher führen könnte. Im Augenblick sprechen alle Umstände eindeutig dafür, daß im Interesse der Wiedererrichtung einer leistungsfähigen deutschen Röhrenindustrie eher eine bewährte, betriebssichere, unverändert moderne Konstruktion beizubehalten ist, als voreilig Risiken einzugehen, zu denen ohnehin ein äußerer Anlaß nicht besteht. Diese Feststellung ist um so zwingender, als wir wissen, daß der Gedanke an Importhilfen auf absehbare Zeit bestenfalls ein Gedanke bleiben wird und im Sinne der uns aus den Exporterfordernissen grundsätzlich gestellten Aufgaben auch bleiben sollte.

Wenn der Geltung und dem Wert der deutschen Röhrentechnik noch ein abschließendes Wort gesprochen werden darf, so soll dies mit einem kurzen Rückblick geschehen. Ohne Forderungen der Zukunft mit Erinnerungen an die Vergangenheit beantworten zu wollen, erweisen doch einige Beispiele der Vorkriegsjahre, daß die deutsche Röhrentechnik weit über die Grenzen des Inlandes hinaus zu einem der stärksten Faktoren der europäischen Radioindustrie geworden war. Telefunken hat nach dem Start der Stahlserie in den Jahren 1938 und 1939 bereits einen Großteil der maßgebenden Apparatebauer in den europäischen Ländern, die über eine eigene Radioindustrie verfügten, mit Erstbestückungsröhren beliefert. Die Zahl dieser Röhren, die in beiden Anlaufjahren für die Bestückung von neu gefertigten Empfängern verwendet wurden, überschritt eine halbe Million, ungerechnet die Produktion von zwei im Ausland liegenden Röhrenfabriken, die gleichfalls deutsche Typen herstellten, unberücksichtigt ferner die Ausfuhr einer hohen Zahl von Ersatzröhren, die in allen Ländern der Welt verkauft wurden.

Der Export von Rundfunkempfangsgeräten der deutschen Radioindustrie belief sich im gleichen Zeitraum auf über 250 000 Geräte, deren Bestückungsröhren gleichfalls den Marktanteil der deutschen Radioindustrie im gesamten Exportgebiet verstärkten.

Der Röhrensatz-Preis, der den deutschen Apparatebauern für ihre Geräteexporte eingeräumt wurde, entsprach unter Zusammenfassung von Ländergruppen den gleichen Preisen, wie sie der nationalen Industrie in den betreffenden Ländern eingeräumt wurden. So betrug der Preis für den Röhrensatz

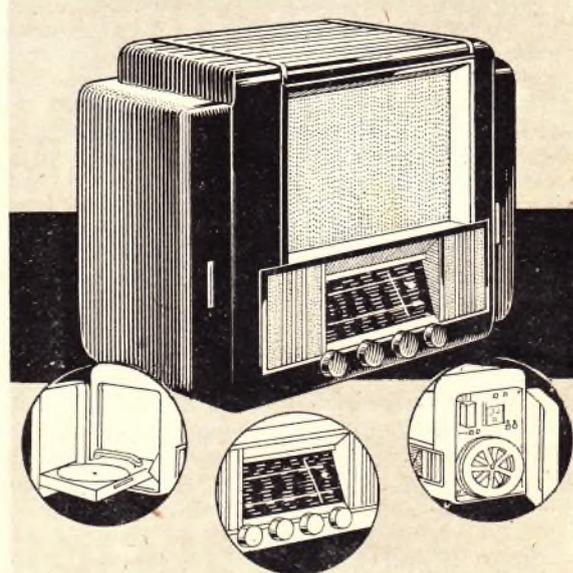
eines 4-Röhren-Wechselstrom-Supers — um ein Beispiel herauszugreifen — beim Geräteexport nach den skandinavischen Ländern Mk. 6,19, und man mag bei einem Vergleich mit der heute erzielbaren Preisstellung für Rundfunkröhren ermessem, inwieweit den Wettbewerbsgesichtspunkten der Gerätefabrikanten bei Verwendung deutscher Röhren Rechnung getragen werden konnte.

Dieser Rückblick möge ergänzt werden durch den Hinweis, daß die Stahlröhre zehn Jahre nach ihrer Herausbringung unverändert von namhaften Apparatebauern des Auslandes gefragt wird, so daß, von hier aus gesehen, nur der noch nicht überbrückbare Preisunterschied zu anderen Erstbestückungsröhren — in Verbindung mit der sehr starken Kürzung der Produktionszahlen — eine fast unbeschränkte Wiederaufnahme früherer Exportbeziehungen verhindert.

Diese Beispiele und die Erfahrungen der Vergangenheit verleiten dabei keineswegs zu falschen Schlüssen. Die Aufgabe, dem Konstrukteur eine Typenreihe in die Hand zu geben, die in ihren elektrischen Eigenschaften und in allen Fragen der Betriebssicherheit konkurrenzfähig ist, verbindet sich mit der Forderung nach einer Preisstellung, die eine volle Selbständigkeit der Kalkulation gewährleistet. Die Erreichung dieses Zieles ist absolut vordringlich und steht deshalb im Mittelpunkt aller Überlegungen. Dabei werden die Bestrebungen, eine weitgehende Austauschfähigkeit bestimmter Typen zu erreichen, um so weniger vernachlässigt, als die allmähliche Entwicklung des Radioempfängers zu einem gewöhnlichen Gebrauchsgegenstand diese Erleichterung zunehmend fordert. Es kann versichert werden, daß diese Aufgabe keineswegs als Utopie außer acht gelassen wird, sondern im Gegenteil auch in dem schmalen Raum der heute möglichen Entwicklungsarbeiten ernsthafteste Betrachtung findet. Der deutschen Röhrenindustrie muß jedoch, auch im Hinblick auf die erwiesenen Leistungen, freie Hand bleiben, den Weg zu gehen, den sie in der Nutzung der zur Verfügung stehenden und zukünftig erreichbaren Mittel technisch und wirtschaftlich für den geeignetsten hält.

Nowack

Schallplatte + Rundfunk + Tonfilm



Die Firma Radiocinéphone in Paris brachte ein geschickt aufgebautes Mehrfachgerät heraus, das allgemeine Beachtung verdient. Im Mittelteil des geschmackvollen Gehäuses ist der Überlagerungsempfänger untergebracht, der auf Lang-, Mittel- und Kurzwelle arbeitet. Wenn man die linke Seitentür öffnet, klappt ein elektrisch betriebener Plattenspieler heraus, und im rechten durch eine Tür zu öffnenden Seitenteil ist ein vollständiges Heimkino untergebracht. Auf ihm können sowohl Stumm- als auch Tonfilme von 16 mm abgespielt werden. Durch eine sinnreich angebrachte Optik wird die Lautsprecherverkleidung gleichzeitig als Projektionswand für die Filmbilder herangezogen. Der Plattenspieler besitzt noch eine besondere Vorrichtung zum Umrollen des Films nach dem Abspielen. Trotz dieser Vielseitigkeit kommt das Gerät mit nur vier Bedienungsknöpfen aus.

ELEKTRO-UND RADIOWIRTSCHAFT

BERLIN

Zwei Leistungsschauen

Im ehemaligen Zeughaus fand in der Zeit vom Juli bis September eine Leistungsschau „1 Jahr deutsche Treuhandverwaltung“ statt, auf der auch die elektrotechnische Industrie vertreten war. Gezeigt wurden u. a. Transformator, Hartgasschalter, Schweiß- und Kinogleichrichter, Elektrokarren, Koch- und Heizgeräte, Glühlampen, Geräte, Kabel- und Leitungszubehör, Glimmerwaren, Schichtpreßstoffe und Preßstoffgegenstände. Die Schwachstrom- und Fernmeldetechnik stellten Akkus und Trockenbatterien, Stufen- und Kelloggsschalter, Fernsprengeräte und Zubehör, Endoskop-Lämpchen sowie Rundfunkempfänger und Lautsprecher aus.

Vom 7. bis 22. 8. 48 veranstaltete der Wirtschaftsaufbau Steglitz e. V. eine „Steglitzer Leistungsschau“, an der sich ebenfalls eine Reihe von Firmen aus der Elektro- und Radiobranche beteiligten. Rundfunkempfänger und Einzelteile brachten Apparatebau Dipl.-Ing. O. Hausmann, Arndt und Steinseifer, Hace-Funk, Funktechn. Werkst. Kansi, Opta-(Loewe)-Radio und Riedel Apparatebau. An elektrotechnischen Haushaltsgeräten waren in ziemlich großem Umfang und in vielen Modellen Kochplatten, Tauchsieder, Brotröster, Waffeleisen, Heizkissen u. a. m. zu sehen, teilweise schon wieder in wirklich guter Friedensqualität. Punkt-Schweißmaschinen in mehreren Größen, darunter kleine Tischmodelle mit verhältnismäßig hoher Leistung, wurden von den Elektrotechnischen Werkstätten Lankwitz ausgestellt. Kuhrt & Pfeffer hatten eine elektrische Modell-Eisenbahn aufgebaut, die bei alt und jung große Begeisterung auslöste. Über beide Ausstellungen finden unsere Leser auf den Seiten 456/457 einen ausführlichen Bildbericht.

Keine Funkausstellungen

Die ursprünglich für den Herbst von der Abt. Wirtschaft des Magistrats von Groß-Berlin geplante Jubiläums-Funkausstellung auf dem Funkturmgelände mußte auf das Frühjahr 1949 verschoben werden. Die Vorbereitungen laufen jedoch weiter. Es ist zu hoffen, daß diese Ausstellung wieder die repräsentative Schau der gesamten deutschen Funkindustrie und der daran interessierten Kreise werden wird.

Wie wir kurz vor Redaktionsschluß erfahren, ist beschlossen worden, die für die Zeit vom 23. 10. bis 7. 11. 48 geplante Funkausstellung in Düsseldorf ebenfalls nicht stattfinden zu lassen. Dies ist um so mehr zu begrüßen, als die Gesamtheit der deutschen Funkindustrie doch nicht an der Ausstellung teilgenommen hätte. Eine Funkausstellung ohne Beteiligung

der Großindustrie im Westen und ohne die Berliner- und die Ostzonenindustrie hat aber sowieso keine Berechtigung.

Für eine Funkausstellung als wichtigste Veranstaltung der deutschen Funkindustrie einschließlich der mit ihr verbundenen Tonfilm- und Schallplattenfabrikation, die dem In- und Ausland den Stand der HF-Technik und Elektroakustik zeigen soll, kommt nach unserer Auffassung nur Berlin in Frage. Denn in Berlin und in der Ostzone liegen nach wie vor die führenden Produktionsstätten der Funkindustrie.

FOTO-KINO-TECHNIK

Wie uns der Verlag für RADIO-FOTO-KINO-TECHNIK GmbH. mitteilt, erscheint die Fachzeitschrift FOTO-KINO-TECHNIK nach wie vor im bisherigen Umfang und in gleicher Ausstattung. Die Behauptung interessierter Kreise, daß alle Fachblätter dieser Art ihr Erscheinen eingestellt haben, trifft also nicht zu. Die FOTO-KINO-TECHNIK wird wie bisher an Abonnenten in alle Zonen geliefert.

Bezugscheinpflichtige Empfänger — nicht mehr aktuell

In Bd. 3 (1948), H. 14 behandelt die FUNK-TECHNIK in dem Beitrag „Radiogeräte auch weiterhin bewirtschaftet“ die Frage der bezugscheinpflichtigen Rundfunkempfänger. Auf diesen Artikel erhielt die Redaktion aus Händler- und Hörerkreisen eine große Zahl von Briefen und Ferngesprächen. Danach ist heute absolut kein Grund mehr für die weitere Aufrechterhaltung des Bezugsscheinzwanges vorhanden. Die Berliner Läden sind voll von Geräten, und Kaufinteresse, namentlich für billige Kleinempfänger, ist überreichlich vorhanden. Trotzdem wird auf Käufer vergebens gewartet, denn die Ausgabe des Bezugsscheines gehört zu den größten Seltenheiten. Die meisten Interessenten unternehmen noch nicht einmal den Versuch, einen Bezugsschein zu beantragen, da sie aus ihrem Bekanntenkreis wissen, daß ein solches Beginnen von vornherein aussichtslos ist.

Der Händler aber hat einen großen Teil seines Betriebskapitals in das Apparatelager gesteckt und kann es sich nicht leisten, dieses Kapital liegen zu lassen. Der Umsatz ist nach der Währungsreform stark gesunken, die Unkosten sind aber die gleichen geblieben. Es ist daher verständlich — und im Interesse der Käufer nur zu begrüßen, wenn in verschiedenen Läden Empfänger auch „ohne“ zu haben sind. Nicht etwa zu Schwarzmarktpreisen, sondern ganz normal. Dieser an und für sich „illegale“ Zustand muß nun aber schleunigst beseitigt werden, und zwar durch die sofortige Aufhebung der Bezugsscheinpflicht, zumal die Industrie jetzt schon wieder in der Lage ist, freiwerdende Händlerlager neu aufzufüllen. ft

BIZONE

Aufhebung der Bewirtschaftung von Glühlampen im Westen

Allgebrauchsglühlampen der Gruppe A mit einer Leistung von 15 ... 100 Watt, können jetzt ohne Beschränkung geliefert und bezogen werden. Damit sind, nachdem bisher schon die Glühlampen von 15 und 25 Watt sowie ab 300 Watt freigegeben waren, nunmehr auch die für die Haushalte gängigsten Glühlampen bis 100 Watt nicht mehr bewirtschaftet. Es können also private Verbraucher, die Industrie und die öffentlichen Betriebe künftighin die Glühlampen frei kaufen. Zur Deckung des vordringlichsten Bedarfes bestimmter industrieller und öffentlicher Betriebe wird deren Belieferung seitens der Landeswirtschaftsämter sichergestellt werden.

Elektromedizinische Geräte

Die Werkstätten für medizinisch-technischen Apparatebau H. Burbach & Sohn in Valental a. Rh. fabrizieren z. Z. in der Hauptsache Anschlußapparate für Endoskopie, Kaustik, Faradisation und Galvanisation, einzelne und kombinierte Geräte für Elektro-Chirurgie, Koagulation und Kalt-Kaustik, Heißluftkästen für Rumpf und Extremitäten sowie Kurzwellen-Therapie-Geräte. Eine Neuerung an den KW-Apparaten ist die vollautomatische Exthermor-Schaltung, die eine große Erleichterung für den Arzt und das Bedienungspersonal bringt. Diese Schaltung macht jede Überdosierung und damit etwaige Verbrennungen unmöglich und sorgt für genaueste Einhaltung der verordneten lokalen Temperatur und Behandlungszeit. In der röntgentechnischen Abteilung wurde — vorerst in kleinem Umfang — mit der Herstellung von Röntgenapparaten begonnen. ft

Lembeck-Jubiläum

Die bekannte Gerätebaufirma Lembeck u. Co. in Braunschweig feierte Ende August ihr 25jähriges Bestehen. Trotz vollständiger Zerstörung im Jahre 1944 konnte in unermüdlicher Arbeit in den letzten drei Jahren ein leistungsfähiges Unternehmen wieder aufgebaut werden. Durch Verwendung moderner Fließbänder ist es bei ausreichendem Materialnachschub möglich, täglich 200 Rundfunkempfänger und 500 Lautsprecherchassis herauszubringen.

Produktion von Katodenstrahlröhren

Die Philips-Valvo-Werke in Hamburg haben die Fabrikation von Katodenstrahlröhren wieder aufgenommen. Es werden die Typen DG 9—3 und DG 7—2 (9 bzw. 7 cm Schirmdurchmesser, grün leuchtend) geliefert, während der Typ DB 9—3 (9 cm Schirmdurchmesser, blau leuchtend) vorbereitet wird.

Die Arbeitsweise der Empfängerröhre

(Schluß aus FUNK-TECHNIK, Bd. 3 [1948], S. 421)

Die relative Änderung des Modulationsgrades ergibt sich danach zu

$$\frac{\Delta m}{m} = \left(6 - \frac{9}{4} m^2\right) \cdot \frac{1}{e^{b_{k3}}} \quad (18)$$

e ist dabei die Basis der natürlichen Logarithmen 2,718. Und das Verhältnis der Grundwelle der Niederfrequenz zu ihren Oberwellen, also die Modulationsklirrdämpfung, wird

$$b_{km} = b_{k3} - \ln m - 1,5. \quad (19)$$

Zu diesen beiden Verzerrungen der Nutzsprache tritt noch eine zusätzliche Modulation durch Brummspannungen aus dem Netzteil, die entweder kapazitiv oder, bei unzureichender Siebung, über die Anodenspannung in den Empfangsteil gelangen. Diese Brummspannungsmodulation nimmt linear mit der Brummspannung zu. Sie ist insbesondere von b_{k2} abhängig und der Brummmodulationsgrad wird

$$m_B \sim \frac{1}{e^{b_{k2}}} \quad (20)$$

Bei diesen Überlegungen ist aber stets zu beachten, daß die Werte b_{k2} und b_{k3} von der Aussteuerung abhängig sind. Da diese verhältnismäßig klein ist, sind die Störungen im allgemeinen nicht allzu groß.

Durch die Kennlinienkrümmung bildet sich bei zwei sehr benachbarten und modulierten HF-Trägern, besonders wenn die Trennschärfe der Filterkreise der Schaltung nicht sehr groß ist, ein Übersprechen der Modulation des einen in die des anderen (Kreuzmodulation). Hierfür ist besonders b_{k3} verantwortlich. Die auftretende Störung wird gekennzeichnet durch das logarithmische Verhältnis der Modulationsgrade der beiden Hochfrequenzen unter Berücksichtigung der Kennlinie. Und die Kreuzmodulationsdämpfung wird

$$b_{kr} = b_{k3} + \ln \frac{m_1}{m_2} - 2,5. \quad (21)$$

Alle erwähnten Verzerrungsdämpfungen sollen aber für eine saubere Übertragung möglichst hohe Werte annehmen. Daraus folgt, daß b_{k3} der Röhre möglichst groß sein soll.

Die vorhergehenden Betrachtungen bezogen sich auf die Demodulation einer amplitudenmodulierten Schwingung. Bei phasenmodulierten Schwingungen, bei denen also die Amplitude konstant bleibt, sind die bisher geschilderten Gleichrichter nicht ohne weiteres anwendbar. Man verwandelt deshalb durch Zusatz einer Hilfsschwingung die phasenmodulierte Schwingung in eine amplitudenmodulierte, die dann normal gleichgerichtet wird. Bei frequenzmodulierten Schwingungen ist die Amplitude gleichfalls konstant. Auch hier erfolgt eine Umwandlung in eine Amplitudenmodulation, und zwar führt man die frequenzmodulierte Schwingung einem Schwingungskreis so zu, daß die Frequenzänderung auf der Flanke der Abstimmkurve verläuft, so daß sich die

Amplitude im Rhythmus der Modulationsfrequenz ändert. Die Gleichrichtung der so erhaltenen Amplitudenmodulation erfolgt wieder wie vorher. Nun können aber benachbarte Störfrequenzen ebenfalls eine Umwandlung der Frequenz in eine Amplitudenmodulation hervorrufen. Man beseitigt diese Störungen durch einen Amplitudenbegrenzer, der alle über einen bestimmten Wert gehenden Amplituden unterdrückt. Auf diese schaltungstechnischen Maßnahmen soll aber hier nicht näher eingegangen werden.

Für die Erzielung einer hohen Verstärkung ist häufig die Umsetzung der modulierten Hochfrequenz in die sog. Zwischenfrequenz erforderlich. Mit Hilfe entsprechender Röhren läßt sich durch Mischung von zwei Hochfrequenzen diese Zwischenfrequenz bilden. Bei der „additiven“ Mischung gibt man dabei die modulierte Eingangsfrequenz f_1 und die in der Schaltung erzeugte unmodulierte Frequenz f_0 auf das gleiche Steuergitter der Röhre. Um die Differenzfrequenz $f_1 - f_0$ zu erhalten, muß die Röhre im gekrümmten Teil der Kennlinie betrieben werden. Bei der „multiplikativen“ Mischung hingegen führt man die beiden Schwingungen zwei verschiedenen Gittern zu, und die Differenzfrequenz entsteht auch bei geradliniger Kennlinie. Der Vorteil der multiplikativen Mischung gegenüber der additiven besteht in der Rückwirkungsfreiheit der Überlagererfrequenz f_0 auf den Eingang (Antenne). Außerdem werden hier weniger Nebenfrequenzen erzeugt, die zu einem Überlagerungspfeifen führen können. Bei der multiplikativen Mischung treten diese Pfeifstörungen nur bei nichtlinearem Verlauf der Kennlinie in Erscheinung.

Zur Erleichterung der Bedienung von großen Empfängern verwendet man häufig Abstimmzeiger in Form eines Magischen Auges. Es ist dieses eine besonders ausgebildete Katodenstrahlröhre, die eine Katode, Steuerstege, Anzeigegitter und einen Leuchtschirm enthält, dessen Mitte durch eine Kappe abgedeckt ist. Die Steuerstege dienen als Anode, während die Steuerung des Strahles durch das Anzeigegitter erfolgt. Je nach der Größe der an ihm liegenden Spannung leuchtet ein mehr oder weniger großer Sektor des Leuchtschirmes auf. Die Schaltung wird nun so eingerichtet, daß bei Scharfabbildung auf einen einfallenden Sender der leuchtende Teil seine größte Fläche besitzt. Aus dem Öffnungswinkel des leuchtenden Sektors läßt sich durch Ver-

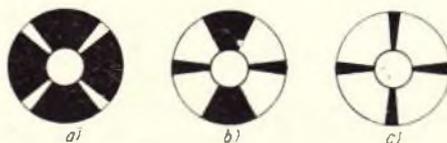


Abb. 14. Die Anzeige der Doppelabstimmröhre EM 11: a) kein Sender, b) mittlerer Sender, c) starker Ortsender

gleich auch auf die Feldstärkeunterschiede verschiedener Sender schließen (Abb. 14).

In Zusammenhang mit der Arbeitsweise der Röhre steht stets das Problem der Lebensdauer. Die meisten Störungen treten durch die begrenzte Lebensdauer der Röhre auf. Diese Erscheinung ist eine Röhreigentümlichkeit, die sich grundsätzlich nicht vermeiden läßt. Man kann aber zwei Arten unterscheiden: das normale Nachlassen der Güte der Röhre durch Alterung im Betriebe und das plötzliche Aussetzen ihrer Leistung. Das erstere ist ein reines Katodenproblem. Nicht alle Elementarteile der Katodenoberfläche emittieren gleichzeitig und gleichmäßig gut. Die aktivsten von ihnen erschöpfen sich zuerst und werden durch den selbsttätigen Regenerierungsprozeß der Oxydkatode langsam wieder aufgefrischt, während andere Zentren, die sich inzwischen herangebildet haben, die Emission übernehmen. Die Neubildung und Reaktivierung der Zentren wird unterstützt durch die aus der Raumladungswolke ständig auf die Katode zurückfallenden unverbrauchten Elektronen. Dieser ganze Vorgang ist also nur auf eine genügende Katodentemperatur angewiesen. Da die Reserven in der Katode sehr groß sind, müßte sich so eine sehr lange Lebensdauer der Röhre erzielen lassen. Im praktischen Betrieb sieht das aber etwas anders aus. Da die Röhre im allgemeinen durch Wechselspannungen beansprucht wird, werden nur bei sehr kleinen Aussteuerungen die Spitzenwerte des Anodenstromes aus der Raumladung so völlig gedeckt, daß die Rückwirkung auf die Katode vernachlässigbar klein ist. Schon bei größeren Werten wird die „Belegung“ der Katode aus der Raumladungswolke kurzzeitig unterbrochen, da ein größerer Teil der Raumladungselektronen zur Anode fliegt. Bei sehr großen Spitzen des Anodenstromes, insbesondere beim Gleichrichter, werden sogar die Zentren der Katodenoberfläche direkt beansprucht. Günstig wirkt sich dagegen aus, daß bei Wechselspannungen die Katode nur während eines Teiles der Zeit voll beansprucht wird. Man kennzeichnet allgemein durch den „Stromflußwinkel“ die zeitliche Katodenbelastung und meint damit die Halbzeit des Stromflusses im Winkelmaß, das auf die volle Periodendauer von 360° der Steuerspannung bezogen wird. Durch den Wechselstrom ergeben sich also starke Schwankungen der Beanspruchung der Katodenoberfläche wie auch der Bedingungen zu ihrer Reaktivierung. Auch das Ein- und Ausschalten des Gerätes spielt eine Rolle. Beim Abschalten wird die Anodenspannung schnell 0, während insbesondere indirekt geheizte Katoden infolge ihrer großen Wärmeträgheit langsam abkühlen. Die Raumladungswolke sinkt auf die Katode zurück und bereitet

dadurch die gute Emissionsfähigkeit der Zentren für das nächste Einschalten vor. Bleibt dagegen die Anodenspannung infolge großer Ladekondensatoren länger bestehen, als die Katode abkühlt, so wird bei jedem Ausschalten die Raumladung zur Anode gerissen und die Zentren stehen kurze Zeit, während sie selbst immer kälter werden, also keine Nachlieferung aus dem Katodeninneren erhalten, der direkten Einwirkung der Anodenspannung gegenüber. Eine Abhilfe stellt in gewissem Maße der den Katodenstrom begrenzende Katodenwiderstand dar. Doch ist natürlich der Strom bei erkaltender Katode für diese viel zu groß. In ähnlicher Weise wirkt auch das Anlegen der Spannung (Einschalten). Eine unterschiedliche Beanspruchung der Röhren tritt auch in den verschiedenen Schaltungsteilen auf, so daß sich stets verschiedene spezifische Belastungen der Katode leistungs- und spannungsmäßig ergeben. Für diese spezifische Belastung ist aber nicht nur die Größe der Oberfläche, ihre Bedeckung und ihre Temperatur, sondern auch die Temperatur der anderen Elektroden und der Umgebung der Röhre zu berücksichtigen. Rechnerische Angaben lassen sich hier kaum machen, so daß man ganz auf Erfahrungswerte angewiesen ist. Im allgemeinen zeigen Leistungsröhren kürzere Lebensdauer als die schwächer belasteten Vorverstärkerrohren.

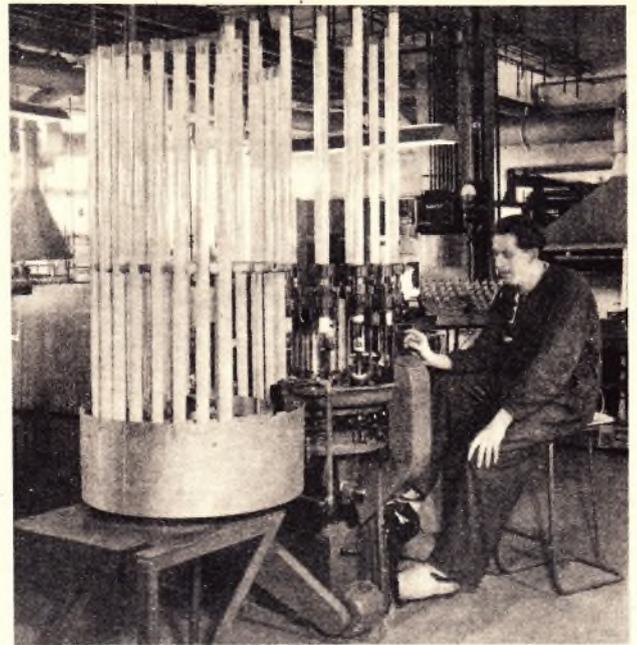
Doch auch verschiedene Röhren einer Type ergeben bei gleicher Belastung stark streuende Werte ihrer Lebensdauer. Der Grund hierfür liegt in den unvermeidlichen Unregelmäßigkeiten bei der Herstellung der Röhre. Je höher hier der Arbeits- und Kontrollaufwand getrieben wird, mit um so größerer Lebensdauer kann man rechnen. Da dieser Aufwand aber Herstellungszeit und -kosten sofort wesentlich heraufsetzt, sieht man sich bei normalen Empfängerröhren seitens der Röhrenhersteller stets vor die Frage gestellt, ob man den Aufwand in Kauf nehmen und die Röhren zwar besser aber teurer machen oder den Käufer veranlassen will, „billige“ Röhren öfters auszutauschen. Bei kompliziert gebauten Röhren, wie z. B. den Verbundtypen, muß die Fragestellung des Verbrauchers lauten, ob man nicht durch Verwendung einfacher Röhren, aber einer umfangreicheren Schaltung, besser fährt.

Die zweite Art der Störung durch die begrenzte Lebensdauer ist das plötzliche Aussetzen ihrer Leistung. Hier ist vor allem der Heizfadenbruch die Ursache. Zur Erzielung einer niedrigen Heizleistung muß der Faden möglichst dünn sein. Da er aber im Betrieb die recht hohe Temperatur von annähernd 900°C annimmt, ist er durch Haarrisse und Unregelmäßigkeiten in seinem Gefüge und seinem Querschnitt besonders gefährdet. Er zerreißt dann oder brennt durch. Auch die Isolation der Windungen der Heizspirale untereinander oder gegen die Katodenhülse kann infolge Absplittersens oder elektrolytischer Zersetzung zu einem Heizfadendefekt führen. Die Vermeidung dieser Störung ist also eine Frage der Kontrolle bei der Fertigung. Die Frage des

Automatisches Einschmelzen der Elektroden in Leuchtstoffröhren

Zur maschinellen Herstellung der Leuchtstoffröhren bringt man die Glaskörper und einen vorerwärmten Elektrodenatz auf ein sich drehendes Karussell. Mit einem Brenner werden dann die Ränder der mottierten Glasröhren erhitzt und die Elektroden selbsttätig eingeschmolzen. Nach diesem Vorgang kommen die Röhren in einen gleichfalls rotierenden Kühllofen (im Bild links), wo eine langsame Abkühlung des Rohrendes erfolgt. Nach dem Umdrehen der Röhren wird die zweite Elektrode in der gleichen Weise eingeschmolzen. Die Leuchtstoffröhren sind dann mit beiden Elektroden versehen und gehen zum Auspumpen

Aufnahme: Phillips-Fotodienst



Materials des Röhrenkolbens ist grundsätzlich gleichgültig. Natürlich zerbricht ein Glaskolben leichter als ein Stahlkolben. Das kann aber nur beim Transport auftreten. Im übrigen ist z. B. durch Herstellen der Stahlkolbenserie mit demselben Aufbau in einem gleich großen Glaskolben der Beweis für die Unwichtigkeit des Kolbenmaterials erbracht.

Unangenehme Störungen treten gelegentlich durch Kurzschlüsse in der Röhre auf. Sie können verursacht sein durch sich ablösende Metallteilchen. Im allgemeinen werden solche Röhren aber bei den Prüfungen im Röhrenwerk bereits erkannt und ausgeschieden. Wesentlich schwieriger liegt der Fall, wenn Fusseln aus organischen Stoffen bei der Herstellung in den Röhrenkolben gelangen und dort eingeschmolzen werden. Geraten diese Teilchen, deren Länge etwa 0,1 bis 0,3 mm beträgt, zwischen zwei Elektroden verschiedener Spannung, so werden sie durch die Feldkräfte sofort in die Richtung des elektrischen Feldes gebracht, also bei kleinen Abständen beide Elektroden berühren. Sie bilden dann einen mehr oder weniger großen Kurzschluß und können den Katodenstrom empfindlich stören. Verkohlen werden sie nur, wenn die außen an der Röhre angeschlossenen Widerstände einen genügenden Stromfluß zulassen. Da die Fusseln lose im Kolben liegen, ist es besonders schwierig, diesen Effekt eindeutig nachzuweisen, weil er bald einmal auftritt und bei der geringsten Bewegung oder Spannungsänderung wieder verschwinden kann. Doch hat man auch hier inzwischen Prüfverfahren entwickelt, die ein Erkennen und Beseitigen dieses Fehlers gestatten.

Wesentlich für eine lange Lebensdauer der Röhren ist eine gleichmäßige Stromversorgung. Durch Heraufgehen der Netzspannung können sehr leicht Überlastung der Röhre und damit Gasausbrüche aus den Elektroden auftreten. Bei Unter-

spannung ist besonders die Katode durch Unterheizung gefährdet. Doch liegt die mittlere Lebensdauer von Rundfunkröhren im allgemeinen weit über dem Garantiewert von 1000 Brennstunden. Sind doch schon Lebensdauern bei Leistungsröhren bis zu 30 000 Stunden und bei Anfangsstufenröhren bis zu 70 000 Stunden gemessen worden und nicht nur an einem einzelnen Exemplar. Daß heute, wo es an und für sich schon sehr wenig Röhren gibt, die Frage der Lebensdauer ebenfalls von dem der Röhrenfabrik zur Verfügung stehenden Material stark beeinflusst wird, muß leider auch berücksichtigt werden.

Abschließend sei in diesem Bericht über die Arbeitsweise der Röhre der Geräteentwickler nochmals darauf hingewiesen, daß bei allen Schaltungsentwürfen stets der Streubereich der einzelnen Röhrentypen zu berücksichtigen ist. Einmal sind es die Änderungen der Daten durch die Betriebszeit, zweitens muß aber auch mit einer bestimmten Streuung der Anfangswerte infolge der Fertigungsungenauigkeiten gerechnet werden. Diese Streuungen sind grundsätzlich unvermeidlich und erstrecken sich nicht nur auf den Anodenstrom, sondern auch auf die geometrischen Abmessungen der Röhre und der Elektroden und dadurch auf die Kapazitäten und Isolationswiderstände. So werden durch diese Streuungen Stabilität, Klirrfaktor und Leistung der Schaltung beeinflusst. Die Röhrenfabrik hält die Streuungen durch Festlegung von Grenzwerten in erträglichem Rahmen, so daß sie von den Geräten im allgemeinen getragen werden. Stets wird man aber zu ermitteln haben, welchen Einfluß die Röhrenstreuungen auf die Funktion einer Schaltung ausüben. Es hat sich nun gezeigt, daß durch geeignete Schaltungsmaßnahmen, insbesondere die Stabilisierung durch Gegenkopplung, der Einfluß der Schwankungen der Röhreneigenschaften genügend klein gehalten werden kann.

Schaltungen für FM-Empfänger

FM-Sender sind z. Z. in Deutschland noch relativ wenig hörbar. Trotzdem macht die FM-Technik auch in Europa Fortschritte. So sind z. B. in England und in Belgien mehrere Stationen im Bau, und auch in Italien läuft bereits ein FM-Sender. Deshalb wird sich auch unsere Industrie gelegentlich mit FM-Geräten beschäftigen müssen, wenn deutsche Exportempfänger den Anforderungen des Weltmarktes genügen sollen. Wie die neueste Entwicklung zeigt, kommt es weniger darauf an, einen speziellen FM-Empfänger zu schaffen, als vielmehr ein kombiniertes Gerät zu bauen, mit dem sowohl AM- als auch FM-Sendungen gehört werden können. Diese Tendenz hat ihre Ursache darin, daß ein brauchbarer FM-Empfänger stets ein großer Superhet mit einem verhältnismäßig großen Aufwand für nur ein oder zwei Frequenzbereiche ist.

Das Schaltbild eines typischen FM-Superhets zeigt Abb. 1. Vor-, Misch- und ZF-Stufen sind prinzipiell in der gleichen Weise aufgebaut, wie es bei den üblichen Rundfunk-Empfängern der Fall ist. Auf Grund der höheren Empfangsfrequenzen — in England und in Belgien ist das 90-MHz-Band für FM-Sender vorgesehen — kommen nur HF-Pentoden mit großer Steilheit in Frage, z. B. EF 14, EF 50, LV 1 usw.

Da es bekanntlich unmöglich ist, Schwingkreise für den UKW-Bereich exakt im voraus zu berechnen, werden die ersten drei abgestimmten Kreise (Vor-, Misch-, Oszillatorkreis) vielfach als Baustein ausgeführt. Dieser ist dann getrennt in Prüfgeräten abgleichbar und kann als Einheit ausgewechselt werden, wenn er defekt ist oder der Empfänger einen anderen Empfangsbereich erhalten soll. Dieses Aggregat enthält auch die notwendigen Abstimm-Kondensatoren. Daß in Seriengeräten eine sichere und reproduzierbare Abstimmung im UKW-Bereich durchaus nicht so einfach zu er-

zielen ist, erkennt man aus den Versuchen, die normale Kreisabstimmung mit einem Drehkondensator (der vielfach an einer Spulenzapfung liegt) durch andere Methoden — Schmetterlingskreis, Guillotine¹⁾ — zu ersetzen. Zur Überlagerung der Empfangsfrequenz dient ein getrennter Oszillator, und die

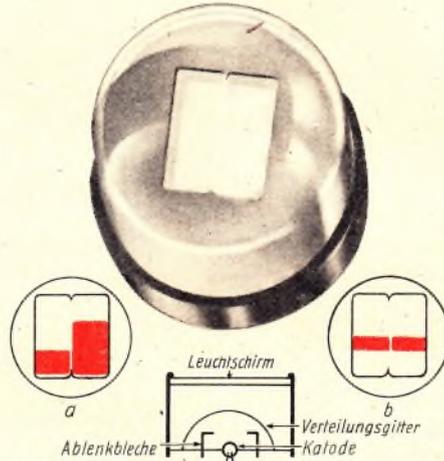


Abb. 2. Das „Magische Auge“ mit 2 Leuchtfeldern (6AL7GT); oben Außenansicht, unten System-skizze; a) Anzeige der FM-Abstimmung, b) Leuchtbild eines AM-Senders

Hilfsfrequenz wird von der Katode der Oszillatortröhre auf das erste Gitter einer Siebenpol-Mischröhre gegeben. Für die hohen Empfangsfrequenzen ist dieser Oszillator natürlich recht sorgfältig zu dimensionieren und stabilisierte ECO-Schaltungen sind daher in FM-Geräten häufig anzutreffen.

Anschließend an die Mischröhre folgt ein zweistufiger ZF-Verstärker, dessen Frequenz etwa zwischen 4 und 60 MHz liegt. Ähnlich wie bei der ZF für Rundfunkempfänger ist man bestrebt, auch hier einen Standardwert zu finden, und in USA ist für FM-Empfänger eine ZF von 10,7 MHz vorgesehen. Entsprechend dem gegebenen Frequenzhub eines

FM-Senders muß der ZF-Verstärker eine wesentlich größere Bandbreite besitzen (Größenordnung ca. 200 kHz) als der ZF-Teil eines Empfängers für Amplitudenmodulation. Die Bandbreite der ZF-Filter im FM-Empfänger läßt sich ebenfalls nicht exakt vorausberechnen, und man nimmt deshalb den endgültigen Abgleich im fertigen Gerät vor, wobei man oft durch Verändern der Parallelwiderstände in den Schwingkreisen die mittlere Kreisgüte beeinflusst.

Dem ZF-Verstärker folgt der Begrenzer und der Diskriminator, deren grundsätzliche Aufgaben und Wirkungsweisen bereits erläutert wurden²⁾. Im Begrenzer kann am Potentiometer P₁ eine Vorspannung abgegriffen werden, mit der eine Verstärkungsregelung durchgeführt wird. Hierdurch kann eine gewisse Anpassung an die örtlichen Empfangsbedingungen erzielt werden. Eine ausgesprochene Schwundregelung braucht im FM-Empfänger jedoch nicht vorhanden zu sein, da das UKW-Signal Tag und Nacht mit der gleichen Feldstärke am jeweiligen Empfangsort auftritt und auch nicht durch atmosphärische Störungen in der Weise beeinflußt wird, wie es bei den Mittel- und Kurzwellensendern der Fall ist (quasioptische Wellen).

Die Schaltung für den Abstimmanzeiger im FM-Empfänger sieht naturgemäß etwas anders aus als im normalen AM-Gerät. In Abb. 1 ist eine Brückenschaltung mit einer Doppeltriode gezeichnet. In neuerer Zeit gibt es Zweistrahl-Abstimmanzeiger, die besonders für FM-Geräte entwickelt wurden. Diese Röhren vom Typ 6AL7GT besitzen zwei getrennte Leuchtfelder, an deren unterschiedlicher Größe zu erkennen ist, ob man genau auf die Mitte der Nennfrequenz abgestimmt hat oder ob die höhere bzw. tiefere Seite bevorzugt wiedergegeben wird.

1) FUNK-TECHNIK, Bd. 3 (1948), S. 137.

2) FUNK-TECHNIK, Bd. 3 (1948), S. 343.

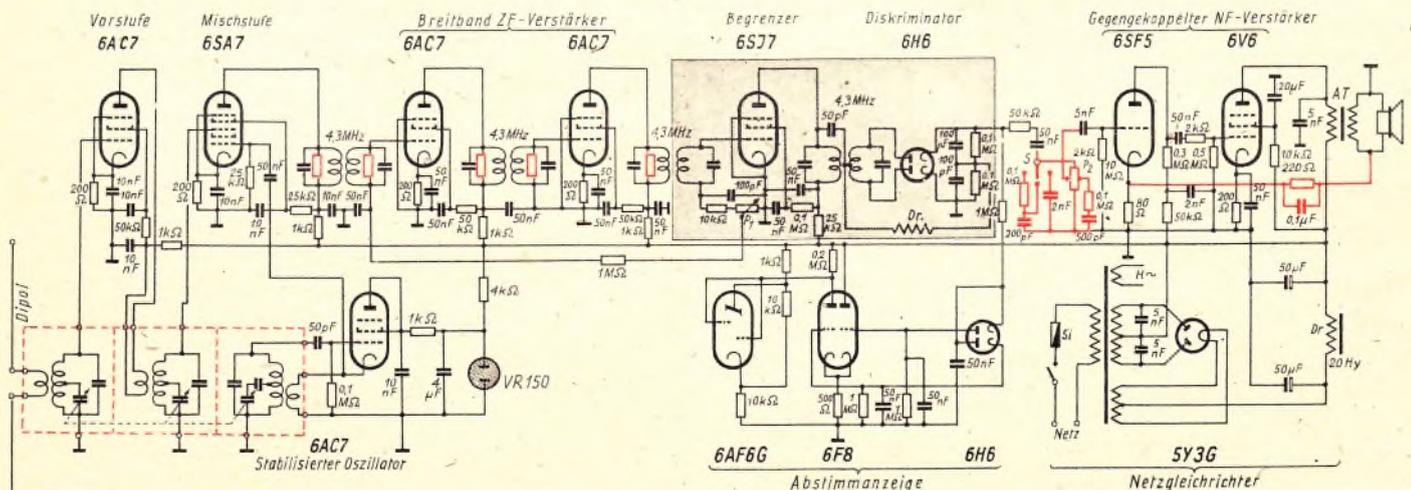


Abb. 1. Schaltung eines FM-Empfängers mit Vorstufe, Mischstufe, stabilisiertem Oszillator, Breitband-ZF-Verstärker, gegengekoppeltem NF-Verstärker usw.

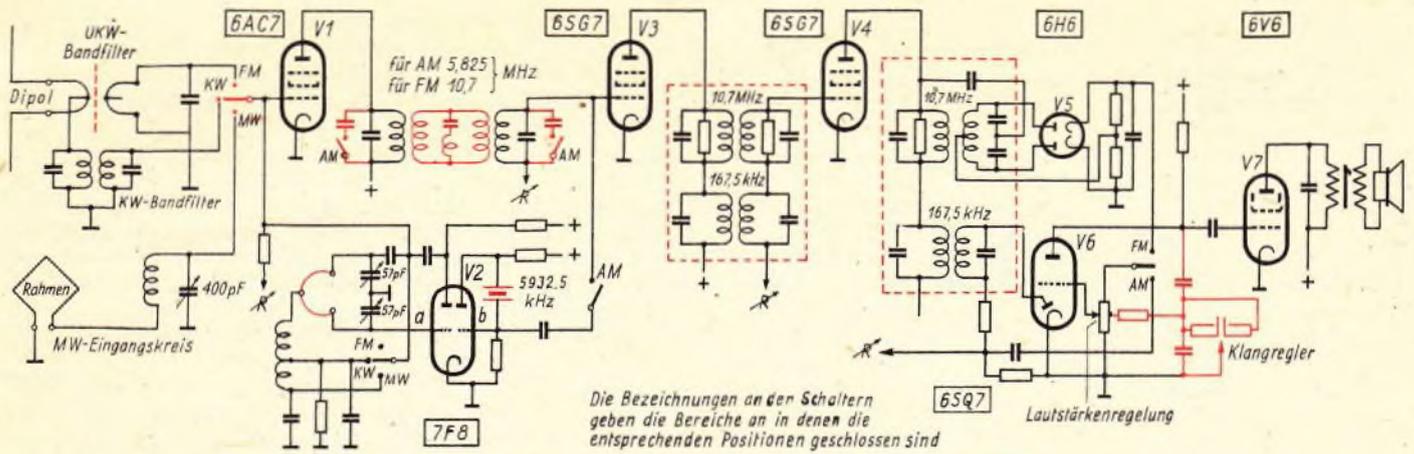


Abb. 4. Prinzip des Empfängers als Auszug aus dem vollständigen Schaltbild

An diesem neueren Magischen Auge ist bemerkenswert, daß es einen durchsichtigen Fluoreszenzschirm besitzt. Damit wird eine Abdeckhaube gegen das Katodenlicht, wie sie bei den bisherigen Abstimmanzeigern notwendig ist, überflüssig. Die beiden Leuchtfelder können am Kopf der Röhre unmittelbar nebeneinander beobachtet werden. Abb. 2 u. 3 geben eine Skizze des Systemaufbaues der 6 AL 7 GT³⁾. Rechts und links von der Katode befinden sich die Ablenkbleche, von denen eines in zwei Hälften



Abb. 3. Aufbau der 6 AL 7 GT

geteilt ist, so daß insgesamt drei Ablenkelektroden verfügbar sind. Das geteilte Ablenkblech wird für die FM-Abstimmung benutzt und ergibt eine Anzeige nach Abb. 2a, während alle drei Elektroden zur Abstimmung eines AM-Senders verwendet werden, wobei ein Leuchtbild nach Abb. 2b entsteht. Das Verteilungsgitter kann eine negative Vorspannung erhalten, so daß die von der Katode ausgehenden Elektronen gebremst werden und die Ablenkempfindlichkeit größer wird.

Anschließend an den Diskriminator folgt der Niederfrequenzteil, in dessen Eingang durch den Schalter S Siebglieder eingeschaltet werden können, die zur Frequenzkorrektur dienen, wenn sendersseitig mit einer Überbetonung der hohen Frequenzen gearbeitet wird. Diese Maßnahme dient zur Störverminderung, und in England wird hierfür eine Zeitkonstante von 50 μ sec als günstig angesehen. Am Potentiometer P₂ erfolgt die gehörrichtige Lautstärkenregelung. Der NF-Teil ist ein zweistufiger gegengekoppelter Verstärker, der eine Endröhre mit Elektronenbündelung besitzt. Im allgemeinen werden an die Wiedergabegüte

des NF-Verstärkers im FM-Empfänger sehr hohe Anforderungen gestellt. So soll nach amerikanischen Vorschlägen die Frequenzkurve im Bereich von 30 ... 15 000 Hz nur ± 1 db vom Wert bei 1000 Hz abweichen. Dabei darf der Störpegel -75 db nicht übersteigen und der Klirrgrad nicht größer als 2% sein. Diese Bedingungen erfordern naturgemäß einen ausgezeichneten NF-Teil, und der Aufwand geht teilweise so weit, daß man oft einen zwei- oder dreistufigen direktgekoppelten Gegentaktverstärker einbaut.

Alles in allem stellt so ein ausgewachsener FM-Empfänger also eine recht teure Angelegenheit dar, und es ist nur natürlich, daß man sich in immer stärkerem Maße darum bemüht, das gleiche auch mit geringerem Aufwand zu erreichen. Dabei stört zunächst weniger die Tatsache, daß ein derartig großer Superhet nur für einige UKW-Bänder vorgesehen wird, als vielmehr die grundsätzlich anderen Forderungen, die an ein Gerät für den AM-Betrieb im Kurz- und Rundfunkwellenbereich zu stellen sind. Es kommt also darauf an, den Empfänger für beide Betriebsarten brauchbar zu machen.

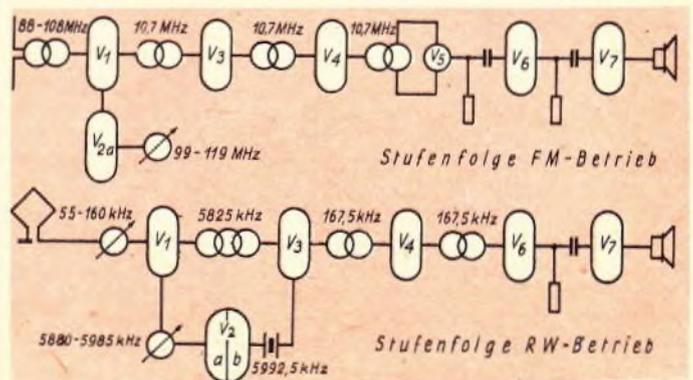
Wenn man die Röhren des Gerätes für beide Zwecke verwenden will, muß man so ziemlich alle Schwingkreise umschalten. Da Schalterkontakte bekanntlich eine hartnäckige Störungsquelle sind, ist man bestrebt, die Zahl der Kontakte so gering wie möglich zu halten. Dies ist schwer durchführbar, wenn das Gesamtbild eines FM-Empfängers — etwa nach Abb. 1 — einfach durch Einschaltung anderer Schwingkreise um-

lagerung und besitzt zwei Hilfsoszillatoren, von denen einer quartzgesteuert ist. Bei der Entwicklung des Gerätes wurde versucht, mit einem möglichst kleinen Aufwand eine befriedigende Empfindlichkeit und Trennschärfe zu erzielen. Dabei wurde größerer Wert auf eine ausreichende Trennschärfe für den Nachtempfang der Kurz- und Rundfunkwellen gelegt als auf die Durchbildung eines hochwertigen NF-Teiles. In Abb. 4 ist das Prinzip des Empfängers als Auszug aus dem vollständigen Schaltbild⁴⁾ gezeichnet.

Der Empfänger ist für drei verschiedene Bereiche vorgesehen, in denen für eine Ausgangsleistung von 1 W etwa folgende Eingangsspannungen erforderlich sind: 2,5 μ V für Rundfunkwellen 55 ... 160 kHz, 3,7 μ V „ Kurzwellen 9,5 ... 11,9 MHz, 20 μ V „ FM-Rundfunk 88 ... 108 MHz

Das Störgeräusch liegt im Rundfunkbereich bei einer Leistung von ca. 500 mW und wird bei einem Eingangssignal von 200 μ V unterdrückt. Im Kurzwellenbereich sind es weniger als 35 mW, die bei 20 μ V Eingangsspannung verschwinden. Besonders störarm ist der FM-Bereich, dessen Störleistung mit 1 ... 4 mW unabhängig von der Eingangsspannung ist. Dadurch ist in diesem Bereich fast kein Geräusch beim Stationswechsel hörbar. Trotzdem keine HF-Vorröhre verwendet wird, ist durch die doppelte Überlagerung eine ausreichende Sicherheit gegen Spiegelfrequenzen erzielt worden. Die Abstimmung des Empfängers erfolgt nur durch einen Zweifachdrehkondensator, dessen eines System eine normale Aus-

⁴⁾ Electronics 1947, Nr. 6, S. 80.



³⁾ Electronics 1947, Nr. 4, S. 36.

führung mit ca. 400 pF ist, während das andere System zwei getrennte Statoren (je etwa 60 pF) besitzt.

Als Eingangsröhre V_1 wird eine HF-Pentode mit großer Stellheit verwendet (6 AC 7; $S = 9 \text{ mA/V}$) und additive Mischung durchgeführt. Das Steuergitter dieser Röhre kann an die drei verschiedenen Eingangskreise geschaltet werden. Der Abstimmkreis für den Rundfunkwellenbereich wird durch einen normalen Drehkondensator abgestimmt. Dabei dient ein eingebauter Rahmen mit zwei Windungen als Antenne. Für die beiden anderen Bereiche werden fest abgestimmte Bandfilter verwendet. Im FM-Bereich wird eine Dipol-Antenne benutzt und das UKW-Filter (sog. Haarnadel-Filter mit elektrostatischer Abschirmung) ist für den Anschluß einer 70- Ω -Linie bemessen. Für den KW-Bereich dient dieser Dipol als T-Antenne. Der Primärkreis des KW-Bandfilters ist mit der Mitte der UKW-Antennenspule verbunden und braucht nicht abgeschaltet zu werden, da dieser Kreis im FM-Bereich als Saugkreis für 10,7 MHz dient.

Der 1. Oszillator ist der Dreipolteil V_{2a} einer 7F8. Interessant ist die Umschaltung des Oszillatorkreises. Der entsprechende Abstimmkondensator besitzt zwei getrennte Statoren, welche durch einen stabilen Metallbügel — die UKW-Spule — miteinander verbunden sind. Der gemeinsame Rotor liegt an Masse und somit sind für den FM-Bereich beide Kondensatoren in Serie geschaltet. Eine Temperatur-Kompensation ist außerdem eingebaut, so daß die Abstimmung vom kalten Einschalten ab keiner Nachstellung bedarf. Für den Kurz- und Rundfunkwellenbereich werden an der Mitte des UKW-Bügels weitere Spulenteile dazugeschaltet. Hierbei wird ebenfalls eine Colpitts-Anordnung gebildet, und für die niedrigen Frequenzen wirkt die UKW-Spule als Kurzschluß, so daß beide Hälften des Drehkondensators parallelgeschaltet sind. Nur zwei Kontakte dienen zur Umschaltung dieses Systems. Der Oszillator liefert etwa 2,5 V über einen Kondensator in den Gitterkreis der ersten Mischröhre V_1 . Im FM-Bereich wird die Oszillatorspannung der Mitte der Sekundärspule des UKW-Bandfilters zugeführt (Strahlungsverminderung). Dies ist nicht besonders eingezeichnet worden; ebenso wie auch aus dem Originalschaltbild nur die grundsätzlichen Schaltvorgänge in Abb. 4 angegeben wurden. Insgesamt werden nur drei 6- und ein Spoliger Kreisschalter im ganzen Gerät verwendet.

Nach der Mischröhre V_1 folgt ein umschaltbares Bandfilter, das für den FM-Betrieb auf 10,7 MHz abgestimmt ist. Hierbei ist die Link-Kopplung zwischen beiden Bandfilterkreisen aperiodisch, da der Serienkreis in der Mitte sowie beide Schwingkreise für den Kurz- und Rundfunkwellenempfang durch hinzugeschaltete Kondensatoren auf 5,825 MHz eingestellt werden. Dadurch wirkt dieses erste Bandfilter für die AM-Bereiche als

Vierkreisfilter und hat eine doppelhockrige Resonanzkurve.

Die Röhre V_2 arbeitet im FM-Bereich als ZF-Verstärker auf 10,7 MHz. In den beiden anderen Bereichen dient sie als zweite Mischröhre und liefert eine zweite ZF von 167,5 kHz. Die entsprechende Hilfsfrequenz wird im zweiten Dreipolteil V_{2b} der 7F8 erzeugt. Dieser Oszillator ist quartzesteuert, da es sich bei der Erprobung des Gerätes gezeigt hat, daß die richtige Abstimmung des Oszillators für die Leistung dieses Empfängers entscheidend ist. Auch wird durch die Quarzsteuerung der Erstabgleich der Seriengeräte in der Fabrikation wesentlich erleichtert. Der Quarz wird hermetisch verschlossen geliefert und ist nicht größer als ein kleiner Rollblockkondensator.

Der ZF-Verstärker V_4 kann zwei Frequenzen verarbeiten, da die beiden Kombinationsbandfilter für die hohe und niedrige Zwischenfrequenz brauchbar sind. Die beiden oberen Kreise sind jeweils auf die hohe ZF von 10,7 MHz abgestimmt, wobei die größeren Parallelkondensatoren der unteren Kreise einen Kurzschluß bewirken. Die unteren Kreise sind dagegen auf die niedrige ZF von 167,5 kHz abgestimmt, und hierfür bedeuten die oberen Schwingkreise einen Kurzschluß. Die Spitzen der FM-Bandfilterkurve fallen mit den Spitzen der Diskriminator-Kennlinie zusammen. Der Abstand beider beträgt 150 kHz. Dadurch ist die Verstärkung größer und die Trennschärfe besser als bei der nor-

malen Abstimmweise. Ein Begrenzer wird nicht verwendet.

Der Diskriminator ist so eingestellt, daß pro 1 V Eingangsspannung bei 22,5 kHz Änderung 12 V Ausgangsspannung erzielt werden. Die Gleichrichtung der niedrigen ZF erfolgt durch eine normale Zweipolstrecke, von der auch eine Schwundregelspannung abgenommen wird. Das Triodensystem von V_6 dient als NF-Vorverstärker und kann je nach Bereich an den FM-Gleichrichter oder die AM-Zweipolstrecke angeschlossen werden.

Im NF-Vorverstärker V_6 wird eine besondere Klangregelung durchgeführt, die einen sehr großen Tonfrequenzbereich zu erfassen gestattet. Das entsprechende Potentiometer ist in zwei voneinander isolierte Hälften geteilt. Eine Hälfte liegt parallel zum Baßkondensator des Lautstärkereglers und die andere Hälfte in Serie mit einem Ableitkondensator im Anodenkreis der Dreipolröhre. Anschließend folgt die Endröhre 6V6 für eine Ausgangsleistung von etwa 8 W.

Im Gerät werden etwa die folgenden Verstärkungszahlen erzielt:

Für AM in V_1 eine Mischverstärkung von etwa 20, in V_3 etwa 50, während V_3 als ZF-Verstärker mit 167,5 kHz eine 175fache Verstärkung liefert; für FM in V_1 etwa 40fache Mischverstärkung und in den beiden ZF-Stufen auf 10,7 MHz je etwa 50fach. Zur Orientierung ist in Abb. 5 noch das Blockschema für zwei Empfangsbereiche angegeben.

Selbsttätige elektronische Regler

Industrielle Arbeitsvorgänge verschiedenster Art erfordern die selbsttätige Regelung der Bewegung eines Maschinenteiles oder des Strömens von Gasen und Flüssigkeiten auf einen bestimmten Wert. Die bekannteste derartige Regelaufgaben ist wohl das Gleichhalten der Drehzahl einer Welle oder in der chemischen Industrie das Einhalten von Durchfließgeschwindigkeiten in Rohren. Darüber hinaus sind oft auch elektrische Werte, ferner Druck, Temperatur, Feuchtigkeit u. a. m. zu regeln, manchmal mit sehr großer Genauigkeit.

Die in den Anfängen der Regeltechnik verwendeten mechanischen Einrichtungen, wie z. B. der Fliehkraftregler, sind auf vielen Gebieten schon längst anderen Methoden gewichen, und zwar vornehmlich elektrischen. Unter diesen wiederum haben sich in neuerer Zeit die elektronischen Regelverfahren vor den elektromagnetischen durchzusetzen vermocht. Diesen sind sie vor allem hinsichtlich Genauigkeit und trägheitslosem Ansprechen überlegen, und zwar überall da, wo es sich um sehr kleine Regelwerte handelt, die ohne Verstärkung nicht weiter ausgenutzt werden können.

So gut wie alle Regelvorgänge für industrielle Zwecke lassen sich auf eine Spannungsregelung zurückführen. Die meisten zu regelnden Größen können nämlich sehr einfach durch irgendeine Art Generator in einen Spannungswert übertragen werden, und die Aufgabe des Reglers besteht dann darin, diese Spannung gleichzuhalten. Hierbei ist die erzielbare Dämpfung von großer Bedeutung, die vermeiden soll, daß der rückführende Impuls die Regelspannung über oder unter den Sollwert bringt und dadurch ein dauerndes Pendeln verursacht. Daher muß bei elektrischen Reglern dafür gesorgt werden, daß der erzeugte Rückführungsimpuls schon vor Erreichen des Regelsollwertes wieder aufhört, eine Forderung, die bei elektronischen Einrichtungen verhältnismäßig einfach zu erfüllen ist.

Diese Voraussetzungen und Ansprüche führen zu der grundsätzlichen Aufteilung elektronischer Regeleinrichtungen in zwei Elemente. Ein erstes Glied hat die Aufgabe, die Abweichung der als Spannungswert auftretenden Regelgröße vom Sollwert zu bestimmen und daraus eine proportionale rückführende Spannung herzustellen, wobei Gleich- oder Wechselstrom zugrunde gelegt wer-

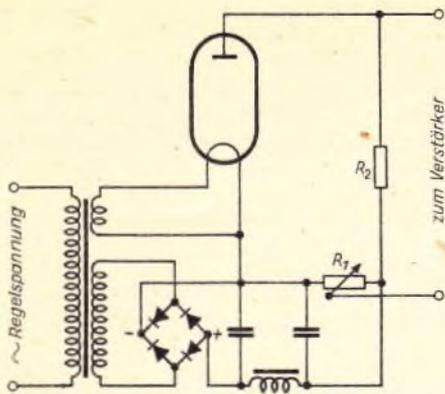


Abb. 1. Grundsätzliches Schaltbild einer Anordnung zur Gewinnung der Abweichung einer Wechselspannung vom Sollwert. Ermittlung des Abweichungsbetrages durch Gegenüberstellung zweier Gleichrichterspannungen

den kann. Ein zweites Glied dient der Dämpfung und verhindert das Übersteuern der Rückführspannung. Daran schließt sich in der Regel ein Verstärker an, um genügend große Leistungen für die Betätigung von Schaltern oder mechanischen Steuergliedern zu erhalten.

Gewinnung der Spannungsabweichung

Es ist weniger wichtig, dem Regelvorgang die Spannungsschwankungen im Eingang zugrunde zu legen als den Betrag der Spannungsabweichung vom Sollwert. Hierdurch wird eine hohe Empfindlichkeit erzielt und die Verstärkung kleiner Regelwerte macht keine Schwierigkeiten.

Wenn die Regelgröße in Form einer Wechselspannung übertragen wird, sind verschiedene Arten der differenzierenden Feststellung der Spannungsabweichung über einen Gleichrichter möglich. Einige davon sind in den Abbildungen 1 bis 4 dargestellt:

Die in Abb. 1 als Gleichrichter eingesetzte Diode arbeitet oberhalb des Sättigungspunktes, d. h. ihr Anodenstrom ist unabhängig von der Anodenspannung und ergibt sich lediglich aus der Heizspannung gemäß der Richardson'schen Emissionsgleichung als Funktion der Quadratwurzel aus dem Regelspannungsmittelwert. Die Anodenspannung wird durch einen Trockengleichrichter mit Filter gewonnen. Die Regelspannungs-Abweichung vom Sollwert ergibt sich nach Größe und Richtung aus dem Spannungsabfall an den Wider-

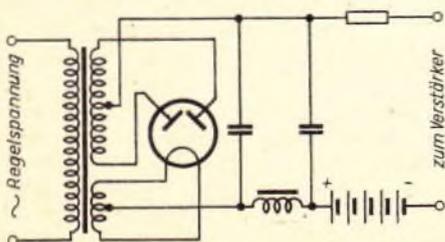


Abb. 2. Grundsätzliches Schaltbild einer Anordnung zur Ermittlung der Abweichung einer Wechselspannung vom Sollwert. Gewinnung des Abweichungsbetrages durch Gegenüberstellen einer Gleichrichter- und Batteriespannung

ständen R_1 und R_2 im Anoden- und Gleichrichterkeis, wobei R_1 zum Einregeln des Nullwertes dient. Mit einer solchen Schaltungsanordnung, die verschiedene Spielarten gestattet, ist eine Genauigkeit von 0,2 v. H. erreichbar. Der kleine verbleibende Fehler kommt von der Welligkeit der vom Gleichrichter gelieferten Spannung.

Die in Abb. 2 gezeigte Anordnung enthält als Gleichrichter eine Doppeldiode, deren Strom nur von der Anodenspannung abhängt. Die damit gewonnene Gleichspannung wird nach Filterung für die Nullpunktsgewinnung einer Batteriespannung gegenübergestellt. Die Abweichungen der Regelspannung erscheinen dann im Ausgang als positive oder negative Gleichspannungsbeträge und werden an das Gitter der ersten Röhre des Verstärkers gelegt. Unvorteilhaft an dieser Schaltung ist, daß die Ausgangsspannung am Gleichrichter bei

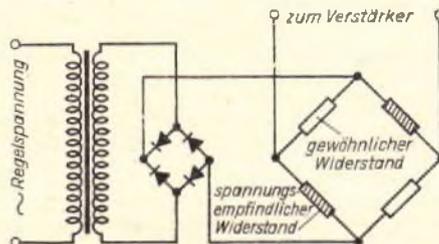


Abb. 3. Schaltungsanordnung zur Gewinnung der Abweichung einer Regelspannung durch Vergleich des Spannungsabfalles an verschiedenartigen Widerständen

einem ungleichförmigen Wellenbild nicht der Quadratwurzel der mittleren Regelspannung, sondern dieser unmittelbar proportional ist. Dies ergibt u. U. einen Fehler von 1 v. H. und mehr.

Mit Widerständen, deren Wirkung sich mit der angelegten Spannung ändert, läßt sich die in Abb. 3 dargestellte einfache Brückenschaltung ohne Gleichrichterröhre aufbauen. Die Regelspannung wird dabei von einem Trockengleichrichter gleichgerichtet und ihre Abweichung vom Sollwert durch Vergleich des Spannungsabfalles an normalen und spannungsempfindlichen Widerständen ermittelt. Die Brücke muß für den Regelspannungs-Sollwert auf Ausgangsspannung Null abgeglichen sein. Eine andere einfache Schaltanordnung kann ferner mit Hilfe einer Fotozelle hergestellt werden (Abb. 4). Dazu wird mit der zu regelnden Wechselspannung eine Lichtquelle gespeist. Der von der Spannung abhängige Lichtstrom erzeugt in der Fotozelle einen lichtelektrischen Strom, der mit einer dem Wechselspannungs-Sollwert entsprechenden Gleichspannung verglichen wird. Gewisse Schwierigkeiten kann hierbei die thermische Trägheit des Heizfadens der Lichtquelle machen, denen durch Maßnahmen gegen Nachteile der Regelung begegnet werden muß.

Weitere Schaltungen können mit Hilfe von Glühlampen oder Spulen mit Eisen-

kernen aufgebaut werden. Sie befriedigen jedoch weniger als die oben gezeigten Anordnungen, teils weil sie auf die Scheitelwerte der Regelspannung ansprechen, teils weil sie nicht frequenzunabhängig sind.

Am einfachsten läßt sich die Abweichung einer Regelspannung gewinnen, wenn die Regelgröße bereits als Gleichspannung vorliegt. Es genügt dann, sie einer auf den Sollwert eingeregelter Vergleichsspannung gegenüberzustellen und den Spannungsunterschied einem Verstärker zur Gittersteuerung zuzuführen.

Beeinflussung der Ansprechzeit

Um zu verhindern, daß die rückführende Spannung eines Reglers die zu regelnde Spannung übersteuert, gibt es verschiedene Maßnahmen. Meist wird eine dämpfende Wirkung auf den Regelvorgang bereits durch eine Beeinflussung der Zeit bis zum Ansprechen erreicht. Je nach Art der Spannungsschwankungen, die ausgeregelt werden sollen, kann es nützlich sein, auf ein schnelles oder langsames Ansprechen Wert zu legen.

In beiden Fällen kann von dem Verzögerungseffekt des Auf- und Entladens eines Kondensators über einen Widerstand Gebrauch gemacht werden. Die in der ersten Stufe eines elektronischen Spannungsreglers gewonnene Spannungsabweichung wird dann dem Verstärker über einen Kreis aus Kondensator und Widerstand zugeführt. Eine solche Anordnung zeigt Abb. 5, in der die regelnde Gitterspannung von einem Abschluß-

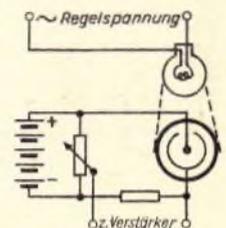


Abb. 4. Schaltungsanordnung zur Gewinnung der Abweichung einer Regelspannung mit Hilfe einer Fotozelle

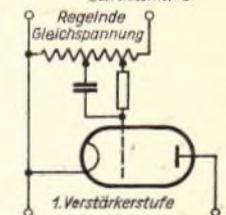
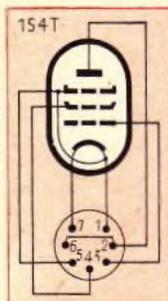
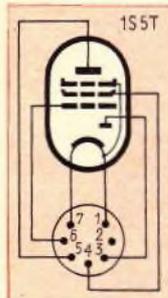
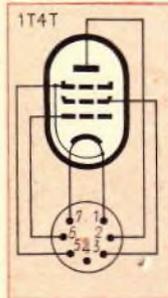
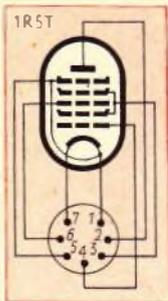


Abb. 5. Ankopplung des Verstärkers eines Spannungsreglers für schnelles Ansprechen

widerstand abgegriffen ist. Bei einem plötzlich eintretenden Spannungsanstieg erhält das Gitter zuerst eine hohe Steuer-spannung, die eine sofortige und kräftige Spannungsrückführung veranlaßt. Diese Wirkung geht aber mit wachsender Kondensatoraufladung zurück. Werden bei dieser Schaltung Kondensator und Widerstand vertauscht, so ergibt sich ein verzögertes Ansprechen des Reglers. In beiden Fällen ist das Ergebnis eine wirksame Dämpfung der Schwingung, die sich möglicherweise aus einer übersteuernden Wirkung der Spannungsrückführung ergeben kann. S.

BATTERIE-MINIATUR-RÖHREN

VON O. P. HERRNKIND



Es wird meistens angenommen, daß Miniaturröhren eine Entwicklung der neueren Zeit darstellen, und daß deren Konstruktion und Serienbau erst durch die Fortschritte der modernen Röhrentechnik ermöglicht wurden. Diese Ansicht ist aber nur zu einem kleinen Teil richtig. So lange überhaupt Röhren gebaut werden — und das ist bereits seit mehr als 25 Jahren der Fall —, versucht man, deren Abmessungen möglichst klein zu gestalten. So baute die Western in Amerika schon um 1918 die ersten Batterieröhren in Miniaturausführung, die in dem seinerzeit modernsten und leistungsfähigsten „WECO“-Achtrohren-Batteriesuper Verwendung fanden.

In Europa stand die Röhrenentwicklung damals allerdings noch im Anfang, als Katenmaterial benutzte man noch den hell leuchtenden Wolframfaden, der jedoch bald von dem im Verbrauch sparsameren thorierten Heizfaden (60-mA-Batterie-Trioden) verdrängt wurde. Anschließend erschienen — bei gleichzeitigem Aufkommen der Mehrgitterröhren — die Bariumkathoden. Die als nächstes einsetzende Entwicklung der indirekt beheizten Netzhöhren ließ den Batterieempfänger zunächst immer mehr in den Hintergrund treten. Neue Belebung erfuhr der Batteriegerätebau dann erst wieder mit dem Herauskommen der 2-Volt-K-Röhren mit ihrem niedrigen Heizstromverbrauch und verhältnismäßig geringen Anodenspannungsaufwand. Aber die Forderungen, die man an einen Batterieempfänger — und damit an die Batterieröhren — stellte, stiegen ständig höher. Kaum war eine Batterieröhrenserie in Fabrikation gegangen, als sich die Laboratorien bereits wieder mit der Entwicklung noch besserer, sparsamerer und leistungsfähigerer Typen befaßten. In kurzen Ab-

ständen erschienen die D11er-, die D21er- und die D25er-Reihen für die Heizspannungen 1,2 V, 1,4 V und wieder 1,2 V.

Weite Verbreitung fanden dann die vor einigen Jahren in Amerika auf den Markt gekommenen Batterieröhren in Miniaturausführung, deren Abmessungen einschl. Sockelstifte nur 54 mm (Länge) × 19 mm (Durchmesser) betragen. Als Anodenspannung genügten 45 ... 67,5 V, der Heizstromverbrauch für einen Vierröhrenempfänger belief sich allerdings auf ca. 250 mA, lag also noch reichlich hoch. Obwohl dadurch die Lebensdauer der Heiz- und Anodenbatterien ziemlich herabgesetzt wurde, die Heizbatterie mußte beispielsweise schon nach etwa 6 Betriebsstunden erneuert werden, fanden die mit diesen Röhren bestückten Geräte trotzdem sehr großen Anklang, was sich wohl in erster Linie auf die durch die Kleinheit der Röhren ermöglichten sehr kleinen Geräteabmessungen (der Raumbedarf der Batterien war ebenfalls stark verringert) zurückführen ließ. Den Zwang, die Heizbatterie nach durchschnittlich 38 ... 45 Stunden auszuwechseln, empfand die Verbraucherschaft nicht allzu stark als Nachteil, weil die Batterien billig waren; wenigstens in Amerika. In den europäischen Ländern dagegen war eine solche Preiswürdigkeit der Batterien nicht überall gegeben, so daß

Batterieempfänger mit einem zu hohen Heizstromverbrauch keine besondere Aussicht auf Absatz größerer Stückzahlen hatten.

An dieser Stelle begannen die Tungsram-Röhrenlaboratorien mit den Entwicklungsarbeiten, die das Ziel hatten, den Heizstromverbrauch der Miniaturröhren bei gleichen Kolbenabmessungen und gleichen Empfangsleistungen ganz wesentlich — nach Möglichkeit auf die Hälfte — herabzusetzen. Die Verwendung von kataforetischen Kathoden mit Wolframseele als Emissionsträger führte tatsächlich zu einem vollen Erfolg. Selbst bei einem Absinken der Heizspannung von 1,4 V (bei frischen Zellen) bis auf 1,1 V blieb trotz der Unterheizung die Emissionsleistung dieser Kathoden und damit die Empfangsleistung der Röhren fast gleich! Während vormals die Heizspannungsquelle schon bei einem Abfall auf etwa 1,3 ... 1,25 V erneuert werden mußte, weil die Empfangsleistungen schon zu gering geworden waren, sind die Batterien bei Benutzung der neuen Tungsram-Miniaturröhren bis auf 1,1 V herab auszunutzen, was nichts anderes bedeutet, als eine gegenüber der bisherigen Röhrenbestückung um mehr als 100%ige Steigerung der Lebensdauer der Batterien.

Da die Sockelschaltungen sowie die elektrischen Betriebsbedingungen — ausgenommen der Heizstromverbrauch — der neuen Röhren die gleichen sind wie bei den amerikanischen Äquivalenttypen, lassen sich beide Serien ohne weiteres gegeneinander austauschen. Der Austausch der alten Röhren gegen die neuen Tungsram-Batterieröhren ergibt dann eine um das Doppelte höhere Lebensdauer der Batterien oder bei Neukonstruktion von Empfängern eine dementsprechende Einsparung an Batterieraum, d. h. verringerte Gehäuseabmessungen.

Die Serie der Miniatur-Batterieröhren, die in der Allglas-technik gebaut werden, umfaßt vier Typen:

1. den Pentagrid-Converter 1R5T,
2. die HF/ZF-Pentode 1T4T,
3. die Diode-NF-Pentode 1S5T und
4. die Endpentode 1S4T bzw. 3S4T (mit Unterschieden in der Kathodenheizung).

Die Röhren sind auf Heizspannung abgeglichen, d. h. für Parallelbetrieb gebaut, bei Serienheizung müssen Typen mit gleichem Heizstrom ausgesucht werden. Von dem erstaunlich niedrigen Heizstromverbrauch kann man sich am besten eine Vorstellung machen, wenn man erfährt, daß 24 (!) Stück der neuen Tungsram-Röhren — das ist die Bestückung für sechs komplette Vierröhrenempfänger — zusammen nicht mehr Strom aufnehmen wie eine einzige 0,3 A/3,5 V-Taschenlampenbirne.

In großen Zügen gesehen, ähnelt eine Empfangsschaltung mit den neuen Miniaturtypen einem mit den Röhren DK 21, DF 21, DAC 21 und DL 21 ausgerüsteten Super. Unterschiede liegen einmal darin, daß in der

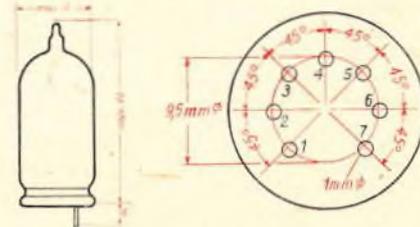


Abb. 1. Die Röhrenabmessungen
Abb. 2. Sockelabmessungen und Stiftanordnung

D 21er-Reihe die Diode mit einer Triode (DAC 21) kombiniert ist, während bei der 1 S 5 T die Diodenstrecke mit einer Pentode zusammengebaut wurde; und zum anderen darin, daß die Mischröhre in der Tungram-Serie nicht als Oktode (DK 21), sondern als Pentagrid-Converter erschienen ist. Normalerweise läßt man Gitter 3 als Steuergitter und die Gitter 2 und 4 als Schirmgitter arbeiten. Gitter 1 und die ebenfalls gesteuerte Katode bilden den Oszillator, wobei Gitter 1 als Oszillatoranode fungiert. Ein Schaltungsbeispiel für die Verwendung der Miniatur-Batterieröhren ist in Abb. 3 angegeben, die Röhrenabmessungen sind aus Abb. 1, die Sockelmaße sowie die Stiftanordnung aus Abb. 2 zu entnehmen. Das Gewicht eines vollständigen Röhrensatzes (vier Stück) beträgt ca. 30 Gramm. Die Röhrensysteme sind — schon wegen ihrer Kleinheit — mechanisch äußerst stabil und besitzen dank einer besonderen Halterung eine sehr hohe Stoßfestigkeit, die gerade bei transportablen Geräten eine wichtige Rolle spielt.

Nachstehend die Betriebsdaten der neuen Tungram-Batterie-Miniaturröhren einschl. ihrer Sockelschaltungen.

Betriebsdaten der 1 R 5 T (Pentagrid-Converter) als Mischröhre

Heizspannung	U_f	1,4 V	
Heizstrom	I_f	0,025 A	
Heizleistung	N_f	0,035 W	
Anodenspannung	U_a	45 V	90 V
Schirmgitterspannung	U_{g2+g4}	45 V	67,5 V
Steuergitterspannung	U_{g3}	0 V	0 V
Innerer Widerstand	R_i	600 k Ω	600 k Ω
Gitterwiderstand	R_{g1}	100 k Ω	100 k Ω
Mischsteilheit	S_c	235 $\mu A/V$	300 $\mu A/V$
Regelspannung an g_3 für $S_0 = 5 \mu A/V$	U_{g3}	-9 V	-14 V
Anodenstrom	I_a	0,5 mA	1,15 mA
Schirmgitterstrom	I_{g2+g4}	1,6 mA	2,7 mA
Oszillatordgitterstrom	I_{g1}	0,125 mA	0,2 mA
Katodenstrom, ges.	I_k	2,2 mA	4,0 mA

Kapazitäten:

C_{g1}	3,8 pF
C_{g3}	7,0 pF
C_a	9,0 pF
$C_{a/g1}$	max. 0,1 pF
$C_{a/g3}$	max. 0,4 pF
$C_{g1/g3}$	max. 0,2 pF

Betriebsdaten der Pentode 1 T 4 T als HF- oder ZF-Verstärkerröhre

Heizspannung	U_f	1,4 V		
Heizstrom	I_f	0,025 A		
Heizleistung	N_f	0,035 W		
Anodenspannung	U_a	45 V	67,5 V	90 V
Schirmgitterspannung	U_{g2}	45 V	67,5 V	67,5 V
Steuergitterspannung	U_{g1}	0 V	0 V	0 V
Innerer Widerstand	R_i	0,45 M Ω	0,5 M Ω	0,5 M Ω
Steilheit	S	600 $\mu A/V$	720 $\mu A/V$	750 $\mu A/V$
Verstärkungsfaktor	g	250	250	250
Verstärkungsfaktor des Schirmgitters	g_2	9,5	9,5	9,5
Regelspannung an g_1 für $S = 10 \mu A/V$	U_{g1}	-10 V	-16 V	-16 V
Anodenstrom	I_a	1,7 mA	3,4 mA	3,5 mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,7 mA	1,3 mA	1,4 mA
Katodenstrom, max.	I_k	3,5 mA	5,5 mA	5,5 mA

Kapazitäten:

C_g	3,6 pF
C_a	7,5 pF
$C_{a/g1}$	max. 0,012 pF

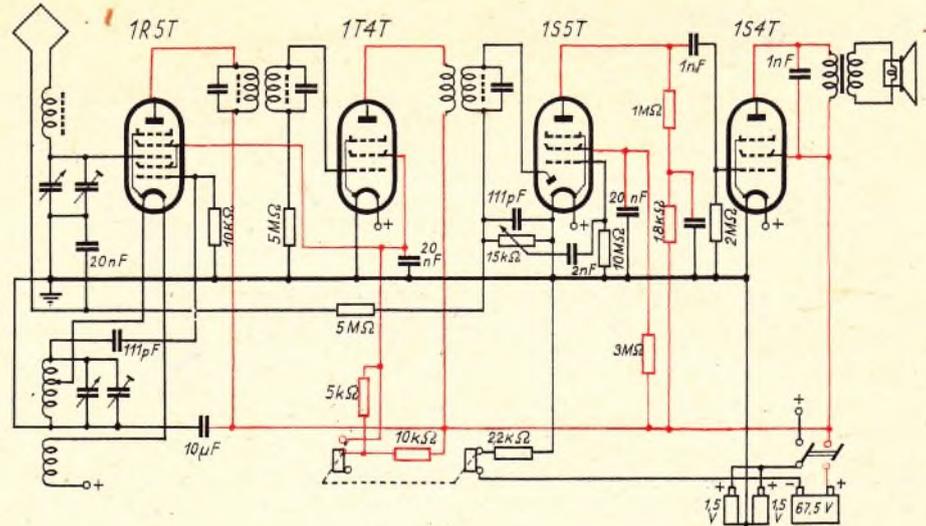


Abb. 3. Verwendungsbeispiel der Tungram-Miniaturröhren in einem amerikanischen Batteriesuper für Mittelwellenempfang. Rahmenantenne mit Verlängerungsspule, zweiter ZF-Übertrager nur sekundärseitig abgestimmt, Schwundausgleich nur auf die Mischröhre wirkend, NF-Röhre mit RC-Kopplung

Betriebsdaten der Diode-Pentode 1 S 5 T als NF-Verstärkerröhre mit Widerstandskopplung

Heizspannung	U_f	1,4 V		
Heizstrom	I_f	0,025 A		
Heizleistung	N_f	0,035 W		
Anodenspannung	U_a	45 V	67,5 V	90 V
Schirmgitterspannung	U_{g2}	45 V	67,5 V	90 V
Steuergitterspannung	U_{g1}	0 V	0 V	0 V
Innerer Widerstand	R_i	0,6 M Ω	0,6 M Ω	0,6 M Ω
Verstärkungsfaktor	g	200	200	200
Verstärkungsfaktor des Schirmgitters	g_2	10	10	10
Anodenstrom ($R_a=0$)	I_a	1,6 mA		
Schirmgitterstrom ($R_a=0$)	I_{g2}	0,4 mA		
Anodenwiderstand	R_a	1 M Ω	1 M Ω	1 M Ω
Schirmgitterwiderstand	R_{g2}	3 M Ω	3 M Ω	3 M Ω
Gitterabteilerwiderstand	R_{g1}	10 M Ω	10 M Ω	10 M Ω
Verstärkung der Stufe	v	30	40	50
Katodenstrom, max.	I_k	4,5 mA	4,5 mA	4,5 mA
Kapazitäten:	$C_{a/g1}$	0,2 pF		
	C_g	2,2 pF		
	C_a	2,4 pF		

Betriebsdaten der Endpentoden 1 S 4 T und 3 S 4 T in A-Verstärkerschaltung

		1 S 4 T	3 S 4 T*)	
Heizspannung	U_f	1,4 V	1,4 V oder 2,8 V	
Heizstrom	I_f	0,05 A	0,05 A oder 0,025 A	
Heizleistung	N_f	0,07 W	0,07 W oder 0,07 W	
Anodenspannung	U_a	45 V	67,5 V	90 V
Schirmgitterspannung	U_{g2}	45 V	67,5 V	67,5 V
Steuergitterspannung	U_{g1}	-4,5 V	-7 V	-7 V
Steuergitterwechselspannung	U_{g1}	3,2 V _{eff.}	5 V _{eff.}	7 V _{eff.}
Anodenstrom ($U_{g1} \sim 0$)	I_a	3,8 mA	7,2 mA	7,4 mA
Schirmgitterstrom ($U_{g1} \sim 0$)	I_{g2}	0,8 mA	1,5 mA	1,4 mA
Innerer Widerstand	R_i	100 k Ω	100 k Ω	100 k Ω
Steilheit	S	1,25 mA/V	1,35 mA/V	1,4 mA/V
Verstärkungsfaktor	g	120	120	120
Verstärkungsfaktor des Schirmgitters	g_2	4,5	4,5	4,5
Außenwiderstand	R_a	8 k Ω	8 k Ω	8 k Ω
Sprechleistung	\mathcal{P}	65 mW	150 mW	230 mW
Klirrfaktor	k	12%	12%	12%
Katodenstrom, max.	I_k	11 mA	11 mA	11 mA

*) Der Heizfaden der Röhre 3 S 4 T ist durch Mittenanzapfung in zwei Hälften geteilt, die entweder parallel- oder hintereinandergeschaltet mit 1,4 oder 2,8 V Heizspannung betrieben werden können. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit der Benutzung von Sparschaltungen wie z. B. die Abschaltung einer Fadenhälfte beim Empfang des Nachrichtendienstes.

Elektronenstrahl-Oszillograf

3. ZEITABLENKGERÄT



Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Bd. 3, S. 427

In den Abb. 8 und 9 werden Oszillogramme gezeigt, welche durch eine Zeitablenkspannung einer Glühlampen-Kippschaltung entstehen, wenn gleichzeitig eine sinusförmige Wechselspannung passender Frequenz an den Meßplatten liegt.

Außer der ungenügenden Bildbreite fällt im Bild 8a aber auch noch auf, daß sich der Meßspannungsverlauf nach rechts zunehmend zusammendrängt. Dies ist ohne weiteres aus 8b, welches den Verlauf der zugehörigen Zeitablenkspannung zeigt, zu erklären. Die Zunahme dieser Spannung erfolgt ja nicht genau in der gewünschten Weise gleichmäßig mit der Zeit, sondern gegen Ende der Aufladung zunehmend langsamer; denn der Augenblickswert des Ladestromes ist ja immer durch die Differenz $u_b - u_c$ bestimmt. Weil die Spannung am Kondensator ständig zunimmt, wird diese Differenz immer kleiner, so daß der Ladestrom ständig abnimmt (siehe Abb. 6b!). Er ist demgemäß in jedem Augenblick⁴⁾ gegeben durch die Gleichung

$$i_c = \frac{u_b - u_c}{R} \dots \dots \dots (2)$$

Für die Spannungszunahme erhält man so den charakteristischen Verlauf der Aufladung eines Kondensators, wie dies in Abb. 6a und 8b zu erkennen ist. Zur Berechnung des Augenblickswertes der Spannung am Kondensator gilt hierzu die Formel:

$$u_c = U_b \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right) \dots \dots (3)$$

(Hierin bedeuten u_c die Kondensatorspannung zur Zeit bei der Batteriespannung U_b ; e ist die Basis der natürlichen Logarithmen $e=2,718$.)

Aus der Formel (3) kann abgeleitet werden, was sich auch durch einfache Überlegung an Hand der Abb. 6a bzw. 8b und Formel (2) ergibt, daß der Spannungsanstieg weniger gekrümmt verlaufen wird, wenn U_b höher gewählt werden kann; denn dann ist ja die Differenz $u_b - u_c$ auch gegen Ende der Aufladung nicht soviel kleiner als im ersten Fall, so daß der Aufladestrom konstanter bleibt und die Spannungszunahme am Kondensator gleichmäßiger erfolgt.

⁴⁾ Die Augenblickswerte werden durch Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

In Abb. 9a und b ist diese Verbesserung deutlich ersichtlich. Für Abb. 8 war die Gleichspannung $U_b = 150$ V, während sie für das Oszillogramm der Abb. 9 250 V betrug.

Daß damit schon für bescheidene Ansprüche brauchbare Ergebnisse erreicht werden, zeigt Abb. 10. Der Verlauf von zwei Perioden der Meßspannung ist recht deutlich zu verfolgen.

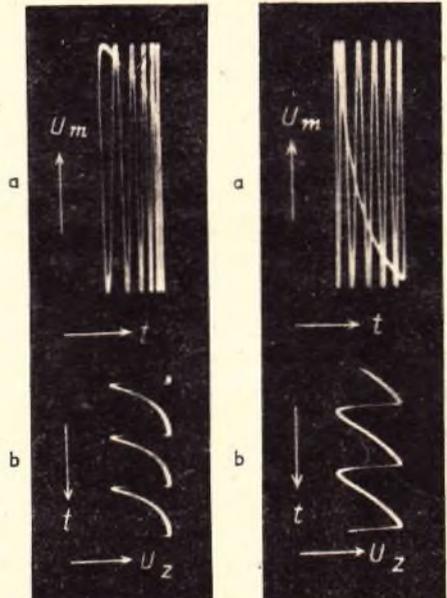


Abb. 8. a) Schirmbild durch eine Zeitachse nach der Schaltung in Abb. 7; b) Verlauf der Zeitplattenspannung zu 8a
Abb. 9. a) Schirmbild wie Abb. 8a, jedoch höhere Speisespannung U_b ; b) Verlauf der Zeitplattenspannung zu 9a

So besteht die Möglichkeit, mit beschränkten Mitteln einigermaßen befriedigende Resultate zu erreichen. Es liegt auf der Hand, die ungenügende Amplitude der Zeitablenkspannung durch einen Verstärker entsprechend zu vergrößern. Allerdings wird dieser Verstärker, wie noch später besprochen wird, bestimmten Ansprüchen genügen müssen. Er unterscheidet sich deshalb von einem normalen Rundfunkverstärker zum Teil recht wesentlich.

Größe der Zeitablenkspannung

Es ist vor allem notwendig, die für eine über den ganzen Schirm der Elektronenstrahlröhre reichende Strahlablenkung erforderliche Zeitspannung zu bestimmen. Sie ist ohne weiteres durch die Ablenk-

empfindlichkeit der Zeitplatten der vorliegenden Elektronenstrahlröhre gegeben. Nach Formel (1) bzw. (2) des Abschnittes A 1 Elektronenstrahlröhre (FUNK-TECHNIK Bd. 3 (1948) Heft 6 S. 139) ergibt sich die erforderliche Zeitplattenspannung aus der Beziehung

$$U_s = \frac{G}{N} \dots \dots \dots (4)$$

Für die bekannte 7-cm-Elektronenstrahlröhre DG 7-2 benötigt man z. B. bei einer Ablenkempfindlichkeit von $N_s = 0,14$ mm/V ($U_{A_s} = 800$ V) für eine Ablenkung von $G = 80$ mm eine Spannung mit einer Amplitude von

$$U_{s7} = \frac{80}{0,14} = 430 \text{ V}$$

Da durch Glühlampenschaltungen derartige Spannungen nicht unmittelbar erreicht werden können, wurden diese sehr bald verlassen und geeignete Lösungen gesucht. Es war außerdem erwünscht, eine gute Regelmöglichkeit von Amplitude und Frequenz zu erreichen. Im Verlauf dieser Bestrebungen ist in dem Fachschrifttum und in der Patentliteratur eine Fülle von Schaltungen bekannt geworden, welche sowohl gasgefüllte Röhren als auch Hochvakuumröhren verwenden⁵⁾. Aus der großen Zahl der Schaltmöglichkeiten, mögen es nun Multivibratoren, Sperrschwinger oder sonstige eigenerrigte oder fremdgesteuerte Spannungserzeuger sein, wird für die nachfolgenden Betrachtungen die gewissermaßen „orthodox“ gewordene Gastrioden⁶⁾-Kippschaltung herausgegriffen und ihre Dimensionierung und praktischer Gebrauch eingehend beschrieben. Sie ist gegenüber den übrigen Schaltungen wohl am einfachsten zu übersehen und ermöglicht außerdem für die Praxis des Rundfunktechnikers in jeder Hinsicht ausreichende Leistungen. Die Beschränkung auf nur eine Ausführungsart war notwendig, um diese so ausführlich wie nötig behandeln zu können. Die Beschreibung anderer Schaltungen — z. B. mit Hochvakuumröhren — dürfte besser das Thema selbständiger Aufsätze sein.

Zum Verständnis der Zeitspannungsschaltung mit einer Gastriode ist es allerdings notwendig, die Eigenschaften einer Gastriode, soweit sie für die Arbeitsweise in der Schaltung wesentlich sind, zu kennen. Eingehende Erläuterungen bringen die nächsten Abschnitte.

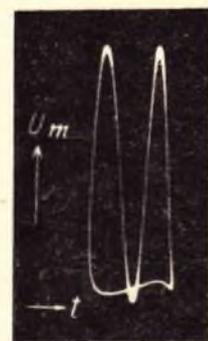


Abb. 10. Oszillogramm von zwei Perioden einer Wechselspannung durch eine Zeitablenkung entsprechend Abb. 9b

⁵⁾ Siehe u. a.: Elektrische Kippschwingungen von H. Richter, Verlag S. Hierzel, Leipzig 1940.

⁶⁾ Auch Relais-Röhre, Stromtor, Iontron oder Thyatron genannt. Die Bezeichnung Thyatron ist ein geschützter Name, so daß sie aus markenrechtlichen Gründen nur von bestimmten Firmen gebraucht werden darf.

Gastriode

Außerlich ähnelt eine Gastriode einer normalen Hochvakuum-Verstärkertriode von der Art der AC2 (s. Titelleiste). Die Röhre enthält drei Elektroden: die indirekt geheizte Katode⁷⁾, eine Steuer- elektrode — das Gitter — und die Anode (Abb. 11). Der Raum innerhalb des Gasballons wird nach Evakuierung mit einem Edelgas (Neon, Argon oder Helium) unter niedrigem Druck angefüllt⁸⁾.

Im ungezündeten Zustande verhält sich eine Gastriode wie eine Hochvakuum- röhre. Aus der Katodenoberfläche treten Elektronen aus, deren Verhalten von der in dem Raum zwischen Gitter und Katode herrschenden Spannung bestimmt wird. Diese **Steuerspannung** u_{st} — welche man sich in der Gitterebene vorstellen kann — setzt sich zusammen aus der eigentlichen Gitterspannung und dem durch das Gitter durchgreifenden Teil der Anodenspannung. Wie groß dieser Einfluß ist, hängt ganz allgemein von den geometrischen Abmessungen des Gitters — Anzahl und Dicke der Windungen —, dem Abstand von der Anode und dgl. ab. Er wird durch einen Faktor gekennzeichnet, welcher **Durchgriff** genannt und mit D bezeichnet wird. Der Anteil der durchgreifenden Anodenspannung ist also $D \cdot U_a$, so daß die Steuerspannung gegeben ist, durch den Ausdruck:

$$u_{st} = u_g + u_a D \quad (5)$$

Umgekehrt kann man aber auch angeben, wieviel mal größer der Einfluß von Gitterspannungsänderungen im Verhältnis zum Einfluß von Anodenspannungsänderungen auf den Anodenstrom ist. Diese Zahl wird bei Hochvakuum- röhren **sinngemäß Verstärkungsfaktor** genannt und meistens mit μ bezeichnet. Man erhält den Verstärkungsfaktor als Kehrwert des Durchgriffs, also:

$$\mu = \frac{1}{D} \quad (6)$$

Wenn die Steuerspannung niedriger als Null — also negativ — ist, können die aus der Katode austretenden Elektronen das Gitter nicht durchlaufen, sie werden zurückgedrängt und bilden um die Katode eine Elektronenwolke, die **Raumladung**. Sobald jedoch, z. B. durch Erhöhung der Anodenspannung, die Steuerspannung positiv wird, werden die Elektronen zunehmend durch das

7) Verschiedentlich findet man einen Hinweis, daß bei Gastrioden durch Bi-Metallschalter oder dgl. dafür gesorgt werden müsse, daß die übrigen Spannungen, vor allem die Anodenspannung, erst nach Aufheizen angelegt werden. Bei den besprochenen Röhren sind derartige Maßnahmen nicht notwendig.

8) Für Röhren, welche besonders große Ströme durchlassen sollen, wird als Gasfüllung Quecksilberdampf verwendet, der sich nach dem Anheizen aus einem Quecksilbertropfen bildet. Derartige Röhren (Stromtor oder Thyatron) eignen sich jedoch nur für verhältnismäßig niedrige Schaltfrequenzen, z. B. zur Steuerung mechanischer Vorgänge. Für die Erzeugung von Zeitablenkspannungen sind sie nicht geeignet.

Gitter zur Anode fließen. Solange die nunmehr positive Steuerspannung unter einem gewissen Wert — der **Ionisierungsspannung** des betreffenden Gases — bleibt, wandern auch in einer Gastriode die Elektronen ohne irgendwelche besonderen Ereignisse als kleiner meßbarer Strom zur Anode. Dieser

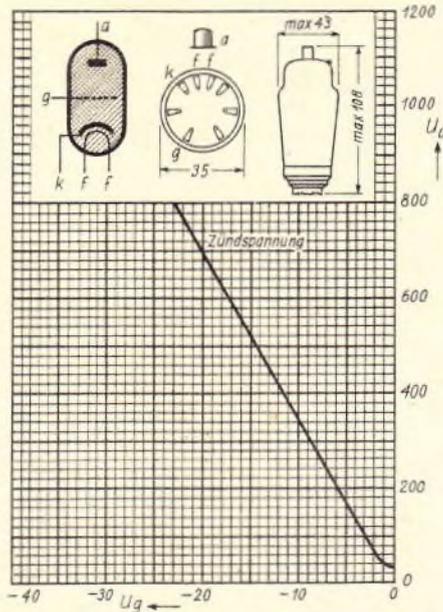


Abb. 11. Zündkennlinie sowie Sockelschaltung, Anordnung der Elektroden und Abmessungen der Gastriode EC 50

Strom wird wie bei der Hochvakuum- röhre vor allem durch die Raumladung beschränkt, die ja bekanntlich den Verlauf der Gitterspannungs-Anodenstrom- linie dieser Röhre bestimmt

$$I_a = f(U_g).$$

Überschreitet jedoch die Steuerspannung die Ionisierungsspannung, dann wird die Gasfüllung wirksam. Die nun mit ausreichender Geschwindigkeit fliegenden Elektronen ionisieren Gasatome, wodurch sich in multiplikativer Wirkung ständig neue Ionen und Elektronen bilden. Die Gasfüllung zündet, es entsteht eine selbständige Bogenentladung und ein starker Elektronenstrom beginnt zu fließen⁹⁾.

Die Ionen bewegen sich zur Katode, wobei sie vor allem die Elektronen der Raumladung aufnehmen und wieder neutrale Gasatome werden. Die Raumladung wird dadurch rasch verschwinden, so daß nun die gesamte Elektronenemission der Katode — der Sättigungsstrom — ungehindert zur Anode gehen könnte. Dieser Strom würde jedoch nicht nur an sich die Katode überlasten, auch die auf diese Weise entstehende Überzahl von positiven Ionen, welche nicht mehr durch eine Raumladung von Elektronen neutralisiert werden kann, strömt zur negativen Katode, und zwar vor allem zu jenen Stellen, wo die meisten Elektronen austreten. Die Katode würde deshalb an diesen Stellen

9) Über die Ionisierungsvorgänge s. d. Aufsatzreihe „Glimmröhren“ in FUNK-TECHNIK Bd. 2 (1947), H. 9, 11, 12.

durch die dabei freiwerdende Wärme zerstört, wenn der Anodenstrom nicht durch entsprechende Schutzmaßnahmen — Widerstand entweder in der Anoden- oder Katodenzuleitung — auf den zulässigen Wert begrenzt wird. Der Innenwiderstand einer Gastriode ist jedenfalls im gezündeten Zustand äußerst niedrig (er wird sogar im allgemeinen negativ sein), so daß sie sich als Entladungsröhre in Kippspannungsschaltungen zur Erzeugung einer Zeitablenkspannung außerordentlich gut eignet.

Regelmöglichkeit der Zündspannung einer Gastriode

Wird das Gitter mit einer Katode verbunden, ist also die Gitterspannung Null, dann können praktisch alle aus der Katode austretenden Elektronen durch das Gitter von der positiven Spannung der Anode abgezogen werden. Zur Zündung ist nur eine geringe Zündspannung erforderlich. Sie beträgt z. B. bei der Röhre EC 50, welche mit Helium gefüllt ist, 33 V. Da bei diesem Spannungswert die Entladung — der Bogen — in der Röhre gerade noch aufrechterhalten wird, nennt man ihn auch **Bogenspannung** und bezeichnet ihn mit U_{arc} ¹⁰⁾.

Ist die Spannung am Gitter nicht Null, sondern besitzt sie einen bestimmten negativen Wert, dann ist zur Zündung eine höhere Anodenspannung notwendig. Diesen Zusammenhang zeigt die Kennlinie in Abb. 11.

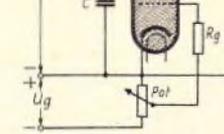


Abb. 12. Kippschaltung zur Erzeugung einer Zeitablenkspannung mit Gastriode

Sie gibt an, wie groß die Anodenspannung sein muß, damit bei einer bestimmten negativen Gitterspannung Zündung eintritt. Man erkennt, daß die Anodenspannung bei

dieser Röhre für Werte über etwa 40 V stets um einen bestimmten konstanten Faktor größer sein muß als die Gittervorspannung, damit Zündung einsetzt. Dieser Faktor, für welchen eine einheitliche Bezeichnung noch nicht bekannt ist, soll **Zündfaktor** genannt und in Anlehnung an den Begriff des Verstärkerfaktors bei Verstärker- röhren auch mit μ bezeichnet werden, da seine Bedeutung ähnlich ist. Es gilt also:

$$U_a = \mu \cdot U_g \quad (7)$$

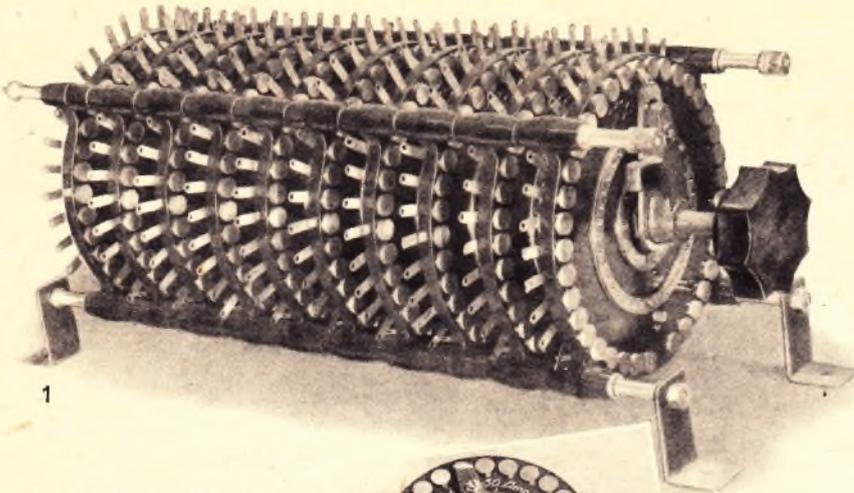
Bei der Röhre EC 50 ist er 35. Dies bedeutet z. B., daß mit einer Gittervorspannung von — 11,5 V bei einer Anodenspannung von 400 V Zündung eintritt. Wird eine Gastriode den Schaltungen in Abb. 5 und 7 entsprechend zur Entladung des Kippkondensators verwendet, wie Abb. 12 zeigt, dann ist es in einfacher Weise möglich, durch Regelung der Gitterspannung den Spannungswert, bis zu welchem der Kondensator aufgeladen werden soll, einzustellen.

10) arcus = Bogen

(Fortsetzung folgt)

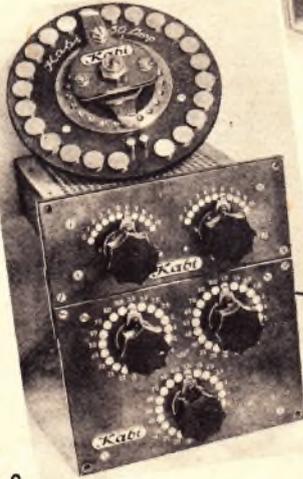
Zwei Lei

im
ehemaligen
Berliner
Zenghaüs



1

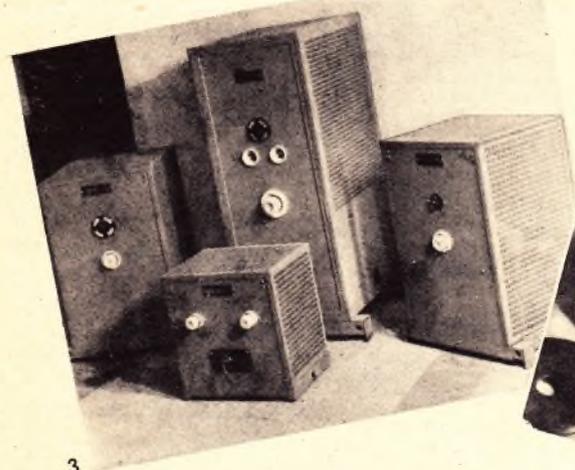
1. Vielfachstufenschalter. 2. Stufenschaltgerät, oben ein 50-A-Stufenschalter der Firma Kabi (Karl Bierbaum). 3. Rec-tron-Kinostromrichter. Links für eine Sekundärleistung von 90 V/60 A, rechts für 90 V/45 A, in der Mitte ein Lichtsteuergerät für 50 ... 55 V/75 A, davor ein Ladegerichtegerät für Not-Beleuchtungsbatterien. 4. Graetz-Vierröhren-Sechskreis-Allstromsuper für drei Wellenbereiche; darunter eine dreifach regulierbare 2000-W-Doppelkochplatte, ein 450-W-Bügeleisen und eine 1200-W-Einfachkochplatte. 5. Kupferlack- und Schaltdrähte der „Ariadne“ Draht- und Kabelwerke AG.



2



4

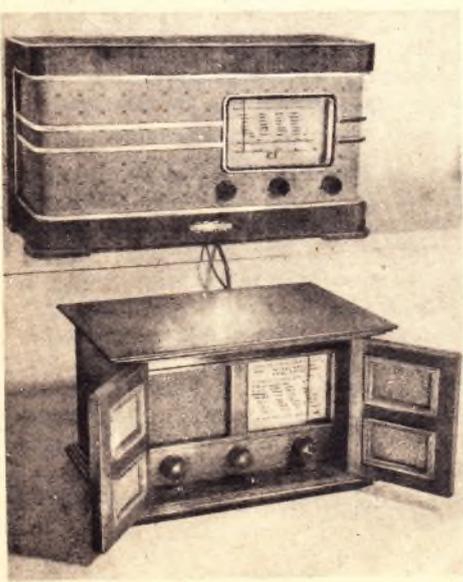


3

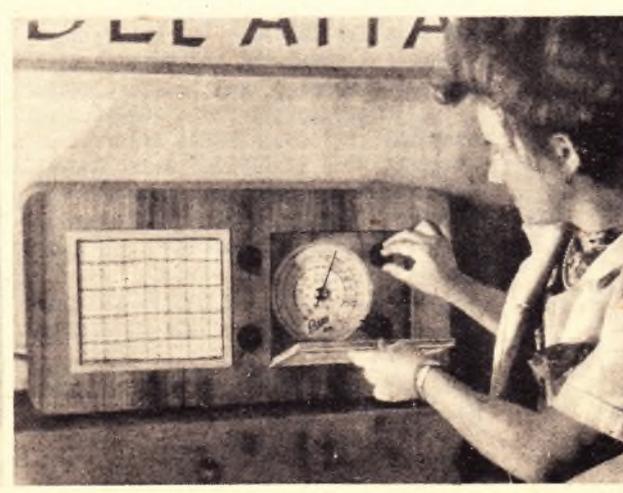


5

Sonderaufnahmen für die FUNK-TECHNIK von E. Schwahn



14

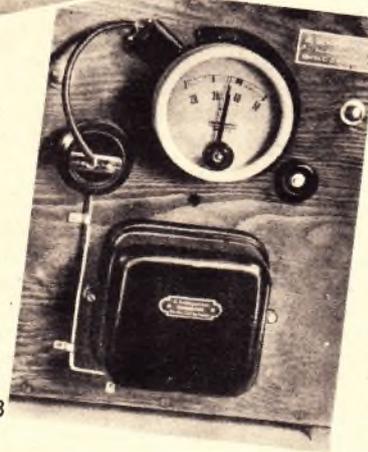
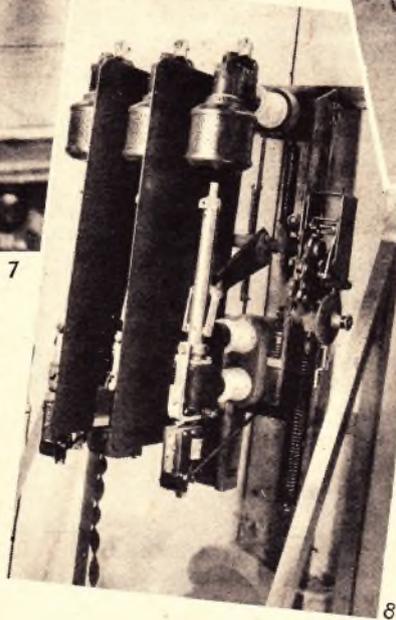
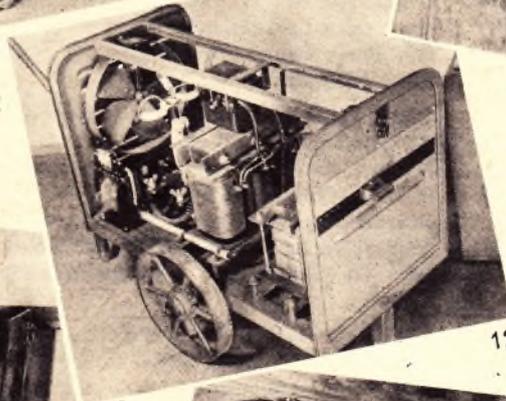
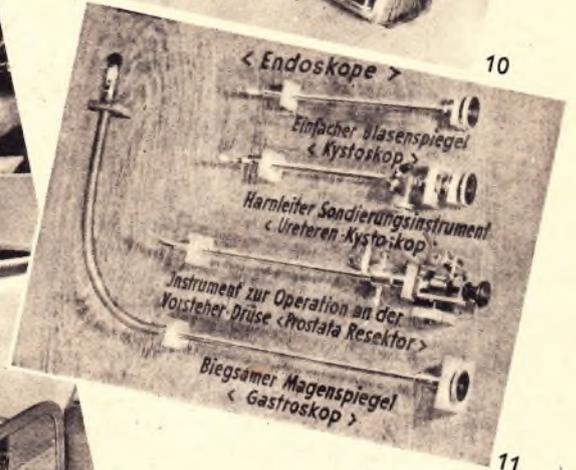
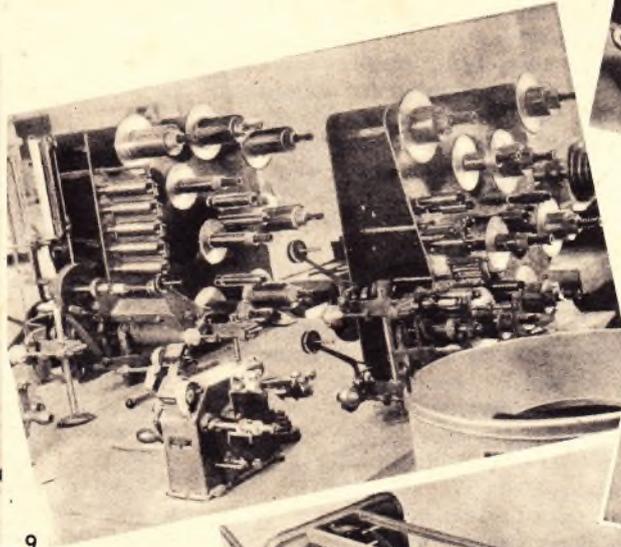
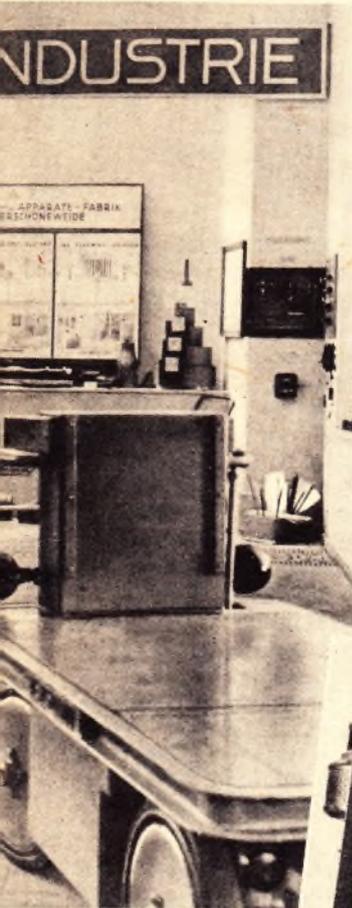


15



6. Di
„W 3
mit g
7. D
indus
„1 Ja
waltu
Elektr
Elektr
schnitt
spann
schalt
10

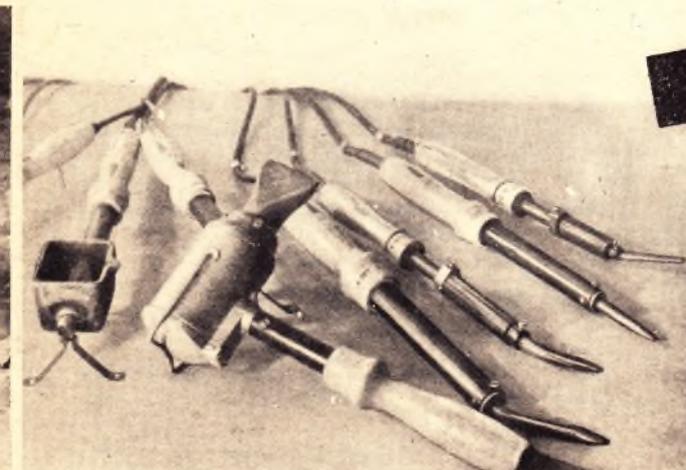
stungsschauen



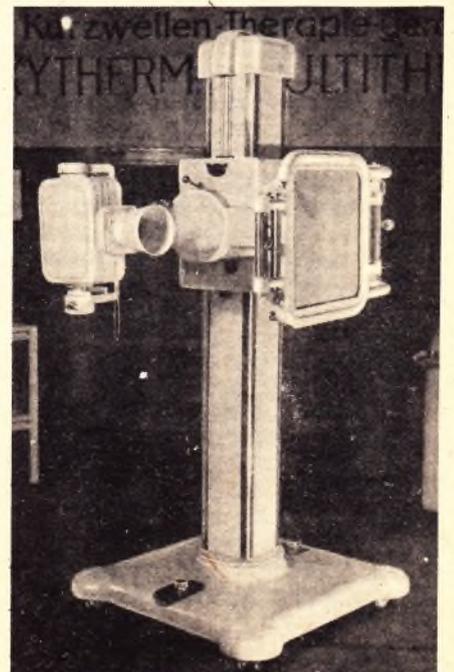
9. Die Firma Krückeberg & Co. zeigte mehrere Modelle von Spulen- und Kondensator-Wickelmaschinen. 10. Das Lautsprecher-Programm der Firma Hegra (Hermann Grau) umfaßt Permanent- und Freischwinger-Lautsprecher verschiedener Leistung. 11. Endoskope der Georg Wolf GmbH., in die Endoskoplämpchen der Medizinischen Lampenfabrik G. m. b. H. eingebaut. 12. Fahrbarer Rectron-Schweißgleichrichter zum Anschluß an 380-V-Drehstromnetze. Bei einer primären Stromaufnahme von 22 A liefert das Gerät sekundärseitig 25 V und 25 ... 200 A. 13. Kontaktthermometer mit Relais in einer Spezialausführung für Brutschränke mit verstellbarer Kontakteinrichtung für automatische Temperaturregung (Thermometerfabrik Schlegelmilch).

Fernsprech-Tischstation der Firma Krone & Co. in eisernen Weckerschalen. Die Koje der Elektro-... auf der Ausstellung der Deutschen Treuhandver... Im Vordergrund ein... der Bergmann... tätigkeitsgesellschaft, 8. Aus... aus einem AEG-Hoch... - Hartgasleistungs... für 100 MVA bei... V, Nennstrom 400 A.

in Berlin-Steglitz



Von links nach rechts
14. Der Kleinsuper Opta 3127 in Normalausführung (oben) und in Schatullenform (unten). 15. Der Sechskreis-Super der Riedel-Apparatebau GmbH. ist mit einer Klappe zum Verdecken der Skala versehen. Röhrenbestückung: 2X ECH 4, EBL 1 und AZ 11. 16. Teilansicht der Modelleisenbahn-Anlage von Kuhrt & Pfeffer (Kupfer-Modellbau). 17. Erso-LötKolben verschiedener Leistungsaufnahme und Zinnbäder. 18. Der Feinwerk-Röntgenapparat „Uniquox“, ein Universalgerät für Halbwellenbetrieb



DER ELEKTROMEISTER

Einiges über den Anschluß von Elektroherden

Für den Anschluß von Elektroherden sind die Vorschriften des VDE, mindestens die Behelfsvorschriften (B), und Sonderbestimmungen des zuständigen E-Werkes soweit als möglich einzuhalten. Montageanweisungen können heute leider erst endgültig getroffen werden, wenn alles benötigte Material vollzählig vorliegt. An einem Beispiel aus der Praxis sollen die für den Anschluß eines Herdes wichtigsten Punkte herausgegriffen und näher erläutert werden.

In einer Landvilla mit zwei Wohnungen sind in den Küchen zwei Elektrovollherde zu drei Platten mit je 5000 Watt Anschlußwert aufzustellen. Stromart: Drehstrom 3×220 Volt. Voller Betriebs-einsatz der Herde einschließlich der Back- und Bratöfen wird gefordert. Einheitlicher Stromtarif für Licht- und Kochstrom liegt vor. Zählerplatz und Hausanschluß des E-Werkes befinden sich im trockenen Keller. Hauptrohr der Wasserleitung für die Hilfserdung ist in unmittelbarer Nähe. Zusatzgeräte (Schuko-Steckdosen mit Sicherungen 6 A) kommen nicht in Betracht. Abb. 1 zeigt das Schema der ursprünglichen Lichtanlage.

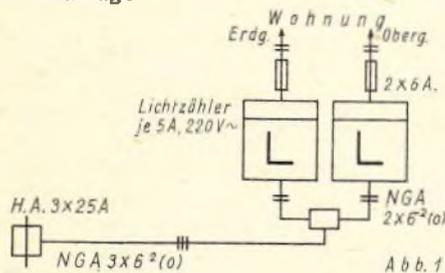


Abb. 1

Für den Aufbau der elektrischen Herdanlagen steht Feuchtraumleitung NRU 3×4² und Gummischlauchleitung NSH 3×4² zur Verfügung. Im vorliegenden Fall ist einphasiger (zweipoliger) Anschluß der Herde vorzuziehen und bei den meisten E-Werken noch durchführbar. Mindestquerschnitt der elektrischen Herdzuleitungen 2,5² Cu oder 4² Al (zulässigen Spannungsabfall beachten!). Für jeden Herd ist eine besondere Zuleitung NRU 3×4² (zwei Adern für die beiden Phasen und eine Ader für den Erdungsleiter) nötig. Bei Decken- und Wanddurchführungen sind entsprechende Schutzrohre anzubringen, welche mindestens 10 cm über den Fußboden der Küchen herausragen. Die Herde sind noch durch Sicherungen 25 A zu schützen. Am besten eignen sich hierzu Hausanschluß-Sicherungen zweipolig, 25 A, in Blechgehäuse oder entsprechende zweipolige Sicherungskästen. Sicherungsautomaten — falls beschaffbar — sind vorzuziehen.

Die höchstzulässige Stromstärke für Kupferleitungen 4² ist 27 A; gegen die

Absicherung mit 25 A (normal nur 20 A) bestehen keine Bedenken. Für den nachträglichen Einbau der Sicherungen 25 A ist zuvor deren Montageplatz festzulegen, sofern über den Zählertafeln für Licht keine Anbringung der geschützten Sicherungen 25 A mehr möglich ist. Es sind noch Verbindungsleitungen NGA 6² (o) herzustellen; Abzweigung vor den Sicherungen der Beleuchtung. Die Lichtzähler 5 A, 220 V sind gegen solche von mindestens 20 A durch das E-Werk auszuwechseln, die Sicherungen 25 A im Hausanschlußkasten des Werkes auf 50 A zu verstärken; gegebenenfalls ist auch die Hauptzuleitung NGA 3×6² auf 3×10² zu erhöhen. Die Hilfserdung wird am Hauptrohr der Wasserleitung im Keller angeschlossen, am besten an einer Befestigungsschelle des Rohres mit guten Kontaktflächen.

Abb. 2 zeigt das Schema der umgebauten Anlage. Der Anschluß der Herde in den Küchen erfolgt mittels Gummischlauchleitung NSH 3×4² oder NMH 3×4² an den an das Ende der Herdzuleitung gesetzten Verteilerdosen mit Zugentlastung oder an plombierbaren Etagenabzweiggästen.

Reicht das Kabel der Herdleitung nicht aus, da nur einzelne Reste vorliegen, so muß das Anstücken bzw. Anmuffen möglichst in neutralen Räumen (Keller usw.) unter Einbau einer Durchgangsdose für Feuchtraumleitung oder eines plombierbaren Abzweiggkastens erfolgen. Solche Arbeiten sind jedoch nach Möglichkeit zu umgehen.

Der Einbau von ein- oder zweipoligen Trennschutzschaltern 25 A, 220 V Wechselstrom in der Herdnähe wird bei Drehstromnetzanlagen ohne Nulleiter von den meisten E-Werken gefordert, läßt sich jedoch heute bei der großen Knappheit an Apparaten und Materialien nicht immer durchführen. Die Herdzuleitung ist besonders abzusichern; träge Sicherungen sind hierfür vorteilhaft. Statt 25-A-Patronen genügen solche von 20 A. Liegt nur Feuchtraumleitung NRU 2×4² vor, dann ist die Hilfserdung in der Küche mittels blanken Kupferdrahtes von mindestens 1,5², besser 2,5² durchzuführen. Günstig ist der An-

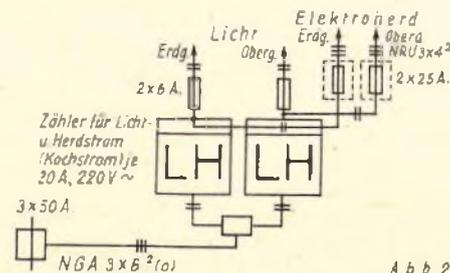


Abb. 2

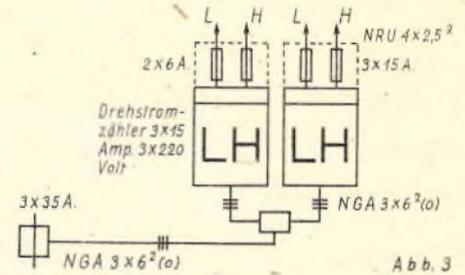


Abb. 3

schluß am Hahn der Wasserleitung unter Benutzung entsprechender Kontaktschellen oder sonstiger guter Klemmverbindung (Lötverbindung).

Bei dreiphasigem Anschluß der Vollherde sind Zählertafeln für Drehstromzähler 3×15 A, 3×220 V erforderlich. Liegt NRU 4×2,5² vor (drei Adern für die drei Phasen R, S, T, eine Ader für den Erdungsleiter), so genügt die Absicherung der abgehenden Herdzuleitungen mit je 15 A. Absicherung am Kabelendverschluß 3×35 A. Abb. 3 zeigt das Schema bei dreiphasiger (dreipoliger) Ausführung.

Liegen Sicherungselemente 25 A vor, so sind solche für vorderseitigen Anschluß, aufgebaut auf gemeinsamem eisernem Schaltgerüst, zweckmäßig (zwei Sicherungen für Licht 6 A, drei für den Herd je 15 A). Zu Schutz und Abdeckung ist ein besonderer Zäblerschrank aus Holz anzubringen.

Die höchste auftretende Stromstärke I ergibt sich bei dreiphasigem Anschluß der Herde unter vollem Einsatz zu

$$I = \frac{N}{1,73 \cdot U} = \frac{5000}{1,73 \cdot 220} = \frac{5000}{880} = \sim 13 \text{ A}$$

gegenüber dem einphasigen Anschluß

$$I = \frac{N}{U} = \frac{5000}{220} = \sim 23 \text{ A}$$

N = aufgenommene elektrische Energie (5000 W)

U = Betriebsspannung (220 V).

Elektroherde mit Anschlußwerten über 5000 W (von Vierplattenherden aufwärts) sind bei Drehstromnetzen dreiphasig anzuschließen. Bei dreiphasigem Anschluß der Herde müssen die Drehstromzähler so beschaffen sein, daß sie auch die vielfach unsymmetrische Belastung für Licht anzeigen bzw. registrieren. Einzubauende Trennschutzschalter sind entsprechend der vorliegenden Höchstbelastung der Herde einzustellen. Träge Sicherungen schützen nur die Herdzuleitung und können gegenüber normalen Sicherungspatronen kleiner bemessen werden.

Wesentlich anders liegen die Verhältnisse in Mietwohnhäusern, wo eine

dezentralisierte Anordnung der Zähler vorliegt und die Anschlüsse der Elektroherde an den Steigeleitungen erfolgen muß. Diese Steigeleitungen müssen dann so bemessen sein, daß sie die Belastung für Herde noch aufnehmen können. Im ungünstigsten Fall müssen sie verstärkt werden. Der vom E-Werk vorgeschriebene Spannungsverlust ist einzuhalten. Kl.

Freiluft-Schaltanlagen

(Schluß aus FUNK-TECHNIK Bd. 3, S. 483)
Besondere Aufmerksamkeit ist dem der Isolation dienenden Öl zu widmen. Es ist periodisch zu prüfen und gelegentlich durch Aufbereitung zu reinigen. Hierbei werden ÖlfILTER mit Vorliebe durch Ölschleudern ersetzt. In größeren Anlagen führt man Rohrleitungen an den Ölbehältern entlang, die das Absaugen des gebrauchten Öles, Ausspülen der Kessel und ihre Neufüllung mit reinem Öl an Ort und Stelle erleichtern. Gegen Rostgefahr sind sämtliche Eisenteile (Maste und Gerüste) durch geeigneten Anstrich (Mennige, Bleiweiß) oder durch rostsischeren Metallüberzug im Spritzverfahren zu schützen.

Die Betätigung der Trenn- und Leistungsschalter unmittelbar durch Hand (Ortssteuerung) verbietet sich bei Freiluftanlagen wegen der Witterungseinflüsse. Auch stellt die Vereisung für Kupplungsgestänge und Übertragungsglieder eine Gefahr dar, die mit Einführung der Druckluftantriebe stark vermindert wurde, da mechanische Kupplungsteile zum großen Teil durch Druckluft ersetzt werden. Die Druckluft gestattet außerdem die übersichtliche Zusammenfassung der Einzelventile, Meldeschalter und Verriegelungsorgane (zur Verhütung von Fehlschaltungen) eines Abzweiges in einem kleinen Druckluftsteuergerät (Freiluftschrank) auf einfache Art.

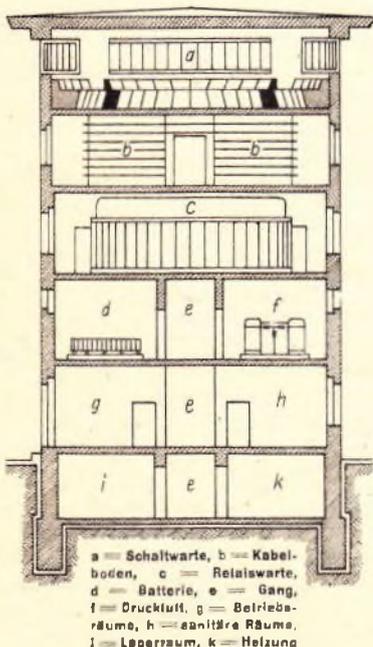


Abb. 13. Anlage zu einem Höchstspannungsverbundnetz

Die empfindlichen, einer regelmäßigen Wartung unterworfenen Relais und sonstigen Schutzvorrichtungen dürfen nicht in Freiluftschränke eingebaut werden. Ihre Anordnung erfolgt zweckmäßigerweise, zentral zusammengefaßt, auf besonderen Schalttafelblöcken in der Schaltwarte. Von dieser Befehlsstelle führen die Steuer-, Melde- und Meßkabel zu den Betätigungsschranken der Anlage.

Der Aufrechterhaltung des Isolationszustandes solcher in Erde verlegter Hilfskabel ist besondere Sorgfalt zu widmen, damit Fehlschaltungen vermieden werden. Bei Steuerungen kann dies z. B. durch doppelpolige Schaltung erreicht werden. Wo die Steuerung einpolig mit Gleichstrom erfolgt, ist grundsätzlich der Pluspol zu steuern, da die Leitung des Minuspols dazu neigt, sich im Laufe der Zeit infolge Feuchtigkeitsaufnahme der Isolation durch Osmose selbst zu erden. Die Disposition der Schaltwarte wird vorteilhaft so getroffen, daß ein umfassender Ausblick auf die gesamte Freiluftanlage gewährleistet ist. Für eine große, zu einem Höchstspannungs-Verbundnetz gehörige Anlage stellt Abb. 13 die im Schwerpunkt errichtete Schaltwarte dar. Die Schaltwarte selbst ist im obersten Stockwerk untergebracht und gestattet den gewünschten freien Ausblick. Das Gebäude enthält außerdem alle übrigen unter dem Bild näher bezeichneten Nebenräume.

Schrifttum: K. Bader. Zum Bau von Freiluftschaltanlagen. Siemens-Zeitschrift 1943. Heft 2

Wasserkraftwerke unter Tage

Wasserkraftwerke, die in Tiefen zwischen 200 und 300 Meter unter Tage arbeiten, dürften zu den technischen Merkwürdigkeiten gehören. Im allgemeinen pflegen solche Werke im Licht des Tages zu stehen, und Bauten wie die sogenannten „Unterwasserkraftwerke“, die zuerst in Amerika, dann auch in Deutschland errichtet wurden, können als Ausnahmen betrachtet werden. Mit um so größerem Recht kann man Wasserkraftwerke in der Tiefe der Erde als eine Merkwürdigkeit bezeichnen, die es verdiente, allgemein beachtet und bewundert zu werden.

Diese Kraftwerke arbeiten im Oberharz, der westlich des Brockens liegt, und im Norden durch den Zug des Bocksberges und des Kahleberges, im Osten und Süden durch den Brocken und die Bruchbergkette, im Westen durch den Harzrand begrenzt wird. Dieses Gebiet wird durch die Täler der Innerste, der Oker und Söse durchschnitten, die für die Lieferung von Wasserkraft wichtig sind. Dazu kommen Mooregebiete auf dem Brocken und der Bruchbergkette und bisher auch dichte, ausgedehnte Fichtenwälder, die heute leider vielfach der Axt zum Opfer fallen, was sich sicherlich auf die Wasserwirtschaft

schädlich auswirken wird. Bisher gab es ausgedehnte kahle Hochflächen nur in dem alten Bergbaugebiet von Clausthal-Zellerfeld, das Sitz einer weithin berühmten Bergakademie und neuerdings auch des Gmelin-Institutes für anorganische Chemie und Grenzgebiete in der Max-Planck-Gesellschaft ist, ferner um Hahnenklee, Bockswiese und Altenau. Die mittlere Höhenlage beträgt rund 600 Meter. Das Klima ist ausgesprochen rau. Wichtig für die Wasserführung ist der ständige Wechsel zwischen Tau- und Frostwetter, der das Entstehen von Hochfluten, die in anderen Gebieten sehr oft großen Schaden anrichten, vermeidet. Mit dem Fortschreiten des Winters nimmt die Spelzung der Wasserläufe zu, im Sommer nimmt die Wasserführung ab; Sommerhochwasser sind selten.

Diese Verhältnisse ließen schon im 13. Jahrhundert den Gedanken aufkommen, die unregelmäßig anfallenden Wassermengen in zweckentsprechender Weise zu speichern und zum Betrieb der Wasserräder in den Bergwerken heranzuziehen, die damals in der Blüte standen, während sie heute zum großen Teil stillgelegt sind. Die ersten wasserwirtschaftlichen Anlagen dieses Gebietes entstanden nachweislich um 1300, sie werden 1298 ausdrücklich erwähnt. Um 1350 gab es eine Zeit des Verfalles, aber um 1500 begann eine neue Blüte; es entstanden innerhalb von 200 Jahren jene meisterhaften Anlagen, deren Grundform sich bis heute erhalten hat. Es wurden keine gewaltigen Staudämme errichtet, sondern man arbeitete naturverbunden, ohne allzu viele besonders in die Augen springende Veränderungen in der Landschaft vorzunehmen. Die Staubecken, in denen das Wasser unter Anlage von Auffanggräben und Stollen (zur Überwindung von Wasserscheiden) geleitet wurde, sind bescheidene Teiche, die ein in sich geschlossenes System bilden. Von den im Laufe der Jahrhunderte geschaffenen 69 Teichen, die sehr geschickt dem Gelände angepaßt wurden, werden heute noch 62 genutzt. Sie erreichen Wasserinhalte bis zu 600 000 m³, die kleinsten Teiche haben bis zu 50 000 m³ Inhalt. Der bedeutendste Dammbau entstand 1732/33. Damals wurde der etwa 1 km lange, 15 m hohe, am Fuß etwa 40 m, an der Krone etwa 6 m breite Sperberheimer Damm errichtet, der für eine Wasserführung von 50 m³ in der Minute geplant worden war. 1777—1799 entstand der „Tiefe Georgstollen“, der von Clausthal nach Bad Grund führt, in 285 m Tiefe angelegt wurde und 20 km lang ist. Dieses Bauwerk wurde seiner Zeit als die bedeutendste Tiefbauleitung der Welt betrachtet. Es nahm die aus dem Bergwerk abfließenden Wasser auf und diente gleichzeitig der Beförderung der Erze. Es entwickelte sich damals ein lebhafter Schiffsverkehr unter Tage. 1851—1864 wurde in 360 m Tiefe der 26 km lange „Ernst-August-Stollen“ gebaut, der von Clausthal nach Gittelde führt und eine Abzweigung nach Bockswiese-Lautenthal hat (Fortsetzung auf Seite 466)



SCHALTUNGSWINKE

Anschaltung von Tonabnehmern

Bei fast allen neu herausgekommenen Rundfunkempfängern stellt man mit Bedauern fest, daß ihnen die Anschlußmöglichkeit für den Schallplattenwiedergabegeräte fehlen. Über 90% aller Schallplattenwiedergabegeräte besitzen aber einen elektrischen Tonabnehmer. Glaubt nun die Rundfunkapparateindustrie, daß davon nur noch wenige Geräte den Krieg überdauern haben und daß es sich für diese wenigen nicht lohnt, einen Mehraufwand an teurem und schwer zu beschaffendem Material in den Radioempfänger für die Allgemeinheit einzubauen? Das wäre ein großer Irrtum!

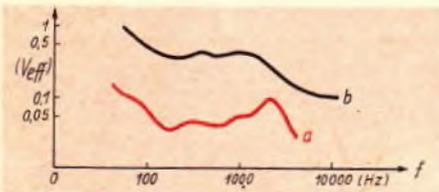


Abb. 1. Abhängigkeit der abgegebenen Wechselspannung von der Frequenz
a) magnetischer Tonabnehmer; b) Kristalltonabnehmer

Und selbst wenn es so wäre, warum „verbaut“ man im wahrsten Sinne des Wortes dem heutigen Käufer eines Radioapparates die grundsätzliche Möglichkeit der Plattenwiedergabe auch für die Zeit, da es wieder Plattenspieler gibt? Auf die Entwicklung unserer Schallplattenindustrie wird diese Maßnahme ebenfalls einwirken, und zwar gerade dann, wenn bei einer Erholung der Wirtschaft dieser Zweig eine Erweiterung seines Kundenkreises erstreben wird. Die Rückkehr zur mechanischen Plattenwiedergabe à la Edison dürfte doch wohl auch der Radioindustrie zu rückschrittlich vorkommen!

Im folgenden sollen deshalb einige Hinweise gebracht werden, um zu zeigen, wie einfach sich ein Anschluß der Tonabnehmer in der Empfängerschaltung vorsehen läßt.

Der Tonabnehmer liefert an seinen Ausgangsklemmen eine frequenzabhängige Spannung, deren Werte Abb. 1 zeigt.

Der gewöhnliche, magnetische Tonabnehmer mit einem Gleichstromwider-

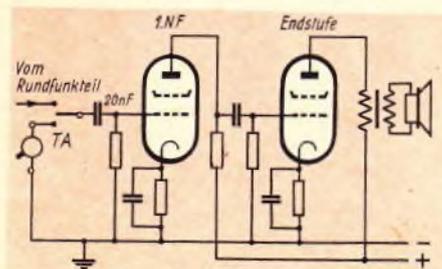


Abb. 2 Tonabnehmer am Gitter 1 der Vorverstärkerstufe

stand von etwa 1000 Ohm (Kurve a) und der ihm in der Wiedergabequalität überlegene Kristalltonabnehmer (Kurve b) sind hier gegenübergestellt. Man erhält also Werte in der Größe von 0,05 ... 0,5 V_{eff}. Diese Spannung ist zu klein, um sie über die Verstärkung der Endröhre direkt zur Lautsprecherwiedergabe zu verwenden, da sie höchstens für Kopfhörerlautstärke ausreicht.

Man gibt sie daher im allgemeinen auf das Gitter 1 der Vorverstärkeröhre (Abb. 2).

Da diese aber auch für den Rundfunkempfang verwendet werden soll, muß hierfür der Tonabnehmer abgeschaltet werden. Er schließt sonst die vom Eingang des Gerätes gelieferte Wechselspannung kurz. Das erfordert also den Einbau eines einpoligen Schalters (der andere Pol liegt dauernd an Minus) und einer abgeschirmten Zuleitung vom Gitter der Röhre. Und gerade diese letzte Forderung muß, so unangenehm sie durch ihren Materialbedarf ist, unbedingt erfüllt werden, wenn die lange Gitterleitung nicht einen starken Brumm in die Wiedergabe bringen soll. Hierbei ist vorausgesetzt, daß der Anschluß des Tonabnehmers dauernd bestehen bleiben soll. Sonst kann man sich natürlich den Schalter sparen und schaltet die Tonabnehmerleitung erst dann an den Empfänger, wenn man Schallplatten wieder-

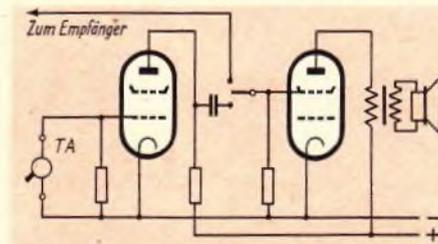


Abb. 3. Besonderer Schallplatten-Eingang

geben will. Nun sind aber diese Anschlußbuchsen für den Tonabnehmer am Radiogerät im allgemeinen schwer zugänglich, da sie auf der Rückseite sitzen. Deshalb soll im folgenden von dieser Aufschaltung abgesehen werden.

Die Vorverstärkerstufe ist bei vielen Geräten identisch mit der HF-Gleichrichterstufe. In diesem Falle ist auf besonders gute Schirmung der Gitterzuleitung zu achten, da der Kreis sehr hochohmig ist. Wird die Gleichrichtung durch eine Diode bewirkt, so ist der Anschluß des Plattenspieters hier überhaupt nicht möglich, und es muß eine besondere Eingangsröhre für die Schallplattenverstärkung vorgesehen werden (Abb. 3). Eine interessante Schaltung ist auch von Telefunken angegeben worden: der Anschluß des Plattenspieters wird in die

Schirmgitterzuleitung der Vorverstärker-Pentode gelegt. Die Aussteuerung langt nach Messungen aus, um eine nachfolgende Endröhre des Typs EL 11 oder AL 4 benutzen zu können (Abb. 4).

Aus diesen angeführten Beispielen geht hervor, daß der Anschluß für die Schallplattenwiedergabe an jedem Radioempfänger vorgenommen werden kann. Sämtliche Geräte der Vorkriegszeit

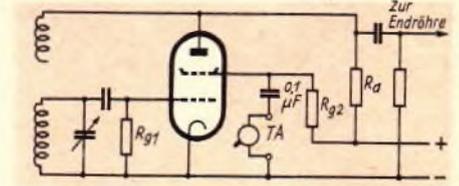


Abb. 4. Schirmgitter-Schallplatteneingang

waren ja auch mit einem solchen Anschluß ausgestattet. Daß im übrigen die Bestimmungen des VDE besonders bei Allstromgeräten beachtet werden müssen, erübrigt sich festzustellen. M.

Schaltungen mit neuen V-Röhren

Unter „neuen“ Röhren sind hier diejenigen Typen zu verstehen, die nach dem Kriege herausgekommen sind, nämlich die Triode-Hexode VCH 11, die Tetrode-Endtetrode VEL 11 und die Regelpentode VF 14. Die V-Röhren waren besonders in Amateurreisen wegen ihres geringen Heizstrombedarfs schon immer beliebt. Es fehlten jedoch einige Typen, vor allem eine Mischröhre, so daß z. B. ein Superhet nur mit getrennten Misch- und Oszillatorröhren gebaut werden konnte. Das Erscheinen der VCH 11 füllt diese Lücke aus, wenn auch noch immer die Diode in dieser Reihe fehlt. Sie läßt sich jedoch durch einen anderen Gleichrichter ersetzen (gittergesteuerter oder ein Sirutor).

Bei der Einführung der V-Röhren war man ursprünglich von der Überlegung ausgegangen, eine Röhrenserie mit möglichst kleinem Heizstrom zu schaffen und die Heizspannungen so einzurichten, daß man bei den verschiedensten Kombinationen mit wenigen oder gleichartigen Vorwiderständen auskam, u. U. sogar überhaupt keine benötigte. Das wurde erreicht durch die Heizspannung von 55 Volt. Zwei dieser Fäden in Reihe geschaltet ergeben 110 Volt und vier entsprechen der Netzspannung von 220 Volt. Jeder Faden hatte einen Widerstand von 1100 Ohm, so daß also die Kombinationen unter Berücksichtigung der Netzspannungen von 110 und 220 V recht einfache Werte ergaben. Dieses Prinzip mußte durch den höheren Heizleistungsbedarf der Kombinationsröhre VCL 11 leider durchbrochen werden, und auch der kleine Gleichrichter VY 2 fügte sich in diese Reihe nicht ein, während die VL 4 mit ihren 110 Volt Heizspannung sich besser anpaßte. Bei den neuen Röhren konnte das Prinzip ebenfalls nicht mehr gehalten werden, so daß bei

I N G. S. J A H N

Koffergerät mit 4x P 700

Der Wunsch nach einem kleinen tragbaren Radiogerät ist fast so alt wie der Rundfunk selbst. In den meisten Fällen wird, ebenso wie beim Kauf eines Volksempfängers, ein einwandfreier Empfang des Bezirksenders bzw. einiger weniger Sender in den Abendstunden gefordert. — Auf Grund dieser Überlegungen entstand das nachfolgend beschriebene Koffergerät; dabei wurde versucht, die aus ehemaligen Wehrmachtbeständen auch jetzt noch viel angebotenen Röhren P 700 zusammen mit einem Zerhacker in einem einfachen, kleinen und handlichen Empfänger zu verwenden.

Die Schaltung

Aus Platz- und Gewichtsgründen eignet sich die Widerstandsschaltung am besten, da hier nur verhältnismäßig wenig Schaltelemente benötigt werden. Das Mustergerät ist ein Einkreisler mit Triodenaudion, einer NF-Stufe und einer Pentoden-Endstufe mit zweimal P 700 in Parallelbetrieb zur Erhöhung der Ausgangsleistung. Da leicht akustische Rückkopplung eintritt, wurde außer bei der Endröhre auf die Ausnutzung der P 700 als Pentode verzichtet. Im einzelnen ist über die Schaltung nicht allzuviel zu sagen, da ähnliche aus früheren Veröffentlichungen hinreichend bekannt sein dürften. In allen Stufen wurde die P 700 verwendet, da diese in jeder Stufe fast gleich gut arbeitet. Die Wahl nur einer einzigen Röhrentype ist gerade in Anbetracht der Austauschbarkeit bei einem nicht stationären Gerät vorteilhaft, zumal hier die Endstufe auch mit einer Röhre noch befriedigend arbeitet und somit vorübergehend auf Parallelschaltung der zweiten Endröhre verzichtet werden kann. Die Antenne wird direkt an das gitterseitige Ende des Abstimmkreises angeschlossen. Um eine Einstreuung von Störungen über die Heizleitung unwirksam zu machen, wurde beim Audion der Gitterableitwiderstand an die elektrische Mitte der Heizung gelegt. Zur Vermeidung einer etwa auftretenden Heulneigung ist hinter der Anode der Audionröhre ein 50 kOhm-Widerstand vorgesehen, der in Verbindung mit dem 200 pF-Kondensator restliche Hochfrequenz fernhält. Die Rückkopplung erfolgt, wie üblich, induktiv mit kapazitiver Regelung. Die Gittervorspannung für die Endröhre wird durch Spannungsabfall eines zwischen Minus Heizung und Minus Anode liegenden Widerstandes erzeugt, der durch einen Niedervolt-Elko überbrückt ist. Die übrigen Einzelheiten können aus der Prinzipschaltung entnommen werden.

Stromversorgung

Als einzige Stromquelle wurde ein 2,4 Volt-Akku vorgesehen, der nicht nur die Heizung der Röhre übernimmt, sondern auch die Leistung zum Betrieb des für

die Erzeugung der Anodenspannung vorgesehenen Zerhackers aufbringt. Und das ist gerade das Besondere an diesem Koffergerät. Durch den Zerhacker wird die niedere Gleichspannung von 2,4 Volt zunächst in eine höhere Wechselspannung umgeformt und dann wieder gleichgerichtet. Über den Aufbau und die Bemessung der Wechselrichter siehe FUNK-TECHNIK Bd. 3 (1948), Heft 6, S. 146; H. 10, S. 236. Es wurde dort eine Schaltung nebst genauen Daten veröffentlicht, so daß ein Nachbau möglich ist. Bemerkt sei noch, daß gelegentlich auch vollständige Zerhackergeräte mit sehr geringen Abmessungen auf dem Markt sind. Die verwendete Zerhackertype gibt im Leerlauf bei 2,4 Volt Primärspannung eine Anodenspannung von etwa 140 Volt ab, bei Entnahme von 10 mA sinkt diese auf etwa 120 Volt. Die Benutzung von Zerhackern stößt zwar oft auf Schwierigkeiten, da das entstehende Hochfrequenz-Störfeld vielfach eine räumliche Trennung zwischen Empfänger und Zerhackerteil erforderlich macht. Diese Schwierigkeiten wurden bei vorliegender Ausführung dadurch umgangen, daß die Eingangsempfindlichkeit des Geräts verhältnismäßig niedrig gehalten wurde. Auf eine bei Koffergeräten meist übliche HF-Vorstufe wurde daher ganz verzichtet. Die bei dem Versuchsgerät noch verbliebene restliche Störung durch den Zerhacker ist kaum stärker als der bei den üblichen Netzempfängern auftretende Brumm und stört besonders im Freien in keiner Weise.

Aufbau

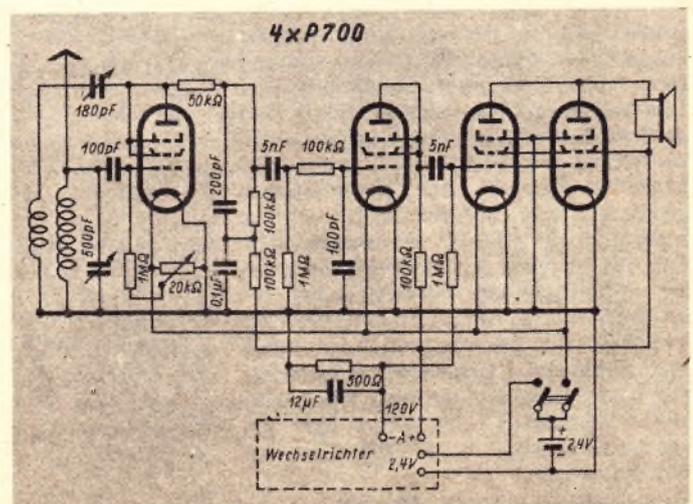
Der gesamte Empfängerteil samt Lautsprecher und Akku wurde im unteren Teil eines Feldfernsprechergehäuses untergebracht, während im oberen Teil der Wechselrichter liegend nebst Abstimmtrieb sowie Ein- und Ausschalter eingebaut ist. Als Gehäuse wurde das des bekannten Feldfernsprechers deshalb gewählt, weil es die größte Raumausnutzung bei großer Handlichkeit des Formats gestattet. — Der Empfangsteil ist auf einem U-förmigen Chassis befestigt, das die Röhrenfassungen, die Kopplungselemente und den größten Teil der Verdrahtung trägt. Die Verbindungen zum Lautsprecher, Stromzuführung und Antennenanschluß sind am oberen Ende des Chassis zu Klemmen geführt. Als

Lautsprecher wurde aus Gewichtsgründen und wegen des besseren Wirkungsgrades ein Freischwinger (kleiner DKE-Typ) gewählt. Zwecks Raumeinsparung wurde der Lautsprecher magnet in den U-förmigen Ausschnitt des Chassis eingepaßt.

Entgegen den meisten Koffergeräten ist auf einen Empfangsrahmen völlig verzichtet worden, da die erzielbare Eingangsspannung hierbei nicht mehr die für den Betrieb erforderliche Sprechleistung gewährleistet. Das Gerät ist für eine kleine Stabantenne von 50 cm Länge ausgelegt, so daß man mit dem in Betrieb befindlichen Empfänger noch beweglich genug ist. Eine Stabantenne hat den Vorteil, daß diese weniger dem HF-Störfeld des Zerhackers ausgesetzt ist und ferner die oft als unangenehm empfundene Richtwirkung eines Rahmens vermieden ist. Ist die Möglichkeit zur Auslegung einer Antenne gegeben, so ergibt bereit ein 3...4 m frei ausgespannter Draht gute Empfangsergebnisse und Lautstärke.

Der Akku läßt sich gegebenenfalls laufend oder in den Betriebspausen aus dem Netz laden; besondere Wartung erübrigt sich dann. In dem Mustergerät wurde wegen der längeren Betriebsdauer statt eines 2,4-Volt-Akkus nur ein solcher von 2 Volt mit einer dafür höheren Kapazität verwendet. Die Erfahrung hat dabei gezeigt, daß die P 700 gegen Unterspannung sehr unempfindlich ist und das Gerät auch noch bei 2 Volt Heizspannung einwandfrei arbeitet. Das Optimum wird jedoch nicht nur durch die höhere Heizspannung, sondern auch durch die dann vom Zerhacker kommende höhere Anodenspannung erst mit einem 2,4-Volt-Akku erreicht.

Die Empfangsleistung des beschriebenen Geräts bewegt sich entsprechend dem Aufbau in den Grenzen eines guten Einkreislers. Mit dem 50-cm-Stab ist ein einwandfreier Lautsprecherempfang des Ortssenders sichergestellt, mit einer Behelfsantenne können 3...4 Sender empfangen werden. Die Stromaufnahme aus dem 2-Volt-Akku beträgt knapp 750 mA, so daß bei dem verwendeten Reiseakku eine ununterbrochene Betriebszeit von ca. 30 Stunden bis zur Neuladung garantiert ist.



Prinzipschaltung des Koffergeräts mit 4x P 700 nebst Stromversorgung

FÜR DEN JUNGEN TECHNIKER

Dipl.-Ing.
G. HOFFMEISTER

Verfahren zur Messung ohmscher Widerstände

Messung durch Strom- oder Spannungsvergleich mit einem bekannten Widerstand

Mit der Stromvergleichsmethode der Abb. 1 werden bei konstanter Klemmenspannung U die beiden Ströme

$$I_N = \frac{U}{R_N} \text{ und } I_X = \frac{U}{R_X}$$

gemessen und R_X errechnet aus der Proportion

$$\frac{I_N}{I_X} = \frac{R_X}{R_N} \text{ mit } R_X = R_N \cdot \frac{I_N}{I_X}$$

worin I_N ein bekannter Vergleichswiderstand ist. Für genaue Messungen beeinträchtigen jedoch zwei Ursachen die Meßgenauigkeit, und zwar der Eigenwiderstand des Strommessers R_A und der Innenwiderstand der Stromquelle R_E . Der Eigenwiderstand des Strommessers bewirkt, daß nicht die obigen Werte von I_N und I_X , sondern die kleineren Ströme

$$I'_N = \frac{U}{R_N + R_A} \text{ und } I'_X = \frac{U}{R_X + R_A}$$

vom Strommesser angezeigt werden; deshalb ergibt sich ein von R_X abweichender Wert

$$R'_X = R_N \cdot \frac{I'_N}{I'_X} = R_N \cdot \frac{R_X + R_A}{R_N + R_A}$$

und ein Meßfehler

$$p = \frac{R_X - R'_X}{R_X} \cdot 100 = \left(1 - \frac{R'_X}{R_X}\right) \cdot 100 \\ = \left(1 - \frac{R_N (R_X + R_A)}{R_X (R_N + R_A)}\right) \cdot 100 \text{ in } \%$$

Durch den Innenwiderstand der Stromquelle R_E wird die Meßgenauigkeit weiter herabgesetzt; die Ströme I'_N und I'_X verringern sich auf

$$I''_N = \frac{E}{R_E + R_N + R_A} \text{ und } I''_X = \frac{E}{R_E + R_X + R_A}$$

worin E = elektromotorische Kraft der Stromquelle. Damit wird

$$R''_X = R_N \cdot \frac{I''_N}{I''_X} = R_N \cdot \frac{R_E + R_X + R_A}{R_E + R_N + R_A}$$

und der Meßfehler

$$p = \frac{R_X - R''_X}{R_X} \cdot 100 = \left(1 - \frac{R''_X}{R_X}\right) \cdot 100 \\ = \left(1 - \frac{R_N (R_E + R_X + R_A)}{R_X (R_E + R_N + R_A)}\right) \cdot 100 \text{ in } \%$$

Diese Gleichung zeigt, daß der Meßfehler dann klein bleibt, wenn R_N und $R_X \gg R_E$ und R_A sind; er wird 0, wenn der Bruch

$$\frac{R_N (R_E + R_X + R_A)}{R_X (R_E + R_N + R_A)} = 1$$

und damit $R_N (R_E + R_X + R_A) = R_X (R_E + R_N + R_A)$, d. h. wenn $R_N = R_X$ ist. Ist R_N veränderbar, und wird er bei der Messung so abgeglichen, daß der

Strommesser A in beiden Stellungen des Schalters S den gleichen Strom anzeigt, so daß also $I_N = I_X$ und damit $R_N = R_X$ ist, dann erfolgt die Messung völlig meßfehlerfrei.

Da in beiden Fällen der Zeiger über dem gleichen Skalenwert steht, ist auch der Anzeige- und Ablesefehler des Strommessers ohne Einfluß auf das Meßergebnis.

Das Meßergebnis wird dann nur noch beeinflusst durch die Genauigkeit von R_N und die Einstellgenauigkeit von I_N . Wählt man im letzteren Falle den Meßbereich so, daß sich ein großer Zeigerausschlag ergibt, dann ist eine Einstellgenauigkeit von 0,1% und damit die gleiche Meßgenauigkeit wie bei der Wheatstoneschen Brücke erreichbar. Mit der Spannungsvergleichsmethode der Abbildung 2 werden die beiden Spannungsabfälle

$$U_N = I \cdot R_N \text{ und } U_X = I \cdot R_X$$

gemessen und R_X aus der Proportion

$$\frac{R_X}{R_N} = \frac{U_X}{U_N} \text{ und } R_X = R_N \cdot \frac{U_X}{U_N}$$

errechnet.

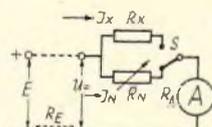


Abb. 1 Widerstandsmessung nach der Stromvergleichsmethode

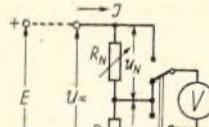


Abb. 2 Widerstandsmessung nach der Spannungsvergleichsmethode

In diesem Falle beeinflusst nur der Innenwiderstand der Stromquelle R_E die Meßgenauigkeit, während im Gegensatz zur Stromvergleichsmethode der Eigenverbrauch des Spannungsmessers ohne Einfluß ist. Das zeigt folgende Überlegung: Der Eigenwiderstand des Spannungsmessers R_V bewirkt, daß an R_N und R_X nicht die obigen Spannungsabfälle

$$U_N = I \cdot R_N = U \cdot \frac{R_N}{R_N + R_V} \text{ und } U_X =$$

$$I \cdot R_X = U \cdot \frac{R_X}{R_X + R_V}$$

sondern die geringeren Werte

$$U'_N = U \cdot \frac{R'_N}{R'_N + R_X} \text{ und } U'_X =$$

$$U \cdot \frac{R'_X}{R'_X + R_N}$$

liegen, worin

$$R'_N = \frac{R_N \cdot R_V}{R_N + R_V} \text{ und } R'_X = \frac{R_X \cdot R_V}{R_X + R_V}$$

Es ergibt sich dann aus der Proportion

$$\frac{R'_X}{R'_N} = \frac{U'_X}{U'_N}$$

der von R_X abweichende Wert

$$R'_X = R_N \cdot \frac{U'_X}{U'_N} = R_N \cdot \frac{R'_X (R'_N + R_X)}{R'_N (R'_X + R_N)}$$

Setzt man die obigen Werte für R'_X und R'_N in diese Gleichung ein, so wird

$$R'_X = R_X$$

d. h. R_V ist ohne Einfluß auf das Meßergebnis.

Durch den Innenwiderstand R_E der Stromquelle dagegen ändert sich die Klemmenspannung U , und zwar

bei der Messung von R_N in

$$U_1 = E \cdot \frac{R'_N + R_X}{R_E + R'_N + R_X} =$$

$$E \cdot \frac{R_N R_V + R_X (R_N + R_V)}{R_N R_V + (R_E + R_X) (R_N + R_V)}$$

und bei der Messung von R_X in

$$U_2 = E \cdot \frac{R'_X + R_N}{R_E + R'_X + R_N} =$$

$$E \cdot \frac{R_X R_V + R_N (R_X + R_V)}{R_X R_V + (R_E + R_N) (R_X + R_V)}$$

Damit werden dann die Spannungsabfälle an R_N und R_X

$$U''_N = U_1 \cdot \frac{R'_N}{R'_N + R_X} =$$

$$E \cdot \frac{R_N \cdot R_V}{[R_N R_V + (R_E + R_X) (R_N + R_V)] [R_N + R_V]}$$

$$U''_X = U_2 \cdot \frac{R'_X}{R'_X + R_N} =$$

$$E \cdot \frac{R_X \cdot R_V}{[R_X R_V + (R_E + R_N) (R_X + R_V)] [R_X + R_V]}$$

und der gesuchte Widerstandswert

$$R''_X = R_N \cdot \frac{U''_X}{U''_N} =$$

$$R_X \frac{[R_N R_V + (R_E + R_X) (R_N + R_V)] [R_N + R_V]}{[R_X R_V + (R_E + R_N) (R_X + R_V)] [R_X + R_V]}$$

Es wird nur dann $R''_X = R_X$, wenn

$$[R_N R_V + (R_E + R_X) (R_N + R_V)] [R_N + R_V] = [R_X R_V + (R_E + R_V) (R_X + R_V)] [R_X + R_N]$$

d. h. wenn, wie bei der Stromvergleichsmethode, auch hier

$$R_N = R_X \text{ ist.}$$

Die Stromvergleichsmethode ist also, besonders für die Messung größerer Widerstände geeignet, da $R_X \gg R_E$ und R_A sein soll, während sich die Spannungsvergleichsmethode sowohl für große als auch für kleine Widerstände eignet.

Für die praktische Durchführung der Messung ist noch auf folgendes hinzuweisen:

Die Meßspannung U ist zweckmäßig regelbar, um für I_X bzw. U_X einen möglichst großen Instrumentenausschlag zu erhalten, doch darf R_X nicht überlastet werden. In beiden Fällen wird so abgeglichen, daß zunächst I_X bzw. U_X gemessen und hierauf durch Regeln von R_X die Vergleichswerte I_N bzw. U_N auf den gleichen Wert wie I_X bzw. U_X eingestellt werden.

Je nach der geforderten Genauigkeit der Messung R_X verwendet man:

- für geringere Ansprüche ein geeichtes Potentiometer mit linearer Widerstandskurve,
- für höhere Ansprüche eine Widerstandsdekade mit handelsüblichen Widerständen (z. B. $9 \times 10 \text{ k}\Omega$; $9 \times 1 \text{ k}\Omega$; $9 \times 100 \Omega$; $10 \times 10 \Omega$) (Toleranz $\pm 0,5$ bis 1%),
- für hohe Ansprüche eine Widerstandsdekade mit Normalwiderständen (Toleranz $\pm 0,2\%$),

d) für höchste Ansprüche eine Widerstandsdekade mit Präzisionswiderständen (Toleranz $\pm 0,02\%$).

Da der Instrumentenfehler nicht in das Meßergebnis eingeht, sind billige Instrumente ohne besondere Anforderung an Genauigkeit und Eigenverbrauch benutzbar, wenn nur die Ablesegenauigkeit genügend groß ist.

Beide Schaltungen der Abb. 1 und 2 sind auch für Widerstandsmessungen bei Wechselstrom verwendbar, wenn das Meßinstrument für eine Wechselstrommessung geeignet ist und der Vergleichswiderstand R_X für Wechsel- und Gleichstrom gleichen Wert besitzt. Es kommen hierfür bifilare oder besser Schichtwiderstände in Betracht, wobei letztere mit Schichtstärken bis $0,1 \text{ mm}$ auch für HF-Messungen bis zu einer Frequenz von einigen MHz brauchbar sind. Auf geringe verteilte Kapazitäten und Leitungsinduktivitäten muß geachtet werden.

(S. auch FUNK-TECHNIK, Bd. 3, S. 382, 408 und 436)

Ein Prophet der Funktechnik

Als die Funktechnik vor rund 50 Jahren aus der Taufe gehoben wurde, erschien sie den Menschen, die sich an eine elektrische Nachrichtenübermittlung über Draht und Kabel gewöhnt hatten, als etwas sehr Seltsames. Viele konnten es gar nicht fassen, daß es möglich sein sollte, zwischen zwei Stationen ohne eine Drahtverbindung zu telegrafieren oder gar zu telefonieren. Man hatte längst vergessen, daß man auch schon im Altertum „drahtlos“ arbeitete, wenn man bestimmte Nachrichten sehr schnell übermitteln wollte. So meldeten die Griechen den Fall Trojas durch vorher verabredete Feuersignale. Wenn man in Betracht zieht, daß das Licht nach unseren Anschauungen auch eine elektromagnetische Schwingung ist, so hatten wir es hier bereits mit einer richtigen „Funknachricht“ zu tun, die nur den einen Nachteil hatte, daß sie jeweils einmalig war. Auch die Neger im afrikanischen Busch haben sich einer ihren technischen Kenntnissen angemessenen drahtlosen Methode zur Übermittlung beliebiger Nachrichten bedient, als sie ihr Trommelsignalsystem anwandten. Aber während sich die Feuerzeichen mit einer Geschwindigkeit von 300 000 Kilometer in der Sekunde verbreiteten, gingen die Trommelzeichen nur mit etwa 300 Meter in der Sekunde durch den Raum.

Bemerkenswert ist es nun, daß die Ausbreitung der Elektrizität im Raume früher bekannt war als die Leitungsfähigkeit der Drähte. Auch die Natur arbeitet ja seit Urzeiten „drahtlos“, wenn sie die Blitze zur Erde schickt. Die Physiker, die sich vor der Entstehung der Elektrotechnik mit der Erforschung der Elektrizität befaßten, sahen auch in der drahtlosen Nachrichtenübermittlung das Natürliche.

Wir wissen heute, daß Galvani bereits mit Antennen arbeitete, die er mit Hilfe einer Elektrisiermaschine auflud, und daß er durch Froschschenkel, die

er in bestimmtem Abstand rund um die Antenne aufgestellt hatte, die elektrischen Impulse registrierte.

Am 6. November 1750 hatte Galvani seinen ersten Froschschenkelversuch gemacht. 15 Jahre später, am 16. Dezember 1795 trug der spanische Physiker Francisco Salva in der Akademie zu Bologna den Gedanken einer elektrischen Telegrafie ohne Draht vor. Er wollte dabei von einem positiv geladenen Punkt zu einem negativ geladenen Punkt durch die Erde telegrafieren. Die Anregung hierzu hatte er durch eine Theorie über die Erdbeben empfangen, nach der diese Beben nichts weiter sein sollten als der Ausgleich elektrischer Energien im Erdinnern. Wenn auch diese Grundanschauung falsch war, so erwies sich Salva doch als ein Mann mit praktischem Blick. Er sah zu einer Zeit, als die anderen Forscher elektrische Versuche als höchstens wissenschaftlich bemerkenswert fanden, bereits die Möglichkeiten einer praktischen Anwendung der neuen Energie.

Am 14. Mai 1800 gab Salva der Akademie zu Barcelona einen Bericht über die Anwendung der Elektrizität zur Nachrichtenübermittlung. Er teilte mit, daß er einen galvanischen Strom 200 Meter weit geleitet habe und daß in dieser Entfernung die Froschschenkel genau so gezuckt hätten, als wenn sie in der Nähe der Stromquelle gewesen wären. „Man kann also“, so sagte er, „einen galvanischen Telegrafen in derselben Weise konstruieren wie einen elektrischen... Die Vorteile, von denen ich sprach, sind, daß der galvanische Telegraf einfacher ist als der elektrische, um so mehr, als auch seine Zeichen leichter erkennbar sind. Alle beide verlangen die gleiche Anordnung der Drähte, aber für den elektrischen bedarf es gut gearbeiteter Maschinen, großer Leydener Flaschen und vieler Zeit, um sie zu laden, und überdies wird unter un-

günstigen atmosphärischen Bedingungen, wie sie so oft vorkommen, der elektrische Telegraf oft ebenso nutzlos sein wie der optische zur Zeit des Nebels. Demgegenüber kann der galvanische Telegraf zu allen Zeiten und zu jeder Stunde angewendet werden, da gut präparierte Frösche jederzeit galvanisiert werden können. Ich habe gefunden, daß der Galvanismus bei feuchter und regnerischer Witterung dieselbe Kraft besitzt wie in kalter und trockener Luft, die für die Elektrizität günstiger ist.“

Zu diesen Ergebnissen ist Salva gekommen, nachdem er eingehende Versuche mit Froschschenkeln durchgeführt hatte. Nach weiteren Arbeiten reichte er der Akademie von Barcelona am 22. Februar 1804 den Vorschlag eines neuen galvanischen Telegrafen ein, bei dem er von der Elektrolyse ausging, die am 30. April 1800 von Nicholson und Carlisle in London gefunden worden war, als es ihnen gelang, durch den elektrischen Funken Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zu zerlegen. Salva sagte wörtlich bei der Darstellung dieses Planes: „Setzen wir voraus, daß der obere Draht in einer senkrechten Blattröhre das Zeichen A gibt, wenn man ihn mit dem Zinkpol verbindet, d. h. wenn er kleine Bläschen entfesselt, und daß er das Zeichen B gibt, wenn man ihn mit dem Silberpol berührt oder mit anderen Worten, wenn er sich oxydiert. Durch den Unterschied der angegebenen Zeichen kann ich auf große Entfernung erkennen, welches Metall soeben berührt worden ist, und sechs Drähte würden somit genügen, um einen galvanischen Telegrafen herzustellen, dessen Kosten sehr gering sein würden.“ Salva war also nunmehr zur „Telegrafie mit Draht“ hinübergewechselt, wozu ihn der damalige Stand der Technik zwang.

Von Sömmering hat dann wenige Jahre später den ersten brauchbaren galvanischen Telegrafen verwirklicht. Der vielbeschäftigte und ideenreiche Salva hat hierzu nicht die nötige Zeit aufbringen können. Immerhin wird ihm die Geschichte nicht den Ruhm versagen, der erste Prophet der drahtlosen Telegrafie gewesen zu sein. W. M.

Vom Wurzelziehen

Die Rechenoperation des Addierens oder Zusammenzählens kann in der Form $a + b = c$ geschrieben werden. Aus den bekannten Größen a und b wird c errechnet. Wird in dieser Gleichung die Summe c und einer der beiden Summanden a oder b als bekannt angesehen, und soll der andere bestimmt werden, so ergibt sich daraus die Operation des Subtrahierens oder Abziehens, und man schreibt $a = c - b$ oder $b = c - a$. Man nennt die Subtraktion die Umkehrung der Addition.

Aus der Operation des Potenzierens kann man zwei Umkehrungen ableiten, da bei einer Potenz (mit Ausnahme von $2^1 = 4^2$) Basis und Exponent nicht vertauscht werden dürfen. Wird in der Gleichung $b^n = a$ die Basis b gesucht, während n und a als bekannt angesehen werden, er-

gibt sich die Operation des Wurzelziehens oder Radizierens (vom lateinischen radix = die Wurzel). Man schreibt

$$\sqrt[n]{a} = b$$

und spricht: n^{te} Wurzel aus a ist gleich b. Das Wurzelzeichen ist aus dem Anfangsbuchstaben r des Wortes radix entstanden. Es wird a der Radikand, n der Wurzel-exponent und b die Wurzel genannt. Die zweite Wurzel nennt man auch Quadrat-wurzel oder einfach Wurzel (der Wurzel-exponent wird dabei weggelassen), die dritte Wurzel auch Kubikwurzel.

Es sollen zunächst nur Wurzeln mit ganz-zahligen Exponenten behandelt werden. Z. B. ergibt sich aus

$$10^2 = 100 \quad \sqrt{100} = \sqrt{100} = 10$$

und aus

$$4^3 = 64 \quad \sqrt[3]{64} = 4$$

Allgemein besteht die Operation des Wurzelziehens darin:

Die n^{te} Wurzel aus a ziehen heißt die Zahl b finden, die mit n potenziert a ergibt. Man schreibt ohne weiteres hin:

$$\begin{aligned} 1^2 &= 1 & \sqrt{1} &= 1 \\ 10^2 &= 100 & \sqrt{100} &= 10 \\ 100^2 &= 10000 & \sqrt{10000} &= 100 \\ 1000^2 &= 1000000 & \sqrt{1000000} &= 1000 \end{aligned}$$

Die Wurzel aus ein- und zweistelligen Zahlen ist also eine einstellige Zahl, die Wurzel aus drei- und vierstelligen Zahlen ist eine zweistellige Zahl usw. Man leitet daraus folgende Regel ab: Man teilt von rechts nach links je zwei Ziffern durch senkrechte Striche ab. Die einzelnen Abteilungen nennt man Klassen. Dann ist die Zahl der Klassen gleich der Zahl der Ziffern der Wurzel. Z. B. ist

$$\sqrt{4|00} = 20$$

Die Zahl der Klassen ist zwei, die Wurzel zweistellig.

Folgende Sonderformeln lassen sich sofort hinschreiben

$$\begin{aligned} \sqrt[n]{1} &= 1 \quad (\text{da } 1^n = 1) \\ \sqrt[n]{0} &= 0 \quad (\text{da } 0^n = 0) \\ (\sqrt[n]{a})^n &= a \\ \sqrt[n]{a^n} &= a \end{aligned}$$

Die beiden letzten Formeln ergeben sich aus der Begriffsbestimmung des Wurzelziehens. Denn $\sqrt[n]{a}$ bedeutet ja die Zahl, die mit n potenziert a ergibt (erste der beiden Formeln). $\sqrt[n]{a^n}$ bedeutet die Zahl, die mit n potenziert a^n ergibt, das ist aber a (zweite der beiden Formeln).

Weiter lassen sich folgende Formeln ableiten:

$$\sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{ab}$$

$$\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}$$

Von rechts nach links gelesen (das ist bei Gleichungen ja immer zulässig) ergeben sich die Umkehrungssätze. Nennt man $\sqrt[n]{a} = x$ und $\sqrt[n]{b} = y$, so ist $x^n = a$ und $y^n = b$, also $ab = x^n y^n = (xy)^n$.

Daraus folgt $xy = \sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{ab}$ (erste Formel).

Weiter ist $\frac{a}{b} = \frac{x^n}{y^n} = \left(\frac{x}{y}\right)^n$. Daraus folgt

$$\sqrt[n]{\frac{a}{b}} = \frac{x}{y} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}} \quad (\text{zweite Formel}).$$

Da mit sind beide Formeln bewiesen.

Beispiele:

$$\sqrt{4} \cdot \sqrt{9} = \sqrt{4 \cdot 9} = \sqrt{36} = 2 \cdot 3 = 6$$

$$\frac{\sqrt{16}}{\sqrt{4}} = \sqrt{\frac{16}{4}} = \sqrt{4} = \frac{4}{2} = 2$$

Zur Ausrechnung von Wurzeln bedient man sich der früher wiedergegebenen Formel $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$. Unter Zuhilfenahme dieser Formel kann z. B. die Zahl 67² folgendermaßen berechnet werden:

$$67^2 = (60 + 7)^2 = 60^2 + 2 \cdot 60 \cdot 7 + 7^2 = 3600 + 840 + 49 = 4489$$

Soll nun umgekehrt die Wurzel aus 4489 gezogen werden, geht man so vor:

Zunächst wird diese Zahl in der schon beschriebenen Weise in Klassen geteilt. Die gesuchte Wurzel muß demnach zweistellig sein.

Unser a muß nun 60 sein, denn 70² = 4900 ist bereits größer als der Radikand 4489. Nun wird 60² = 3600 von 4489 abgezogen:

$$\begin{array}{r} 4489 \\ - 3600 \\ \hline 889 \end{array}$$

Es muß also 889 = 2ab + b² sein. Dabei kann zunächst b² (7²) gegenüber 2ab (840) vernachlässigt werden, und man dividiert 889 durch 2a = 120 und erhält für b die Zahl 7. Da es aber nicht sicher ist, ob diese Zahl wirklich die richtige ist, muß die Richtigkeit durch Kontrolle nachgewiesen werden. Es ist 2ab = 2 · 60 · 7 = 840 und 889 - 840 = 49 = b² = 7². Unsere Rechnung war also richtig. Denn wenn noch b² = 49 abgezogen wird, erhält man Null. Auf Grund dieser Überlegungen ergeben sich die folgenden Rechenverfahren:

$$\sqrt{44|89} = 60 + 7 = 67$$

$$2a = 120 \quad \frac{889}{840} = 2ab = 120 \cdot 7$$

$$\frac{49}{49} = b^2 = 7^2$$

$$\sqrt{44|89} = 67$$

$$12(7 \ 88|9) \quad 889 = b(2a + b) = 7 \cdot 127$$

(Fortsetzung folgt)

LEXIKON

Elektro-Encephalograph

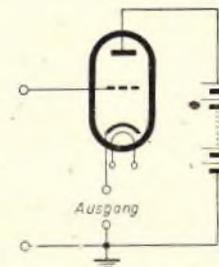
Ist der Name für ein Gerät, das den zeitlichen Verlauf elektrischer Ströme des menschlichen Gehirnes aufzeichnet. Da es sich hierbei um äußerst schwache Ströme handelt, enthält der Encephalograph empfindliche Röhrenverstärker, die verschiedene Schreibsysteme betätigen.

Erhebungseffekt

Werden für stereofonische Tonwiedergabe zwei Lautsprecher benutzt, die in einiger Entfernung nebeneinander stehen, so hat ein Hörer den Eindruck, als ob der Schall nicht von der Verbindungslinie beider Lautsprecher kommt, sondern von einem darüber gelegenen Ort. Dieser Eindruck, der sich aus der Überlagerung beider Schallfelder und der hierdurch bedingten Intensitätsverhältnisse an den Ohren des Hörers erklären läßt, führt jedoch zu keiner nennenswerten Beeinträchtigung der stereofonischen Klangwiedergabe.

Katodenverstärker

Die einfachste Form des gekoppelten Verstärkers mit im Katodenkreis liegenden Ausgang wird Katodenverstärker genannt. Die Rückführung der Verstärkerausgangsspannung zum Eingang erfolgt so, daß sie der zu verstärkenden Steuerspannung am Gitter entgegenwirkt und den Verstärkungsfaktor in bestimmtem Maße herabsetzt. Unter den Eigenschaften dieser Anordnung sind zu nennen: der erreichte Verstärkungsfaktor ist von Schwankungen der Betriebsspannung und Änderungen der Röhreneigenschaften praktisch unabhängig. Der Verstärkerausgang (z. B. ein Lautsprecher) ist frei von Anodenspannung und kann daher unmittelbar geerdet werden.



Weitab-Selektion

Die Trennschärfe eines Funkempfängers (Verhältnis der Ausgangsspannung zweier benachbarter Frequenzen) wird gewöhnlich für den Fall angegeben, daß die Frequenz des störenden Senders um 9 kHz von derjenigen des eingestellten Senders entfernt ist. Damit ist die Nahselektion des Empfängers gekennzeichnet. Unter Weitab-Selektion dagegen ist das Trennungvermögen bzw. die Dämpfung der Nachbarfrequenz für den Fall zu verstehen, daß der Störsender vom eingestellten Sender durch einen weiten Frequenzbereich getrennt ist, diesen aber an Antenneneingangsspannung stark überragt (Ortssender). Gute Weitab-Selektion erreichen Empfänger mit vier und mehr Kreisen.

Wasserkraftwerke unter Tage

(Fortsetzung von Seite 459)

Diese Stollen, die heute noch befahren werden, nehmen nun das abfließende Wasser unterirdischer Kraftwerke auf. Der Bergbau ist längst zum Erliegen gekommen, aber noch drehen sich die Räder der Förderanlage des Wilhelmshachtes in Clausthal und vermitteln den Verkehr zwischen der Oberfläche und dem in der Tiefe eingerichteten Kraftwerk, das für die öffentliche Stromversorgung arbeitet. Das in den Teichen gesammelte Wasser wird in Rohrleitungen im Schacht niedergeführt. Die älteste Leitung stammt aus dem Jahre 1888. Im ganzen sind vier Rohrleitungen eingebaut, und zwar zwei von je 500 mm Durchmesser, eine von 400 mm und eine von 350 mm Durchmesser. Sie leiten das Wasser den Peltonturbinen zu, deren erste 1911/12 aufgestellt wurde. Heute arbeiten hier drei Turbinen von je 600 PS, eine von 1000 PS und eine weitere von 1836 PS. Das Wasser fließt durch den „Ernst-August-Stollen“ nach Gittelde am Westrand des Oberharzes. Der Stollen hat ein Profil zweimal 2,20 m, ein Maß, das die technische Leistung, die beim Bau dieses unterirdischen Kanals vollbracht wurde, erkennen läßt. Auch die Arbeit der Markscheider, die diese unterirdischen Wasserführungen durch ihre Meßkunst ermöglichten, muß hoch veranschlagt werden.

Im ganzen arbeiten im Oberharz acht Kraftwerke mit zusammen 7700 PS Turbinenleistung. In mustergültiger Weise sind die technischen Leistungen vergangener Geschlechter für die Energieerzeugung unserer Zeit ausgenutzt worden. Trotz aller Erfolge aber bestehen neue Pläne zu einer Erweiterung der Wasserkraftnutzung. Wieweit sie verwirklicht werden können, muß der Zukunft vorbehalten bleiben.

Willy Möbus



BRIEFKASTEN

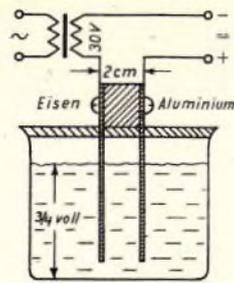
Die Beantwortung von Anfragen erfolgt kostenlos und schriftlich, sofern ein frankierter Umschlag beigelegt ist. Auskünfte von allgemeinem Interesse werden an dieser Stelle veröffentlicht. Wir bitten, Einsendungen für den FT-Briefkasten möglichst kurz zu fassen.

Günter Hummel, Obercunnersdorf/Sa.

Ich hörte kürzlich etwas über einen Naßgleichrichter, der mit einer Aluminium- und Eisenplatte arbeitet. Können Sie mir darüber etwas mitteilen?

Im Aluminium-Eisen-Gleichrichter wird als Elektrolyt eine 50prozentige Lösung von doppeltkohlenstoffsaurem Natrium verwendet. Die Belastbarkeit dieses Gleichrichters wird durch die im Betrieb einsetzende Erwärmung begrenzt. Zweckmäßig werden deshalb möglichst große Gefäße benutzt. Zum Selbstbau kann man Einmachgläser von etwa 1,5 Liter Inhalt nehmen. Die gleichgroßen Aluminium- und Eisenelektroden werden an einem Hartgummiklotzchen von quadratischem Querschnitt angeschraubt und an diesem in das Gefäß eingehängt. Die Platten sollen etwa 2 cm schma-

ler sein als die lichte Weite des Glases und 3 cm kürzer als die lichte Höhe. Die Spannung an einer Gleichrichterplatte soll ca. 25 bis 30 Volt nicht überschreiten, während ein betriebssicheres Arbeiten bei der angegebenen Gefäßgröße bis etwa 1 Amp. möglich ist. Evtl. können mehrere Zellen parallel und in Reihe geschaltet werden, oder es kann eine Grütz-Schaltung aufgebaut werden.



Helmut Göhl, Berlin-Lichterfelde

Ist es möglich, die Verwendbarkeit von fertigen Ausgangstransformatoren, deren Windungszahlen nicht bekannt sind, durch die Messung des Scheinwiderstandes bei 50 bis 80 Hz zu ermitteln? Kann evtl. das Philoskop dazu verwendet werden?

Grundsätzlich besteht natürlich die Möglichkeit, mit einer Scheinwiderstandsmessung zum Ziele zu kommen. Das Philoskop ist jedoch ohne Vergleichsnormen hierzu ungeeignet. Es dürfte in der Werkstattpraxis wohl einfacher sein, das Übersetzungsverhältnis des Ausgangstransformators mit Hilfe der Netzwechselspannung festzustellen. Hierzu wird die Primärwicklung an die Netzwechselspannung gelegt und mit einem geeigneten Voltmeter die Spannung an der Sekundärwicklung U_2 gemessen. Das Übersetzungsverhältnis \bar{u} ist dann:

$$\bar{u} = \frac{220}{U_2}$$

Hiermit kann festgestellt werden, für welches Anpassungsverhältnis der Transformator geeignet ist, denn es besteht die Beziehung

$$\bar{u} = \sqrt{\frac{R_2}{1,25 \cdot R_L}}$$

Darin ist für R_2 der jeweilige Anpassungswiderstand der Endröhre einzusetzen und für R_L der Gleichstromwiderstand des Lautsprechers. Der Faktor 1,25 berücksichtigt den größeren Widerstand der Lautsprecherspule bei einer Frequenz von 500 Hz.



Zeitschriftendienst

Präzisionsmessungen von Bohrungen

Zur Feinmessung des Innendurchmessers von kreisförmigen Bohrungen mit einer Genauigkeit von weniger als einem tausendstel Millimeter wurde von der Robert Bosch G.m.b.H. ein rein elektrisches Verfahren ausgearbeitet. Die Innenfläche der auszumessenden Bohrung wird mit Rizinusöl bestrichen, dann wird in die Bohrung ein Meßdorn eingeführt, dessen Durchmesser auf Bruchteile von $\frac{1}{1000}$ mm bekannt ist. Der Bohrungsdurchmesser wird nun im allgemeinen um einige μ ($1 \mu = 10^{-3}$ mm) größer als der Meßdorn sein, so daß sich ein ringförmiger Spalt zwischen der Innenwand der Bohrung und dem Meßdorn bildet, der von einem aus Rizinusöl bestehenden Film ausgefüllt wird. Sobald die Breite dieses Spaltes bekannt ist, hat man den genauen Durchmesser der Bohrung.

Die Spaltbreite kann man auf elektrischem Wege messen, wenn man bedenkt, daß Bohrungswand und Meßdorn einen Kondensator mit Rizinusöl als Dielektrikum bildet. Aus der Kapazität C dieses Kondensators, die in den praktisch vorkommenden Fällen zwischen einigen hundert und einigen zehntausend Pikofarad liegt, erhält man die Spaltbreite s zu $s = k/C$, wo k eine Apparatekonstante ist. Die Kapazität wird in einer Brückenschaltung gemessen, die von einem Tonfrequenzgenerator mit 800 Hz und 0,5 Volt gespeist wird. Die Speisespannung muß so niedrig gehalten werden, da infolge der ge-

ringen Spaltbreite von nur einigen μ schon bei einer Speisespannung von 0,5 Volt Feldstärken von der Größenordnung 10 kV/cm auftreten können. Höhere Spannungen würden zum Überschlag führen.

Nach diesem Verfahren lassen sich Bohrungen, deren Durchmesser zwischen 4 und 36 mm liegen, mit einer Genauigkeit von $\pm 0,2 \mu$ ausmessen.

(Zeitschrift für angewandte Physik, 1. Band, 2. Heft)

Die Herstellung von frequenzunabhängigen rein ohmschen Widerständen bei kurzen Wellen

behandelt das August-Heft von FUNK UND TON in einer Arbeit von Dr.-Ing. W. Burkhardtmaier. Darin wird eine Widerstandsordnung beschrieben, bei der als Eingangswiderstand bis zu sehr hohen Frequenzen der Gleichstromwert erhalten bleibt. — Über „Duale Schaltungen“ handelt ein anderer Bericht des Heinrich-Hertz-Institutes von Dr.-Ing. Wilhelm Klein, in dem gezeigt wird, daß sich auch nicht ebene Netzwerke dual umwandeln lassen.

Für den Höchsthochfrequenztechnikern besonders wichtig ist eine Arbeit von Dr.-Ing. F. W. Gundlach über „Die Raumladungsteuerung im Laufzeitgebiet bei hohen Aussteuerungsgraden“. Bisher war das Verhalten der raumladungsbegrenzten Elektronenströmung im Laufzeitgebiet nur für den Fall kleiner Aussteuerungsgrade geklärt; die neue Untersuchung, deren Abdruck noch fortgesetzt wird, ergibt weitere Erkenntnisse über das Verhalten raumladungsgesteuerter Verstärkerröhren. Neuere Beobachtungen über „Die Ausbreitung der Kurzwellen-Echosignale“ diskutiert Hans Lassen; es ergibt sich dabei eine Bestätigung der Auffassung, daß die Kurzwellenausbreitung in großen Entfernungen durch Zickzackreflexion zwischen Erdoberfläche und Ionosphäre zustande kommt.

Die Zeitschriftenchau umfaßt u. a. Berichte über Antennenverluste durch Eisbildung („Annalen der Physik“), das Verstärker-rauschen im Bereich der Tonfrequenzen („Electronic Engineering“) und über Gegenkopplung und Klirrfaktor („Das Elektron“).

Zur Theorie des Synchrotrons

Neben dem Zyklotron und dem Betatron gewinnt zweifellos das Synchrotron zunehmend an Bedeutung. Letzteres wurde erstmalig von Veksler und McMillan 1945 und unabhängig davon von Wideröe 1946 vorgeschlagen. In einer Arbeit im Bull. SEV (1948) Nr. 10 bringt W i d e r ö e die Berechnung der Bewegungsgleichungen sowohl für den Betrieb mit konstanter Frequenz als auch mit konstantem Bahnradius in allgemeingültiger Lösung, die insbesondere für die Untersuchung der Ionenbeschleunigung notwendig wurde. Während beim Zyklotron ein zeitlich konstantes Magnetfeld verwendet wird und die Teilchen eine Spiralbahn durchlaufen, werden sie beim Betatron auf einer Kreisbahn gehalten, wobei das Magnetfeld zeitlich anwächst. Das Synchrotron, das bezüglich des Magnetfeldes dem Betatron ähnlich ist, benutzt nun statt des elektrischen Wirbelfeldes zur Beschleunigung eine hochfrequente Wechselspannung. Dadurch ist es möglich, Größe und Gewicht der Apparatur wesentlich kleiner zu halten. Nach der Behandlung der gleichförmigen Bewegung der Teilchen nach dem Synchrotronprinzip folgt die Untersuchung der bei einer longitudinalen Phasenstörung entstehenden quasi-stationären Störschwingungen. Die Abnahme der maximal zulässigen Abweichung der Winkelgeschwindigkeit mit zunehmendem Synchronwinkel wird dargestellt. Aus den Bewegungskurven, die den Dämpfungseinfluß nicht berücksichtigen, ergibt sich, daß die Teilchen nur in einem Grenzfall beim Durchgang durch den Synchronismuspunkt tatsächlich in den Synchronzustand gebracht werden können. Durch die Dämpfung kann aber der Bereich der Empfangsmöglichkeit vergrößert werden. Nach einer Betrachtung über die Übergangsverhältnisse zwischen zwei synchronen Zuständen im Ionenbeschleuniger (Synchrotron) folgt die Berechnung eines Zahlenbeispiels.

Die bisherigen Betrachtungen bezogen sich auf die Annahme, daß die Beschleunigung der Teilchen gleichmäßig im ganzen Umfang erfolgt, während aber tatsächlich eine sprunghafte Beschleunigung in wenigen Beschleunigungsstrecken stattfindet.

Abschließend wird daher der Einfluß der diskontinuierlich verteilten Beschleunigung behandelt. Man kann den Unterschied der Verhältnisse leicht dadurch berücksichtigen, daß man der als stetig ansteigend angenommenen Teilchenspannung eine sägezahnförmige Wechsellspannung überlagert. Diese bewirkt außer sehr kleinen Radialschwingungen auch eine Veränderung der Longitudinalgeschwindigkeit. Die Transversalschwingungen der Teilchen bewirken dann wiederum longitudinale Oberschwingungen, die aber, wie sich zeigen läßt, infolge ihrer Kleinheit keine Rolle spielen können. Ma

Neues Synchrotron

In England wurde ein Synchrotron gebaut, das bei einem Bahndurchmesser von nur 20 cm für die zu beschleunigenden Elektronen eine Energie von 30 MeV erzeugt. Als Spannungsquelle dient eine normale Anodenbatterie. Der Rundlauf eines Elektrons dauert $\frac{1}{200}$ sec. Einmal soll dies Gerät als Muster für die großen Ausführungen dienen, von denen ein 300-MeV-Synchrotron mit einem Gewicht von 150 t durch die Metropolitan Vickers zusammen mit der Glasgow Universität errichtet wird, außerdem ist es für medizinische Zwecke, und zwar die Behandlung tiefstehender bösartiger Geschwülste bestimmt, die man durch äußere Bestrahlung nicht beeinflussen kann.

(The Electrician, Juli 48)

Entmagnetisieren von Verstärkerröhren

Verwendet man in der Anfangsstufe hochempfindlicher Tonfrequenzverstärker indirekt mit Wechselstrom geheizte Röhren, dann tritt am Verstärkerausgang eine nicht unerhebliche Brummspannung auf. Sie wird besonders störend, wenn der Verstärker noch für

sehr niedrige Frequenzen einen hohen Verstärkungsfaktor hat. Durch Abschirmung des Heizfadens und durch Herabsetzung der Heizspannung und des Heizstromes gelingt es zwar, die Brummspannung wesentlich zu vermindern, ganz verschwinden wird sie aber auch trotz dieser Gegenmaßnahmen nicht.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß die trotz aller Vorsichtsmaßnahmen stets übrigbleibende und durch nichts zu beseitigende Brummspannung stark von der im Verstärker verwendeten Anfangsröhre abhängt, und daß sogar innerhalb des gleichen Röhrentyps unerklärliche Schwankungen großen Ausmaßes vorkommen. Während bei einer Röhre kaum eine Brummspannung nachzuweisen ist, nimmt diese bei einer anderen Röhre des gleichen Typs unerträgliche Werte an. Man ist daher gezwungen, die Anfangsröhre hochempfindlicher Verstärker aus einer größeren Reihe durch Versuche auszuwählen.

Durch einen Zufall konnte jetzt die Erklärung für diese merkwürdige Brummspannung und deren wechselnde Stärke von Röhre zu Röhre gefunden werden. Näherste man nämlich der „brummenden“ Röhre einen kleinen permanenten Magneten, dann hörte bei einer bestimmten Lage und Orientierung des Magneten das „Brummen“ vollkommen auf, um nach Entfernen des Magneten in um so stärkerem Maße wieder da zu sein. Diese Erscheinung gab zu der Vermutung Anlaß, daß magnetisierte Elektroden der Röhre die Ursache für die Brummspannung wären. Tatsächlich konnten selbst die hartnäckigsten „Brummer“ durch Entmagnetisieren in einem allmählich schwächer werdenden Wechselfeld vollständig entbrummt werden. Daß magnetische Eigenschaften der Röhre wirklich der Grund für die Brummspannung sind, konnte dadurch bewiesen werden, daß man die Röhren durch eine Spule bewegte. Dabei induzierte jede Röhre an den Spulenden eine Spannung, die um so größer war, je stärker die Röhre in dem Verstärker brummte. Diese unerwünschte und störende Magnetisierung der Röhrenelektroden kann sowohl

bei der Herstellung als auch bei der Lagerung durch das Erdfeld oder durch benachbarte magnetische Gegenstände entstehen. Die Schwankungen von Röhre zu Röhre erklären sich auf diese Weise ohne weiteres.

(Electronic Engineering, Juli 1948)

Eine Klima-Versuchsstation in den USA

Auch den Elektro- und Funktechniker dürfte diese Klima-Versuchsstation der USA-Luftwaffe interessieren, denn in ihr werden außer den vollständigen Flugzeugen auch die elektrischen Bestandteile geprüft, die für die Betriebssicherheit des Flugzeugs von ausschlaggebender Bedeutung sind. Zwar kennt man auch in Deutschland und Europa solche Klima-Prüfräume, aber hinsichtlich Größe und Leistung kommen sie dieser Anlage in Eglin Field (Florida) auch nicht annähernd gleich. Der große Hangar hat eine Grundfläche von 60x75 m und eine Höhe von 21 m, so daß er fünf „fliegende Festungen“ gleichzeitig aufnehmen kann. In dem gesamten Raum läßt sich jede Temperatur von +70° bis -50° einstellen, und zwar genügt die Leistung der Freon-Zentrifugal-Kompressoren, um die niederen Temperaturen auch bei laufenden Motoren aufrechtzuerhalten. In dem großen Prüfraum können auch künstliche Schneefälle erzeugt werden, indem Dampf eingeblasen und auf die entstehende Wolke etwas Trockeneis aufgestreut wird. Die Anlage enthält noch verschiedene andere Prüfräume, teils ebenfalls sehr großer, teils kleinerer Abmessungen, in denen jedes auf der Erde überhaupt nur denkbare Klima sowie sein regelmäßiger Wechsel mit allen Abweichungen nachgeahmt werden kann. So gibt es einen Wüstenraum, in dem auch die Wüstensonne und Sandstürme nachgeahmt werden, und einen Dachungelraum, in dem hohe Luftfeuchtigkeiten und der Wechsel von Tages- und Nachttemperatur dargestellt werden. Endlich ist noch ein Höhenraum zu erwähnen, in dem die Temperatur auf -55° und der Luftdruck soweit gesenkt werden kann, wie er einer Flughöhe von 24 000 m

Wenig Geld-viel Freude!

Jubiläum
Radio-
Baukasten
NEUE SERIE
(techn. weiterentwickelt)

Neue Währung
Neue Preise!

bestehend aus:

ca 60

hochwertigen Einzelteilen

STÜCKLISTE

Einbauehäuse Lautsprecher vergearbeit. Chassis Spezial-Spule KML Wellenschalter 3 X 3 Drehkondensatoren: C 5 = 500 pF C 4 = 180-250 pF Seilrad Skalendiapositiv Skalenzeiger Zeigerachse Antriebsachse Kupplung auf Zeigerachse Glascheibe 5 X 9 Zugfeder Skalenseil 3 Skalennöpfe Lautsprecherstoff 2 Röhrenfasse, P 2000 Schleifkontakt 20-30 mA	C 10 = 8-10000 pF C 11 = 3-10000 pF C 12 = 10-60 MF (NV) C 13 = 4 MF C 14 = 4 MF Widerstände: R 1 = 1 M-Ohm R 2 = 500 K-Ohm R 3 = 200 K-Ohm R 4 = 20-60 K-Ohm R 5 = 1.5-3 M-Ohm R 6 = 0.8-1 M-Ohm R 7 = 400-500 Ohm R 8 = 2-3 K-Ohm R 9 = 2600 Ohm 15W Buchsenleiste Netzschalter Netzschnur Netzstecker Sicherungshalter Sicherung 0.2-0.5 A wahlweise (Skalen- lampe mit Fassung) Lötzin Schaltdraht 8 Montageschrauben Rückwand 4 Holzschrauben Röhren: 12 versch. Typen verwendb.
--	--

nur noch 99.50 D.M.W. ohne Röhren

Versand erfolgt per Luftpost

Type: R.W. 47/48

Gegr. 1922

Radioelek. Spez. Werkstätten • Große Röhrenraumstation

RADIO-WEB

Technische Abteilung

Bln.-Dahlem Miquelstr. 75

Tel. 763248

entspricht. Trotz des großen Aufwandes für die Erstellung und den Betrieb der Anlage ist sie doch noch wirtschaftlicher als es die Entsendung von Expeditionen wäre.

(Neue Züricher Zeitung, Nr. 185 v. 7. Juli 1948)

Die Bestimmung von Flugzeuggeschwindigkeiten

Die immer mehr zunehmende Höchstgeschwindigkeit der Flugzeuge — die Düsenflugzeuge haben ja bereits die Schallgeschwindigkeit erreicht — gestaltet die Messung der Absolutgeschwindigkeit der Maschine gegenüber dem Erdboden immer schwieriger, so daß auch foto-optische Verfahren nach Art der Zielfotografie zu unsichere Werte liefern, wenn es darum geht, festzustellen, welche Höchstgeschwindigkeit eine neue Maschine zu erreichen imstande ist. Die amerikanische Luftwaffe bedient sich deshalb eines neuen Verfahrens zur Erprobung ihrer Flugzeuge, das die Messung der Geschwindigkeit mit außerordentlich großer Genauigkeit gestattet. Zwei Zentimeterwellen-Sender, wie sie auch für die Blindlandverfahren benutzt werden, erzeugen in einem Abstand von 16 km zwei einander parallele, sich senkrecht in die Höhe erstreckende „Vorhänge“ aus Zentimeterwellen-Strahlung. Das Flugzeug, dessen Geschwindigkeit gemessen werden soll, fliegt auf einer Linie, die diese „Vorhänge“ senkrecht durchstößt. Beim Durchfliegen eines jeden „Vorhanges“ sendet ein in dem Flugzeug befindlicher Sender automatisch ein Signal aus, das von einer Bodenstation aufgenommen wird. Der zeitliche Abstand der beiden ausgesendeten Signale wird von einer elektronischen „Uhr“ gemessen und gestattet die genaue Berechnung der Flugzeuggeschwindigkeit.

Die Aufstellung der Sendeantennen zur Erzeugung der beiden parallelen und senkrechten Wellenebenen muß mit großer Sorgfalt geschehen; in der Praxis konnten diese „Wellenvorhänge“ mit einer Genauigkeit von ± 15 m ausgerichtet werden, so daß sich bei Flugzeuggeschwindigkeiten von 1000 km in der Stunde nur ein Meßfehler von etwa 1/4% ergibt.

(Wireless Engineer, Juni 1948)

Das Eriskop

Das Eriskop ist eine neue französische Bildfängerröhre für das Fernsehen, die dem Ikonoskop in mancher Beziehung entspricht. Das Fotozellenraster ist aber durch eine Sekundärelektronen aussendende Fläche ersetzt. Das auf einer lichtempfindlichen Fläche entworfene optische Bild ist mit 9×12 mm außerordentlich klein, und das hier erzeugte Elektronenbild wird durch ein elektronenoptisches Abbildungssystem in sechs- bis achtfacher Vergrößerung auf der Sekundärelektronen aussendenden Fläche abgebildet. Diese Fläche ist nicht, wie bei dem Ikonoskop, mosaikartig, sondern homogen aufgebaut, aber ihre elektrische Leitfähigkeit ist so gering, daß die an jeder Stelle der Fläche durch die Sekundäremission entstandenen Ladungen für lange Zeit unverändert festgehalten werden. Die Fläche wird durch einen Katodenstrahl abgetastet.

Da das Eriskop mit einem sehr kleinen optischen Bild arbeitet, kann man Objektive sehr kurzer Brennweite und hoher Lichtstärke verwenden, so daß die Bildfängerröhre große Tiefenschärfe und Empfindlichkeit hat. Die Röhre soll eine Bildauflösung von 800 und mehr Zeilen gestatten.

(Wireless Engineer, Juni 1948)

FT NACHRICHTEN

Betrifft Abonnements in der Ostzone

Infolge der behördlich angeordneten Umstellung des Postversandes der FUNK-TECHNIK an die Bezahler in der Ostzone ist in vielen Fällen die Zustellung der August-Hefte ohne unsere Schuld unterblieben. Wir bitten diejenigen Abonnenten, die diese oder andere Hefte nicht erhalten haben, möglichst gleich unter Übersendung des Bezugsgeldes von 2.— DM je Heft (Ostzone: Postscheckkonto Berlin Nr. 154 10) um Mitteilung, damit wir die Nachlieferung der Hefte vornehmen können.

Neue Abonnements

Auf zahlreiche Anfragen teilen wir mit, daß neue Abonnements für die FUNK-TECHNIK jederzeit und in unbeschränkter Höhe angenommen werden können. Bestellungen bitten wir am zweckmäßigsten an unsere Abonnementsabteilung, Berlin-Borsigwalde, zu richten. Die Lieferung erfolgt in alle Zonen. Der Bezugspreis beträgt monatlich 4,18 DM einschließlich Postüberweisungsgebühren. Die Zahlung kann außerhalb Berlins je nach Wunsch monatlich an den Briefträger, der die FUNK-TECHNIK zustellt, geleistet werden oder durch Überweisung auf unser Bank- oder Postscheckkonto erfolgen. Nähere Einzelheiten hierüber werden den neu hinzutretenden Abonnenten jeweils mitgeteilt. Wir bitten unsere Freunde, Interessenten auf die Bezugsmöglichkeit der FUNK-TECHNIK freundlichst hinzuweisen.

Zeichnungen nach Angaben der Verfasser vom FT-Labor:	Römhild	3
	Trester	27
	Sommermeier	5

FUNK-TECHNIK erscheint mit Genehmigung der französischen Militärregierung. Monatlich 2 Hefte. Verlag: Wedding-Verlag G. m. b. H., Berlin N 65, Müllerstr. 1a, Redaktion Berlin-Borsigwalde, Eichborndamm, Tel.: 49 68 89. Chefredakteur: Curt Rint. Bezugspreis monatlich DM 4.—. Bei Postbezug DM 4,10 (einschließlich 9 Pf. Postgebühren) zuzüglich 8 Pf. Bestellgeld. Die Abonnementsgebühren werden innerhalb Groß-Berlins durch Filialboten monatlich kassiert. Bestellungen beim Verlag und den Postämtern aller Zonen. Der Nachdruck einzelner Beiträge ist nur mit Genehmigung des Verlages gestattet. Druck: Druckhaus Tempelhof.

FOTO-KINO-TECHNIK

Das Fachblatt für Industrie und Handel

Preis 2 DM

FUNK UND TON

Monatsheft für Hochfrequenztechnik
und Elektroakustik

Preis 3 DM

HERAUSGEBER DR. GUSTAV LEITHÄUSER

o. Professor an der Technischen Universität Berlin
Direktor des Heinrich-Hertz-Instituts
für Schwingungsforschung

Lieferung in alle Zonen

Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH.

Berlin-Borsigwalde



VOLLMER
AKUSTIK

LAUTSPRECHER
LAUTSPRECHER - MEMBRANEN

Eberhard Volmer, Eßlingen a. N. - Mettingen

Technisch-Physikal. Werkstätten

Kondensatoren Spezialist

KURT KULTSCHER
MÖLKAU b. LEIPZIG

regeneriert!
Verlangen Sie Druckschriften!

Lieferung nur durch den Fachhandel



R. C. - Meßbrücken
 Meßbereiche 0,1 Ohm bis 10 Megohm; 10 pF bis 10 uF
Selbstinduktions-Meßgeräte
 Meßbereich 1 uH bis 100 mH

Bellophon H. GOETJES
 LABORATORIUM FÜR H.-F.-TECHNIK
 BERLIN-FRIEDENAU, VARZINER STRASSE 6

Einbaugehäuse

poliert, neue verbesserte Ausführung in verschiedenen Größen mit Skalenantrieben und jeder Art in bester Qualität ab Lager lieferbar. Fordern Sie bitte meine Lagerliste an

Zubehörteile

N. UTHLEB • Radiogroßhandlung

BERLIN-LICHTERFELDE WEST • TIETZENWEG 7 • FERNRUF: 76 41 32



INDUSTRIE-EINKAUF-BÜRO

GÜNTER POTT • GROSSHANDEL
 RUNDFUNK-, ELEKTRO-INSTALLATIONSMATERIAL
 (1) Berlin-Friedenau 1, Rubensstr. 3 u. 3a

Erbitten Angebot in allen einschlägigen Rundfunk-, Elektro- und Installations-Materialien

Fernsprecher: 71 15 54

Wir liefern nach allen Zonen zu neuen ermäßigten Preisen:

Elektr. Wärmflaschen aus Keramik, 450 W, Heizzeit 3 Min.
Tauchsieder 800 W • Phasenprüfer
Röhrenprüfgeräte • Trolitulkondensatoren
Kaltlichtleuchten mit komplettem Zubehör
Elektromaterial aller Art

FÖRSTERLING & BARTELS GmbH., Berlin W35, Bendlerstr. 14
 Telefon: 91 35 17, Telegramm-Anschrift: ellrofoeba

Für Alarmanlagen

Raumschutzzentralen
Fadenkontakte • Türkkontakte
 wieder kurzfristig lieferbar

BERLIN O 112
 FINOWSTRASSE 31

Elektro-Geschäft Bruno Neugebauer

Aus allen Arten Kunststoffen übernehmen wir in Massenerstellung

STANZ-, ZIEH-, PRESS-, FORM- UND BOHR-FERTIGUNGEN

MASSION & CO, K.G.

ASCHAFFENBURG • Schließfach 86

Alles aus einer Hand
 von Lierold's
Radio-Versand
Reichenbach i. V.
 Schließfach 42
 Die vorteilhafte Bezugsquelle für Bastler
 Neue Liste anfordern!

Baupläne
Baukästen
Bauberatung

Es ist unsere vornehmste Aufgabe Ihnen nicht nur Gutes zu verkaufen, sondern Sie beim Basteln durch geschulte Mitarbeiter weitgehendst zu unterstützen.



Die Baflerquelle des Nordens

BERLIN N 113

Schönhauser-Allee 82 • Ecke Wicheit-Str.
 am S- und U-Bhf. Telefon: 42 88 55



Dieses Firmenzeichen bürgt für die Qualität unserer Rundfunkgeräte



T.A.KANSI

Funktechnische Werkstätten
 Berlin-Lichterfelde West, Goerzallee 7
 Telefon 76 03 97



ELPHY-Empfängergehäuse

Standard-Modelle mit Skala, Chassis, Lautsprecher, sow. Sonderanfertigung

ELPHY-Universal-Bausätze

10 verschiedene Gerätetypen mit beliebiger Variationsmöglichkeit

ELPHY-Radio-Bauteile

im Fachhandel erhältlich

Techn. Büro u. Labor Elektrophysik

für Funktechnik und Grenzgebiete München 2, Nymphenburger Str. 115



Über 20 000 Bauteile seit 1945 geliefert:

Einkreisler Kurz, M. Lg. 7,50	ZF-Saugkreis 3,—
Zweikreisler 18,—	Orlssenden-Sperrkreis 3,50
BF-Zweikr. 12,—	Flutlichtskala 14,—
4-Kr.-Kleinsuper 32,—	Gitterkappen 75
6-Kr.-Super KML 45,—	Drehknöpfe usw. 60
7-Kr.-Super 45,—	

Angebot u. Rabatte durch W. Hüfner, Nürnberg, Am Maxfeld

Trocken-Gleichrichter

(Selen) für 220 V., 20, 30 und 60 mA an Industrie und Betriebe der Rundfunktechnik lieferbar!

HANNS KUNZ INGENIEURBÜRO • BLN-CHARLOTTENBURG 4
 Giesebrochtsstraße 10 • Fernsprecher: 32 21 69
 PERSÖNLICHE RÜCKSPRACHE AB 14 UHR ERBETEN

Radioeinzelteile, Elektromaterial, Musikwarenzubehör AN- und VERKAUF

Oftspielnadeln für den Groß- und Einzelhandel liefert ständig

Willy Gosemann, Berlin-Neukölln, Hobrechtstraße 47

Spannungs-Prüfer 100—500 Volt
Fassungen Edison 14
Glimmröhren div. Typen
Elektr. Holzbrennapparat 220 Volt

liefert **GEORG WEHNER**
 Berlin-Spandau, Pichelsdorfer Straße 53



Radio-Güldner

FABRIK FÜR (EXPORT)-RUNDFUNKGERÄTE UND RGM-DIEBSTAHL-ALARMAPPARATE

MÜNCHEN 25 • JOSEF-NAUS-STRASSE 1-3
 Telefon: (Sa.-Nr.) 71327

OTTO DRENKELFORT

Industrievertretung • Elektro-Radio-Großhandel
 Technischer Kundendienst u. Wartung v. elektro-medizin. Geräten • Zweigniederlassungen in Husum und Leipzig
 Generalvertreter für Feinwerk G. m. b. H., Berlin-Steglitz
 Kino Service K.-G. K. H. v. Risselmann & Co.

Verwaltung: Berlin-Charlottenburg 2 • Schiüterstraße 12 • Tel.: 32 22 14
 Stadtverkauf: Berlin-Charlottenburg 2 • Bismarckstraße 7 • Tel.: 32 46 24



Superspulenätze

mit Abgleichanweisung ohne Meßsender! Sofort lieferbar!

- A) Für Kleinbausuper, 6 Kreise, K. M. L. M 30,-
 B) Für Großsuper, 6 Kreise M. L. K - 4x Band M 45,- inkl. Wellenschalter! Industr. Eisenk. HF. Litzew.

Liste, auch über Prüfgeräte aller Art, durch

RADIOVERTRIEB C. WRONA
 (16) WANFRIED-WERRA

BASTLER!

Fordern Sie kostenlos meine reichhaltige Liste über Radio- und Elektromaterial an. Sie finden günstige Gelegenheiten und werden prompt und gut bedient

RADIO-WEISS
 (10b) Thalheim/Erzgeb., Schließfach 58

Lieferanten

für Einkreis- und Superöhren (deutsch-amerikanische Philips und Tungstam), Elko, Einfach- und Doppeldreko, Netzrafo mit 2-12,6 Heizsp., Schalldraht, Alubleche, Bezugsstoffe, Schaltplattenabspiegeräte, moderne Radiogehäuse, gesucht. Evtl. gegen Lieferung von Einkreisern und Super im Koffer oder Gehäuse.

Wiedenhaupt, Bln.-Falkensee, Ruhstr. 10

OTTOMAR SICKEL

RADIO-ELEKTRO-GROSSHANDLUNG

Leipzig C1
 Karl-Liebkecht-Str. 12

LIEFERT: (nur an Händler)

Rundfunkzubehör und Reparaturteile und

kauft!

Hersteller werden um Angebote gebeten

Versand in alle Zonen BASTLERMATERIAL Reichhaltige Auswahl an EINZELTEILEN

**Rundfunk-Großhandel
 WALTER SCHULZ**
 Berlin-Zehlendorf, Riemeisterstraße 1
 Tel. 84 59 32 (Nebenanschluß)
 Vertreter Preisliste anfordern

Radio HEINE

Am Bahnhof Altona
 Bahnhofplatz • Pavillon • Ruf 42 38 43

Wer baut od. liefert Meß-Summer?

Zuschrift erbittet
Radio-Pfannschmidt, Bln.-Mahlsdorf,
 Hönower Straße 101, Telefon: 59 89 64

FLUTLICHTSKALEN vom Ingenieur-Büro
 Dipl.-Ing. W. Riess, Berlin-W., Rudolstädter Str. 115
 Telegr.-Adresse: Berlin, **FLUTLICHTRIESE**

KUGELLAGER

Bohrung 5-6-8-10-12 mm
 Nadellager 22 mm
sofort lieferbar!

ELEKTRO- und MASCHINENHANDLUNG
WERNIGERODE / HARZ
 Unterm Ratskopf 17 • Tel. 23 82

LEUCHTSTOFF-LAMPENGESTELLE

in verschiedenen Ausführungen
 fertig an: **TISCHLEREI FISCH**, BERLIN N 65
 Chausseestraße 59 • Tel.: 42 66 04

RADIO- und ELEKTRO-GROSSVERTRIEB

KARL MOROFF Bln.-Reinickendorf Ost
 Verl. Koloniestr. 7-12

Ruf-Nr.: 49 52 12 • Nach Dienstschuß Ruf-Nr.: 46 30 57
 Drahtanschrift: Radiomoroff, Berlin

- 1) Anlieferung in Berlin: durch eigene Boten
 - 2) Lieferung nach auswärts: Post- und Bahnversand
- Geschäftszeit: 8-16 Uhr, sonnabends 8-13 Uhr

Ankauf
 Verkauf

Schalttafeln mit Zähler

Gleichstrom 220 Volt 50 Ampere, komplett mit Meßinstrumenten, Regler, Steckdosen f. Licht u. Kraft, Pacoschalter, Sicherungen usw. sofort lieferbar

ELEKTRO- und MASCHINENHANDLUNG
WERNIGERODE / HARZ
 Unterm Ratskopf 17 • Tel. 23 82

El.-dyn. Lautsprecher

1,5-2 W und 4 W sowie Membranen, kompl. mit Spinne und Schwingspule für Ringspaltsystem 19/21, 130 u. 200 mm ø, GPM 366 nahtlos, unempfindlich gegen Feuchtigkeit, **sofort lieferbar**. Interessenten wollen Prospekt anfordern

Seeliger & Co. (14a) Backnang

FUNKGROSSHANDEL

Michael & Wilker
 (19b) DEBBAU, ZERBSTER STRASSE 71
 Lieferung von Rundfunk-Zubehör- und Ersatzteilen an Wiederverkäufer

Bastlerquelle
 Berlin-Friedenau, Sierstr. 20. Alles für's Radio. Großauswahl in allen Bastler-teilen. Sonderlisten anfordern.

SPULENWICKELMASCHINEN

neuer Konstruktion sofort
 lieferbar vom Hersteller
August Meyer GmbH
 (21a) Harsewinkel über Gütersloh

Kraftverstärker Autosuper • Meß-Sender

für spezielle Zwecke entwickelt, konstruiert u. fertig kurzfristig u. preiswert an **Fallmann & Grüllmeier**, Ingenieur-Büro und Funklabor, Visselhövede i. Hann., Bahnhofstraße 22, Telefon: 210

ELEKTRO-LÖTGRIFFEL

Ideales Kleingerät für Industrie und Handwerk. Vielseitige Verwendbarkeit bei geringem Stromverbrauch. Anschluß an Kleintransformatoren oder Akku.
SOFORT LIEFERBAR

Gen.-V. **HANNS KUNZ**, Ing.-Büro
 Charlottenburg 4, Giesebrechtstraße 10
 Ruf: 32 21 69, ab 14 Uhr

Abgeschirmte Gitterkappen

Perma-Lautsprecher
 2,5 Watt mit Ausgangsrafo
Oktalsockel

Superspulenätze
 lieferbar

FÖRSTER KG, GÖPPINGEN



ELEKTRO-KINO-RADIO

Ankauf u. Tausch von Geräten u. Einzelteilen
 Berlin C 2, Prenzlauer Straße 22 | 51 51 75



Radio-Röhren

ANKAUF • VERKAUF

M. SCHMIDT, Bln. N 31, Brunnenstr. 137
 Tel.: 46 39 18 - U-Bahn Bernauer Straße



HOCHFREQUENZBAUTEILE SPULEN UND WELLENSCHALTER

Gerd Siemann

BERLIN-REINICKENDORF OST
 FLOTTENSTRASSE 28-42

Rundfunkmaterial

KAUFT UND VERKAUFT
**RADIO-GROSSHANDLUNG
 G. A. DIECKMEYER**

Inh. G. A. Dieckmeyer u. Dipl.-Ing. R. Dorn

BERLIN-CHARLOTTENBURG, DAHLMANNSTRASSE 9, TEL. 97 96 37

FRITZ KOPPITZ

MITGLIED E.R.M. BERLIN

Großhandlung für Rundfunk, Stark- und Schwachstrom-Material

Kaufe laufend jeden Posten
 Röhren und Radio-Zubehör

BERLIN-OBERSCHÖNEWEIDE

GRIECHISCHE ALLEE 16 • TELEFON 63 18 56

Bestellschein

VERTRIEBSABTEILUNG DER FUNK-TECHNIK
 BERLIN - BORSIGWALDE

Ich/Wir bestelle _____ ab Heft _____ / _____ Exemplar _____ der
FUNK-TECHNIK

für 1/4 Jahr — 1/2 Jahr — 1 Jahr zu den Abonnementbedingungen

Name: _____

Genauere Anschrift: _____

Naturwissenschaftliche Erkenntnisse und technische Fortschritte

bestimmen das Gesicht unserer Zukunft. Wer
 sich über diese Gebiete unterrichten will, liest

Natur und Technik

die begehrte Halbmonatsschrift für alle

Monatlich DM 3,60 zuzüglich Postgebühren und Bestellgeld
 durch die Post oder den Verlag, Berlin N 65, Müllerstraße 1a

Bandsägen u. Bohrmaschinen

Bandsägen 450 mm Rollendurchmesser / Tischbohrmaschinen / Säulenbohrmaschinen sofort lieferbar

Funk 583 · Anzeigenverwaltung, Berlin N 65, Chausseest. 72

Wir kaufen jede Menge

Decelith-Aufnahme - Schallplatten

unbespielte Schallplatten
Angeb. unter
Chiffre T. 5865 Annoncen-Exp. Telzlaßf, Schöneberg, Kufsteiner Straße 43

1923 *25 Jahre* 1948

BERNHARD TROCH

OBERINGENIEUR

RADIO-ELEKTRO

OFFENBACH AM MAIN
Ludwigstraße 72 1/2 · Telefon: 8 11 74

An- und Verkauf

ERNST SPERLING

von Rundfunk- u. Elektromaterial, diverse Einzelteile vorrätig

Rundfunk- u. Elektro-Großhandel
BERLIN N 20, UFERSTR. 14 · TEL. 46 30 14

Reparaturwerkstatt für Sprechapparate, Annahme aller Reparaturen, Phono-Handlung, Karl Ludwig, Plauen, Reusner Straße 17

Radio-Reparaturwerkstätten
FRANZ FLEIKNER
Rundfunkmechanikermeister
Berlin W 15 · Lietzenburger Straße 37

ELEKTRO-Material

wie Sicherungen 10-200 Amp., Motorschutzschalter, Sicherungselemente, Ant.Dosen, Fassungen, Schalter usw., Lieferbar. Funk 584 Anzeigenverwaltung, Berlin N 65, Chausseest. 72

0,75 Ohm 12 W

SPEZIALWIDERSTAND

ca. 6000 Stck. sofort ab Lager lieferbar.
Bei 1000 Stck. M 49,50 die hundert

FRABU (22) Gummersbach/Rhld.
Stets Interesse für Neuheiten

BASTLER!

Der neuartige Fernempfänger für geringstes Geld Jetzt lobt sich wieder der Selbstbau Tagesempfang der Hauptsender Keine teuren Einzelteile Leichter Aufbau Nur 2 Röhren

Verlangen Sie ausführl. Bauanweisung DM 2,80

Elektrotechnisches Büro G. Trost
Mühlhausen/Thür., Rechenbachstr. 13

Elekt. Meßgeräte

für Wechselstrom

Ampereometer mit 2 Meßbereichen
Wattmeter

kurzfristig lieferbar.

Dr. H. COSTA, Jena-Lobeda
Postfach 2

Röhren-Hacker
BLN-BAUMSCHULEN WEG
TROJANSTR. 6 · AM BHF
MITWOCHS GESCHLOSSEN

Für den Fachmann liefert:

UP-HUS

Stuttgart-Untertürkheim 6

Sämtliche Rundfunk-schaltungen in Fabrik-sätzen, Einzelschaltungen od. ganzen Sammlungen. Ferner: Deutsche und amerikanische Röhrentabellen, Rogenerior-u. Superabgleichvorschriften, Röhrenaustauschlexikon mit üb. 2500 Röhren-austauschmöglichkeiten.



CHIFFREANZEIGEN
Adressierung wie folgt: Funk... Anzeigenverwaltung Funk-Technik, Berlin N 65, Chausseest. 72
Zeichenerklärung: (US) = amer. Zone, (Br.) = engl. Zone, (F) = franz. Zone, (SR) = russ. Zone, (R) = Berlin

Stellenanzeigen

Mehrere perfekte Rundfunkinstandsetzer stellt ein Walter Ziegler, Rundfunk- und Verstärker-Anlagen, Jena (Thüringen), Neugasse 14. Meldungen über Amt für Arbeit u. Sozialfürsorge, Jena, Zimm. 5

In allen Bezirken der Ostzone Vertreter gesucht zum Besuch der einseitigen Elektrohändler-Kundschaft. Dr. Schwarz & Co., Bin.-Charlottenbg. 4, Kantstr. 120

Ingenieur und Rundfunkmechanikermeister (Schlesier), firm in sämtlichen Arbeiten im Rundfunk- und Tonfilmfach, sucht Stellung in Bizonen als Leiter einer Werkstatt od. ähnliches. R. L. 429 Berliner Werbe Dienst, Berlin W 8

Rundfunkkaufmann (38 J.), bisher Abt.-Leiter in einem großen Versorgungsbetrieb, auch techn. mit allen Arbeiten vertraut, Reparatur, Umbau, Neubau, sucht passenden Wirkungskreis. (SR) Funk 589

Kaufmann, 40, ledig, alleinstehend, Heimkehrer mit guten Fachkenntnissen in der Rundfunkbranche, sucht Stellung, möglichst Westsektor oder Zone. MUE. 805 Berliner Werbe Dienst, Filiale Weddingplatz, Berlin N 65, Fennstraße 4

Radiobastler, vertraut mit allen Reparaturen sowie Berechnung von Netz- und Ausgangsstrom und Neubauten sucht Stellung in der Westzone als Umschüler. Zuzug ist Bedingung. Angebote unter (SR) Funk 600

Elektromechaniker, Rundfunkmechanikermeister, sucht Stellung in gleich welchem Betrieb. Zuschriften an (SR) Funk 597

Dipl.-Ing., H.F.-Spezialist, z. Z. selbst., mit Material, sucht tätige Beteiligung. Offerten unter (SR) Funk 601

Übernahme noch Vertretungen für Elektro-, Rundfunk- u. Metallfabrikate, evtl. mit Auslieferungslager, für Land Thüringen. Dasselbe Anfertigung von Zeichnungen und Konstruktionen in schneller, einwandfreier und sauberer Ausführung. Ing. u. Vertreterbüro Fritz Soland, (15a) Tabatz/Thür. Wald

Handelsvertreter übernimmt noch für Groß-Berlin Vertretungen seriöser Firmen der Radio- und Elektro-Branche. Büro, Telefon und Lagerräume (US-Sektor) vorhanden. (B) Funk 586

Tausch-Dienste

Gebe DF !! gegen andere Röhrentypen in Tausch. Radio-Király, Berlin-Haiensee, Kurfürstendamm 105

Suche dringend 1X LV 1 und 1X CV 1, Biete z. Auswahl REN 904 — RES 241, Vaivo G. 1404, 6A7, Ux 201 A. Eilango: Hermann Kopf, Halle, Goethestr. 8

Biete: 80 bass. Akkordeon — Herstellung 1939 — wie neu, mit Koffer Maiko Heß, Klingenthal; Coco Wechselrichter, 100 Watt, Eingang 110—220 Volt Gleichstrom, Abgabe 110—130 Volt Wechselstrom; Kawi Meßbrücken 1 u. 2, neu; 15 fabrikneue Röhren RS 241; 10 Stück RL 12 T 2; 10 Stück LD 1; 1 Stück Klangfilm KL 72 401 m. Fassung. Suche: RV 12 P 2000 mit Fassungen, Modernes Röhrenprüfgerät B. & F., evtl. Regeneriergerät oder andere Angebote. Angebote nur aus der russ. Zone unter (SR) Funk 588.

Biete: Tast-Röhrenvoltmeter, Type UTKT Rohde & Schwarz, Meßbereich 0,02 bis 2 Volt, 100 Hz—300 MHz. Suche: Selbst-induktionsmesser, UKW - Empfänger „Viktor“ oder Angebot. (SR) Funk 603

Biete: Volksempfänger VE 301 W. Suche: Volksempfänger VE G W oder Volksempfänger VE Dyn. G. W. Rudolf Jannack, Frankfurt/O., Gubener Str. 22

Gebe eine neue AZ 1, ein Flach Drehko mit Trimmer, 1 Pot. 1 M2 log. sowie ein Allstrom Plattenspielerchassis, 110-220 V sowie zwei neue Herzen-Nachthemden. Suche dafür eine EL 11 oder CL 4 sowie eine EFM 11 oder EF 11 evtl. CF 7. (SR) Funk 587

Biete: Fabrikneue Industrie - Radio - Gehäuse, 109 t perman.-dyn. Lautsprecher, 3 Watt, mit Universalausgangsstrom sowie anderes Nützliche od. Röhren P 2000 und P 800, neu. Suche: Marken - Super ohne Röhren der E-Röhren-Reihe, möglichst Schauh. Saba oder Nora oder noch Angebot. Angebote an Heinz Hechel, Dresden-A. 28, Reisewitzer Straße 50

Biete: 1 Siemens-Schaltuhr (neu), Uhrantrieb 220 Volt, Sperrschalter 380 Volt, 15 A. 1 Wechselstromzähler Brown Boveri (gebraucht), 220 V/3 A. 1 SEAG Treppenaufzug (neu), Typ SM, 100 bis 250 V/4 A. 1 Scheibenwischermotor mit Schalt., 6 V (neu). Suche: EBL 1, DCH 25, DAC 25, DL 25, DF 25, UY 1, Philips Urdax 1904 oder Rundfunkmaterial. (SR) Funk 582

Biete: Kipposzillatortröhre Siemens Ste. 1000 2/6. 6. Suche: 2X UCH 21 od. einige P 2000. Biete: Kleindrehbank, neu, 40 mm Spitzenh., 150 Drehl., mit Motor. Suche: Kleinbildkamera Leica, Retina oder ähnlich, evtl. Rolleif. (SR) Funk 591

Geboten: Kappelmayer, Reparaturpraktikum des Superhets, 300 S.; Großes Radio-Instrumentbuch u. Rundfunkpraktikum, 340 S.; Dr. Bergold, Elektrotechnik für den Rundfunk- u. Verstärkerfachmann, 300 S.; Friedrichs Tabellenbuch f. Elektrotechnik, 300 S.; Funk u. Ton, Heft 1/1947—3/1948. Gesucht: Shadow, System. Fehlersuche an Rundk.-Geräten; Wigand, Fehler suchen — Fehler finden; Spreiher, Rundfunkrep. leicht gemacht; Hirsekorn, Fehlersuche von ABC bis Z am Superhet; Nentwig, Funk-Meßtechnik f. Radiobastler und Techniker. R. Barth, (22b) Herschweiler-Petersheim, Kr. Kusel

Im Tausch gegen Lorenz-Zwergsuper mit Röhren suchen wir Radiomaterial, wie: Röhren AB 1, ABC 1, AK 2, AL 4, AF 7, CL 4, CP 7, CK 1, CEM 2, CBL 1, ECH 11, EBF 11, ECL 11, EL 11, EL 12, VL 4, VP 7, VC 1, P 2000, LG 12. Elektrolytkondensatoren 4, 6, 8, 16 uF, 500/550 Volt sowie Heizspiralen guter Qualität, 600 bis 800 Watt. (SR) Funk 581

Biete eine Spindel-Tischbohrmaschine bis 10 mm, 3 Gänge, verstellbarer Tisch. Fabrikat Maschinenfabrik Spandau. Suche eine Kleinbild-Kamera. (SR) Funk 585

Biete: AZ 1, AZ 11, AZ 12, DLL 21, DC 25, DF 25, DCH 25, P. 800, P. 3, P. 4000. Suche: AK 2, AF 7, P. 2000 und sonst. A., E., U-Röhren. Angebote an Elektro-Schütze, Halle/S., Dölauer Str. 39

Biete: Einankerumformer 12 V, 2,3 A/130 V, 26 mA, 4030 U/min. Suche: Elektro-od. Radiomaterial, evtl. Verkauf. (SR) Funk 594

Kaufgesuche

Rezepte zur Herstellung von Taschenlampenbatterien, wickellos (Kaltverfahren) gesucht. (US) Funk 595

Suche: 1 kompl. Magnetophon und zwei elektro- oder perman.-dyn. Lautsprecher, 10—15 Watt, zu kaufen oder gegen verschiedenes zu tauschen. Angebote an Radio-Heller, Raschau/Erzgeb. (SR)

Elektrizitätszähler, Gleich-, Wechsel- u. Drehstrom, auch defekt, kauft in jeder Menge. Hahn, Berlin-Weißensee, Schönstraße 51

Gesucht: Röhrenprüfgerät RFG 3/4 und Umformer, 220 V = auf 220 V ~, ca. 100 Watt, gegen bar oder Tausch. Rundfunk-Schröter, Zittau in Sachs., Bautzner Straße 4

Ing.-Betrieber der Rundfunk- und Elektrotechnik in der brit. Zone übernimmt Schalt-, Verdrahtungs- und Montagearbeit an Radiogeräten, Verstärkern sowie sämtlichen Geräten der Nachrichten- und Elektrotechnik. Auch kleine Stückzahlen. Angebote unter (Br.) Funk 592

Radio-Röhren in größeren Mengen zu kaufen gesucht. Radio-Specht, (22a) Wuppertal-E., Schließfach 561

Suche zu kaufen (Westwährung): Pionier-Minorauchgerät komplett oder defekt, bzw. Schaltplan. (Br.) Funk 596

Verkäufe

HAVI-PATENT Kreuzspulen- und Tribo-wickelmotoren sowie Original-Werkstattzeichnungen zum Selbstbau liefert Hans Vieweg, Ingolstadt, Ringsee 108

Elektromaterial: Div. Kabelverteiler 60 A 500 V, div. Sicherungskästen 2- und 3polig m. 1., 2., 3., 4 Stromkreisen mit Schalter usw., 2 Reservovorschalter, 10 große Druckschalter 1,5—3 Atü, div. Motorhebelschalter 11 Kw 500 V, 10 St. Motordrehchalter 25 A, ca. 90 Patentlampenfassungen m. Schalter (Isoköpfe), je 20 Sicherungsautomaten 6, 10 und 15 A, Motorschusshalter 0,8—2 A und 2—4 A und 4—6 A, Schuko Steckdosen m. 1 u. 2 Sicherungen, Harnax-Leuchtschalter 110 V Über- u. Unterputz, abzugeben. Anfragen unter (SR) Funk 604

S & H - Z - Meßkoffer für Wechselstrom-Leistungsmessungen gegen Angebot mit teilweise. Glühlampenlieferung zu verkaufen. (SR) Funk 593

Verkaufe größeren Posten Selengleichrichter, 45 mm Ø, 4 Zellen, in Gracchschaltung. (SR) Funk 602

Hochfrequenzkabel in einem Stück von 180 Meter und in Längen von 5—10 m abzugeben. Muster stehen auf Anforderung zur Verfügung. Paul Burghardt, (15a) Ebeleben/Thür., Telefon 109

1 Drehstrom-Generator, 400 Volt, 10 kVA, 14,5 Amp., 1500 UpM. zu verkaufen od. gegen Elektro-Motor zu tauschen. Angebot erbitet Elektro-Hag, Dessau Süd, Heidestraße 269

Verkauf, Kauf, Rep. und Eichungen von Volt- u. Amp.-Meter, P. Blech, Berlin NO 55, Kammeweg 13. Tel.: 51 58 16

Verkaufe gegen Höchstgebot: 2 Katodenstrahlröhren AEG HR 1/100/1,5, 2 Katodenstrahlröhren AEG HR 1/60/0,5, 5 Stabilisatoren 280/40, 1 Körtling-Hochton-Aggregat. (SR) Funk 590

Röhren-Meß- und Laborgerät, Type 03, wieder beschränkt lieferbar. Dr. F. Kohel, Berlin-Tempelhof, Ottokarstr. 5a

Bauen Sie akt. Meisterstücke usw. D. DRP. u. DRPA. v. Ph. Hahn, Darmstadt, Ohlystraße 66

„Radio-Studio“ Funk-Fernschule für Bastler, Umschüler, Lehrlinge, Gesellen usw. Grundlehrgang 52 Wochenbriefe mit Übungsaufgaben, Kursdauer 1 Jahr. Mit. M 4,50, Viertelj. M 13,—. Dipl.-Ing. H. Dehne, (13b) Brannenburg/Inn



Feho - LAUTSPRECHER
für alle Verwendungszwecke

**Feho - RICHT- UND
RUNDSTRAHLER**
für Raum- und Freianlagen

(Lieferungsmöglichkeit z. Z. beschränkt!)

LEIPZIGER LAUTSPRECHER- UND METALLWARENFABRIK
FISCHER & HARTMANN
LEIPZIG S 3 · SCHLISSFACH 60

« Lipsia »

RADIO- UND ELEKTROGROSSHANDELSGESELLSCHAFT

*Ist die Fachgroßhandlung für den
mitteleutschen Rundfunkfachhändler*

Deshalb notieren Sie bitte für Ihre Einkäufe:

« Lipsia » RADIO- U. ELEKTROGROSSHANDELSGESELLSCHAFT
LEIPZIG C 1, QUERSTRASSE 26-28 · TELEFON: 660 12

Das
RADIO- OTO-Schaltbild
**WERK-
STÄTTEN!**

eine vollständige Sammlung der
Empfänger-Industrie-Schaltungen,
in monatlichen Folgen lieferbar.
Im Zwei-Farben-Druck, mit Prüf-
und Abgleich-Anweisungen, die
modernste Hilfe für den
RADIO-INSTANDSETZER

Fordern Sie sofort kostenlos den OTO-SCHALTBILD-Prospekt
mit Musterschaltbild an durch „OTO“, Phys. Techn.
Werkstätte, (14 a) Ludwigsburg 42, Postfach 157



GESELLSCHAFT FÜR ELEKTROTECHNISCHE ANLAGEN
Dr.-Ing. habil. Georg Weiß KG. (17b) Aach/Hegau (Baden)

UNSERE SPEZIALITÄT:
FOTOZELLEN

FÜR TONFILM: Vertrieb durch Film-Union, Baden-Baden
FÜR MESS- UND STEUERZWECKE: Lieferung ab Werk Aach

PERMAX - APPARATEBAU
JOSEF HOFFMANN GMBH



Herstellungsprogramm

PERM.-DYNAM. LAUTSPRECHER
ELEKTRO-DYNAM. LAUTSPRECHER
SKALENANTRIEBE
SPULENSÄTZE
UND ABSTIMMGERÄTE

MÜNCHEN 13 (MILBERTSHOFEN), MOOSACHER STRASSE 23 · TEL. 34753

Willi Knöfel



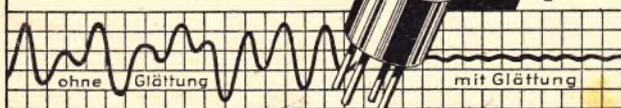
ELEKTRO- UND RADIO-GROSSHANDLUNG

BERLIN-NEUKÖLLN BREMEN-GRÖPELINGEN
WBICHELPLATZ 3-4 HOCHBUNKER HALMERWEG

*Radio-Einzelteile
Beleuchtungskörper
Lampenschirme*

**Glättungs-
Röhren**

halten die Spannung konstant
für Netzanschluß u. Prüfgeräte



DEUTSCHE GLIMMLAMPEN-GESELLSCHAFT PRESSLER
Leipzig C1 · Berliner Straße 69

Der Funkberater

Verkauf und Ankauf von
Rundfunkgeräten, Schall-
platten, Tonmöbeln-Rund-
funk-Reparaturwerkstatt
mit modernen Meßein-
richtungen

MAX HERRMANN
RUNDFUNKMECHANIKERMEISTER

*Spezial-Reparaturabteilung für Laut-
sprecher aller Typen · Kino-Verstärker u.
Lautsprecher, Kondensator-Mikrophone*

*Der Fachmann für
Elektro-Akustik*

BERLIN N 58, CANTIANSTR. 21, TEL. 42 63 89
Nähe S- und U-Bahn Schönhauser Allee