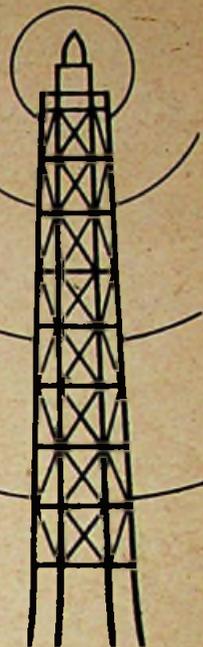
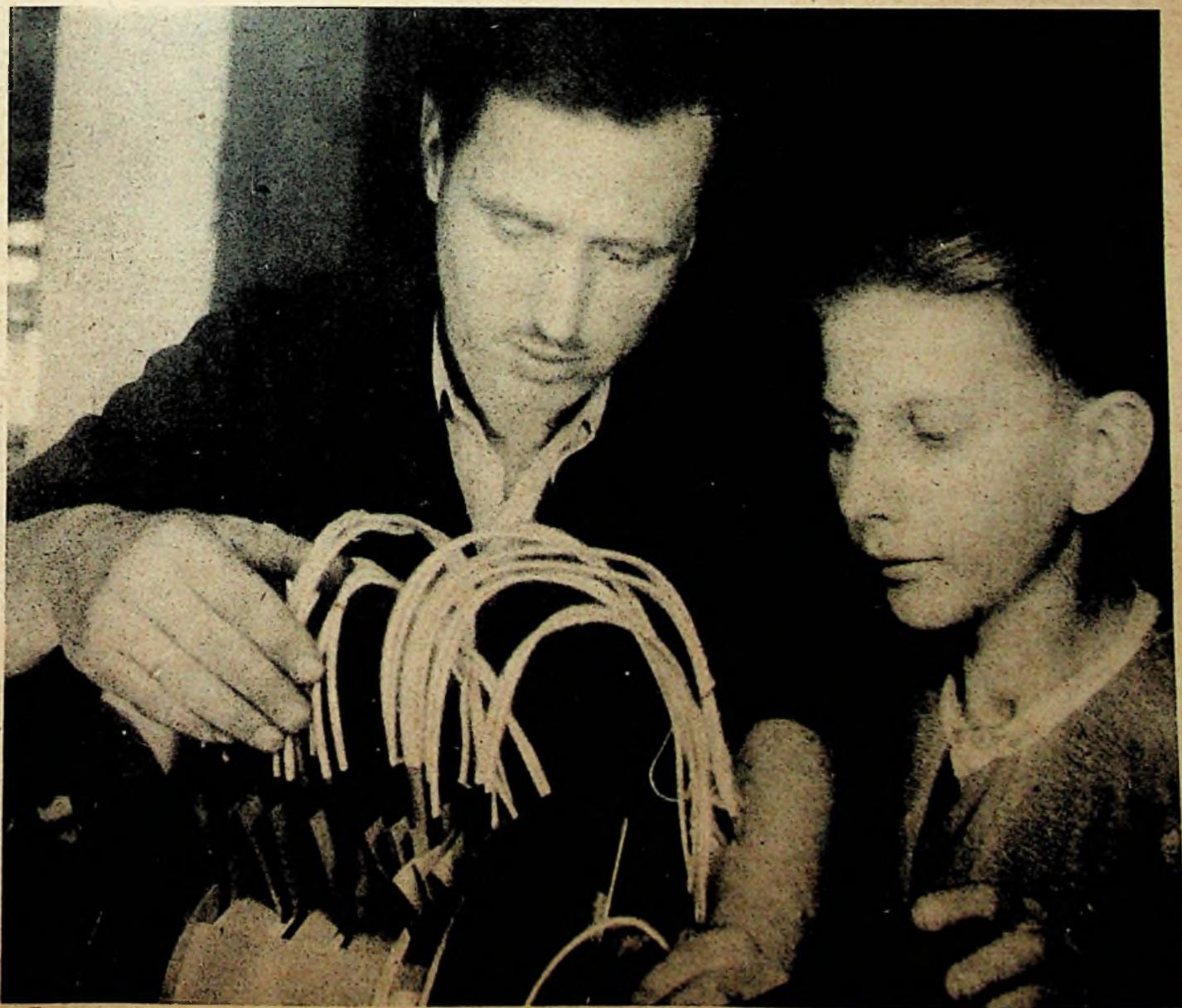


# FUNK- TECHNIK

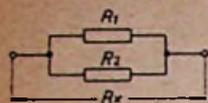


ZEITSCHRIFT FÜR DAS GESAMTE ELEKTRO-RADIO-UND MUSIKWARENFACH





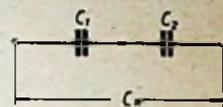
# TABELLEN FÜR DEN PRAKTIKER



$$R_x = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \Omega$$

Parallelschaltung von Widerständen  
Reihenschaltung von Kondensatoren

$$C_x = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$



R <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> )	R <sub>1</sub> (C <sub>1</sub> )															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	25
1	0,5	0,67	0,75	0,8	0,83	0,86	0,88	0,89	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96
2	0,67	1,0	1,2	1,33	1,43	1,5	1,56	1,6	1,64	1,67	1,71	1,75	1,78	1,8	1,82	1,85
3	0,75	1,2	1,5	1,72	1,88	2,0	2,1	2,18	2,25	2,3	2,4	2,47	2,52	2,57	2,61	2,68
4	0,8	1,33	1,72	2,0	2,22	2,4	2,54	2,66	2,77	2,86	3,0	3,11	3,2	3,27	3,33	3,45
5	0,83	1,43	1,88	2,22	2,5	2,73	2,92	3,08	3,22	3,33	3,52	3,68	3,81	3,92	4,0	4,17
6	0,86	1,5	2,0	2,4	2,73	3,0	3,23	3,42	3,6	3,75	4,0	4,2	4,36	4,5	4,62	4,84
7	0,88	1,56	2,1	2,54	2,92	3,23	3,5	3,74	3,94	4,11	4,42	4,66	4,87	5,05	5,19	5,47
8	0,89	1,6	2,18	2,66	3,08	3,42	3,74	4,0	4,23	4,45	4,8	5,09	5,34	5,54	5,71	6,06
9	0,9	1,64	2,25	2,77	3,22	3,6	3,94	4,23	4,50	4,74	5,15	5,48	5,76	6,0	6,21	6,62
10	0,91	1,67	2,3	2,86	3,33	3,75	4,11	4,45	4,74	5,0	5,45	5,84	6,15	6,43	6,67	7,15
12	0,92	1,71	2,4	3,0	3,52	4,0	4,42	4,8	5,15	5,45	6,0	6,46	6,86	7,2	7,5	8,11
14	0,93	1,75	2,47	3,11	3,68	4,2	4,66	5,09	5,48	5,84	6,46	7,0	7,47	7,87	8,23	8,96
16	0,94	1,78	2,52	3,2	3,81	4,36	4,87	5,34	5,76	6,15	6,86	7,47	8,0	8,48	8,9	9,75
18	0,95	1,8	2,57	3,27	3,92	4,5	5,05	5,54	6,0	6,43	7,2	7,87	8,48	9,0	9,48	10,4
20	0,95	1,82	2,61	3,33	4,0	4,62	5,19	5,71	6,21	6,67	7,5	8,23	8,9	9,48	10,0	11,1
25	0,96	1,85	2,68	3,45	4,17	4,84	5,47	6,06	6,62	7,15	8,11	8,96	9,75	10,4	11,1	12,5
30	0,97	1,88	2,73	3,52	4,28	5,0	5,68	6,31	6,92	7,5	8,76	9,54	10,43	11,25	12,0	13,64
40	0,97	1,90	2,79	3,63	4,44	5,21	5,96	6,66	7,35	8,0	9,23	10,37	11,43	12,41	13,3	15,38
50	0,98	1,92	2,83	3,7	4,54	5,35	6,14	6,89	7,62	8,33	9,68	10,94	12,12	13,23	14,29	16,66
60	0,98	1,93	2,85	3,75	4,61	5,45	6,27	7,06	7,82	8,57	10,0	11,35	12,63	13,84	15,0	17,65
70	0,98	1,94	2,87	3,78	4,66	5,52	6,36	7,18	8,0	8,75	10,24	11,66	13,02	14,31	15,55	18,42
80	0,99	1,95	2,89	3,80	4,70	5,58	6,44	7,27	8,1	8,88	10,43	11,91	13,33	14,69	16,0	19,05
90	0,99	1,95	2,9	3,83	4,73	5,63	6,5	7,35	8,18	9,0	10,5	12,11	13,58	15,0	16,36	19,56
100	0,99	1,96	2,91	3,84	4,76	5,66	6,54	7,4	8,25	9,1	10,71	12,28	13,8	15,25	16,66	20,0

C <sub>2</sub> (R <sub>2</sub> )	R <sub>1</sub> (C <sub>1</sub> )														
	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	300	400	500	1000
30	15	17,14	18,75	20	21	21,81	22,5	23,1	25	26,1	26,8	27,3	27,9	28,3	29,2
40	17,14	20	22,2	24	25,5	26,6	27,7	28,6	31,6	33,3	34,5	35,3	36,4	37	38,5
50	18,75	22,2	25	27,3	29,2	30,8	32,2	33,3	37,5	40	41,7	42,8	44,4	45,4	47,6
60	20	24	27,3	30	32,3	34,2	36	37,5	42,8	46,2	48,4	50	52,1	53,5	56,6
70	21	25,4	29,2	32,3	35	37,4	39,4	41,1	47,7	51,9	54,7	56,8	59,6	61,4	65,4
80	21,8	26,6	30,8	34,2	37,4	40	42,3	44,5	52,2	57,1	60,6	63,1	66,6	68,9	74
90	22,5	27,7	32,2	36	39,4	42,3	45	47,4	56,3	62,1	66,2	69,2	73,5	76,2	82,5
100	23	28,6	33,3	37,5	41,1	44,5	47,4	50	60	66,7	71,5	75	80	83	91
150	25	31,6	37,5	42,8	47,7	52,2	56,3	60	75	85,7	93,6	100	109	115	130
200	26,1	33,3	40	46,2	51,9	57,1	62,1	66,7	85,7	100	111	120	133	143	166
300	27,3	35,2	42,8	50	56,8	63,1	69,2	75	100	120	136	150	171	188	230
400	27,9	36,3	44,4	52,1	59,6	66,6	73,5	80	109	133	154	171	200	222	286
500	28,3	37	45,4	53,5	61,4	68,9	76,2	83,3	115	143	167	188	222	250	333
1000	29,1	38,4	47,6	56,6	65,4	74	82,5	91	130	167	200	230	286	333	500

## Aus dem Inhalt

TABELLEN FÜR DEN PRAKTIKER	Seite 2
Parallelschaltung von Widerständen	2
Reihenschaltung von Kondensatoren	2
Vielseitige Elektro-Industrie	3
ELEKTRO- UND RADIOWIRTSCHAFT	
Tonabnehmer in Europa und Übersee	4/5
Glimmstreckenstabilisierte Netzgleichrichter	6/7
Die Pendelrückkopplung	7/8
Der Skin- oder Hauteffekt von Leitern	9
Fernsehen in den USA	10
Grundlagen der Impulstechnik, III. Teil	11/12
DIE MESSTECHNIK IN DER REPARATURWERKSTATT	
Das Kompensationsvoltmeter — Gegenstück zum	13
Röhrenvoltmeter	14
Ein Normungsvorschlag	14
Röhrenprüfgenerator	14
FT-KURZWELLE	
Hochleistungs-Spezial-Empfänger für Amateurfunk-	15
betrieb AKWE 8 Q 11	16/17
Transformatoren	18
DER ELEKTROMEISTER	
Nachrichten der Elektro-Innung Berlin	18
Der Einfluß der Betriebsspannung auf die Hinter-	18/19
einanderschaltung von Kondensatoren	19
Die Starkstromtechnik in Nordamerika	19
FT-WERKSTATTWINKE	
Alte Empfänger werden umgebaut	20/21
Verwendung von Röhren mit Katodenschluß	21
FÜR DEN JUNGEN TECHNIKER	
Wir lesen eine Schaltung: Die Röhre V <sub>1</sub>	22
FT-Lexikon	22
Die verschiedenen Betriebsarten der Endstufe	23
Anwendungen der Gleichungen ersten Grades mit	23
einer Unbekannten (5. Fortsetzung)	23
Nikola Tesla	24
WO STECKT DER FEHLER, Auflösung der Aufgabe	25
Nr. 10	25
FT-ZEITSCHRIFTENDIENST	25/26
FT-BRIEFKASTEN	26

## Zulässige Belastung in A für gummiisolierte Leitungen mit Cu- und Al-Leitern (nach VDE)

Nennquerschnitt des Kupferleiters mm <sup>2</sup>	Bel fester Verlegung in Rohr				Bel fester Verlegung in Luft				Für bewegliche Leitungen	
	höchste dauernd zulässige Stromstärke für jeden Leiter		Nennstromstärke für entsprechende Schmelzsicherung		höchste dauernd zulässige Stromstärke für jeden Leiter		Nennstromstärke für entsprechende Schmelzsicherung		höchste dauernd zulässige Stromstärke für jeden Leiter	Nennstromstärke für entsprechende Schmelzsicherung
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0,75	—	—	—	—	—	—	—	—	10	6
1	12	—	6	—	—	—	—	—	12	6
1,5	16	—	10	—	—	—	—	—	16	10
2,5	21	17	15	10	—	—	—	—	27	20
4	27	22	20	15	—	—	—	—	35	25
6	35	28	25	20	—	—	—	—	48	35
10	48	38	35	25	—	—	—	—	66	60
16	68	53	60	35	—	—	—	—	90	80
25	90	72	80	60	—	—	—	—	110	100
35	110	90	100	80	—	—	—	—	140	125
50	140	110	125	100	—	—	—	—	175	160
70	175	140	160	125	230	185	200	160	215	200
95	215	175	200	160	290	230	260	200	260	225
120	255	205	225	200	350	280	300	260	305	260
150	295	235	260	225	410	330	350	300	350	300
185	340	270	300	260	480	385	430	350	400	350
240	400	320	350	300	570	455	500	430	480	430
300	470	375	430	350	660	530	600	500	570	500
400	570	455	500	430	790	630	700	600	—	—
500	660	530	600	500	900	720	800	700	—	—

Zum Titelbild: Wer so eifrig bei der Sache ist wie dieser junge Lehrling, wird bestimmt einmal ein sehr tüchtiger Meister werden  
Sonderaufnahme für die FUNK-TECHNIK von E. Schwahn

## *Vielseitige Elektro-Industrie*

Ein Verzeichnis der von Deutschlands Elektro-Industrie hergestellten Gegenstände umfaßte im Jahre 1937 über 4500 Positionen. Jedes einzelne Gerät wurde dazu noch in verschiedenen Typen angefertigt, so daß die Auswahl allen Ansprüchen genügte. Die Ausführung selbst war im steten Wandel begriffen, denn wie auf kaum einem anderen Gebiete war die Technik hier ständig auf der Suche nach Verbesserungen, Vereinfachungen und Verbilligung. Neue Werkstoffe führten oft zu besseren Konstruktionen, neue physikalische Erkenntnisse ließen ganze Gebiete neu entstehen, die Verbraucher stellten immer höhere Anforderungen an die Betriebsgüte, der Wettbewerb zwang dazu, die Fertigung zu verbilligen, neue Arbeitsverfahren der Industrie veranlaßten die Elektrotechnik neue Hilfsmittel bereitzustellen.

Man kann ohne Übertreibung sagen, daß wohl auf keinem anderen industriellen Gebiete die Stellung Deutschlands so unbestritten war. Der Absatz in Deutschland selbst gab einen sicheren Rückhalt für die Bearbeitung des Weltmarktes, der hohe technische Standard Deutschlands war eine Sicherheit dafür, daß nur gut erprobte Ausführungen herauskamen. Bis auf die Vereinigten Staaten von Amerika und deren unmittelbare Nachbarn waren eigentlich alle Länder ständige Kunden der deutschen Elektrotechnik, entweder auf dem ganzen Gebiet oder auch nur bei Spezialgeräten. Die Lage der Konkurrenz gegenüber konnte dank der technischen Leistungen niemals benängstigend werden, wenn selbstverständlich auch scharfe Kämpfe um Preise nicht ausblieben. Es läßt sich genau verfolgen, wie sich der Export immer mehr zu den höherwertigen Erzeugnissen verlagerte, höherwertig in dem Sinne, daß Anteil an wissenschaftlich-technischer Entwicklung und Präzisionsarbeit ständig zunimmt. Nur eine Zahl mag das erläutern: der Ausführanteil von Geräten und Anlagen der Nachrichten- und der Meßtechnik war im Jahre 1938 bis auf 100 Millionen Mark, entsprechend einem Anteil von fast einem Drittel an der gesamten Elektroausfuhr gestiegen. Gemeinsam ist diesen Gebieten der Telegrafie und Telefonie mit und ohne Draht, der Meßtechnik in ihren verschiedenen Anwendungsgebieten, der Verstärkertechnik vom einfachen Radiogerät bis zum komplizierten Breitbandverstärker und zur Trägerfrequenzanlage, daß sie nur wenige ausländische Rohstoffe — meist nicht mehr als 5 % — enthalten. Daß gerade hier ein hoher Entwicklungsstand erreicht war, erklärt sich daraus, daß Deutschland seinen eigenen Nachrichtenverkehr im Interesse seiner eigenen Wirtschaft und infolge seiner Bedeutung als Durchgangsland für den europäischen Nachrichtenverkehr zu hoher Blüte entwickelt hatte. In der Starkstromtechnik war die Lage natürlich ähnlich, denn die Verbundwirtschaft, das Zusammenarbeiten der verschiedenen Energievorkommen, und die Hilfsmittel zu ihrer Durchführung, von der Höchstspannungsleitung bis zur Fernmeß- und Steueranlage, waren in jeder Einzelheit gut durchgebildet. In der Elektromedizin war Deutschland am Welthandel sogar mit mehr als 50 % beteiligt, denn die einschlägigen Unternehmen hatten es verstanden, neue Gedanken frühzeitig aufzugreifen und zu gebrauchsfähigen Geräten zu entwickeln.

Die gegenwärtige Lage der Elektro-Industrie ist durch den Mangel an nahezu allem gekennzeichnet, was früher ihre Stärke ausmachte. Die hochwertigen Ausrüstungen der Fa-

briken, Prüffelder und Laboratorien sind bei den Großfirmen Berlins fast restlos demontiert worden und konnten inzwischen nur zum kleinen Teil wieder neu aufgebaut werden. Insbesondere ist hier an den Bau von Großmaschinen noch nicht wieder zu denken, denn die dazu nötigen schweren Werkzeugmaschinen können nicht beschafft werden. In den Westzonen haben viele elektrotechnische Fabriken schwer gelitten, allerdings sind manche von ihnen auch ohne größere Schäden durch den Krieg gekommen. Die Demontagen haben die Fabriken nur wenig beeinträchtigt. Es fehlt an Werkstoffen und vor allem den vorgearbeiteten Halbzeugen, von denen die Elektrotechnik eine große Auswahl aus nahezu allen Metallen und Isolierstoffen benötigt. Das Werkstofflager einer Berliner Großfirma umfaßte vor dem Kriege etwa 7000 Positionen, an denen eine noch größere Zahl von Fabrikanten aus allen Teilen Deutschlands beteiligt war. Schon allein darin spiegelte sich die Vielseitigkeit der Elektro-Industrie und die allseitige Befruchtung, die sie in allen Industrien ausübte. Es fehlt auch an Arbeitskräften mit den nötigen Spezialkenntnissen, gleichgültig, ob es sich um Feinmechaniker, Maschinenschlosser oder Entwicklungsingenieure handelt. Immerhin läßt sich feststellen, daß alle Betätigungsgebiete der Elektro-Industrie wenigstens in ihren Keimen erhalten geblieben sind. Die Großfirmen Berlins arbeiten wieder in beachtlichem Umfang, wenn auch die Erzeugung den Bedarf nicht annähernd decken kann und deswegen eine Sichtung der Kunden nach ihrer Dringlichkeit erforderlich ist. Bei allen Unternehmen spielen natürlich Reparaturen und Montagen eine bedeutende Rolle, was sich schon darin ausdrückt, daß bei ihnen mehrere tausend Personen beschäftigt werden. In den westlichen Zonen hat insbesondere die elektro-medizinische Industrie in Erlangen sowie die dort und in Frankfurt beheimatete Meßinstrumentenindustrie ihre Tätigkeit in beachtlichem Umfang wieder aufgenommen. Erlangen kann wieder Röntengeräte, Kurzwellen-Therapie-Apparate und Anschlußapparate für die Behandlung mit elektrischem Strom liefern. Demnächst soll hier auch eine Röhrenfabrik für Ventil- und Röntgenröhren eingerichtet werden, um nach der Demontage des Werkes in Rudolstadt wieder leistungsfähig zu sein. In den Westzonen arbeiten auch wieder verschiedene Kabelwerke, allerdings in geringem Umfang, denn dieser Zweig ist sehr materialintensiv, benötigt also Blei, Kupfer, Faserstoffe, Papier, Aluminium usw. in großen Mengen. In Mannheim werden wieder Quecksilberdampfgleichrichter gebaut bzw. instandgesetzt, Göttingen verfügt über zwei Betriebe für elektrische Laboratoriumsausrüstungen. Auch Kohlebürsten nebst Zubehör werden wieder von zwei Firmen hergestellt. Elektrische Haushaltsgeräte gibt es wieder in den verschiedensten Ausführungen, die allerdings nicht immer den hohen Ansprüchen der Vergangenheit genügen.

Vorläufig fehlt es insbesondere noch an den Verbindungen zum Weltmarkt, denn die früher so rege Verkaufsorganisation ist nicht mehr. Immerhin ist der Bedarf an Elektrotechnik aller Art so groß, daß auch für die deutsche Industrie Betätigungsmöglichkeiten bleiben. Wichtigste Voraussetzung dafür ist natürlich, daß die Erzeugnisse ein entsprechendes Niveau haben.

G. H. N

# ELEKTRO-UND RADIOWIRTSCHAFT

## Tonabnehmer ... in Europa und Übersee

Mit der Konstruktion des leichten Tonabnehmers TO 1000 bzw. seines verbesserten Bruders TO 1001 (Telefunken) erreichte die deutsche Industrie ihren bisherigen Höhepunkt in der Fertigung von Pick-up\*. — Ein neues Prinzip hatte sich erfolgreich durchgesetzt. — Krieg und Nachkriegszeit verhindern bei uns noch immer die weitere Entwicklung, so daß wir den Blick in glücklichere Länder werfen müssen: die Schweiz, England und USA.

Die Schweizer Präzisionsindustrie war mit den Marken Paillard, Thorens und Perfectone schon immer führend gewesen — und es ist recht reizvoll zu sehen, wie dort die Entwicklung gelaufen ist —, eine Entwicklung übrigens, deren Parallelen überall in der Welt zu finden sind.

Mit dem TO 1000 war das „Wie“ eines modernen Tonabnehmers klar geworden: sehr geringer Auflagedruck bei völliger Mitnahme aller Rillenfeinheiten — und noch sehr viel geringerer Auslenkdruck, der allein es gestattet, überaus hartes Nadelmaterial zu nehmen, dessen Abnutzung unmerklich ist ... die wirkliche Dauernadel war geboren! Als Material für sie kann aus vielen Gründen nur der Saphir genommen werden, übrigens eine alte Sache, denn bereits im ersten „Phonographen“ mit Walzen an Stelle der Platten bildete dieser Edelstein die Spitze der damaligen Nadeln.

Der sehr geringe Auslenkdruck, der den Nadelbewegungen entgegenwirkt, läßt die spitze Saphirnadel allen Rillenfeinheiten gehorsam folgen, wirklich folgen, d. h. die feinsten Auslenkungen der Rille, die erst die Brillanz der Wiedergabe verbürgen, bleiben auch bei oftmaligem Spielen stehen und werden nicht wie beim Abspielden mittels „alter“ Dose und Stahlnadeln brutal abgeschliffen.

Nachdem man das Konstruktionsprinzip des sehr geringen Auslenkdruckes einmal beherrschte, konnte es bei allen Arten moderner Tonabnehmer Anwendung finden. Magnetische, dynamische und Kristall-Pick-up besitzen heute in der ganzen Welt einen Auslenkdruck in der Waagerechten, der sich zwischen 3 und 8 Gramm bewegt. Damit ist es erstmalig möglich geworden, auswechselbare Saphir-Nadeln in allen diesen Dosen zu verwenden, die beim Gebrauch in älteren Pick-up mit einem seitlichen Widerstand von 30 g die feinsten Auslenkungen der Rillen nach wenigen Minuten des Abspieldens zerstören würden.

Nach dieser kurzen Darstellung der Grundlagen moderner Tonabnehmerkonstruktion sei auf einige führende Schweizer Fabrikate eingegangen. Die Tonabnehmer und Plattenspieler dieses Landes erfreuten sich früher auch in Deutschland sehr großer Beliebtheit.

\*) Telefunken, Hannover, liefert in einiger Zeit den neuen Tonarm TO 1002.

Thorens, die rührige Fabrik elektrischer Tonabnehmer, Plattenspieler und Plattenwechsler in St. Croix, liefert eine geschlossene Serie Tonabnehmer mit vier verschiedenen Modellen: magnetisch, magnetisch (niederohmig mit Übertrager), dynamisch (niederohmig mit Übertrager), Kristall.

Das magnetische Modell RONDO (Abb. 1) ist ein einfacher Gebrauchstonabnehmer ohne konstruktive Besonderheiten und steht hier lediglich als Vertreter des robusten, billigen Massenerzeugnisses. Seine Daten sind: senkrechter Druck 60 ... 70 g, waagerechter Druck 8 ... 10 g, Klirrfaktor bei 400 Hz

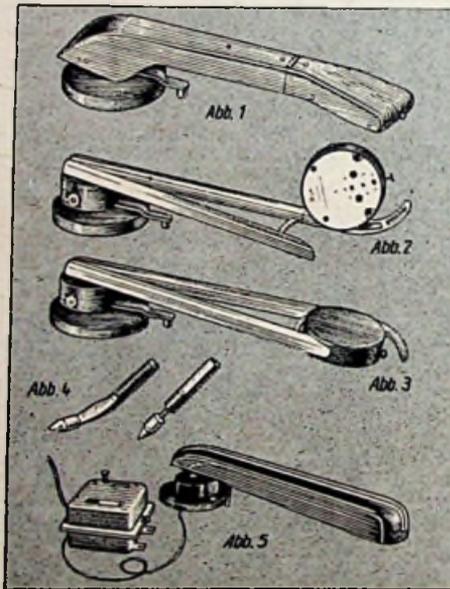


Abb. 1: RONDO, ein handelsüblicher, einfacher, magnetischer Tonarm der niedrigen Preisklasse. Abb. 2: FUGUE, der sehr hochwertige, dynamische Tonabnehmer mit Übertrager. Abb. 3: CHRYSAL, der piezoelektrische Tonabnehmer mit auswechselbarer Saphirnadel. Abb. 4: Die beiden auswechselbaren Saphirnadeln von Perfectone. Abb. 5: Die neue Reihe der Paillard-Tonabnehmer. Das Bild zeigt die Type RB 5 mit Übertrager

1,5 %, Spannung bei 1000 Hz 1 Volt, zweifach gedämpft. Der immer noch recht große Auslenkdruck von durchschnittlich 9 g verbietet hier die Verwendung von Saphirnadeln.

GAVOTTE ist ein niederohmiges magnetisches System zum Gebrauch mit Übertrager, es weist folgende Daten auf: senkrechter Druck 50 ... 60 g, waagerechter Druck 5 ... 6 g, Klirrfaktor bei 400 Hz 0,25 % (ohne Trafo), Spannung bei 1000 Hz 1,25 V (mit Trafo). Die Frequenzkurve ist geradlinig mit starker Bevorzugung der Tiefen, bei 7000 Hz fällt die Kurve steil ab.

Für sehr hohe Ansprüche und entsprechenden Preis liefert Thorens den dynamischen Tonabnehmer FUGUE (Abb. 2), dessen Frequenzkurve ein beinahe ideales Bild zeigt. Da auf Grund des Konstruktionsprinzips das elektro-

magnetische Feld bei dieser Bauart konstant ist, gibt es kein hysteretisches Phänomen und damit praktisch keine nichtlinearen Verzerrungen. Die Aufhängung des Nadelhalters ist derart, daß die Plattenabnutzung äußerst gering bleibt. Da die abgegebene Spannung eines dynamischen Tonabnehmers sehr gering ist, macht sich ein Übertrager erforderlich, der sie auf 0,5 Volt erhöht. Hier sind die Daten: Senkrechter Druck 40 ... 50 g, waagerechter Druck 3 ... 4 g, Klirrfaktor (ohne Trafo) bei 400 Hz 0,1 %, Spannungsabgabe (mit Trafo) bei 1000 Hz 0,5 V.

Das piezoelektrische Modell CRYSTAL gibt, wie alle Tonabnehmer dieser Art, die tiefen Frequenzen bevorzugt wieder, wie die Frequenzkurve (Abb. 6) zeigt. Abb. 3 läßt erkennen, auf welche geschmackvolle Art man Tonabnehmer konstruieren kann. Seine Daten: Senkrechter Druck 40 ... 50 g, waagerechter Druck 4 ... 5 g, Klirrfaktor bei 400 Hz 0,2 %, Spannungsabgabe bei 1000 Hz 0,6 V.

Perfectone in Bienne liefert einen sehr leichten Kristalltonarm aus grauem Spritzguß mit Kugellager. Man unterscheidet vier Modelle:

Type 21A (leichte Ausführung) und 22A (schwere Ausführung) für auswechselbare Stahl- oder Hornnadeln, Type 21S und 22S mit festeingebautem Saphir für 10 000 Plattenseiten und Schutzrolle gegen Beschädigungen.

Auch bei diesen Tonarmen ist der Druck der Nadel auf die Platte extrem gering, je nach Modell schwankt er zwischen 19 (!) und 40 Gramm. Die beiden Kurven in Abb. 7 lassen die Möglichkeiten erkennen, den Frequenzgang weitgehend zu beeinflussen.

Perfectone liefert zwei Sorten auswechselbarer Saphir-Stifte für leichte Tonabnehmer, die jeweils 1500 Plattenseiten aushalten sollen. Dabei unterdrückt die gebogene blaue Saphirhalterung die hohen Frequenzen sehr stark und beseitigt damit fast völlig das Nadelgeräusch, während diese Höhenabschwächung bei der geraden, roten Saphirhalterung nicht so ausgeprägt ist (Abb. 4).

Paillard als die bekannteste Schweizer Tonabnehmer-Fabrik hat ebenfalls eine Serie magnetischer und Kristall-Pick-ups neu herausgebracht. Sie tragen als Zeichen dieser neuen Serie mit dem Erscheinungsjahr 1945 alle die Zahl 5 hinter der Buchstabenkennung. Ihre äußere Erscheinung (Abb. 5 zeigt die Type RB 5 mit Übertrager) unterscheidet sich nicht von den früher gelieferten Pick-ups. Es ist das gleiche, auch in Deutschland bekannte Preßstoffgehäuse, das im Vergleich zu den teilweise bizarren Konstruktionen anderer Firmen fast ein wenig konservativ wirkt.

RB 5: Der einfache, hochohmige, magnetische Tonarm als Standardausführung für alle Empfänger und Verstärker.

RM5: Das gleiche Modell wie R5, sein Widerstand ist jedoch umschaltbar, damit es für alle Zwecke, also universell, verwendet werden kann. Die Tabelle gibt nähere Aufschlüsse.

RB5: Dies ist ein niederohmiger magnetischer Tonabnehmer, der nur in Verbindung mit einem Übertrager ver-

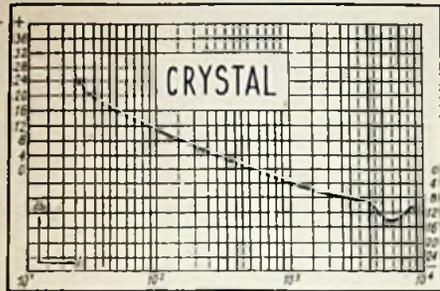


Abb. 6

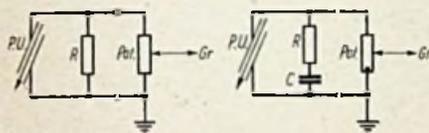
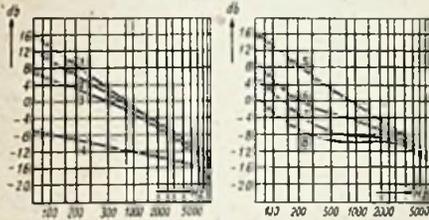


Abb. 7

Abb. 6: Die charakteristische Frequenzkurve des Modell Crystal. Abb. 7: Wie Perfecione die Frequenzkurve seiner Kristall-Tonarme beeinflusst:

- Kurve 1: Potentiometer 1 Megohm, R = unendlich
- .. 2: .. 1 .. R = 1 Megohm
- .. 3: .. 1 .. R = 0,3 ..
- .. 4: .. 1 .. R = 50 000 Ohm
- .. 5: gleich Kurve 1
- .. 6: Potentiometer 1 .. R = 0,2 Megohm, C = 5000 pf
- .. 7: .. 1 .. R = 50 000 Ohm, C = 10 000 pf
- .. 8: .. 1 .. R = 4 000 Ohm, C = 20 000 pf

wendet werden kann, da Widerstand und abgegebene Spannung des Tonarmes allein viel zu gering sind.

RC5: Es ist das piezoelektrische Modell der Baureihe, dessen Frequenzkurve die charakteristische Tiefenanhebung klar erkennen läßt.

#### Paillard-Tonabnehmer:

Bezeichnung	Auslenkdruck g	Auflagegewicht g	Abgabe bei 800 Hz	Impedanz bei 800 Hz	Widerstand
R 5	8...10	80	1,0 V	10000 Ohm	3000 Ohm
RM 5	8...10	80	0,38 V 0,63 V 0,86 V 1,0 V	1500 Ohm 3900 Ohm 7500 Ohm 10000 Ohm	700 Ohm 1350 Ohm 2100 Ohm 3000 Ohm
RB 5	4 ... 5	40	Pick-up allein: 40 mV mit Trafo: 1,2 V	90 Ohm 72000 Ohm	57 Ohm 540 Ohm
RC 5	6 ... 7	40	2,1 V	150000 Ohm	eingebauter Widerstand 200000 Ohm

Die Entwicklung der Tonabnehmer geht in England etwa die gleichen Wege. Auf der diesjährigen Britischen Exportmesse in London und Birmingham wurden Kristalltonabnehmer in ähnlich leichter Form mit auswechsel-

baren Saphirstiften gezeigt. Als Besonderheit waren die Kristallsysteme völlig luftdicht gekapselt.

Die automatischen Plattenwechsler haben bemerkenswerte Fortschritte gemacht. Heute wird in den USA kein gutes Schrankradio ohne Plattenwechsler verkauft. Voraussetzung für die Konstruktion wirklich guter Plattenwechsler war neben der konstruktiven Durchbildung starker Motore und des gesamten Wechselmechanismus der leichte Tonabnehmer mit der Dauernadel. Durchweg können 8 bis 10 Platten gespielt werden. Die letzte Entwicklung geht dahin, 25- und 30-cm-Platten gemischt zu spielen, einzelne Platten oder Teile von ihnen durch einen „Repeat“-Schalter beliebig oft wiederholen zu lassen — und schließlich, gewissermaßen als letzten Schrei, einen Schalter zu besitzen, der eine Pause zwischen den Platten einlegt. Das letztere ist ein Vorzug der Thorens-Plattenspieler, während der „Silent Speed Record Changer“ der Zenith Radio Corp., Chicago, Ill (Abb. 8), eine Plattenwechselgeschwindigkeit von nur 3 1/2 Sekunden aufweist.

In den Staaten sind die Modelle der Plattenspieler Legionen. Vom billigsten Detrola-Changer für nur 14,95 Dollar (Abb. 9) bis zum englischen Exportmodell „Collaro“ zu 72,75 Dollar ist alles zu haben; fast alle von ihnen sind mit leichten Kristall-Tonarmen ausgerüstet, die für stählerne Oftspiel- oder Saphirnadeln eingerichtet sind.

Ganz allgemein gesehen brachten die letzten Jahre für den Plattenspieler eine Reihe von Verbesserungen, die speziell der immer recht schwierigen Kupplung Motor-Plattenteller-Tonarm zugute kamen. Die Abstellvorrichtung, die heute wirk-

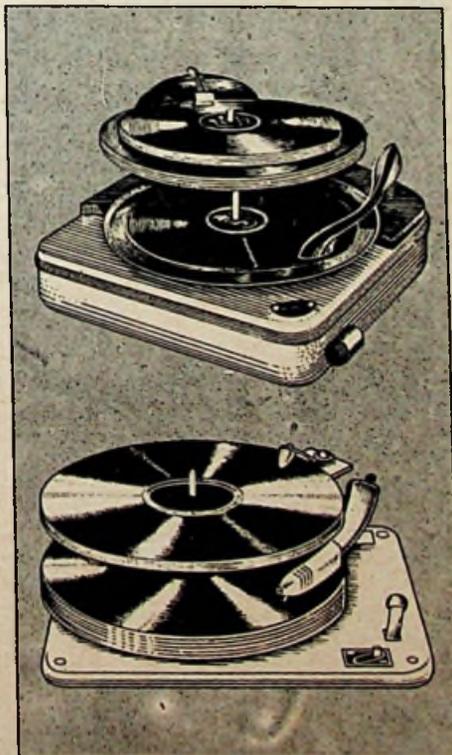


Abb. 8 (oben): Modernster amerikanischer Plattenspieler mit leichtem Kristall-Pick-up. Plattenwechselzeit nur 3 1/2 Sekunden („Silent Speed Record Changer“ der Zenith Radio Corp., Chicago, Ill. Abb. 9 (unten): Der Detrola-Plattenspieler, ein billiges USA-Modell

lich sicher und recht geräuschlos funktioniert, liegt stets unter der Montageplatte (Abb. 11).

Es sei noch kurz auf die „Phono-Oscillators“ hingewiesen, die sich in den USA noch immer großer Beliebtheit erfreuen. Das Prinzip ist sehr einfach; vom Schallplattenspieler führt keine Strippe zum Rundfunkempfänger, man baut vielmehr im Plattenspieler einen kleinen Sender ein, meist aus einer bremsgittermodulierten HF-Pentode und einem Netzgleichrichter bestehend. Die Pentode schwingt in irgendeiner Sendeschaltung auf einer beliebigen, jedoch vom zu bespielenden Rundfunkgerät einstellbaren Frequenz (z. B. 600 m), die natürlich frei von einem Sender sein muß. Die Schallplatte wird also innerhalb der Wohnung drahtlos zum Empfänger geschickt und hier wie jeder gewöhnliche Rundfunksender wiedergegeben. Bei geschicktem, vor allem schwingungsfreien Aufbau und guter Modulation, die nicht schwer zu errei-

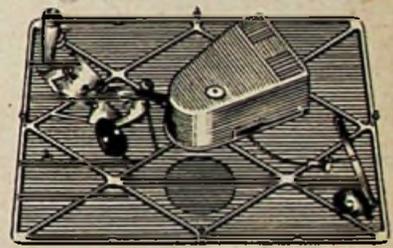
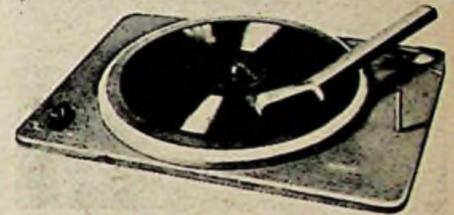


Abb. 10 (oben): Das ästhetische Bild des modernen Einbau-Plattenspielers: tief aufgesetzter Plattenteller, die Abstellvorrichtung unter der Montageplatte (Perfecione). Abb. 11 (unten): Blick unter das Chassis von Abb. 10. Links oben die kompliziert erscheinende, aber funktionierende automatische Abstellvorrichtung, rechts unten der Tourenregler, mit Bowdenzug arbeitend

Zeichnungen: Trester, Aufnahme: Teizner

chen ist, gelingt das ganz nett. Die von allen modernen Tonabnehmern abgegebene NF-Spannung von etwa 1 Volt genügt in allen Fällen, das Bremsgitter und damit die HF-Pentode gut durchzusteuern. Die Reichweite hängt von der Antenne ab, meist strahlen diese Phono-Oscillators viel stärker in das Lichtnetz als über die völlig unangepasste Antenne.

Zusammenfassend kann etwa gesagt werden, daß die modernen Tonarme und Plattenspieler konstruktiv neben einer Reihe mechanischer Vorzüge (Plattenschonung, Dauernadeln usw.) den Frequenzbereich speziell nach den Tiefen hin sehr ausgeweitet haben (Kristalltonabnehmer mit bevorzugter Tiefenwiedergabe und vibrationsfrei laufende Plattenteller). Dies erlaubt nunmehr, die großen Möglichkeiten moderner Breitbandverstärker und Hochleistungsautsprecher in bezug auf die Baßwiedergabe voll auszunutzen.

Karl T e t z n e r

# Glimmstreckenstabilisierte Netzgleichrichter

Bereits seit mehreren Jahren verwendet man für die Stabilisierung von Gleichspannungen zum Betrieb von Meßgeräten aller Art Glimmstrecken. Man ging dabei von der Tatsache aus, daß die Brennspannung einer Glimmentladung innerhalb eines bestimmten Strombereiches weitgehendst konstante Werte aufweist. Legt man also derartige Glimmstrecken in Reihe mit einem strombegrenzenden Vorschaltwiderstand an eine Gleichspannungsquelle, so wird sich jede Spannungsänderung an ihr nur am vorgeschalteten Außenwiderstand bemerkbar machen, dagegen bleibt die an der Glimmstrecke liegende Teilspannung nahezu konstant. Diese konstante Teilspannung dient einem Verbraucher als Speisespannung. Die Glimmstrecke wirkt in dieser Schaltung also wie eine Pufferbatterie. Die Parallelschaltung von Glimmstrecke und Verbraucher hat eine Aufteilung des vom Gleichrichterkreis gelieferten Stromes zur Folge. Seine Größe wird bestimmt durch die Beziehung:

$$J_{G1} = \frac{U_{G1} - U_B}{R} \dots \dots \dots (1)$$

Hierin bedeuten:

- $J_{G1}$  Belastungsstrom des Gleichrichters
- $U_{G1}$  Spannung des Gleichrichters
- $U_B$  Brennspannung der Glimmstrecke
- $R$  Vorschaltwiderstand der Glimmstrecke

Bezeichnet man ferner mit  $J_V$  den Verbraucherstrom und mit  $J_Q$  den Querstrom der Glimmstrecke, so ist

$$J_{G1} = J_V + J_Q \dots \dots \dots (2)$$

Für handelsübliche Glimmstrecken für Stabilisierungszwecke (Stabilisatoren) sind jeder Type neben dem Brennspannungswert die zulässigen min. und max. Querströme zugeordnet. Innerhalb dieser Stromgrenzen herrscht die angegebene Brennspannung. Bei konstantem Verbraucherstrom wird man für die Glimmstrecke einen mittleren Querstrom wählen. Ist jedoch mit Änderungen des Verbraucherstromes zu rechnen, so bestimmen diese die Auswahl der jeweiligen Stabilisator-Type.

Da nach Gl. (1) bei konstanter Gleichrichterspannung  $U_{G1}$  der Gleichrichterstrom  $J_{G1}$  konstant bleiben muß, so muß auch, der Gl. (2) entsprechend, die Summe aus jeweiligem Verbraucherstrom und Querstrom konstant sein, d. h. die Änderung des Verbraucherstromes  $\Delta J_V$  bedingt eine gleichgroße Änderung  $\Delta J_Q$  des Querstromes der Glimmstrecke.

$$\Delta J_V = \Delta J_Q \dots \dots \dots (3)$$

Die max. Verbraucherstromänderung muß bei einwandfreiem Arbeiten der Stabilisierungseinrichtung innerhalb der zulässigen Querströme liegen,

$$\Delta J_V \max \leq J_Q \max - J_Q \min \dots (4)$$

Vorstehende Gleichung gestattet die richtige Auswahl der Glimmstreckentype. Wird der Verbraucher gegebenenfalls ganz abgeschaltet, so ist

$$\Delta J_V \max = J_V \max,$$

und der zulässige Differenzwert des Querstromes durch die Glimmstrecke entspricht dem max. Verbraucherstrom.

Nun liegen im allgemeinen für handelsübliche Glimmstrecken dieser Art die max. Querströme verhältnismäßig niedrig. Von einer Parallelschaltung mehrerer Glimmstrecken zur Erzielung höherer Belastbarkeit muß Abstand genommen werden, da unvermeidliche Unterschiede in den Brennspannungen eine derartige Maßnahme unmöglich machen. Nach vorstehenden Überlegungen scheinen demnach für größere Verbraucherströme bzw. größere Verbraucherstromschwankungen Glimmstrecken für die Spannungsstabilisierung nicht anwendbar zu sein. Die absolute Größe des Verbraucherstromes ist dabei uninteressant und bestimmt lediglich die Größe des Vorwiderstandes  $R$  zur Glimmstrecke. Maßgebend ist nur die Änderung des Verbraucherstromes und die damit gegebene Änderung des Querstromes. Überschreiten bei einem gegebenen Verbraucherstromkreis die zu erwartenden Stromschwankungen die zulässigen Querstromänderungen, so ist trotzdem die Möglichkeit der Verwendung dieser Glimmstrecke für die Stabi-

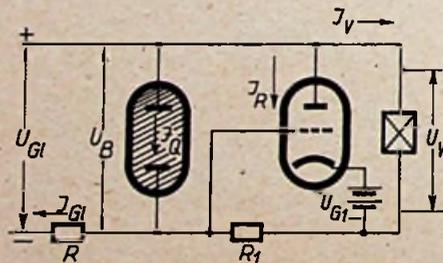


Abb. 1. Prinzipschaltbild der Regelung des Verbraucherstromes bei glimmstreckenstabilisierten Netzgleichrichtern

lisierung gegeben. Es ist nur dafür Sorge zu tragen, daß durch Zuschaltung eines weiteren Hilfsverbrauchers regelbarer Stromaufnahme eine zumindest teilweise Kompensation der Schwankungen im Hauptverbraucherstromkreis erzielt wird. Durch diese Maßnahme könnten die Gesamtstromschwankungen beider Verbraucherkreise innerhalb der Grenzen der zulässigen Querstromschwankungen der Glimmstrecke gehalten werden.

Ein derartiger zwangsläufig regelnder Hilfsverbraucher ist durch eine Elektronenröhre geeigneter Steilheit und Belastbarkeit bedingt. Der dabei sich ergebende Regelvorgang sei an Hand

der Abbildung 1 näher erläutert und die Bedingungen für die Dimensionierung abgeleitet.

In Abbildung 1 bedeuten:

- $U_{G1}$  Abgegebene Gleichspannung des Gleichrichters
- $U_B$  Brennspannung der stabilisierenden Glimmstrecke
- $U_V$  Spannung am Verbraucher
- $J_{G1}$  Gesamt-Gleichrichterstrom
- $J_V$  Verbraucherstrom
- $J_Q$  Querstrom der Glimmstrecke
- $J_R$  Stromverbrauch der Regelröhre
- $U_{G1}$  — Konstante Gittervorspannung der Regelröhre

Aus der vorstehenden Gl. (2) ergibt sich für die Schaltung nach Abb. 1 die Beziehung:

$$J_{G1} = J_V + J_Q + J_R = \text{const.} \dots \dots (5)$$

und nach Gl. (3)

$$\Delta J_V = \Delta J_Q + \Delta J_R \dots \dots \dots (6)$$

d. h. die Summe aller Stromänderungen muß gleich Null sein. Sind also die max. Änderungen des Verbraucherstromes  $\Delta J_V$  und die max. zulässigen Änderungen des Querstromes  $\Delta J_Q$  gegeben, so läßt sich hieraus leicht die erforderliche Änderung des Röhrenstromes  $\Delta J_R$  errechnen.

$$\Delta J_R = \Delta J_V - \Delta J_Q \dots \dots \dots (7)$$

Führt die Regelröhre bei max. Verbraucherstrom einen min. Strom  $J_{R \min}$  so bestimmt sich ihr max. Strom zu:

$$J_{R \max} = \Delta J_R + J_{R \min} \dots \dots \dots (8)$$

Dieser Wert und die sich daraus ergebende max. Röhrenbelastung  $J_{R \max} \cdot U_V$  bestimmen die Auswahl der zu verwendenden Röhrentype. Mit der Auswahl der Röhre ist ihre Gesamtsteilheit  $S_R$  und ihre erforderliche Gittervorspannung —  $U_{G1}$  für den max. Wert  $J_{R \max}$  gegeben. Aus der erforderlichen Röhrenstromänderung und der Röhrensteilheit läßt sich die Änderung der Gitterspannung ermitteln. Es ist:

$$\Delta U_{G1} = \frac{\Delta J_R}{S_R} \dots \dots \dots (9)$$

Diese Gitterspannungsänderung muß gleich der Änderung des Spannungsabfalls am Widerstand  $R_1$  sein.

$$\Delta U_{G1} = R_1 (\Delta J_V - \Delta J_R) \dots \dots (10)$$

oder nach Gl. (7)

$$\Delta U_{G1} = R_1 \cdot \Delta J_Q \dots \dots \dots (11)$$

Hieraus läßt sich der erforderliche Widerstandswert für  $R_1$  bestimmen.

$$R_1 = \frac{\Delta J_R}{\Delta J_Q \cdot S_R} \dots \dots \dots (12)$$

Die aus der Kennlinie der Regelröhre sich ergebende Gittervorspannung —  $U_{G1}$  für den max. Röhrenstrom setzt sich zusammen aus der konstanten Gittervorspannung  $U_{G1}$  — und dem Spannungsabfall am Widerstand  $R_1$ .

$$U_{G1}' = -(J_{R \max} + J_{V \min}) R_1 + U_{G1} \dots (13)$$

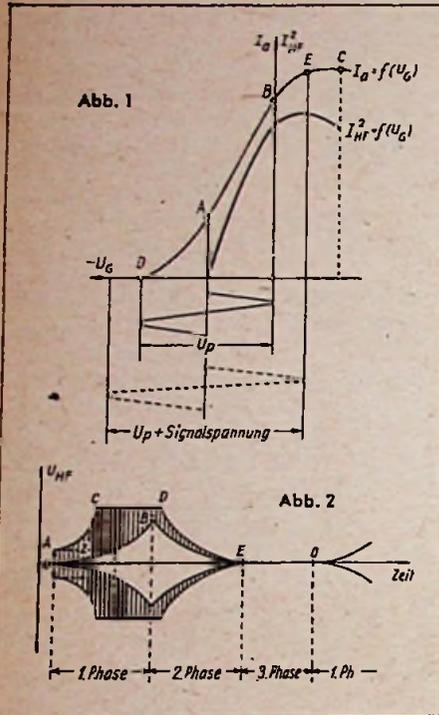
Hieraus bestimmt sich die konstante Gittervorspannung zu:

$$U_{G1} = U_{G1}' + (J_{R \max} + J_{V \min}) R_1 \dots (14)$$

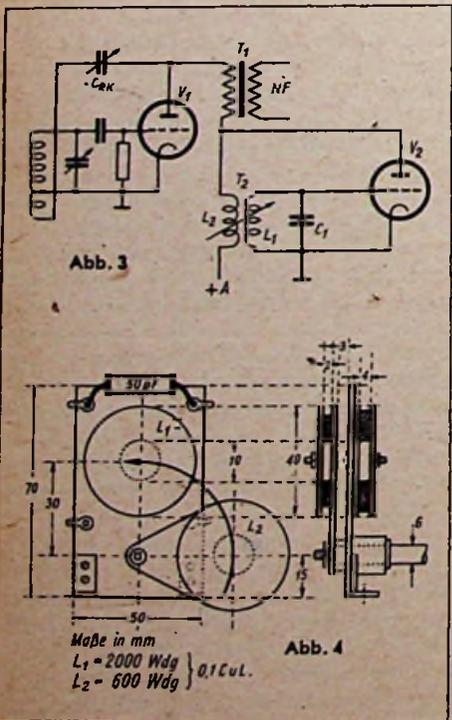


Schwingungen können erst wieder zustande kommen, wenn der Arbeitspunkt in den steilen Teil der Kennlinie wandert.

Durch das Auftreten von Eingangssignalen wird nun das Einsetzen der Schwingungen im ersten Phasengebiet beeinflusst. Hat z. B. das ankommende



Signal die Amplitude A in Abb. 2 erreicht, so werden die Schwingungen nicht mehr beim Punkt O einsetzen müssen, sondern bei dem Wert A, und daher werden sie früher einen größeren End-



kleine Eingangsspannung A hat infolgedessen eine beträchtliche Erhöhung des Anodenstromes mit sich gebracht.

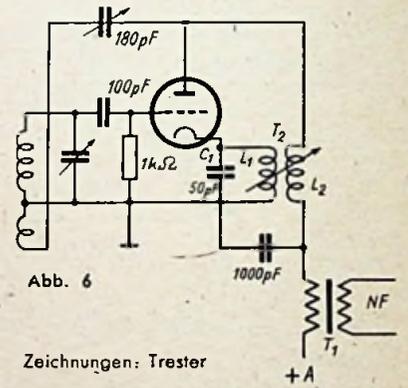
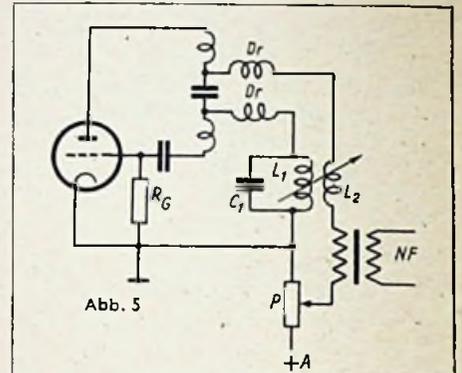
Von allen Amplituden, die das Signal im Eingangskreis ergeben, kommt für die Wiedergabe nur diejenige im Augenblick des Beginnes der ersten Phase in Frage. Daher kommt es, daß ein Pendelempfänger, solange er kein bestimmtes Signal erhält, auf ganz unregelmäßige Stromschwankungen, verursacht durch atmosphärische Störungen, Schroteffekt der Röhre o. Ä. anspricht. Diese Unregelmäßigkeiten machen sich durch das bekannte Rauschen der Pendelempfänger bemerkbar, das aber sofort verschwindet, wenn ein Empfangssignal auftritt, dessen Amplitude größer ist als die der genannten Störspannungen. Ist das Signal moduliert, dann ergeben sich auch mehr oder weniger große Schwankungen der Schwingungsamplitude. Es ist leicht einzusehen, daß die Amplituden der Signalspannung und der Pendelfrequenz in ganz bestimmtem Verhältnis zueinander stehen müssen, wenn man die günstigsten Leistungen erzielen will. Es zeigt sich nämlich dann nicht nur die Wirkung einer besseren Eindämpfung, sondern eine größere Verstärkung wird ebenfalls erreicht.

Die sog. Vielfach-Resonanzen treten bei hohen Signalspannungen auf. Verändert man die Abstimmung eines Pendelempfängers, so hört man nicht den sonst üblichen Verlauf der Schwebungsfrequenz, sondern eine Unzahl von Schwebungspfeifen. Diese Erscheinung ist dadurch zu erklären, daß die reguläre Schwebung, sobald sie höhere Werte erreicht, mit der Pendelfrequenz erneut Schwebungen bildet. Die Trennschärfe der Pendelempfänger ist verhältnismäßig gering, da nur die Größe der im Augenblick des Schwingungseinsetzes am Gitter auftretenden Amplitude maßgebend ist, nicht so sehr aber die Größe der Frequenz.

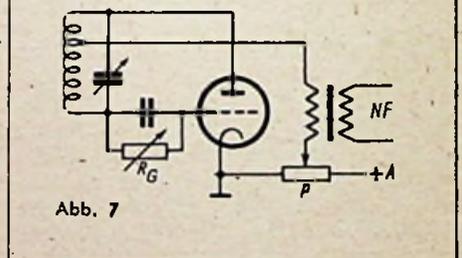
Schaltungstechnisch hat man für dieses Empfangsprinzip zwei Möglichkeiten: Entweder man erzeugt die Pendelfrequenz in einer getrennten Röhre, oder man läßt die eigentliche Audioröhre selbst die Pendelfrequenz erzeugen. Ein Beispiel zur ersten Schaltungsart ist in Abb. 3 gezeichnet. Die normale Regelung der Rückkopplung erfolgt durch den üblichen Drehkondensator  $C_{RK}$ . Die Röhre  $V_2$  mit dem Transformator  $T_2$  ist der Pendeloszillator, dessen Energie durch Veränderung des Abstandes der beiden Spulen  $L_1$  und  $L_2$  geregelt werden kann. Diese Schaltung ist die betriebssicherste und läßt sich in allen möglichen Varianten bei jeder beliebigen Audionschaltung verwirklichen. Für  $T_2$  kann man natürlich irgendeine Eisenkernspule mit den entsprechenden Daten verwenden; z. B. einen ZF-Kreis für 100 kHz. Zweckmäßiger ist aber ein Spulenkoppler, der nach Abb. 4 leicht selbst herzustellen ist und sich bewährt hat. Als Material kann 1...2 mm starkes Pertinax oder auch Sperrholz dienen. Die Maße sollen nur einen Anhalt geben, lediglich die Abmessungen der Scheibenspulen sind tunlichst einzuhalten.  $L_1$ ,  $C_1$

ist der Resonanzkreis, dessen Frequenz bei etwa 20 kHz liegt. Die Kopplungsspule  $L_2$  ist um eine Achse schwenkbar, so daß in einfacher Weise die Stärke der Pendelfrequenz geregelt werden kann.

Schaltungen der zweiten Art aufzubauen, legt die heutige Röhrenknappheit nahe. Es ist allerdings nicht immer leicht, Röhren, die in zwei Vorgängen wirken sollen, zum sauberen Arbeiten zu bringen. Man kann nun entweder noch einmal die übliche Rückkopplung zur Erzeugung der tieferen Frequenz an-



Zeichnungen: Trester



wenden, oder man verursacht die Pendelfrequenz durch Klipperschwingungen. Die zweifache Rückkopplung nach Abb. 5 ist in KW- und UKW-Empfängern möglich. Die Größen der Schwingkreise sind dort sehr verschieden und eine gegenseitige Störung tritt weniger auf. Für Rundfunkwellen hat sich eine Schaltung nach Abb. 6 als günstiger erwiesen. Wesentlich ist die richtige Anodenspannung — bzw. Schirmgitterspannung bei einer Fünfpolröhre —, damit die normale Rückkopplung weich einsetzt, und man tatsächlich die Vorteile der Überrückkopplung ausnutzen kann. Das ist nicht möglich, wenn beide Schwingungen zu hart einsetzen und das Gerät bei der kleinsten Veränderung der Kopplungselemente sofort ins Heulen kommt. Abb. 7 zeigt dann noch eine Anordnung, in der die Überrückkopplung durch Er-

zung von Kipschwingungen bewirkt wird. Die Gitterableitung  $R_G$  ist sehr hochohmig (5 ... 20 M $\Omega$ ) und mit an die Anodenspannung gelegt. Die Regelung der Pendelfrequenz erfolgt hier durch Veränderung des Gitterwiderstandes.

Im allgemeinen gilt der Erfahrungssatz, daß die Wirkung der Überrück-

kopplung um so besser ist, je größer der Abstand zwischen der Empfangs- und der Pendelfrequenz. Diese Ansicht ist aber wohl darauf zurückzuführen, daß bei höheren Frequenzen normalerweise keine so weitgehende Entdämpfung betriebssicher ist wie im Rundfunkwellenbereich.

eines Leiters ist ja durch sein Magnetfeld bestimmt.

Wenn solche Röhren der Abbildung 2 mit gleichem Widerstand, aber mit verschieden großer Selbstinduktion behaftet sind und in Parallelschaltung an die gleiche Hochfrequenz-Spannungsquelle gelegt werden, dann fließt von der gesamten Hochfrequenz der größere Anteil sicher durch die äußere, mit der kleineren Selbstinduktion behaftete Röhre. Entsprechend muß also bei massivem Draht die Stromdichte vom Drahtinneren nach der Oberfläche hin zunehmen, der größere Wechselstromanteil durch die äußeren Schichten fließen, und zwar je höher die Frequenz und je geringer der spezifische Widerstand des Leitermaterials ist. Weil mit wachsender Frequenz der Strom einen immer kleiner werdenden Teil des Drahtquerschnittes durchfließt, der innere Drahtquerschnitt dann praktisch unbenutzt bleibt, deshalb nimmt also auch der Ohmsche Widerstand mit steigender Frequenz zu.

Dieser Widerstand nimmt prozentual um so mehr zu, je größer der Querschnitt des Drahtes ist. Bei Verwendung sehr dünner Drähte wird die Stromverteilung auch bei Hochfrequenz wieder gleichförmig. Allerdings bleibt dann der hohe Gleichstromwiderstand auch mit zunehmender Frequenz wirksam.

Der Einfluß des Skin-Effektes dürfte noch aus folgenden Tatsachen kenntlich werden:

- Ein Kupferrohr mit nicht gerade extrem dünner Wandung hat bei Hochfrequenz praktisch denselben Widerstand wie ein massiver Draht von gleichem Außendurchmesser.
- Bei verzinnten Kupferdrähten ist der Widerstand für Hochfrequenz größer als bei unverzinnten Kupferdrähten; denn der Strom fließt infolge des Skin-effektes dann in dem schlechter als Kupfer leitenden Zinn.
- An sich ist der spezifische Widerstand von Stahl wesentlich größer als der von Kupfer; aber für Hochfrequenz sind verkupferte Stahldrähte Drähten aus Kupfer allein kaum an Leitfähigkeit unterlegen. Infolge des Skin-effektes kann also die gute Zugfestigkeit von Stahl und die hohe Leitfähigkeit von Kupfer gleichzeitig ausgenutzt werden.

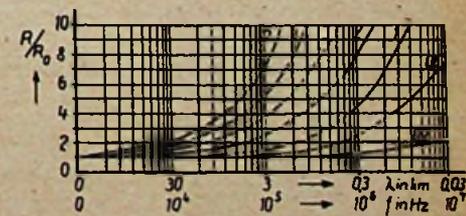


Abb. 3. Anwachsen des Gleichstrom-Widerstandes  $R_0$  verschieden starker Kupfer-Drähte ( $\sigma = 0,2$  bis 5 mm) auf höhere Widerstände infolge des Haut- oder Skin-Effektes bei Zunahme der Frequenz. Zeichnungen: FT-Labor

Aus Abbildung 3 ist ersichtlich, daß mit wachsender Frequenz der Ohmsche Widerstand um so stärker zunimmt, je größer der Drahtquerschnitt ist. Wenn auch bei hohen Frequenzen möglichst

Dr. F. MICHELSSON

# Der Skin-oder Hauteffekt von Leitern

Für Gleichstrom und Wechselströme mit genügend niedriger Frequenz, z. B. 50 Hz, verhalten sich alle Leiter in bezug auf ihren Widerstand gleichartig. Mit zunehmender Frequenz machen sich aber die Einflüsse der räumlichen Anordnungen in Form der schädlichen, verteilten Kapazitäten und Induktivitäten bemerkbar: die induktiven und kapazitiven Widerstände wachsen; daneben nimmt aber auch der Ohmsche Widerstand mit wachsender Frequenz infolge des sogenannten Skin- oder Hauteffektes zu, wenn man nicht besondere Maßnahmen trifft.

Gleichstrom oder Wechselstrom genügend niedriger Frequenz ist über den Leiterquerschnitt völlig gleichmäßig verteilt; ihre Stromdichte ist in jedem Querschnitts-Element die gleiche. Es kommt dabei für den Ohmschen Widerstand nur auf den voll durchströmten Querschnitt an (Abb. 1a). Mit zunehmender Frequenz macht sich aber die Erscheinung bemerkbar, daß, obwohl der Leiter-Querschnitt konstant ist, die Stromdichte an den innenliegenden Querschnittsteilen merklich geringer ist als an den außenliegenden (Abb. 1b); und bei hohen Frequenzen fließt der Strom dann nur noch durch die eigent-

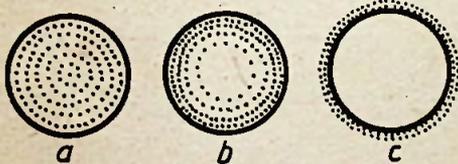


Abb. 1

- gleichmäßig durchströmter Leiter (bei Gleichstrom und Wechselstrom niedriger Frequenz)
- die Stromfäden drängen bei höherer Frequenz nach außen
- bei Hochfrequenz fließt der Strom nur noch auf der Außenhaut des Leiters

liche Oberflächenschicht, die Haut (engl. „skin“) des Leitermaterials (Abb. 1c). Auch hierbei ist nur der wirklich durchströmte Querschnittsteil für den Ohmschen Widerstand des Materials maßgebend. Da mit zunehmender Frequenz immer weniger des an sich konstanten Leiterquerschnitts durchfließen wird als bei Gleichstrom, der den gesamten Querschnitt durchfließt, nimmt also auch der Ohmsche Widerstand mit wachsender Frequenz zu und kann ein Vielfaches des Ohmschen Widerstandes bei Gleichstrom betragen.

Über das Entstehen dieses Effektes sind in der theoretischen Physik sehr

eingehende Betrachtungen durchgeführt, z. B. von Lord Rayleigh; ein Eingehen auf deren Einzelheiten würde hier zu weit führen.

Vielleicht kann man sich das Zustandekommen dieses Hauteffektes auf folgende einfache Art und Weise vorstellen:

Der Gleichstrom wie auch die Hochfrequenz sollen hier einen massiven Draht von gleicher Länge und von konstantem Querschnitt durchfließen. Man

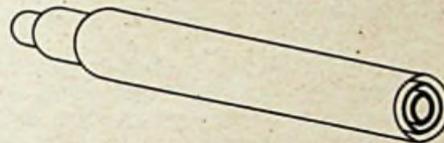


Abb. 2. Schematische Darstellung des Aufbaus eines massiven Drahtes aus ineinandergesteckten Röhren. Weitere Einzelheiten siehe Text

stelle sich aber vor, daß, wie in der Abb. 2 angedeutet ist, dieser massive Draht aus ineinandergesteckten Röhren besteht. Sie mögen so bemessen sein, daß die einzelnen Röhren bei Gleichstrom alle denselben Widerstand ergeben. Die Wandungsquerschnitte seien also gleich, obwohl die Wandstärken von innen nach außen abnehmen. Legt man an ein solches Gebilde aus parallel geschalteten Röhren konstanten Querschnitts eine Gleichspannung, so wird eine jede Röhre von derselben Stromstärke durchflossen.

Die Stromverteilung in einem solchen Leiter-Röhren-System wird bei Wechselstrom genügend hoher Frequenz aber außerdem durch das Magnetfeld wesentlich beeinflusst. Es entsteht ja nicht nur außerhalb, sondern auch innerhalb des vom Strom durchflossenen Leiters ein Magnetfeld. Bei Wechselströmen sind diese magnetischen Kraftlinien wieder von Wirbelströmen umgeben, welche eine Verdrängung der Stromfäden gegen die Leiteroberfläche hin bewirken.

Wären die Röhren der Abbildung 2 von gleicher Stromstärke durchflossen, so würde die innere Röhre in ihrem Hohlraum kein Magnetfeld haben, wohl aber in dem Zwischenraum zwischen äußerer und innerer Röhre, in der Außenröhre selbst und auch in dem Außenraum der äußeren Röhre. Die äußere Röhre hätte in ihrem Hohlraum kein Magnetfeld, sondern in ihrem Außenraum. Die innere Röhre hat also bei Wechselstrom zusätzlich zu dem mit der äußeren Röhre gleichen Widerstand noch eine größere Selbstinduktion als die äußere Röhre: der induktive Widerstand

kleine Widerstände erzielt werden sollen, so verwendet man z. B. Kupferrohre großen Durchmessers, die an ihrer großen Oberfläche noch mit einem besonders gut leitenden Metall (z. B. Silber) überzogen sind. An Stelle einzelner dicker, massiver Drähte oder an Stelle von Röhren können aber auch Litzen aus sehr dünnen, einzelsolierten Drähten Verwendung finden. Jedoch muß dann vermieden werden, daß in der Litze der Strom praktisch nur in den an der Oberfläche gelegenen Drähten fließt, wie es bei einem massiven Draht geschehen würde. Das kann dadurch geschehen, daß die Litzendrähte geeignet verdrillt oder verflochten sind. Kommt dabei jeder Litzendraht ebenso häufig an die Außenseite wie auch in das Innere zu liegen, so wird in allen Drähten die Stromdichte die gleiche.

## Fernsehen in USA

Nichts kennzeichnet den augenblicklichen Stand des Fernsehens in den USA besser als die Tatsache, daß zur Zeit in New York City rund 10 000 Fernsehempfänger laufen. Das ist für eine Riesenstadt mit 9 Millionen Einwohnern und dazu 20 Jahre nach der ersten Fernsehübertragung in Amerika (am 7. April 1927) ein recht bescheidener Stand. Und doch ist es wiederum eine stattliche Anzahl von Teilnehmern an dem größten technischen Wunder der Neuzeit, wenn man bedenkt, daß die Verbreitung von Fernsehsendungen bis vor kurzem nur eine Art Versuchsbetrieb darstellte und eigentlich erst seit März 1947 „offiziell“ erfolgt. Damals nämlich entschied die bundesstaatliche Kommission für das Nachrichtenverbindungswesen (FCC), der die Verteilung der Wellenlängen und die technische Aufsicht über den Rundfunk obliegt, daß für öffentliche Fernsehsendungen die Schwarzweißtechnik mindestens noch 3 bis 5 Jahre beibehalten werden soll.

Dieser Beschluß ist von weittragender Bedeutung für die weitere Verbreitung des Fernsehens in den Staaten. Bisher war die Aufwärtsentwicklung nur sehr zögernd vor sich gegangen und, genau genommen, vor etwa einem Jahrzehnt wieder zum Stillstand gekommen. Grund dafür war, daß das farbige Fernsehen von sich reden machte und im Laufe der Zeit in seiner technischen Entwicklung soweit gedieh, daß Industrie und Käufer abzuwarten begannen, welches Verfahren sich endgültig durchsetzen würde. Nunmehr ist die Gefahr gebannt, daß das Schwarzweißverfahren von heute auf morgen veralten wird, zumal die neueren Empfänger sich für später einmal kommende Farbsendungen verwenden lassen. Infolgedessen ist die Nachfrage nach Fernsehgeräten über Nacht angewachsen. Das Fernsehen ist plötzlich populär geworden. Die Werbung dafür im großen Stil hat begonnen. Probleme, wie das der Gemeinschaftsantennen auf den Hausdächern — Fernsehempfänger benötigen wegen der im Ultrakurzwellenbereich erfolgenden Sendungen besondere Antennen, die

die Sendeantenne „sehen“ können — werden in den Tageszeitungen besprochen. Telegrafische Bestellungen auf neu angekündigte Empfänger zeigen das erweckte Interesse; wer sich ein Gerät leisten kann, will nicht länger warten. Der schon so oft angekündigte Siegeszug des Fernsehens scheint nunmehr wirklich anzubrechen.

Die amerikanische Funkindustrie will 1947 insgesamt 350 000 bis 500 000 Fernsehempfänger bauen. Selbst wenn nur ein Drittel dieses Programmes verwirklicht wird, bedeutet das einen Umsatz, der ins Gewicht fällt. Denn die Geräte sind keineswegs billig. Der einfachste Empfänger, der sich von einem teureren im wesentlichen wohl nur durch die äußere Aufmachung und nicht in technischer Beziehung unterscheiden wird, soll 250 Dollar betragen, wozu noch 45 Dollar für eine Antenne und ihre Anlage kommen. Selbstbausätze für Bastler kosten 160 Dollar. Das sind Preise, die einer Verbreitung des Fernsehens in der breiten Masse des Volkes doch noch sehr hindernd entgegenstehen. Der „kleine Mann“ wird sich einen Fernsehempfänger einstweilen noch nicht leisten können.

Die Gründe, die zur vorläufigen Ablehnung des Farbfernsehens durch die FCC führten, sind bemerkenswert, denn der technische Stand eines der vorliegenden Verfahren wurde allgemein als durchaus befriedigend angesehen.

Bei den im vergangenen Frühjahr vor der FCC stattgefundenen Vergleichsvorfürungen war an der Güte des von Dr. Peter Goldmark entwickelten Verfahrens der Sendegesellschaft Columbia Broadcasting System (CBS) kaum etwas zu bemängeln. Es wurden Bilder in der Größe 39×53 cm, 38×50 cm und 10,5×16,5 cm gezeigt. Sie waren in der Farbgebung naturgetreu, hell genug und unterschieden sich in der Bildstruktur kaum von Bildern nach dem Schwarzweißsystem. Der Unterschied in den aufzuwendenden Kosten für den Senderbau — 777 000 Dollar für Farbsender gegenüber 677 000 Dollar für Schwarzweißsender — war nicht entscheidend, auch nicht der geringfügige Preisunterschied für die Empfänger. Die Entscheidung der Prüfungskommission ging vielmehr davon aus, daß die technische Entwicklung eines aussichtsreichen anderen Farbverfahrens noch nicht abgeschlossen erscheint<sup>1)</sup>.

Es gibt nämlich in den USA neben dem Farbfernsehverfahren der CBS noch eines der RCA (Radio Corp. of America). Beide übertragen die drei Grundfarben Rot, Blau und Grün getrennt. Beim CBS-System werden die Farben während der Aufnahme mechanisch mittels einer rotierenden Farbfilterscheibe getrennt und hintereinander mit 144 einzelnen Farbfeldern je Sekunde übertragen, was 48 mehrfarbigen Bildeindrücken je Sekunde entspricht, gegenüber 60 Bildeindrücken je Sekunde beim Schwarzweißsystem. Auf der Empfängerseite wird

<sup>1)</sup> Vgl. auch: „Farbiges Fernsehen — in Amerika publikumsreif“ von Dr.-Ing. Paul Violet, „FUNK-TECHNIK“ Nr. 8 (47), S. 8.

das Bild durch eine synchron umlaufende Filterscheibe wieder zusammengesetzt. Dagegen ist das Farbfernsehverfahren der RCA frei von mechanisch arbeitenden Teilen. Die Grundfarben werden hier mittels Spiegel und Fotozellen, also elektronisch getrennt und dann auf drei verschiedenen Wellenlängen gleichzeitig übertragen. Dieser neuzeitlicher anmutende Weg wird auch vom überwiegenden Teil der Herstellerwerke bevorzugt.

Es scheint, daß die FCC im Hinblick auf die weittragende Bedeutung ihrer Entscheidung die weitere Entwicklung des rein elektronischen RCA-Verfahrens abwarten und sich deshalb noch auf kein bestimmtes Farbfernsehensystem festlegen wollte. So wurde, obwohl das CBS-System an sich als betriebsreif anerkannt werden mußte, die Frage nochmals dem weiteren Fortschritt der Forschung anvertraut.

Nachdem so die technischen Fragen vom Standpunkt der Öffentlichkeit aus für eine gewisse Zeit geklärt erscheinen, werden wieder die künstlerischen und finanziellen Probleme, die mit dem Fernsehen verknüpft sind, stärker erörtert. Man ist sich darüber im klaren, daß der Schwerpunkt des Fernsehbetriebes auf Studiovorführungen liegen muß. Daneben werden aber aktuelle Reportagen aus Sport, Theater und Konzert, wie sie heute schon geboten werden, eine große Rolle spielen. Alle Darbietungen sind sehr kostspielig, besonders die Sendungen aus dem Studio. Eine einzige Sendung beansprucht hier ebensoviel Ausstattung; Proben und technischen Aufwand wie ein Film. Dabei können die Unkosten durch mehrmalige Wiederholung kaum gesenkt werden. Den Sendegesellschaften bleibt daher eigentlich nur der Weg, ihre Programme über ein großes Netz zu verbreiten, um sich so die Möglichkeit hoher Einnahmen aus Werbesendungen zu verschaffen. Wie solche Werbedarbietungen gestaltet werden können, zeigt das Beispiel einiger großer Warenhäuser, die vor einiger Zeit den Versuch machten, eine Art Fernseh-Schaufenster zu schaffen. Jedenfalls wird die Zukunft des Fernsehens in Amerika sehr wesentlich von seiner Eignung und Auswertung für die Werbung abhängen.

Auch die Darbietung von Fernsehsendungen in Filmtheatern kann der Finanzierung der teuren Programme dienen. Hierzu ist allerdings noch eine bedeutende Vergrößerung der Projektionsflächen und der Bildhelligkeit erforderlich, ein Problem, an dem gearbeitet wird und das man bis in drei Jahren zu lösen hofft.

Daß das gesamte öffentliche Leben in den USA durch das Fernsehen in absehbarer Zeit spürbar beeinflusst werden wird, steht außer Zweifel. Dies dürfte sich schon im kommenden Jahre erweisen, wenn der Präsidentschaftswahlkampf beginnt. So, wie erstmalig 1924 der Rundfunk dem politischen Geschehen in Amerika ein neues Gesicht gab, scheint es möglich, daß 1948 das Fernsehen eine neue Note hineintragen wird.

—1z.

# Grundlagen der Impulstechnik

## III. Teil

Für manche Zwecke sind sorgfältig geformte hohe Rechteckimpulse, deren Erzeugung im Vorstehenden gezeigt wurde, unnötig und eher Kurzimpulse mit langen Intervallen erwünscht. In diesem Fall gibt es sehr viel einfachere, aber gänzlich anders geartete Verfahren der Impulserzeugung.

### Impulse durch Induktionswirkung

Geht durch die Primärseite eines Transformators kein sinusförmig verlaufender Wechselstrom, sondern ein trapezförmiger, so ist das Ergebnis auf der Sekundärseite keine fortlaufende Sinusschwingung der Spannung. Induktion kann bekanntlich nur so lange

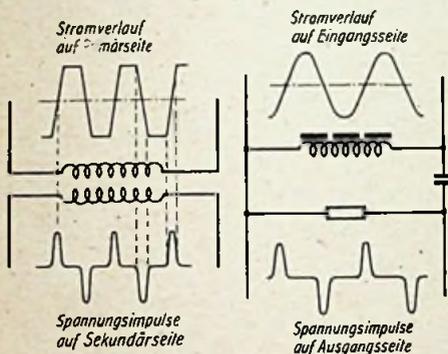


Abb. 1. Impulserzeugung durch Induktion, ausgehend von einer trapezförmigen Grundschwingung

Abb. 2 (rechts): Impulserzeugung durch Selbstinduktion mit Hilfe einer sättigbaren Induktivität

stattfinden, als der Primärstrom sich ändert. Daher wird nur im Bereich der ansteigenden oder abfallenden Flanken der Trapezwelle Spannung auf der Sekundärseite induziert, während der Dauer des gleichbleibenden Scheitelwertes dagegen nicht. Infolgedessen ergibt sich, wie Abb. 1 zeigt, auf der Sekundärseite des Transformators eine Folge von Impulsen abwechselnd positiver und negativer Polarität. Diese Impulse sind nicht rechteckig. Ihre Dauer hängt von der Steilheit der gewählten Trapezform des Wechselstromes auf der Primärseite ab und das Intervall von seiner Frequenz.

Um unerwünschte Wirkungen gegenseitiger Beeinflussung zu vermeiden, ist es notwendig, eine lose Transformator-kopplung zu wählen. Die Sekundärseite wird zweckmäßigerweise durch einen Widerstand überbrückt, damit keine ungewollte Eigenschwingung auftritt.

Eine Polarisationsseite der auf diese Weise hergestellten Impulse kann mit den üblichen Mitteln leicht beseitigt werden. Die übrigbleibenden, gleich polarisierten Impulse selbst lassen sich, wenn nötig, in formgebenden Verstärkerstufen auf eine mehr rechteckige Form bringen und erhöhen. Wichtig

ist, daß Impulsdauer bzw. Intervall ohne Schwierigkeit regelbar sind.

Eine ähnliche Wirkung läßt sich mit einer Induktionsspule erreichen, deren Selbstinduktionskoeffizient nicht konstant und schon bei niedrigen Stromwerten durch Sättigung begrenzt ist. Hierbei verläuft die Induktanz nicht geradlinig, sondern erreicht scharf ansteigend einen Höchstwert beim Stromdurchgang durch Null, also dann, wenn auch die Stromänderung  $dI/dt$  am größten ist. Da der Augenblickswert der Spannung an einer Spule, durch die gewöhnlicher Wechselstrom fließt, gleich dem Produkt aus Selbstinduktionskoeffizient und Betrag der Stromänderung ist, ergeben sich kurze Spannungsimpulse mit Scheitelwerten in dem Augenblick, wenn der Strom durch Null geht. Dazwischen sind die Spannungsänderungen gering und ohne Bedeutung.

Die derart wirkende Spule wird mit Kondensator und Widerstand zu einem Kreis zusammengeschaltet, an dem dann die Spannungsimpulse abgenommen werden können (Abb. 2). Diese sind ebenso wie bei der Impulserzeugung mittels Transformator nicht eckig. Eine bestimmte Impulsdauer zu erreichen, die ganz von der Spulencharakteristik abhängt, macht gewisse Schwierigkeiten; auch ist die Dauer nicht ohne weiteres regelbar. Im übrigen lassen sich Unterdrückung einer Polarisationsrichtung und weitere Umformung der Impulse auf der Grundlage der üblichen Verstärkertechnik herbeiführen.

Damit sind die Möglichkeiten, Spannungsimpulse induktiv zu erzeugen, längst nicht erschöpft. Man kann sie in vielen Fällen, beispielsweise zum Steuern der Zündung von Stromrichtern ausnutzen, ohne daß umständlichere Maßnahmen erforderlich sind.

### Impulse aus gedämpften Schwingungen

Wird eine Schwingung durch Öffnen eines Stromkreises ausgelöst und sofort sehr stark gedämpft, so läßt sich erreichen, daß von ihr praktisch nur eine Halb- oder Dreiviertelwelle übrig bleibt. Können solche stark gedämpften Schwingungen in regelmäßiger Folge erzeugt werden, so erhält man Impulse, die hinsichtlich Frequenz und Dauer weitgehend veränderlich sind.

In Abb. 3 wird die Schaltung eines nach dem Prinzip der Stoßerregung arbeitenden Oszillators gezeigt. Seine Hauptmerkmale sind: im Anodenkreis einer Triode liegt ein aus Kapazität und Induktivität gebildeter geschlossener Schwingungskreis; das Gitter der Röhre erhält von der Anode über einen Widerstand eine leicht positive Vorspannung. In diesem Zustand fließt ein Ruhestrom durch den Anodenkreis. Um

den Schwingungskreis zu erzeugen, wird nun an das Gitter eine nach der negativen Seite verlaufende rechteckige Wechselspannung gelegt. Dadurch verlagert sich jeweils mit Beginn eines negativen Spannungsausschlages am Gitter der Arbeitspunkt der Röhre so weit in den negativen Bereich, daß der Anodenstrom unterbrochen wird. Dies löst im geschlossenen Kreis eine Schwingung aus, deren Frequenz so bemessen sein muß, daß sie auf jeden Fall erheblich größer ist als die Frequenz der unterbrechenden Gitterwechselspannung. Die Schwingung klingt infolge der Verluste im Kreis rasch ab, wird aber am besten durch einen zusätzlich eingefügten Widerstand noch stärker gedämpft, damit nur die erste Halbwelle mit nennenswerter Amplitude stehen bleibt. Sonst würde die Schwingung u. U. erst nach Wiedereinsetzen der positiven Gitterspannung bzw. des Anodenruhestromes erlöschen. Der Vorgang wiederholt sich, solange das Gitter entsprechend gesteuert wird.

Bei diesem Verfahren ist eine Beeinflussung der Impulsdauer leicht durch Änderung der bestimmenden Faktoren im Schwingungskreis (regelbare Kapazität) möglich. Dagegen bleibt die Impulsfrequenz an die Wechselspannung am Gitter gebunden. Die entstehenden Impulse sind nur beschränkt brauchbar.

Ein ähnlicher Weg, gedämpfte Schwingungen zu erhalten, die als Impulse Verwendung finden können, besteht in der Anwendung der Rückkopplung zum selbsttätigen Unterbrechen

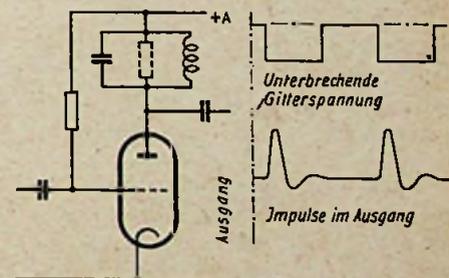


Abb. 3. Erzeugung von Impulsen in Form stark gedämpfter Schwingungen durch Stoßerregung. Links: Grundsätzliches Schaltbild; rechts: Form der unterbrechenden Gitterspannung und der Ausgangsimpulse

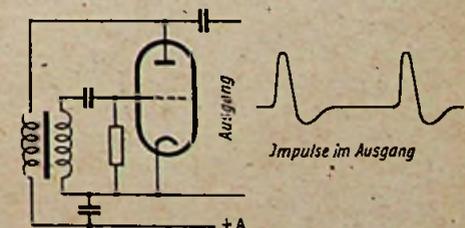


Abb. 4. Impulserzeugung durch Schwingungsunterbrechung. Links: Grundsätzliches Schaltbild; rechts: Form der Ausgangsimpulse.

eines Oszillators. Hierzu wird ein gewöhnlicher Schwingungserzeuger üblichen Aufbaues nach Abb. 4 herangezogen. Die gewünschte Wirkung der periodischen Unterbrechung der Schwingung läßt sich sehr einfach durch einen

großen Gitterkondensator und großen Ableitungswiderstand erreichen, die den Arbeitspunkt der Röhre immer wieder über die Grenze verschieben, an der der Anodenstrom einsetzt.

Die Wirkungsweise des selbstunterbrechenden Oszillators kann im einzelnen wie folgt erklärt werden: mit einsetzendem Anodenstrom wird das Gitter über den Kopplungstransformator zunehmend positiv gegen die Katode, bis der Gitterstrom einsetzt und anfängt, das Gitter und den Gitterkondensator negativ aufzuladen. Der Anodenstrom beginnt nunmehr wieder zu fallen, wodurch die Spannung am Gitter in steigendem Maße negativ wird, so daß schließlich der Anodenstrom wieder unterbrochen wird und die Oszillation abklingt. Wenn Gitterkondensator und -ableitungswiderstand sehr groß bemessen sind, erfolgt die Entladung des Gitterkondensators sehr langsam, so daß das Wiedereinsetzen des Anodenstromes verhältnismäßig lange hinausgezogen werden kann. Es ergibt sich so eine stark gedämpfte Schwingung, deren erster Teil als Impuls brauchbar und auch weiter umformbar ist.

Diese Art der Impulsherstellung ist für Meßzwecke von großem praktischem Wert. Stellung und Dauer der Impulse werden durch die Resonanzfrequenz des Schwingungskreises bestimmt, das Intervall durch die Größe von Gitterkondensator und Ableitungswiderstand. Mit einem Kondensator von  $1 \mu\text{F}$  und einem Widerstand von  $10 \text{ M}\Omega$  lassen sich Intervalle bis zu  $10 \text{ sec}$  erreichen. Die verwendete Oszillatöröhre soll bei kleinen positiven Gitterspannungen bereits einen hohen Gitterstrom aufweisen und einen scharf bestimmten Arbeitspunkt für das Einsetzen des Anodenstromes.

### Impulse in Sägezahnform

In bestimmten Fällen (Fernsehen, Katodenstrahlröhren u. a. m.) sind Impulse in Form eines Sägezahnes erwünscht. Solche Impulse sind z. B. mit dem oben beschriebenen selbstunterbrechenden Oszillator herstellbar.

Eine hierzu geeignete Schaltung, die den Vorgang in zwei Abschnitte zerlegt und sich dabei einer Doppeltriode bedient, ist in Abb. 5 dargestellt. Der Schwingungskreis arbeitet nach dem bereits gezeigten Prinzip der negativen Gitteraufladung mit verzögerter Entladung, wobei aber die Ausbildung einiger voller Schwingungen zugelassen werden kann. Im zweiten Kreis entsteht ebenfalls ein hoher Anodenwechselstrom, der den Kondensator C kurzschließt. Wenn der Anodenstrom hier zugleich mit dem im ersten Triodenteil unterbrochen wird, beginnt sich der Kondensator über den Widerstand R langsam aufzuladen. Diese Aufladung erfolgt nach einer logarithmischen Funktion und liefert eine zunehmende Kondensatorspannung. Wird das Intervall zwi-

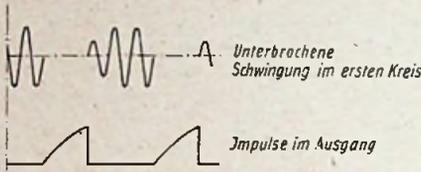
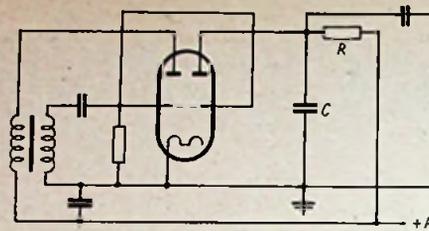


Abb. 5. Erzeugung von Sägezahnimpulsen mittels selbstunterbrechenden Oszillators und Kondensatoraufladung

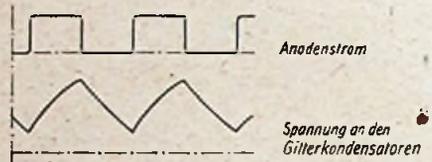
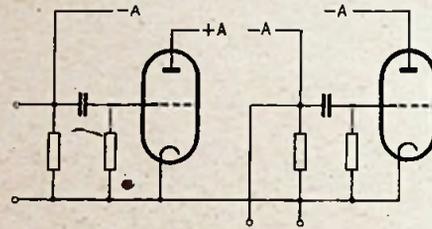


Abb. 6. Grundsätzliches Schaltbild eines Multivibrators, dessen Gitterkondensatoren sägezahnförmige Ladespannungen liefern

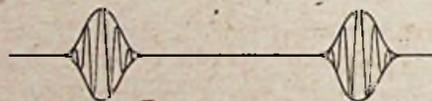
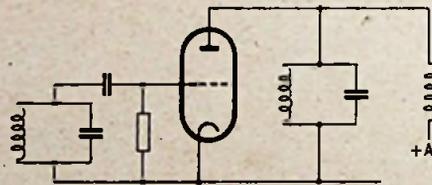


Abb. 7. Bildung von Gruppenimpulsen durch selbstunterbrechenden Oszillator. Oben: Schaltbild; unten: Form und Aufbau der erzeugten Impulse  
Zeichnungen: Trester

schen zwei Schwingungszügen im ersten Kreis so bemessen, daß die Oszillation wieder einsetzt, wenn der Ladekondensator C erst bis zu einem Teil der Anodenspannung aufgeladen ist, so bleibt der Spannungsanstieg einigermaßen geradlinig.

Im Ausgang entsteht auf diese Weise ein sägezahnförmiger Spannungsverlauf. Seine Impulsfrequenz läßt sich durch Gitterkondensator und -widerstand des Schwingungskreises regeln, seine Höhe durch den Ladekondensator und Widerstand im Anodenkreis des zweiten Triodentes.

Eine weitere Möglichkeit zur Formung sägezahnähnlicher Impulse bietet eine Multivibratorschaltung nach der in Abb. 6 gezeigten grundsätzlichen Art.

Wie leicht einzusehen ist, laden und entladen sich die beiden Gitterkondensatoren abwechselnd und wechselseitig (gegeneinander um  $180^\circ$  phasenverschoben), so daß in beiden Röhren ein unterbrochener Anodenruhestrom entsteht und an jedem Kondensator die logarithmisch steigende und fallende Ladespannung abgenommen werden kann.

### Gruppenimpulse für Funkmeßzwecke

Alle bisher behandelten Arten von Impulsen sind für Zähl- und Zeitmeßvorgänge in Geräten der Meß- und Regelelektronik geeignet. Für Zwecke des Funkmessens (Radar) sind sie jedoch nicht zu gebrauchen, weil hier ausstrahlungsfähige und reflektierbare Impulse, also ganze Wellenzüge oder Gruppenimpulse, erforderlich sind. Diese müssen, damit ihre Dauer kurz genug bemessen werden kann, aus Schwingungen sehr hoher Frequenz bestehen und sich nach verhältnismäßig langen Intervallen wiederholen. Mit anderen Worten, das Funkmessen benötigt kurze und regelmäßig erfolgende „Ausbrüche“ elektromagnetischer Strahlungsenergie.

Um ein Bild von der Größenordnung zu geben, die für die Bemessung solcher Impulse in Frage kommt, sei ein größter Meßbereich von  $30 \text{ km}$  angenommen. Dann muß das Intervall zwischen zwei Impulsen größer sein als die Funkechozeit für  $30 \text{ km}$ , d. h. größer als  $100 \text{ Mikrosekunden} (\mu\text{s})$ . Wenn nun jeder Impuls nicht breiter sein soll als  $1/10 \mu\text{s}$  und wenn in dieser Impulsbreite 10 volle Schwingungen untergebracht werden sollen, müßte die Frequenz der verwendeten Schwingung  $100 \text{ MHz}$  betragen. Einer Impulsfrequenz von weniger als  $10 \text{ kHz}$  steht also eine Schwingungsfrequenz gegenüber, die mehr als  $10\,000$  mal so groß ist.

Von den verschiedenen Möglichkeiten, derartige Gruppenimpulse zu bilden, sei ein Verfahren angeführt, das sich auf der Wirkung eines selbstunterbrechenden Oszillators aufbaut. Ein Schwingungserzeuger nach Abb. 7 wird bei richtiger Bemessung von Gitterkondensator und Ableitungswiderstand periodisch unterbrochen, weil während des Aufbaues einiger HF-Schwingungen der Gitterstrom das Gitter stark negativ auflädt. Nach jeder Unterbrechung, bei der die Schwingung wieder abklingt, entlädt sich der Kondensator je nach Größe des Ableitungswiderstandes mehr oder minder schnell, bis eine neue Folge von Oszillationen zustandekommt. Ein solcher Schwingungserzeuger liefert demnach Impulse, von denen jeder eine Gruppe von HF-Schwingungen darstellt.

Die schwache Seite dieses Verfahrens besteht darin, daß die Dauer der Impulse nicht mit vollkommener Stetigkeit einzuhalten ist. Nichtsdestoweniger findet es in der Funkmeßtechnik weitgehend Verwendung.  
R. S.







## Hochleistungs-Spezial-Empfänger für Amateurfunkbetrieb AKWE 8Q11

Von HANS RÜCKERT, DEM 3562

Wir deutschen Funkamateure warten seit 20 Jahren vergeblich auf die Möglichkeit, ebenso wie die übrigen Amateure in fast allen Ländern, hochwertige Empfangsgeräte erwerben zu können. Unsere Industrie hatte sich (im Gegensatz zum Ausland) ebensowenig der Amateurgeräte angenommen, wie auch die Behörden dem Amateurfunk nur wenig positiv gegenüberstanden. So ist bis auf verhältnismäßig wenige Ausnahmen bei uns immer noch der 2...3 Röhren-Geradeempfänger (Typ: O-V-1, 1-V-1, O-V-2) das Standardgerät. Diese Empfänger haben bei gutem Aufbau und geschickter Bedienung eine Empfindlichkeit, die nur von guten Superhets übertroffen wird. Doch ihre geringe Trennschärfe setzt ihrer Brauchbarkeit Grenzen, wie aus der folgenden Tabelle zu sehen ist.

Empfänger	Verstimmung (kHz)	Abschwächung n fach
O-V-1 .....	10	6
Super .....	10	30
AKWE 8Q11 .....	10	1000
O-V-1 .....	20	25
Super .....	20	300
AKWE 8Q11 .....	20	nicht meßbar
O-V-1 .....	30	45
Super .....	30	200 000
O-V-1 .....	930	70
Super .....	930 } Spiegel-	300
AKWE 8Q11 .....	930 } frequenz	2000 } 14 MHz

Abschwächung eines Störers in Abhängigkeit von seiner Abstimmung neben (Verstimmung) der eingestellten Empfangsfrequenz.

Hierbei war beim O-V-1 auf 14 MHz Empfangsfrequenz die Rückkopplung knapp schwingend für größte Empfindlichkeit eingeregelt. Der Superhet war ohne Quarzfilter mittels Bandfilter auf 10 kHz Bandbreite eingestellt. Beim AKWE 8Q11 betrug für die Vergleichsmessung (ohne Q-Filter) die Bandbreite 6,7 kHz. Wir sehen beim Vergleich, daß dem Superhet die Zukunft gehören muß.

Ein Amateurempfänger muß neben ganz speziellen Eigenschaften eine besonders hohe Empfindlichkeit aufweisen, da ja die Amateursender nur  $\frac{1}{100}$  oder  $\frac{1}{1000}$  der Strahlungsenergie besitzen, wie sie die KW-Rundfunkstationen aufweisen.

Auf der großen Berliner Funkausstellung 1939 wurde vom DASD mein 12-Röhren-Allwellen-Superhet ausgestellt, der Quarzfilter und Störaustastungsschaltung enthielt.

Im Sommer 1943 wurde im Kreise Berliner Amateure mein Gerät vorgeführt, das nun als Vorläufer und Muster für den AKWE 8Q11 diente. 1939 zeigte die Firma A. Lindner (Alle) Interesse,

Spezialbauelemente für einen Amateursuperhet zu schaffen. Das Gerät sollte in Baukastenform zum Selbstaufbau geliefert werden. Der Verlauf des Krieges verhinderte die Durchführung des Planes. Ein ähnliches Vorhaben verfolgte H. H. Plisch als Leiter der techn. Abt. des DASD. In etwa zweijähriger Entwicklungsarbeit wurde nach seiner Schaltung und unter der Mitwirkung der Amateure Rehder, Kämmerer, Wiener usw. ein außerordentlich leistungsfähiges Gerät geschaffen. — Aber das Kriegsende ließ auch diesen hoffnungsvollen Ansatz im Sande verlaufen.

### Arbeit am AKWE 8Q11

Doch Amateure kommen immer wieder — auf ihre Zielsetzung zurück. OM Karl Fritsch (DEM 8001, ex OK RP 354) machte im vergangenen Herbst den Vorschlag, das Amateursuperhetproblem erneut aufzugreifen. Wir fanden volles Verständnis für unser Vorhaben und die Unterstützung der Geschäftsführung der Firma Rosenthal Isolatoren G. m. b. H.

Eine völlige Neuentwicklung mit der üblichen mehrjährigen Arbeit und den in die 10 000de gehenden Kosten war heute noch weniger als in glücklicheren Zeiten tragbar.

Die eigentliche Entwicklungsarbeit wurde dadurch eingespart, daß das 1943 in Berlin entwickelte Gerät als Muster für die Schaltung und durch seinen etwas weltaumigen und gut zugänglichen Aufbau als Meßobjekt verwendet werden konnte. Seine besonders für den Amateurbetrieb wertvollen Eigenschaften und der hier vorliegende Materialaufwand waren für unser Vorhaben gut brauchbar. Neuartige Schaltmaßnahmen wirkten sich besonders für die Erhöhung der Empfindlichkeit und Trennschärfe in Verbindung mit rauscharmen Vorröhren aus. An einigen kleinen stufenweisen Meßaufbauten wurden zur Kontrolle Untersuchungen angestellt, ob die vorliegende Schaltung für den Aufwand das erreichbare Optimum darstellte und welche Bauteiltoleranzen noch zugänglich waren. Hierbei wurden auch durch Meßreihen an HF-Leitwertmessern die heute greifbaren Bauelemente geprüft und Unterlagen für den Serienbau dabei ermittelt. Die seit Jahren erprobte Schaltung und Röhrenbestückung konnten bis in Einzelheiten beibehalten werden. Das erste Mustergerät wurde trotz Kälte und Dunkelheit aufgebaut. Im März begann die Arbeit an dem zweiten Mustergerät unter Mithilfe von Werner Franz (DEM 7115).

Es wurde die moderne Blockbauweise eingeführt und umfangreiche Planungen für Laborfertigung kleiner Serien begonnen. Die gerade verfügbaren und später erreichbaren Bauelemente waren mit ihren Eigenheiten in den Rahmen einzupassen. Hierzu gehört besonders auch das Kopfzerbrechen, das durch das vorgegebene kleine Gehäuse bedingt wurde. Die zahlreichen anfänglichen Widersprüche zwischen den Forderungen: Große Linearskala, Reihenfolge und Lage der Bedienungsgriffe, Blockaufbau innen mit wenig Mechanik, HF-mäßig richtiger Aufbau, kurze und übersichtliche Leitungsführung, Abschirmung, Wärmeabführung usw. waren in Einklang zu bringen. Diese Mühen wird nur der verstehen, der einmal solche Arbeit mitgemacht hat.

All den Amateuren sei gedankt, die durch ihre interessierten und begeisterten Zuschriften halfen, den Wind in



Der AKWE 8Q11

Aufnahme: Rückert

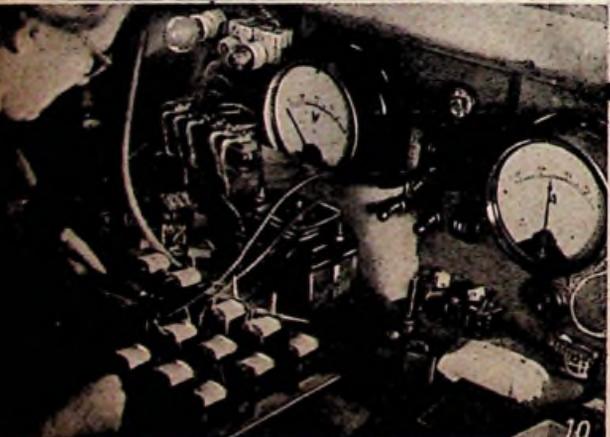
unseren Segeln zu verstärken. Auch wurden uns durch die Hilfe manche Baumaterialien zur Verfügung gestellt und für eine große Gerätestückzahl zugesichert. Jetzt konnte erwogen werden, das Gerät nicht nur im Labor, sondern in größerer Zahl durch die Apparatebauindustrie fertigen zu lassen. Wir hoffen, daß die Arbeit dreier Amateure mit der Material-Unterstützung vieler weiterer Amateure bald das Ergebnis bringt, worauf wir seit fast 20 Jahren warten, um endlich auch dem deutschen Funkamateurer einen „communicationsreceiver“ in die Hand geben zu können. So leicht und billig dürfte es der Apparatebauindustrie noch nie gemacht worden sein.

Auf der ersten Nachkriegstagung der deutschen Kurzwellenamateure in Stuttgart (am 7. und 8. Juni) befand sich auch eine kleine Ausstellung von funktechnischem Material. Besonders groß war der Andrang vor einem Tisch, auf dem einige Kurzwellenempfänger standen.

An jedem Gerät war eine Leistungstafel angebracht, die über Empfindlichkeit und Trennschärfe Auskunft gab. Besondere Beachtung fand ein äußerlich kleines Gerät mit der Bezeichnung AKWE 8Q11, dessen Leistung die ausgestellten Geräte sowie berühmte communications-receivers amerikanischer Herkunft übertraf. Die bekanntgegebenen Meßdaten waren unter gleichen Bedingungen mit denselben hochwertigen Meßapparaten ermittelt worden.

(Fortsetzung folgt)

# TRANSFORMA



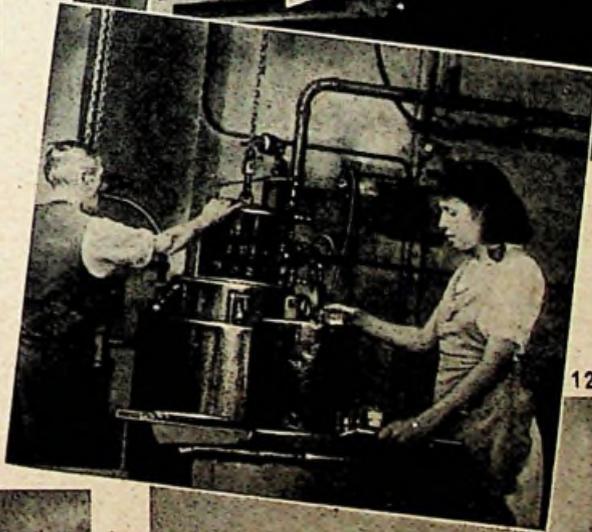
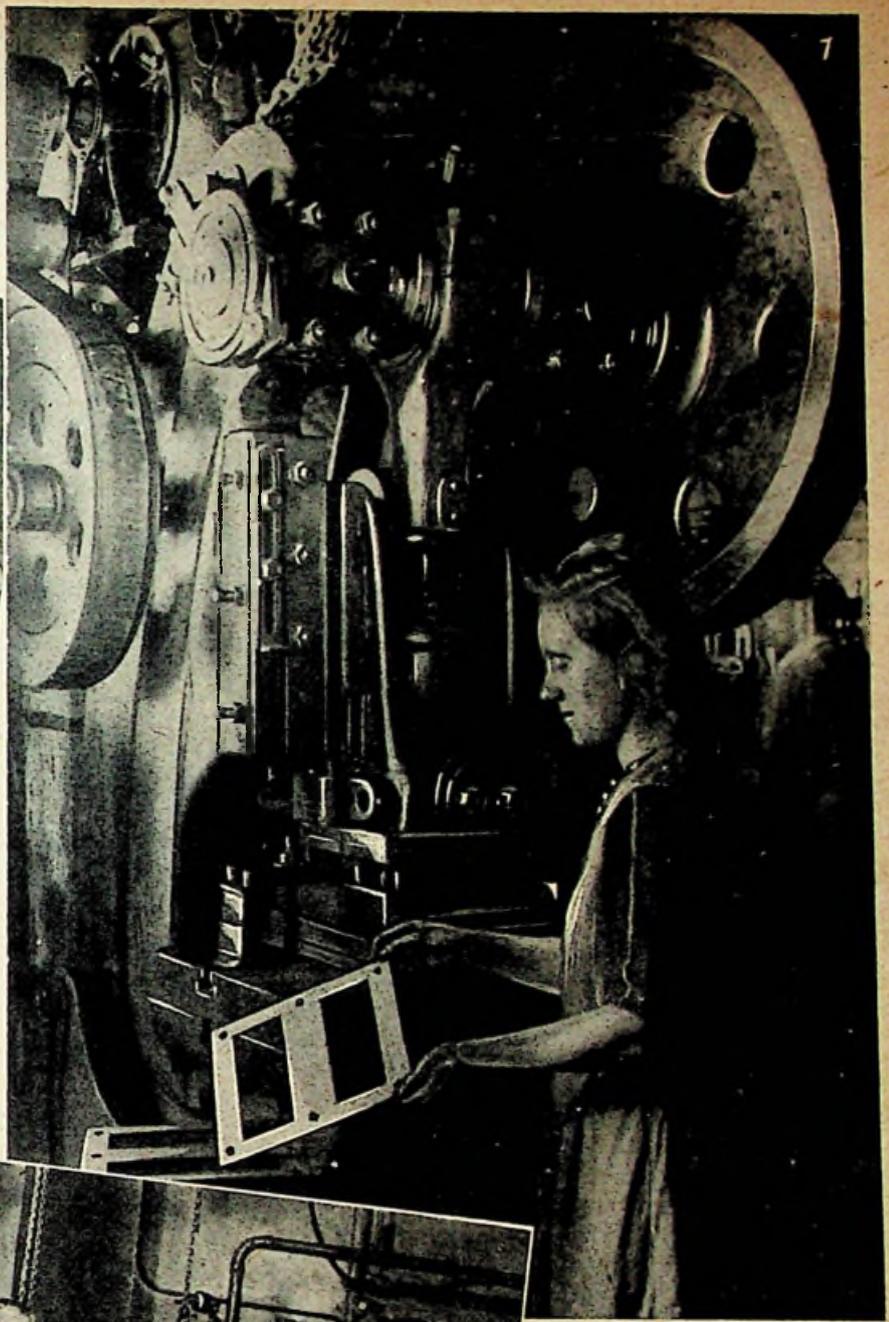
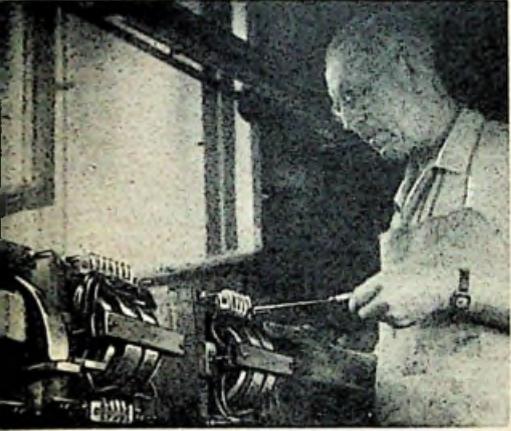
Zu den wichtigsten Bauteilen, die in der Elektro- und Fernmeldetechnik an erster Stelle stehen und am meisten gebraucht werden, gehören zweifellos die Transformatoren und Drosseln. Da gibt es Öl- und Trockenrafos, Hochspannungs-, Niederspannungs- und Schutztransformatoren, Transformatoren für Senderspeisung; Trafos, deren Sekundärwicklung aus allerdünnsten Drähtchen oder aus armdicken Kupferseilen bestehen, und Trafos für alle nur erdenklichen Spezialzwecke. Hinzu kommen noch die verschiedenen Netz-, HF- und NF-Trafos und Drosseln, die der Nachrichtentechniker benötigt. Für eine vollständige Aufzählung sämtlicher Transformator- und Drosselarten würden noch nicht einmal unsere beiden Bilderseiten ausreichen. Eine kleine Auswahl lassen die beiden Bilder oben links und rechts unten erkennen, von denen das erste einen Sendertrafo für 1000 kVA Leistung wiedergibt.

Um den Lesern einen kurzen Einblick in die Herstellung der Trafos und Drosseln zu ermöglichen, schickte die FUNK-TECHNIK ihren Fotografen diesmal in die Transformatorenfabrik Heinrich Weiland, Berlin, von deren Besuch er diese Bilder mitbrachte.

Die Fertigung beginnt mit dem Zerschneiden großer Tafeln hochwertigen Dynamobleches in einzelne Streifen, die in die Stanzerei wandern, wo aus ihnen die Bleche für die Trafo- bzw. Drosselkerne ausgestanzt werden. Dazu ist bei großen Kernquerschnitten ein Druck bis zu 50 t notwendig (Bild 1). Anschließend erfolgt das Schichten der gestanzten Einzelbleche zu Paketen (Bild 2).

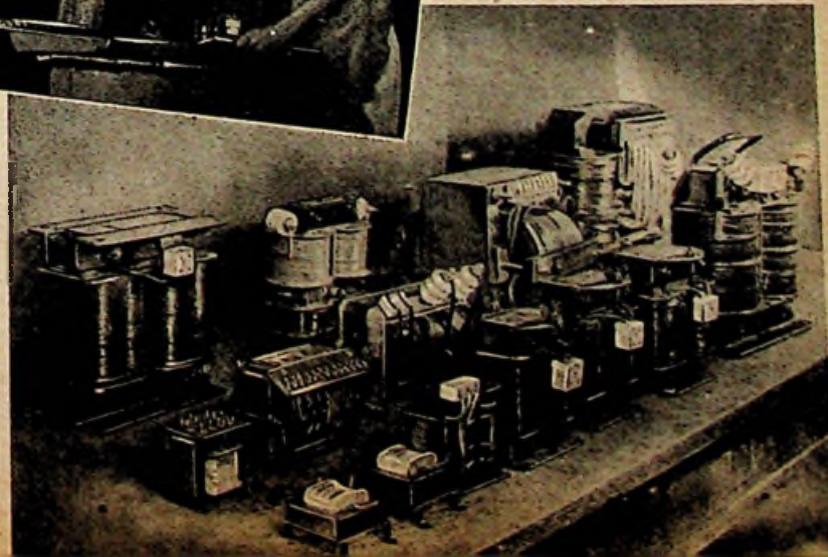
Erheblich ruhiger als in der Stanzerei geht es in der Spulenwickelerei zu, wo in langen Reihen die Wickelmaschinen surren und unaufhörlich Spule für Spule bewickeln. Bei kleinen Spulen oder bei hohen Windungszahlen dünnen Drahtes arbeitet man hierbei mit Automaten (Bild 4), während dicke Drähte oder Flachkupferspulen von Hand hergestellt werden (Bild 5). An eine elektrische Zwischenprüfung der Spulen schließt sich dann die Montage der Trafos und Drosseln an; Eisenkern und Spulen werden zusammengebaut (Bild 3) und die Blechpakete fest gestopft (Bild 7) und verschraubt (Bild 8). Die weitere Bearbeitung erstreckt sich bei kleineren Trafos auf das Fertigmachen der verschiedenen Anschlüsse und Anzapfungen und bei größeren Typen, wie z. B. bei dem Schweißtrafo in Bild 6, auf die Montage von Anschlussklemmleisten. Eine Arbeit, die größte Zuverlässigkeit voraussetzt, ist das „Ausleuchten“ (Bild 9), wobei mittels einer Glühlampe die einzelnen Anzapfungen ausgesucht und geprüft werden. Sein Ende findet der Herstellungsprozess mit einer sorgfältigen mechanischen Kontrolle sowie einer Prüfung aller wichtigen elektrischen Werte. Während die elektrische Prüfung von Kleintrafos oder kleinen Drosseln — beispielsweise von Drosseln für Leuchtstoffröhren (Bild 10) — sich an normalen Arbeitsplätzen durchführen läßt, ist zur Prüfung mit höheren Spannungen — z. B. bei Neontrafos — ein umfangreiches Hochspannungs-Prüffeld notwendig (Bild 11). Transformatoren für besondere Spezialzwecke wie Feuchtraum- oder Tropenausführungen erhalten vor der Endprüfung noch eine zusätzliche Imprägnierung (Bild 12). -nki-

# ATOREN



Sonderaufnahmen  
für die FUNK-TECHNIK  
von E. Schwahn

12



# DER ELEKTROMEISTER

## NACHRICHTEN DER ELEKTRO-INNUNG BERLIN

### Anforderung von Kohlen für die Betriebe des Elektro-Handwerks

In Abänderung der Bekanntmachung in der FUNK-TECHNIK 11/1947 wird darauf hingewiesen, daß in Übereinstimmung mit den Bezirkskohlenstellen ab 1.9.1947 die Anerkennungsscheine für Monatsmengen unter 1 t entfallen.

Die Bezirksämter verteilen in Zukunft die noch geringeren Kohlenmengen von Fall zu Fall je nach Dringlichkeit und gemäß den örtlich verschiedenen Zufuhren. Das Hauptamt XII (Ressort Handwerk) bleibt selbstver-

ständig, wie bisher, in grundsätzlichen Fragen eingeschaltet und bittet erforderlichenfalls um Bekanntgabe der das Handwerk betreffenden außergewöhnlichen Schwierigkeiten.

Die Betriebe des Elektro-Handwerks werden gebeten, ab sofort Anträge für Fertigungs- und Heizkohle unmittelbar an die Bezirkskohlenstelle zu richten.

Maßgebend für die Zuteilung von Kohlen durch die Bezirksämter ist die Form der Anträge, wie sie in der Veröffentlichung der FUNK-TECHNIK 11/1947 bekanntgegeben worden ist.

und derjenige der Ladespannung

$$u = U \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}}\right) \dots (3)$$

Um ungefähr die Größenordnung festzustellen, in der wir uns bei Kondensatoren im Netzteil bewegen, sei eine kleine Zwischenrechnung durchgeführt.

An einer Gleichspannung von 300 Volt liege ein Kondensator von  $4 \mu\text{F}$  (Abb. 4). Sein Isolationswiderstand sei zu 1 Megohm festgestellt. Die die Zeitkonstante bestimmenden Vorwiderstände ergeben zusammen 1000 Ohm.

Infolge der Größe des Isolationswiderstandes des Kondensators fließt im eingeschwungenen Zustand über diesen ein konstanter Strom von

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{300}{10^3} = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 0,3 \text{ mA}$$

Um festzustellen, in welcher Zeit der Ladestrom dieses Kondensators soweit abgeklungen ist, daß er die Größe des Isolationsstromes erreicht hat, lösen wir Gleichung (2) nach  $t$  auf und erhalten

$$\frac{I}{i} = \frac{U}{i \cdot R} = e^{\frac{t}{R \cdot C}}; t = R_{\text{Mittel}} \cdot C_{\mu\text{F}} \cdot \ln \frac{U}{i \cdot R}$$

$$10^{-3} \cdot 4 \cdot \ln \frac{300}{0,3} = 0,0276 \text{ sec.}$$

Dieses ist der Zeitpunkt, von wo ab der Ladestrom des Kondensators kleiner wird als der Isolationsstrom.

Wie wirkt sich dieses nun auf die Reihenschaltung von Kondensatoren aus? Zu diesem Zweck seien einmal zwei Kondensatoren  $C_1$  und  $C_2$  (mit gleichen, zu vernachlässigenden Verlusten) hintereinandergeschaltet.

Ist mit Gleichung (1) die resultierende Kapazität  $C_r$ , so fließt ihr die Ladungsmenge

$$Q = C_r \cdot U$$

zu. Damit entsteht an den einzelnen Kapazitäten, denen ja die gleiche Ladungsmenge  $Q$  zugeflossen ist, eine entsprechende Spannung, und zwar an  $C_1$  die Spannung

$$U_1 = Q : C_1,$$

an  $C_2$  die von

$$U_2 = Q : C_2.$$

Das Verhältnis der Spannungen ist demnach

$$U_1/U_2 = C_2/C_1,$$

also umgekehrt dem Kapazitätsverhältnis.

Sind beide Kondensatoren elektrisch gleich, tritt an jedem einzelnen die halbe Betriebsspannung auf (Abb. 5).

Wir haben nun zwei Kondensatoren vorliegen, von denen  $C_1$  einen schlechten,  $C_2$  einen extrem hohen Isolationswert aufweist, so daß ein Ersatzschema der Abb. 6 entsteht. Jetzt spielt sich folgender Vorgang ab.

Im Augenblick des Einschaltens fließt zunächst ein hoher Strom, der gemäß Gleichung (2) abklingt. Ist der Zeitpunkt erreicht, wo der Ladestrom von  $C_1$  kleiner wird als der seines Isolations-

## Der Einfluß der Betriebsspannung auf die Hintereinanderschaltung von Kondensatoren

Nicht selten wird der Elektrotechniker in seiner Praxis vor die Aufgabe gestellt, daß er Kondensatoren einbauen muß, an die in bezug auf ihre Spannungsfestigkeit ganz bestimmte Anforderungen gestellt werden. Ist z. B. ein Kondensator aus dem Netzteil eines Rundfunkempfängers zu ersetzen, dann spielt neben der Größe der Kapazität auch dessen Spannungsfestigkeit eine nicht zu vernachlässigende Rolle. Teilweise werden dazu Kondensatoren verwendet, die aus ehemaligen Wehrmachtbeständen kommen und mitunter nur für geringe Betriebsspannungen bestimmt sind, da man sie oft aus tragbaren oder aus kommerziellen Geräten ausbaute, welche mit geringen Betriebsspannungen arbeiten.

Zur Erhöhung der Betriebsspannung werden Kondensatoren hintereinandergeschaltet. Wenn eine Betriebsspannung von beispielsweise 400 V vorliegt, lassen sich zwei Kondensatoren für 200...250 Volt unter bestimmten Voraussetzungen in Reihe schalten. Die Gesamtkapazität wird dann kleiner entsprechend der Gleichung

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots (1)$$

so daß zwei in Reihe geschaltete Kondensatoren von  $8 \mu\text{F}$  eine Gesamtkapazität von nur  $4 \mu\text{F}$  ergeben. Dieses gilt für Becher- bzw. Rollblockkondensatoren genau so wie für Elektrolytkondensatoren.

Wie verhält es sich nun aber mit den Betriebsspannungen? Dazu betrachten wir zunächst einmal die Ladekurve eines an eine Gleichspannung gelegten Kondensators (Abb. 1). Mit der Zeit klingt der Ladestrom (Verschiebestrom) des Kondensators ab. Im gesamten Stromkreis fließt dann ein Strom, der, einen verlustlosen Kondensator vorausgesetzt, nach einer entsprechenden Zeit  $t$  praktisch Null wird. Anders sieht es aber aus, wenn der Kondensator einen endlichen Verlustwiderstand aufweist. Dieser Fall ist in Abb. 2a dargestellt, worin  $R_1$  der Verlustwiderstand ist, welcher zu  $C$  parallellegend angenommen sei. Daraus ergibt sich ein Strombild nach Abb. 2b. Zunächst fließt einmal ein

konstanter Strom  $I_1$  über den Verlustwiderstand als Isolationsstrom. Streng genommen muß  $I_1$  den in Abb. 2b gestrichelten Verlauf nehmen, da  $R_1$  im Einschaltmoment von  $C$  kurzgeschlossen wird. Zu  $I_1$  addiert sich der Ladestrom  $I_c$ , der zeitlich in seiner Größe abklingt. Hieraus erhält man, durch Zusammenwirken beider, den resultierenden Strom  $I$ , welcher nach Abb. 2a niemals zu Null wird, sondern in  $I_1$  übergeht. Die obere Begrenzung wie auch der zeitliche Verlauf der Größe des Lade- und Entladestromes werden durch die Widerstände und Kondensatoren im Stromkreis bestimmt. Ein Maß dafür ist die Zeitkonstante  $\tau = R_{\text{Mittel}} \cdot C_{\mu\text{F}}$  (Abb. 3).

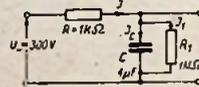
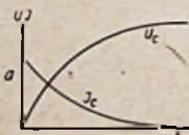


Abb. 4

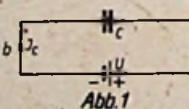


Abb. 1

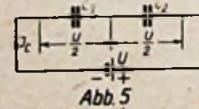
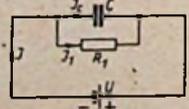


Abb. 5



a

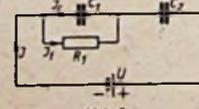


Abb. 6

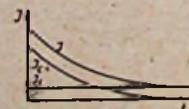


Abb. 2

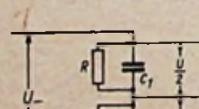


Abb. 7

Zeichnungen: Trester

Hat man hohe Widerstände im Stromkreis, dauert der Vorgang entsprechend lange.  $\tau$  gibt die Zeit in Sekunden an, in der sich ein Kondensator auf etwa  $\frac{1}{3} U$  geladen oder auf  $\frac{1}{3} U$  entladen hat.

Der mathematische Ausdruck des Ladestromes eines Kondensators ist

$$i = I \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}} \quad \left( I = \frac{U}{R} \right) \dots (2)$$

stromes, übernimmt  $R_1$  die weitere Aufladung von  $C_2$ . Während bis dahin die Spannungen an  $C_1$  und  $C_2$  etwa im umgekehrten Verhältnis ihrer Kapazitätswerte standen, fällt diejenige von  $C_1$  jetzt im gleichen Maße ab, wie die an  $C_2$  ansteigt.  $C_2$  lädt sich über  $R_1$  auf den Endwert  $U$  auf, während sich  $C_1$  über diesen entlädt. Infolge der großen Zeitkonstante ( $R_1, C_2$ ) geht dieses verhältnismäßig langsam vor sich.

Auf diese Weise kann es vorkommen, daß von in Serie geschalteten Kondensatoren der elektrisch bessere durchschlägt, wenn er die volle Betriebsspannung  $U$  nicht aushält.

Der Stromverlauf von  $I$  ist komplizierter mathematischer Natur (nicht zuletzt daher, da sich zwischen Anfangs- und Endzustand die Stromrichtung von

$I_{C_1}$  umkehrt) und soll deshalb an dieser Stelle nicht weiter behandelt werden.

Aus dem Vorstehenden geht ohne weiteres hervor, daß sich für in Reihe geschaltete Kondensatoren an Gleichspannung, nach beendetem Ladevorgang, die Spannungen an diesen im Verhältnis ihrer Isolationswiderstände einstellen. Das Kapazitätsverhältnis spielt dann keine Rolle mehr.

Man kann sich hinreichend sichern, indem man parallel zu den beiden Kondensatoren Widerstände von einigen hunderttausend Ohm schaltet (Abb. 7). Die Größe dieser Widerstände ist ein Kompromiß. Sie sollen kleiner sein als der kleinste vorkommende Isolationswiderstand und andererseits auch wieder so groß, daß die Stromquelle nicht unnötig belastet wird. K. Sternke

## Die Starkstromtechnik in Nordamerika

Seit einiger Zeit haben wir wieder Gelegenheit, die technische Entwicklung in anderen Ländern zu beobachten und Vergleiche zu ziehen, welche Fortschritte dort gemacht werden konnten. Besonders interessiert dabei natürlich Nordamerika, dessen Industrie sich in kürzester Zeit und restlos auf den Bedarf der Rüstung umgestellt hatte. Es ist bekannt, daß die Fertigung von Flugzeugen und Panzern, die Forschungen und Entwicklungen auf dem Gebiete der Atomenergie, die Durchbildung der Radar-Geräte sowie anderer Verfahren der Hochfrequenztechnik in den USA einen sehr hohen Stand erreicht haben. Demgegenüber erscheinen aber andere Gebiete wesentlich weniger fortgeschritten, und zu diesen gehört nach einem Bericht eines Schweizer Ingenieurs die Starkstromtechnik.

Hinsichtlich der Größenordnung der Anlagen übersteigen amerikanische Einrichtungen die meisten europäischen zwar um ein Mehrfaches, aber das will keineswegs etwas darüber sagen, daß sie nun auch bereits die letzten Erkenntnisse enthalten.

### Wasserkraftanlagen

Einzigartig sind in den USA ohne Zweifel die in den letzten zehn Jahren erstellten Wasserkraftwerke, die meist im Zusammenhang mit Regulierungsarbeiten an den großen Flüssen entstanden. Die größten Anlagen dieser Art sind der Boulder Dam, der in einer Höhe von mehr als 200 m den Colorado-Fluß staut und ein Kraftwerk mit 1 Million kW Leistung zu bauen ermöglichte, der Grand Coulee Dam am Columbia-Fluß, dessen Kraftwerk im vollen Ausbau sogar 2 Millionen kW leisten wird, und endlich die Regulierung des Tennessee-Flusses<sup>1)</sup>, bei der ein ganzes System von Kraftwerken mit einer Gesamtleistung von über 2,5 Millionen kW entstand. Ein großes Kraftwerk zur Versorgung eines Aluminium-Werkes mit einer Leistung von 800 000 kW entstand im benachbarten Kanada am Saguenay-Fluß. An

<sup>1)</sup> Vgl. FUNK-TECHNIK, Heft 4/1947, „Das Elektroparadies im Tennesseeetal“.

sich würde die Zusammenballung solcher großer Leistungen Veranlassung sein, mit der Übertragungsspannung recht hoch hinaufzugehen, tatsächlich aber besteht wenig Neigung dazu, die in Europa üblichen Werte zu überschreiten. Beim Boulder-Dam-Kraftwerk arbeitet man z. B. mit 287 kV. Immerhin wird an einer Versuchsanlage gegenwärtig die Möglichkeit einer Übertragung mit 500 kV studiert.

Für die Übertragung mit hoher Gleichspannung besteht vorläufig nur theoretisches Interesse, während in Europa bereits umfangreiche Versuche durchgeführt werden, und zwar von der Schweizer Firma Brown-Boveri, insbesondere mit Rücksicht auf das Projekt, Strom aus Norwegen mit Kabeln nach Dänemark zu übertragen.

Während man in Europa bereits in großem Umfang zu öllosen oder ölarmen Schaltern vom Typ der Druckluft- oder Expansionsschalter übergegangen ist, findet man in Nordamerika noch durchweg Ölschalter, wenigstens in Freiluftanlagen, wie z. B. am Boulder-Dam, wo jeder Schaltpol mit 4500 l Öl gefüllt ist. Man stimmt zwar mit der europäischen Ansicht überein, daß dem öllosen Schalter die Zukunft gehört, befindet sich jedoch zunächst noch im Anfangsstadium der Versuche. Bei Transformatoren, die in Gebäuden aufgestellt werden, bevorzugt man dagegen die Füllung mit unbrennbaren Flüssigkeiten wie Pyranol oder Inerteen, die jedoch den Nachteil haben, daß sie unter dem Einfluß eines Lichtbogens Chlor abspalten, das die Bedienung schwer gefährden kann. Sehr weit fortgeschritten ist deshalb auch die Entwicklung von Trockentransformatoren, die es schon für 15 kV und 6000 kVA gibt. Bemerkenswert ist, daß für den Bau von Transformatoren wesentlich besseres Blech mit Verlustziffern bis herab zu 0,65 Watt/kg zur Verfügung steht. Bedingt ist das dadurch, daß die Bleche nach dem Stanzen noch einmal gegläht werden, und das ist deshalb möglich, weil zur Isolierung nicht Papier, sondern Lack oder Kaolin ver-

wendet wird, die evtl. erst nach dem Ausstanzen aufgebracht werden.

Auf die Ausführung von Schalttafeln für die Zentralen von Kraftwerken wird in technischer und ästhetischer Hinsicht längst nicht der Wert gelegt wie in Europa. Leuchtschaltbilder, die dem Lastverteiler seine Arbeit so wesentlich erleichtern können, gibt es kaum. Ebenso fehlen die Einrichtungen für die Fernüberwachung, Fernmessung und Fernsteuerung. Meist erhält der „Load-Dispatcher“ seine Meldungen nur telefonisch und markiert dann den Schaltzustand auf einer Blechtafel mit farbigen Knöpfen oder dergl. Manchmal ist es sogar nur eine Blaupause, auf der gewöhnliche Stecknadeln mit farbigen Glasknöpfen eingesteckt werden.

### Wasserstoffkühlung

Sehr weit fortgeschritten ist in Nordamerika die Verwendung der Wasserstoffkühlung. Sämtliche mittleren und großen Turbogeneratoren werden mit ihr ausgeführt, die übrigens sämtlich zweipolig sind. Phasenschieber werden aber auch für niedrige Drehzahlen mit Wasserstoff gekühlt. Während man in Europa ohne komplizierte Überwachungseinrichtungen nicht auskommen zu können glaubt, hält man drüben den Wasserstoff in der Maschine einfach unter einem gewissen Überdruck und ersetzt den verlorenen Wasserstoff laufend. Man hat festgestellt, daß ein Überdruck bis zu 1 kg/cm<sup>2</sup> die Verluste nur unbedeutend, jedoch die Belastbarkeit stark steigen läßt. Phasenschieber läßt man in vollständig geschlossenen Gehäusen laufen und stellt sie im Freien auf.

Die Entwicklung von Gleichrichtern hat durch das Steigen der Aluminiumfabrikation einen bedeutenden Aufschwung erfahren. Von den Mehranodengefäßen ist man mehr und mehr zu den Einanodenordnungen übergegangen, weil sie bei Störungen leichter auswechselbar sind. Man beabsichtigt auch, allmählich die Wasserkühlung und den Betrieb an der Pumpe zu verlassen, wie es in Europa schon durchgeführt ist. Kontaktgleichrichter werden bisher noch von keiner der großen Firmen gebaut, jedoch sind neuerdings Unterlagen von Siemens verfügbar geworden, so daß die Entwicklung wohl bald aufgenommen werden wird.

Die Fabrikationsmethoden sind in den USA nicht wesentlich weiter vervollkommen als in Europa. So werden auch in den größten Werken Motoren von Hand gewickelt. In diesem Zusammenhang dürfte interessieren, daß die Silicone-Isolierung vorerst nur wenig angewendet wird, obschon ihre Vorteile auf der Hand liegen. Großer Wert wird auf die Forschungsarbeiten gelegt, und jedes Werk unterhält umfangreiche Laboratorien. Interessant ist ein privates Forschungsunternehmen, das Forschungsarbeiten im Lohn ausführt. Es beschäftigt gegenwärtig bereits 500 Angestellte und erzielt jährliche Einnahmen von über 2,5 Mill. Dollar. W. Jaekel

## Alte Empfänger werden umgebaut

II. TEIL

Nach den in Nr. 18/47 der FUNK-TECHNIK an dieser Stelle behandelten allgemeinen Richtlinien für den Umbau alter Empfänger sollen nun einige praktische Beispiele gezeigt werden, die jedoch ebenfalls nicht als Sonderfälle zu betrachten sind, sondern zur Anregung für andere Einzelfälle dienen sollen.

### Batterieempfänger am Gleichstromnetz

Für den Betrieb eines Batterieempfängers am Gleichstromnetz sind im wesentlichen zwei Fälle zu unterscheiden: 1. Die Heizung erfolgt aus einem Blei- oder Nickeleisensammler, während der Anodenstrom aus dem Lichtnetz entnommen wird, und 2. Heiz- und Anodenstrom sind vom Lichtnetz zu liefern.

Im ersten Fall ist ein Umbau des Empfängers nicht erforderlich. Es ist lediglich ein Netzanschlußgerät nach Abb. 1 anzufertigen, das nur wenig Material erfordert. Für die Heizung der Röhren kann die ursprüngliche Stromquelle beibehalten werden. Verwendbar sind ein Bleiakкумуляtor, ein Nickel-eisensammler oder eine größere Trockenbatterie. Die Spannung muß mindestens so groß sein wie die Heizspannung der Röhren. Ist sie größer, so wird ein Heizwiderstand eingebaut.

Das Netzanschlußgerät für den Anodenstrom besteht aus dem doppelpoligen Ausschalter, zwei Sicherungen, einer Drossel, zwei Kondensatoren und gegebenenfalls einem Widerstand. Die doppelpolige Ausschaltung ist zweckmäßig, da ein Pol des Netzes geerdet ist; bei einpoliger Ausschaltung ist nicht sicher, ob gerade die Spannung führende Leitung abgeschaltet ist. Die meisten Gleichstromnetze sind dreipolig ausgeführt, jedoch werden gewöhnlich nur zwei Leitungen in die einzelnen Häuser oder Wohnungen gelegt. So kommt es, daß in einem Fall der negative und der Nullleiter, im andern Fall der positive und der Nulleiter vorhanden sind. D. h., daß im ersten Fall der positive Pol geerdet ist, im zweiten Fall der negative. Haben wir es mit dem ersten Fall zu tun, so würde, wenn der positive Pol ausgeschaltet ist, der Spannung führende negative Pol am Gerät bleiben. Um das zu vermeiden, wird doppelpolig ausgeschaltet und ebenso abgesichert.

Im Batterieempfänger ist die Erdleitung im allgemeinen mit einem Pol der Heizung und mit dem Minus-Pol der Anodenbatterie verbunden. Wegen der oben erwähnten Netzverhältnisse dürfen jedoch weder Antenne noch Erde jetzt unmittelbar angelegt werden, sondern sie müssen zur Vermeidung eines Kurzschlusses über je einen Block von 5000 pF eingeführt werden.

Das Lichtnetz übt fast immer eine gewisse Antennenwirkung aus. Die Folge

ist unter Umständen eine Herabsetzung der Trennschärfe, die bei kleinen Empfängern nicht tragbar ist. Um diese Antennenwirkung auszuschalten, kann man entweder HF-Drosseln in die Netzzuleitung legen oder aber einen Blockkondensator ( $C_1$ ) von 5000 ... 10 000 pF unmittelbar hinter den Sicherungen einbauen. Ein größerer Kondensator an dieser Stelle ist meist nicht zweckmäßig, weil das Netz selbst eine recht große Kapazität besitzt.

Die eigentliche Siebkette besteht lediglich aus der Eisendrossel  $Dr$  und dem Blockkondensator  $C_2$ . Es ist nicht zweckmäßig, hier einen Elektrolytkondensator einzubauen, weil dieser bei falscher Einführung des Netzsteckers in die Steckdose falsch gepolt und dadurch beschädigt werden kann. Im allgemeinen genügt ein Becherkondensator von 4 ... 6 Mikro-

farad. Die vom Netzanschlußgerät gelieferte Spannung beträgt bei einer Netzspannung von 220 V im Betrieb etwa 200 V. Liegt die für das Gerät höchstzulässige Spannung darunter, so ist in Reihe mit der Drossel ein Widerstand einzuschalten, dessen Größe sich je nach der verlangten Anodenspannung zwischen 5 und 15 kOhm bewegen wird. Bestehen die Zuleitungen für die Anodenspannung nur aus zwei Anschlüssen, so ist eine weitere Spannungsteilung im Netzanschlußgerät natürlich nicht erforderlich. Müssen dagegen die Spannungen einzeln zugeführt werden, so sind weitere Widerstände ( $R_2, R_3$ ) im Netzanschlußgerät einzubauen, mit denen die gewünschten Anoden- und evtl. auch negativen Gittervorspannungen erzeugt werden (Abb. 2). Diese Spannungen sind mit Hilfe der Kondensatoren  $C_4$  und  $C_5$  zu glätten. Um eine möglichst große Brummfreiheit zu erzielen, kann eine doppelte Siebung mit den Kondensatoren  $C_2$  und  $C_3$  erfolgen, die je etwa 4 ... 6 Mikrofarad erhalten. Alle Kondensatoren müssen eine Betriebsspannung in Höhe der Netzspannung haben, auch wenn im Betrieb die Einzelspannungen  $A_1, A_2$  usw. geringer sind, denn im Augenblick des Einschaltens fließt

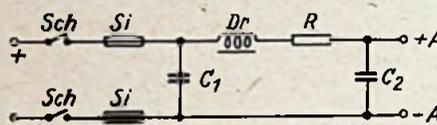


Abb. 1

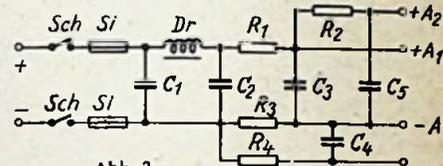


Abb. 2

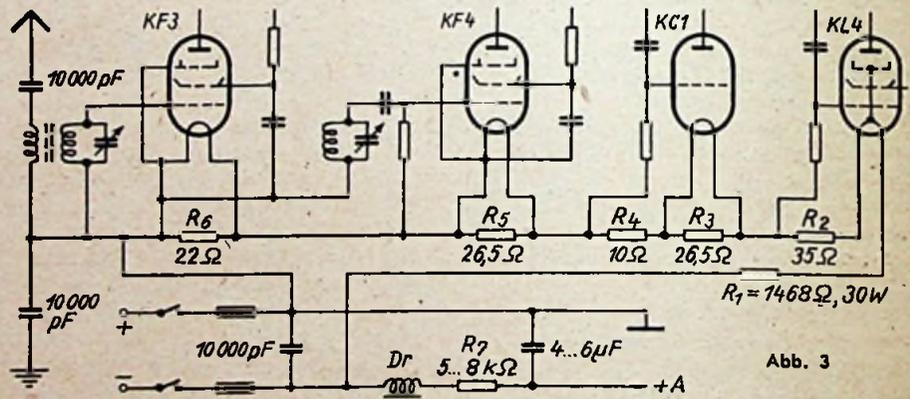


Abb. 3

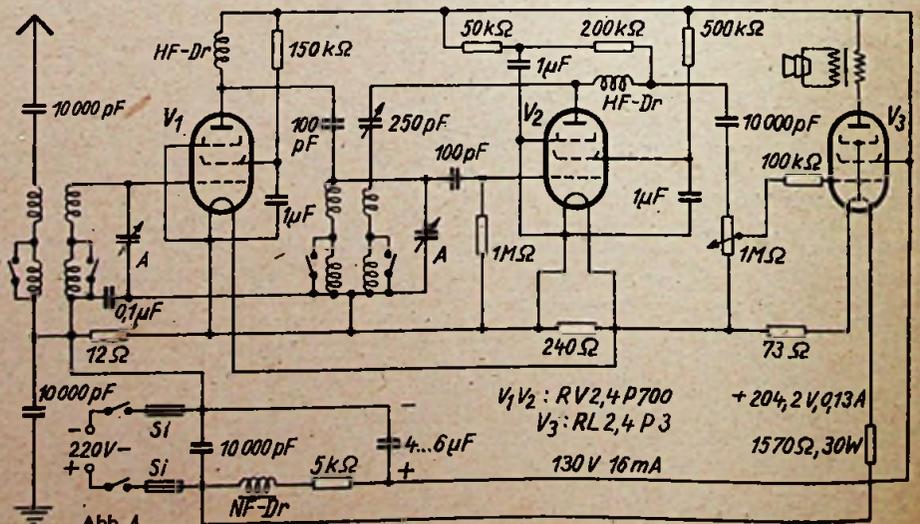


Abb. 4

noch kein Anodenstrom; es erfolgt daher auch kein Spannungsabfall an den Widerständen, so daß noch die volle Netzspannung an den Kondensatoren  $C_2$ ,  $C_3$  und  $C_4$  liegt. Dagegen kann der Kondensator  $C_1$  eine geringe Betriebsspannung haben, weil an ihm ja nur die kleine Gittervorspannung liegt. Diese wird erzeugt durch den Widerstand  $R_3$ , der sich errechnet aus der Gittervorspannung, die durch den Anodenstrom dividiert werden muß. Gittervorspannung in Volt geteilt durch Gesamtanodenstrom in Milliampere ergibt den Widerstand  $R_3$  in kOhm. Der Widerstand  $R_4$  ist nur ein Siebwiderstand, der mit 0,1 Megohm bemessen werden kann.

Es ist zu beachten, daß vor allem bei ausländischen Geräten die Anschlußschnüre unter Umständen andere Bezeichnungen tragen, als es bei uns üblich ist. Es wird z. B. in amerikanischen und englischen Empfängern häufig für die Heizbatterie die Bezeichnung A-Batterie, für die Anodenbatterie B-Batterie und für die Gitterbatterie C-Batterie angewendet. Entsprechend sind die Bezeichnungen der Anschlüsse -A, +A, -B, +B und -C, +C. Man muß sich also überzeugen, wohin diese Anschlüsse führen, damit nicht die naheliegende Verwechslung vor allem zwischen Heiz- und Anodenbatterie erfolgt.

Sollen Batterieempfänger vollständig am Gleichstromnetz betrieben werden, dann werden einige Umschaltungen innerhalb des Gerätes vorgenommen. Wie beim normalen Gleich- und Allstromempfänger werden die Heizfäden der Röhren hintereinandergeschaltet. Da es sich bei Batterieröhren jedoch fast durchweg um direkt geheizte Röhren handelt, treten einige Schwierigkeiten auf. Alle Katoden der Röhren, die ja gleichzeitig Träger der Heizung sind, können jetzt nicht mehr an ein und denselben Bezugspunkt, nämlich an Masse gelegt werden. Die Erzeugung der Gittervorspannungen erfolgt deshalb zweckmäßig durch Widerstände, die in den Heizkreis der Röhren gelegt werden ( $R_2$  und  $R_4$  in Abb. 3). Der Strom im Heizkreis wird bestimmt durch den Heizfaden derjenigen Röhre, die den größten Heizstrom benötigt, in unserem Falle die KL 4. Sie hat einen Heizstrom von 0,14 A. Die anderen Röhren haben einen geringeren Heizstrom, so daß ein Teil des Stromes über Parallelwiderstände umgeleitet werden muß. Die Größe der einzelnen Widerstände geht für unser Beispiel aus der nachstehenden Tabelle hervor.

	U V	I A	R	N W	∅ mm	l m
$R_1$	205,5	0,14	1468	30	0,2	9,10
$R_2$	5	0,14	35,5	1	0,2	0,23
$R_3$	2	0,075	26,5	1/4	0,1 0,2	0,42 1,68
$R_4$	1,5	0,14	10	1/4	0,2	0,16
$R_5$	2	0,075	26,5	1/4	0,1 0,2	0,42 1,68
$R_6$	2	0,09	22	1/4	0,1 0,2	0,35 1,40

In dieser Tabelle errechnen sich die einzelnen Widerstände wie folgt: zunächst werden sämtliche Heiz- und Gittervorspannungen zusammengezählt und von der Netzspannung abgezogen. Aus dieser Differenz ergibt sich die Spannung, die vom Vorwiderstand  $R_1$  aufzunehmen ist. Da jede Röhre 2 V Heizspannung benötigt und die Gittervorspannungen für die KC 1 und KL 4 1,5 V bzw. 5 V betragen, ergibt sich eine Gesamtspannung von 14,5 V, mithin für  $R_1$  eine aufzunehmende Spannung von 205,5 V. Daraus errechnet sich der Vorwiderstand  $205 : 0,14 = 1468$  Ohm. Die Belastbarkeit ist 30 Watt. Um an  $R_2$  eine Spannung von 5 V zu erzeugen, erhält dieser Widerstand  $5 : 0,14 = 35,5$  Ohm. Die KC 1 hat einen Heizstrom von 0,065 A, mithin muß die Differenz von 0,075 A durch den Widerstand  $R_3$  aufgenommen werden, an dem ebenfalls eine Spannung von 2 V liegt. Daraus ergibt sich sein Widerstand zu  $2 : 0,075 = 26,5$  Ohm, 1/4 Watt. Für die Gittervorspannung der KC 1 in Höhe von 1,5 V ergibt sich ein Widerstand von 10 Ohm.  $R_3$  und  $R_4$  werden schließlich in gleicher Weise errechnet wie  $R_2$ .

Nun sind die errechneten Widerstände keineswegs handelsüblich. Man muß diese ausgefallenen Größen meist selbst herstellen. Steht Konstantendraht (blank, Materialbezeichnung WM 50) zur Verfügung, so benötigt man bei einem Durchmesser von 0,1 mm für je 1 Ohm 15,7 mm Länge, bei einem Durchmesser von 0,2 mm dagegen 63 mm für jedes Ohm. Der Draht von 0,1 mm Durchmesser ist belastbar bis 0,077 A, der Draht von 0,2 mm Durchmesser bis 0,24 A. Durchmesser und Länge für die Widerstände in unserem Beispiel sind in der Tabelle mit aufgeführt. Der Draht wird aufgewickelt auf einen kleinen keramischen Körper, und zwar einlagig, Windung dicht neben Windung. Der Widerstand  $R_7$ , der die Anodenspannung auf den höchstzulässigen Wert von 135 V reduzieren soll, beträgt bei einer Netzspannung von 220 V 8500 Ohm, 2 Watt. Davon ist jedoch der Widerstand der Drossel abzuziehen, der unter Umständen mehrere tausend Ohm betragen kann.

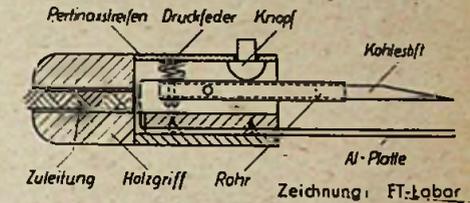
Ist ein Empfänger — um ein weiteres Beispiel anzuführen — mit den Batterieröhren DCH 11, DAF 11, DC 11 und DL 11 bestückt, deren Heizspannungen je 1,2 V betragen, so wird der Strom im Heizkreis bestimmt durch die DCH 11, deren Heizstrombedarf 0,075 A ist. Die DAF 11 benötigt nur 0,05 A, erhält also ebenso wie die DL 11 einen Parallelwiderstand von 48 Ohm, die DC 11 dagegen hat nur 0,025 A Heizstrom, ihr Parallelwiderstand erhält 24 Ohm. Der Heiz- und Gitterspannungsbedarf zusammen beträgt 20,3 V, der Vorwiderstand hat demnach 199,7 V aufzunehmen und erhält 2667 Ohm bei 15 W Belastbarkeit.

In ähnlicher Weise kann man für jeden Batterieempfänger Vor- oder Nebewiderstände errechnen und auf diese

Weise alte Batterieempfänger für Netzbetrieb herrichten, die vorher unbeachtet und nutzlos beiseitestanden. Fehlen aber in einem solchen Empfänger die Röhren, so zeigt Abb. 4, wie sie durch kommerzielle Typen ersetzt werden könnten.  
Hans Prinzler

### Eine praktische Lötzange

In Ergänzung zu unseren Ausführungen in Heft 9/47 Seite 21 beschreiben wir heute eine praktische Lötzange (Einsender E. Wolf), die den Vorteil hat, daß die zu verlötenden Teile bis zum Erkalten aneinandergepreßt werden und so sicheren Kontakt gewährleisten.



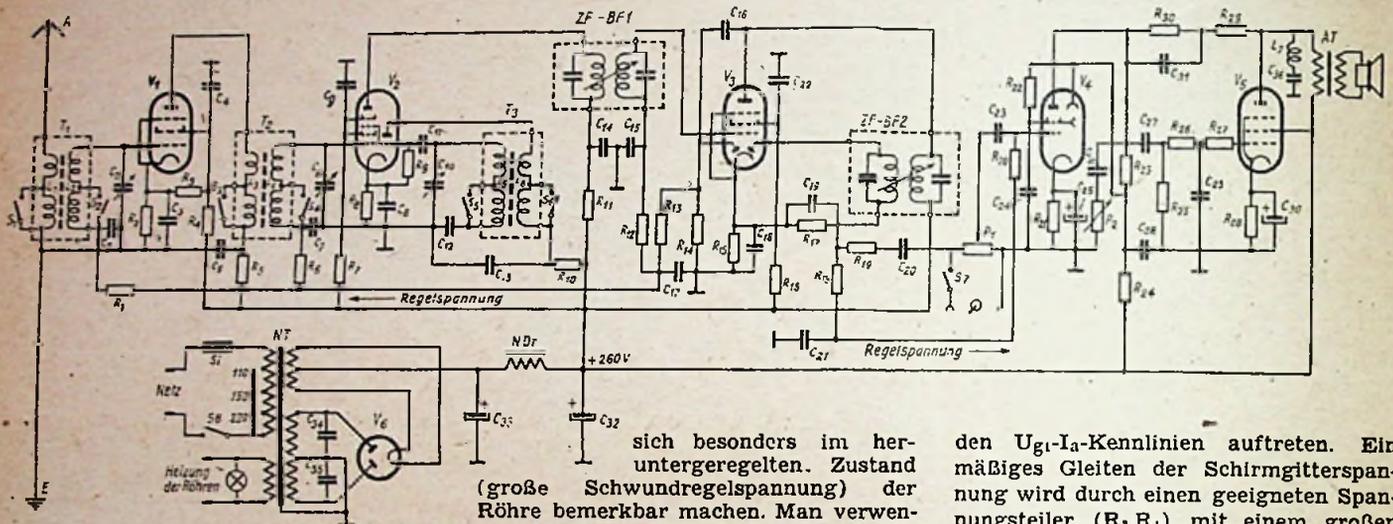
Ein Holzgriff, etwa ein Fellenheft, erhält eine exzentrische Bohrung von etwa 15 mm  $\phi$  zur Aufnahme des um eine Achse drehbaren Rohres, das nicht länger als 8 cm sein soll. Dieses Metallrohr nimmt an einem Ende den Kohlestift auf; das andere Ende wird durch eine Druckfeder so weit herabgedrückt, daß das Rohr auf der anderen Achsen-seite am Betätigungsknopf anliegt. Als Gegenpol dient ein Al-Streifen von etwa 6 mm Breite und 1 mm Stärke. Angeschlossen wird das Gerät an einen Trafo von etwa 4...6 V bei 6 A. Der Schalter wird netzseitig angebracht, um die Kontakte zu schonen. Die Lötstelle wird gleichmäßiger erwärmt, wenn man statt der Al-Platte einen zweiten Kohlestift als Gegenpol nimmt. Wesentlich ist, daß der Kohlestift vor Einbau über einer Gasflamme oder im Ofen erhitzt wird, um die Paraffintränkung auszubrennen. Zuleitungen nicht unter 1 mm<sup>2</sup> wählen.

### Verwendung von Röhren mit Katodenschluß

Endröhren in Wechselstromempfängern mit Katoden-Heizfadenschluß lassen sich gut noch verwenden, wenn man den Heizfaden gleichstrommäßig von der Minusleitung trennt. In den meisten Wechselstromempfängern hat die Heizwicklung der Verstärkerröhren eine Mittelanzapfung, welche an Masse geschaltet ist. Hat nun zum Beispiel die AL 4 Katoden-Heizfadenschluß, so tritt eine Gittervorspannungsverfälschung ein, da die Katodenkombination kurzgeschlossen ist. Das hat wiederum ein Ansteigen des Anodenstroms und damit starken Brumm und Verzerrungen zur Folge. Symmetriert man nun den Heizfaden über einen Kondensator mit etwa 0,2 MF, indem man die Mittelanzapfung ablötet und einen Kondensator zwischenschaltet, so arbeitet das Gerät wieder normal, und dem Kunden ist die Endröhre gerettet. B. Hofbeck

# FÜR DEN JUNGEN TECHNIKER

## Wir lesen eine Schaltung Erste Fortsetzung



### Die Röhre V<sub>1</sub>

arbeitet als abgestimmter Hochfrequenzverstärker auf der Signalfrequenz. Ihre Steuerspannung erhält sie vom Eingangskreis  $L_2C_2$ .  $V_1$  ist eine Regelröhre EF 13 und über  $R_1$  mit an die Schwundregelspannung angeschlossen. Regelröhren sollen einen automatischen Lautstärkeausgleich bei Schwunderscheinungen dadurch ermöglichen, daß ihnen eine negative Gittergleichspannung zugeführt wird, die von der Stärke des empfangenen Signals abhängt. Im Gegensatz zu anderen Röhren ist ihr Steuergitter mit veränderlicher Steigung gewickelt. Bei kleinen Steuergittervorspannungen (Regelspannung) wird der Anodengleichstrom durch die engmaschigen Teile des Steuergitters (kleiner Durchgriff) bestimmt, während bei großen Steuergittervorspannungen der Anodengleichstrom in der Hauptsache nur noch von dem weitmaschigen Teil des Steuergitters (großer Durchgriff) beeinflusst wird. Man erreicht dadurch, daß auch bei hoher Regelspannung das Signal an der Kennlinie keine Verzerrungen erleidet. Regelröhren haben eine Exponentialkennlinie, Abb. 1 zeigt den Unterschied.

Bei der ersten Röhre im Empfänger hat man darauf zu achten, daß die sog. Kreuzmodulation (d. i. hochfrequentes Übersprechen starker, frequenzbenachbarter Sender) gering bleibt. Diese kann

sich besonders im heruntergeregelten Zustand (große Schwundregelspannung) der Röhre bemerkbar machen. Man verwendet deshalb für diese Stufe vorzugsweise Regelröhren mit gleitender Schirmgitterspannung.

Bei negativ werdender Steuergitterspannung erhöht sich die Schirmgitterspannung einer Fünfpolröhre. Von dieser Tatsache macht man bei den neuen Regelröhren Gebrauch, und läßt die Schirmgitterspannung mit wachsender Regelspannung höhere Werte annehmen. Dadurch verlagert sich der Arbeitspunkt der Röhre mit zunehmender Regelung, und er wandert längs der gestrichelten Kurve in Abb. 2 quer durch das Kennlinienfeld. Die Aussteuerung der Röhre erfolgt jedoch an den jeweiligen  $U_{g1}$ - $I_a$ -Kennlinien, auf denen sich der Arbeitspunkt zur Zeit befindet. Diese Teilbereiche sind in Abb. 2 die stark gezeichneten Pfeile, und man erkennt, daß die Arbeitssteilheit mit zunehmender Regelung immer geringer wird. Der Verstärkungsgrad nimmt dabei entsprechend ab.



Abb. 1

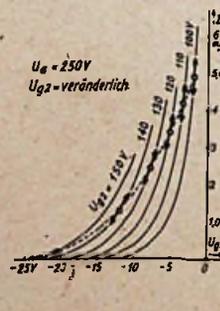


Abb. 2

Es ergibt sich durch die gleitende Schirmgitterspannung eine Vergrößerung des Aussteuerbereiches, besonders bei den hohen Regelspannungen. Sie bewirkt gleichzeitig eine sehr günstige Änderung der Kennlinienkrümmung, ohne daß unangenehme Knickstellen in

den  $U_{g1}$ - $I_a$ -Kennlinien auftreten. Ein mäßiges Gleiten der Schirmgitterspannung wird durch einen geeigneten Spannungsteiler ( $R_3, R_1$ ) mit einem großen Querwiderstand erreicht. Soll die Schirmgitterspannung aber voll gleiten, so wird sie nur über einen Vorwiderstand zugeführt.

Bei der EF 13 erzielt man durch eine Regelspannung bis ca.  $-22$  Volt und eine mäßig gleitende Schirmgitterspannung zwischen 100 und 150 Volt eine Verstärkungsänderung von etwa 1 : 150.

C. M.

## LEXIKON

**Autoelektronische Entladung.** — Eine „kalte“ Katode (unterhalb etwa  $625^\circ\text{C}$ ) in einer Elektronenröhre sendet bei niedrigen Anodenspannungen keine Elektronen aus. Wird jedoch die zwischen Katode und Anode liegende Potentialdifferenz immer mehr gesteigert, so setzt von einer bestimmten Feldstärke an ziemlich plötzlich Elektronenemission ein, die sogenannte autoelektronische Entladung. Diese nur unter dem Einfluß des elektrischen Feldes stattfindende Entladung ist von der Katodentemperatur unabhängig. Sie beginnt bei einer kritischen Feldstärke in der Größenordnung von etwa  $10^6$  Volt/cm. — Unter Verwendung von Katoden in Form feiner Spitzen in hochevakuierten oder gasgefüllten Röhren läßt sich die Erscheinung der autoelektronischen Entladung zum Gleichrichten von Wechselströmen ausnutzen (Kaltkatodengleichrichter). Die dabei erzielbare Gleichstromausbeute ist allerdings sehr gering und die notwendige Spannung sehr hoch, so daß solche Gleichrichter bisher technisch ohne größere Bedeutung geblieben sind.

**Schrotoeffekt.** — Die sehr schwachen Ströme in Elektronenröhren zeigen gewisse Schwankungen, die auf das zu-

fällige und nicht in regelmäßigen Abständen erfolgende Austreten der Elektronen aus der Katode zurückzuführen sind. Diese Erscheinung wird wegen der unregelmäßigen Zahl der in jedem Augenblick wie Schrotkörner durch den Strahlquerschnitt gehenden Elektronen Schroteffekt genannt. Ein Emissions-

strom ist also genau genommen nicht konstant, sondern hat, über einen längeren Zeitraum gemessen, einen Mittelwert. Je mehr Elektronen die Katode verlassen, je stärker also die Emission ist, desto geringer ist die Abweichung von diesem Mittelwert, d. h. der Schroteffekt.

A-Schaltung, jedoch noch nicht am unteren Knick wie bei der B-Schaltung. Dies hat gegenüber dem B-Verstärker zwar einen höheren Anodenruhestrom zur Folge, was bei Netzempfängern jedoch nicht ins Gewicht fällt, erhöht aber die Sprechleistung bedeutend.

Allgemein kann man bei Gegentakt-A-Verstärkern mit der zweifachen, bei Gegentakt-A-B-Verstärkern mit der dreifachen Sprechleistung einer einfachen Endstufe rechnen. Beide Röhren müssen jedoch gleicher Type und auf den gleichen Arbeitspunkt eingestellt sein.

## Die verschiedenen Betriebsarten der Endstufe

Man hört oder liest des öfteren von einem A-Verstärker oder einer Verstärker-Klasse B. Was verbirgt sich hinter diesen Bezeichnungen?

Betrachten wir eine Röhrenkennlinie, so sehen wir, daß die erst stark gekrümmte Kennlinie von einer bestimmten Gittervorspannung an in einen gradlinigen Teil übergeht, daß ferner bei einem bestimmten Anodenstrom ein Gitterstrom zu fließen beginnt.

### Der A-Verstärker

Legt man den Arbeitspunkt in die Mitte des geraden Teiles, der durch den Krümmungsbeginn unten und den Gitterstromeinsetzpunkt oben begrenzt wird, dann spricht man von der A-Schaltung (Abb. 1). Man sieht, daß die ankommenden Wellenzüge hierbei ohne Verzerrung verstärkt werden. Bei der Gegentakt-A-Schaltung (Abb. 2) wer-

Sendern nur in Gegentaktverstärkern brauchbar. Eine Abart des B-Verstärkers steuert die Kennlinie sogar bis in den Gitterstrombereich aus, d. h. in einen Bereich, wo das Gitter positiv ist (Abb. 4). Das ist dann der Fall, wenn die Steuerwechsellspannung größer als die Gittervorspannung wird. Der auftretende Gitterstrom verursacht außer einer Dämpfung noch Verzerrungen, die durch eine Gitterstromrückkoppelung beseitigt werden müssen. Durch den Gitterstrom wird die vorhergehende Röhre belastet; die Steuerung der Endröhre erfolgt nicht mehr leistungslos, sondern die Vorröhre muß die Endstufe antreiben; sie heißt daher Treiberröhre. Einen Sonderfall bildet die KDD 1. Sie hat einen sehr kleinen Durchgriff und arbeitet ohne Gittervorspannung. Sie benötigt nur einen sehr kleinen Anodenruhestrom. Die positiven Halbschwingungen

### Der C-Verstärker

Bei ihm ist der Arbeitspunkt auf der Kennlinie soweit nach links verschoben, daß in Ruhe überhaupt kein Anodenstrom mehr fließt. Nur die Spitzen der Gitterwechsellspannung steuern den Anodenstrom aus. Die Schaltung kommt nur für Sendezwecke in Betracht.

Literatur: Ratheiser: Rundfunkröhren, Wrona: Rundfunklehrgang, Bergtold: Röhrenbuch.

## Anwendungen

### der Gleichungen ersten Grades mit einer Unbekannten

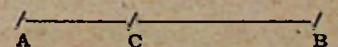
(5. Fortsetzung)

Ein recht geeignetes Gebiet für die Anwendungen von Gleichungen bilden die Bewegungsaufgaben, die die hervorragende Brauchbarkeit unserer behandelten theoretischen Methoden für Vorgänge des praktischen Lebens klar erkennen lassen. Bei Bewegungen muß man zwischen gleichförmigen und ungleichförmigen Bewegungen unterscheiden. Die ersten haben eine gleichbleibende Geschwindigkeit, während sie sich bei den letzten ändert. Geschwindigkeit ist im physikalischen Sinne der in einer Sekunde zurückgelegte Weg, gemessen in cm. Um eine Unübersichtlichkeit der Zahlenangaben zu vermeiden, gibt man aber in der Praxis häufig auch die in einer Minute oder in einer Stunde zurückgelegten Wege als Geschwindigkeit an. Schon aus diesen Ausführungen ist ersichtlich, wie wichtig es ist, innerhalb einer Lösung die gleiche Einheit zu benutzen; sind in einer Aufgabe zwei verschiedene Einheiten zugrunde gelegt, so ist es unbedingt notwendig, sie auf die gleiche Einheit zurückzuführen. Das gilt sowohl für den Weg als auch für die Zeit.

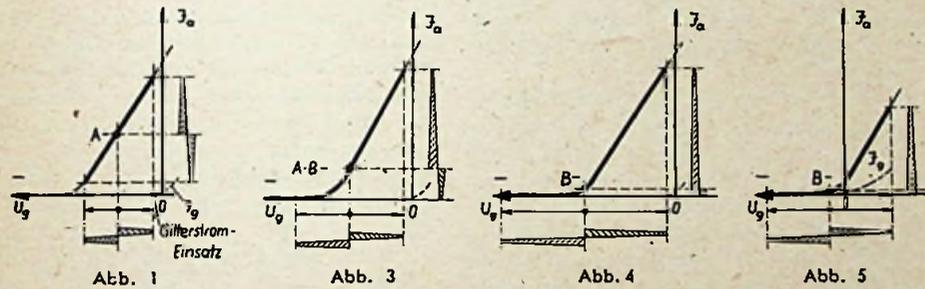
Wir wollen uns nun einem Beispiel zuwenden:

1. Von zwei Orten A und B, die 36 km voneinander entfernt sind, gehen zwei Personen, von denen die erste in jeder Stunde 4 km, die andere 5 km zurücklegt, einander entgegen. Wann treffen sie zusammen, wenn sie um 9 Uhr aufbrechen? Wie groß war ihre Entfernung nach 1 Stunde?

Auflösung:



Bezeichnen wir die Zeit, die jede Person bis zum Zusammentreffen braucht, mit



den den Gittern von zwei Röhren gleicher Typen über den Gegentakteingangstransformator gegenphasige Spannungen zugeleitet, die nach Verstärkung durch den Ausgangübertrager wieder zusammengesetzt werden. Dabei heben sich alle in der Endröhre entstehenden geradzahigen Verzerrungen (2., 4., 6. Oberwelle usw.) auf.

Während man bei A-Schaltung am besten Pentoden verwendet wegen ihrer größeren Verstärkung und ihrem besseren Wirkungsgrad, zieht man bei Gegentakt-A-Schaltung Trioden vor, da diese reich an geradzahigen Oberwellen sind, die ausgeglichen werden, im Gegensatz zu Pentoden mit vorwiegend ungeradzahigen Oberwellen.

### Der B-Verstärker

Wählt man den Arbeitspunkt nicht in der Mitte des geraden Kennlinienteils, sondern tiefer an dem unteren Knick (Abb. 3), dann kann man mit geringstem Anodenruhestrom den höchsten Wirkungsgrad erzielen. Diese Verstärkerart ist daher in erster Linie für Batterieempfänger geeignet. Da bei voller Aussteuerung aber Verzerrungen auftreten, ist diese Schaltung außer bei

der steuernden Gitterwechsellspannung allein sind wirksam, machen jedoch die Gitter während ihrer ganzen Dauer positiv und nicht nur während der Spannungsspitzen. Da infolgedessen ein dauernder Gitterstrom fließt, ist eine Entzerrung überflüssig. Schwierig ist die automatische Erzeugung der Gitter-

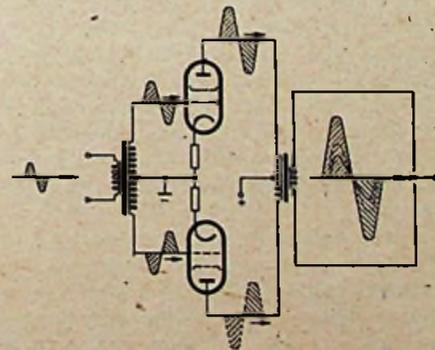


Abb. 2

vorspannung, da der Anodengleichstrom von der jeweiligen Aussteuerung abhängt.

### Der A-B-Verstärker

In dieser Schaltung (Abb. 5) liegt der Arbeitspunkt tiefer als bei der normalen

genannte Werkstoff hat die höchste bisher erreichte magnetische Sättigung aufzuweisen. Er gestattet den Bau elektrischer Motoren und Generatoren, die etwa 10 v. H. kleiner und leichter sind als die besten zur Zeit bekannten Erzeugnisse dieser Art.

Die Hauptschwierigkeiten bei der Entwicklung des neuen Magnetstahles bestanden in der großen Härte und geringen Dehnung; die allen hochlegierten Kobaltstählen eigen ist. Sie wurden schließlich durch ein neues Walzverfahren überwunden, bei dem die Bleche nach dem Walzen abgeschreckt und dann kalt nachgewalzt werden. Im Gegensatz zu anderen Stählen ergibt diese Behandlung so gute Dehnungseigenschaften, daß Bleche von noch  $\frac{1}{16}$  mm hergestellt werden können, die sich wie Federstahl aufwickeln lassen. Die Herstellungskosten von „Hiperco“ sind einstellbar noch sehr hoch und beschränken seine Verwendung auf solche Gebiete, auf denen Raum und Gewicht eine entscheidende Rolle spielen.

(Mechanical Engineering, Easton, April 1947)

### Durch Funkbildschreiber übertragene Wetterkarten

Der Wetterdienst der US-Marine verbreitet neuerdings regelmäßig auf dem Funkwege Wetterkarten, die das Gebiet zwischen der chinesischen Küste bis zum Nordatlantik überdecken. Die Wetterstellen Guam, Pearl Harbour, San Francisco und Washington geben Teilkarten ihrer Bezirke, die sich zu einer pazifischen Großwetterkarte ergänzen. Die Übertragung einer Teilkarte mit dem Funkbildschreiber dauert 30 Minuten.

(Science News Letter, 7. 6. 47)

### Ultrakurzwellen im Dienste der Meteorologie

Untersuchungen zur Klärung der Zusammenhänge zwischen Funkausbreitung (Reichweite) und Wetter, die vom amerikanischen Heereswetterdienst während des Krieges begonnen wurden und jetzt von der Universität Harvard fortgeführt werden, ergaben die Möglichkeit einer Verwendung von Ultrakurzwellen in der Meteorologie. Es zeigte sich, daß Druck, Temperatur und Feuchtigkeit der Luft die Ausbreitung elektro-magnetischer Wellen pseudooptischer Art (300 MHz und mehr) merklich beeinflussen. Dies kommt in einer mehr oder minder starken Schwächung der normalen Feldstärke zum Ausdruck. Messungen der Empfangsintensität einer von einem Flugzeugsender in großer Höhe ausgehenden Strahlung geben daher ein deutbares Gesamtbild der wetterbestimmenden Faktoren der Luftmassen. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß auf diesem Wege, wenn erst genügend Erfahrungen vorliegen, die Wettererkundung ergänzt und die Wettervorhersage verbessert werden kann.

(Science News Letter, 7. 6. 47)

### Münzfernseher

Um die Anschaffung von Fernsehempfängern, die auch in den USA nicht zu den billigen Gebrauchsgegenständen zählen, zu erleichtern, hat eine amerikanische Gesellschaft einen Kleinfernseher auf den Markt gebracht. Dieses Gerät ist gegen Münzeinwurf (1 Dollar je Stunde) in Betrieb zu setzen. Die eingeworfenen Beträge werden für die Abzahlung des Gerätes verrechnet.

(Popular Science, März 47)

FUNK-TECHNIK erscheint mit Genehmigung der französischen Militärregierung. Monatlich 2 Hefte. Verlag: Wedding-Verlag G. m. b. H. Berlin N 65, Müllerstr. 1a. Chefredakteur: Curt Rint. Bezugspreis 12,- RM vierteljährlich zuzüglich Zustellgebühren. Die Abonnementsgebühren werden innerhalb Groß-Berlins durch die Filialboten der Druckerei- und Vertriebsgesellschaft m. b. H. kassiert. Bestellungen beim Verlag, bei der Druckerei- und Vertriebsgesellschaft m. b. H., Vertriebsabteilung der FUNK-TECHNIK, Berlin W 8, und deren Filialen in allen Stadtteilen Berlins, bei den Berliner Postämtern und den Buch- und Zeitschriftenhandlungen. Anzeigenverwaltung: Berliner Werbedienst, Berlin W 8, Taubenstraße 48/49. Telefon: 42 51 81. Der Nachdruck einzelner Beiträge ist nur mit Genehmigung des Verlages gestattet. Druck: Druckhaus Tempelhof

## BRIEFKASTEN

Joachim Müller, Pöhla/Erzgebirge

Was habe ich unter Übertragungsmaß zu verstehen und in welchen Einheiten wird es gemessen?

Antwort: Durch Division der Ausgangsspannung durch die Eingangsspannung eines Verstärkers, einer Leitung oder eines anderen „Vierpols“ stellt man fest, wieviel mal größer bzw. kleiner die Spannung am Eingang gegenüber der am Ausgang ist. Bei der Aufzeichnung solcher Werte, z. B. in Abhängigkeit von der Frequenz, treten jedoch infolge der über mehrere Größenordnungen gehenden Verhältniszahlen große Schwierigkeiten auf. Aus diesem Grunde muß man das Spannungsverhältnis in logarithmischem Maßstab auftragen. Ist  $U_1$  die Spannung am Ausgang und  $U_2$  die Spannung am Eingang einer elektrischen Schaltanordnung, so be-

zeichnet man:  $10 \cdot \log \frac{U_1}{U_2}$  (Np) als die Verstärkung bzw. Dämpfung, oder allgemein als das Übertragungsmaß der Anordnung, gemessen in Neper. Dasselbe gilt, wenn zwei Stromwerte verglichen werden.

Handelt es sich um Leistungen, so benutzt man zur Festlegung des Verhältnisses zweckmäßiger den Briggschen Logarithmus. Ist  $N_1$  die Ausgangsleistung und  $N_2$  die Eingangsleistung, so ist:  $10 \cdot \log \frac{N_1}{N_2}$  (db) das Übertragungsmaß, gemessen in Dezibel.



SPEZIALGESCHÄFT FÜR RUNDFUNKTECHNIK  
ZEHLENDORFS GRÖSSTER SCHALLPLATTENVERTRIEB

Neueste **Schallplatten** der Firmen:  
Odeon, Electrola, Columbia, Imperial, Telefunken,  
Grammophon, Siemens-Polydor und Brunswick

ANKAUF • VERKAUF • TAUSCH • KOMMISSION

Röhrenregenerierungsstelle • Umbauten jeder Art • Röhrentausch • Reparaturen aller in- und ausländischen Geräte • Sonderanfertigungen Hochantennenbauten • Einbau von Autosupern Lautsprecherreparaturen • Basterteile • Radio-Baukästen • Reparaturen an Grammophonen u. Plattenspielern • Beratung in allen Fachfragen

(1) BERLIN-ZEHLENDORF, MACHNOWER STR. 25 • TEL.: 8476 92

## KURT KÖNIG

BERLIN - FRIEDENAU, ODENWALDSTR. 11

Fernsprecher 24 66 06

Abteilung I: Rundfunk- und Elektro-Großhandlung  
Spezialität: Bastler-, Reparatur- und Ersatzteile

Abteilung II: Fabrikation von Flucht-Skalen für Industrie und Bastler



Abteilung III: Neuzzeitliche fachmännisch geleitete Rundfunk-Entwicklungs- sowie Elektro- und Lautsprecher-Reparatur-Werkstatt

NUR FÜR WIEDERVERKÄUFER

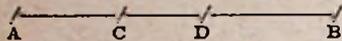
x, so legt die erste, da sie ja stündlich 4 km macht,  $AC = 4x$  km, die zweite  $BC = 5x$  km zurück. Da  $AC + BC = AB$  ist, wird

$$\begin{aligned} 4x + 5x &= 36 \\ 9x &= 36 \\ x &= 4 \end{aligned}$$

Sie treffen sich also 4 Stunden nach ihrem Aufbruch, d. h. also um 13 Uhr. Bis dahin hatte die erste Person  $4 \cdot 4 = 16$  km zurückgelegt. Der Treffpunkt muß also 16 km von A und damit 20 km von B entfernt sein. Nach einer Stunde hätte die erste Person 4 km, die zweite 5 km zurückgelegt. Ihre Entfernung war also nach einer Stunde  $36 - (4 + 5) = 36 - 9 = 25$  km.

Zusatzfrage: Wann werden die beiden Wanderer a) vor b) nach ihrer Begegnung 9 km voneinander entfernt sein?

Auflösung a):



Wählen wir wieder die dazu benötigte Zeit als Unbekannte und bezeichnen sie zum Unterschied mit oben mit y, so ist  $AC = 4y$ ,  $BD = 5y$ . Um die ganze Strecke AB zu bekommen, müssen wir zu den beiden Strecken AC und BD noch CD addieren, so daß wir erhalten

$$\begin{aligned} 4y + 5y + 9 &= 36 \\ y &= 3 \end{aligned}$$

3 Stunden nach dem Aufbruch, also um 12 Uhr, sind die beiden Wanderer 9 km voneinander entfernt.

Auflösung b):



Wir wählen wieder die bis dahin verstrichene Zeit als Unbekannte z. Dann ist in unserer Figur  $AC = 4z$  der von dem ersten Wanderer zurückgelegte Weg, während  $BD = 5z$  die von dem zweiten geschaffte Strecke veranschaulicht. Die Summe der Wegstrecken  $AC + BD$  ist aber um  $CD = 9$  km größer als die ganze Entfernung AB, so daß gilt

$$\begin{aligned} 4z + 5z &= 36 + 9 = 45 \\ z &= 5 \end{aligned}$$

Nach 5 Stunden, also um 14 Uhr, beträgt die Entfernung der beiden Wanderer zum zweiten Male 9 km.

Übungsaufgaben:

1. Zwei Städte A und B sind durch eine 41 km lange Chaussee verbunden. Auf dieser kommen zwei Fußgänger, die morgens um 9 Uhr von den Endpunkten aufgebrochen sind, einander entgegen; der von A kommende legt stündlich  $4\frac{1}{4}$  km, der von B kommende  $5\frac{1}{2}$  km zurück. Wann und wo treffen sie sich?

2. Zwei Radfahrer fahren von zwei Orten, deren Entfernung  $94\frac{1}{8}$  km beträgt, einander entgegen. Der erste legt in jeder Stunde 15 km zurück, der zweite legt zwar 19 km in der Stunde zurück, bricht aber 1 Std. 20 Min. später auf als jener. Wann und wo treffen sie sich?

3. Ein Eisenbahnzug, der um 5 Uhr 5 Min. von A nach B abgefahren war, begegnete um 5 Uhr 42 Min. einem Radler, der um 5 Uhr von B aus in der Richtung nach A aufgebrochen war. Mit welcher Geschwindigkeit fuhr der Radler, wenn die Entfernung AB 53,7 km

und die Geschwindigkeit des Zuges 600 m in der Minute betrug?

4. Von Frankfurt fährt ein Automobil mit einer Stundengeschwindigkeit von 50 km nach Heidelberg, zu gleicher Zeit fährt ein Auto mit einer Stundengeschwindigkeit von 70 km von Heidelberg ab in Richtung Frankfurt. Die Entfernung Frankfurt—Heidelberg ist 90 km. Wann treffen sie sich?

5. Um 7 Uhr 50 Min. fährt ein Personenzug vom Hauptbahnhof Köln nach Berlin mit einer Stundengeschwindigkeit von 35 km. Um 9 Uhr 05 Min. folgt ein Schnellzug, der in der Stunde 55 km zurücklegt. Wann ist der Schnellzug bis auf Stationsabstand (6 km) dem Personenzug nahegekommen?

Ergebnisse der Übungsaufgaben in Heft 19/47.

1. 4 %, 2. 400 M, 3.  $5\frac{1}{2}$  %.

## Nicola Tesla

Nikola Tesla gilt in der Welt als amerikanischer Erfinder, aber seine Wiege stand weitab von der „Neuen Welt“. Smiljan in Kroatien (etwa 18 km von der Küste der Adria entfernt) ist seine Vaterstadt, in der er am 10. Juli 1856 als Sohn eines orthodoxen Geistlichen geboren wurde. Er galt als ein kränkliches, schwächliches Kind; aber durch einen regelmäßigen Lebenswandel befestigte er seine Gesundheit so, daß er zu bedeutenden Leistungen befähigt wurde.

Schon auf der Realschule und später auf der Hochschule in Graz beschäftigte er sich mit physikalischen Versuchen, und es ist für sein Genie bezeichnend, daß er schon damals, sechs Jahre vor Haselwander und Dollwo v. Dobrowolski an der Aufgabe arbeitete, einen Drehstrommotor ohne Bürsten zu bauen, wodurch er bereits 1882/83 zur Erfindung des Drehfeldes und zu mehrphasigen Stromerzeugern und Motoren kam. Er benutzte jedoch lange Zeit getrennte Hin- und Rückleitungen für die verschiedenen Wechselströme.

Nach einem Aufenthalt in Paris ging er 1884 nach den Vereinigten Staaten von Nordamerika, die sein zweites Vaterland werden sollten. Sein großer Erfolg war hier, daß er Westinghouse, den bedeutenden, von deutschen Vorfahren abstammenden Ingenieur für sein Drehstromsystem gewinnen konnte, das 1892 in einem großen Umfange bei den Kraftwerken am Niagara-fall verwendet wurde.

Eine weitere Arbeit, die seinem Namen Glanz verleiht, war die Schaffung eines Transformators, der Wechselströme von hoher Spannung und Schwingungszahl erzeugte. Diese „Teslaströme“ wurden viel in Varietévorstellungen gezeigt und trugen dazu bei, den Namen ihres Schöpfers volkstümlich zu machen.

In der Funktechnik hat sich Tesla durch eine große Zahl gelungener Versuche verdient gemacht. Von 1889 an arbeitete er in seinem Laboratorium in New York über Hochfrequenz und Hoch-

spannung sowie über funktechnische Fragen. Es hat den Anschein, als ob er hier sein Ziel von vornherein zu weit gesteckt, die Aufgabe zu umfassend gestellt hätte. Vier Jahre vor Marconi begann Tesla Versuche über die drahtlose Großkraftübertragung anzustellen. Damals schon erkannte er das Prinzip der Abstimmung von Sender und Empfänger, das er unabhängig von anderen Forschern löste. Es gelang ihm, auf drahtlosem Wege Glühlampen zum Aufleuchten zu bringen. Viele Menschen glaubten damals schon, daß eine völlige Umgestaltung der Elektrizitätsversorgung bevorstehe. Man hoffte, Kraftstrom überall aufnehmen und so verwenden zu können, wie wir es heute mit den winzigen Energiemengen tun, die wir von den Rundfunksendern mit unseren Geräten aufnehmen.

Tesla baute lange vor Alexanderson und Fessenden eine Hochfrequenzmaschine, mit der er Wechselstrom von 10 000 Perioden erzeugte. Aber er tat das nicht, um ungedämpfte Schwingungen für die drahtlose Nachrichtenübermittlung zu erhalten, sondern zur Förderung seiner auf andere Zwecke gerichteten Versuche. In seiner berühmten Funkstation in Colorado erzeugte er Spannungen bis zu 20 Millionen Volt und erzielte die damals Bewunderung erregenden Reichweiten von 1000 Kilometer und darüber bei telegrafischen und telefonischen Übertragungen, während ihm Kraftstromübertragungen bis zu einer Entfernung von 27 Kilometer gelangen. Er schlug schon frühzeitig zum Empfang ungedämpfter, nicht mit Telefonströmen überlagerter, Schwingungen die Überlagerung vor. Er wollte die Überlagerung der Grundschwingung aber nicht so, wie es später üblich wurde, im Empfänger, sondern im Sender wirksam werden lassen. Auch mit diesem Gedanken, den er nicht weiter praktisch verfolgte, kam er der tatsächlichen Entwicklung, die viele Jahre später einsetzte, schon recht nahe.

Tesla hat sich auch mit den Schwingungen des elektrischen Lichtbogens lange Zeit beschäftigt. Seine wichtigsten Erfindungen aber waren Hochfrequenzmaschinen, Hochfrequenzoszillatoren, Rotationsoszillatoren, ungedämpfte Schwingungen und abgestimmte drahtlose Telegrafie durch je zwei lose gekoppelte Resonanzkreise, wobei er im bewußten Gegensatz zu Heinrich Hertz, an dessen Arbeiten er, ähnlich wie Marconi, anknüpfte, nicht Wellen von einem Meter benutzte, sondern von 100 bis zu einigen 1000 Metern, deren Ausbreitung sich der Gestalt der Erde besser anpaßt.

Tesla ist in erster Linie als Wissenschaftler zu werten. Alle seine Einkünfte verwandte er immer wieder zu neuen, oft sehr groß angelegten Versuchen. Die praktische Anwendung seiner Erfindungen berührte ihn so wenig, daß er z. B. erst vier Jahre nach der Inbetriebnahme der Niagara-Kraftwerke Gelegenheit nahm, das Arbeiten der von ihm geschaffenen Drehstromerzeuger zu sehen.

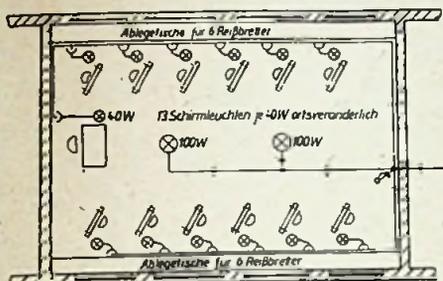
W. M.

# Wo steckt der Fehler?

## Lösung Aufgabe Nr. 10

### Frage 1:

- Falsche Anordnung der Reißbrettreihen.
- Unzulängliche, unwirtschaftliche und beleuchtungstechnisch nicht einwandfreie Installation der Leuchten.



### Frage 2:

- Die Reißbretter müssen so angeordnet werden, daß die Arbeitenden am Tage und abends das richtige Licht von links erhalten.
- Für die Allgemeinbeleuchtung genügen 2 Lampen zu 75 W. Die wichtige Arbeitsplatzbeleuchtung ist unbedingt erforderlich.
- Der durch die Anordnung entstehende Mehrverbrauch an Strom von 70 W ist geringfügig und spielt keine Rolle.

## Prelsträger Aufgabe Nr. 10

- Preis: —
  - Preis: Chr. Mayer, Langenau, Aachstr. 12
  - Preis: Siegr. Weber, Remse/Mulde, Berg 86.
- Da keine 100% richtige Lösung eingegangen ist, kann nur der 2. und 3. Preis für die der Lösung am nächsten kommenden Einsendungen verteilt werden.



## Zeitschriftendienst

### Mit Xenon gefüllte Stromrichter

Eine neue, mit Xenon gefüllte Stromrichterröhre für verschiedene Verwendungszwecke hat die amerikanische Chatham Electronics herausgebracht. Die Xenonfüllung soll die unangenehme Eigenschaft vieler mit Quecksilberdampf gefüllte Stromrichter, bei tiefen Temperaturen nicht zu zünden, beseitigen. Der Betriebsbereich der neuen Röhre wird mit  $-55^{\circ}\text{C}$  bis  $+90^{\circ}\text{C}$  angegeben. (Radio News, Juni 47)

### Elektronisches Messen von Oberflächenrauigkeiten

Vom amerikanischen Bureau of Standards wurde ein neues Verfahren des Messens von Oberflächenrauigkeiten mit optik-elektronischen Mitteln entwickelt. Hierzu wird von der zu untersuchenden Oberfläche ein Abdruck aus lichtdurchlässigem Kunststoff hergestellt. Dieser Abdruck wird von einem Lichtstrahl so durchleuchtet, daß überstehende Rauigkeiten von dem Strahl geschnitten werden. Art und Grad der Rauigkeit verursachen Änderungen der Intensität und des Beugungswinkels des Lichtstrahls, der nach Durchgang durch den Abdruck auf eine Fotозelle fällt. Der von der Fotозelle erzeugte Elektronenstrom gibt ein Maß für den Rauigkeitswert der Oberfläche. (Radio News, Juni 47)

### Der Synchrodyn-Empfänger

Der Synchrodyn-Empfänger unterscheidet sich vom Superhet dadurch, daß die vom Oszillator erzeugte Frequenz genau mit der zu demodulierenden Senderfrequenz übereinstimmt und daher keine Zwischenfrequenz erzeugt. Durch gegenseitige Überlagerung (Multiplikation) der beiden hochfrequenten Spannungen gleicher Frequenz entsteht eine der Modulation proportionale niederfrequente Spannung.

Der Oszillator wird durch die Senderfrequenz selbst synchronisiert und liefert seine Spannung an eine aus vier Gleichrichtern in Ringform bestehende Mischstufe mit linearer Kennlinie. In dieser Mischstufe entsteht unmittelbar die niederfrequente Modulation wieder, so daß ein zweiter Gleichrichter überflüssig ist.

Die Abstimmung des Synchrodyn-Empfängers geschieht nur durch Abstimmung des Oszillatorkreises, die Hochfrequenzstufen brauchen keinerlei Abstimm-Mittel zu enthalten, so daß Abgleich- und Gleichlaufschwierigkeiten fortfallen. Die Trennschärfe des Empfängers ist lediglich durch den Oszillatorkreis und die Größe der Synchronisierspannung, nicht aber durch Hochfrequenzkreise oder Hochfrequenzverstärker bedingt. Die bei Geradeausempfänger und Superhet sich einander ausschließenden Forderungen nach ausreichender Selektivität und guter Tonqualität können bei dem Synchrodyn-Empfänger gleichzeitig erfüllt werden, da der für die Trennschärfe allein verantwortliche Oszillatorkreis die Tonqualität des Empfängers nicht beeinträchtigt.

(Electronic Engineering, August 1947)

### Magnetstahl „Hiperco“

Eine neue Kobaltlegierung für Magnete aus 64 v. H. Fe, 35 v. H. Co und 1 v. H. Cr wurde von der amerikanischen Westinghouse-Gesellschaft entwickelt. Der neue „Hiperco“

# RADIOLUX

G. M. B. H., BERLIN-STEGLITZ

Sofort lieferbar

## Drehkondensatoren

MIT FESTEM DIELEKTRIKUM

QR 200 = 8—200 pF	} Rückkoppler
QR 250 = 8—250 pF	
QA 350 = 8—350 pF	} Abstimmer
QA 500 = 8—550 pF	
QD 2250 = 2 x 250 pF	} Diff. Kondensat.
QD 2150 = 2 x 150 pF	

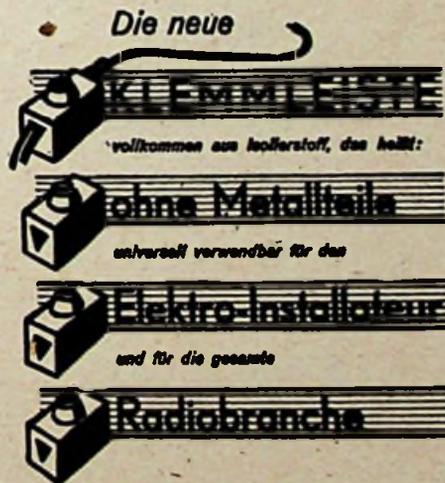
## LUFTDREHKONDENSATOREN

(500 cm) BEI LIEFERUNG VON LEICHTMETALLBLECHEN

Verkauf nur an Fabriken und Handel

### WIR SUCHEN:

Altmaterial, Rundmaterial 6—16 mm, Messing-Alu-Bleche 0,3—1,5 mm, Tiefzieh- und Trafolebleche, Selen-gleichrichter ab 35 mm Durchmesser, Preßspan 0,1—3 mm, Mechanikerdrehbank und andere Maschinen



Alleinvertrieb:

## ELEKTRO-UND RADIO-GROSSHANDLUNG FRIEDRICH WILHELM LIEBIG

MITGL. DER E. R. M. BERLIN

Berlin-Neukölln, Thüringer Straße 17

z. Z. lieferbar:

Widerstände · Skalantriebe · Diodenvollmeter  
Induktivitätsmeßgerät, 4 Meßbereiche: 1  $\mu\text{H}$  - 10 mH,  
Widerstandsmeßgerät, 4 Meßbereiche: 1  $\Omega$  - 5 M $\Omega$   
Vialfachinstrument für Gleichstrom mit 7 Meßbereichen:  
5 - 50 - 250 - 500 Volt und  
5 - 50 - 500 Milliampère

ANKAUF ALLER RESTPOSTEN IN:

Röhren · Drähte · Widerständen · Kondensatoren · sämtliches Rohmaterial usw.