

LEHRBUCH
DER
DRAHTLOSEN TELEGRAPHIE

VON

DR. J. ZENNECK,
ORD. PROFESSOR DER PHYSIK
AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN MÜNCHEN

UND

DR. H. RUKOP,
LABORATORIUMSVORSTAND VON TELEFUNKEN,
GESELLSCHAFT FÜR DRAHTLOSE TELEGRAPHIE.

FÜNFTE AUFLAGE

MIT 775 TEXTABBILDUNGEN UND ZAHLREICHEN TABELLEN.



STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1925.

Die Leistung steigt am besten durch Wechselstrom und einen elektrodynamischen Präzisionsspannungsmesser ohne Vorschaltwiderstand.

49. Thermogalvanometer.

An Empfindlichkeit ist sowohl dem Thermoelement als dem Bolometer gewöhnlicher Ausführungsform ein Instrument überlegen, das W. D u d d e l l ⁷⁶) im Anschluß an eine Anordnung von C. V. B o y s für Messungen mit schnellen Schwingungen konstruiert hat: das Thermogalvanometer.

Das Prinzip ist das folgende. Zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten N und S (Fig. 108) schwebt ganz ähnlich wie bei einem Drehspulgalvanometer ein beweglicher Rahmen L. An dem unteren Teil des Rahmens befindet sich ein Thermoelement (Antimon-Wismut), das eine sehr hohe elektromotorische Kraft gibt. Unter der einen Lötstelle ist ein Hitzdraht oder feiner Goldblattstreifen bzw. Streifen eines Platinspiegels auf Glas angebracht, durch den die Schwingungen hindurchgeschickt werden. Dadurch erwärmt sich der Streifen und damit auch die Lötstelle. Die Folge ist eine EMK und ein Strom in dem Rahmen, und die Folge davon, wie bei einem Drehspulgalvanometer, eine Drehung des Rahmens, die mit Spiegel und Skala abgelesen werden kann.

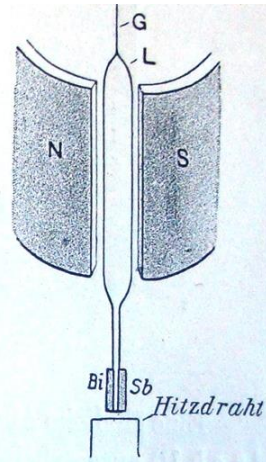


Fig. 108.

Die Ansicht des ausgeführten Instruments*), das sich nicht nur durch Empfindlichkeit, sondern auch durch Bequemlichkeit auszeichnen soll, stellt Fig. 109 dar.

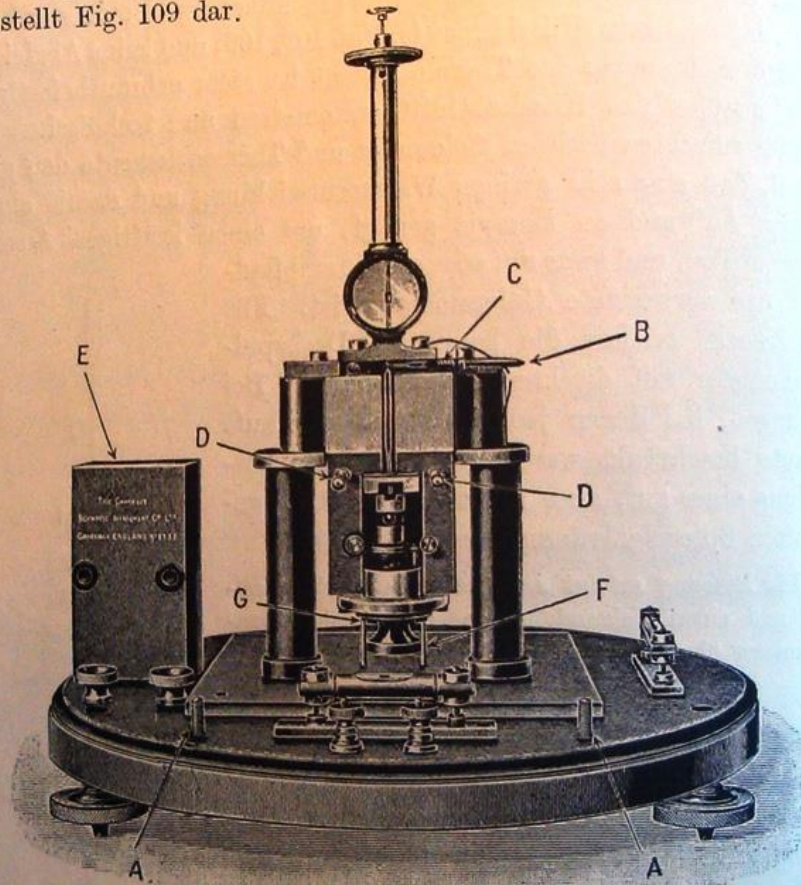


Fig. 109.

Eine ähnliche Anordnung wie das Thermogalvanometer hat W. Gerlach⁷⁷⁾ ausgearbeitet: das sehr empfindliche Thermoelement, das sich dem Hitzstreifen gegenüber befindet, ist an ein empfindliches Galvanometer angeschlossen.

50. Zusammenstellung der Empfindlichkeit verschiedener Meßinstrumente⁷⁸⁾.

Die folgende Tabelle enthält den Energieverbrauch bei den ver-

stelle einem Strombauch liegt und je gleichförmiger die Stromverteilung auf dem Oszillator ist.

54. Koppelungsvorrichtungen⁵²⁾.

a. Die direkte Schaltung wird meist in der Weise ausgeführt, daß von einem Teil C D (Fig. 116) einer Spule A B, welche dem Primärsystem angehört, zum Sekundärsystem abgezweigt wird oder umgekehrt. Werden die Anschlüsse C und D oder einer von ihnen als Steckkontakt oder Schleifkontakt ausgebildet, so läßt sich der Koppelungskoeffizient in Stufen oder stetig verändern.

b. Für die magnetische Koppelung war früher die bekannte Anordnung des „Tesla-transformators“, zwei koaxiale Zylinderspulen (Fig. 117), allgemein üblich. Ist eine der Spulen (in Fig. 117 die äußere) verschiebbar eingerichtet, so ist damit eine stetige Änderung des Koppelungskoeffizienten möglich. Auch zwei gegen-

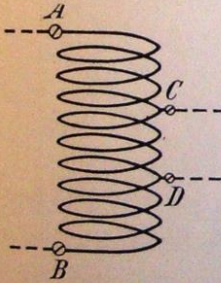


Fig. 116.

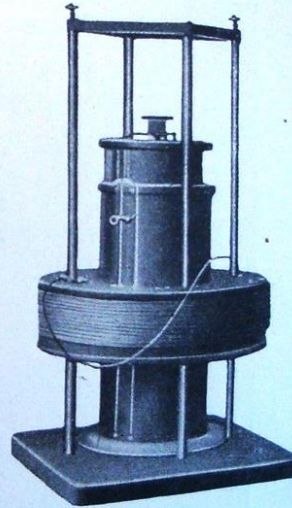


Fig. 117.

einander verschiebbare Flachspulen bilden eine für das Laboratorium bequeme Koppelungsvorrichtung.

*) Bei sinusförmiger Stromverteilung [18] in einem der beiden Systeme ist

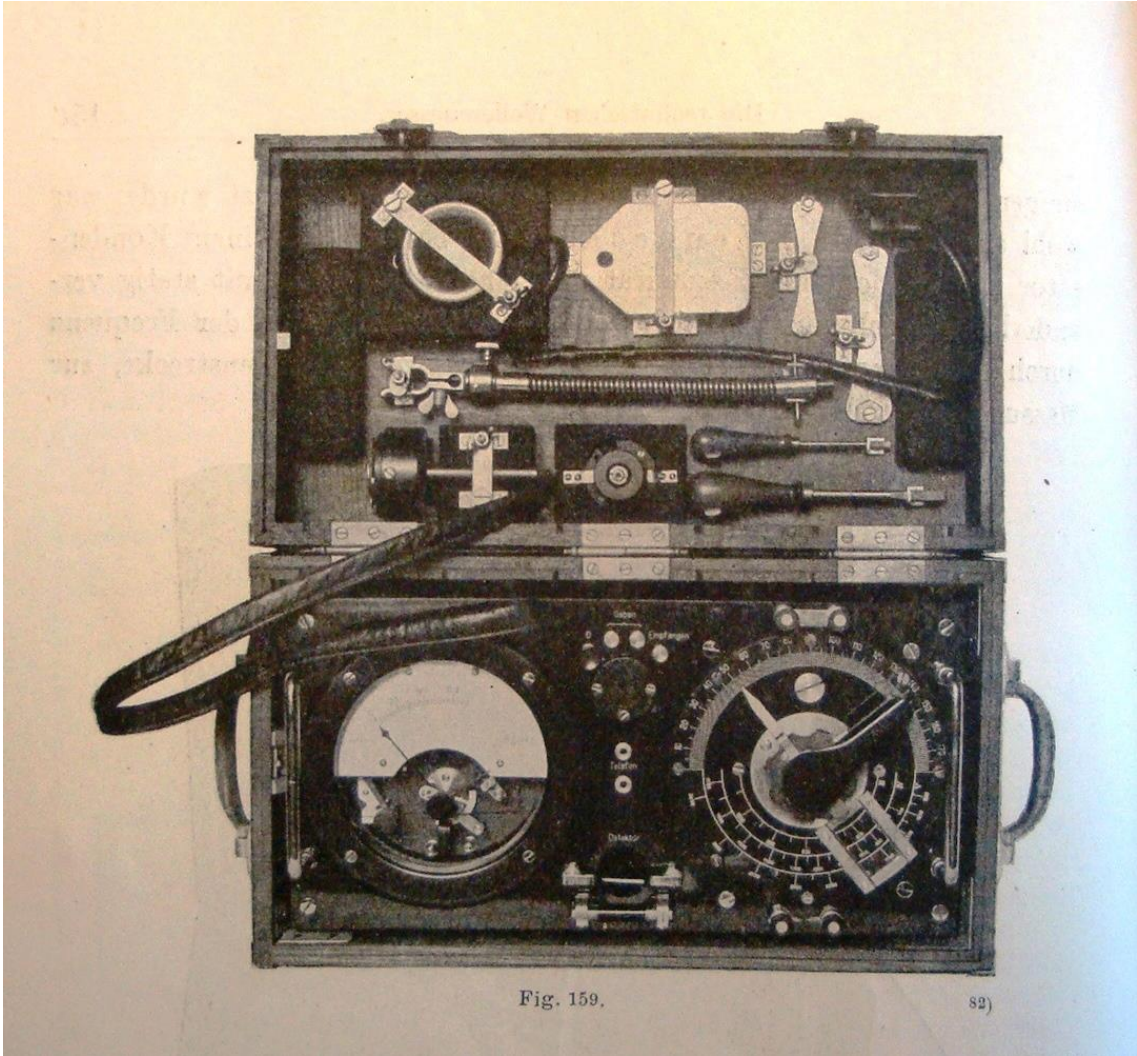


Fig. 159.

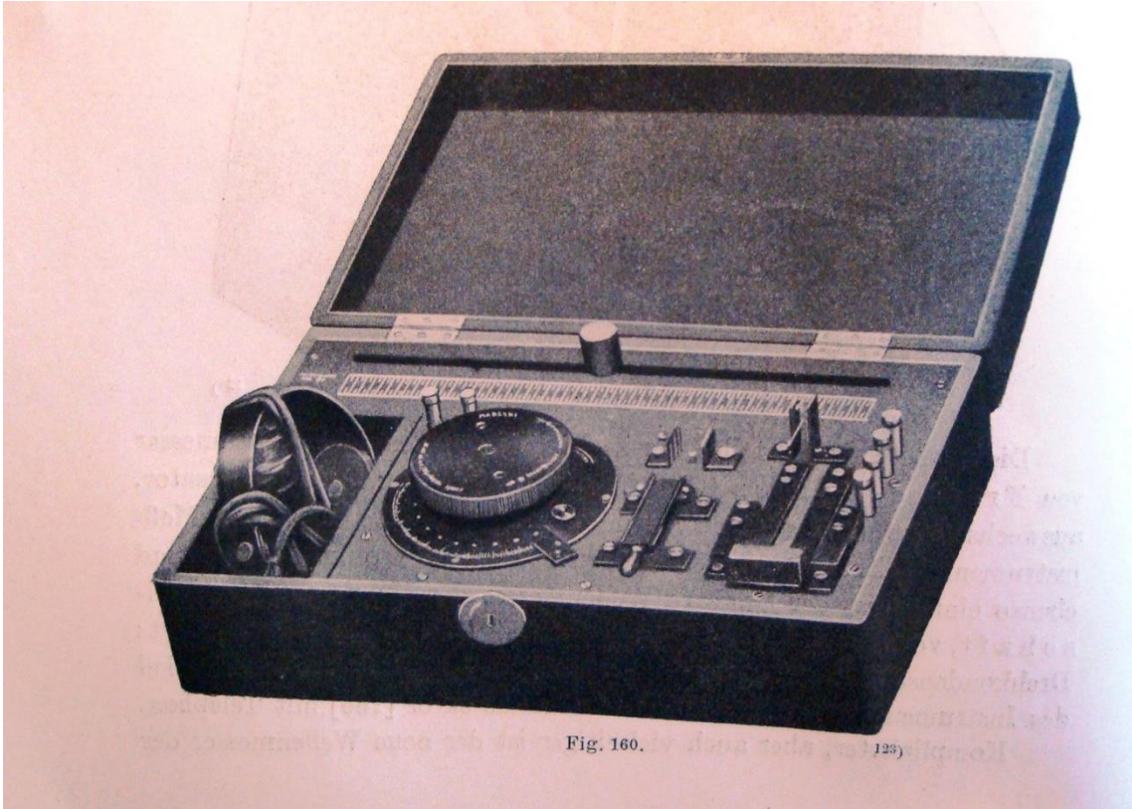


Fig. 160.

123)

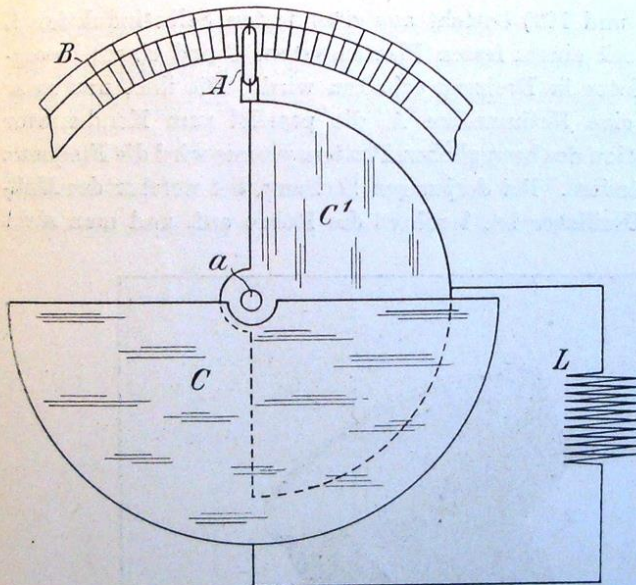


Fig. 161.

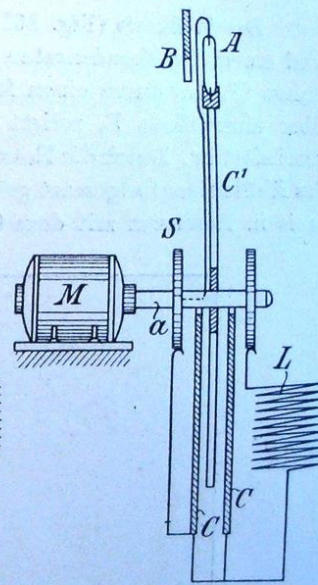


Fig. 162.

Ges. f. drahtl. Tel. (Fig. 159), dessen Drehkondensator außer einer Gradskala auch noch drei Wellenlängenskalen für drei verschiedene Strombahnen besitzt, ebenso das tragbare Dekremeter (Fig. 160) der Marconigesellschaft.

Als Kuriosum sei erwähnt, daß als Einfachantennen Wasserstrahlen, die durch eine Pumpe in die Höhe gespritzt werden, mit Erfolg versucht worden

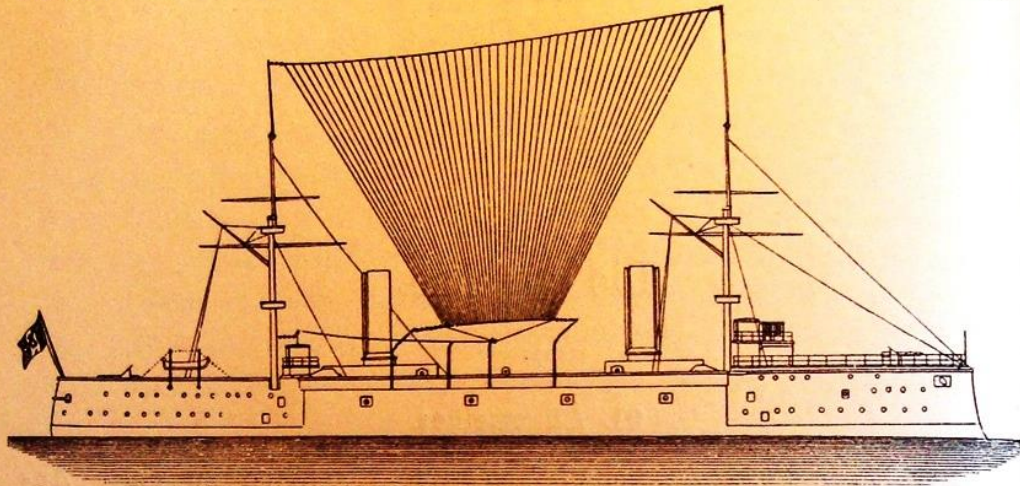


Fig. 183.

sind (R. A. Fessenden¹⁴²). Wenn sie auch wegen ihres hohen Ohmschen Widerstandes Antennen aus Drähten in der Wirkung erheblich nachstehen*), so

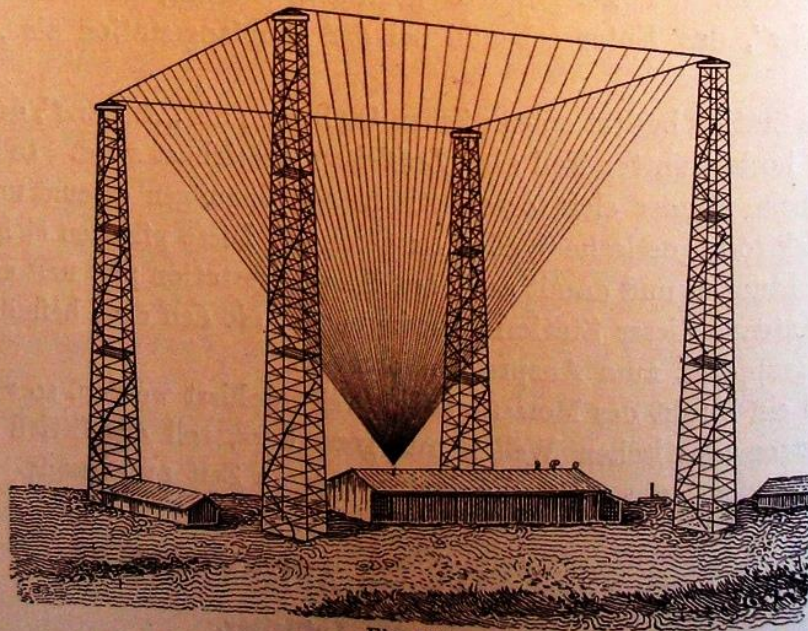


Fig. 184.

können sie in außergewöhnlichen Fällen (z. B. in einem Fort oder Kriegsschiff während eines feindlichen Feuers, das die normalen Antennen schon zerstört hat) als Notsender doch von Nutzen sein.

b. Die Verwendung einer großen Anzahl von nahezu vertikalen Drähten führt zur „Mehrfachantenne“, die in der Form der „Harfen-

*) Eine Anordnung, die mit 40 m hoher Drahtantenne 480 km Entfernung gab, lieferte mit einer ungefähr ebenso hohen Wasserstrahlantenne 160 km.

bzw. *Kegelantenne*“ in den Fig. 183*) bzw. 184**) abgebildet ist. Einen Querschnitt der „*Doppelkegelantenne*“ zeigt Fig. 185.

c. Sehr viel gebraucht werden jetzt Antennen mit sehr großer Kapazität am oberen Ende, sogenannte „*Antennen mit verstärkter End-*

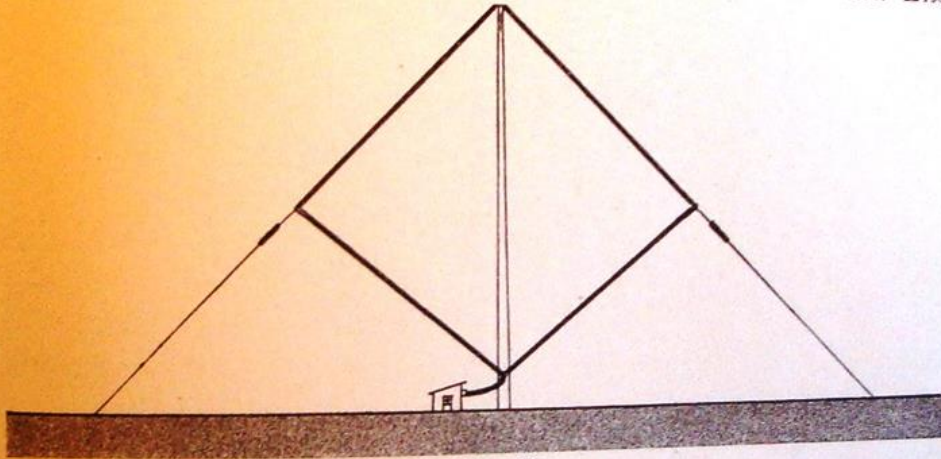
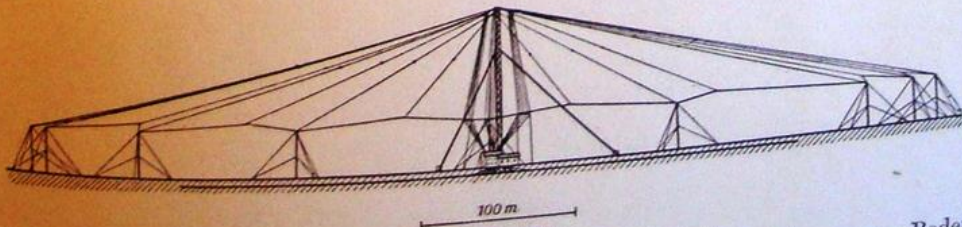


Fig. 185.

kapazität“¹⁴³), besonders die sogenannte „*Schirmantenne*“^{***}). Sie besteht in der einfachsten Form aus einem vertikalen Draht oder Drahtbündel, von dessen oberem Ende schräg nach unten strahlenförmig Drähte gezogen sind, die bis in die Nähe des Erdbodens gehen können.

Die Form, welche die Ges. f. drahtl. Tel.¹⁴⁴) nach dem Umbau von 1910 dieser Antenne für die Station N a u e n gegeben hat, ist in Fig. 186 schema-



schen Sender (Fig. 215, S. 214) derselben Station zu vergleichen, um dies einzusehen. Diese Einfachheit ist hauptsächlich dadurch möglich geworden, daß man bei Löschfunkensendern verhältnismäßig geringe Spannungen, z. B. bei der 1,5 KW.-Station von Fig. 236 nur 8000 Volt,

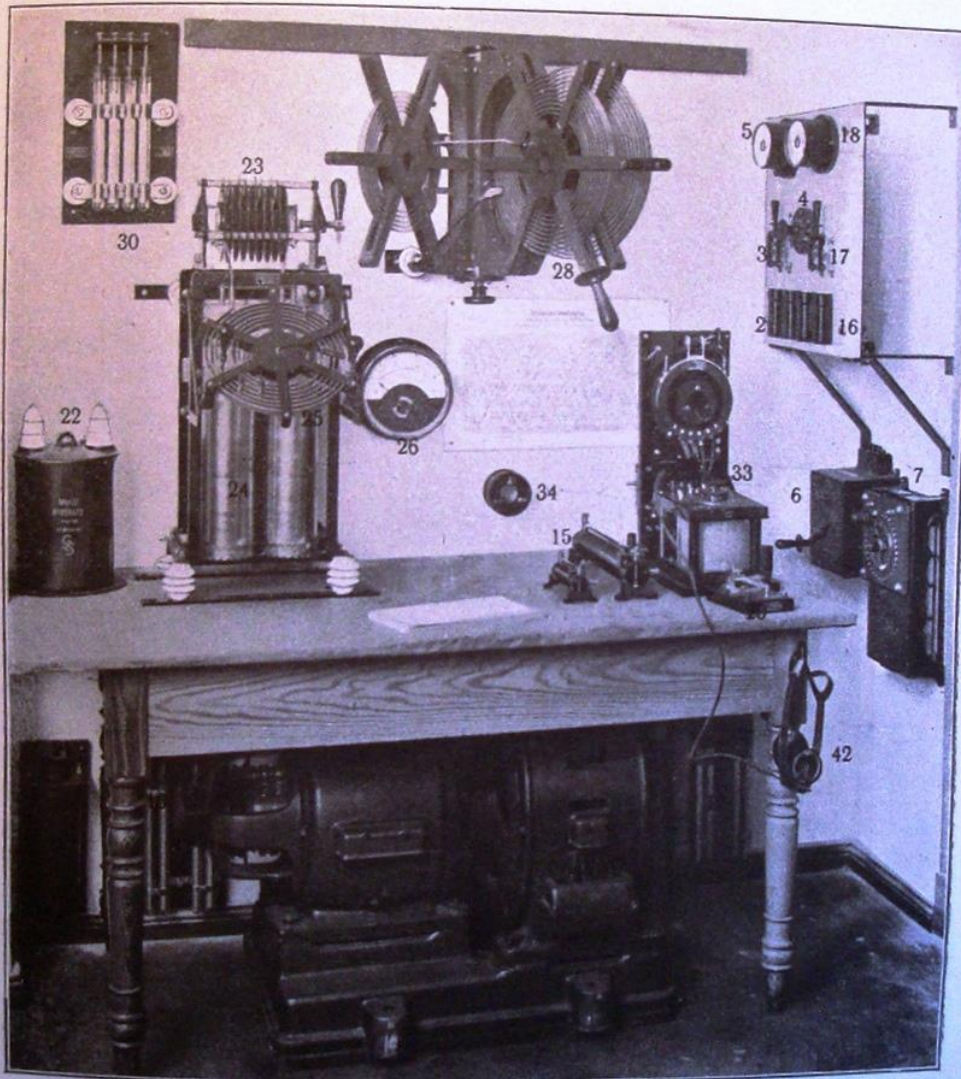


Fig. 236. 1,5 KW.-Station.

82)

verwendet. Dadurch ist die Notwendigkeit der Serienschaltung von Kondensatoren weggefallen. Es ist sogar möglich geworden, die außerordentlich handlichen Glimmer- oder Papierkondensatoren zu benutzen. Der Nachteil derselben, der große Energieverbrauch, fällt beim Löschfunkensender lange nicht so sehr ins Gewicht, wie beim Braunschen. Da die Schwingungen des Primärkreises schon nach wenigen Perioden

... Platten
 zweiten Ausführungsform (Fig. 235) ist die Ebene der Platten horizontal. Bei der
 stellt zwischen ihnen eine wasserstoffhaltige Atmosphäre dadurch her, daß man
 aus einem Tropfgefäß oben Alkohol zwischen die Platten tropfen läßt. Die
 Peuckert'sche Funkenstrecke, die kurze Zeit von der sogenannten Poly-
 frequenz-Elektrizitätsgesellschaft gebaut wurde, zeichnet sich durch eine be-
 merkenswerte Regelmäßigkeit der Schwingungen aus.

112. Die technische Ausführung des Wienschen Senders.

a. In den Fig. 236, 237, 238 sind drei Löschfunken sender von Stationen der Ges. f. drahtl. Tel.¹⁷⁹⁾ abgebildet. Die der Fig. 236 beigegebene Erklärung*) genügt wohl auch zum Verständnis der beiden anderen Figuren. Was bei diesen Stationen ins Auge fällt, ist vor allem die Einfachheit. Man braucht nur die Fig. 238, welche den Löschfunken sender der Großstation N a u e n darstellt, mit dem früheren B r a u n-

- *) 2 = Sicherung für Gleichstrom 40 Amp.
- 3 = Schalter für Gleichstrom.
- 4 = Voltmeter-Umschalter.
- 5 = Voltmeter 250 Volt.
- 6 = Anlasser.
- 7 = Tourenregulator.
- 8 = Gleichstrommotor 4 PS., 110 Volt, 1500 Touren.
- 10 }
 11 } = Hochfrequenzsicherungen (Kondensatoren).
- 12 }
- 13 = Wechselstromgenerator 2 KW., 250 Volt, 500 Perioden.
- 15 = Schiebewiderstände für Erregung des Wechselstromgenerators.
- 16 = Sicherung für Wechselstrom 30 Amp.
- 17 = Schalter für Wechselstrom.
- 18 = Amperemeter für Wechselstrom 50 Amp.
- 20 = Taster.
- 21 = Drosselpule für die Speiseleitung.
- 22 = Transformator 220/8000 Volt.
- 23 = Löschfunkenstrecke achteilig.
- 24 = Erregerkapazität ca. $27 \cdot 10^{-8}$ MF.
- 25 = Erregerselbstinduktion.
- 26 = Antennen-Amperemeter 20 Amp.
- 28 = Antennenvariometer.
- 30 = Antennenverkürzungskapazität.
- 33 = Empfangsapparat.
- 34 = Primäre Transformatorspule des Empfängers.
- 42 = Telephon.

schränkung des Raumes vorliegt, guten Leidener Flaschen, Luft- oder Ölkondensatoren den Vorzug geben, um den Wirkungsgrad möglichst

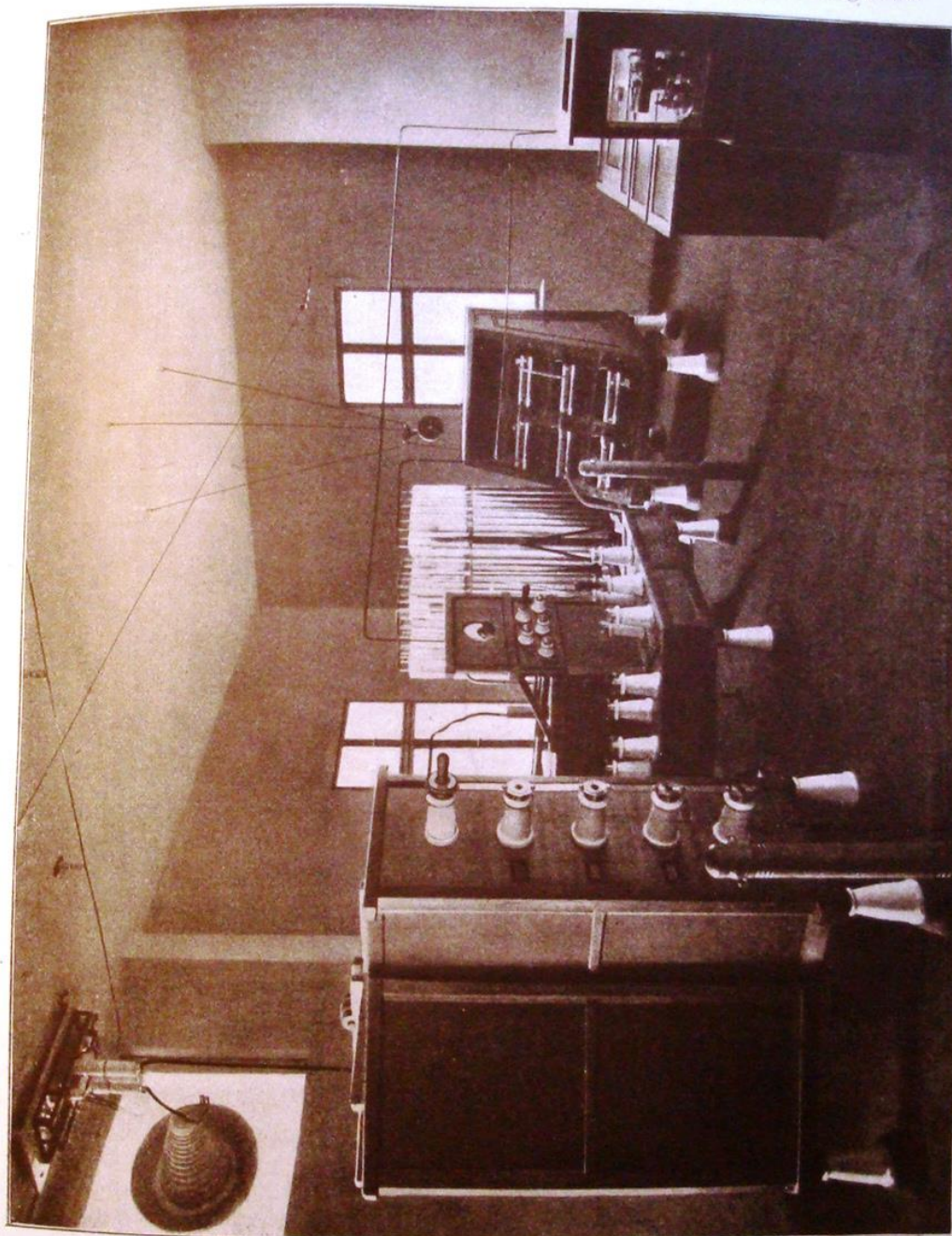


Fig. 238. Löschkondensator der Station Naue n.

hoch zu treiben. Man kann dies um so mehr, als die geringe Spannung erlaubt, die Dimension derselben verhältnismäßig klein zu halten.

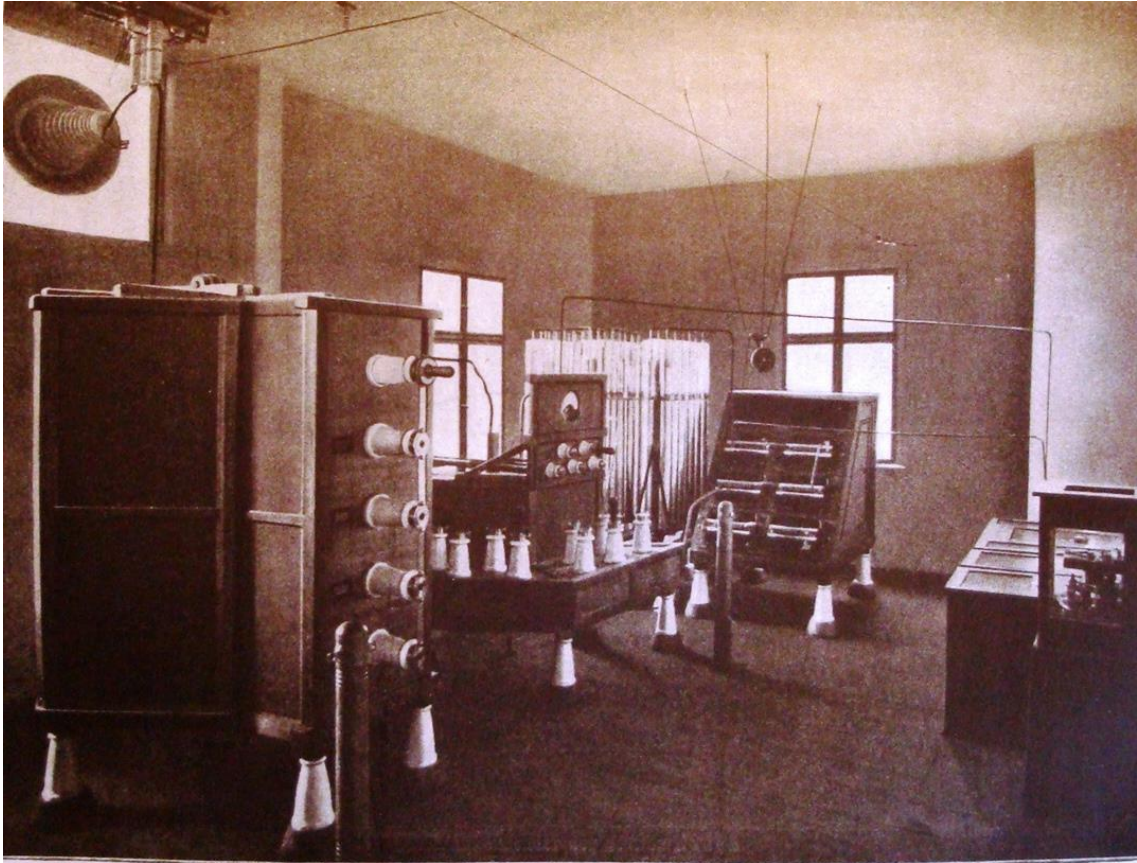


Fig. 238. Löschfunktensender der Station Naue n.

stärke ist und je mehr infolge davon die Neigung zur Lichtbogenbildung besteht.

b. Wie Funkenstrecken mit Vorsprüngen an den Elektroden von der in Fig. 251 (R. Fessenden, Nat. El. Sign. Co.) oder der in Fig. 252 (Marconi-Gesellschaft¹⁸⁹) dargestellten Form wirken, hängt sehr von dem kürzesten Abstand der Elektroden, ihrer Breite und Geschwindigkeit ab. Es sei als erste Möglichkeit angenommen, daß der kürzeste Abstand zwischen den beiden Elektroden ungefähr so groß ist, daß er bei der höchsten auftretenden Spannung gerade noch durchschlagen wird.

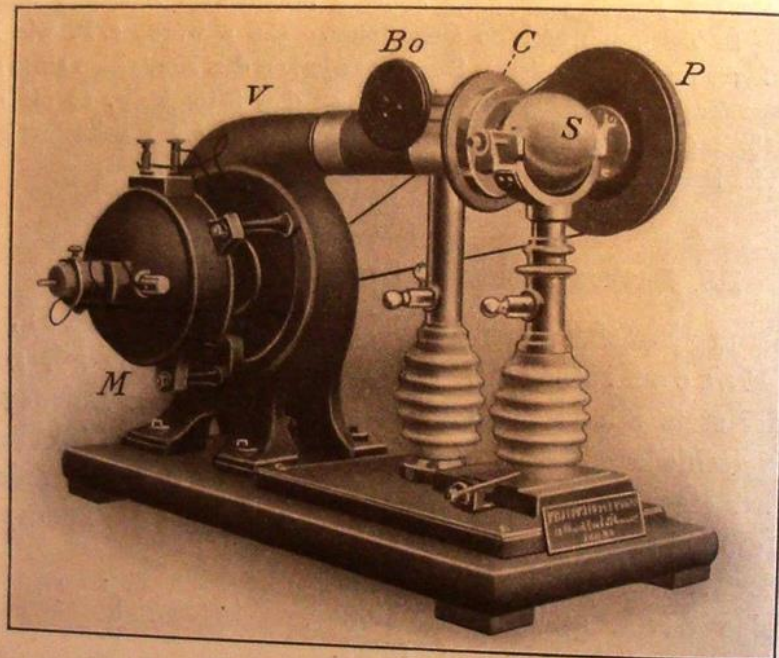


Fig. 250*).

1. Dann bietet die Funkenstrecke bei mäßiger Geschwindigkeit und mäßiger Breite der Elektroden für Wechselstrombetrieb den Vorteil guter Kühlung der Elektroden und Vermeidung von Lichtbögen: die Entfernung der Elektroden wird nach dem Ablauf der Schwingungen rasch so groß, daß Lichtbögen nicht zustande kommen können. In diesem Falle wird man die Funkenstrecke stets auf der Achse des Wechselstromgenerators (Fig. 251) oder eines Synchronmotors anbringen und die Zahl und Lage der Vorsprünge so wählen, daß sie ihren kürzesten Abstand erhalten in dem Moment, in dem die Wechselspannung ein Maximum ist.

*) Aus einem Katalog der Firma F. Ducretet und E. Roger, Paris, 75 Rue Claude Bernard.

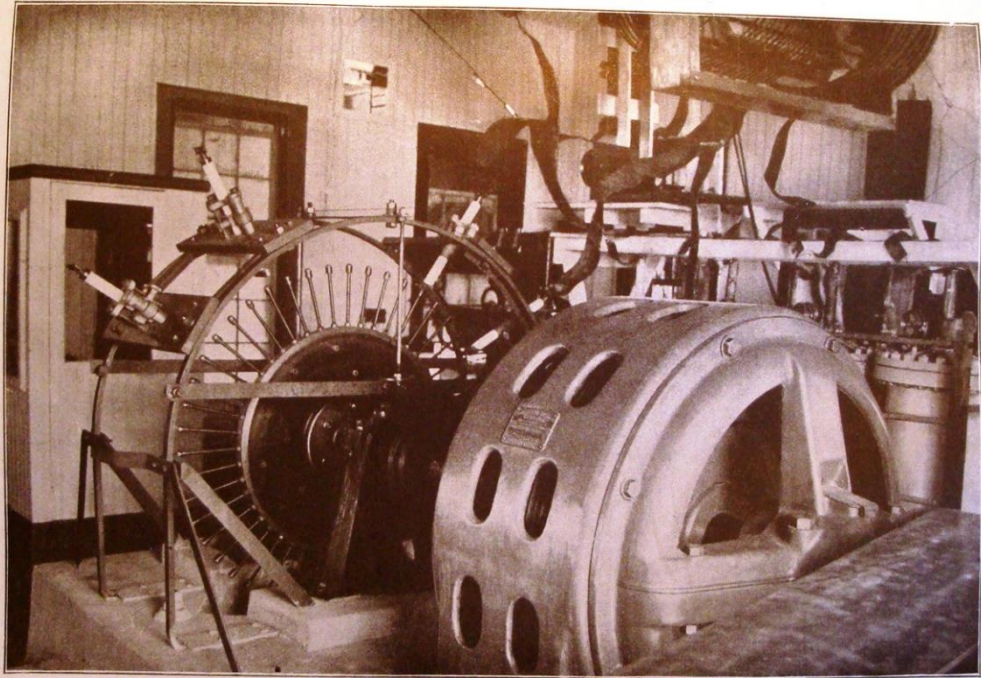


Fig. 251.

auf eine Entfernung von ca. einer Wellenlänge eine Charakteristik der Form Fig. 434**) besitzt, so beweist das nach 192 c nichts für die Wirkung des Senders auf große Entfernung. Allein Marconi hat auch durch

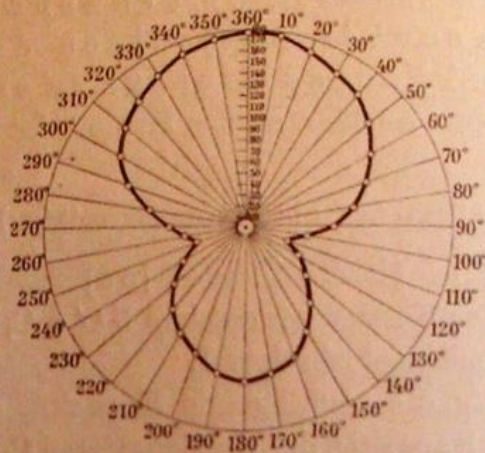


Fig. 434.

Fernversuche festgestellt, daß dieser Sender auf große Entfernung eine stärkere Wirkung liefert in der Richtung A C als in der entgegengesetzten, und eine besonders kleine Wirkung senkrecht zur Antennen-

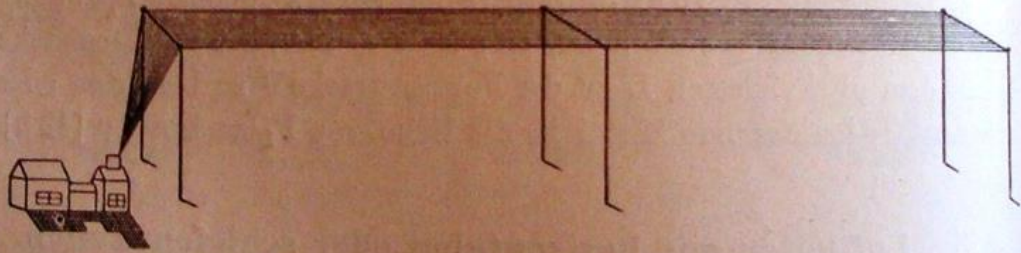


Fig. 435 ***).

*) Bei den damaligen Versuchen von Marconi³¹⁴⁾ war die Wirkung am günstigsten, wenn der horizontale Teil ein Fünftel der Wellenlänge war. Für dieses Verhältnis stellt Fig. 434 die Charakteristik dar.

**) Aus Proc. Royal Soc. A. 77, S. 415, 1906. — Die Richtung 360° entspricht der Richtung A C in Fig. 433.

***) Aus dem Jahrb. f. drahtl. Tel. 1, 608, 1908.

ebene. Es muß demnach auch die Charakteristik für große Entfernung eine größere Ausdehnung besitzen in der Richtung AC als in der entgegengesetzten.

Eine ausgeführte Antenne nach dem Typus von Fig. 433 ist in Fig. 435 schematisch dargestellt. Es ist der von Marconi für seine transatlantischen Stationen*) gebrauchte. Daß Marconi diese Antennenform bei seinen transatlantischen Stationen eingeführt hat, beweist wohl besser als alles andere die gute Wirkung derselben.

203. Die Wirkungsweise der geknickten Marconiantenne als Sender.

a. Die Wirkungsweise der Marconiantenne kann keine Erklärung finden, solange man die Erde als extrem gut leitend betrachtet.

Man würde in diesem Fall berechtigt sein, den Sender von Fig. 433 und die Wirkung des Bodens zu ersetzen durch den Sender von Fig. 436 ohne Boden [138 a] und das Feld dieses Senders zu berechnen aus der Wirkung der einzelnen Stromelemente der Antenne [25 b]. Bei ebener Erdoberfläche kommt es praktisch an auf das Feld in der Äquatorebene. Für das Feld in der Äquatorebene heben sich aber die Beiträge der beiden horizontalen Teile der Antenne (Fig. 436) um so mehr aus, je größer die Entfernung ist. Für sehr große

direkte Sender*) für ungedämpfte Telegraphie zeigen die Fig. 586 bis 589 ⁴⁶³).

1. Tonsenden.

Es widerspricht der technischen Schönheit eines Röhrensenders, wenn er zu einem Tonsender degradiert wird, und in der Praxis ist



Fig. 586.
Einfacher direkter Röhrensender (Telefunken) von 10 Watt für Gleichstromspeisung
etwa $\frac{1}{8}$ nat. Größe).

*) Einfache Röhrensender nennt man solche mit nur einer Senderöhre. Direkte oder auch primäre Röhrensender heißen zum Unterschiede von den weiter unten beschriebenen sekundären oder Zwischenkreissendern (sh. 226 J) diejenigen, die als äußeren Widerstand unmittelbar den Antennenkreis haben.



Fig. 586.
Einfacher direkter Röhrensender (Telefunken) von 10 Watt für Gleichstromspeisung
etwa $\frac{1}{8}$ nat. Größe).

haben. Dies sei an zwei in der Praxis wohl kaum realisierbaren, aber lehrreichen Beispielen erläutert. In Fig. 598 sei Kurve I der Anodenstrom je einer Röhre aus Fig. 597. Die Ströme beider Hälften wirken



Fig. 595.
Verschiedene Röhrensender (Telefunken) in der Reichsfunkstelle Königswusterhausen.

dann zusammen, wie es die Kurven I und II in Fig. 598 zeigen, denn man erhält die Kurve II, indem man Kurve I um eine halbe Grundperiode verschiebt und mit -1 multipliziert, d. h. um die Abszissenachse

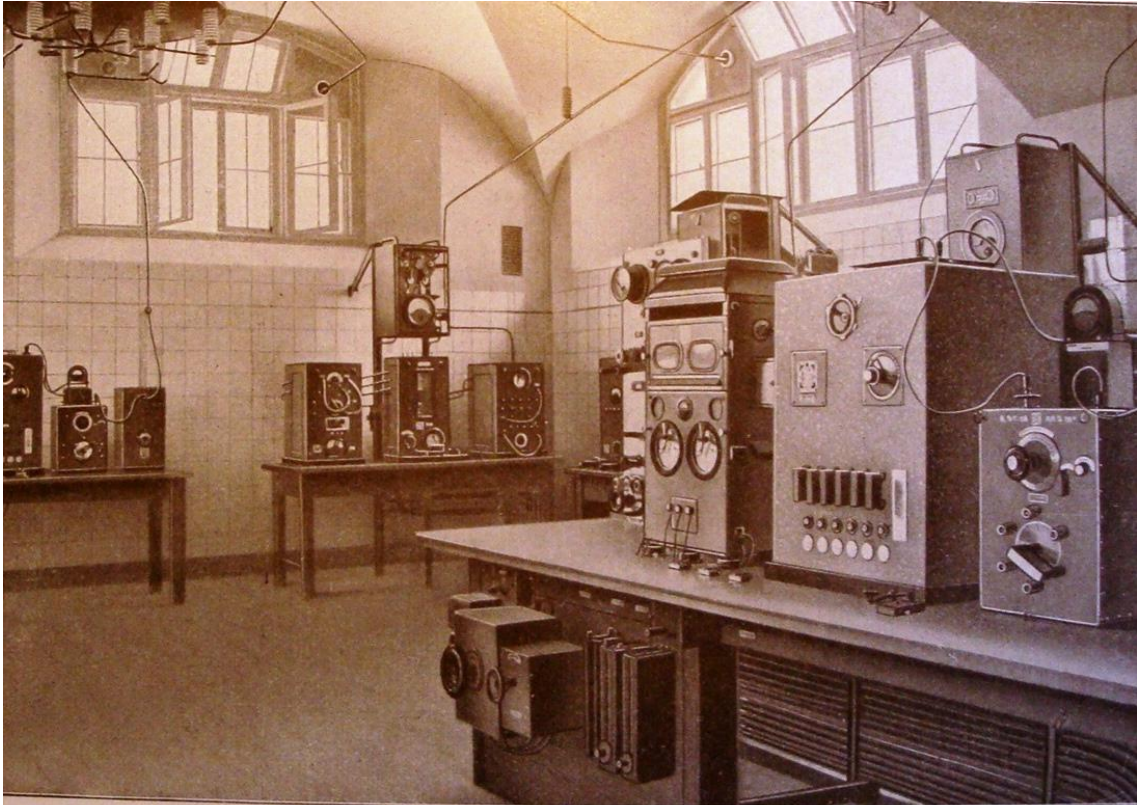


Fig. 595.

Verschiedene Röhrensender (Telefunken) in der Reichsfunkstelle Königswusterhausen.

um 180° dreht. Da die Kurve I nur gerade Harmonische enthält (also II auch), so ist die resultierende Kurve (III) rein sinusförmig, weil ja alle geraden sich aufheben. Den analogen Vorgang zeigt Fig. 599, jedoch ist hier die Resultierende keineswegs sinusförmig, da Kurve I ungerade Harmonische enthält, die nicht wegfallen.

Ein zweiter Vorteil der Schaltung Fig. 597 ist der, daß sie in geringerem Maße zu Störungen neigt, als reine Parallelschaltungen,

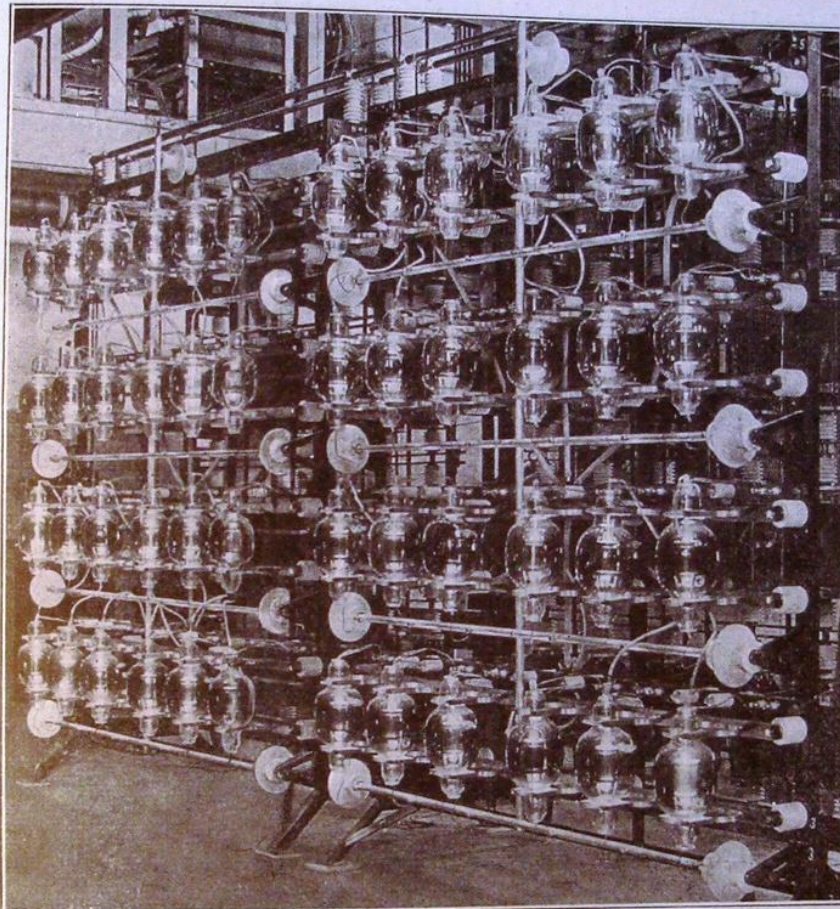


Fig. 596.

Sender mit 48 parallelen 2,5 KW-Röhren (Marconi-Comp.).

d. h. daß sie in kritischen Fällen zuverlässiger mit der richtigen Welle einsetzt (vgl. z. B. E. Holborn⁴⁶⁸). Allerdings ist die Hochfrequenz-gegentaktschaltung unbequem, wenn man sie im direkten Sender (Primärsender) anwenden will. Man ist dann, wenn man sich im Sender keine unangenehmen Erdungsverhältnisse schaffen will (vgl. 226 A), zu einer induktiven Kopplung des Anodenkreises mit der Antenne genötigt, etwa wie Fig. 548 II sie zeigt.

Es gibt noch eine Reihe Schaltungen, die obiger Figur sehr

plare, das auf der damaligen Telefunkenstation Sayville (Vereinigte Staaten von Amerika) arbeitete.

Die Schaltanordnungen für Überlagerer können ganz die gleichen sein wie die der Röhrensender. Bevorzugt werden bei ersteren die aperiodisch induktive Rückkopplungsschaltung (wie Fig. 514) sowie die induktive Spannungsteilerschaltung, ähnlich Fig. 550. Die Gründe für die Bevorzugung dieser beiden Schaltungen liegen in der einfachen Herstellung, einfachen Bedienung und den großen Wellenbereichen.

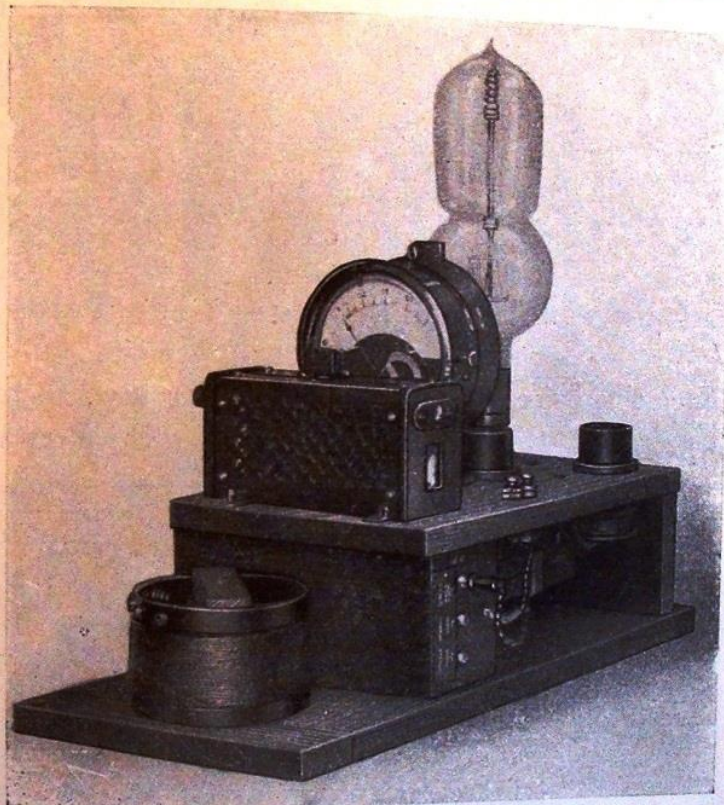


Fig. 648.
Erster Überlagerer, Telefunken 1913.

Eine einfache und praktische Ausführung eines Überlagerers mit Spannungsteilerschaltung zeigen die Fig. 649 (Schaltschema) und 650 (Ansicht des Apparates) (A. Hänni und H. Eberhard, Ges. f. Drahtlose Telegraphie). Der Apparat hat nicht das bei Sendern übliche Schaltschema des geteilten Anodenkreises, sondern ein einfaches Serienschema. Hier dienen der Kondensator C_2 und der Widerstand R_2 zur Einhaltung der richtigen Gitterspannung, insbesondere dient C_2 zur Blockierung des Gitters gegen die Anodengleichspannung. Die Variation der Wellen geschieht einerseits durch Drehkondensatoren (s. Fig. 649 den Hauptkondensator C_1 und den Feinstellkondensator C_2), außerdem

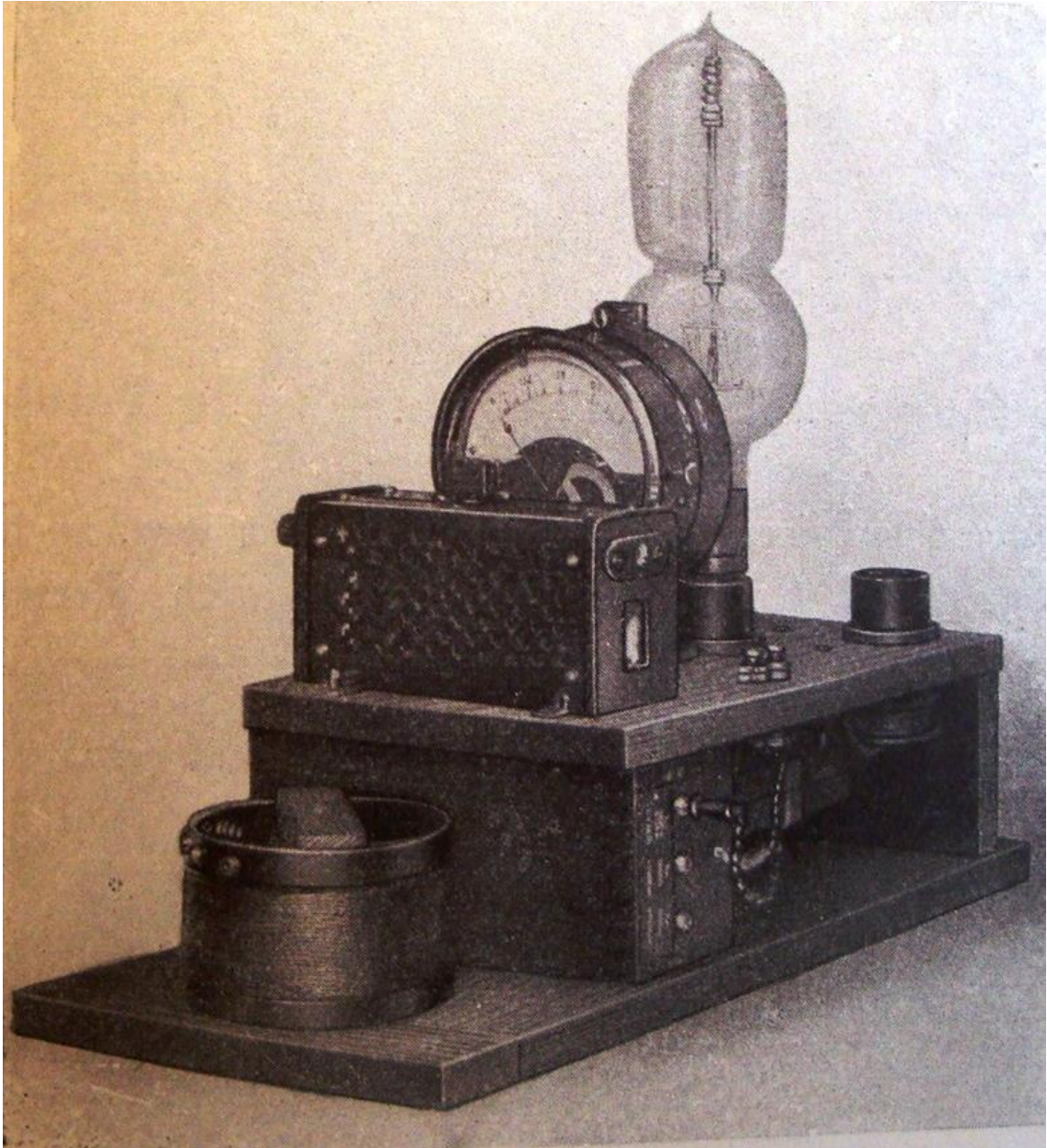


Fig. 618.
Erster Überlagerer, Telefunken 1913.

2. Durch Kapazitätsänderung.

Bei einem Kondensator mit weichen Membranflächen läßt sich eine Kapazitätsänderung erreichen, indem unmittelbar gegen die Membrane gesprochen wird (R. A. Fessenden⁵¹²).

228. Überlagerer und Überlagerungsverfahren.

A. Empfang ungedämpfter Schwingungen.

Den Empfang ungedämpfter Schwingungen beherrscht heute das Überlagerungsverfahren, auch Schwebungs- oder Interferenzempfang genannt (Heterodyne), das von R. A. Fessenden³⁵⁶) erfunden und von F. K. Vreeland³⁵⁷) vervollkommen ist. Sein Prinzip ist bereits im Zusatz zu Kap. XII, 190 a auseinandergesetzt worden. Der Überlagerungsempfang hat sich aber erst zu seiner heutigen Bedeutung aufschwingen können, als durch die Erfindung der Röhrensender ermöglicht wurde, eine absolut betriebssichere, minimalen Wattverbrauch erfordernde Hochfrequenzquelle für jede gewünschte Wellenlänge mit höchster Konstanz auf der Empfangsstation zu haben.

Unter Überlagerer sei hier ein Apparat verstanden, der lediglich ein schwacher Hochfrequenzgenerator ist und keine andere Funktion hat. Er wird in der Nähe des Empfängers so angeordnet, daß eine Induktion auf den Detektorkreis oder einen der früheren Kreise stattfindet.

Andere Apparate, die auch auf dem Prinzip des Interferenz- bzw. Schwebungsempfanges beruhen, aber noch andere Funktion haben, werden im nächsten Abschnitt, 229, unter dem Titel „Audionrückkopplungsempfänger“ behandelt.

Der erste Überlagerungssender mit Liebenröhre entstand im Jahre 1913 (Telefunken, A. Meißner). Fig. 648 zeigt eines der ersten Exem-

Ferner soll hier noch eine Schaltung erwähnt werden, die sich bei darauffolgenden hohen Niederfrequenzverstärkungen als nützlich zur Vermeidung des Tönens der Verstärker erweist (R. A. Weagant,

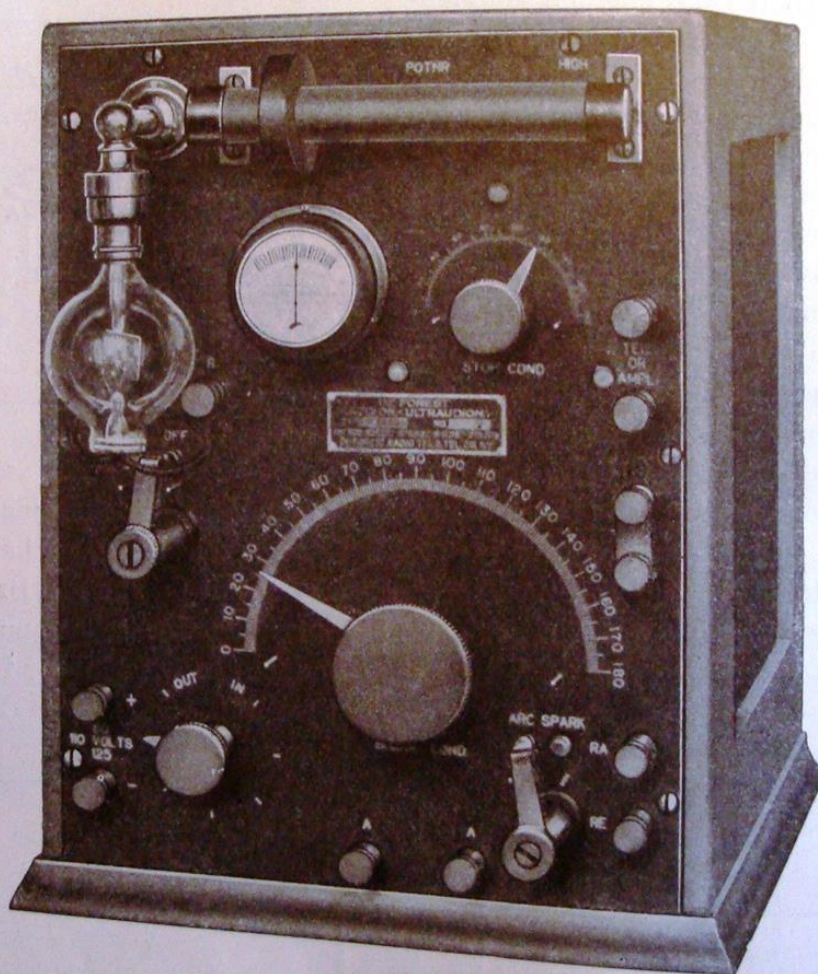


Fig. 659.
Ultraaudionempfänger von L. de Forest.

Eingitter-Röhren.

Type	Herkunft	Glühkathode				J_s Milli-ampere	μ_{AO} Volt	α %	S	Bemerkungen
		Material	Amp.	Volt	Watt					
RE 11	Telefunken	Wolfram	0,50	2,8	1,4	2-3	40-60	10	0,15 · 10 ⁻³	
RE 38/73	"	"	0,50	3,8	2	3-5	40-60	10	0,30	"
RE 58	"	"	1	5	5	10-15	50-100	12	0,35	"
R 5	S.F.R.	"	0,50	3,5	1,8	3-5	50-100	12	0,20	"
LS 3	Marconi-Comp.	"	0,65	4	2,5	5	70-100			
R	"	"	0,65	4	2,5	5	70			
V 24	"	"	0,70	5	3,5	5	24-30	18		
UV 201	Gen.El.Comp.	"	1	5	5	10-15	30-100	14	0,35	"
D II	Philips	"	0,50	3,5	1,8	3-5	30-70	11	0,20	"
RE 48	Telefunken	Oxyd	0,16	1,4	0,2	10	50-100	20	0,30	"
RE 84	"	"	0,25	1,3	0,3	10-15	50-100	30	0,40	"
RE 86	"	"	0,25	1,3	0,3	5-10	50-100	7	0,40	"
R 215 A	West.El.Comp.	"	0,25	1	0,25	3-5	50-100	18	0,20	"
WD 11/12	Westinghouse-Co. Gen.El.Comp.	"	0,25	1	0,25	10	50-100		0,20	"
B II	Philips	"	0,20	1,7	0,35		30-75	10	0,20	"
RE 88	Telefunken	Thorium	0,20	2,5	0,5	10-15	50-100	20	0,40	"
RE 78	"	"	0,07	2,5	0,18	5-8	40-80	12	0,30	"

Oxydkathoden haben oft einen so geringen Sättigungsstromcharakter, daß die Bezeichnung J_s nicht ganz berechtigt ist

Schwachstromröhren.

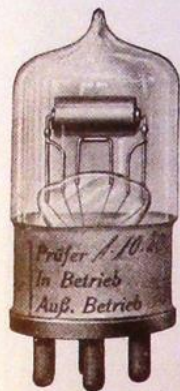
Eingitter-Röhren
(Fortsetzung).

Type	Herkunft	Glühkathode				I_e Milli- ampere	\mathcal{E}_{AO} Volt	α %	S	Bemerkungen
		Material	Amp.	Volt	Watt					
U V 201 a . . .	Gen. El. Comp.	Thorium	0,25	5	1,2	30	80—200	20	$0,60 \cdot 10^{-3}$	
U V 199 . . .	"	"	0,06	3	0,18	5—8	40—80	15	0,30	"
C 299 . . .	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
DE V . . .	Marconi-Comp.	"	0,2	3	0,60	10—20	20—30	18		
DER . . .	"	"	0,40	1,6	0,65	10—20	30—50			
B 5 . . .	Br.Th.Honst	"	0,06	3	0,18	5—8	40—80	17	0,30	"
Radio-Mikro . . .	G.D.E.R.	"	0,06	3	0,18	5—8	40—80	11	0,30	"
	Radiola	"	0,06	3	0,18	5—8	40—80	11	0,30	"
	Métal	"	0,06	3	0,18	5—8	40—80	11	0,30	"

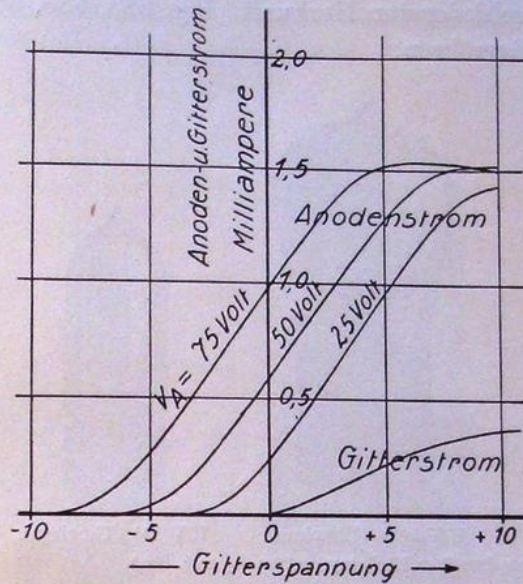
Raumladungsgitter-Röhren

RE 20 . . .	Telefunken	Wolfram	0,50	2,8	1,4	2—3	12—18	14	0,30	"
RE 26 . . .	"	"	0,50	4	2	3—5	12—18	14	0,40	"
RE 82 . . .	"	Thorium	0,070	3,5	0,25	5	4—12	30	0,40	"
FE 1 . . .	Marconi-Comp.	Wolfram	1,5	4,5	6,5	10—15	25—100			
RD G 1 . . .	S.F.R.	"	0,4	4	1,6	3—5	12—20	20	0,35	"

für Überlagerung (schwache hochfrequente Schwingungserzeugung) die gleichen Typen von Röhren baut und verwendet, mit einigen Aus-



RE 11
(etwa $\frac{2}{3}$ nat. Gr.).



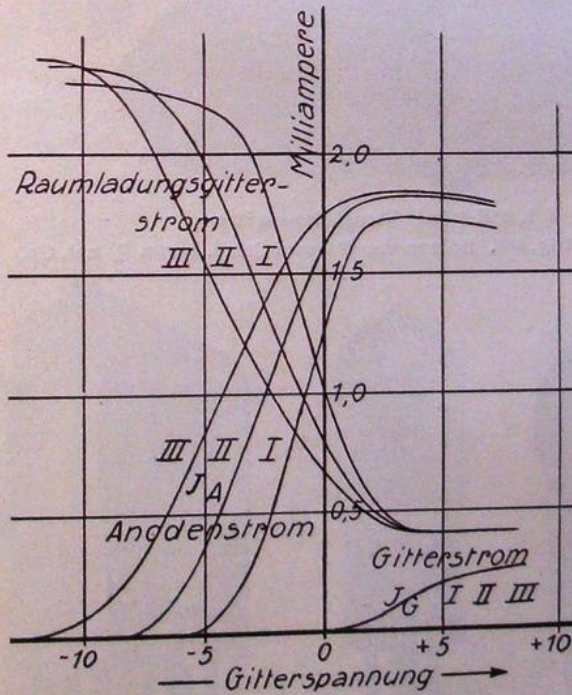
RE 38, Charakteristiken.



RE 38
(etwa $\frac{1}{2}$ nat. Gr.).



RE 58
(etwa $\frac{1}{2}$ nat. Gr.).



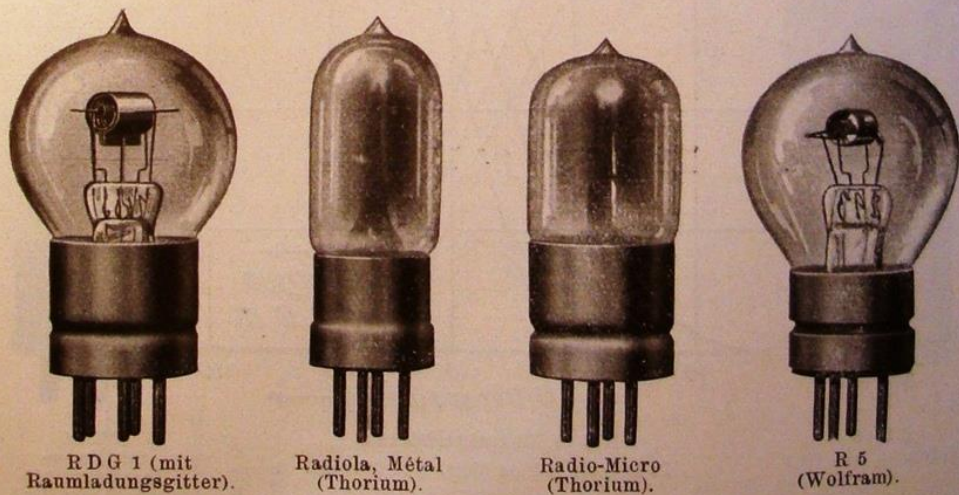
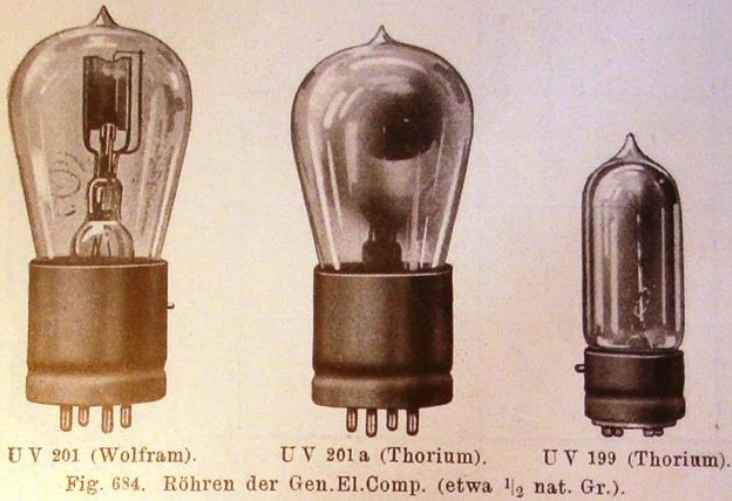
RE 26, Charakteristiken.
I: 12 Volt, II: 16 Volt, III: 20 Volt.



RE 26
mit Raumladungsgitter
(etwa $\frac{1}{2}$ nat. Gr.).

Fig. 683. Röhren mit Wolframkathoden (Telefunken).

nahmen speziell für Detektorröhren. Die Figuren 683 bis 690 zeigen eine Anzahl von Schwachstromröhren, und zwar hauptsächlich Eingitterröhren verschiedenster Herkunft, Fig. 683, 685, 686 u. 690 auch Raumladungsgitterröhren.



Die bei den verschiedenen Röhren der Praxis vorkommenden Werte und elektrischen Daten sind aus der Tabelle Seite 755 und 756 zu ersehen, die eine größere Anzahl von Schwachstromröhren des Weltmarktes enthält⁵⁴⁰). Die hier angegebenen Werte für J_s , α und S

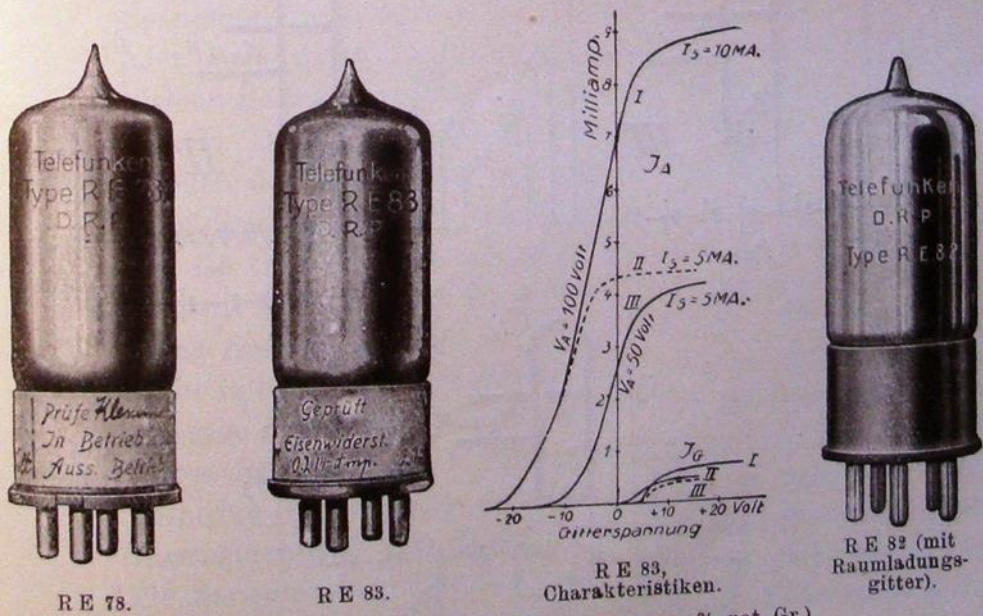
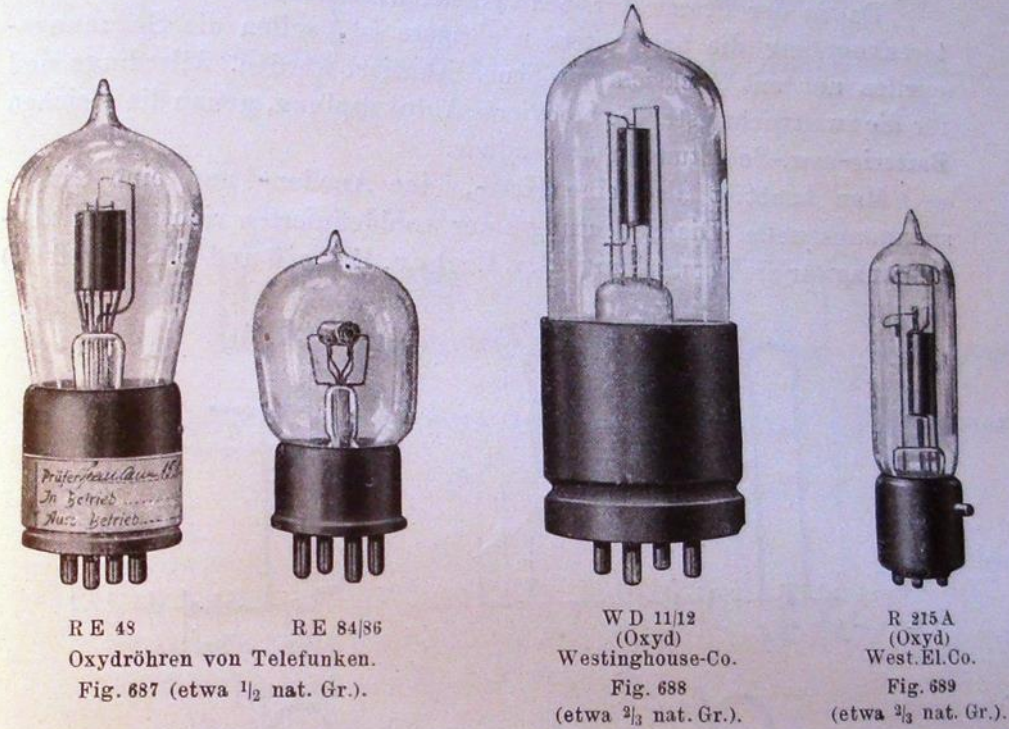


Fig. 690. Thoriumröhren von Telefunken (etwa $\frac{3}{5}$ nat. Gr.).

verlegung unschwer erreichen. In einfachen Empfängerverstärkern sind solche Komplikationen allerdings nicht beliebt, sondern man arbeitet da gern allein mit Transformatoren, der hohen Verstärkung



Fig. 703.
A. E. G.-Vierröhren-Niederfrequenzverstärker KF 4.

wegen. Eine relativ sehr günstige Frequenzkurve eines Apparates mit nur zwei Gittertransformatoren zeigt z. B. Fig. 707 (Telefunken).

Es kommt für die Güte eines Verstärkers allerdings noch auf eine andere Größe an, nämlich auf seine Dämpfung. Wie vorstehend



Fig. 703.

A.E.G.-Vierröhren-Niederfrequenzverstärker KF 4.

frequenzleistungen auf viele Watts, ja Kilowatts verstärkt werden. Man kommt dadurch zu einem ähnlichen Problem, wie es die Senderröhren bieten, nämlich zur weitgehenden Ausnutzung einer Röhre bezüglich der zu liefernden Leistung.

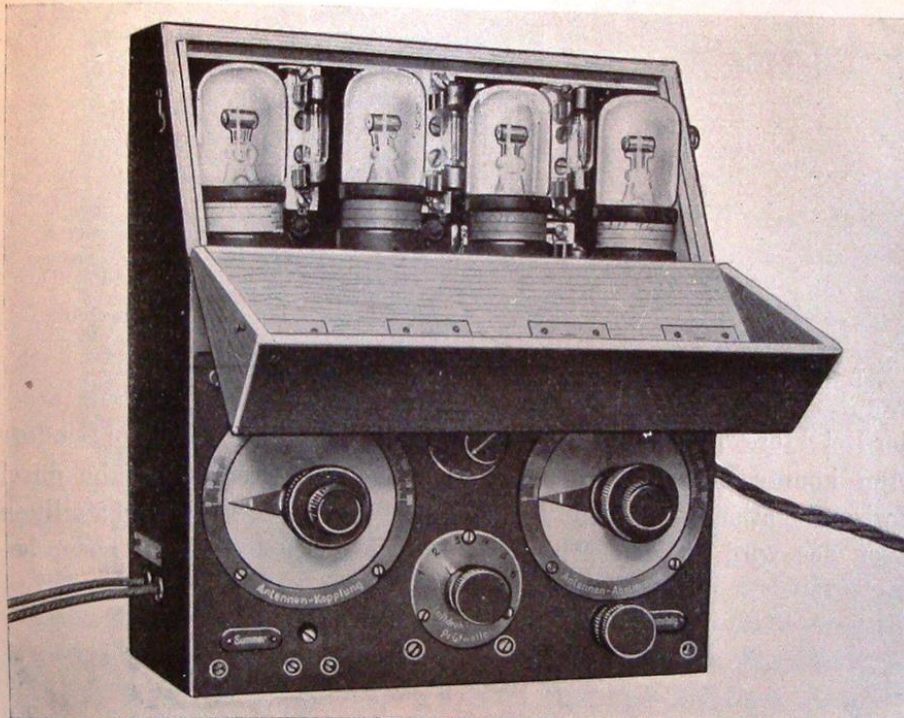


Fig. 708.

Audionempfänger plus 3-Stufen-Niederfrequenzverstärker (Telefunken).

Die hierzu verwendeten Verstärker sollen „Starkstromverstärker“ genannt werden.

1. Anwendungsgebiet.

In der drahtlosen Telegraphie haben die Starkstromverstärker

gerade die unzuverlässigsten Glieder in der Kette des Rundfunkes sind, und daß die Technik die Schwierigkeiten der anderen Glieder, also des Röhrenbaues, der Verstärker, der Besprechungsmethoden usw. besser

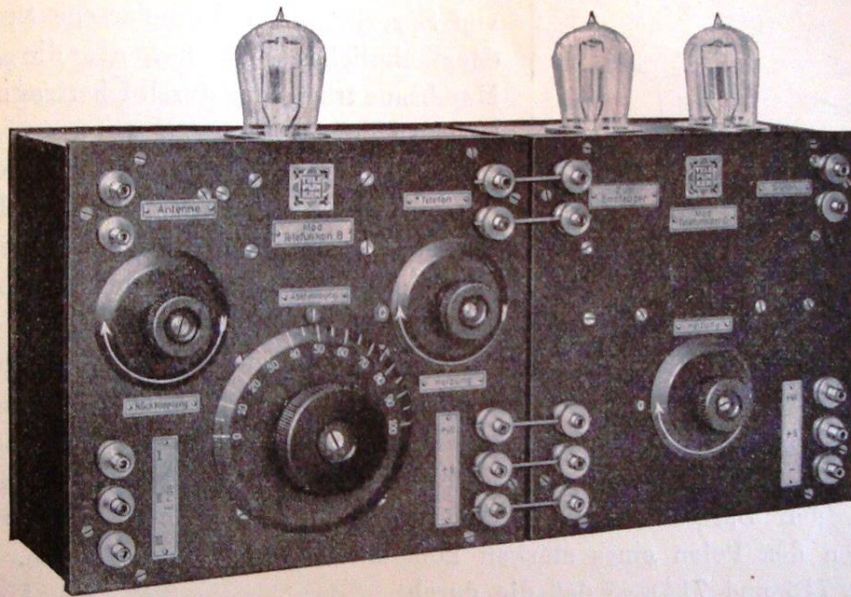


Fig. 711.

überwunden hat als die ersteren. Es ist aber nicht zu bestreiten, daß auch in Mikrofonen und Lautsprechern in den letzten Jahren außerordentliche Fortschritte gemacht worden sind. Zur Orientierung soll hier ein kurzer Überblick über beide Materien erfolgen.

Watt betragen. Eine weitere Anwendung, die mit den beiden genannten sehr nahe verwandt ist, besteht in der Weitergabe von Telephonie durch eine Zwischenstation, d. h. also in der Verstärkung

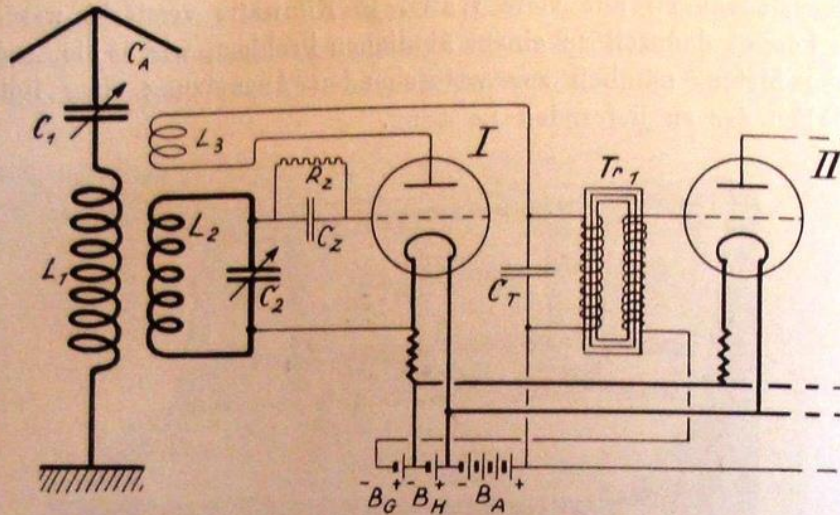


Fig. 709.

der Detektorströme zum Zwecke der Besprechung eines zweiten Senders. Man könnte natürlich daran denken, eine solche Weitergabe durch Zwischenstationen rein auf hochfrequentem Wege zu bewerkstelligen, aber das wird in den seltensten Fällen geschehen, weil normaler-

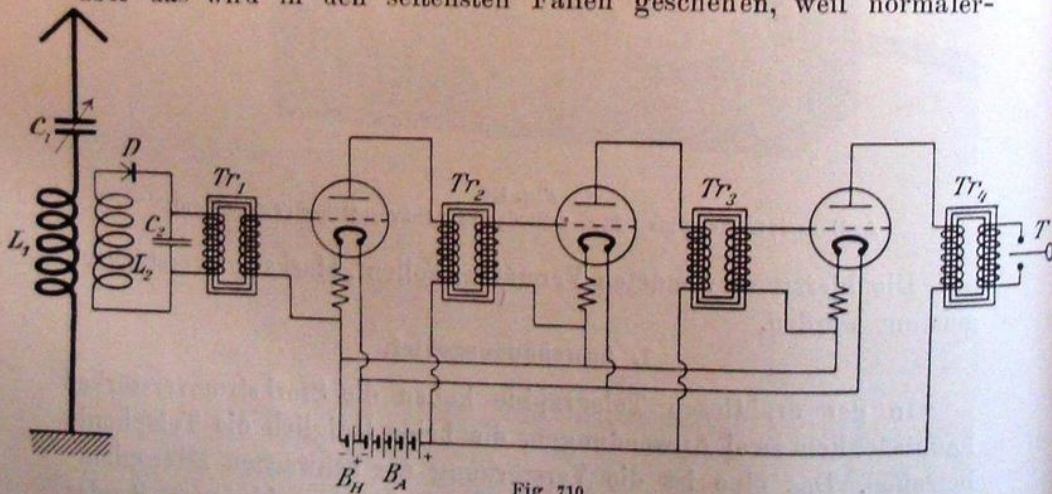


Fig. 710

weise aus Betriebsgründen die Wellenlängen hierbei gewechselt werden müssen.

Der Aufschwung der drahtlosen Telephonie in den letzten Jahren ist eng verknüpft mit der Güte und Leistungsfähigkeit der Mikrophone

abgesehen von einigen Fällen noch sehr viel kürzerer Wellen. Zur
anderen Teil verhalten sich die hochfrequenten Wellen bezüglich un-
erwünschter Rückkopplungen und Übergang durch Nebenwege, z. B.

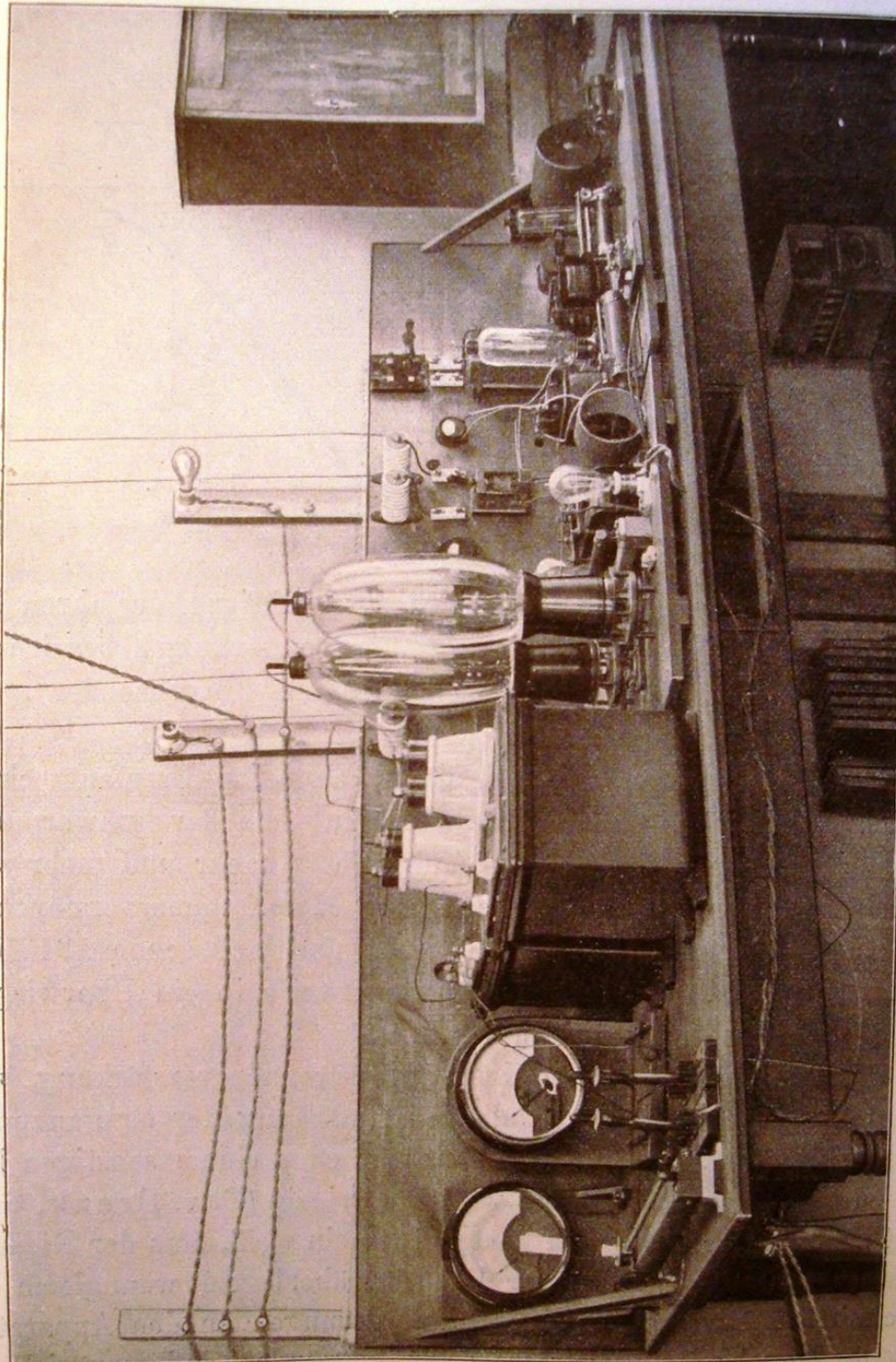


Fig. 735.
3 KW.-Sprachverstärker zur Besprechung einer Hochfrequenzmaschine (Telefunken).

Kapazitäten der einzelnen Teile gegeneinander, unangenehmer als die
niederfrequenten, so daß eine größere Sorgfalt im Konstruieren, An-
ordnen und Aneinanderschalten der Apparate notwendig ist, teilweise
auch Röhren höherer Qualität (vgl. B).

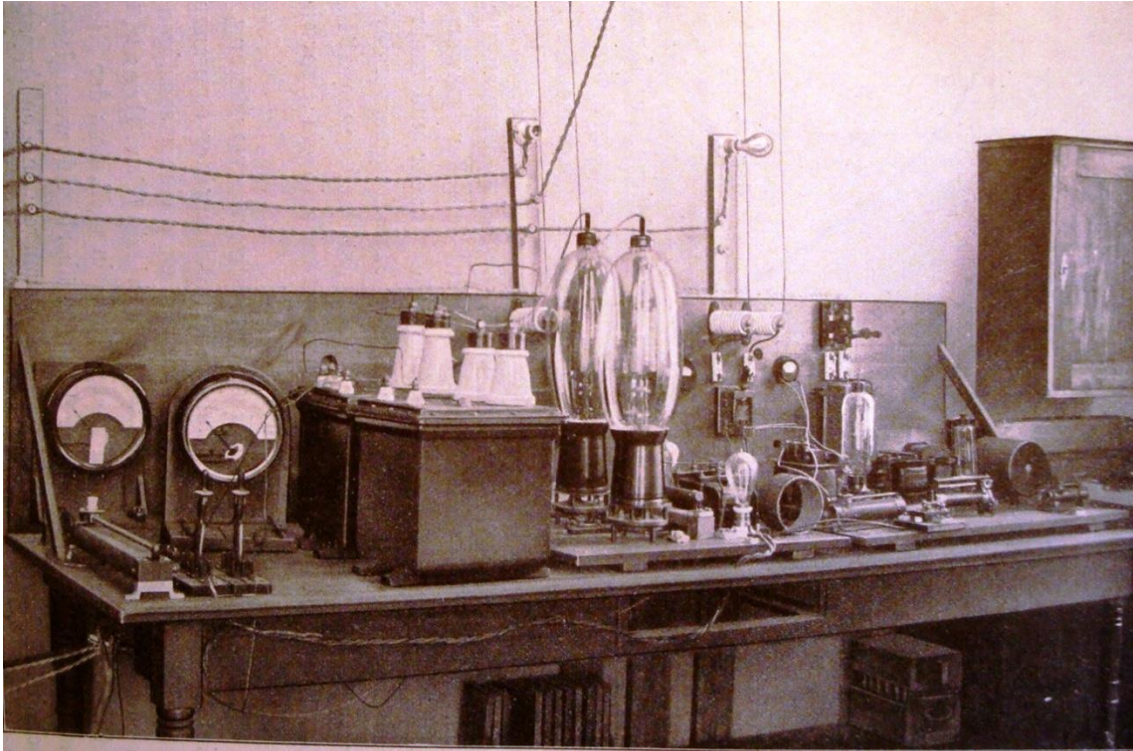


Fig. 735.
3 KW.-Sprachverstärker zur Besprechung einer Hochfrequenzmaschine (Telefunken).