

Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på
www.tekniskkulturarv.dk/about

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

DB

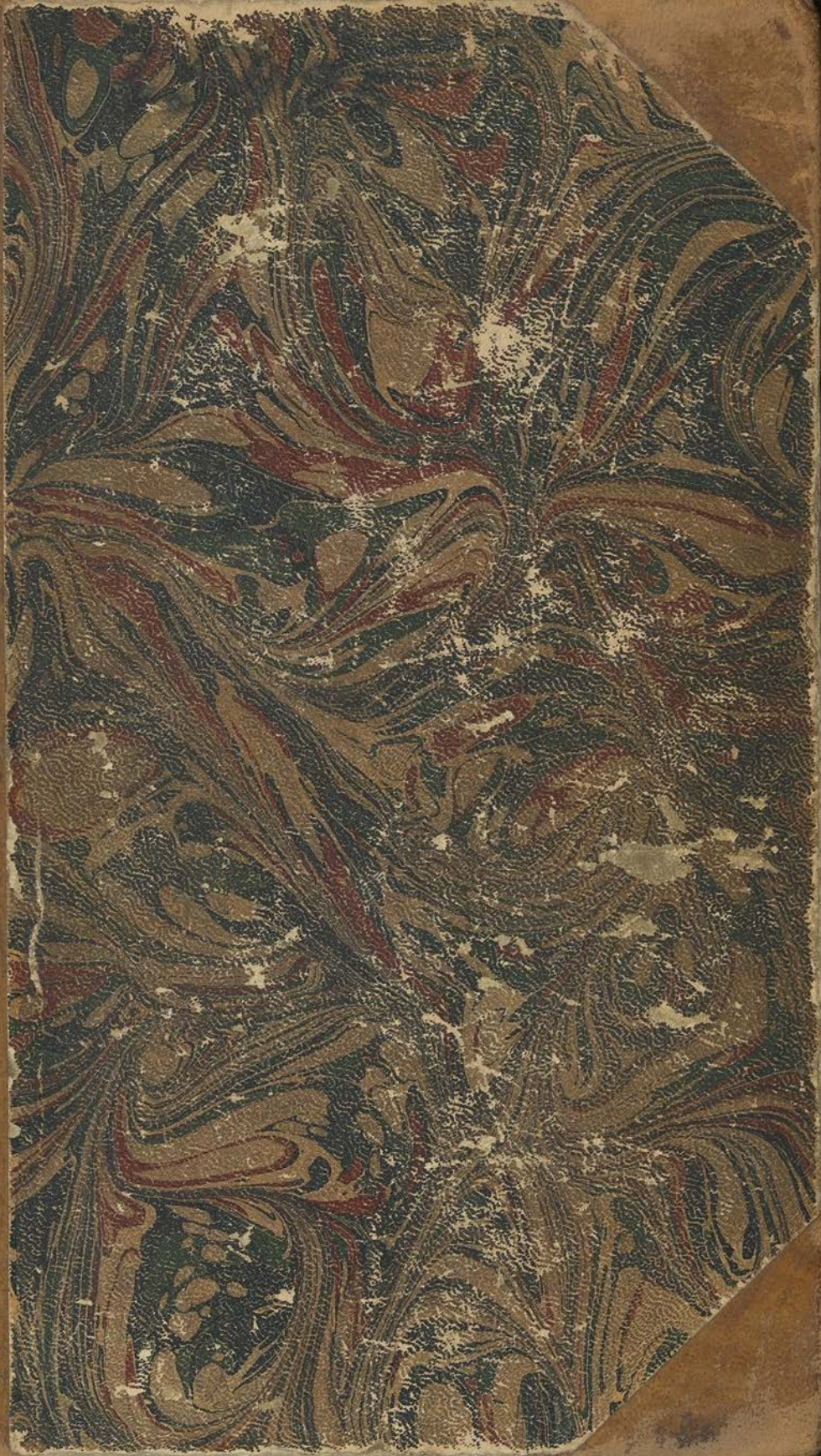
H. Schledermann
○
Lærebog
i
Radiotelegraf



108

1908

65425

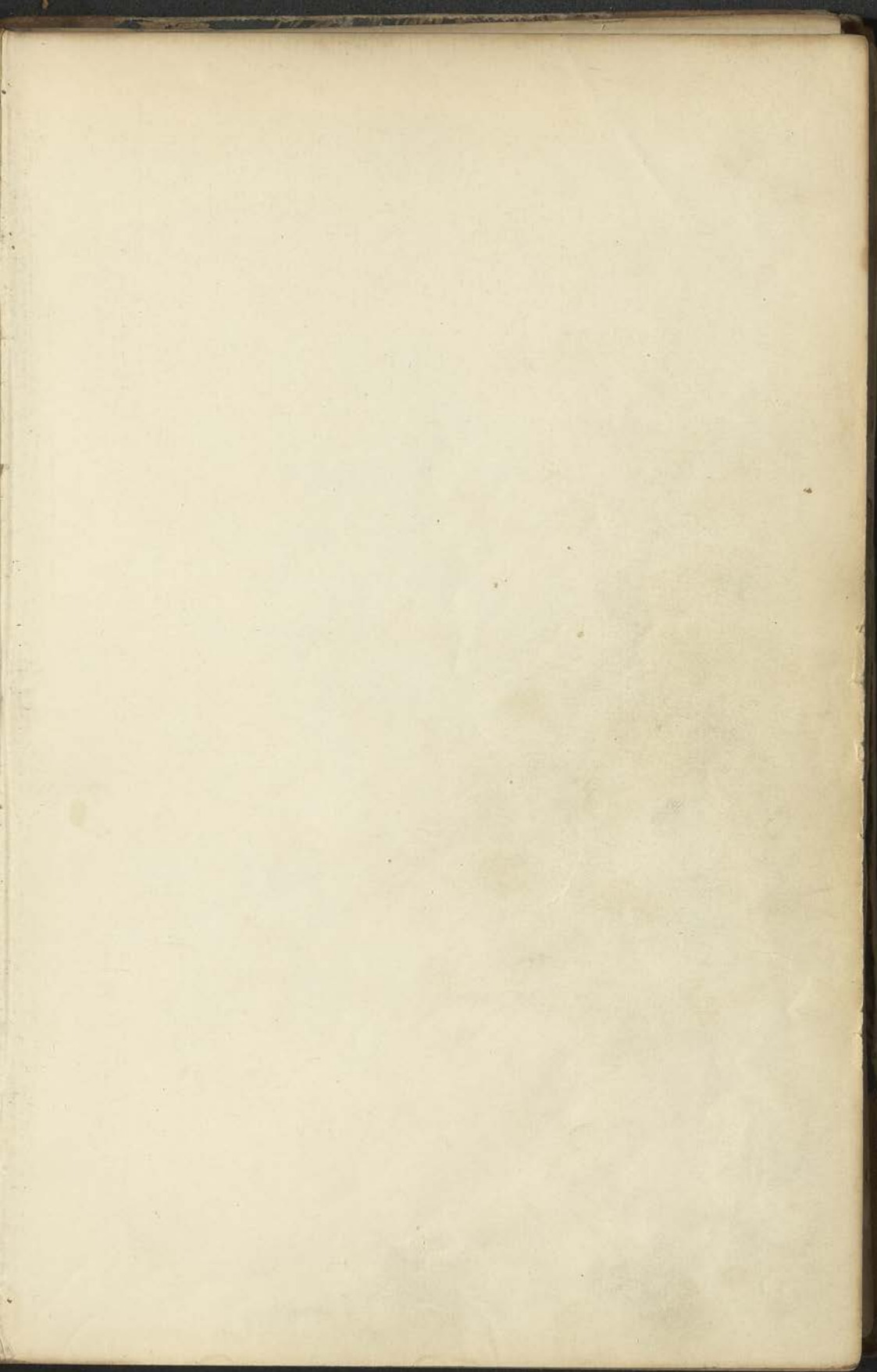


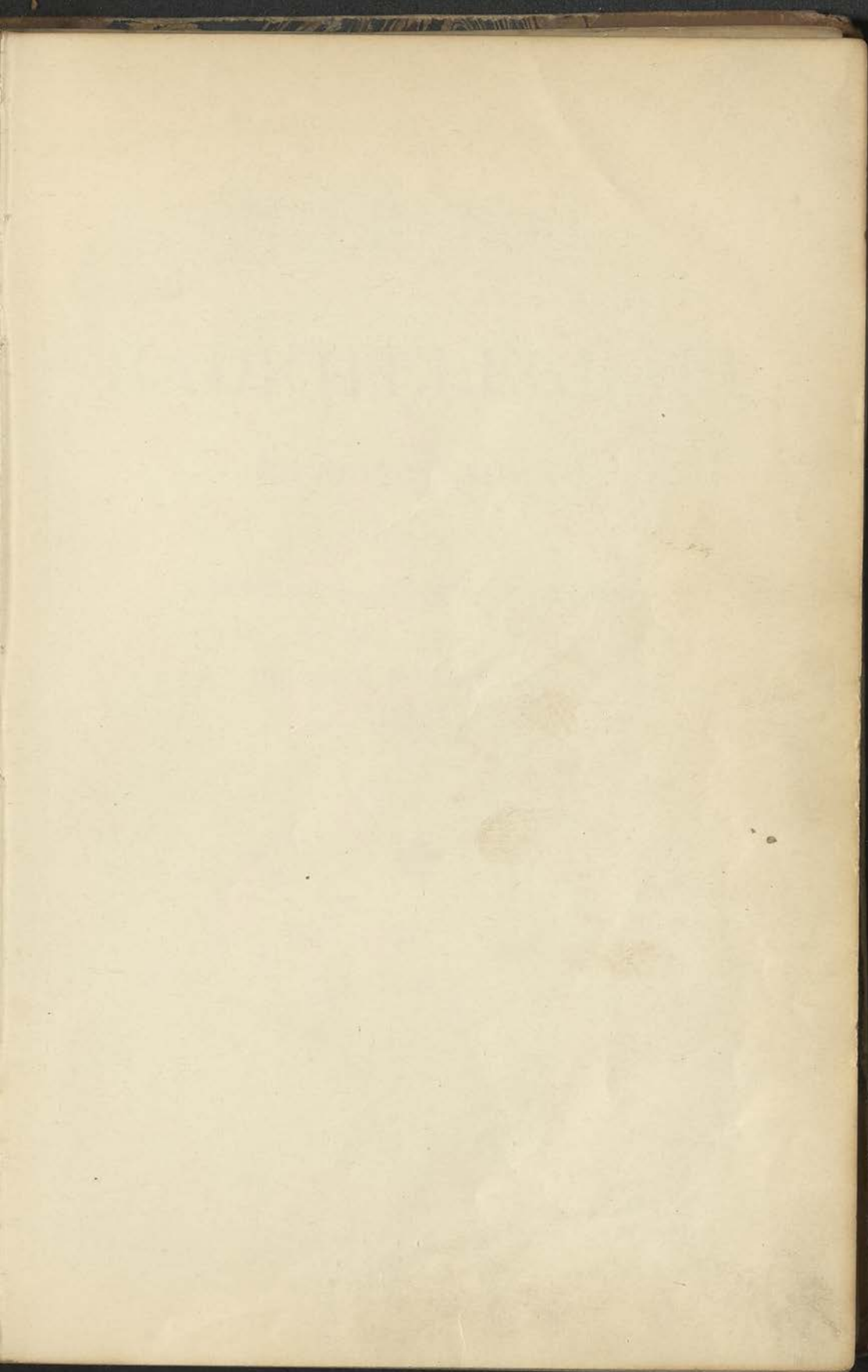
~~174~~



65425

65425





LÆREBOG
I
RADIOTELEGRAFI
OG RADIOTELEFONI

UDARBEJDET TIL BRUG VED SØMINEKORPSET

AF

HELMUTH SCHLEDERMANN

SØMINEMESTER

FUNG. OVERELEKTRIKER I FLAADEN



ORLOGSVÆRFTET

1908

Ved Udarbejdelsen af denne Lærebog er bl. a. benyttet:

- A. Prasch:* Die drahtlose Telegraphie 1900.
Die Fortschritte auf dem Gebiete der drahtlosen
Telegraphie 1903, 1904, 1905 og 1906.
- J. Zenneck:* Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose
Telegraphie 1905.
- G. Eickhorn:* Wireless Telegraphy 1906.
- J. Fleming:* The Principles of Electric Wave Telegraphy 1906.
- J. Erskine-Murray:* A Handbook of Wireless Telegraphy 1907.
- Ernst Ruhmer:* Drahtlose Telephonie 1907.
-

INDHOLDSFORTEGNELSE.

	Side.
I. Almindelig Teori.	
1. Svingninger	1
2. Kapacitet	3
3. Dielektricitetskonstant	6
4. Kondensatorer	6
5. Rækkeforbindelse af Kapaciteter	9
6. Parallelforbindelse af Kapaciteter	10
7. Gensidig Induktion	11
8. Selvinduktion	13
9. Strømkredse med Selvinduktion	16
10. Strømkredse med Kapacitet	18
11. Strømkredse med Selvinduktion og Kapacitet	20
12. Overflademodstand	21
13. Elektriske Svingninger i Kondensatorkredse:	
a. Gnistudladninger	22
b. Jævnstrømslysruer	27
c. Vekselstrømsmaskiner med højt Vekseltal	32
14. Lukkede Svingningskredse	33
15. Aabne Svingningskredse	35
16. Gnistrum	37
17. Koblede Systemer	41
18. Dæmpning	46
19. Dæmpning i Frembringerkredse	50
20. Dæmpning ved den aabne Sender	53
21. Resonans	54
22. Kobling og Dæmpning:	
a. Kobling uden Tilbagevirkning	60
b. Løs Kobling	62
c. Fast Kobling	62
d. Sammenligning mellem løs og fast Kobling	64
23. Resonanskurver	67

IV

	Side.
24. Staaende Svingninger i Traade og Spoler	71
25. Staaende Svingninger i aabne Sendere	77
26. Elektromagnetiske Bølger i Rummet	81
27. Modtagere	89
28. Luftnet	91
29. Forandring af et Luftnets Bølgelængde	99
30. Jordforbindelse	101
31. Luftnettets Højde og den største Telegrafafstand	103
32. Forhindringer mellem Telegrafstationer	103
33. Retningstelegrafi	105

II. Hjelpeapparater.

34. Induktorer	107
35. Afbrydere:	
a. Den elektrolytiske Afbryder	117
b. Hammerafbryderen	118
c. Kviksølv-Turbineafbryderen	120
36. Telegrafnøgler:	
a. Telegrafnøgle med elektromagnetisk Gnistudblæsning	121
b. Den <i>Braun'ske</i> Nøgle	122
37. Bølgedetektorer:	
a. Detektorer med ufuldkomne Kontakter:	
1. Metal-Kohærereren	123
2. Kul- og Grafitkohærereren	128
b. Elektrolytiske Detektorer	129
c. Magnetiske Detektorer	132
d. Termo-Detektorer	133
38. Relais:	
a. Det almindelige Relais	136
b. Det vandtætte Relais	139
c. Kohærerens og Relaisets Forbindelse med Svingningskredsen	140
39. Bankere:	
a. Membran-Bankeren	141
b. <i>Telefunken's</i> Banker	142
40. Midler mod Gnistdannelse:	
a. Modstandsspoler	142
b. Kondensatorer	142
c. Polarisationsbatterier	143

III. Beskrivelse af Radiotelegrafstationer.

41. Stationstype 1902	144
42. — 1903	148

V

	Side.
43. Stationstype 1904	148
44. — — A. Luftnettet	148
45. — — B. Afsenderen	149
46. — — C. Modtageren	152
47. — 1905	155
48. — 1906	157
49. — — A. Luftnettet	157
50. — — B. Afsenderen	158
51. — — C. Modtageren	166
52. — — 1. Skrivemodtageren	168
— — 2. Høremodtageren	173
53. — 1907	177
54. Transportable Militærstationer	180
55. Kørende —	184

IV. Behandling af Radiotelegrafstationer.

56. A. Luftnettet	189
57. B. Afsenderen	191
a. Motor-Generator og Ventilator	191
b. Kviksølv-Turbineafbryderen	191
c. Induktoren	192
d. Flaskebatteriet	192
e. Opsøgning af Resonans.	193
58. C. Modtageren:	
1. Skrivemodtageren:	
a. Indstilling af Relais, Banker, Kohærer og Skrive-	
apparat	194
b. Opsøgning af Fejl i Sekundærkredsen	197
2. Høremodtageren:	
a. Indstilling af Detektor og Telefon	199
b. Opsøgning af Fejl i Sekundærkredsen	201
3. Primærkredsen:	
Opsøgning af Fejl.	202
59. D. Opbevaring af Kohærere, Detektorer og Polarisations-	
batterier:	
a. Kohærere	202
b. Detektorer og Polarisationsbatterier	202
60. E. Apparaters Installation og Vedligeholdelse	202

V. Anvendelse af Drager.

61. Eddydragen	206
62. Kassedragen	207
63. Opsætning af Drager	208

VI. Maaleapparater og Maalemetoder.

64.	Varmtraadsamperemetret	210
65.	Afstemning af Luftnet ved Hjælp af Varmtraadsamperemetret	211
66.	Bølgemaaleres Princip	212
	I. Slaby's Maalestok:	
67.	Beskrivelse	213
68.	Afstemning af Frembringerkreds	217
69.	Den aabne Svingningskreds	218
70.	Koblingens Bestemmelse	219
	II. Franke-Dönitz' Bølgemaalere:	
71.	Konstruktion	220
72.	Afstemning af en Frembringerkreds	223
73.	Afstemning af en aaben Svingningskreds	224
74.	Bestemmelse af Koblingen	224
75.	Bestemmelse af et Luftnets Kapacitet	225
76.	Afstemning af Modtagere	226
	1. Luftnettets Afstemning med Telefon	226
	2. Luftnettets Afstemning med Vakuumrør	227
	3. Afstemning af Sekundærkredsen	227
77.	Afstemning af Sekundærspoler:	
	1. Sekundærspoler til Skrivetransformator	228
	2. Sekundærspoler til Høretransformator	229
78.	Bestemmelse af en fjern Stations Bølgelængde	229
	III. Telefunken's Bølgemaalere:	
79.	Dens Indretning og Bestanddele	230
80.	Bølgemaalernes Benyttelse:	
	a. Bølgemaaleren benyttet som Modtager med Heliumrør	234
	b. Bølgemaaleren benyttet som Modtager med Wattmeter	235
	c. Bølgemaaleren benyttet som Afsender ved Modtagerafstemning	235
	d. Fjernbølgemaalning	236
	e. Dæmpningsmaalning	236
	IV. Telefunken's Stationsprøver:	
81.	Beskrivelse	237
	V. Universal-Bølgemaaleren:	
82.	Indretning og Bestanddele	240
	a. Udsendelse af dæmpede Svingninger med bestemt Bølgelængde	241
	b. Udsendelse af svagt dæmpede Svingninger	242
	c. Anvendelse af Heliumrør til Bestemmelse af Bølgelængde og Resonansmaksima	243

VII

	Side.
d. Anvendelse af et Varmtraadsapparat til Bestemmelse af Bølgelængde og Resonanskurver	244
e. Fjernbølgemaaling og Modtageanordning for dæmpede og udæmpede Svingninger	244
f. Fjernbølgemaaling og Modtageapparat for udæmpede Svingninger (<i>Poulsen's</i> Tikkerforbindelse)	245
g. Dæmpningsmaaling af aabne og lukkede Svingningskredse	246
h. Dæmpningsmaaling af Luftnet	249
i. Maaling af et Luftnets Højfrekvens-Kapacitet	252
VI. Flemings Bølgemaaler:	
83. Beskrivelse	253
Maaling af Kapaciteten i en Kondensator	256
84. Bestemmelse af smaa Selvinduktioner	257
85. Bestemmelse af den gensidige Induktion	258
86. Afstemning af Modtagere ved Hjælp af en fjern Station	259
87. Forstyrrelse af en fremmed Station	259
VII. Forskellige Radiotelegrafsystemer.	
88. Historisk Oversigt	261
89. Marconi	266
90. Telefunken:	
a. Slaby—Arco	273
b. Siemens—Braun	275
91. De Forest	279
92. Fessenden	282
93. Shoemaker	285
94. Massie	286
95. Stone	286
96. Lodge-Muirhead	289
97. Maskelyne	291
98. King	291
99. Rochefort	293
100. Branly-Popp	296
101. Popoff-Ducretet	297
102. Blondel	297
103. Blochmann	298
104. Anders Bull	300
105. Oversigt over Systemer med dæmpede Svingninger	301
a. Afsendelse:	
1. Direkte Forbindelse	302
2. Induktiv Kobling	302
3. Direkte Kobling	303

VIII

b. Modtagelse:	
1. Direkte Forbindelse	304
2. Induktiv Kobling.. . . .	305
3. Direkte Kobling...	306
106. Poulsen.. . . .	307
107. Telefunken	319

VIII. Radiotelefoni.

108. Fotofoni	321
109. Termofoni	322
110. Lystelefoni	322
111. Hydro- og Induktionstelefoni	325
112. Gnisttelefoni.. . . .	326
113. Radiotelefoni med udæmpede Svingninger:	
a. Poulsen	327
b. Telefunken	328
c. De Forest	330
d. Fessenden	332

TILLÆG

Tabel I. Dielektricitetskonstanter	333
— II. Formler for Kapaciteter...	333
— III. Formler for Selvinduktionskoefficienter...	334
— IV.. Bølgelængde og Vekseltal.. . . .	335
— V. Gnistkuglers Størrelse og Gnistlængder	336
— VI. Gnistspænding og Gnistlængde.. . . .	336
— VII. Amplitudeforhold og Dekrement	337

Nedenstaaende Betegnelser ere fortrinsvis benyttede:

C, c	Kapacitet	n	Vekseltal
d	Tykkelse, Diameter, Dæmpning, Dekrement	$n/2$	Frekvens
E	Spændingsamplitude	Q	Elektricitetsmængde
e	Øjeblikkelig Værdi af Spænding	R, r	Radius, Modstand
I	Strømstyrkeamplitude	S	Areal
i	Øjeblikkelig Værdi af Strømstyrke	T	Svingningstid
K	Koblingskoefficient	t	Tid
k	Koblingsgrad, Dielektricitetskonstant	v	Hastighed
L	Selvinduktionskoefficient	z	Vindingstal
l	Længde		
M	Gensidig Induktionskoefficient	δ	Dæmpningsfaktor
		θ	Vinkel
		λ	Bølgelængde
		μ	Permeabilitet
		φ	Fasevinkel
		ω	Vinkelhastighed.

RETTELSE

Side 4, mellem 5 og 6 L. f. n., tilføjes:

$$\frac{\text{abs. elektromag. Spændings-Enhed}}{\text{abs. elektrostat. Spændings-Enhed}} = \frac{1}{3 \cdot 10^{10}}$$

Side 20, 10 Lin. f. o.: r_1 , læs: r .

- 27, 5 - f. o.: cm udgaar. 10^{-8} , læs: 10^{-3} .

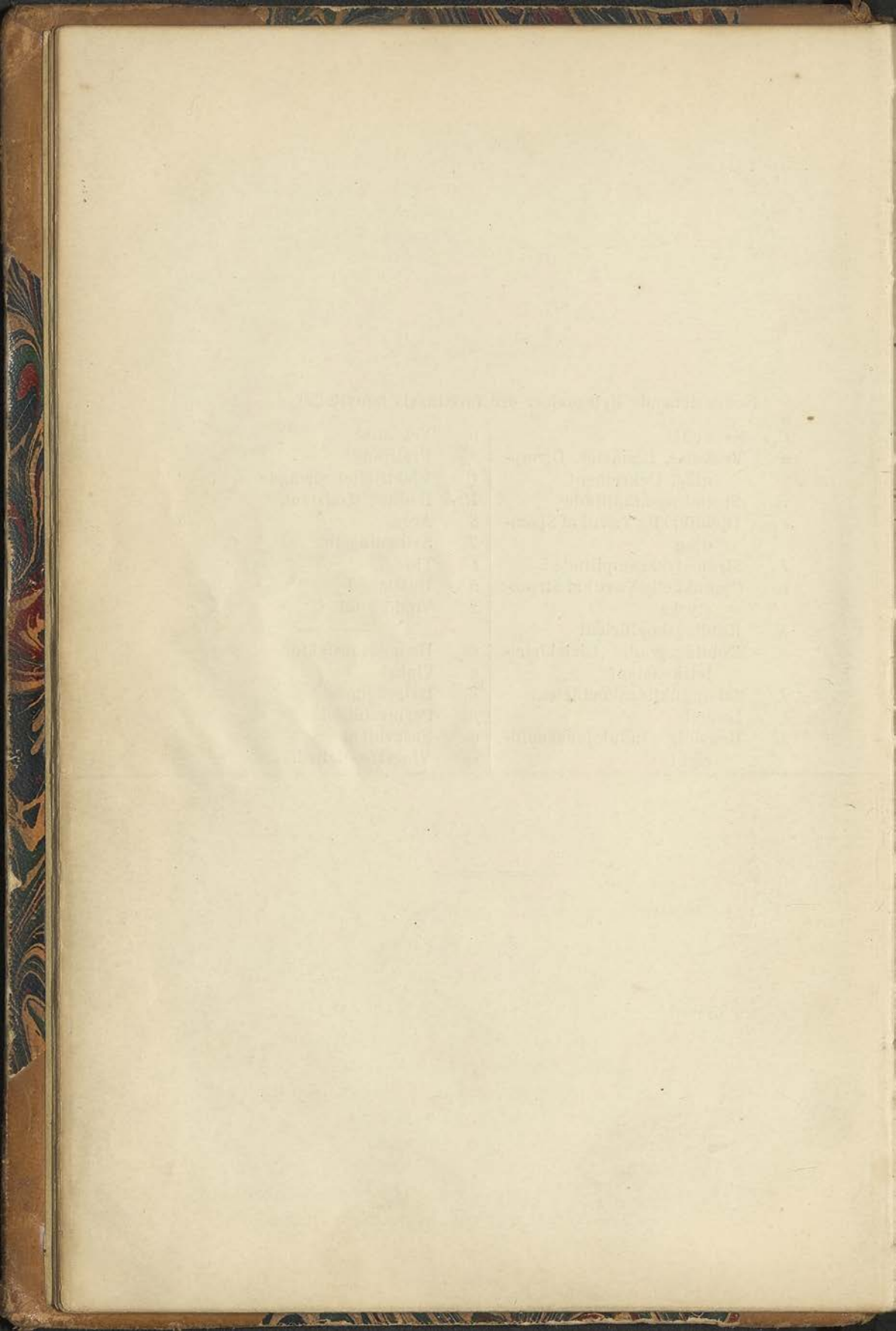
- 65, 7 - f. o.: stødvist, læs: stødvise.

- 74, Fig. 39,6: Den punkterede Kurves Amplitude skal være større end den trukne Kurves.

- 110, Fig. 68: I_p og I_s skulle ombyttes.

- 196, 14 Lin. f. o.: Kontakt 13, læs: Kontakt 18.

Plan IV, Skema 4: Forbindelsen mellem højre Telefonkontakt og øverste Ende af Modstanden fjernes.



I. ALMINDELIG TEORI.

1. **Svingninger.** Ved en *Svingning* forstaaes almindeligt en periodisk tilbagevendende Bevægelse om en Ligevægtstilling. En Vekselstrøm, saaledes som den kendes fra Princippet for elektriske Maskiner, er et Eksempel paa en Svingning.

Enhver svingende Størrelse kan afbildes som en Kurve. Hvis Abscisserne og Ordinaterne ere proportionale henholdsvis med Tiden og med den svingende Størrelse, benævnes Kurven en *Svingningskurve*. Den Strømstyrke (Spænding), der frem-

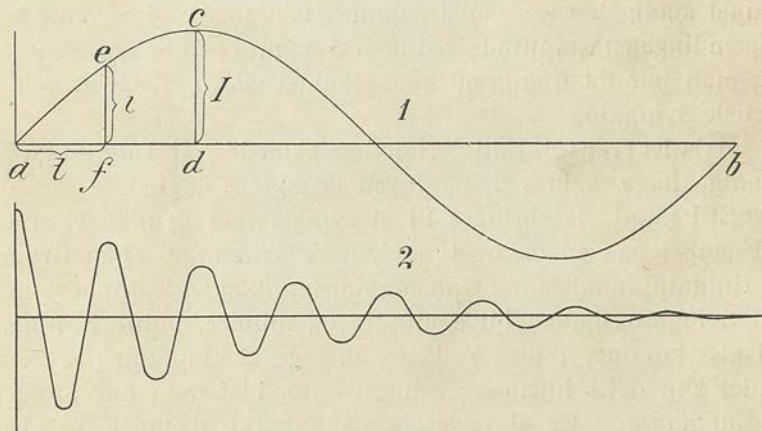


Fig. 1.

kommer, naar en lukket Leder drejes med jævn Hastighed gennem et ensartet, magnetisk Felt, kan paa denne Maade afbildes som en Sinuskurve (Fig. 1,1). Tiden, der forløber fra Begyndelsen af Svingningen og til den atter gentager sig,

kaldes *Perioden* eller *Svingningstiden* og betegnes med T . I Figuren angiver a b Perioden i Sekunder.

Antallet af Perioder pr. Sekund benævnes *Strømmens Frekvens* og betegnes med $\frac{n}{2}$. Man har derfor, at Svingningstiden:

$$T = \frac{2}{n} \text{ Sekund.}$$

Det Tal, der angiver, hvor mange Gange Strømmen skifter Retning pr. Sekund, eller, hvad der er det samme, hvor mange Gange Kurven skærer Abscisseaksen, kaldes *Vekselstallet* og betegnes med n . Frekvensen ved Vekselstrømsmaskiner og Transformatorer overstiger i Almindelighed ikke 50. Saasnart Periodetallet imidlertid overskrider en vilkaarlig valgt Grænse (6000—8000), kaldes Svingningerne *Højfrekvenssvingninger*.

I Figuren angiver Ordinaten ef Strømmens (Spændingens) *øjeblikkelige Værdi* i (e) efter Tidsforløbet t Sekunder, medens cd er den største Værdi I (E), som overhovedet opnaaes. Den kaldes *Amplituden*. Da den lukkede Leder i ovennævnte Eksempel stadig bevæges med samme Hastighed, vil Strømmens (Spændingens) Amplitude ved hver Svingning være den samme, og man har da frembragt en saakaldet *udæmpet*, elektromagnetisk Svingning.

Hvis Kurvens Forløb derimod er saaledes, at Amplituderne stadig aftage, kaldes Svingningen *dæmpet* (Fig. 1,2).

Et Pendul, der bringes til at svinge frem og tilbage, er et Eksempel paa en dæmpet, mekanisk Svingning. Paa Grund af Gnidningsmodstand i Ophængningspunktet og Luftmodstand, vil Svingningsbanen blive mindre og mindre, indtil Pendulet tilsidst kommer i Ro. Ved at anbringe et Vindfang paa Pendulet kan dette hurtigere bringes i Ro, idet man har forøget *Dæmpningen*. Er Bevægelsen saa stærkt dæmpet, at den standser før en halv Periode er forløbet, kaldes Svingningen *aperiodisk*.

Anbringes paa samme Aksel to ensartede, lukkede Ledere, der i Forhold til hinanden ere forskudte f. Eks. 60° , har Strømstyrken (Spændingen) i de to Ledere — naar de drejes

med jævn Hastighed i et ensartet, magnetisk Felt — samme Forløb, ω : deres Kurver ville være ens. I de to Ledere ere de samtidige Strømstyrkeværdier derimod forskellige. Tegnes de to Kurver paa samme Abscisseakse (Fig. 2), blive de ikke sam-

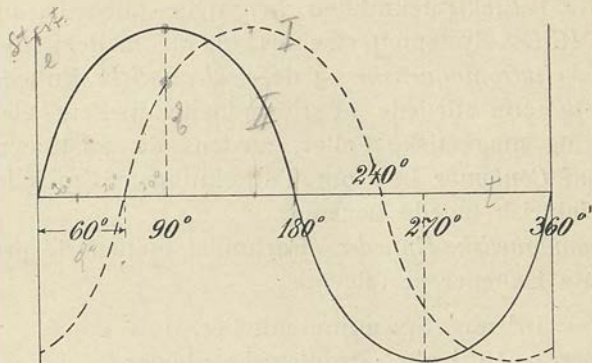


Fig. 2.

menfaldende, men forskydes 60° for hinanden, naar den drejede Vinkel afsættes som Abscisse. Man siger, at de to Kurver have forskellig Fase, og at *Faseforskydningen* i det givne Tilfælde er 60° . *Fasevinklen* betegnes med φ . Faseforskydningen kan være forud eller bagud.

2. Kapacitet. Hvis et isoleret anbragt Legeme tilføres en elektrisk Ladning, vil dets Spænding stige, ligesom et Legemes Temperatur forøges, naar det tilføres en Varmemængde, eller ligesom Vandoverfladen vil stige i en Beholder, naar dennes Vandmængde forøges.

Spænding er derfor analog med Temperatur ved Varme og Vædskehøjde ved Vædske.

Forholdet mellem Legemets Ladning og Spænding kaldes *Kapacitet* og kan bestemmes som den Elektricitetsmængde, der udkræves for at hæve Spændingen een Enhed.

Kaldes Legemets Kapacitet C , dets Spænding E og den tilførte Elektricitetsmængde Q , har man derfor:

$$C = \frac{Q}{E} \quad \text{eller} \quad Q = C \cdot E.$$

Den praktiske Enhed for Kapacitet angives i *Farad* eller *Mikrofarad* (Mf) (1 Milliontedel Farad).

En *Farad* er den Kapacitet, som et Legeme maa have, for at 1 *Coulomb* kan frembringe en Spænding af 1 *Volt*.

g Ved de i Elektroteknikken benyttede afledede, absolute Enheder (C-C-S-Systemet) skælnes bl. a. mellem to Slags, nemlig de *elektromagnetiske* og de *elektrostatiske* Enheder. De førstnævnte ere afledede af Forholdene mellem elektriske Strømme og magnetiske Felter, medens de sidstnævnte ere afledede af *Coulombs* Lov om Tiltrækningen (Frastødningen) mellem elektrisk ladede Legemer.

Elektromagnetiske Enheder. Forholdet mellem de praktiske og absolute Enheder er følgende:

$$1 \text{ Volt} = 10^8 \text{ abs. Spændingsenheder.}$$

$$1 \text{ Ampere} = 10^{-1} \text{ abs. Strømstyrkeenheder.}$$

$$1 \text{ Coulomb} = 10^{-1} \text{ abs. Elektricitetsmængdeenheder.}$$

$$\text{Da } C = \frac{Q}{E} \text{ bliver}$$

$$1 \text{ Farad} = 10^{-9} \left(\frac{10^{-1}}{10^8} \right) \text{ abs. Kapacitetsenheder og}$$

$$1 \text{ Mikrofarad} = 10^{-15} \left(\frac{10^{-9}}{10^8} \right) \text{ abs. Kapacitetsenheder.}$$

Elektrostatiske Enheder. I Radiotelegrafien angives Kapaciteten almindeligst i dette Maal. Forholdet mellem de to Slags Elektricitetsmængde-Enheder er lig Lysets Hastighed, $c: 3 \cdot 10^{10}$ cm pr. Sekund, eller:

$$\frac{\text{abs. elektromagnetisk Elektricitetsmængde-Enhed}}{\text{abs. elektrostatisk Elektricitetsmængde-Enhed}} = \frac{1}{3 \cdot 10^{10}}.$$

Man faar deraf, at:

$$1 \text{ Volt} = \frac{1}{3 \cdot 10^2} \text{ elektrostatiske Enheder.}$$

$$1 \text{ Ampere} = 3 \cdot 10^9 \text{ elektrostatiske Enheder.}$$

$$1 \text{ Coulomb} = 3 \cdot 10^9 \text{ elektrostatiske Enheder.}$$

$$1 \text{ Farad} = 9 \cdot 10^{11} \text{ elektrostatiske Enheder,}$$

c: den praktiske, elektromagnetiske Enhed for Kapacitet

er $9 \cdot 10^{11}$ Gange saa stor som den elektrostatiske Enhed. Denne har Dimensionen *cm*.

1 Mikrofarad $= 9 \cdot 10^5$ elektrostatiske Enheder (*cm*).

Det er praktisk talt umuligt at fremstille en Kapacitet paa 1 Farad. Jordens Kapacitet er saaledes ca. 0,0008 Farad eller 800 Mikrofarad. En Kugle, hvis Radius er 9 km, har en Kapacitet paa 1 Mikrofarad. De store Leydnerflasker, som benyttes ved Flaadens Radiotelegrafstationer af 1906, have en Kapacitet paa 10 000 *cm* eller 0,011 *Mf*. De saakaldte A. E. G.-Flasker og Siemens Flasker have en Kapacitet paa henholdsvis ca. 1800 *cm* og ca. 450 *cm*.

Da den samlede Elektricitetsmængde, som kan tilføres et Legeme, er $Q = CE$, vil den pr. Sekund tilførte Elektricitetsmængde, under Forudsætning af jævn Ladning, være:

$$\frac{EC}{T} = \text{Ladestrømstyrken i Amp.}$$

Naar Legemet tilføres en jævn Ladning, vil dets Spænding stige jævnt fra Nul til E , og det samlede Arbejde, som udføres i Tiden T , maa derfor være:

$$\frac{E}{2} \cdot \frac{EC}{T} \cdot T = \frac{E^2 C}{2}.$$

Tidsfaktoren er bortelimeret, og dette viser, at der udkræves det samme Arbejde til at give et Legeme en bestemt Spænding, hvad enten Ladningen foregaar hurtigt eller langsomt, og dette Arbejde er, udtrykt i *Joule*, lig det halve Produkt af Kvadratet paa Spændingen i Volt og Kapaciteten i Farad.

En almindeligt forekommende Ladespænding i Gnisttelegrafien er ca. 30 000 Volt. Regnes med denne Spænding, vil det Arbejde, som udkræves til at lade den ovenomtalte store Leydnerflaske med en Kapacitet af 0,011 *Mf*, være:

$$\frac{(30\,000)^2}{2} \cdot \frac{0,011}{10^6} = 4,95 \text{ Joule} = \frac{4,95}{9,81} \text{ mkg} = 0,50 \text{ mkg}.$$

Disse 0,50 mkg svare altsaa til den Energi, der er opsamlet i Flasken.

3. **Dielektricitetskonstant.** Et Legemes Kapacitet er ikke konstant, men afhænger i høj Grad af det omgivende Stof. Man maa derfor indføre en Størrelse, der benævnes *Dielektricitetskonstanten*. Den angiver Forholdet mellem Legemets Kapacitet i det paagældende Stof C_1 og i Luften (C_L).

Kaldes Konstanten k , har man:

$$k = \frac{C_1}{C_L}.$$

I Tabel I (bag i Bogen) er anført den omtrentlige Værdi af Dielektricitetskonstanten ved forskellige Stoffer.

Dielektricitetskonstanten afhænger af Temperaturen, af Ladespændingen og af dennes Art, $\circ$: om den er jævn eller vekslende; i sidste Tilfælde er den tillige afhængig af Vekseltallet. Jo lavere Temperatur og jo større Vekseltal, desto mindre er Dielektricitetskonstanten.

4. **Kondensatorer.** Ved en Kondensator forstaar man i simpleste Tilfælde to lige overfor hinanden staaende, parallelle og lige store Metalplader, af hvilke den ene kan forsynes med en positiv, den anden med en negativ Ladning. (Fig. 3, a).

Hvis Forbindelsen med Batteriet afbrydes og de to Plader aflades ved at forbindes gennem et Galvanometer, bliver dettes Udslag mindre, end hvis Pladerne — under en Opladning til samme Spænding — bringes tættere sammen, $\circ$: Kondensatorens Kapacitet forøges, naar Pladerne komme tættere sammen. Der medgaar da en større Elektricitetsmængde til at oplade Kondensatoren til samme Spænding. Dersom Pladerne efter at være opladede bringes tættere sammen, vil det vise sig, at Spændingen er bleven mindre. Man siger, at Elektriciteten i dette Tilfælde er kondenseret (fortættet); deraf Navnet *Kondensator*.

En saadan Kondensators Kapacitet er ligefrem proportional med Pladernes Areal S og omvendt proportional med deres Afstand d , altsaa:

$$C \equiv \frac{S}{d}.$$

Hvis Pladerne ikke ere adskilte ved Luft, men ved et andet Stof, maa man multiplicere med dettes Dielektricitetskonstant:

$$C \equiv k \frac{S}{d}$$

Ved Magnetismen tænker man sig, at den magnetiske Kraft virker efter bestemte *magnetiske Kraftlinier*, og at disses Tæthed angiver det magnetiske Felts Styrke. Paa lignende Maade tænker man sig den elektriske Kraft som et elektrisk Felt med *elektriske Kraftlinier*.

Elektriske og magnetiske Felter ere kun uafhængige af hinanden, naar de ere *statiske*, som f. Eks. det elektriske Felt mellem to opladede Kondensatorplader, eller som det magnetiske Felt fra en Staalomagnet.

Ere Felterne ikke statiske, men undergaa de en Forandring (svækkes, forøges), vil en Forandring i det magnetiske Felt frembringe et elektrisk Felt og omvendt.

De elektriske Kraftlinier gennemstrømme Ikke-Ledere paa lignende Maade, som magnetiske Kraftlinier gennemstrømme Jern og Luft. Ledningsevnen i det magnetiske Felt angives ved *Permeabiliteten*, der for Luft er 1. Det elektriske Felts Ledningsevne angives ved *Dielektricitetskonstanten*, der ligeledes for Luft er 1.

Pludselige Forandringer i et magnetisk Felt frembringe Varme. Saafremt den magnetiserende Kraft forøges, vil Magnetiseringen kun naa en vis Styrke, $\propto$ det magnetiserede Legeme bliver *mættet* med Magnetisme.

Forandringer i et elektrisk Felt frembringe ligeledes Varme, men forøges Ladespændingen, opnaaes intet Mætningspunkt.

Derimod vil Spændingen til Slut gennembryde det dielektriske Stof, idet Gennemslaget ledsages af en skarp Lyd og frembringer Lys og Varme, $\propto$ der fremkommer en *elektrisk Gnist*.

Hvis det dielektriske Stof er Luft eller en Vædske, antager det straks efter Gennemslaget sin tidligere uledende Tilstand; er det derimod et fast Legeme, vil den ledende Tilstand bibeholdes. Medens Magnetiseringen saaledes er begrænset ved *Mætningen*, er Elektriseringen (Elektrifikationen) begrænset ved *Gennemslagsspændingen*.

Paa lignende Maade som den *magnetiske Hysteres* ved en skiftende Magnetisering af en Jernkerne foraarsager et *Energitab*, saaledes findes ogsaa ved Kondensatorer en *dielektrisk Hysteres*, der ved Ladning og Afladning giver Anledning til et *Energitab*. En for stærk Belastning af Kondensatoren foraarsager en Udstraaling af Elektricitet fra Kanten af Belægningerne og er derfor ligeledes et *Energitab*.

Da en Kondensators Kapacitet er ligefrem proportional med Overfladen og med Dielektricitetskonstanten, omvendt proportional med Afstanden mellem Pladerne (Belægningerne), kan man fremstille en Kondensator med stor Kapacitet ved at gøre Overfladerne store, Afstanden mellem Pladerne lille og ved mellem Pladerne at anbringe et Materiale, hvis Dielektricitetskonstant er stor. Ved Valget af dette Materiale maa man tage Hensyn til Modstanden mod Gennemslag af høje Spændinger, der tillige bestemmer, hvor ringe Afstanden kan være mellem Pladerne. I Almindelighed benyttes paraffineret Papir til Kondensatorer, hvor Spændingen kun andrager ind-

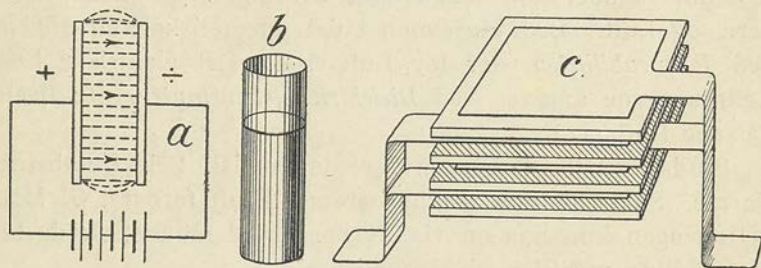


Fig. 3.

til nogle Hundrede Volt. Til Højspændings-Kondensatorer kan anvendes Glas, Glimmer eller Ebonit.

En stor Overflade af Belægningen kan opnaaes ved at give Kondensatoren Form af en *Leydnerflaske* (Fig. 3, b). Saadanne Flasker anvendes hyppigst til Afsendeapparater, medens en *Pladekondensator*, som skematisk vist i Fig. 3, c, kan anvendes baade ved Afsende- og Modtageapparater.

I Tabel II er angivet Kapaciteten i elektrostatiske Enheder af forskellige Kondensatorformer.

Fig. 4 viser en bekvem Form af en Pladekondensator med variabel Kapacitet og med Luft- eller Olieisolation. Kondensatoren dannes af en Del faststaaende, segmentformede Plader, ind imellem hvilke kan føres (mere eller mindre) lignende Plader, anbragte paa en drejelig Aksel. Naar de faste og

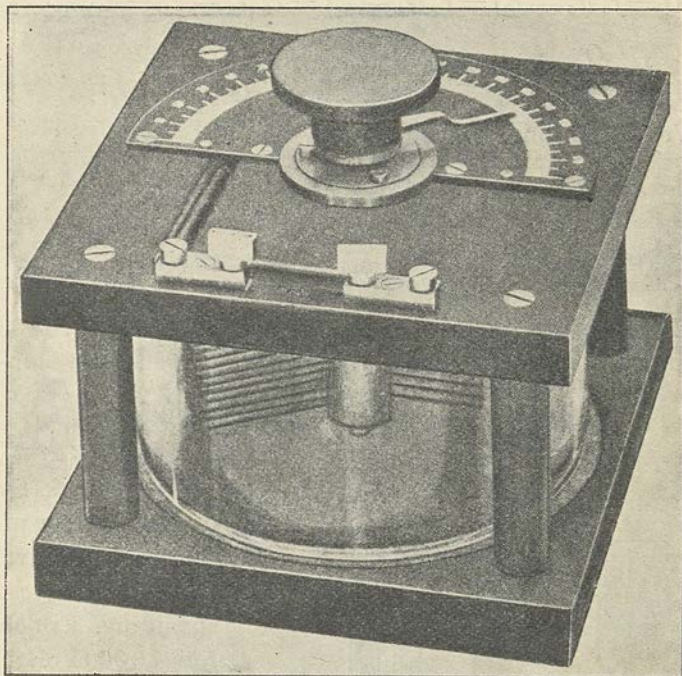


Fig. 4.

drejelige Plader dække hinanden, er Kapaciteten størst. Saa-danne Kondensatorer anvendes særligt til Modtageapparater.

5. Rækkeforbindelse af Kapaciteter. Naar flere Kapaciteter (f. Eks. Leydnerflasker) forbindes i Række (o: en udvendig Belægning forbindes med en indvendig Belægning og omvendt, Fig. 5.1), bliver den samlede Kapacitet altid mindre end den mindste af de rækkeforbundne Kapaciteter, ganske analogt med parallelforbundne, elektriske Modstande.

Kaldes Kapaciteterne c_1 , c_2 og c_3 , er den samlede Kapacitet:

$$C = \frac{c_1 c_2 c_3}{c_1 c_2 + c_1 c_3 + c_2 c_3}.$$

Dette kan indses saaledes:

Benævnes Spændingerne ved de forskellige Belægninger e_1 , e_2 , e_3 og e_4 (Fig. 5,2), haves:

$$Q = c_1 (e_1 - e_2) = c_2 (e_2 - e_3) = c_3 (e_3 - e_4) = C (e_1 - e_4)$$

eller

$$\frac{Q}{c_1} = e_1 - e_2; \quad \frac{Q}{c_2} = e_2 - e_3; \quad \frac{Q}{c_3} = e_3 - e_4.$$

Ved Addition faaes:

$$Q \left(\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3} \right) = e_1 - e_4 = \frac{Q}{C}, \text{ hvorf}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3} \quad \text{eller} \quad C = \frac{c_1 c_2 c_3}{c_1 c_2 + c_2 c_3 + c_1 c_3}.$$

Eks. To Leydnerflasker, hvis Kapacitet hver er 10 000 cm, forbindes i Række. Den samlede Kapacitet bliver:

$$C = \frac{10\,000 \cdot 10\,000}{10\,000 + 10\,000} = \frac{10^8}{2 \cdot 10^4} = 5000 \text{ cm}.$$

Ved Rækkeforbindelsen vil hver af Flaskerne kun blive udsat for den halve Ladespænding. Er denne f. Eks. 30 000 Volt, bliver hver Flaske udsat for 15 000 Volts Spænding.

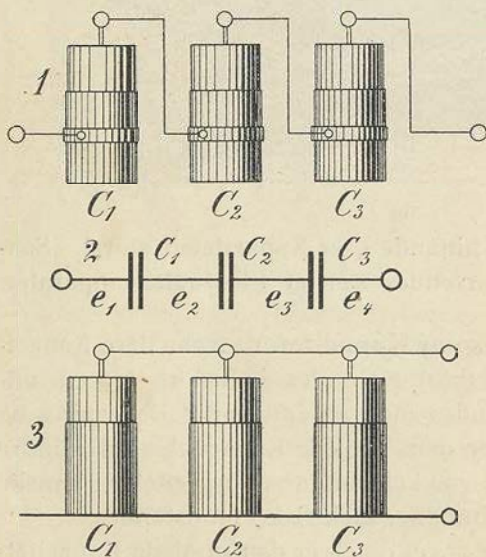


Fig. 5.

6. Parallelforbindelse af Kapaciteter. Saafremt Kapaciteterne forbindes *parallelt* (d: alle udvendige og alle indvendige Belægninger forbindes sammen, hver for sig (Fig. 5,3)), vil den sam-

lede Kapacitet være lig Summen af de enkelte Kapaciteter, analogt med rækkeforbundne, elektriske Modstande. Man vil derfor have:

$$C = c_1 + c_2 + c_3.$$

Dette er umiddelbart indlysende efter Formlen $C \equiv \frac{S}{d}$, idet den samlede Overflade af Belægningen forøges ved Parallelforbindelsen.

Eks. 1: Skulle de to ovennævnte Leydnerflasker forbindes i Parallel, bliver den samlede Kapacitet:

$$C = 10\,000 + 10\,000 = 20\,000 \text{ cm}.$$

Eks. 2: 50 Stk. Siemensflasker ($c = 450 \text{ cm}$) skulle samles til et Batteri, bestaaende af to rækkeforbundne Halvdele. Flaskerne i hver Halvdel skulle være parallelforbundne.

Kapaciteten af de 25 parallelforbundne Flasker er lig:

$$25 \cdot 450 = 11\,250 \text{ cm}.$$

Batteriets samlede Kapacitet bliver:

$$\frac{11\,250 \cdot 11\,250}{11\,250 + 11\,250} = \frac{11\,250}{2} = 5625 \text{ cm}.$$

7. Gensidig Induktion. Som ovenfor omtalt, vil enhver Forandring i et magnetisk Felt frembringe et elektrisk Felt og omvendt. Sluttes en Strøm gennem Lederen AB (Fig. 6, a), vil der omkring den dannes et magnetisk Felt. Saa længe dette ikke er i Ro, frembringes et elektrisk Felt, $\circ$: en elektromotorisk Kraft, i en nærliggende Leder CD . Det samme finder Sted, naar det magnetiske Felt er i Ro, og Lederen CD bevæges gennem Feltet. Man siger, at en EMK er *induceret* i CD ved *elektromagnetisk Induktion*.

Naar Strømmen i AB forøges, vil Kraftlinierne udvide sig, overskære CD (fra venstre til højre, Fig. 6, b), og er denne lukket, fremkaldes en elektrisk Strøm. Strømmen i CD frembringer samtidigt et andet magnetisk Felt omkring CD .

Naar Strømmen i AB formindskes, trække Kraftlinierne sig atter sammen og overskære CD (fra højre til venstre,

Fig. 6,c). I CD opstaar atter en Strøm med sit magnetiske Felt, men Retningen vil være modsat den i Fig. 6,b. Det vil sés, at de Kraftlinier, der frembringes omkring CD af Strømmen i denne, virke imod de Kraftlinier, der inducere Strømmen i CD .

Lederen CD 's magnetiske Felt vil derfor søge i Lederen AB at fremkalde en Strøm, der er modsat Hovedstrømmen, $\therefore$ modarbejde denne. De to Strømmes Indvirkning paa hinanden benævnes *gensidig Induktion*.

Dersom Lederen AB opvikles i Spiralform (Fig. 6,d), vil det magnetiske Felt, der frembringes, naar Strømmen i AB sluttet, afbrydes eller skiftes være betydelig kraftigere, end hvis begge Traade ere lige. Naar Strømforandringen er den samme som før, frembringes samme Antal Kraftlinier pr. Længdeenhed af Traaden, og Feltet maa derfor blive kraftigere, da det nu samles paa de to mindre ($\therefore$ Spolernes) Længder. Det stærkere Felt vilde frembringe en større Virkning paa den lige Leder CD , men hvis denne ogsaa er opviklet i Spiralform, forøges Virkningen yderligere. Virkningen kan forstærkes betydeligt, hvis Jernkærner anbringes i Spolerne.

Spolen AB benævnes den *primære*, Spolen CD den *sekundære* Vikling.

Størrelsen af den EMK, der induceres i den sekundære Spole, er afhængig af Strømstyrkeforandringen

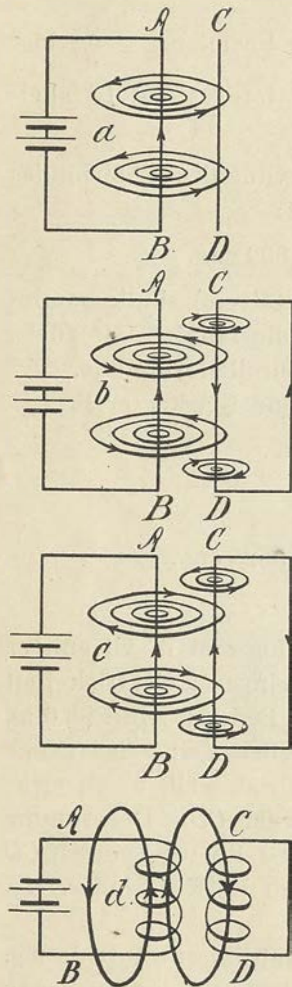


Fig. 6.

pr. Sek. i den primære Spole og af Spolernes *gensidige Induktionskoefficient*, der betegnes med M og angiver den EMK (i Volt), der induceres i den sekundære Spole, naar Strømforandringen i den primære Spole er 1 Amp pr. Sekund.

Den gensidige Induktionskoefficient for to parallelle Traade i den indbyrdes Afstand d cm, med Længden l cm og Radius r cm, er:

$$M(\text{cm}) = 2l \ln \frac{d}{r}.$$

Anbringes to Spoler med Vindingstallene z og z_1 paa en Ring (Middeldiameter $2r_r$ cm) med cirkelformet Tværsnit (Middeldiameter $2r_t$ cm), er den gensidige Induktionskoefficient:

$$M(\text{cm}) = 4\pi z z_1 (r_r - \sqrt{r_r^2 - r_t^2}).$$

8. **Selvinduktion.** Sendes Jævnstrøm gennem en Leder, vil der omkring den frembringes et magnetisk Felt. I det Øjeblik Strømmen sluttes, stiger Feltstyrken fra Nul til et Maksimum, men da enhver Forandring i et magnetisk Felt frembringer en EMK i de Ledere, der befinde sig i Feltet og som overskæres af dets Kraftlinier, vil der ogsaa i selve den primære Leder induceres en EMK, der søger at modarbejde den oprindelige EMK.

Det samme er Tilfældet, naar Strømmen afbrydes, eller hvis Vekselstrøm anvendes.

Dette Forhold benævnes *Selvinduktion*.

Ligesom en vis Tid behøves for at sætte et Legeme i Bevægelse ved Hjælp af en mekanisk Kraft, saaledes udkræves ogsaa paa Grund af Selvinduktionen en vis Tid, for at en Strøm, der sendes gennem en Ledring, kan opnaa sin fulde Værdi. Selvinduktionen kan derfor betragtes som en *elektromagnetisk Træghed*, der søger at modsætte sig pludselige Forandringer i Spolens elektriske og magnetiske Tilstand.

Selvinduktionen bestemmes ved Styrken af det magnetiske Felt, der frembringes. Den af Selvinduktionen frembragte EMK i en Leder kan udtrykkes ved Produktet af Strømförandringen pr. Sekund og *Selvinduktionskoefficienten*.

En Leders Selvinduktionskoefficient er den EMK, der induceres i Lederen af det omkring denne frembragte magnetiske Felt, naar Strømstyrken tiltager eller aftager med 1 Amp. pr. Sekund. Hvis denne EMK netop er 1 Volt, siges

Lederen at have Enhed af Selvinduktion. Denne Enhed benævnes en *Henry*.

Selvinduktionskoefficienten er kun konstant ved umagnetiske Ledere. Er Jern til Stede, vil den tillige afhænge af Permeabiliteten. Den betegnes med L og angives i det absolute, elektromagnetiske Maalesystem i cm. En Strømkreds har Enhed af Selvinduktion, naar en Strømstyrkeforandring af 1 abs. Strømstyrke-Enhed pr. Sekund frembringer en EMK paa 1 abs. Spændings-Enhed, hidrørende fra Selvinduktionen.

En Strømkreds har derfor en Selvinduktion paa 1 Henry, naar Strømforandringen er $\frac{1}{10}$ abs. Strømstyrke-Enhed pr. Sekund og Selvinduktionens EMK 10^8 abs. Spændings-Enheder. En saadan Strømkreds har en 10 Gange saa stor EMK, hvis Strømstyrken ikke varierer med $\frac{1}{10}$, men med 1 Enhed pr. Sekund, og 1 Henry bliver derfor lig 10^9 abs. Selvinduktions-Enheder.

En *Henry* er ligesom en *Farad* en stor Enhed; den svarer til Selvinduktionen i en retliniet Leder, hvis Længde er lig en Jordkvadrant. En mindre Enhed er 1 *MilliHenry*, der er $\frac{1}{1000}$ Henry og lig 10^6 cm.

Selvinduktionskoefficienten for en retliniet, umagnetisk Leder af Længde l cm, Radius r cm og Afstanden d cm fra Jordoverfladen er:

$$L \text{ (cm)} = 2l \ln \frac{2d}{r}.$$

Selvinduktionskoefficienten for en Traadring af umagnetisk Materiale er:

$$L \text{ (cm)} = 4\pi r_r \left[\ln \frac{8r_r}{r_t} - 2 \right],$$

hvor r_r betyder Ringens Radius og r_t Traadens Radius, begge i cm. I Tabel III er angivet Selvinduktionskoefficienten for visse Værdier af r_r og r_t .

Saafermt Lederen opvikles i Spoleform, bliver Selvinduktionen betydelig større, idet de magnetiske Kraftlinier, som frembringes af de enkelte Vindinger, tillige ere i Stand til at inducere en EMK i Nabovindingerne.

En jernfri Spoles Selvinduktionskoefficient er udtrykt ved:

$$L(\text{cm}) = \frac{4\pi z^2 S}{l}, \text{ hvor } z \text{ er Vindingstallet, } l \text{ Spolens}$$

Længde i cm og S Tværsnitsarealet i cm^2 .

For at fremstille en Spole med stor Selvinduktion kan man efter Formlen gaa to Veje, nemlig:

1. Gøre Vindingstallet stort.
2. Gøre den magnetiske Modstand ringe.

Det første anvendes ved Induktorsers Sekundærspoler. Den elektriske Modstand bliver imidlertid stor, og Selvinduktionskoefficienten vokser ikke proportionalt med Kvadratet paa Vindingstallet, idet Afstanden mellem Vindingslagene bliver saa stor, at Kraftlinierne fra en Vinding ikke kunne naa at overskære de fjernestliggende Vindinger.

Ved den anden Fremgangsmaade skulle Spolerne anbringes paa Jernkærner, hvis magnetiske Kredsløb er sluttet og sammentrængt.

En Spole med ca. 100 Vindinger paa en lukket, sammentrængt Jernring har en Selvinduktionskoefficient paa ca. $\frac{1}{10}$ Henry. En 50 cm Induktors Sekundærspole har ca. 100 Henry.

Strømkredse med saa ringe Selvinduktion som mulig fremstilles ved at danne Spolerne af to parallelle Traade med modsat Strømretning (bifilar Vikling). Kraftlinierne fra de to Traade have da modsat Retning og ophæve hverandres Virkning.

Det Arbejde, som udkræves for i Tiden t Sekunder at frembringe en Strøm af I Amp i en Strømkreds med Selvinduktionskoefficienten L , kan beregnes paa følgende Maade:

Da L er den EMK, som Selvinduktionen frembringer, naar Strømforandringen er 1 Amp pr. Sekund, vil den EMK, der fremkommer, naar Forandringen er $I:t$ Amp pr. Sekund, være:

$$\frac{L I}{t}.$$

Dersom Strømforandringen er jævn, vil Selvinduktionens EMK ogsaa være jævn. Strømstyrken stiger jævnt fra 0 til I ; dens Middelværdi er derfor $I:2$ og det udrettede Arbejde:

$$\frac{L I}{t} \cdot \frac{I}{2} \cdot t = \frac{1}{2} L I^2 \text{ Joule.}$$

Der udkræves altsaa det samme Arbejde, hvad enten Strømmen hurtigt eller langsomt opnaaer sin fulde Værdi. Dette Arbejde er, udtrykt i Joule, lig *det halve Produkt af Kvadratet paa Strømstyrken i Amp og Selvinduktionskoefficienten i Henry.*

Eks. $L = 100$ Henry, $I = 10$ Amp. Det Arbejde, der udkræves for at hæve Strømstyrken fra 0 til 10 Amp, er lig:

$$\frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 10^2 = 5000 \text{ Joule} = \frac{5000}{9,81} \text{ mkg} = \text{ca. } 510 \text{ mkg}.$$

Dette Arbejde udkræves for at Strømkredsen kan frembringe sit eget Magnetfelt. Dersom andre Kredsløb ere til Stede i Nærheden, vil den øjeblikkelige Strøm, som frembringes i dem, saalænge Primærstrømmen stiger, virke tilbage paa Primærfeltet, saaledes at det udkrævede Arbejde bliver endnu større.

9. Strømkredse med Selvinduktion. I Fig. 7 er vist en Vekselstrømkreds, der indeholder nogle Glødelamper, et Amperemeter og en Omskifter, ved Hjælp af hvilken man enten kan indsætte en enkelt Traad med ringe Modstand eller en paa en Jernkerne opviklet Spole. Sluttes Strømmen gennem Traaden, ville Lamperne, der forudsættes svarende til Spændingen, gløde normalt, og Amperemetret gør et Udslag. Strømstyrken er i dette Tilfælde bestemt ved Ohms Lov:

$$i = \frac{e}{r}, \text{ hvor } r = \text{Kredsløbets ohmske Modstand.}$$

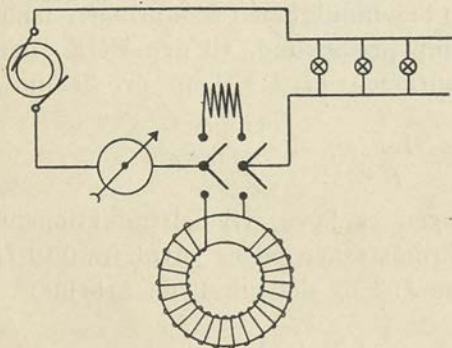


Fig. 7.

Sendes Strømmen derimod gennem Spolen, ville Lamperne kun gløde svagt, og Amperemetrets Udslag er betydeligt mindre. Dette hidrører fra den ved Selvinduktion inducerede EMK, hvis Amplitude er udtrykt ved:

$$E_s = \pi n L I.$$

I det sidste Tilfælde

kan Ohm's Lov ikke anvendes direkte, da der i Strømkredsen findes to elektromotoriske Kræfter, nemlig den ydre EMK E og Selvinduktionens, modsatrettede EMK E_s .

Selvinduktionens modsætter sig baade Strømmens Stigen og Falden; den virker derfor som en Modstand, og det ser ud, som om Strømkredsen ved Spolens Indsætning har faaet en større Modstand. Ohms Lov kan derfor skrives som:

$$I = \frac{E}{\sqrt{r^2 + (\pi n L)^2}}.$$

I Modstanden indgaar ikke alene den ohmske Modstand r (Resistansen), men tillige den saakaldte induktive Modstand $\pi n L$ (Induktansen). Den samlede Modstand benævnes *Impedansen* og er altsaa udtrykt ved:

$$\sqrt{r^2 + (\pi n L)^2}.$$

Forholdene mellem disse tre Størrelser kunne gengives ved den retvinklede Trekant i Fig. 8,1—2. Vinkel φ er Faseforskydningsvinklen.

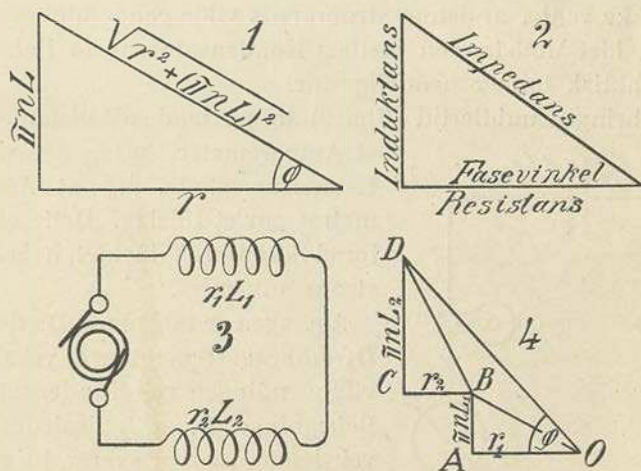


Fig. 8.

Da n indgaar i Udtrykket for Induktansen, er denne ikke konstant for et bestemt Kredsløb, men vil afhænge af Veksel-tallet.

Selvinduktionen har desuden den Indflydelse paa Strømkredsen, at Strømmen forsinkes i sin Fase i Forhold til den ydre EMK.

Saafermt Strømkredsen indeholder to (eller flere) rækkeforbundne Induktionsspoler, vil den samlede Impedans ikke være lig Summen af de to enkelte Impedanser. Dette kan ses ved en grafisk Fremstilling. I Fig. 8,₃₋₄ er den ene Spoles Modstand r_1 lig OA og dens Induktans $\pi n L_1$ lig AB . Impedansen er da givet ved OB . Den anden Spole har Modstanden r_2 lig BC og Induktansen $\pi n L_2$ lig CD . Paa lignende Maade er Spolens Impedans lig BD . Virkningen af disse to Impedanser bliver en resulterende Impedans lig OD og med Fasevinklen φ .

Paa en noget lignende Maade stiller Forholdet sig, hvis Strømkredsen indeholder to (eller flere) parallelforbundne Induktionsspoler.

10. Strømkredse med Kapacitet. Naar en Kondensators to Belægninger forbindes med en Vekselstrømsgenerator, skulde man ikke vente, at denne Strømkreds vilde gennemløbes af en Strøm, idet Modstanden mellem Kondensatorens to Belægninger praktisk talt er uendelig stor.

Anbringes imidlertid (Fig. 9) to passende Glødelamper og et Amperemeter, viser det sig, at Lamperne gløde, og at Amperemetret gør et Udslag. Dette vil derimod ikke være Tilfældet, hvis Jævnstrøm anvendes.

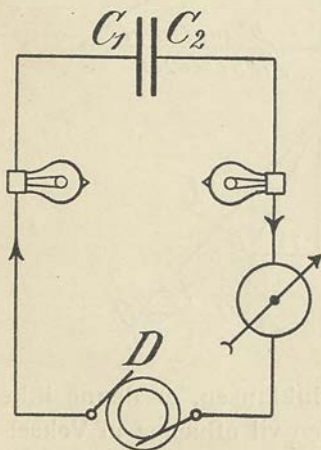


Fig. 9.

Aarsagen er følgende: Da den ved D frembragte Spænding er vekslende, vil Spændingen ved Kondensatorens Belægninger $C_1 - C_2$ ligeledes være vekslende, og den svarer til en bestemt Ladning $q = C e$. I det Øjeblik Spændingen e er Nul, vil Ladningen q ogsaa være Nul, og hvis Spændingen stiger, vil den positive

Ladning paa C_1 og den negative Ladning paa C_2 ligeledes stige. Dette kan kun ske derved, at en Strøm gaar ind i C_1 og ud af C_2 (som Pilen angiver).

Naar Spændingen atter aftager til Nul, ville Belægningerne miste sine Ladninger, og der frembringes en Strøm i modsat Retning. Bliver e derefter negativ, oplades Kondensatoren atter, men i modsat Retning, hvad der har en Strøm til Følge i samme Retning som den foregaaende Afladningsstrøm o. s. fr.

Det er denne stadige Lade- og Afladestrøm, der bringer Lamperne til at lyse. Strømmens Amplitude er udtrykt ved: $I = \pi n C E_c$, hvor E_c er Spændingen mellem de to Belægninger.

Ligesom ved Strømkredse med Selvinduktion kan Ohms Lov ikke direkte anvendes. Her vil ogsaa være Tale om en tilsyneladende større Modstand end den ohmske Modstand r . Forholdet mellem Spænding, Strømstyrke og Modstand er i dette Tilfælde:

$$I = \frac{E}{\sqrt{r^2 + \left(\frac{1}{\pi n C}\right)^2}}.$$

Størrelsen $\frac{1}{\pi n C}$ benævnes Strømkredsens *Kondensans* og afhænger af det benyttede Vekseltal.

Ligesom Selvinduktionen vil Kapaciteten formindske Strømstyrkens Amplitude, men medens den første fremkalder en Forsinkelse i Strømmens Fase, vil Kapaciteten bevirke en Fremskyndelse i Fasen, i Forhold til den ydre EMK.

Ved stigende Vekseltal bliver Induktansen større; Kondensansen bliver derimod mindre. Ved Højfrekvensstrømme kan Kondensansen blive saa ringe, at Kondensatoren forholder sig, som om dens Belægninger vare forbundne med en kort Traad.

Eks. $n = 100$ pr. Sekund. $C = 1$ Mf. Kondensansen er:

$$\frac{1}{\pi \cdot 100 \cdot \frac{1}{10^6}} = \text{ca. } 3000 \text{ Ohm.}$$

Forøges Vekseltallet n til 10^6 pr. Sekund, bliver Kondensansen:

$$\frac{1}{\pi \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{10^6}} = \text{ca. } 0,3 \text{ Ohm.}$$

11. Strømkredse med Selvinduktion og Kapacitet.
Naar en Kondensator og en Selvinduktionsspole anbringes i en Vekselstrømkreds, ville de, som ovenfor omtalt, hver for sig bidrage til at forandre Strømmens Fase. Da Virkningerne ere modsatte, er Forholdet mellem Strømstyrke og Spænding afhængigt af Forskellen mellem Induktans og Kondensans.

For en saadan Strømkreds (med r , L og C i Række) har man:

$$I = \frac{E}{\sqrt{r^2 + \left(\pi n L - \frac{1}{\pi n C}\right)^2}}.$$

Saalænge Induktansen $\pi n L$ er lille, vil Strøamplituden næsten udelukkende være bestemt ved Kondensansen $\frac{1}{\pi n C}$, og Strømmen er forud i Fasen for EMK. Jo mere Selvinduktion imidlertid forøges, desto mindre bliver Størrelsen $\pi n L - \frac{1}{\pi n C}$, og desto mere vil Kondensansens Virkning udlig- nes af Induktansen. Man er derfor i Stand til at forøge Strømstyrken betydeligt i en Strømkreds med Selvinduktion ved i Række med denne at anbringe en Kondensator.

Strøamplituden opnaar sin største Værdi, naar Kondensans og Induktans ere lige store, altsaa:

$$\pi n L = \frac{1}{\pi n C}.$$

Strømkredsen forholder sig da, som om der hverken var Kapacitet eller Selvinduktion til Stede. Strøm og EMK have samme Fase, og Strømstyrken afhænger kun af den ohmske Modstand, r :

$$I = \frac{E}{r}.$$

Vekseltallet er her forudsat konstant. Forholdene stille sig ofte saaledes, at Kapacitet og Selvinduktion ere konstante og Vekseltallet foranderligt. Strømstyrken faar da sin største Værdi ved et ganske bestemt Vekseltal, der er givet ved:

$$\pi nL = \frac{1}{\pi nC} \text{ eller } n = \frac{1}{\pi \sqrt{LC}}.$$

Kondensansspændingen $\left(\frac{J}{\pi nC}\right)$ kan da blive mange Gange større end E .

12. Overflademodstand. Naar en Jævnstrøm eller en Vekselsestrøm med ringe Frekvens gennemløber en Leder, vil Strømstyrken være fordelt over hele Lederens Tværsnit. Dette er derimod ikke Tilfældet med Højfrekvensstrømme. De dannes først paa Overfladen og ville herfra søge ind i Lederens Indre, men paa Grund af de hurtige Forandringer i Strømstyrken trænger Strømmen ikke ind i Lederens Indre. Ved et Vekseltal af $2 \cdot 10^6$ (der svarer til 300 m Bølgelængde) vil Strømmen kun trænge ca. 0,06 mm ned i en Kobberleder. Er Lederen en Jerntraad, trænger Strømmen kun ca. 0,012 mm ned under Overfladen.

En Træstang, dækket med et tyndt Lag Bladguld, er derfor en ligesaa god Leder for Højfrekvensstrømme som en Kobberstang af tilsvarende Dimensioner.

En noget lignende Virkning kendes fra Varmen. Hvis en Jernstang opvarmes, stiger Temperaturen først paa Overfladen, og lidt efter lidt trænger Varmen ned i det Indre. Ved Afkøling afkøles Overfladen derimod først. Udsættes Jernstangen for hurtigt skiftende Temperaturer, bliver dens Indre omtrent uberørt heraf, fordi Varmen ikke faar Tid til at trænge ind i Jernstangen.

Skal man anvende Spoler, Ledninger el. lign. til Højfrekvensstrømme, bør de derfor ikke bestaa af en enkelt Leder, men af mange tynde Traade, da disse — med samme Areal — have en betydelig større Overflade end den enkelte Traad. Ved Modtageapparater anvendes Ledninger, der bestaa af

indtil 180 tynde, sammensnoede Traade, som hver ere overtrukne med et Lag Acetatlak el. lign.

Af samme Grund bør blanke Frembringervindinger, Kabelsko o. lign. helst forsøves, i hvert Tilfælde maa de ikke fornikles, med mindre man har sørget for et tilstrækkeligt stort Overfladeareal, da Nikkel besidder en daarlig Ledningsevne.

Kaldes Overflademodstanden R^1 og den ohmske Modstand R , er Forholdet mellem disse — ved en lige eller næsten lige Kobbertraad — givet ved en tiln. Formel, der kan benyttes ved Traaddimensioner ned til ca. 0,3 mm:

$$R^1 = 0,028 \cdot R \cdot d \cdot \sqrt{n},$$

hvor d er Diameteren i cm og n Vekseltallet.

Eks. Hvis $n = 2 \cdot 10^6$ og $d = 1$ cm, bliver $R^1 = 40 R$. Ved at reducere Diameteren til ca. 0,025 cm, faar man $R^1 = R$. Man ser deraf, at ved ganske tynde Traade ere de to Slags Modstande lige store.

13. Elektriske Svingninger i Kondensatorkredse. Svingningerne kunne bl. a. frembringes paa følgende Maader:

- a. Ved Gnistudladninger.
- b. Af Jævnstrømslysbuer.
- c. Af Vekselstrømsmaskiner med højt Vekseltal.

a. Hvis en Kondensators to Belægninger oplades fra en eller anden Strømkilde, og denne derefter fjernes, medens Belægningerne forbindes med et Gnistrum G af passende Længde (Fig. 10,1), ville Elektricitetsmængderne udlades i Form af en Gnist. Udladningen dannes dog ikke af en enkelt Gnist, men af en Række Gnister, der springe frem og tilbage mellem Kuglerne.

Hvad der foregaar kan bedst oplyses ved et Par mekaniske Eksempler. Kondensatorens Udladning virker paa lignende Maade som en anslaaet Klaverstreng, der vil vedblive at svinge frem og tilbage, indtil dens Energi er opbrugt. Ligesom Strengen giver samme Tone, hvad enten den anslaaes

kraftigt eller svagt, saaledes vil en Kondensatorkreds, der udlades gennem samme Traad eller samme Gnistrum, altid svinge med samme Periode, uanset Ladespændingen. Stren- gens Tone afhænger af Læng- den og Materialet, Kondensa- torkredsens Svingning afhæn- ger af dens Kapacitet og Selv- induktion.

Dersom et U-formet Glas- rør (Fig. 10,2), der forneden er forsynet med en Hane, indeholder Kviksølv i den ene Gren, er der en Kraft til Stede, som søger at udligne Højdeforskellen mellem Vædskeover- fladerne. Aabnes Hanen pludseligt, vil Kviksølvet paa Grund af sin Træghed, stige over den normale Højde i det andet Rør; det søger derfor atter over i det første Rør, hvor den normale Højde ligeledes overskrides, medens Højden dog bli- ver mindre end den oprindelige. Kviksølvet strømmer atter tilbage, og paa denne Maade opstaa en Række Svingninger frem og tilbage.

Naar Rørfladen er ru indvendig, ophøre Svingningerne hurtigt, da de dæmpes af Friktionen. Saafremt Hanen aabnes ganske lidt, stiger Kviksølvet jævnt uden Svingninger.

Betingelserne for at kunne sætte et Stof i en mekanisk, svingende Bevægelse ere dels, at Stoffet besidder Træghed og dels, at det af sig selv søger sin Hvilestilling, naar den paa- virkende Kraft er ophørt. Gnidningsmodstanden foraarsager en Dæmpning i Svingningernes Amplitude, idet Energien om- sættes til Varme.

Som tidligere omtalt svarer den Egenskab, som ved Lege- mer kaldes *Træghed*, i sin Virkning til Selvinduktionen i et Kredsløb, medens Gnidningsmodstand svarer til ohmsk Mod- stand.

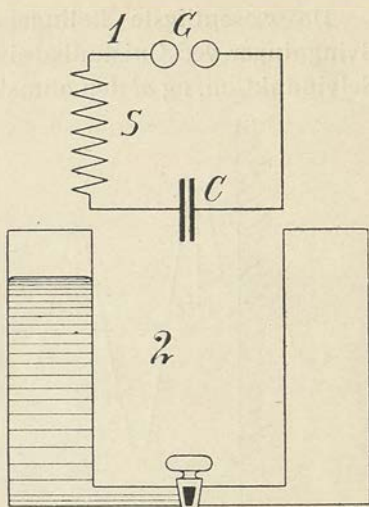


Fig. 10.

De væsentligste Betingelser for at fremkalde elektriske Svingninger ved Gnistudladning ville derfor være, at der findes Selvinduktion, og at den ohmske Modstand i Kredsløbet er ringe.

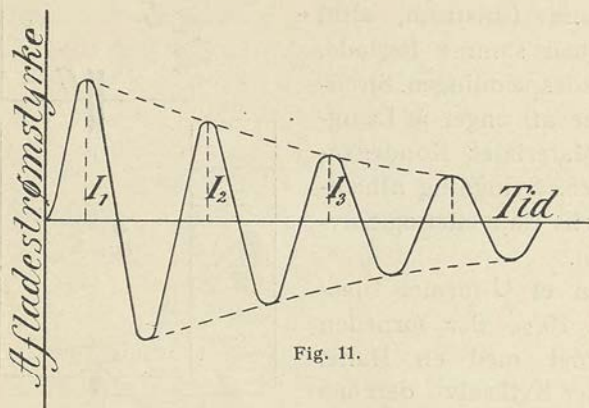


Fig. 11.

Den pludselige Udladning af Spændingen mellem Kondensatorens Belægninger fremkalder en svingende, elektrisk Strøm, forudsat at den ohmske Modstand er under en vis *kritisk* Værdi. Er Modstanden større, bliver Udladningen *aperiodisk*.

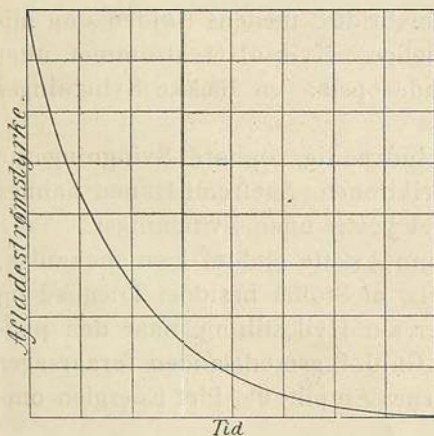


Fig. 12.

Modstandens kritiske Værdi er givet ved Formlen:

$$R = 2 \sqrt{\frac{L}{C}}$$

I Fig. 11 og 12 er vist Kurver for en svingende og en aperiodisk Udladning. Abscisserne ere Tid og Ordinaterne Strømstyrke.

En Strømkreds som den i Fig. 10,1 viste, der bestaar af en Kapacitet, en Selvinduktion og et Gnistrum, benævnes en *Thomson's* Svingningskreds.

Da de elektriske Svingninger kunne betragtes som Veksel-

strøm med stort Periodetal, gælde de i § 11 anførte Udtryk ogsaa for Udladningerne i en Kondensatorkreds (naar Modstanden er ringe). Ved et ganske bestemt Vekseltal kan man derfor i en Kondensatorkreds opnaa den største Strømstyrke, nemlig naar:

$$n = \frac{1}{\pi \sqrt{LC}} \quad (1).$$

Dette Svingningstal opnaaes altid i en Kondensatorkreds, naar den paa ovennævnte Maade paavirket af en Gnistudladning, paa samme Maade som en Klaverstreng altid vil lyde med samme Tone, naar den efter at være anslaaet overlades til sig selv.

Svingningstiden er imidlertid $T = \frac{2}{n}$ (§ 2). Indsættes denne Værdi i (1), faar man:

$$T = 2\pi \sqrt{LC} \quad (2) \text{ (Thomsons Formel).}$$

Denne Svingning benævnes Kredsens *Egensvingning*. For at opnaa den største Strømstyrke i en Svingningskreds, maa den altsaa have en Svingningstid af $T = 2\pi \sqrt{LC}$, hvor L og C er Kredsens Selvinduktion og Kapacitet. Produktet LC benævnes *Svingningskonstanten*. L og C skulle i Formel (1) og (2) være udtrykte i elektromagnetisk Maal, enten *begge* i praktiske Enheder (Henry og Farad) eller *begge* i absolute Enheder. Hyppigst angives C i elektrostatiske Enheder, og da en elektromagnetisk Enhed for Kapacitet svarer til $9 \cdot 10^{20}$ elektrostatiske Enheder (cm) (se § 3), forandres Udtrykket til:

$$T = \frac{2\pi}{3 \cdot 10^{10}} \sqrt{L \text{ cm (elektromag.) } C \text{ cm (elektrostat.)}}.$$

Dersom et Kabel udsættes for en vekslende EMK, vil Spændingen og Strømstyrken bevæge sig gennem Kablet og vil ikke have den samme Værdi overalt. Er Kablet meget langt, vil man finde, at Spændingen (Strømstyrken) med ganske bestemte Tidsmellemrum (og Afstande) har sin Maksimalkværdi — enten positiv eller negativ.

Noget lignende finder Sted ved en Bølgebevægelse i Vandet. Her har man ligeledes en bestemt Afstand mellem Bølgetoppe eller Bølgedale. Denne Afstand benævnes *Bølgelængden* og kan udtrykkes som den Vejlængde, Svingningen tilbagelægger i en Periode.

Kaldes Hastigheden v cm pr. Sekund, er Bølgelængden:

$$\lambda = T \cdot v.$$

Den samme Formel gælder for de ovennævnte elektriske Spændings- eller Strømstyrkebølger. Indføres Værdien for T , har man:

$$\lambda = \frac{2\pi}{3 \cdot 10^{10}} \sqrt{LC} \cdot v.$$

De elektriske Svingningers fremadskridende Hastighed er lig $3 \cdot 10^{10}$ cm pr. Sekund. Indsættes denne Værdi for v , bliver:

$$\lambda \text{ (cm)} = 2\pi \sqrt{L \text{ cm (elektromag.) } C \text{ cm (elektrostat.)}}.$$

Da $\lambda = Tv$ og $T = \frac{2}{n}$, faaes $\lambda = \frac{2}{n} v = \frac{2}{n} \cdot 3 \cdot 10^{10} = \frac{1}{n} \cdot 6 \cdot 10^{10}$ eller:

$$n = \frac{6 \cdot 10^{10}}{\lambda}.$$

Af denne Ligning er man i Stand til at beregne det Vekseltal, der svarer til en given Bølgelængde og omvendt.

Eks. Til Bølgelængden 300 m svarer et Vekseltal:

$$n = \frac{6 \cdot 10^{10}}{300 \cdot 10^2},$$

(idet λ skal udtrykkes i cm) $= 2 \cdot 10^6$. Til et Vekseltal af $3 \cdot 10^5$ svarer en Bølgelængde af:

$$\lambda = \frac{6 \cdot 10^{10}}{3 \cdot 10^5} = 2 \cdot 10^5 \text{ cm} = 2000 \text{ m}.$$

I Tabel IV er angivet de til Bølgelængder fra 100—2000 m svarende Vekseltal.

Eks. Hvor stor skal Kapaciteten være i en Kondensator-kreds, der bestaar af en Kobberring, 50 cm i Diameter, Traad-diameter 5 mm, naar Bølgelængden skal være 200 m?

$$\text{Af } n = \pi \frac{1}{\sqrt{LC}} \text{ følger } C = \frac{1}{\pi^2 n^2 L}.$$

I Tabel III findes L at være 1472 cm, og af Tabel IV faaes $n = 3 \cdot 10^6$.

Indsættes disse Værdier, faar man:

$$C = \frac{1}{\pi^2 \cdot 3^2 \cdot 10^{12} \cdot 1472} = 7,65 \cdot 10^{-18} \text{ em} = 7,65 \cdot 10^{-9} \text{ Mf.}$$

7,65 · 10⁻³

(Saaframt Modstanden i Kredsen ikke er lille, er Udtrykket for Svingningstiden:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}}.$$

b. Elektriske Svingninger kunne ogsaa frembringes ved i Stedet for Gnistrummet at anbringe en Lysbue, der fødes med Jævnstrøm fra en eller anden Elektricitetskilde.

Duddell var den første, der foretog en Række nærmere Undersøgelser af dette Fænomen (1900). Det fremgik af disse, at en Lysbue med homogene Kul kan give en stadig, høj Tone, saafremt der anbringes — parallelt til Lysbuen — en Strømkreds med passende Kapacitet og Selvinduktion (Fig. 13,1). I Kondensatorkredsen fremkommer da en Vekselstrøm med samme Vekseltal som Lysbuens Tone og bestemt ved Kapaciteten og Selvinduktionen i Svingningskredsen. Vekselstrømkredsen *DEFG* benævnes almindeligt den *Duddell'ske* Svingningskreds.

De nøjagtige Aarsager til dette Fænomen ere endnu ikke fuldstændig klarlagte. *Duddell* angiver følgende:

Sker en øjeblikkelig, lille Forandring e i Spændingsforskellen mellem Lysbuens Elektroder, har det til Følge, at Strømstyrken ligeledes undergaar en øjeblikkelig, lille Forandring i . Kaldes den ohmske Modstand af Selvinduktionsspølen r , er Betingelsen for, at Højfrekvensstrømme kunne frembringes, at Forholdet $\frac{e}{i}$ skal være negativt og større end r . At Forholdet

$\frac{e}{i}$ er negativt vil sige, at e og i variere modsat, ∞ : Strømmen tiltager, naar Spændingen aftager og omvendt. Det har vist sig, at $\frac{e}{i}$ ved Vægekul er positiv, ved Homogenkul negativ.

Naar Parallelgrenen med Kondensatoren og Selvinduktionsspolen forbindes med Lysbuen, oplades Kondensatoren, og Strømstyrken i Buen bliver mindre. Men derved stiger Spændingsforskellen mellem Kullene, og Kondensatoren lades yderligere. Naar den er fuldt opladet, stiger Strømstyrken i

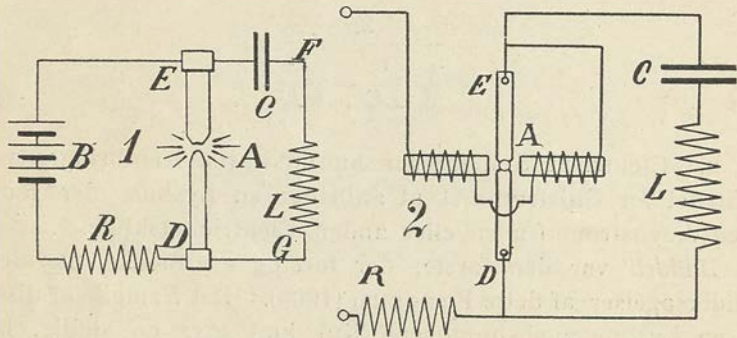


Fig. 13.

Lysbuen til sin normale Værdi; dette bevirker, at Spændingen ved Kullene bliver mindre, og da Kondensatorens Spænding nu er den største, udlades Kondensatoren gennem Lysbuen. Saasnart Udladningen er fuldført, oplades Kondensatoren atter som ovenfor, og disse vekslende Ladninger og Udladninger gentage sig regelmæssigt.

(De fysiske Betingelser for at ovennævnte Forhold kunne finde Sted ere matematisk udledede (af Janet) som følger:

Lad C være Kapaciteten, L Selvinduktionen, r den ohmske Modstand i Spolen, R Modstanden i Dæmpespolen R (Fig. 13,₁), E Batteriets Klemspænding, i den øjeblikkelige Værdi af Strømmen gennem R , i_1 Strømstyrken gennem Buen og i_2 Strømstyrken gennem Kondensatorkredsen.

Dersom en Vekselstrøm frembringes i Kondensatorkredsløbet, har den et vist Vekseltal n . Forsøgene have vist, at

Strømstyrken gennem Buen og gennem R ogsaa er vekslende, $\therefore$ den kan opløses i en konstant Strøm I_0 og en vekslende Strøm, hvis Maksimalværdi er I . Man kan derfor skrive:

$$i = I_0 + I \sin \pi n t.$$

Antages det, at Vekseltallet i Kondensatorkredsen svarer til dennes Egensvingning, har man:

$$n = \frac{1}{\pi \sqrt{LC}}.$$

Hovedstrømmen bestaar saaledes af en konstant Del og en vekslende Del, det samme gælder Strømstyrken gennem Lysbuen, medens Strømstyrken gennem Kondensatorkredsen kun er vekslende.

Da Induktansen ophæves af Kondensansen $\left(n = \frac{1}{\pi \sqrt{LC}} \right)$, er Spændingsforskellen mellem Enderne af Spolen lig $r i_2$. Denne Værdi maa være lig den Spændingsforskel, som hidrører fra den vekslende Del af Hovedstrømmen, nemlig $R I \sin \pi n t$. Følgelig har man:

$$i_2 = \frac{R}{r} I \sin \pi n t.$$

Naar e er Spændingsforskellen mellem Elektroderne, har man:

$$e = E - R i,$$

eller naar Værdien for i indsættes:

$$e = E - R I_0 - R I \sin \pi n t.$$

$$\text{Men } i_2 = \frac{R}{r} I \sin \pi n t \text{ og } i_1 = i + i_2.$$

Indsættes Værdierne for i og i_2 , faar man:

$$i_1 = I_0 + \frac{R+r}{r} I \sin \pi n t.$$

Ved at differentiere denne Ligning og Ligningen for e med Hensyn til Tiden faaes:

$$\frac{di_1}{dt} = \frac{R+r}{r} I \pi n \cos \pi n t \text{ og } \frac{de}{dt} = - R I \pi n \cos \pi n t,$$

og deraf:

$$\frac{de}{di_1} = - \frac{Rr}{R+r}.$$

Saafrømt R er stor i Sammenligning med r , kan man sætte $\frac{de}{di_1} = -r$.

Man ser heraf, at Betingelsen for at frembringe Svingninger i Kondensatorkredsen — med Vekseltallet $n = \frac{1}{\pi \sqrt{LC}}$ — er, at $\frac{de}{di_1}$ skal være negativ og i numerisk Værdi lig eller større end den ohmske Modstand i Kondensatorkredsen.)

De under a nævnte Formler for Vekseltal, Bølgelængder og Svingningstider finde ogsaa direkte Anvendelse paa Svingninger, der ere frembragte paa ovenstaaende Maade.

Duddell opnaaede kun at frembringe Svingninger med et Vekseltal af ca. 20 000. Til Brug ved Telegrafering maa Vekseltallet imidlertid være meget større. Det lykkedes *Valdemar Poulsen* (1903) at forøge Vekseltallet ved at lade Lysbuen brænde i Brint eller i en brinholdig Luftart, hvad der muliggør Anvendelsen af mindre Kapacitet og Selvinduktion. Aarsagen til, at det kan lade sig gøre at arbejde med højere Vekseltal, tilskriver *Poulsen* Brintens Afkøling af Elektroderne. Forsøg med forskellige Luftarter, bl. a. Kvælstof, have vist, at der kan opnaaes et højere Vekseltal end med atmosfærisk Luft. Ilten synes saaledes at have en skadelig Indflydelse, idet Buen opvarmes stærkt ved Forbrændingen.

Ved *Poulsens* Fremgangsmaade (Fig. 13,₂) anbringes Lysbuen i et stærkt magnetisk Felt, der blæser Buen opad. Spændingsfaldet gennem Buen bliver paa denne Maade meget stort i Forhold til dens Længde; ved 440 Volts Spænding er Buelængden f. Eks. kun 3 mm. Ved den høje Primærspænding bliver Spændingsvariationerne i Buen større, og Ladespændingen bliver større, og for samme tilførte Elektricitetsmængde kan Kondensatorens Kapacitet gøres mindre. Selvinduktionen i Svingningskredsen maa derfor forøges, hvad der atter foranlediger, at Vekselspændingsforskellen mellem

Kondensatorens Belægninger bliver meget stor. Magnetbeviklingen virker tillige beroligende paa Lysbuen. Der opnaaes en bedre Virkning ved at anvende en Kulkatode og en skarpkantet Kobberanode, som ved større Strømstyrker kan afkøles med Vand. For at faa en jævn Bue drejes Kulkatoden langsomt rundt, saa at Lysbuen stadigt dannes paa et frisk, skarpkantet Sted af Kullet.

Benischke har givet følgende Forklaring paa Frembringelsen af Svingningerne i Lysbuen: *Poulsen* anvender to Midler, der ved lavere Spændinger (ca. 100 V) ere tilstrækkelige til at forhindre Dannelsen af en stadigt brændende Lysbue. Disse Midler ere den magnetiske Udblæsning og Afkølingen af Anoden. Denne Afkøling kan ske ved at anvende skarpkantede Elektroder, ved at benytte Metalelektroder, eventuelt med Vandafkøling, ved Drejning af den anden Elektrode, saa at Lysbuen stadigt udgaar fra et nyt, koldere Sted. Betydningen af Brintens Tilstedeværelse maa søges deri, at Fortæringen af de skarpkantede Elektroder sker betydeligt langsommere, end naar Lysbuen brænder i en iltholdig Luftart.

Naar Strømkredsen *BDE* (Fig. 13,₁) sluttes ved at tænde Buen *A*, vil Strømmen paa Grund af Selvinduktionen i Spolen *R* ikke pludselig opnaa sin fulde Værdi, men stige efter Kurven *A* (Fig. 14). Naar

Strømmen er stegen til en vis Værdi *i*, har det magnetiske Felt, hvis Virkning paa Lysbuen er proportional med Produktet af Feltstyrken og Strømstyrken, naaet en saa stor Styrke, at det under Medvirkning af Elektrodeafkølingen kan

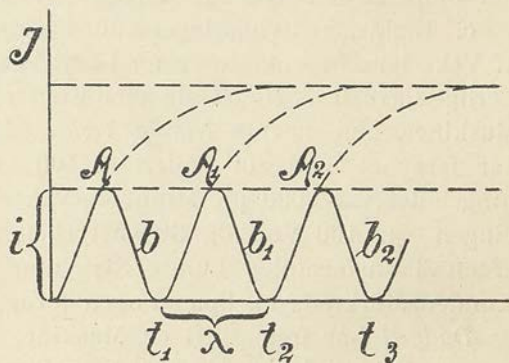


Fig. 14.

slukke Lysbuen. Paa Grund af Selvinduktionen *R* ophører Strømmen ikke pludselig, men falder efter Kurven *b*. Hvis

B 's EMK var under 100 V, vilde Lysbuen helt slukkes. Dette sker imidlertid ikke; der dannes en ny Lysbue, som stiger efter Kurven A_1 . Grunden hertil maa søges i:

- 1) Den høje Spænding, der benyttes (over 200 V).
- 2) Luftrummet's ledende Tilstand.
- 3) Magnetfeltets aftagende Styrke (næsten Nul) paa Grund af den faldende Strømstyrke.

Naar Værdien i atter er naaet, gentages det samme. Paa denne Maade opstaar i Strømkredsen BDE en svingende Strømstyrke efter Kurven $b\ b_1\ b_2$. Denne Svingning sætter Kredsen $DEFG$ i sin Egensvingning. Af disse to Svingninger opstaar en resulterende Svingning, der vedvarer saa længe Svingningerne i BDE finde Sted. Tiden for Svingningen i BDE er givet ved Tidsforskellen $t_2 - t_1$, og Bølgelængden er fremstillet ved λ (angivet ved Tiden) (Fig. 14). Man ser deraf, at Vekseltallet afhænger af Selvinduktionen og Modstanden i Kredsen BDE . Naar Selvinduktionen gøres større og Modstanden mindre, bliver Kurven A fladere og Bølgelængden λ større. Jo stærkere den magnetiske Udblæsning virker, desto mindre bliver den Strømstyrke i , ved hvilken Strømmen begynder at aftage.

I disse Forhold maa man søge Aarsagen til, at *Poulsen* har opnaaet et betydeligt større Vekseltal end *Duddell*.

c. Elektriske Svingninger kunne endelig fremstilles direkte af Vekselstrømsgeneratorer med højt Vekseltal. Blandt de, der særligt have beskæftiget sig med Konstruktionen af saadanne Maskiner, kan nævnes *Nikola Tesla*. En af hans Maskiner var forsynet med 400 Poler og 400 Ankerspoler. Omdrejningstallet var 3000 pr. Minut og Vekseltallet 20 000. Spændingen var 100 Volt og Strømstyrken 10 Amp. Ved Hjælp af en Transformator kunde Svingningerne overføres til en Kondensatorkreds og Spændingen forøges.

Duddell har fremstillet en Maskine, hvor den frembragte Strøms Vekseltal var 240 000, men Spændingen var kun 2 V og Strømstyrken $0,1$ A.

Den store Mangel ved alle hittige Højfrekvensmaskiner ligger i deres ringe Ydeevne og i det store Omdrejningstal, der er

nødvendigt. Da der ikke er nogen stor Mulighed for at kunne fremstille Maskiner med stor Ydeevne, skulle de nærmere Enkeltheder ved Maskinerne ikke omtales her.

14. **Lukkede Svingningskredse.** *Braun* var den første, som anvendte en *Thomson's* Svingningskreds til Frembringelse af kraftige, elektriske Svingninger til Radiotelegrafering. Ved Marinens første Radiotelegrafstationer efter *Siemens-Brauns* System anvendtes en saadan Svingningskreds (Fig. 15,1). Den bestod af to Grupper Leydnerflasker C_1 og C_2 , hvis ydre Belægninger vare forbundne gennem Selvinduktionen S , medens de indvendige Belægninger vare forbundne med Gnistrummet G , hvortil den sekundære Vikling af Induktoren I var anbragt.

Naar Ladespændingen i Kondensatorerne har naaet en vis Værdi, der svarer til Gnistlængden, ville de udlades, de indvendige Belægninger gennem Gnistrummet, de udvendige gennem Spolen. Udladningen kan kun ske gennem Svingningskredsen, da Induktorens sekundære Spole paa Grund af de mange Vindinger og det høje Vekseltal har en særlig stor Selvinduktion.

En saadan Svingningskreds, der i det efterfølgende benævnes *Frembringerkredsen*, er fuldstændig lukket under Udladningen og bestaar af to symmetriske Halvdele, i hvilke lige store, men modsatte Elektricitetsmængder bevæge sig i modsat Retning. Da Svingningskredsen er meget sammentrængt, ville de magnetiske Felter, som dannes omkring Lederne, til dels ophæve hverandre, saa at kun en ringe ydre Virkning kan spores, $\therefore$ *Udstraalingen* er kun ringe.

En lukket Svingningskreds kan derfor kun benyttes til at frembringe Svingninger, ikke til at udstraale disse.

Forholdet er det samme, hvis Svingningerne frembringes ved Hjælp af en Lysbue.

Den Energi, der frembringes pr. Svingning af en Gnistudladning i en saadan Svingningskreds, er meget betydelig. Antages det, at $C = 0,02$ $Mf = 2 \cdot 10^{-17}$ abs. elektromag. Enheder, og at Ladespændingen $E = 30\,000$ $V = 30\,000 \cdot 10^8$ abs. elektromag. Enheder, har man, idet Ladeenergien er ud-

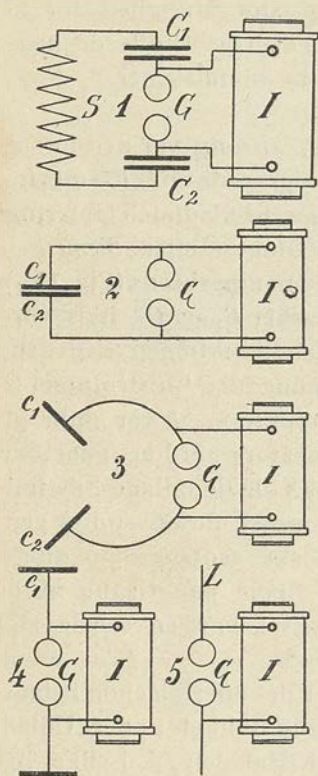


Fig. 15.

Maksimalværdi i Amp, z Vindingstallet og λ Bølgelængden.

Dersom de frembragte Svingninger ere udæmpede og have Vekseltallet n , er den udstraalede Energi pr. Sekund:

$$A_1 = \frac{1}{10^{30}} \cdot S^2 \cdot (Iz)^2 \cdot n^4 \text{ Watt.}$$

Man ser deraf, at Udstraalingen fra en lukket Svingningskreds i dette Tilfælde varierer med 4de Potens af Vekseltallet, n : Udstraalingen stiger ganske betydeligt, naar Vekseltallet forøges.

Eks. En kvadratisk Frembringerkreds med Siden 250 cm havde 5 Vindinger og passeredes af udæmpede Svingninger, hvis Vekseltal var 300 000. Den eff. Strømstyrke var 4,2 Amp.

trykt ved $\frac{CE^2}{2}$ (§ 3), $\therefore$ at den tilførte Energi er lig:

$$\frac{2 \cdot 10^{-17} \cdot (3 \cdot 10^{12})^2}{2} =$$

$9 \cdot 10^7 \text{ Erg} = 9 \text{ Wattsekund (Joule).}$

Saaframt det antages, at Bøgelængden er 800 m ($\therefore$ Svingningstiden $0,266 \cdot 10^{-5}$), og at Amplituden er Nul efter 6 Svingninger, samt at Virkningsgraden er 33%, bliver den gennemsnitlige Effekt pr. Svingning:

$$\frac{9}{0,266 \cdot 10^{-5} \cdot 6 \cdot 3} \text{ Watt} = \frac{10^5}{0,532} \text{ W}$$

$= \text{ca. } 188 \text{ Kw} = \text{ca. } 256 \text{ HK.}$

Den Energi, der kan udstraales fra en lukket Svingningskreds, er givet (tiln.) ved Formlen:

$$A = \frac{5 \cdot S^2 \cdot (Iz)^2}{\lambda^3} \text{ Erg pr. Periode.}$$

Heri betyder S Frembringerkredsens Areal i cm^2 , I Strømstyrkens

Dersom det antages, at Strømstyrken var sinusformet, vilde Maksimalværdien omtr. være 6 Amp.

Man har $S = 250 \cdot 250 = 10^6 : 16 \text{ cm}^2$, og $I_z = 30$. Deraf:

$$A_1 = \frac{1}{10^{39}} \cdot \frac{10^{12}}{16^2} \cdot 900 \cdot 3^4 \cdot 10^{20} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ Watt.}$$

15. **Aabne Svingningskredse.** For at Svingningerne kunne udstraales, maa man søge et andet Middel, og dette haves i den *Hertz'ske Oscillator*. Den kan tænkes at være fremkommen af en Kondensatorkreds (Fig. 15,2), idet Kondensatorens Plader bøjes mere og mere ud fra hinanden (3), indtil man opnaar Formen (4). Da Kapaciteten herved er formindsket, bliver Vekseltallet større.

Pladerne for Enden af Traadene kunne erstattes med Traade L af tilsvarende Kapacitet (5), og man har da den *symmetriske, retlinede Oscillator eller Sender*, som Hertz anvendte til sine Forsøg.

Dette aabne System kan sættes i Svingninger paa samme Maade som Frembringerkredsen. Ved hver halve Svingning lades de to Halvdele skiftevis med en positiv og negativ Ladning. Ligesom i lukkede Kondensatorkredse (§ 10) er der ikke alene Spænding, men tillige en Strøm, der stadig skifter Retning, og denne Strøm frembringer et vekslende, magnetisk Felt, hvis Plan staar vinkelret paa Lederen. Kraftlinierne fra de to Halvdele kunne ikke ophæve hverandre, saaledes som Tilfældet var ved Frembringerkredsen, og den aabne Sender egner sig derfor særligt til Udstraaling af Energi.

Udstraalingen fra den Hertz'ske Oscillator er givet ved Formlen:

$$A = \frac{16 \cdot \pi^4 \cdot C_1^2 \cdot E_1^2 \cdot l^2}{3 \lambda^3} \text{ Erg pr. Periode,}$$

hvor C_1 er Kapaciteten i cm og E_1 Spændingen i elektrostatiske Enheder. Er C_1 Kapaciteten i Mikrofara og E Spændingen i Volt, ω : $C \cdot E$ skal multipliceres med $9 \cdot 10^5 : 300$, og indføres Vekseltallet n , kan man (tiln.) skrive:

$$A = \frac{2}{10^{23}} \cdot C^2 \cdot E^2 \cdot l^2 \cdot n^3 \text{ Erg pr. Periode.}$$

Eks. En Oscillator bestaar af 2 tynde Stænger, hver 2 m lange og 0,5 m i Diameter. De ere forbundne i den ene Ende til 2 Gnistkugler og i den anden Ende til 2 Metalplader, 1 m i Diameter. Kapaciteten af en Plade er d/π (i elektrstat. Enheder), hvor d er Diameteren i cm. De to Pladers Kapacitet i Forhold til hinanden er derfor $100/2\pi = 15 \text{ cm} = \frac{1}{60\,000} \text{ Mf.}$

Selvinduktionskoefficienten L for en lige Traad af Længde l og Diameter d er $L = 2l \left(\ln \frac{4l}{d_1} - 1 \right) \text{ cm}$ og for ovennævnte to Stænger $800 (8,05 - 1) = 5640 \text{ cm}$. Deraf følger, at $\sqrt{LC} = \text{ca. } 0,3$ og $n = 3 \cdot 10^7$. Bølgelængden er $\lambda = 2000 \text{ cm}$. Antages det, at Gnistlængden er 1 cm, svarer hertil $E = 30\,000 \text{ Volt}$, og Udstraalingen er derfor:

$$A = \frac{2}{10^{23}} \cdot C^2 \cdot E^2 \cdot l^2 \cdot n^3 = \frac{2}{10^{23}} \cdot \frac{1}{36 \cdot 10^8} \cdot \frac{9 \cdot 10^8}{1} \cdot \frac{16 \cdot 10^4}{1} \cdot \frac{3^3 \cdot 10^{21}}{1} \\ = \text{ca. } 22\,950 \text{ Erg pr. Periode.}$$

Ladeenergien er udtrykt ved:

$$\frac{1}{2} C \cdot E^2 = \frac{9 \cdot 10^8 \cdot 10^7}{2 \cdot 6 \cdot 10^{10}} = \text{ca. } 75\,000 \text{ Erg.}$$

Efter omtrent tre Perioders Forløb vil Begyndelsesenergien altsaa være udstraalt. Eksemplet viser en aaben Senders store Udstraalingsevne.

Dersom Svingningerne ere udæmpede, er den udstraalede Energi i Watt (tiln.) lig:

$$A_1 = 400 \cdot \frac{l^2 \cdot I^2}{\lambda^2},$$

hvor I er Strømstyrken i Amp ved Midten af Senderen (f. Eks. tæt ved Lysbuen i en Poulsen's Svingningskreds).

For en bestemt Sender er Forholdet l/λ konstant, og det fremgaar derfor af Ligningen, at den udstraalede Energi er proportional med Kvadratet paa Strømstyrken. Da denne er proportional med den pr. Sekund frembragte Varme i en tynd Traad, som indføres i Kredsløbet, kan man bestemme den Energi, som udstraales, ved at maale den samlede Varme, der af Svingningerne frembringes i en Modstandstraad, som ind-

sættes paa det ovennævnte Sted i Senderen. I Praksis kan man derfor til forskellige Tider sammenligne Udstraalingen fra Senderen ved at indsætte et Varmtraadsamperemeter i Senderen (tæt ved den jordforbundne Del af denne (se næste Side)). Kvadratet paa den aflæste Strømstyrke er da proportionalt med den udstraalede Energi.

Den ovennævnte Formel gælder imidlertid kun for udæmpede Svingninger. Hvis disse ikke ere kontinuerlige, maa man tage Hensyn til hver Gruppes Dæmpning og til Antallet af Svingningsgrupper pr. Sekund.

Paa Grund af den ringe Udstrækning, som en Frembringerkreds har, kan man gaa ud fra, at Spændingen (Strømstyrken) i et og samme Nu er den samme paa alle Punkter i Kredsen. Dette er ikke Tilfældet med den aabne Sender, hvis Udstrækning er meget større. Der fremkommer derfor en anden resulterende Selvinduktion L_1 og Kapacitet C_1 , og tænker man sig denne Kapacitet anbragt ved Enderne af Traadene, medens disse selv ere kapacitetsløse, har man som foran (se iøvrigt senere § 28):

$$T = 2\pi \sqrt{L_1 C_1} \text{ (elektromag. Maal) og}$$

$$\lambda = 2\pi \sqrt{L_1 \text{ cm (elektromag.) } C_1 \text{ cm (elektrostat.)}}$$

Uden at Forholdene forandres væsentligt, kan den ene Traad erstattes af et elektrisk ledende Legeme af tilsvarende Kapacitet, en saakaldet *elektrisk Modvægt*, f. Eks. en Metalplade, et Traadnet, en Metalcylinder el. lign. (Fig. 16,1), eller den ene Gnistkugle kan forbindes direkte med *Jord* (Fig. 16,2) eller med en *meget stor Kapacitet* (se senere).

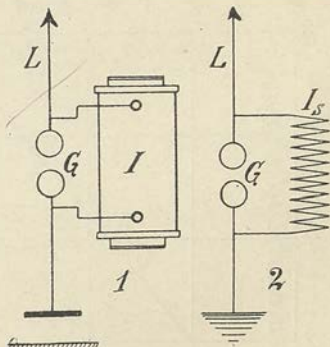


Fig. 16.

16. **Gnistrum.** Som omtalt i § 14, er Induktoren forbundet med et Gnistrum, der tillige er fælles for Frembringerkredsen.

Den største Spænding, hvortil Kondensatoren kan oplades, er afhængig af Gnistrummets Længde og af Gnistkuglernes Diameter. Kurverne (Fig. 17, a) og Tabel V give en Oversigt over Forholdet mellem disse Størrelser. Tallene i Tabellen svare til kolde Elektroder. Blive disse opvarmede, vil Gnist-

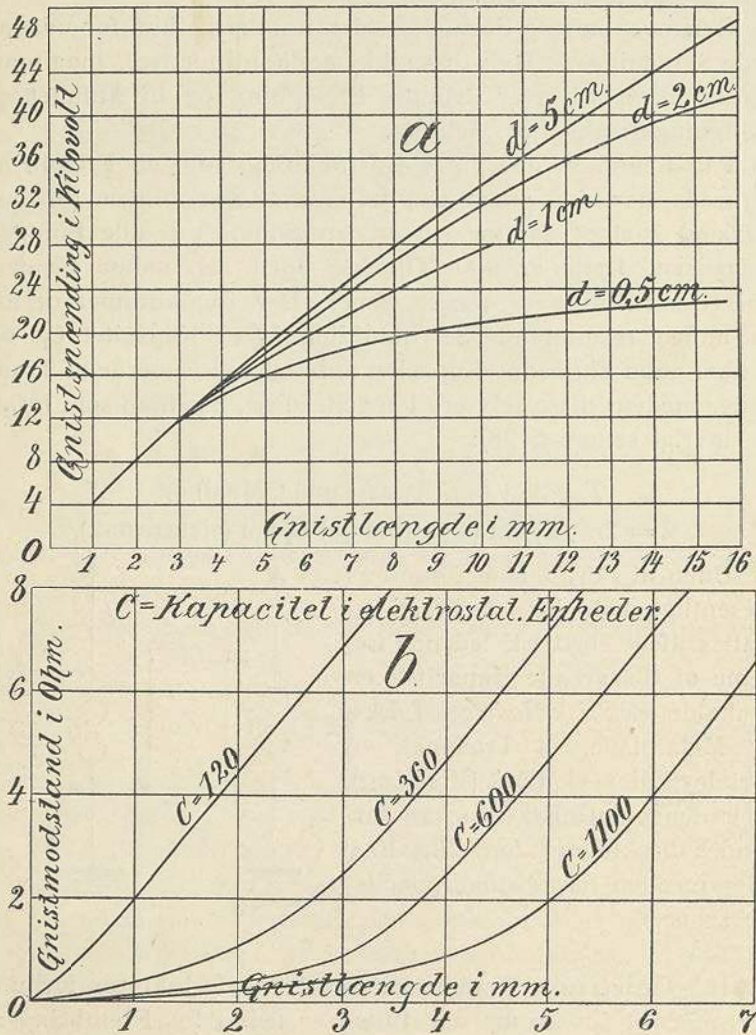


Fig. 17.

spændingen ved samme Gnislængde aftage. Det ses heraf, at jo mindre Kuglerne ere, desto større Tilbøjelighed have Kurverne til at forløbe parallelt med Abscisseaksen. For at faa en høj Ladespænding er det derfor fordelagtigt at anvende store Elektroder, da Gnistspændingen ved en given Gnislængde forøges med Elektrodernes Størrelse.

Gnistmodstanden danner en væsentlig Del af Dæmpningen i en Svingningskreds, og man har derfor anstillet omfattende Forsøg for at fastslaa, hvilke Størrelser der indvirke paa denne Modstand, og Resultatet er følgende:

Modstanden afhænger af:

1. Gnislængden.
2. Elektricitetsmængderne, som passere Gnistrummet.
3. Kredsløbets Kapacitet og Selvinduktion.
4. Antallet af Gnister pr. Sekund.
5. Gnistelektroderne Materiale og Form.
6. Trykket og Luftarterne i Gnistrummet.

Slaby angiver Modstanden ved forskellige Gnislængder som følger, idet Kredsløbets Kapacitet var 0,0004 Mf eller 360 cm.

Gnislængde	Gnistmodstand
1 mm	0,25 Ohm
2 —	0,90 —
3 —	2,3 —
4 —	5,0 —

Smaa Gnistrum have altsaa en forholdsvis mindre Modstand end store.

At Gnistmodstanden ved en given Gnislængde i høj Grad afhænger af Kapaciteten og derigennem af Elektricitetsmængden, som passerer Gnistrummet, vise Kurverne i Fig. 17, b. Som det sés, giver en stor Gnislængde forholdsvis større Modstand.

Med Hensyn til Gnistelektroderne Materiale har *Slaby* foretaget Forsøg med 1 cm Kugler af forskelligt Metal og med Gnislængder fra 0,5 til 3 mm. Følgende Tabel giver Resultaterne:

Gnistlængde i mm	Gnistmodstand i Ohm mellem 1 cm Kugler af:							
	Messing	Pb	Cu	Al	Zn	Sn	Fe	Ag
0,5	0,9	0,9	1,3	1,3	1,0	0,5	0,9	0,6
1,0	2,4	1,8	2,8	2,8	2,2	1,2	2,2	1,5
1,5	4,0	3,3	4,4	4,6	3,5	2,5	4,5	2,5
2,0	5,9	5,5	6,4	7,1	5,6	4,6	7,7	3,8
2,5	8,9	9,3	9,3	10,6	8,4	8,2	11,8	5,8
3,0	12,8	14,6	12,6	15,5	12,2	13,3	16,4	5,9

Tabellen viser, at ved 3 mm Gnist giver Sølv og Zink de bedste Resultater.

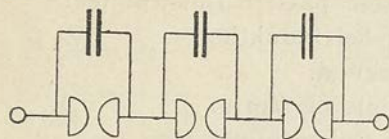


Fig. 18.

Endvidere fremgaar det, at Gnistmodstanden ved en Gnistspænding, svarende til 3 mm Gnist, bliver betydelig mindre, naar man anvender 3 Gnistrum paa 1 mm Længde.

Ved Anvendelse af Zink bliver Gnistmodstanden saaledes $3 \cdot 2,2 = 6,6$ Ohm mod $12,2$ Ohm. Af denne Grund benyttes undertiden delte Gnistrum. I saa Tilfælde forsynes hvert Gnistrum ofte med en parallelt anbragt Kondensator, en saakaldet *Spændingsfordeler* (Fig. 18), der skal tjene til at fordele Spændingen ligeligt mellem Gnistrummene.

Fleming har foretaget lignende Forsøg med Gnistelektroder af Messing, Zink og Jern, 30 mm i Diameter.

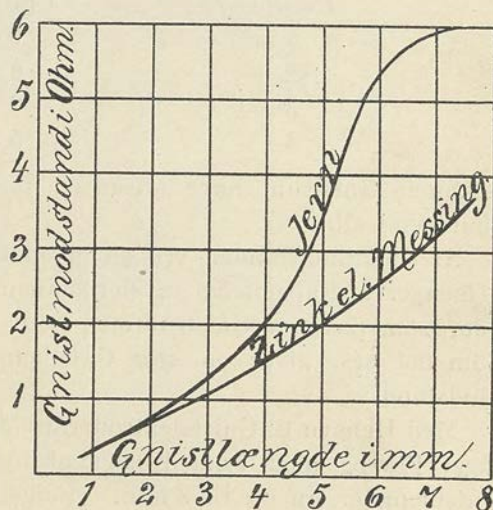


Fig. 19.

Kapaciteten var 1070 MMf. og Strømstyrkens Middelværdi 2,2 Amp. Kurverne (Fig. 19) vise, at Gnistmodstanden tiltager betydelig hurtigere ved Jernelektroder end ved Elektroder af Messing eller Zink.

Ved andre Forsøg, foretagne af Remp, har det vist sig, at Gnistmodstanden falder, naar Gnistlængden forøges, indtil ca. 3 mm ved mindre Kapaciteter, og indtil ca. 6 mm ved større Kapaciteter, hvorefter Modstanden atter stiger, hurtigt ved smaa Kapaciteter, langsomt ved større. Anvendes meget store Kapaciteter, vil Modstanden dog ikke forøges synderligt.

Kurverne i Fig 20, a og b illustrere disse Forhold.

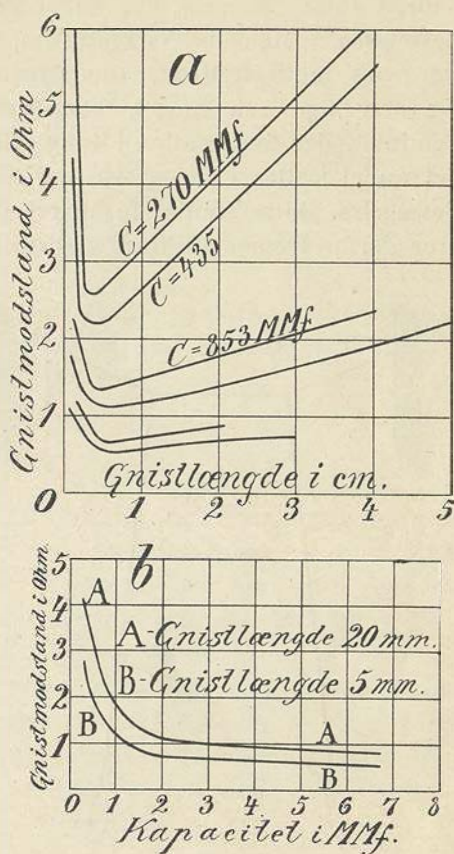


Fig. 20.

17. **Koblede Systemer.** Naar to Svingningskredse ere anbragte saaledes i Forhold til hinanden, at elektriske Svingninger i den ene Kreds (den *primære*) kan fremkalde lignende Svingninger i den anden Kreds (den *sekundære*), siges de to Svingningskredse at være *koblede* sammen.

Til Belysning af dette Forhold kan anføres et mekanisk Eksempel, idet Svingningskredsene kunne sammenlignes med to mekanisk sammenkoblede Penduler (Fig. 21). Det antages, at de have samme Længde og hænge ned fra en løst udspændt Snor. Sættes det ene Pendul i Svingning, bibringer det

Snoren smaa Stød, og det andet Pendul vil tilsidst sættes i Bevægelse. Men da Virkning og Tilbagevirkning ere lige store og modsatrettede, modarbejder det drivende Pendul sig selv lige saa meget, som det paaskynder det andet. Pendulet, der først sættes i Gang, vil efterhaanden standse, og det andet sættes i Bevægelse. Disse Tilstande med Hvile og Bevægelse skifte stadigt for hvert Pendul, og Energien vander derfor frem og tilbage mellem Pendulerne. Pendulernes

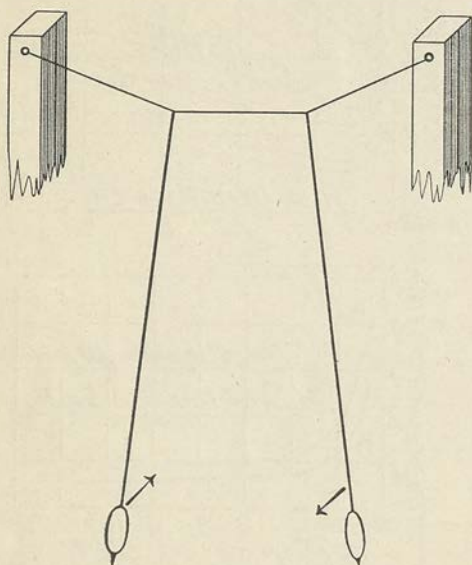


Fig. 21.

skiftende Bevægelse svarer til den vekslende Strøm i den primære Svingningskreds, og Snoren, der overfører Bevægelsen, kan sammenlignes med det magnetiske Felt. De skiftende Stød, som Snoren udsender paa det sekundære Pendul, svare til Magnetfeltets vekslende Styrke, der inducerer Strømmen i den sekundære Svingningskreds.

Som ovenfor nævnt, virker det sekundære

System tilbage paa det primære. Man kan imidlertid indrette det saaledes, at denne Tilbagevirkning bliver ringe, uden at Virkningen fra det primære til det sekundære System derfor helt ophører.

Anbringes Selvinduktionsspolerne f. Eks. i en saadan Afstand fra hinanden, at kun 10 % af de i den primære Spole frembragte Kraftlinier kunne gaa gennem den anden Spole, blive Strøm- og Spændingsamplituderne i denne $\frac{1}{10}$ af de primære. Af de i Sekundærspolen fremkaldte Kraftlinier virke 10 % tilbage paa Primærspolen eller $\frac{1}{100}$ af det op-

rindelige Kraftlinietal i denne Spole. Man ser heraf, at Tilbagevirkningen er yderst ringe, medens der i Sekundærkredsen dog er en Paavirkning, som svarer til 10 % af Svingningsamplituderne i den første Spole.

Det er umiddelbart indlysende, at det frembragte Kraftlinietal i hver af Spolerne er afhængigt af disses Selvinduktionskoefficienter L_1 og L_2 , og at Virkningen mellem Spolerne tillige afhænger af den gensidige Induktionskoefficient M (se § 7 og 8).

Virkningen bestemmes ved den saakaldte *Koblingskoefficient*. Er det to Kondensatorkredse, der ere sammenkoblede, er Koblingskoefficienten udtrykt ved:

$$K = \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}}.$$

Saafermt kun faa af Kraftlinierne fra Primærsystemet gaa gennem Sekundærsystemet og omvendt, har K en ringe Værdi, og man siger, at *Koblingen er løs*. Omvendt dersom alle Kraftlinierne fra det ene System gaa gennem det andet, da bliver K nærlig 1, og Koblingen kaldes *fast*.

Tilbagevirkningen fra Sekundærkredsen er dog ikke i alle Tilfælde givet ved Koblingskoefficienten, men afhænger tillige af Sekundærkredsens Modstand. Er denne meget stor, opnaar Strømstyrken kun en ringe Værdi — og dermed Tilbagevirkningen —, selv om Koblingen er fast.

I Eksemplet med Pendulerne var det forudsat, at de have samme Svingningstid, naar de svinge alene og uden ydre Paavirkning. Hvis de derimod paavirkes enten med eller mod deres Svingning, ville de faa en henholdsvis større eller mindre Svingningstid end den normale, og dette er netop Tilfældet, naar de begge hænge paa samme Snor. Da meddeler det ene Pendul Energi til det andet, medens det selv mister en tilsvarende Energimængde. De to Penduler have derfor ikke længere samme Svingningstid, men hver sin, en større og en mindre end den normale.

Paa lignende Maade gaar det med de to sammenkoblede, elektriske Kredsløb. Har hvert System før Koblingen en

Bølgelængde λ_0 — der hyppigt benævnes *Grundsvingningen* eller *Grundbølgen* —, vil der efter Koblingen fremkomme to Bølgelængder λ_1 og λ_2 — de saakaldte *Partialbølger* —, hvis Værdier ligge i Nærheden af λ_0 .

Som omtalt i § 14, udstråler en lukket Svingningskreds ikke nogen videre stor Energi, medens Svingningerne til Gengæld vare forholdsvis længe. Svingningskredsen kan betragtes som en Art Akkumulator for Energien. Den aabne Svingningskreds udstråler derimod meget hurtigt sin Energi.

For at opnaa den gunstigste Udstråaling sammenkobles derfor en aaben og en lukket Svingningskreds. Denne sidste kan sammenlignes med en Stemmegaffel. Naar den paavirkes, komme de to Grene i Svingninger, og da disse ere svagt dæmpede, ville de vedvare længe. Holdes Gafflen i Haanden, høres imidlertid kun en svag Tone, idet de to Grene arbejde mod hinanden, og Gafflen afgiver derfor ikke synderlig Energi til den omgivende Luft.

Den aabne Svingningskreds kan sammenlignes med en Resonansplade. De ere begge i Stand til hurtigt at afgive den Energi, der tilføres dem fra et andet, udæmpet System.

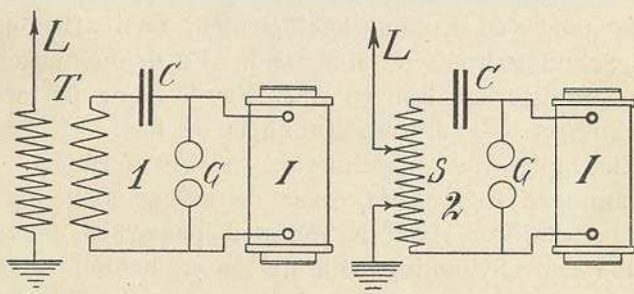


Fig. 22.

Vil man opnaa en kraftigere Tone fra Stemmegafflen, maa den anbringes paa Resonanspladen, som den kan sætte i Svingninger, og som derved afgiver den tilførte, udæmpede Energi.

Der skelnes mellem *induktiv* (magnetisk, indirekte) Kobling (Fig. 22,1), hvor der anvendes to fra hinanden adskilte

Spoler, og direkte (galvanisk) Kobling (Fig. 22,2), hvor en Del af Vindingerne i den ene Spole danner den anden Spole. Imidlertid er der ingen særlig Væsensforskel paa de to Slags Koblinger.

Koblingskoefficienten er i dette Tilfælde udtrykt ved:

$$K = M \sqrt{\frac{2}{L_1 L_2}}$$

Den gælder, hvad enten den aabne Sender er symmetrisk eller usymmetrisk.

Da det i Praksis er vanskeligt at maale M , L_1 og L_2 for at bestemme Koblingskoefficienten, medens Bølgelængderne ere lette at bestemme, regner man Koblingsforholdet efter den saakaldte *Koblingsgrad*, der (tilnærmeligt) er givet ved:

$$k = \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_0} \cdot 100 \text{ } \%$$

Der er dog ikke taget Hensyn til Dæmpningen.

Eks. Antages λ_0 at være 800 m og bestemmes λ_1 og λ_2 efter Sammenkoblingen til henholdsvis 820 og 780 m, bliver Koblingsgraden:

$$k = \frac{820 - 780}{800} \cdot 100 = \frac{40}{800} \cdot 100 = 5 \text{ } \%$$

Jo fastere Koblingen gøres mellem de to Kredse, desto mere Energi kan tilføres Sekundærkredsen. Energien vokser dog ikke proportionalt med Koblingsgraden. Hvis denne oprindelig er lille, og man derefter gør Koblingen fastere, vokser Energien i Begyndelsen hurtigt, senere meget langsomt. Dette fremgaar af en Koblingskurve, der viser Forholdet mellem Ener-

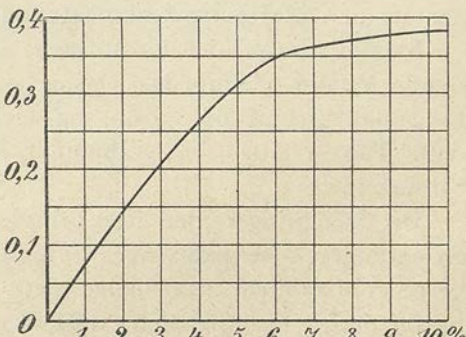


Fig. 23.

gien i Sekundærkredsen (Ordinaterne) og Koblingsgraden i Procent (Abscisserne) (Fig. 23).

Den *gunstigste* Kobling er den, hvorved man opnaar størst Energi med løseste Kobling. Denne Koblingsgrad svarer til Kurvens Knæpunkt (i Figuren ca. 6 %).

18. **Dæmpning.** Som tidligere berørt, kaldes de Svingninger udæmpede, der ved Hjælp af en Vekselstrømsmaskine frembringes i en Svingningskreds med Kapacitet og Selvinduktion, idet der stadigt tilføres Energi til Erstatning for den ved Varme etc. tabte Energi, og Svingningsamplituderne kunne derfor bibeholdes konstante. Betegnelsen *udæmpet* er ikke korrekt, thi selve Svingningen er egentlig dæmpet, selv om den stadig holdes vedlige af en ydre Kraft.

Pendulet i et Ur svinger paa lignende Maade stadigt, trods Dæmpningen ved Luftmodstand og Gnidningsmodstand i Lejerne. Men de Energitab, som hidrøre fra denne Dæmpning, erstattes ved hver enkelt Amplitude ved Hjælp af det saakaldte *Hemværk*, der tilfører Pendulet den fornødne Energi fra det Energiforraad, som fremskaffes ved den optrukne Vægt eller Fjeder.

Forskellen mellem de Svingninger, der udføres af Pendulet, naar det er frit, og naar det paavirkes af Hemværket, bestaar deri, at Pendulet i første Tilfælde bevæger sig i sin *Egensvingning*, medens det i sidste Tilfælde udfører en *tvungen* Svingning, der fremkommer som Resultatet af Egensvingningen og den af Hemværket paatvungne Svingning.

Svingningerne, der frembringes af en Lysbue, ere paa lignende Maade udæmpede. Ogsaa her findes en stadig Dæmpning paa Grund af Varme og elektrisk Udstraaling. Men dette Tab erstattes fra Lysbuen, som modtager Energien fra Strømkilden.

De Svingninger, der frembringes af Lysbuen, ere *tvungne* Svingninger, der paatvinges Svingningskredsen af Svingningerne i Lysbuen, saa længe den er tændt. Svingningerne burde derfor egentlig benævnes stedsevarende (kontinuerlige) eller tvungne Svingninger.

I Modsætning hertil ville de Svingninger, der fremkaldes ved en Gnistudladning i en Frembringerkreds, være *Egensvingninger*, der svare til Kredsens Kapacitet og Selvinduktion, og hvis Vekseltal er bestemt ved $n = \frac{1}{\pi\sqrt{LC}}$ (under Forudsætning af, at den ohmske Modstand er ringe).

Da Systemets Svingninger bestaa i en stadig Omsætning af elektrisk Energi til magnetisk Energi og omvendt, finder et Tab Sted, idet en Del af Energien paa Grund af Strømmen omsættes til Varme og Lys, som ikke kommer Svingningen til Gode. Da ny Energi ikke tilføres udefra, aftager Amplituderne, og Svingningen ophører til Slut.

Disse Svingninger ere derfor dæmpede. Ved Radiotelegraferingen er det af største Vigtighed for Fjernvirkningen, at Svingningerne kunne vedvare saa længe som muligt, og hvad enten man benytter dæmpede eller udæmpede Svingninger, gælder det om at gøre de enkelte Svingningers Dæmpning ringe.

Dæmpningen angives ved Forholdet mellem to paa hinanden følgende Amplituder i samme Retning.

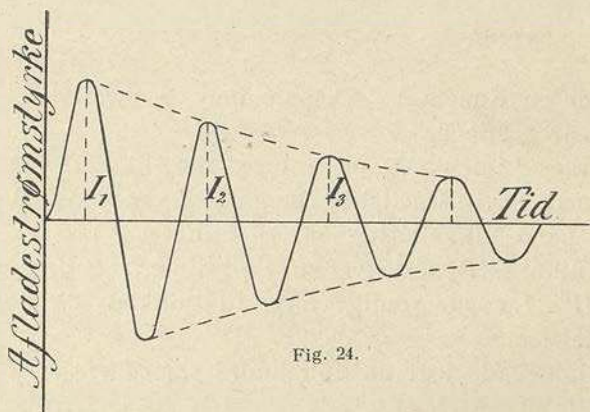


Fig. 24.

Fremstiller Kurven i Fig. 24 en dæmpet Svingning, er dens Dæmpning lig:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{I_2}{I_3} \text{ osv.}$$

Dette Forhold kan sættes lig $e^{\delta T}$, hvor e er det logaritmiske Grundtal, δ en Konstant og T Svingningstiden.

(En dæmpet Svingnings Forløb kan fremstilles ved Hjælp af en logaritmisk Spiral. En saadan Kurve fremkommer, naar en Linie drejer sig om et Punkt samtidig med, at dens Længde formindskes saaledes, at Logaritmen af dens Længde staar i et bestemt Forhold til den drejede Vinkel. Fig. 25

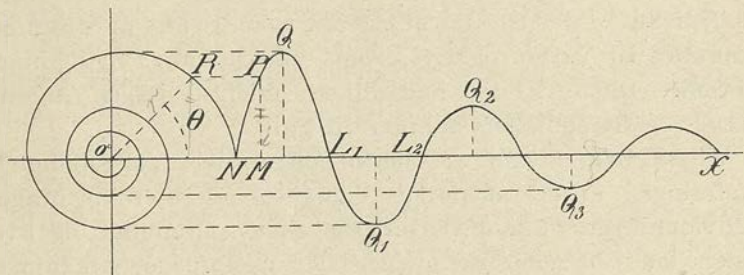


Fig. 25.

viser en saadan Spiral, der er fremkommen ved Drejning af Radien $OR (=r)$, idet Længden stadig aftager.

Er den drejede Vinkel θ , er Kurven fremstillet ved:

$$r = a^{-\theta},$$

hvor a er en Konstant. Eksponenten er negativ, fordi θ tiltager, naar r aftager.

Trækkes Linien OX , og antages det, at et Punkt M bevæges med jævn Hastighed henad OX , medens OR drejer sig med jævn Vinkelhastighed, vil Punktet P paa en i M oprejst Ordinat MP beskrive en Bølgelinie $NQ_1Q_2Q_3$, saafremt MP 's Længde stadig svarer til Punktet R 's Højde over Abscisseaksen.

Ligningen for Kurven kan findes saaledes:

Da Vinklen $RON = \theta$, er Ordinaten $MP = r \sin \theta$. Svarer

Kurven til Strømstyrke, kan MP sættes lig i , og da $r = a^{-\theta}$, har man:

$$i = a^{-\theta} \sin \theta.$$

Kaldes Vinkelhastigheden ω , og medgaar der t Sekunder til Drejningen af Vinklen θ , kan man skrive $\theta = \omega t$, altsaa:

$$i = a^{-\omega t} \sin \omega t.$$

Hvis man heri sætter $a^{-\omega t} = Ie^{-\delta t}$, hvor I og δ ere Konstanter og e det logaritmiske Grundtal, kan Ligningen skrives som:

$$i = Ie^{-\delta t} \sin \omega t.$$

Er den første Amplitude I_1 , den næste i samme Retning I_2 osv., vil i faa Værdien I_1 , naar $t = T/4$ og I_2 , naar $t = 5/4 T$ (T er Svingningstiden fra N til I_2), altsaa:

$$I_1 = I_2 e^{-\delta T/4} \quad \text{og} \quad I_2 = I_1 e^{-\delta T \cdot 5/4}.$$

Ved Division faaes:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{e^{-\delta T/4}}{e^{-\delta 5/4 T}} \quad \text{eller} \quad \frac{I_1}{I_2} = e^{\delta T}.$$

Den naturlige Logaritme af dette *Amplitudeforhold* betegnes som Svingningens *logaritmiske Dekrement* eller blot *Dekrementet*, altsaa:

$$d = \ln \frac{I_1}{I_2} = \ln e^{\delta T} = \delta T = \frac{2}{n} \delta.$$

δ benævnes *Dæmpningsfaktoren* og er lig $\frac{R}{2L}$, saafremt der kun findes Varmedæmpning. Naar Dæmpningsfaktoren forøges, aftage Svingningerne hurtigere.

Er en Svingnings Dekrement givet, kan man beregne, hvor mange Perioder der forløbe, indtil Amplituden er formindsket til en bestemt Værdi, eller til Svingningen praktisk talt er ophørt. Dersom Dekrementet antages at være konstant, og I_1 er den første Amplitude, I_m den m 'te har man:

$$\frac{I_1}{I_m} = e^{(m-1)d}.$$

Af denne Ligning kan m bestemmes, naar man fastsætter et eller andet ønsket Forhold mellem I_1 og I_m . Hvis man saaledes regner, at Svingningen er ophørt, naar $I_1 : I_m = 100$, d: at I_m kun er 1 % af I_1 , faar man:

$$\frac{I_1}{I_m} = e^{(m-1)d} = 100; (m-1)d = \ln 100 = 4,605,$$

$$\text{hvoraf } m = \frac{4,605 + d}{d}.$$

Dersom Svingningens Dekrement er $d = 0,04$, faar man $m = \text{ca. } 116$. Det vil altsaa sige, at Amplituden efter 116 Perioders Forløb er formindsket til 1 % af Begyndelses-Amplituden.

Er Svingnings-Dekrementet derimod $d = 0,8$, faar man:

$$m = \frac{4,605 + 0,8}{0,8} = \text{ca. } 7.$$

Kan Svingningstallet bestemmes, er man i Stand til efter ovenstaaende Formel at beregne (tiln.) det logaritmiske Dekrement. Hvis man paa den anden Side ved en Maaling el. lign. finder, at Dekrementet er $0,6-0,8$, véd man, at Svingningen er ophørt efter en halv Snos Perioders Forløb, medens Svingningen vedvarer nogle Hundrede Perioder, hvis Dekrementet er $0,02-0,04$.

19. Dæmpning i Frembringerkredse. Da Strømbanen ved en Thomson's Kreds er afbrudt af et Gnistrum, kan Modstanden i Strømkredsen deles i to Dele, nemlig Ledningsmodstanden og Gnistmodstanden, eller:

$$R = R_l + R_g.$$

Den samlede Dæmpningsfaktor er derfor:

$$\delta = \delta_l + \delta_g, \text{ hvor}$$

$$\delta_l = \frac{R_l}{2L} = \text{Varmedæmpningsfaktor,}$$

$$\text{og } \delta_g = \frac{R_g}{2L} = \text{Gnistdæmpningsfaktor.}$$

I § 17 er det omtalt, hvilke forskellige Størrelser der indvirke paa Modstanden i Gnistrummet. Af disse Undersøgelser kan det udledes, hvorledes Dekrementet forholder sig i en Frembringerkreds med Gnist.

Afhængighed af Strømkredsens Modstand. Da det har vist sig, at Gnistrummets Modstand tiltager, naar Strømkredsens øvrige Modstand forøges, tiltager Dekrementet ikke proportionalt med denne, men noget hurtigere.

Afhængighed af Kapaciteten. Ved konstant Gnistlængde aftager Gnistmodstanden med voksende Kapacitet, og Dekrementet vil derfor aftage, naar Kredsløbets Kapacitet forøges. Ved Kapaciteter over ca. $0,002$ Mf er Gnistrummets Modstand omtrentlig konstant, og Dæmpningen er derfor (omtr.) uafhængig af Kapacitetens Størrelse, naar denne er over den nævnte Værdi.

Afhængighed af Selvinduktionskoefficienten. Dæmpningen aftager, naar Selvinduktionskoefficienten forøges.

Afhængighed af Gnistlængden. Ved smaa Gnistlængder aftager Gnistmodstanden indtil et Minimum ved 3—6 cm — afhængig af Kapaciteten —, hvorefter Modstanden atter tiltager, hurtigt ved smaa, langsommere ved større Kapaciteter; Dekrementet forholder sig derfor paa samme Maade.

Gnistelektrodernes Størrelse indvirker ikke særlig paa Dekrementet ved Gnistlængder indtil 1 cm. Derover stiger Dekrementet hurtigere ved større Elektroder end ved mindre.

Dekrementets absolute Værdi ved Frembringerkredse, hvis Kapacitet er mellem $0,2 \cdot 10^{-8}$ og $10 \cdot 10^{-8}$ Mf, varierer ved gunstigste Gnistlængde mellem $0,15$ og $0,06$.

Foruden de ovennævnte Energitaab i Frembringerkredsen er der imidlertid endnu et Tab, som hidrører fra Udstraalingen af elektromagnetiske Svingninger. Et mekanisk Eksempel kan oplyse dette Forhold.

Dersom en Spiralfeder F (Fig. 26,1) forsynes med en Vægt V og ophænges i en Krog, kan den bringes til at svinge op og ned. Svingningsamplituden aftager langsomt, $\therefore$ Svingningen er kun ringe dæmpet. Anbringes imidlertid er stor Blikskive B paa Vægten, tiltager Dæmpningen ganske betydeligt. Skiven

sætter nemlig Luften i Bevægelse, idet Luften ved hver halve Svingning fortættes paa den ene Side, fortyndes paa den anden og omvendt.

Følgen heraf bliver, at der dannes Luftbølger, som brede sig til alle Sider i Rummet, og hvis Energi tages fra Spiral-fjedren. Dens Dæmpning maa altsaa forøges ved Frembringelsen af disse Luftbølger.

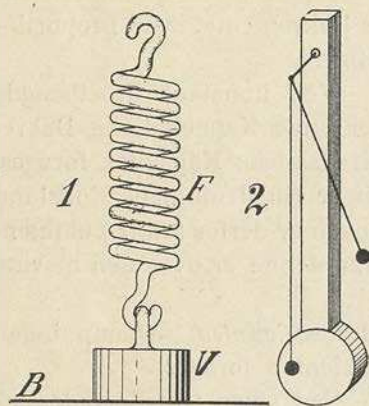


Fig. 26.

Paa lignende Maade forholder det sig med et elektrisk, svingende System, og de elektriske Bølger, der udstraales, faa deres Energi fra Svingningskredsen og dæmpe derved denne mere eller mindre.

Til de ovenfor nævnte Dæmpningsfaktorer maa man derfor føje endnu een, δ_s , saaledes at man har:

$$\delta = \delta_l + \delta_g + \delta_s \text{ og } d = d_l + d_g + d_s ,$$

hvor d_s benævnes *Straaledekrementet*.

En Frembringerkreds udsender imidlertid kun meget ringe Energi, og d_s bliver her forsvindende lille overfor de to andre Størrelser d_l og d_g .

Et Forsøg med Udstraaling fra en Frembringerkreds har vist, at Energitalet ved Udstraalingen kun var 4—7 % af det samlede Tab.

I § 13 er Vekseltallet i en Kondensatorkreds angivet til:

$$n = \frac{1}{\pi \sqrt{LC}} ,$$

naar Modstanden er ringe.

Den nøjagtige Formel var:

$$n = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2} ,$$

naar man kun tager Hensyn til Varmetabet.

I denne Formel kan $\frac{R}{2L}$ erstattes med den samlede Dæmpningsfaktor δ , og man faar:

$$n = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \delta^2}.$$

Heraf fremgaar, at en stor Dæmpning formindsker Veksel-tallet.

20. Dæmpning ved den aabne Sender. For Dæmpningen ved en aaben Svingningskreds gælder lignende Forhold som ved den lukkede Kreds. Dæmpningen hidrører fra Energi-forbruget ved:

1. Varmeudvikling i Traadene.
2. — i Gnistrum.
3. Udstraaling.

Det samlede Dekrement kan ligesom ovenfor udtrykkes ved:

$$d = d_l + d_g + d_s.$$

Da den aabne Sender udstraaler sin Energi meget hurtigt, er Straaledekrementet d_s det overvejende, og de to andre Dekre-
 menter, d_l og d_g ,

ringe i Forhold her-
 til, saa længe Gnislængden er lille. Ved større Gnislængder kan d_g selvfølgelig komme til at spille en Rolle. I Fig. 27 er vist en Kurve, der angiver en Svingnings Strømstyrke i Forhold til Gnislængden. Naar denne

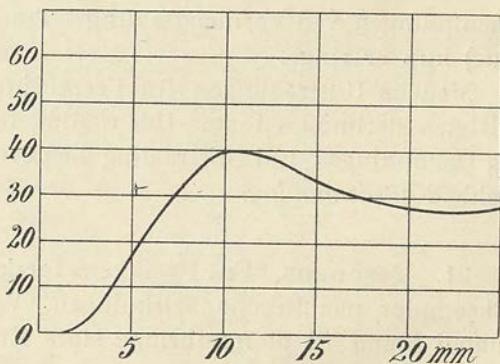


Fig. 27.

er ca. 10 mm, falder Kurven, og dette kan kun skyldes den store Forøgelse af Dekrementet d_g .

Varmedekrementet d_l er i hvert Tilfælde lille og udøver kun ringe Indflydelse paa det samlede Dekrement. Ligesom ved Frembringerkredsen har man:

$$\delta_l = \frac{R^1}{2L} \text{ og } d_l = \frac{R^1}{nL}.$$

Udstraalingsdekrementet er for Grundsvingningen fundet at være:

$$d_s = 9,74 \cdot \eta \text{ hvor } \eta = \frac{1}{4 \ln \frac{l}{r}},$$

hvor l er Traadens hele Længde og r dens Radius.

Til en Traadlængde paa 100 m og en Radius af 1 og 2 mm svarer et Dekrement af henholdsvis 0,21 og 0,225.

Et Forsøg med en aaben Sender, bestaaende af 2 Stk. 50 m lange Kobbertraade, gav et Straaledekrement $d_s = 0,2$ og et Varmedekrement $d_l = 0,013$.

Sammenholdt med § 19 vil man altsaa se:

Dæmpningen i Frembringerkredsen er næsten udelukkende bestemt ved Varmeudviklingen i Traadene og Gnistrummet (eller Lysbuen). Dæmpningen ved Udstraaling er derimod ganske forsvindende.

Ved den aabne Svingningskreds er Forholdet omvendt. Dæmpningen ved Udstraaling er den overvejende, medens Dæmpningen ved Varmeudvikling i Traade og Gnistrum (Lysbue) kun er ringe.

Medens Udstraalingen fra Frembringerkredsen er et Tab, tilsigtes derimod en stor Udstraaling fra den aabne Sender, og Dæmpningen ved Udstraaling benævnes derfor i dette Tilfælde *Nyttedæmpning*.

21. Resonans. Fra Fysikkens forskellige Omraader haves Eksempler paa Resonansvirkningen. Ved Hjælp af disse er man i Stand til at frembringe store Kræfter ved Anvendelse af smaa Paavirkninger.

Tænker man sig et Pendul med en lille Tap tæt under Ophængningsaksen, vil Tappen under Pendulets Svingning bevæge sig ganske lidt (Fig. 26,2, Side 52).

Ophænges paa denne Tap Snore med Vægte forneden og af en Længde svarende til $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ o. lign. af det store Pen-

duls Længde, da vil disse mindre Penduler svinge med, idet deres Svingningstid, udtrykt ved:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}},$$

hvor l er Pendulets Længde og g Tyngdekraften, er en nøjagtig Brøkdel af det store Penduls Svingningstid.

I modsat Fald blive Snorpendulerne ikke satte i Bevægelse af det store Pendul.

I det tidligere omtalte Eksempel med Stemmegaflen og Resonanspladen maa disse have samme Svingningstid, saafremt man ønsker at faa den kraftigste Tone frembragt.

Da det ved Radiotelegrafering altid gælder om at opnaa den største Virkning ved Anvendelse af den mindst mulige Energi, benyttes i udstrakt Grad Resonansvirkninger mellem alle de forskellige Svingningskredse.

At Resonans er til Stede mellem to Svingningskredse kan let paavises ved Hjælp af et Varmtraads-Ampere-meter. I Fig. 28,₁ er vist en Frembringerkreds, koblet til en aaben Sender, hvori en variabel Selvinduktionsspole Soget Ampere-meter A ere anbragte. Naar Frembringerkredsen sættes i Svingninger, gør Ampere-metret et Udslag, og ved at forandre Selvinduktionen i Spolen S kan man finde den Stilling, hvor Strømstyrken er størst. Resonans er da til Stede.

Virksomheden er den samme, hvis det aabne Kredsløb bestaar af en Spole. Ved at forskyde Punktet a langs Spolen S (Fig. 28,₂) kan Selvinduktionen i de to Kredse forandres, indtil man ved Toppen

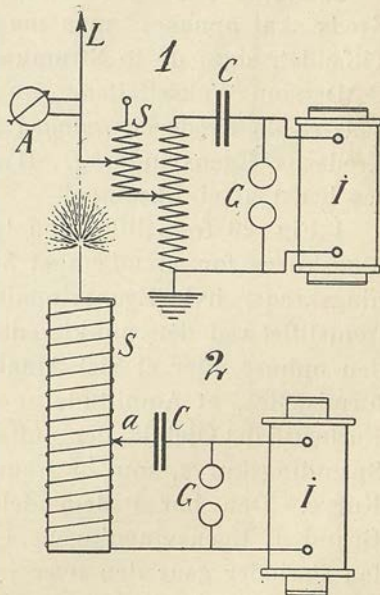


Fig. 28.

af Spolen faar den største Udstraaling, der viser, at de to Systemer ere i Resonans.

Naar en lukket Svingningskreds paavirkes af en udæmpet Svingning, f. Eks. fra en Vekselstrømsmaskine, med Vekseltallet n_1 og en EMK E , bliver Strømstyrken i den tilkoblede Kreds (se § 11):

$$I = \frac{E}{\sqrt{r^2 + \left(\pi n_1 L - \frac{1}{\pi n_1 C}\right)^2}},$$

og skal Strømstyrken naa sin største Værdi, maa man have:

$$\pi n_1 L = \frac{1}{\pi n_1 C} \quad \text{eller} \quad n_1 = \frac{1}{\pi \sqrt{LC}}.$$

For den lukkede Svingningskreds gælder (se § 13), at dens Egensvingning har:

$$n_2 = \frac{1}{\pi \sqrt{LC}}.$$

Saafernt den største Værdi af Svingningen i den lukkede Kreds skal opnaaes, maa man have $n_1 = n_2$. Naar dette er Tilfældet, siges de to Strømkredse at være *afstemte*.

Dersom Vekseltallene ere forskellige, fremkaldes i den paavirkede Kreds en *tvungen* Svingning, der er forskellig fra Kredsens Egensvingning. Hvorledes Forholdene ville være, sés bedst af et Eksempel.

I Fig. 29 fremstiller den tyndt optrukne Kurve en Spændingskurve for en udæmpet Svingning, der tilføres en Svingningskreds, hvis Egensvingning har samme Vekseltal og er fremstillet ved den punkterede Kurve. Da den er dæmpet, vil den ophøre efter et vist Antal Perioders Forløb. Dersom det forudsættes, at Amplituderne ere maksimale og have modsat Fortegn i det Øjeblik, der sluttes, fremkommer en resulterende Spændingskurve, som er fremstillet ved den kraftigt optrukne Kurve. Den har i Begyndelsen en mindre Amplitude paa Grund af Egensvingningens Paavirkning, men allerede efter faa Perioder gaar den over i den tvungne Svingnings Kurve, og jo hurtigere, desto større Dæmpningen er.

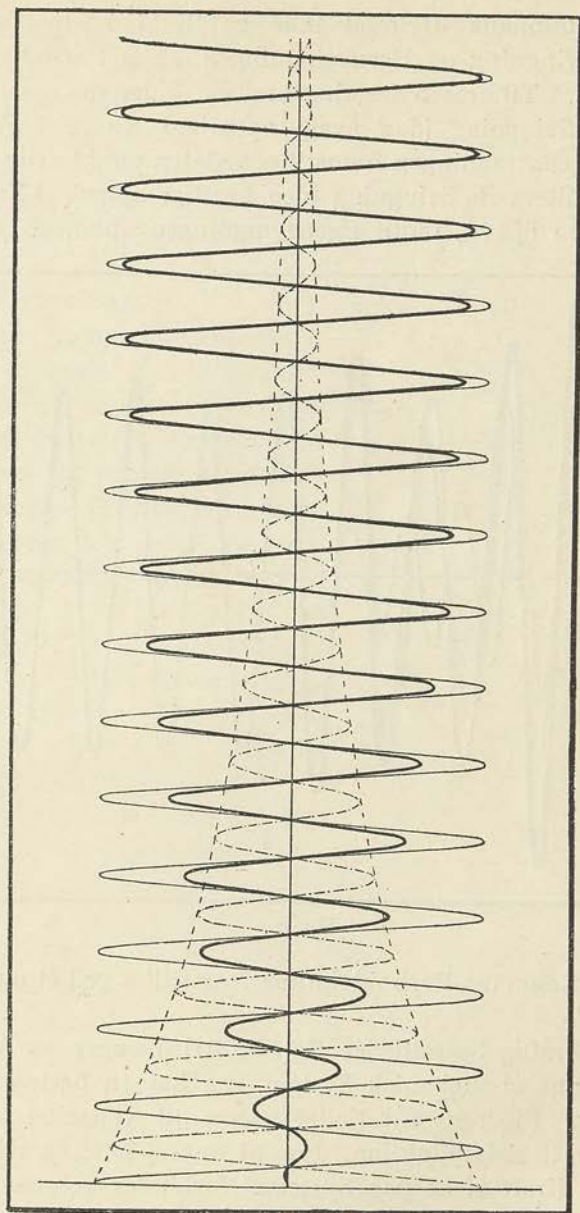


Fig. 29.

Hvis Resonans derimod ikke er til Stede mellem den tvungne Svingning og Egensvingningen, stille Forholdene sig anderledes. Tilføres Svingningskredsen ligesom ovenfor en udæmpet Svingning (den svagt optrukne Kurve i Fig. 30), medens Egensvingningen fremstilles ved den punkterede Kurve, er den resulterende Svingning (den kraftigt optrukne Kurve), i Begyndelsen ujævn, indtil Egensvingningen ophører.

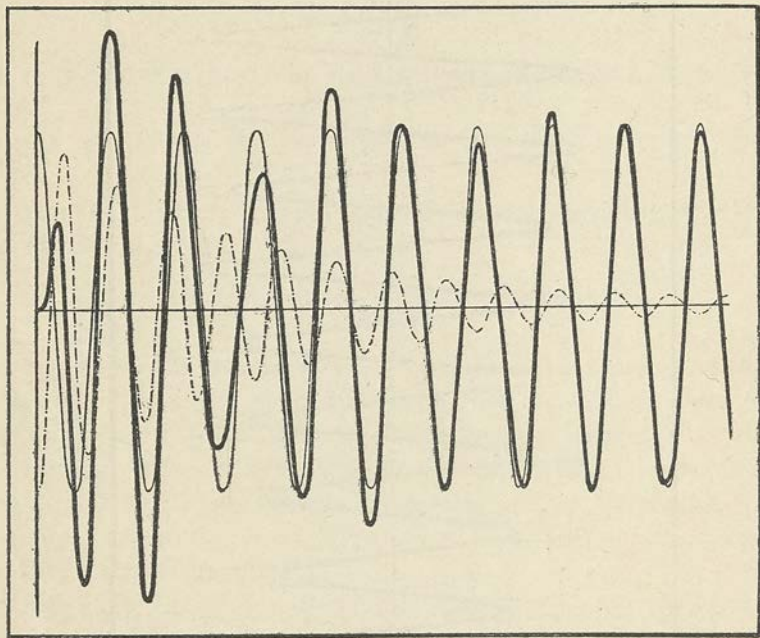


Fig. 30.

Disse Resonans-Forhold kunne fremstilles ved et mekanisk Eksempel.

I en kraftig Spiralfjeder F (Fig. 31) hænger en Vægt V . Begge danne et mekanisk System, der har en bestemt Egensvingning. Fjedrens Elasticitet svarer til Kapacitet og Vægtens Inerti til Selvinduktion. For at kunne lade en udæmpet, periodisk Kraft virke paa Systemet forbindes Vægten V med en svagere Fjeder f , som ved Trækstangen T sættes i en op- og nedadgaaende Bevægelse af en lille Elektromotor E . I Al-

mindelighed kommer Vægten derved kun i smaa Bevægelser. Ved at lægge Mærke til Bevægelsen ser man, at Vægten og Trækstangen ikke samtidigt naa deres øverste Punkt. Vægtens Bevægelse og den ydre Kraft have altsaa ikke samme Fase. Naar Vægten gaar opefter, gaar Trækstangen i nogen Tid nedefter, og de to Bevægelser modarbejde hinanden.

Ved et bestemt Omdrejnings-tal af Motoren kan man imidlertid sætte Vægten i store Bevægelser. Motorens Omdrejnings-tal svarer da til Svingningstallet af Fjedrens og Vægtens Egen-svingninger, d. v. s. det svingende System og den ydre Kraft ere i Resonans. I dette Tilfælde ser man umiddelbart, hvorledes Trækstangen bestandig i det rigtige Øjeblik trækker i Vægten, saa at den forstærker den tilstedeværende Svingning.

Dette mekaniske Eksempel tjener ogsaa til at paavise, hvorledes man kan anvende en svag Motor til at sætte en forholdsvis

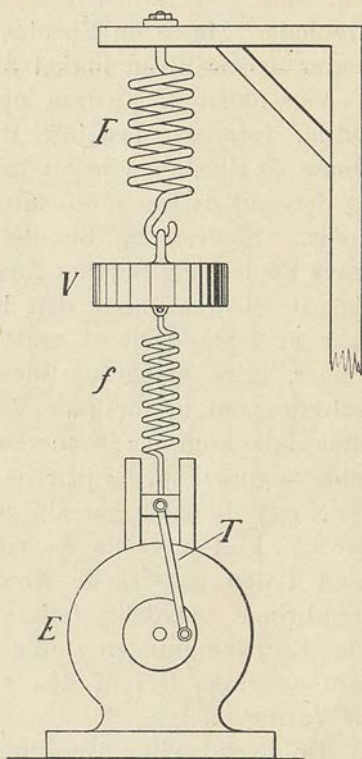


Fig. 31.

kraftig Fjeder i stærke Svingninger. Saafremt Vægten og Trækstangen derimod ere forbundne ved en fast Stang, kan Motoren ikke gaa i Gang. Den er ikke i Stand til at strække Fjedren saa meget, at en Omdrejning kan finde Sted. At det svingende System trods dette ved Resonansen har modtaget saa stor Energi fra Motoren, maa søges deri, at denne ved hver Omdrejning har afgivet lidt Energi til det svingende System, og dette er altsaa, naar Resonans er til Stede, et Opsamlingssted for Energien; den er ikke omsat til Varme el. lign., men er for største Delen opbevaret.

En anden mekanisk Model, der tillige kan tjene som et Eksempel paa en Sammenkobling af en lukket og en aaben Svingningskreds, bestaar af en lodretstaaende Baandfjeder, ca. 1 m lang, der forneden er fastspændt og foroven bærer en Blyklods. Masse og Elasticitet ere her adskilte, og Systemet svarer derfor til en lukket Svingningskreds.

Ved Siden af Fjedren opstilles (i ca. 30 cm Afstand) et lodret, forneden fastgjort Brædt (ca. 2,5 m højt). Her er Masse og Elasticitet jævnt fordelt over hele Brædtets Længde, og det kan derfor sammenlignes med en aaben Svingningskreds. Fjedren og Brættet forbindes ved en Gummisnor. Have Fjedren og Brættet forskellig Svingningstid, vil det vise sig, at Fjedren, naar den bringes ud til Siden og slippes, ikke er i Stand til at sætte Brættet i nævneværdige Svingninger. Ere Svingningstiderne derimod ens (hvad der kan indrettes ved at forskyde Vægten), ser man, at Brættet lidt efter lidt kommer i stærke Svingninger, der fuldstændigt falde sammen med Fjedrens Bevægelser.

Noget lignende gør sig gældende ved elektriske Svingninger. Ved at anvende en ringe, ydre (svingende) EMK kan man i den paavirkede Kreds ved Anvendelse af Resonans frembringe betydelig højere Spændinger (og Strømstyrker), idet Egensvingningen stadig understøtter den ydre EMK, og kun en ringe Del af den saaledes tilførte Energi omsættes til Varme o. lign.

Imidlertid ville Amplituderne ikke vedblive at stige, thi med den voksende Svingningsamplitude stiger ogsaa Energi-forbruget pr. Svingning og hurtigere end den udefra tilførte Energi.

22. Kobling og Dæmpning. a. Kobling uden Tilbagevirkning. Naar to Svingningskredse ere saa løst sammenkoblede, at man kan se bort fra Tilbagevirkningen, ere Forholdene noget lignende, som naar en udæmpet Svingning paavirker en Svingningskreds, og de svare til den ovenfor omtalte Kobling (ved en Gummisnor) mellem Fjedren og Brættet.

Ere begge Kredse f. Eks. Kondensatorkredse, opstaar i Sekundærkredsen baade en *tvungen* Svingning med Primærkredsens Vekseltal (n_1) og Dæmpning (d_1) og Sekundærkredsens *Egensvingning* med sit Vekseltal (n_2) og sin Dæmpning (d_2). Ligesom ovenfor ville Amplituderne naa deres Maximum, naar $n_1 = n_2$. Svingningskredsene siges da at være *isokrone*.

I Fig. 32 er vist den resulterende, tvungne Svingning i Sekundærkredsen, naar d_1 og d_2 ere henholdsvis 0,08 og 0,02.

Naar to Toner med omtrentlig samme Svingningstal lyde samtidigt, klinger den resulterende Tone afvekslende kraftigt og svagt, idet der fremkommer de saakaldte »Stød«. Paa en lignende Maade ville elektriske Svingninger med nærligt samme Vekseltal forløbe stødvis, og hvis Resonans derfor ikke er til Stede, bliver den resulterende Svingning ujævn.

I Fig. 33 er vist et Eksempel paa en saadan resulterende Svingning, der er sammensat af 2 Svingninger med samme Dekrement 0,08, men med 10 % Forskel i Vekseltallet.

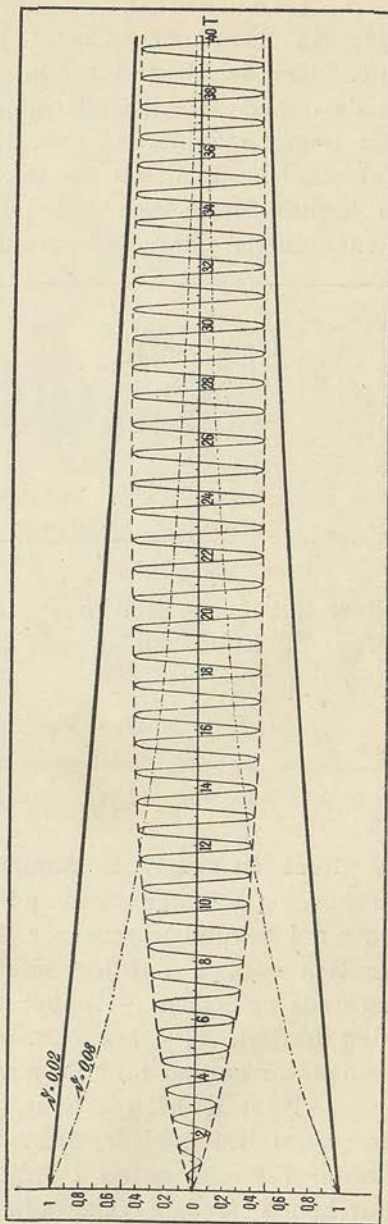


Fig. 32.

b. Løs Kobling. I Praksis finder en Tilbagevirkning fra Sekundærsystemet altid Sted, selv ved løs Kobling. Ere de to sammenkoblede Systemer en Frembringerkreds og en aaben Sender, opstaar der i den sidste saavel den tvungne Svingning som Egensvingningen, men medens Vekseltallene lige som før ere ens, da Resonans mellem de to Kredse forudsættes, saa blive Dekrementerne efter Sammenkoblingen ikke som ovenfor de samme, men det ene

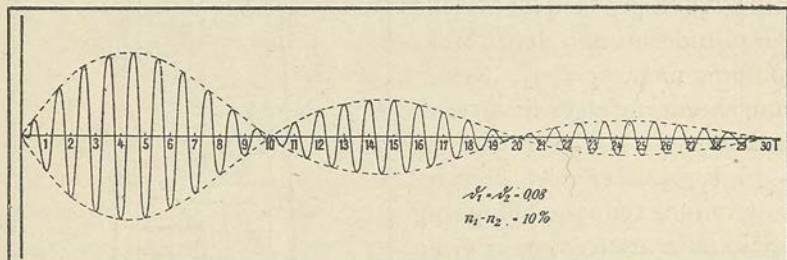


Fig. 33.

bliver lidt større, det andet lidt mindre. Kaldes Dekrementerne før Koblingen d_1 og d_2 , efter denne D_1 og D_2 , har man tilnærmeligt:

$$D_1 = d_1 + \frac{\pi^2 K^2}{d_2 - d_1} \text{ og}$$

$$D_2 = d_2 - \frac{\pi^2 K^2}{d_2 - d_1}.$$

Heraf fremgaar, at Summen af Dekrementerne er den samme, og Resonansen forandres altsaa ikke. Dersom Dæmpningen i Sekundærkredsen er betydelig større end i Primærkredsen — som Tilfældet altid er ved Kobling af Frembringerkreds og Sender —, ophører Sekundærkredsens Egensvingning hurtigt, og i Sekundærkredsen findes derefter kun den tvungne Svingning med Primærkredsens ringe Dæmpning.

c. Fast Kobling. Saasnart de to Svingningskredse ikke ere meget løst koblede, optræde altid to Svingninger med forskelligt Vekseltal, saavel i Primær- som i Sekundærkredsen, og Forskellen mellem Vekseltallene bliver større, desto fastere Kobling der anvendes.

Er Koblingen saa fast, at $K^2 > \left(\frac{d_1 - d_2}{2\pi}\right)^2$, findes følgende Sammenhæng mellem de to Svingningers Vekseltal, n_1 , n_2 og Vekseltallet n af begge Kredse før Koblingen:

$$\frac{n_1}{n} = \frac{1}{\sqrt{1 - K_1}} \quad \text{og} \quad \frac{n_2}{n} = \frac{1}{\sqrt{1 + K_1}}; \quad \text{heraf}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \sqrt{\frac{1 + K_1}{1 - K_1}}, \quad \text{hvor} \quad K_1 = \sqrt{K^2 - \left(\frac{d_1 - d_2}{2\pi}\right)^2}.$$

Eks. En Kondensatorkreds, der bestaar af en Kobberring 50 cm i Diameter, Traaddiameter 5 mm (Eks. i § 13) og $n = 3 \cdot 10^6$, kobles til en symmetrisk, aaben Sender af 100 m Længde, 5 mm Traadtykkelse. Dennes Vekseltal er altsaa ligeledes $3 \cdot 10^6$. Paa Midten er Senderen bøjet til en Ring, ligeledes med en Diameter af 50 cm. Efter Formlen for Udstraalingsdekrementet (§ 20) er Dekrementet for denne Sender, idet der sés bort fra de andre, ubetydelige Dekremitter:

$$d_s = 9,74 \cdot \eta = 9,74 \cdot \frac{1}{4 \ln \frac{l}{r}} = 9,74 \cdot \frac{1}{4 \ln \frac{10\,000}{0,25}} = 0,23.$$

Kondensatorkredsens Dekrement antages at være 0,08.

Den aabne Senders Selvinduktionskoefficient er $L_2 = 206\,000$ cm. Selvinduktionskoefficienten i Kondensatorkredsen er efter Tabel III 1472 cm.

Er Afstanden mellem de to Traadringe 0,25 cm, beregnes den gensidige Induktionskoefficient efter Formlen (Tabel III):

$$M = 4\pi r \left(\ln \frac{8r}{d} - 2 \right) = 4\pi \cdot 25 \left(\ln \frac{8 \cdot 25}{0,25} - 2 \right) = 1472 \text{ cm}.$$

Koblingskoefficienten bliver da (§ 17):

$$K = M \sqrt{\frac{2}{L_1 L_2}} = 1472 \sqrt{\frac{2}{1472 \cdot 206\,000}} = 0,12.$$

Efter ovenstaaende Formel for K_1 haves:

$$K_1 = \sqrt{0,12^2 - \left(\frac{0,08 - 0,2}{2\pi}\right)^2} = 0,104 \quad \text{og}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \sqrt{\frac{1+K_1}{1-K_1}} = \sqrt{\frac{1,104}{0,896}} = 1,11.$$

Forskellen i Vekseltallene beløber sig saaledes kun til 11 %. Begge Svingningers Forhold bliver omtrent det samme som fremstillet i Fig. 33.

Med Hensyn til Dæmpningen har man følgende Sammenstilling mellem de to ved fast Kobling opstaaende Svingningers Dekrementer D_1 , D_2 og Dekrementerne d_1 , d_2 før Sammenkoblingen, nemlig:

$$D_1 = \frac{d_1 + d_2}{2} \cdot \frac{n_1}{n} \quad \text{og} \quad D_2 = \frac{d_1 + d_2}{2} \cdot \frac{n_2}{n}.$$

Saalænge Koblingen ikke er særlig fast, er Forskellen mellem n og n_1 (n_2) ikke synderlig stor; Dekrementerne blive da lige store og lig Middeltallet af d_1 og d_2 .

Ved fast Kobling er den mindste Værdi, som et Dekrement overhovedet kan opnaa:

$$\frac{d_1 + d_2}{2\sqrt{2}}.$$

I alle praktiske Tilfælde er det mindre Dekrement ikke meget forskelligt fra $\frac{d_1 + d_2}{2}$ — eller naar d_1 er lille overfor d_2 — fra $d_2/2$.

Ved fast Kobling kan Dekrementet i den stærkest dæmpede Kreds højst bringes ned til det halve af den oprindelige Værdi.

d. Sammenligning mellem løs og fast Kobling. Med Hensyn til den sekundære Svingningsenergi er Forholdet ved de to Svingningskredse saaledes, at saalænge Koblingen er forholdsvis løs, c: naar de to Kredse have samme Vekseltal (§ 22, b), vokser Energien, jo flere af Primærsystemets Kraftlinier der gaa gennem det sekundære System, d. v. s. jo mindre Spredningen er mellem de to Systemer.

I dette Tilfælde er det udelukkende Primærsystemet, der afgiver Energi. Jo mere, desto fastere Koblingen bliver. Sekundærsystemet modtager kun Energi, og udstraaler den eller omsætter den til Varme. I det mekaniske Eksempel med Fje-

deren og Brædtet svarer dette Tilfælde til en Kobling ved Hjælp af Gummisnoren.

Ved *fast* Kobling gælder dette derimod ikke. I Sekundærkredsen optræder da to Svingninger af omtrent samme Dæmpning, men med forskelligt Vekseltal (§ 22, c).

Naar Koblingen ikke er absolut fast, forløbe Svingningerne stødvist² som i Fig. 33, Amplituderne tiltage først, aftage derefter o. s. v. Saadanne Stød maa ogsaa finde Sted i Primærsystemet, da Svingningerne her have samme Vekseltal, og Tiden mellem to Amplitude-Maksima og — Minima maa være den samme for Sekundær- og Primærsystemet, da de kun afhænge af begge Svingningers Vekseltal. Naar Svingningerne paabegyndes, har den primære Amplitude sin største, den sekundære sin mindste Værdi, og dette gælder ogsaa senere under Svingningernes videre Forløb: *Amplitudernes største Værdier i Primærkredsen falde altid sammen med de mindste Værdier i Sekundærkredsen.*

Betragter man det Øjeblik, hvor Svingningsamplituden i Primærsystemet netop er Minimum, er den Energi, som Primærsystemet indeholder, forholdsvis lille, medens Sekundærsystemets Energi er forholdsvis stor. Efter et halvt Støds Forløb er Forholdet omvendt. I Mellemtiden maa Sekundærsystemet derfor have afgivet Energi til Primærkredsen.

Med Hensyn til Energiforholdet adskiller den faste Kobling sig altsaa fra den løse derved, at Sekundærsystemet ikke udelukkende modtager Energi fra Primærkredsen og bruger denne Energi, men i en Del af Tiden tilbagegiver Sekundærkredsen Energi til Primærkredsen. *Ved fast Kobling er Primær- og Sekundærsystemet afvekslende Energikilde.*

Ved det mekaniske Eksempel med Fjedren og Brædtet kunne disse Forhold fremstilles ved en Sammenkobling ved Hjælp af en Spiralfjeder. Naar Fjedren svinger stærkest, vil Brædtet være i Ro og omvendt. (Se endvidere Eksemplet med Pendulerne § 17). Sker Sammenkoblingen ved en fast Forbindelse, faar Brædtet en større Begyndelsesamplitude, og Svingningerne ophøre meget hurtigere. At der ogsaa her er

to Svingninger til Stede, kan ses af Brædtets uregelmæssige Bevægelser.

Da Dæmpningen er forholdsvis stor ved fast koblede Systemer, af hvilke det ene allerede før Koblingen har en stor Dæmpning, vil den Energi, som de to Systemer besidde, hurtigt aftage. Svingningseffekten i den sekundære Kreds er derfor væsentligst bestemt ved det første Stød. Men Sekundærsystemet optager kun Energi fra Primærsystemet, saalænge den sekundære Svingnings Amplitude tiltager; fra det Øjeblik at denne formindskes, afgiver Sekundærkredsen Energi til Primærkredsen. Dette indtræder tidligere, jo kortere Stødet varer, $\therefore$ desto større Forskellen er mellem de to Svingningers Vekseltal, eller desto fastere Kobling der anvendes.

Af denne Grund kan man ikke ud over en vis Grænse forøge Sekundærkredsens tilførte Energi ved at gøre Koblingen fastere.

Med Hensyn til Amplituderne gælder som en almindelig Regel:

Hvad enten det kommer an paa at opnaa en stor Spændings- eller en stor Strømamplitude i Sekundærkredsen, er det bedst at give Primærkredsen en saa stor Kapacitet og en saa ringe Selvinduktionskoefficient som muligt.

Om man skal give Sekundærsystemet en stor eller lille Kapacitet beror paa, om man skal opnaa en stor Spændingsamplitude eller en stor Strømamplitude. I sidste Tilfælde gøres Kapaciteten stor i Sekundærkredsen, medens den maa være saa ringe som mulig, naar man vil have den største Spændingsamplitude.

Fordelen ved den faste Kobling fremfor den løse Kobling bestaar deri, at man kan bringe Spændingen i Sekundærkredsen op til en stor Værdi, naar man gør Primærkapaciteten stor og Sekundærkapaciteten lille.

Den faste Kobling har imidlertid den Mangel fremfor den løse Kobling, at Svingningernes Dæmpning er større, at Afstemningen (baade mellem Afsenderens Svingningskredse og mellem Afsender og Modtager) bliver uskarp og ved helt fast Kobling ganske kan bortfalde.

23. **Resonanskurver.** Antages, at en udæmpet Svingning — med Vekseltallet n_1 — virker paa en Svingningskreds — med Vekseltallet n_2 —, fremkaldes, som tidligere vist, en tvungen Svingning, hvis effektive Strøm- og Spændingsamplituder ($\propto$ de maksimale Udslag f. Eks. paa et Varmtraadsinstrument) afhænge af de to Vekseltal og af Dæmpningen.

Hvorledes disse Amplituder forandre sig, naar Vekseltallet n_2 forandres, medens den ydre EMK's Vekseltal n_1 bibeholdes konstant, kan bedst ses af en Kurve. Forholdene ere forskellige, eftersom Vekseltallet n_2 forandres ved at variere Kapaciteten ved konstant Selvinduktion eller omvendt. Den første Maade har den Fordel, at Dæmpningen da er uforandret, og den anvendes derfor her.

De forskellige Vekseltal n_2 afsættes som Abscisser og de tilsvarende Amplituder, som aflæses paa Instrumentet, I og E , som Ordinater. Fig. 34, 1—2 vise Kurverne, der have det tilfælles, at de begge have et Maksimum, naar $n_2 = n_1$ d. v. s. naar den ydre EMK's Vekseltal falder sammen med Egen-svingningens Vekseltal.

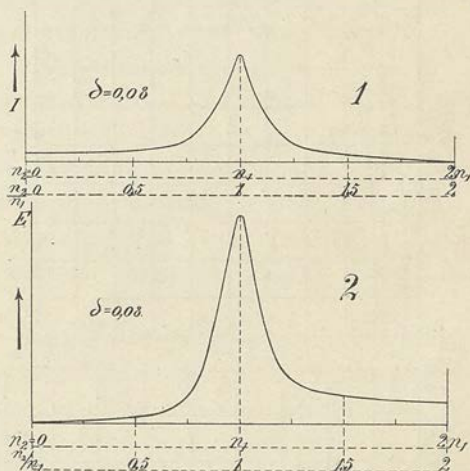


Fig. 34.

Saalænge Vekseltal-

lene ere forskellige, ere Amplituderne kun ringe; jo nærmere man kommer Resonanstilfældet, desto hurtigere stiger Amplituden. Saadanne Kurver benævnes *Resonanskurver*.

For at kunne sammenligne Kurver fra forskellige Svingningskredse benyttes ofte en anden Konstruktion, idet man ikke vælger n_2 til Abscisse, men Forholdet mellem de to Vekseltal n_2/n_1 . Ved Resonans er dette Forhold altsaa 1.

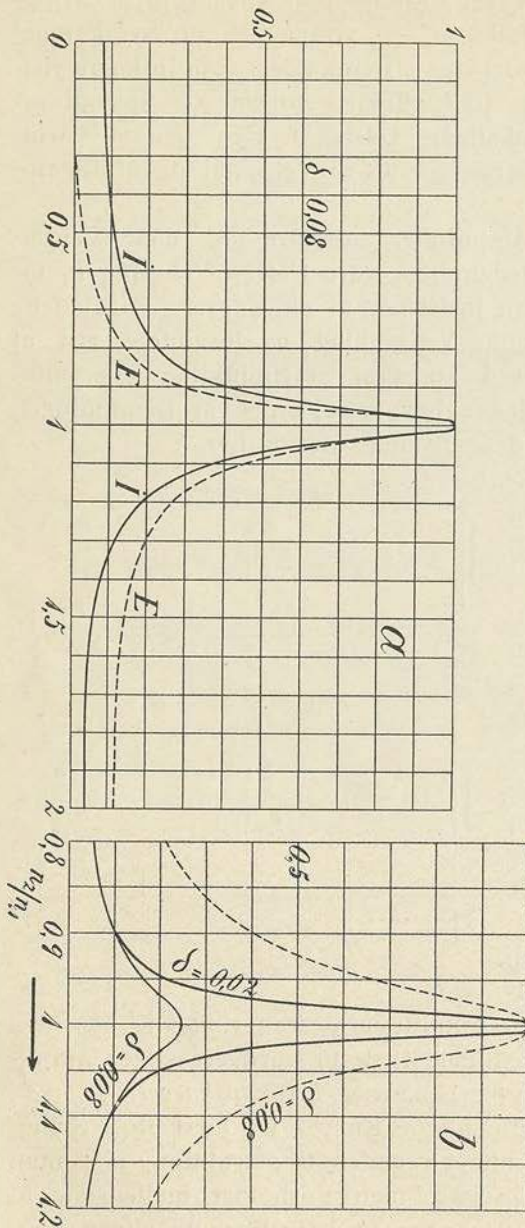


Fig. 35.

Endvidere giver man Kurvernes Amplituder samme Længde, idet man i Stedet for I afsætter I/I_r , hvor I_r svarer til Strømstyrken ved Resonans. I dette Tilfælde er I/I_r altsaa lig 1. (For Spændingskurver tages Forholdet E/E_r). I Fig. 35,a ere de to ovennævnte Kurver tegnede paa denne Maade. Dæmpningssfaktoren var $\delta = 0,08$.

Dersom den samme udæmpede Svingning virker paa to Svingningskredse, hvis Egen-svingninger have samme Vekseltal, medens Dæmpningen er forskellig, fremkommer to forskellige Resonanskurver. I Fig. 35,b er vist to saadanne Kurver, den kraftigt optrukne til Dekrementet 0,02, den svagt tegnede til 0,08. Af Kur-

verne sés, at jo større Dæmpning, desto mindre stiger Kurven i Resonanspunktet.

Tegnes begge Kurver til samme Højde i Resonanspunktet, faar man den punkterede Kurve i Stedet for den svagt optrukne. Denne (punkterede) Kurve er fladere ved Resonanspunktet end den kraftigt optrukne Kurve. I Almindelighed gælder derfor:

Have to Svingningskredse forskellig Dæmpning, er Resonanskurven for den Svingningskreds, der har det største Dekrement, fladere ved Resonanspunktet end ved den Kreds, der har det mindre Dekrement — forudsat, at Ordinaterne i Resonanspunktet ere lige store.

Det System, hvis Resonanskurve falder hurtigt fra Resonanspunktet, siges at være i *skarp* Resonans med den ydre EMK. Af Kurvens Krumning foroven vil man altid kunne danne sig et Begreb om Afstemningens Godhed.

Saafermt Dæmpningen er stor, faa Kurverne et noget andet Forløb, saaledes som f. Eks. vist i Fig. 36, a—b, der svarer til Svingningskredse, hvis Dæmpning er $\delta = 0,8$ og $\delta = 0,2$. Man ser, at den større Dæmpning bevirker, at Resonanspunktet for Spændings- og Strømamplitude bliver forskelligt, og at Amplituden ikke falder sammen med det Punkt, hvor Vekseltallene ere ens.

Naar en aaben og en lukket Svingningskreds kobles sammen, kan man paa lignende Maade som ovenfor fremstille Resonanskurver. Som Abscisser kan benyttes Forholdet n_2/n_1 ; det er dog heldigere at bruge Forholdet n_2/n_r , hvor n_r betyder det Vekseltal, hvorved der er Resonans, $\circ$: Maksimalvirkning i Sekundærsystemet.

Hvis man til at maale Virkningen i Sekundærsystemet, anvender et Varmtraadsamperemeter — hvad der er almindeligst —, hvis Udslag er proportionalt med Kvadratet paa den effektive Strømstyrke, kan Instrumentets Udslag benyttes som Ordinater, og man faar da en *Resonanskurve for Strømstyrke*.

Benyttes derimod et Elektrometer til at maale Spændingen mellem to Punkter i Sekundærkredsen, ere Udslagene propor-

tionale med Kvadratet paa den effektive Spænding, og afsættes Instrumentets Udslag som Ordinater, faaes en *Resonanskurve for Spænding*.

Bliver Spændingen E bestemt ved et Gnismikrometer, staar Gnistlængden i Forhold til Spændingens Maksimalam-

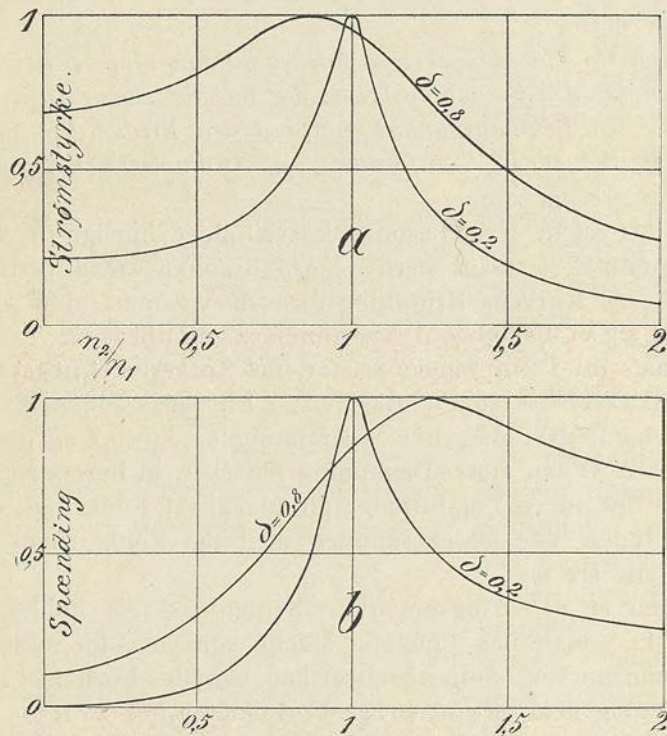


Fig. 36.

plitude, og man kan derfor som Ordinater benytte den Spænding, der svarer til Gnistlængden. Man faar da en *Resonanskurve for Maksimalamplituden*. I Tabel VI er anført den til forskellige Gnistlængder svarende Spænding.

Paa lignende Maade som ovenfor kan man af Resonanskurvernes Forløb se, hvilke sammenkoblede Systemer, der have den største Dæmpning, idet hver Kurves Form bestemmes af Summen af Dekrementerne i de sammenkoblede Kredse (se senere).

Som tidligere paavist have to Svingningssystemer, hvis Vekseltal hver for sig ere ens, efter at være sammenkoblede to forskellige Vekseltal, saafremt Koblingen ikke er meget løs. (§ 22 b og c). I Fig. 37 fremstiller Kurven *a* en Resonanskurve ved løs Kobling. Gøres Koblingen fastere, viser Resonanskurven *b* to Maksima og de tilsvarende Vekseltal ligge omtrent lige meget paa hver Side af det oprindelige. Ved endnu fastere Kobling faar man Kurverne *c* og *d*. For-

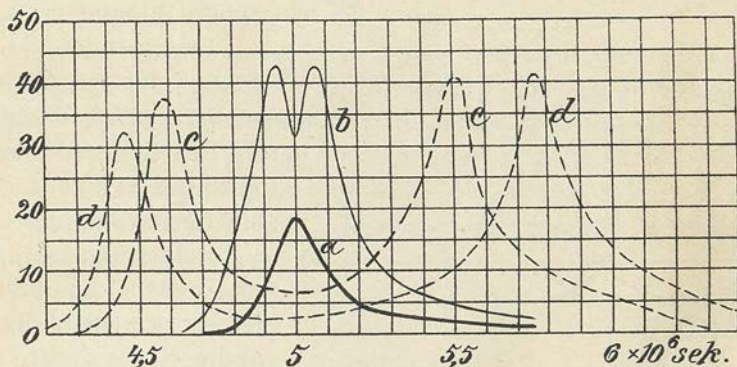


Fig. 37.

skellen mellem Vekseltallene bliver større, desto fastere Kobling der anvendes.

Dæmpningens Bestemmelse ved Hjælp af Resonanskurver omtales senere.

24. Staaende Svingninger i Traade og Spoler. I Lydlæren kendes ikke alene fremadskridende Bølger i Rummet, men ogsaa de saakaldte *staaende* Luftbølger i Rør og Streng. Ved at paavirke en Violinstreng kan man faa den til at give ikke alene sin Grundtone, men ogsaa forskellige højere, harmoniske Toner. Strengens Svingninger i nogle forskellige Tilfælde er vist i Fig. 38, 1—3.

De Bølger, der frembringes, naar en Sten kastes i Vandet, ere fremadskridende, medens de, der fremkomme ved at gnide med Fingrene paa Kanten af et Glas med Vand, ere staaende Bølger.

Svingninger kunne ligeledes frembringes i en Snor, hvis ene Ende er fastspændt. Dersom Snorens Længde er uendelig, skrider Bølgebevægelsen stadig fremad. Er Længden derimod endelig, løbe Svingningerne til Endepunktet og kastes derfra tilbage, $\therefore$ Snorens Svingning er staaende.

Giver man Snoren to Impulser, opstaar en *Interferens*, naar den første Svingning kastes tilbage og træffer den anden.

Have de samme Periode, kunne de forstærke hinanden.

Fastspændes en Stang i den ene Ende, medens den anden er fri, vil den ved Paa-virkning svinge med sin Egensvingning, $\therefore$ $\frac{1}{4}$ Bølgelængde (Fig. 38,4). Den kan imidlertid ogsaa paatvinges andre Svingninger, f. Eks. $\frac{1}{2}$ Bølgelængde (Fig. 38,5), $\frac{3}{4}$ Bølgelængde (Fig. 38,6) o. s. v.

Paa lignende Maade kan i Traade og Spoler frembringes elektriske Spændings- (Strømstyrke-) bølger, der enten ere fremadskridende eller staaende. Kun de sidste

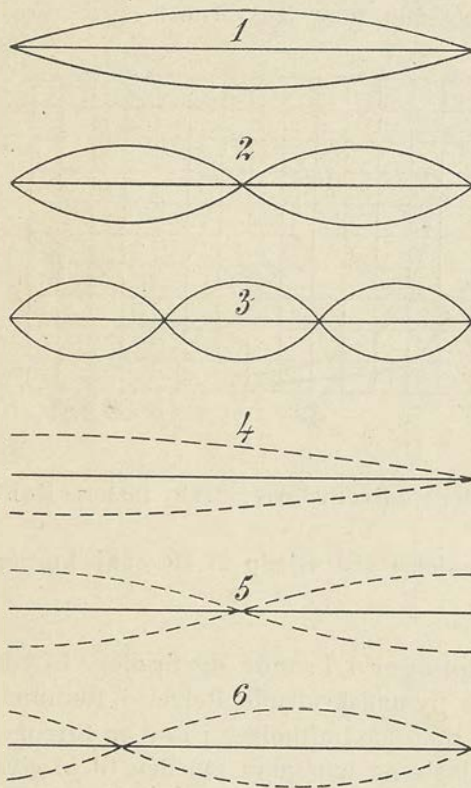


Fig. 38.

skulle behandles nærmere, da de ere de hyppigst forekommende.

Hvis man tænker sig at have frembragt to Bølger med samme Amplitude og Bølgelængde, men i modsatte Retninger, kunne de fremstilles ved Kurverne i Fig. 39,1. Der opstaar da en resulterende Svingning, som er vist ved den stærkt op-

trukne Kurve i Fig. 39, 2—5, idet Svingningerne ere fremstil-
lede for en halv Periode med et Tidsmellemrum af $T/8$, hvor
 T er Svingningstiden. Ved den næste halve Periode ville alle
Fortegnene være modsatte.

Den resulterende Svingning er ingen fremadskridende
Bølge, men en *staaende* Svingning, thi Kurven har med regel-
mæssige Afstande *Knuder* og *Buge*, der stadig findes paa samme
Sted. Af Figuren sés, at Afstanden mellem to Knuder i den
staaende Svingning er lig den halve Bølgelængde for den
fremadskridende Bølge.

Dersom de fremadskridende Bølger i modsat Retning ikke
have samme Amplitude (Fig. 39, 6—7), dannes dog staaende
Bølger. Men her ville de Steder, hvor den resulterende Sving-
ning har et Maksimum (Bug ved *A*, *C* og *E*), skifte med de Steder,
hvor den har et Minimum (Knuder ved *B* og *D*). Afstanden er
dog stadig $\frac{1}{2}$ Bølgelængde. Men Amplituderne ere ikke Nul
i Knuderne, og disse ere *uskarpe*.

Dersom et Strømstød (Fig. 39, 8) løber langs en Traad og
kommer hen til dennes Endepunkt *A*, maa de nærliggende
Dele af *A* modtage en vis Ladning og faa en bestemt Spæn-
ding. I den anden Del af Traaden er paa samme Tid hver-
ken Strøm eller Spænding til Stede. Der hersker derfor en
Spændingsforskel mellem de to Dele af Traaden, og dette har
til Følge en Strøm i modsat Retning. Man siger, at Strøm-
stødet er reflekteret ved Traadens *Endepunkt*.

Det samme indtræffer, naar en sinusformet Strømbølge be-
væger sig langs Traaden, ogsaa den maa blive reflekteret.
Den staaende Bølge, der fremkommer som Resultant af den
direkte og den reflekterede Bølge, har et Knudepunkt ved *A*,
da Strømstyrken her maa være Nul. Ladningen (og dermed
Spændingen) er derimod størst ved *A*, og den staaende Bølge
maa derfor ved *A* have en Spændingsbug. For Traaden
gælder altsaa: en *Strømknude svarer til en Spændingsbug*, eller
udenfor Traaden: en *Knude for magnetisk Feltstyrke svarer til*
en elektrisk Feltstyrkebug.

Hvis Traaden er opviklet i Spoleform, blive Forholdene
de samme, hvilket kan vises paa følgende af *Seibt* angivne
Maade:

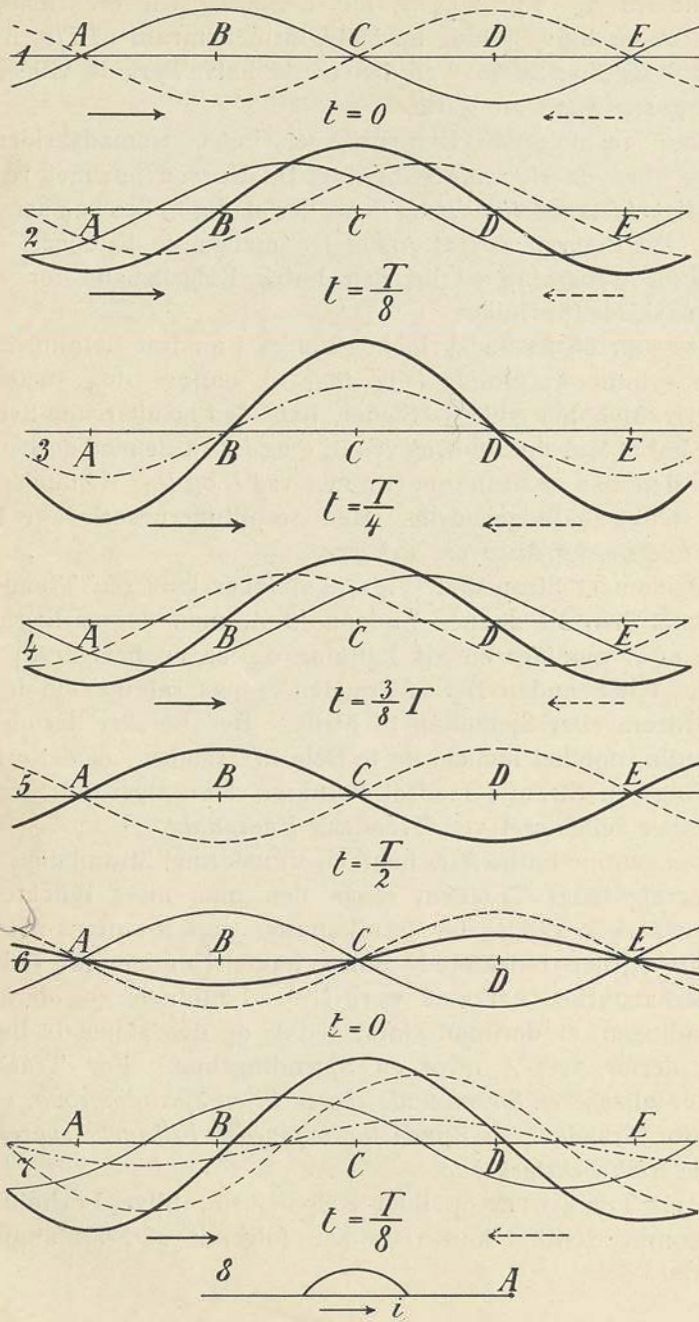


Fig. 39.

Paa en lodret Træstang R (Fig. 40) opvikles en tynd, isoleret Traad, og langs med denne Spole og isoleret fra den er i faa Centimeters Afstand udspændt en tynd, blank Traad T , som er forbunden med *Jord*. Spolen er forneden sat i Forbindelse med et Svingningssystem, bestaaende af et Par Leydnerflasker $C_1 - C_2$, et Gnistrum G og en foranderlig Selvinduk-

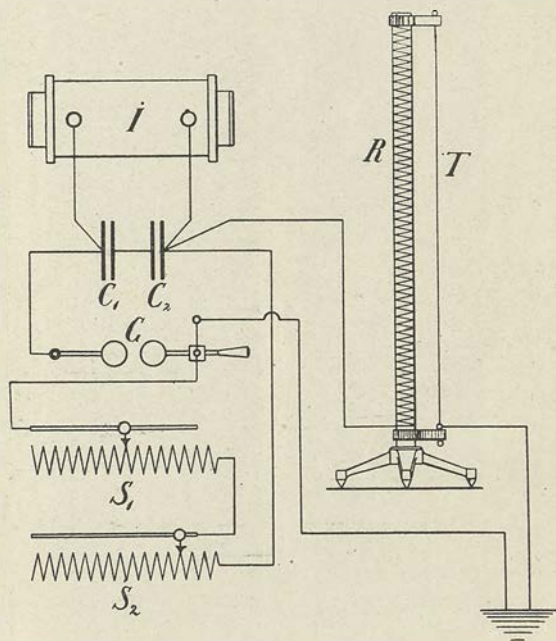


Fig. 40.

tion $S_1 - S_2$. Systemet er paa sædvanlig Maade forbundet med en Induktor I . Strømløbet fremgaar af Figuren.

Naar den lukkede Svingningskreds er i Virksomhed, kan man variere Selvinduktionen saaledes, at Grundsvingningen eller harmoniske Oversvingninger fremkomme i Spolen. Resonansen giver sig tilkende ved en Lysudstraaling fra Spolen til den jordforbundne Traad.

Hvis Spolen svinger med sin Egensvingning, lyser den stærkest ved Toppen (Fig. 41, a). Svinger den med sine Oversvingninger, er Lysudstraalingen klarest, hvor der er størst

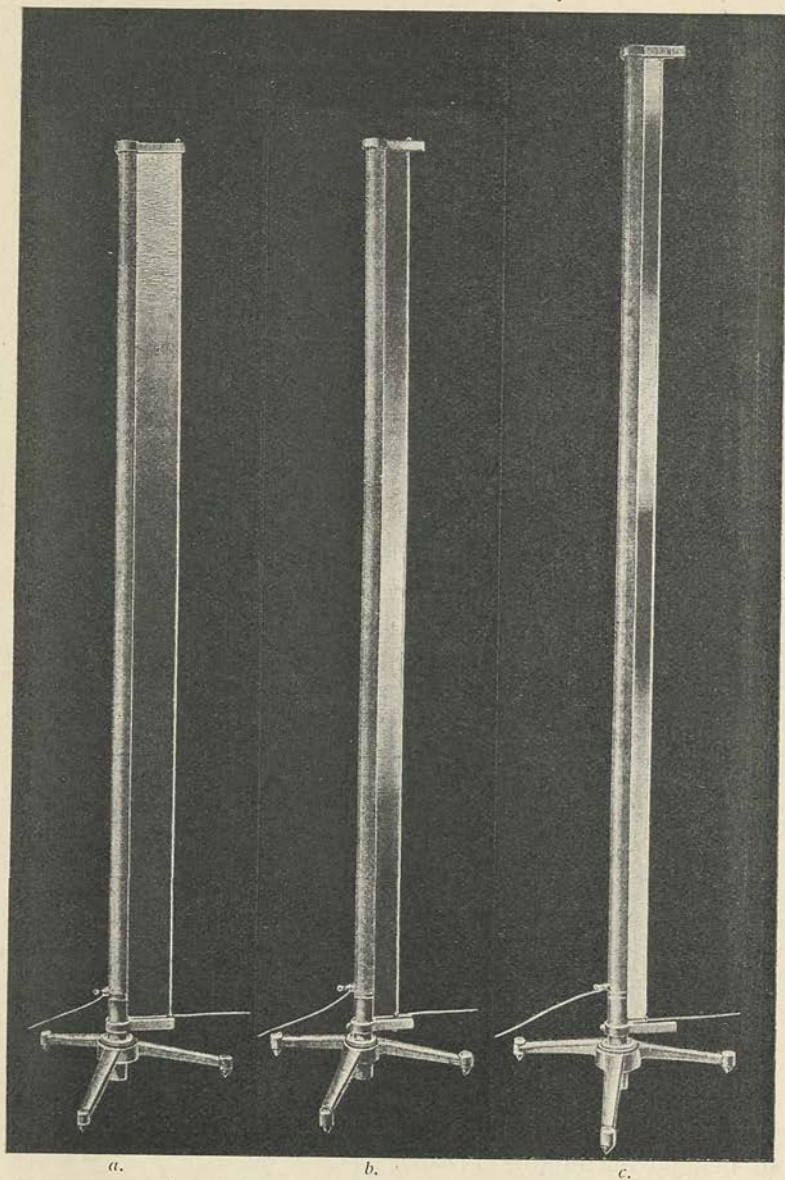


Fig. 41.

Spænding (Fig. 41, b—c). Ved at borttage den parallelle Traad og nærme en Metalstang med en lille Kugle til Spolen, kan man udtrække Gnister fra Spolen. Længden af disse Gnister giver da et Begreb om Spændingsfordelingen.

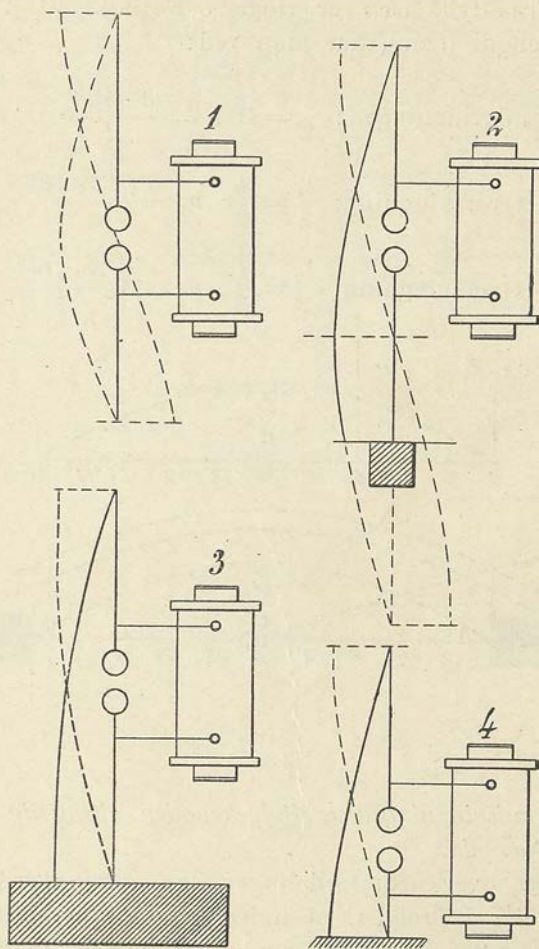


Fig. 42.

25. **Staaende Svingninger i aabne Sendere.** Hvis en Induktors Gnistrum (eller en Lysbue) forbindes med to lige lange Traade (Fig. 42,1), og der fremkaldes en Gnistovergang

(eller Lysbuen tændes), opstaar der i Traadene en Svingning, hvis Spænding foroven og forneden har en Bug (med modsatte Fortegn), paa Midten en Knude. Som ovenfor vist har Strømstyrken derimod en Bug paa Midten og Knuder ved Enden af Traaden.

Naar Traadtykkelsen er ringe i Forhold til Traadenes samlede Længde (l cm), har man ved:

$$\text{Grundsvingningen: } \frac{\lambda}{2} = l; \quad n = \frac{3 \cdot 10^{10}}{l}.$$

$$1^{\text{ste}} \text{ Oversvingning: } \frac{\lambda_1}{2} = \frac{l}{2}; \quad n_1 = 2 \frac{3 \cdot 10^{10}}{l}.$$

$$2^{\text{den}} \text{ Oversvingning: } \frac{\lambda_2}{2} = \frac{l}{3}; \quad n_2 = 3 \frac{3 \cdot 10^{10}}{l}.$$

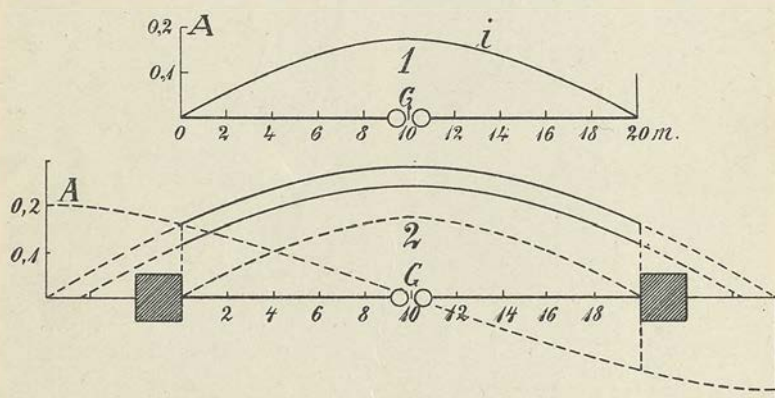


Fig. 43.

Ved Grundsvingningen er Bølgelængden altsaa lig den dobbelte Traadlængde.

En Kurve over Strømfordelingen kan optages ved paa forskellige Steder i Traaden at indsætte et Amperemeter. Som Abscisser afsættes Traadens Længde og som Ordinatorer Strømstyrken. Kurven bliver omtrent en Sinuskurve (Fig. 43,1).

Dersom Traadenes Ender forsynes med store Kapaciteter (Fig. 43,2), er Forholdet mellem Strømamplituderne paa Mid-

ten og ved Enderne betydeligt mindre, end hvis ingen Kapaciteter forefindes, og desuden bliver Strømstyrken større.

Gnistrummets (Lysbuen) Beliggenhed har ogsaa Indflydelse paa Strømkurvens Maksimum. I Fig. 44,₁ er *a* Strømkurven, naar Gnistrummet (Lysbuen) ligger i Midten, medens *b* viser Kurven, naar Gnistrummet (Lysbuen) flyttes til $\frac{1}{4}$ af hele Længden. I Fig. 44,₂ viser *c* Kurven, naar Gnistrummet (Lysbuen) flyttes hen til Enden af Traaden. Det

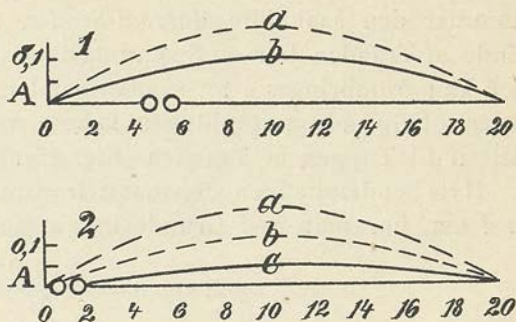


Fig. 44.

fremgaar heraf, at Strømkurven beholder samme Form med Maksimum paa Midten, men dette aftager betydeligt, naar Gnistrummet (Lysbuen) flyttes bort fra Midten. Det bedste

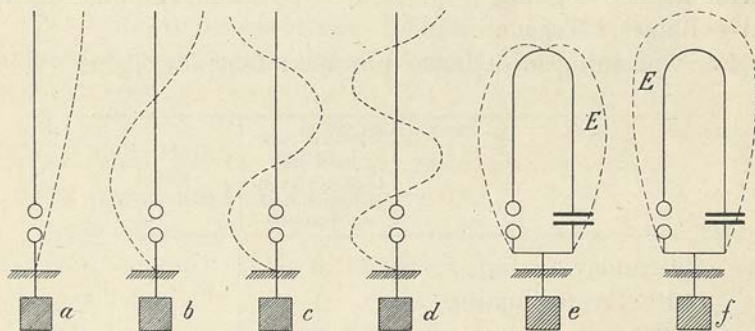


Fig. 45.

Resultat opnaaes, naar Gnistrummet (Lysbuen) anbringes paa det Sted, hvor Strømstyrken er størst.

Dersom den ene Traad borttages og erstattes med en Kapacitet (elektrisk Modvægt), findes den største Strømstyrke ikke længer ved Midten af Senderen, men rykker henimod

Kapaciteten (Fig. 42,2). Hvis Kapaciteten er meget stor, findes den største Strømstyrke ved denne (Fig. 42,3).

Noget lignende gælder, hvis den ene Traad borttages og dens Elektrode forbindes med *Jord* (Fig. 42,4). Derved fremkommer den saakaldte *Marconi-Sender*, der ved den øverste Ende af Traaden har en Spændingsbug. Den Grundsvingning, der kan frembringes i en saadan Sender, vil derfor være saaledes, at Spændingsamplituden vokser opefter fra Jordforbindelsen til Toppen af Traaden (Fig. 45,a).

Hvis Senderens Længde, maalt fra Gnistrummet til Toppen, er l cm, har man ved Grundsvingningen:

$$\frac{\lambda}{2} = 2l \text{ og } n = \frac{3 \cdot 10^{10}}{2l}.$$

Den første harmoniske Svingning (Fig. 45, b) har en Frekvens, der er 3 Gange Grundsvingningen, og den har en Spændingsknode omtrentlig $\frac{1}{3}$ Traadlængde fra Toppen. Ved den 2den harmoniske Svingning (Fig. 45,c) er der to Spændingsknuder og $2\frac{1}{2}$ halve Bølger i Traaden, og ved den 3die harmoniske Svingning (Fig. 45,d) 3 Spændingsknuder og $3\frac{1}{2}$ halve Bølger i Traaden.

For Spændingsfordelingen har man følgende Tabel:

	Spændings- knuder (den ved Gnistrummet ikke medregnet).	Antal $\frac{1}{4}$ Bøl- ger i Lufttraaden.
Grundsvingning	0	1
1 ^{ste} Oversvingning . . .	1	3
2 ^{den} — . . .	2	5
n^{te} — . . .	n	$(2n + 1)$

Strømfordelingen i Traaden er forskudt $\frac{1}{4}$ Bølgelængde for Spændingen.

Et særligt Tilfælde af staaende Svingninger i Traade fremkommer, naar Senderen dannes af en lukket og tilstrækkelig lang Traadsløjfe (Fig. 45,e—f). I den ene Gren anbringes

et Gnistrum, i den anden en Kondensator (en saakaldt *Loop-Antenne*). Naar Udladninger finde Sted, frembringes i Sløjfen staaende Svingninger med Knuder og Buge.

Kaldes hele Længden af Traaden i Sløjfen l , ville de Bølgelængder, hvor:

$$\lambda = l; \lambda_1 = \frac{l}{2}; \lambda_2 = \frac{l}{3} \dots\dots,$$

alle have en Spændingsknude og Strømstyrkebug ved Toppen (Fig. 45, e). Strømretningen i de to Grene er modsat, og ingen Udstraaling kan finde Sted.

Man kan imidlertid ogsaa fremkalde Bølgelængder, hvor:

$$\lambda = 2l; \lambda_1 = \frac{2}{3}l; \lambda_2 = \frac{2}{5}l \text{ osv.}$$

Disse have en Spændingsbug og Strømknude ved Toppen, medens Strømmen i Sløjfen gaar i samme Retning (Fig. 45, f). De to Sider i Sløjfen virke nu som to aabne Sendere, der ere forbundne ved Toppen. Denne Sløjfe vil derfor *udstraale* Svingninger.

26. Elektromagnetiske Bølger i Rummet. Ved en Bølgebevægelse forstaar man i Almindelighed en fremadskridende Energioverføring fra én Del til en anden. Det er en fysisk Egenskab ved Bølgebevægelsen, at Energien ved Hjælp af den føres bort fra det bølgefrembringende Legeme og for en Tid opsamles i det omgivende Stof.

Nogle Eksempler fra Luft og Vand skulle nævnes for at lette Forstaaelsen af de *elektromagnetiske* eller *elektriske Bølgers* Beskaffenhed.

Hvis Haanden bevæges langsomt frem og tilbage, dannes Hvirvler i den omgivende Luft, lignende de Hvirvler, der fremkomme, naar en Aare bevæges gennem Vandet. Luftmolekylerne skubbes til Side af Haanden og søge om bag denne. Der medgaar Energi, ikke alene til selve Haandens Bevægelse, men ogsaa nogen Energi til at frembringe disse Hvirveldannelser.

Naar en Flade saaledes bevæges langsomt frem og tilbage, fjerner Energien sig aldrig fra Fladens Omgivelser, men følger dens Bevægelser. Standse disse, omsættes Energien til Varme.

Forholdet er imidlertid helt anderledes, hvis et Legeme bevæges saa hurtigt, at det omgivende Stof ikke faar Tid til at vige til Side; da kommer Trægheden til at spille en Rolle, og der frembringes en Bølgebevægelse. Idet en Flade hurtigt bevæges frem og tilbage i Luften, sammentrykkes Molekylerne i Stedet for at vige til Side; der tilføres det enkelte Molekyl en Energi, som det atter maa afgive, men paa Grund af Trægheden kommer det paa den anden Side af sin Ligevægtsstilling (ligesom et svingende Pendul). Derved sammentrykkes de omgivende Molekyler, og de afgive atter Energi til de næste o. s. fr.; der skabes med andre Ord en Energi-bølge, som fortsættes ud i Rummet, og som vedvarer, selv efter at det frembringende Legeme er kommet i Ro. Det er karakteristisk ved Bølgebevægelsen, at Energien ved hvert Molekyl forekommer vekselvis som Bevægelsesenergi og som Stillingsenergi.

Som tidligere omtalt (§ 13) kræves to Egenskaber for at kunne frembringe en Bølgebevægelse i et Stof, nemlig at Stoffet er i Besiddelse af Træghed og af sig selv søger en Ligevægtsstilling.

Der er derfor lige saa mange Slags Bølger, som der er Maader, hvorpaa Forstyrrelser kunne bringes ind i Ligevægten.

Dersom Vandet i en Bugt hæves (f. Eks. ved Strøm eller lignende), strømmer det tilbage, naar Paavirkningen ophører, og har Højdeforskellen været betydelig, bliver Hastigheden saa stor, at Vandoverfladen i Bugten synker under det normale, og der opstaar Overfladebølger, som bringe periodiske Forandringer i Vandhøjden.

En Vandoverflade er i Besiddelse af en vis Overfladespænding. Den yder en vis Modstand mod at strække sig, ligesom et Stykke Kautsjuk. Naar Vandet hæves paa et enkelt Sted, er der en Kraft til Stede, som søger at trække Overfladen sammen til sin Hvilestilling. Saadanne Bølger kunne ses, naar

en Fiskeline trækkes gennem Vandet vinkelret paa Overfladen. Og endelig lader Vandet sig sammentrykke, hvorfor der i selve Massen kan frembringes *Trykbølger*. Saadanne Bølger fremkomme f. Eks. ved Minesprængninger under Vandet.

I hvert Tilfælde maales Bølgehastigheden ved Kvadratorden af Forholdet mellem to Størrelser, hvoraf den ene staar i Forbindelse med Elasticitet, medens den anden afhænger af Tæthed eller Masse pr. Rumenhed.

Ved al Bølgebevægelse maales desuden Hastigheden ved Produktet af Bølgelængden og Antallet af fuldstændige Svingninger pr. Sekund. Dersom v er Bølgehastigheden, n Vekslertallet og λ Bølgelængden, har man:

$$v = \frac{n}{\lambda} \lambda.$$

For yderligere at lette Forstaaelsen af de elektriske Bølgers Væsen, skal en Del af Elektronteorien ganske kort forklares:

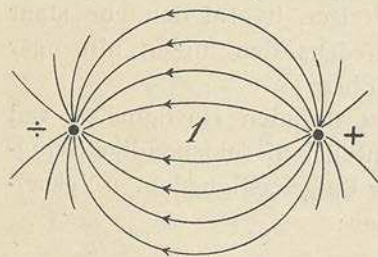
En *Elektron* er et negativt ladet Energicenter i Æteren, hvorfra der udgaar Spændingslinier (elektriske Kraftlinier) i alle Retninger. Æteren tænkes at opfylde Rummet og gennemtrænge alle Stoffer. Atomerne ere kun særlige Æterformationer, paa samme Maade som alle Legemer kunne betragtes som forskelligartede Ætergrupperinger.

Et Atom indeholder et Antal Elektroner, ved hvis forskellige Sammenstilling og Antal de forskelligartede Atomer opstaa. Deres elektriske Kraft kan imidlertid ophæves af en eller anden Kraft inden i Atomet, og denne benævnes positiv Elektricitet. Man forudsætter imidlertid, at en eller flere Elektroner kan løsrides fra et Atom, og dette bliver derved »positivt« ladet. En Elektron er det mindste elektriske Legeme; dets Masse er tiln. $0,61 \cdot 10^{-27}$ g og dets Radius ca. 10^{-13} cm. I Forhold til Atomet er en Elektron yderst ringe, omtrent som en enkelt Mursten i Forhold til et Kirketaarn. Man har saaledes beregnet, at et Kviksølvatom er sammensat af mindst 100 000 Elektroner.

To Elektroner frastøde hinanden med en i Forhold til

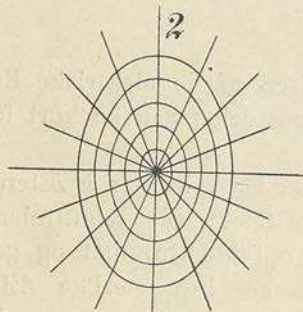
deres Størrelse umaadelig stor Kraft. Anbringes de i en indbyrdes Afstand af 1 cm i et lufttomt Rum, er den frastødende Kraft $1,16 \cdot 10^{-19}$ Dyn. Denne Kraft er 10^{43} Gange større end Tyngdekraften.

Tænker man sig 2 Blykugler, hver med en Vægt af 1 g

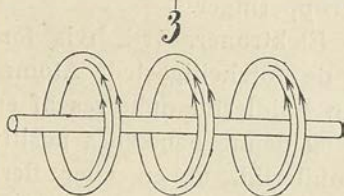


og i en Afstand af 1 cm, ville de tiltrække hinanden med en Kraft af $6,6 \cdot 10^{-8}$ Dyn, en Kraft, der er altfor lille til at maales med noget kendt Instrument.

Tænke vi os 2 Kugler med ren negativ Elektricitet, hver af 1 g Vægt og i en Afstand af 1 cm, ville de frastøde hinanden med en Kraft af $31,4 \cdot 10^{34}$ Dyn eller 320 Kvadrillioner Tons.



Hvis den ene var anbragt ved Sydpolen og den anden ved Nordpolen, vilde de dog frastøde hinanden med en Kraft af 192 Millioner Tons, trods det, at Kraften aftager med Kvadratet paa Afstanden.



Dersom vi kun tænkte os 1 g negativ Elektricitet, der paaavirkede 1 Elektron i 1 cm Afstand, var Kraften dog 194 Millioner Dyn. Selv om Elektronen fjernedes til Solen, vilde det paa denne Afstand ($1,53 \cdot 10^{13}$ cm) paavirkes med en saa stor Kraft, at det i

Fig. 46.

Løbet af 20 Sekunder opnaaede Lysets Hastighed.

Naar en Elektron frigøres fra et Atom, bliver den dog stadig forbundet med det ved elektriske Kraftlinier, som altid ere til Stede, uanset om Afstanden er stor eller ringe. Saadanne Kraftlinier ere afbildede i Fig. 46,1. En Elektrons Bevægelse fremkalder imidlertid magnetiske Kraftlinier, der staa vinkelret paa

de elektriske Kraftlinier. I Fig. 46,₂ ere de elektriske Kraftlinier viste ved de rette Linier, hvorimod de sluttede, koncentriske Linier fremstille de magnetiske Kraftlinier, der staa vinkelret paa de første. I Fig. 46,₃ er fremstillet 3 Ringe af

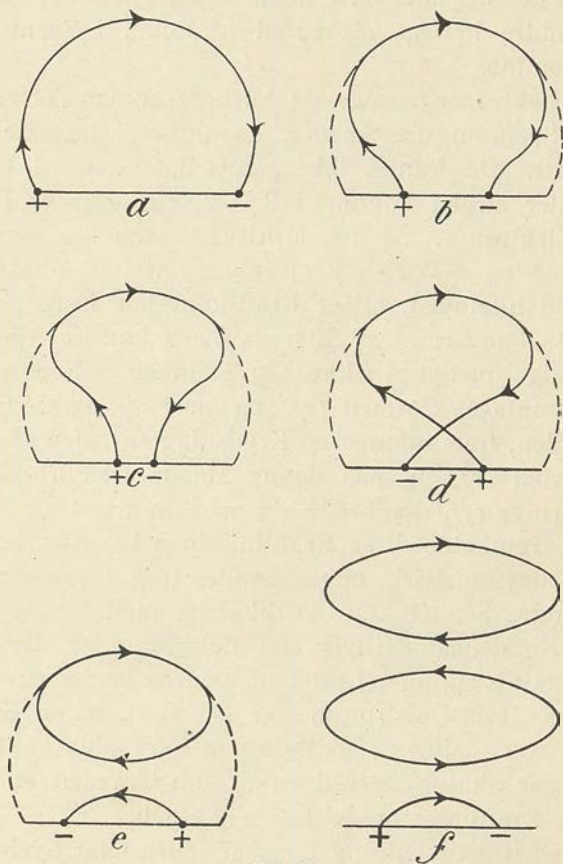


Fig. 47.

magnetiske Kraftlinier omkring en retlinet, elektrisk svingende Leder. Den saakaldte elektriske Strøm maa nemlig opfattes som en Elektron-Strømning gennem Lederen. Foregaar Bevægelsen i én Retning, haves en *Jævnstrøm*, medens en *Vekselstrøm* fremkommer, naar Elektronerne bevæge sig frem og tilbage i Lederen.

Som omtalt ere Elektronerne ikke bundne til deres bestemte Atom. Der kan godt finde en Udveksling af Elektroner Sted mellem de enkelte Atomer. Et Atoms Ensartethed maa nemlig kun betragtes som en Ensartethed i Formen, ikke i Massen. I faste Legemer ere nogle Elektroner fast forbundne, medens andre bevæge sig rundt i Atomet i Form af elektriske Strømme.

Naar Elektroner bevæge sig hurtigt gennem Æteren, fremkalde de Spændingsfænomener, da de ere i Besiddelse af en Slags Inerti. De kunne ikke pludseligt sættes i Bevægelse og ej heller straks komme i Ro. I Fig. 47, a er skematisk vist en Elektron $\div$ og en positiv Ladning $+$, der ere forbundne ved en elektrisk Kraftlinie. Hvis de pludseligt bevæges mod hinanden, bliver Kraftlinievejen bragt ud af sin Form (b). Paa Grund af Æterens Inerti kan Kraftlinien ikke tilstrækkelig hurtigt trække sig sammen. Fortsættes Bevægelsen, antages Formen (c), og naar $+$ og $\div$ fjerne sig fra hinanden, fremkommer en Krydsning (d), der afsnører en Kraftliniering (e), og paa denne Maade frembringes stadig Kraftlinieringe (f), der brede sig ud i Rummet.

Til at fremkalde disse Kraftlinieringe benyttes i Almindelighed en usymmetrisk, aaben Sender (Fig. 48, a). En saadan jordforbunden Sender kan i Forbindelse med Jorden betragtes som en Kondensator, hvis ene Belægning er den lodrette Traad over Gnistrummet (Lysbuen), medens Jorden er den anden Belægning. Hvis Gnistrummet er saa stort, at en Gnist ikke kan slaa over, lades de to Dele paa hver Side af Gnistrummet, og der skabes derved rundt om Traaden et elektrisk Felt, hvis Kraftlinier ere viste i Fig. 48, b.

Naar en Gnistudladning foregaar (eller naar Lysbuen tændes), finder, som tidligere omtalt, en svingende Udladning Sted, og Induktoren (eventuelt Frembringerkredsen eller Lysbuen) virker fuldstændigt som en Pumpe, der afvekslende pumper Elektroner ind i og ud af Traaden.

Er Lufttraaden f. Eks. ladet med Elektroner (største Spænding) (Fig. 48, c), bevæge disse sig — under Udladningen — mod Gnistrummet (Spændingen falder), og Kraftliniernes Form for-

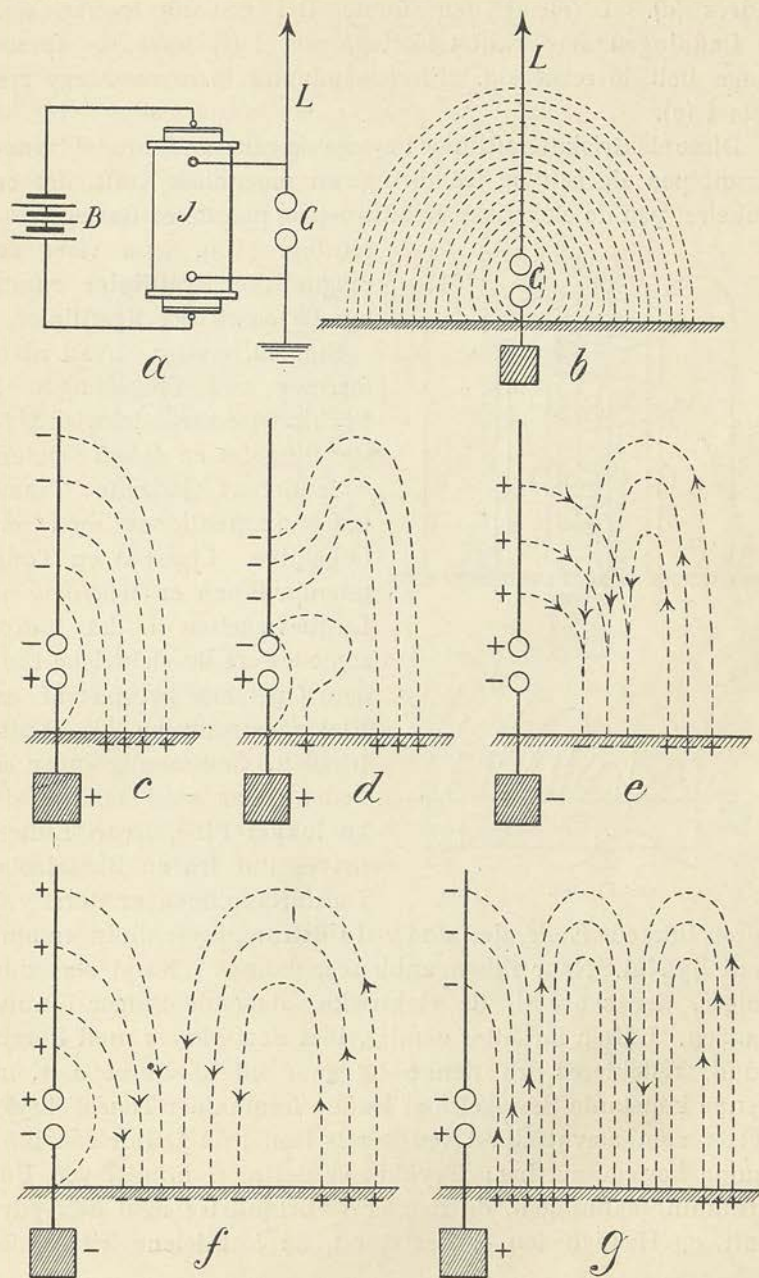


Fig. 48.

andres (d). I (e) er den første Del ved at løsrive sig, da Ladningen har skiftet Fortegn, og i (f) have de første Ringe helt løsrevet sig. Flere saadanne løsrevne Ringe ere viste i (g).

Disse elektriske Kraftlinier bevæge sig gennem Rummet transversalt paa sig selv og frembringe en magnetisk Kraft, der er vinkelret paa de elektriske Kraftlinier og paa deres Bevægelsesretning.

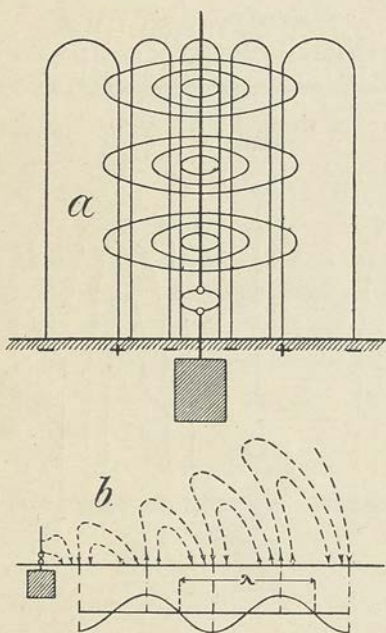


Fig. 49.

Fig. 49, a viser de magnetiske Kraftlinier rundt om de elektriske Kraftlinier.

Fig. 49, b viser, hvad man forstaar ved Bølgelængde i Forbindelse med elektrisk Udstraaing fra en aaben Sender.

Senderens lodrette Traad kan sammenlignes med en Orgelpibe. Ligesom en Tone udenfor Piben er afhængig af Luftbevægelsen i det Indre, saaledes ere de elektriske Bølgers Opstaaen betinget af en Elektronstrømning i Lufttraaden. Sammenligningen er bedst, naar man tænker sig en lukket Pibe, hvori Luften drives ind fra en Blæsebælg. Luftfortætningen er størst ved

Rørets lukkede Ende, derimod ved Udstrømningsaabningen omtrent lig Nul. Naar Piben anblæses, dannes i Røret staaende Bølger, der svare til de elektriske, staaende Bølger i Lufttraaden. Luften fortættes nemlig, idet den blæses mod Rørets Bund, reflekteres fra denne og gaar ud af Røret o. s. fr. Denne konstante Bevægelse af Luften fremkalder Tonen. Trykket er som nævnt størst ved Rørets Ende, da Luftdelene ikke kunne bevæge sig her; Trykket er derimod mindst ved Udstrømningsaabningen, da den er i Forbindelse med den ydre Luft, og Hastigheden er her størst, da Luftdelene frit kunne

bevæge sig. Den punkterede Kurve i Fig. 50, a viser Trykket i Røret, og Kurven i (b) Luftbevægelsens Hastighed. Til Sammenligning er en aaben Sender vist i Fig. 50, c—d, hvor (c) giver Spændingskurven. Spændingen stiger fra Gnistrummet til Traadens Ende, hvor Elektronbevægelsen er Nul, medens Hastigheden er størst ved Gnistrummet, som vist i (d), der gengiver en Strømstyrkekurve.

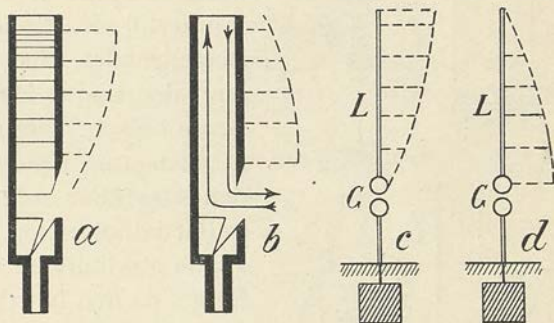


Fig. 50.

27. **Modtagere.** Da de elektriske Bølger som foran nævnt bestaa af periodisk svingende, elektriske og magnetiske Kraftlinier, frembringe de paa deres Vej gennem Rummet lignende Svingninger i de Ledere, som befinde sig indenfor deres Rækkeomraade.

Svingningerne kunne ikke direkte opfattes af de menneskelige Sanser, saaledes som Tilfældet er ved Lys eller Varme. Man maa derfor benytte sig af særlige Apparater, de saakaldte *Detektorer* (Indikatorer), som kunne lade sig paavirke enten af Svingningernes elektriske eller magnetiske Kraft, naar de paa en eller anden Maade sættes i Forbindelse med Lederen.

I Fig. 51,₁ er vist en Afsender og en Modtager, bestaaende af en lodret, jordforbunden Traad, hvori for neden er anbragt en Bølgedetektor *K* (der maa reagere for Strømstyrke). Denne Modtager svarer fuldstændig til *Marconi*-Senderen. Gnistrummet *G* er blot erstattet med en Detektor *K*.

En saadan Afsender og Modtager kan opfattes som to uendelig løst sammenkoblede Svingningssystemer, og det er derfor umiddelbart indlysende, at den bedste Paavirkning opnaaes, naar Resonans er til Stede mellem Afsender og Modtager. De

bør derfor være nøjagtigt afstemte, naar man ønsker den kraftigste Paavirkning. Som tidligere omtalt fremkommer imidlertid i Afsenderen to Bøgelængder, den ene kortere, den anden længere end Grundbølgen. Det er muligt at afstemme Modtageren til den ene eller anden af de to Partialbølger, og man vælger da almindeligst den korte Bølge, da den har den mindste Dæmpning.

Da en Bøgedetektor altid besidder en større eller mindre ohmsk Modstand, vil den — anbragt i en aaben Svingningskreds — forårsage en Dæmpning i denne. Ligesom ved Afsenderen benytter man derfor koblede Systemer. Detektoren kan da anbringes parallelt til en lukket Svingningskreds med Selvinduktion og Kapacitet, og kan enten direkte (Fig. 51,2) eller

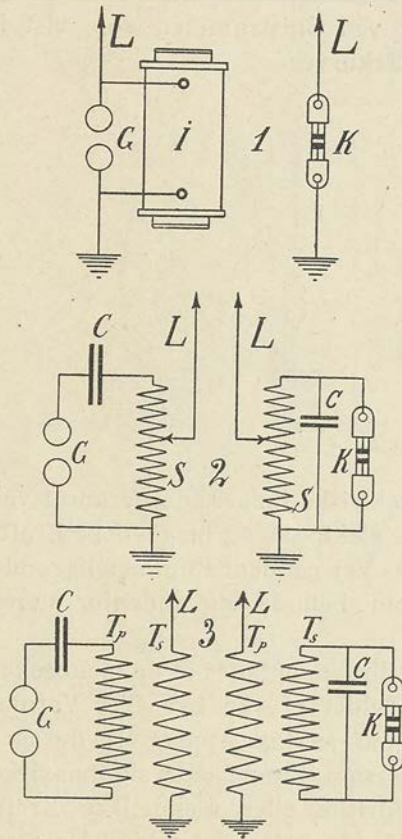


Fig. 51.

induktivt (Fig. 51,3) kobles til den aabne Svingningskreds. Det gælder ogsaa her, at de to Svingningskredse maa være i Resonans indbyrdes og med Afsenderen; bedst ere Forholdene, naar Afstemningen og Koblingsgraden er ens ved Afsender og Modtager, men da det er vanskeligt at udføre disse Maalinger nøjagtigt, benyttes hyppigst den ovennævnte Maade, nemlig at afstemme Modtageren til den korteste Partialbølge.

28. **Luftnet.** Hidtil har kun været omtalt Sendere eller Modtagere, der have bestaaet af en enkelt Metaltraad, *Lufttraaden* (Antennen), der er ført næsten lodret op i Luften, fastgjort til en Mast, Skorsten el. lign., medens den forneden gennem et Gnistrum (Lysbue) er forbundet med *Jord*. Den fremstiller saaledes en usymmetrisk Sender (Modtager), til hvis ene Side er forbundet en Leder med meget stor Overflade og Kapacitet. Ved denne Kapacitet findes derfor en Strømbug, henholdsvis Spændingsknude (§ 25).

En saadan Sender (Modtager) er *harmonisk*, idet Modstand, Selvinduktion og Kapacitet er jævnt fordelte over hele Lederens Længde.

Kapaciteten af en saadan Traad, hvis Længde er l cm og Radius r cm, er udtrykt ved:

$$C = \frac{l}{2 \ln \left(\frac{l}{r} \right)}.$$

Formlen forudsætter imidlertid, at Overfladespændingen overalt er den samme. Dette er ikke Tilfældet med Lufttraaden, idet Spændingen stiger henimod Traadens Top.

Da Spændingskurven kan antages at være en Sinuskurve, bliver Overfladespændingens Gennemsnitsværdi $\frac{2}{\pi} \times$ den maksimale Værdi, og den resulterende Kapacitet bliver som Følge heraf:

$$C_1 = \frac{2}{\pi} \frac{l}{2 \ln \left(\frac{l}{r} \right)}.$$

Paa lignende Maade vilde Selvinduktionskoefficienten, saafremt Strømstyrken i Traaden overalt var den samme, være udtrykt ved (tiln.):

$$L = 2l \ln \left(\frac{l}{r} \right).$$

Men da Strømstyrken ikke er den samme overalt, men tiltager fra Toppen og nedefter (som antaget efter en Sinuskurve), bliver Strømstyrkens Gennemsnitsværdi $\frac{2}{\pi} \times$ den maksimale

Værdi og dermed den resulterende Selvinduktionskoefficient:

$$L_1 = \frac{4}{\pi} l \ln \left(\frac{l}{r} \right).$$

Den *Thomson'ske* Svingningsformel $T = 2\pi\sqrt{LC}$ og Formlen for Bølgelængden $\lambda = 2\pi\sqrt{LC}$ (§ 13, a) gælder ogsaa for Lufttraaden, saafremt den betragtes som en Strømkreds, der bestaar af en kapacitetløs Ledning med Selvinduktionskoefficienten L_1 og Topkapaciteten C_1 , altsaa:

$$T = 2\pi\sqrt{L_1 C_1} \quad \text{og} \quad \lambda = 2\pi\sqrt{L_1 C_1}.$$

Indsættes de ovenstaaende Værdier for L_1 og C_1 i Formlen for λ faaes:

$$\lambda = 2\pi \sqrt{\frac{4}{\pi} l \ln \left(\frac{l}{r} \right) \cdot \frac{2}{\pi} \frac{l}{2 \ln \left(\frac{l}{r} \right)}} = 4l.$$

Lufttraaden svinger saaledes i $1/4$ Bølgelængde.

Kun hvor det drejer sig om korte Telegrafafstande kan man imidlertid benytte en saadan Sender, da der er Grænser for den Energimængde, som den kan udstraale.

Senderens Fjernvirkning er nemlig givet ved den tilførte Svingningsenergi, og denne kan højst være lig med Ladeenergien. Saafremt E er den størst tilladelige Spænding i Traaden og C_1 dennes Kapacitet, er Ladeenergien udtrykt ved (§ 2):

$$A_L = \frac{C_1 E^2}{2}.$$

Heraf ses, at Energien kun afhænger af den tilladelige Spænding i Traaden og af dennes Kapacitet. En Lufttraad er derfor kun i Stand til at optage en bestemt til Nytte kommende Energi.

For at forøge denne Energi kan man gaa to Veje, nemlig:

1. Lufttraaden kan omgives med et Isolationslag af større dielektrisk Værdi end Luft.
2. Lufttraadens Kapacitet kan forøges ved Anvendelse af flere Traade.

Den første Maade anvendes sjældent, dels fordi Isolationslagets Tykkelse er begrænset, dels fordi Bekostningen er for stor.

Den anden Maade er den almindeligst anvendte, og Traadene kunne da anbringes paa forskellige Maader.

Den Forøgelse af Kapaciteten, som fremkommer ved Anvendelsen af flere Traade, er imidlertid ikke proportional med Traadenes Antal, men afhænger i høj Grad af Traadenes indbyrdes Afstand, idet de udøve en afelektriserende Virkning paa hverandre, saafremt Afstanden ikke er tilstrækkelig stor.

Nedenstaaende Tabel viser den samlede Kapacitet af to parallelle Traade ved forskellige Afstande (α angiver den Faktor, hvormed den dobbelte Kapacitet skal multipliceres):

<i>Indbyrdes Afstand:</i>	α	<i>Indbyrdes Afstand:</i>	α
5 cm	0,7	40 cm	0,917
10 —	0,775	60 —	0,958
20 —	0,842	80 —	0,983
30 —	0,883	100 —	1,000

Det fremgaar heraf, at Traadene ikke indvirke paa hverandre, saafremt Afstanden er over 1 m, og man har derfor ved denne eller større Afstande den dobbelte Kapacitet.

Selvinduktionen blev halv saa stor, hvis man kunde se bort fra den gensidige Induktion, som de to parallelle Traade udøve paa hinanden. Den gør imidlertid Selvinduktionen forholdsvis større.

Den i Løbet af en Svingning tilførte Energi er:

$$A_L = \frac{C_1 E^2}{2}.$$

Den pr. Sekund tilførte Energi er altsaa:

$$A_S = \frac{C_1 E^2}{2 T},$$

eller, naar man indsætter $T = 2\pi \sqrt{L_1 C_1}$,

$$A_S = \frac{C_1 E^2}{4\pi \sqrt{L_1 C_1}} = \frac{E^2}{4\pi} \sqrt{\frac{C_1}{L_1}}.$$

Heraf fremgaar, at Svingningsenergien, der kan tilføres pr. Sekund, forøges, naar C_1 gøres større og L_1 mindre.

Naar to Traade derfor føres i tilstrækkelig stor Afstand fra

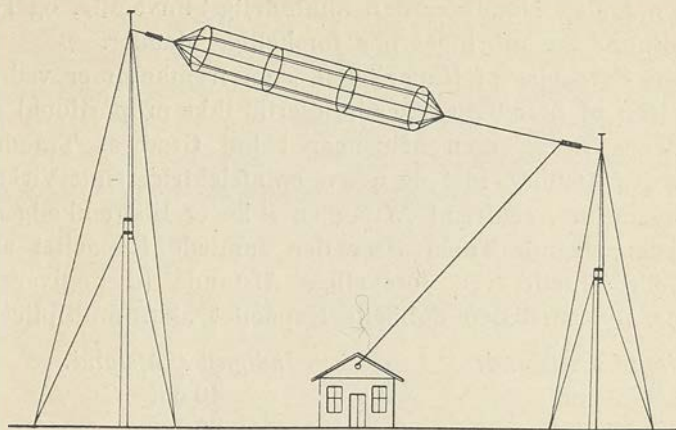


Fig. 52.

hinanden, fordobles Svingningsenergien pr. Sekund, og anvendes n Traade, kan Energien gøres n Gange saa stor. Det er dog en Nødvendighed, at de i Traadene opstaaende Svingninger

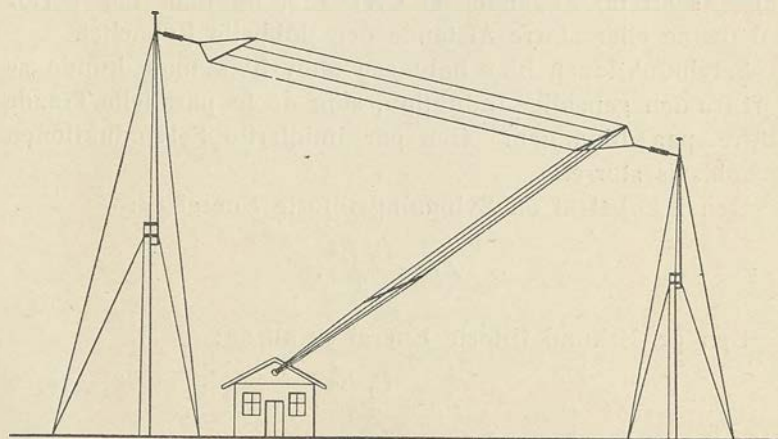


Fig. 53.

ere nøjagtig ens, $\text{c}:$ at Traadlængden (ved simple Netformer) er den samme i hver Traad. Forholdet er noget lignende, dersom Traadene ikke føres parallelt.

Af de forskellige Former paa Luftnet skulle følgende omtales nærmere:

Ruse-Nettet er vist i Fig. 52. Ved Lufttraadens øvre Ende er anbragt en Kapacitet bestaaende af flere parallelle Traade samlede til en Ruse. Ved Anbringelsen af denne Topkapacitet bliver Fjernvirkningen større, end naar en enkelt Traad benyttes, idet man dels forøger Strømstyrken i Nettet, dels kan forøge den pr. Sekund afgivne Svingningsenergi (som ovenfor vist).

Harpe-Nettet (Fig. 53) dannes af flere foroven anbragte parallelle Traade, der udspændes mellem Masterne, med

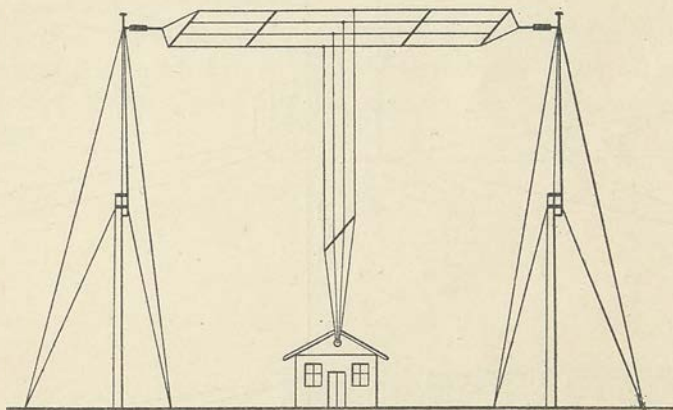


Fig. 54.

Traadenes Plan vandret. Harpen forbindes med Stationen ved flere sammenløbende eller parallelle Traade.

T-Nettet (Fig. 54) bestaaer af en foroven anbragt Harpe med flere parallelle Traade. Fra Midten af disse føres et tilsvarende Antal parallelle Traade ned til Stationen. Ofte forlænges Harpen nedefter til hver Side (Fig. 55).

Vifte-Net (Fig. 56). Mellem Masterne og isoleret fra disse er udspændt en Traad, hvorfra Traade føres sammenløbende ned til Stationen.

Medens de i Fig. 52 til 56 omtalte Net anvendes baade ved Land- og Skibsstationer, findes nogle Former, som udelukkende benyttes ved Landstationer.

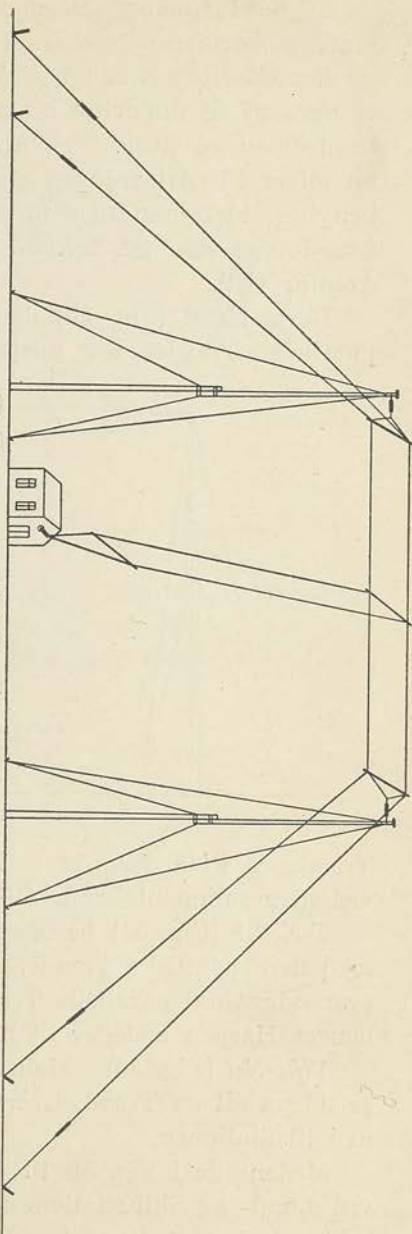


Fig. 55.

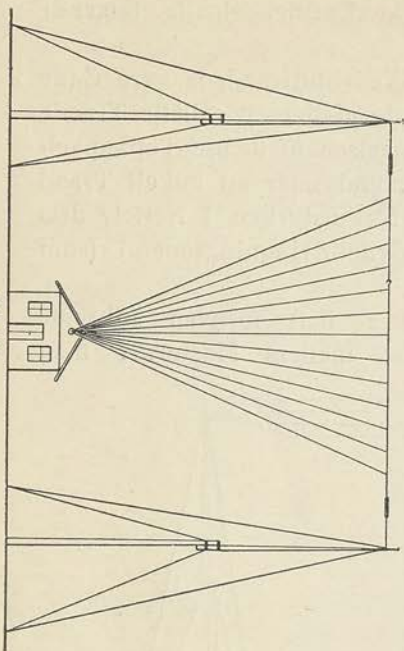


Fig. 56.

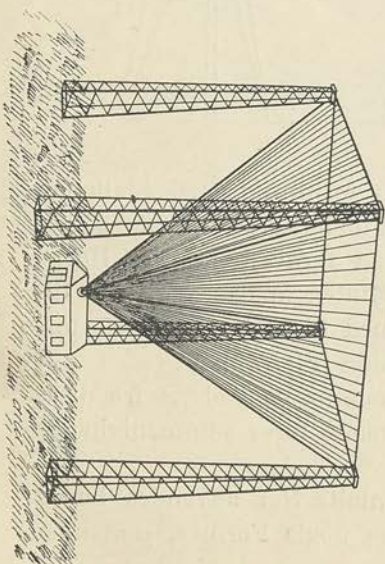


Fig. 57.

Pyramide-Net (Fig. 57). Nettet bestaar egentlig af fire Viftenet, sammenstillede saaledes at Traadene danne en omvendt Pyramide. Forneden samles Traadene og føres ind til

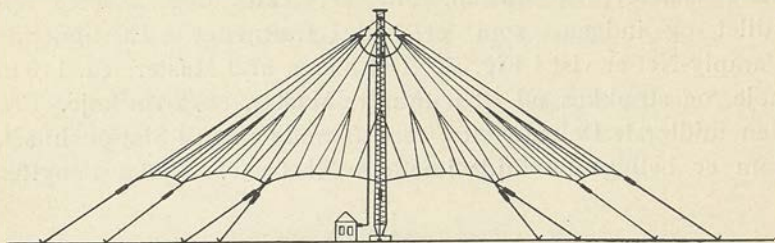


Fig. 58.

Stationen. Et saadant Net anvendes bl. a. ved den i *Poldhu* beliggende Marconistation, der benyttes til transatlantisk Telegrafering. Nettet er udspændt mellem fire 60 m høje Gittermaster.

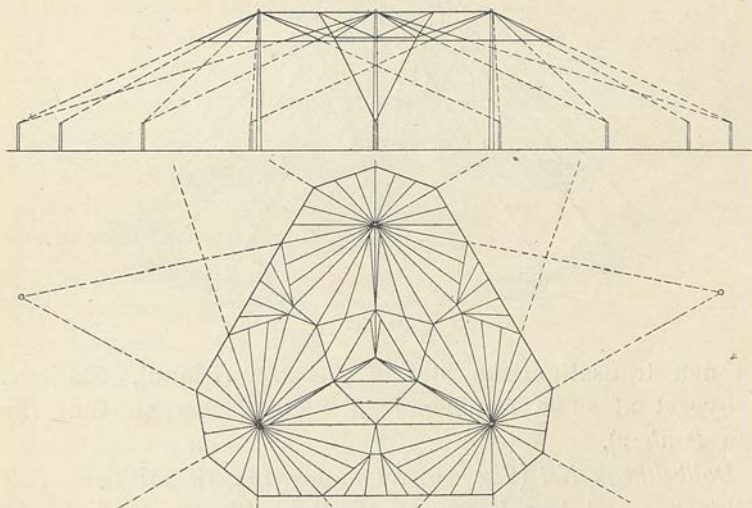


Fig. 59.

Paraply-Net (Fig. 58). Det har Form af en Kegel. Fra Stationen føres Traade (lodrette eller næsten lodrette) op til Mastens Top, hvorfra Traade gaa straaaleformet udefter og nedefter. Saadanne Net benyttes hyppigt ved militære Felt-

Telegrafstationer. Et lignende Net finder Anvendelse ved *Telefunken's* 3000 km Station i *Nauen* (nærvæd Berlin). Til at bære Nettet anvendes et 100 m højt Gittertaarn. Nettet kan være isoleret fra Masten, ofte er denne dog isoleret opstillet og indgaar som et Led i Luftnettet. Et lignende Paraply-Net er vist i Fig. 59. Det bæres af 3 Master, ca. 110 m høje, og strækkes ud til 9 mindre Master, ca. 20 m høje. Fra den midterste Del af Nettet fører Traade ned til Stationshuset, som er beliggende midt imellem Masterne. Nettet benyttes

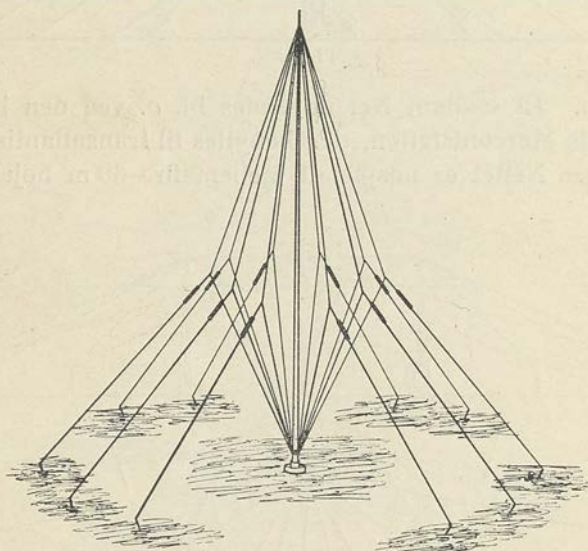


Fig. 60.

ved den transatlantiske Station *Knockroe* (Irland). Stationen er bygget af »The Amalgamated Radio-Telegraph Co.» (System *Poulsen*).

Dobbeltkegle-Net (Fig. 60) anvendes ofte til militære Feltstationer. Det har Form af en Dobbeltkegle og forbindes forneden med Stationen. Masten er isoleret opstillet. —

Luftnettet er næsten altid fælles for en Stations Afsender og Modtager. Under Afsendelse ere Modtageapparaterne afbrudte ved Hjælp af en Omskifter el. lign., der er saaledes indrettet, at der kun kan sendes, naar Modtageapparaterne ere afbrudte.

For at afbryde Afsendeapparaterne under Modtagelse er i Luftnettet, lige ovenfor Sekundærspolen, anbragt et lille Gnistrum (højest 1 mm). Det er tilstrækkelig stort til at forhindre de modtagne Bølger i at gaa ind i Afsenderen, medens det lille Gnistrum ikke er nogen Hindring for Afsendelsen.

29. **Forandring af et Luftnets Bølgelængde.** Med et givet Luftnet kan det ofte være ønskeligt at benytte *forskellige* Bølgelængder, der enten ere større eller mindre end den normale.

En *Forøgelse af Bølgelængden* kan opnaaes ved at anbringe en Selvinduktionsspole *S* mellem Luftnettet og Gnistrummet *G*, Lysbuen eller Koblingstransformatoren (ogsaa ved Modtagere) (Fig. 61,1). Medens Bølgelængden oprindelig var bestemt ved:

$$\lambda = 2\pi \sqrt{L_1 C_1},$$

vil man, efter at have anbragt Spolen, faa:

$$\lambda_1 = 2\pi \sqrt{L_2 C_1},$$

hvor L_2 er den resulterende, større Selvinduktionskoefficient. Kapaciteten er omtrentlig uforandret, da Spolens Kapacitet er forsvindende overfor Traadens Kapacitet.

Spolen kunde tænkes erstattet med en ækvivalent Traadlængde l_n (Fig. 61,2). Spændings- og Strømsstyrkekurverne ere da ikke længere Sinuskurver (som vist punkteret), men antage en Form, lignende den i Figuren viste. Der fremkommer ved Spolens øverste Ende en Spændingsstigning, og for Afsenderens Vedkommen- de kan Spændingen let overstige den tilladelige

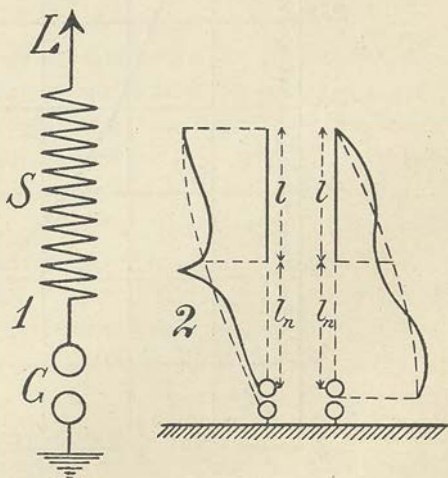


Fig. 61.

Overfladespænding, saaledes at det omgivende Luftlag gen-nembrydes, og en violet Udstraaing af Elektricitet bliver synlig. Ved denne Art Udstraaing foraarsages et direkte Energitab.

Naar *Forlængespoler* anvendes, bliver Fjernvirkningen altid mindre, idet den Svingningsenergi, som pr. Sekund kan tilføres en Afsender, nemlig:

$$A_s = \frac{E^2}{4\pi} \sqrt{\frac{C_1}{L_1}}.$$

forringes paa Grund af den større Selvinduktion. Den ved Udladningen opstaaede Svingningsenergi bliver for største Delen i Spolen, og kun en mindre Del kan udstraales af Nettet.

Forsøg med et Harpenet (ca. 30 m Længde), hvori der var anbragt en Forlængespole og et Varmtraadsamperemeter, viste, at en Forøgelse af Bølgelængden med 100 % fremkaldte en Nedgang i Strømstyrken med ca. 30 %.

Et andet Eksempel er vist ved Kurven i Fig. 62. Abscisserne ere Bølgelængdens Forøgelse i Procent og Ordinaterne

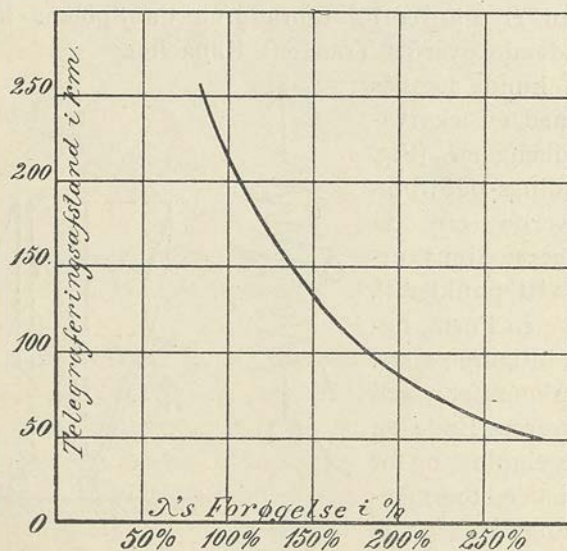
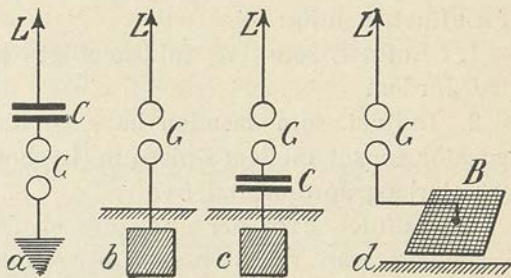


Fig. 62.

de størst opnaelige Telegrafafstande. Den normale Bølgelængde var ca. 280 m, og der anvendtes Harpenet.

En *Formindskelse af Bølgelængden* kan ske ved at anbringe en Kondensator i Luftnettet lige over Gnistrummet (Lysbuen) eller Koblingstransformatoren (ogsaa ved Modtagere) (Fig. 63, a). Da den



[Fig. 63.]

ne Kapacitet er forbundet i Række med Luftnettets Kapacitet, bliver den resulterende Kapacitet (§ 5) og dermed Bølgelængden mindre. At Fjernvirkningen ogsaa her bliver mindre, er umiddelbart indlysende efter Formlen for Afsenderens tilførte Svingningsenergi pr. Sekund:

$$A_s = \frac{E^2}{4\pi} \sqrt{\frac{C_1}{L_1}}.$$

Svingningsforholdene ere iøvrigt ret indviklede.

30. Jordforbindelse. Naar Luftnettet er forbundet med *Jord*, findes, som foran omtalt, en Strømbug ved Jordforbindelsen, og Strømmen maa gaa ind i Luftnettet fra Jorden og omvendt. Der kræves derfor en fri Passage til og fra Jorden. Ved en *god Jordforbindelse* forstaar man i Almindelighed, at der mellem den nederste Ende af Lufttraaden og Jorden findes en metallisk Kontakt med stor Overflade (Fig. 63, b).

Den i (c) viste Lufttraad, hvor der mellem Gnistrummet (Lysbuen eller Koblingstransformatoren) og Jordforbindelsen er indsat en Kondensator, og Lufttraaden i (d), som foruden er forbundet med en stor Plade el. lign., kunne dog ogsaa kaldes *jordforbundne*, thi der findes en udæmpet Vej for Svingningerne fra Lufttraaden til *Jord*. Ved (d) kan Pladen *B* i Forbindelse med Lufttraaden nemlig betragtes som den

ene Belægning af en Kondensator, hvis anden Belægning dannes af Jorden.

Med Hensyn til Jordforbindelsen findes altsaa tre Typer af Luftnet, nemlig:

1. Luftnet, som ere fuldstændigt og ledende forbundne med Jorden.

2. Luftnet, som desuden have en tilstrækkelig stor Kondensator indsat mellem Gnistrum (Lysbue eller Koblingstransformator) og Jordforbindelsen.

3. Luftnet, hvor der anvendes en *Modvægt*.

Medens man ved Skibsstationer saa godt som udelukkende benytter Jordforbindelse, eller som det her ofte benævnes *Vandforbindelse*, stille Forholdene sig anderledes, naar Talen er om Landstationer. Meningerne ere da meget delte med Hensyn til Fordelene ved at benytte den ene eller anden af de tre Maader. Erfaringen synes at vise, at Jordforbindelse er en absolut Nødvendighed, naar man skal telegrafere over lange Afstande. Strømstyrken angives at være ca. 1,5 Gange større, end naar Type (3) benyttes.

I den amerikanske Marine er afholdt forskellige Forsøg hvoraf fremgik:

Naar et Skib stod i Tørdok og Vejret var tørt, opnaaedes kun ca. 25 % af den almindelige, største Telegrafafstand.

Mellem et Skib og en Landstation, hvis almindelige Telegrafafstand var 120 km, kunde efter lang Tids tørt Vejr kun opnaaes ca. 75 km Afstand, men efter et Døgns Regn steg Telegrafafstanden til 130 km.

Naar Vandforbindelsen blev borttaget fra Modtageren i en Skibsstation, opnaaedes 30 % af Telegrafafstanden. Blev Vandforbindelsen tillige borttaget fra Afsenderen, opnaaedes kun 15 %.

Naar Luftnettets Forbindelse fjernedes fra Modtageren, medens Jordforbindelsen bibeholdtes, opnaaedes Forbindelse paa ca. 5 km, medens man kun kunde telegrafere over ca. 3 km, naar Luftnettets tillige borttoges fra Afsenderen. —

Medens Jordforbindelse er nødvendig, naar man ønsker at opnaa den størst mulige Telegrafafstand, giver Jordforbin-

delsen Anledning til flere atmosfæriske Forstyrrelser; Afstemningen mellem de forskellige Svingningskredse samt mellem Afsender og Modtager kan ikke gøres saa fin, og paa Grund af den hyppige Forandring af Jordforbindelsens Godhed (Regn, Tørke) varierer Dæmpningen og dermed Bølgelængden. Ved Landstationer benyttes derfor hyppigt *Modvægt*.

31. Luftnettets Højde og den største Telegrafafstand.

Marconi har opstillet en empirisk Formel vedrørende Forholdet mellem den største Telegrafafstand D (i Meter) og Højden H (i Meter) af en enkelt lodret Lufttraad, nemlig:

$$H = c \sqrt{D},$$

hvor c er en Konstant, der afhænger af den anvendte Apparatype. Det forudsættes, at Telegraferingen foregaar over fri Sø.

Lignende Erfaringer ere gjorte af *Telefunken*. Fig. 64 viser en Kurve, der (tilnærmeligt) giver Forholdet mellem H og D ved *Telefunken's* Stationstype Cm 200, 1906.

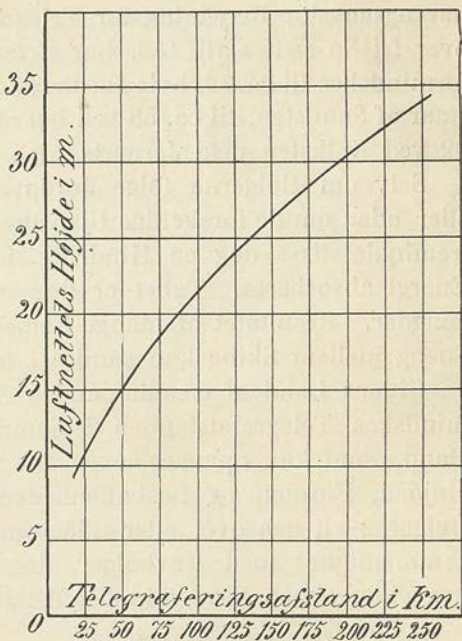


Fig. 64.

32. Forhindringer mellem Telegrafstationer. Ved en første Betragtning skulde det ikke anses for muligt paa Grund af Jordkrumningen at telegrafere over større Strækninger, da de elektriske Svingninger forplante sig retlinet ligesom Lyset. Dette sidste er imidlertid kun rigtigt, saafremt man tænker sig en i Rummet frit anbragt Afsender.

Saasnart Afsenderen befinder sig nær ved Jordoverfladen — hvad der altid er Tilfældet —, vil Svingningernes Bevægelsesretning ikke længere være retlinet, men den vil paa-virknes af Jordoverfladen; de elektriske Bølger glide langs denne paa lignende Maade, som de kunne forplante sig langs Ledere.

Da Jordens Overflade kan betragtes som en Leder, er det indlysende, at Telegraferingen kan foregaa betydeligt bedre over aaben Sø end over Land (navnlig ved mindre Bølgelængder) og lettere over en fugtig Jordbund (f. Eks. efter en Regn) end over en tør Jordbund. Jordbundens Beskaffenhed har ogsaa stor Betydning for Telegrafafstanden. Hvis denne over fri Sø sættes til 100, har Erfaringen vist, at Afstanden formindskes til ca. 72, hvis Jordbunden mellem Stationerne bestaar af Sandsten, til ca. 58 ved haard Kalksten og til kun ca. 32 ved Kalksten med Jernerts.

Selv om Bølgerne følge Jordoverfladen og gaa op over eller uden om de forskellige Ujævnheder (Skove, Høje, Bjerge), frembyde disse dog en Hindring, idet en Del af Bølgenes Energi absorberes. Tabet er dog mindre ved større Bølgelængder. Resultatet af mange Forsøg med Telegrafering over Sø og mellem Skibe kan samles i følgende:

Findes Land af en eller anden Art mellem to Skibe, formindskes Telegrafafstanden i Sammenligning med den Afstand, som kan opnaaes over fri Sø. Tabet varierer med Højden, Formen og Beskaffenheden af Landet. En Del af Bølgerne vil gaa over eller uden om Hindringerne. De kunne sammenlignes med Havbølger, der brydes over et Rev; de gaa videre, men have tabt betydeligt i Energi ved at passere over Revet.

Saadanne Hindringer danne tillige en Slags Skærm for de elektriske Bølger, og naar Skibe derfor komme tæt under Skrænter, Klippevægge eller store Bygninger med Kobbertage, kan det ske, at Paavirkningen ophører, indtil Afstanden fra de paagældende Hindringer er bleven større.

Atmosfærens Tilstand indvirker ogsaa paa Telegraferingen. Indeholder Luften smaa Partikler, f. Eks. Støv, Salt i fugtig Sølufte eller Røg fra Skorstene, formindskes Telegrafafstanden.

Det har endvidere vist sig, ved Telegrafering med store Bølgelængder og over større Afstande, at Atmosfæren ikke er lige gennemtrængelig paa Døgnets forskellige Tider. Telegraferingen foregaar som Regel bedre om Natten end om Dagen. Den bedste Tid antages at være om Morgenens ved 5-Tiden.

En Forklaring gaar ud paa, at Sollyset formindsker Luftens Dielektricitetskonstant, saaledes at den violette Udstraa-ling af Elektricitet fra Luftnettet bliver større, d. v. s. den udstraalede Svingningsenergi mindre.

Ved en anden Forklaring fremhæves, at det ultraviolette Lys er i Stand til at udskille Elektroner fra Luftmolekylerne. Da Sollysets ultraviolette Lys i høj Grad absorberes af de øvre Lag i Atmosfæren, kan det meget vel tænkes, at der i den Del af Atmosfæren, som belyses af Solen, frigøres en Mængde Elektroner. Disse frigjorte Elektroner sættes i Bevægelse af Svingningerne, som derved tabe i Energi.

Det skal dog anføres, at *Fessenden* mener (1907) at have fundet en særlig Metode til Frembringelsen af de elektriske Svingninger, saaledes at disse ikke generes af Dagslyset, men endog ere noget kraftigere end om Natten. *Marconi* har gjort lignende Erfaringer, og det fremgaar af disse, at de elektriske Svingninger ikke hindres af Dagslyset, naar der benyttes Bølgelængder paa ca. 4000 m og derover.

33. Retningstelegrafi. En almindelig aaben Sender, der anbringes vinkelret paa Jordoverfladen, udstraaler de elektriske Svingninger i alle Retninger. Dette er en stor Mangel ved Radiotelegrafien, thi i de fleste Tilfælde skal man kun telegrafere med en enkelt Station, og den Energi, der udsendes i de øvrige Retninger, er ikke alene spildt, men den kan til- lige forstyrre Telegraferingen mellem andre Stationer.

Man har derfor søgt at give de udstraalede Svingninger en bestemt Retning. *Hertz* var den første, der foretog saadanne Forsøg. Han viste, at Svingningerne ligesom Lyset lode sig bryde gennem Prismen og tilbagekaste af Spejle. Han benyttede et 12,5 cm parabolsk Spejl og en Bølgelængde af 66 cm. Spejle kunne imidlertid ikke fremstilles saa store, som det vilde udkræves ved de Bølgelængder, der benyttes i Radiotelegrafien.

De Forest har forsøgt at erstatte Spejlet med en Del lodrette Traade, parabolisk opstillede paa Jorden, medens selve Senderen anbragtes i Brændpunktet.

Braun benytter 3 lodrette Traade, opstillede i Hjørnerne af en ligesidet Trekant (ca. 30 m). Fra hver Traad føres en isoleret, vandret Traad ind til Stationshuset, beliggende i Midten. Princippet er følgende: I Traad 1 og 2 frembringes nøjagtigt samme Svingninger, medens Svingningerne i Traad 3 ere en Ubetydelighed forskudte i deres Fase. Faseforskydningen kan indstilles saaledes, at Svingningerne fra 3 fuldstændig ophæve Svingningerne fra 1 og 2; det kan ogsaa indrettes saaledes, at 3 forstærker 1 og 2. Man har heri et Middel til at undertrykke alle Svingninger, der ikke gaa i den ønskede Retning.

Marconi har angivet den simpleste og som det synes hidtil bedste Metode.

Naar en isoleret, vandret Traad L (Fig. 65,₁) forbindes med et Gnistrum, hvis anden Side sættes til *Jord*, viser det sig, naar Svingninger frembringes, at Udstraalingen ikke er éns

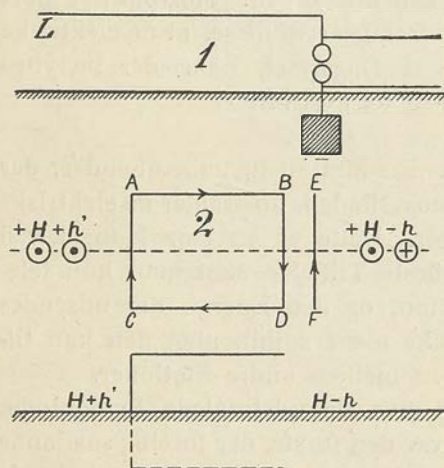


Fig. 65.

i alle Retninger. Den er mindst i den Retning, hvori den frie Ende peger, og størst i den modsatte Retning. Ligeledes vil et Modtager-Luftnet af samme Form bedst modtage de elektriske Svingninger i en Retning, der er modsat den frie Ende.

Naar en Afsender og Modtager af denne Form anbringes med de frie Enden vendende fra hinanden og i samme Plan, danne de et System, som

har en større Rækkevidde i denne Retning end i nogen anden Retning.

At Udstraalingen er størst i Retninger modsatte den frie Ende, kan forklares paa følgende Maade: Tænker man sig en rektangulær, lukket Leder, som er halvt nedgravet i Jorden (Fig. 65,₂) og med den i Figuren viste Strømretning, frembringes et magnetisk Felt, hvis Kraftlinier udenfor Rektanglet paa højre og venstre Side gaa mod Læseren. Tænker man sig dernæst, at der f. Eks. paa højre Side af Rektanglet anbringes en strømførende Leder *EF*, parallel med *BD* og med en Strømretning modsat Strømmen i *BD*, frembringes et magnetisk Felt, som paa højre Side gaar ind i Papirets Plan, paa venstre Side ud fra dette. Saafremt Lederne ere tæt sammen, og Strømstyrkerne ere lige store, ophæve de magnetiske Felter fra *BD* og *EF* hinanden, medens Feltet udenfor *AC* forstærkes. Med Henblik paa det magnetiske Felt er Virkningen den samme som om *BD* og *EF* ikke vare til Stede. Der foregaar kun en Udstraaling af magnetiske (og elektriske) Kraftlinier til venstre. Den Del, der er beliggende under Jorden, har ingen Indflydelse paa det magnetiske Felt over Jorden, og kan derfor helt bortfalde, og man har da *Marconi's* bøjede Lufttraad med Udstraaling i (omtr.) én Retning.

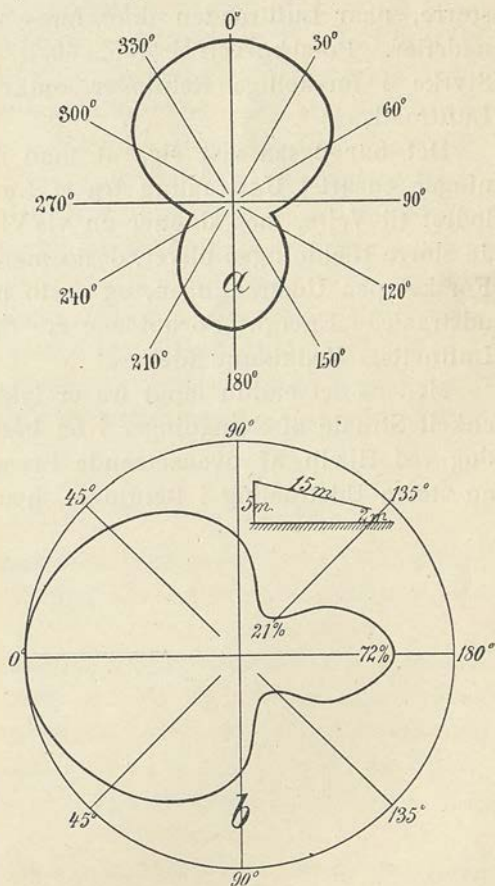


Fig. 66.

I Fig. 66, a er vist en Polarkurve, hvor den trukne Kurve angiver Strømstyrken i Modtageren, naar denne anbragtes i samme Afstand fra Afsenderen, men i forskellige Vinkler til denne.

Da Lufttraadens lodrette Højde ikke er ret stor, bliver den absolute Udstraalingsevne selvfølgelig forringet betydeligt.

For Modtager-Luftnettets Vedkommende gælder det samme, naar det har den ovenomtalte Form. Modtagelsen er daarligst i den Retning, hvori den frie Ende peger.

Fleming oplyser, at Forskellen i Udstraalingen bliver endnu større, naar Lufttraaden ikke føres vandret, men vises lidt nedefter. Polarkurven i Fig. 66, b angiver Udstraalingens Styrke i forskellige Retninger omkring en saaledes bøjet Lufttraad.

Det har ogsaa vist sig, at man ikke faar en i alle Retninger ensartet Udstraaling fra et Luftnet, som ikke er ført lodret til Vejrs, men danner en vis Vinkel med Horisontalen. Jo større Hældningen bliver, desto mere udpræget bliver denne Forskel paa Udstraalingen, og desto mere aftager tillige den udstraalede Energi. Forholdene ere de samme for Modtager-Luftnettets Vedkommende.

Medens det endnu langt fra er lykkedes at frembringe en enkelt Straale af Svingninger i en bestemt Retning, kan man dog ved Hjælp af ovenstaaende Fremgangsmaade forhindre en større Udstraaling i Retninger, hvor den ikke ønskes.

II. HJÆLPEAPPARATER.

34. **Induktorer.** Til at frembringe den Spænding, hvor- med Svingningskredsene oplades, benyttes i Almindelighed — ved Radiotelegrafstationer — *Induktorer*.

En Induktor bestaar af en Jernkærne (lamelleret), hvor- paa vikles et Antal *primære* Vindinger, der staa i Forbin- delse med Strømkilden. Udenom den primære Vikling er anbragt den *sekundære* Vikling, hvori den højspændte Strøm kan frembringes ved i den primære Vikling *enten* at anvende Vekselstrøm *eller* ved stadig at afbryde og slutte en Jævn- strøm. Der foregaar da en stadig Forandring i det magne- tiske Felt fra den primære Vikling, og denne Forandring inducerer en Spænding i den sekundære Spole (§ 7).

Spændingen er afhængig af den gensidige Induktions- koefficient M og af Strømstyrkeforandringen pr. Sekund α

$\left(\alpha = \frac{di}{dt}\right)$, altsaa:

$$E = M \alpha .$$

For at faa en stor Spænding maa man derfor gøre M stor, d. v. s. tage mange Vindinger, og α maa være saa stor som mulig.

Naar særlige Foranstaltninger ikke træffes, er α forholds- vis lille, da det altid varer en vis Tid, inden Jernkærnen optager og atter afgiver Magnetismen, og altsaa inden den normale Spænding kan opnaaes. Fig. 67, a viser en Kurve, der giver et Eksempel paa Spændingsstigningen i Forhold til Tiden.

Endvidere bevirker Selvinduktionen, at Strømmen ikke ophører, før Afbrydningsgnisten har naaet en vis Længde.

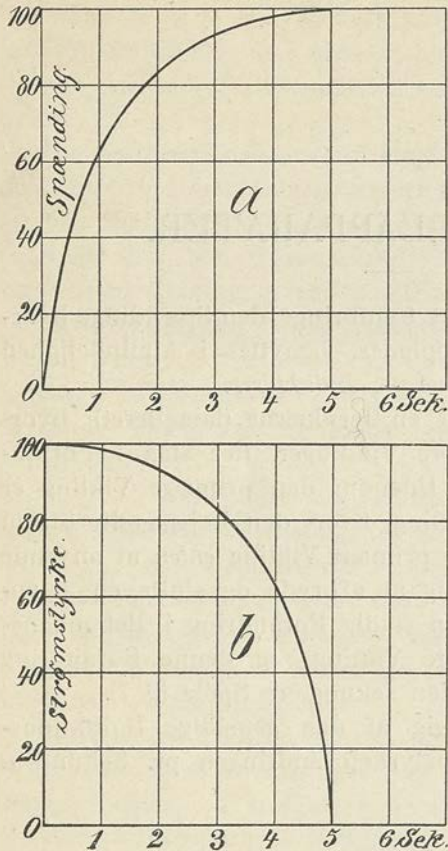


Fig. 67.

den første Værdi. Den svinger nogle Gange frem og tilbage og ophører derefter (se Kurven Fig. 1,2 Side 1). Man opnaar paa denne Maade en betydelig større Forandring i Strømstyrken, d. v. s. $\alpha \left(\frac{di}{dt} \right)$ har naaet en større Værdi ved Anvendelse af Kondensatoren.

Den almindelige Induktor besidder en forholdsvis ringe Virkningsgrad, hvad der skyldes:

Fig. 67, b viser en Kurve for Strømmens Forløb under Afbrydningen.

For at undgaa disse Forhold kan man ved de almindelige Induktorer, der arbejde med Jævnstrøm, anbringe en Kondensator parallelt til Primærspolen. Denne Kondensator oplades af Selvinduktionens EMK, og i det Øjeblik, der afbrydes, har man ikke mere en Strømkreds, bestaaende af Spole, Batteri og Nøgle (Fig. 68), men en Svingningskreds, som dannes af Spolen og Kapaciteten. Der opstaar da Svingninger, som bevirke, at Strømmen ikke alene falder til Nul, men den antager ogsaa en negativ Værdi af omtrentlig samme Størrelse som

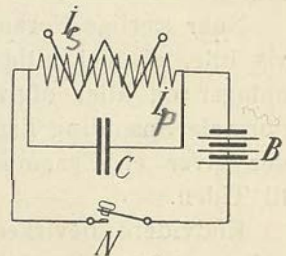


Fig. 68.

1. Den store magnetiske Modstand paa Grund af det aabne Jernkredsløb.
2. Viklingens Selvinduktion og ohmske Modstand.
3. Tabene i Afbryder og Kondensator.
4. Den store magnetiske Spredning, der foraarsages ved Sekundærspolens Afstand fra Jernkærnen.

Det er imidlertid ikke muligt at anvende de almindelige, tekniske Transformatorer, bl. a. af følgende to Grunde:

1. Naar Kondensatorerne i Svingningskredsen ere opladede, og en Gnist slaar over, er Transformatorens sekundære Vikling i dette Øjeblik kortsluttet. For at kunne taale dette maa Transformatoren være bygget til en betydelig større Ydeevne. Ved almindelige Induktorer har denne Kortslutning ingen Betydning, da den sekundære Vikling har en stor ohmsk Modstand.

Den kraftige Strøm, som paa Grund af Kortslutningen passerer over Gnistrummet, bevirker, at Luften bliver ledende og (event.), at der foraarsages en Flammedannelse. Naar Luften er bleven ledende, kunne Kondensatorerne ved den paafølgende Ladning ikke oplades til samme Spænding som tidligere, og Svingningerne faa derfor en mindre Amplitude.

2. De tekniske Transformatorer arbejde i Almindelighed med ca. 50 Perioder pr. Sekund. Det giver altsaa mindst 100 Affladninger pr. Sekund, i Almindelighed flere.

De sædvanligt anvendte Kohærere arbejde bedst med ca. 20—30 Impulser pr. Sekund, og at arbejde med flere Impulser end nødvendigt er ikke alene et Energitab, men er ogsaa skadeligt, ganske som Flammedannelsen, da Luften bliver ledende.

Hyppigst benyttes imidlertid de saakaldte *Resonans-Induktorer* eller *Resonans-Transformatorer*, hvorved man forstaar Transformatorer, hvis sekundære Kreds indeholder en Kapacitet. Ved Hjælp af disse Induktorer, der benyttes bl. a. ved det tyske System *Telefunken*, er det muligt at undgaa Kortslutningen og det høje Vekseltal. Induktorens Primærkreds fødes med Vekselstrøm (f. Eks. fra en Motor-Generator eller en Omformer) og skal være i nøje Resonans med Se-

kundærkredsen, saa at man med et ringe Energiforbrug kan opnaa en stor Gnistlængde.

Det sekundære Vindingstal er betydeligt ringere end det, der f. Eks. anvendes ved Røntgen-Induktorer, og den sekundære Spænding bliver derfor uden Resonans saa ringe, at man kun kan opnaa meget smaa eller overhovedet slet ingen Gnister. Er Resonans derimod til Stede mellem de to Kredse, finder nedennævnte Forhold Sted:

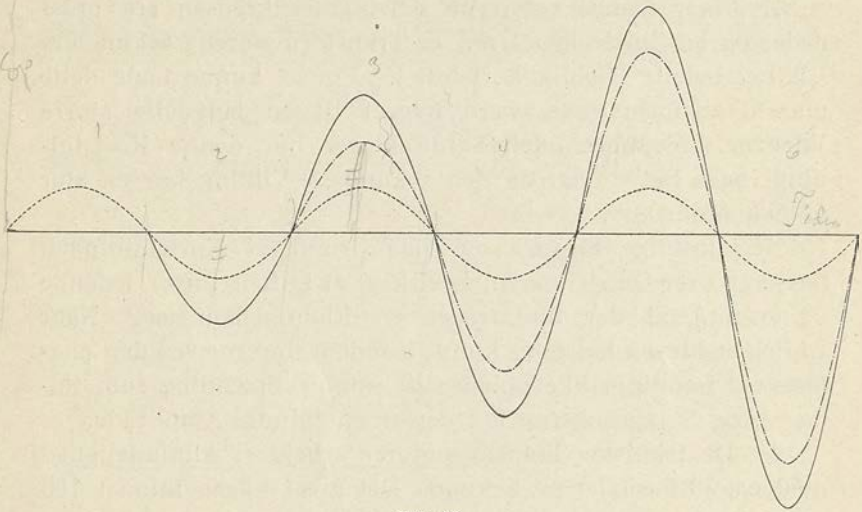


Fig. 69.

I Fig. 69 viser den punkterede Kurve Forløbet af Vekselsstrømsspændingen. Kondensatorens Belægning oplades ved første Veksel, idet Gnistrummet forudsættes saaledes indstillet, at Ladningen ikke kan udligne sig. Derefter vendes Ladestrømretningen. Elektricitetsmængden i Kondensatoren skifter Plads, men samtidigt modtager Kondensatoren fra Primærkredsen en lignende Impuls som den første, men i modsat Retning. Denne Spænding maa derfor adderes til den Spænding, som Kondensatoren besad fra forrige Ladning, og man faar da den resulterende Spænding, som er vist ved den trukne Kurve. Ved tredie Veksel finder det samme Sted. Kondensatorens Spænding skifter Fortegn (den stiplede Kurve) samtidigt med Primærspændingen (den punkterede Kurve), og denne

hibringer Kondensatoren en ny Ladning af samme Størrelse som tidligere. Derved fremkommer den trukne Kurve, og paa denne Maade fortsættes, indtil den sekundære Amplitude til Slut er saa stor, at Luftrummet mellem Elektroderne kan gennembrydes. Man har i dette Tilfælde først opnaaet en Gnist efter 6 Vekslingers Forløb, og Spændingen er 6 Gange saa stor som den, der svarer til den første Ladning. Derefter begynder Opladningen paany.

Hvis Resonansen mellem den primære og sekundære Spole svarer til 1^{ste} Oversvingning (Fig. 70), er Forholdet et lignende. Primærspændingen er vist ved den punkterede Kurve, Sekundærspændingen ved den stiplede Kurve og den resulterende Spænding ved den trukne Kurve. Som det fremgaar, er der to lige store Amplituder ved hver Svingning i Sekundærkredsen, og Energiforbruget bliver derfor dobbelt saa stort som ved simpel Resonans.

Er der ingen Resonans til Stede mellem de to Kredse, fremkommer, som vist i Fig. 71, en resulterende Spænding, hvis Amplitude ikke viser nogen periodisk Stigning. Man faar da enten en Gnist ved hver Veksel eller overhovedet ingen Gnist.

Induktorens primære Svingningstal er afhængigt af Vekselstrømsmaskinens Periodetal, medens det sekundære Svingningstal afhænger af Selvinduktionskoefficienten L_s og Kapaciteten C i Frembringerkredsen.

(Grundligningerne for en Transformator ere:

$$I_p = \frac{E_p}{\sqrt{R_p^2 + (\pi n L)^2}} \quad \text{og} \quad I_s = I_p \frac{\pi n M}{\sqrt{R_s^2 + (\pi n L_s)^2}},$$

hvor

$$\varrho = R_p + \frac{(\pi n M)^2 R_s}{R_s^2 + (\pi n L_s)^2} \quad \text{og} \quad L = L_p - \frac{(\pi n M)^2 \pi n L_s}{R_s^2 + (\pi n L_s)^2}.$$

Indsættes en Kapacitet i Sekundærkredsen, skal i Stedet for $\pi n L_s$ indsættes $\pi n L_s - \frac{1}{\pi n C}$. I det foreliggende Tilfælde med Resonans-Induktorer kan man se bort fra de

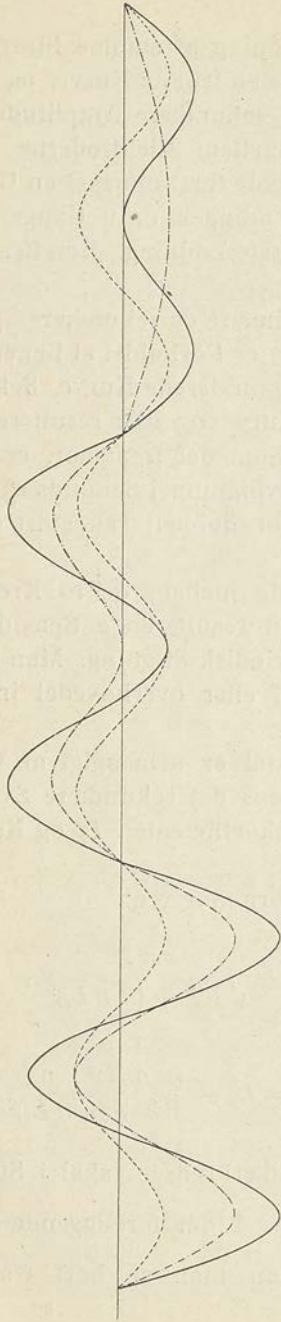


Fig. 70.

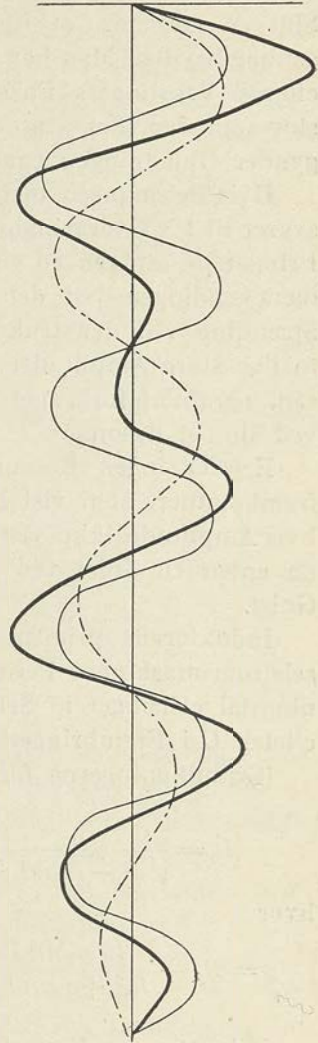


Fig. 71.

ohmske Modstande i Strømkredsene, $\therefore R_p = 0$ og $R_s = 0$, og naar man samtidig indfører Koblingskoefficienten:

$$K = \frac{M}{\sqrt{L_p L_s}},$$

faaes Udtrykket:

$$I_p = E_p \frac{\pi^2 n^2 L_s C - 1}{\pi n L_p (\pi^2 n^2 L_s C (1 - K^2) - 1)} \quad \text{og}$$

$$I_s = I_p \frac{\pi^2 n^2 K C \sqrt{L_p L_s}}{\pi^2 n^2 L_s C - 1}.$$

I_p , og dermed I_s , bliver uendelig stor, $\therefore$ Resonans er til Stede, naar:

$$\pi^2 n^2 L_s C (1 - K^2) - 1 = 0 \quad \text{eller}$$

$$\pi^2 n^2 = \frac{1}{L_s C (1 - K^2)}, \quad \text{hvoraf} \quad n = \frac{1}{\pi \sqrt{L_s C (1 - K^2)}}.$$

Man ser heraf, at Resonansen afhænger ikke alene af Sekundærkredsens Egensvingning, men tillige af Koblingen mellem de to Kredse; jo løsere Koblingen er, desto mere nærmer Resonansbetingelsen sig til Sekundærkredsens Egensvingning. Ved helt fast Kobling ($K = 1$) indtræder først Resonans ved uendeligt stort Vekseltal.)

Da man som Regel anvender et uforanderligt Leydnerflaske Batteri, kan Kapaciteten C ikke forandres. Den sekundære Selvinduktion er afhængig af Vindingstallet i Sekundærspolen og af Koblingsgraden mellem denne Spole og Primærspolen; den bliver større, desto løsere Koblingen gøres.

Dersom Spolerne og Kapaciteten ere givne, kan man altsaa kun opnaa Resonans ved at variere Koblingen. Denne afhænger af Fordelingen af Selvinduktionen i den primære Kreds. Det kan ofte blive nødvendigt at anbringe en Dæmpespole i Primærkredsen for at forøge dennes Selvinduktion, og den samlede Selvinduktion (L_p) er da lig Resultanten af Maskinens, Dæmpespolens og Primærspolens Selvinduktionskoefficienter.

Smaa Maskiner have megen Selvinduktion i Ankerviklingen, og der kan derfor kun anbringes lidt Selvinduktion i

Primærspolen, d. v. s. Koblingen er paa Forhaand løs, omvendt ved større Maskiner. Da Koblingen skal være forholdsvis løs, gælder det om, at alle Energitab i de to Kredse gøres saa ringe som muligt. Transformatorer med lukkede Jernkærner anvendes derfor ikke paa Grund af deres store Hysteresetab.

(Bestemmelsen af Resonans omtales senere).

Konstruktionen og Forfærdigelsen af Induktorer kræve en meget stor Omhyggelighed paa Grund af den høje Spænding, som Induktoren frembringer, i Almindelighed ca. 20 000—30 000 V.

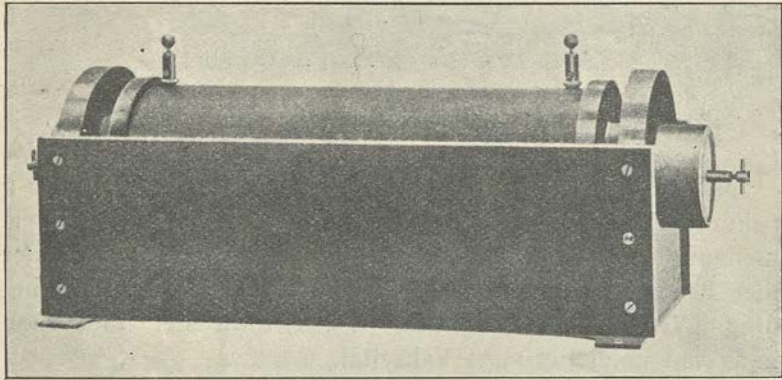


Fig. 72.

Den primære Vikling, der lægges udenom Jernkærnen, bestaar af flade Kobbertraade med forholdsvis stort Tværnsnit. For at skaffe tilstrækkelig god Isolation mellem Primær- og Sekundærvikling anbringes Kærnen med Primærvindingerne i et (ca. 10 mm) tykt Ebonitrør (Fig. 72), uden om hvilket der findes et ca. 20 mm tykt Lag Paraffinvoks.

Sekundærbeviklingen, der ved Resonans-Induktorer bestaar af forholdsvis faa og tykke Vindinger, udføres ofte som skiveformede Lag (vinkelrette paa Induktorens Længdeakse). I et saadant enkelt Lag ligge Traadene spiralformet, f. Eks. fra Midten og udefter; Traadene vikles videre i det næste Lag, hvori de ligge spiralformet udefra og indefter o. s. fr. Mellem hvert Lag lægges paraffineret Papir. For at uddrive Luften

af Sekundærbeviklingen opvarmes den i en særlig Beholder, og smeltet Paraffinvoks trykkes ind i denne, hvor det gennemtrænger Beviklingens Isolation og Aabningerne mellem de enkelte Traade.

Hele Sekundærbeviklingen indesluttet i en Ebonitcylinder, hvorpaa Sekundærklemmerne anbringes. Ebonitringe lukke for Enden af begge Beviklinger, der hyppigst anbringes i en aaben eller lukket Trækasse, som i sidste Tilfælde kan fyldes med Paraffinvoks.

35. **Afbrydere.** Naar en Induktor skal arbejde med Jævnstrøm, er det nødvendigt at afbryde og slutte Strømmen automatisk for derved at faa frembragt en elektromotorisk Kraft i den sekundære Spole.

Til saadanne Afbrydere stilles følgende Fordringer:

De maa kunne taale at afbryde større Strømstyrker.

De skulle arbejde regelmæssigt.

Energiforbruget maa være ringe.

Her skal kun omtales 3 forskellige Afbrydere, nemlig:

- a. Den elektrolytiske Afbryder.
- b. Hammerafbryderen.
- c. Kviksølv-Turbineafbryderen.

a. *Den elektrolytiske Afbryder*, konstrueret af *Wehnelt*, bestaar af en Beholder af Glas eller Fajance, hvori er anbragt to Elektroder i fortyndet Svovlsyre (Fig. 75,1).

Den negative Elektrode *K* er en Blyplade, medens den positive Elektrode *A* bestaar af en i et Porcellænsrør indesluttet Platintraad (Fig. 73). Afbryderen forbindes med en Strømkilde *B* og den primære Induktionsspole *I_p*.

Virkemaaden er følgende: Ved Strømgennemgang bliver den lille Platinspids opvarmet meget stærkt. Vædsken for-

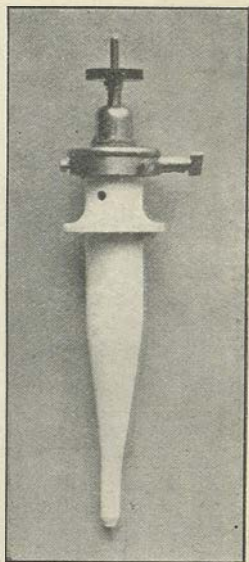


Fig. 73.

damper, og der udskilles Ilt og Brint, saaledes at Ilten samler sig ved Platinspidsen. Da denne omgives af et Damplag, afbrydes Strømmen. Paa Grund af Strømkredsens Selvinduktion induceres imidlertid i Afbrydningsøjeblikket en saa stor Spænding, at Damplaget gennembrydes og slynges ud i Vædsken, hvor Dampen fortættes, og Ilten stiger til Vejrs. Saasnart Vædsken kommer i Berøring med Platinspidsen, sluttet Strømmen, afbrydes atter o. s. fr.

Ved Hjælp af en Indstillingsskrue i Porcellænsrøret kan Platinspidsen forskydes i Røret, saa at Spidsen er mere eller mindre udenfor Røret, og herved kan Afbrydningstallet varieres. Det angives at være fra ca. 500—2000 pr. Sekund. Afbryderen arbejder bedst med en Spænding af 40—80 Volt. Efter nogen Tids Brug kan den blive saa varm, at Afbrydningerne blive uregelmæssige, idet den udviklede Damp ikke kan fortættes tilstrækkelig hurtigt.



Fig. 74.

Da Energiforbruget og Afbrydningstallet er meget stort, anvendes *Wehnell's* Afbryder sjældnere ved Radiotelegrafering. Naar den benyttes i Skibe, bliver den op-
hængt i cardansk Balance (Fig. 74).

b. *Hammerafbryderen*. Den saakaldte *Neef'ske* Hammerafbryder benyttes kun, hvor der er Tale om mindre Energimængder (f. Eks. ved Torpedobaadsstationer og smaa, transportable Militærstationer).

For Enden af Induktorens Jernkærne *S* (Fig. 75,2) findes et Jernanker *A*, fastgjort paa en Staal-fjeder *F*.

I sin Hvilestilling ligger Fjederen an mod en Kontaktskrue *K*, der staar i Forbindelse med Batteriet *B* og Afsendenøglen *N*. Naar denne nedtrykkes, bliver Jernkærnen magnetisk, tiltrækker Ankeret *A*, Strømmen brydes,

og Fjederen fører atter Ankeret tilbage til Skruen, saa at Strømmen igen slutes o. s. v. For at hindre Gnistdannelsen

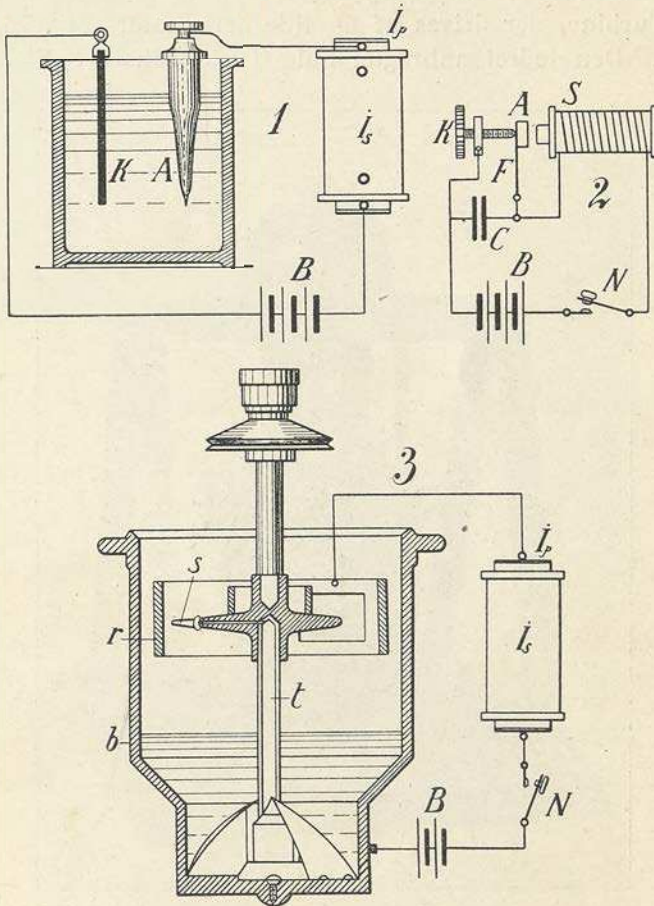


Fig. 75.

er parallelt til Afbrydningsstedet anbragt en Kondensator C med stor Kapacitet.

Hammerens Svingningstal kan reguleres ved Hjælp af en Stilleskrue. Kontakterne paa Hammer og Skrue ere i Almindelighed af Platin-Iridium.

Paa Grund af sin Konstruktion bruger denne Afbryder

næsten ingen Energi, men den arbejder ofte noget uregelmæssigt og fordrer hyppig Indstilling.

c. *Kviksølv-Turbineafbryderen*. Den bestaar af en Kviksølv-Turbine, der drives af en lille Seriemotor (Fig. 76, foroven). Den lodret anbragte, hule Turbineaksel *t* (Fig. 75,₃)

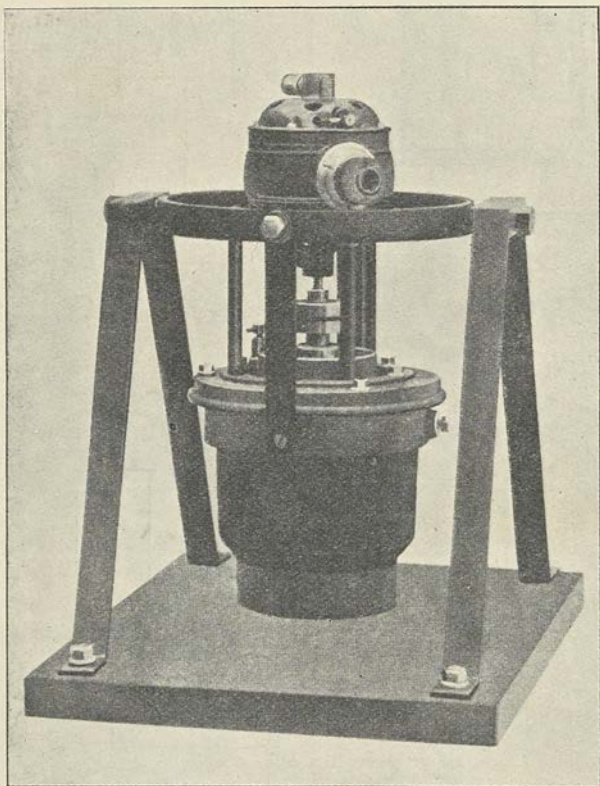


Fig. 76.

gaar gennem et Laag ned i en Beholder af Støbejern *b*, hvis underste Del er fyldt med Kviksølv. I Akslens Udboring er forneden anbragt to skraa Vinger og omtrent paa Midten af Akslen findes en hul, skiveformet Udvidelse, hvori er fastskruet en lille Tap *s*, *Straalerøret* (se tillige Fig. 77). Udfor dette findes i kort Afstand en Metalring *r*, der paa et Stykke er gennem-

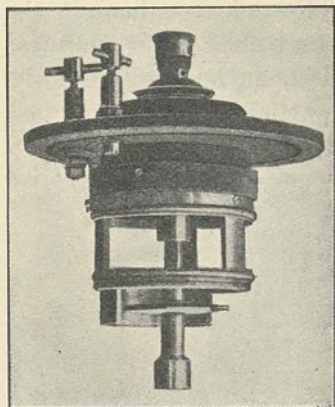


Fig. 77.

brudt. Ringen er isoleret anbragt i Laaget og i Forbindelse med en Klemkrue, hvortil den ene Ledning forbindes, medens den anden fastgøres til en Klemkrue, direkte anbragt i Laaget.

Under Akslens Omdrejning bliver Kviksølvet ved Hjælp af Vingerne trykket op i Akslen og slynget ud gennem Straalerøret. Idet Kviksølvstraalen afvekslende træffer Metalringen eller en Aabning i denne, sluttet eller afbrydes Strømmen.

For at hindre Gnistdannelse er over Kviksølvet anbragt Alkohol, og en Kondensator er tillige indsat parallelt til Afbrydningsstedet. I Beholderens Bund findes et Par skraa Vinger, for at Kviksølvet ikke skal komme i en omdrejende Bevægelse.

Ved Skibsstationer ophænges Afbryderen i en cardansk Balance (Fig. 76).

Afbrydningstallet kan forandres ved at variere Motorens Omdrejningstal og desuden ved at indsætte Ringe med forskellige Udskæringer. Hvis Turbinen har arbejdet i længere Tid og er bleven varm, kan det ske, at Alkoholen eksploderer. Som en Slags Ventil findes i Laaget to Huller, hvorigennem Luftarterne kunne slippe ud.

36. Telegrafnøgler. Hvor det kun drejer sig om Anvendelse af mindre Strømstyrker, eller hvor der arbejdes med Vekselstrøm, benyttes almindelige Morsenøgler med Platin-Iridium Kontakter, der give mindst Gnistdannelse.

Ved Jævnstrøm anvendes til større Strømstyrker derimod ofte særlige Konstruktioner.

a. *Telegrafnøgle med elektromagnetisk Gnistudblæsning.* Nøglernes Platinkontakter *a* og *b* (Fig. 78,₁) ere anbragte mellem Polerne paa en Elektromagnet *m*, hvis Spoler ere

indsatte i Shunt til Hovedstrømmen. Kontakterne befinde sig altsaa i et magnetisk Felt, og saafremt en Lysbue dannes, blæses den ud, $\therefore$ bevæges ud ad Feltet, da den forholder sig som en strømførende Leder i et magnetisk Felt.

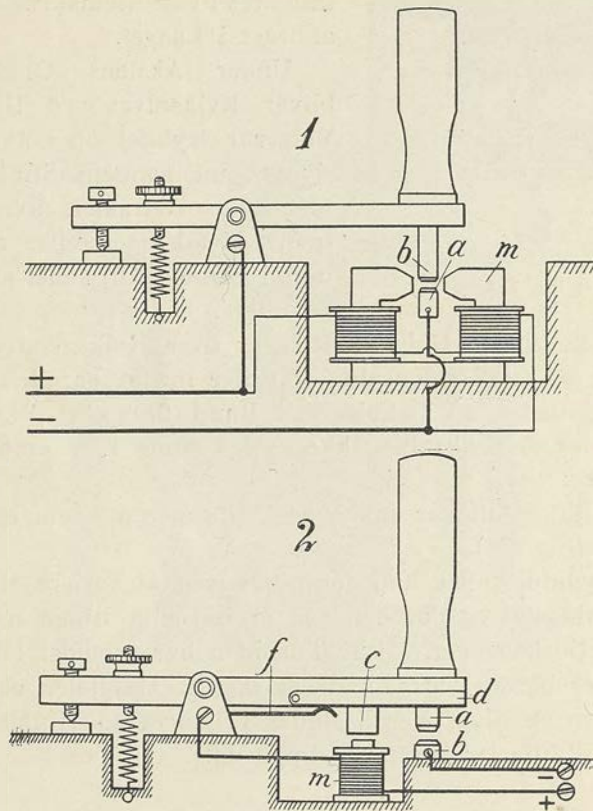


Fig. 78.

Ved større Strømstyrker er Gnistslukningen dog ikke tilstrækkelig god.

b. *Den Braun'ske Nøgle.* Ved denne Konstruktion undgaaes Gnistdannelsen omtrent fuldstændig, idet Nøglen er saaledes indrettet, at Kontakten brydes — uafhængig af den Betjenende —, naar Strømstyrken er Nul.

I Fig. 78,2 er givet et skematisk Billede af Nøglen.

Paa dens Underside er anbragt en bevægelig Arm d , som bærer den øverste Kontakt a og et Anker c , hvis Magnet-spole m gennemløbes af Hovedstrømmen. Idet Nøglen nedtrykkes, sluttet Strømmen, og Elektromagneten m fastholder sit Anker c , selv efter at Nøglen er sluppet. Saa snart Strømstyrken bliver Nul, kan Magneten ikke længer fastholde Ankeret, og en Fjeder f fører Armen d tilbage til sin Hvilestilling, $\therefore$ Kontakten brydes i det Øjeblik, da Strømstyrken er Nul.

37. **Bølgedetektorer.** Som omtalt i § 27 kunne de elektriske Svingninger paavises og anvendes ved Hjælp af *Bølgedetektorer* (Indikatorer).

Af saadanne findes et Utal af forskellige Konstruktioner, men her skal kun omtales de mest benyttede, der kunne deles i 4 Grupper, nemlig:

- a. Detektorer med ufuldkomne Kontakter.
- b. Elektrolytiske Detektorer.
- c. Magnetiske Detektorer.
- d. Termo-Detektorer.

De under Gruppen a nævnte Detektorer reagere for Spænding og de under Grupperne b, c og d nævnte for Strømstyrke. Kohærerne, der høre under den første Gruppe, kræve efter at være paavirkede en mekanisk Rystelse for atter at vende tilbage til den uledende Tilstand. Ved de øvrige Detektorer sker dette uden særlige mekaniske Hjælpemidler, og de benyttes altid i Forbindelse med Telefon.

Deres Følsomhed afhænger i høj Grad af deres Indstilling, men ere de rigtigt indstillede, ere de elektrolytiske Detektorer de mest følsomme.

- a. *Detektorer med ufuldkomne Kontakter.*

1. *Metal-Kohærerens*, der er konstrueret af *Branly*, bestaar i sin simpleste Form af et Glasrør med to Metalelektroder (Fig. 79,1), mellem hvilke er anbragt et Metalpulver. Forbindes de to Elektroder med et Batteri B og et Galvanometer A , gør dette ikke noget Udslag, da Modstanden i Kohærerens er meget stor (ca. 200—300 000 Ohm). Frembringes elektriske Svingninger i Nærheden af Kohærerens, gør Galvanometret

straks et Udslag, idet Metalpulveret bliver ledende, ∞ : Modstanden falder til ca. 500 Ohm. Denne Modstandsformindskelse vedvarer, efter at Svingningerne ere ophørte. Bibringes Kohærerer et let Slag, ophører Galvanometrets Udslag straks, og man kan paa denne Maade ophæve den Indvirkning, som Svingningerne have haft paa Metalpulverets Modstand.

Oliver Lodge har opstillet følgende Forklaring over Kohærerens Virkemaade:

Træffes Kohærerer af elektriske Svingninger fra en eller anden Afsender, virke de to Elektroder som en Kondensator og oplades. De mellemliggende Metalkorn, der kun ere ad-

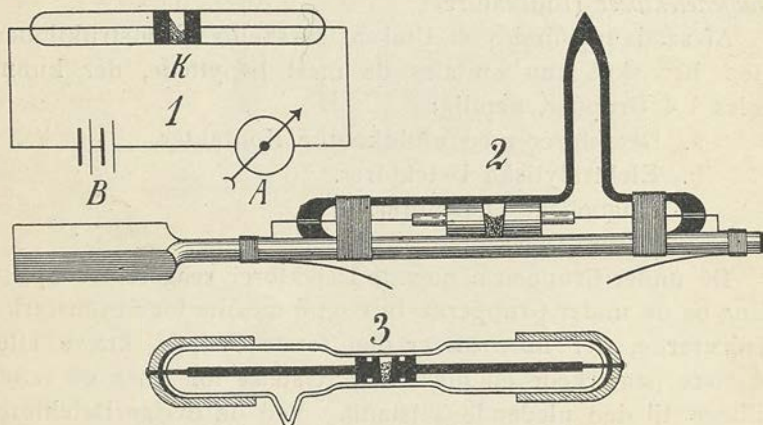


Fig. 79.

skilte fra hverandre ved et ganske tyndt Lag af Luft eller Metalilte, danne ogsaa smaa Kondensatorer, der oplades af Svingningerne. Naar denne Ladning har naaet en vis Størrelse, skér en Udladning med deraf følgende Gnistdannelse. Ved denne blive imidlertid Spidserne paa de smaa Filspaaner sammensvejsede. Modstanden bliver mindre, og Elementet kan sende Strøm gennem Kohærerer. Slaat man derefter paa Røret, brydes den ledende Bro, som var dannet af Filspaanerne, og disse falde fra hverandre, den store Modstand er atter bragt til Veje.

Ved mikroskopiske Undersøgelser har man imidlertid ikke kunnet bemærke nogen Gnistdannelse (med mindre

Kohærerer udsættes for meget kraftig Paavirkning), og ved Kohærerer med Kuleelektroder og Kviksølv kan man heller ikke tænke sig en Sammensvejsning af Metalfladerne.

Guthe er fremkommen med en anden Forklaring. Efter Elektronteorien bevæge de frie Elektroner i Metalspaanerne sig i enhver Retning, men kunne under normale Forhold ikke fjerne sig bort fra Metallet. Naar de elektriske Svingninger imidlertid træffe Metalspaanerne, vil det ydre elektrostatiske Felt forøge Elektronernes Bevægelsesenergi saa meget, at de kunne strømme ud fra Metallet og derved frembringe en elektrisk Strøm. Ere Metaldelene først traadte i molekular Forbindelse med hverandre, vil en Forøgelse af Energien kun forøge Antallet af Elektroner, medens Spændingstilstanden bliver den samme. Ved Elektronernes Bevægelse udøves et Tryk vinkelret paa deres Bevægelsesretning, og dette Tryk slynger det mellem Metaldelene værende Dielektrikum til Side, saa at der opstaar en uafbrudt, metallisk ledende Vej for Strømmen. Ophøre de elektriske Impulser, kunne Smaadelene kun ved en ydre mekanisk Kraft vende tilbage til deres oprindelige Tilstand. Det dielektriske Stof fortættet sig atter paa Metalspaanerne, disse rystes sammen mellem hverandre, og den tidligere ikke-ledende Tilstand er atter til Stede.

Der gives ogsaa andre Forklaringer, men ingen ere endnu fuldt ud tilfredsstillende, og Efterforskningerne ere i den senere Tid traadte i Baggrunden, da man hovedsagentlig anvender andre Detektorformer.

Af forskellige Typer kan nævnes:

Marconi's Kohærer (Fig. 79,2) bestaar af et tilmeltet Glasrør, hvoraf Luften er udpumpet for at undgaa Pulverets og Elektrodernes Iltning. Der anvendes Søvelektroder, hvis Endflader oprindelig vare lige, men nu gøres lidt skraa. Ved at dreje Kohærerer opnaar man at kunne variere Følsomheden indenfor visse Grænser. Til Pulver anvendes en Blanding af 96 % Nikkel- og 4 % Sølvspaaner. Glasrøret er ved Silketraad fastbundet til en lille Stang af Ben.

Telefunken's Nikkelkohærer er af lignende Konstruktion

(Fig. 79,3). For Enderne af Glasrøret er anbragt Metalkapper, som ved indvendige Traade (af Hensyn til Glassets Udvidelse: Platintraad) ere forbundne med Elektroderne, der ere mere skraa end ved *Marconi's* Kohærer. Afstanden mellem Elektroderne er 1—3 mm. Pulveret er som ved *Marconi's* Kohærer en Blanding af Sølv- og Nikkelspaaner. Afstanden mellem Elektroderne og Pulverets Beskaffenhed bestemmer Kohærens Følsomhed. Ved en given Kohærer kan Følsomheden

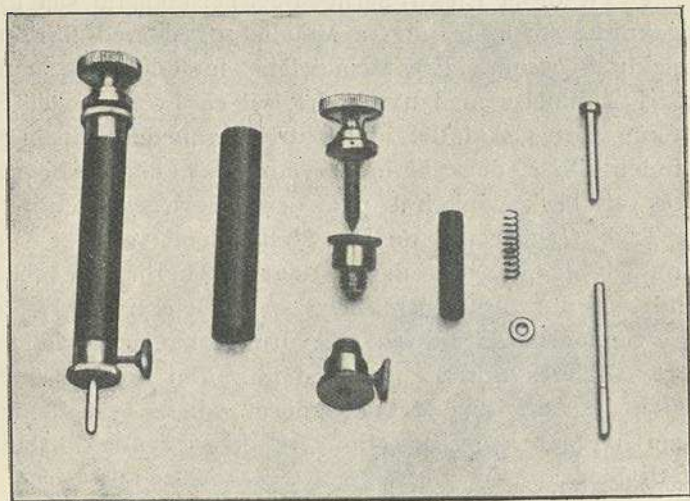


Fig. 80.

dog varieres indenfor mindre Grænser ved at dreje den saaledes, at Pulveret kommer til at ligge, hvor Afstanden mellem Elektroderne er mindst. Dette Sted angives ved den Glasspids, som hidrører fra Rørets Udpumpning.

Telefunken's Aluminiumkohærer har samme Udseende som Nikkelkohærereren, men kan fremstilles betydeligt følsommere end denne. Afvigelsen bestaar deri, at Elektroderne dannes af en Aluminiumskive og en forgyldt Metalskive, medens Pulveret er guldholdigt. Kohærereren er fyldt med Kvælstof.

Telefunken's Staalkohærer — konstrueret af *Koepsel* — bestaar af et Ebonitrør med to Elektroder af meget haardt Staal; med parallelle og højglanspolerede Endeflader. Fig. 80 viser

de forskellige Dele. Afstanden mellem Elektroderne kan reguleres. Den ene Elektrode holdes udefter af en Fjeder og kan ved Hjælp af en Mikrometerskrue trykkes indefter. Til Fyldning benyttes Staalpulver, der fremstilles af meget haardt Staal. Kohærerens Følsomhed kan reguleres ved at forandre Afstanden mellem Elektroderne og ved at benytte Staalpulver af forskellig Følsomhed.

Telefunken's Demonstrationskohærer. Denne er en almindelig, ikke-lufttom Glaskohærer, hvor Elektroderne og Pulveret er af Messing. Den kan taale stor Paavirkning, er ikke meget følsom, men kan dog med Fordel benyttes indenfor kortere Telegrafafstande.

Rochefort's Kohærer er trepolet, α : den bestaar egentlig af to rækkeforbundne Kohærere (Fig. 81). I et Messingrør *B* er

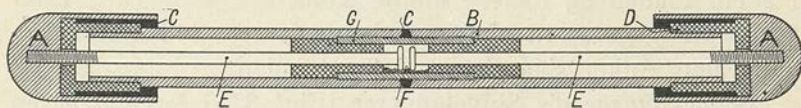


Fig. 81.

isoleret anbragt to Staaelektroder *E*. De omgives af et indvendigt forgyldt, lille Rør *G*, som er isoleret fra Staaelektroderne. Dette Rør danner den tredie Kohærerkontakt. I Mellemrummet er anbragt Kohærerpulveret, der indeholder Guld. Kohærerforbindelserne ske ved de to Metalkapper *A* og Metaltørret *B*. —

Med Hensyn til de oven omtalte Kohæreres Konstruktion kan bemærkes følgende:

Jo større Elektrodefladerne ere, desto følsommere er Kohærerens, men desto vanskeligere er det at gøre den uledende.

Metalkornenes Form er af stor Betydning. De skulle være saa kantede og spidse som muligt.

Skal Følsomheden være meget stor, maa Fyldningen bestaa af et ringe Antal forholdsvis store Korn. Lægger man derimod Vægt paa mindre Følsomhed, men større Nøjagtighed i Funktioneringen, anvendes et stort Antal fine Korn.

Det er tvivlsomt, om Vakuemet i Kohærerens giver bedre

Følsomhed. Man har ofte haft Eksempler paa, at en daarlig Kohærer er bleven god, naar Glasspidsen blev afbrækket.

Imidlertid bevirker Udpumpningen, at Kohærerens og Pulveret holdes tørt, hvad der er af Vigtighed for en stadig god Funktionering.

Som et mærkeligt Fænomen kan nævnes, at Kohærerer efter nogen Tids Brug blive »trætte« d. v. s. de miste deres Følsomhed og arbejde unøjagtigt. Naar de imidlertid gemmes hen i nogen Tid, komme de atter i Besiddelse af den tidligere Godhed.

Af andre Kohærer-Konstruktioner kan nævnes:

Branlys Trefodskohærer, der bestaar af en Staal-Trefod, hvis Fødder ere let iltede og staa paa en poleret Staalplade. Apparatet er indsat i en Glasklokke. Berøringspunkterne mellem Pladen og Benene danne Kohærerkontakterne. Efter Paavirkning gøres disse atter uledende derved, at Morseskriveapparatets Anker slaar let mod Staalpladen.

Lodge-Muirhead's Skivekohærer (Fig. 82,₁) bestaar af en Skaal *C* med Kviksølv og — adskilt fra dette ved et tyndt Lag Olie — en Staalskive *D*, der stadig drejes rundt om en Aksel. Den ene Kohærerpol dannes af Kviksølvsøjlen, den anden af Skivens Aksel. Ved elektrisk Bestraaling gennembrydes Olielaget for et Øjeblik, og der er da en ledende Forbindelse mellem Skive og Kviksølv. Kohærerens gøres atter uledende ved Skivens Omdrejning.

Maskelyne's Kohærer bestaar af et lufttomt Glasrør med to Staaelektroder, som mod hinanden ere halvkugleformede og højglanspolerede. Afstanden mellem Elektroderne er ca. 5 mm. Imellem disse befinder sig en hul Staalcylinder, hvis skarpslebne Kanter træde paa Halvkuglerne. Alle 3 Dele ere let iltede. Ved de elektriske Svingningers Paavirkning blive Kontakterne ledende. Ved Hjælp af en Banker gøres Kontakterne atter uledende efter Bestraalingen.

2. *Kul- og Grafitkohærerer*. De af elektriske Bølger fremkaldte Modstandsændringer i denne Slags Kohærerer ere meget forskellige (ved samme Styrke af Paavirkning), snart større, snart mindre; undertiden fremkaldes endogsaa en Modstands-

stigning. De maa derfor anvendes i Forbindelse med en Telefon.

En saadan Kohærer kan dannes af en almindelig Mikrofonkontakt (f. Eks. et Stykke Buelampekul, der trykker mod en lille Metalfjeder). Forbindes Kohærereren med en Telefon og et Element (Fig. 82,2), høres ved hver Paavirkning en skrattende Lyd i Telefonen. Indsættes i Stedet for denne et Galvanometer, ser man, at Modstandsændringerne ere meget uregelmæssige.

Blandt de bedste af denne Slags Kohærere, der iøvrigt ikke benyttes meget, kan nævnes *Koepsel's* Mikrofonkohærere, der bestaar af en højglanspoleret, haard Staalplade *P* (Fig. 82,3) og en haard Grafitspids *G*. Pladen *P* er anbragt paa en lang Fjeder *F*. Ved Hjælp af Skruerne *S*₁ og *S*₂ kan Trykket mod Stiften *G* reguleres.

Følsomheden er betydelig større, men Paalideligheden ringere end ved Kohærere med Metalkorn.

b. *Elektrolytiske Detektorer*. Disses Anvendelse beror paa de elektriske Svingningers Indvirkning paa Polarisationen ved smaa Metaloverflader, som befinde sig i en Elektrolyt.

Schloemilch's Detektor, der benyttes af *Telefunken*, bestaar af en lille Ebonitbeholder (Fig. 83 og 84), hvori findes to af tynde Platintraade dannede Elektroder i en Svovlsyreopløsning. Forbindes denne Celle med et Element og et Galvanometer, gør dette et Udslag, der efterhaanden bliver mindre og mindre, idet Elektroderne overtrækkes med et Lag Ilt og Brint, saa at der frembringes en modsatrettet EMK. Dersom et Element yderligere tilføjes, gør Galvanometret atter et Udslag, der imidlertid stadig bliver mindre og mindre. Den modsatrettede EMK kan naa en Værdi af 2,5—3 Volt. Naar Batteriets Spænding gøres nøjagtig lig den modsatrettede

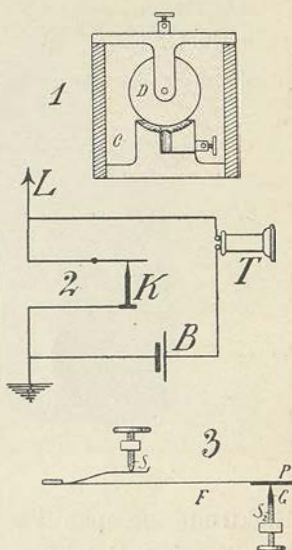


Fig. 82.

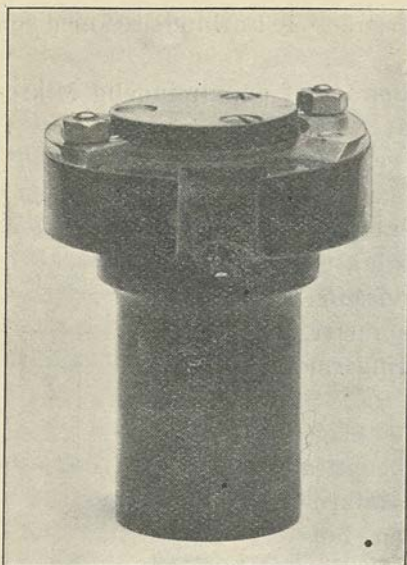


Fig. 83.

Elektrode og paa Vædsken i dens Nærhed, at Cellen kan benyttes som Detektor. I ethvert Tilfælde er Virkningen som om Cellens Modstand pludselig forandredes, enten forøgedes eller formindskedes.

Anoden er indsmeltet i et Glasrør (Fig. 84), der er ombøjet forneden (for at Luftboblerne lettere kunne slippe Anoden), og kun en lille Spids rager udenfor. Størrelsen af denne Platinspids angives til 0,001 mm i Diameter og 0,01 mm i Længde. Traaden fremstilles ved den saakaldte Wollastonproces. En tynd Sølvtraad med en Kærne af Platintraad trækkes til Platintraadens Diameter er 0,001 mm. Den sættes derefter med Spidsen ned i Salpetersyre, som opløser Sølv, medens Platintraaden bliver tilbage. Det er en Betingelse for Cellens Følsomhed, at Anoden er yderst ringe, medens den negative Elektrodes Form og Størrelse er uden Betydning.

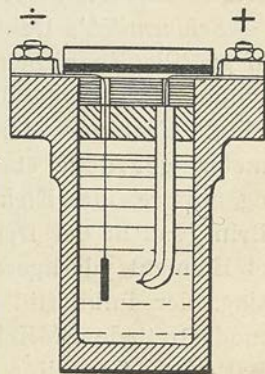


Fig. 84.

EMK, bliver Strømstyrken i Kredsløbet naturligvis Nul.

Hvis Cellen udsættes for elektrisk Bestraaling, forstyrres Ligevægten; en svag Strøm fremkommer i Kredsløbet, og Luftudviklingen bliver stærkere. Indsættes en Telefon i Kredsløbet, høres en skrattende Lyd ved hver Paavirkning. Saasnart denne er ophørt, stiger den modsatte EMK øjeblikkelig, og Strømstyrken er atter Nul.

Ifølge en anden Forklaring skyldes det de elektriske Svingningers Varmevirkning paa Cellens lille

Da Cellen skal arbejde med en Spænding, som er lidt større end dens egen EMK, anvendes en Glidemodstand (Potentiometer) til at regulere denne Spænding. Batteriet består af to rækkeforbundne Elementer B_r (Fig. 85,1), der ere forbundne til en Strømkreds med 3 parallelt ordnede Elementer B_p og en Modstand R . Langs denne kan bevæges en Glidekontakt, som staar i Forbindelse med Telefonen T og

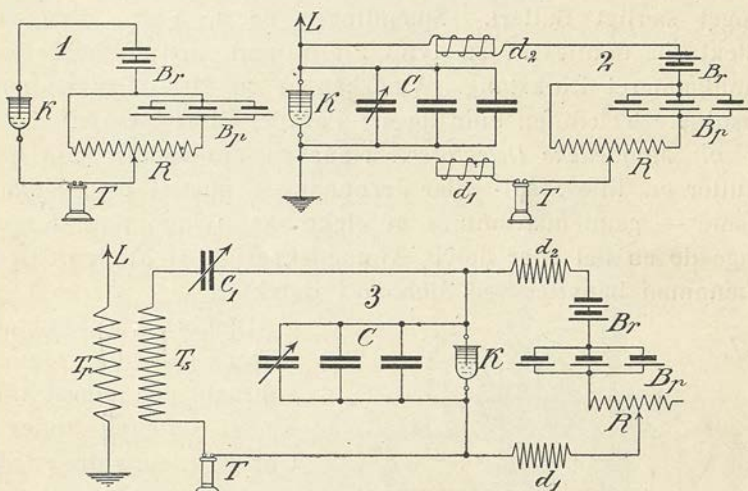


Fig. 85.

Cellen K 's Strømkreds. Ved at forandre Glidekontaktens Stilling er man i Stand til at variere Cellens tilførte Spænding fra 3 til 4,5 Volt.

Cellen kan anbringes direkte i Lufttraaden, men da dens Modstand er betydelig (ca. 1000 Ω), bliver Dæmpningen stor. For at danne en udæmpet Vej for de elektriske Svingninger, anbringes da en Kapacitet C parallelt med Cellen (Fig. 85,2). Kapaciteten dannes ofte af to Propkondensatorer og en Drejekondensator af den i Fig. 6 (Side 9) viste Form. For desuden at forhindre Svingningerne i at komme ind i Jævnstrømskredsen er der anbragt to Dæmpespoler d_1 — d_2 med Jernkærner.

Cellen kan imidlertid ogsaa kobles induktivt til Lufttraaden (Fig. 85,3). I den sekundære Svingningskreds anbringes

da tillige en Drejekondensator C_1 i Række med Cellen, for at man kan afstemme den sekundære Svingningskreds.

De Forest og *Fessenden* anvende en Detektor af lignende Konstruktion. Beholderen er af Glas, og Anoden er saaledes indrettet, at den let kan udveksles med en ny. Som Elektrolyt anvender *Fessenden* ogsaa Salpetersyre.

Shoemaker's Detektor afviger fra de øvrige derved, at Cellen tillige er et galvanisk Element, saa at der ikke behøves noget særligt Batteri. Spændingen er 0,7 Volt. Den ene Elektrode dannes af en tynd Platintraad, den anden af en amalgameret Zinkstang. Vædsken er en 20 % Svovlsyreopløsning. Telefonen anbringes i Parallel til Detektoren.

c. *Magnetiske Detektorer*. Naar en Traadspole, som omslutter en lille Staal- eller Jernnaal — mættet med Magnetisme — gennemstrømmes af elektriske Svingninger, forarsage de en hel eller delvis Afmagnetisering af Naalen. Dette Fænomen benyttes ved *Marconi's* Detektor.

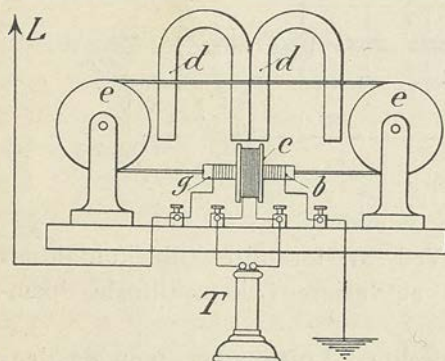


Fig. 86.

Den består af to Snorskiver *e* (Fig. 86), som ere anbragte paa Laaget af en Kasse. I denne findes et Uhrværk, som drejer Skiverne langsomt rundt. Omkring Skiverne er anbragt en endeløs Snor, der er sammensat af en Mængde tynde, silkeomspundne Jerntraade. Snoren, hvis Hastighed er ca. 6—7 cm

pr. Sekund, føres gennem et Glasrør *g—b*, hvorpaa er viklet en Spole af isoleret Traad, der gennemløbes af de elektriske Svingninger.

Omkring Spolen *g—b* er anbragt en anden Spole *c* med mange Vindinger og forbundet med en Telefon *T*. Over Spolen *c* findes de ensartede Poler af to Hestekomagneter.

Naar Snoren bevæges, bliver den magnetiseret, idet den passerer forbi Magnetpolerne, men paa Grund af Hysteresen

indtræder Mætningspunktet noget senere, omtrentlig hvor Glasrøret hører op.

Dersom elektriske Svingninger passere Spolen, bevirke de, at Jernets Hysterese forandres, og den i Snoren inducerede Magnetpol flyttes pludseligt ind i Midten af Spolen, lige over for de permanente Magnetpoler. Ved denne øjeblikkelige Forandring i Feltet omkring Spolen *c*, induceres en Strøm i Telefonkredsløbet, og en Lyd høres i Telefonen.

Detektoren, der indsættes direkte i Lufttraaden, er meget følsom og anvendes bl. a. ved *Marconi's* transatlantiske Telegrafering.

d. *Termo-Detektorer*. Disse Detektorer reagere for den tilførte Energi, og deres Virkning beror i Almindelighed derpaa, at en ganske tynd Traad opvarmes af Højfrekvensstrømmene i Svingningskredsen. Ved nogle Typer benyttes den ved Varmen fremkomne Modstandsforøgelse til at paavise Svingningers Tilstedeværelse; ved andre benyttes Varmen til at frembringe en termoelektrisk Kraft eller en Længdeudvidelse af en Leder.

Fessenden's Detektor har en saa ringe Varmekapacitet, at en ubetydelig Energimængde er tilstrækkelig til at opvarme den. For at opnaa denne Virkning bliver en Sølvtraad *a* (Fig. 87) (0,05 mm i Dia.) med en Kærne af Platintraad (0,015 mm) dannet som en Bøjle. Den nederste Del dyppes i Salpetersyre, der opløser Sølvet paa det neddyppede Sted og derved blotter Platintraaden. For at undgaa Varme-

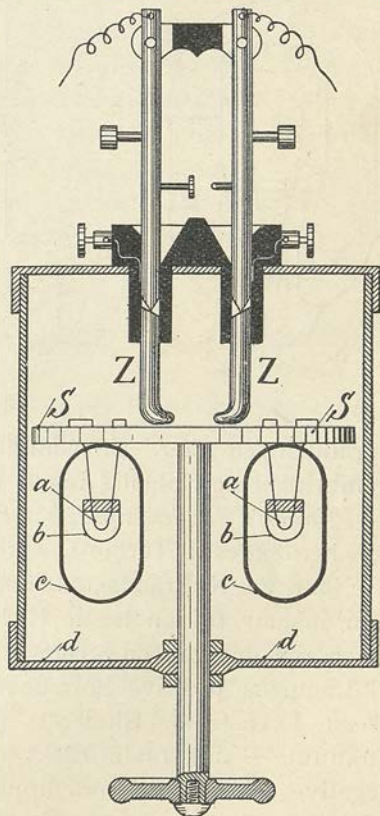


Fig. 87.

udstraaling er Bøjlen anbragt i en lille Sølvbeholder *b*, udenom hvilken findes en større, lufttom Glasbeholder *c*, der er tilsmeltet.

Paa en drejelig Ebonitskive *S* anbringes 4—6 saadanne Detektorer, og skulde en af disse blive ubrugelig, drejes Skiven, saa at den næste kommer i Forbindelse med Tilførselsklemmerne *Z—Z*. Hele Mekanismen er isoleret anbragt i et Metalhus *d*, som danner en yderligere Beskyttelse for Modtageren.

Detektorens Virkemaade er følgende: Træffes Lufttraaden af elektriske Svingninger, fremkalde de en Strøm, der omsættes til Varme i Platintraaden, hvorved Telefonkredsløbets Modstand forøges og en Lyd høres i Telefonen i det Øjeblik,

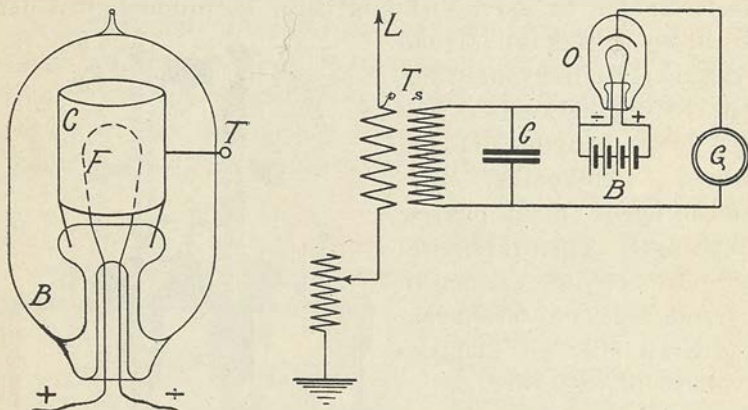


Fig. 88.

Forandringen sker. En stadig Paavirkning af samme Styrke frembringer selvfølgelig ingen Lyd i Telefonen.

Fleming's Glødelampedetektor eller Svingningsventil kan tildeles henregnes til Termo-Detektorerne. Princippet er følgende:

Naar en Kultraadsglødelampe indeholder en Metalplade, som udgaar fra en tredje Elektrode, indsmeltet i Glasbeholderen, vil der gaa en Strøm af negativ Elektricitet fra Pladen til Lampens positive Pol, naar Lampen bringes til at gløde af en Jævnstrøm. Glødende Legemer — og navnlig Kul i Vakuum — udstraale Elektroner fra deres Overflade. Den negative Elektricitet undslipper uden videre, medens dette ikke er muligt for den positive Elektricitet. I Fig. 88 er Lam-

pen vist samt et Strømløbsskema af Detektorens Forbindelser. Mellem Metalpladens Elektrode og Lampens negative Elektrode indsættes en Strømkreds med et Galvanometer G og Sekundærviklingen T_s af en Transformator med en parallelforbunden Kapacitet C . Til Primærviklingen T_p er Lufttraaden og Jordforbindelsen tilknyttet. Batteriet B bringer Lampen til at gløde.

Virkemaaden er følgende: Frembringes Svingninger i Lufttraaden, induceres lignende Svingninger i Sekundærkredsen, som er forbunden med Lampen. I denne Kreds kan en Elektricitetsbevægelse kun finde Sted i én Retning, nemlig fra Kultraaden til Metalpladen. Glødelampen adskiller saaledes de to modsatrettede Elektricitetsbevægelser fra hinanden og tillader kun en Strøm i den ene Retning (deraf Navnet »Svingningsventil«). Galvanometret kan erstattes med en Telefon.

En saadan Detektor skal være meget følsom og har vist sig at være særlig god, hvor der benyttes udæmpede Svingninger. Lampens Spænding har ingen Betydning. En 4 V Lampe, der bruger 1 A, kan ligesaa godt benyttes som en 12 V eller 100 V Lampe. For at faa det bedste Resultat maa Glødelampen imidlertid have over en vis *kritisk* Temperatur, og Vakuomet maa være særlig godt.

De Forest anvender en lignende Detektor, kaldet en »*Audion*«. —

Af termoelektriske Detektorer haves flere forskellige Konstruktioner. De bestaa i Almindelighed af to Elektroder af forskelligartede Metaller eller Metalforbindelser, f. Eks. Kobber—Platin, Blyglans—Svovl etc. Elektroderne røre hinanden under et større eller mindre Tryk. Detektoren indsættes i en Svingningskreds, og naar Svingninger induceres i denne, opvarmes Berøringsstedet, og der skabes derved en termoelektrisk Kraft. Naar en Telefon forbindes med Svingningskredsen, paavirkes den af Strømmen, som fremkommer paa Grund af den termoelektriske Kraft, og man undgaar derved at benytte galvaniske Elementer i Strømkredsen. Flere af disse Detektorer, f. Eks. efter *Poulsen's* Konstruktion (Blyglans—Svovl), skulle være meget følsomme.

38. **Relaiser.** Da Kohærerer (eller andre Detektorer) kun kan arbejde med en ringe Strømstyrke, som i Almindelighed ikke overstiger 1 Milliampere, kan man ikke direkte anvende

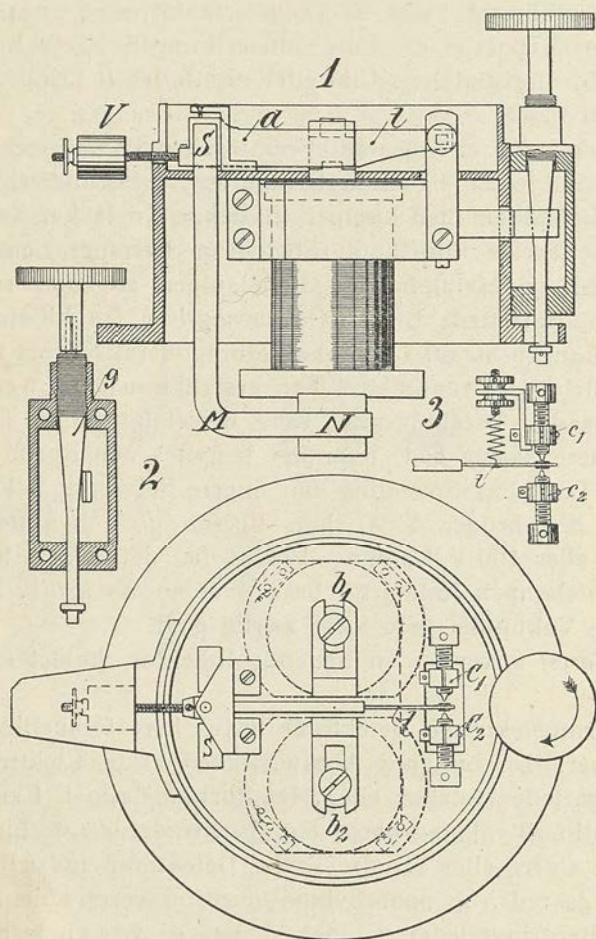


Fig. 89.

denne Strøm til at drive de forskellige Hjælpeapparater. Man benytter derfor et *Relais* til at slutte en Lokalstrømkreds (Stærkstrømskreds).

a. Det almindelige Relais er et polariseret Daaserelais (*Siemens & Halske*). Det består af en vinkelformet Staal-

magnet M (Fig 89,₁), der foroven har en Sydpol, forneden en Nordpol. Paa den er anbragt to Jernkærner $b_1—b_2$, der alt-saa faa en Nordpol foroven. Jernkærnerne ere forsynede med indstillelige Polsko. Imellem disse findes et Jernanker a , der

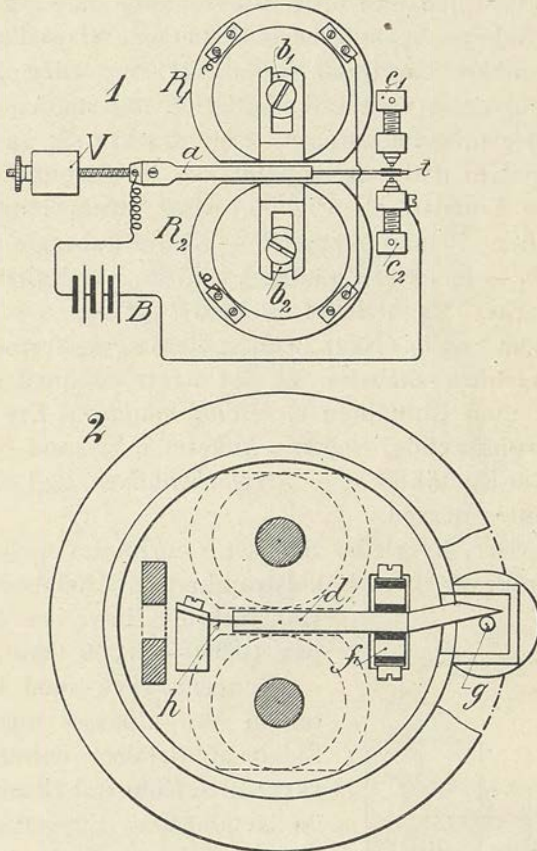


Fig. 90.

kan dreje sig om to lodret anbragte Tappe, af hvilke den ene har Leje i Staalmagneten (ved Sydpolen), den anden i en paa Magneten fastskruet Lejebuk. Ankeret er forlænget bagud med en Skrue, der bærer en Kontravægt V til Afbalancering af Ankeret. Til den anden Side er Ankeret forlænget med en Metaltunge t , der ude ved Spidsen er forsynet med et Pla-

tinstykke paa hver Side. Tungen kan bevæge sig mellem to paa en lille Slæde anbragte Kontaktskruer c_1 — c_2 .

Hvis Ankeret befinder sig nøjagtigt midt imellem Polskoene, er det i Ligevægt, da det paavirkes med lige stor Kraft fra hver Side. Bringes Ankeret blot en Ubetydelighed til en af Siderne, paavirkes det stærkere af vedkommende Pol og tiltrækkes hen imod Kontaktskruen c_1 eller c_2 . Skruen c_2 er i Forbindelse med Lokalbatteriet, hvis anden Pol staar i Forbindelse med Relaishuset. For at sikre sig en god Forbindelse mellem dette og Ankeret ere de forbundne ved en lille, bøjelig Traadspiral. Fig. 90,₁ viser Strømskemaet. B er Lokalbatteriet. Relaisspolerne R_1 — R_2 ere anbragte paa Jernkærnerne b_1 — b_2 og ere saaledes vikled, at Kohærerstrømmen forstærker Magnetfeltet mellem t og b_2 , men svækker Feltet mellem t og b_1 . Naar Relaisspolerne ere strømløse, maa Ankeret indstilles saaledes, at det ligger an med et ganske ringe Tryk mod Kontakten c_1 , *Hvilekontakten*. Ere Spolerne derimod strømførende, trækkes Ankeret over mod b_2 , d. v. s. Tungen rører Kontakten c_2 — *Arbejdskontakten*, og Lokalstrømkredsen sluttet derved.

Fig. 91 viser, hvorledes Relaiset R forbindes med den lukkede Svingningskreds og Lokalstrømkredsen. Relais af denne Konstruktion have en Modstand paa 10 000—20 000 Ohm.

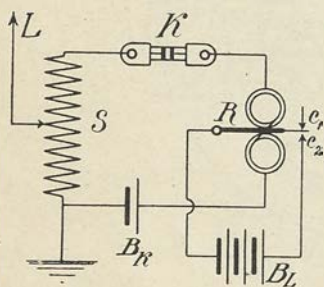


Fig. 91.

Tungens Tryk mod Hvilekontakten kan afpasses med en paa Siden af Relaiset anbragt Stilleskrue med Konus. I Relaiset findes en Metalarm d (Fig. 90,₂, set fra neden), hvis ene Ende er fastgjort til en flad, fastspændt Staal-fjeder h . Armen passerer gennem en Ud-

skæring forneden paa Slæden med Kontaktskruerne f og holdes af Fjedren mod den koniske Stilleskrue g (Fig. 89,₂). Naar denne skrues nedad, bevæger dens Konus Armen og dermed Slæden længere ud til Siden, d. v. s. Tungen føres længere hen imod den ene Polsko.

Relaiserne kunne indstilles saaledes, at de, ved en Spænding af 1,5 Volt, kunne arbejde gennem en Modstand paa ca. 100 000 Ohm. De ere imidlertid modtagelige for ydre Paa-virkninger, Varme og navnlig Fugtighed.

b. Det vandtætte Relais (af *Telefunken's* Konstruktion) afviger fra det ovenomtalte Relais derved, at Tungen holdes fra Arbejdskontakten ved Hjælp af en lille Spiralfjeder, hvis Træk er saaledes afpasset, at Tungen netop rører, dog uden at danne elektrisk Kontakt (Fig. 89₃). Relaiset er indesluttet i

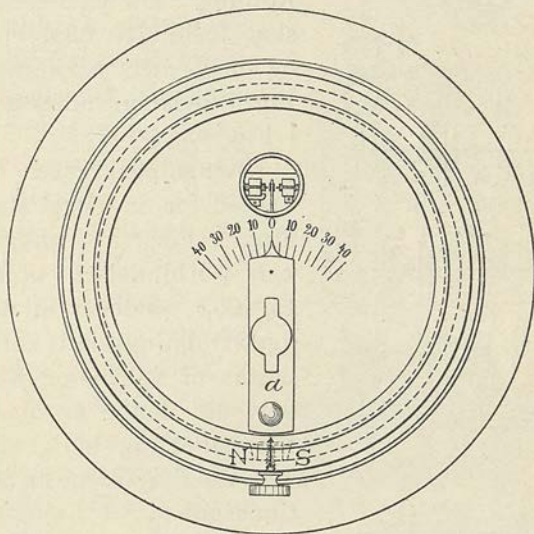


Fig. 92.

en vandtæt Kasse af Jern eller Metal. Den grove Indstilling af Relaiset foretages ved Hjælp af en ringformet Staalmagnet N—S (Fig. 92), anbragt drejeligt foroven paa Relaiset. Den skærmer tillige mod Paavirkning af ydre Magnetfelter. Den fine Indstilling sker ved et paa Dækslet anbragt lille, drejeligt Jernstykke *a*. Ved at dreje Jernstykkets Spids til venstre, stiger Følsomheden; drejes Spidsen til højre, bliver Følsomheden mindre. Jernstykket danner nemlig en magnetisk Shunt, der kan forstærke det ene eller det andet Felt.

Følsomheden kan gøres saa stor, at Relaiset, med

1,5 Volts Spænding, kan arbejde gennem en Modstand paa ca. 400 000 Ohm.

Relaiset er fjedrende befæstet paa en Træplade. For at holde Luften tør indvendig i Apparatet er her anbragt en lille Beholder med Klorcalcium.

c. Kohærerens og Relaisets Forbindelse med Svingningskredsen. Somomtalt i § 27 anbringes Kohærerens i en lukket

Svingningskreds, der kan paavirkes ved direkte eller induktiv Kobling. Da Kohærerens tillige skal forbindes med et Element og med Relaispolerne, kunne Forbindelserne udføres som vist i Fig. 93,1.

Svingningskredsen vilde dog herved faa en meget stor Dæmpning. For at undgaa dette kan Forbindelsen udføres som Fig. 93,2, saaledes at den egentlige Svingningskreds kommer til at bestaa af Spolen og Kohærerens. Selv om denne er uledende, er Elementet dog stadig sluttet gennem Relaispolerne og Selvinduktionsspolen. I Svingningskredsen anbringes derfor en Blok-kondensator C (Fig. 93,3), som dannes af en lille Pladekondensator med stor Kapacitet, ca. 0,01 Mf (1000 cm). Kondensatoren forhindrer fuldstændig, at Elementstrøm kan gaa gennem Svingningskredsen, og den frembyder

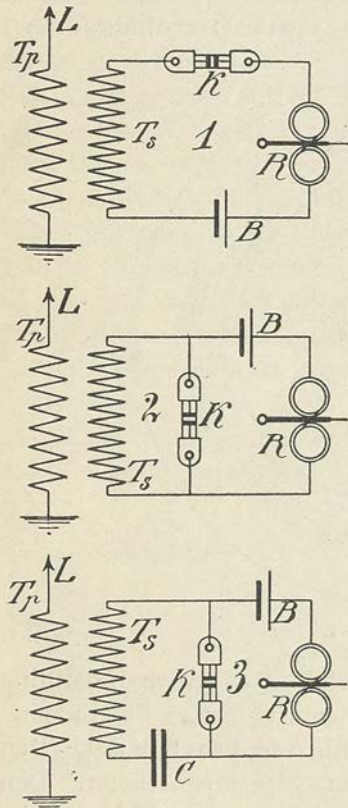


Fig. 93.

en særlig udæmpet Vej for Svingningerne, medens Svingningskredsens Kapacitet praktisk talt er uforandret.

Et Eksempel viser dette. Den almindelige Kohærerens Kapacitet er ca. 20 cm. Da de to Kapaciteter ere rækkeforbundne,

bliver den resulterende Kapacitet $\frac{1000 \cdot 20}{1000 + 20} = 19,7 \text{ cm}$. Kapaciteten er saaledes kun formindsket med 0,3 cm.

39. **Bankere.** For at gøre Kohærerens uledende efter Bestraalingen er det nødvendigt at ryste den, give den et let Slag el. lign. Dette udføres automatisk af *Bankeren*, der i sine Hovedtræk er indrettet som en elektrisk Hammer. Dens Magnetspoler anbringes i Lokalstrømkredsen og sættes i Virksomhed, naar denne sluttes af Relaiset.

a. *Membran Bankeren* (Siemens-Braun Typen). Dens Mechanisme er indesluttet i et cylindrisk Hus, hvis Sider dannes af en tynd Staalmembran *m* (Fig. 94, 1), til hvis indvendige Side Ankeret *a* er fastgjort. Dets Bevægelser overføres gennem Membranen til den udvendigt anbragte Knebel, hvis lille Kugle *k* kan slaa mod Kohærerens.

For at man kan indstille Bankerens Slag mod Kohærerens, er Huset anbragt paa en Aksel *b*, som kan drejes ved Hjælp af en Snækkeudveksling og Stilleskrue *s*. Strømmen tilføres gennem to Fjedre *f*, der hvile mod isolerede Ringe paa Akslen.

Da Afbrydningsstedet er indelukket i et Metalhus, faar Afbrydningsgnisten ingen Indflydelse paa Kohærerens.

Bankeren har Afbrydning i Lokalstrømkredsen.

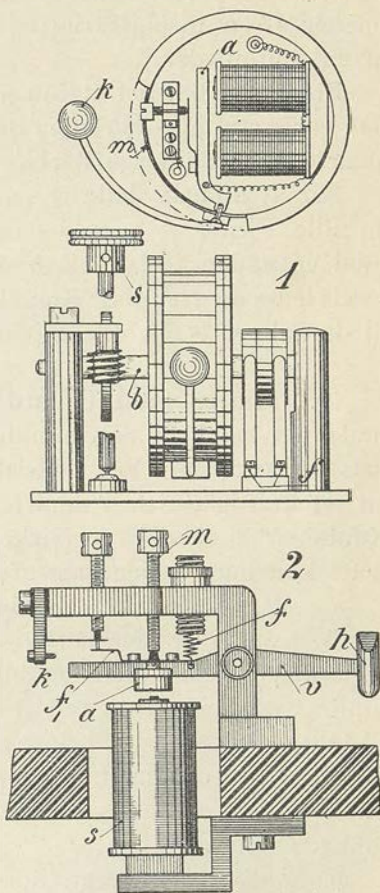


Fig. 94.

b) *Telefunken's Banker* (Z M Typen). Paa et Stativ er anbragt to Elektromagnetspoler s (Fig. 94,2), hvis Anker a er fastgjort til en toarmet Vægtstang v , der bærer en lille Hammer h , som slaar mod Kohærerens. Ankerets Bevægelse begrænses oppefter af en Anslagsskrue m , og Ankeret holdes imod denne af en Spiralfjeder f .

Erfaringen har vist, at Kohærerens lettere bliver uledende, naar den gøres strømløs, forinden Bankeren slaar. I modsat Fald opstaar let Afbrydningsgnister i Kohærerens, hvorved den ødelægges.

For at undgaa dette er paa Oversiden af Ankeret anbragt en lille Fjeder f , som i Bankerens normale Stilling hviler mod en anden isoleret Kontaktfjeder k . Kohærerens Strømkreds ledes da over disse Kontakter, der ere saaledes indstillede, at de aabnes et Øjeblik, førend Bankeren berører Kohærerens.

40. **Midler mod Gnistdannelse.** I Lokalstrømkredsen findes en betydelig Selvinduktion, dels i Morseskriveapparatet, dels i Bankeren. Ved Relaistungens Kontakt dannes derfor en ret kraftig Gnist, som dels i Løbet af kort Tid ødelægger Kontakterne og dels paavirker Kohærerens. For at undgaa dette kan man betjene sig af 3 forskellige Midler.

a. *Modstandsspoler.* I Fig. 95,1 er vist en Lokalstrømkreds, hvor R er Relaiset, B_L Batteriet, M og B Morseskriveapparatet og Bankerens parallelforbundne Viklinger. For at hindre Gnistdannelsen ved Relaistungen T kan man parallelt til Afbrydningsstedet anbringe en induktionsfri, stor Modstand r . Strømmen bliver da ikke afbrudt, men kun forstærket, naar Modstanden kortsluttes af Kontakten, eller svækket, naar Kontakten aabnes.

b. *Kondensatorer.* Som tidligere berørt kunne Kondensatorer ogsaa benyttes, naar de anbringes parallelt til den Kontakt, hvor Afbrydningen finder Sted, C_1 i Fig. 95,2. Kondensatorens Størrelse maa imidlertid være meget nøje afpasset, da der ellers kan hidføres en Forøgelse af Gnisten.

En bedre Virkning opnaaes, saafremt Kondensatoren anbringes parallelt til Spolerne, C_2 i Fig. 95,3. Naar Strømmen afbrydes, frembringer den inducerede EMK Svingninger i Kondensatorkredsen $MB-C_2$. For at disse Svingninger ikke

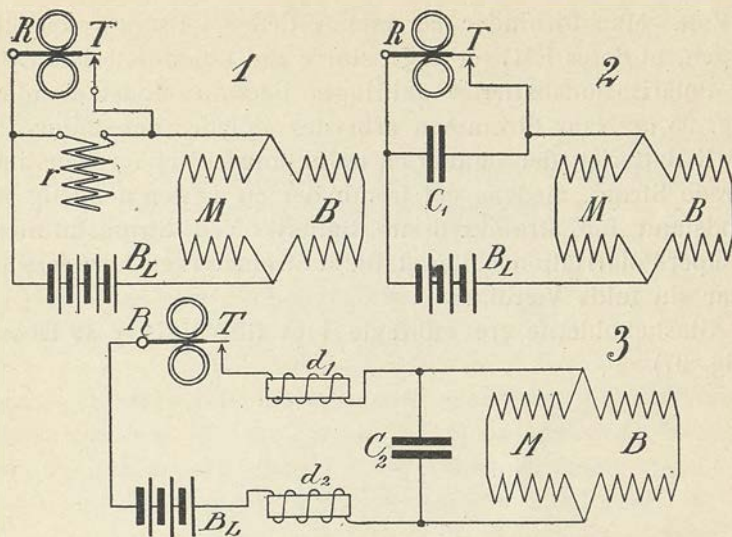


Fig. 95.

skulle naa ind i den øvrige Strømkreds, anbringes to Dæmpespoler med Jernkærne (d_1-d_2).

c. *Polarisationsbatterier*. En af de bedste Metoder er Anvendelsen af *Polarisationsbatterier*, dannede af smaa Polarisa-

tionsceller. En saadan Celle bestaar af en tilsmeltet Glasbeholder med fortyndet Svovlsyre og to Platinelektroder (Fig. 96). Igennem en saadan Celle gaar kun en Strøm, saafremt Strømkredsens EMK er større end

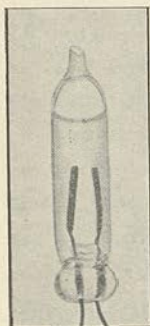


Fig. 96.

den ved Polarisationen opstaaede, modsatrettede EMK, der for hver Celle andrager ca.

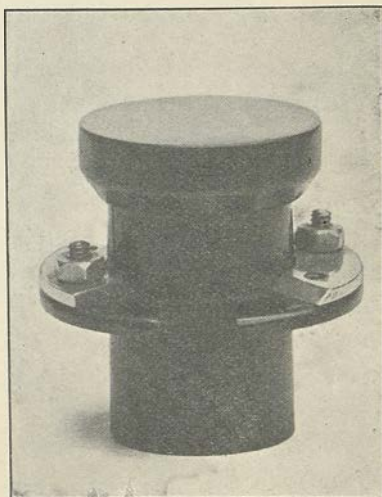


Fig. 97.

2 Volt. Man forbinder saa mange Celler i Række efter hinanden, at deres EMK er noget større end Lokalbatteriets EMK.

Polarisationsbatteriet anbringes ligesom Modstanden r i Fig. 95,1. Naar Strømmen afbrydes, oplader den inducerede EMK Batteriet, der danner en induktionsfri Vej for den inducerede Strøm, medens det frembyder en næsten uendelig stor Modstand for Strømkredsens Batteri. Ved Strømslutningen hjælper Polarisationsbatteriet til, at Strømstyrken hurtigere opnaar sin fulde Værdi.

Glasbeholderne ere anbragte i et lille Hylster af Ebonit. (Fig. 97).

III. BESKRIVELSE AF RADIO- TELEGRAFSTATIONER.

Kun Flaadens Radiotelegrafstationer skulle her gøres til Genstand for en indgaaende Omtale.

I Aarene 1899—1900 afholdtes ved Søminekorpset en Række forberedende Radiotelegrafforsøg, væsentlig i Overensstemmelse med de af *Marconi* og *Slaby* givne Anvisninger. Der opnaaedes ved disse Forsøg Telegrafafstande paa indtil 30 km, og det fremgik, at Radiotelegrafen kunde faa stor Betydning som Meddelelsesmiddel, særligt mellem Krigsskibe.

I Aaret 1901 anskaffedes til Fyrvæsenet to Stationer efter *Slaby-Arco's* System (se senere), nemlig een til »Blaavandshuk« Fyr og een til »Vyl« Fyrskib. Næste Aar anskaffedes en tredie Station (af samme System) til Fyrskibet »Horns Rev«.

Disse 3 Stationer beskrives ikke nærmere da de (1908) erstattes med nye Stationer af *Telefunken's* System.

41. I Aaret 1902 traadte Søminekorpset i Forbindelse med Firmaet *Siemens & Halske* og anskaffede to Radiotelegrafstationer (Nr. I og II) efter *Siemens-Braun's* System. Fig. 99 viser en Sammenstilling af en Afsender og en Modtager.

a. *Luftnettet* var et Ruse-Net (Fig. 52) og ophængt mellem to Master (Højde ca. 30 og 25 m). Ruses Længde var ca. 10 m, Bølgelængden ca. 250 m, og Traaden, hvis Længde var ca. 60 m, bestod af en 3 mm² kautsjukisoleret Kobberledning. Midt paa Apparatbordet var anbragt en Omskifter, ved hvis Hjælp Luftnettet enten kunde forbindes med Afsenderen eller med Modtageren.

b. *Afsenderens* primære Kredsløb (Fig. 98₁) omfattede Dynamo *D* (65 eller 110 Volts Spænding), en Telegrafnøgle *T* (§ 36, a, Side 121) og en *Wehnelt's* Afbryder *W* (§ 35, a,

Side 117) samt Induktorens primære Vikling T_p . Den største Strømstyrke, der benyttedes, var 10—12 Amp.

Frembringerkredsen dannedes af Frembringerspolen M , Kondensatorerne $C-C_1$ og Gnistrummet G . Parallelt til dette var anbragt Induktorens sekundære Vikling T_s . Gnisteledetroderne havde Kugleform, og Afstanden kunde varieres fra 2 til 15 mm. For at dæmpe Lyden vare Gnisteledetroderne omgivne af en Glas cylinder. Kondensatorerne dannedes af

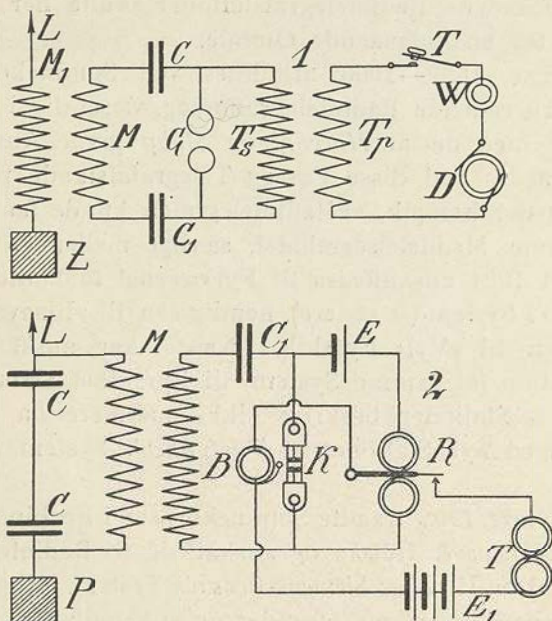


Fig. 98.

Leydnerflasker, og hvert Batteri bestod af 24 parallelt forbundne Siemensflasker.

Luftnettet var induktivt koblet til Frembringerkredsen. Der benyttedes en Olietransformator, hvis primære Spole M havde 3—4 Vindinger, medens den sekundære Spole M_1 havde 20—30 Vindinger.

Der anvendtes ikke Jordforbindelse, men derimod en elektrisk Modvægt, bestaaende af to Zinkcylindre Z . Modvægtens Isolation fra Skibets Jerndeale var dog meget daarlig.

C. Modtageren (Fig. 98,2) havde 4 Kredsløb, nemlig Luftnettets Svingningskreds, Kohærerens Svingningskreds og Jævnstrømskreds samt Lokalstrømkredsen.

Luftnettets Svingningskreds bestod af to Kondensatorer *C* og Primærviklingen af en Transformator *M*. Kondensatorerne dannedes af Ebonitplader med mellemliggende, staniolbeklædte Glimmerplader. Transformatoren *M* bestod af to traadbeviklede Ebonitcylindre, den ene uden om den anden. Sving-

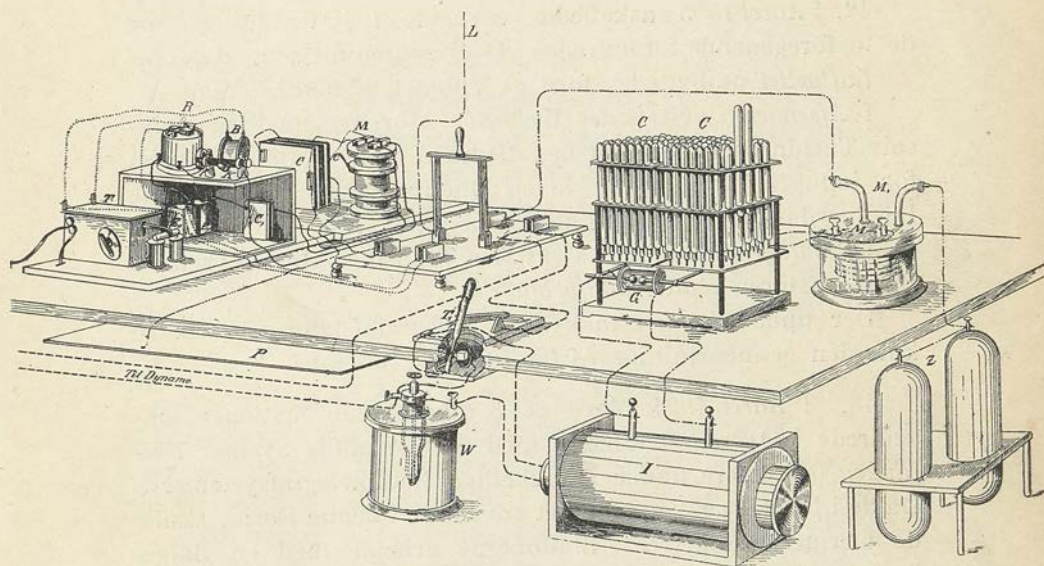


Fig. 99.

ningskredsen havde ligesom Afsenderen en elektrisk Modvægt, der dannedes af en større Metalplade. Der anvendtes dog undertiden Vandforbindelse.

Kohærerens Svingningskreds indbefattede Kohærerens *K*, Blokkondensatoren *C*₁ og Transformatorens sekundære Vikling.

Jævnstrømskredsen havde foruden Kohærerens et Element *E* og Spolerne i det polariserede Relais *R*. Der benyttedes en Staalkohærer (§ 37, Side 126). Kondensatoren *C*₁ lignede de i Luftnettet anbragte Kondensatorer, men var betydelig mindre.

Lokalstrømkredsen. Relaistungen kunde slutte Strømmen fra Batteriet E_1 til to parallelt forbundne Kredsløb. I det ene Kredsløb fandtes Bankeren B 's Vikling (§ 39, a Side 141), i det andet var Viklingen til Morseskriveapparatet T , der var af *Siemens & Halske's* almindelige Konstruktion.

Med disse Apparater opnaaedes en maksimal Telegrafafstand paa ca. 70 km, medens den gennemsnitlige Afstand var ca. 50 km.

42. I Aaret 1903 anskaffedes yderligere en Station (Nr. III), og de to foregaaende forandrede i Overensstemmelse med denne. *Luftnettet* ombyttedes med et Viftenet af blank Traad.

I Afsenderen erstattedes *Wehnelt's* Afbryder med en Kviksølv-Turbineafbryder. Der benyttedes direkte Kobling i Stedet for induktiv Kobling og ingen Olietransformator. Det ene Leydnerflaskebatteri kortslyttedes.

I Modtageren anvendtes variabel Transformator og variable Kondensatorer samt *Vandforbindelse*.

Der opnaaedes en maksimal Telegrafafstand paa ca. 70 km; den gennemsnitlige Afstand var ca. 65 km.

43. I Aaret 1904 bleve de 3 ovennævnte Stationer omændrede i Overensstemmelse med det saakaldte System *Telefunken* (se senere under »Forskellige Radiotelegrafs-systemer«). Da de i Hovedtrækkene stadig anvendes i denne Form, skulle de nærmere beskrives. Stationerne arbejde med en Bølgelængde af ca. 250 m og bestaa af et *Luftnet*, en Afsender og en Modtager.

Fælles for disse er en Omskifter (som vist paa Fig. 99, Side 147). Stilles den til Modtagelse, er Afsenderstrømkredsen fuldstændig afbrudt og omvendt. Ved denne Ordning undgaaes, at Afsenderen kan sættes i Virksomhed, naar Modtageren er indsat.

A. Luftnettet.

44. Luftnettet er et Harpe- eller T-Net (Fig. 53, 54, Side 94), der dannes af blank Fosforbronce-traad (7·0,8 mm) og bestaar af 3 eller 4 parallelle Traade med en indbyrdes Afstand af

ca. 0,5 m. De ere alle forbundne (sammenloddede) ved Enderne og ophænges isoleret med Ebonitkneble mellem Masterne med Traadenes Plan vandret. Fra disse Traade fører det samme Antal Traade ned til en Støtte eller lign. ved Telegrafrummet, enten sammenløbende fra Toppen eller parallelle paa en Del af Længden. Forneden ere Traadene fastloddede til et stærkt isoleret Okonitkabel, der ved Kabelsko fastklemmes til Ebonitgennemføringen. Andre Luftnet, f. Eks. T-Net, anvendes dog ogsaa.

B. Afsenderen.

2. Lavspændingskredsen.

45. Den til Induktoren førte Strøm (65 eller 110 Volt) kan reguleres ved Hjælp af en Reguleringsmodstand. Strømmens Afbrydning sker ved en Kviksølv-Turbineafbryder. Parallelt til denne er anbragt en Kondensator for at formindske Gnistdannelsen ved Afbrydningerne. Dens Kapacitet er ca. 0,1 Mf. Den tilførte Strømstyrke kan maales ved et Amperemeter.

a. Induktoren.

Den er indrettet til en bestemt Kapacitetsbelastning og et bestemt Spændings-Omsætningsforhold saaledes, at den ved et bestemt Primær-Afbrydningstal kan arbejde i elektrisk Resonans med Sekundærkredsen.

Induktoren har 3 Primærklemmer: 0, 2 og 3. Mellem 0 og 2 er Modstanden ca. 0,18 Ohm og mellem 0 og 3 ca. 0,77 Ohm. Ved Turbinedrift kan man kun anvende Klemmerne 0 og 2. De sekundære Vindingers Modstand er ca. 5800 Ohm.

b. Telegrafnøglen.

Den er indrettet som beskrevet i § 36, a, Side 121.

c. Kviksølv-Turbineafbryderen.

Den er indrettet som beskrevet i § 35, c, Side 120.

d. Turbinemotorens Reguleringsmodstand.

For at kunne indstille Turbinemotorens Hastighed paa det nøjagtigere Omdrejningstal er anbragt en Modstand (ca. 70 Ohm), som kan varieres ved at bevæge en Glidekontakt henover Modstandstraadene, der ere opviklede paa to Skiferplader.

2. Højspændingskredsen.

Fra Induktorens sekundære Klemmer føres Ledninger til Gnistrummet.

a. Frembringerkredsen.

Leydnerflaskebatteriet, Gnistrummet og Frembringerspolen danne tilsammen en lukket Svingningskreds.

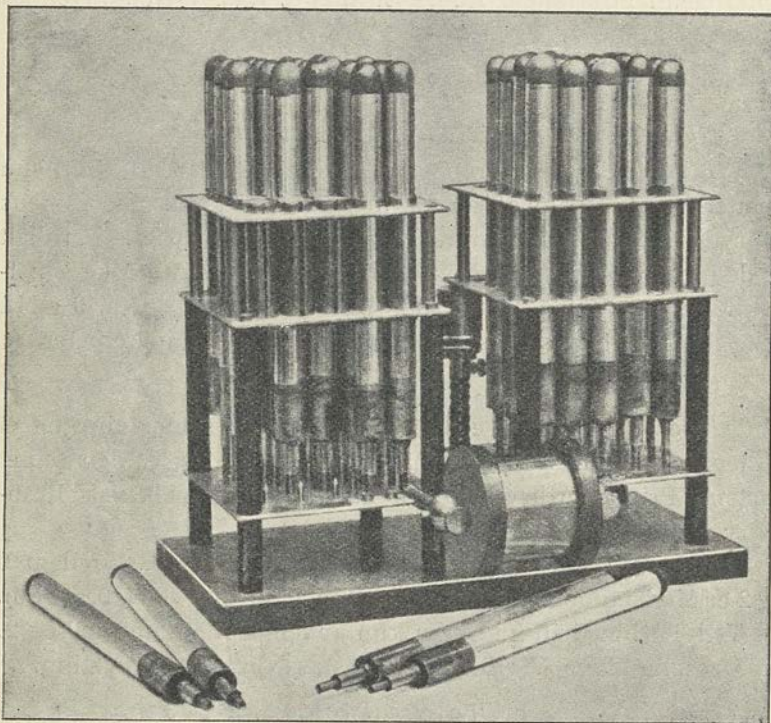


Fig. 100.

Fig. 100 viser Flaskebatteriet. Det bestaar af to Halvdele, hver med 25 parallelt forbundne Siemensflasker. Sættes saadanne Flasker paa Plads i Stativet, komme deres udvendige Belægning gennem fjedrende Rør i Forbindelse med en fælles Metalplade. De indvendige Belægninger, der ende med hule Tappe udenfor Flaskerne, komme gennem tilsvarende Tappe

i Forbindelse med en anden Metalplade. Denne Plade er forbunden med Gnistrummets ene Elektrode og er isoleret fra den første Plade, der forbindes med den ene Ende af Frembringerspolen. Batteriets ene Halvdel benyttes ikke og er kortsluttet.

Gnistelektroderne dannes af to flade Zinkstykker (ca. 7 mm tykke), anbragte paa Enderne af to forskydelige Zinkstænger og ere, for at dæmpe Lyden, indsluttede i en Glascylinder med Fiberbunde (Fig. 100).

Frembringerspolen bestaar af ca. 3 Vindinger, opviklede paa en Papcylinder.

b. Den aabne Svingningskreds.

Luftnettet er direkte koblet til Frembringerkredsen og forbundet med Vand. Koblingsvindingernes Antal er ca. $1\frac{1}{2}$ —2.

3. Strømløbet i Afsenderen.

Lavspændingskredsen (Fig 101, a). Fra den positive Ledning føres Strømmen gennem Omskifterens Kontakt 7 til Telegrafnøglen 5, gennem Reguleringsmodstanden 2 til Turbineafbryderen 3 og fra denne til Induktorens primære Vinding 1, gennem Amperemetret 11 til den negative Ledning.

Parallelt til Turbineafbryderen er indsat Kondensatoren 4. Ligeledes parallelt forbunden er Turbinemotoren 8 med sin

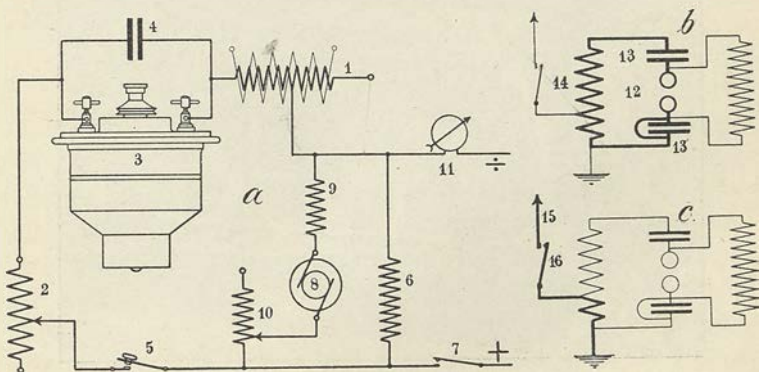


Fig. 101.

Seriebevikling 9 og rækkeforbundne Reguleringsmodstand 10. Endvidere er Telegrafnøglens Magnetspoler 6 indsatte direkte mellem $+$ og $\div$.

Frembringerkredsen (Fig. 101, b). Induktorens sekundære Vindinger ere forbundne med Gnistrummet 12, som er i Forbindelse med de to Flaskebatterier 13, hvis ydre Belægning er forbunden med Frembringerspolen 14.

Den aabne Svingningskreds (Fig. 101, c). Luftnettet 15 er forbundet med Omskifterens Kontakt 16 og, naar denne lukkes, med Koblingsvindingerne og gennem disse med *Vand*.

C. Modtageren.

1.

46. Modtageapparatet (Fig. 102) er et Skriveapparat, hvor en Glas- eller Staalkohærer kan benyttes som Bølgedetektor.

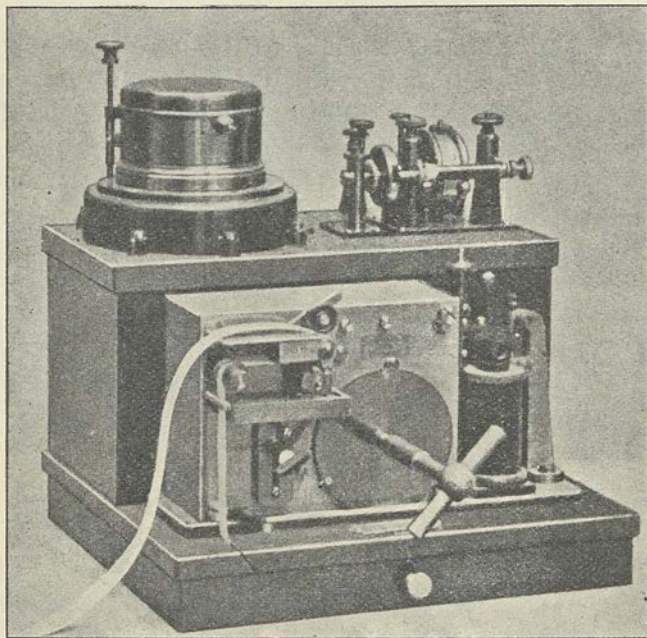


Fig. 102.

Det danner et for sig afsluttet Hele og bestaar af Relaiset, Bankeren med Kohærer, Lokalbatteri og Morseskriveapparat samt en Afstemningsspole.

Relaiset, Bankeren og Ebonitsøjlen med Klemmer til Kohærereren ere anbragte paa Laaget af en Kasse. I denne findes Lokalbatteriet, der bestaar af 4 Hellesens Tørelementer. Under Laaget er anbragt de enkelte Apparaters Forbindelser, 2 smaa Elementer til Relaisspolerne og en Kondensator. Kassen er stillet paa en Træplade, hvorpaa Skriveapparatet er fastskruet.

a. Relaiset.

Relaiset er indrettet som det i § 38, a Side 136, beskrevne Relais. Indstillingen, c: Bevægelsen af Kontaktslæden, foregaar dog ved en lodret Skrue med Snækkeudveksling, i Stedet for som beskrevet ved Anvendelse af Konus.

Relaisets to Elektromagnetspoler, der have en Modstand hver paa ca. 20 000 Ohm, ere parallelforbundne og faa Strøm (naar Kohærereren er ledende) fra de to Tørelementer under Kassens Laag.

Parallelt til Relaisets Vindinger er anbragt en lille Pladekondensator, og parallelt med Relaisets Tunge er — for at forhindre Afbrydningsgnister — indsat en bifilarviklet Modstandsspole paa ca. 500 Ohms Modstand.

b. Bankeren.

Bankeren er indrettet som omtalt i § 39, a Side 141.

c. Kohærereren.

Som Kohærer benyttes den Side 125 omtalte Nikkel- eller Aluminiumkohærer. Til Brug ved smaa Telegrafafstande og som Reserve anvendes undertiden Staalkohærere (Side 126).

d. Afstemningsspolen.

Afstemningsspolen bestaar af en hul Træcylinder, der er omviklet med isoleret Kobbertraad og indesluttet i et Ebonit-

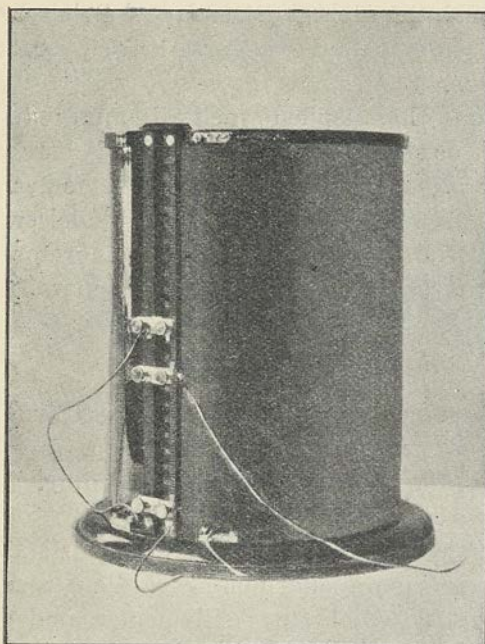


Fig. 103.

hylster (Fig. 103). I dette findes en lodret Udskæring, hvori to Glidekontakter kunne vandre hen over en inddelt Skala, idet Kontaktfjedrene glide paa Spolens Traade, hvis Isolation er fjernet paa dette Sted. Den øverste Ende af Viklingen bliver gennem Omskifteren forbundet med Kohærerens, den øverste af Glidekontakterne tjener til Forbindelse med Luftnettet, den underste til Variation af Vindingstallet og til Vandforbindelse.

2. Strømløbet i Modtageren.

Den aabne Svingningskreds (Fig. 104, a). Luftnettet er forbundet med Omskifterens Kontakt 16, og naar denne lukkes, med Afstemningsspolens Glidekontakt 18 gennem Koblingsvindingerne over Glidekontakt 19 til Vand.

Kohærerens Svingningskreds (Fig. 104, b) danner en lukket Kreds, hvis Strømløb er f. Eks. fra Kohærerklemme 21 til Omskifterens Kontakt 22, herfra til Afstemningsspolens Klemme 23 gennem Vindingerne til Klemme 20, over Klemme 24 til Kondensatoren. Fra denne til Klemme 25, over Omskifterens Kontakt 26 til Kohærerklemme 27 og til Kohærerens.

Kohærerens Jævnstrømskreds (Fig. 104, c) dannes for største Delen af samme Strømkreds som nævnt ovenfor. Fra Kondensatorens Klemme 24 og 25 er i Parallel indsat de to Relaispoler 28 og 29 samt Elementerne 30 og 31.

Skriveapparatets og Bankerens Strømkreds (Fig. 104, d). Fra Lokalbatteriets ene Pol føres Strømmen til Klemme 32, derfra gennem Omskifterens Kontakt 33 til Klemme 34, hvorfra Strømmen deler sig til Skriveapparatet og Bankeren, derfra over Relaisstungen 36 tilbage til Batteriet. Parallelt med Bankeren og Relaisstungen er indsat to Modstande, 37 og 38, hver paa 500 Ohm.

47. I Aaret 1905 anskaffedes 2 Stationer af Telefunken's saakaldte *Marinetype*. Bølgelængden var ca. 270 m; der kunde tillige forsøgsvis benyttes 350 m og 450 m.

Frembringersystemet er vist i Fig. 105. I det cylindriske Træstel fandtes 7 Leydnerflasker (A.E.G.-Flasker). Foroven paa Laaget var det tredelte Gnistrum anbragt. De to af Gnistrummene kunde indstilles til 5 mm, det tredje fra 0—10 mm; der maatte anvendes 3 · 5 mm Gnistlængde.

Udvendig paa Midten af Cylindren var Frem-

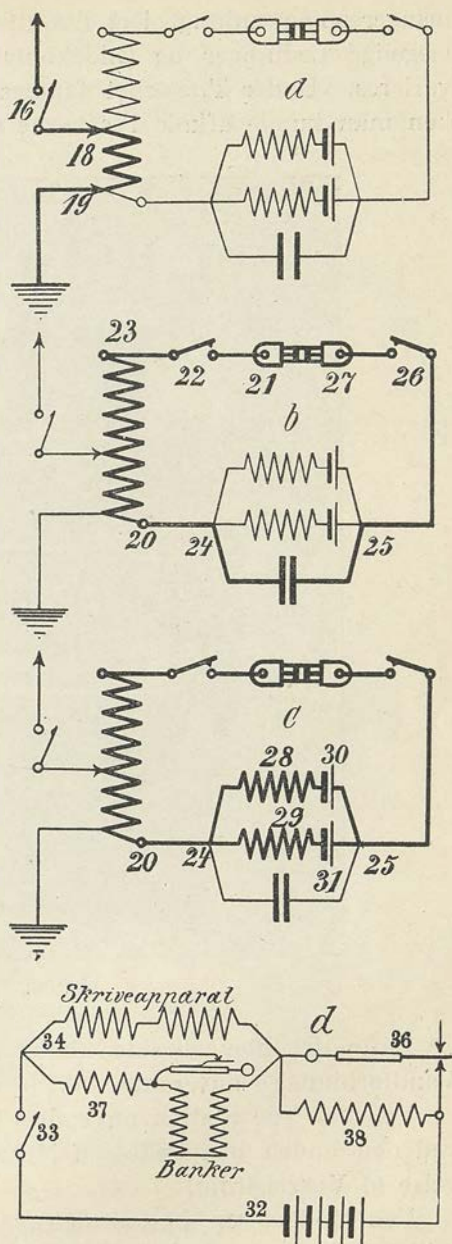


Fig. 104.

bringerspolen anbragt i et Ebonithylster. Ved Hjælp af bevægelige Ledninger og Glidekontakter kunde Vindingstallet varieres. Under Træstellet fandtes en lille Vifte, med hvilken man kunde afkøle Flaskerne og Gnistrummet.

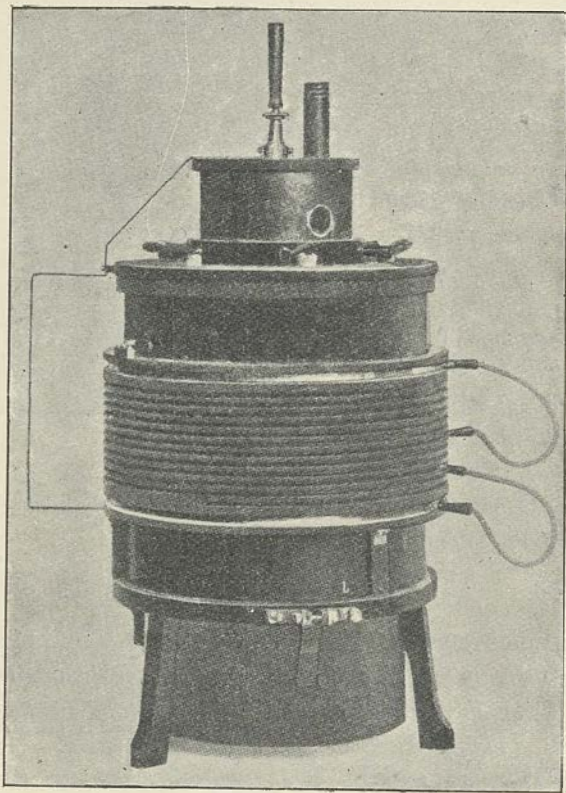


Fig. 105.

Luftnettet blev direkte koblet til Frembringerspolen, og Våndforbindelse anvendtes.

Ved den ene Station anvendtes Kviksølv-Turbineafbryder, ved den anden benyttedes en Motor-Generator til Frembringelse af Vekselstrøm.

Ved Modtageren bestod den væsentligste Forskel fra de tidligere Stationer deri, at der anvendtes løs Modtagekobling,

o: Luftnettet var induktivt koblet til Kohærerens Svingningskreds, og Primærspolen var til at forskyde i Forhold til Sekundærspolen, saaledes at Koblingen kunde varieres.

Modtageren var et Skriveapparat med Nikkelkohærer. Membranbankeren var erstattet med en Banker af den nu benyttede Type, og Relaiset havde Konusindstilling.

Der anvendtes forsøgsvis elektrolytiske Høreapparater. Iøvrigt skal Stationerne ikke nærmere beskrives, da de i 1906 ombyttedes med Stationer af en anden Type.

48. I Aaret 1906 anskaffedes fra *Telefunken* 6 Stationer (iberegnet den ovennævnte Ombytning) af den saakaldte »kommercielle« Type.

Stationerne vare indrettede til at kunne afsende med 5 forskellige Bølgelængder og modtage med alle Bølgelængder indenfor visse Grænser. De vare forsynede med saavel Skrivemodtager som med Høremodtager. Disse kunde anvendes hver for sig eller samtidigt og havde begge løs Modtagekobling. Høremodtageren kunde desuden benyttes uden Transformator.

Ensaadan Station bestaar af Luftnettet, Afsenderen og Modtageren.

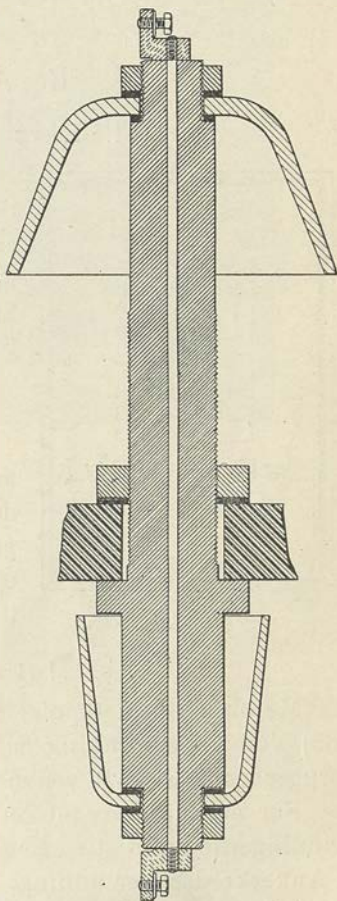


Fig. 106.

A. Luftnettet.

49. Luftnettet var indrettet som ved de foregaaende Stationer. Forneden, i Nærheden af Dækket, blev Nettet forbundet til et isoleret (Okonit) Kabel, der ved en Kabelsko og

Skrue fastgjordes til Gennemføringen i Panserdækket. Fig. 106 viser en saadan Ebonit-Gennemføring. Den er foroven og forneden forsynet med Glasklokker, for at Højspændingen ikke saa let skal slaa over til Dækket. Forneden kunne Ledningerne fra Apparaterne tilsluttes.

B. Afsenderen.

1. Lavspændingskredsen.

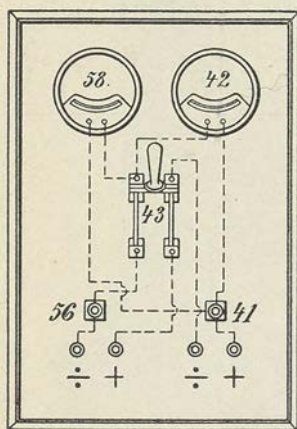


Fig. 107.

50. Ved Hjælp af Telegrafnøglen tilføres Induktoren Vekselstrøm fra en Motor-Generator, hvis Motor gennem en Strømfordelingstavle faar Strøm fra Belysningsnettet. En Ventilator afkøler Flaskebatteriet.

a. Strømfordelingstavlen.

Paa en Marmortavle (Fig. 107) er anbragt en dobbeltpolet Hovedafbryder 43, to enkeltpolede Smeltesikringer 41 og 56, samt et Voltmeter 58 og et Amperemeter 42, der viser den tilførte Spænding og Strømstyrke.

b. Motor-Generatoren.

Motoren er en topolet Shuntmotor (Fig. 108), der ved 110 (65) Volts Spænding og ca. 1500 Omdrejninger pr. Minut forbruger ca. 1,2 Kwtt ved normal Belastning.

For at kunne regulere dens Omdrejningstal er i Magnetvindingerne anbragt en Reguleringsmodstand paa ca. 200 Ohm. I Ankerkredsen er anbragt en Gangsætningsmodstand paa ca. 16 Ohm.

For at forhindre at Strøm sættes til Motoren, naar dens Gangsætningsmodstand er udskudt, benyttes et Stærkstrømsrelais, hvis Magnetspole er anbragt i Shunt saaledes, at Spoless Kærne kun kan tiltrækkes (og derved slutte Hovedstrømmen), naar Gangsætningsmodstanden er inde.

Magnetspolens Modstand er ca. 52 Ohm, og i Række med den er anbragt en Glødelampemodstand.

Generatoren, der er direkte koblet til Motoren, er en firpolet Vekselstrømsgenerator med faststaaende, enfaset Anker-

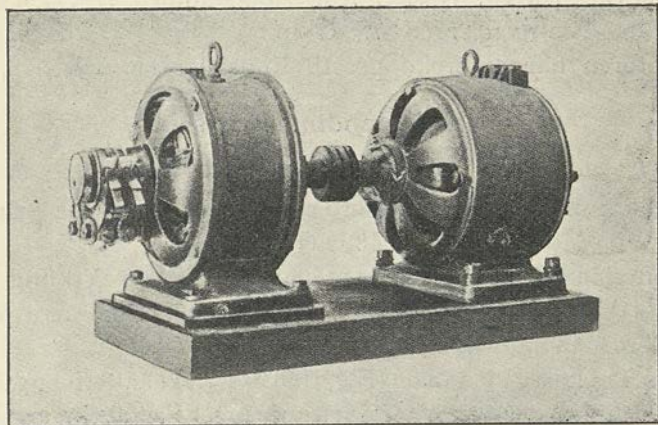


Fig. 108.

bevikling og bevægelig Magnetbevikling. Ydeevnen er ca. 0,75 Kwtt. Periodetallet er 50.

Magnetbeviklingens Modstand er ca. 79 Ohm, Ankerbeviklingens Modstand ca. 1,5 Ohm. Jævnstrøm tilføres Magnetbeviklingen gennem to paa Akslen anbragte Glideringe med Kulkoste.

I Magnetkredsløbet er indsat en Reguleringsmodstand paa ca. 200 Ohm, ved Hjælp af hvilken Ankerspændingen kan varieres. En Glødelampe er indsat parallelt paa Ankerklemmerne.

Motor-Generatoren er forsynet med Ringsmøring.

c. Telegrafnøglen.

Fra Ankeret føres Vekselstrømmen til Induktorens primære Vikling gennem Telegrafnøglen. Den er anbragt paa Modtagebordet og er en almindelig Nøgle med Platinkontakter.

d. Induktorens primære Vikling.

Induktoren er en Resonansinduktor (§ 34, Side 111). Paa den lamellerede Jernkerne er anbragt 80 primære Vindinger, hvis Modstand er ca. 0,02 Ohm.

e. Ventilatoren.

En Centrifugalvifte, indesluttet i en Blæsekasse, er fastgjort paa Ankerakslen af en lille Seriemotor, som ved ca. 1900 Omdrejninger pr. Minut (65 eller 110 Volts Spænding) har en Ydeevne paa ca. $\frac{1}{8}$ HK. Ankermodstanden er ca. 6 Ohm, Magnetmodstanden er ca. 7,5 Ohm.

Motoren har Smørekopper til Konsistenssmørelse.

2. Højspændingskredsen.

a. Induktorens sekundære Vikling.

De sekundære Vindinger ere anbragte udenom de primære og have en Modstand af ca. 4300 Ohm.

Den blanke Klemme paa den sekundære Vikling skal sættes i Forbindelse med *Vand*. Det kan derfor være *farligt* at berøre den anden, *rødlakerede* Klemme.

I en Trækasse med Laag (Fig. 109) er Flaskebatteriet og Gnistrummet anbragt. Ovenpaa Kassen anbringes Frembringerspolen.

b. Gnistrummet.

Det er anbragt foroven i Kassen. Gnisterne dannes (lodrette) mellem en fast Zinkring (underst), svagt buet paa Oversiden, og en Zinkskive. Diameteren er ca. 10 cm.

Zinkskiven er anbragt paa en Metalspindel, der føres gennem en Bøsning i Kassen og ender i et Haandtag.

Spindelen kan fastholdes af en Klemskrue og er udvendig inddelt i mm. Ved at forskyde Spindelen i Bøsningen kan Gnistlængden forandres. Den største Vandring er af Hensyn til Flaskerne begrænset til ca. 12 mm.

Bøsningen (og dermed den øverste Del af Gnistrummet) er forbundet med *Vand* og med Induktorens sekundære (blanke) Klemme.

c. Flaskebatteriet.

I Kassen er der anbragt to store Leydnerflasker, hver med en Kapacitet paa 10000 cm.

Gnistrummets underste Zinkring er anbragt paa Oversiden af en kort, liggende Cylinder af Metalblik, der er lukket for den ene Ende. Paa den underste Del er anbragt to tynde

Metalrør, der strække sig ned i Flaskerne. Foroven og forneden i disse ere Rørene forsynede med en Slags Spændefjedre af Messingblik, der trykke mod Flaskernes indvendige Belægning.

Foruden at de danne Forbindelse mellem Gnistrummets nederste Del og Belægningen, tjene Rørene tillige som Tillednin-

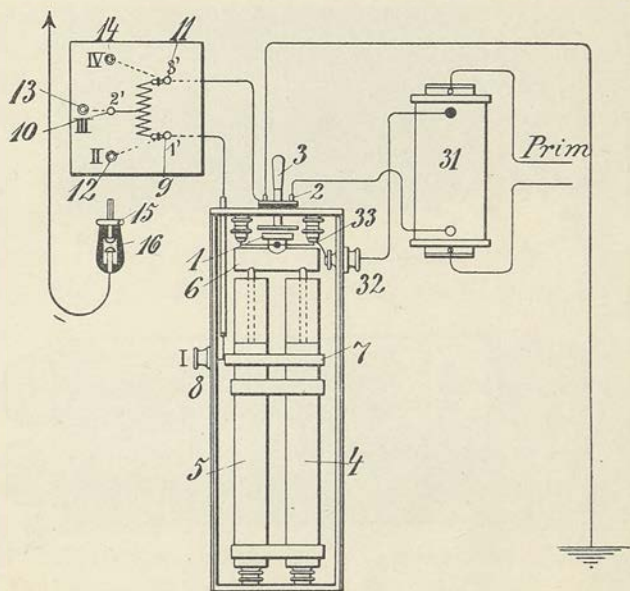


Fig. 109.

ger for Luften fra Ventilatoren, idet dennes Rørledning ved en Gummislange er forbundet med den korte, liggende Cylinder saaledes, at Luften fra Ventilatoren blæser ned i Flaskerne, afkøler disse (o: Luften i Flaskerne holdes derved uledende) og Gnistrummet samt uddriver Ozonen.

Flaskernes udvendige Belægninger ere forbundne ved et Spændestykke, hvorfra en Forbindelse fører lige ud til en i Kassen anbragt Stikkontakt. Endvidere fører en Ledning op til en Klemkrue paa en Træplade, som er fastgjort oven paa Kassen. Træpladen er forsynet med tre isoleret anbragte Metalbeslag med Huller til Stikkontakter.

Fra disse Beslag fører Metalskiner ud til Kontaktpopper.

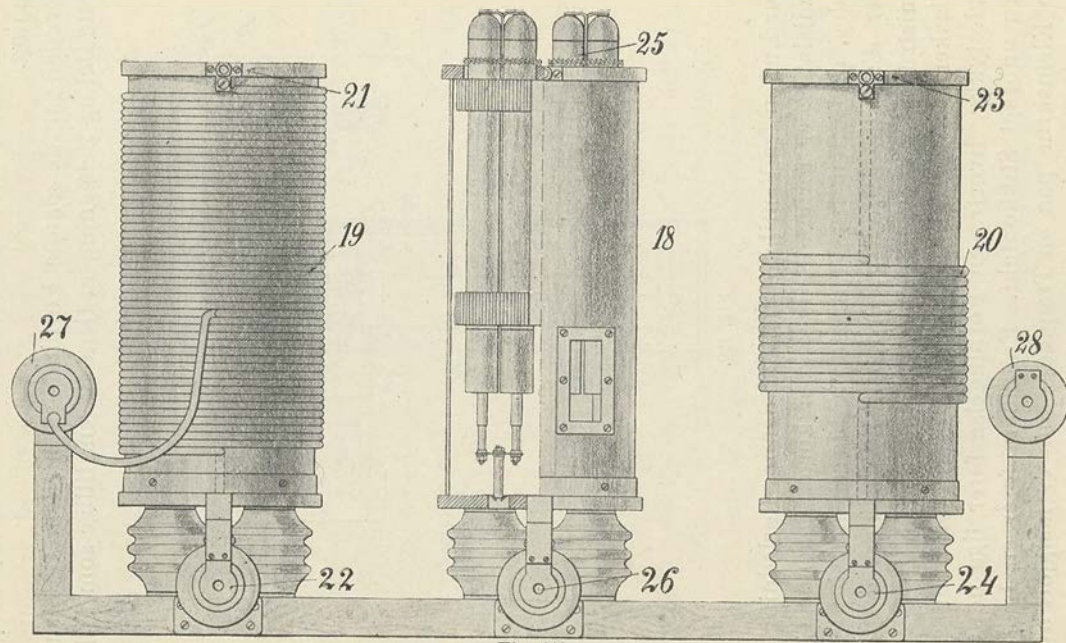


Fig. 110.

d. Frembringerspolerne.

Til hver Bølgelængde hører en bestemt Frembringerspole. Vindingerne ere anbragte paa et Spolehylster. Enderne af Traaden ere forbundne med to paa Undersiden anbragte Tappe.

Fra et bestemt Sted af Vindingerne (afhængig af Koblingsgraden) er ført en Traad til en tredie Tap.

Frembringerspolen anbringes med disse Tappe i de ovenfor omtalte Stikkontakter 9, 10 og 11 (Fig. 109), hvor Spolen er markeret ved 1' 2' 8'. For at undgaa en fejl Indsætning af Spolen er den ene Tap (og Kontakt) tykkere end de to andre (i Figuren er Pladen for Tydelighedens Skyld vist lodret, medens den i Virkeligheden ligger vandret foroven paa Kassen).

Spolen til den mindste Bølgelængde bestaar kun af en enkelt Bøjle og har to Tappe, svarende til 9 og 11.

e. Forlængespoler.

Da Luftnettets Egensvingning var afstemt til ca. 290 m, blev det nødvendigt ved den mindre Bølgelængde at indsætte en Kapacitet og ved de større Bølgelængder at anbringe Selvinduktionsspoler i Luftnettets. I denne Hensigt var paa en fælles Grundplade (Fig. 110) anbragt en cylindrisk Beholder med 2·4 Siemensflasker 18, og paa hver Side af den en Spole, opviklet paa et Hylster 19 og 20. (Se Plan II, Skema 4. Ved dette Skema er det forudsat, at Egensvingningen i Luftnettets er mindre end de ønskede Bølgelængder, og Leydnerflaskerne ere derfor erstattede med en tredie Forlængespole 18. Der er endvidere vist to Luftnet, der senere skulle beskrives). Den øverste og nederste Ende af Spoletraaden er forbundet med hver sin Stikkontakt 21, 22—23, 24, ligesom ogsaa Flaskernes ind- og udvendige Belægning 25, 26. Endvidere findes Stikkontakter 27, 28 i Forbindelse med nogle af Vindingerne paa Spolerne.

Forlænge- og Frembringerspolerne forbindes ved Hjælp af et løst Kabel med Propper 17, 15. Forbindelsen er dog ikke direkte, men sker over et lille Gnistrum 16 (under 1 mm). Det skal tjene til at udelukke Afsenderen under Modtagelse

og kan indstilles til forskellig Længde, da det dannes mellem Hovederne paa 2 Kærviskruer.

Luftnettet forbindes med Forlængespolerne ved et Kabel med Prop 29. Det fremgaar af Figuren, at Luftnettets Selvinduktion (event. Kapacitet) og dermed Bølgelængden kan forandres ved at indsætte Propperne 17 og 29 i de forskellige sammenhørende Kontakter.

f. Blokomskifter.

Ved Anvendelse af større Bølgelængder er Spændingen i Luftnettet under Afsendelse saa stor, at de senere omtalte Blokforanstaltninger ved Skrive- og Høremodtagerne ikke ere tilstrækkelige. Der er derfor yderligere anbragt en Omskifter 30 (Plan II, Skema 4). Den er ved et bøjeligt Kabel i Forbindelse med Luftnettet. I den sluttede Stilling forbindes dette med Modtageren, og Afsenderens Lavspændingskreds er afbrudt. Omvendt ved Afsendelse.

g. Lynafleder.

Lynaflederen bestaar af en Selvinduktionsspole og et Gnistrum. Hensigten med Spolen er at aflede atmosfæriske Udladninger, idet der skulde være Dissonans mellem Spolens og Modtagerens Afstemning, medens en Lynudladning skulde gaa gennem Gnistrummet.

Da Stationerne imidlertid arbejdede med forskellige Bølgelængder, var det vanskeligt at afstemme Spolen saaledes, at der ikke ved en eller anden af Bølgelængderne skete et Tab, og Lynaflederen maatte derfor udelukkes ved Telegraferingen. I Tordenvejr, eller hvis man mærker store atmosfæriske Udladninger, kan Lynaflederen sættes til.

3. Strømløbet i Afsenderen.

a. Lavspændingskredsen.

Fra Ledningsnettets positive Pol 40 (Plan I) paa Strømfordelingsbordet føres Strømmen gennem Smeltesikring 41, Amperemeter 42, Afbryder 43 og Klemme 44, hvor Strømmen kan forgrene sig til Stærkstrømsrelaisets Kontakt 45 og

derfra til Gangsætningsmodstandens første Kontakt 46. Saa fremt Hovedkredsløbet er afbrudt, har Relaiset tabt sit Anker, og det kan da kun faa Strøm igen, naar Gangsætningsmodstanden indskydes, og dens Haandtag 47 føres hen paa Knap 46.

Medens Strømmen saaledes ikke kan søge sin Vej over 45, 50, passerer den fra 46, 47, Klemme 48, 49 til Relaisets anden Kontakt 50, gennem Relaispolen 51, Glødelampen 52, Afbryderen 53 (der repræsenterer Blokkontakterne i Skrive- og Høreapparatet samt i Luftenettet), Klemme 54, til Forgreningspunktet 55 paa Fordelingstavlen, Sikring 56 og Afbryder 43 til den negative Pol 57. Voltmetret 58 er indsat parallelt mellem $+$ og $\div$.

Relaiset tiltrækker da sit Anker og slutter Kontakterne 45, 50, og drejes Gangsætningshaandtaget 47 til venstre, faar Relaiset Strøm over 45, 50. Motorens Kredsløb slutes fra $+$ over 45, 50, 49, 48, Haandtaget 47, Modstanden 59, Klemme 60, 61 til Motoranker 62, Klemme 63, 55 og videre til $\div$.

Magnetstrømmen er sluttet fra $+$ gennem Gangsætningshaandtaget 47, et Par af Modstandene 65, Klemme 66, Haandtag 67 paa Magnetreguleringsmodstanden, gennem denne, 68, Magnetvindingerne 70 til Motorankeret ved 63.

Endvidere slutes Strømmen til Ventilatormotoren fra 71 ($\div$) gennem Sikring 72, Motorankeret 73, Serievindingerne 74, 75, Sikring 76 til 44 ($+$).

Strømmen til Generatorens Magnetvindinger afgrenes fra 49, gaar gennem Haandtaget 77 paa Magnetreguleringsmodstanden 78 til Kostene paa Glideringene 79 og til Forgreningspunktet 54 (ved 65 Volts Spænding ere de 4 Magnetviklinger forbundne to i Række og to i Parallel; ved 110 Volt ligge de alle 4 i Række).

Den i Ankeret 80 og 81 udviklede Vekselstrøm passerer gennem Sikring 85 til Induktorens primære Vikling 83, Telegrafnøglen 84 og Sikring 82, tilbage til Ankeret. Parallelt indsat paa dette findes Glødelampen 86.

For at sikre Motor-Generatoren mod Højspænding er parallelt

til Ankrene indsat *Højfrekvenssikringer*, der bestaa af to Grupper Leydnerflasker med 4 rækkeforbundne Siemensflasker i hver, 87—88, 89—90. Hver Gruppens indvendige Belægning er forbundet med Ankrene, medens deres udvendige Belægning er forbundet med *Vand*.

b. Højspændingskredsen.

1. Induktorens Sekundærkreds (Plan II, Skema 1 og Fig. 109). Den i Sekundærviklingen 31 frembragte højspændte Vekselstrøm føres fra Induktoren til Frembringerkredsens Klemme 32—33, der staar i Forbindelse med Gnistrummet 1—2, hvorfra Strømmen over 3 ledes tilbage til Induktoren.

2. Frembringerkredsen (Skema 2). Denne lukkede Svingningskreds dannes af Gnistrummet 1—2, Flaskerne 5—4 og den benyttede Frembringerspole 9—11.

3. Den aabne Svingningskreds (Skema 3) bestaar af Luftnettets, en Forlængespole (event. Kapacitet), det lille Gnistrum 16 og et bestemt Antal af Frembringervindingerne, der ved 3 ere forbundne med *Vand*.

Ved at anbringe Luftnettets Kontaktprop 15 i Stikkontakterne 8, 12, 13 eller 14 kan Lufttraadens Kobling til Frembringervindingerne gøres fastere eller løsere.

C. Modtageren.

51. De forskellige Apparater ere samlede paa et Bord, *Modtagebordet*, Skriveapparatet til højre, Høreapparatet til venstre (Fig. 111).*)

Fælles for begge Modtagere er paa Bordet anbragt en Forlængespole (2) og en Drejekondensator (4). De ere indsatte i Luftnettets og tjene til at forandre dettes Bølgelængde.

Forlængespolen indeholder 27 Vindinger, delte i 10 Afsnit, nemlig 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 og 27 Vindinger. Fra hvert Afsnit føres en Traad ud til en Stikkontakt, og ved Hjælp af en bøjelig Ledning med Prop kunne forskellige Vindingstal indproppes i Luftnettets.

*) De indklammede Tal henvise til denne Figur.

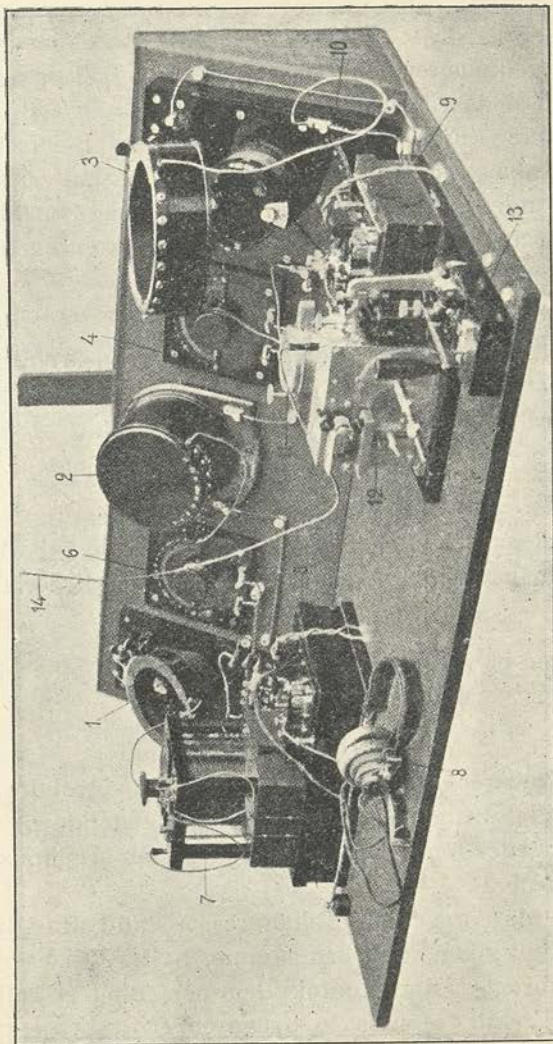


Fig. 111.

Drejekondensatoren er indrettet som vist i Fig. 4, Side 9. Paa Plan VI er vist Strømløbskemaet for Modtagebordet.

1. Skrivemodtageren.

En Nikkelkohærer benyttes som Bølgedetektor, og de modtagne Tegn nedskrives af et Morseapparat.

Modtageren (Fig. 111), (9), (11) bestaar af Relaiset, Bankeren med Kohærer og tilhørende Polarisationsbatteri samt Elementer, Kondensator, Relaisprøvemodstand og Omskifter samt Morseapparatet (12) med Batteri og Modtagekoblingen (3) med Kondensator (10).

a. Relaiset.

Relaiset er indrettet som det i § 38, a, Side 136, beskrevne Relais. Dets to Elektromagnetspoler, der have en Modstand hver paa ca. 10 000 Ohm, ere rækkeforbundne og faa Strøm (naar Kohærerens er ledende) fra et lille Tørelement.

b. Polarisationsbatteriet.

Batteriet er indrettet som det i § 40, c, Side 143, beskrevne Polarisationsbatteri. Det er anbragt parallelt til Relaisstungen.

c. Bankeren.

Bankeren er indrettet som omtalt i § 39, b, Side 142. Elektromagneternes Modstand er ca. 2·6 Ohm.

d. Kohærerens.

Som Kohærer benyttedes den Side 125 omtalte Nikkelkohærer. Til Brug paa mindre Telegrafafstande og som Reserve benyttedes en Staalkohærer eller en Demonstrationskohærer (Side 127).

For at de forskellige Kohærerens Afstand fra Bankerens Hammer stadig kan være den samme, hviler Kohærerens, naar den er anbragt i sine Kontaktklemmer, mod et gaffelformet Anlæg af Ebonit, af hvis to Grene én er anbragt paa hver Side af Hammeren.

e. Relais-Prøvemodstanden.

For at kunne prøve Relaisets Indstilling er der anbragt en Prøvemodstand, som er delt i to Dele, der hver har en

Modstand af ca. 50 000 Ohm. Ved Hjælp af en lille Knap kan man benytte den ene Modstand (den oprejste Stilling) eller begge (rækkeforbundne) Modstande (den liggende Stilling). Ved at nedtrykke Propkontakten, der er forbundet med den sekundære Transformatorspole, sættes Kohærereren fra, og Relaiset slutes gennem en af de to nævnte Modstande.

f. Omskifteren.

Omskifteren bestaar af en Arm, der enten kan *rejses op* (Afsendelse) eller *lægges ned* (Modtagelse).

I første Tilfælde:

1. afbrydes Luftnettet,
2. slutes Induktorens Primærstrøm,
3. aabnes Kohærerens, Bankerens og Morseapparatets Strømkredse.

Omvendt ved Modtagelse; da afbrydes Induktorens Primærstrøm, og samtlige Strømkredse i Modtageren slutes.

Fjederklemmerne til Kohærereren ere anbragte paa Omskifteren saaledes, at Kohærereren under Afsendelse staar lodret, hvorved det undgaaes, at Induktorstrømmen passerer Kohærereren.

g. Skrivetransformatoren.

De primære Vindinger (Fig. 111 (3) og Fig. 112) ere anbragte paa et Spolehylster af Ebonit *a*. Det er paa den ene Side forsynet med et Beslag *b*, der er drejeligt forbundet med et tilsvarende Beslag paa en fast Ebonitplade *c*.

Primærviklingen kan derved drejes helt ned til Ebonitpladen eller stilles vinkelret paa denne. I de forskellige mellemliggende Stillinger fastholdes den ved Hjælp af Skrue med Fløjmektrik (I Fig. 112 er Spolen i Sidetegningen vist i en Mellemstilling, i Plantegningen helt nedlagt).

Der findes ialt 16 primære Vindinger, delte i 9 Afsnit, nemlig 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 og 16 Vindinger. Fra hvert Afsnit er ført en Traad ud til en Stikkontakt, og ved Hjælp af en bøjelig Ledning med Prop kan et forskelligt Vindings-tal indsættes i Luftnettets Kredsløb.

Til Transformatoren hører forskellige sekundære Spoler *d*,

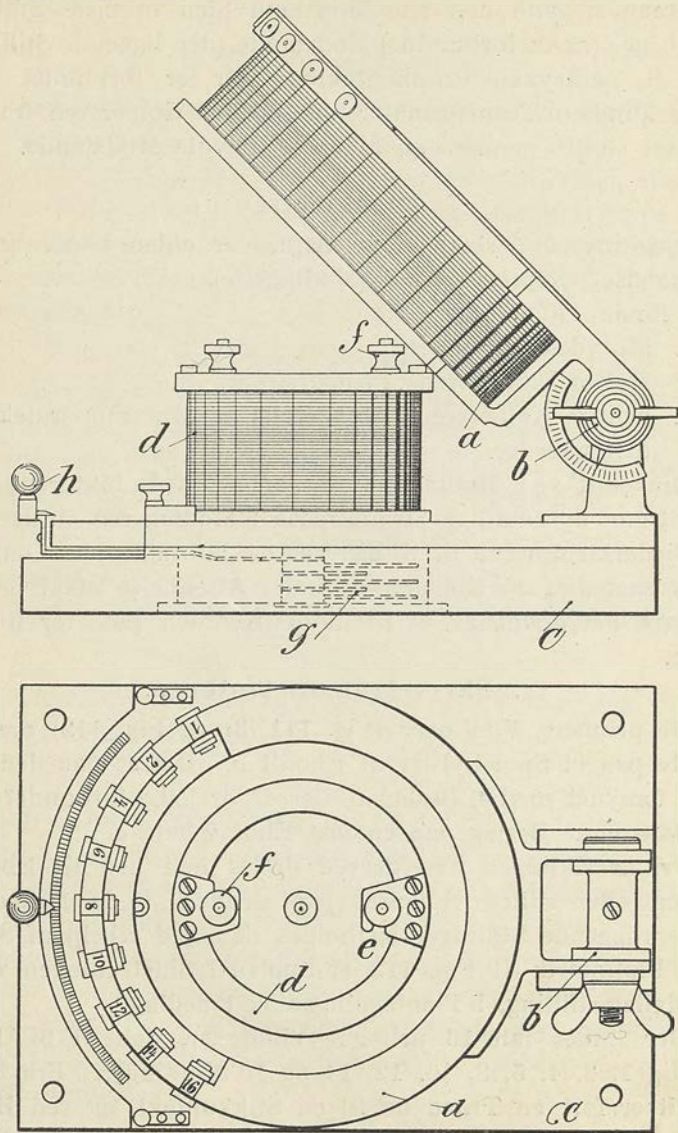


Fig. 112.

svarende til forskellige Bølgelængder, f. Eks. kan en Spole benyttes ved Bølgelængder fra 200 m til 500 m, en anden Spole fra 450 m til 800 m o. s. fr. Den sekundære Spole anbringes paa Ebonitpladen og har et Bajonetbeslag e , der kan fastskrues til to Opstandere f paa Pladen.

Er Primærspolen drejet helt ned til Pladen, er den og Sekundærspolen koncentriske. Ved at stille Primærspolen i forskellige Vinkler er man i Stand til at gøre dens Indvirkning paa Sekundærspolen svagere eller kraftigere, α : gøre Koblingen løsere eller fastere.

Under Ebonitpladen er anbragt en Pladekondensator (10) g , hvis Kapacitet kan forandres, idet de drejelige Plader ere forbundne til en Arm med Viser h , der er ført ud til Kanten af Ebonitpladen, som er forsynet med en buetformet Inddeling fra 0 til 90 Grader.

Kondensatoren er anbragt i Kohærerens Strømkreds, og ved Hjælp af den og Transformatorens Spole kan man afstemme Sekundærkredsen til den ønskede Bølgelængde.

h. Morseapparatet.

Der anvendes et almindeligt Skriveapparat til Telegrafbrug (Fig. 111, (12)). Papiret trækkes dog med noget mindre Hastighed, ca. 1,5 m pr. Minut. Elektromagnetviklingen, hvis Modstand er 2.5 Ohm, Vindingstal ca. 2.1100, er parallelforbunden med Bankerviklingen.

Under Bordpladen er anbragt Papirrullen og Elementerne til Morseapparat og Banker.

i. Strømløbet i Skrivemodtageren.

Apparatet indeholder følgende Strømkredse:

1. Luftnettets Strømkreds.
2. Den lukkede Svingningskreds.
3. Kohærerens Jævnstrømskreds.
4. Bankerens og Morseapparatets Strømkreds.
5. Afsenderens Blokkreds.

1. *Luftnettets Strømkreds* (Plan II, Skema 5 og Plan III, Skema 1). Lufttraaden forbindes ved en Stikkontakt 1 med

venstre Ende af Omskifteren, der ved 1 er forbunden med Klemme 2. Denne forbindes med Skrivetransformatorens primære Vikling 3, hvorfra en Ledning fører til Drejekondensatoren, der er forbundet med *Vand* (gennem Forlængespole, Høretransformator m. m., der ikke ere viste paa Skemaet).

Ved Afsendelse, d. v. s. Omskifteren stillet lodret, afbrydes Luftnettet ved 1.

2. *Sekundærkredsens Strømløb.* (Plan II, Skema 6, og Plan III, Skema 1). Sekundærspolen 6 er over Prop 5, Kontakt 18, Afbryder 17 og Fjeder 16 i Forbindelse med den ene Kohærerpol 15. Fra den anden Pol 14 er der Forbindelse gennem Fjederen 13 og Afbryder 12 til Kondensator 11 (0,01 Mf). Den tjener til at blokere Svagstrømmen (Side 140).

Fra Kondensator 11 er der Forbindelse over 19, Afbryder 10, 9 og Klemme 8 tilbage til Transformatoren. Parallelt til Sekundærspolen er anbragt Kondensatoren 7.

3. *Kohærerens Jævnstrømskreds* (Plan II, Skema 7, og Plan III, Skema 1). Fra Elementet 24—25 gaar Strømmen til den bifilarviklede Modstand 26 (6000 Ohm), over 27 til Afbryder 12, Fjeder 13 til Kohærer ved 14. Fra denne ved 15 til 16, Afbryder 17, Kontakt 18, Prop 5, Sekundærspolen 6, Klemme 8, Afbryder 9—10 over 19 til Afbryderfjeder 20 paa Bankeren. Fra denne gennem 21 til Relaispole 22—23 og derfra tilbage til Elementet.

I denne Strømkreds kan man ved Hjælp af Kontaktprop 5 indsætte (Plan II, Skema 8) Prøvemodstand 30, 31, 32, der er paa 100 000 Ohm. Den er delt i to Halvdele 31—32 og 31—30, hvoraf 31—30 kan kortsluttes ved Afbryder 28—29. Modstanden bliver derved kun paa 50 000 Ohm. Relaisets Følsomhed kan kontrolleres, naar Kontaktprop 5 nedtrykkes. Strømmen gaar da over 33, Modstand 32—30 og derfra videre i den ovenfor beskrevne Strømkreds.

4. *Bankerens og Morseapparatets Strømkreds* (Plan II, Skema 9, og Plan III, Skema 2). Tiltrækkes Relaisstungen, gaar Strømmen fra Batteri 40—41 over en Modstand paa 30 Ohm, Afbryder 42—43, Relaisstungen 44, Arbejdskontakten 34, Afbry-

der 35—36 til Fordelingspunktet 48. Videre dels gennem Bankerens Vindinger 37 og dels gennem Morseapparatets Vindinger 46; derfra tilbage til Batteriet. Banker og Morseapparat ere altsaa parallelforbundne.

Polarisationsbatteriet 47—39 ligger parallelt til Vindingerne.

5. *Afsenderens Blokkreds* (Plan III, Skema 2). For at forhindre at der afsendes, medens Omskifteren staar til Modtagelse, føres Afsenderens primære Strøm til Stikkontakten 49—52 og til Kontaktfjedren 50—51, der kun ere sluttede i Omskifterens lodrette Stilling.

2. Høremodtageren.

52. Modtageren (Fig. 111 (5), (7)) er et Høreapparat, hvor en elektrolytisk Celle benyttes som Bølgedetektor.

Det bestaar af Cellen med tilhørende Batteri, Reguleringsmodstand, Omskifteren, Kondensatoren (7) samt Høretransformatoren (1) med Drejekondensator (6) og Telefon (8).

Paa Laaget af en Kasse (5) er anbragt Dreje- og Propkondensatorerne (7), Reguleringsmodstanden og Omskifteren. Cellen kan nedsættes i Laaget og tilsluttes ved Fjederkontakter med Bajonetgreb.

Batteriet er fastgjort under Modtagebordet. Paa dettes skraa Bagflade findes Transformatoren (1) med sin Drejekondensator (6).

a. Detektoren.

Der benyttes den i § 37, b, Side 129, omtalte *Schloemilch'ske* Detektor.

b. Dreje- og Propkondensatorer.

Som tidligere omtalt formindskes Dæmpningen ved Anbringelsen af Kondensatorer parallelt til Cellen. Af saadanne findes en Drejekondensator (som den tidligere beskrevne) med 24 Plader (Kapacitet $0,003$ Mf) samt to Propkondensatorer, hvis Kapacitet hver er $0,003$ Mf. De kunne indsættes ved at anbringe Proppen paa de vedhængende Ledninger i Stikkontakterne.

c. Omskifteren.

Omskifteren bestaar ligesom den tidligere beskrevne af en Arm, der enten kan *rejses op* (Afsendelse) eller *lægges ned* (Modtagelse).

I første Tilfælde:

1. afbrydes Luftnettet,
2. Induktorens Primærstrøm sluttes,
3. Cellen afbrydes dobbeltpolet, Batteristrømkredsen aabnes, og Vandforbindelsen borttages.

Omvendt ved Modtagelse: da afbrydes Induktorens Primærstrøm, og samtlige Strømkredse i Modtageren sluttes.

d. Høretransformatoren.

Transformatoren er indrettet paa lignende Maade som Skrivetransformatoren.

Der findes ialt 8 primære Vindinger, delte i 5 Afsnit, nemlig: 0, 1, 2, 4, 6 og 8.

Paa Transformatorens Grundplade er anbragt en valseformet Omskifter (Plan V og VI), hvis Kontakter ligge an mod Glidefjedre. Ved Hjælp af Omskifteren kan Høremodtageren indsættes enten direkte i Lufttraadens Svingningskreds eller kobles induktivt til denne.

Til Transformatoren hører forskellige sekundære Spoler, svarende til forskellige Bølgelængder, paa lignende Maade som ved Skrivetransformatoren.

For at kunne afstemme Sekundærkredsen nøjagtigt til den ønskede Bølgelængde er i Række med Sekundærspolen anbragt en Drejekondensator, inddelt fra 0 til 180° og anbragt ved Siden af Transformatoren.

e. Strømløbet i Høremodtageren.

Apparatet indeholder følgende Strømkredse:

1. Luftnettets Strømkreds.
2. Sekundærkredsen.
3. Batteristrømkredsen.
4. Afsenderens Blokkreds.

Som foran nævnt kan Apparatet anvendes med:

- I. *Transformator* eller med
- II. *Direkte Forbindelse.*

I.

Transformatorens Valsekontakt stilles paa »Transf.« og forbinder i dette Tilfælde (Plan VI) Kontakt 65 med 66, 71 med 89 og 82 med 83.

1. *Luftnettets Strømkreds* (Plan IV, Skema 1, Plan V og VI). Naar Luftnettet er forbundet med Apparatet, og Omskifterne (ogsaa Skriveapparatets) ere stillede til Modtagelse, gaar Højfrekvensstrømmen gennem Skrivetransformatorens primære Vindinger, Drejekondensatoren og den tidligere omtalte Forlængespole (ikke viste paa Skemaet), hvorfra Strømmen over Afbryder 115—116 gaar til Høretransformatorens Klemme 60, i denne fra Klemme 61 til Primærspole 62—63, Klemme 64 til Valsekontakt 65, gennem denne, fra 66 til 67, Omskifterens Afbryder 68, som er forbundet med Vandklemme 69.

2. *Sekundærkredsen*. Hvis man begynder med Valsekontakts Fjeder 71 (Plan IV, Skema 2, Plan V og VI), gaar Højfrekvensstrømmen over Klemme 72, 73 paa Høreapparatet, over Omskifterens Afbryder 74—75 til Cellen ved 76. Fra denne ved 77 over Afbryder 78—79 og Klemme 80 til 81, herfra til Valsekontakten 82, 83 og videre til Drejekondensatoren 85, Klemme 86 til Sekundærspolens Klemme 87, gennem Sekundærspolen fra Klemme 88 til Valsekontakten 89, der i denne Stilling er forbundet med 71, hvorfra man gik ud.

Parallelt til Cellen ligger 3 Kondensatorer, nemlig Drejekondensatoren 106—110 og de to Propkondensatorer 107—108 og 108—109.

3. *Batterikredsen* (Plan IV, Skema 3, Plan V og VI). Batteriet bestaar af 3 parallelforbundne Tørelementer 94—95, som stadigt ere sluttede gennem den variable Modstand 96—97, og to rækkeforbundne Elementer 93—94, som ere i Række med den første Kombination. Spændingen mellem Modstandens Klemme 97 og den forskydelige Kontakt 101 kan varieres fra 0 til 1,5 Volt, og denne Spænding bliver altsaa føjet til Rækkeelementernes Spænding.

Fra de parallelforbundne Elementer 94—95 gaar Strømmen gennem Modstanden 96—97, Afbryder 98—99 til Batteriklemstykke 100, ved Hjælp af hvilken denne Strømkreds kan afbrydes. Derved kan det undgaaes, at Elementerne hurtigt ødelægges, hvis Apparatet ikke skal bruges. Efter at Strømmen har passeret 100, gaar den tilbage til Batteriet ved 94.

Denne Strømkreds danner en Shunt til Hovedstrømkredsen, hvori Cellen og Telefonen ere anbragte.

Hvis man begynder ved Cellens Klemme 77, gaar Strømmen gennem Afbryder 78—79 og Dæmpespole 105—104 til Telefonkontakterne 103—102. Disse ere saaledes indrettede, at man er i Stand til at anvende saavel een som to Telefoner i Parallel eller ogsaa to i Række. Fra 102 gaar Strømmen til Glidekontakt 101. Jo længere denne føres henimod Modstanden Klemme 96, desto større bliver Spændingen ved Cellen. Fra 96 gaar Strømmen over 95—94—93 til Dæmpespole 92—91 og derfra over Afbryder 74—75 tilbage til Cellen, ved 76.

4. *Afsenderens Blokkreds* (Plan V). For at forhindre at der afsendes, medens Omskifteren staar til Modtagelse, føres Afsenderens primære Strøm til Stikkontakten 113—114 og til Kontaktfjederen 111—112, der kun ere sluttede i Omskifterens lodrette Stilling.

Denne Blokering ligger i Række med Skrivemodtagerens Blokering.

II.

Transformatorens Valsekontakt stilles paa »Direkt« og forbinder i dette Tilfælde (Plan VI) Kontakt 65 med 82 og 71 med 66.

1. *Luftnettets Strømkreds*. (Plan IV, Skema 4, Plan V og VI). Højfrekvensstrømmen gaar ligesom nævnt under I gennem Skrivetransformatorens primære Vindinger, Drejekondensatoren, Forlængespolen, over Omskifterens Afbryder 115—116, til Høreapparatets Klemme 60 og videre til Høretransformatoren ved Klemme 61, over Primærspolen 62—63 til Klemme 64, Valsekontakt 65 til 82, til Klemme 81 og derfra til Apparatets

Klemme 80, hvorfra Strømmen over Afbryder 79—78, Celle 77—76, Afbryder 75—74 gaar til Klemme 73.

Denne er i Forbindelse med 72, som over Valsekontakten 71—66, Klemme 67—68 og Afbryder 69 er forbunden med *Vand*.

2. *Batterikredsen*. Denne er som nævnt under I.

3. *Afsenderens Blokkredse*. Denne er ligeledes som nævnt under I.

53. I Aaret 1907 foretoges nogle Ændringer ved ovennævnte Stationer, da der kun var opnaaet forholdsvis korte Telegrafafstande med de Bølgelængder, der ikke svarede til Luftnettets Egensvingning, — paa Grund af den store Selvinduktion, som udkrævedes for at forlænge Bølgelængden af de fra Nettet udstraalede Svingninger.

Stationerne forsynedes derfor med to Luftnet, et til den internationale Bølgelængde — 300 m — og et til de større Bølgelængder. Stationerne indrettedes desuden til samtidig Modtagelse med begge Net, paa det lille Net med Skrivel, paa det store Net med Hører.

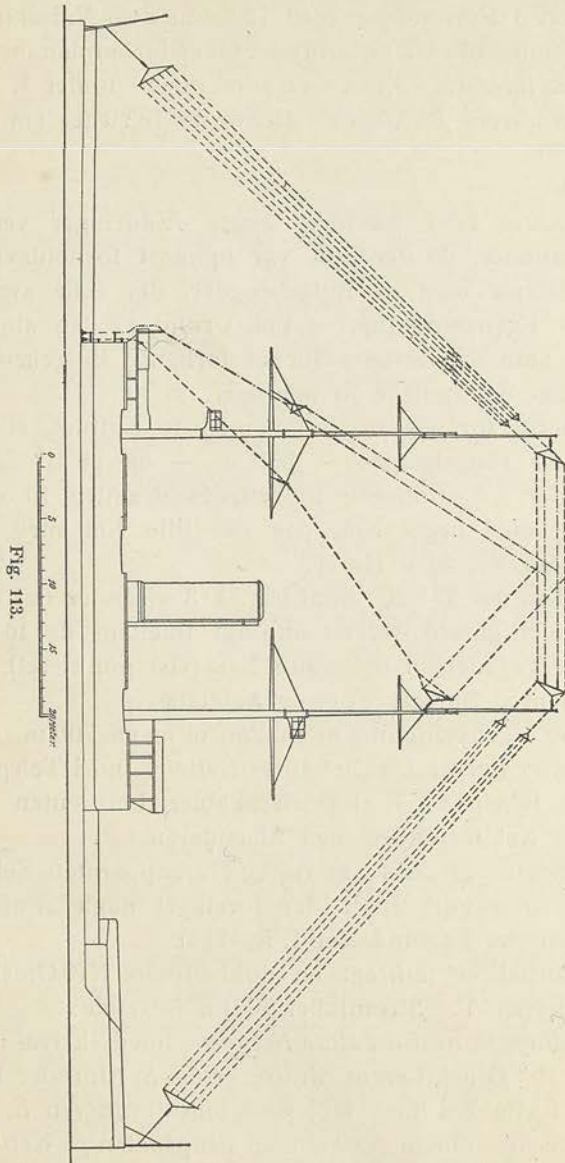
Luftnettene ere T-Net. Som Fig. 113 viser, er det lille Net (stiplet paa Figuren) isoleret anbragt imellem de to Master og mellem Traadene i det store Net (vist punkteret), der er strakt ned mod Skibets For- og Agterstævn.

Nettenes Egensvingning er ca. 280 m og ca. 700 m. Gennem to Gennemføringer i Dækket føres Nettet ind i Telegrafrummet. Ved Hjælp af Forbindelseskabler kan enten det ene eller andet Net forbindes med Afsenderen.

Modtageren. Medens Skrive- og Høreapparatets Sekundærkredse ere uforandrede, er der foretaget nogle Ændringer i Primærkredsens Forbindelser (Fig. 114).

Paa Bordet er anbragt en dobbeltpolet Net-Omskifter N og en Afbryder V. Strømløbet er nu følgende:

a. *Modtagelse med det store Net alene* (med Skrive- og Høreapparat). Net-Omskifterens Stilling er S—S, Afbryder V aaben. Nettet er forbundet med Højspændingsafbryderen h, hvorfra Højfrekvensstrømmene gaa gennem Propspolen p, Net-Omskifterens Kontakt S, Valsekontakt 66—65, Hørerens Primærspole



63—61—60, Drejekondensatoren, Skriverens Primærspole 3—2, Net-Omskifteren *S* og derfra til *Vand*.

b. *Modtagelse med det lille Net alene*. Net-Omskifterens Stilling er *L—L*, Afbryderen *V* enten lukket (Modtagelse med Skriveapparat) eller aaben (Modtagelse baade med Skrive- og Høreapparat). Det lille Net forbindes med Omskifteren paa Skriveapparatet 1, Højfrekvensstrømmen gaar gennem Net-Omskifterens Kontakt *L*, Skriverens Primærspole 2—3, Drejekondensatoren og Afbryder *V* til *Vand* eller, naar denne er aaben, gennem Hørerens Primærspole og Net-Omskifteren til *Vand*.

c. *Modtagelse med begge Net* (paa det store Net med Hører, paa det lille Net med Skriver). Net-Omskifterens Stilling er *B—B*, Afbryder *V* lukket. Højfrekvensstrømmene i det store Net søge over Propspolen, Valsekontakten, Hørerens Primærspole, Afbryder *V* til *Vand*. Højfrekvensstrømmene i det lille Net gaa over Net-Omskifteren, Skriverens Primærspole, Drejekondensatoren og Afbryder *V* til *Vand*.

Der anvendes det i § 38, b, Side 139, omtalte Relais og foruden Nikkelkohærer tillige Aluminiumkohærer.

54. Som Eksempler paa Radiotelegrafapparater til Militærbrug skal kortelig nævnes *Telefunken's* to Typer, de *transportable* (mindre) og de *kørende* (større) Felttelegrafstationer*).

I. Transportable Stationer.

a. *Luftnettet*. En 15 m høj, af 8 Dele à 1,85 m Længde bestaaende Magnalium-Mast bærer et Paraplynet med 6 Broncetraade, hver paa 25 m Længde. Lodret under Lufttraadene er i 1 m Afstand fra Jorden udspændt 6 Modvægstraade à 40 m Længde, der forene sig i en paa Masten isoleret anbragt Ring. Selve Masten er isoleret fra *Jord* og danner Tilledning til Luftnettet.

Stationerne ere desuden udrustede med Drager og en 100 m lang, enkelt Lufttraad. Ved passende Vindstyrke kunne Dragerne anvendes, og Rækkeevnen forhøjes derved til ca. 50 km, medens den med Mast er 25—30 km.

*) I den nyeste Tid er ogsaa indrettet *kørende* Felttelegrafstationer efter *Poulsen's* System. De ere i Hovedtrækkene som de her beskrevne, selvfølgelig med de Afvigelser, som hidrøre fra det andet System. Detaillerede Beskrivelser foreligge endnu ikke.

b. *Kraftkilden.* Som saadan tjener en lille Jævnstrøms Shuntdynamo med en Ydeevne af $45 \cdot 1$ VA ved 1300 Omdr. pr. Min. Den er opstillet ved et Cyclestel og trækkes ved Snortræk (Fig. 115). Ved jævn Hastighed af Pedalerne kan Induktoren give ca. 5 mm Gnist.

Cyclestellet kan deles i 10 Dele og stilles sammen i Løbet af 3 Minutter. Dynamoen befæstes med 4 Vingeskruer og er under Transporten nedpakket i en Trækasse.

De forskellige Dele af Cyclestellet kunne anbringes paa et

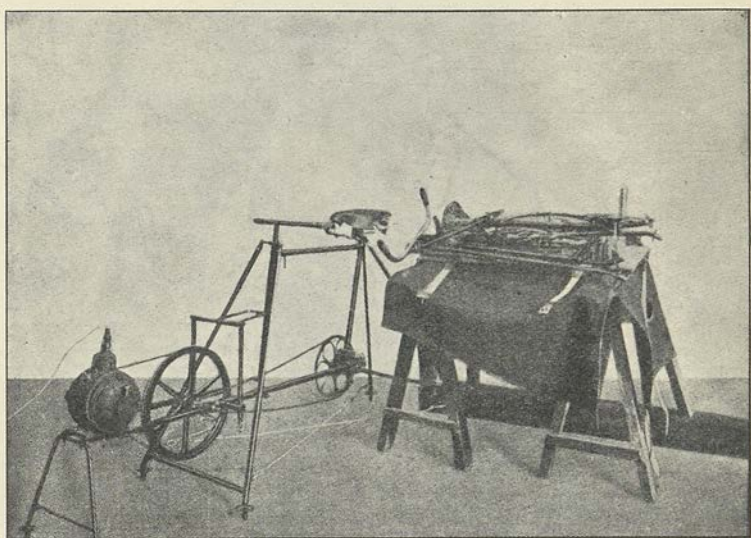


Fig. 115.

Transportbrædt med Remme og vandtæt Overtræk (Fig. 115).

c. *Afsenderen* er monteret i en Trækasse (Fig. 116). Den aabne Svingningskreds dannes af Luftnet, Forlængespole og Modvægt.

Frembringerkredsen (Fig. 117) bestaar af: Gnistrum, Flaskebatteri (8 Siemens-Flasker i Olie), Frembringerspole og en variabel Spole.

Den primære Induktorkreds bestaar af: Shuntdynamo, en parallelforbunden Lampe (110 V), Blokeringsindretning, Nøgle, Induktor, Hammerafbryder, Parallelkondensator og Højfrekvenssikring.

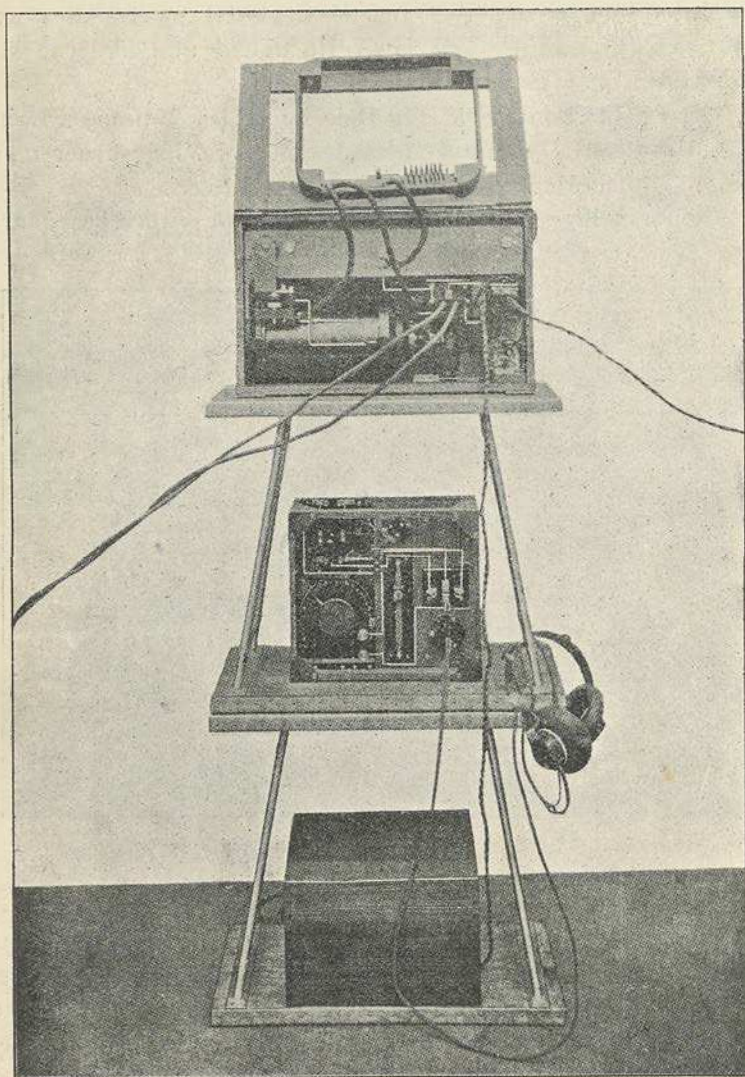
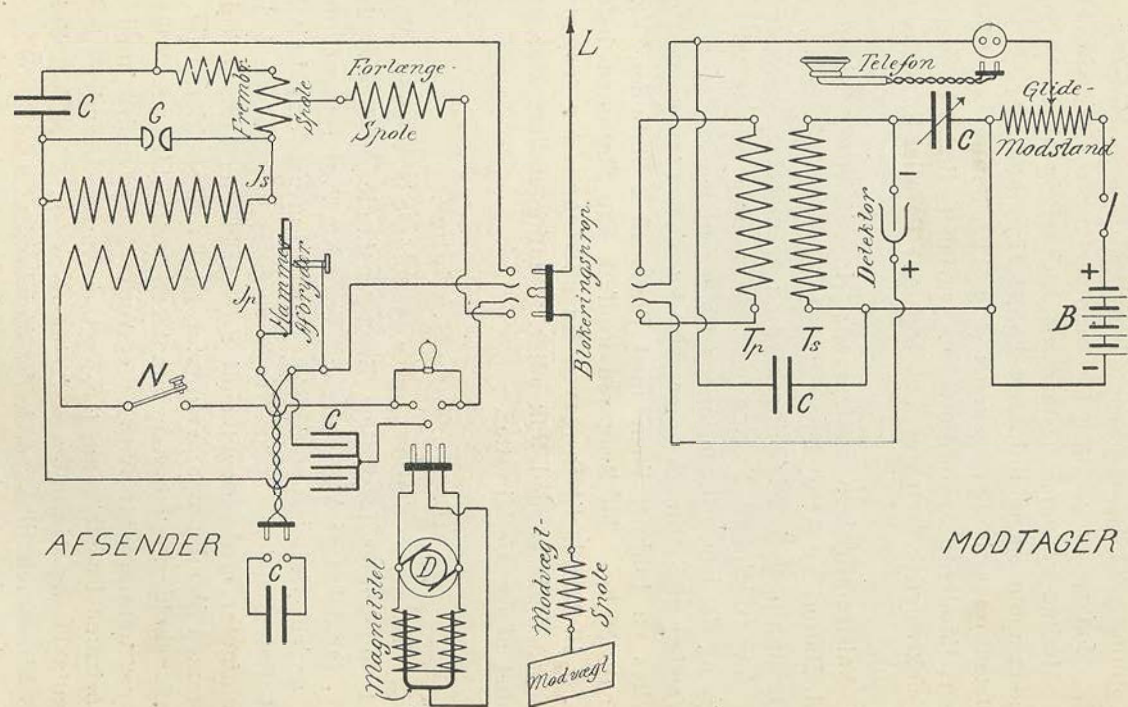


Fig. 116.



Der arbejdes kun med 1 Bølgelængde $\lambda = 364$ m, og naar Masten benyttes, er Koblingen 8 %; anvendes derimod Drage, er Koblingen 25 %, og Masten benyttes da som Modvægt.

d. *Modtageren* er ligeledes monteret i en Trækasse (Fig. 116). Modtagesystemet bestaar af: Luftnet og Modvægt med Forlængespole og en induktivt koblet Høremodtager.

Detektorens Svingningskreds (Fig. 117) dannes af: Blokeringen, Modtagetransformatoren, variabel Række-kondensator, elektrolytisk Detektor og konstant Parallel-Kondensator (500 cm).

Lokalstrømkredsen bestaar af: Hovedtelefon, Glidemodstand, Batteri og Afbryder.

Dæmpningen i Svingningskredsen er meget ringe, saa at man kan udelukke Svingninger, hvis Bølgelængde afviger 10 % og derover fra Stationens Bølgelængde.

Vægten af Stationen er ca. 200 kg. Til Transporten kan benyttes en tohjulet Vogn med Plads til 2 Stationer, Vægt ialt ca. 850 kg. Til Brug ved Fodfolk kan Stationen befordres af 10 Mand, til Brug ved Kavalleri kan den transporteres paa 4 Heste med Paksadler. Stationen kan klargøres i Løbet af ca. 15 Minutter.

II. Kørende Stationer.

55. Til hver Station hører 4 tohjulede Vogne. Vogn Nr. 1 indeholder forskellige Brugsgenstande og Reservedele samt Halvdelen af Masterørene. Vogn Nr. 2 er forsynet med den anden Halvdelen af Masten, med Luftnet og Modvægt samt Reservedele. Vogn Nr. 3 er forsynet med en 4 HK Benzinmotor med Magnettænding (Fig. 118 og 119), Bikubekøler med Vandpumpe, Ventilator og Vandbeholder, Olie og Benzinbeholder. Til Benzinmotoren er koblet en Vekselsstrømsgenerator (110 Volt, 6,8 Amp, 1000 Omdr.) med en Jævnstrøms Fødedynamo (18 Volt, 4 Amp). Desuden findes Strømtavle og Højfrekvenssikringer m. m. Ved et Kabel føres Strømmen til Vogn 4, der indeholder:

a. *Afsendeapparaterne*. Resonansinduktoren fødes med ca. 1 Kwtt primær Energi og belastes med en sekundær

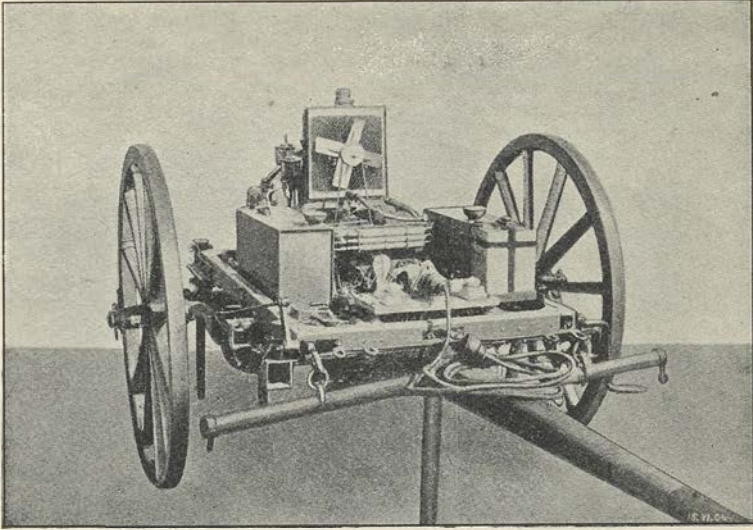


Fig. 118.

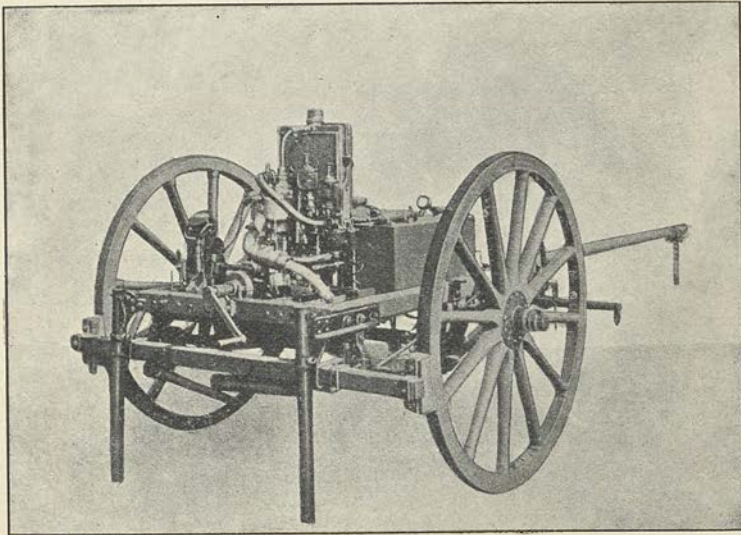


Fig. 119.

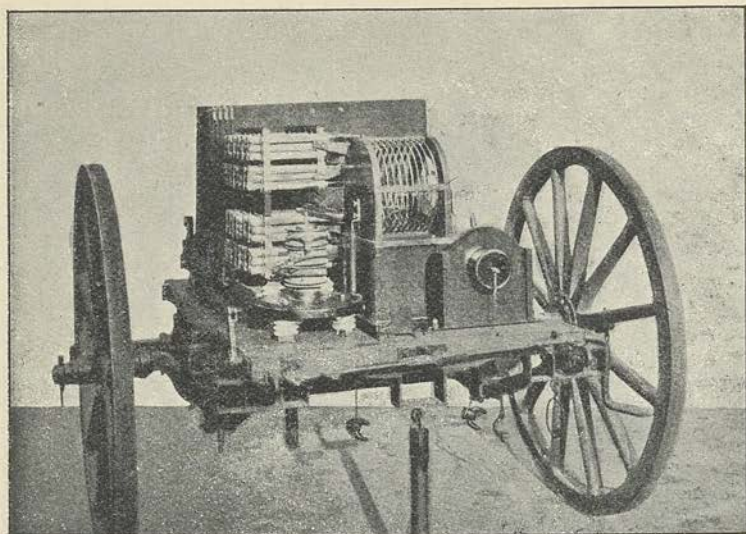


Fig. 120.

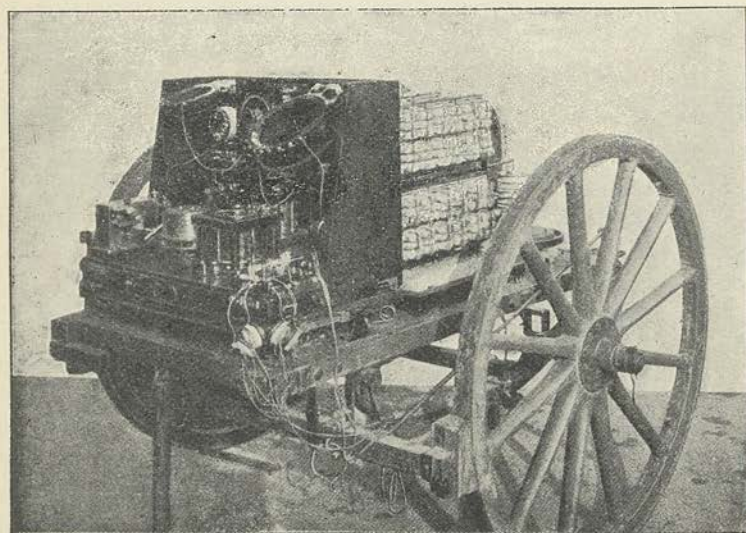


Fig. 121.

Kapacitet paa 16000 cm. Flaskebatteriet (144 Siemens-Flasker) er delt i to Grupper, der ere rækkeforbundne (Fig. 120 og 121). Frembringerspolen dannes af et blankt Kobberrør, og Bølgelængden kan forandres fra 200 til 1200 m. Gnistrummet er delt og har store Elektroder. Endvidere findes Lynafleder og 2 Ebonitgennemføringer.

b. *Modtageapparaterne* ere anbragte paa et fjedrende Bord. Der findes baade Skrive- og Høremodtager, begge med løs Modtagekobling. Der kan modtages med alle Bølgelængder mellem 200 og 1200 m. Der findes iøvrigt de samme Apparater som ved de i § 54 beskrevne Stationer. Apparaterne ere indelukkede i en Kasse med fast Tag og Sidedøre, der kunne aabnes opefter. De fastholdes i vandret Stilling ved Hjælp af Støtter, og i Forbindelse med Sejldugsovertræk skærme de mod Fugtighed o. lign. Fig. 122 viser et Strømskema over Afsende- og Modtageapparaterne.

Ved Anvendelse af Mast og Paraplynet er Rækkeevnen:

$\lambda = 250-500$ m	{	50 km	med	Skriveapparat	
		75 km	—	Høre	—
$\lambda = 500-800$ m	{	75 km	—	Skrive	—
		115 km	—	Høre	—
$\lambda = 800-1150$ m	{	100 km	—	Skrive	—
		150 km	—	Høre	—

Ved at benytte Drage med et Kabel af 250 m Længde og en Modvægt af 36 m² Kobbergaze bliver Bølgelængden ca. 850 m og Rækkeevnen 150 km med Skriveapparat, 225 km med Høreapparat.

Naar der anvendes Mast og Paraplynet, kan Stationen afstemmes med en Finhed af 10 %; benyttes derimod Drager, er Finheden kun 50 %.

Til at klargøre Stationen med Mast og Net medgaar ca. 45 Minutter; kan man derimod benytte Drage, udkræves kun 10 Minutter. Til Betjeningen fordres 1 Officer, 1 Underofficer og 10 Mand.

Vægten af Stationen er, iberegnet Vognvægten: Vogn Nr. 1 ca. 650 kg, Nr. 2 ca. 660 kg, Nr. 3 ca. 870 kg og Nr. 4 ca. 785 kg.

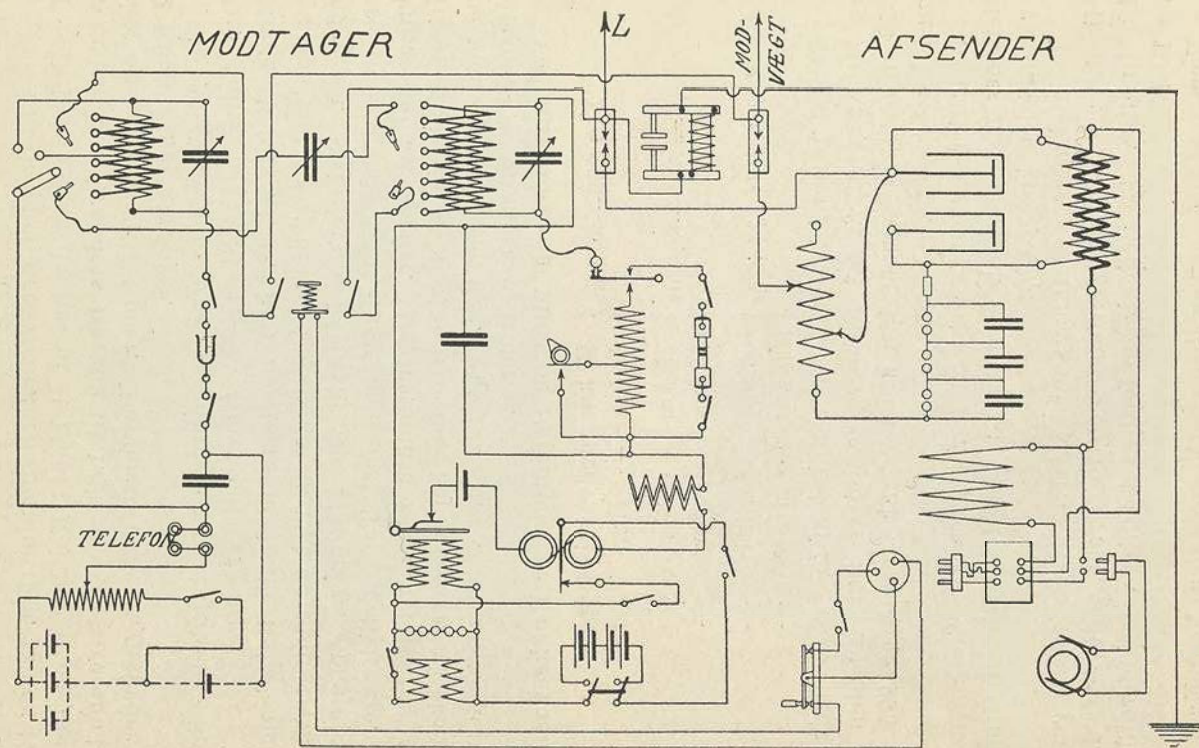


Fig. 122.

IV. BEHANDLING AF RADIOTELEGRAF-STATIONER.

A. Luftnettet.

56. Da forskellige Maalinger have vist, at Luftnettets Isolation har stor Indflydelse paa Dæmpningen, maa man drage Omsorg for en gennemført, god Isolation. Dette gælder saavel for Afsendelse som navnlig for Modtagelse. Det har bl. a. vist sig, at Luftnettets Dæmpning stiger i fugtigt Vejr.

Luftnettet maa derfor ophænges godt isoleret. I Skibe maa det føres mindst 1 m fra alt staaende og løbende Gods, og alle Forbindelser skulle være omhyggeligt loddede (*uden Anvendelse af Syre*).

Saavidt det kan lade sig gøre, bør Staalstag o. lign. isoleres (event. deles ved Isolatorer, Tovstroppe el. lign.), da de ved at »svinge med« forarsage Tab.

Ved Gennemføringer maa det paasés, at Kabelskoene ere rene og Sammenskrningen fast.

Højspændingsmateriellet maa ikke males, og da Isolatorer, Ebonitkneble o. lign. i Skibe efterhaanden overtrækkes med et Lag Salt (som danner ledende Forbindelse), maa Nettet jævnlgt nedtages og renses.

Har Højspændingen slaaet over blot een Gang i en Ebonitisolator, vedbliver den dermed indtil det paagældende Sted affiles.

I Telegrafrummet maa man undgaa, at Højspændingsledningerne komme i Berøring med Træ eller andre slette Isolatorer.

Med Hensyn til Vandforbindelsen i Skibe kan anføres følgende:

For at være sikker paa at Stationen har en god Vandforbindelse — hvis en saadan skal forefindes —, bør der altid anvendes flere af hverandre uafhængige Forbindelser. Der benyttes mindst lige saa mange Traade som i Luftnettet. Traadene fastklemmes ved Anvendelse af Kabelsko til den paa Siden af Modtagebordet anbragte Metalskinne (for Af-senderens Vedkommende til Bøsningen ved Gnistrummet) og loddet fast til Skibets Jern.

I Træskibe, som ere kobberforhuede, kunne Traadene fastloddet forskellige Steder til Kobberpladerne. Saafremt Skibet ikke har en saadan Forhudning, bør der anbringes to store Kobberplader, een paa hver Side af Skibet, og Traadene fastloddet hertil. Man maa imidlertid jævnlig undersøge, om Pladerne og Forbindelserne ere i Orden.

Medens det er forholdsvis let at opnaa en god Vandforbindelse i Jernskibe, der tillige er i Besiddelse af en stor Kapacitet, er det betydelig vanskeligere ved Landstationer. Der vil nemlig altid være en vis, ohmsk Overgangsmodstand til Stede mellem *Jord* og Jordplader. En saadan Modstand forøger Dæmpningen, og det gælder derfor om at gøre den saa ringe som muligt. Dette søges opnaaet ved at anvende flere Jordplader eller Traade.

I Fig. 123,₁ er vist en saadan Jordforbindelse, der kan bestaa af fire ca. 1 m² store Kobberplader, som ere anbragte i større Afstand fra hverandre og nedgravede saa dybt i Jorden, at de komme et godt Stykke ned i Grundvandet. Til hver Plade er fastloddet 4—6 Traade, der føre ind til Midten, hvor de sammenloddet indbyrdes og med et lignende Antal Traade, som føres isolerede op til Stationen. Forbindelserne maa være saa induktionsfri som muligt.

Overgangsmodstanden mellem Pladerne bør ikke være over 1 Ohm, maalt med en Wheatstones Bro.

Hvor Jordbunden er godt fugtig, kan i ca. 1 m Dybde nedgraves galvaniserede Jerntraade, som udgaa straaaleformet fra Stationen og ere indbyrdes forbundne (Fig. 123,₂). Der

maa anvendes mindst 2 Gange Lufttraadenes Antal, og Jordtraadene maa have en saadan Længde, at de gaa ca. 10 % længere ud end det yderste Punkt af Luftnettet.

Ere Jordbundsforholdene ugunstige (vandfattige), eller gælder det en transportabel Station, anvendes en Modvægt. Den kan bestaa af et straaaleformet Net af Fosforbronceetraade, isoleret anbragt i ca. 1 m Afstand fra Jordoverfladen. Al anden Jordforbindelse skal da bortfalde. Modvægtens Kapacitet skal være saa stor som mulig og ikke mindre end Luftnettets.

Skal Telegraferingen være bedst i en bestemt Retning, maa Jordnettet eller Modvægten lægges i denne Retning (Fig. 123,3).

Da det navnlig ved Anvendelse af større Bølgelængder kan være *livsfarligt* at berøre Luftnettet under Afsendelse, maa Mærkeplader med Advarsel være anbragte paa de mest udsatte Steder, og om Bord maa Besætningen advares mod at komme i Berøring med Luftnettet.

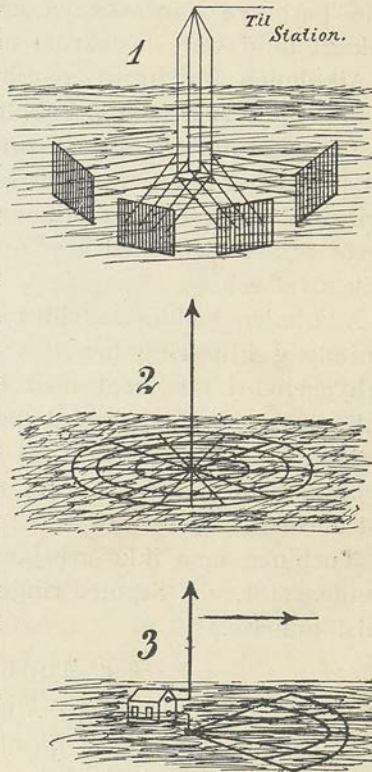


Fig. 123.

B. Afsenderen.

a. Motor-Generator og Ventilator.

57. Vedrørende disse og deres tilhørende Modstande etc. følges de samme Regler, som gælde for Behandlingen af almindelige elektriske Maskiner med Tilbehør.

b. Kviksølv-Turbineafbryderen.

For at Turbineafbryderen kan funktionere godt, maa den indeholde en ganske bestemt Kviksølv- og Alkoholmængde.

Hvis Turbinen indeholder for meget Kviksølv, indtræder Kortslutning.

Den foreskrevne Fyldning er 4500 gr (350 cm³) Kviksølv og 1800 gr (2000 cm³) Alkohol af 85 % Opløsning.

Da Alkoholen i visse Tilfælde kan eksplodere, navnlig naar Turbinen har arbejdet længe og er bleven varm, maa Dækslet altid være fastskruet under Brugen.

Alkoholen fordamper efterhaanden, og man bør derfor jævnlig undersøge, om Alkoholmængden er tilstrækkelig.

Turbinen maa renses, saasnart den arbejder uregelmæssigt. Det kan enten ligge deri, at Straalerøret er forstoppet, eller deri, at Kviksølvet er omdannet til Slam. I første Tilfælde renses Straalerøret med en fin Traad, i sidste Tilfælde maa Kviksølvet renses.

Alkoholen hældes saavidt muligt fra Slammen og kan efter almindelig Filtrering benyttes paany. Kviksølvet udvadskes omhyggeligt i en Skaal med fersk Vand, indtil det er helt rent, eller det kan renses ved at presses gennem en linned Klud.

Man maa særlig paasé, at Lakeringen i Beholderen ikke er beskadiget. I modsat Fald maa den lakeres med spiritusfast Jernlak.

Turbinen maa ikke arbejde uden den parallelt forbundne Kondensator, da Segmentringen ellers hurtigt ødelægges af Gnistdannelse.

c. Induktoren.

Induktoren anbringes i Almindelighed lodret (paa en Væg eller lign.) med *den røde Klemme* opefter. Da denne Klemme skal forbindes med *Flaskernes udvendige Belægning*, kan det være *livsfarligt* at berøre den, naar Induktoren benyttes.

Den maa ikke udsættes for stærk Varme, da Isolationslaget mellem de sekundære Vindinger i Almindelighed dannes af Paraffinvoks.

d. Flaskebatteriet.

Ved Flaskernes Fastgørelse maa det paasés, at de ikke spændes for fast, saa at de ved Rystelser el. lign. kunne sprænges.

For at undgaa Iltning af Flaskernes Belægning, hvad der vilde foraarsage Tab i Frembringerkredsen, ere Belægningerne lakerede. Skal en ny Flaske indsættes, maa man derfor erindre at fjerne Lakken paa det Sted, hvor Flasken fastklemmes, og hvor de indvendige Kontaktfjedre anbringes. Det sker bedst ved at opløse Lakken med Spiritus.

e. Opsøgning af Resonans.

Som vist i § 34 er det af største Vigtighed at have Resonans mellem Induktorens primære og sekundære Strømkreds, da man derved opnaar den største sekundære Spænding med mindste Energiforbrug. Med en given Induktor, Flaskebatteri og Vekselstrøms-Generator kan man opnaa Resonans ved Forandring af Generatorens Omdrejningstal. At Resonans er til Stede, kan kendes derpaa, at en ganske langsom og regelmæssig Gnistovergang finder Sted (ca. 20 Gnister pr. Sekund) ved svagt Felt i Generatoren. Ved de almindelige Induktorer, som anvendes ved Flaadens nye Radiotelegrafstationer, er Resonanslejet i Nærheden af det normale Periodetal (ca. 50 Perioder pr. Sekund).

Skal man ved Opbygning af en ny Station bestemme den gunstigste Kobling mellem den primære og sekundære Kreds ved normalt Omdrejningstal, er Fremgangsmaaden følgende:

De to Kredse forbindes normalt, og Gnistrummet gives en passende Længde. Hvis Gnistovergang ikke sker, naar Primærkredsen sluttet, kan man bestemme, om Koblingen eventuelt skulde være fastere eller løsere. Dette ses af Vekselstrømsspændingen (haves intet Voltmeter til Raadighed, kan den parallelt indsatte Glødelampe benyttes).

Stiger Spændingen, er Tilbagevirkningen fra den sekundære, kapacitive Belastning større end Maskinens Spænding. For at faa Resonans maa den sekundære Selvinduktion forøges, hvad der kan ske ved at forøge Omdrejningstallet. Man siger, at *Resonanslejet ligger for højt*. Skal man have Resonans ved normalt Omdrejningstal, maa den sekundære Selvinduktion gøres større (idet den sekundære Kapacitet forudsættes uforanderlig) ved at anvende løsere Kobling, d. v. s. formindske

det primære Vindingstal paa Kærnen, eller, saafremt Dæmpespole anvendes i Primærkredsen, forøge dens Vindingstal.

Hvis Spændingen falder, naar Strømmen slutes, er Maskinens induktive Belastning for stor. For at opnaa Resonans maa Omdrejningstallet formindskes, *o: Resonanslejet ligger for lavt*. Skal man have Resonans ved normalt Omdrejningstal, maa den sekundære Selvinduktion gøres mindre ved at koble fastere, *o: der skal anbringes flere Primærvindinger paa Kærnen*, eller Dæmpespolens Vindingstal skal formindskes.

Den største sekundære Energi opnaaes ved en saadan Kobling, at Spændingen — ved normalt Gnisttal — forbliver konstant, naar Primærkredsen slutes. I saa Tilfælde er den induktive og kapacitive Belastning lige store.

Ved en passende Fordeling mellem Induktorens og Dæmpespolens Vindingstal kan man — med Bibeholdelse af Resonanslejet — opnaa det gunstigste Arbejdsfelt for Maskinen.

Vedrørende en Forandring af Resonanslejet kan man i Almindelighed foretage følgende:

Naar Resonanslejet skal hæves:

Kapaciteten kan gøres mindre (det sekundære Svingningstal bliver større).

Det primære Vindingstal paa Kærnen kan forøges (den sekundære Selvinduktion bliver da mindre).

Dæmpespolens Vindingstal kan formindskes (den sekundære Selvinduktion bliver da mindre, Koblingen fastere).

Det sekundære Vindingstal kan formindskes.

En mindre Induktor kan benyttes.

Skal *Resonanslejet ligge lavere*, anvendes den omvendte Fremgangsmaade.

C. Modtageren.*

1. Skrivemodtageren.

58. a. Indstilling af Relais, Banker, Kohærer og Skriveapparat.

*) De under C og D givne Anvisninger gælde fortrinsvis *Telefunken's* Apparater.

Skrivebatteriets Strømkreds slutes ved Hjælp af den lille Klemskrue paa Siden af Kassen, og Omskifteren lægges ned (til Modtagelse). Den højre Polsko i Relaiset løsskrues og føres et Stykke til højre. Hvilekontakten skrues saa langt ind, at Kontaktspiden staar i Midten af Relaiset.

Derefter sættes den venstre Polsko fast i en Afstand af ca. 2—3 mm fra Tungen. Man nærmer forsigtigt den højre Polsko, indtil Relaistungen bliver tiltrukket fra Hvilekontakten. Derpaa trækkes Polskoen lidt tilbage, indtil Relaistungen — idet den med Fingeren føres hen til Hvilekontakten — lige netop holdes fast her. Polskoen sættes da fast.

Arbejdskontakten skrues *forsigtigt* ind, til den danner Kontakt med Relaistungen, hvorefter den drejes saa meget tilbage, at Kontakten atter ophører.

Skal ét Relais være mindre modtageligt for Rystelser, maa Luftrummet mellem Polskoene og Tungen gøres endnu mindre.

Er Relaiset ikke udsat for Rystelser, kan en større Afstand mellem Polskoene benyttes, idet Følsomheden derved forøges.

Hvis Relaistungen har Spillerum i Lejet, er det fordelagtigt at have større Polafstand. Gaar Tungen derimod stramt i sit Leje, maa Polafstanden være saa ringe som mulig. Relaisets Følsomhed stiger, naar Tungens Bevægelse mellem Kontakterne er lille. Paa denne Indstilling maa man derfor lægge megen Vægt; den er kun mulig, naar der ikke dannes Gnister ved Tungekontakten. En saadan Aabningsgnist hidrører ofte fra urene Kontakter (Olie) eller fra ujævne Kontaktheder, fremkaldte ved *Sammenskruning af Stilleskruerne mod Tungen*.

Indstillingen af Kontaktskruerne maa derfor altid ske meget forsigtigt.

Relaisets finere Indstilling sker ved at dreje Stilleskruen (paa Siden af Relaiset) saa længe i Pilretningen, at Bankeren begynder at rasle og derefter klæber. Den drejes da tilbage, indtil Bankeren slipper, idet man samtidigt slaar let paa Apparatet.

Anvendes et vandtæt Relais, sker Indstillingen betydeligt lettere. Ved at dreje den store, ringformede Magnet ovenpaa Relaiset opsøger man de Grænsestillinger, indenfor hvilke

Relaiset begynder at arbejde. Ringens Pil stilles da midt imellem disse to Stillinger. Den fine Indstilling sker ved forsigtigt at dreje det lille Jernstykke foroven, indtil Tungen netop slutter Kontakt. Jernstykket drejes derefter lidt tilbage, indtil Bankerens Anker netop slipper.

Kohærereren indsættes, og ved at nedtrykke Bankerens Anker overbeviser man sig om, at Afstanden mellem Ankeret og dets Anslagsstifter i Magnetens Jernkærner er ca. 0,5 mm, idet Hammeren netop rører Kohærereren. Endvidere undersøges, om Bankerafbryderen aabner i det Øjeblik, hvor Hammeren er ca. 1 mm fra Kohærereren.

Dernæst undersøges Relais og Banker med Prøvemodstanden:

Prop 5 (Plan II, Skema 8) indsættes i Kontakt 18, og ved at stille den lille Afbryder i sin oprejste Stilling kortsluttes 28—29. Prop 5 nedtrykkes, hvorved Relaiset og Bankeren prøves. Ved at lægge den lille Knap ned aabnes 28—29, og Prop 5 nedtrykkes atter. Relaisets Stilleskruer (eller det lille Jernstykke) drejes saa længe, indtil Bankeren — ved at nedtrykke og slippe Prop 5 — nøjagtigt gentager Tegnene.

Ved Indstilling af Bankeren er følgende at bemærke: Hammerens Bevægelse skal være ca. 2—3 mm. Ankerets opadgaaende Bevægelse skal være begrænset af den med Gummi forsynede Stilleskrue.

Samtidigt med Bankeren indstilles Morseapparatet, indtil det — naar man vekselvis nedtrykker og slipper Prop 5 — skriver gode Tegn.

Ved Reguleringen af Morseapparatet maa følgende iagttages: Ankerets Bevægelse nedefter skal altid begrænses af den underste Stilleskrue. Begrænsningen maa ikke ske derved, at Ankeret slaar mod Magneternes Jernkærner eller derved, at SkrIVERullen trykkes mod Papiret. Anslaget indstilles saaledes, at SkrIVERullen — idet Ankeret nedtrykkes med Haanden — ikke bremser den løbende Papirstrimmel.

Hvis Apparatet i Stedet for Streger skriver en Række Punkter, maa Fjedren, som trækker Ankeret fra, indstilles løsere. Skulde dette ikke hjælpe, maa man — indvendigt i

Apparatet — stille paa Stilleskruen saaledes, at Ankeret kommer nærmere til Magneterne.

For at undgaa denne Punktrække kan det undertiden ogsaa være formaaltstjenligt at indstille Bankerafbryderen saaledes, at den *aabner* Kohærerstrømmen *senere*.

Omvendt, hvis Skriveapparatet har Tilbøjelighed til ved hurtig Telegrafering at lade Tegnene løbe ud i hverandre, da maa Apparatets Træghed formindskes ved at spænde den Fjeder, som trækker Ankeret fra Magneterne, ved at forøge Luftafstanden mellem Anker og Magnet eller ved at lade Bankerafbryderen *aabne tidligere*.

Derefter prøves det samlede Apparat med *Brummeren*, der er et lille, elektrisk Hammerværk, som tilligemed sit Element er indesluttet i en Trækasse. I dennes Laag er anbragt en Trykknapp, og ved at nedtrykke denne frembringes en Række Afbrydningsgnister, som kunne paavirke Kohærereren, naar Brummeren holdes hen i dens Nærhed.

Saafermt Apparatet arbejder nøjagtigt ved Paavirkning fra Brummeren, fungerer det i Almindelighed ogsaa godt under Telegraferingen.

Lufttraaden forbindes med Apparatet. Skrivetransformatorens Kobling gøres fast, Høretransformatorens Kobling løs; det paasés, at Vindingstallet i Forlængespolen og de primære Koblingsvindinger samt Indstillingen af Luftnettets Drejekondensator og Skrivemodtagerens Sekundærkondensator ere i Overensstemmelse med de for den ønskede Bølgelængde fastsatte Data.

Høretransformatorens Valsekontakt skal staa paa »Transf.«.

Man nærmer da Brummeren til et eller andet Sted paa Luftnettet, og afsendes Tegn med den, skal Morseapparatet funktionere normalt.

Hvis det da under Telegraferingen ikke arbejder godt, kan det i Almindelighed kun skyldes ydre Aarsager, f. Eks. atmosfærisk Elektricitet eller Paavirkning fra andre Stationer.

b. Opsøgning af Fejl i Sekundærkredsen.

Skrivebatteriets Strømkreds sluttes ved Hjælp af det lille Klemstykke paa Siden i Kassen. Omskifteren lægges ned (til Modtagelse).

Kontravægten paa Relaistungen føres forsigtigt til venstre, hvorved Relaiskontakten sluttet, saa at Bankerens og Skriveapparatets Anker tiltrækkes. Ved at slippe Kontravægten maa begge Ankre slippe samtidigt. Hvis de ikke tiltrækkes, er den Ledning i Uorden, som fører til begge Magnetviklingers Forgreningspunkt.

Tiltrækkes derimod kun det ene Anker, da er enten Ledningen fra Forgreningspunktet til den anden Vikling i Uorden, eller Ankerreguleringsfjedren er spændt for stærkt. Derefter undersøges Kohærerstrømkredsen (*uden Kohærer*). Den til den ene Pol af den sekundære Transformatorvikling fastgjorte Ledning med Prop 5 (Plan VI) udtages af Stikkontakten, og man berører med den Kontaktfjedren 13.

Relaisets Stilleskrue drejes i Retningen »mere følsom« saa længe, indtil Bankeren begynder »at rasle«, først langsomt, derefter hurtigere, indtil Ankeret til sidst »klæber«. Denne Tilstand maa imidlertid *kun vare kort Tid*, da Batteriet er sluttet gennem Bankerens og Skriveapparatets Viklinger og derved let kan ødelægges. Man maa derfor straks dreje Stilleskruen saa meget tilbage, at *Ankeret netop slipper*.

Saafermt Ankeret klæber uden forudgaaende Raslen, er Bankerens Afbryder fejl indstillet, eller Ledningen er i Uorden paa et eller andet Sted i Kohærer kredsløbet.

Man undersøger først Afbryderen. Den skal være saaledes indstillet, at Afbrydningen sker lidt før Hammeren er i Højde med Kohærerens Anlæg. Er denne Indstilling i Orden, og vil Bankeren trods dette ikke rasle, da maa Kohærerstrømkredsen eller Relaiset være i Uorden.

Saadanne Fejl opsøges lettest ved Hjælp af en Telefon (eller et Præcisions Volt- og Amperemeter) paa følgende Maade:

Efter at have forvissat sig om, at Kontakt 12—13 er i Orden, bliver den ene Pol af Telefonen forbundet med 13, den anden Pol med 24. Idet man gaar ud fra 24, prøves de forskellige Ledningsstykker ved efterhaanden at sætte Telefonsens anden Pol til 23, 22, 21, 20, 19, 10, 8 og sluttelig til 5. Ved at borttage den ene Pol fra Kondensatoren 11, kan man samtidig med Telefonen prøve, om Kondensatoren skulde være kortsluttet.

Hvis Strøm er til Stede mellem 5 og 13, og Bankeren endda ikke rasler, ligger Fejlen i Relaiset. Der er da følgende Muligheder for Haanden:

1. *Relaisspolerne kunne være forbundne mod hinanden.* Som Kontrol kortsluttes den ene Spole, og Relaiset skal da virke ved Hjælp af den anden Spole.

2. *Relaistungen sidder fast i sit Leje.* Relaisets Polsko fjernes, og Tungekontakterne flyttes langt fra hinanden. Ved Berøring med Fingeren maa Tungen da let kunne spille frem og tilbage.

3. *Urene Relaiskontakter.* Disse maa undersøges med Lup og skulle have højglanspolerede Flader. De kunne renses med fineste Smergelpapir og poleres med Wienerkalk. Relaistungens Lejer maa ikke smøres med Olie eller Petroleum.

Benyttes et vandtæt Relais, maa det ikke skilles ad, undtagen man er helt sikker paa, at Fejlen maa søges i Relaiset. Man gør derfor rigtigst i at prøve med Reserve-Relaiset, forinden man gaar videre.

I denne Forbindelse kan det nævnes, at saafremt *Skriveapparatet* benyttes selv ganske kort Tid, uden de i § 40 nævnte Midler mod Gnistdannelse (Polarisationsbatteri, Modstande etc.), vil Gnistdannelsen ved Relaistungen ødelægge Kontakterne saa hurtigt, at det er nødvendigt at udtage Tungen og polere Kontakterne paany, for at Apparatet skal kunne arbejde godt.

Man maa derfor nøje paase, at Skriveapparatet aldrig arbejder uden Polarisationsbatteri (Bifilar-Modstandsrulle eller Kondensator).

2. Høremodtageren.

a. Indstilling af Detektor og Telefon.

Batteriets Strømkreds sluttes ved Hjælp af det lille Klemstykke i Kassen, hvorefter Telefonen indproppes og Cellen sættes paa Plads saaledes, at Polbetegnelsen passer med Mærkerne.

Omskifteren lægges ned (til Modtagelse), og ved Hjælp af Reguleringsmodstanden varieres Batterispændingen, indtil man

netop hører en svag Susen i Telefonen, eller til denne Lyd netop forsvinder. Denne Indstilling maa prøves hver Gang, forinden Apparatet benyttes.

Dersom Lyden i Telefonen overhovedet ikke forsvinder, er Detektoren indsat med forkerte Poler, eller Batteriforbindelsen er ikke sluttet.

Dernæst undersøges Detektorens Følsomhed. Hertil benyttes Brummeren, idet en Traad kan fastklemmes paa den og forbindes med en af Detektorens Poler.

Ved at paavirke Brummeren høres da, naar alt er i Orden, en kraftig Lyd i Telefonen. Ved denne Undersøgelse maa Detektorens Parallelkondensator stilles paa Nul, da der ellers fremkommer en Svækkelse i Lydstyrken, saa at man ikke faar det rette Begreb om Detektorens Følsomhed.

Luftnettet forbindes med Skriveapparatet, dettes Modtagerkobling gøres løs, Høreapparatets Kobling fast; det paasés, at Vindingstallet i Forlængespolen og i de primære Koblingsspoler samt Indstillingen af Luftnettets Drejekondensator og Høreapparatets Kondensatorer ere i Overensstemmelse med de for den ønskede Bølgelængde fastsatte Data.

Ved at forbinde Brummeren med et eller andet Sted af Lufttraaden og paavirke den, skulle Tegnene kunne høres tydeligt og bestemt i Telefonen.

Telefonens Godhed maa af og til prøves. Det kan ske ved at forbinde den i Række med et Element og en Modstand, og indstille denne saaledes, at man netop hører en Lyd, naar Strømmen sluttes. Man kan da forandre Membranens Stilling ved at dreje paa dens Fatning saa længe, til man har Maksimum af Lydstyrke.

Hvis Cellen er i Uorden, hvad der kan ske, naar en Gnist har slaaet gennem den, giver det sig til Kende derved, at det ikke mere er muligt at opnaa den svage, ensartede Lyd i Telefonen, men derimod en stødvis, ujævn Lyd, der hidrører fra Luftudviklingen.

Undertiden kan Glidekontakten være i Uorden, saaledes at den ikke danner tilstrækkelig god Kontakt, eller en af Modstandstraadene kan være knækket.

Finder man efter længere Tids Forløb, at det ikke mere er muligt at opnaa den rigtige Indstilling af Glidekontakten, selv om denne staar helt til venstre, fornyes Parallel-Elementerne. Deres Klemspænding skal være 1,4—1,5 Volt og bør undersøges en Gang om Maaneden gennem de til venstre for Cellen værende Prøveklemmer.

b. Opsøgning af Fejl i Sekundærkredsen.

Batteriets Strømkreds sluttes ved Hjælp af det lille Klemstykke i Kassen, idet man forinden har undersøgt, om Batteriet er i Orden. Valsekontakten stilles paa »Transf.« og Detektoren udtages. Ved Hjælp af Præcisions Volt- og Amperemetret eller en Telefon undersøges Strømkredsen. Man begynder med at undersøge om Parallel-Elementernes Strømkreds er i Orden, idet Voltmetret indsættes mellem 99 og 98 (Plan VI). Dernæst lægges Omskifteren til Modtagelse. Den ene Pol af Voltmetret forbindes med 102 og forbliver her. (Apparatets Telefoner skulle være borttagne.) Den anden Pol sættes til 91 og derefter til Detektorklemme 76. For at se om Glidekontakten 101 er i Orden, flyttes den nogle Gange helt frem og tilbage. Voltmeterets frie Pol sættes derefter til 110, Propperne indsættes i Kondensatorerne, og Drejekondensatoren drejes fra 0 til 180°. Derved kan man se, om der er Overgang i Kondensatorerne. Voltmeterpolen sættes efterhaanden til 71, 89, 88, 87 og 83. Er Kredsløbet her sluttet, er der Overgang i Kondensatoren; i modsat Fald kortsluttes den, og man fortsætter med 82, 80, 105 og 103.

For endelig at undersøge Detektorkontakterne paa Omskifteren borttages Kortslutningen ved Rækkekondensatoren og kortsluttes Detektorklemmerne 76—77. Voltmeterets frie Pol sættes derefter til 73, 75, 78 og 79. Saafremt der findes en Fejl i Kredsløbet, gør Voltmetret ikke noget eller kun et ringe Udslag (Telefonen giver ingen Lyd), og Fejlen ligger i den Ledning, der forbinder den Kontakt, hvor Voltmetret gør fuldt Udslag, med Kontakten, hvor Udslaget er Nul.

3. Primærkredsen.

Opsøgning af Fejl.

Er en Fejl til Stede i Primærkredsen (knækket Ledning, daarlig Kontakt), giver dette sig i Almindelighed til Kende derved, at man ikke kan modtage hverken med Skrive- eller Høreapparat, naar Luftnettet paavirkes med Brummeren. For hurtigt at komme til Klarhed over, hvor omtrentlig Fejlen skal søges, indstilles til Modtagelse med det store Net, og dette paavirkes med Brummeren (udenfor Telegrafrummet).

Dernæst skiftes om til Modtagelse med det lille Net, og dette paavirkes ligeledes med Brummeren. Modtages i begge Tilfælde intet, er det i Almindelighed Modtagebordets Vandforbindelse, der er i Uorden. Modtages derimod paa det ene Net, men ikke paa det andet, maa Fejlen ligge i de Ledninger eller Apparater, som ikke ere fælles for de to Net. Ved Hjælp af Voltmetret (eller Telefonen) og et Element undersøges paa lignende Maade som ovenfor hele Kredsløbet Stykke for Stykke, indtil Fejlen findes.

D. Opbevaring af Kohærere, Detektorer og Polarisationsbatterier.

59. a. Kohærere. For at forhindre Ødelæggelse af de Kohærere, som ikke benyttes, ved Paavirkninger fra Afsenderen, atmosfæriske Udladninger el. lign. skulle de altid opbevares i den dertil bestemte Kasse (Fig. 124). For at udelukke Paavirkningerne er Kassen indvendig beklædt med Staniol, og Laaget skal holdes lukket.

b. Detektorer og Polarisationsbatterier, som ikke benyttes, skulle altid opbevares i de dertil bestemte Kasser. De maa ikke udsættes for stærk Varme.

E. Apparaternes Installation og Vedligeholdelse.

60. Telegrafrummet i Skibe udkræver ca. 6—7 m², og dets ene Dimension maa ikke være under 2 m. Rummet maa være godt ventileret og belyst, saa lydtæt som muligt og frit

for Rystelser. Saafremt Luftnettet kan føres bekvemt ind i Rummet, er dettes Beliggenhed ikke bundet til noget bestemt Sted i Skibet. Jo længere Luftnettet eller dets Okonitkabel kan føres fra store, ledende Legemer des bedre. Telegrafrum, der ligge under Panserdæk, og hvor der som Følge heraf udkræves større Længder af Lufttraaden ført under Dækket,

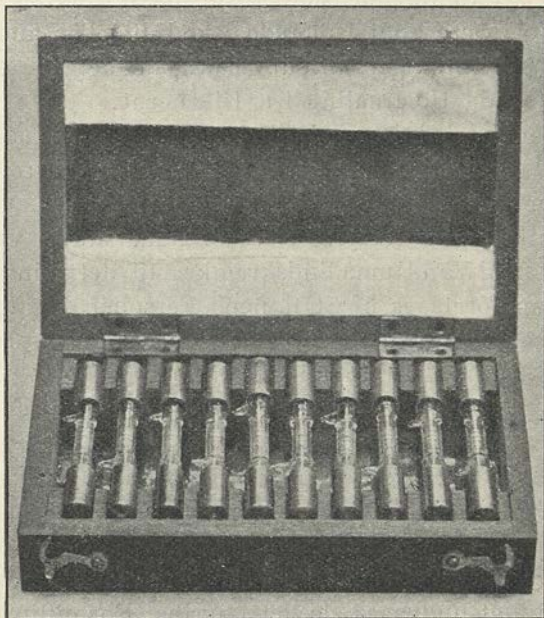


Fig. 124.

ere afgjort uheldigere end Rum, der ligge over Dækket. Lufttraaden skal indføres gennem gode Isolatorer.

Modtageapparaterne skulle anbringes paa et Bord af passende Højde og i en saadan Afstand fra hverandre og fra Rummets Vægge, at Gnister ikke kunne springe over. Modtageapparaterne skulle være saa langt fra Afsendeapparaterne som muligt. Induktoren kan anbringes paa et Skodt eller stilles under Bordet. Den maa i hvert Tilfælde anbringes saaledes, at dens sekundære Klemmer ikke ere udsatte for en tilfældig Berøring. Anvendes Dæmpespoler i Afsenderens Pri-

mærkreds, skulle de anbringes vinkelret paa Induktoren. Derved hindres, at Induktoren paavirkes af Dæmpespolernes Magnetfelt. Motor-Generatoren bør helst anbringes tæt udenfor Telegrafrummet.

Alle Forbindelser mellem Dele af Afsende- og Modtageapparaterne bør udføres saa direkte som muligt, og for Afsenderens Vedkommende skulle de have tilstrækkelig stor Overflade og være godt isolerede ved Luft eller anden Isolation. Skarpe Bøjninger bør undgaaes, da de give Anledning til en kosteagtig Udstraaling fra Hjørnerne.

Højspændingsledninger skulle holdes godt fjernede fra Lavspændingsledninger, og hvor de krydse hverandre, skal det være under rette Vinkler.

Gennemføringer, Koøjer, Døre o. lign. skulle være tætte. Rengøring med Vand maa indskrænkes til det mindst mulige og maa kun foretages af Stationens Personel. I fugtigt Vejr skal Rummet opvarmes ved Hjælp af Lamper, Modstande eller Ovne (saa vidt muligt ikke Dampovne).

Alle Apparater skulle daglig afstøves og aftørres for Fugtighed.

Alle Ebonitdele skulle mindst en Gang ugentlig afgnides med klar, ikke mineralsk Olie eller Fedt og efterpudses med et blødt Vadskeskind. Metalkontakter maa behandles med et fedt- og syrefrit Pudsemateriale (Wienerkalk). Smergel skal saa vidt muligt undgaaes, da det angriber Forniklingen, og da Kontakterne hurtigt iltes efter Behandling med Smergel. De blanke Dele, dog ikke Kontakterne, holdes let indsmurte med Vaseline.

Skal en Station sættes ud af Drift for længere Tid, maa Apparaterne indfedtes og tildækkes. Elementerne maa afbrydes og opbevares paa et koldt Sted. Morseblækket tømmes af Farveholderen, og denne udvadskes med Benzin eller Alkohol. Relaiset stilles ufølsomt, for at Kontakterne ikke skulle blive ødelagte ved Rystelser.

V. ANVENDELSE AF DRAGER.

Medens det ved Omtalen af de forskellige Luftnets Former (§ 28) forudsattes, at Luftnettet kan fastgøres til Master, Skorstene el. lign., er der dog Tilfælde, hvor saadanne faste Punkter ikke staa til Raadighed.

Til at bringe Lufttraaden til Vejrs og bære den benyttes derfor ofte *Balloner* eller *Drager*. De kunne finde Anvendelse bl. a.:

1. Ved transportable Stationer.
2. Som midlertidig Hjælp, hvis en Stations Luftnet er ødelagt.
3. Hvis man ønsker at telegrafere over længere Afstande, navnlig ved Anvendelse af større Bølgelængder end de, som Stationen normalt benytter.

Da Ballonen eller Dragen kun bærer en enkelt Traad (af Staal), er Kapaciteten selvfølgelig mindre end den, hvormed der arbejdes under almindelige Forhold, og man kan derfor ikke tilføre Lufttraaden en saa stor Energi (§ 28). Men til Gengæld kan Traaden føres højere til Vejrs, hvorved Telegrafafstanden forøges betydeligt (§ 31).

I § 29 er vist, hvorledes Telegrafafstanden aftager, naar Bølgelængden forøges ved Anvendelse af Selvinduktionsspoler i Luftnettet. Denne Formindskelse af Telegrafafstanden undgaes, naar man benytter Balloner eller Drager. Lufttraaden kan da føres op i en saadan Højde, at Traadens Længde svarer til $\frac{1}{4}$ Bølgelængde.

Da Balloner ikke finde Anvendelse i Flaaden, skal kun Dragerne beskrives. De Drager, som almindeligt anvendes, ere *Eddydrager* og *Kassedrager*.

61. *Eddydragen* (Fig. 125) har faaet Navn efter Amerikaneren *Eddy*, der har indført forskellige Forbedringer ved den almindelige Drage. (Navnet er egentlig ikke korrekt, da *Eddydragen* er en særlig af *Eddy* konstrueret Drage uden Hale).

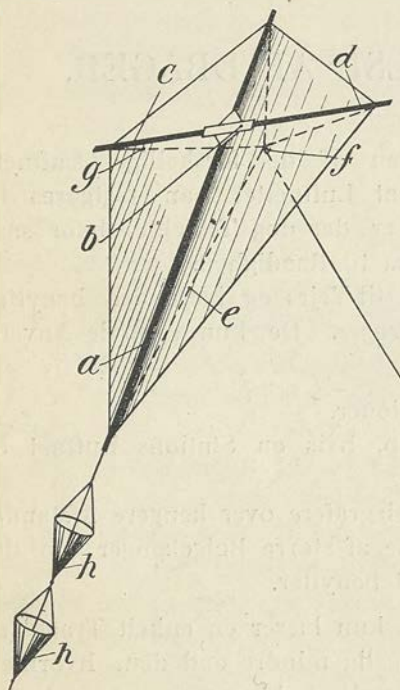


Fig. 125.

Bærestativet dannes af et Kors af Bambusstænger. Til den lodrette Stang *a* (Længde ca. 180 cm) er paa Forkant fastskruet en Fyrretræsliste, hvortil Lærredet er fastsømmet. Midt paa øverste Halvdel er fastgjort et Blikbeslag *b*, hvori Sidestængerne *c* og *d* sættes ind.

Lærredet, der udspændes mellem Stængerne, har i Kanten indsyede Løbegange med Snore, hvis ene Tamp er fastgjort foroven og forneden paa *a*, medens de andre Tampe have et Øje, der smøges omkring et Søm paa Enden af *c* og *d*.

Til at fastholde Dragen er forneden og foroven (eller paa Midten af øverste Stykke) fastgjort en Snor *e*, der er forsynet med en Kovs (ved *f*). Længden bestemmes derved, at Snoren, naar den føres til Siden, skal kunne naa Spidsen af Sidestængerne. Kovsens Plads skal svare til dette Punkt. Ved større Vindstyrker skal den dog anbringes 1—3 cm højere.

For at forhindre Dragen i at kæntre, hvis Trækket i Linen virker skævt, er anbragt en Snor, der gaar frit gennem Kovens. Længden af denne Snor maa rette sig efter Kovens

Plads. Linen (Lufttraaden) er forsynet med Karabinhage, der hugges i Kovsen.

Til Styrehaler benyttes Vindposer, hvis Antal (fra 1—6) afpasses efter Vindstyrken. De dannes af en Træring, hvortil en kegleformet Tøjpose er fastsyet (Længde ca. 24 cm). Foroven paa Posen findes en Hanefod med Ring, forneden en Hage af Metaltraad. Afstanden fra Dragen til den første Vindpose er 1—1,5 m.

Eddydragen kan anvendes ved svage og mellemstærke Vinde. I fugtigt Vejr benyttes Drager, der have imprægneret (hvidt) Tøj, i tørt Vejr kan benyttes de ikke-imprægnerede (graa) Drager. Lærredsarealet er ca. $1,6 \text{ m}^2$, Vægten $0,9 \text{ kg}$.

Dragerne opbevares i en Magasineringspose af brunt, imprægneret Sejldug med Læderforstærkninger. De tage en forholdsvis ringe Plads op, idet de vandrette Stænger aftages og lægges langs Hovedstammen, medens Tøj og Snore vikles omkring dem.

62. **Kassedragen** (Fig. 126) har et Bærestativ, der dannes af 4 Bambusstænger *a*, *b*, *c*, *d* (Længde ca. 130 cm). Lærredet er delt i to Afsnit, et foroven og et forneden paa Stængerne (Højde af hvert Afsnit ca. 38 cm) og er fastgjort til Stængerne med Søm. I det øverste Afsnit er desuden indsat en Skillevæg af Lærred.

Til at udspile Lærredet og for at give Dragen den rektangulære Form er foroven anbragt to krydsede Stænger *e—f* og forneden, midt i Afsnittet, to andre Stænger *g—h*. Stængerne ere for Enderne forsynede med gaffelformet anbragte Stifter, der gaa ind i et lille Indsnit i hver Sidestang; de kunne derved fastholdes paa Plads.

Dragen fastholdes af en Hanefod med 4 Snore, anbragte i hvert Hjørne af øverste Afsnit. For at faa et elastisk Træk ere Snorene ikke anbragte direkte i Dragen, men Gummisnore ere indsatte saaledes, at de egentlige Snore bære, hvis Gummisnorene briste.

I Hanefoden er anbragt en Kovs til Fastgørelse af Lufttraaden.

Den her beskrevne Drage benævnes ofte efter sin Konstruktor *Marwin-Drage* og kan benyttes ved Vindstyrker mellem 2 og 5.

Det virksomme Lærredsareal er $2,5 \text{ m}^2$ og Vægten $2,25 \text{ kg}$.

Til større Vindstyrker benyttes *Storm-Drager* (*Hargrave-Drager*). De adskille sig fra de ovennævnte derved, at Tværnittet er kvadratisk, den øverste Skillevæg mangler, og Bæretraadens Anbringelse sker ved en Dobbeltstrop, som er fast-

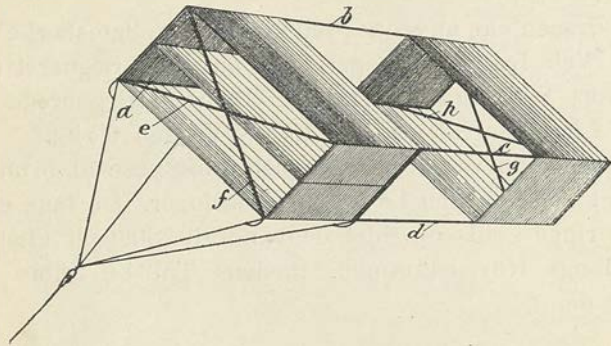


Fig. 126.

gjort paa en af Stængerne (ved Underkanten af øverste Af-snit). Vægten er $1,6 \text{ kg}$.

Alle Kassedrager ere forfærdigede af imprægneret Lærred og opbevares i lignende Magasineringsposer som Eddydragerne.

63. Opsætning af Drager. Til Lufttraad anvendes galvaniseret Staalkabel i to Dimensioner, nemlig ved svagere Vinde et saakaldet *Dragekabel* ($5 \cdot 4$ Traade á $0,2 \text{ mm}$ og 1 Kalv (Jern) $0,3 \text{ mm}$) og ved stærkere Vinde et *Ballonkabel* ($4 \cdot 7$ Traade á $0,2 \text{ mm}$ og 1 Kalv (Jern) $0,3 \text{ mm}$).

Til Opsætning og Indhivning af Dragen benyttes et Haandspil med Baandbremse. Tromlen er delt i to Dele; paa den ene Del opvikles Dragekablet, paa den anden Del Ballonkablet.

Om Bord foregaar Opsætningen lettest paa følgende Maade:

I større Skibe sættes Spillet i Nærheden af Stormasten. Paa et Flagfald fra Knappen af denne (helst paa Agterkant) najes en Porcellænsrulle. Det Kabel, der skal benyttes, skæres gennem Rullen forfra og agterefters og sættes fast i Dragen.

Rullen hejses derefter op i Nærheden af Knappen, medens der stikkes paa Kablet. Dragen bringes hen agter i Skibet og sættes op med et Kast, idet der samtidig hales noget ind paa Kablet. Dragen gaar da i Almindelighed til Vejrs, hvorefter man ved Hjælp af Bremsen stikker paa Kablet, idet man passer at stikke, naar Vinden fører Dragen fremover. Ved uregelmæssige Vindstyrker maa man afvekslende hale og stikke, indtil Dragen er tilstrækkelig højt oppe.

Naar Kablet omtrent er stukket ud, nedhales Porcellænsringen og frigøres fra Flagfaldet. Een eller to (ca. 3 m høje) Træstøtter fastsures til Gelænder el. lign. paa et saadant Sted, at Dragekablet, naar det fastgøres til Støtten, kan vise fri af Skibet. Paa Toppen af Støtterne er anbragt Ebonitkneble med Karabinhager. Hertil fastgøres Kablet, og Tampen tages fra Tromlen og forbindes med Okonitkablet, der fører ned til Stationen.

Kablerne maa behandles med megen Omhu for at undgaa Kinker.

Ved Bjergning af Dragen gaar man frem i omvendt Orden.

I Torpedobaade kan man ikke benytte Masten, da denne i Almindelighed er for lav og spinkel. Dragen maa derfor sættes op fra Dækket, idet Baaden samtidig løber med Fart.

Ved Landstationer opsættes Dragen bedst derved, at man fjerner sig 50—100 m fra Spillet og derfra kaster Dragen i Vejret, idet man samtidigt indhiver med Spillet for at faa Dragen til Vejrs.

Ved Militærstationer benyttes undertiden Spiltromler, der ophænges ved Hjælp af isolerede Stag, fastgjorte mellem Vognen og Jorden. Det undgaaes da at tage Kablet fra Tromlen, og fra denne føres en Ledning til Apparaterne.

Da Vinden er mere konstant i de øvre Luftlag, er det ofte fordelagtigt at lade Dragen stige højere, end hvad der tillades ved Kablets Længde, som er afpasset efter Bølgelængden. Man kan derfor mellem Kablet og Dragen indskyde 100—200 m Stikline.

VI. MAALEAPPARATER OG MAALEMETODER.

64. **Varmtraadsamperemetret.** Princippet for dette Apparats Virkemaade bestaar deri, at en Traad forlænges som Følge af den Opvarmning, der sker, naar Strømmen gaar gennem Traaden. Apparatet kan benyttes baade til Jævn- og

Vekselstrøm, og dets Visning paavirkes ikke af ydre Magnetfelter.

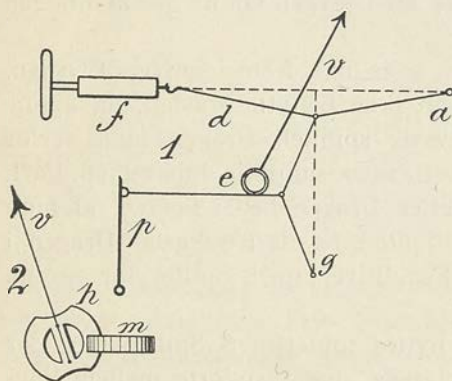


Fig. 127.

Hartmann & Braun's Apparater have en tynd Traad *d* (Fig. 127, 1), der er udspændt mellem en fast Skruer *a* og en Stilleskrue *f*. Traaden bestaar af en Sølv-Platin-Legering. Fra Midten af *d* er udspændt en Messingtraad til en Skruer *g*, og

paa Midten af denne Traad er anbragt en fin Silketraad, viklet omkring Rullen *e*, der bærer Viseren *v*. Silketraaden holdes udspændt af Staalfjederen *p*. Strømmen passerer gennem Traaden *d*.

Traadens normale Stilling er som vist i Figuren. Saasnart en Strøm gennemløber Traaden *d*, opvarmes den og udvider sig. Fjederen *p* holder den imidlertid stadig stram, og der frembringes derved en Drejning af Rullen og Viseren.

For at gøre Apparatets Visning aperiodisk er paa Viserakslen anbragt en tynd Aluminiumplade h (Fig. 127,2), som, idet Viseren drejes, bevæges gennem et magnetisk Felt mellem Polerne af en permanent Magnet m . De derved i Aluminiumpladen inducerede Hvirvelstrømme bevirke en saa kraftig Dæmpning, at Viserens Udslag bliver ganske jævnt.

Den ydre Form af Apparatet er lignende de almindelige Strømtavleapparater. De til Radiotelegrafstationerne almindeligst benyttede Apparater kunne vise indtil 0,5 Amp, og de ere forsynede med en Smeltepatron, der kan indsættes udvendig fra.

Da Amperemetret ofte benyttes til at vise et Minimums- eller Maksimumsudslag, medens den numeriske Værdi af Strømstyrken er uden Betydning, kan der benyttes Shuntbøjler, hvorigennem Hovedstrømmen kan passere.

65. Afstemning af Luftnet ved Hjælp af Varmtraadsamperemetret. Denne Metode kan anvendes, hvor man arbejder med konstante Frembringerkredse, f. Eks. ved Flaadens Stationer fra 1906. Her drejer det sig i Almindelighed om Afstemning af et nyt Luftnet, saafremt det oprindelige Net

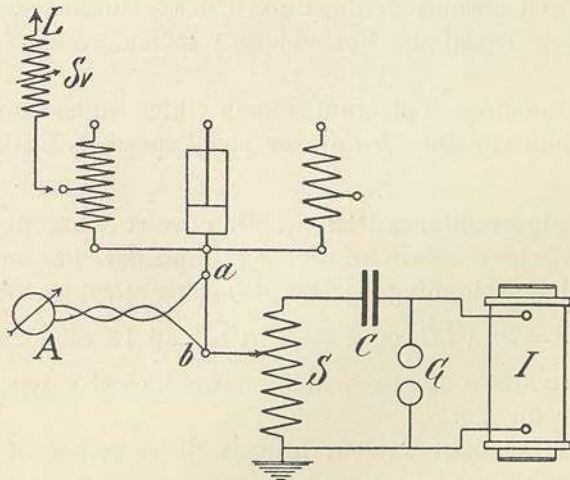


Fig. 128.

af en eller anden Grund er ødelagt. (Metoden er ikke særlig nøjagtig).

Fig. 128 viser Afsenderkredsen til en af ovennævnte Stationer. I Luftnettet anbringes (i Telegrafrummet) en variabel Selvinduktionsspole S_v , og et Varmtraadsamperemeter A shuntes til Forbindelseskablet mellem Frembringerspole og Forlængespole. Ved at forandre Afstanden mellem Punkterne a og b kan Amperemetrets Udslag varieres, indtil en Stilling findes, hvor Amperemetret gør et passende Udslag, naar Gnislængden er 5—10 mm.

Strømstyrken i Luftnettet er da størst, naar Resonans er til Stede mellem dette og Frembringerkredsen, mindre naar Bølgelængden er for stor eller for lille. Ved at prøve med forskellige Vindingstal i Spolen S_v søger man da at bestemme det Vindingstal, der svares til Resonans, ω : hvor Amperemetrets Udslag er størst.

Hvis Afstemningsspolen S_v da indeholder een eller flere Vindinger, viser dette, at Luftnettets Kapacitet er for lille, og Traadene i Nettet maa forlænges.

Saafermt man derimod ved 0 Vindinger i Spolen S_v ikke har opnaaet Amperemetrets største Udslag, er Kapaciteten for stor, og Traadene i Nettet maa forkortes.

Det er en absolut Betingelse ved disse Maalinger, at Gnislængden og iøvrigt alle Forholdene i Primærkredsen ere uforandrede.

Amperemetrets Tilledninger maa vikles bifilart for at undgaa Selvinduktionens Virkninger paa Apparatets Udslag.

66. Bølgemaaleres Princip. Da ethvert Svingningssystem, som indeholder Selvinduktion og Kapacitet, har en ganske bestemt Egensvingning og Bølgelængde, udtrykt ved:

$$T = 2\pi \sqrt{LC} \text{ og } \lambda = 2\pi \sqrt{LC}. \text{ (§ 13 Side 25),}$$

kan man variere disse ved at forandre L og C , enten samtidig eller hver for sig.

Hvis et saadant System bringes til at svinge af et andet System, svinger det kraftigere, desto nærmere de to Systemers

Bølgelængder ligge ved hinanden og kraftigst, naar Resonans er til Stede. I sidste Tilfælde opnaar man da den største Spænding eller Strømstyrke i det sekundære System.

Princippet for Bølgemaalere beror derfor i Almindelighed paa, at man benytter et normalt Svingningssystem — der enten kan være en *aaben* eller *lukket* Svingningskreds — og ved at variere dets Kapacitet og Selvinduktion bringe det i Resonans med den Svingningskreds, hvis Bølgelængde skal bestemmes. Man kan da paa Normalsystemet — *Bølgemaaleren* — (direkte eller indirekte) aflæse, hvor stor Bølgelængden har været.

Ved Hjælp af Bølgemaalere kan man desuden bestemme Kobling og Dæmpning, optage Resonanskurver o. lign.

I. Slaby's Maalestok.

67. **Beskrivelse.** Maalestokken (Fig. 129), som fremstilles af *Gesellschaft für drahtlose Telegraphie (Telefunken)*, er en Bølgemaalers, der er dannet som en *aaben* Svingningskreds. Den bestaar af et Glasrør, der (omtr.) paa hele sin Længde (ca. 80 cm) er beviklet med et Lag Kobbertraad (0,1 mm i Diam.), isoleret med et ganske tyndt Lag Cellulose-Acetat. Viklingen har en gennemsnitlig Stigning af 0,2 mm. Den ene Ende af Spolen er forbundet med et Metalhaandtag, medens den anden ender frit.

Som tidligere omtalt (§ 28) er den Svingningsenergi, som pr. Sekund kan tilføres en Svingningskreds, udtrykt ved:

$$A_s = \frac{E^2}{4\pi} \sqrt{\frac{C}{L}}.$$

Ved almindelige Luftnet maa Overfladespændingen holdes indenfor passende Grænser, da Spændingen ellers bryder gennem den omgivende Luft, og en violet Udstraaling bliver synlig. Ved *Slaby's* Maalestok tilsigtes imidlertid en stor Udstraaling, for at man kan se, naar Resonans mellem de to Systemer er til Stede, medens Fjernvirkningen ikke spiller nogen Rolle.

Af Formlen fremgaar, at for en given tilført Energi er Spændingen:

$$E^2 = \frac{A_s \cdot 4\pi}{\sqrt{\frac{C}{L}}} = 4\pi A_s \sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Heraf følger, at man for at faa den største Spænding (største Udstraaling) maa gøre Kapaciteten C saa ringe og Selvinduktionen L saa stor som mulig.

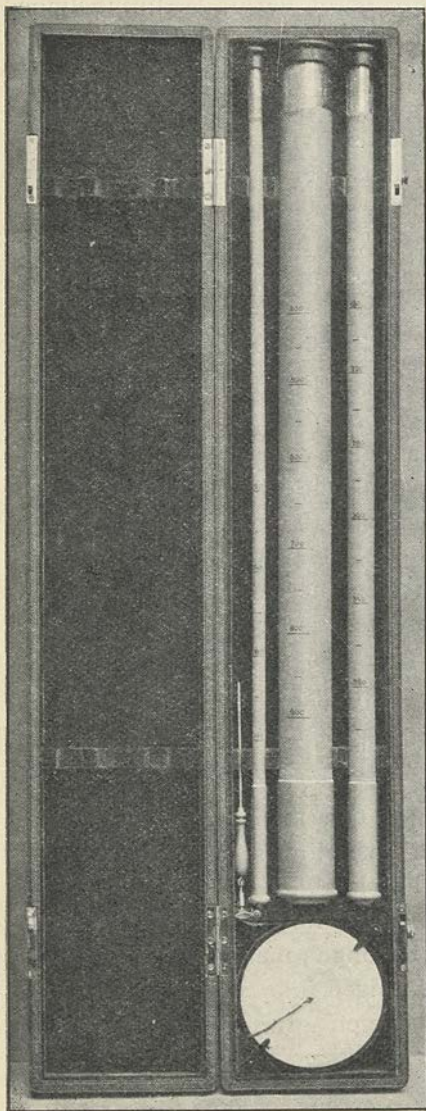


Fig. 129.

For at opnaa en stor Selvinduktion har man derfor viklet Maalestokkens Spole af ganske tynd Traad og med en lille Stigning.

Bringes Maalestokken — idet man med venstre Haand omfatter Metalhaandtaget — hen i Nærheden af en Svingningskreds, hvori der frembringes elektriske Svingninger, ville disse i Spolen fremkalde Svingninger, der give sig til Kende ved en violet Udstraaling fra Spolens frie Ende, idet der her er en Spændingsbug, medens der findes en Spændingsknude ved Haandtaget, da dette er forbundet med en større (Legemets) Kapacitet.

Udstraalingen er kraftigst, naar Resonans er til Stede mellem de to Svingningskredse. Dette kan hidføres ved at variere Spolens Selvinduktion, d. v. s. dens Vindingstal, og det gøres ved med højre Haand at føre en Metalpind frem og tilbage paa Spolen. Den Del af Vindingerne, der ligge mellem Haandtaget og Me-

talpinden, er kortsluttet, og den frie Ende af Spolen svinger med $\frac{1}{4}$ Bølgelængde.

Den violette Udstråling gøres mere synlig ved at lade den virke paa et fluorescerende Stof. Som saadant benyttes et lille Stykke

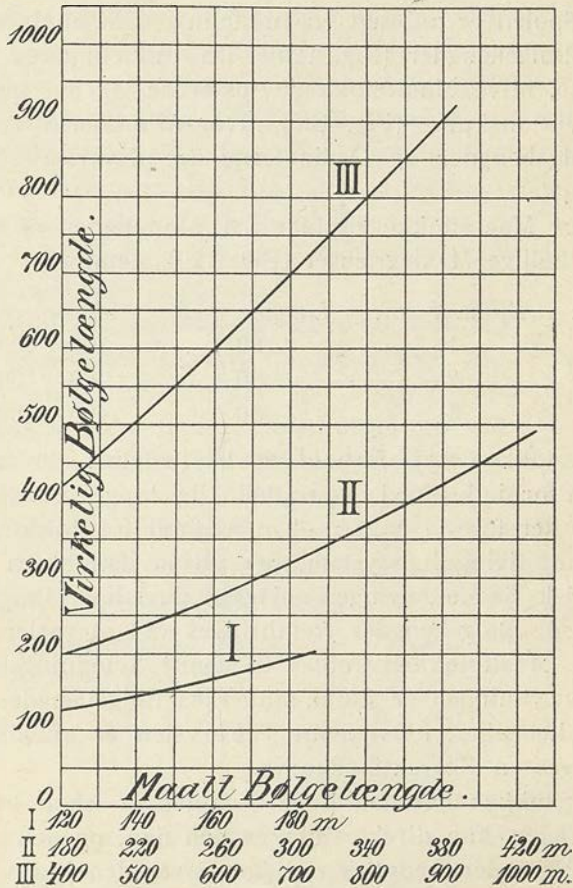


Fig. 130.

Barium-Platin-Cyanurguld, der er anbragt under Traadens frie Ende. Der viser sig da et grønligt Punkt, eventuelt en fakkeltagtig Udstråling, som er kraftigst, naar Resonans er til Stede. Det maa paasés, at denne Udstråling ikke bliver for

kraftig, da Bølgelængden derved maales for lille, og Skærmen let kan ødelægges.

For at sikre sig en tilstrækkelig Kapacitet ved Metalpinden er denne forbundet med en Metallidse, til hvis anden Ende er fastgjort en Metalplade.

Paa Spolen er anbragt en Inddeling, som angiver de forskellige Bølgelængder (Fig. 129). Da Inddelingerne ofte ere unøjagtige, blive Maalestokkene justerede, og der bestemmes en Korrektionskurve (Fig. 130), hvor Abscisserne ere de aflæste Bølgelængder og Ordinaterne de tilsvarende, virkelige Bølgelængder.

Et Sæt Maalestokke bestaar i Almindelighed af 3 Stokke med forskellige Maalegrænser (Fig. 129), nemlig:

<i>Stok.</i>	<i>Diam. i cm.</i>	<i>Længde i cm.</i>	<i>Maalegrænser.</i>
A	1	80	100—200 m.
B	2	80	200—400 »
C	4	80	400—800 »

Maalestokken kan forholdsvis let justeres. En Induktors Gnistrum forbindes med to parallelle, lige lange Traade (ca. 1 m Afstand), der føres i ca. 1,5—2 m Afstand fra Jordoverfladen. Et saadant Svingningssystem, der altsaa danner en retlinet, symmetrisk Sender, svinger nøjagtigt med halv Bølgelængde. De ønskede Bølgelængder frembringes ved at variere Traadlængden. Maalestokken kobles til denne Svingningskreds, og naar Lysvirkningen er størst, afmærkes Bølgelængden direkte paa Stokken eller, hvis denne i Forvejen er afmærket, kan der optages en Korrektionskurve.

Maalestokken har den Fordel, at den er let at haandtere. Bølgelængden kan direkte aflæses paa den, og den er meget følsom. Naar den benyttes rigtigt, udøver den ingen Tilbagevirkning paa den Kreds, der skal maales, og endelig er den ret billig.

Af Mangler kan nævnes, at Stokken altid maa justeres, da Inddelingen ikke kan beregnes. Den aflæste Bølgelængde afhænger af Luftens Fugtighedsgrad og af Barium-Platin-Cyanurskærmen, der forandrer sig fra Tid til anden. Jordfor-

bindelsens Beskaffenhed spiller ligeledes en Rolle. Man kan desuden kun benytte Stokken til Maaling af Bølgelængder.

68. **Afstemning af Frembringerkredse.** Først afstemmes Frembringerkredsen (Fig. 131,₁) til Grundbølgen. I den Hensigt borttages Forbindelserne til Luftenettet og til *Vand*. Gnistlængden sættes til 5—6 mm, og under Afstemningen vedligeholder man en stadig Gnistovergang. Maalestokken nærmes til Frembringerkredsen, og Bølgelængden bestemmes paa den tidligere beskrevne Maade. Saafermt den maalte Bølgelængde er større eller mindre end den ønskede, maa Vindings-tallet i Frembringerspolen henholdsvis formindskes eller forøges; eventuelt kan Kapaciteten forandres, dog benyttes i Reglen — af Hensyn til Resonans-Induktoren — en bestemt, uforanderlig Kapacitet.

Maalestokken paavirkes bedst af de elektriske Kraftlinier, og man bør derfor saavidt muligt opsøge Systemets Spændingsbug og bringe Stokken ind i Kraftlinieretningen. Ved Frembringerkredsen findes Spændingsbugen ved den ydre Belægning af Flaskebatteriet eller mellem dette og Frembringerspolen. For at undgaa en Tilbagevirkning fra Spændingsbugen, hvorved Stokkens Kapacitet vilde forøges, er det nødvendigt at holde Stokken i en bestemt Afstand fra Kredsen, afhængig af Stokkens Diameter. Man har saaledes:

<i>Maalestokkens Diam.</i>	<i>Afstand.</i>
1 cm	ca. 20 cm
2 -	- 30 -
4 -	- 40 -

Det er nødvendigt at overholde disse Afstande, da man ellers faar en for lille Bølgelængde.

Benyttes til Stokkens Paavirkning de mindre indvirkende magnetiske Kraftlinier, maa man blot iagttage, at den udstraalende Ende af Stokken er tilstrækkeligt bortfjernet fra alle Ledninger.

Kan man ikke bringe Stokken til at lyse hverken ved Spændings- eller Strømbugen, maa Gnistrummet gøres større.

Dersom man ikke kender den omtrentlige Størrelse af Frembringerkredsens Bølgelængde, og giver Maalingen flere

Resonanspunkter, saa svarer den stærkeste Udstraaling til Grundbølgen, de mindre til Systemets Overbølger, som dog ikke kunne maales nøjagtigt med Stokken.

Naar man har iagttaget de givne Anvisninger, kan der maales med en Nøjagtighed af 1 %.

69. Den aabne Svingningskreds afstemmes derefter. Forbindelsen mellem Induktorens sekundære Vindinger og Frembringerkredsen borttages;

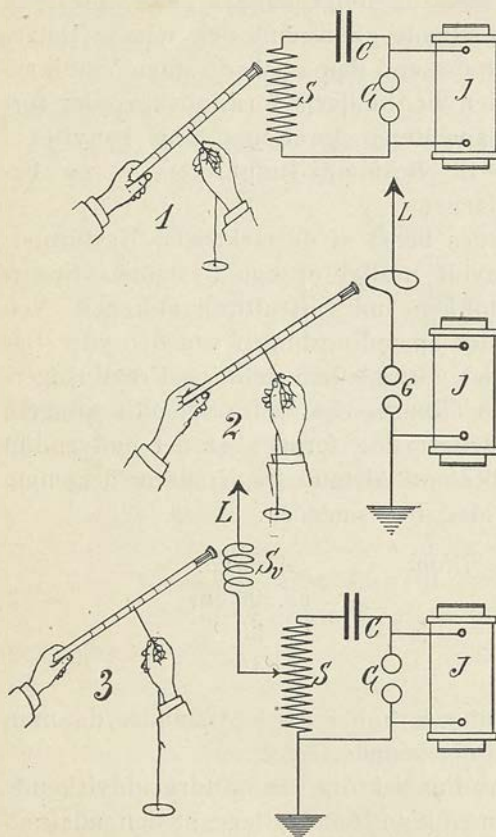


Fig. 131.

bringerkredsen borttages; den ene Pol forbindes med Vand, den anden med Luftnettet, og mellem Polerne indsættes et Gnistrum (5—6 mm), f.Eks. dannet mellem 2 Kobbertaade. I Luftnettet indsættes paa det Sted, hvor det normalt forbindes med Frembringerkredsen, en Vinding, helst af samme Størrelse som Frembringervindingerne (Fig. 131,2).

Medens en stadig Gnistovergang vedligeholdes, nærmes Maalestokken til Vindingen, og Luftnettets Egensvingning bestemmes. Er denne for stor, kan man enten formindske Traadlængden i

Nettet, eller der kan anbringes en Flaskekapacitet i Nettet tæt ovenfor Vindingerne. Er Egensvingningen for lille, indsættes paa samme Sted en Spole med et passende Antal Vindinger.

Det kan ikke altid lade sig gøre at anvende Maalestokken

til en direkte Bestemmelse af Luftnettets Egensvingning, idet Paavirkningen fra den enkelte Vinding undertiden bliver for svag, naar Koblingen skal være saa løs, som det er nødvendigt for at faa et paalideligt Resultat.

Man kan derfor anvende en anden Fremgangsmaade. Efter at Frembringerkredsen er afstemt som ovenfor, sættes Vandforbindelsen til, og Luftnettets forbindes saaledes med Frembringervindingerne, at $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$ Vinding anvendes til Kobling. Et Varmtraadsamperemeter sættes ind som Shunt paa Vandforbindelsen (ca. 1 m mellem Tilknytningspunkterne) eller lige over Koblingsvindingen. Tilledningerne skulle være bifilarviklede.

Induktoren sættes i Gang, og Antallet af Vindinger i Frembringerkredsen varieres, indtil Amperemetret viser et Maksimumsudslag. Resonans er da til Stede mellem de to Kredse.

Luftnettets og Vandforbindelsen borttages, og Frembringerkredsens nuværende Bølgelængde bestemmes som ovenfor (§ 68) ved Hjælp af Maalestokken. Den maalte Bølgelængde er da lig Luftnettets og skal af Hensyn til Koblingsvindingerne være noget mindre end Grundbølgen.

Er Bølgelængden i Luftnettets ikke lig Grundbølgen, maa Nettets Egensvingning som ovenfor forandres, og Maalinger foretages paany, indtil det rigtige Resultat opnaaes.

70. Koblingens Bestemmelse. De to Svingningskredse blive derefter forbundne normalt, idet nogle af Vindingerne i Frembringerspolen anvendes til Kobling, og Bølgelængden bestemmes atter med Maalestokken (Fig. 131,3). Som tidligere omtalt findes to Maksima, svarende til de to Partialbølger λ_1 og λ_2 . Da de ligge tæt ved Siden af hinanden, ere de ret vanskelige at bestemme med Maalestokken.

For at bestemme den *gunstigste Kobling*, ω : den løseste Kobling, med forholdsvis største Udstraaling indsættes Ampere-metret i Shunt til Frembringerkredsen, mellem Flaskerne og Frembringerspolen. Antallet af Koblingsvindinger varieres da, indtil Amperemetrets Udslag er Minimum. Ved denne Maa-

ling skal Afstanden mellem Amperemetrets Tilknytningspunkter kun være højst 2—3 cm, naar Gnistlængden er 5—6 mm.

Amperemetret kan ogsaa indsættes i Luftnettet, og Koblingsvindingernes Antal varieres da, indtil Amperemetrets Udslag er Maksimum.

NB. Luftnettets samlede Selvinduktion skal stadig være den samme. Man bestemmer blot, om flere eller færre af Vindingerne skulle anvendes til Koblingen.

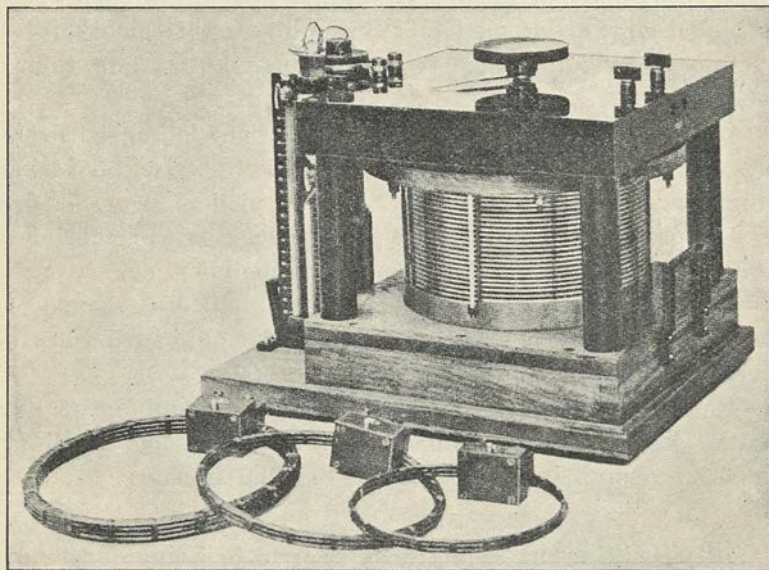


Fig. 132.

II. Franke-Dönitz' Bølgemaaler.

71. Konstruktion. Denne Bølgemaaler danner et lukket Svingningssystem. Den er indrettet saaledes, at den lukkede Svingningskreds med Selvinduktionen og Kapaciteten er induktivt forbundet med en Strømmaaler, der giver et Billede af Strømstyrken i Svingningskredsen.

Selvinduktionen kan varieres trinvis, medens man med Kapaciteten kan foretage den nøjagtigere Indstilling.

Bølgemaaleren bestaar af en Glasbeholder (Fig. 132), fyldt med Paraffinolie. I den er anbragt 12 sektorformede Metal-

plader med ca. 5 mm Afstand. Paa en lodretstaaende Ebonit-aksel findes lignende sektorformede Plader, der samtidig kunne drejes ind mellem de faststaaende Plader. Paa denne Maade kan Kapaciteten forandres. Foroven paa Akslen er anbragt en Knap med Viser, der peger paa en inddelt Skala med almindelig Gradinddeling fra 0 til 180° .

Størrelsen af Kapaciteten er valgt saaledes, at den ved en Indstilling af f. Eks. 160° er fire Gange saa stor som ved 40° , hvorved man alene ved Forandring af Kondensatorstillingen kan variere Bølgelængden fra λ til 2λ .

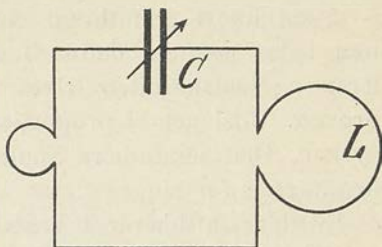


Fig. 133.

Selvinduktionen i de 3 Spoler (eller Ringe), som almindeligt hører til Bølgemaaleren, er saaledes afpasset, at Svingningskredsens Selvinduktion forandres i Forholdet $L_1 : L_2 : L_3 = 1/4 : 1 : 4$. Da Kapaciteten og Selvinduktionen indgaar i Bølgelængden med deres Kvadratrodsværdi, kan en Inddeling paa Skalaen bringes til at betyde det halve eller det dobbelte ved at anbringe Ringen L_1 eller L_3 .

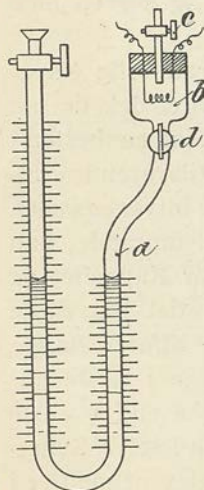


Fig. 134.

Paa den ene Side af Bølgemaaleren findes en Stikkontakt, hvori kan indsættes Selvinduktionsringe med forskellig Diameter og Vindingstal. Paa den modsatte Side findes en lille Kobberbøjle. Som Fig. 133 viser, danner Kapaciteten, Selvinduktionen og Kobberbøjlen en lukket Svingningskreds.

Den lille Kobberbøjle er den primære Vikling af en Transformator, hvis sekundære Spole er anbragt i Midten af Kobberbøjlen.

Spolen er viklet af ganske tynd Acetattraad. Enderne af Spolen ere forbundne med Traaden i et paa Siden af Bølgemaaleren anbragt Lufttermometer, der benyttes som Strømvise. Spolen kan forskydes i sin Længderetning.

Det *Riess'ske* Lufttermometer (Fig. 134) bestaar af et U-formet Rør (*a*) med farvet Vædske (f. Eks. Alkohol). Den ene Gren har foroven en Beholder *b*, der kan lukkes med Haner *c—d*, og hvori er anbragt en lille Platintraad. Naar Strømmen ledes gennem denne Traad, opvarmes Luften i Beholderen, og Vædskesøjlen drives op i det andet Rør, der er aabent foroven. Udslaget er proportionalt med Kvadratet paa Strømstyrken. Den sekundære Spole og Lufttermometret danne en Strømkreds for sig.

Er der Luftblærer i Vædsken, kunne de fjernes med en tynd Traad, der stikkes ned gennem Hanen paa venstre Gren af Røret.

Da det ofte kan være vanskeligt at bestemme nøjagtigt, hvornaar Vædskesøjlen i Røret har naaet sin højeste Stilling, benyttes i den senere Tid hyppigst et Varmtraads-Wattmeter, hvis Udslag, naar Traaden er meget tynd, er proportionalt med Kvadratet paa den effektive Strømstyrke og derved med Energien.

At man til Bølgemaaleren har valgt en foranderlig Kapacitet fremfor en foranderlig Selvinduktion, hidrører dels derfra, at Konstruktionen er simplere, og dels derfra, at en bestemt Ændring i Kondensatorstillingen bevirker en tilsvarende Ændring i Kapaciteten, hvorved Skalaens Inddeling bliver ensartet.

Da Bølgemaaleren skal have et stort Maaleomraade, kan det hænde, at man ved én Maaling har en stor Kapacitet og lille Selvinduktion og ved en anden Maaling det omvendte Forhold. Antages det, at der i begge Tilfælde tilføres Bølgemaaleren samme Energi, vilde Svingningskredsen i første Tilfælde gennemstrømmes af en større Strømstyrke end i sidste Fald. Man anbringer derfor ikke Strømmaaleren i selve Svingningskredsen, men tilkobler den induktivt saaledes, at man er i Stand til at forandre Udslagets Størrelse ved at variere Koblingen.

Med *Franke-Dönitz* Bølgemaaleren kan man bestemme Bølgelængder, Koblinger, udføre Dæmpningsmaalinger, optage Resonanskurver m. m., og Apparatet er bekvemt og let at benytte. Dæmpningen er kun ca. 0,004, men den er ikke konstant, den kan variere indtil 20 %.

Bølgemaaleren har den Mangel, at dens Kobling med den Kreds, der skal maales, stadig er forskellig under Maalingen, da Forholdet mellem Bølgemaalerens Kapacitet og Selvinduktion er forskellig for hver Graddeling. Det er endvidere vanskeligt at holde Kondensatoren saa tæt, at Olien ikke trænger ud. Kondensatoren er ret stor (360 cm · 280 cm · 280 cm), hvad der gør den tung og kostbar.

72. Afstemning af en Frembringerkreds. Luftnettets Forbindelse med Frembringerkredsen og Vandforbindelsen borttages. Bølgemaalerens Spole L (Fig. 135₁) anbringes i Nærheden af Frembringerspolen S , saaledes at de magnetiske

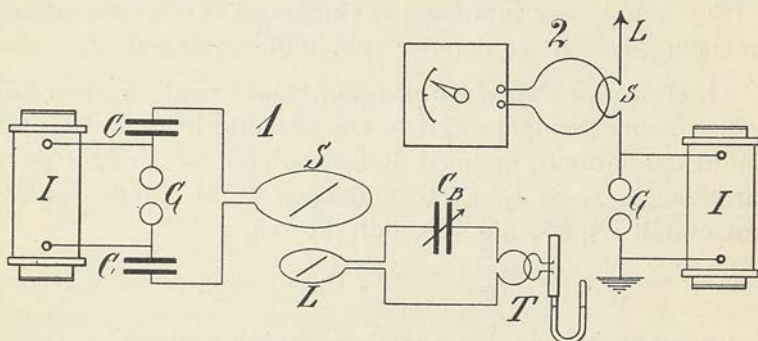


Fig. 135.

Kraftlinier fra denne kan paavirke L . Kapaciteten C_B stilles paa Nul, og idet en stadig Gnistovergang vedligeholdes i Frembringerkredsen, forøges C_B , saa at Induktionen bliver stærkere og stærkere. Vædskesøjlen stiger i Termometret T , indtil man naar den Kondensatorstilling, hvor Strømstyrken i Termometerspolen er Maksimum, d. v. s. Resonans er til Stede mellem de to Kredse. Hvis Kapaciteten C_B yderligere forøges, falder Vædskesøjlen. Den Inddeling, ved hvilken Strømstyrken var størst, aflæses, og ved Hjælp af Kurver lignende de i Fig. 130, hvoraf der haves een til hver Ring, kan Bølgelængden bestemmes, idet Abscisserne ere Kondensator-Inddelinger og Ordinaterne de tilsvarende Bølgelængder.

Ved Maalingen maa man iagttage, at Afstanden mellem S

og L er tilstrækkelig stor til at forhindre enhver Tilbagevirkning fra Bølgemaaleren til den maalte Svingningskreds; med andre Ord: Koblingen maa ikke være for fast, da der ellers sker en Forandring af Svingningen.

Saafernt Afstanden gøres meget større, σ : Koblingen løsere, forandres Resonanslejet naturligvis ikke, men Strømstyrken i Termometerspolen bliver da ringere, og Resonansindstillingen findes vanskeligere paa Termometret. Gnisttallet maa være ret stort.

73. Afstemning af en aaben Svingningskreds. Maalingen sker paa en lignende Maade som ved Anvendelsen af *Slaby's* Maalestok. I Luftnettet anbringes et Gnistrum og en Vinding S (Fig. 135₂), der inducerer Svingninger i Bølgemaaleren. Fremgangsmaaden er derefter som tidligere nævnt.

74. Bestemmelse af Koblingen. Naar Frembringerkredsen og den aabne Svingningskreds ere afstemte hver for sig, forbindes de normalt, og med Bølgemaaleren bestemmes de to Partialbølger λ_1 og λ_2 . Er Grundbølgen λ_0 , er Koblingsgraden som omtalt i § 17, Side 45, udtrykt ved:

$$k = \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_0} \cdot 100 \text{ } \%.$$

For at bestemme den gunstigste Kobling optages i Almindelighed *Koblingskurver*, der angive Forholdet mellem Koblingsgraden i Procent (Abscisserne) og Strømstyrken i Luftnettet (Ordinaterne). I

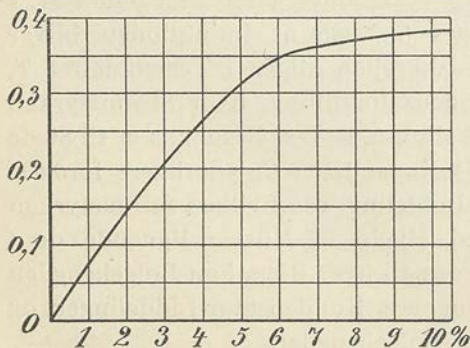


Fig. 136.

Luftnettet indsættes et Varmtraadsamperemeter. Ved forskellige Koblinger aflæses de sammenhørende Strømstyrker og Bølgelængder, af hvilke Koblingsgraden beregnes, og Resultatet nedlægges i Kurveform (Fig. 136). Den gunstigste Kobling er den, der svarer

til Kurvens Knæpunkt; ved at gøre Koblingen fastere opnaaes kun en ringe Tilvækst i Luftnettets Strømstyrke.

Koblingskurver bør altid optages med *største* Gnistlængde, thi Kurven maa svare til Stationens største Ydeevne, og Dæmpningen er forskellig ved de forskellige Gnistlængder.

Endvidere maa Gnisttallet være konstant, for at man kan sammenligne de forskellige Strømstyrker.

For at være sikker paa at Amperemetret ikke paavirkes ved Induktion fra Frembringerkredsen, maa man stadig foretage Kontrolprøver ved at afbryde Luftnettets. Naar Svingninger i Frembringerkredsen da fremkaldes, maa Amperemetret ikke vise noget Udslag. At dette er af stor Vigtighed, fremgaar af Fig. 137, hvor den trukne Kurve er et Eksempel paa en Resonanskurve (n_2/n_1 og Strømstyrken i Luftnettets). Ved en fejl Anbringelse af Amperemetret fremkom den punkterede Kurve.

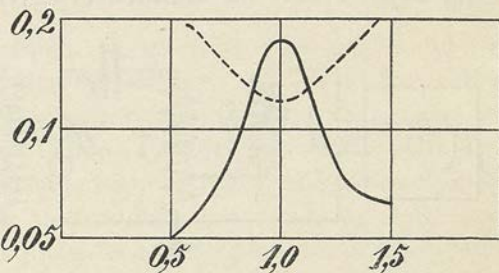


Fig. 137.

Endvidere maa det erindres at korrigere Afstemningen i Luftnettets ved enhver Forandring af Koblingen. Som Rette-snor for den rigtige Afstemning tjener, at begge Partialbølgerne skulle ligge lige meget til hver Side af Grundbølgen.

75. Bestemmelse af et Luftnets Kapacitet. Frembringerkredsen afstemmes til den størst mulige Bølgelængde. Derefter afstemmes Luftnettets — ved Anvendelse af en Forlængespole S_v — til samme Bølgelængde (Fig. 138₁).

Forlængespolen indsættes i en Bølgemaalers Svingningskreds, i Stedet for den almindeligt anvendte Selvinduktion, og den kobles saa løst som muligt til Frembringerkredsen, hvorfra Luftnettets Forbindelse er borttaget. Parallelt til Bølgemaalers Kapacitet anbringes et lille Gnistrum g . Kapaciteten

varieres nu saa længe, indtil en Gnist slaar over ved g , alt medens en stadig Gnistovergang vedligeholdes i det store Gnistrum. Resonans er da til Stede, naar den lille Gnist slaar over i g . Lufttraadens Kapacitet C_L og den indstillede Kapacitet paa Bølgemaaleren ere da lige store. Er Bølgemaalerens Kapacitet C_B og den aflæste Inddeling α , haves:

$$C_L = \frac{\alpha}{180} C_B.$$

Da man vælger en Bølgelængde, som er betydelig større end Luftnettets Egensvingning, kan man, uden at begaa synderlig Fejl, se bort fra Luftnettets Selvinduktion.

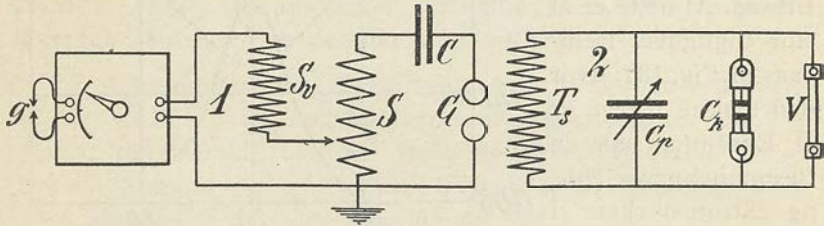


Fig. 138.

76. Afstemning af Modtagere. Medens Bølgemaaleren ved de ovenomtalte Maalinger er bleven paavirket af Svingningerne fra Afsenderen, er man ogsaa i Stand til at benytte Bølgemaaleren som Afsender, hvad der bl. a. anvendes ved Afstemning af Modtagere.

I saa Fald borttages Kobberbøjlen og erstattes med et mindre Gnistrum. Parallelt til dette anbringes en lille Induktor med Hammerafbryder. Ved Indstilling af Kapacitet og Valg af en passende Spole kan man derved udsende Svingninger med den ønskede Bølgelængde. Ved Flaadens Radiotelegrafstationer af 1906 er Fremgangsmaaden følgende:

1. Luftnettets Afstemning med Telefon. Bølgemaaleren indrettes som Afsender, og den elektrolytiske Detektor ind sættes direkte i Luftnettet (Valsekontakten stilles paa »Direkt«). Bølgemaalerens Selvinduktion kan anbringes omkring Luft-

traaden eller, hvad der er det almindeligste, der kan indeni Ringen indsættes en mindre Ring, som ved en sammensnoet Ledning forbindes med et Par Traadvindinger, der anbringes i Nærheden af en af Primærspolerne i Lufttraaden.

Bølgemaaleren indstilles til den ønskede Bølgelængde, og idet en jævn Gnistovergang vedligeholdes i Bølgemaalerens lille Gnistrum, opsøges Indstillingen af Lufttraadens Selvinduktion og Kapacitet ved Hjælp af Telefonen.

Detektorens Parallel-Drejekondensator stilles paa ca. 30° , og Halvdelen af Vindingerne i Forlængespolen og alle Vindingerne i Skrive- og Høretransformatorens primære Spoler indproppes.

Ved at lytte i Telefonen og samtidig stille paa Luftnettets Kondensator opsøges den Indstilling, der giver den største Lydstyrke. Denne foreløbige Afstemning gøres nøjagtigere ved efterhaanden at forøge Cellens Parallel-Kapacitet. Hvis Lydstyrken i Telefonen tillader det, kan den ene Prop-Kondensator (eventuelt tillige den anden) indsættes, og Luftnettets Kondensator indstilles atter. Ved dette Stadium af Afsendelsen arbejder man ikke med den gunstigste Parallel-Kapacitet, men for at opnaa den fineste Afstemning tages intet Hensyn til den aftagende Lydstyrke, naar man blot kan høre Tegnene i Telefonen. Den gunstigste Indstilling af Luftnets-Kondensatoren har vist sig at være 130° — 170° . Saafremt man ikke kan opnaa den største Lydstyrke indenfor disse Grænser, maa Selvinduktionen i Luftnettet forandres ved Forandring af Vindingstallet i Forlængespolen (eventuelt i Primærspolerne).

2. Luftnettets Afstemning med Vakuumbør. Saafremt en Detektor med Telefon ikke haves til Raadighed, kan der benyttes et Vakuumbør, anbragt i Parallel til Luftnettet.

Bølgemaaleren anvendes paa samme Maade som nævnt under 1, og man søger den Indstilling af Lufttraadens Spoler og Kondensator, hvor Røret lyser kraftigst.

3. Afstemning af Sekundærkredsen. Naar Luftnettets Afstemning paa den første Maade er opnaaet, skiftes om til »Transf.« (ved Hjælp af Hørerens Valsekontakt). Ved denne Omskiftning maa Indstillingen paa Luftnettets Kondensator

formindskes med nogle Grader; iøvrigt skal Luftnetsafstemningen bibeholdes konstant.

Høreapparatets Kobling gøres helt løs (Primærspolen vinkeletret paa Sekundærspolen) og Skriveapparatets Kobling fast. Indstillingen af Skriveapparatets Sekundærkondensator varieres, indtil Skriveapparatet arbejder bedst (en passende Sekundærspole maa forinden være indsat og Skrivemodtageren indstillet). For at opnaa en skarp Afstemning gøres Koblingen løsere, og en finere Indstilling af Sekundærkondensatoren foretages.

Derefter kan Høreapparatets Sekundærkreds afstemmes. Skriveapparatets Kobling gøres helt løs og Høreapparatets Kobling fast. Ved at stille paa Detektorens Parallel- og Række-kondensator opsøges det Forhold mellem de to Kapaciteter, der giver den største Lydstyrke i Telefonen.

Kohærer kredsen kan ogsaa afstemmes ved Anvendelse af et Vakuumsrør eller et lille Gnistrum. Kohærereren udtages af Klemmerne og erstattes med en Kohærerkapacitet C_K (Fig. 138,₂), der bestaar af et ydre Ebonitrør med to Metالرør, det ene indeni det andet og adskilte ved et Ebonitrør. Der dannes paa denne Maade en Kondensator, hvis Kapacitet skal være lig en Glaskohærerens Kapacitet, $\approx$ 20 cm. Parallelt til Kohærerkapaciteten C_K anbringes det lille Gnistrum eller Vakuumsrør V. Bølgemaaleren benyttes som Afsender, Gnistlængden gøres saa lille som muligt, ca. 0,5 mm. Idet Svingninger frembringes i Bølgemaaleren, varieres Skriversens Sekundærkapacitet, indtil Vakuumsrøret lyser kraftigst (eller en Gnist fremkommer i det lille Gnistrum). Bølgemaalere ns Afstand maa være saa stor, at Røret netop lyser ganske svagt, naar Resonans er til Stede. Eventuelt forandres Sekundærspolen.

77. Afstemning af Sekundærspoler. 1. Sekundærspoler til Skrivetransformatoren. Sekundærspolerne ere saaledes afpassede, at de kunne benyttes indenfor større Grænser, og Afstemningen i Sekundærkredsen foretages da med den parallelt indsatte Pladekondensator. Der kan være Tale om at undersøge, hvorvidt de paastemplede Maalegrænser ere rigtige, eller ved nye Spoler at afpasse Vindingstallet saaledes,

at de bestemte Grænser opnaaes. Fremgangsmaaden er i begge Tilfælde den samme, nemlig den, som er omtalt ovenfor under § 76,3 ved Anvendelse af Kohærerkapaciteten C_k (Fig. 138,2) og et Vakuumrør. Bølgemaaleren benyttes som Afsender, C_p gives sin største Værdi, og Bølgemaalerens Kapacitet varieres, indtil Røret lyser kraftigst. Bølgelængden aflæses; eventuelt forandres Vindingstallet i T_s , indtil den ønskede, største Bølgelængde i Sekundærkredsen er opnaaet.

Da den samme Kondensator C_p skal anvendes, er samtidig den mindste med Spolen T_s opnaaelige Bølgelængde givet. Den bestemmes paa lignende Maade, idet Kondensatoren C_p stilles paa Inddeling 2 eller 3.

2. Sekundærspoler til Høretransformatoren. Denne Afstemning kan foretages med Telefon. Bølgemaaleren benyttes til Afsender paa samme Maade som ovenfor. Den sekundære Svingningskreds sammenstilles paa normal Maade af Sekundærspole, Række-kondensator og den elektrolytiske Detektor med Parallelkondensatorer og Telefon. Parallelkondensatorerne indstilles paa deres største Værdi, og efter at Bølgemaaleren er indstillet paa den største af de ønskede Bølgelængder, afsendes med ganske lille Gnist. Ved at variere paa Række-kondensatoren søger man at opnaa den Indstilling, der giver den største Lydstyrke i Telefonen. Dernæst afsendes med den mindste Bølgelængde, og Række-kondensatorens gunstigste Indstilling opsøges atter. Kan man ikke opnaa den største Lydstyrke i Telefonen ved henholdsvis største og mindste Indstilling paa Række-kondensatoren, maa Sekundærspolens Vindingstal forandres.

Den størst mulige Kapacitet maa anbringes parallelt til Detektoren, saa at den maksimale Lydstyrke ved Afstemningen høres ganske svagt, hvorved det bliver lettere at bestemme den rigtige Indstilling.

78. Bestemmelse af en fjern Stations Bølgelængde.
Ved Hjælp af Høreapparatet afstemmes Modtageren til den ubekendte Bølgelængde efter de Tegn, som afsendes fra den fremmede Station. Fremgangsmaaden er den samme som under § 76,1—3 omtalt.

Derefter benyttes en Bølgemaalder som Afsender i Stedet for den fremmede Station. Fremgangsmaaden er den samme som i § 76,₁₋₃ beskrevet, idet den fundne Modtagerafstemning bibeholdes konstant, medens Bølgemaalderens Kapacitet (eventuelt tillige Selvinduktionen) forandres, indtil man atter har maksimal Lydstyrke i Telefonen. Af Bølgemaalderens Indstilling kan Modtagerens (og dermed den fremmede Stations) Bølgelængde bestemmes.

III. Telefunkens Bølgemaalder.

79. **Dens Indretning og Bestanddele.** Princippet for Bølgemaalderen er det samme som ved den ovenfor beskrevne *Franke-Dönitz'ske* Bølgemaalder. I en sluttet Svingningskreds, bestaaende af Selvinduktion og Kapacitet, bestemmes den inducerede Energi ved Hjælp af et Varmtraadsapparat, eller den inducerede Spændingsamplitude vises ved et Heliumrør.

Fordelen ved at benytte et Varmtraadsapparat, der er indelt i Watt, fremfor det tidligere nævnte Lufttermometer gør sig særligt gældende ved Maalinger med lille Energi. Wattmetrets Følsomhed er ca. 10 Gange saa stor som Lufttermometrets. Deraf følger, at Bølgemaalderen kan kobles meget løsere til det System, der skal maales, naar Wattmeter benyttes. Ved den løse Kobling undgaaes Partialbølger, saa at man kan maale med større Nøjagtighed.

Ved denne Bølgemaalder er man i Stand til at frembringe meget svagt dæmpede Svingninger, hvorved en skarp Modtagerafstemning kan opnaaes.

Da Bølgemaalderens egen Dæmpning er bestemt, kan man let foretage Dæmpningsmaalinger med den. Bølgemaalderen med alt Tilbehør er anbragt i en solid Transportkasse (Fig. 139). Kondensatoren er kun halv saa stor som ved *Franke-Dönitz* Bølgemaalderen, og den kan derfor fremstilles betydeligt billigere, hvad der er dens væsentligste Fordel.

Den lukkede Svingningskreds dannes, som vist i Fig. 140, af Kondensatoren *C* og Selvinduktionen *L*.

a. Bølgemaalderen anvendt som Modtager med He-

liumrør. Det med Metalkapper forsynede Rør H i Fig. 141,₁ anbringes i Kontaktfjedrene K_1 og K_2 (Fig. 140,₁), og Wattmeter-transformatoren K , der befinder sig i et Ebonitstykke a (Fig. 141,₃), indproppes paa Kondensatoren i Hullerne K_2 og K_3 . Transformatorens primære Vikling slutter derved Bølgemaalerens Svingningskreds.

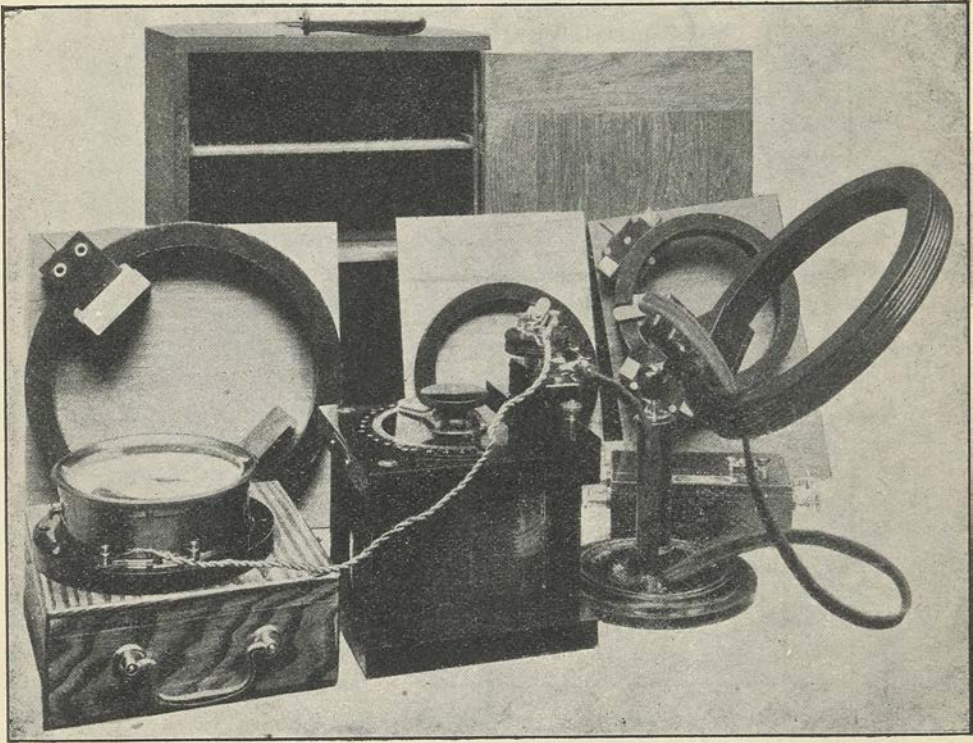


Fig. 139.

b. Bølgemaaleren benyttet som Modtager med Wattmeter. I Fig. 140,₂ er vist Bølgemaalerens Forbindelser. Wattmeteret, som viser, naar Resonans er til Stede, forbindes med de sekundære Klemmer S_1-S_2 paa Wattmeter-Transformatoren K , hvis primære Vindinger anbringes mellem Klemmerne K_2-K_3 . Den samme Forbindelse anvendes ogsaa ved Dæmpningsmaalinger.

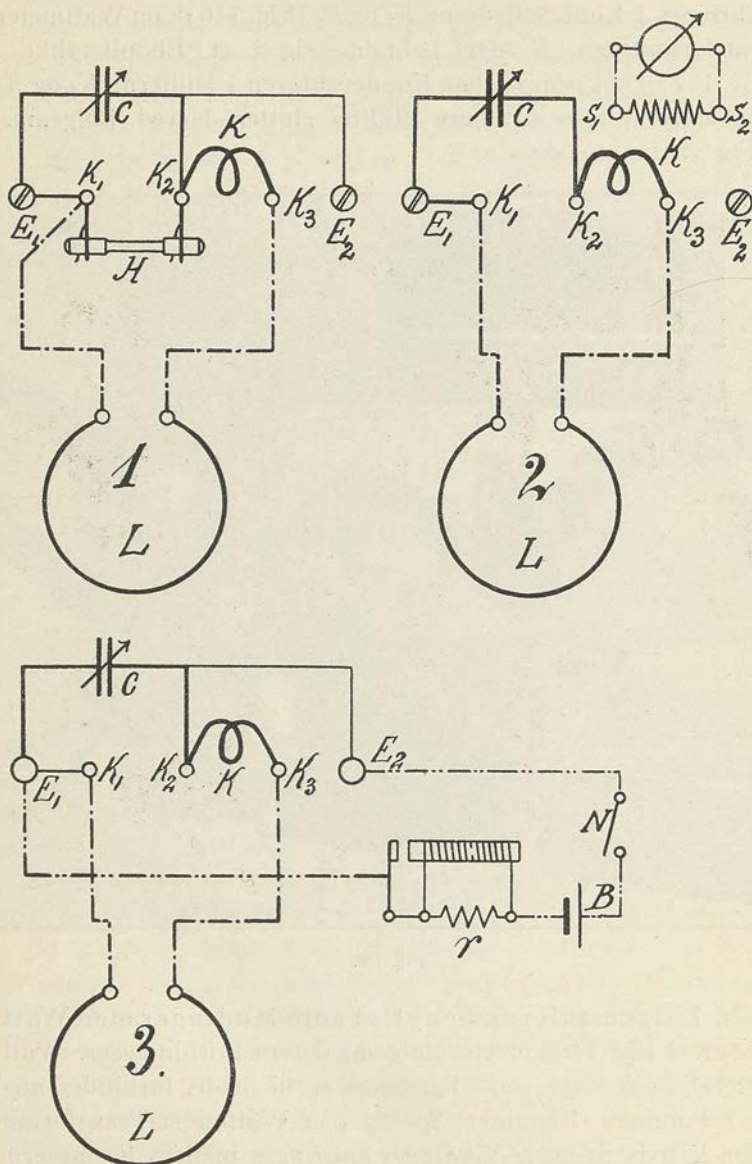


Fig. 140.

c. Bølgemaaleren benyttet som Afsender. I Fig 140,₃ er vist Bølgemaalerens Forbindelser. Svingningskredsen sluttes ved at anbringe Transformatoren K . Den Frembringer, som skal paavirke Bølgemaaleren, tilsluttes ved E_1-E_2 . B betyder det Element, der tjener som Strømkilde, N er Afbryderen, begge ligge i Række med Bølgemaalerens Selvinduktion. Det Felt, som ved hver Afbrydning fremkommer i Selvinduktionen L , oplader Kondensatoren C , der derpaa udlader sig oscillatorisk og med den lukkede Kreds' Egensvingning. Da kun den ringe Dæmpning i den lukkede Svingningskreds paa denne Maade kommer i Betragtning, ere de udsendte Bølger meget svagt dæmpede. Modstanden r tjener til at udligne de Selvinduktionsstrømme, som dannes i Afbrydervindingerne.

d. Kondensatoren er en variabel Pladekondensator med 24 bevægelige og 25 faststaaende Plader, der ere anbragte i Paraffinolie. De paa Kondensatoren anbragte Klemmer til Bølgemaalerens Frembringer gøre det muligt at benytte Kondensatoren som bekendt Kapacitet. Ved Inddelingen 180° er angivet Kondensatorens Kapacitet i cm.

e. Selvinduktionen. For at kunne opnaa den trinvis Forandring af Selvinduktionen benyttes 5 Spoler, nemlig Ring I, II, III, IV og V, og ved Kondensator-Indstillinger fra $20^\circ-160^\circ$ ere Maalegrænserne følgende:

Ring	Bølgelængde
I	98 m — 274 m
II	200 m — 540 m
III	440 m — 1185 m
IV	710 m — 1820 m
V	1040 m — 2705 m

Ringene I, II og III ere saaledes dimensionerede, at Bølgemaalerens Dæmpning ved Anvendelsen af disse 3 Ringe er ca. 0,018.

f. Heliumrøret. Paa Ebonitstykket, der kan indproppes paa Kondensatoren (Fig. 141,₂), og hvor de bøjelige Forbindelsesledninger til Ringen ere anbragte, findes de to Kontakt-

fjedre K_2 og K_3 , hvori Heliumrøret anbringes. For at man lettere kan bestemme, naar Røret lyser op, omgives det med et Ebonitrør, hvori findes en lille Spalte (Fig. 141,₁).

g. Wattmetret er et Varmtraadsapparat, der viser sit eget Forbrug i Watt. Skalaen er forsynet med to Inddelinger, nemlig en større for det samlede Udslag til 1 Watt og

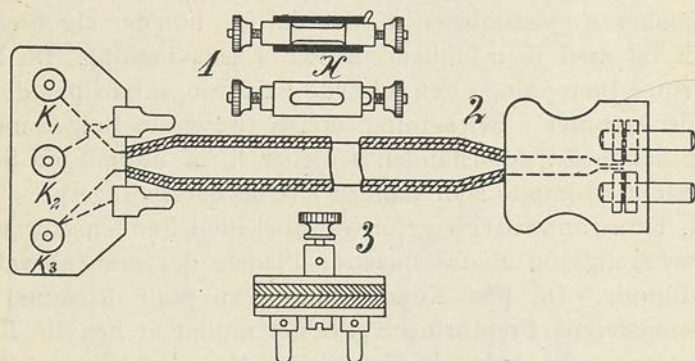


Fig. 141.

en mindre for det halve Udslag, ligeledes til 1 Watt. Denne Ordning er særlig praktisk ved Dæmningsmaalinger. Wattmetret opbevares i en særlig Transportkasse.

h. Wattmeter-Transformatoren (Fig. 141,₃) besidder en Primærvikling, der kan indproppes i Ebonitstykkets Kontakthuller K_2 og K_3 . Endvidere findes en Sekundærvikling med 2 Klemmer til Wattmetret.

i. Bølgemaalerens Frembringer er en Slags *Brummer*, der er indbygget i en Trækasse. Paa Kassen findes 4 Klemmer, to ere forbundne med Klemmer E_1 og E_2 (Fig. 140,₃). Til de to andre Klemmer anbringes et Reservebatteri. Paa Kassen findes en Omskifter, hvis højere Kontakt benyttes, naar der ønskes en stadig Frembringelse af Svingninger, medens den lavere Kontakt benyttes som Nøgle, naar man ønsker at afsende Morsetegn.

80. **Bølgemaalerens Benyttelse.** a. Bølgemaaleren benyttet som Modtager med Heliumrør. Denne Metode

egner sig særlig til en hurtig Bestemmelse af Bølgelængden. Forbindelsen er som foran beskrevet. Bølgemaalerens Ring anbringes i Nærheden af den Svingningskreds, der skal maales, og ved at variere Kapaciteten opsøges den Stilling, hvorved Røret lyser. Hvis Røret vedbliver at lyse, selv om Kondensatorstillingen forandres et større Antal Grader til den ene eller anden Side af det Sted, hvor man mener at have Resonans, da er Bølgemaaleren tilkoblet for fast. Man fjerner derfor Bølgemaalerens Ring saa langt fra den Kreds, der skal undersøges, at Røret kun lyser indenfor nogle faa Graders Variation. Bølgelængden udledes derefter ved Hjælp af Kurverne.

For at man lettere kan haandtere Ringen er den anbragt paa et Stativ.

b. Bølgemaaleren benyttet som Modtager med Wattmeter. Denne Metode anvendes, naar man ønsker en nøjagtig Værdi af Bølgelængden.

Forbindelserne ere viste i Fig. 140,₁ og beskrevne i § 72, b. Fremgangsmaaden er i Hovedtrækkene den samme som ved den ovenfor beskrevne Metode med Heliumrør, blot at Resonansen vises ved Wattmetrets største Udslag. Man maa særlig iagttage, at Koblingen mellem Bølgemaaleren og den maalte Kreds er tilstrækkelig løs, da det følsomme Wattmeter let beskadiges ved fast Kobling, og fordi Nøjagtigheden er større. Maales Frembringerkredse, maa Gnistlængden ikke være under 5 mm, da Dæmpningen ved mindre Gnistlængder stiger stærkt, hvad der ligeledes indvirker ugunstigt paa Maalingens Nøjagtighed.

c. Bølgemaaleren benyttet som Afsender ved Modtagerafstemning. Ved Afstemning af Modtagerkredse eller Luftnet forbindes Bølgemaaleren som vist i Fig. 140,₃, og den inducerende Bølgemaalerring bringes hen i Nærheden af Modtagerkredsen eller Luftnettet. Skal man afstemme en Modtager med Kobling, anbringes Bølgemaaleren saaledes, at dens udstraalende Energi paavirker Luftnettet, og Afstemningen foregaar paa samme Maade som ved Fjernbølgemaaling. Herved maa man iagttage, at Modtagerkredsen ikke virker tilbage paa Bølgemaaleren. Dette kan prøves ved at afbryde Mod-

tagerens Lufttraad. Den sekundære Modtagerkreds maa da ikke paavirkes af den fra Bølgemaaleren udsendte Energi.

d. Fjernbølgemaaling. Har man afstemt Modtageren paa en ubekendt Bølge, kan dens Længde, som tidligere omtalt, bestemmes ved at afsende med Bølgemaaleren og variere dennes Bølgelængde, indtil Modtageren kun reagerer ved en ganske bestemt Kondensatorindstilling paa Bølgemaaleren. Ved Hjælp af den fundne Indstilling og af Kurverne bestemmes Bølgelængden.

e. Dæmpningsmaaling. Med Bølgemaaleren kan man bestemme Dæmpningen i lukkede Svingningskredse. Efter *Bjerkness'* Metode kan et svingende Systems samlede Dæmpning bestemmes af en Resonanskurve, hvor Strømstyrkens Kvadrat benyttes som Ordinater og Bølgelængden som Abscisser. Af denne Grund er Wattmetret inddelt i i^2 . Den angivne Formel er saaledes afpasset, at man i Stedet for Bølgelængderne kan indsætte de tilsvarende Kondensatorindstillinger, hvorved betydelig Tid kan spares.

Man fastsætter Bredden og Højden af Resonanskurven. Ved Bølgemaaleren anvendes Wattmeterforbindelsen (som ved Bølgemaaling). Bølgemaaleren kobles til den Kreds, der skal maales, og der indstilles til Resonans (C_r), α : største Udslag paa Wattmetret (α_r). Man forøger Kapaciteten videre ud over Resonansindstillingen, indtil Wattmeterudslaget er faldet til sin halve Værdi ($\frac{\alpha_r}{2}$). Den hertil svarende Kondensatorstilling er C_1 . Derpaa formindskes Kapaciteten udover Resonansstillingen, indtil man atter har halvt Udslag paa Wattmetret ($\frac{\alpha_r}{2}$) ved Indstilling C_1 . Dæmpningen er da bestemt ved:

$$d_1 = \frac{(C_1^2 - C_2^2) 1,57}{C_r^2 + 4^0} - d_2,$$

hvori d_1 er den søgte Dæmpning, C_1 , C_2 og C_r de aflæste Kondensatorindstillinger, 4^0 en Korrektionsværdi for Bølgemaalerens Begyndelses-Kapacitet, 1,57 en Faktor for Bestemmelsen af C_1 og C_2 , d_2 Bølgemaalerens Egendæmpning, der

for Ring I, II, III beløber sig til 0,018. Man behøver saaledes blot at opsøge de 3 Kondensatorstillinger for at finde Dæmpningen.

Ved Maalinger af svagt dæmpede Kredse er det nødvendigt at skønne sig til Brøkdele af Grader ved Kondensatorindstillingerne.

Eks. Ved Maaling er bestemt:

$$C_r = 68,5^0, C_1 = 71,5^0, C_2 = 65,5.$$

Deraf faaes:

$$d_1 = \frac{(C_1 - C_2) 1,57}{C_r + 4^0} - d_2 = \frac{6 \cdot 1,57}{72,5} \quad 0,018 = 0,112.$$

IV. Telefunken's Stationsprøver.

81. Dette Apparat kan benyttes til at udsende svagt dæmpede Bølger, eller det kan anvendes som Modtager. I første Tilfælde kan man ved Hjælp af Stationsprøveren:

1. afstemme Luftnettet til en bestemt Bølgelængde og kontrolere Nettet.
2. afstemme Frembringerkredsen og kontrolere den.
3. undersøge, om Lokalstrømkredsen er i Orden.
4. undersøge Detektorers Følsomhed.
5. bestemme en fjern Stations Bølgelængde.

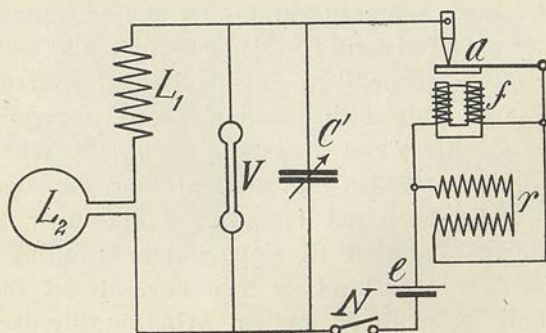


Fig. 142.

Naar Stationsprøveren benyttes som Modtager, kan man:

1. afstemme Afsender-Luftnettet og kontrolere det.
2. afstemme Frembringerkredsen.
3. bestemme de udsendte Svingningers Bølgelængde.

I Fig. 142 er vist et Strømskema. Svingningskredsen bestaar af den variable Kapacitet C' , en Spole L_1 , der kan ombyttes med andre Spoler, svarende til den ønskede Bølge-

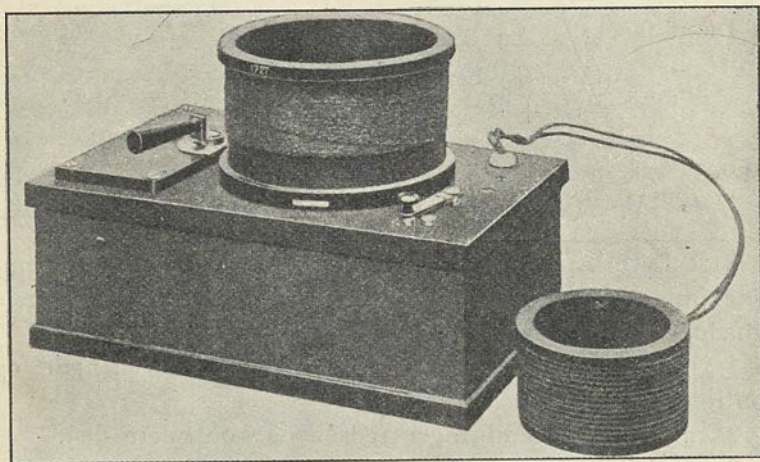


Fig. 143.

længde, og Koblingsspole L_2 , som ved bøjelige Ledninger er forbundet med Svingningskredsen. Denne fødes fra den lille Afbryder $a f$ (Modstand i Spolen ca. 100 Ohm) med sit Element e , der tillige tjener til at oplade Svingningskredsen $C' - L_1 - L_2$. For at undgaa Gnistdannelse ved Afbrydningsstedet er anbragt en bifilarviklet Modstand r (ca. 150 Ohm). N er en Nøgle, der er saaledes indrettet, at man ved dens Hjælp enten kan sætte Systemet i stadige Svingninger eller kan give Morsetegn. Parallelt til Kapaciteten er anbragt et Heliumrør V . Dets Modstand er saa stor, at det først lyser, naar Resonans er til Stede mellem Svingningskredsen og det System, der skal maales. Paa Grund af Rørets store Mod-

stand kan det, uden at Dæmpningen forøges, bibeholdes i Svingningskredsen, selv om denne benyttes til Afsendelse. Da det er Spændingen, der foraarsager, at Røret lyser, er Kapaciteten C ringe og Selvinduktionen $L_1 - L_2$ stor.

Ved Hjælp af Elementet e og Afbryderen af lades og aflades Svingningskredsen $C - L_1 - L_2$ vekselvis, og der frembringes svagt dæmpede Svingninger. Disse overføres gennem Spolen L_2 til det System, der skal maales.

Paa denne Maade kan ikke alene Bølgelængden bestemmes, men man kan ogsaa undersøge, om Modtagerens forskellige Strømkredse ere i Orden.

Paa en lignende Maade som tidligere omtalt kan Stationsprøveren anvendes til Bestemmelse af en fjern Stations Bølgelængde.

Ved Afsenderen kan Stationsprøveren benyttes som Bølgemaaler, idet Heliumrøret tjener som Indikator. Foruden til Kontrollering og Bølgemaaling kan Apparatet benyttes til Bestemmelse af Kobling. Stationsprøveren, der benyttes som Frembringer, har herved den Fordel, at dens Angivelse ikke paavirkes af de stærke Felter, som navnlig kunne fremkomme ved store Frembringerkredse.

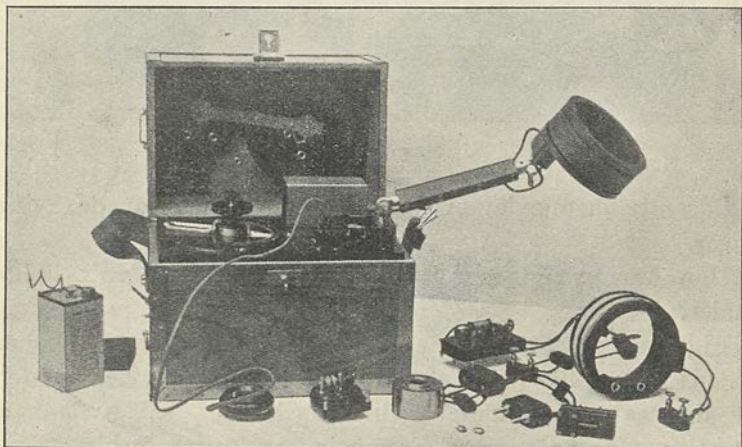


Fig. 144.

Fig. 143 viser et Billede af Stationsprøveren. Til venstre findes Luftkondensatorens Haandtag. Ved Siden af dette er den omskiftelige Spole, og til højre staar Koblingsspolen L_2 .

V. Universal-Bølgemaaleren.

82. Indretning og Bestanddele. Universal-Bølgemaaleren, der er konstrueret af *Hahnemann* og benyttes ved »The amalgamated Radio-Telegraph Co.«, er udført efter samme Principper som de ovennævnte Bølgemaalere.

Ved Hjælp af den kan man bestemme Bølgelængde, Kobling og Dæmpning baade ved Anvendelse af dæmpede og udæmpede Svingninger; Bølgemaaleren er endvidere i Stand til

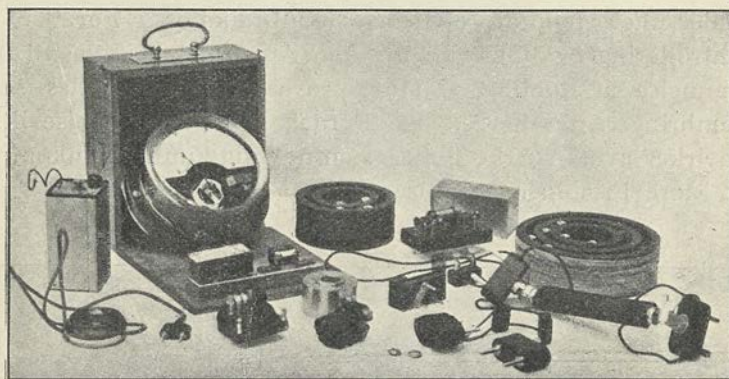


Fig. 145.

at udsende dæmpede, svagt dæmpede og udæmpede Svingninger.

Den har iøvrigt meget tilfælles med *Telefunken's* Bølgemaalere.

Fig. 144 og 145 viser Bølgemaaleren og dens Tilbehør, medens Fig. 146 viser et Strømskema for Bølgemaaleren, der dannes af en lukket Svingningskreds, med hvilken de forskellige Indikatorer og Frembringere kunne forbindes.

A er en Pladekondensator, der foroven bærer to Visere,

den ene med Spids, den anden med en fin Traad. Der findes 5 Skalaer, inddelte i Bølgelængder. Kondensatoren er forbundet med Prophullerne 1 og 2. Hullerne 3 og 4 ere forbundne med Propkontakten *G*, hvori Spoleholderen, der bærer en af de 5 Selvinduktionsringe, kan anbringes. Endvidere findes Dobbeltafbryderen *H*, der faar Strøm fra Elementet *J* gennem Nøglen *K*. *E* er i Forbindelse med Dobbeltafbryderen *H* ved Kontakthullerne 5, 6. Forskellige Propper kunne nu anvendes, alt efter de Maalinger, som skulle foretages.

a. Udsendelse af dæmpede Svingninger med bestemt Bølgelængde. Der benyttes da en Prop med Gnistrum (Fig. 147,c). Den ind-

sættes ved 1, 2, 3, 4 (Fig. 146). Gnistrumets Poler ere i Forbindelse med *a*, hvortil en lille Induktor kan tilsluttes. (Vil man benytte Bølgemaaleren til Udsendelse af udæmpede Svingninger, kan i Stedet for Induktoren tilsluttes f. Eks. en Buelampe). Induktoren er indbygget i en lille Trækasse, der tillige indeholder de nødvendige Tørelementer.

Svingningskredsen bestaar i dette Tilfælde af Drejekondensatoren mellem 1 og 2, en mellem 2 og 3 liggende fast Kondensator, den paa Kontaktrarmen mellem 3 og 4 anbragte Spole og Gnistrummet 1, 4. Der kan frembringes Sving-

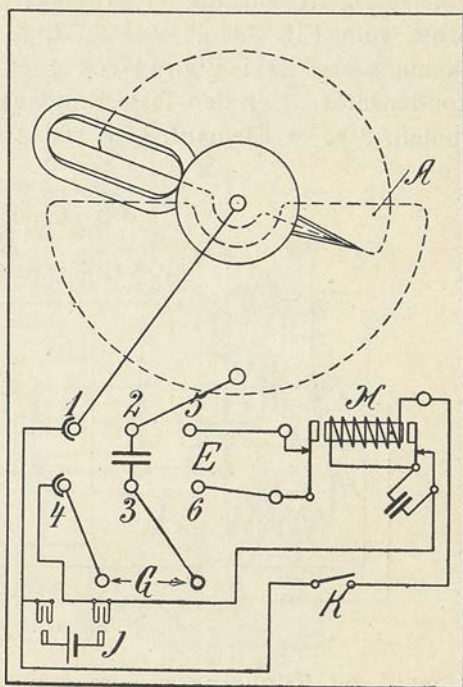


Fig. 146.

ninger, hvis Bølgelængde svarer til den valgte Spole og Kondensatorindstilling. Den maksimale Gnislængde er 3 mm.

b. Udsendelse af svagt dæmpede Svingninger. For at kunne frembringe saadanne Svingninger, f. Eks. til Under søgelse og Afstemning af Modtagere, anbringes en Afsende prop (som Fig. 147,B) ved 1, 3, 4, 5, 6 i Fig. 146. Strømskemaet er vist i Fig. 147,A. *c* er den variable Oliepladekondensator, *d* er den faste Kondensator, *f* er Selvinduktions spolen, *e* er et Element, som ved Afsendeproppens Kontakter

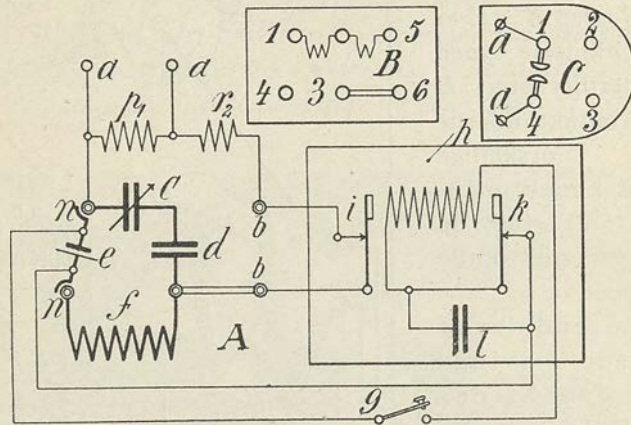


Fig. 147.

1 og 4 og Klinkerne *n-n* er forbundet med Kontakt 1—4. I Afsendeproppen er indbygget en Modstand p_1 (20 Ohm) med Kontakterne *a*; endvidere er i Proppen anbragt en Modstand r_2 paa 5 Ohm, samt to Kontakter *b* til en Kontroltelefon til den elektriske Afbryderkontakt *i*. Dobbeltafbryderen er *h*, som paavirkes ved Hjælp af Nøglen *g*, *k* er Afbryderkontakten, medens dennes Parallelkondensator er *l*.

Virkemaaden er følgende:

Som ved en almindelig elektrisk Hammer sættes Afbrydningskontakten *k* i Virksomhed, naar Nøglen *g* sluttes. Ved magnetisk Induktion sættes Afbrydningskontakten *k* i Svingninger. Herved opstaar en varierende Strøm i den Strømkreds,

som dannes af Elementet e , Spole f , Kontakt i og Modstandene p_1 og r_2 . Ved hver Afbrydning af Kontakten i oplades Kapaciteterne c og d (alt efter Afbrydningsspændingen), og denne Ladningsenergi svinger — naar Kontakten i er afbrudt — i Kredsen c , d , f og e . Da denne Kreds ikke indeholder noget Gnistrum, og Elementet ikke dæmper særligt, ere de frembragte Svingninger kun svagt dæmpede, og tillade derfor ved

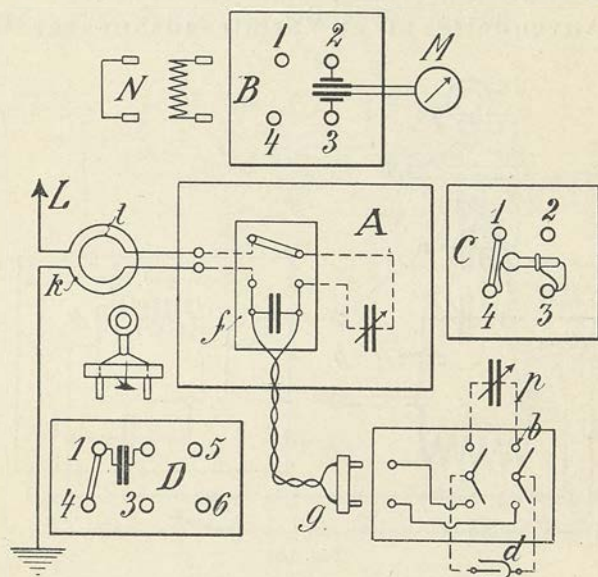


Fig. 148.

en meget skarp Afstemning at undersøge enhver af Spolen f paavirket Kreds.

For at kontrollere om Kontakten i arbejder regelmæssigt, kan Kontroltelefonen indsættes i Kontakterne b , og man indstiller paa Kontaktskruen ved i , indtil en ren, syngende Tone høres i Telefonen. Naar Kontrollen er udført, fjernes Telefonen.

c. Anvendelse af Heliumrør til Bestemmelse af Bølgelængde og Resonansmaksima.

For at kunne foretage disse Maalinger af dæmpede eller udæmpede Svingningskredse (lukkede eller aabne), anbringes en Prop med Heliumrør (Fig. 148,c) i 1, 2, 3, 4 (Fig. 146).

Resonanssystemet bestaar da af Kondensator A, den mellem 1 og 4 værende Kortslutningsbøjle, den ved G ved Hjælp af Kontaktarmen anbragte Spole, til hvilken Heliumrøret er parallelt anbragt, og den mellem 2 og 3 værende faste Kondensator.

Naar Spolen paavirkes fra en Svingningskreds (løs Kobling), og Resonans er til Stede mellem denne og Bølgemaaleren, lyser Heliumrøret kraftigst. Ved Hjælp af en forskydelig Elektrode paa Røret kan dettes Følsomhed varieres.

d. Anvendelse af et Varmtraadsapparat til Be-

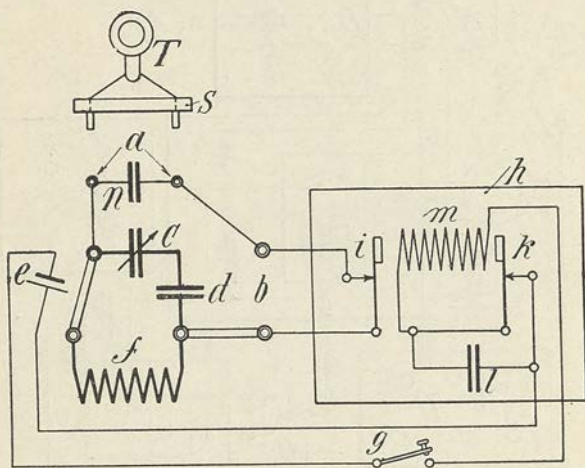


Fig. 149.

stemmelse af Bølgelængde og Resonanskurver. Den til Varmtraadsinstrumentet hørende Prop (Fig. 148,_B) indsættes ved 1, 2, 3, 4 (Fig. 146), og mellem 1 og 4 indsættes enten en Modstand N eller en Kortslutningsbøjle.

Svingningskredsen dannes af (Fig. 146) Kondensatoren A, Modstanden N (eller Kortslutningsbøjlen), den ved G ved Hjælp af Spoleholderen indproppede Spole og den mellem 2 og 3 værende Kapacitet. Kapacitivt med Blokkondensatoren er Instrumentet M forbundet. Ved at forandre Bølgelængden i denne Kreds kan man paa almindelig Maade optage Resonanskurver.

e. Fjernbølgemaaling og Modtageranordning for dæmpede og udæmpede Svingninger. Bølgemaaleren benyttes som sekundær Høre kreds. Fig. 148,_A viser Strømske-

maet. L er Luftnettet, k er de primære Vindinger paa Høretransformatoren, t er Spolen paa Bølgemaaleren, som i dette Tilfælde er forsynet med Fjernmaalerproppen f . Denne er forsynet med en Dobbeltledning og en topolet Stikkontakt g , som kan indsættes paa en lille Kontaktplade, der anbringes paa Høremodtageapparatet med sin Parallelkondensator p og og Detektor d . Fjernmaalerproppen anbringes i 1, 2, 3, og 4. (Fig. 146). Efter at Bølgemaalerens Spole er koblet til Luftnettet, foretages Afstemningen paa almindelig Maade.

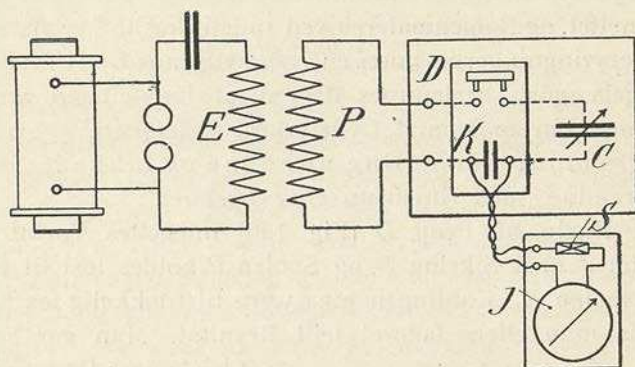


Fig. 150.

f. Fjernbølgemaaling og Modtageapparat til udæmpede Svingninger (*Poulsen's Tikkerforbindelse*) (se Side 313).

For at kunne modtage udæmpede Svingninger og derved udføre en Fjernbølgemaaling med udæmpede Svingninger, anbringes paa Bølgemaaleren ved 1, 2, 5, 6 (Fig. 146) en Prop (Fig. 148, d) med Telefon og Parallelkapacitet. Fig. 149 viser Strømskemaet.

Bølgemaalerens Svingningskreds bestaar af Kondensator C , Blokkondensatoren d og Spolen f . Parallelt til Kondensatorene c og d ligger Afbryderkontakten (Tikkeren) i , som er forbunden i Række med Telefonen T og dens Parallel-Kondensator n . Denne er indbygget i Proppen og forbundet med Kontakterne a , hvortil Telefonen anbringes ved Hjælp af Prop S . Kontakterne b tjene til at kontrolere Afbryderkontakten i . g er Nøglen til Betjening af Dobbeltafbryderen, hvis Magnetspole er m og Arbejdskontakt k ; l en parallelt til denne

anbragt Kondensator. Saasnart k arbejder, sættes Tikkeren i Svingninger ved den magnetiske Induktion.

Ved at koble Modtageluftnettet til Spolen f frembringes i Svingningskredsen c , d og f udæmpede Svingninger af ringe Styrke, naar Kontakten i er aaben. Naar Kontakt i er lukket, strømmer Svingningsenergien ind i Telefonen og over dens Parallel-Kondensator n . Der frembringes i Telefonen en Tone, svarende til i 's Afbrydningstal.

Igangsætningen sker ved at nedtrykke Nøglen g , hvorved Dobbeltafbryderen sættes i Virksomhed. Saasnart Spolen f er koblet til Luftnettet, og Bølgemaaleren ved Indstilling af C er afstemt til Modtagersvingningerne, høres en svag, syngende Lyd i Telefonen.

Bølgelængden bestemmes derved, at Kapaciteten varieres, indtil man har maksimal Lydstyrke i Telefonen.

g. Dæpningsmaaling af aabne og lukkede Svingningskredse (med Gnistrum eller Lysbue).

Ved Hjælp af Prop D (Fig. 150) indsættes Varmtraadsapparatet J med Sikring S , og Spolen P kobles løst til Frembringerspølen E . Koblingen maa være tilstrækkelig løs (under 1 %), da man ellers faar et fejlt Resultat. Man gør bedst i

at bestemme Dæmpningen ved to forskellige Koblinger af Bølgemaaleren. Giver den løsere Kobling en mindre Værdi af Dæmpningen, er det et Tegn paa, at den første Kobling var for fast. Dæpningsmaalingen sker paa lignende Maadesom tidligere omtalt.

Fig. 151 viser en Resonanskurve, hvor Abscisserne ere Bølgelængden λ i Meter, Ordinaterne Varmtraadsapparatets Udslag α . Det største Udslag faaes, naar Resonans er

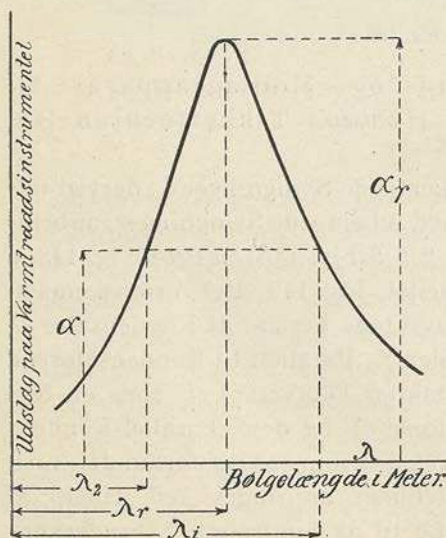


Fig. 151.

til Stede (α_r , λ_r). Til Udslaget α svarer to Bølgelængder λ_1 og λ_2 . Man har da:

$$d_1 + d_2 = k \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_r}.$$

Hæri er d_1 og d_2 Dæmpningen i Frembringerkreds og Bølgemaaler (Dæmpningens logaritmiske Dekrement) og k en Størrelse, der afhænger af Forholdet mellem α_r og α . Det gunstigste Forhold har i Praksis vist sig at være $\frac{\alpha}{\alpha_r} = 1/2$. I dette Tilfælde bliver $k = \pi = 3,14$ og man faar:

$$d_1 + d_2 = 3,14 \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_r}.$$

Saafermt $d_1 + d_2$ er større end 0,15, kan man med tilstrækkelig Nøjagtighed sætte Bølgemaalerens Dæmpning d_2 til 0,04. Hvis Dæmpningssummen er mindre end 0,15, er det nødvendigt at kende den nøjagtige Værdi af d_2 . Denne kan faaes ved Hjælp af de Kurver, som medgives Bølgemaaleren, eller den kan bestemmes paa følgende Maade: Man bestemmer først Summen $d_1 + d_2$ og afstemmer Bølgemaaleren til Frembringerkredsen. (Udslag α_r). Dernæst indsættes en Modstand r_1 , r_2 (Fig. 152). Derved falder Varmtraadsapparatets Udslag til α_1 . Man indsætter saa megen Modstand, at α_1 omtrent er Halvdelen af α_r . Denne Maaling er tilstrækkelig til d_2 's Bestemmelse. Man skal blot beregne den Dæmpning Δd_2 , som Modstanden r_1 , r_2 har fremkaldt i Bølgemaaleren. Hertil benyttes Bølgelængden λ_r , og den til denne Kondensator-Indstilling svarende Kapacitet C . Kapaciteten kan bestemmes ved Hjælp af en særlig Kurve, (Abscisserne ere Kondensator-Inddelinger i Grader, Ordinaterne de dertil svarende Kapaciteter i cm). Formlen for Δd_2 er:

$$\Delta d_2 = \frac{2}{300} \cdot \frac{C \cdot r}{\lambda_r} \quad (C \text{ i cm, } r \text{ i Ohm og } \lambda_r \text{ i Meter}).$$

Efter at Δd_2 er bestemt, har man følgende Formel til Bestemmelse af d_2 :

$$d_2 = \frac{\Delta d_2}{\frac{\alpha_r}{\alpha_1} \cdot \frac{d_1 + d_2}{d_1 + d_2 + \Delta d_2} - 1}.$$

Da d_1 i Almindelighed er betydelig større end d_2 og Δd_2 , kan man sætte $\frac{d_1 + d_2}{d_1 + d_2 + \Delta d_2} = 1$ og faar da:

$$d_2 = \frac{\alpha_1}{\alpha_r - \alpha_1} \cdot \Delta d_2.$$

For at den sidste Formel skal være tilstrækkelig nøjagtig, maa d_1 dog være mindst 10 Gange større end d_2 .

Eks. 1. $\lambda_r = 500$ m. Indstillingen af Bølgemaalerens Kondensator f. Eks. 87° . $\alpha_r = 0,6$. Kondensator-Indstillingen varieres derefter, indtil Udslaget er $0,3$, og man finder derved $\lambda_1 = 525$ m og $\lambda_2 = 480$ m. Man har da:

$$d_1 + d_2 = \pi \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_r} = 3,14 \frac{525 - 480}{500} = 0,283.$$

Da Dæmpningssummen er større end $0,15$, kan d_2 sættes til $0,04$, og d_1 bliver derfor $= 0,24$.

Eks. 2. $\lambda_r = 500$ m, $\alpha_r = 0,6$. Ved Udslaget $0,3$ bestemmes $\lambda_1 = 508$ og $\lambda_2 = 492$ m. Deraf: $d_1 + d_2 = 3,14 \frac{508 - 492}{500} = 0,10$.

Dersom d_2 her regnedes for $0,04$, fik d_1 Værdien $0,06$. Dette vilde give en for stor Fejl, og d_2 maa derfor bestemmes ved Maaling (eller ved Kurven).

Maalingen foregaar paa følgende Maade: Bølgemaaleren indstilles atter, til Resonans er til Stede mellem den og Frembringerkredsen. Lad Kondensator-Indstillingen være 87° , hvortil svarer $\lambda_r = 500$ m, og Udslaget $\alpha_r = 0,8$. I Stedet for Kortslutningsbøjlen, som findes paa Bølgemaalerens Kontaktprop, anbringes den lille Modstandsprop med 10 Ohm. Herved falder Instrumentets Udslag til $0,3$. Maalingen er da færdig, og man udfører følgende Beregning:

Først bestemmes det Δd_2 , som svarer til Modstanden 10 Ohm. Man maa kende den til 87° svarende Kapacitet af Bølgemaaleren. Af Kurven findes den at være 350 cm. Efter ovenstaaende Formel har man:

$$\Delta d_2 = \frac{2}{300} \cdot \frac{C \cdot r}{\lambda_r} = \frac{2}{300} \cdot \frac{350 \cdot 10}{500} = 0,047.$$

Endvidere har man for d_2 :

$$d_2 = \frac{\Delta d_2}{\frac{\alpha_r}{\alpha_1} \cdot \frac{d_1 + d_2}{d_1 + d_2 + \Delta d_2} - 1}.$$

$$d_2 = \frac{0,047}{\frac{0,8}{0,3} \cdot \frac{0,10}{0,147} - 1} = 0,058.$$

d_1 bliver da 0,042 i Stedet for den ovenfor antagne Værdi 0,06. Som man vil se, kan Fejlen blive temmelig stor.

Det skal blot anføres, at Formlerne kun gælde, naar $d_1 + d_2$ er lille overfor $2\pi = 6,3$, d. v. s., at $d_1 + d_2$ ikke væsentlig maa overskride 0,5. Man kan dog meget godt benytte Formlerne, naar $d_1 + d_2$ er noget større end 0,5, naar man blot erindrer, at den fundne Værdi ikke er nøjagtig og kun kan tjene til Sammenligning med andre Værdier, fundne ved samme Fremgangsmaade.

h. Dæmpningsmaaling af Luftnet. Ved denne Metode kan man hurtigt og nemt bestemme den omtrentlige Værdi af Dæmpningen i et Luftnet. De hertil nødvendige Apparater ere anbragte i en særlig Kasse. Fig. 152 viser et Strømskema. Paa en Ebonitplade findes 2 større og 2 mindre Klemmer. Til de to første forbindes Luftnettet, til de to sidste Varmtraadsinstrumentet A. Foruden findes forskellige Stik-kontakter og Afbrydere. De tre Afbrydere S tjene til at indsætte Blokkondensatorer for Varmtraadsapparatet. I Stik-kontakterne kan indsættes Kortslutnings- eller Modstandspropper r . Afbryder K tjener til at kortslutte disse Mod-

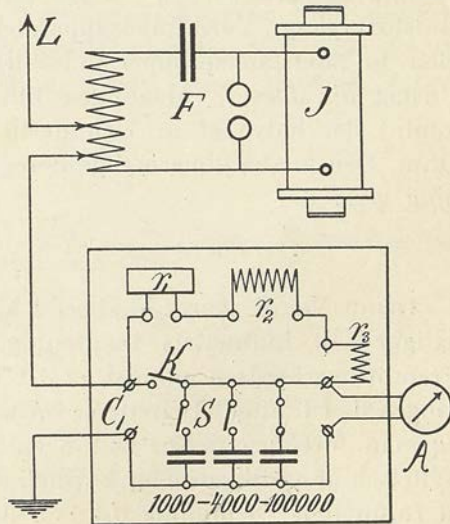


Fig. 152.

stande. Af de tre Afbrydere S er den ene sluttet, saaledes at en Kapacitet paa 160 000 cm er parallelforbundet med Varmtraadsapparatet. Herved bliver den Dæmpning, som Varmtraadsinstrumentet ellers vilde fremkalde i Luftnettet, betydelig formindsket. F er Frembringerkredsen, hvortil Luftnettet er koblet direkte.

Maalingen sker paa den Maade, at man bestemmer Dæmpningen i Luftnettet, ved i dette at indsætte en Modstand og aflæse det derved formindskede Udslag paa Varmtraadsapparatet.

I det følgende betyder:

d_1 = Dæmpningen i Frembringerkredsen F .

d_{a1} = Luftnettets Dæmpning.

d_a = en første tilnærmelig Bestemmelse af d_{a1} .

α = Varmtraadsapparatets Udslag, naar Afbryderen K er sluttet, saa at Modstanden r ikke er inde i Luftnettet.

α^1 = Udslaget, naar Modstanden er inde.

λ = Bølgelængden, hvortil begge Svingningskredsene, hver for sig, ere afstemte.

C_a = Luftnettets Højfrekvenskapacitet.

Fremgangsmaaden er følgende: Luftnettet kobles løst til Frembringerkredsen, og i denne vedligeholdes en regelmæssig Gnistovergang. Varmtraadsapparatets Udslag α aflæses. Een eller to Modstandspropper indsættes, og K aabnes. Det nye Udslag α^1 aflæses. Maalingen bliver nøjagtigst, naar α^1 er (omtr.) det halve af α . Den dertil svarende Modstand er r Ohm. Den første, tilnærmelige Beregning af Luftnettets Dæmpning giver da:

$$d_a = \frac{2}{300} \cdot \frac{\alpha^1}{\alpha - \alpha^1} \cdot \frac{C_a r}{\lambda}.$$

Denne Værdi svarer imidlertid kun med tilstrækkelig Nøjagtighed til Luftnettets Dæmpning, naar Dæmpningen d_1 i Frembringerkredsen mindst er 10 Gange større end Dæmpningen d_a i Luftnettet. Dette er i Almindelighed ikke Tilfældet, og man foretager derfor endnu en Maaling, som tillader Benyttelsen af en tilnærmelig Formel, hvoraf den nøjagtige Værdi af Luftnettets Dæmpning d_{a1} kan findes.

Man bestemmer paa den Side 246 omtalte Maade Dæmpningen d_1 i Frembringerkredsen F . Ved denne Maaling maa Luftnettets Forbindelser med Frembringerkredsen borttages. Ved Hjælp af den derved fundne Værdi for d_1 kan man med tilstrækkelig Nøjagtighed beregne d_{a1} af Formlen:

$$d_{a1} = d_a \left[1 + \frac{\alpha}{\alpha^1} \cdot \frac{d_a}{d_1 + d_a} \right].$$

Denne Formel gælder for alle Tilfælde, hvor Forholdet $\alpha : \alpha^1$ ikke overstiger 2,2 og hvor d_{a1} ikke er mere end 10 Gange større end d_1 .

I det Tilfælde at d_1 er væsentlig større end d_a og d_{a1} , bliver d_{a1} omtrentlig $= d_a$, og man behøver ikke nærmere at bestemme Dæmpningen i Frembringerkredsen.

Eks. 1. Ved Hjælp af en Vædskemodstand gøres Dæmpningen i Frembringerkredsen meget stor. Man kan se dette ved at optage en Resonanskurve ved Hjælp af Bølgemaaleren og Varmtraadsapparatet. Kurven bliver betydelig fladere end den normale. Det antages, at Luftnets-Kapaciteten i Forvejen er bestemt til 800 cm. Luftnettet kobles løst til Frembringerkredsen, og den i Figuren viste Forbindelsesanordning indsættes.

Man maa dernæst bestemme, hvor stor en Kapacitet der skal anbringes parallelt til Varmtraadsapparatet. Vil man se, hvor stor Indflydelse Instrumentets Dæmpning d_v udøver paa Luftnettets samlede Dæmpning, kan man beregne d_v af Formlen:

$$d_v = \frac{2}{300} \cdot \frac{C_a r_v}{\lambda}.$$

Instrumentets Modstand er $r_v = 12$ Ohm. Bølgelængden var 500 m. Man finder da:

$$d_v = \frac{2}{300} \cdot \frac{800 \text{ cm} \cdot 12 \text{ Ohm}}{500 \text{ m}} = 0,128$$

Saafermt man ikke antager, at Luftnettets Dæmpning d_{a1} er mange Gange større end d_v , skal man anbringe en Parallelkapacitet til Varmtraadsinstrumentet. Om Kapaciteten er tilstrækkelig stor, kan undersøges ved at aflæse Apparatets

Udslag, naar Afbryderne S ere aabne, og naar de ere lukkede. I sidste Tilfælde skal Udslaget være betydeligt mindre. I det foreliggende Tilfælde blev Udslaget $\frac{1}{8}$ af det oprindelige ved at parallelförbinde 160 000 + 40 000 cm, og man ser deraf, at Dæmpningen er gjort betydeligt mindre end den ovenfor beregnede Værdi d_p .

Den egentlige Maaling kan derefter foretages. Modstandspropper r_1 indsættes, og Afbryderen K aabnes. Bliver Udslaget α^1 mindre end det halve af α , er Modstanden for stor, og omvendt. Man opsøger den Modstand, der skal anvendes for at α^1 omtrentlig bliver det halve af α . Lad Modstanden være 10,5 Ohm ved et Udslagsforhold af 0,6 : 0,25. Man har da:

$$d_a = \frac{2}{300} \cdot \frac{0,25}{0,6 - 0,25} \cdot \frac{10,5 \cdot 800}{500} = 0,08.$$

Hermed er Luftnettets Dæmpning bestemt med tilstrækkelig Nøjagtighed under Forudsætning af, at Frembringerkredsens Dæmpning ved passende Foranstaltning er gjort større end 0,8.

Eks. 2. Dæmpningen i Frembringerkredsen er paa almindelig Maade bestemt til 0,12 og skal ikke forøges ved særlige Midler. Bølgelængden λ er bestemt til 500 m og Luftnettets Kapacitet til $C_a = 800$ cm. Man finder, at der f. Eks. skal anbringes 200 000 cm parallelt til Varmtraadsampere-metret, og at en Modstand $r = 17$ Ohm giver $\alpha : \alpha^1 = 0,5 : 0,22$. Deraf beregnes:

$$d_a = \frac{2}{300} \cdot \frac{\alpha^1}{\alpha - \alpha^1} \cdot \frac{C_a r}{\lambda} = \frac{2}{300} \cdot \frac{0,22}{0,5 - 0,22} = \frac{800 \cdot 17}{500} = 0,142.$$

Da d_1 er bestemt til 0,12, finder man:

$$d_{a1} = d_a \left(1 + \frac{\alpha}{\alpha_1} \cdot \frac{d_a}{d_1 + d_a} \right) = 0,142 \left(1 + \frac{0,5}{0,22} \cdot \frac{0,142}{0,12 + 0,142} \right) \\ d_{a1} = 0,142 (1 + 1,23) = 0,32.$$

Den benyttede Tilnærmelsesformel gælder, fordi d_{a1} ikke er over 10 Gange større end d_1 .

i. Maaling af et Luftnets Højfrekvens-Kapacitet. Man anvender Bølgemaaleren som Afsender og paavirker med

den Luftnettet, hvori man ved Hjælp af den i Fig. 152 viste Kontaktindretning indsætter et Varmtraadsapparat med eventuel Parallelkapacitet. Afbryderen K kortsluttes, og Luftnettets Bølgelængde bestemmes ved Hjælp af Bølgemaaleren og Varmtraadsapparatet. Lad Bølgelængden være 500 m. Man forkorter derefter Luftnettets Bølgelængde ved at indsætte en Leydnerflaske eller en variabel Pladekondensator og bestemmer den mindre Bølgelængde λ_C . For at denne Maaling ikke skal blive for unøjagtig, vælges den anbragte Kapacitet C cm saaledes, at λ_C ikke bliver mindre end $\frac{4}{5} \lambda$. Kapaciteten C fjernes fra Luftnettet, og i Stedet for indsættes en bekendt Selvinduktion L , hvorefter den nye Bølgelængde λ_L bestemmes. λ_L maa ikke være stort mere end $\frac{6}{5}$ af λ .

Af nedenstaaende Formler findes to noget forskellige Værdier af Luftnettets Kapacitet, og den søgte Værdi C_a er da Middeltallet af de to andre Værdier C_C og C_L :

$$C_L = \frac{\lambda_L (\lambda_L - \lambda)}{20 L}.$$

$$C_C = 2 \frac{\lambda_L - \lambda_C}{\lambda_C} \cdot C.$$

$$C_a = \frac{C_L + C_C}{2}.$$

VI. Fleming's Bølgemaalers.

83. Denne Bølgemaalers (ogsaa kaldet *Cymometret*), der fabrikkes af »The Marconi Wireless Telegraph Company«, dannes af en lukket Svingningskreds, som bestaar af en variabel Rørkondensator og en variabel Selvinduktionsspole. Disse to Dele ere saaledes forbundne med hinanden, at en Bevægelse af Haandtaget H (Fig. 153) samtidigt og i samme Forhold varierer Kapaciteten OE og Selvinduktion LD , der forbindes ved en tyk Kobberstang ABC . Bringes denne Svingningskreds hen i Nærheden af f. Eks. en Lufttraad $x-y$, induceres Svingninger i den paa samme Maade som ved de

andre Bølgemaalere, og ved at forskyde Haandtaget kan Resonans skaffes til Veje. Resonansens Tilstedeværelse ses ved Hjælp af et Neon-Vakuumbør, der anbringes mellem den indre og ydre Belægning paa den forskydelige Kondensator. (Neon er en af de sjældne Luftarter, som indeholdes i Atmosfæren).

Den variable Kondensator dannes af et, to eller fire forskydelige Messingrør, lukkede for Enderne og anbragte i et, to eller fire Ebonitrør. Udenom disse findes en, to eller fire forskydelige Messingrør, der ved den ene Ende ere forbundne med hverandre og med et Haandtag (Fig. 154). Ved at be-

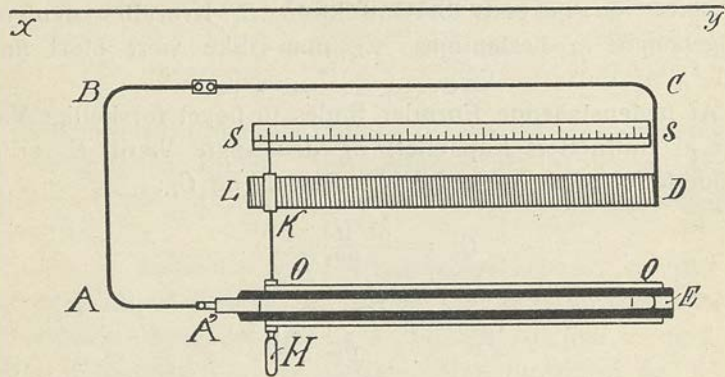


Fig. 153.

væge Haandtaget bringes de indre og ydre Rør til at dække hinanden mere eller mindre, hvorved Kapaciteten forandres. Fra den ene Ende af de ydre Rør udgaar en Metalarm, der ender i en Slags Bøjle *K* (Fig. 153), som kan glide henover den blanke Kobbertraad *LD*. Denne er oprullet paa en Ebonitstang. De indre Messingrør ere forbundne til den ene Ende af Spiralen ved en tyk Kobberstang *ABC*, af hvilken Bøjningen kan aftages og erstattes med et andet Stykke, der af Hensyn til særlige Maalinger er forsynet med to smaa Modstande og en termoelektrisk Forbindelse. De indre og ydre Rør ere tillige i Forbindelse med Traade, der føre til to Ebonitsøjler, hvori Vakuumbørret anbringes. Over Spolen er anbragt en Skala med 4 Rækker Inddelinger, der ere

mærkede : Svingningskonstant, Bølgelængde i feet, Bølgelængde i Meter og Antal Svingninger pr. Milliontedel Sekund. I Forbindelse med Haandtaget er en Viser, som peger paa Skalaen.

Bølgemaaleren udføres i 4 forskellige Størrelser med følgende Maalegrænser:

Nr. 1 kan maale fra 33 til 700 m, Nr. 1a fra 99 til 1400 m, Nr. 2 fra 130 m til 2000 m og Nr. 3 fra 330 til 3000 m.

Bestemmelsen af Bølgelængden sker paa den Maade, at Bølgemaaleren anbringes i Nærheden af den Svingningskreds, der skal maales. Kredsen maa indeholde en Traad eller anden Leder, der er lige og af samme Længde (ca. 1,3 m) som

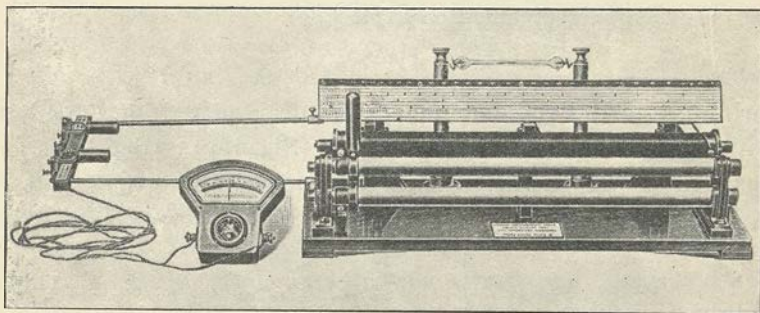


Fig. 154.

Kobberstangen. Denne og Lederen skulle være parallelle. Ved at forskyde Haandtaget til den ene eller anden Side bringes Resonans til Stede. Neonrøret lyser da klarest, og Bølgelængden aflæses paa Skalaen. I Stedet for Neonrør kan anvendes et Rør med Kulsyre, men det er ikke saa følsomt.

Ved Hjælp af denne Bølgemaaler kan desuden bestemmes Kapacitet af Leydnerflasker, Selvinduktion i Traadspoler og Svingningsdekrementer.

Ved *Fleming's* Bølgemaaler er Dæmpningen lille og næsten konstant. Da Neonrøret er meget følsomt, kan der anvendes en løs Kobling og opnaaes en skarp Afstemning. Paa Grund af sin store Længde er Bølgemaaleren ofte ubekvem at arbejde med. Ebonitrørene i Kondensatorerne for-

andre sig let ved Temperatur- og Fugtighedsvekslinger, og Rørene kunne derfor sætte sig fast.

a. Maaling af Kapaciteten i en lille Kondensator eller Leydnerflaske kan ske paa følgende Maade: En Induktor

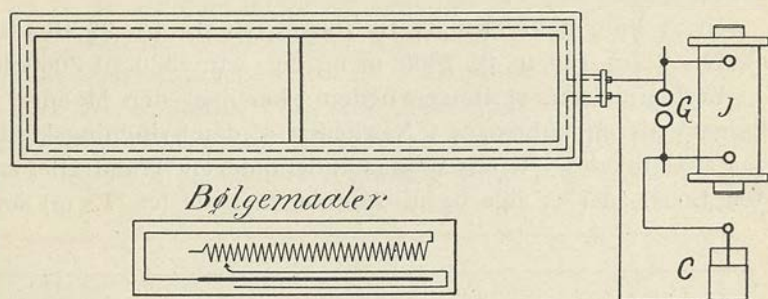


Fig. 155.

forbindes med et Gnistrum (4—5 mm), og parallelt til dette anbringes en bekendt Selvinduktion (Fig. 155) og den Leydnerflaske *C*, hvis Kapacitet skal maales. Induktoren sættes i

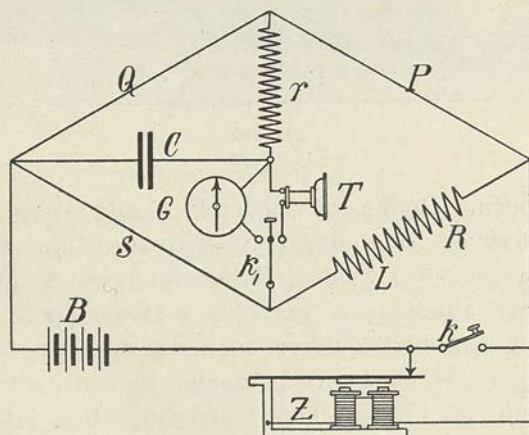


Fig. 156.

Gang, og ved Hjælp af Bølgemaaleren bestemmes Svingningskonstanten. Hvis den bekendte Selvinduktion f. Eks. er 4000 cm, er den fundne Svingningskonstant lig $\sqrt{4000 \cdot C}$.

Har man f. Eks. fundet Værdien 4, bestemmes *C* af

$$4 \cdot 4 = 4000 C \text{ eller } C = 0,004 \text{ Mf.}$$

Reglen er derfor følgende:

Den søgte Kapacitet i M_f findes ved at kvadrere den maalte Svingningskonstant og dividere med den bekendte Selvinduktion.

84. **Bestemmelse af smaa Selvinduktioner.** De Værdier af Selvinduktioner, hvormed der arbejdes i Radiotelegrafien, overstige i Almindelighed ikke nogle faa Tusind cm eller nogle faa Mikrohenry.

Maalingen kan bl. a. ske paa følgende af *Fleming* angivne Maade:

Induktionsspolen LR (Fig. 156) eller det Kredsløb, hvoraf Spolen danner en Del, indsættes i en Wheatstones Bro P , Q , S , og en Prop-Rheostat med stor Modstand r indsættes, som Figuren viser, sammen med en Kondensator C , et Galvanometer G , en Telefon T og en Nøgle k_1 .

Kondensatoren kan bestaa af een eller flere Leydnerflasker. Det er dog heldigere, hvis man til Raadighed har en Pladekondensator af Ebonit- og Staniolplader, anbragte i Olie. Kondensatorens Kapacitet maa være meget nøje bestemt. I Batterikredsløbet indsættes en »Brummer« Z eller et andet Apparat, der kan afbryde Kredsløbet ca. 200—300 Gange pr. Sekund. Brummeren kan dannes af en tynd Jernplade over en Elektromagnet, hvis Spoler faa Strøm fra et sekundært Batteri. Jernpladen har en Platinkontakt og Afbrydningsfjeder paa samme Maade som en elektrisk Klokke. En anden Platinkontakt er anbragt paa Pladen, ved hvis Hjælp Broens Batterikredsløb kan afbrydes. Brummeren anbringes bedst i en lydtæt Kasse.

Først afbalanceres Broen med Jævnstrøm ved Hjælp af Galvanometret. Hvis Modstanden i Induktionsspolen er meget lille, kan det blive nødvendigt at tilføje en bifilarviklet Modstand. Brummeren anbringes dernæst i Batterikredsløbet og Telefonen i Brogrenen; Modstanden r forandres, indtil Lyden i Telefonen helt er forsvunden.

Spolens Selvinduktion L , maalt i Henry, er givet ved Formlen:

$$L = \frac{C}{10^6} [r (R + S) + RQ] ,$$

hvor C er Kondensatorens Kapacitet i Mikrofarad og R hele Modstanden i den Brogren, der indeholder Induktionsspolen. Da $P:Q = R:S$, naar Broen er afbalanceret med Jævnstrøm, kan man omskrive Formlen til:

$$L = \frac{C}{10^6} S \left(r + r \frac{P}{Q} + P \right) \text{ Henry eller:}$$

$$L = C \cdot S \cdot 10^3 \left(r + r \frac{P}{Q} + P \right) \text{ cm.}$$

85. Bestemmelse af den gensidige Induktion. Den ovennævnte Maalemetode kan anvendes til Bestemmelse af den gensidige Induktion mellem to Spoler. Naar de anbringes med deres Akser i samme Linie og i Række, udøve de en gensidig Induktion paa hinanden.

Kaldes de to Spolers Selvinduktion L_1 og L_2 , den gensidige Induktion M , er det samlede Kraftlinietal givet ved $L_1 + 2M + L_2$, naar Spolerne ere forbundne med samme Strømretning, og $L_1 - 2M + L_2$, naar de ere forbundne mod hinanden. Forbindes Spolerne paa disse to Maader, og bestemmes i hvert Tilfælde den tilsyneladende Induktion L_α og L_β , har man:

$$L_\alpha = L_1 + 2M + L_2 ;$$

$$L_\beta = L_1 - 2M + L_2 ,$$

$$\text{hvoraf} \quad M = \frac{L_\alpha - L_\beta}{4} \text{ og } L_1 + L_2 = \frac{L_\alpha + L_\beta}{2} .$$

Som et Eksempel paa en saadan Maaling angives følgende:

To ensartede, kvadratiske Spoler med hver 8 Vindinger, Siden i Kvadratet 64,5 cm, anbragtes parallelt til hinanden i ringe Afstand. Induktionerne maaltess:

- | | |
|---|-------------------------|
| I. Hver Spole for sig | $= L_1 \text{ og } L_2$ |
| II. Begge Spoler i Række, men langt fra og vinkelrette paa hinanden | $= L_1 + L_2$ |
| III. Begge Spoler i Række med samme Feltretning | $= L_1 + 2M + L_2$ |

IV. Begge Spoler i Række med modsat

$$\text{Feltretning} = L_1 - 2M + L_2.$$

Ved den Side 257 omtalte Brometode bestemtes Værdierne til:

$$L_1 = 116\,200 \text{ cm}; L_2 = 116\,200 \text{ cm}; L_1 + L_2 = 234\,600 \text{ cm}.$$

$$L_\alpha = L_1 + 2M + L_2 = 287\,800 \text{ cm}.$$

$$L_\beta = L_1 - 2M + L_2 = 180\,700 \text{ cm}.$$

Af de to sidste faaes $M = 26\,775 \text{ cm}$ og $L_1 + L_2 = 234\,200 \text{ cm}$.

Koblingskoefficienten $K = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$ er i dette Tilfælde:

$$K = \frac{26\,775}{116\,200} = 0,23.$$

Koblingen har altsaa været løs, da K er mindre end 0,5.

86. Afstemning af Modtagere ved Hjælp af en fjern Station (Afstand 50 km og derover). Afstemningen af Stationer med Skrive- og Høreapparat sker paa følgende Maade, der tillige kan benyttes, naar man vil indstille til en fremmed Stations Bølgelængde for at kunne optage dens Telegrammer:

Den fjerne Station afsender med den ønskede Bølgelængde et bestemt Tegn i et længere Tidsrum. Paa den modtagende Station stilles til Modtagelse med Hørerens direkte i Luftnettet, og man gaar derefter frem paa samme Maade som omtalt i § 76,1. Sekundærkredsen afstemmes derefter paa samme Maade som omtalt under § 76,3.

87. Forstyrrelse af en fremmed Station. Ved Hjælp af Detektoren maa Afsender-Luftnettet afstemmes til den fremmede Stations Bølgelængde. I den Hensigt anbringes Detektoren parallelt til

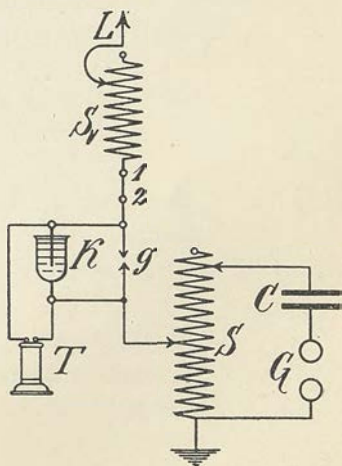


Fig. 157.

det lille Gnistrum g (Fig. 157), og Selvinduktionen S_v varieres (event. indsættes Kapacitet), indtil Lydstyrken i Telefonen er størst.

For at afstemme Frembringerkredsen borttages Detektoren, og et Varmtraadsamperemeter anbringes parallelt til 1—2, hvorefter Frembringerkredsen sættes i Gang, og dens Vindingstal varieres, indtil Amperemetrets Udslag er størst. Amperemetret borttages, og med største Energi afsendes i længere Tidsrum ét eller flere vilkaarligt valgte Tegn.

VII. FORSKELLIGE RADIOTELEGRAF-SYSTEMER.

I det efterfølgende gives en ganske kortfattet Oversigt over Udviklingen i Radiotelegrafien og en Beskrivelse af de væsentligste Systemer, som anvendes.

88. Lige siden Indførelsen af den elektriske Telegraf — hvis grundlæggende Princip (Elektromagnetismen) opdagedes af *H. C. Ørsted* i 1820, medens den egentlige Telegraf konstrueredes (1837) samtidigt af Amerikaneren *Morse* og Tyskeren *Steinheil* — har man forsøgt at komme bort fra Traadforbindelsen mellem Afsende- og Modtagestationen.

I 1838 gjorde *Steinheil* den betydningsfulde Opdagelse, at Tilbageledningstraaden fuldstændigt kunne erstattes af Jordforbindelser.

De Veje, som man slog ind paa for at hidføre en traadløs, elektrisk Forbindelse mellem Stationerne, kunne deles i 5 Grupper:

1. *Benyttelsen af fugtig Jord* til Forplantning af de elektriske Strømme (*Morse, Preece, Trowbridge, Rathenau, Strecker*),
2. *Elektromagnetisk Induktion* mellem parallelle Metalledere (*Trowbridge, Preece, Lodge*).
3. *En Forbindelse af 1 og 2.* (*Preece*).
4. *Elektrostatisk Induktion* mellem Ledere, som ere fjernede i større eller mindre Afstand fra hinanden (*Edison, Smith*).
5. *Elektromagnetiske Svingninger.*

Medens man ved de fire første Grupper kun har opnaaet en Telegrafering over ganske korte Afstande, er det Anvendelsen af elektromagnetiske Svingninger, der har muliggjort en praktisk brugelig Telegrafering uden Traad.

De første Forsøg med Telegrafering ved Hjælp af elektromagnetiske Svingninger udførtes i Aaret 1879 af *Hughes*, Opfinderen af Mikrofonen. Under sit Arbejde med denne bemærkede han, at Modstanden i en Mikrofonkontakt (c: en ufuldstændig, elektrisk Kontakt) pludselig forandrede sig, naar en Leydnerflaske udladedes i Nærheden af Mikrofonkontakten.

Ved at forbinde denne i Række med et Element og en Telefon lykkedes det *Hughes* at overføre Morsetegn paa nogle faa Hundrede Meters Afstand.

Da *Hughes'* Forsøg ikke bleve almindeligt bekendte, indtraadte en længere Stilstandsperiode, indtil den tyske Fysiker *Heinrich Hertz* i Aarene 1886—1889 foretog sine betydningsfulde Forsøg, der bekræftede den af *Maxwell* opstillede elektromagnetiske Teori om Lyset. Det paavistes ved disse Forsøg, at en elektrisk Gnist udsender Energi, der forplanter sig i Rummet i Form af elektromagnetiske Bølger, og at disse have en endelig Hastighed og følge de almindelige Grundsætninger for Lyset.

Til at frembringe de elektromagnetiske Bølger benyttede *Hertz* en *Oscillator*, bestaaende af to Messingplader, forbundne ved en Kobbertraad med et Gnistrum i Midten. Til at paavise Tilstedeværelsen af Bølgerne anvendtes en *Resonator*, der havde Form af en Metaltraadsring. I Ringen var indsat et lille, indstilleligt Gnistrum.

Træffes denne Resonator af elektriske Bølger fra Oscillatoren, vil den, i visse Tilfælde, bringes til at svinge med, ligesom en af Lydbølger truffen Stemmegaffel. Resonansvirkningen giver sig til Kende derved, at en lille Gnist springer over mellem Kuglerne.

Et mere følsomt Hjælpemiddel end den *Hertz'ske* Resonator til Paavisning af de elektromagnetiske Bølger dannede den af *Branly* i Paris 1891 konstruerede Detektor, der bestod af et Glasrør med to Metalelektroder og mellem-

liggende Metalfilspaaner. Apparatet — der kaldes en *Kohærer* — lod sig imidlertid kun paavirke i ringe Afstand fra Oscillatoren.

Amerikaneren *Nicola Tesla* forsøgte i Aaret 1893 at opnaa en telegrafisk Forbindelse mellem to Steder ved at forbinde saavel Afsender som Modtager med store metalliske Kapaciteter og med *Jord*. Til at frembringe lange Rækker af elektriske Svingninger konstrueredes en Dynamo med højt Vekseltal (ca. 30 000), og *Tesla* benyttede endvidere sin særlige Transformator, „*Tesla-Rullen*“.²

Det var dog først *Popoff's* Forsøg i Kronstadt 1895, der bragte Problemet et stort Skridt videre. Til Paavisning af atmosfærisk Elektricitet benyttede han en Lynaflæder, der gennem en *Kohærer* var forbundet med *Jord*. Et Relais og et Lokalbatteri var anbragt i Række med *Kohærer*en; blev denne paavirket af elektriske Svingninger, sluttede Relaiset Strømmen til en elektrisk Klokke, hvis Hammer slog mod *Kohærer*en og derved atter gjorde den uledende. I Slutningen af Aaret 1895 var det lykkedes *Popoff* paa denne Maade at registrere atmosfæriske Udladninger i ca. 5 km Afstand.

Skønt *Popoff* var naaet vidt ved sine Forsøg, blev det dog forbeholdt en anden, Italieneren *Guglielmo Marconi*, at føre et virkeligt Telegrafsystem ud i det praktiske Liv.

Ved de første Forsøg i Italien i Aaret 1895 anvendte *Marconi* store Metalplader, forbundne til Modtager og Afsender; disse vare atter forbundne med *Jord*. Afsenderen var en *Righi's* Oscillator (to i Olie anbragte store Metalkugler, hvorimellem Gnistudladningerne fandt Sted); senere erstattedes Metalpladerne med lodrette (eller næsten lodrette) Traade, baade ved Afsender og Modtager.

Efter Afslutningen af disse Forsøg rejste *Marconi* i Aaret 1896 til England, og efter at have forbedret de forskellige Apparater, navnlig *Kohærer*en, lykkedes det ham i Maj 1897 at telegrafere over Bristolkanalen (ca. 14 km Afstand).

Efter Fremkomsten af *Marconi's* Forsøg opstod hurtigt i de forskellige Lande en Mængde Systemer. Af saadanne kan nævnes: I England *Lodge-Muirhead*, *Maskelyne*, i Frankrig

Rocheftort, Branly-Popp, Popoff-Ducrelet, i Tyskland *Slaby-Arco* og i Amerika *de Forest* og *Fessenden*.

Der indførtes Forbedringer ved Afsende- og Modtageapparater, Luftnettene gjordes større og højere, og der anvendtes mere Energi til Afsendelsen. Man kom dog snart til Grænsen for den opnaaelige Telegrafafstand.

Udviklingen førtes imidlertid ind i et nyt Spor ved *Braun's* Undersøgelser i Strassburg 1898 og i Cuxhaven 1899 over Anvendelsen af lukkede Strømkredse med Leydnerflaske-Batterier og over Resonansvirkninger mellem de forskellige Strømkredse. *Braun* benyttede ved sit System saadanne lukkede Strømkredse i Forbindelse med et Luftnet.

Medens man tidligere ikke kunde forhindre Forstyrrelser fra fremmede Stationer, aabnedes her en Mulighed for at opnaa en *Afstemning* mellem sammenhørende Stationer, og man blev ligeledes i Stand til at udsende større Energi-mængder, $\circ$: forøge Telegrafafstanden. De *Braun'ske* Principper ere optagne ved Størsteparten af de nuværende Systemer.

Med de *Braun'ske* Undersøgelser begyndte først den egentlige, maalbevidste Udvikling i Telegraferingen uden Traadforbindelse, og Bestræbelserne have siden været rettede paa — ved Hjælp af matematiske Beregninger og praktiske Erfaringer — at foretage tekniske Forbedringer og paa at hidføre en saa god *Afstemning* som muligt.

Hertil maa henregnes de i den nyere Tid af *Braun*, *Marconi*, *de Forest* o. fl. foretagne Forsøg paa at anvende en Telegrafering i bestemte Retninger.

Medens de elektromagnetiske Bølger ved de hidtilværende Systemer blive frembragte ved Gnistudladninger, er man i den nyeste Tid slaaet ind paa en anden Vej, der synes at love betydelige Fremskridt.

Duddell havde i Aaret 1900 paavist, at der frembringes elektriske Svingninger af en brændende Jævnstrøms-Lysbue, hvortil er shuntet en passende Kapacitet i Serie med en Selvinduktion. Ved en bestemt Buelængde var Buen i Stand til at give en høj Tone. Lignende Resultater ere opnaaede af Tyskeren *Simon* (den syngende Buelampe). Det største Sving-

ningstal, som man paa denne Maade kunde fremskaffe, var dog for lavt til, at Svingningerne kunde anvendes ved Telegrafering.

Som foran omtalt opnaaede den danske Ingeniør *Valdemar Poulsen* at forøge Svingningstallet ved at holde Lysbuen brændende i Brint eller Gas og i et Magnetfelt samt ved at benytte Kobber-Kul Elektroder. De frembragte elektriske Svingninger ere stedsevarende og give de saakaldte *udæmpede* Bølger, i Modsætning til de ved Gnistudladninger frembragte Bølger, der udsendes stødvis, og som hurtigt dø bort, da der ikke tilføres dem ny Energi.

Poulsen's System har aabnet en Mulighed for, at større Telegrafafstande og bedre Afstemning kan opnaaes, ligesom det har banet Vejen for en Telefonforbindelse uden Traad. —

Man har hidtil anvendt meget forskellige Betegnelser for Telegrafering uden Traad (foruden dette Navn saadanne Benævnelser som Gnisttelegrafi, Bølgetelegrafi, Rumtelegrafi m. fl.) Paa den internationale Gnisttelegraf-Konference, som afholdtes i Berlin 1906, vedtoges det fremtidigt at benytte Ordet *Radiotelegrafi* som en fælles Betegnelse for al elektrisk Telegrafering, der foregaar uden Traadforbindelse mellem Stationerne og uanset det benyttede System.

Radiotelegrafen har særlig faaet Betydning ved Telegrafering mellem Skibe og Kyststationer og mellem Skibe indbyrdes. De Regler og Bestemmelser, som vedtoges paa ovennævnte Konference, tage derfor kun Sigte paa denne Telegrafering. For Skibsstationer reglementeredes en Bølgelængde af 300 m og for Kyststationer 300 eller 600 m, medens Krigsskibsstationer og lignende militære Stationer ere henviste til at benytte Bølgelængder fra 600—1500 m (ved militær Telegrafering).

Radiotelegrafering mellem Landstationer vinder imidlertid ogsaa mere og mere frem, navnlig hvor Forholdene vanskeliggøre en Benyttelse af Traadtelegrafen.

Med Hensyn til de Telegrafafstande, som kunne opnaaes, er der i og for sig ingen Grænse, da det for største Delen kun er et Spørgsmaal om Energi, Mastehøjde o. lign. Man har telegraferet paa Afstande af 3000 km og derover. Ifølge

de seneste Meddelelser fra *Marconi* er det muligt at radio-telegraferer mellem England og Amerika.

De Telegrafafstande, som ere anførte i Bogen, ere væsentligst opgivne af de forskellige Fabrikant-Firmaer, og det maa stadig erindres, at man for at kunne drage en kritisk Sammenligning mellem forskellige Systemers Godhed bør have Oplysning bl. a. om Energiforbrug, Mastehøjder, Bølgelængder, Jordbundsforhold, Vejrforhold etc. Disse Oplysninger savnes næsten altid, og findes de ikke, bør man derfor være varsom med at uddrage Slutninger om ét Systems Fortrin frem for et andet.

Marconi.

89. De første Apparater, hvormed *Marconi* i Aaret 1896 foretog sine Forsøg i London over ca. 2 km Afstand, bestode af en *Righi's* Oscillator (Fig. 158,a), der var forbundet med den sekundære Vikling af Induktoren *I*, hvis primære Vikling forsynedes med Strøm fra Batteriet *B_A*, naar Nøglen *N* blev paa-virket. Afbrydningerne i Primærkredsen skete ved Hjælp af en lille Kontaktylinder *A*, som bevægedes af en Elektromotor. Oscillatoren var forbundet med to Metalplader *M*, der skulde tjene til at forbedre Udstraalingen.

Ved Modtageapparaterne anvendtes ligedes to Metalplader *M* (Fig. 158,b), der vare forbundne med Kohærerer *K*. Den befandt sig i en Strømkreds med Batteriet *B_K* og Relaiset *R*, som sluttede Lokalstrømkredsen, hvori fandtes Batteriet *B_M*, Morseapparatet *S* og Bankeren *B*.

Ved efterfølgende Forsøg viste det sig, at en betydelig større Telegrafafstand opnaaedes, naar den ene Plade erstattedes med en Jordforbindelse og den anden førtes til Vejrs, idet Telegrafafstanden først og fremmest afhang af Traadens Højde over Jorden, mindre af Pladens Størrelse.

Strømløbet ved Afsende- og Modtagestationen fik derved det i Fig. 159,₁—₂ viste Udseende.

Denne Anordning maa betegnes som det *egentlige Marconi-System* (1897). I Figuren betyder *L* Lufttraaden, *G* Gnistrummet, *I* Induktoren med sine to Viklinger, *N* Telegrafnøglen, *B_A*, *B_K* og *B_M* Batterier, *K* Kohærerer, *R* Relaiset, *B* Bankeren og *M* Morseskriveapparatet.

Medens Kohærereren — der anvendtes ligesom nu en Vakuum Glaskohærer — ved den ovennævnte Forbindelse var anbragt direkte i Lufttraaden, viste det sig snart, at Virkningen blev bedre, naar Kohærereren blev induktivt forbundet med Lufttraaden (1898), og der indførtes en Kondensator og Dæmpespøler i Kohærererkredsen.

Fig. 191,2, Side 305, viser Strømløbsskemaet. *d* ere Dæmpespøler, *C* Kondensatoren og *T* Transformatoren; de øvrige Betegnelser gælde som ovenfor.

Marconi opnaaede gode Resultater ved at erstatte Lufttraaden med to koncentriske Zinkcylindre, af hvilke den ene blev direkte forbundet med *Jord* og med Gnistrummet, medens den anden gennem en Selvinduktionspole blev forbundet med den anden Side af Gnistrummet (Fig. 160). Med en Cylinderhøjde af 1,25 m og en Diameter af ca. 1 m opnaaedes Forbindelse paa indtil 50 km Afstand. Zinkcylinderens Højde over Jorden var ca. 7 m. Denne Anordning har været anvendt ved transportable Stationer.

Imidlertid skete en stor Forandring i hele Systemet væsentlig paa Grundlag af *Braun's* Forsøg med og Teori om Resonans og lukkede Svingningskredse. I Fig. 161,1—2 er vist et Strømskema efter det omændrede System. Som Luftnet benyttedes een eller flere parallelle Traade, ophængte lodret eller næsten lodret (ved Skibsstationer udspændte mellem Masterne og med nedløbende Traade). Forneden anbragtes en variabel Selvin-

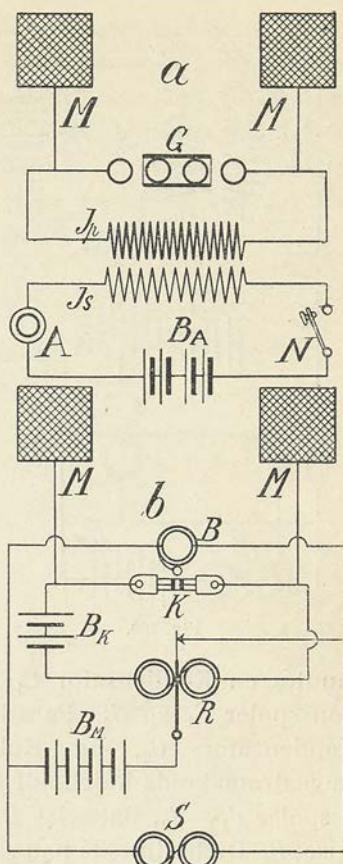


Fig. 158.

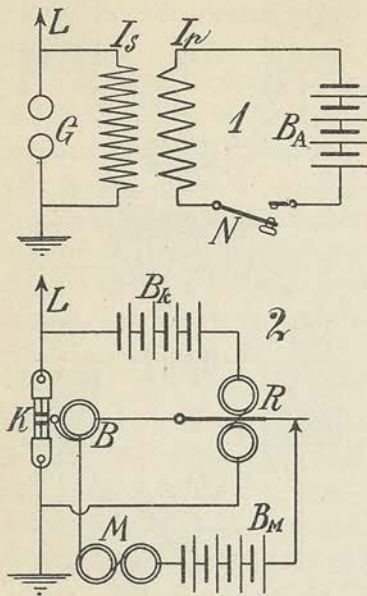


Fig. 159.

fandtes en Kondensator C_1 ; endvidere to variable Selvinduktionsspoler S_1 og S_2 . Parallelt til Kohærerens Jævnstrømskreds indeholdt to Dæmpespoler d_1 — d_2 , Batteriet B_K og Relaiset R . Dette sluttede paa sædvanlig Maade en Lokalstrømskreds til Morse-skriver og Banker.

Som Detektor benyttedes den i § 37, Side 125, omtalte Vakuump-Kohærer, og den i § 37, Side 132, beskrevne magnetiske Detektor i Forbindelse med Telefon.

Ved meget store Stationer (f. Eks. Poldhu) anvendes en noget afvigende Forbindelse ved Afsenderen. I Fig. 162 er vist et Strømskema. W er en Vekselstrømsmaskine (2000 V · 25 A),

duktionsspole S , og gennem den sekundære Vikling T_S af en Transformator var Luftnettet forbundet med *Jord*. Frembringerkredsen dannedes af den primære Vikling T_p , Kondensatoren C og Gnistrummet G . Parallelt til dette var anbragt Induktoren I .

Ved Hjælp af en Omskifter kunde det samme Luftnet anvendes til Afsender og Modtager. I Modtageren benyttedes en Afstemningsspole S og en Transformator T , parallelt forbundet med en mindre Kondensator C . I Kohærerens Svingningskreds var den sekundære Spole delt i to Afsnit, og imellem disse

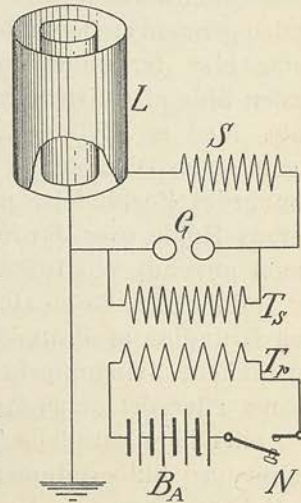


Fig. 160.

hvis Spænding ved en Transformator bringes op til 20 000 Volt (efter andre Opgivelser til 60—100 000 Volt). Denne Spænding forøges yderligere ved Anvendelse af to Svingningskredse med hver sin Kondensator $C-C_1$ og Gnistrum $G-G_1$. Den anden Svingningskreds er ved T_2 inductivt forbundet med Luftenettet. Dette har Form som beskrevet i § 28, Side 97 og er udspændt mellem 60 m høje Taarne.

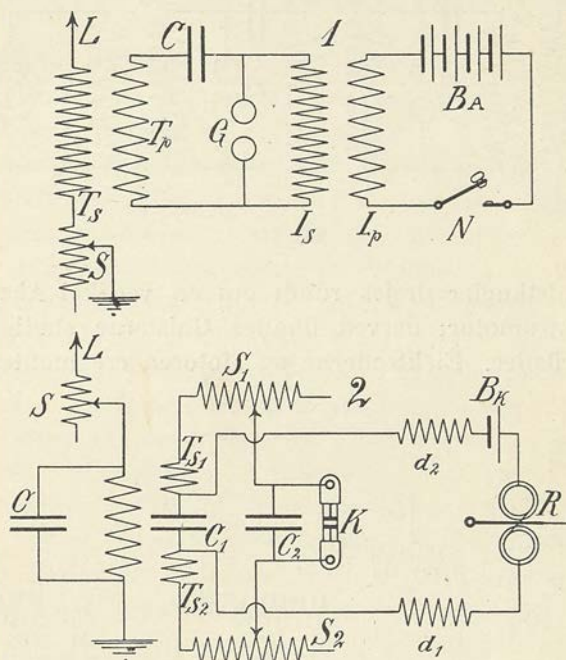


Fig. 161.

Den Transformator, der overfører Svingningerne fra Frembringerkredsen til Luftenettet, er af *d'Arsonval's* Konstruktion. Den bestaar af en kvadratisk, paraffineret Træklods med Side-længden 30 cm, hvormed er viklet nogle faa tykke Primærvindinger. Sekundærspolen befinder sig over Primærviklingen og er foroven forbundet med den variable Selvinduktion, forneden er den forbundet med *Jord*. Hele Transformatoren befinder sig i et Petroleumsbad.

Kondensatorerne i Frembringerkredsen have en Kapacitet paa 1 Mf og bestaa hver af 20 Elementer; hvert Element er dannet af 20 Plader (*Franklin'ske Tavler*), der paa begge Sider ere belagte med Staniol (900 cm²). Hvert Element staar i ud-køgt Linolie.

Gnistrummet er af *Fleming* givet en særlig Konstruktion.

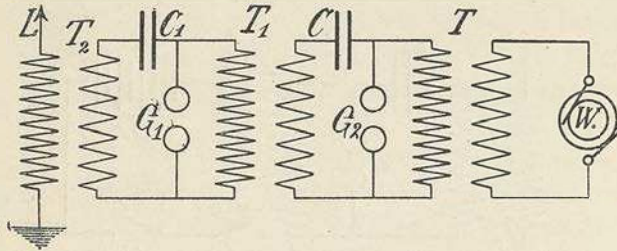


Fig. 162.

Begge Gnistkugler drejes rundt om en vertikal Aksel af en lille Elektromotor; derved dannes Gnisterne stadig mellem nye Overflader. Elektroderne og Motoren ere monterede paa

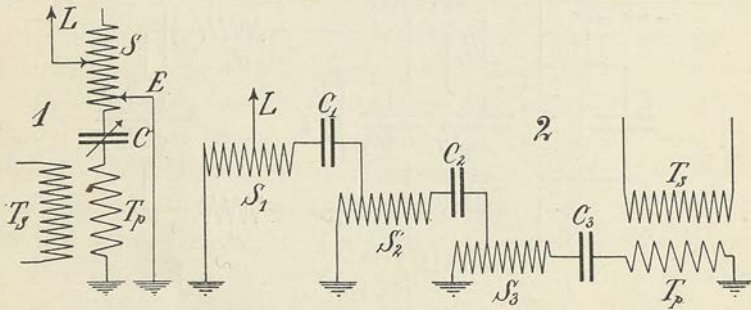


Fig. 163.

smaa Slæder, saa at Gnistlængden let kan forandres. Hele Gnistrummet er indelukket og sættes under Tryk, hvorved Ladespændingen kan forøges. (Iøvrigt *Fessenden's Patent*).

Ved den nyeste Modtageranordning søger *Marconi* dels at opnaa en nøjagtig Afstemning, dels at hindre de atmosfæriske Forstyrrelser. Fig. 163,1 viser Forbindelsen. Luftnettet *L* med Afstemningsspolen *S*, Kondensatoren *C* og Primærspolen *Tp*

er forbundet med *Jord*. Den sekundære Spole T_s fører til Detektoren. Ved Afstemningen borttages Traaden E . Naar Svingningskredsene ere afstemte til den ønskede Bølgelængde, forbindes E atter, og Tilknytningspunktet forandres, indtil man faar de bedste Tegn, $\circ$: E er da anbragt i et Knudepunkt. Træffes Luftnettet af Svingninger med andre Bølgelængder eller af atmosfæriske Paavirkninger, afledes disse direkte til *Jord* gennem E , der for disse Svingninger ikke er noget Knudepunkt.

Denne Forbindelsesmaade kan yderligere udformes som Fig. 163,₂ viser. Det skulde da være muligt helt at udelukke fremmede og atmosfæriske Forstyrrelser.

Naar Jordforbindelsen er anbragt nøjagtigt i Knudepunktet for den modtagne Bølge, vil man faa Maksimalvirkning paa Modtagetransformatoren. Paa Grund af Kontaktens Størrelse kan dette imidlertid ikke opnaaes i Praksis, og det undgaaes derfor ikke, at noget af Energien afledes, jo mere desto unøjagtigere Indstillingen er.

Til Modtagelsen benyttes en *Marconi-Kennedy* Transformator. Den bestaar i Almindelighed af et Glasrør (ca. 6 mm i Diam.), hvorpaa Primærspolen er opviklet i to ved Siden af hinanden liggende Dele, hver med 100 Vindinger (af isoleret Kobbertraad 0,37 mm i Diam.). Sekundærtraaden vikles i flere Lag, idet Viklingen begynder ved Midten og gaar udefter til hver Side med 500 Vindinger. Sekundærspolen dækker kun Halvdelen af Primærspolen (Traaddiameter ca. 0,185 mm). *Marconi* anvender ogsaa andre Konstruktioner efter samme Princip. Det angives f. Eks., at gode Resultater ere opnaaede med Transformatorer, hvor den primære Vikling bestod af 50 Vindinger af 0,7 mm tyk Traad, viklet omkring et 25 mm tykt Glasrør. Den sekundære Vikling bestaar af to Halvdele, forbundne i Midten til en Kondensator, og har 160 Vindinger i eet Lag (Traadtykkelse 0,05 mm).

I Aaret 1901 udførte *Marconi* en Del Forsøg med samtidig Afsendelse fra en Station med to Afsendeapparater og to Luftnet med forskellig Afstemning. Forsøgene lykkedes godt, hvilket derimod ikke var Tilfældet, da man prøvede at benytte samme Luftnet.

Bedre Resultater opnaaedes i Italien (1903). Man anvendte 3 Stationer. Afstanden mellem Nr. 1 og Nr. 2 var 150 km og mellem Nr. 1 og Nr. 3 300 km. Station Nr. 1 var forsynet med to Afsendere og to Modtagere med fælles Luftnet; Fig. 164, 1—2 viser Strømløbet.

Marconi angav (1904) at have havt Forbindelse mellem 5 forskelligt afstemte Stationer og en Station med 5 Afsendere,

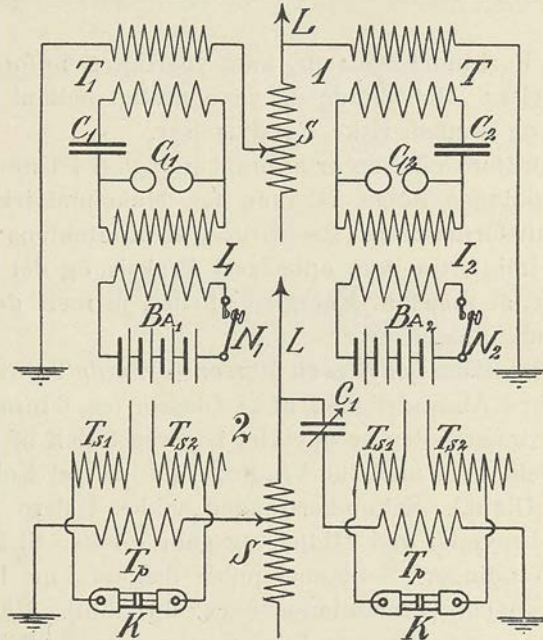


Fig. 164.

5 Modtagere og fælles Luftnet. Senere er der ikke fremkommet Oplysninger om en videre Udvikling af denne Metode.

Marconi's Forsøg med Retningstelegrafi er omtalt i § 33, Side 105.

Til Udnyttelsen af Marconi's Patenter dannedes et Selskab *The Marconi Wireless Telegraph Company, Lim., London*. Dette Firma udnytter ogsaa Fleming's Patenter. Selskabet bestræbte sig særligt for Organisationen og Etableringen af Radiotelegrafi mellem Kyststationer og Skibe samt mellem disse indbyrdes, og denne Gren af Selskabets Virksomhed over-

droges til et Søsterselskab *The Marconi International Marine Communication Company, Lim., London.*

Marconiselskabet gjorde endvidere Forsøg paa at radio-telegrafer fra England til Amerika. Der oprettedes to store Stationer, den ene ved *Poldhu* i England og den anden ved *Cape Cod* i New Foundland. I Aaret 1901 meddelte Selskabet, at man havde havt Forbindelse mellem Stationerne. Forsøgene fortsattes i 1902 og 1903, men det synes dog ikke at have været nogen paalidelig Forbindelse, thi videre Forsøg bleve stillede i Bero, og Stationerne benyttedes til Telegrafering ud til Skibe i Atlanterhavet. Den almindelige Rækkeevne fra disse Stationer og til Skibene (ikke omvendt) angives til over 3000 km. Nye Forsøg ere imidlertid genoptagne i 1907. To nye, kraftigere Stationer byggedes, nemlig ved *Clifden* (Irland) og ved *Glace Bay* (Nova Scotia). Stationernes Energi er ca. 350 Kwtt (3 faset Vekselstrøm, 2000 Volt), og der benyttedes en Bølgelængde af ca. 4 300 m (Vekseltal 140 000). I Slutningen af Aaret etableredes en Telegramudveksling mellem de to Stationer, og det viste sig bl. a., at Telegraferingen foregik lige saa godt om Dagen som om Natten, naar saa store Bølgelængder benyttedes. Til Afsendelsen anvendtes ca. 70 Kwtt. Selskabet opnaaede imidlertid ikke en saa paalidelig Forbindelse, at en regelmæssig Telegramudveksling kunde opretholdes, og Stationerne underkastes for Tiden nogle Forandringer, inden nye Forsøg genoptages.

Telefunken.

90. Dette System er fremkommet ved Forening (1903) af de to tyske Systemer *Slaby-Arco* og *Siemens-Braun*. Hovedtrækkene i disse oprindelige Systemer skal kortelig omtales.

a. *Slaby-Arco*. Efter at *Slaby* i 1897 havde overværet *Marconi's* Forsøg i England, foretog han samme Aar — i Forbindelse med sin daværende Assistent *Arco* — lignende Forsøg i Berlin, og af disse fremgik i 1898 Systemet *Slaby-Arco*.

Fig. 165 viser et Strømskema over Afsender og Modtager. Den øverste Ende af Lufttraaden var ikke isoleret, men forbundet gennem en Induktionsrulle *d* med *Jord*. For at for-

mindske Selvinduktionen i den egentlige Lufttraad og Jordforbindelsen anvendtes flere parallelle Traade. Parallelt til

Induktoren I 's sekundære Vikling (Fig. 165,1) var anbragt Kondensatoren C . Den opladedes af Induktoren og blev udladet gennem Gnistrummet G og Jordforbindelsen E_2 . Man opnaaede derved at faa en større Afladningsenergi.

Ved Modtageren var Relaiset — i Modsætning til Marconi's Forbindelse — anbragt i Række med Kohærereren.

I Aaret 1900 begyndte man at arbejde med afstemte Svingningskredse. Fig. 166,2 viser Strømskemaet over Afsenderen. Lufttraaden L forbindes over en foranderlig Selvinduktion S med Jord. Gnistrummets ene Pol var forbundet med Jord, medens den anden gennem en foranderlig Kapacitet C og Selvinduktionen S_1 knyttes til Lufttraaden.

Man benyttede i Afsenderen Hammerafbryder eller Kviksølv-Turbineafbryder.

For at opnaa den bedste Fjernvirkning blev Bølgelængden i Svingningskredsen afstemt til Lufttraadens Svingningstid.

Modtageanordningen var en lignende (Fig. 166,1). Der an-

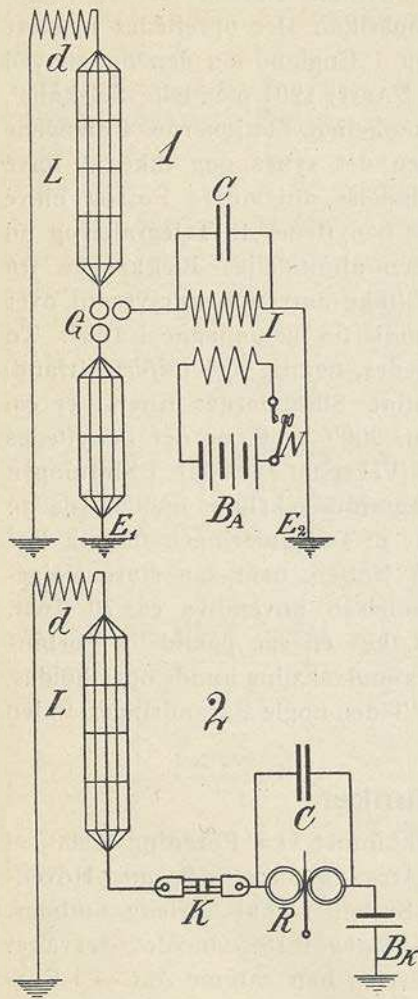


Fig. 165.

vendtes en Spole M , hvis Vikling i elektrisk Henseende svarede til Lufttraaden. Derved frembragtes en Spændingsbug, hvor Kohærerens anbragtes. Ved Hjælp af Spolen S og Kondensatoren C kunde Strømkredsen afstemmes efter Afsenderen.

Kohærerens var en Vakuüm-Glaskohærer i Lighed med *Marconi's* Kohærer.

Den ovennævnte Udførelse maa imidlertid ikke have været tilstrækkelig god, thi senere ændredes Strømskemaet for Afsenderens Vedkommende, som Fig. 166,₃ viser. Denne Forbindelse lignede fuldstændig den *Braun'ske* Svingningskreds med direkte Kobling, ligesom *Marconi's* Forbindelse lignede den *Braun'ske* Svingningskreds med indirekte Kobling. Der opstod derfor mellem de to tyske Selskaber en Patentstrid, som endte med deres Sammenslutning.

De til det danske Fyrvæsen leverede Stationer (1901-1902) vare udførte efter dette System.

b. Siemens-Braun. I Foraaret 1898 foretog *Braun* en Række Forsøg, ved hvilke der benyttedes en Frembringerkreds med Leydnerflasker. Svingningerne førtes ikke gennem Luften, men gennem Vand og Jord. Ved disse første Forsøg opnaaedes en Telegrafafstand af ca. 3 km gennem Vand og 1,5 km gennem Jord.

Braun gik imidlertid hurtigt over til at eksperimentere med Telegrafering gennem Luften, og paa Grundlag af Beregninger og Forsøg, udførte i Forbindelse med *Siemens & Halske*, dannedes Systemet *Siemens-Braun*.

Fig. 167 viser Strømskemaet til en Afsender og Modtager. Ved Hjælp af Induktoren I frembringes Svingninger i en

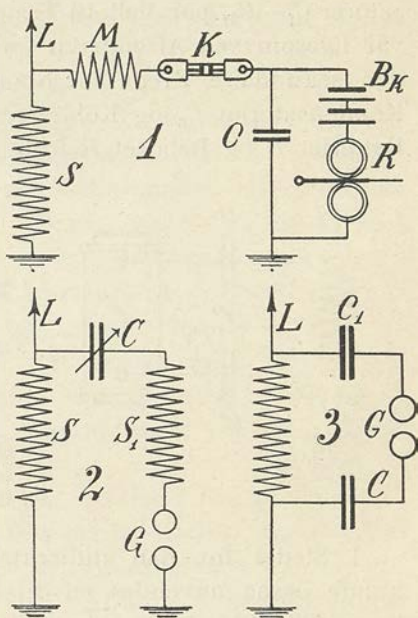


Fig. 166.

lukket Svingningskreds, bestaaende af Transformatorspolen T_p og Kondensatorerne C (Leydnerflasker). Den sekundære Vikling T_s er anbragt i Lufttraaden. Denne er ikke jordforbunden som ved de to foregaaende Systemer, men i Forbindelse med Modvægten C_L , der er af en saadan Størrelse, at de to Dele af Lufttraaden blive elektrisk lige store.

Ved Modtageren benyttedes to rækkeforbundne Kondensatorer C_1-C_2 , parallelt til Transformatoren T , og Lufttraaden var ligesom ved Afsenderen forsynet med en Modvægt C_L . I den sekundære Kreds var Spolen T_s anbragt i Række med Kondensatoren C_3 og Kohærerer K . Parallelt til denne blev Batteriet B og Relaiset R forbundet.

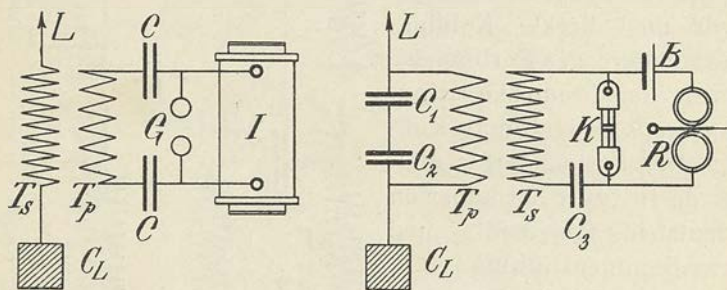


Fig. 167.

I Stedet for den indirekte Forbindelse af Lufttraaden kunde ogsaa anvendes en direkte Kobling. Princippet var i begge Tilfælde det samme: Produktet af Kapacitet og Selvinduktion i Svingningskredsene skulde nøjagtigt være det samme for at opnaa Resonans.

I Afsenderen benyttedes en *Wehnell's* Afbryder (§ 35,a, Side 117), og Leydnerflaskebatteriet dannedes af et System af mindre Flasker. Kohærerer var en Staalkohærer, som beskrevet i § 37,a, Side 126. Der anvendtes ogsaa et Høreapparat med *Koepsel's* Mikrofonkohærer (§ 37,a, Side 129).

Som tidligere berørt var Flaadens tre første Gnisttelegrafstationer indrettede efter dette System, og der etableredes nogle Stationer i Tyskland.

Trods Systemets videnskabelige Grundlag vare de praktiske

Resultater ikke særlig gode, og dette var vel nok en bestemmende Aarsag til Sammenslutningen med Systemet *Slaby-Arco*.

Det ved Sammenslutningen dannede Selskab antog Navnet *Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, System Telefunken*. Da Systemet i sin nuværende Skikkelse er udførligt beskrevet under Afsnit III, skal her kun gives en Beskrivelse af Selskabets store Telegrafstation ved den lille By *Nauen*, ca. 40 km nordvest for Berlin.

Stationen er bygget i Aaret 1906.

Luftnettet bæres af et 100 m højt Gittertaarn af Jern, trekantet i Tværsnit og med en Sidebredde af ca. 4 m. Forneden løbe de tre Sider sammen og ere forbundne til en Halvkugle af Staal, ca. 0,5 m i Diameter. Denne Halvkugle og dermed hele Taarnets Vægt hviler i et Leje, der er fastspændt — med Mellemlæg af Glimmer — til en Marmorblok, anbragt i et stort Betonfundament. Taarnet er paa denne Maade isoleret fra Jord. Det forstøttes af 3 Stag (af Jernstænger), fastgjorte i 75 m Højde og isolerede i Olie. Deres Længde er 200 m, og de ere forneden isoleret (med Træ) anbragte i 3 svære Murstensfundamenter.

Luftnettet er et Paraplynet og er vist i Fig. 58, Side 97. Det dækker en Flade paa 60 000 m² og har en Kapacitet af ca. 20 000 cm. Nettet er foroven delt i 6 Afdelinger à 9 Traade, og de ligeoverfor hinanden værende Afdelinger ere forbundne over Ruller foroven paa Taarnet, saaledes at Nettet ikke kan udsættes for ensidige Kraftpaavirkninger. De 6·9 Traade dele sig længere nede til 162 Traade. Nettet udspændes isoleret med Porcellænsruller, til U-Jern, nedgravede i Jorden. Fra Toppen af Masten fører 6·9 Traade parallelt ned langs Taarnet og ikke isoleret fra dette, saaledes at Taarnet indgaar i Svingningskredsen.

Jordnettet, der indtager et Areal af 126 000 m², har 324 galvaniserede Jerntraade, der ere straaaleformet nedpløjede i i ca. 0,25 m Dybde. Ved Stationshuset forene de sig og føres samlede ind i Højspændingsrummet.

En 25 Kwtt enfaset Vekselstrøms Generator (50 Perioder)

leverer Strøm gennem 4 Dæmpespoler til 4 rækkeforbundne Transformatorer.

I Frembringerkredsen findes 360 store Leydnerflasker (à 10 000 cm), der ere ordnede i 3 Rækker med hver 120 parallelforbundne Flasker. Den samlede Kapacitet er ca. 400 000 cm.

Frembringerspolen dannes af et spiralopviklet, forsølvet Kobberør (ca. 40 mm i Diam) og har to forskydelige Kontakter til Variation af Bølgelængde og Koblingsgrad.

Gnistrummet dannes af ringformede Zinkelektroder (ca. 0,5 m i Diam). Den største Gnistlængde er ca. 30 mm.

Strømstyrkens største Værdi i Frembringerkredsen er beregnet til ca. 400 000 Amp ved en Koblingsgrad af ca. 4 %.

Modtageapparaterne, der ere samlede i et særligt, fra Højspændingsapparaterne adskilt Rum, ere ligesom de i Fig. 111, Side 167 beskrevne. Afsendernøglen slutter dog ikke Strømmen direkte til Induktoren, men til et Relais, der kortslutter den primære Induktorvikling og samtidigt de primære Dæmpespoler. Omskiftningen fra Afsendelse til Modtagelse (og omvendt) sker

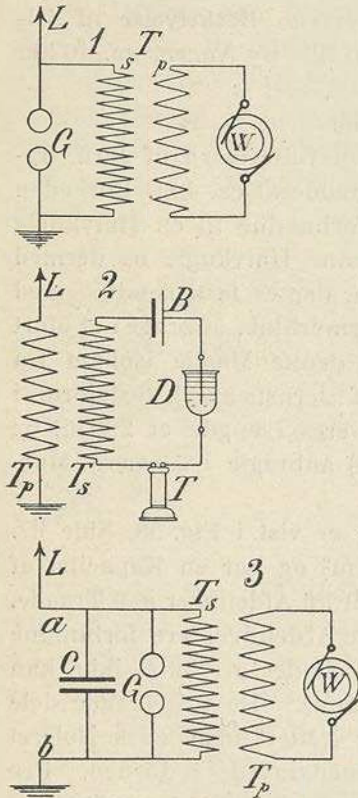


Fig. 168.

ved et Haandtag, som gennem et isoleret Snoretræk er i Forbindelse med en Omskifter i Højspændingsrummet. Den almindelige Bølgelængde er over 2000 m.

Ved Forsøg, afholdte med Telegrafering til Skibe (1906), har man i disse modtaget med Skriveapparat ud til en Afstand af ca 1800 km, med Høreapparat ud til ca. 2800 km.

Stationen er i 1907 underkastet enkelte Forbedringer, og det angives, at ved en Prøve med et Skib paa Vej til Amerika har man om Bord i Skibet modtaget ud til ca. 5000 km Afstand fra *Nauen*.

Af andre større *Telefunken*-Stationer med ca. 2000 km Rækkeevne findes Stationer ved *Norddeich* (ved den hollandske Grænse), ved *St. Petersborg* og ved *Vladivostok*.

De Forest.

91. Det af *Lee de Forest* dannede System anvendes af Selskabet *American de Forest Wireless Telegraph Company*. Det opviser ingen særlige Afvigelser fra de foran omtalte Systemer. Der benyttes en elektrolytisk Detektor og Telefon. Morseskriveapparat anvendes ikke.

Det oprindelige System var ikke indrettet paa afstemt Telegrafi. Afsenderen (Fig. 168,₁) bestod af en Vekselstrømsmaskine *W* med meget stort Periodetal. Den leverede Strøm til en Transformator *T*, hvis sekundære Vikling indeholdt Gnistrummet *G*, hvortil Luftnettet og Jordforbindelsen var knyttet.

Modtageren (Fig. 168,₂) bestod af den jordforbundne Lufttraad *L*, hvori var anbragt den primære Vikling *T_p* af en Transformator, hvis sekundære Vikling *T_s* var i Forbindelse med Batteriet *B*, den elektrolytiske Detektor *D* og Telefonen *T*.

Afsenderen havde altsaa en simpel *Marconi*-Forbindelse og Modtageren den *Braun'ske* Anordning med indirekte Kobling.

Ved større Stationer anvender *de Forest* en Forbindelse som vist i Fig. 168,₃. *W* er en Vekselstrømsmaskine, *T* en Transformator, hvis Sekundærvikling — i Forbindelse med Gnistrummet og den parallelforbundne Kondensator *C* — danner den egentlige Frembringerkreds. Fra denne føres to parallelle Traade *C—a* og *C—b*, hvis Længde skal være lig den halve Bølgelængde. Ved Traadenes Endepunkter *a* og *b* anbringes Luftnettet og Jordforbindelsen. Da det ofte er ubekvem (f. Eks. i Skibe) at anbringe de to lange, parallelle Traade, kunne de erstattes med et i Spoleform opviklet Ka-

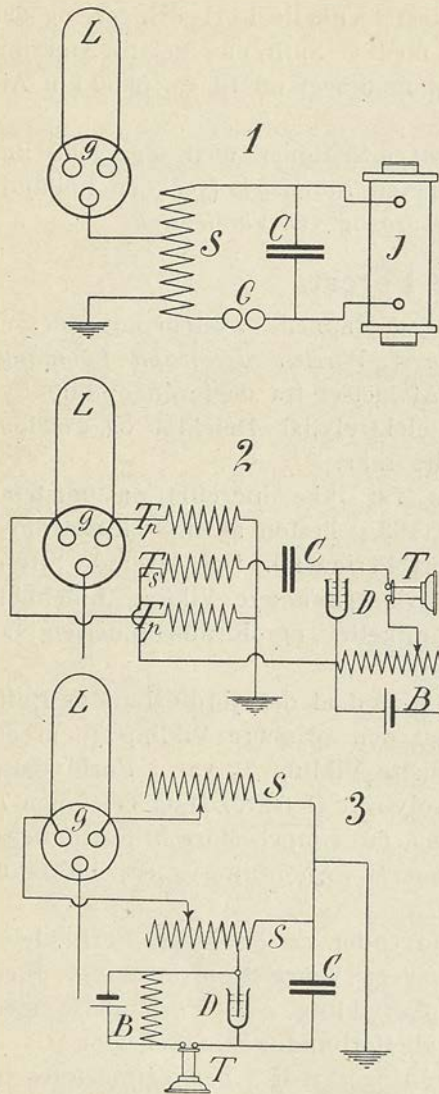


Fig. 169.

bel, der indeholder to ved Siden af hinanden liggende isolerede Traade.

Spændingen mellem Gnisteledroderne angives til ca. 25 000 Volt.

Ved mindre Stationer anvendes ved Afsenderen en Forbindelse som Fig. 169,1. Der benyttes et Sløjfenet med to smaa Gnistrum *g*.

Modtageren benyttes enten med induktiv Kobling (Fig. 169,2) eller med direkte Kobling (Fig. 169,3).

Svingningskredsen afstemmes ikke til den Bølgelængde, der udsendes fra Afsenderen, men der frembringes staaende Bølger i en lukket Kreds, der paa et Sted er forbundet med Jord, og som har en Bølgelængde, der er et eller andet Multiplum af den Bølgelængde, der skal modtages. Ved at forandre Induktionen og Kapaciteten kan man forandre Strømbugens Beliggenhed saaledes, at den

netop fremkommer, hvor Detektoren er anbragt.

Luftnettet, hvis almindelige Højde ved Landstationer er ca. 60 m, bestaar hyppigst af 5 parallelle Traade i ca. 3 m's

indbyrdes Afstand; de ere metallisk forbundne foroven. De fire Traade ere forneden i Forbindelse med hverandre og forbundne med en lille Metalkugle i det todelte Blokerings-gnistrum. Den femte Traad er forbundet med en anden Metalkugle i Gnistrummet. En tredie Gniskugle er i Forbindelse med Afsenderen. Ved Afsendelse springe Gnister

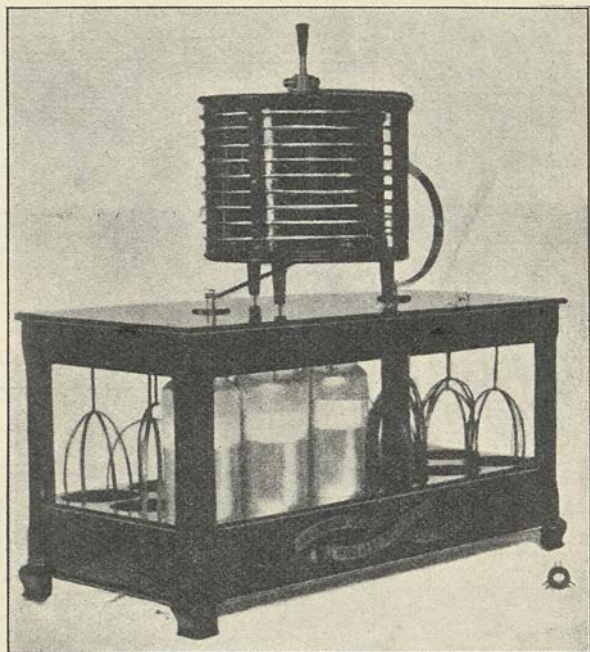


Fig. 170.

over begge Gnistrum, saa at de fem Traade ere parallelforbundne. Ved Modtagelse er den femte Traad derimod forbundet i Række med de andre Traade.

Fig. 170 viser en Frembringerkreds og Fig. 171 et Strømløbsskema til en Skibsstation. Saadanne Stationer findes bl. a. i nogle af *Det forenede Dampskibs-Selskab's* og *Det østasiatiske Kompagni's* Skibe.*

Ved *de Forest's* System tilstræbes ingen fuldkommen Afstemning, og der anvendes en meget stor Energi. Systemet

* Det er Hensigten at erstatte disse Stationer med andre efter *Poulsen's* System.

maa dog henregnes til de afstemte Systemer, da Telefonen kræver en ret nøjagtig Indstilling for at kunne virke.

Som berørt i § 33 eksperimenterer de Forest ogsaa med Retningstelegrafi, uden at noget praktisk Resultat dog vides at være opnaaet.

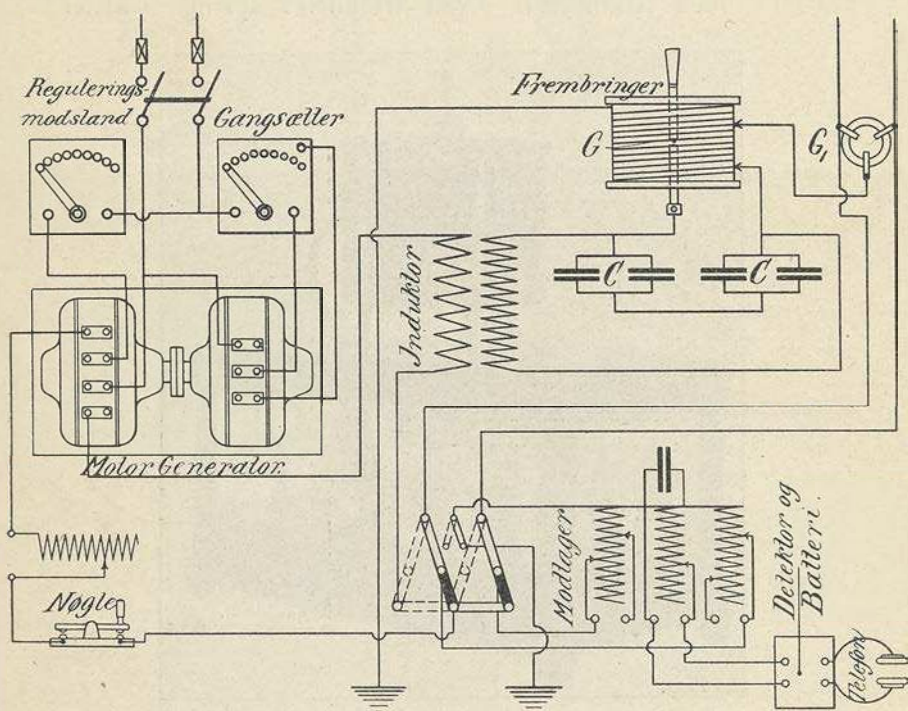


Fig. 171.

Fessenden.

Fessenden's Patenter udnyttes af Selskabet National Electric Signalling Co., og Systemet fremgaar af Fig. 172,₁—2. Jordforbindelsen er anbragt mellem Gnistrummet og Kapaciteten. Dette giver Luftnettet Forbindelse med Jord gennem Kondensatoren eller Gnistrummet, medens de fleste andre Systemer benytte en direkte Forbindelse med Jord og en Forbindelse gennem Kondensator og Gnistrum.

Fessenden's 2 Kwtt's Skibsstationer ere forsynede med

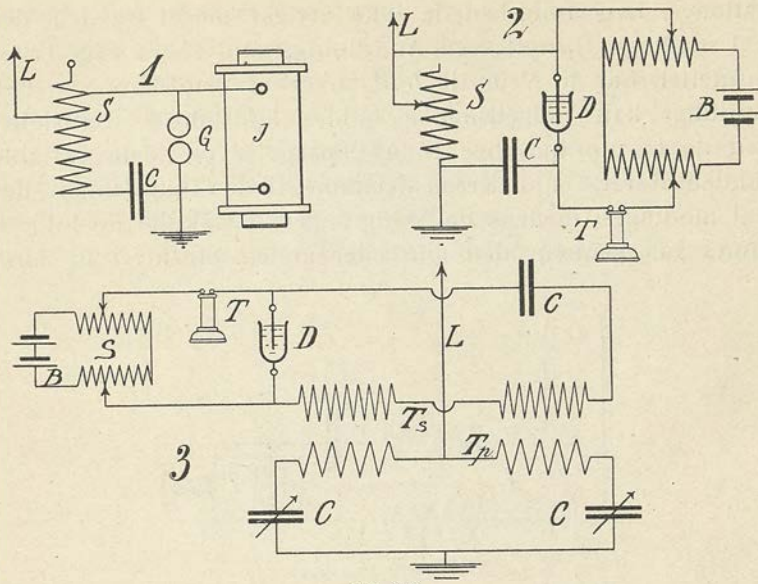


Fig. 172.

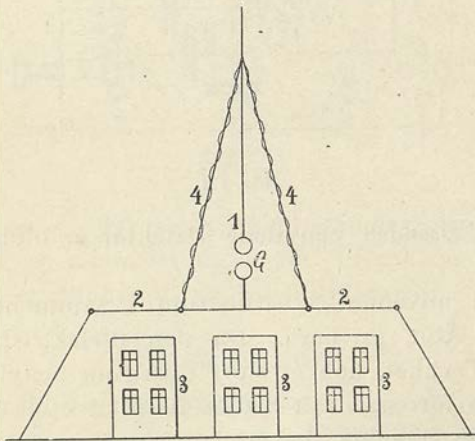


Fig. 173.

Kondensatorer, dannede af Staniol og Glas eller Glimmer i Paraffin eller sammentrykket Luft.

Modtageren har fast Kondensator og variabel Selvinduktion. Hvis det ønskes at forhindre Forstyrrelser fra andre

Stationer, hvis Bølgelængde ikke afviger meget fra den, der skal modtages, benyttes en Anordning, som vist i Fig. 172,3. Luftnettet har to Veje til *Jord*; hver af dem kan varieres. Samtidigt kan Bølgelængden holdes konstant i Kredsløbet med de to uforanderlige Induktionsspoler og de to variable Kondensatorer. Denne Kreds afstemmes til den Bølgelængde, der skal modtages, medens de Svingninger, der skulle udelukkes, kunne gaa gennem den ene eller anden Strømvej til *Jord*.

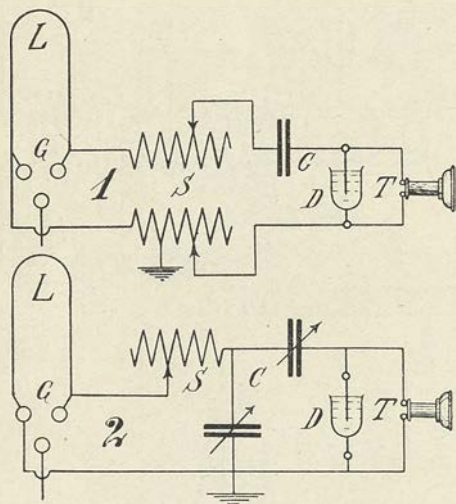


Fig. 174.

Den af *Fessenden* benyttede Detektor er omtalt i § 37,d, Side 133.

Fessenden anvender et Gnistrum i sammentrykket Luft eller Gas (5 Atm. pr. cm^2). Da den dielektriske Modstand stiger med Trykket, kan et stort Gnistrum benyttes, uden at Dæmpningen forøges. Det bedste Resultat opnaaes, naar den ene Elektrode er spids, den anden formet som en stor Plade. Ved at benytte denne Anordning opnaaedes ved en Mastehøjde af 7,5 m en Telegrafafstand paa 180 km.

Fessenden angiver, at det er af stor Betydning, at den Overflade, langs hvilken Bølgerne skulle bevæge sig, er en god Leder, navnlig i Nærheden af Stationen. Denne godt-

ledende Del af Overfladen skal have en Længde af mindst $\lambda/4$, regnet fra Gnistrummet i Telegrafretningen. Fig. 173 viser en saadan Anordning. Luftnettet 1 er gennem Gnistrummet G forbundet med Jordforbindelsen 2, der føres over Huse el. lign. 3. Spolen 4 med et andet Svingningstal end Lufttraaden 1 skal i Forbindelse med Jordledningerne forhindre Forstyrrelse fra andre Stationer.

Som en Slags midlertidigt Luftnet har *Fessenden* (om Bord

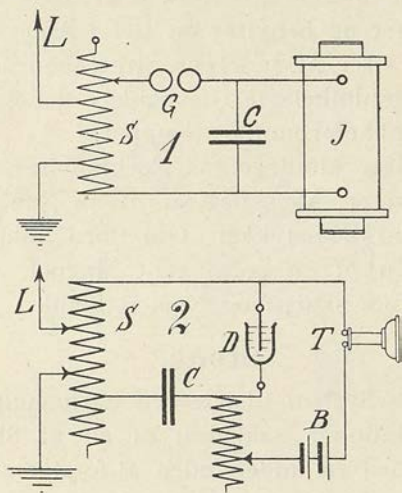


Fig. 175.

i Skibe og paa Forter) benyttet en Vandstraale, hvis Højde var ca. 50 m og Diameter ca. 5 cm. Frembringerspolen maa i dette Tilfælde dannes af en Rørspiral, hvorigennem Vandet pumpes.

Shoemaker.

93. Dette System er kun en Gentagelse af de almindeligt kendte Systemer. Der anvendes forskellige mindre Forbedringer, og Systemet har vundet en Del Udbredelse i Amerika.

Afsenderen har samme Forbindelse, som benyttes af *de Forest* (Fig. 169,1). Der benyttes Leydnerflasker, som ere aabne i begge Ender, hvorved en god Ventilation fremskaffes.

Fig. 174,₁₋₂ viser Modtageanordninger, der ere lignende de af *de Forest* anvendte. Der benyttes en elektrolytisk Detektor, som selv er i Besiddelse af en EMK (0,7 V), idet Elektroderne dannes af Platin og Zink i en 20 % Svovlsyreopløsning. Der behøves derfor intet Batteri.

Luftnettet er et Sløjfenet med todelt Gnistrum.

Massie.

94. Ligesom *Shoemaker's System* er dette en Efterligning af andre Systemer og benyttes en Del i Amerika.

Figur 175,₁ viser Afsenderens Strømskema. Kondensatoren dannes af staniolbelagte Glasplader, der kunne samles i parallel- eller rækkeforbundne Grupper.

Fig. 175,₂ viser Modtagerens Forbindelser. Der benyttes en Mikrofonkohærer, som bestaar af en Naal, anbragt i let Berøring mellem to Kulstykker. Om Bord holdes Naalen paa Plads ved Hjælp af en permanent Magnet. Kulstykkernes Kanter skulle være skarpe og Naalen blank.

Stone.

95. Ved dette System tilsigtes en uafhængig Telegrafering mellem flere Stationer saaledes, at en af Stationerne kan korrespondere med en anden uden at forstyrre de øvrige eller blive forstyrret af disse. Der anvendes kun harmoniske Bølger med bestemt Vekseltal.

Selv om en Svingningskreds med Selvinduktion og Kapacitet har en bestemt Egensvingning, findes dog altid elektro-

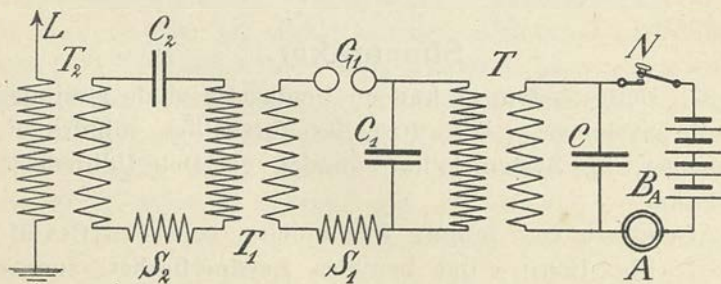


Fig. 176.

motoriske Kræfter med andre Vekseltal, som virke paa Svingningskredsen. Ere to Svingningskredse induktivt sammenkoblede, forandres Egensvingningen; Ændringen er dog ubetydelig, naar de to Kredses Selvinduktion er meget stor i Forhold til den gensidige Induktion.

De elektromotoriske Kræfter med andre Vekseltal tabe derfor i Styrke ved at overføres til en anden Svingningskreds,

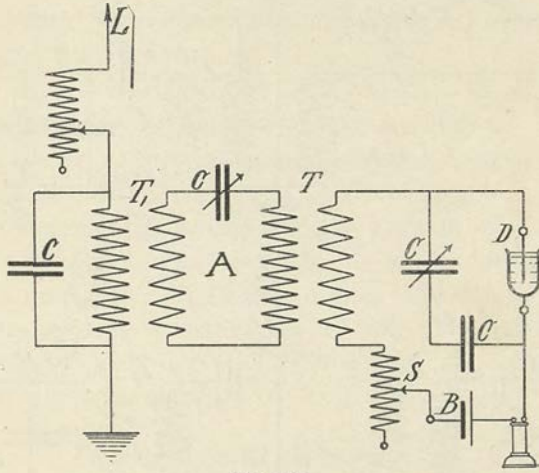


Fig. 177.

og ved at anvende flere Kredse ville Svingningerne saa at sige filtreres, hvorved man til Slut har en fuldstændig ren Svingning.

Fig. 176 giver et Strømskema over Afsenderen. Fra Strømkilden B_A sendes Strøm gennem Nøglen N og den automatiske Afbryder A til Transformatoren T med Parallelkondensatoren C . Sekundærkredsen har Gnistrummet G_1 , Kondensatoren C_1 , Selvinduktionsspolen S_1 og Transformatoren T_1 . De ved Gnistudladningerne frembragte Svingninger inducere lignende Svingninger i en tredje Kreds med Kondensator C_2 , Selvinduktionsspole S_2 og Transformator T_2 , hvis sekundære Vikling er forbundet med Lufttraaden og med Jord.

En saadan tredje Kreds har i Praksis vist sig at være tilstrækkelig til at frembringe rene Svingninger.

Modtagerens Strømskema er vist i Fig. 177. Der findes en variabel Kondensator i Parallel til Lufttraadens Transformator.

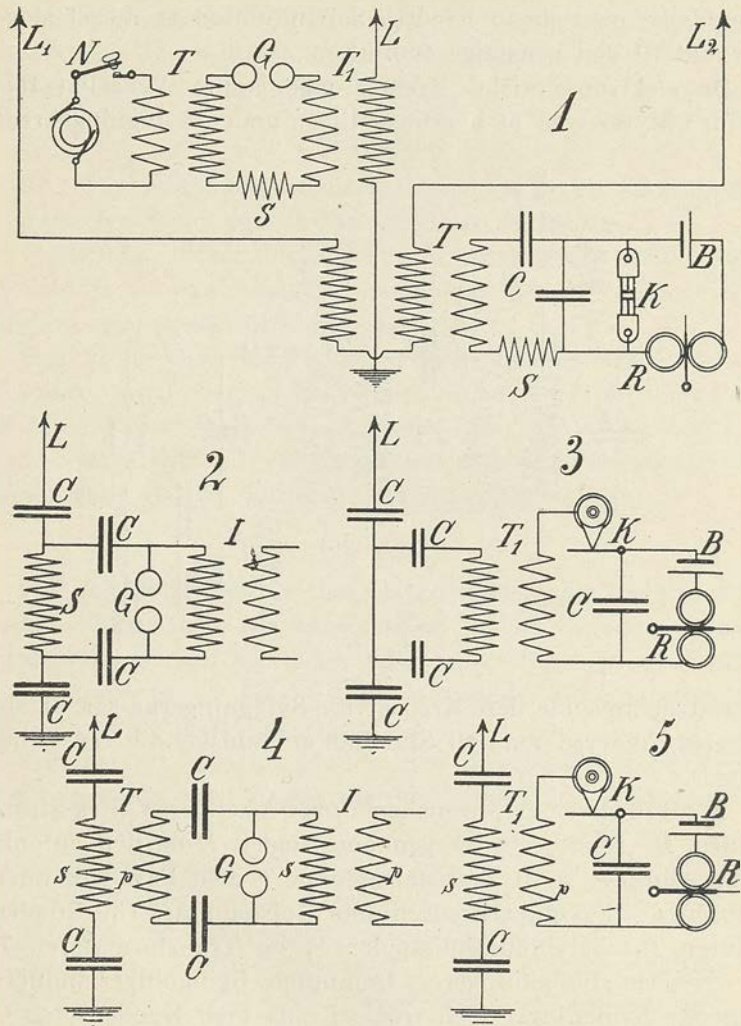


Fig. 178.

matorspole. Der benyttes en elektrolytisk Detektor af lignende Konstruktion som de tidligere beskrevne. Ønskes

ingen skarp Afstemning, kan Detektoren ved en særlig Anordning indsættes i Kredsen A.

Til Forstærkelse af Udstraalingsevnen fra Luftnettet benyttes et Jordnet, ordnet som et Edderkopspind, omkring Luftnettet og forbundet med dette. Nettet skal have en Radius, som svarer til $\lambda/4$. (Lignende *Fessenden's Patenter*).

For at undgaa de høje Luftnet har man forsøgt at benytte en stor, cirkelformet Metalplade, anbragt parallelt med Jordoverfladen. Diametren maa være stor i Forhold til Pladens Afstand fra Jorden.

Blandt nyere Forbedringer kan nævnes et Forsøg paa samtidig Afsendelse og Modtagelse fra en Station. Fig. 178,₁ viser Strømløbet. Den midterste Lufttraad L benyttes til Afsendelse, de to andre, L_1 og L_2 , til Modtagelse. Under Afsendelse induceres Svingninger i L_1 og L_2 , som ere fuldstændig ens i Fase og Amplitude, men da de ere modsatrettede, er deres Virkning paa Modtageapparatet lig Nul. Modtagnettene kunne derved paavirkedes af alle Svingninger (med samme Bølgelængde), der træffe Stationen, dog undtagne de, der befinde sig i Planet $L_1 - L - L_2$.

Lodge-Muirhead.

96. *Lodge og Muirhead (The Lodge-Muirhead Wireless and General Telegraphy Syndicate, Lim.)* anvender et afstemt System, der udsender forholdsvis svagt dæmpede Svingninger med høj Spænding og skarpt begrænsede Svingningstal.

I Fig. 178,₂₋₅ er vist to forskellige Strømskemaer over Afsenderen og Modtageren. I Luftnettet er indsat to Kondensatorer C , og Nettet har Jordforbindelse. For at forbedre Udstraalingsevnen anvendes forneden to store, kegleformede Metalplader udenom Lufttraaden.

I Modtageren benyttes den i § 37, Side 38, omtalte *Skivekohærer* (K i Fig. 178,₃ og 5).

Ved de nyere Stationer benyttes ingen Jordforbindelse, men derimod elektrisk Modvægt, og Luftnettet er formet som en stor, vandret Netflade.

Fig. 179,₁ viser et Strømskema over Afsenderens og Mod-

tagerens Forbindelser. Der benyttes et flerdelt Gnistrum. Ved andre Stationer anvendes et Gnistrum lignende *Fleming's* Konstruktion, σ : med roterende Elektroder og under Tryk.

I Modtageren anvendes en Skivekohærer *K*. I Stedet for Relais og Morseskriver benyttes en saakaldet *Sifon-* eller *Hævertskriver M*. Kohærerstrømmen sendes gennem Vindingerne paa en Traadramme, som er ophængt i et permanent magnetisk Felt. Strømmen forårsager, at Rammen drejes

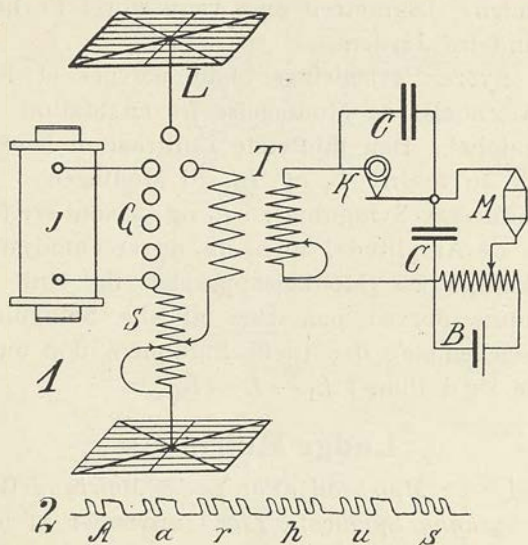


Fig. 179.

lidt ud fra sin Hvilestilling. Denne Bevægelse overføres fra Rammen gennem to Silketraade til en lille Glashævert, hvis ene Ende dypper ned i en Anilinopløsning, medens den anden Spids rører ved Papirstrimlen. Er Kohærerens uledende, fremkommer paa Strimlen en uafbrudt Streg. En lille Bevægelse af Rammen overføres til Hævertspidsen, hvorved der fremkommer en Skrift, som vist i Fig. 179,2.

Til at regulere Spændingen ved Kohærerens benyttes et Potentiometer (0,03—0,05 Volt).

Efter *Lodge-Muirhead's System* er udført enkelte større Stationer og nogle transportable Stationer til Militærbrug.

Maskelyne.

97. Ved dette System anvendes Sløjfenet til at udstraale og opfange de elektriske Svingninger. Fig. 180,₁₋₂ fremstiller Afsenderens og Modtagerens Strømskemaer.

Som Detektor benyttes en Kohærer (kaldet *Konjunktur*), som beskrevet Side 128. Ved Hjælp af en Banker gøres Kontakterne uledende efter Bestraalingen.

King.

98. Til Opladning af Frembringerkredsens Kondensatorer benyttes ved *James Foster-King's* System hverken Veksel-

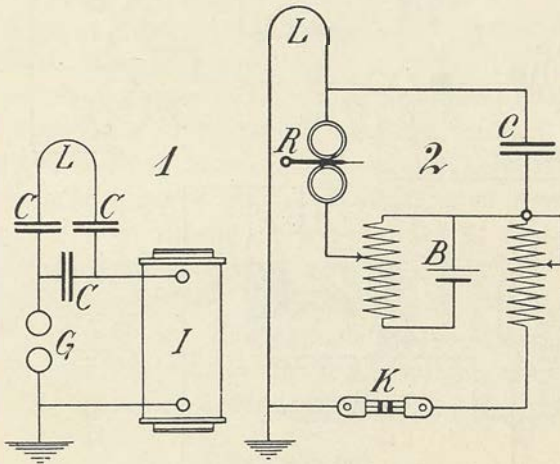


Fig. 180.

strøm eller Induktor, men derimod Jævnstrøm af meget høj Spænding, som direkte tilføres Kondensatorerne. Udladningen er nemlig altid svingende, uanset Strømkildens Art.

Fig. 181,₁ viser et Strømskema over Afsenderen. *D* er en Jævnstrømsmaskine, som er forbundet med Selvinduktions-spolerne S_1-S_2 , der atter staa i Forbindelse med Gnistelek-troden *a* og med Vægtstangen *V* med sin Gnistelektrode *C*. Ved at paavirke Nøglen *N* tiltrækkes Magneten *M's* Anker, og Strøm sluttet til Magneten *O* saaledes, at Vægtstangen *V* (Ankeret) og Gnistelektroden *C* bevæges til venstre mod den

trede Gnistelektrode *b*. I Hvilestilling er Maskinen kortsluttet, og Spændingen mellem *a* og *b* er Nul, men idet *V* hurtig bevæges til venstre, stiger Spændingen mellem *c* og *a* meget betydeligt, navnlig paa Grund af Selvinduktionsspolerne S_1 — S_2 . Gnistrummet er forbundet med en lukket Svingningskreds, hvortil den jordforbundne Lufttraad *L* er direkte koblet.

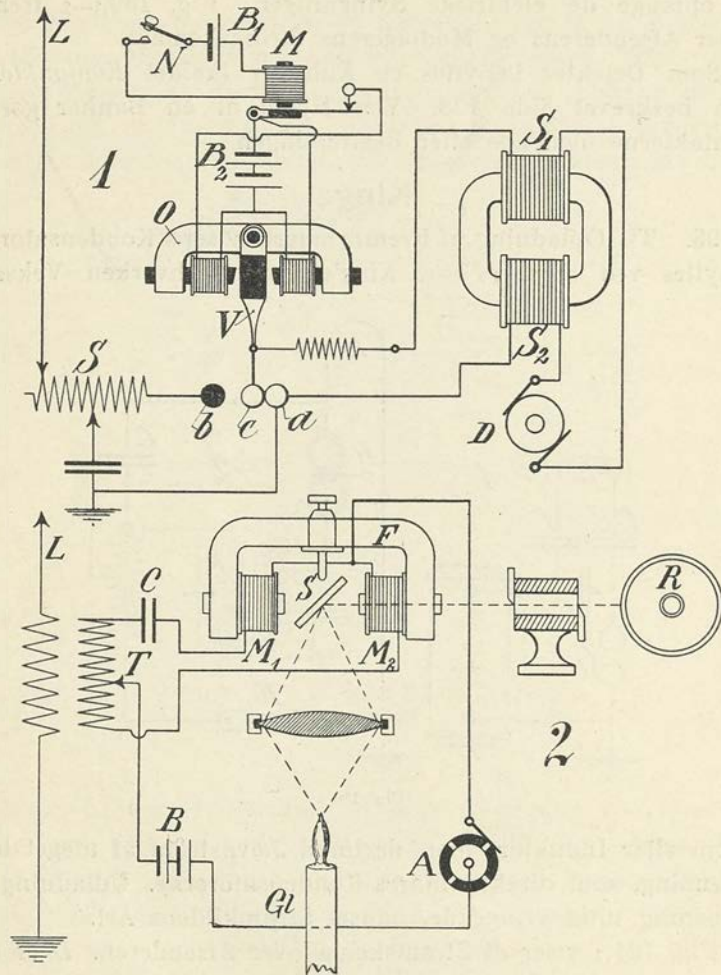


Fig. 181.

tigt bevæges til venstre, stiger Spændingen mellem *c* og *a* meget betydeligt, navnlig paa Grund af Selvinduktionsspolerne S_1 — S_2 . Gnistrummet er forbundet med en lukket Svingningskreds, hvortil den jordforbundne Lufttraad *L* er direkte koblet.

Ved Hjælp af den variable Selvinduktion S kan Bølgelængden varieres indenfor visse Grænser.

Ved Modtageren benyttes hverken Skrive- eller Høreapparat, men derimod en Lysstraales Indvirkning paa fotografisk Papir.

Detektoren, der benævnes *Differentiatoren*, bestaar af en med Spejl forsynet lille Magnetnaal, der er ophængt i en tynd Fosforbronceetraad mellem Polerne af en polariseret Magnet. Forbindelsen er vist i Fig. 181,₂. Lufttraaden L er induktivt forbundet med Detektorens Strømkreds. Fra Batteriet B og den roterende Afbryder A udgaar to parallelle Strømkredse, nemlig $T - C - M_1 - F$ og $T - M_2 - F$. Ved Hjælp af Afbryderen A skal i Punkterne T og F periodisk tilføres en EMK, der dog maa være mindre end den EMK, som opstaar, naar Svingninger induceres i Strømkredsen. Ved en passende Indstilling af Punktet T og Kapaciteten C vil Faseforskydningen mellem Strømmene være 90° , saaledes at deres Virkning paa M_1 ophæve hinanden. Ligevægten forstyrres da, og Naalen S gør et Udslag. Fra Lyskilden Gl kastes et Lyspunkt gennem en Linse hen paa Spejlet S , hvorfra det kastes hen paa Rullen R med det fotografiske Papir. Rullen trækkes rundt af et Uhrværk. Naar Magnetnaalen drejes, bevæges Lyspunktet paa Papiret, og der fremkommer, naar Strimlen er fremkaldt, en Skrift lignende den i Fig. 179,₂ viste.

Rochefort.

99. Systemet afviger fra de øvrige Systemer ved en særlig konstrueret Afbryder og Induktor samt ved en anden Forbindelse af Modtageapparaterne.

Kviksølvafbryderen er vist i Fig. 182. Morsenøglen C 's Kontakt og Anker ere anbragte paa en Arm, der kan bevæges uafhængigt af den egentlige Nøglearm med Haandtaget (samme Princip som ved den *Braun'ske* Nøgle).

Idet Nøglen paavirkes for at frembringe et Tegn, passerer Strømmen fra Batteriet B over $C - D$, Kontaktstedet $E - F$ til Vægtstangen $F - P$'s Omdrejningspunkt G og gennem Elektromagnetspolerne $H - J$, $I - L$ og $M - N$. Naar Ankeret A

derved tiltrækkes, sluttet Induktorens Hovedstrøm, idet Vægtstangen $Z-X$ dypper sin Spids Y i Kviksølvet.

Samtidigt tiltrækkes Ankeret T , og Armen $F-P$ føres bort fra Kontakten E , og de to Strømløb brydes. Spiral-fjedrene trække Vægtstængerne tilbage til deres Hvilestilling, $E-F$ sluttet atter, og saalænge Nøglen holdes nedtrykket,

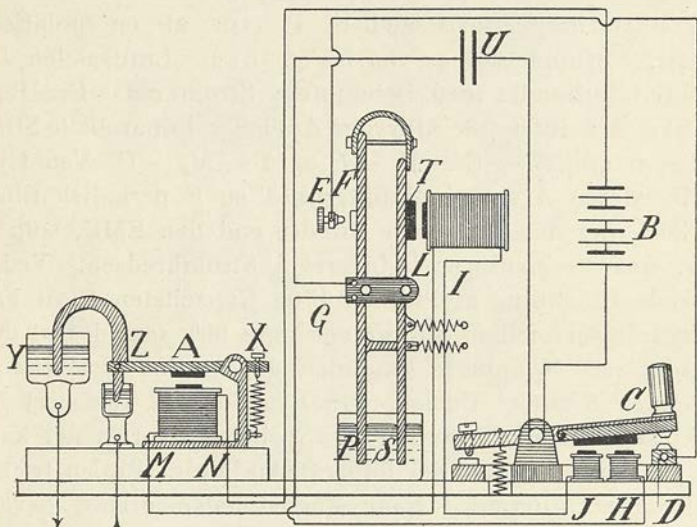


Fig. 182.

bevæges Y stadigt op og ned. Paa denne Maade fremkommer en Række Strømslutninger og Afbrydelser i Induktorens Kredsløb.

En Kondensator U er anbragt parallelt til $E-F$ for at formindske Gnistdannelsen. Enderne $P-S$ af de tilsvarende Vægtstænger dypper i en Skaal med Glycerin for at dæmpe deres Bevægelse. Ved større Strømstyrker ere Afbryderkontakterne $Y-Z$ af Kobber og nedsænkede i Petroleum.

Den af Rochefort anvendte Induktor har en Primærvikling i to Lag, og begge Ender af Traaden ere førte ud til samme Side. Ved et Isolationshylster er den adskilt fra den af en kort tyk Traad dannede Sekundærvikling (et eller to Lag), der kun indtager en lille Del af Kærnen. Sekundærspolen er

saaledes viklet, at den ene Ende har en lav Spænding og er forbundet med *Jord*, medens Spændingen er meget høj ved den anden Ende af Spolen (en saakaldet *unipolar Induktor*). Svingningskredsen dannes paa sædvanlig Maade af Gnistrum, Kapacitet og Selvinduktionsspole, hvortil Lufttraaden med sin Jordforbindelse er koblet.

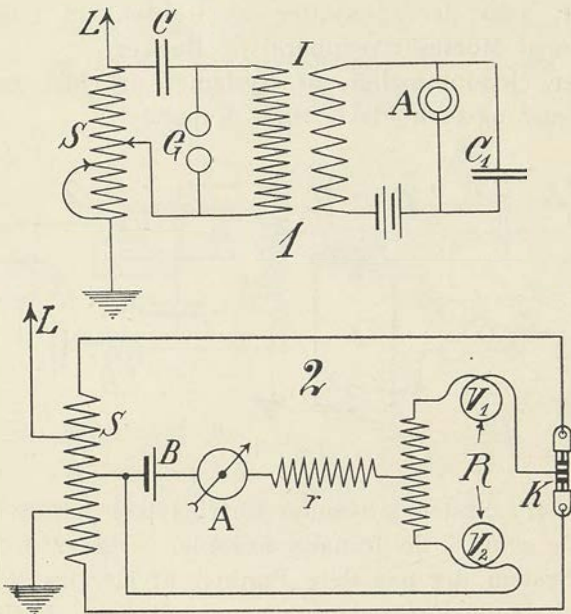


Fig. 183.

Fig. 183,₁ viser Afsenderens Strømløb. *A* er Afbryderen og *C*₁ Primærkondensatoren; de øvrige Betegnelser som tidligere.

Modtageren er vist i Fig. 183,₂. Luftnettet, der har Jordforbindelse, er direkte koblet til den lukkede Svingningskreds. Kohærerer er som omtalt Side 127. Batteriet *B*, Modstanden *r*, Relaiset *R* samt et Milliampere-meter *A* ere forbundne med den midterste Kohærerpole og med Midten af Spolen *S*.

Relaiset, som er ophængt i cardansk Balance, bestaar af

4 Staal-magneter, der vende Polerne mod hverandre og ere forsynede med 2 Polsko, i hvis Hulrum er ophængt en bevægelig Ramme med to Viklinger $V_1 - V_2$, der have forskellig Modstand og Vindingstal. Spolen V_2 gennemløbes stadig af en Strøm fra Batteriet B . Paavirkes Kohærerer, gennemløber Strømmen tillige Spolen V_1 , og Traadrammen drejes derved ud fra sin Ligevægtsstilling. Den er forsynet med en lille Sølvfjeder, som derved slutter en Kontakt til Lokalstrømkredsen med Morseskriveapparat og Banker.

Det er ejendommeligt, at Systemet arbejder med store Gnistlængder og forholdsvis ringe Kapacitet.

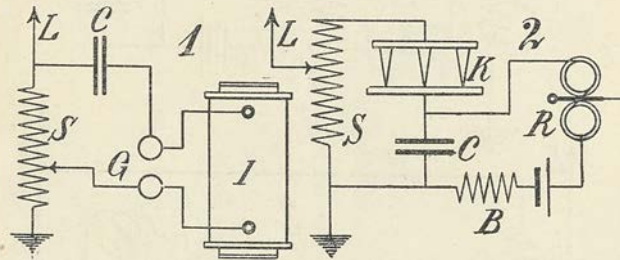


Fig. 184.

Rochefort's System anvendes fortrinsvis i den franske Hær og Flaade samt i de franske Kolonier. Hæren har iøvrigt sit eget System, der paa flere Punkter afviger fra *Rochefort's*. Det kan i denne Forbindelse nævnes, at der i Paris er indrettet en Militærstation, hvor Luftnettet bæres af Eiffeltaarnet. Der anvendes ca. 20 Kwts Primærenergi, og Bølgelængden er over 2000 m. Fra denne Station er der i 1907 modtaget ud til en Afstand af ca. 3000 km.

Branly-Popp.

100. Karakteristisk for dette System er egentlig kun *Branly's Trefods-Kohærer* (Side 128).

Fig. 184 viser Afsenderens og Modtagerens Strømskema. Det angives, at Relaiset er meget følsomt. Afstemningen foregaar ved Hjælp af Selvinduktionsspolen S .

Popoff-Ducretet.

101. Dette System, der hovedsagelig har fundet Anvendelse i Rusland, har meget tilfælles med *Marconi's* System. Afsenderen har paa almindelig Maade et Luftnet med Gnistrum, som er forbundet med en Ruhmkorffs Rulle. Der anvendes ofte 2 parallelforbundne Induktorer. Som Afbryder benyttes hyppigst en *Ducretet's* Kviksølvsafbryder (en lille Motor, som bevæger en Stang op og ned i Kviksølv og derved slutter og bryder en Jævnstrøm). Ved større Stationer benyttes Vekselstrøm med højt Vekseltal.

Ved Modtageren (Fig. 185) benyttes et Høreapparat med en Kohærer noget lignende *Branly's* Trefodskohærer. Den bestaar af to stangformede, ikke polerede Metalelektroder, paa hvilke der hviler en Del polerede Stænger af haardt Staal.

Anvendes Morseskriveapparat, benyttes en lufttom Platinkohærer. Relaiset bestaar af en drejelig Traadramme mellem Polerne af en Staalmagnet.

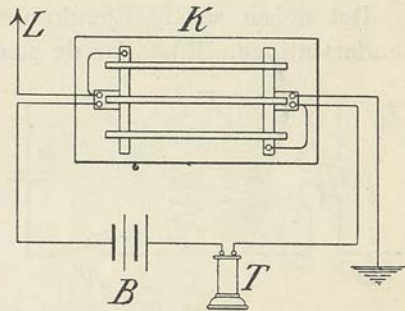


Fig. 185.

Blondel.

102. For at kunne modtage fra flere Stationer paa én Gang, anvender *Blondel* en mekanisk-akustisk Afstemning.

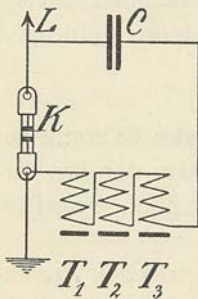


Fig. 186.

Antallet af de fra de enkelte Stationer udgaaende Bølgeimpulser pr. Sekund er ret forskelligt. Paa Modtagestationen paa-virke de paa almindelig Maade en jordforbunden Kohærer (Fig. 186). Parallelt til denne er anbragt et Antal Modtageapparater, der hver for sig kun kunne paa-virkes (akustisk), naar de modtagne Strømskud svare til Modtageapparaternes Egensvingning. I denne Hensigt anvendes de saakaldte *Monotelefoner*,

der bestaa af en cylindrisk Daase, indeholdende en kraftig Magnet, hvis hule Kærne er omgivet med en Magnetiserings-spole. Membranen i Telefonen er ca. 2 mm tyk og er ikke fastklemmt paa Omkredsen. Derimod er paa 3 Steder i den første Svingningsknudelinie boret Huller, ved Hjælp af hvilke Membranen er opsat paa 3 Spidser.

Hver Membran er afstemt til en bestemt Tone og kan kun give denne Tone, naar Telefonen paavirkes af en Række Strørimpulser, hvis Svingningstal passe med Membranens Grundtone. Saasnart Periodeforskellen er en halv Tone, paavirkes Membranen ikke.

Det er en særlig Ejendommelighed ved Systemet, at Af-senderstationen ikke har de sædvanlige Net. Til Udstraaling

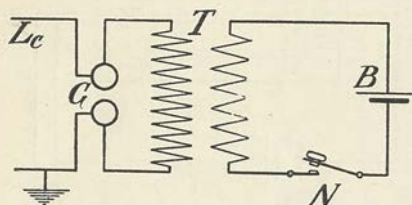


Fig. 187.

benyttes en stor Kondensator L_C (Fig. 187), hvis ene Belægning er forbundet med Jord, medens den anden Belægning i en forholdsvis stor Afstand er isoleret ophængt. Naar denne Kondensator la-

des, fremkommer et koncentrisk, elektrisk Felt. Ved Gnistovergangen forsvinder dette Felt, og der opstaar elektromagnetiske Bølger, som udgaa fra Kondensatoren og brede sig over Jordoverfladen. Man skulde ved denne Anordning kunne anvende større Elektricitetsmængder end ved de gængse Luftnet.

Da der kun anvendes meget korte Bølger, kan Kondensatoren L_C anbringes i Brændpunktet af en parabolisk Metalreflektor, saa at Bølgerne kunne gives en bestemt Retning.

Blochmann.

103. Som tidligere omtalt kunne de elektriske Svingninger gives en vilkaarlig Retning ved Hjælp af Linser, der ere forfærdigede af dielektriske Stoffer, f. Eks. Harpiks, Paraffin, Glas o. lign.

Blochmann's Konstruktion gaar ud paa en praktisk Anvendelse af denne Egenskab hos de elektriske Straaler. Af-sender

og Modtager ere indesluttede i hver sin Metalkasse, den ene ovenpaa den anden (Fig. 188). I Afsenderen *I* er der en Linse af Harpiks, Træ el. lign. Den danner den eneste Aabning, hvorigennem de i Kassen frembragte Bølger kunne gaa ud, idet Metalvæggene ere uigennemtrængelige. Kasserne maa

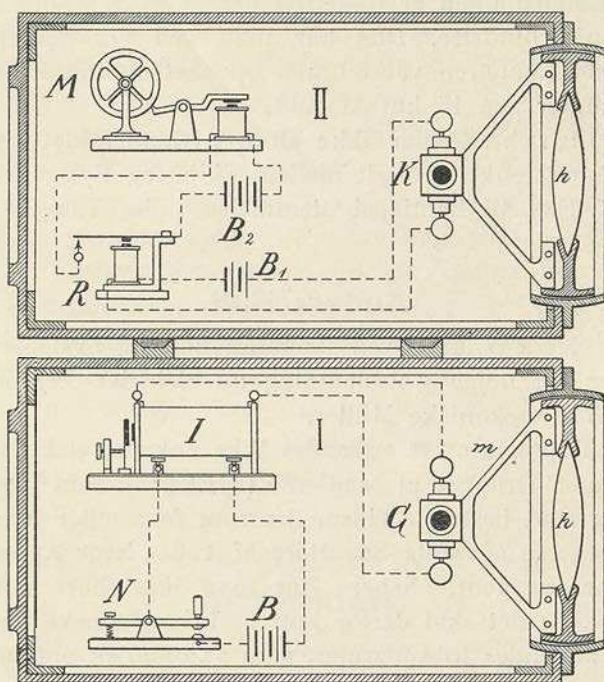


Fig. 188.

egentlig betegnes som metalklædte Rum, idet de maa være saa store, at baade Apparaterne og Telegrafisten kan faa Plads deri.

Gnistrummet er omgivet af en Metalkasse med Aabning ud mod Linsen *h*; *m* er et konisk Metalrør. Begge Kasser ere drejelige i vandret Plan, og Gnistrummet med Linsen kan drejes ca. 30° i lodret Plan.

Modtageapparaterne ere anbragte i Kasse II, som staar ovenpaa I. Ved Hjælp af Forbindelsesstænger kunne begge Linser drejes samtidigt. I Linsens Brændpunkt findes Detek-

toren *K*, der kan være en Kohærer eller anden passende Detektor. Der kan benyttes Telefon eller Morseskriver.

De frembragte Svingninger samles gennem Linsen til et Bundt af parallelle Straaler. Kun de Modtagere, der træffes af denne Straale, kunne bringes til at arbejde.

Telegrafafstanden er ringe, da der hverken findes Luftnet eller Jordforbindelse. Dog har man ved Forsøgsapparater, hvor Linsediametren var 80 mm, opnaaet at kunne udveksle Telegrammer paa 15 km Afstand.

Der tilstræbes heller ikke store Afstande, idet Systemet nærmest er tænkt anvendt mellem Skibe og Fyrtaarne (Fyrskibe), f. Eks. til Retningsbestemmelse under Taage.

Anders Bull.

104. Medens man ved de foran omtalte Systemer søger at opnaa en nøjagtig Afstemning ad elektrisk Vej, benytter *Anders Bull* mekaniske Midler.

Ved Tegngivningen anvendes ikke enkelte, elektriske Impulser, men Grupper af saadanne (f. Eks. 5), som i bestemte Antal og med bestemte Tidsmellemrum følge efter hverandre.

Forsøg ere afholdte hos *Marconi* (1904), hvor Apparaterne fungerede godt. Senere har man ikke hørt noget om Systemet, og det skal derfor kun beskrives ganske kort.

Der anvendes to Apparater, som automatisk opfyldte de to Opgaver, nemlig: at *omsætte* det almindelige Tegn, som gives med Morsenøglen til 5 efter hverandre følgende Impulser og *atter at samle* disse 5 Impulser til et Tegn.

Paa Omkredsen af en vandret Skive er anbragt ca. 400 flade Staaifjedre. Skiven drejer rundt (5 Omdr. pr. Sek.), og Fjedrene glide langs Indersiden af en Π -formet, faststaaende Ring. Denne er afbrudt paa et lille Stykke af Omkredsen, og her findes en Elektromagnet.

Vil man med Morsenøglen give et Punkt, slutter denne en Strøm, der udløser en omdrejende Skive (5 Omdr. pr. Sek.), og for hver Omdrejning af denne slutes en Strøm til den ovenomtalte Elektromagnet. Den tiltrækker den Staaifjeder,

der i dette Øjeblik befinder sig udfor dens Polsko, og denne Fjeder føres derved ind i Ringens Rille. Indeni denne er anbragt 5 Kontakter, som sluttes i det Øjeblik, Staaifjedren passerer over dem. For hver Gang paavirkes et Relais, der slutter Induktorkredsløbet og derved frembringes en Gnist. Man faar altsaa i dette Tilfælde 5 Gnister pr. Morseprik.

Modtageren er indrettet paa en lignende Maade med en Skive med Staaifjedre og Elektromagnet. Skiven skal dreje med nøjagtig samme Hastighed som ved Afsenderen. Ved hver Bølgeimpuls paavirkes paa almindelig Maade en Svingningskreds med Kohærer, og Strøm sluttes derved til Skivens Elektromagnet, der trækker en Staaifjeder ind i Ringens Rille. For hver Morseprik tiltrækkes med nøjagtigt Tidsmellemrum 5 Fjedre. Naar de alle 5 ere komne ind i Rillen, slutte de samtidigt 5 Kontakter, der ligge i Række med et Batteri og et Morseapparat, og paa dette gengives de 5 Bølgeimpulser som en Prik.

Paa denne Maade bliver det muligt at udelukke alle andre Paavirkninger, som ikke nøjagtigt svare til det benyttede Tidsmellemrum mellem Tegnene.

Oversigt over Systemer med dæmpede Svingninger.

104. Ved de ovennævnte Systemer benyttes udelukkende dæmpede Svingninger, og som det vil fremgaa af de givne Forklaringer, have Systemerne faaet en næsten ensartet, principiel Udførelse.

For at lette Oversigten over disse Hovedprincipper, som ere fremkomne paa Grundlag af Erfaringer og teoretiske Undersøgelser, skal Grundtrækkene i Systemerne ganske kort gengives.

a. *Afsendelse.* De elektriske Svingninger frembringes ved Gnistudladninger i en Strømkreds med Selvinduktion og Kapacitet. Da disse, som tidligere omtalt, ere dæmpede, bliver Afstemningen mangelfuld, naar en større Fjernvirkning skal opnaaes.

Til at udstraale Svingningerne benyttes et Luftnet, og Svingninger kunne tilføres dette paa 3 Maader, nemlig ved:

1. Direkte Forbindelse.
2. Induktiv Kobling.
3. Direkte Kobling.

1. *Direkte Forbindelse.* Et Gnistrum er direkte indsat i Luftnettet, der kan have Jordforbindelse eller (sjældnere) *Modvægt*. I Fig. 159,₁, Side 268, og 189,₁₋₂ er vist 4 forskellige

Udførelser. Luftnettet L kan betragtes som den ene Belægning af en Kondensator, hvis anden Belægning dannes af Jorden. Ladningen sker ved Hjælp af en Energikilde med høj Spænding (Induktor). Fig. 159,₁ betegner den egentlige *Marconi-Sender* og anvendes, foruden af *Marconi*, (helt eller med nogen Forandring) af *de Forest*, *Fessenden*, *Ducretet* og *Blondel*.

I Fig. 189,₁₋₂ overføres Svingningerne gennem en Transformator, enten direkte eller induktivt.

I alle tre Tilfælde ere Svingningerne stærkt dæmpede. Luftnettet svinger altid i $\frac{1}{4}$ Bølgelængde, og der findes ved Jordforbindelsen en Strømstyrkebug og Spændingsknude, omvendt ved Toppen.

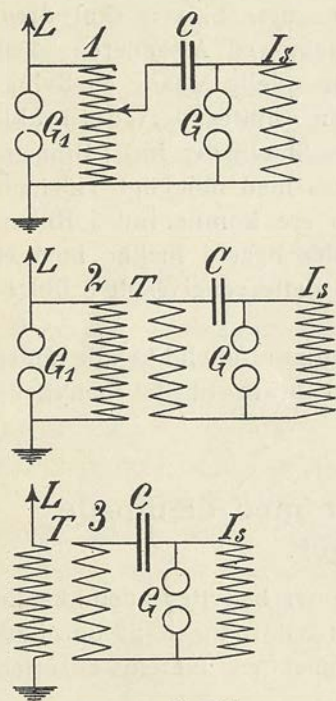


Fig. 189.

2. *Induktiv (indirekte) Kobling.* Svingningerne frembringes i en lukket Kreds og overføres induktivt til Luftnettet, der paa et passende Sted er forbundet med *Jord* (den *Braun'ske* Anordning (Fig. 189,₃)).

For at opnaa en god Virkningsgrad maa Svingningstallet for den lukkede og aabne Kreds være det samme. Svingningerne ere mindre dæmpede end ved den direkte Forbindelse. (Anvendes af *Marconi* og *Lodge-Muirhead*). For at opnaa en

endnu mindre Dæmpning, kan anvendes dobbelt Omsætning (Fig 190,1) (Marconi).

Tre- eller flerdobbelt Omsætning (Fig. 190,2) kan benyttes for at faa en saa ren Svingning som mulig. Svingningerne frembringes kun i den første Kreds (Stone).

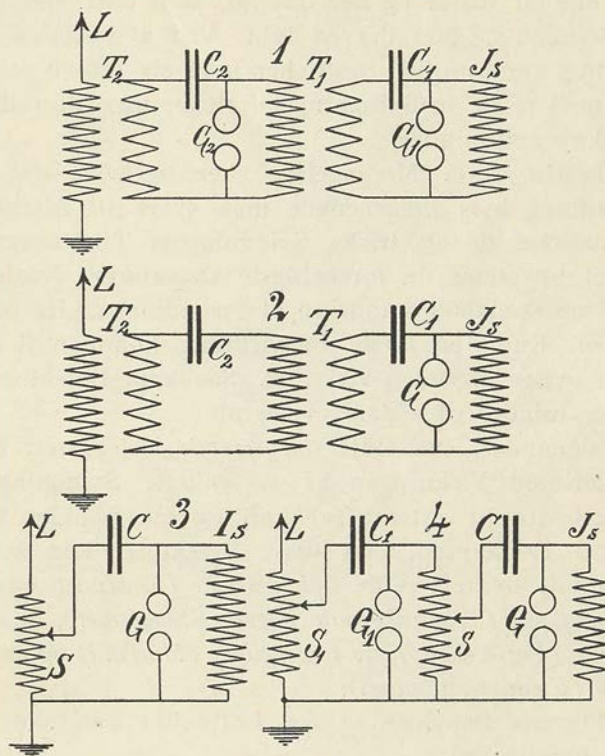


Fig. 190.

Svingningstiden er bestemt ved Luftnettets Kapacitet og Selvinduktion samt ved den sekundære Selvinduktion i Transformatoren. Luftnettet svinger ogsaa her i $1/4$ Bølgelængde, og Strøm- og Spændingsfordelingen er som ovenfor.

3. *Direkte (galvanisk) Kobling.* Luftnettet er (hyppigst) jordforbundet (Fig. 190,3), og en Del af Vindingerne i Spolen S ere fælles for Frembringerkreds og Luftnet (benyttes af *Telefunken, Branly-Popp, Rochefort, Lodge-Muirhead, Shoemaker* og *Foster-King*).

Forbindelsen kan ogsaa udføres som vist i Fig. 190,₄ der svarer til Fig. 190,₁.

Den direkte Kobling har ligesom den induktive den Mangel, at der i Luftnettet ved Koblingen opstaar to Svingninger med forskellig Bølgelængde. Modtageren kan kun afstemmes til den ene af disse, og den Energi, som udstraales af den anden Svingning, gaar derved tabt. Ved at anvende en saa løs Kobling som muligt bestræber man sig for at gøre Forskellen mellem de to Svingningstal ringe, men derved bliver Fjernvirkningen mindre.

b. Modtagelse. Modtagelsen sker ligeledes ved Hjælp af et Luftnet, hvis Bølgelængde maa svare til Afsenderens. Til at paavise de elektriske Svingningers Tilstedeværelse i Luftnettet anvendes de forskelligste Detektorer. Nogle virke kun ved en stødvis Forandring af Spændingen. Hertil hører *Kohærerer*. Kun den første Paavirkning kommer til Anvendelse, de øvrige ere uden Virkning. Saadanne Detektorer egne sig derfor mindre til afstemt Telegrafi.

Ved de andre, saakaldte *integrerende* Detektorer, opsummeres derimod Virkningen af de enkelte Svingninger; de egne sig bedre til afstemt Telegrafi og ere desuden følsommere end Kohærerer. Til disse Detektorer kan som tidligere omtalt henregnes de *bolometriske* (*Fessenden* og *Stone*), de *elektrolytiske* (*Telefunken*, *de Forest*, *Shoemaker*), de *elektromagnetiske* (*Foster-King*), de *magnetiske* (*Marconi*) og de *termoelektriske* (*Fleming*, *Poulsen*).

Detektorens Paavirkning fra Luftnettet kan ske paa 3 Maader, nemlig ved:

1. Direkte Forbindelse.
2. Induktiv Kobling.
3. Direkte Kobling.

1. *Direkte Forbindelse.* Detektoren *K* (Fig. 191,₁) anbringes direkte i Luftnettet *L*, og parallelt til den ligger Batteriet *B*, Relaiset *R* og to Dæmpespoler *d*. Luftnettet svinger i $\frac{1}{2}$ Bølgelængde og faar derved en Spændingsbug ved begge Ender, altsaa ogsaa dér, hvor Kohærerer er anbragt. Luft-

nettet maa derfor have en Bølgelængde, der er dobbelt saa stor som Afsenderens, da denne kun svinger i $\frac{1}{4}$ Bølgelængde (Popoff-Ducrelet). Luftnettets Dæmpning er stor, da Detektoren har stor ohmsk Modstand.

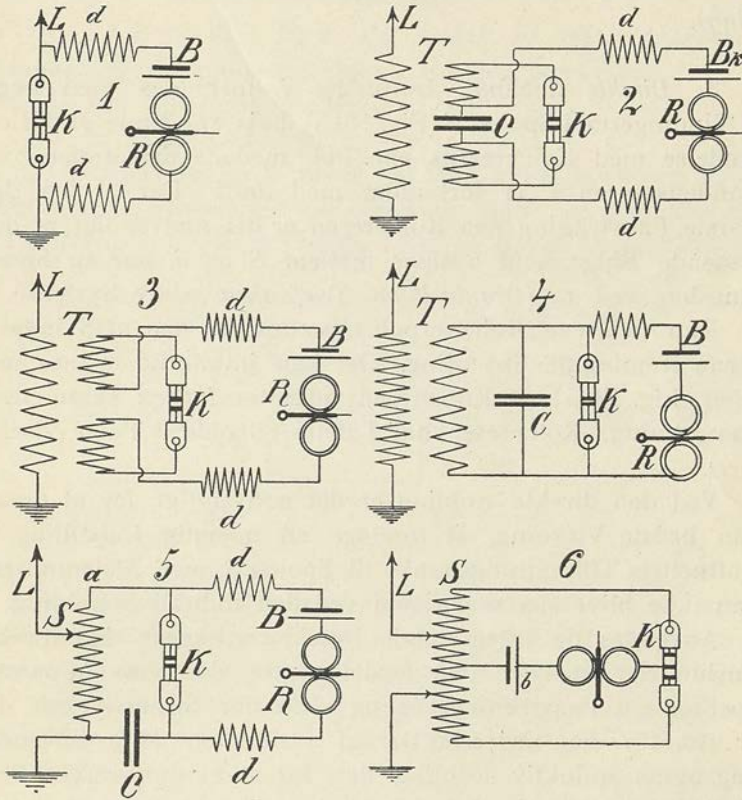


Fig. 191.

2. *Induktiv Kobling.* Ved Anvendelse af denne Metode blive de i Modtageluftnettet fremkaldte Svingninger omsatte saaledes, at de to Kohærrerpoler udsættes for en høj, modsatrettet Spænding.

Forbindelsen mellem de forskellige Spoler, Kondensatorer m. m. kan ske paa flere Maader. Fig. 191,2 viser Marconi's Anordning. Svingningskredsene maa være nøje afstemte.

En lignende Ordning er vist i Fig. 191,3 (*Marconi*). I hver Halvdel af den sekundære Spole induceres Spændinger, som paa Grund af Viklingsretningen ere modsatrettede.

Fig. 191,4 viser et Strømskema med en enkelt Spole (*Telefunken, Lodge-Muirhead, Stone* (dobbelts Omsætning), *Foster-King*).

3. *Direkte Kobling.* Luftnettet L forbindes med nogle af Vindingerne i Spolen S (Fig. 191,5), hvis ene Ende er i Forbindelse med Kohærerens ene Pol, medens den anden over Kondensatoren C er forbundet med *Jord*. For at faa den største Paavirkning paa Kohærereren er det nødvendigt, at den staaende Bølge, som opstaar mellem S og d , har en Spændingsbug ved a . (*Branly-Popp, Telefunken* (ældre System)).

Kun den ene Kohærerpol udsættes for den af Svingningerne frembragte Spænding. Det kan imidlertid ordnes saaledes (Fig. 191,6), at Kohærereren udsættes for en symmetrisk Paavirkning. Kohærereren har i dette Tilfælde 3 Poler (*Roche-fort*).

Ved den direkte Kobling er det nødvendigt, for at opnaa den bedste Virkning, at foretage en nøjagtig Indstilling af Luftnettets Tilknytningspunkt til Spolen S , men Afstemningen kan ikke blive saa skarp som ved den induktive Kobling.

Anvendes de integrerende Detektorer, synes den direkte Forbindelse at være den fordelagtigste, da disse Apparater opsummere Paavirkningerne og virke for Strømstyrken, der er størst i den nederste Del af Luftnettet. Man anvender dog ogsaa induktiv Kobling, dels for at kunne svække Paavirkningernes Styrke, hvad der i visse Tilfælde er nødvendigt, dels for at undgaa atmosfæriske Forstyrrelser.

Ved saadanne Detektorer anvendes næsten udelukkende Modtagelse med Telefon. Fig. 192,a viser en direkte Forbindelse (*Marconi, Telefunken, de Forest og Fessenden*). (De forskellige Hjælpekondensatorer, Batterier etc. ere ikke viste).

I Fig. 192,b er vist en induktiv Kobling (*Telefunken*) og i Fig. 192,c en direkte Kobling (*Shoemaker*).

I det efterfølgende omtales Telegrafsystemer med udæmpede Svingninger. Disse kunne iøvrigt overføres til Luftnettet og Detektorerne paa en lignende Maade som ovenfor beskrevet.

Poulsen.

106. I § 13, Side 22 er det omtalt, at elektromagnetiske Svingninger kunne fremkaldes i Kondensatorkredse:

- a) ved Gnistudladninger.
- b) af Jævnstrømslysbuer.

Det er paavist foran, at de paa den under *a* nævnte Maade frembragte Svingninger ere *dæmpede*, og at de udsendes med et i Forhold til deres Varighed meget stort Tidsmellemrum.

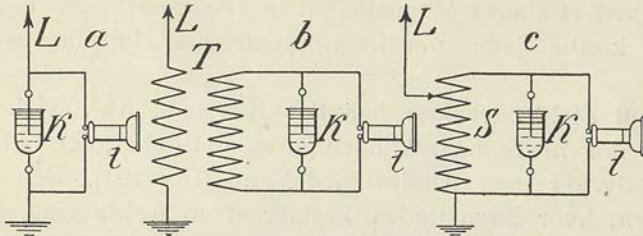


Fig. 192.

De forskellige væsentlige Mangler, der, som tidligere omtalt, klæbe ved Anvendelsen af dæmpede Svingninger, undgaaes for største Delen, naar *udæmpede* Svingninger benyttes.

Saadanne Svingninger kunne frembringes ved Hjælp af Duddell's Svingningskreds. Det frembragte Vekseltal er dog for ringe til, at Svingningerne kunne benyttes i Radiotelegrafien.

Valdemar Poulsen opnaaede (§ 13 b, Side 30) en betydelig Forøgelse i Svingningstallet ved at anvende 3 Midler:

1. Lysbuen holdes brændende i Brint eller en brintholdig Luftart.
2. Afkøling af den ene eller begge Elektroder.
3. Lysbuen omgives med et Magnetfelt.

Ved disse Midler kan Vekseltallet ved en passende Kapacitet og Selvinduktion bringes op til over $2 \cdot 10^6$ pr. Sekund.

Til sine første Forsøg benyttede Poulsen vandrette Kul, og

Buen anbragtes i en Spiritus- eller Gasflamme (Fig. 193). Med

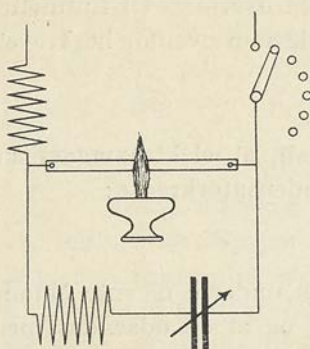


Fig. 193.

Gas, Brint og Æter kan opnaaes højere Vekseltal end med Spiritus.

Buen maa have en vis Længde, for at Svingninger kunne frembringes. Denne aktive Længde vokser med Fødestrømstyrken, men aftager, naar Vekseltallet forøges.

En Forklaring paa Poulsen-Fænomenet er givet i § 13. Dannelsen af en konstant Lysbue forhindres fortrinsvis ved Anvendelsen af Brint i Lysbuen, og en Afkøling af Elektroderne

samt ved et stærkt Magnetfelt (Fig. 13,2, Side 28), hvis Spoler tillige kunne tjene som Dæmpespoler for Højfrekvensstrømmen.

Som Elektroder kan benyttes Kul mod Kul. Virkningen bliver dog bedre, naar Anoden gøres af Kobber, der ved større Strømstyrker maa afkøles med Vand (Fig. 194). Den Del af Anoden, hvor Buen findes, bestaar af en Kobberring, der let kan udveksles, naar Kobberet er forbrændt. Ved Kulkatoden aflejrer sig gerne Kulstof. For stadig at have en skarp og koldere Kant, hvorfra Buen kan udgaa, drejes Kullet langsomt rundt (Periferihastigheden er ca. 0,1 mm pr. Sekund).

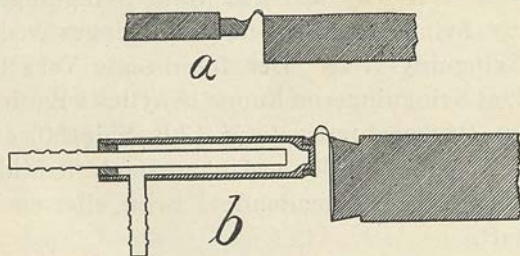


Fig. 194.

Magnetfeltet holder Buen paa Plads, og Elektroderne ere ofte dannede saaledes (Fig. 194), at Buen maa holde sig ved Kanterne. Det har vist sig, at Brint med Tilsætning af Kulbrinte giver bedre Virkning end Brint alene. Man anvender derfor

Lysgas, eller Brint, der karbureres med Nafta eller Petroleum. Det har ogsaa vist sig, at man opnaar en god Virkning ved at lade Spiritus draabevis falde ned paa Kobberanoden, hvor det straks bringes til at fordampe.

Den Energi, som ved en given Primærspænding kan omsættes, aftager, naar Vekseltallet vokser. Ved et givet Vekseltal vokser den Energi, som kan omsættes i elektriske Svingninger, proportionalt med Dæmpningen, indtil et vist Punkt,

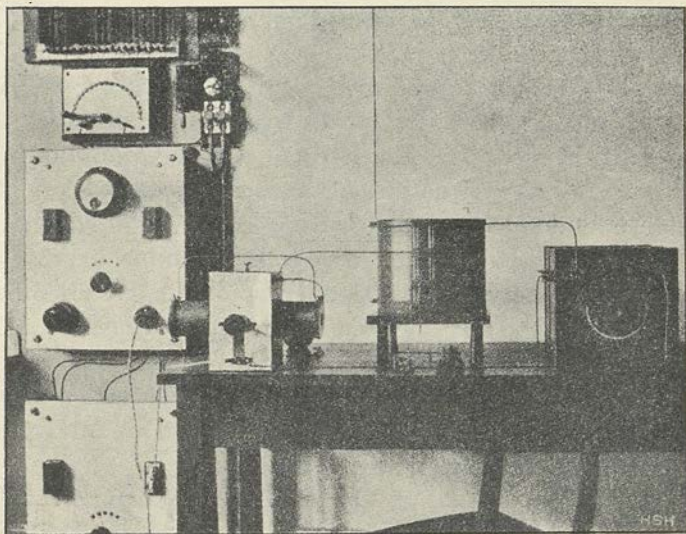


Fig. 195.

hvorpaa den atter aftager, og hurtigere end Dæmpningen forøges. Svingningsenergien vokser ogsaa med Strømstyrken gennem Buen, men kun til en vis Grænse. Ønskes en yderligere Forøgelse i Energien, kan dette ske ved at anvende flere Lysbuer i Række eller Parallel.

Paa Grundlag af disse ovennævnte forskellige Undersøgelser og Fænomener har Poulsen i Forening med Pedersen dannet et Telegrafsystem, hvor der benyttes udæmpede Svingninger. Forsøgstationer ere bl. a. oprettede ved Lyngby, i Esbjerg og ved Cullercoats i England (i Nærheden af Newcastle).

Fig. 195 viser Afsendeapparater paa Stationen i Esbjerg. Til venstre paa Bordet ses Generatoren, der bestaar af en fir-kantet Kasse med Laag. De to Sider ere af Marmor, og heri ere Elektroderne anbragte. I de to andre Sider, der ere af Metal, ere Magnetspolerne anbragte, og endelig er Laaget løst paasat eller fastholdt af Spiralfjedre, saa at det kan virke som en Slags Sikkerhedsventil ved mulige Eksplosioner af Kvaldgas. Gassen indføres forneden gennem et Rør, der ender tæt under Lysbuen, og Gassen bortledes gennem et Rør foroven. Et Urværk eller en lille Motor drejer Kullet rundt.

Primærspændingen maa ikke gerne være under ca. 400 Volt; der kan dog arbejdes med Spændinger ned til ca. 200 Volt.

Frembringerkredsen dannes af Lysbuen, en variabel Kondensator (til højre paa Bordet) og en Selvinduktionsspole (midt paa Bordet). Frembringerkredsen er saaledes i dette Tilfælde en lukket Svingningskreds.

De i Lysbuen frembragte Svingninger kunne overføres til Luftnettet paa enhver af de Maader, som tidligere ere omtalte under Telegrafsystemer med dæmpede Svingninger.

Ved Skibsstationer benyttes altid Vandforbindelse; ved Landstationer anvendes Jordforbindelse sjældnere; i Almindelighed benyttes en elektrisk Modvægt af Hensyn til Afstemningen.

I Fig. 196 er vist et Skema, hvor Lysbuen $L-B$ er direkte anbragt i Luftnettet, der har en variabel Selvinduktionsspole S .

Luftnettet kan ogsaa kobles til en Frembringerkreds. 197,₁ viser en direkte Kobling (fast), og Fig. 197,₂ angiver en induktiv Kobling.

Anvendelsen af de udæmpede Svingninger har den store Fordel, at Koblingen kan gøres helt fast, uden at Afstemningen derved bliver mindre skarp.

Afsendelsen af Morsetegnene kan ske paa flere Maader.

I Fig. 198,₁ er skematisk vist, hvorledes den ene Elektrode er sat i Forbindelse med Telegrafnøglen. I dennes Hvilestil-

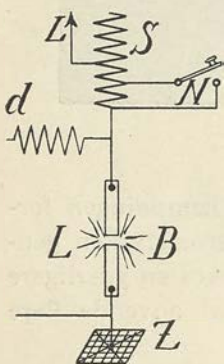


Fig. 196.

ling er Buelængden saa ringe, at Svingninger ikke frembringes. Nedtrykkes Nøglen, trækkes Elektroden saa langt tilbage, at Buen faar sin aktive Længde, og Svingninger fremkaldes da, saalænge Nøglen er nedtrykket.

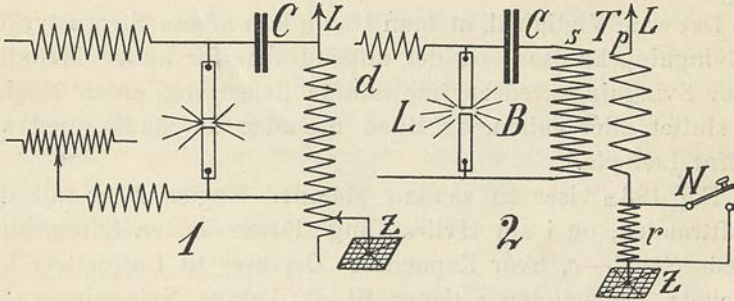


Fig. 197.

En anden Metode er angivet paa Fig. 196. Ved Hjælp af Afsendernøglen N kan nogle af Vindingerne i Selvinduktions-

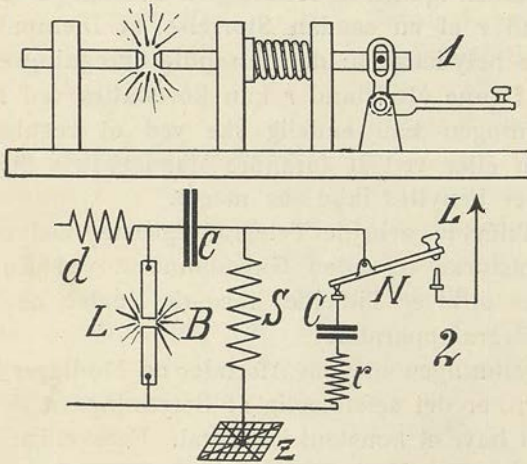


Fig. 198.

spolen S kortsluttes, og der udsendes derved Svingninger med et andet Vekseltal, end naar Nøglen er fri. Hvis Modtageren er afstemt til det sidste Vekseltal, ere de udsendte Tegn egentlig negative, $\circ$: i Hvilestillingen udsendes en uafbrudt Sving-

ningsrække, og Tegnene fremkomme som en Afbrydelse i denne Række.

Er Modtageren derimod afstemt til det Vekseltal, der svarer til Nøglen sluttete Stilling, fremkommer almindelige, *positive* Tegn.

Det er af Vigtighed, at man stadig kan aflæse Strømstyrken i Svingningskredsen, og der anvendes derfor andre Metoder, hvor Svingningskredsen har samme Belastning, enten Nøglen er sluttet eller aaben, og Buen brænder da stadig med sin *aktive* Længde.

Fig. 198,₂ viser en saadan Metode. Nøglen N er indsat i Lufttraaden, og i sin Hvilestilling slutter den en Svingningskreds $S-C-r$, hvor Kapaciteten C svarer til Luftnettets Kapacitet; Modstanden r tjener til at dæmpe Svingningerne i denne Kreds. Naar Nøglen nedtrykkes, afbrydes Kredsen, og Luftnettet tilsluttes den egentlige Frembringerkreds $LB-C-S$.

I Fig. 197,₂ er vist en lignende Fremgangsmaade. I Luftnettet er mellem Spolen og Modvægten anbragt en induktionsfri Modstand r af en saadan Størrelse, at Dæmpningen forøges ganske betydeligt, $\therefore$ den udsendte Svingningsenergi formindskes. Denne Modstand r kan kortsluttes ved Nøglen N .

Tegngivningen kan endelig ske ved at regulere Gastilstrømningen eller ved at forandre Magnetfeltets Styrke, men disse Maader benyttes ikke saa meget.

I alle Tilfælde arbejde Telegrafnøglerne med en ganske ringe Strømstyrke og uden Gnistdannelse ved Kontakterne, hvilket ikke altid er Tilfældet med de Nøgler, der anvendes ved Gnisttelegrafapparater.

Da Afstemningen mellem Afsender og Modtager kan gøres meget skarp, er det selvfølgelig af Betydning, at de udsendte Svingninger have et konstant Vekseltal. Forskellige Maalinger have godtgjort, at Variationen i Vekseltallet kun beløb sig til ca. $0,35\%$, naar Forholdene vare rigtigt afpassede.

De almindelige Luftnetsformer kunne anvendes, fortrinsvis benyttes T-Net og Paraplynet; de sidste ikke saa lukkede som anvendt ved Gnisttelegrafstationer. (Fig. 59, Side 97).

Ved Modtageren gælder det om i saa høj Grad som muligt

at udnytte Resonansforholdene, og man maa derfor arbejde med meget løs Kobling og ringe Dæmpning.

Da der fra Afsenderen udstraales en uafbrudt Række Svingninger, kan man indrette Modtagerens Svingningskreds saaledes, at Detektoren ikke er indsat til Stadighed, men kun med bestemte Mellemrum forbindes med Svingningskredsen for at *aftappe* den i Kredsen ophobede Energi. Saalænge Detektoren ikke er indsat i Svingningskredsen, vil dennes Dæmpning være meget ringe, og Amplituderne opnaa en forholdsvis større Værdi. Svingningsenergien udlades gennem Detektoren i det Øjeblik, denne sættes til; naar den atter er afbrudt, stiger Svingningsenergien atter o. s. v.

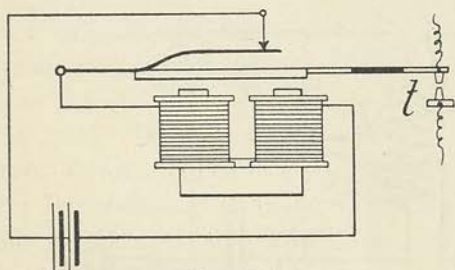


Fig. 199.

Denne Veksling sker meget hurtigt. Som Detektor benyttes fortrinsvis Telefon alene, men der kan ogsaa anvendes en elektrolytisk Celle, et Termoelement el. lign. i Forbindelse med en Telefon. Afsendes en uafbrudt Række Svingninger,

høres i Telefonen en ensartet Tone.

Detektorens Forbindelse med Svingningskredsen sker ved Hjælp af en saakaldet *Tikker*, der kan bestaa af en lille, elektromagnetisk Afbryder (Fig. 199) med en Tikkerkontakt *t*. (I de efterfølgende Skemaer vises kun Kontakten *t*, ikke den tilhørende Elektromagnet og Batteriet). Lydvirkningen er stærkest i Telefonen, naar Tikkerkontakterne dannes af Nysølv mod Nysølv eller Nysølv mod Staal, men Guld mod Guld har vist sig at give en større Driftssikkerhed. Der benyttes to fine Traade, som stilles vinkelret paa hinanden.

Ved Modtageren kan benyttes enhver af de fra de dæmpede Radiotelegrafsystemer kendte Anordninger. Fortrinsvis benyttes induktiv Kobling. Som Fig. 200 viser, er i Luftnettet indsat en Kapacitet C_1 og en Transformator T , hvis sekundære Vikling sammen med Kapaciteten C_2 danner den sekundære Svingningskreds. Parallelt til Kapaciteten C_2 an-

bringes Tikkeren t og Telefonen T med sin Blokkondensator C_B (0,2 Mf).

Forskellige andre Sammenstillinger af Modtageapparaterne kunne anvendes. Fig. 201,1—3 viser Forbindelserne, naar der

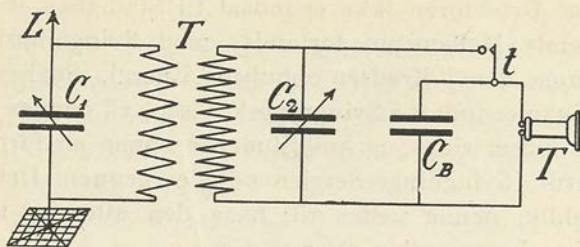


Fig. 200.

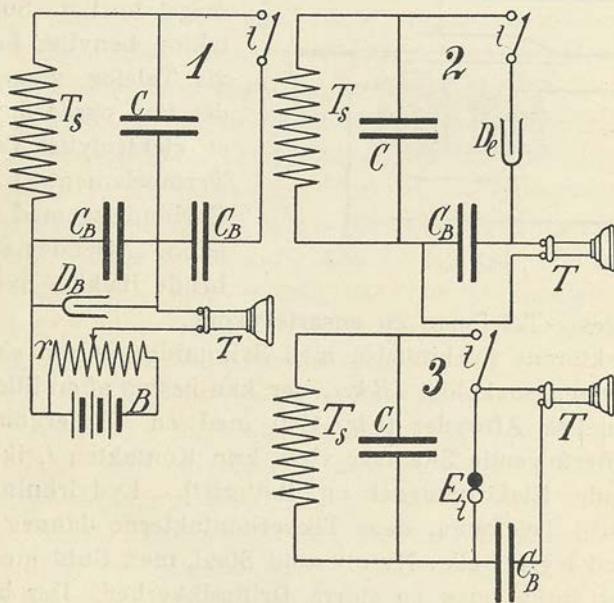


Fig. 201.

benyttes en Bolometeranordning D_B (1), en elektrolytisk Detektor D_t (2) og et Termoelement E_t (3).

Selv om Modtagerne arbejder bedst med Telefon, er der i og for sig intet til Hinder for at anvende Kohærer og Relais. Fig 202 viser en særlig dertil egnet Tikkerforbindelse, som skyldes Pedersen.

Ved Anvendelse af Tikkeren bliver det muligt at opnaa en meget skarp Afstemning og at anvende en meget løs Kobling ($0,02$ eller derunder). Det bliver endvidere muligt at udelukke alle stærkt dæmpede Svingninger, som de, der hidrøre fra atmosfæriske Udladninger eller fra Gnisttelegrafsystemer. Afstemningen kan gøres saa skarp, at 1% Forskel i Afsenderens og Modtagerens Bølgelængde er tilstrækkelig til at bringe Modtagelsen til at ophøre.

I den seneste Tid benyttes en fotografisk Morsseskriver (til venstre paa Fig. 205). Der anvendes hertil et Traadgalvanometer, der bestaar af en mellem to Magnetpoler udspændt tynd Platintraad S_t (Fig. 203). Denne er anbragt i Række med en Termocelle, som er forbundet med Sekundærkredsen. Naar Termocellen paa-

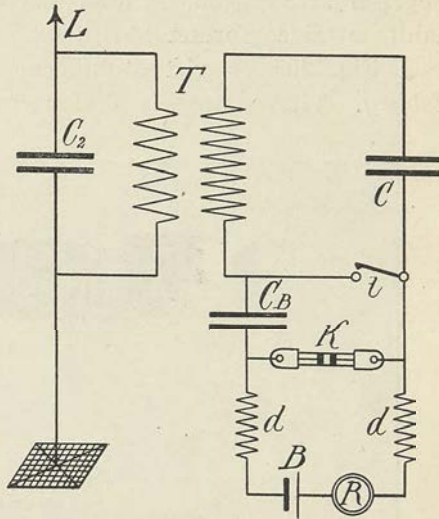


Fig. 202.

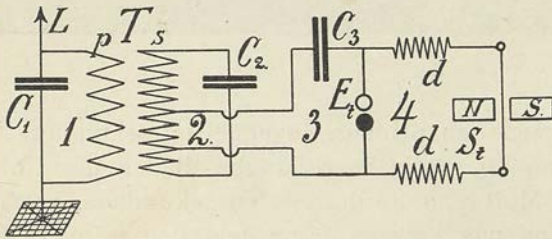


Fig. 203.

virkes af Svingningerne, gennemløbes Strømkredsen 4 af en Strøm, og Platintraaden vil som enhver anden strømførende Leder i et magnetisk Felt paavirkes af en Kraft, der søger at bevæge Traaden ud af Feltet. Der fremkommer derved i Traaden smaa Vibrationer. Bag Traaden findes en lille

Skærm med en snæver Spalte vinkelret paa Traaden. Ved Hjælp af en lille Lampe kastes Traadens Skygge gennem Spalten hen paa Morsestrimlen, der er af fotografisk Papir. Traadens Bevægelse vil paa Papiret fremkalde tilsvarende Bevægelser af Skyggen, og man faar da, naar Strimlen er fremkaldt, en zigzagformet Skrift.

I Fig. 204 er vist Modtageapparaterne paa Stationen i Esbjerg. Til venstre ses Tikkeren, til højre findes Transfor-

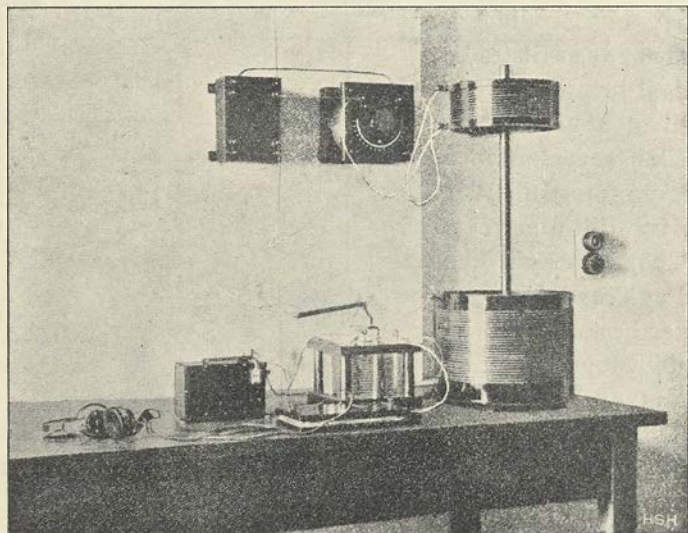


Fig. 204.

matoren med den primære (øverste) og sekundære (nederste) Spole. Man vil særlig lægge Mærke til den løse Kobling, der benyttes. Midt paa Bordet er den sekundære, variable Kondensator, og paa Væggen er anbragt den primære Kapacitet, bestaaende af en fast og en variabel Kondensator.

Fra Stationen i Lyngby (Mastehøjde ca. 34 m) har man haft Forbindelse med Stationerne i Esbjerg (ca. 270 km) og i Cullercoats (ca. 950 km) med Anvendelse af en Svingningsenergi paa henholdsvis 0,2 Kwtt og 0,6 Kwtt.

I Sommeren 1907 er Stationen i Lyngby gjort større.

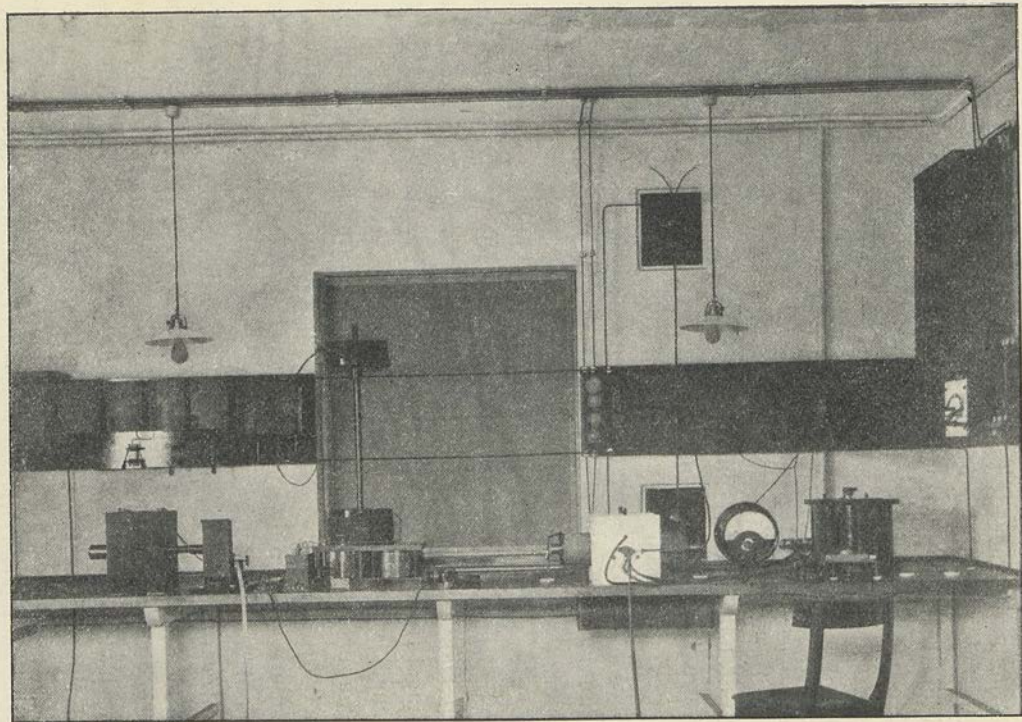


Fig. 205.

Luftnettet bæres nu af 2 Træmaster, hver 67 m høje og i en indbyrdes Afstand af 90 m. Mellem Masterne er udspændt (isoleret) et Kobberkabel, hvorfra 23 Kobbertraade ved Hjælp af isolerede Barduner strækkes ned til begge Sider indtil en Afstand fra Jorden af ca. 30 m. Derfra strækkes de indefter og samles ved Stationshuset.

Modvægten dannes af et Traadnet, der er isoleret udspændt mellem Træpæle (ca. 1 m over Jorden). Modvægten dækker et Areal paa ca. 2000 m². Egensvingningen er ca. 800 m.

En Petroleumsmotor (20 HK) driver en Dynamo, der kan afgive 10 Kwtt Jævnstrøm ved 500 Volt.

Stationslokalet er vist paa Fig. 205, Afsendeapparaterne til højre og Modtageapparaterne til venstre. Som Generator benyttes en enkelt Lysbue i Brint og med et kraftigt Magnetfelt. Elektroderne ere som sædvanlig Kobber-Kul, og Kobberanoden kan afkøles med Vand, naar der benyttes over 4 Kwtt Primærenergi.

Denne nye Stations maksimale Rækkeevne er endnu ikke prøvet. Det angives, at man om Bord i D. F. D. S.'s *Damper Hellig Olav*, der var forsynet med en *Poulsen's Station*, har modtaget fra Lyngby ud til en Afstand af ca. 2000 km. Energiforbruget var ca. 10 Kwtt.

Paa en mindre Forsøgsstation ved *Lynæs* (Nordsjælland) er det lykkedes med ét Luftnet at modtage samtidigt fra to Afsendere (i Lyngby), paa hvis Bølgelængde der kun var under 4 % Forskel.

Til transatlantisk Telegrafering er for Tiden under Opførelse en Station *Knockroe* (31 km fra *Tralea*, Irland). Stationens Net er vist i Fig. 59, Side 97, og den forsynes med 2 Dynamoer, hver paa 16 Kwtt ved 800 Volts Spænding. Stationen er iøvrigt indrettet som almindeligt; Elektroderne i Generatoren ere tykkere, og Vandafkølingen er omhyggeligt indrettet. Elektromagneterne til Buen ere 120 cm høje. Kapaciteten i Frembringerkredsen bestaar af et Antal Metalplader, som ere ophængte i Luften. Den samlede Kapacitet er 30 000 cm. Bølgelængden er 3000—5000 m, men kan iøvrigt varieres. Man antager fra denne Station at kunne række ca. 5000 km.

Til Udnyttelsen (udenfor de nordamerikanske Fristater) af *Poulsen's* og *Pedersen's* Patenter er i Forening med det engelske *de Forest's* Selskab dannet et Selskab under Navnet *The amalgamated Radio-Telegraph Company* med Forsøgslaboratorier i København og Berlin.

Det sidstnævnte Sted har man bl. a. forsøgt at undgaa Anvendelsen af Kohærer og Tikker ved at benytte et tilstrækkelig følsomt Galvanometer. Medens Wattforbruget ved de almindelige Relais, som benyttes ved Gnisttelegrafstationer, er ca. $2 \cdot 10^{-4}$ Watt, er det lykkedes at fremstille et Relais, der kun bruger ca. $2 \cdot 10^{-8}$ Watt. Et saadant Relais bestaar af en Drejespole, ophængt mellem Polerne af en permanent Staal-magnet (*Weston's* Princip). Paa Spolen anbringes en lille Platinfjeder, som ved Spolens Udslag ($10-20^\circ$) rører en Kontaktskrue og derved slutter Strømmen til et Morseapparat. Ved Hjælp af en Omskifter kan man udskyde Relaiset og indsætte et følsomt Galvanometer for at maale Strømstyrken i Detektorkredsen (ca. 10^{-6} Amp). Der benyttes en Term-detektor.

Telefunken.

107. Efter at *Poulsen's* Forsøg med udæmpede Svingninger vare offentliggjorte i Eftersommeren 1906, have forskellige Selskaber foretaget Forsøg med lignende Anordninger.

Telefunken anvender en Metode, hvor der ikke benyttes Brint eller Gas, men ogsaa den af *Poulsen* angivne Vandafkøling af Anoden i Forbindelse med rækkeforbundne Lamper.

I Fig. 206 er vist de to Elektroder. A er en hul Kobber-elektrode, der er fyldt med Vand og aaben foroven. Bunden er hul, og i denne gaar Kuleelektroden B et Stykke op. Det opnaaes paa denne Maade, at Luften faar en ringe Tilgang til selve Buen, saa at dens Temperatur bliver forholdsvis mindre.

Da man blot kan tage en bestemt Svingningsenergi fra Buen, saafremt Svingningerne skulle holdes uforandrede, kan man forøge den afgivne Energi ved at rækkeforbinde flere

Buer, saa mange som Driftsspændingen tillader. Skal Energien yderligere forøges, kan flere saadanne rækkeforbundne Lysbuer parallelforbindes.

De rækkeforbundne Lamper ere saaledes anbragte, at Kuleelektroderne kunne reguleres, ikke alene enkeltvis, men

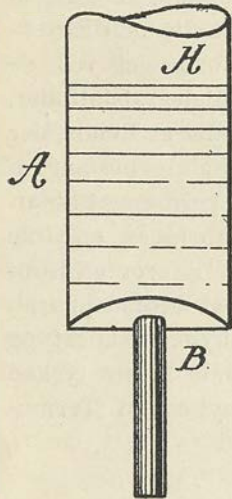


Fig. 206.

tillige samtidigt. I denne Hensigt ere Kuleelektroderne anbragte paa Metalfjedre, der ere isolerede og løst anbragte paa en fælles Aksel. Fjedre holde Kullene op mod Metalelektroderne, og ved en fælles Klemmemøtrik kunne alle Fjederholderne fastklemmes i denne Stilling. Ved at nedtrykke en Nøgle kan man da bibringe alle Kullene en samtidig, nedadgaaende Bevægelse, og alle Lamperne tændes. Nøglens Bevægelse er afpasset efter Buelængden, og Nøglen kan sættes fast i sin nedtrykkede Stilling. Lysbuerne ere da ens i alle Lamper og skulle efter Sigende kunne holde sig konstante i flere Timer.

Med denne Anordning har man med godt Resultat prøvet Telegrafering over længere Afstande, men Firmaet lægger dog for Tiden udelukkende Hovedvægten paa Gnisttelegrafien. Derimod anvender man de udæmpede Svingninger til Radiotelefoni.

VIII. RADIOTELEFONI.

Ved Radiotelefoni betegnes med et fælles Navn alle de Metoder, hvorpaa man søger at overføre den menneskelige Tale paa større Afstande, uden at Afsende- og Modtagestationen ere forbundne ved Traadledninger.

Den naturligste traadløse Overføring af Talen sker ved Hjælp af Lydbølger: det menneskelige Stemmeorgan er Afsender og Øret Modtager. De Taleafstande, som paa denne Maade kunne opnaaes, ere imidlertid stærkt begrænsede. Ved Hjælp af Parabolspejle, i hvis Brændpunkter er anbragt højtlydende Mikrofoner og Telefoner, har man kunnet overføre Talen paa ca. 1500 m's Afstand.

Skal man imidlertid have en Mulighed for at kunne tale over større Afstande, maa man benytte andre Fremgangsmaader.

108. *Fotofoni*. Bell (Telefonens Opfinder) konstruerede sammen med Tainter den saakaldte *Fotofon* (1878), hvor Talen overførtes ved Hjælp af Lysets Indvirkning paa *Selén*. Dette Grundstof henhører til Svovlgruppen og har den Egenskab, at dets elektriske Modstand formindskes, naar det belyses, og i Forhold til Belysningens Styrke.

Afsenderen bestod af en Taletragt *M* (Fig. 207,₁) med en forsølvet Glasmembran. Solstraaler (eller Lysstraaler fra en Buelampe *L*) kastedes ved Spejl og Linse hen paa Membranen og tilbagekastedes fra denne til et Parabolspejl *S*, i hvis Brændpunkt fandtes en *Seléncelle*, indsat i et Kredsløb med

Telefon *T* og Batteri *B*. Naar man talte mod Membranen, bragtes den til at vibrere og blev derved snart konkav, snart konveks. De parallelle Lysstraaler kom da til at divergere og konvergere, og Belysningen (og dermed Seléncellens Modstand) blev paa denne Maade vekslende. Telefonmembranen sættes i tilsvarende Svingninger, og man hørte Talen. Den opnaaede Taleafstand var imidlertid kun ca. 215 m (1880).

109. *Termofoni*. Bell har ogsaa forsøgt at anvende de

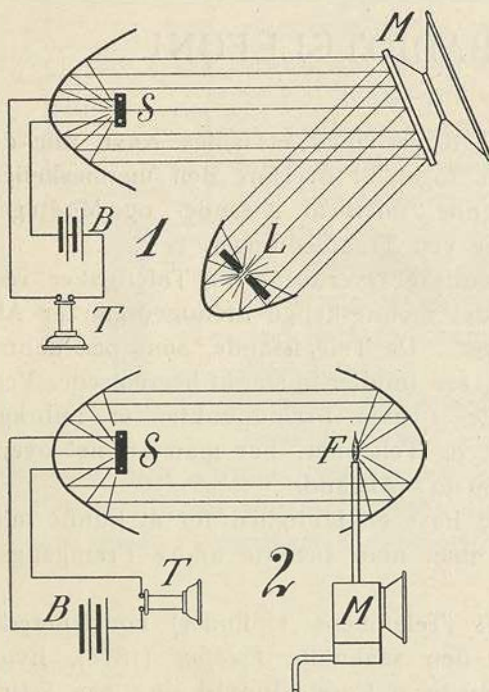


Fig. 207.

Varmestraaler, der udgik fra et Spejl med Buelampe. Som Modtager benyttedes et Parabolspejl, i hvis Brændpunkt var anbragt en lille Glasbeholder med en sort Korkkugle. Fra Glasbeholderen førte en Slange til et Par Hørerør. Ved den vekslende Varmebestraaling paa Glasbeholderen, der fandt Sted, naar man som ovenfor talte i Lydtragten, udvidede Korkkuglen sig forskelligt, og der fremkom i Glasbeholderen og i Slangen en Luftbevægelse, som

satte Telefonmembranen i tilsvarende Svingninger. Taleafstanden var dog kun 100 m.

110. *Lystelefoni*. Gittay har forsøgt en anden Fremgangsmaade (1881). Som Afsender benyttede han en *Königs-Kapsel*, og en Membran, der dannede Bunden i en lille, cylindrisk Daase *M* (Fig. 207, 2). Fra denne førte et Rør til en lille Spidsbrænder *F*, anbragt i Brændpunktet af et Parabolspejl.

Daasen stod ved en Kautsjukslange i Forbindelse med en Gasbeholder. Man talte mod Membranen, og ved dennes Svingninger blev Trykket i Daasen varierende, hvad der fremkaldte usynlige Forandringer i Flammens Styrke. Disse Variationer ere imidlertid tilstrækkelige til at paavirke en i et andet Spejl anbragt Seléncelle *S* med Telefon *T*. Man opnaaede kun en kort Taleafstand.

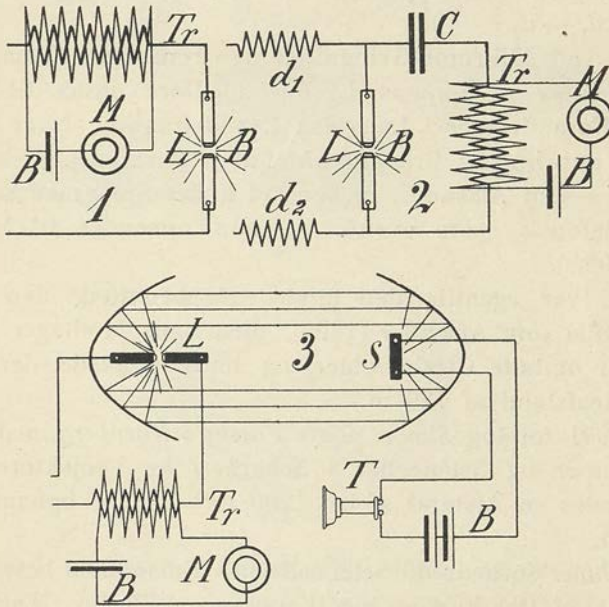


Fig. 208.

Der indtraadte en betydelig Fremgang i Radiotelefonien, da *Simon* (1898) fremkom med den syngende (talende) Buelampe.

Fig. 208,₁ viser et Strømskema. *L* — *B* er en Jævnstrømslysue, i hvis Kredsløb er indsat en Transformator *Tr*. Dens primære Vikling indeholder en Mikrofon *M* og et Mikrofonbatteri *B*. Naar man taler ind i Mikrofonen, frembringes Svingninger (med samme Vekseltal som Talen) i Buelampens Strømstyrke. De deraf opstaaede Temperaturforandringer

medføre Rumfangsændringer i de Luftarter, som findes i Buen, og paa denne Maade fremkommer Lyden.

Duddell har benyttet en noget anden Kobling (1900) (Fig. 208,2). Selvinduktionsspolen i en *Duddell's* Svingningskreds (se iøvrigt § 13, Side 27) benyttedes som Primærspole i en Transformator T_r , hvis Sekundærspole var forbundet med en Mikrofon M og et Batteri B . For at udelukke Mikrofon-svingningerne fra Lysbuens Strømkreds, anbragtes Dæmpespoler d_1 — d_2 .

De ved Mikrofon-Svingningerne fremkaldte Temperaturforandringer i Lampens Lysbue medføre ogsaa tilsvarende smaa Forandringer i Lampens Lysudstraaling. Naar Lampen derfor anbringes i Brændpunktet af et Parabolspejl, kan dette benyttes som Afsender, medens et andet Spejl med Seléncelle og Telefon — som ovenfor — kan anvendes til Modtager (Fig. 208,3).

Bell var egentlig den første, der benyttede den talende Buelampe som Afsender (1899), men hans Modtager var den ovenfor omtalte Glasbeholder, og han opnaaede derfor kun en Taleafstand af 120 m.

I 1901 foretog *Simon* nogle Forsøg i *Nürnberg* med talende Buelamper og Selénceller i *Schuckert'ske* Projektører. Der opnaaedes en Afstand af ca. 1200 m. Senere opnaaedes ca. 2,5 km.

Ruhmer forbedrede Seléncellernes Følsomhed betydeligt og afholdt en Del Forsøg paa *Wannsee* ved Berlin. Talen overførtes i en Afstand af ca. 7 km. Ved Afsenderen benyttedes en 35 cm Projektør og ved Modtageren et 50 cm Parabol-spejl. Senere Forsøg gave en Afstand af ca. 15 km. Det fremgik af Forsøgene, at de større *Schuckert'ske* Projektører egnede sig udmærket til denne Art Telefoni. Lampens Strømstyrke skal være lille, højst 10 Ampere, for at Mikrofon-Svingningerne kunne gøre sig gældende. Atmosfærens Tæthed spiller selvfølgelig en stor Rolle.

Lystelefoni har været anvendt mellem Krigsskibe og kan i visse Tilfælde benyttes med Fordel, men alene paa Grund

af Jordens Krumning er der givet en Grænse for den Afstand, som man kan opnaa.

111. *Hydro- og Induktionstelefon*. Ad andre Veje har man søgt at opnaa en Telefonering uden Traad. Ved *Hydrotelefonien* benyttes galvaniske Strømme gennem Jord eller Vand.

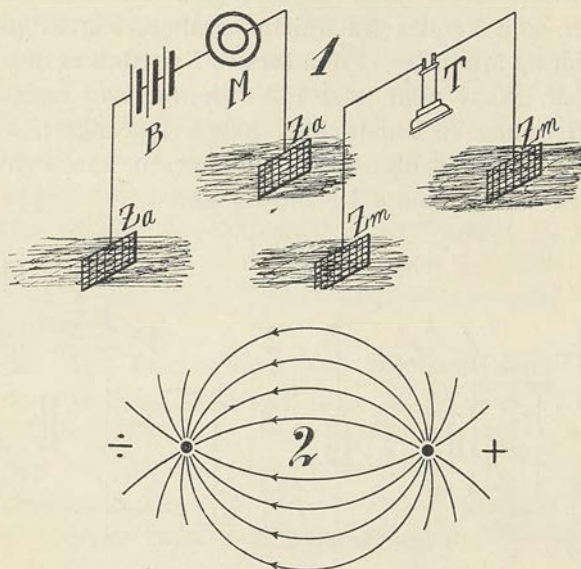


Fig. 209.

Anbringes to Plader Z_a i Jorden (Fig. 209,₁) i en vis indbyrdes Afstand, og forbindes de over Jorden med et Batteri og en Mikrofon, ville Strømmlinier ikke alene findes direkte mellem de to Plader, men de brede sig tillige ud i Jorden (Fig. 209,₂). Anbringes to andre Plader Z_m (Fig. 209,₁) indenfor Strømmlinierne Omraade, optages disse af Pladerne, og denne ringe Brøkdelen af den udsendte elektriske Energi kan sendes gennem en Telefon.

Ducretet foretog (1902) nogle Forsøg, hvor der med en Afstand af 60 m. mellem to sammenhørende Plader opnaaedes en Telefonafstand paa 1 km. Iøvrigt har denne Art Telefoni ikke faaet nogen praktisk Betydning.

Det samme gælder *Induktionstelefon*, hvor Overføringen

sker ved elektromagnetisk Induktion mellem parallelt udspændte Traade. *Preece* og *Gavey* have særligt beskæftiget sig med Induktionstelefon. Der opnaaedes i 1899 en Telefonafstand af 13 km, men rigtignok ved Anvendelse af 11 km parallelt udspændte Traade.

112. *Gnisttelefoni*. Man har forsøgt at anvende de samme Principper, som kendes fra Gnisttelegrafien. Fig. 210,₁₋₂ viser en Afsender og Modtager. I den førstes Kredsløb er indskudt en Mikrofon *M*. Naar man taler ind i denne, kan man i Gnistrummet *G* opnaa en Gnistrække, hvis Svingningstal svarer til Svingningerne i Mikrofonen. I Modtageren kan benyttes en eller anden af de kendte Detektorer *D*.

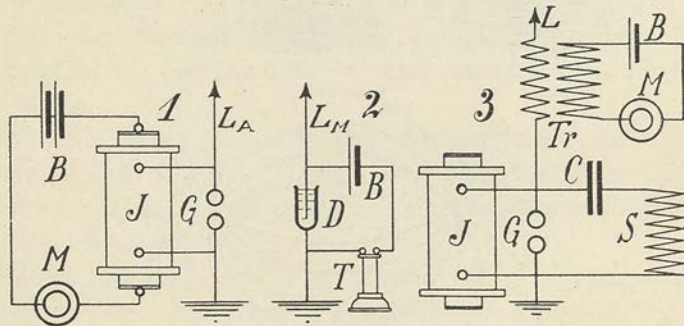


Fig. 210.

I Stedet for at benytte en Mikrofon i selve Induktorkredsen, kan man ogsaa benytte en talende Buelampe. *Fessenden* har angivet en anden Forbindelsesmaade, hvor der fremkaldes Ændringer i Svingningernes Vekseltal (Fig. 210,₃). I Lufttraaden er anbragt en Transformator T_r (med Jernkærne), og ved Strømforandringerne i Mikrofonkredsen forandres Lufttraadens Selvinduktion.

Medens man ved disse og lignende Metoder kan faa gengivet en Tone, er det kun lykkedes at gengive Talen yderst mangelfuldt. Grunden hertil maa søges i, at det i Almindelighed kun er Grundtonen, der fremkalder en Gnistovergang, medens Overtonerne ikke have tilstrækkelig Energi til at hidføre den nødvendige Spænding.

Naar Induktoren fødes med Jævnstrøm eller Vekselstrøm, faar man i Almindelighed et forholdsvis ringe Antal kraftige, men stærkt dæmpede Udladninger pr. Sekund. Antager man, at en Svingningskreds har en Frekvens paa 1 Million og afbrydes Induktorens Primærstrøm ca. 100 Gange pr. Sekund, skal man for hver Afbrydning have 10 000 Svingninger i Frembringerkredsen. Men paa Grund af den forholdsvis stærke Dæmpning, aftager Spændings — (Strømstyrke —) Amplituderne saa hurtigt, at man kun opnaar faa Gnister i Gnistrummet. Lad det opnaaede Svingningstal være 20; deres Varighed er da $\frac{1}{50000}$ Sekund. Der indtræder derfor en forholdsvis lang Pavse, nemlig $\frac{499}{50000}$ Sekund, inden de næste Svingninger begynde. Vilde man aflægge Svingningerne i Kurveform og give hver Svingning en Abscisse = 1 cm, blev hele Længden af de 20 Svingninger 20 cm. Afstanden til den næste Svingningsgruppe blev da 10 000 cm.

Da det ved Talen drejer sig om indtil nogle Tusinde Svingninger pr. Sekund (den højeste musikalske Tone har ca. 4000 Svingninger) er det klart, at der udkræves langt flere Svingninger end de, der paa almindelig Maade kan frembringes i et Gnistrum. Man har derfor forsøgt at benytte særlige Konstruktioner af Gnistrum, dog uden gode Resultater.

113. *Radiotelefoni med udæmpede Svingninger.* Man har ogsaa prøvet at benytte Højfrekvensmaskiner (*Tesla, Fessenden, Ruhmer*), men som tidligere omtalt (§ 13, Side 32) er det meget vanskeligt at fremstille Maskiner med tilstrækkelig høj Frekvens, og de afholdte Forsøg med Telefoni ad denne Vej have først i den seneste Tid ført til praktiske Resultater.

Duddell's og *Simon's* Undersøgelser over Frembringelsen af udæmpede Svingninger førte straks Tanken hen paa disses Anvendelse ved Radiotelefoni, men det forholdsvis lave Svingningstal var, ligesom ved Radiotelegrafien, en Hindring for at løse Problemet paa tilfredsstillende Maade.

a. *Poulsen's* Metode til Frembringelsen af et højt Veksel-tal har banet Vejen for en Radiotelefoni over større Afstande, og *Poulsen* var selv den første, der foretog Forsøg med en saadan Telefonering.

I Fig. 211, a og b er vist to forskellige Forbindelsesmaader. I a er Mikrofonen direkte indsat i Lufttraaden, medens b viser Mikrofonen induktivt forbundet med Lysbuen's Primærkredsløb. Der anvendes intet Magnetfelt ved Lysbuen. Naar man taler ind i Mikrofonen, forandres Modstanden i denne, og Modstandsændringerne bevirke en Variation i Amplituden af de Svingninger, som udstraales fra Nettet. Som Modtager benyttes en af Poulsen's almindelige Modtageanordninger

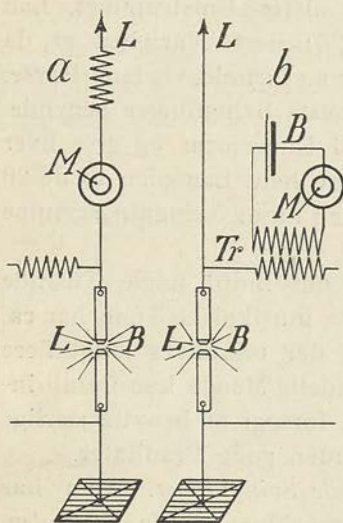


Fig. 210.

med Termodektor. De i Modtageren inducerede Svingninger ville paa Grund af deres varierende Amplitude fremkalde en varierende Strømstyrke i Telefonen, og dens Membran vil bevæge sig i Takt med Mikrofonmembranen. Med en Modtager-Lufttraad paa kun 5 m Højde opnaaedes i Lyngby en Telefonafstand paa 200 m (1906).

Poulsen's videre Forsøg med Radiotelefoni traadte imidlertid i Baggrunden for hans Arbejde med Telegrafien, men nye Forsøg ere nu optagne, og det er lykkedes at overføre Musik til Stationen i Lyngby fra en Poulsen's Forsøgs-

station i Weissensee ved Berlin (Afstand ca. 400 km).

b. *Telefunken*. Til Frembringelse af de udæmpede Svingninger benyttes den i § 107, Side 319, omtalte Metode med Lysbue mellem Kul og en vandafkølet Elektrode. Frembringerkredsen dannes af Lysbuen, en Kapacitet og Selvinduktion. Induktivt til denne Kreds kobles Luftnettet. Den tilførte Energi varieres ved, at man taler ind i en med Luftnettet forbunden Mikrofon.

Ved Modtageren benyttes en *Schloemilch's* Detektor og en Telefon.

Fig. 212. viser en Station. Fra Strømfordelingsbordet (til højre) føres Jævnstrømsledningerne over den venstre, bageste

Bordkant til en Hovedafbryder og derfra til Reguleringsmodstandene. Fra disse føres Strømmen til de to under Bordet anbragte Dæmpespoler (med eller uden Jernkærner) gennem

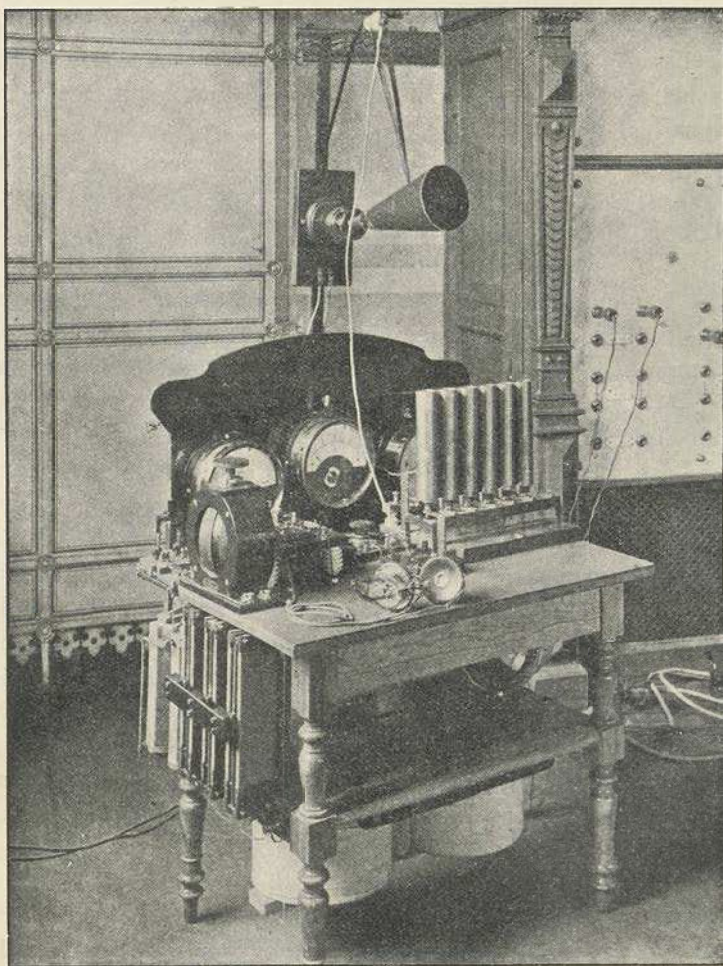


Fig. 212.

det til højre paa Bordet anbragte Amperemeter til Buelamperne. Her anvendes 12 i Række forbundne Buelamper, som ved 220 Volt bruge 4 Amp. Længden af hver Lysbue kan ind-

stilles ved Mikrometerskruer. Kullenes Forbrænding sker yderst langsomt, saaledes at det kun fra Tid til anden er nødvendigt at regulere samtlige Lysbuer ved Hjælp af en fælles Skrue.

Lampegruppen er forbundet med en Kondensator (til venstre for Lamperne), et Varmtraadsamperemeter (over Kondensatoren) og en Selvinduktion (til højre under Bordpladen). Bølgelængden kan ved Variation af Kapaciteten forandres mellem 300 og 800 m.

Ved Siden af Frembringerkredsens Spoler findes nogle Vindinger, som tjene til Koblingen med Luftnettet. Over Bordet er Mikrofonen anbragt. Desuden er i Luftnettet anbragt et Amperemeter (til venstre paa Bordet), ved Hjælp af hvilket man kan kontrolere Energien i Luftnettet. Forinden man afsender, prøves Afstemningen, idet man varierer Kapaciteten, indtil Amperemetret viser et Maksimumsudslag. Ved Hjælp af Omskifteren paa Midten af Bordet kan man ved et enkelt Haandgreb afbryde Frembringerkredsen, skifte om fra Afsendelse til Modtagelse og derved tilslutte Modtageapparaterne.

Til venstre paa Bordet findes Modtageapparaterne, der bestaa af en Detektor med tilhørende Apparater, anbragte paa en Ebonitplade, der hviler paa 4 Porcellænsisolatorer. Til venstre for Apparatet findes et *Variometer*, ved hvis Hjælp Luftnettet og Modtagerkredsen kan afstemmes. Et Variometer bestaar af to indeni hinanden anbragte, rækkeforbundne Spoler, af hvilke den inderste er drejelig. Den kan stilles koncentrisk med den ydre Spole, vinkelret paa denne eller i en Mellemstilling, og paa denne Maade kan Selvinduktionen varieres.

I Fig. 213 er vist et Strømløbsskema over Afsender og Modtager. Primærspændingen er 440 Volt, Strømstyrken i Lamperne ca. 4,5 Amp, i Luftnettet (under Afsendelse) ca. 0,5 Amp. Med saadanne Apparater har man opnaaet tydelig Tale mellem Stationer i *Berlin* og *Nauen* (ca. 36 km).

c. *De Forest*. De udæmpede Svingninger frembringes efter *Poulsen's* Anordning. Til en Jævnstrømslysbue shuntes, en Kapacitet og en Selvinduktion, der danner den primære Vikling af en Transformator, hvis sekundære Vikling foroven

er forbundet til Luftnettet, fornedet til *Jord*. Mikrofonen ind-sættes mellem Sekundærspolen og Jordforbindelsen, da Spæn-dingen her er mindst. Mikrofonen vil ellers hurtigt blive øde-lagt af den Gnistdannelse, som finder Sted mellem Kulkornene, naar Spændingen er stor. *De Forest* anvender ikke Gas eller Brint i Generatoren, men benytter en Spritlampe som ved *Poulsen's* første Forsøg (Side 308). Svingningernes Vekseltal kan varieres fra 100 000 til 700 000.

Det samme Luftnet benyttes baade til Afsendelse og Mod-tagelse. Ved Hjælp af en Omskifter kan man forbinde Luft-nettet enten med Afsenderen eller med Modtageren. Ved Mod-

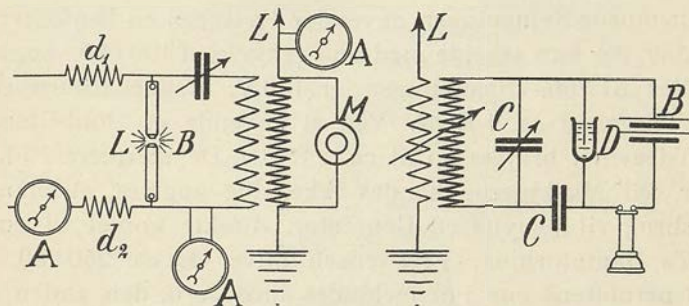


Fig. 213.

tageren benyttes induktiv Kobling, og en af de almindeligt kendte Detektorer og Detektorforbindelser kan anvendes. *De Forest* benytter den af ham konstruerede *Audion* (Side 135) med Tantaltraad og en Platinplade. Naar Svingninger mod-tages, vil Modstanden i Rummet mellem Tantaltraaden og Platinpladen variere proportionalt med Amplituderne, og Te-lefonmembranen vibrerer derfor i Takt med Lydpladen i Mikrofonen. Til en Station hører endvidere en Morsenøgle og en Slags *Summer*, ved Hjælp af hvilke man kan udelukke Mikrofonen, og kalde en anden Telefonstation op. Endvidere kan man telegrafisk repetere vanskelige Kodeord el. lign.

Telefonapparater af denne Slags ere i Slutningen af Aaret 1907 installerede i 34 amerikanske Krigsskibe, deriblandt 6 Torpedojagere. Den garanterede Telefonafstand med disse

Apparater er ca. 10 km, men det angives, at man har opnaaet telefonisk Forbindelse paa indtil 40 km. Apparaterne forfærdiges af *De Forest Radio Telephone Co.*, New York.

d. *Fessenden* Det angives af *Fessenden*, der i de senere Aar har arbejdet med Radiotelefoni, at der i Sommeren 1907 har været Radiotelefonforbindelse mellem Stationer ved *Brant Rock* og *New York* (Afstand ca. 350 km, hvoraf 75 % over Land). Den førstnævnte Station er bygget til transatlantisk Telegrafering, og Luftnettet bæres af et ca. 100 m højt Taarn. Stationen ved New York havde kun en enkelt 60 m høj Mast.

Medens de ovennævnte Firmaer mere eller mindre fuldstændigt benytte en *Poulsen-Generator* til Frembringelsen af de udæmpede Svingninger, anvender *Fessenden* en Højfrekvensmaskine, der kan arbejde med en Frekvens af 100 000, normalt benyttes 81 700. Spændingen er 150 V, Magnetstrømstyrken 5 A, Ydeevnen ca. 1 Kwtt. Ved at anvende et Dobbeltanker kan Ydeevnen bringes op til ca. 2 Kwtt. De nærmere Enkeltheder ved Maskinerne kendes ikke, dog angives, at man til Skibsbrug vil benytte en Generator, direkte koblet til en *de Laval's* Damp turbine; Frekvensen bliver da ca. 250 000.

Generatorens ene Pol forbindes med *Jord*, den anden Pol med Mikrofonen, hvortil Luftnettet er forbundet direkte. Naar Mikrofonen er kortsluttet, er den største Strømstyrke i Luftnettet ca. 6 Amp. Er Mikrofonen indsat, er Strømstyrken ca. 5 Amp. Mikrofonen er forholdsvis lille og kan uden skadelig Opvarmning taale 5 Amp.

Til Modtagelse benyttes en af de almindelige Detektoranordninger, ved hvilke Detektoren kan indsættes direkte i Luftnettet eller kobles til dette.

TILLÆG.

TABEL I.
Dielektricitetskonstanter.

Materiale	k	Materiale	k
Paraffin.....	1,7—2,3	Petroleum	2,2
Papir	1,8—2,6	Rapsolie	2,3
Ebonit.....	2—3	Alkohol	25—33
Svovl	2—4	Vand	81
Porcellæn.....	4,4	—	—
Glimmer og }	4—8	Atmosfærisk Luft og	—
Mikanit }	—	andre Luftarter	1
Glas	4—10		

TABEL II.
Formler for Kapaciteter.

[C = Kapacitet i elektrostatiske Enheder (cm). (Ved Division med 900 000 omsættes Udtrykkene til Mf), k = Dielektricitetskonstant, r = Radius (cm), l = Længde (cm), d = Afstand (cm) og S = Areal (cm^2).]

Kugle..... $C = kr$

To koncentriske

Kugler ... $C = k \frac{rr_1}{r_1 - r}$

To koncentriske

Cylindre .. $C = k \frac{l}{2 \ln \frac{R}{r}}$

Lodret Traad i

Højde h cm over

Jorden... $C = k \frac{l}{2 \ln \frac{2h}{r}}$

To parallelle

Flader ... $C = k \frac{S}{4\pi d}$

To parallelle

Traade .. $C = k \frac{l}{4 \ln \frac{d}{r}}$

TABEL III.

Formler for Selvinduktionskoefficienter.

Længden er udtrykt i cm og Induktionskoefficienten i cm. Ved Division med 10^9 omsættes Udtrykkene til Henry.

Solenoid med ét Traadlag. Er Spolen saa lang, at man kan se bort fra Virkningen ved Enderne, og er Q Tværsnittet af Solenoiden, z Vindingstallet, har man:

$$L = \frac{4\pi z^2 Q}{l} = \frac{4\pi^2 z^2 r^2}{l}.$$

Lang, cylindrisk Spole med jævn Bevikling. Hvis R = den ydre, r = den indre Radius, har man:

$$L = \frac{4}{3}\pi^2 \frac{z^4}{l^3} (R-r) (R^3 - r^3).$$

Flad Spole (indre Diameter stor i Forhold til Viklingsrummet):

$$L = 4\pi z^2 R \left(\ln \frac{8R}{r} - 2 \right).$$

Ringformet Spole: $L = 4\pi z^2 (R - \sqrt{R^2 - r^2})$.

Retlinet Traad. Afstand fra Jorden = d .

$$L = 2l \ln \frac{2d}{r}.$$

To parallelle Traade forbundne til en Sløjfe (Samlet Længde l).

$$L = l \left(2 \ln \frac{d}{r} + 0,5 \right).$$

Traadring. Betyder r_r Ringens Radius og r_t Traadens Radius, har man:

$$L = 4\pi r_r \left(\ln \frac{8r_r}{r_t} - 2 \right).$$

I nedenstaaende Tabel er anført Værdien af L , svarende til forskellige Værdier af r_r og r_t .

r_t cm	r_r									
	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25
0,05	125,4	294,3	479,7	675,8	879,8	1090	1305	1526	1750	1977
0,1	103,6	250,8	414,4	588,7	770,9	959,5	1053	1352	1554	1760
0,15	90,9	225,3	376,2	537,7	707,2	883	1064	1250	1439	1632
0,2	81,8	207,2	349,1	502,6	662	828,8	1001	1177	1358	1542
0,25	74,8	193,2	328	473,5	627	786,7	951,8	1121	1295	1472
0,3	69,1	181,8	310,9	450,6	598,3	752,4	911,7	1075	1243	1414
0,35	64,3	172,1	296,3	431,3	574,1	723,3	877,8	1037	1200	1366
0,4	60,1	163,7	283,7	414,5	553,2	698,1	848,4	1003	1162	1324
0,45	56,4	156,3	272,6	399,7	534,6	675,9	822,5	973,6	1128	1287
0,5	53,1	149,7	262,7	386,4	518,1	656,1	799,3	947,1	1099	1254

TABEL IV.

Bølgelængde og Vekseltal.

λ = Bølgelængde i m; n = Vekseltal.

λ	n	λ	n	λ	n
100	$6 \cdot 10^6$	600	10^6	1100	$5,5 \cdot 10^5$
150	$4 \cdot 10^6$	650	$9,2 \cdot 10^5$	1200	$5 \cdot 10^5$
200	$3 \cdot 10^6$	700	$8,6 \cdot 10^5$	1300	$4,6 \cdot 10^5$
250	$2,4 \cdot 10^6$	750	$8 \cdot 10^5$	1400	$4,3 \cdot 10^5$
300	$2 \cdot 10^6$	800	$7,5 \cdot 10^5$	1500	$4 \cdot 10^5$
350	$1,7 \cdot 10^6$	850	$7,0 \cdot 10^5$	1600	$3,7 \cdot 10^5$
400	$1,5 \cdot 10^6$	900	$6,7 \cdot 10^5$	1700	$3,5 \cdot 10^5$
450	$1,3 \cdot 10^6$	950	$6,3 \cdot 10^5$	1800	$3,3 \cdot 10^5$
500	$1,2 \cdot 10^6$	1000	$6 \cdot 10^5$	1900	$3,16 \cdot 10^5$
550	$1,1 \cdot 10^6$			2000	$3 \cdot 10^5$

TABEL V.

Gnistkuglers Størrelse og Gnistlængder.

e = Gnistspænding i Kilovolt; d = Gnistkuglers Diam. i cm;
 l = Gnistlængde i mm.

$d = 5$		$d = 2$		$d = 1$		$d = 0,5$	
l	e	l	e	l	e	l	e
5	18,360	1	4,710	1	4,800	1	4,830
6	21,600	2	8,100	2	8,370	2	8,370
7	24,540	3	11,370	3	11,370	3	11,340
8	27,330	4	14,490	4	14,550	4	13,770
9	30,090	5	17,490	5	17,310	5	15,720
10	32,850	6	20,370	6	19,920	6	17,190
11	35,580	7	23,250	7	22,050	7	18,300
12	38,310	8	26,040	8	24,090	8	19,020
13	41,010	10	31,290	9	25,590	10	20,190
14	43,680	12	35,490	10	27,000	15	22,320
15	46,230	14	38,640				
16	48,660	16	41,280				

TABEL VI.

Gnistspænding og Gnistlængde.

(Mellem Messingkugler, 2 cm i Diam.)

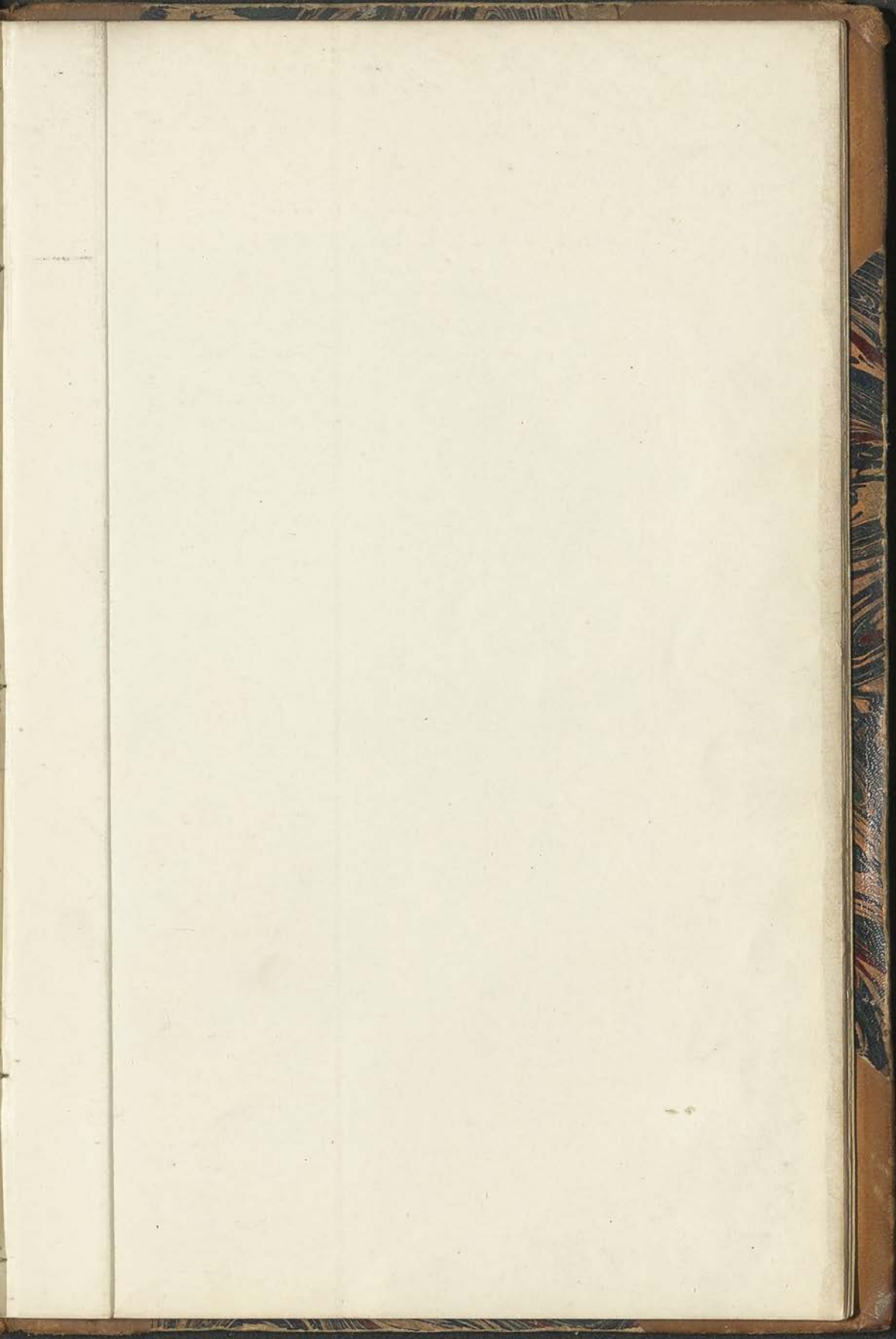
1 cm	e Volt	1 cm	e Volt	1 cm	e Volt	1 cm	e Volt
0,1	4 700	1,4	38 700	2,7	54 900	4,0	64 200
0,2	8 100	1,5	40 300	2,8	55 800	4,1	64 800
0,3	11 400	1,6	41 300	2,9	56 700	4,2	65 400
0,4	14 500	1,7	43 200	3,0	57 500	4,3	66 000
0,5	17 500	1,8	44 700	3,1	58 300	4,4	66 600
0,6	20 400	1,9	46 100	3,2	59 000	4,5	67 200
0,7	23 250	2,0	47 400	3,3	59 700	4,6	67 800
0,8	26 100	2,1	48 600	3,4	60 400	4,7	68 300
0,9	28 800	2,2	49 800	3,5	61 100	4,8	68 800
1,0	31 300	2,3	51 000	3,6	61 800	4,9	69 300
1,1	33 300	2,4	52 000	3,7	62 400	5,0	69 800
1,2	35 500	2,5	53 000	3,8	63 000		
1,3	37 200	2,6	54 000	3,9	63 600		

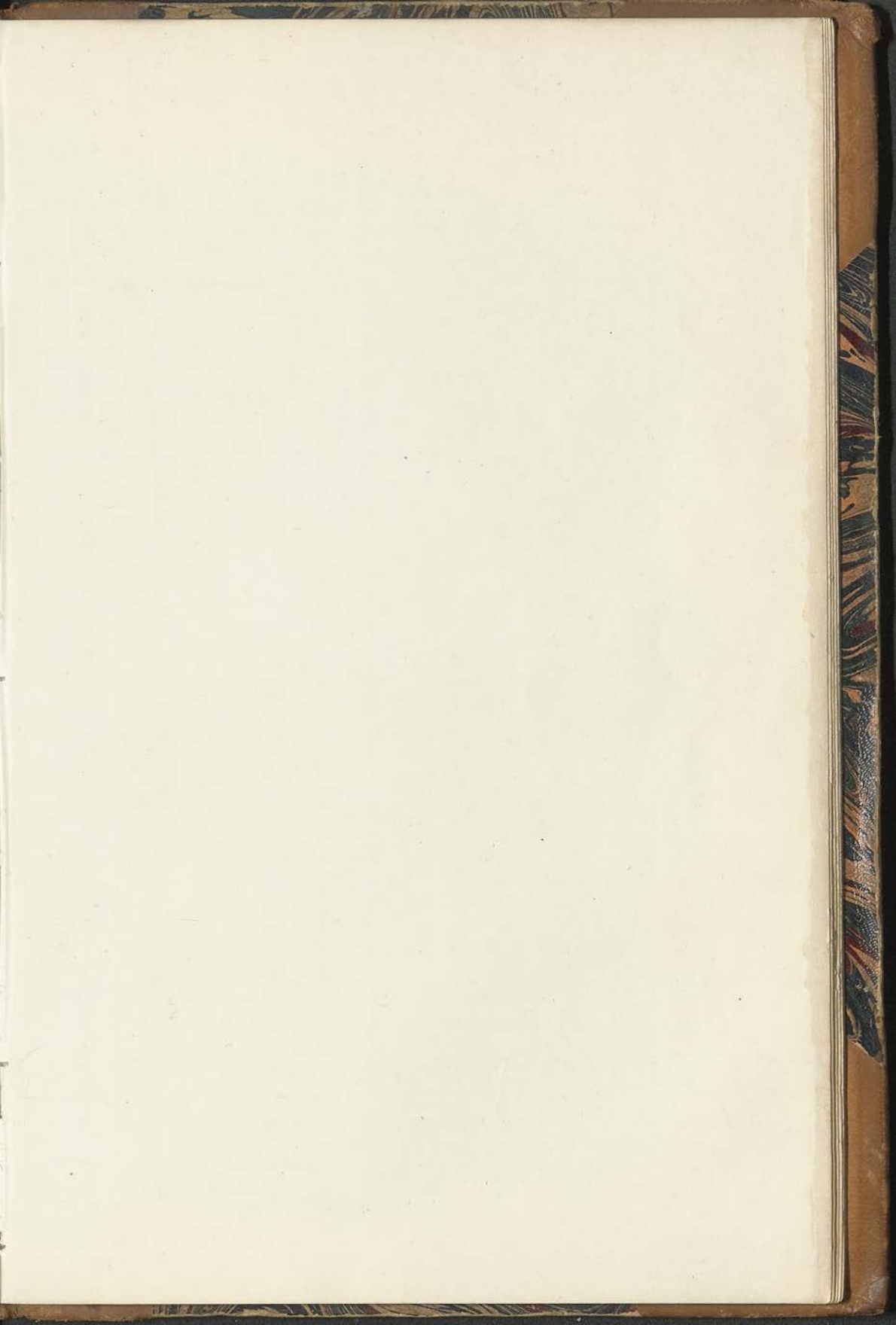
TABEL VII.

Amplitudeforhold og Dekrement.

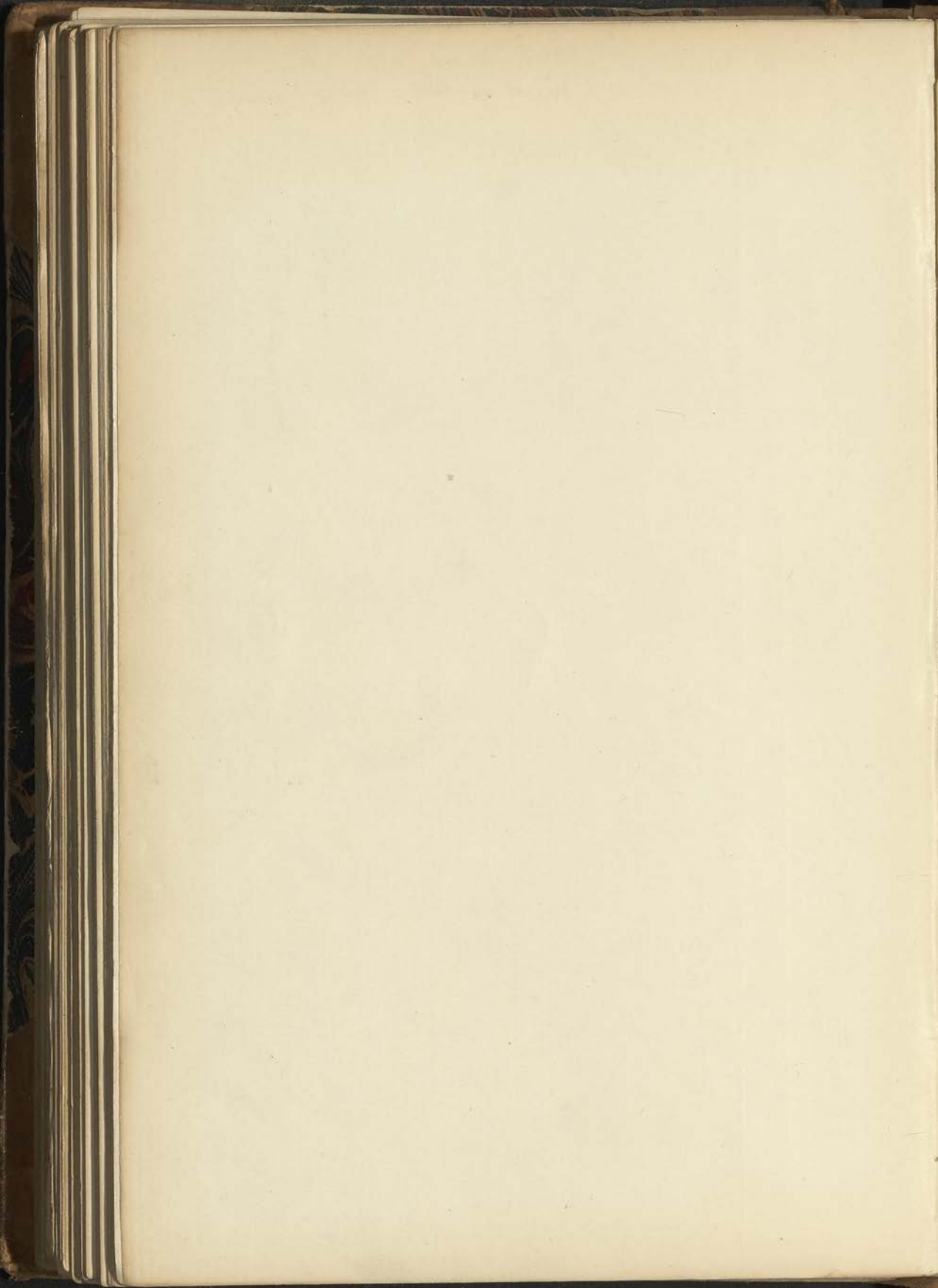
Ifølge § 18 er Amplitudeforholdet $= e^{\delta T}$ og $d = \delta T$
 $=$ Dekrementet.

d	Amplitudeforhold	d	Amplitudeforhold
0,001	100: 99,9 = 1,001	0,09	100: 91,4 = 1,094
0,002	» 99,8 = 1,002	0,095	» 90,9 = 1,10
0,003	» 99,7 = 1,003	0,1	» 90,5 = 1,105
0,004	» 99,6 = 1,004	0,15	» 86,1 = 1,16
0,005	» 99,5 = 1,005	0,2	» 81,9 = 1,22
0,006	100: 99,4 = 1,006	0,25	100: 77,9 = 1,28
0,007	» 99,3 = 1,007	0,3	» 74,1 = 1,35
0,008	» 99,2 = 1,008	0,35	» 70,5 = 1,42
0,009	» 99,1 = 1,009	0,4	» 67,0 = 1,49
0,01	» 99,0 = 1,01	0,45	» 63,8 = 1,57
0,015	100: 98,5 = 1,015	0,5	100: 60,7 = 1,65
0,02	» 98,0 = 1,02	0,55	» 57,7 = 1,73
0,025	» 97,5 = 1,025	0,6	» 54,9 = 1,82
0,03	» 97,0 = 1,03	0,65	» 52,2 = 1,92
0,035	» 96,6 = 1,036	0,7	» 49,7 = 2,01
0,04	100: 96,1 = 1,041	0,75	100: 47,2 = 2,12
0,045	» 95,6 = 1,046	0,8	» 44,9 = 2,23
0,05	» 95,1 = 1,051	0,85	» 42,7 = 2,34
0,055	» 94,6 = 1,057	0,9	» 40,7 = 2,46
0,06	» 94,2 = 1,062	0,95	» 38,7 = 2,59
0,065	100: 93,7 = 1,067	1	100: 36,8 = 2,72
0,07	» 93,2 = 1,073	1,5	» 22,3 = 4,48
0,075	» 92,8 = 1,078	2	» 13,5 = 7,39
0,08	» 92,3 = 1,083	2,5	» 8,2 = 12,2
0,085	» 91,9 = 1,089	3	» 5,0 = 20,1

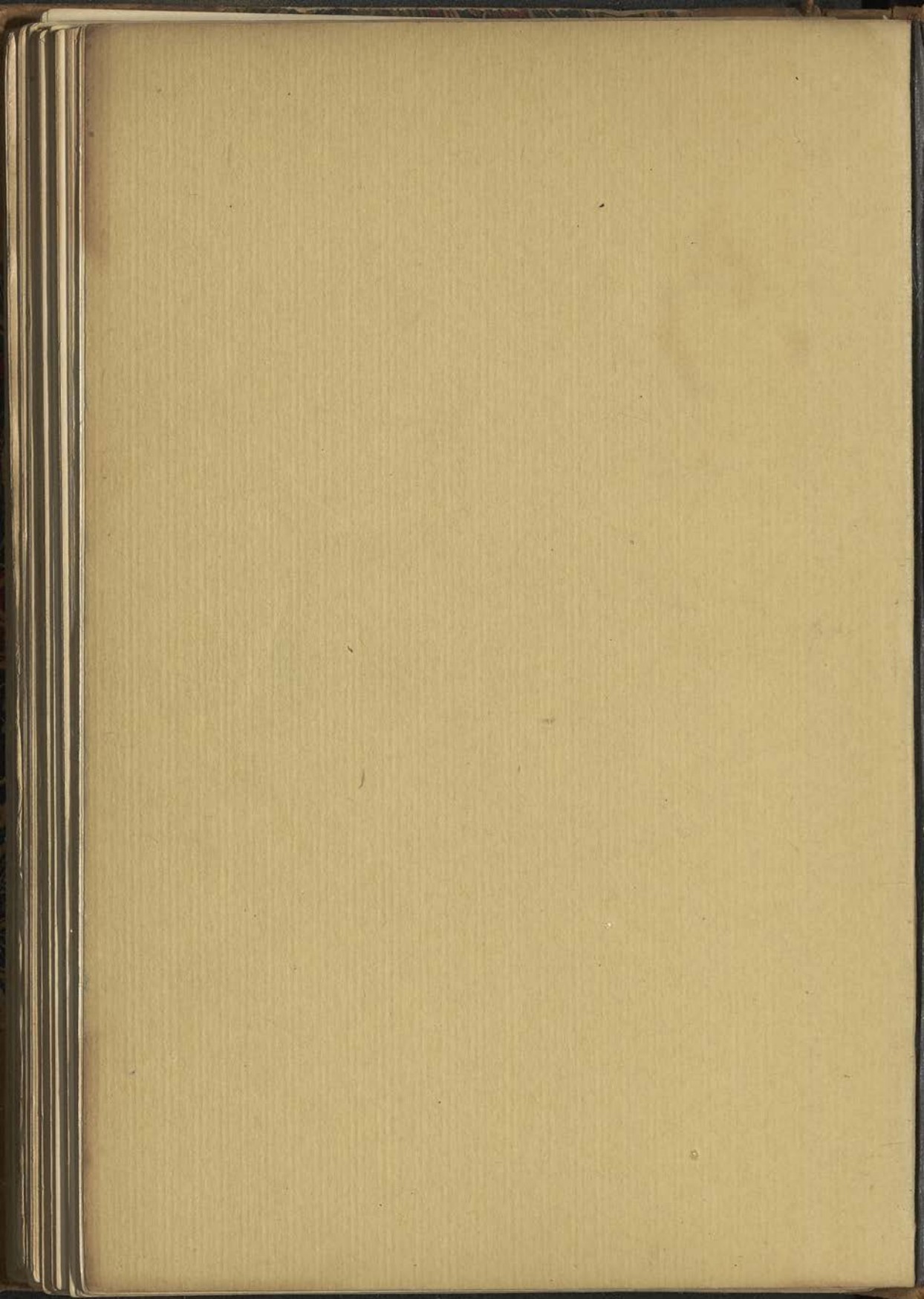




1 Mischbury = 18⁶ cm
1 Mischbury = 9.18⁵ cm







lin 278

