

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*

UNIVERSITÄT BIBLIOTHEK

O. Lind-Johansen

Moderne

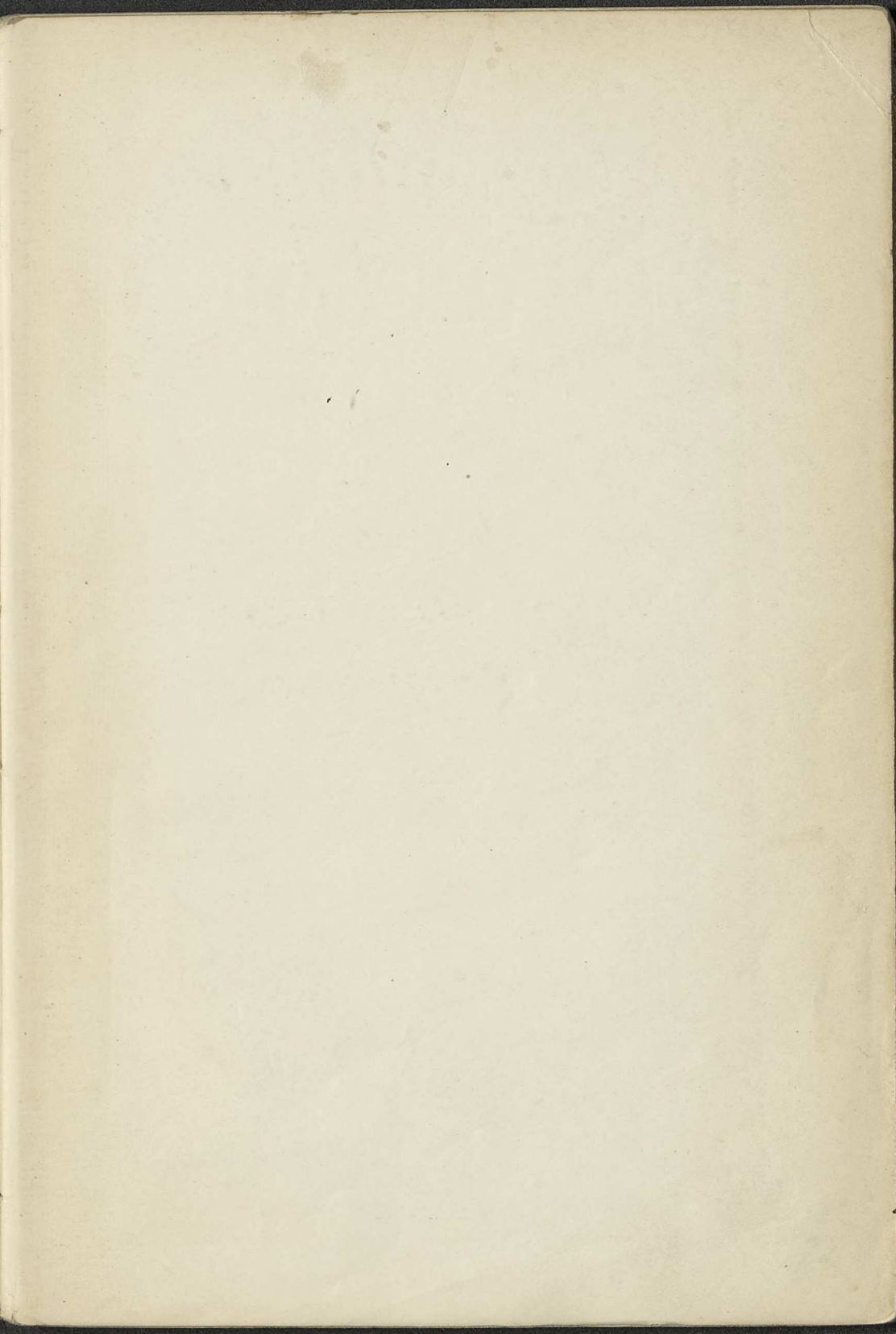
Radiomodtager.

1920.

OVERFØRT
FRA
UNIVERSITETSBIBLIOTEKET
TIL
TEKNISK BIBLIOTEK

621.396.62
0

98



MODERNE RADIOMODTAGERE

ELEKTRONRØRETS
TEORI OG ANVENDELSE

AF

O. LUND-JOHANSEN



G. E. C. GADS FORLAG — KØBENHAVN 1920

MODERNE RADIOMODTAGERE

ELEKTRONRØRETS
TEORI OG ANVENDELSE

AF

O. LUND-JOHANSEN



G. E. C. GADS FORLAG — KØBENHAVN 1920

DET HOFFENBERGSKE ETABL. KØBEN

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
<i>Indledning</i>	5
Elektronrørets Teori	7
<i>Karakteristiske Forhold ved Elektronrørets Funktion</i>	9
Elektronrørets Anvendelser	16
<i>Elektronrøret som Detektor</i>	16
<i>Elektronrøret som Forstærker</i>	20
Højfrekvensforstærker	21
Lavfrekvensforstærker	22
Regenerativ Forstærker	23
<i>Elektronrøret som Detektor for kontinuerlige Svingninger</i>	26
Svingningsgenerator	29
Lokal Generatorkreds	30
Regenerativ Kobling	32
<i>Elektronrøret som Generator</i>	35
<i>Forskellige Modtagersystemer</i>	37
<i>Hurtigmodtagelse</i>	45
<i>Rammemodtageren</i>	46

INDLEDNING

I Radioteknikens Udvikling har ingen Forbedring haft saa gennemgribende Forandringer til Følge som Opdagelsen af Elektronrørets Egenskaber og den praktiske Udnyttelse af disse. At man her staar overfor Fremtidens Radiotelegrafi og -telefoni bekræfter de mange og iøjnefaldende Fordele, som opnaas ved dets Anvendelse saavel i Afsenderen som i Modtageren. Den Kamp, der gennem mange Aar har været ført mellem diskontinuerlige og kontinuerlige Svingninger er hermed bleven afgjort til Gunst for de kontinuerlige.

Hovedaarsagen til, at de Fordele, der opnaas ved Anvendelse af Sendere for kontinuerlige Svingninger, først nu bliver anerkendt i deres fulde Udstrækning, og at Poulsenlysbuen ved sin Fremkomst ikke vandt den Udbredelse, som den fortjente, ligger for en stor Del deri, at man først i de senere Aar ved Elektronrørets Anvendelse har faaet udviklet et Modtagersystem, ved hvilket det er muligt fuldt ud at udnytte de kontinuerlige Svingningers Egenskaber.

Den moderne Radiomodtager udmærker sig ved sin effektive Udnyttelse af den modtagne Energi og de gode Afstemningsmuligheder.

Alene anvendt som Detektor forøger Elektronrøret betydeligt Modtagerens Følsomhed. Sin største Betydning har det anvendt som Forstærker, saavel Højfrekvensforstærker som Lavfrekvensforstærker; som saadan frembyder det et fremragende Middel til at forøge Modtagerens Følsomhed.

Den effektive Udnyttelse af Modtagerenergien har gjort Anvendelsen af de hidtil anvendte store aabne Modtagerantenner unødvendig og skabt Muligheder for en videre Udvikling og Udnyttelse af den for flere Aar tilbage af forskellige Videnskabsmænd (Fessenden, Bellini, Braun) foreslaaede spole- eller rammeformede lukkede Antenne (Rammeantenne). Rammeantennens praktiske og tekniske Fordele, der senere skal omtales, giver denne Antenneform, sammenlignet med den gamle Form, en betydelig Overlegenhed.

I Sammenligning med de hidtil anvendte Generatorer for højfrekvente Svingninger, har Elektronrøret som saadan de betydelige Fortrin, som et ubegrænset Bølgeomraade og en absolut Konstanthed af de frembragte Svingninger giver; hertil kan føjes Betjeningens Enkelthed.

Elektronrøret har skabt nye og uanede Muligheder for Radiotelefoniens Udvikling, og det kan næsten med Sikkerhed siges, at kun faa Aar adskiller os fra det Øjeblik, hvor den traadløse Telefon kommer til at spille en virkelig Rolle i vort Samfundsliv.

For Radiotelegrafiens og -telefoniens Anvendelse som Efterretningsmiddel i Luftfartens Tjeneste har Elektronrørets Udvikling haft en afgørende Betydning; medens de hidtil anvendte Gnist-systemer kun frembød et usikkert Efterretningsmiddel, har Luftfarten nu ved Elektronrørets Anvendelse saavel som Afsender som Modtager faaet et uundværligt og driftsikkert Efterretningsmiddel.

Elektronrørets Teori.

Elektronrørets Teori er baseret paa Elektronteorien, til Grund for hvilken ligger den Antagelse, at der i ethvert Legeme findes baade positiv og negativ Elektricitet.

Alle Legemer er bygget op af smaa Partikler, der kaldes Atomer; disse er igen sammensat af endnu mindre Partikler, kaldet Elektroner.

Ethvert Atom antages saaledes at bestaa af en positivt ladet Kerne, uden 'om hvilken negative Ladninger findes anbragt i Form af Elektroner, som er Betegnelsen for den mindste negative Ladning, der kan existere i Naturen; Elektronet, der ikke er materiel, men kun indeholder den negative Ladning, udgør $1/1800$ af et Brintatom. Kernens positive Ladning neutraliserer Elektronets negative Ladning, saaledes at Atomet i normal Tilstand tilsyneladende er uelektrisk. Den positive Ladning er ubevægelig, hvilket vil sige, at et Atom ikke kan berøves denne.

Dersom et Elektron løsriver sig fra et Atom, bliver Atomet til en positiv Jon med et positivt ladet Legemes Egenskaber. Føjes der derimod et Elektron til et normalt uelektrisk Atom, bliver Atomet til en negativ Jon med et negativt ladet Legemes Egenskaber. Løsriver et Antal Elektroner sig fra et Atom, siges der at fremkomme en Bevægelse af negativ Elektricitet. Det antages derfor, at den elektriske Strøm er en Bevægelse af Elektroner, i modsat Retning af den, der almindeligt antages at være den elektriske Strøms Retning.

Foregaar der i en Leder en Bevægelse af Elektroner fra en negativ til en positiv Spænding vil dette følgelig, i Overensstem-

melse med den gamle Vedtægt om den elektriske Strøms Retning, sige, at der gaar en elektrisk Strøm fra den positive Spænding til den negative. Den Hurtighed, hvormed Elektronbevægelsen foregaar, kan fremskyndes paa forskellig Maade og til en saadan Grad, at Elektroner udstraales fra Lederen. Den almindeligste Maade, paa hvilken Udstraalingen af Elektroner fremkaldes, er ved at bringe et i et Vacuumrør anbragt Metal til at gløde; Metallet vil da udstraale Elektroner.

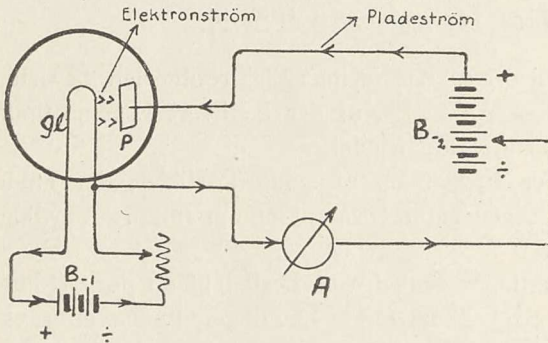


Fig. 1.

I Fig. I er Gl en Glødetraad, anbragt i et Vacuumrør; Gl bringes til at gløde af den elektriske Strøm fra Batteriet B_1 . Glødetraadens Elektronbevægelse vil stige

i Hurtighed, efterhaanden som Glødetraadens Temperatur forøges, indtil tilsidst en Del af Elektronerne bryder gennem Traadens Overflade og udstraales fra denne. Rummet omkring Traaden bliver derved ladet med Elektroner, der vil søge at hindre andre Elektroner i at slippe ud af Traaden, saaledes at Udstrømningen tilsidst ophører. Et bestemt Antal Elektroner udstraales fra Glødetraaden pr. Sekund for hver Centimeters Længde af denne; det udstraalede Antal tiltager ligeledes med Glødetraadens Temperatur.

I Vacuumrøret er foruden Glødetraaden anbragt en Metalplade P , der er i Forbindelse med Batteriet B_2 's positive Pol. Pladen P 's positive Ladning vil tiltrække de fra Glødetraaden udstraalede Elektroner, saaledes at en Bevægelse af Elektroner fra Gl til P finder Sted, hvilket, som tidligere nævnt, vil sige, at der i Kredsen B_2 - A - Gl - P (Pladekredsen) gaar en elektrisk Strøm fra B_2 's positive Pol til den negative. Paa Grund af

Elektronstrømmens Tilstedeværelse, kaldes denne Anvendelse af Vacuumrøret for Elektronrøret.

Erstattes B_2 med en Vekselstrømskilde, vil Pladekredsløbet kun være strømførende, naar P er positivt ladet. Elektronrøret optræder følgelig som en Ensretter for Vekselstrømme og kan derfor i traadløse Modtagerapparater erstatte Krystaldetektoren. Det i Fig. 1 afbildede Elektronrør kaldes Flemmings Glødelampedetektor.

Karakteristiske Forhold ved Elektronrørets Funktion.

Den tilsyneladende Modstand af Rummet mellem Glødetraad og Plade forandrer sig med den anvendte Spænding af B_2 , paa en saadan Maade at det fuldstændige Kredsløb ikke følger Ohms Lov. Maales Pladestrommen for forskellige Spændingsværdier af B_2 vil den i Fig. 2 afbildede Kurve fremkomme.

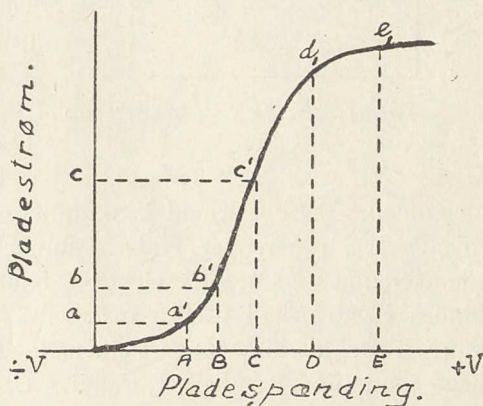


Fig. 2.

Kurvens Form er meget lig Kurven for en Karborundum Detektor. Indtil et bestemt Punkt A vil en Forøgelse af B_2 's Spænding kun give en lille Forøgelse af Pladestrommen. Forøges Spændingen til B eller C , vil Pladestrommen stige hurtigt. Fra Punktet E vil Pladestrommen ikke yderligere stige. Strømmen siges at være mættet ($e_1 =$ Mætningspunktet). Kurven har forudsat en bestemt og konstant Temperatur af Glødetraaden; dersom Kurven var en ret Linie, vilde Pladekredsløbet være i Overensstemmelse med Ohms Lov.

Pladestrommen er foruden af Pladespændingen endvidere af-

hængig af Glødetraadens Temperatur, der, som tidligere omtalt, bestemmer den Styrke, hvormed Udstraalingen af Elektroner foregaar; til en bestemt Styrke af Elektronstrømmen svarer følgelig en bestemt Styrke af Pladestrømmen; (10^{19} Elektroner pr. Sekund giver en Pladestrøm paa 1 Ampère). Fig. 3 viser, hvorledes Pladestrømmen forandrer sig

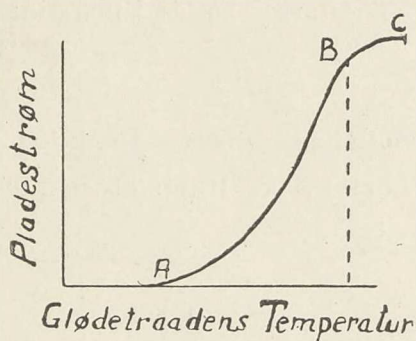


Fig. 3.

ved forskellige Temperaturer af Glødetraaden, forudsat Pladespændingen holdes konstant.

Holdes Pladespændingen konstant og Glødetraadens Temperatur forøges, vil man tilsidst naa et Punkt *C* i Fig. 3, hvor en yderligere Forøgelse af Glødetraadens Temperatur ikke vil resultere i en Forøgelse af Pladestrømmen.

Dette Forhold kan forklares derved, at de udstrømmende Elektroner, der fylder Rummet mellem Glødetraad og Plade, danner en negativ elektrisk Ladning, der vil søge at forhindre Elektroner i at løsrive sig fra Glødetraaden, saaledes at kun en Del af disse naar Pladen, medens de øvrige stødes tilbage mod Glødetraaden. I Punktet *C* i Fig. 3 vil den negative Ladning i Rummet mellem *Gl* og *P* søge at neutralisere Elektronstrømmen. En yderligere Forøgelse af Pladestrømmen er derefter kun mulig ved en Forøgelse af Pladespændingen.

Fig. 4 viser en Flemings Glødelampedetektor i Forbindelse med et simpelt Modtagerkredsløb for Modtagelse af diskontinuerlige Svingninger.

Batteriet B_1 benyttes saavel til Glødetraaden *Gl* som til at give Pladen *P* den for Tiltrækning af Elektroner fra Glødetraad til Pladen nødvendige Spænding.

De højfrekvente Svingninger, der paavirker Modtagerkredsløbet, vil ifølge Elektronrørets Egenskab som Ensretter

blive omdannet til Ligestrøm. Ligestrømmen fra B_1 flyder konstant fra Glødetraad til Plade. I det Øjeblik denne Strøm og de modtagne højfrekvente Svingninger har samme Retning, og Pladespændingen f. Eks. svarer til Punktet B i Fig. 2, vil en betydelig Forøgelse af

Telefonstrømmen finde Sted. Har de to Strømme derimod modsatte Retninger, vil Telefonstrømmen kun formindskes i ringe Grad. Dette fremgaar af den i Fig. 2 afbildede Kurve, hvor Punktet B_1 svarer til Pladespændingen B og Pladestømmen b . Forøges Pladespændingen (de to Strømme har samme Retning) til C , vil Pladestømmens Værdi stige til c , d. v. s. en ringe

Forøgele af Pladespændingen har bevirket en stærk Forøgelse af Pladestømmen. Formindskes Pladespændingen til A (de to Strømme har modsat Retning), vil Pladestømmen formindskes til a , d. v. s. en tilsvarende Formindskelse af Pladespændingen vil kun have en ringe Formindskelse af Pladestømmen til Følge.

Fig. 2 viser endvidere, at den Pladespænding, der giver det bedste Resultat for kraftige Signaler, i Almindelighed ikke er den samme, som den, der giver det bedste Resultat for svage Signaler.

Indsættes imellem Glødetraad og Plade en tredje Elektrode, i Almindelighed paa Grund af sin Form kaldet Gitteret, kan denne kontrollere Rummets negative Ladnings Indflydelse paa Pladestømmen. Dersom Gitteret er positivt ladet, vil det søge at neutralisere Virkningen af den negative Ladning; Resultatet vil blive en Forøgelse af Pladestømmen. Er Gitteret derimod negativt ladet, hjælper det med til at neu-

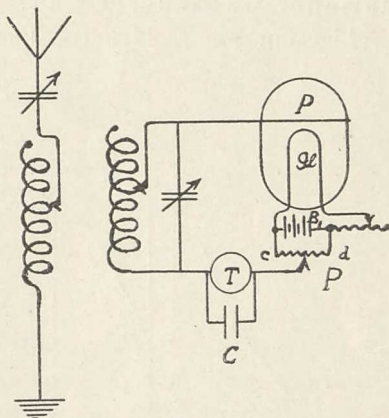


Fig. 4.

tralisere Elektronstrømmen, hvorved Pladestrømmen formindskes; dersom Gitterets negative Spænding er tilstrækkelig stor, kan Pladestrømmen blive fuldstændig afbrudt. Gitterets Opgave er saaledes at overføre Gitterspændingens Variationer til Pladekredsen.

Ligesom for Elektronrør med to Elektroder har Elektronrør

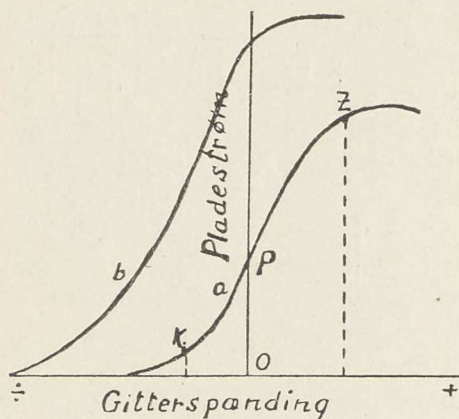


Fig. 5.

med tre Elektroder forskellige karakteristiske Kurver, saaledes Kurver for Pladespændingens Forhold til Pladestrømmen for forskellige Temperaturer af Glødetraaden, Gitterspændingens Forhold til Gitterstrømmen for forskellige Temperaturer af Glødetraaden samt Gitterspændingens Forhold til Pladestrømmen for forskellige Temperaturer af Glødetraaden og

Værdier af Pladespændingen. Er Glødetraadens Temperatur og Pladespændingen konstant, kan Pladestrømmen varieres ved at forandre Gitterspændingen. Kurven *a* i Fig. 5 viser dette Forhold. Kurven *b* viser Forholdet, naar en højere Pladespænding anvendes. Fig. 6 viser Forbindelserne i de tre Kredsløb.

Fra *K* til *Z* er Pladestrømmen direkte proportional med Gitterspændingen, Dersom en ikke for stærk Vekselstrøm paa virker Gitteret indenfor dette Omraade, vil man i Pladekredsen faa nøjagtig samme Svingningsforløb som i Gitterkredsen.

Har Gitteret en tilstrækkelig høj negativ Spænding, f. Eks. svarende til Punktet *K*, vil nogle faa Volts Formindskelse (henimod 0) bevirke en stærk Forøgelse af Pladestrømmen, medens nogle faa Volts Forøgelse kun vil bevirke en ringe Formindskelse af denne.

I Fig. 6 viser Milliampere-meter 1 Gitterstrømmen, Amperemeter 2 Pladestømmen, Amperemeter 3 Glødestømmen, Voltmeter 4 Pladespændingen og Voltmeter 5 Gitterspændingen.

Elektronstrømmen, der er lig $S_g + S_p$, hvor S_g er Gitterstrømmen og S_p Pladestømmen, fordeler sig til Gitter og Plade i Forhold til disses Spændinger. Den bedste Virkning af Elektronrøret opnaas, naar Gitterets negative Spænding er saa stor, at det ingen Elektroner tiltrækker; Dannelsen af Gitterstrøm undgaas derved, og Elektronrøret arbejder som et Relæ med et kun ringe Forbrug af Energi. For en konstant Temperatur af Glødetraad og Pladespænding vil Elektronstrømmen være konstant, hvorfor Dannelsen af Gitterstrøm vil forårsage en Formindskelse af Pladestømmen.

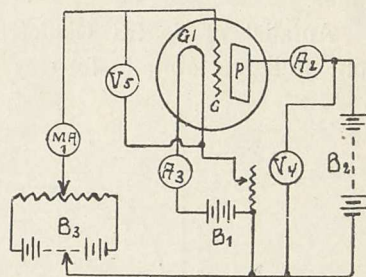


Fig. 6.

De i Fig. 7 anførte Kurver, viser Forholdet mellem Pladestømmen S_p og Gitterstrømmen S_g ved Anvendelse af forskellige Værdier af Gitterspændingen. Man ser heraf, at Pladestømmen begynder meget tidligere end Gitterstrømmen og naar en ret stor Værdi, før end Gitterstrømmen begynder. Gitterstrømmens Kurve har den samme skarpe Bøjning som Pladestømmens Kurve. Forøges Pladespændingen bliver Pladestømmens Kurve som S_{p1} , medens

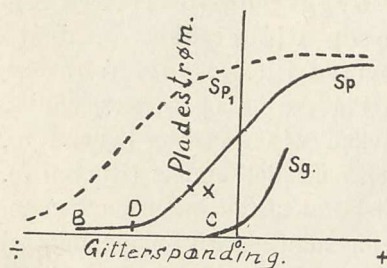


Fig. 7.

Gitterstrømmen praktisk talt forbliver upåvirket.

Glødetraaden spiller en vigtig Rolle i Elektronrørets Funktion. Den maa være af et saadant Materiale, at den ved at bringes til at gløde udstråler Elektroner, saaledes at en Elek-

tronbevægelse finder Sted gennem Rummet fra den varme til den kolde Elektrode. I Almindelighed er Glødetraaden af Tungsten eller Platin, sidstnævnte overtrukket med forskellige Kemikalier.

Antallet af de fra Glødetraaden udstraaede Elektroner, der, som tidligere omtalt, forøges hurtigt ved stigende Temperatur,

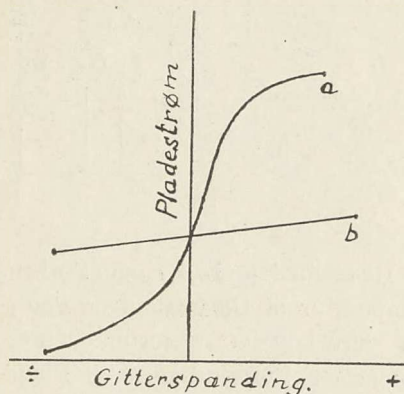


Fig. 8.

er afhængig af Glødetraadens Materiale og direkte proportional med dens Længde; sidstnævnte er bestemt af Glødetraadens Batterispænding samt Pladens Størrelse og Spænding.

Pladestrømmen er foruden af Glødetraadens Temperatur og Gitterets og Pladens Spænding i Forhold til Glødetraaden, desuden afhængig af en Konstant k , hvis Værdi er bestemt ved

Elektronrørets Konstruktion, nemlig Afstanden mellem Gitterets Vindinger, Gitterets Afstand til Plade og Glødetraad samt Rørets Bygning. Jo finere Gitteret er bygget og jo mindre Afstanden fra Gitter til Plade og Glødetraad er, desto større er Konstanten k og dermed Pladestrømmen.

Fig. 8 viser Forholdet mellem Pladestrøm og Gitterspænding for 2 forskellige Elektronrør, af hvilke det enes Gitter (Kurven a), har dobbelt saa mange Vindinger som det andets (Kurven b). Gitteret er bygget i Spiralform; Elektrodeafstanden er den samme i begge Rør. Tilføres Gitteret en lille negativ Spænding, vil Pladestrømmen i det ene Elektronrør (Kurven a) falde omtrent til 0 og i det andet (Kurven b) kun ubetydeligt. Er den tilførte Spænding positiv, vil Pladestrømmen ligeledes forandre sig betydeligt mere i Elektronrøret med de mange Gittervindinger (Kurven a) end i det andet.

Det er i det foregaaende forudsat, at Rørets Vacuum var

meget højt; dette er nødvendigt, for at Elektronrørets Funktioner kan blive konstante.

Dersom Elektronrøret nemlig indeholder for megen Luft, vil Pladestrømmen forøges betydeligt. Aarsagen hertil er følgende: En Del af de fra Glødetraaden udstømmende Elektroner støder sammen med den i Elektronrøret tilbageblevne Lufts Atomer, der derved opløses i negative Elektroner og positive Joner. En Jon er en materiel Masse, der indeholder enten en positiv eller negativ Ladning, medens et Elektron, som tidligere omtalt, kun er en negativ Ladning, der ikke er materiel. Jonerne forener sig med de Elektroner, der omgiver Glødetraaden og neutraliserer saaledes den tidligere omtalte Virkning af den negative Ladning, der opfylder Rummet mellem Glødetraad og Plade. I Elektronrør, der indeholder Luft, vil Pladestrømmen følgelig blive større ved lave Pladespændinger end i Elektronrør med højt Vacuum. Forøges Glødetraadens Temperatur tilstrækkeligt, vil Joniseringen i Elektronrøret fremkalde et blaalt Lys.

Tilstedeværelsen af positive Joner og dermed forøget Pladestrom kan synes som værende en Fordel, idet det herved bliver muligt at arbejde med forholdsvis smaa Pladespændinger. Der er imidlertid flere mindre heldige Sider herved. De positive Joner, der i Forhold til Elektronerne er ret massive, vil „bombardere“ den negativt ladede Glødetraad, og hurtigt ødelægge dennes Overflade; endvidere bliver Elektronrørets Karakteristiker uregelmæssige. Ved at udpumpe Røret til den størst mulige Grad undgaas de positive Joner og dermed de nævnte uheldige Forhold.

Der findes mange forskellige Typer af Elektronrør, i hvilke Elektroderne er byggede og anbragte paa forskellig Maade; den anvendte Pladespænding og Glødestrom er forskellig for de forskellige Typer, ligesom man i mange Elektronrør anvender Dobbeltgitter for at forøge dets Virkning. Undertiden anvendes i Gitterkredsen et Batteri (Gitterbatteriet), der tjener til at give Gitteret den for Opnaaelse af den bedste Virkning nødvendige negative Spænding; i de vedføjede Diagrammer er det som Regel udeladt. I den følgende Beskrivelse af Elektronrørets forskellige Anvendelser er der intet Hensyn taget til de konstruktive Enkeltheder.

Elektronrørets Anvendelser.

Elektronrøret kan anvendes som Detektor, som Forstærker af højfrekvente Strømme (Højfrekvensforstærker), som Forstærker af lavfrekvente Strømme (Lavfrekvensforstærker), og som Svingningsgenerator (Højfrekvensgenerator).

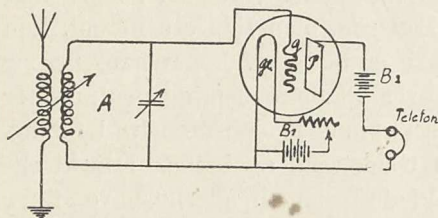


Fig. 9.

Elektronrøret som Detektor (Audion): Fig. 9 viser et simpelt Modtagerkredsløb for Elektronrøret anvendt som Detektor.

Som det fremgaar af Kurven i Fig. 5, vil, dersom den konstante Gitterspænding svarer til Punktet K , en lille

Formindskelse af Gitterspændingen (henimod 0) forårsage en forholdsvis stor Forøgelse af Pladestrømmen, medens en tilsvarende Forøgelse af Gitterspændingen vil forårsage en ringe Formindskelse af Pladestrømmen.

Dersom Glødetraad og Gitter nu paavirkes af en Gruppe Svingninger, vil disse fremkalde en Variation af Gitterspændingen. Disse Variationer vil, naar Elektronrøret arbejder i et Interval omkring Punktet K paa den karakteristiske Kurve (Fig. 5) ikke blive gengivet i nøjagtig samme Form i Pladekredsen, da Pladestrømmen ikke kan gaa under Nul. I Overensstemmelse med den karakteristiske Kurve vil der i Pladekredsen fremkomme en uregelmæssig, højfrekvent og ensrettet Strøm. Den positive Halvdel af en Svingning vil nemlig bevirke en stor Forøgelse af Pladestrømmen, medens den negative Halvdel kun vil have en ringe Formindskelse af denne til Følge. Pladestrømmens højfrekvente Variationer kan ikke høres i Telefonen, men dens Uregelmæssighed bevirker, at der i Telefonen vil fremkomme en Gennemsnitsstrøm. Hver Svingningsgruppe forårsager følgelig en Forøgelse af Pladestrømmen, som for hver Gnistudladning paa Afsenderstationen fremkalder et Klik i Telefonen. Den Tone, der

høres i Telefonen, bliver saaledes bestemt ved Antallet af Svingningsgrupper pr. Sekund eller Gnistfrekvensen.

Fig. 10 viser grafisk Svingningsforløbene i de forskellige Kredse. Mellem to paa hinanden følgende Svingningsgrupper er Gitterspændingen og Pladestrommen konstante, svarende til henholdsvis Punktet *G* i Fig. 10 b og Punktet *P* i Fig. 10 c.

For at faa den for Modtagelse gunstigste Gitterspænding kan der, som omtalt, i Gitterkredsen være indsat et Batteri (Gitterbatteriet); et saadant er dog ikke altid nødvendigt, da det Punkt paa Kurven, der giver de kraftigste Signaler, som Regel kan lokaliseres ved en omhyggelig Indstilling af Glødetraadens Temperatur og Pladestrommen. — Dersom Gitterets Spænding har en saadan Værdi, at Elektronrøret arbejder i et Interval omkring Punktet *Z* paa den karakteristiske Kurve, vil Virkningen blive den omvendte,

idet hver Svingningsgruppe da fremkalder en Formindskelse af Telefonstrømmen. Hvis derimod Gitterspændingen i Forhold til Glødetraaden svarer til Punktet *P* i Fig. 5, d. v. s. Gitter og Glødetraad har samme Spænding, vil en negativ Ladning frembringe en Formindskelse af Pladestrommen og en positiv Ladning en tilsvarende Forøgelse af Pladestrommen. Paavirker nu en Gruppe af højfrekvente Svingninger Glødetraad og Gitter, vil Pladestrommen stige og falde med samme Frekvens som de modtagne Svingninger; disse bliver saaledes gentagne i Plade-

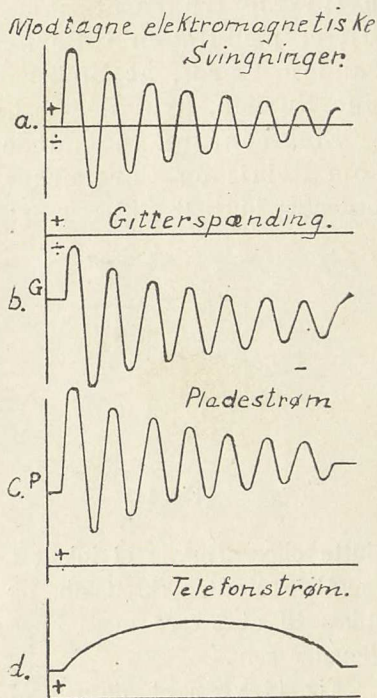


Fig. 10

kredsen uden nogen Uregelmæssighed. Denne Strøm paavirker ikke Telefonens Membran, da den er højfrekvent.

Det fremgaar af det foregaaende, at for at kunne benytte Elektronrøret som Detektor (Ensretter) maa Gitterspændingen i Forhold til Glødetraaden have en saadan Værdi, at Elektronrøret arbejder i et Interval paa Kurven, hvor denne har sin skarpe Bøjning.

Elektronrøret anvendt som Detektor arbejder samtidig som Relais og Forstærker. Relaisvirkningen foregaar overordentlig hurtigt; Gitterets Spændingsvariationer, der kan foregaa

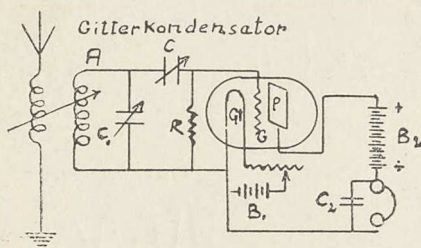


Fig. 11.

med en Frekvens paa flere Millioner pr. Sekund, gentages i Pladekredsen som Variationer af Pladestrømmen. De modtagne Signalers Op-gave er ikke at frembringe en Strøm i Telefonen, som i en almindelig Krystalmod-tager, men kun delvis at

slutte eller afbryde et lokalt Kredsløb, der er uafhængig af det egentlige Modtagerkredsløb, og som selvfølgelig derfor kan indstilles til at levere mere Energi til Telefonen end de modtagne Signaler selv.

Fig. 11 viser et simpelt Modtagerkredsløb, der anvender et Elektronrør som Detektor med en Kondensator C indsat i Gitterkredsen (Gitter- eller Stopkondensatoren). I Hviletilstand bevirker denne, at Gitteret ingen ledende Forbindelse har med Glødetraaden, bortset fra en svag Afledning over den store Modstand R , der senere skal omtales; er Gitteret elektrisk ladet, kan denne Ladning altsaa ikke umiddelbart strømme bort.

Gitterkondensatorens Virkning er følgende: Modtages højfrekvente Svingninger, oplades Kondensatoren skiftevis positivt og negativt. Antages det, at Kondensatorens venstre Belægning i et givet Øjeblik modtager en positiv Ladning, vil den højre Belægning blive negativ elektrisk, medens Gitteret bliver positivt ladet; der fremkommer derved en Strøm i Gitterkredsen fra

Gitter til Glødetraad. Efter Fuldendelsen af Svingningens positive Halvdel har Kondensatoren et Øjeblik Spændingen Nul. Kondensatorens venstre Belægning bliver derefter negativt ladet, og den højre positivt, medens Gitteret bliver negativt ladet; der vil i dette Tilfælde ingen Strøm fremkomme i Gitterkredsen, hvorfor Gitteret beholder sin negative Ladning.

Saalænge Svingningsgruppen varer vil der derfor opsamles negativ Elektricitet paa Gitteret, hvis negative Spænding derved forøges; dette bevirker, at man i Pladekredsen foruden de højfrekvente Variationer desuden faar en Formindskelse af Pladestrømmen for hver Svingningsgruppe, altsaa lavfrekvente Variationer.

Ved Anvendelse af Gitterkondensator opnaas det bedste Resultat, naar Gitterspændingen har en saadan Værdi, at Elektronrøret arbejder i et Interval omkring et Punkt paa den stejle Del af den karakteristiske Kurve.

Fig. 12 viser grafisk Svingningsforløbet i de forskellige Kredse, naar Gitter-Kondensator anvendes.

Elektronrørets Følsomhed, anvendt som Detektor, er afhængig af dets Konstruktion, d. v. s. Gitterets Overfladeareal og Afstanden mellem de tre Elektroder. Jo stejlere den karakteristiske Kurve er og jo finere Gitteret er bygget (d. v. s. jo flere Elektroder, der strømmer til Gitteret, naar dette er positivt ladet), desto større vil Pladestrømmens Variationer blive og dermed Elektronrørets Virkning som Detektor. Dets følsomste Indstilling findes ved at variere Glødetraadens Temperatur og eventuelt Pladespæn-

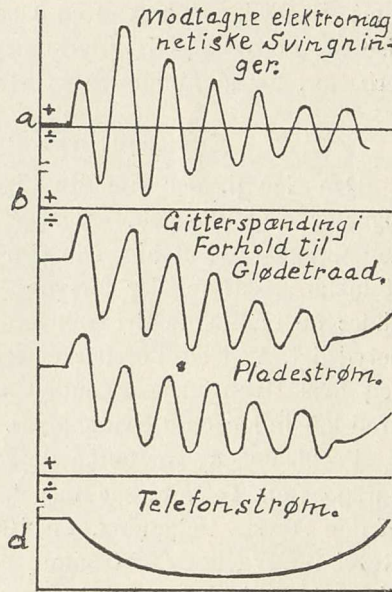


Fig. 12.

dingen, indtil Signalerne høres kraftigst. Dersom Elektronrøret er rigtigt konstrueret, vil det ikke være forbunden med nogen Vanskelighed paa denne Maade at faa det indstillet tilstrækkelig følsomt. Er Elektronrøret af en daarlig Konstruktion, vil det maaske vise sig nødvendigt i Gitterkredsen at anvende et variabelt Gitterbatteri for at kunne give Gitteret den rette Spænding.

Elektronrøret som Forstærker.

Den Energi, der i et Modtagerkredsløb omformes til hørlige Signaler i en Telefon, er meget ringe. Signalernes Tydelighed kan forøges ved at anvende den modtagne Energi til at arbejde et lokalt Kredsløb, der forsynes med Strøm fra en lokal Strømkilde; de modtagne Svingningers Virkning kan derved forstærkes betydeligt. Ved en Forstærker forstaas saaledes et Arrangement, ved hvis Hjælp det er muligt at forstærke de i et Modtagerkredsløb inducerede Svingninger.

Problemet at forstærke de svage Signaler, der ikke mere er hørlige i en Telefon, saa meget, at de kan høres, er selvfølgelig af den største Betydning. En 1000 Ohms Telefon paavirkes som Regel ret tydeligt af Strømme paa 10^{-5} Ampère, en Forstærkning paa 10^{-6} Watt er i de fleste Tilfælde tilstrækkeligt. Forstærkerproblemet er bleven løst paa tilfredsstillende Maade ved Elektronrørets Anvendelse som Forstærker.

Elektronrøret anvendt som Detektor optræder, som tidligere omtalt, samtidig som Relais (Elektron-Relais) og Forstærker (Højfrekvensforstærker). En videre Forstærkning kan opnaas paa forskellig Maade.

Pladestrømmen bestaar, som nævnt, naar Gitterkondensator anvendes, af en kombineret høj- og lavfrekvent Strøm. Man kan derfor enten forstærke den højfrekvente Strøm (Højfrekvensforstærker) eller den lavfrekvente Strøm, der gør Signalerne hørlige i Telefonen (Lavfrekvensforstærker). Forstærkningen kan ogsaa foregaa paa den Maade, at man lader enten den højfrekvente eller den lavfrekvente Strøm eller begge samtidig virke tilbage paa Gitteret i det samme Vacuumrør, hvorved en fornyet Forstærkning opnaas (regenerativ Forstærkning).

Elektronrørets Virkning anvendt som Forstærker beror derpaa, at en Forandring af Gitterspændingen fremkalder en tilsvarende men forstærket Forandring af Pladestømmen. Den svage Strøm, der ønskes forstærket, tilføres som Regel Gitteret over en Transformator, ligesom den forstærkede Strøm føres videre over en Transformator. Det gælder ved Forstærkningen om, at Gitterstrømmen er lig 0. Den konstante negative Gitterspænding skal for Opnaaaelsen heraf have en saadan Værdi, at den med Tilføjelse af de modtagne svage Vekselstrømmes Spænding stadig er saa lille (c. — 1 Volt), at Gitteret ingen Elektroner optager (se Fig. 7); da Elektronstrømmen ved Anvendelse af højt Vacuum er den eneste Strøm i Røret, kan der følgelig ingen Gitterstrøm opstaa. Elektronrør med højt

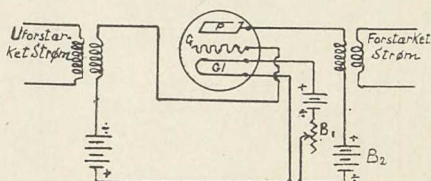


Fig. 13.

Vacuum arbejder omtrent som en modstandsløs Ventil, der varierer Pladestømmen uden selv at forbruge Energi.

Højfrekvensforstærkeren: Fig. 13 viser et simpelt Højfrekvensforstærkerkredsløb.

En periodisk Forandring af Gitterspændingen frembringer en periodisk Forandring af Pladestømmen. Forstærkningsgraden afhænger af den karakteristiske Kurves Stejlhed (Fig. 5), der igen er afhængig af Rørkonstruktionen (vokser med f. Eks. Glødetraadens Længde og Gitterets Tæthed), og som Regel størst paa Kurvens Midte, hvor Pladestømmen er lig den halve Mætningsstrøm (Punktet *P* i Fig. 5). Nærmer Pladestømmen sig til 0 eller Punktet *Z* (Mætningspunktet), bliver Pladestømmens Variationer og dermed Forstærkningen mindre; hvor Kurven løber horisontalt, vil Gitterspændingens Variationer overhovedet ingen Variationer af Pladestømmen frembringe. Betingelsen for en god Forstærkning er, at Elektronrøret arbejder i et Interval omkring et Punkt paa Kurvens Midte, hvor Stejlheden er størst.

Ved Hjælp af Transformatorer, som vist i Fig. 13, kan flere Elektronrør kobles i Serie, indtil den ønskede Forstærkning er opnaaet. For at opnaa hørlige Signaler i Telefonen maa det sidste Elektronrør være saaledes indstillet, at det arbejder i Intervaller om Punkterne *K* eller *Z* paa den karakteristiske Kurve (Fig. 5), hvilket

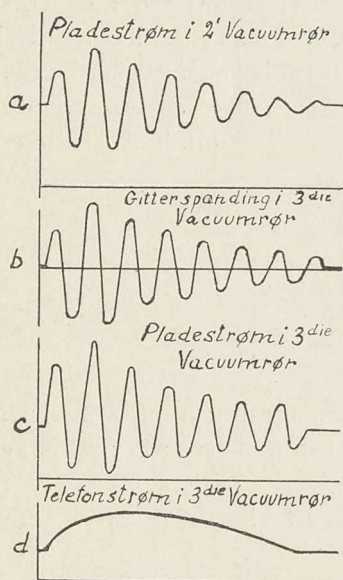


Fig. 14.

under Forudsætning af tilstrækkelig kraftige Signaler, frembringer den Uregelmæssighed i Pladestømmens Variationer, der giver en Paavirkning af Telefonmembranen.

Fig. 14 viser grafisk Svingningsforløbet i det 2de og 3die Elektronrør ved Anvendelse af 3 Elektronrør i Serie. Det 3die Elektronrør virker saaledes som Detektor.

Lavfrekvensforstærkeren: Det er tidligere omtalt, hvorledes man ved Anvendelse af en Gitterkondensator faar lavfrekvente Variationer i Pladekredsen. Disse lavfrekvente Variationer kan for-

stærkes ved Anvendelse af et eller flere Elektronrør paa en lignende Maade som ved Forstærkning af de højsfrekvente Variationer; kun anvendes der her ved Elektronrørenes Sammenkobling Transformatorer med Jernkerne.

Fig. 15 viser Strømskemaet ved Anvendelse af to Elektronrør i Serie. Transformatoren bestaar af fin Traad (flere Tusinde Ampèrevindinger), viklet omkring en almindelig Jernkerne.

De modtagne Svingningsgrupper bliver i Elektronrør I omdannet til lavfrekvente Variationer af Pladestømmen ved Hjælp af den i Gitterkredsen indsatte Gitterkondensator. Disse Varia-

tioner overføres gennem Transformatoren til Elektronrør II's Gitterkreds, hvis Gitterspænding derved varieres.

Gitterspændingen skal have en saadan Værdi, at der i Pladekredsen fremkommer nøjagtig de samme Variationer som i Gitterkredsen, svarende til at Elektronrøret arbejder i et Interval omkring et Punkt paa den stejle Del af den karakteristiske Kurve.

Selv om Hensigten kun er at forstærke de lavfrekvente Variationer, vil de højfrekvente Variationer dog ogsaa til en vis Grad paavirke Gitterkredsen i det andet Elektronrør; dette skyldes Transformatorvindingernes elektrostatiske Kapacitet.

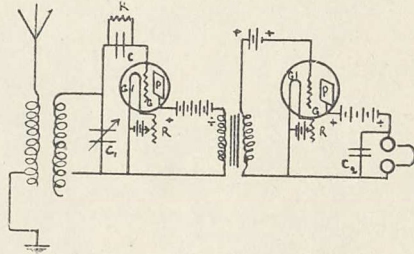


Fig. 15.

I Stedet for den i Fig. 15 angivne Transformator kan benyttes en enkelt med Jernkerne forsynet Spole, der har en stor Impedans.

Pladestrømmens høj- og lavfrekvente Variationer kan forstærkes samtidigt ved Anvendelse af to Transformatorer, en med og en uden Jernkerne. Den første overfører Pladekredsens højfrekvente, den anden dens lavfrekvente Variationer, til det andet Elektronrørs Gitterkreds.

Elektronrøret som regenerativ Forstærker: De i den afstemte Svingningskreds *A* i Fig. 9 inducerede højfrekvente Svingninger gentages i forstærket Grad i Pladekredsen. Da Pladekredsens højfrekvente Variationer har samme Frekvens som Svingningerne i Kredsen *A*, er det indlysende, at en Del af Pladekredsens Energi kan føres tilbage til Kredsen *A* ved Hjælp af en Kobling og derved forstærke Strømmen i denne Kreds; Strømmen bliver regenereret.

Ved at sammenkoble Plade- og Gitterkredsen ved Hjælp af en Transformator kan enten Pladekredsens højfrekvente eller lavfrekvente Variationer bringes til at paavirke Gitterkredsen, hvis

Strøm derved forstærkes. Ønskes de højfrequente Variationer forstærkede, anvendes den i Figuren angivne Transformator; til en Forstærkning af de lavfrekvente Variationer maa benyttes en Transformator med Jernkerne; Spolen S er da shuntet med en variabel Kondensator, der tillader Kredsen højfrequente Strøm at passere uden om Spolen. Paa denne Maade kan de modtagne Signaler forstærkes betydeligt.

Som omtalt, virker en Del af Pladekredsens Energi ved Hjælp

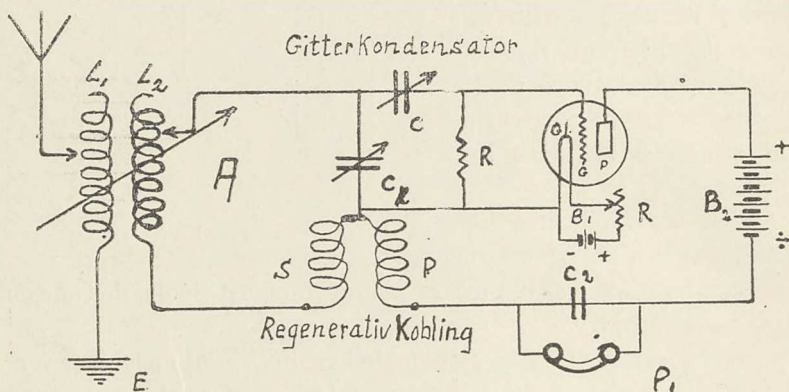


Fig. 16.

af den regenerative Kobling tilbage paa Gitterkredsen, hvorved Gitterets Spændingsvariationer forøges. Dersom en Forøgelse af Pladestrømmen paavirker Koblingens sekundære Spole S , saaledes at Gitteret bliver positivt elektrisk i Forhold til Glødetraaden, vil en yderligere Forøgelse af Pladestrømmen finde Sted, hvilket igen vil bevirke en Forøgelse af Gitterets Spænding, og saa fremdes. I Stedet for at anvende induktiv Kobling mellem Plade- og Gitterkreds kan ogsaa kapacitiv Kobling anvendes eller en Kombination af begge. Forstærkningen er begrænset af de under „Karakteristiske Forhold ved Elektronrørets Funktion“ nævnte Forhold.

Fig. 17 viser grafisk Svingningsforløbet i Gitterkredsen, dels før Forstærkningen (a), dels efter Forstærkningen (b). Dersom

den regenerative Kobling er meget fast, vil Systemet svinge af sig selv med en Frekvens, der er bestemt af Kredsens Selvinduktion og Kapacitet, saaledes som Kurven *c* viser. Dette Forhold vil senere blive omtalt under Interferensmodtagelse.

Ved Anvendelse af regenerativ Kobling justeres Modtageren paa følgende Maade: Der indsættes saa meget af Batterierne B_1 og B_2 , at Glødetraadens Temperatur og Pladespændingen faar saadanne Værdier, at den bedste Virkning af Elektronrøret opnaas. Ved Afstemningen af den sekundære Svingningskreds ($L_2 - C_1$) anvendes stor Selvinduktion og ringe Kapacitet. Derefter varieres den regenerative Kobling, indtil Signalernes maksimale Styrke er opnaaet. Telefonkondensatoren C_2 anvendes for at tillade de højfrekvente Svingninger at gaa uden om Telefonen, da dennes

Impedans er for stor til at tillade disse Strømme at passere

En yderligere Forstærkning af Signalerne kan opnaas ved at gøre Pladekredsen afstemmelig ved Anvendelse af en Selvinduktion og en Kapacitet. (se Fig. 28).

Saafermt tilstrækkelig fast regenerativ Kobling benyttes, kan der modtages saavel diskontinuerlige som kontinuerlige Svingninger, hvilket sidstnævnte vil blive nærmere behandlet i et senere Afsnit.

Fig. 18 er et simpelt Modtagerkredsløb med en Kombination af Forstærkning ved Hjælp af regenerativ Kobling og seriekoblede Elektronrør.

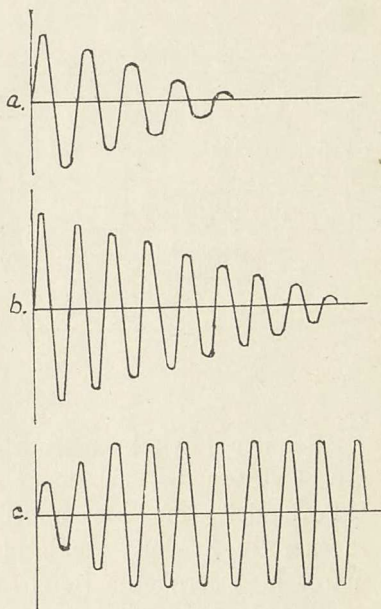


Fig. 17.

En Del af Energien i det første Elektronrørs Pladekreds (de højfrequente Variationer) paavirker gennem den regenerative Kobling dets egen Gitterkreds, hvorved Pladestrømmen forstærkes.

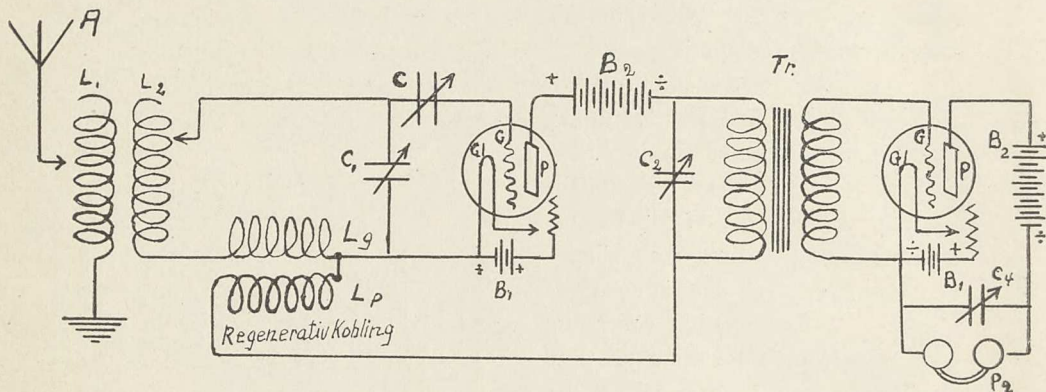


Fig. 18.

Gennem Lavfrekvenstransformatoren Tr paavirker Pladekredsens lavfrekvente Variationer det andet Elektronrørs Gitterkreds. I Forbindelse med det andet Elektronrør kan ogsaa anvendes regenerativ Kobling, kun skal der herved benyttes en Transformator med Jernkerne (Lavfrekvenstransformator).

Elektronrøret som Detektor for kontinuerlige Svingninger.

Alm. Bemærkninger om Modtagelse af kontinuerlige Svingninger: Dersom der som Detektor anvendes en Krystal-detektor og Modtagersystemet afstemmes efter en Afsenderstation, der arbejder med udæmpede (kontinuerlige) Svingninger, vil der igennem Modtagertelefonen flyde en ensrettet Strøm med konstant Amplitude; denne Strøms Frekvens er saa stor, at den hertil svarende Tone ikke kan opfattes af det menneskelige Øre. Indsættes nu i Detektorkredsen en mekanisk Afbryder, kaldet Tikkeren, der er saaledes indstillet, at den afbryder Strømmen f. Eks. 800 Gange pr. Sekund, vil Telefonens Membran blive tiltrukket 800 Gange i Sekundet og en Tone, svarende til Svingningstallet

800, blive hørt. Ved Anvendelse af Tikker bliver den opfattede Tone dog ikke musikalsk men hæs, fordi Afbrydelserne finder Sted uregelmæssigt; Signalerne bliver derfor vanskelige at aflæse gennem kraftige atmosfæriske Forstyrrelser.

Anvendes Tonehjul i Stedet for Tikker faas den rene musikalske Tone paa følgende Maade: Dersom de modtagne Svingningers Frekvens er 50.000, og Tonehjulet afbryder Kredsløbet f. Eks. 49.500 Gange pr. Sekund, vil der i Telefonen høres en Tone, hvis Svingningstal svarer til Forskellen mellem de modtagne Svingningers Frekvens og Tonehjulets Afbrydningstal; i dette Tilfælde den til Svingningstallet 500 svarende Tone.

En anden Metode, efter hvilken de modtagne højfrekvente

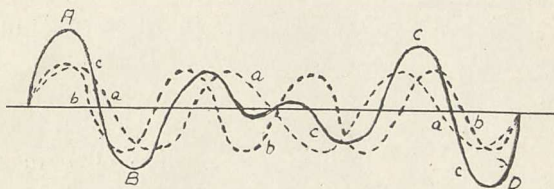


Fig. 19.

Strømme kan omdannes til hørlige Signaler, er den saakaldte Interferens eller Heterodyne Metode, hvis Princip er følgende: Dersom to Stemmegaffler, der er monterede i hinandens Nærhed paa en Résonansbund, bringes til at svinge, vil en bestemt musikalsk Tone høres. Anbringes en lille Vægt paa den ene Stemmegaffels ene Gren, og de atter sættes i Svingning, vil den Tone, der nu høres, ikke være jævn men med regelmæssige Mellemrum snart stærk snart svag.

Dette Forhold anskueliggøres i Fig. 19, hvor *a* repræsenterer den ene Stemmegaffels Svingninger og *b* den andens. Den resulterende Bevægelse af de to Sæt Svingninger repræsenteres af Svingningskurven *c*, der viser en forøget Amplitude i Punkterne *A*, *B*, *C* og *D*, medens Amplituden i alle andre Punkter er mindre end hver af Komponenternes Amplituder; Lyden karakteriseres som Stød (Stødmetoden).

De Regler, efter hvilke den resulterende Kurve kan konstrueres, er følgende:

Dersom de to Sæt Svingninger har samme Frekvens og Fase, vil den resulterende Kurves Amplitude blive Summen af de to Kurvers Amplituder.

Har de to Kurver samme Frekvens men forskellig Fase, findes den resulterende Kurves Amplitude ved at summere de to Kurvers Amplituder i hvert enkelt Punkt.

Er Faseforskydningen 180° og Amplituderne lige store, bliver den resulterende Kurves Amplitude 0; er Amplituderne ikke lige store, bliver den resulterende Kurves Amplitude lig Forskellen mellem de to Kurvers Amplituder.

Dersom Frekvensen er forskellig, som vist i Fig. 19, vil den resulterende Kurve blive den numeriske Forskel mellem de to Kurvers Amplituder; der vil fremkomme periodiske Stød i et

Antal pr. Sekund, der er lig Forskellen mellem de to Frekvenser.

Antages det, at Modtagerkredsløbene er afstemte efter en Afsenderstation, der arbejder med en Bølgelængde, svarende til en Frekvens paa 49.500, vil den resulterende Svingningskurve fremvise 500 Stød pr. Sekund eller Differencen mellem de to Frekvenser; i Telefonen høres en Tone, svarende til Svingningstallet 500.

Fig. 20 viser et simpelt Interferens eller Heterodyne Modtagerkredsløb. De lokale Svingninger frembringes her ved Hjælp af en Poulsenlysbue. Ved at forandre de lokale Svingningers Frekvens kan de modtagne Signalers Tone (d. v. s. Stødfrekvensen) forandres efter Behag. Det var dog først ved Opdagelsen af

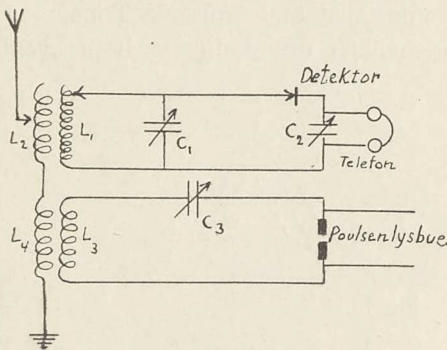


Fig. 20.

Elektronrørets Egenskaber, at Interferensmetoden fik en udstrakt Anvendelse i den kommercielle Radiotelegrafi, idet man tidligere savnede en passende lokal Svingningsgenerator, hvis Frekvens var let at variere.

Elektronrøret som Svingningsgenerator: Et Elektronrør med de i Fig. 21 viste Forbindelser kan anvendes som Generator af de lokale højfrekvente Svingninger ved Interferensmodtagelse. Fig. 22, viser den karakteristiske Kurve for Forholdet mellem Pladestøm og Gitterspænding.

Spolerne L_P og L_g (den regenerative Kobling) er saaledes koblede, at en Forandring af Pladestømmen vil inducere en Spænding i L_g . Dersom den for en Forøgelse af Pladestømmen i Gitterkredsen inducerede Spænding har en

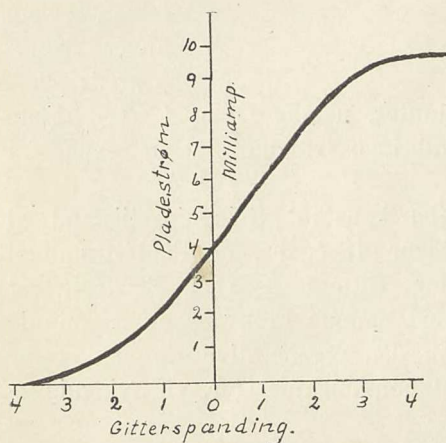


Fig. 22.

med at stige, falder Gitterspændingen til Nul, og Pladestømmen be-

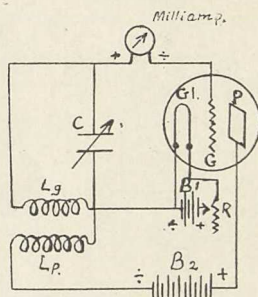


Fig. 21.

saadan Værdi, at Gitterspændingen bliver positiv i Forhold til Glødetraaden, vil Pladestømmen yderligere forøges, hvorved atter Gitterspændingen forøges og saa fremdeles, indtil det Punkt er naaet, hvor en Forøgelse af Gitterspændingen ikke mere forårsager en Forøgelse af Pladestømmen; dette Punkt er bestemt ved Elektronrørets karakteristiske Kurve og Kredsløbets Modstand. Saasnart Pladestømmen ophører

gynder at aftage. I Overensstemmelse med det foregaaende vil en Formindskelse af Pladestrømmen give Gitteret en negativ Spænding i Forhold til Glødetraaden; herved formindskes Pladestrømmen yderligere (bliver mindre end 4 Milliampere i Fig. 22) og saa fremdeles,

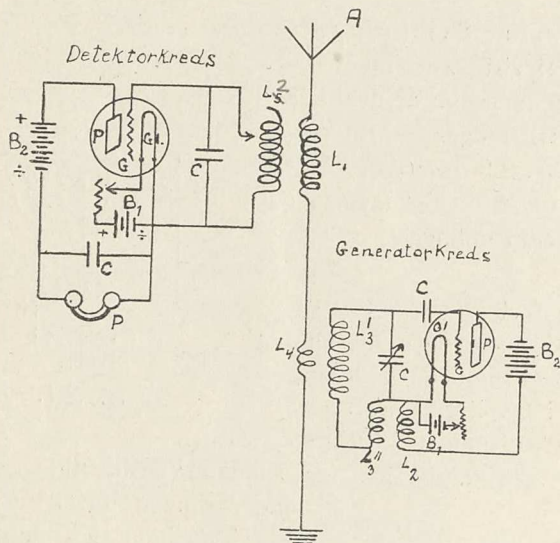


Fig. 23.

indtil det Punkt er naaet, hvor en videre Formindskelse af Gitterspændingen ikke mere forårsager en Formindskelse af Pladestrømmen; denne vil nu igen stige og gentage den samme Kurve som før (se Fig. 18-e) 17c Den Frekvens, hvormed Pladestrømmen stiger og falder, er som i enhver Svingningskreds be-

stemt ved Kredsløbets Konstanter, nemlig L_g og C ; ved Hjælp af disse er det muligt at frembringe Svingningstal pr. Sekund fra 0,5 til 1 Million.

Betingelsen for at faa en konstant Svingningstilstand af Elektronrøret, som vist i Figur 18-e, er, at Pladestrømmen over den regenerative Kobling, Gitterkredsen og Elektronrøret fremkalder en Pladestrøm med samme Frekvens og Amplitude som den oprindelige. Dersom den regenerative Kobling er for løs eller Svingningskredsens Dæmpning for stor, vil Svingningsamplituden aftage.

Interferensmodtagelse ved Anvendelse af lokal Generatorkreds: Fig. 23 viser et simpelt Interferens-Modtager-

kredsløb med Elektronrøret anvendt saavel som Generator for de lokale Svingninger som Detektor.

Generatorkredsen er saaledes afstemt, at de lokale Svingningers Frekvens er lidt forskellig fra de modtagne Svingningers Frekvens. Generatorkredsens Svingninger inducerer gennem Koblingen L_3 — L_4 Strømme med samme Frekvens i Antennekredsen, hvorfra de gennem Koblingen L_1 — L_2 overføres videre til Detektorens Gitterkreds, hvis Spændingsvariationer fremkalder tilsvarende Variationer af Pladestrømmen; disse Variationer høres ikke i Telefonen, da de er højfrekvente. Paavirkes Modtagerkredsløbet samtidig af kontinuerlige Svingninger hidrørende fra en anden Station, hvis Frekvens f. Eks. adskiller sig fra de lokale Svingningers Frekvens med 500—1000 pr. Sekund, vil de to Sæt Svingninger, paa samme Maade som tidligere beskrevet med Lydsvingninger, danne en resulterende Svingningsrække med en Stødfrekvens paa 500—1000 pr. Sekund.

Den Omstændighed, at man paa Modtagerstationen ved Interferens-Modtagelse er i Stand til at variere de modtagne Signalers Tone efter Behag, frembyder en stor Fordel m. H. t. Afstemmeligheden. Dersom f. Eks. Frekvensen af de Signaler, der modtages fra den Station, med hvilken man korresponderer, er 37500 Svingninger (Bølgelængden $\frac{300000000}{37500} = 8000$ Meter),

og de lokale Svingningers Frekvens er 36500 (Bølgelængden = 8219 Meter), bliver Stødfrekvensen 1000 pr. Sekund. Antages det nu, at en anden Station samtidig sender med Bølgelængden 8108 Meter (Frekvensen = 37000 Svingninger) bliver Stødfrekvensen for denne Stations Signaler 500; den derved opnaaede Forskel i Tonehøjden af de to Stationers Signaler er tilstrækkelig til, at de med Lethed kan aflæses uafhængig af hinanden. Ved at indstille den lokale Svingningskreds's Frekvens til en bestemt Værdi er det undertiden muligt at forandre den korresponderende Stations Signalers Tone, saaledes at alle andre Signaler udelukkes; det bedste Resultat opnaas i Almindelighed ved Anvendelse af en Stødfrekvens paa 1000.

Fig. 24 fremstiller grafisk Svingningsforløbene i de forskellige Kredse. Kurven *I* viser de modtagne Svingninger (Amplituden

$= b$, Frekvensen $= a$); Kurven *II* Generatorkredsens Svingninger (Amplituden $= b$, Frekvensen $= c$); Kurven *III* Interferensstrømmen (Stødfrekvensen $= c-a$, maks. Amplitude $= 2b$); Kurven *IV* de ensrettede Stød og Telefonstrømmen (punkterede Kurve).

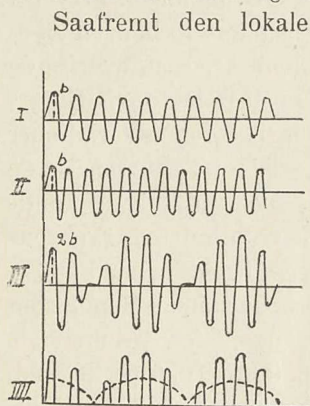


Fig. 24.

Saaframt den lokale Generatorkreds i Forvejen er justeret som Bølgemaaler, kan de modtagne Svingningers Bølgelængde let bestemmes. Antages det, at den lokale Kreds afstemmes til nøjagtig samme Bølgelængde som de modtagne Signaler, vil der intet høres i Telefonen, da alle Amplituderne af den resulterende Strøm bliver konstante og den af det høje Svingningstal frembragte Tone ikke kan opfattes af det menneskelige Øre. Forandres den lokale Kreds' Svingningstal ubetydeligt til den ene eller anden Side, vil der

ved Frembringelsen af Stødtoner høres en dyb Tone stigende i i Højde, efterhaanden som den lokale Kreds's Svingningstal forandres mere og mere. For nu at maale en ukendt Bølgelængde forandres den lokale Generatorkreds's Afstemning, indtil en høj Tone høres; denne bliver ved fortsat Forandring af Afstemningen dybere og dybere, og vil i et bestemt Punkt forsvinde helt, for derefter igen at høres som en dyb Tone. Generatorkredsens Afstemning i det Punkt, hvor ingen Tone høres, og i hvilket en Forandring af Afstemningen til den ene eller anden Side giver en dyb Tone, bestemmer den modtagne Bølgelængde.

Interferensmodtagelse ved Anvendelse af regenerativ Kobling: I Stedet for at lade de lokale Svingninger frembringe i en særlig Generatorkreds, kan dette besørge af det som Detektor anvendte Elektronrør ved Anvendelse af regenerativ Kobling. I det i Fig. 16 viste Modtagerkredsløb udføres da samtidig følgende Funktioner: Regenerativ Forstærkning, Frem-

bringelse af lokale Svingninger, Interferering og Detektering.

En ringe Forandring af Pladestrømmen er tilstrækkelig til at bringe Elektronrøret til at svinge; kun maa der herved anvendes nogenlunde fast Kobling mellem Plade- og Gitterkreds.

Fig. 25 viser grafisk Svingningsforløbene i de forskellige

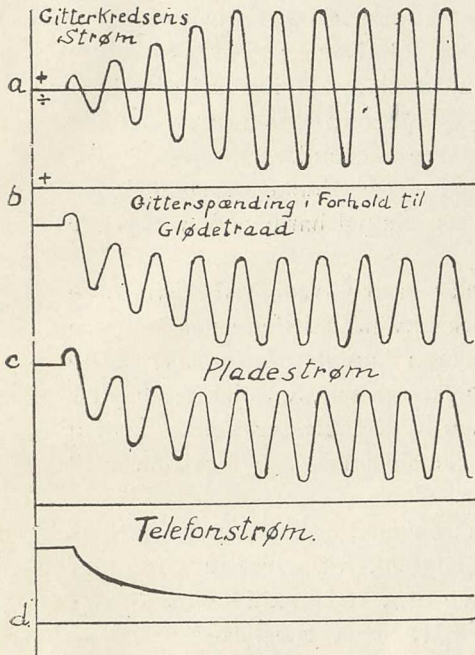


Fig. 25.

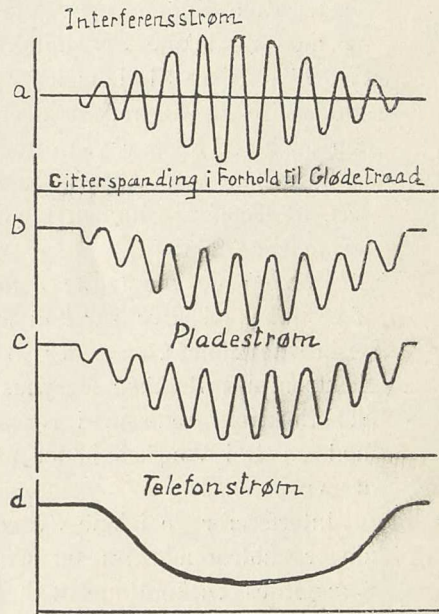


Fig. 26.

Kredse. *a* viser den ved den regenerative Kobling frembragte gradvise Voksen af Gitterkredsens Strøm, naar Elektronrøret sættes i Svingning. Disse Svingninger ensrettes og oplader Gitterkondensatoren *c*, der udlader sig gennem Modstanden *R*. *b* viser Gitterkondensatorens Indflydelse paa Gitterspændingen, der, som *c* viser, forårsager en Formindskelse af Pladestrømmen og dermed af Gitterkredsens Svingninger. Denne Formindskelse af Gitterspændingen vedvarer, indtil den Gitterkondensatoren tilførte

Energi er saa stor, at den oplades med samme Fart, som den udlader sig, hvorefter Elektronrøret svinger konstant, som Kurverne *b* og *c* udviser.

Paavirktes Modtagerkredsløbet nu af Signaler, hidrørende fra en anden Station, vil disse Svingninger uafhængig af de lokale Svingninger forandre Gitterspændingen og dermed Pladestrømmen, hvis Variationer virker tilbage paa Gitterkredsen gennem den regenerative Kobling. De saaledes forstærkede Signaler blander sig med de lokale Svingninger og frembringer Stød, som vist i Fig. 26 a. Disse Stød bevirker en regelmæssig Forøgelse og Formindskelse af Gitterspændingen og Pladestrømmen over og under den i Fig. 25 b og c viste konstante Tilstand.

Fordelen ved Anvendelsen af dette Modtagersystem ligger deri, at Telefonstrømmen bliver en simpel harmonisk varierende Strøm (Fig. 26 d).

Dersom de modtagne Signaler er for svage ved Anvendelse af et enkelt Elektronrør kan flere anvendes i Serie paa tidligere beskrevne Maade, saaledes at enten kun det første eller sidste Elektronrør i Rækken forsynes med regenerativ Kobling; forsynes alle Elektronrørene med regenerativ Kobling, er det forbunden med en Del Vanskeligheder at faa de forskellige Elektronrør til at svinge ens.

Interfererer de lokale Svingninger med diskontinuerlige Svingninger, hidrørende fra en Gniststation, vil der paa Grund af Signalernes Diskontinuerthed ikke som ved kontinuerlige Svingninger danne sig regelmæssige Stød; Signalerne bliver urene og hæse, men betydeligt forstærkede. Aarsagen hertil er, at ved en Forstærkning alene af diskontinuerlige Svingninger bliver kun de første faa Svingninger i hver Svingningsrække udnyttede, medens den øvrige Energi ikke anvendes; ved Interferensmodtagelse udnyttes saa godt som al den modtagne Energi. Ved en omhyggelig Indstilling af den regenerative Kobling kan den urene Tone undgaas. Koblingen maa da være saa fast, at Pladestrømmens Variationer kan overføres til Gitterkredsen men ikke saa fast, at Elektronrøret selv svinger.

Før de egentlige Svingningskredse afstemmes, maa det under-

søges, om Elektronrøret svinger paa den omtrentlige Afstemning, der skal benyttes. Naar Elektronrøret svinger, høres alle Signaler hidrørende fra Gniststationer, som en hæs Tone uden Hensyn til deres Gnistfrekvens, ligesom en Berøring af Modtagerens Antennekontakt fremkalder et Klik i Telefonen. Opnaas ingen af disse Virkninger, svinger Elektronrøret ikke og kan derfor ikke detektere kontinuerlige Svingninger. Aarsagen hertil kan enten være, at den regenerative Kobling er for løs, at Pladespændingen og Glødetraadens Temperatur er for lav, eller at Elektronrørets Forbindelser er defekte. Glødestrømmens og Pladespændingens Værdier maa være saa lave som mulige. For at faa de modtagne Signaler kraftigst, maa forskellige Kombinationer af Værdierne for Glødestrøm, regenerativ Kobling, Pladespænding, Selvinduktion og Kapacitet prøves.

Elektronrøret som Generator.

Det er i det foregaaende omtalt, at Elektronrøret kan anvendes som Svingningsgenerator. Denne Egenskab har ikke blot gjort det anvendeligt ved Interferensmodtagelse, men ogsaa som Generator af de ved Afsendelsen benyttede højfrekvente kontinuerlige Svingninger.

Fig. 27 viser et simpelt Afsenderkredsløb for kontinuerlige Svingninger.

Det bestaar af to Svingningskredse, hvoraf det ene er Gitterkredsen og det andet en Del af Pladekredsen, koblet direkte til Antennekredsen. Gitterkredsen, der i dette Tilfælde er aperiodisk, er afstemt til den Bølgelængde, hvormed

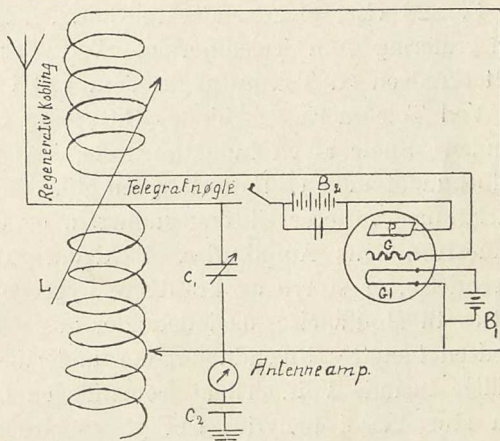


Fig. 27.

der skal arbejdes. Pladebatteriet B_2 er shuntet med en lille Blok-kondensator, der tillader de højfrekvente Svingninger at passere hurtigt i Pladekredsen. De udsendte Svingningers Frekvens er bestemte af Selvinduktionen L 's og Kondensatoren C 's Værdi, samt tildels af den regenerative Kobling; Antennestrømmen afhænger af den regenerative Kobling, L og C_1 's Værdier, Pladestrømmen og Antennens Dimensioner.

Nedtrykkes Nøglen K i Fig. 27 frembringes kontinuerlige Sving-

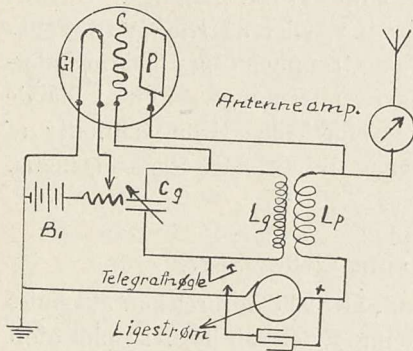


Fig. 28.

ninger, og Antenneampèremetret viser et Udslag. Den regenerative Kobling indstilles derpaa, indtil maksimalt Udslag opnaas. Koblingen maa ikke være for fast, da der derved let opstaar harmoniske Svingninger. En meget nøjagtig Indstilling af den regenerative Kobling er nødvendig for at opnaa en konstant Svingning af Elektronrøret.

Fig. 28 viser et Afsenderkredsløb, der kan anvendes til saavel Telegrafering som Telefonering. Ved Telegrafering indsættes i Gitterkredsen en Telegrafnøgle, som vist i Figuren.

Ved Telefonering forbindes Gitter- og Glødetraad til den sekundære Spole af en Induktionsrulle, hvis primære Spole er serieforbundet med et Batteri og en Mikrofon. Mikrofonstrømmens Variationer varierer Gitterspændingen, og derved Plade- og Antennestrømmens Amplituder. Elektronrør, der skal benyttes til Afsendelse, er større og kraftigere byggede end de, der skal benyttes til Modtagelse, og indeholder meget højt Vacuum; i Pladekredsen benyttes Spændinger, der undertiden beløber sig til adskillige tusinde Volt. Til at fremstille en Ligestrømsspænding af saa stor Værdi benyttes særligt konstruerede Elektronrør, der er i Stand til at ensrette Vekselstrøm (Ensrettere).

Vanskeligheden ved at fremstille Elektronrør, der kan frembringe større Energimænder ligger tildels i Glasfabrikationen. Det er hidtil

lykkedes at fremstille Elektronrør, der kan frembringe indtil 5 K. W.; ved at forbinde flere Elektronrør parallelt, kan større Energimængder frembringes, idet denne omtrent stiger proportionalt med Antallet af Elektronrør.

Forskellige Modtagersystemer.

E. H. Armstrong har angivet forskellige Maader paa hvilke Elektronrøret kan anvendes til Interferensmodtagelse ved Hjælp af regenerativ Kobling, (Selv-Heterodyne). Den i Fig. 17 angivne Methode skyldes Armstrong.

Fig. 29 viser et andet Arrangement ligeledes af Armstrong med en afstemmelig Pladekreds (L_3-C_3) hvis Funktion er følgende:

Spændingsforskellen mellem Plade og Glødetraad vil, saalænge Gitterkredsen ikke paavirkes af Svingninger, tilnærmelsesvis være lig Batteriet B_2 's Spænding; induceres der Svingninger i Gitterkredsen vil Spændingsforskellen mellem Plade- og Glødetraad variere eftersom Spolen L_3 's modsat rettede E. K. arbejder med eller imod Batteriet B_2 's Spænding.

Formindskes Pladestrømmen (Gitteret lades negativt), vil L_3 's modsat rettede E. K. arbejde med B_2 . Spændingsforskellen mellem Glødetraad og Plade forøges derved, hvilket bevirker, at der vil strømme flere Elektroner til Gitteret. Ladningen af den Kondensator, der dannes af Pladen og Gitteret (Elektronrørets Kapacitet), forøges derved; den hertil anvendte Energi er frembragt af Spolen L_3 's Selvinduktion, hvis Energi, efterhaanden som Gitterets negative Ladning vokser, overføres til Gitterkredsen.

Forøges Pladestrømmen (Gitteret lades positivt), vil L_3 's mod-

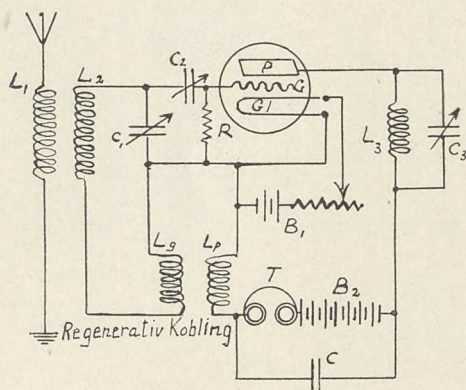


Fig. 29.

sat rettede E. K. arbejde mod B_2 's Spænding; Spændingsforskellen mellem Plade og Gitter formindskes derved, hvilket bevirker, at den i Elektronrøret opsamlede Energi (Kondensatoren: Gitter-Plade) gives tilbage til Pladekredsens Spole.

Dersom Plade- og Gitterkreds er i Resonans (Kredsen L_3 — C_3 og Kondensatoren Plade — Gitter har samme Egen-svingning), vil Overførelsen af Energi mellem de to Kredse fore-

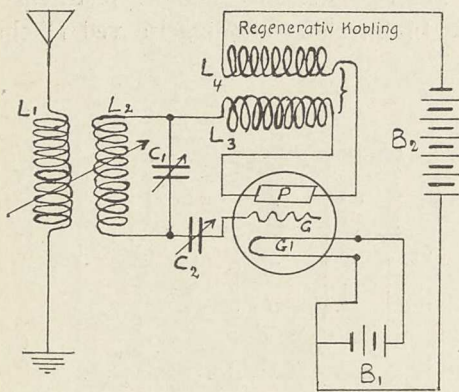


Fig. 30.

gaa synkront med de modtagne Svingninger, hvis Amplitude derved forøges (regenerativ Forstærkning); denne Koblingsmaade kan derfor benævnes elektrostatiske regenerativ Kobling, idet Elektronrøret virker som en kapacitiv Kobling.

Kondensatoren C 's Opgave er at tillade de højfrekvente Strømme at passere uden om Telefonen. Ved Afstemning af Gitter- og Pladekreds skal der helst benyttes stor Selvinduktion og lille Kapacitet.

Fig. 30 viser et simpelt „ultraudion“ Modtagerkredsløb med regenerativ Kobling af Le de Forest; dets Virkemaade beror paa Gitterets og Pladens gensidige Paavirkning ved opstaaende Spændingsvariationer; den regenerative Kobling benævnes ofte Ticklerkoblingen.

For i et seriekoblet Forstærkerarrangement at undgaa Indstillingen af hvert enkelt Forstærkertrins Kredse anvendes ofte den saakaldte modstandskoblede Forstærker. Fig. 31 viser et modstandskoblet Forstærkerarrangement. I Serie med Pladebatteriet er indsat en meget stor Modstand S (Modstandskoblingen), hvis Værdi tilnærmelsesvis skal være lig Elektronrørets Modstand mellem Glødetraad og Plade. Modstanden maa ingen Kapacitet og Selvinduktion have. Af Hensyn til det betydelige

Spændingstab Modstanden S forårsager i Pladekredsen er det nødvendigt at benytte et Pladebatteri med høj Spænding (100—150 Volt); i alle Gitterkredse undtagen det første er indsat en Gitterkondensator c og Gittermodstand R , der tjener til Afledning af Gitterets negative Ladning. Saavel Glødetraadens som Pladekredsens Batteri er fælles for alle Elektronrør.

Arrangementet virker paa følgende Maade: Ved Modtagelse af Signaler vil disse ved Paavirkning af det første Elektronrør

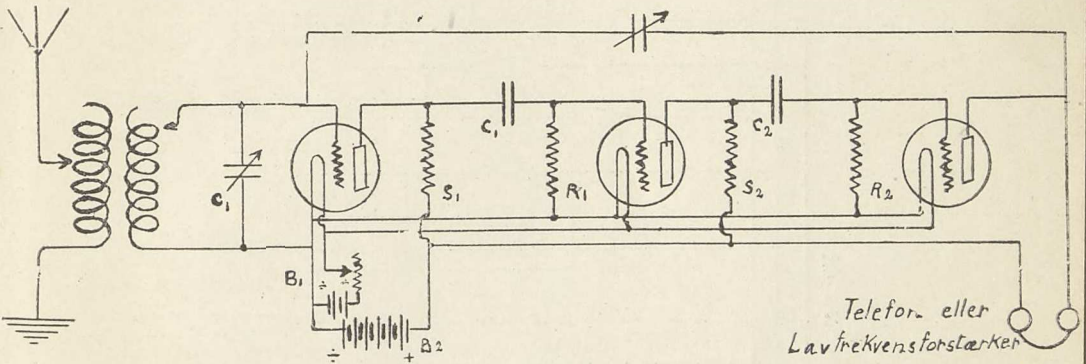


Fig. 31.

Gitter blive gentaget i Pladekredsen. De derved mellem Modstanden S 's Terminaler opstaaende Spændingsvariationer paa-virker gennem Gitterkondensatoren C_1 , det andet Elektronrørs Gitter, hvis Spænding saaledes varierer med samme Frekvens som de modtagne Svingninger. Dersom det første Gitters Spænding i et givet Øjeblik f. Eks. er positiv, bliver det andet Gitters negativ, det tredje Gitters positiv o. s. v. Svingningerne overføres saaledes fra Elektronrør til Elektronrør, idet hver af dem bevirker en Forstærkning af disse.

Elektronrørene, med Undtagelse af det sidste i Rækken, er saaledes indstillede, at de arbejder i et Interval omkring et Punkt paa den stejle Del af den karakteristiske Kurve (Højfrekvensforstærker); det sidste Elektronrør er indstillet til at arbejde i

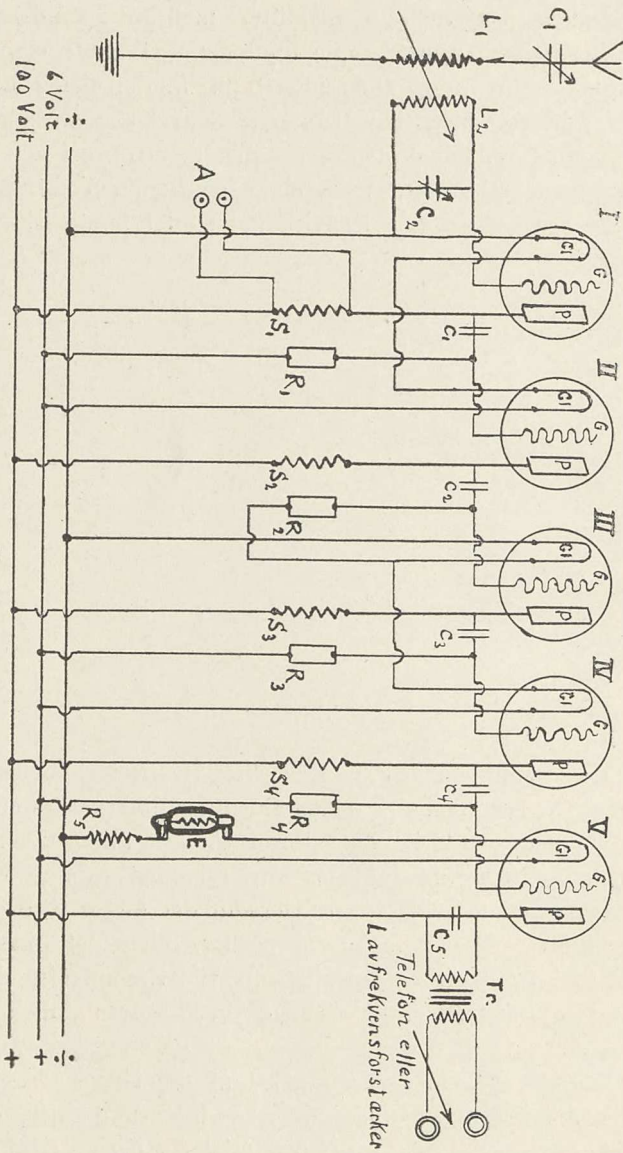


Fig. 32.

Intervaller omkring Punkterne K eller Z paa Kurven og virker saaledes som Detektor (Ensretter). Den bedste Indstilling findes ved at variere Glødetraadens Batteri B_1 ; Pladebatteriet B_2 er konstant. Den eneste nødvendige Afstemning derefter er som i ethvert Modtagerkredsløb kun at afstemme Svingningskredsene til de modtagne Signalers Bølgelængde. For Modtagelse af kontinuerlige Svingninger kan Arrangementet være forsynet med en regenerativ Kobling; i Figur 30 er denne kapacitiv. Den med et

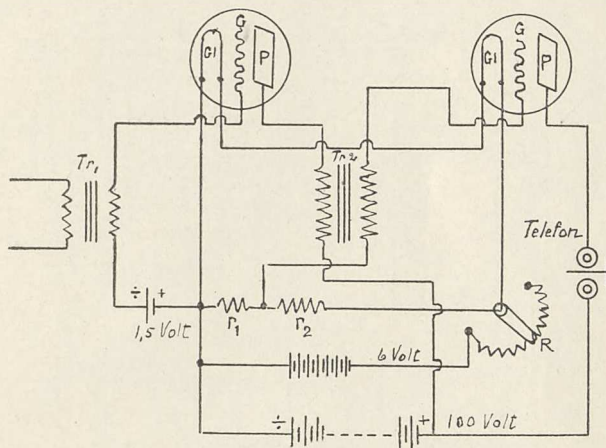


Fig. 33.

saadant Forstærkerarrangement opnaaelige Forstærkning er overordentlig stor og tillader Modtagelse af Signaler over betydelige Afstande, selv om kun et ringe Antenneanlæg anvendes.

Saaframt en Forstærkning af det sidste Elektronrørs lavfrekvente Variationer i Pladekredsen ønskes, kan Telefonen erstattes med et Lavfrekvens-Forstærkerarrangement.

Fig. 32 viser Kredsløbet i en Femtrins modstandskoblet Højfrekvensforstærker, der anvendes af Telefunkenselskabet.

Det femte Elektronrør, der virker som Detektor, er af en noget anden Type end de øvrige Elektronrør. Da alle Elektronrørene anvender fælles Glødebatteri, er der i det sidste Rørs Glødekreds indsat to Modstande (E og R_5), der dels tjener til

at give Glødetraaden den for dette Rørs Funktion gunstigste Temperatur og dels til at holde denne konstant. Glødestrømstyrken er variabel ved Hjælp af en for alle Rørene fælles Reguleringsmodstand. For Bølgelængder under 1500 Meter maa for Opnaaelse af Forstærkning en særlig Afstemningskreds tilkobles. Med dette Arrangement bliver de modtagne Signaler forstærkede indtil 5000 Gange.

Fig. 33 viser Kredsløbet i en Totrins Lavfrekvensforstærker,

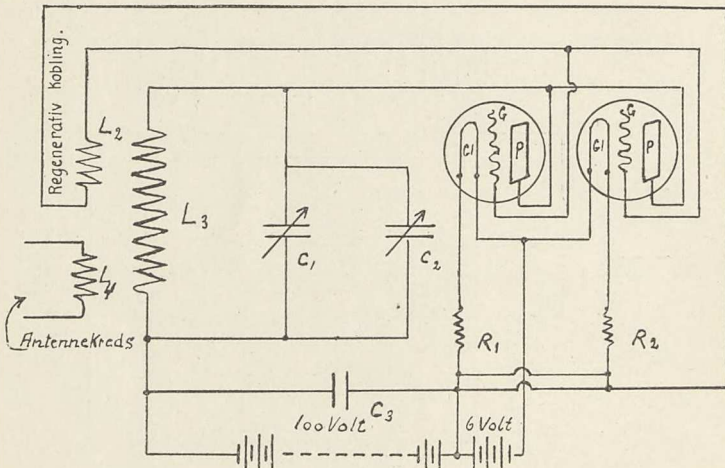


Fig. 34.

fremstillet af Telefunkenselskabet. For at faa den bedst mulige Forstærkning, er der i det første Elektronrørs Gitterkreds indsat et 1,5 Volt-Batteri, der giver Gitteret en passende negativ Spænding; det andet Elektronrørs Gitter faar sin negative Spænding fra 6 Volt-Batteriets negative Pol med hvilken det er i Forbindelse gennem Modstanden R_2 . Signalernes Lydstyrke bliver med dette Arrangement forstærket c. 250 Gange.

I Stedet for to Elektronrør kan flere anvendes sammenkoblede paa samme Maade med fælles Plade- og Glødetraadsbatteri. I Forbindelse med ovennævnte Femtrins-Højfrekvensforstærker anvendes som Regel en Firetrins-Lavfrekvensforstærker.

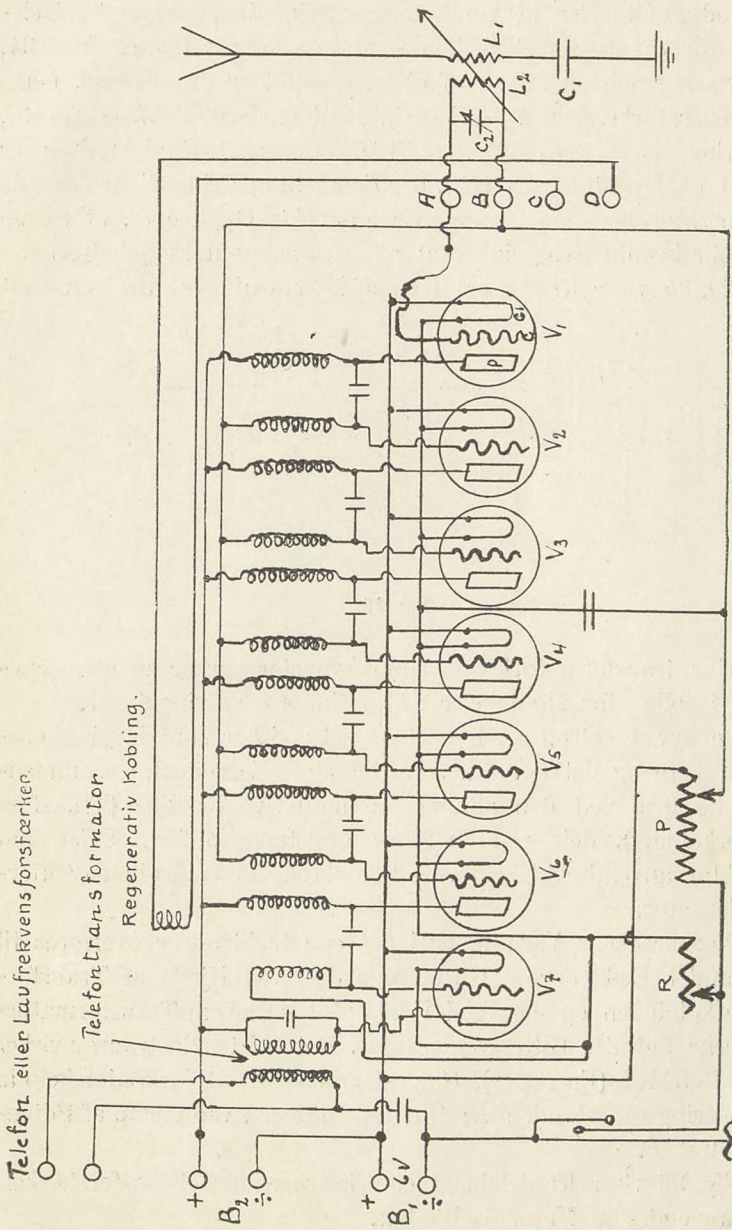


Fig 35

Ved Modtagelse af kontinuerlige Svingninger anvender Telefunkenselskabet forskellige Typer af Interferenssendere. Fig. 34, der viser Kredsløbet i en af disse, indeholder fire Kredse, nemlig Generatorkredsen $L_3-C_1-C_2$, Pladekredsen $P-L_3-B_2-Gl$, Gitterkredsen $G-L_2-Gl$ og Glødekredsen. I Glødekredsen er indsat en Modstand R_1 (R_2), der tjener til at holde Glødetraadens Temperatur konstant. Kondensatoren C_3 's Opgave er, at tillade de højfrekvente Svingninger at passere udenom Pladebatteriet.

Fig. 35 viser Kredsløbet i en af Marconiselskabet anvendt

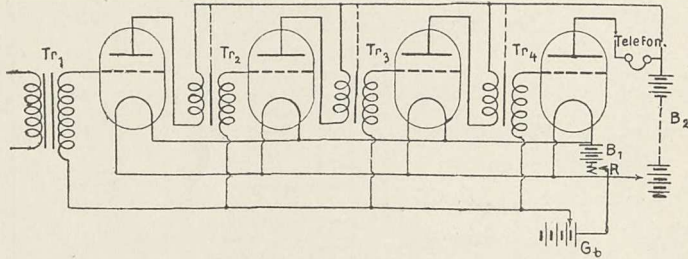


Fig. 36.

Syvtrins transformatorkoblet Højfrekvensforstærker med regenerativ Kobling for Modtagelse af kontinuerlige Svingninger.

De syv Elektronrør, hvoraf de seks virker som Højfrekvensforstærkere og det syvende som Detektor (Ensretter), er sammenkoblede dels ved den almindelige induktive Kobling (Transformatorkobling), dels ved en Slags Modstandskobling. I det som Detektor anvendte Elektronrørs Pladekreds anvendes ingen Gitterkondensator.

Pladekredsens Variationer i det ene Elektronrør overføres til det andet Elektronrørs Gitterkreds dels ved Hjælp af Transformatorkoblingen og dels ved Hjælp af den mellem Transformatorspolerne indsatte Gitterkondensator. Det sidste Elektronrør virker som Detektor (Ensretter). Glødestrømmen indstilles ved Hjælp af Reguleringsmodstanden R ; Gitterspændingen ved Hjælp af Potentiometret P .

Fig. 36 viser Kredsløbet i en Firetrins-Lavfrekvensforstærker, der anvendes af Marconiselskabet.

Hurtigmodtagelse.

En Radiostation er med Hensyn til sin trafikmæssige Belastningsevne og Driftsikkerhed meget afhængig af de atmosfæriske Forstyrrelser, der varierer med Aars- og Dagstid. Skal en større Trafik opretholdes uafhængig af saadanne Uregelmæssigheder, vil det være nødvendigt i saa udstrakt Grad som muligt at benytte de gunstige Arbejdstider, d. v. s. arbejde med den størst mulige Telegraferingshastighed. Man er derfor nødsaget til at erstatte den langsomme Haandtelegrafering med Hurtigtelegraferingen og maa hertil ved Modtagelsen benytte automatiske Modtagerapparater.

Da disse, hvad Følsomhed angaar, staar tilbage for det menneskelige Øre, spiller Forstærkningen af de modtagne Signaler herved en afgørende Rolle. Hurtigmodtagelse forudsætter iøvrigt et følsomt og fint afstemmeligt Modtagerapparat. Saafremt Signalerne er tilstrækkelig kraftige kan disse rekorderes direkte paa f. Eks. en Undulator eller et Morseapparat; ellers benyttes i Almindelighed en Diktafon.

Den mekaniske Rekorder (Galvanometer, Undulator) kræver en Arbejdsstrøm paa ca. $\frac{1}{2}$ Milleampère; et Morseapparat noget mere. Modtagerkredsløbet kan bestaa af en primær og sekundær Svingningskreds, hvortil kobles Forstærkerarrangementet. Dette bestaar som Regel af en Række Højfrekvensforstærkere, hvoraf det sidste Forstærkertrin optræder som Detektor (Ensretter); samt en Række Lavfrekvensforstærkere med almindelig Transformatorkobling. Hertil kan enten kobles en Række modstandskoblede Lavfrekvensforstærkere, der kan arbejde for meget lave Frekvenser, eller, som Fig. 37 viser, en akustisk Resonanstransformator og et

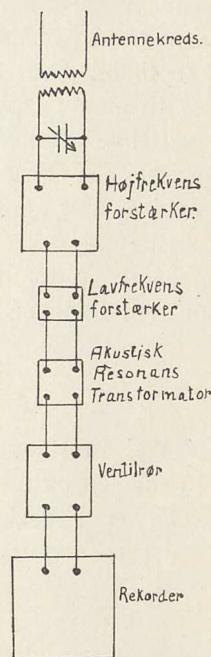


Fig. 37.

Elektronrør (Ventilrør); Rekorderen indsættes som Regel direkte i Pladekredsen i Telefonens Sted.

I Almindelighed anvendes som Rekorder en Diktafon, der tilkobles Forstærkerarrangementet i Telefonens Sted (se Fig. 38). Diktafonvalsens Omdrejningstal retter sig efter Telegraferings-hastigheden og Tonehøjden af de Signaler, der ønskes rekorderede. Efter Rekorderingen flyttes Valsen over paa et Aflæsnings-apparat, hvor Valsens Omdrejningstal er saa lavt, at Aflæsning kan finde Sted. Derefter afslibes Valsen, og kan derpaa benyttes til en ny Optagelse.

Denne Methode for Rekordering af Signaler ved Hurtigmodtagelse ejer den Fordel, at den, ligesom det menneskelige Øre, gengiver det karakteristiske ved Signalernes Tone og de atmosfæriske Forstyrrelser. Ved Aflæsningen, hvor Valsens Omdrejningstal er for lille, forsvinder de atmosfæriske Forstyrrelser omtrent fuldstændig.

Rammemodtageren.

Ved en Rammemodtager forstaas en saadan, hvortil der som Antenne benyttes en af flere Vindinger bestaaende Spole, hvis Ender er i Forbindelse med en variabel Kondensator, saaledes at der fremkommer en lukket Svingningskreds.

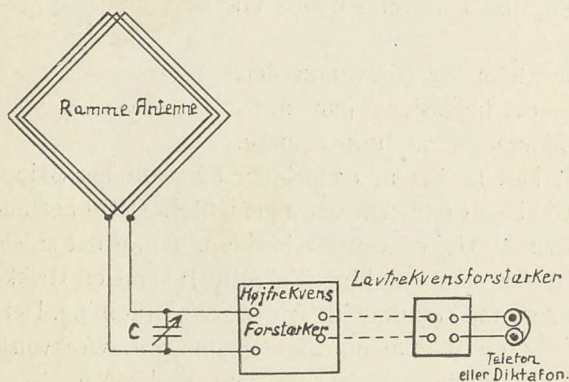


Fig. 38.

Fig. 38 viser Apparatforbindelserne i et Rammemodtageranlæg. Ved Hjælp af Rammespolen opfanges de ankomende Bølger. For Forstaaelsen heraf maa man forestille

sig, at Afsenderantennens Vekselstrøm frembringer skiftevis magnetiske og elektriske Kraftlinier. Disse Kraftlinier opstaar ikke momentant, men breder sig ud til alle Sider med Lysets Hastighed. Den almindelige aabne Antenne paavirkes kraftigst af de elektriske Kraftlinier, medens Rammeantennen kun reagerer for de magnetiske Kraftlinier. Rammemodtagelse er saaledes en langt simplere Proces end Modtagelse med aaben Antenne, idet man i første Tilfælde har at

gøre med en oscillerende Kraftliniepaavirkning, der med Lysets Hastighed gennemtrænger Rammespolen og i denne inducerer en elektromotorisk Kraft. Induktionsvirkningen er størst, naardemodtagne Kraftlinier træffer Rammespolen med en Ind-

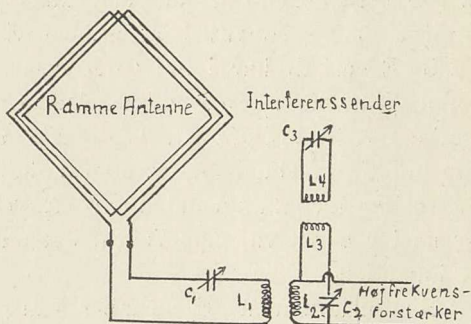


Fig. 39.

faldsvinkel paa 90° , medens Induktionsvirkningen bliver mindst naar Rammens Flade tangerer Kraftlinierne; d. v. s. Virkningen bliver gunstigst, naar Rammespolen peger mod Afsenderstationen. Rammen besidder saaledes en udpræget Retningsvirkning. Ved Hjælp af Drejekondensatoren bringes Rammekredsen i Resonans med den modtagne Bølge. Den i Rammekredsen frembragte Energi er saa ringe, at det er nødvendigt at anvende Højfrekvensforstærkere for at paavise Svingningernes Tilstedeværelse.

Den opnaaede Forstærkning afhænger af Antallet af Elektronrør, af hvilke det sidste optræder som Detektor (Ensretter). Hertil kan enten kobles Telefonen eller saafremt en videre Forstærkning ønskes, en Lavfrekvensforstærker. For i saa høj Grad som mulig at undgaa Forstyrrelser anvendes løst koblede Svingningskredse, som vist i Fig. 39. For Modtagelse af kontinuerlige Svingninger kan, som vist i Figuren, anvendes en lokal Generatorkreds (Interferenssender). I Stedet herfor kan selvfølgelig ogsaa

benyttes regenerativ Kobling, idet en Del af Rammespolen da tjener som Koblingspole.

Rammeantennen bestaar af en kvadratformet Spole, der af Hensyn til Jordens Indflydelse anbringes paa Spidsen, hævet nogle Meter over Jordoverfladen. Dens Modtageevne afhænger af dens Overflade, Vindingstal, Modstand og Stilling i Forhold til de modtagne Kraftliniers Retning. Paa Grund af sin ringe rummelige Udstrækning har den den udmærkede Egenskab kun i ringe Grad at blive paavirket af atmosfæriske Forstyrrelser. Denne sidste Egenskab har i høj Grad begunstiget Højfrekvensforstærkerens Udvikling. Den aabne Antenne begrænser Højfrekvensforstærkerens Følsomhed, fordi alle Forstyrrelser forstærkes i lige høj Grad. Omvendt er, som omtalt, Højfrekvensforstærkeren nødvendig for Rammeantennens Anvendelse; de hører sammen og mister deres virkelige Værdi, dersom de anvendes uafhængigt af hinanden.

Rammeantennens Egenskaber kan saaledes kort sammenfattes i: en høj Grad af Følsomhed, Forstyrrelsesfrihed og Retningsvirkning. Forstyrrelser af fremmede Stationer bliver ved dens Anvendelse i høj Grad formindsket, hvilket skyldes dels dens ringe Dæmpning og dels dens Retningsvirkning.

Rammeantennens udprægede Retningsvirkning i Forbindelse med dens øvrige Egenskaber gør den særlig egnet som Peilapparat i Skibe og Flyvemaskiner. Til Bestemmelse af en Afsenderstations Beliggenhed benyttes ved praktisk Peiling Rammeantennens Minimumstrøm, da denne er mere udpræget end den maksimale Strøm.

