

Anden Meddelelse til det Kongelige Danske Videnskabernes
Selskab om Telegrafi med taktsatte Strømme

af Cand. mag. **Paul la Cour.**

Forelagt af Professor **C. Holten** den 19de November 1875.

Idet jeg hermed tillader mig at fortsætte den Meddelelse, som af Hr. Professor Holten blev forelagt Selskabet den 12te Februar d. A. om Telegrafi med taktsatte Strømme, beder jeg først Selskabet modtage min erkjendtligste Tak for den Maade, hvorpaa Sagen ved denne sin første Fremkomst blev modtaget, og hvorved den af Selskabet blev stemplet baade som original og som en Sag af Vigtighed.

Med Hensyn til Systemets videre Udvikling maatte det øjensynlig tilsigtes, at den Tid, hvori en taktsat Strøm afsendes, ikke afhænger af en Tilfældighed, nemlig af den Tid, hvori Stemmegaflen paa Afsenderstationen efter et Slag vedbliver at svinge helt ud til Contacten; men det er nødvendigt, at Varigheden af den afgaaende taktsatte Strøm alene beroer paa Telegrafisten eller Afsendermaskinen paa lignende Maade, som det hidtil sker ved vilkaarlige Slutninger og Afbrydninger af Strømmen. Dette vil aabenbart naaes derved, at alle Stemmegafferne under Telegraferingen uafbrudt holdes i Svingning, saa

at enhver af dem bestandig foretager isokroniske Berøringer med sin Contact, og at Telegrafisten eller Maskinen vilkaarligt slutter og aabner Telegrafledningen ad hvilken som helst af disse forskellige intermitterende Veje.

Gjennemførelsen af Systemet deler sig saaledes i 2 væsentlig forskellige Afsnit. Det første gaaer ud paa at construere Apparater, udaf hvilke der igjennem ligesaa mange Ledninger, som der er Tonegivere, i ethvert Øjeblik vil kunne sendes taktsatte Strømme gjennem Telegrafledningen, samt Apparater, som ved at gjenneumløbes af taktsatte Strømme paavirkes af disse paa den i forrige Meddelelse beskrevne Maade. Det andet Afsnit bestaaer i at vælge Metoder og construere Maskiner, som paa den mest hensigtsmæssige Maade benytte de af Apparaterne udtrædende taktsatte Strømme til at combinere Telegrammet eller — Telegrammerne, for saavidt man vil telegrafere til flere Modtagertelegrafister paa engang. Da imidlertid det første Afsnit maa betragtes som Basis for hele denne Telegrafi, og det altsaa først og fremmest gjælder om at finde den bedste Form for Taktsætningsapparaterne, som man passende kunde kalde dem, samt dernæst nærmere undersøge de taktsatte Strømmes Natur, har jeg foreløbig alene beskæftiget mig dermed, og det er herom, at jeg tillader mig at gjøre Selskabet nærværende Meddelelse.

Det første Middel, hvorved jeg forsøgte at holde Stemmegafferne i stadig Svingning, var ved mekanisk Kraft. Et kraftigt Løbeværk, hvis Gang reguleres ved et Vindfang, hæver 20 smaa Hamre og lade disse falde i hvert eller hvert andet Sekund. Formedelst Hammerskafternes Elasticitet udføre disse Hamre, hvad man i daglig Tale kalder, et svirpende Slag paa enhver af de derunder anbragte Stemmegaffer. Naar disse ere temmelig store og af hærdet Staal, kunne de med Lethed holde sig i Bevægelse fra det ene Slag til det næste, og altsaa uafbrudt udføre en intermitterende Berøring imod smaa indbyrdes isolerede Contactfjedre, der ligesom Stemmegafferne ere forsynede

med Platin paa Berøringsstedet, og som hver for sig forlænger sig i Ledningstraade. Træder nu Strømmen fra Batteriets ene Pol ind i samtlige Stemmegaffer, vil den intermitterende gaae over i de Contactljedre, hvis Traade sættes i Forbindelse med Telegraflinien og derved gennem Modtagerstationen og Jorden med Batteriets anden Pol. Telegraflinien vil saaledes blive gennemstrømmet af taktsatte Strømme, svarende til den eller de Stemmegaffer, gennem hvis Contacter Ledningen sluttes.

Paa Modtagerstationen findes 20 tilsvarende Modtagerapparater af den Construction, som er beskrevet i forrige Meddelelse, bestaaende af Jernstemmegaffel, Platincontact, 2 Traadruller og en Electromagnet, alle anbragte paa en stor Metalplade. Den ankommende Strøm gennemløber successivt samtlige Apparater, frembringer Vibrering i de til Strømmens Taktsætning svarende Stemmegaffer, hvorved der opstaaer Strømme fra et Localbatteri igjennem de til disse Stemmegaffer hørende Ledninger.

Naar altsaa paa Afsenderstationen et Antal af Ledninger fra de forskjellige Contacter sluttes med Telegrafledningen, vil dette bevirke, at en Strøm gennemløber de tilsvarende Localledninger paa Modtagerapparatet, hvorved følgelig samme Resultat er naaet, som om man istedenfor den ene Telegrafledning havde ligesaa mange Telegrafledninger, som der findes Stemmegaffer paa hver af de 2 Stationer.

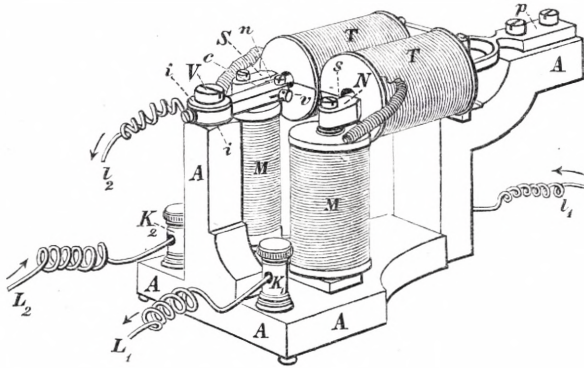
Da disse Maskiner vare færdige, viste der sig visse Ulæmpere ved dem.

De Svingninger, hvori en Modtagerstemmegaffel sættes ved den taktsatte Strøm, ere meget smaa. Heraf følger, at naar Stemmegaffen, ikke i Hvile, men kun i sine Svingninger skal berøre Contacten, maa dens Stilling i Forhold til denne, være meget uforanderlig, og navnlig ikke lade sig paavirke af Temperaturforandringer og andre Forstyrrelser.

En saadan Uforanderlighed vilde det imidlertid ikke lykkes at opnaae saalænge samtlige 20 Apparater vare anbragte paa

samme Metalplade, paa hvilken en ubetydelig Bøjning paa Grund af Pladens Størrelse i alt for høj Grad forandrede Contactens og Stemmegafflens Stilling i Forhold til hinanden. Modtager-apparaterne bleve derfor tagne af Metalpladen og monterede hver paa sit Stativ, hvorved det har faaet et Udseende, som hosstaaende Figur viser.

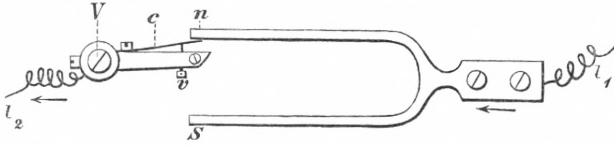
Fig. 1.



AAAAA Fig. 1 forestiller et fast Metalstativ, støbt i et Stykke, og hvilende paa 3 lave Fødder. Stemmegafflen nps af blødt Jern er befæstet derpaa ved sit Skaft p . Stemmegafflens Grene gaae midt igjennem 2 Traadruller TT , der ere befæstede paa Stativet, og kunne svinge frit indeni disse. Electromagneten MM er ligeledes befæstet paa Stativet, og dennes Polstykker S og N kunne drejes om en vertical Klemmskrue, som kan fastholde dem saaledes, at de ere nær ved Stemmegafflens Grene. Ledningerne paa Electromagneten $M_1 M_1$, Traadrullerne $T_1 T_1$ samt de 2 Klemmskruer K_2 og K_1 ere saaledes forbundne, at Strømmen gjennemløber dem i følgende Orden: $L_2 K_2 M T T M K_1 L_1$. Endelig er der paa Stativet, men isoleret derfra ved ii anbragt en Messingarm (Contactholderen), som seet ovenfra tilligemed Stemmegafflen er afbildet i

Figur 2. Den fastholdes ved Klemkrue V og bærer en, tyndt og smalt udløbende, Platinfjeder, som ved Stilleskrue v

Fig. 2.



kan bringes til at indtage den rette Afstand fra Stemmegafflens Gren n , hvis Inderside er beklædt med Platin. Stemmegafflen staaer ved sit Skaft p , Stativet og Ledningen l_1 , (se Fig. 1) i Forbindelse med den ene Pol af et Localbatteri, hvis anden Pol ved l_2 staaer i ledende Forbindelse med Contacten c .

Hvis den ankommende Strøm, som gjennemløber Ledningen $L_2 L_1$ er taktsat i den til Stemmegafflen svarende Takt, saa at Stemmegafflen kommer i Svingning, vil der fremkomme Slutning, og altsaa opstaae Strøm i Ledningen $l_1 l_2$.

Efterat Modtagerapparaterne havde faaet en saadan Form, viste de sig meget holdbare; men dette var derimod endnu ikke Tilfældet med Taktsætningsmaskinen. Da nemlig alle Stemmegafferne holdes i Svingning ved et og samme Uhrværk (det vilde blive noget vidtløftigt at indrette et Uhrværk for hver Stemmegaffel) maa de være fæstede paa en og samme Metalplade, og en ringe Bøjning af denne medfører den samme Ulæmpe som ved Modtagerapparaterne, da disse befandt sig paa en Plade; thi det er her af ligesaa stor Vigtighed, at Stemmegafferne indtage en uforandret Stilling til deres Contacter. Her til kommer den Ulæmpe, at Stemmegafflernes Svingninger selvfølgelig ere størst strax efter Hammerslaget, og at de herfra aftage indtil næste Hammerslag. Hvis nu Contacterne ere stillede for nær, ville de genere Stemmegafferne i at udføre de større Svingninger, og hvis de ere for fjerne, ville Stemmegafferne ikke naae dem i den Deel af Slagperioden, da Svingningerne ere smaa. Endelig er det ikke heldigt, at Berøringen

under de store og de smaa Udsving bliver ulige god, saa at der herved opstaaer tilsvarende Uensartetheder i den taktsatte Strøm.

Heldigviis forsvandt imidlertid alle disse Ulæmper ved at forlade den mekaniske Kraft som det Middel, der holder Stemmegafflerne i stadig Svingning, og lade dette ske ved Electromagnetisme og Overgangen hertil viste sig saa meget lettere, som de allerede construerede smaa Modtagerapparater uden Videre tillige kunne tjene som Taktsætningsapparater, naar blot Ledningerne forbindes anderledes.

Det er nemlig klart, at naar Stemmegafflen er i Svingning, vil den opstaaende Localstrøm $L_1 L_2$ selv være taktsat i den til Stemmegafflen svarende Takt. Hvis derfor L_2 , istedenfor at gaa directe til Batteriets Pol, først ledes igjennem Rulleledningen $L_2 L_1$, vil denne taktsatte Strøm fremdeles holde Stemmegafflen i Svingning, saa at Stemmegafflen ved sin Svingning selv frembringer den Strøm, som vedblivende holder den i Svingning¹⁾.

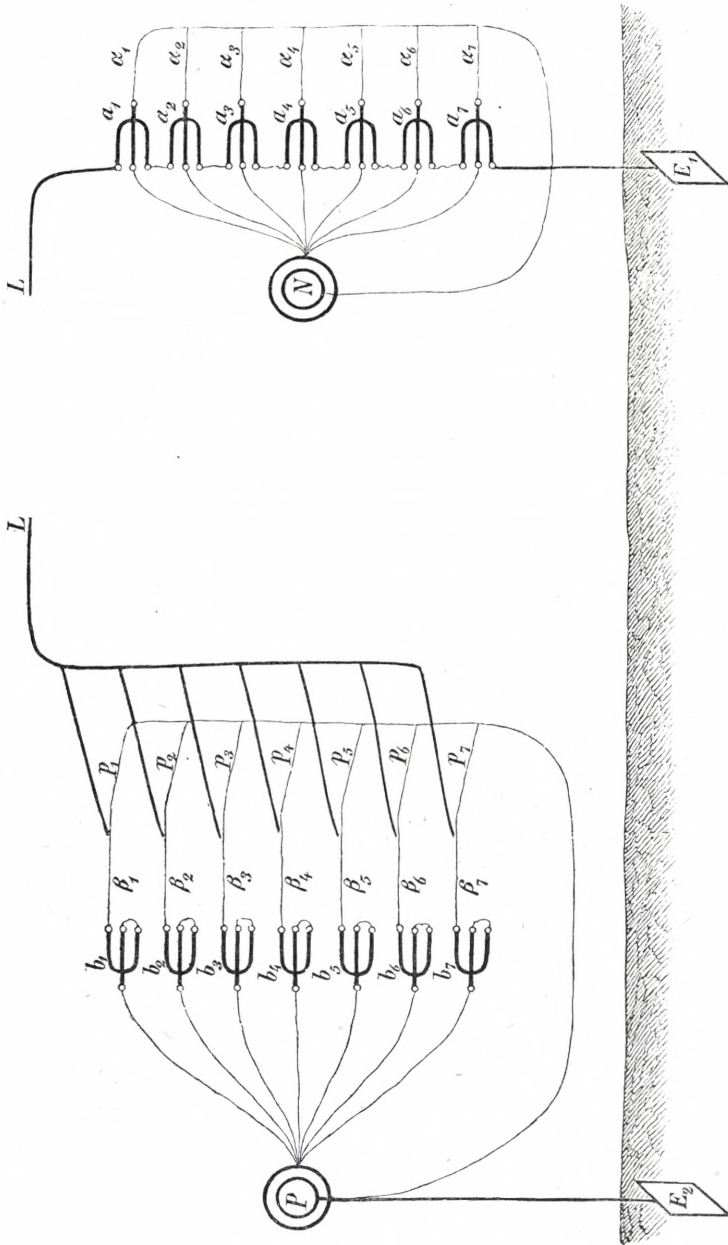
Forbindes Ledningerne altsaa paa denne Maade, og sættes Stemmegafflen ved et lille Slag i Bevægelse, vedbliver den at svinge — naturligviis saalænge Batteriets Kraft ikke er opbrugt —, og man hører en ren Tone, som ved sin Jevnhed og Uforanderlighed tillige vidner om Nøjagtigheden af den i Ledningerne opstaaende Strøms Taktsætning, hvilket desuden i højere Grad fremgaaer af de Forsøg, som i det Følgende skulle omtales.

Inden jeg imidlertid gaaer over hertil, skal jeg først tillade mig at kaste et Overblik over det Udviklingstrin, som Systemet hermed har naaet.

Lad der paa Afsenderstationen være opstillet et vist Antal Taktsætningsapparater med forskjellige Stemmegaffler $b_1 b_2 b_3 \dots$, (se Fig. 3) hvis Ledninger ere forbundne med den ene Pol af

¹⁾ Man kan ogsaa betragte Apparatet i denne Forbindelse som en Selvfryder.

Fig. 3.



et Batteri P paa den sidst beskrevne Maade; da vil hele Rækken af Apparater uafbrudt spille, hver sin Tone; men de herved opstaaende taktsatte Strømme gaae fra Apparaterne gennem Ledningerne $p_1 p_2 p_3 \dots$ directe tilbage til Batteriet P^s anden Pol. Derimod kan man ved Hjælp af en simpel Mechanisme ved $\beta_1 \beta_2 \beta_3 \dots$ afbryde ethvert Apparats Ledning p , og samtidig slutte den med Telegraflinien $L L$. Vedkommende Apparats taktsatte Strøm kommer derved til at gennemløbe Linien og Modtagerstationen til Jorden E_1 , med hvilken Batteriet P^s anden Pol staaer i Forbindelse ved E_2 . Man kan altsaa fra Afsenderstationen efter Behag lade Telegraflinien og Modtagerstationen gennemløbe af hvilket som helst taktsatte Strømme og i en hvilket som helst Tid. Paa Modtagerstationen gennemløbe de ankommende Strømme Vindingerne paa samtlige Apparater $a_1 a_2 a_3 \dots$, hvorved de til Strømmenes Taktsætning svarende Stemmegaffer komme i Svingning, saa at der fremkommer Slutning af disse med deres Contacter, og opstaaer Localstrømme fra Batteriet N igjennem de tilsvarende Apparater og Ledninger $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots$, i en Tid, som svarer til den, hvori Strømmen ved $\beta_1 \beta_2 \beta_3 \dots$ sendes ud i Linien.

Disse Apparater, af hvilke man kan forsyne enhver Station med et Antal, der svarer til Størrelsen og Udstrækningen af Stationens Korrespondance, ere efter det Anførte ikke at betragte som de egentlige Telegrafapparater eller Maskiner, som for Afsenderstationens Vedkommende indskydes ved $\beta_1 \beta_2 \beta_3 \dots$, og for Modtagerstationens i Localledningerne $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots$, og de ere altsaa, ligesaa lidt som Batterierne hidtil, Gjenstand for Telegrafistens Virksomhed; men ligesom Batterierne sædvanligt have deres Plads i Kjælderens, kunne Taktsætningsapparaterne anbringes i et lukket Skab, hvor de ere beskyttede mod Støv og andre Forstyrrelser, medens Telegrafisterne kunne arbejde ved Hjælp af de Maskiner, hvori Ledningerne fra Taktsætningsapparaterne føres hen.

Skematisk kan herefter Systemets Anvendelse betegnes saaledes:

A. Paa Afsenderstationen

- 1°,) produceres Electriciteten af Batteriet (i Kjælderens),
- 2°,) gives forskellige Karakterer ved at gennemløbe de forskellige Taktsætningsapparater (i Skabet)
- 3°,) og afsendes endelig af Telegrafisten ved Hjælp af simple Nøgler eller mere combinerede Maskiner.

B. Paa Modtagerstationen

- 1°,) virke Taktsætningsapparaterne som sondrende Relai'er, der tilvejebringe Slutninger af tilsvarende Localledninger, gennem hvilke der
- 2°,) opstaaer Strømme fra et Localbatteri, og disse lade
- 3°,) de tilsvarende Maskiner arbejde.

Af Apparaterne, der altsaa ere ens, hvad enten deres Anvendelse gaaer ud paa at taktsætte Strømmene eller at modtage taktsatte Strømme, har jeg hidtil kun havt 10 Par i samtidig Virksomhed. De gave følgende Antal Enkeltsvingninger i 1 Sekund, henholdsvis: 726, 775, 825, 874, 924, 973, 1023, 1072, 1122 og 1171 af hvilke ingen virkede forstyrrende paa nogen af de andre; men forskellige Forsøg vise, at Tonerne baade kunne vælges højere og dybere og tillige være nærmere ved hinanden, saa at Antallet rimeligvis kan blive betydelig større.

Da det ved denne Anvendelse af Tonerne aabenbart maa tilsigtes at faa deres Svingningstal saa indbyrdes incommensurable som muligt, maa Valget af dem træffes efter et helt modsat Princip end ved musikalsk Anvendelse af Tonerne. Da jeg imidlertid foreløbigt ikke kunde udføre Afstemningen (dette skete ved en Monochord) med større Sikkerhed end paa nogle Svingninger (maaske 5) i Sekundet, har jeg ved Valget af ovennævnte Toner ikke taget andre Hensyn end at gjøre Interval-

lerne et ligestort Antal Svingninger og tillige at sørge for at ikke to af Tonernes Svingningstal kom i et simpelt Forhold.

Derimod kunne de 2 til et Par henhørende Stemmegaffer let afstemmes nøjagtig ens, idet en ringe Toneforskjel giver sig tydeligt tilkjende i de Stød, som de frembringe, naar begge tone samtidig. Man kan herved stemme dem saa nøje, at Stødet kun bliver en i flere Sekunder jevnt aftagende Tone, hvorefter Stemmegafferne kun kunne være en ringe Brøkdeel af en Svingning pr. Sekund forskellige.

Tonen kan imidlertid atter forandre sig noget naar Stemmegaffen bliver anbragt paa Apparatet. Der gives maaske hertil flere Aarsager, saasom, at Stemmegaffens Grene befinde sig i Rør, hvor Luften maa gjøre dem større Modstand end i den fri Atmosfære, men den vigtigste Aarsag, og den eneste, som jeg særlig har undersøgt er følgende. Naar Stemmegaffens ene Gren svinger imod Contacten, vil denne ved sit Tryk imod Stemmegaffens Gren stræbe at føre den tilbage til dens Hvilestilling, hvilket maa give samme Resultat, som om Stemmegaffen selv fik større Stivhed, uden at den faaer væsentlig større Masse, saa at Tonen vil blive højere.

I Begyndelsen bestod Contacten af en temmelig stiv Messingfjeder forsynet med en Platinknop, og jeg havde ikke paa Modtagerapparaterne mærket nogen Ulæmpe herved; thi idet Stemmegaffen begynder at svinge, berøres og paavirkes den ikke af Contacten, saa at dens Tone er uforandret, hvorimod Tonens Forhøjelse først indtræder, naar Svingningerne ere blevne saa store, at Grenen naaer ud til Contacten; men da angiver netop Localstrømmen, at Stemmegaffen allerede er i Svingning. Da jeg derimod forlod det mekaniske Afsenderapparat for at gaae til det electromagnetiske, viste det sig vel, at Apparatet kunde spille en jevn Tone, og at det altsaa producerer en jevn taktsat Strøm, men Tonen viste sig tillige saa betydelig forhøjet, at dette med Lethed kunde høres, saa at den herved taktsatte Strøm slet ikke passede for det tilsvarende Modtagerapparat.

Nu kunde man ganske vist indrette det saaledes, at der til et Afsenderapparats rette Afstemning hørte, at baade Stemmegaffel og Contact vare tilpassede saaledes, at de i Forening frembragte den rette Tone, naar Apparatet fungerer som Afsender, men en saadan tilvejebragt Tone vilde være meget uholdbar, da den varierer betydeligt med Contactens Stilling og Strømmens Styrke paa en Maade, som vil fremgaae af det Følgende, og som i dette Tilfælde var saa stærkt udpræget, at Tonen ved en Forandring af Contactens Stilling let kunde forandres en Kvart, en Terts eller maaske mere. Som Contact blev derfor anbragt den før omtalte, tyndt og smalt udløbende Platinfjeder, hvis Stivhed i Forhold til Stemmegafflens er saa ringe, at den under almindelige Forhold næppe forhøjer hins Tone mere end 1 Svingning i Secundet.

Til nærmere Undersøgelse af disse Forhold har jeg gjort flere Forsøg; men før Beskrivelsen af disse turde det være hensigtsmæssigt at fastslaae nogle Betegnelser: at kalde den Ledning ($L_1 L_2$), som danner Electromagnetens og Traadrullernes Vindinger, og hvis Virksomhed gaaer ud paa at sætte Stemmegafflen i Svingning, Arbejdsledningen, og den Ledning ($l_1 l_2$), som kun intermitterende kan opstaae gennem Contact og Stemmegaffel, Contactledningen, samt endelig at kalde den Ledningsforbindelse, som bruges, naar Apparatet selv skal holde sig i stadig Virksomhed, og som tilvejebringes ved at forbinde l_2 med L_2 , saa at baade Contactledning og Arbejdsledning gjenløbes af samme Strøm, Afsenderforbindelse.

De to Apparater, som begge ere stemte paa omtrent 726 Svingninger i Sekundet, opstilles hvert for sig med Afsenderforbindelse, og hvert forsynet med et Batteri paa 1 Element, hvorved de holdes i stadig Svingning. En meget ringe Uoverensstemmelse i de 2 Stemmegaffer kan da maales med stor Nøjagtighed, thi Stemmegafferne ville i saa Fald give Stød, og eftersom de tone uophørlig, kan man vedblive at tælle Stødene

i saa lang Tid, man ønsker. Man faaer herved et meget talende Vidnesbyrd om Tonernes Jevnhed og Uforanderlighed; thi det viser sig, at man kan tælle det samme Antal Stød i det ene Minut efter det andet, naar man ikke forandrer Noget ved Apparaterne eller deres Opstilling, saa at man heraf kan slutte, at der under et stort Antal Svingninger (i det nævnte Exempel, $726 \times 60 = 43560$) ikke en Gang fremkommer 1 Afgivelse paa 1 Svingning.

Som et andet Exempel talte jeg Stødene af 2 Apparater paa 1171 Svingninger pr. Sekund i to Minutter og fandt 183 Stød. I de næste 2 Minutter gave de atter 183. Dette Exempel viser, at Apparaterne ikke have begaaet en Fejl paa 1 Svingning iblandt $120 \times 1171 = 140520$ Svingninger.

Det ligger her nær at falde paa følgende Project, hvis Udførelse jeg dog endnu ikke har havt Lejlighed at prøve, men som forekommer mig som en saa naturlig Anvendelse af Ovennævnte, at jeg ikke kan omtale hint, uden at jeg ogsaa maa tillade mig at nævne dette. Da Apparatet paa den nævnte Maade giver en saa vel reguleret taktsat Strøm¹⁾, maa denne Strøm kunne bruges til at regulere Uhrværker og Løbeværker. Udførelsen kan tænkes paa mange Maader. Lader man f. Ex. Værkets hurtigst roterende Axe være forsynet med en lille Tværstang af blødt Jern, som drejes rundt, saa at enhver af dens Ender ved hver halve Omdrejning passerer tæt forbi Polerne af en Electromagnet, hvis Vindinger gjenløbes af den ved Apparatet taktsatte Strøm, da vil Strømmen accelerere Axens Omdrejningshastighed, hvis denne er noget mindre end Halvdelen af Apparatets Svingningshastighed; thi da vil Jernstangen ikke have naaet Polerne, idet disse produceres, og vil altsaa drages af dem; og paa den anden Side vil den taktsatte Strøm retardere Omdrejningshastigheden, hvis denne er noget

¹⁾ hvad der foranledigede den russiske Telegrafdirecteur Ispolotoff til at kalde Apparatet «den electromagnetiske Bølgeregulator».

større end Halvdelen af Vibreringshastigheden; thi da vil Jernstangen være passeret Polerne, idet disse produceres, og de ville altsaa holde den tilbage. Det forekommer mig, at det paa Grund af Taktsætningens store Jevnhed er at vente, at der paa denne Maade lader sig opnaa et godt Regulativ ved hurtige Bevægelser, hvortil der f. Ex. ofte er Trang ved fysiske Forsøg, og at Reguleringen maaskee endog ofte med Fordel vil kunne afløse vel compenserede Penduler.

I det omtalte Tilfælde, da 2 Apparater paa 726, som vi ville kalde α og β vare opstillede i Afsenderforbindelse, hvert med sit Batteri, viste det sig, at de gave 0,80 Stød i Sekundet. For at faae at vide, hvis Tone der var højest, heftedes et lille Stykke Vox paa den ene Gren af Stemmegafflen α . Apparaterne gave da 0,67 Stød i Sekundet, hvoraf man kan slutte, at denne Paaheftning, der maa have gjort α dybere, tillige har bragt Tonerne nærmere til hinanden, saa at Tonen α maa være højere end β . Til yderligere Control anbragtes det samme Stykke Vox paa β , og Apparaterne gave nu 0.97 Stød i Sekundet. Tonerne blive altsaa fjernede fra hinanden, derved at β bliver dybere, saa at β virkelig maa være den dybeste.

Uden dernæst at forandre videre i Opstillingen, ledes kun den ved α taktsatte Strøm gennem Arbejdsledningen paa β . Stemmegafflen paa β bliver altsaa paavirket baade af den taktsatte Strøm, som den selv producerer, og af den fra α kommende. Den giver derfor stærkt udprægede Stød; thi medens disse ellers fremkomme ved Interferents af Lydbølgerne paa deres Vej gennem Luften (eller Sangbunden), fremkomme de her derved, at Stemmegafflen gjør stærkere eller svagere Udsving ved Inteferents af de 2 Strømmes Bølger. Strømmen fra α kan nu gjenneumløbe β 's Arbejdsledning enten i samme eller i modsat Retning af β 's egen taktsatte Strøm.

Gjenneumløbes Ledningen i samme Retning faaes 1,02 Stød i Sekundet

— — — modsat — — 0,67 — — —

Dette kan forklares saaledes: naar Strømmene gaae i samme

Retning, bliver Magnetismen i β stærkere; Stemmegafflen udspiles mere og vil altsaa trykkes mindre af Contacten, hvorved Tonen bliver dybere; men da β i Forvejen var den dybeste, ville Stødene blive hyppigere. Omvendt ville Strømmene i modsat Retning svække Magnetismen, Stemmegafflen bliver mindre udspilet, Contacten trykker stærkere, Tonen bliver højere, Stødene langsommere.

Ledningsforbindelsen forandres dernæst saaledes, at Strømmen fra α ikke mere gjennemløber β , men at den fra β paa lignende Maade gjennemløber α 's Arbejdsledning.

Gjennemløbes Ledningen i samme Retning faaes 0,87 Stød i Sekundet

— — - modsat — — 1,03 — - —

Dette forklares paa samme Maade, idet Strømme i samme Retning ligesom ovenfor gjør Tonen dybere; men da α i Forvejen er den højeste, bliver Stødene langsommere. Strøm i modsat Retning gjør Tonen højere og altsaa Stødene hurtigere.

En anden Række Forsøg er følgende: Ligesom tidligere arbejder α og β hver for sig, og den taktsatte Strøm fra α ledes gennem β 's Arbejdsledning. Hvis nu Strømmene gaae i samme eller i modsat Retning, blive, som før omtalt, Stødene hurtigere eller langsommere; men tillige viser det sig, at naar man paa β stiller Contacten nærmere til Stemmegafflen, blive Stødene langsommere, naar den fjernes, blive de hurtigere. Naar nemlig Contacten nærmes, bliver Tonen højere, og da den i Forvejen var den dybeste, maa Stødene blive langsommere og omvendt, naar Contacten fjernes. Hvis man paa den anden Side nærmer α 's Contact til Stemmegafflen, bliver α 's Tone højere, og altsaa den herfra kommende taktsatte Strøm hurtigere vibrerende, og da den allerede i Forvejen var dette, blive Stødene hurtigere, hvilket bekræfter sig ligesom det Omvendte, naar α 's Contact fjernes. Naar man dernæst ombytter α 's og β 's Rolle, saa at det bliver den af β taktsatte Strøm, der gjennemløber Arbejdsledningen paa α , viser det sig, og dette forklares paa lignende Maade, at naar α 's Contact nærmes, blive Stødene

hurtigere (thi α bliver højere), og omvendt naar den fjernes; naar β 's Contact nærmes, blive Stødene langsommere (thi β bliver højere), og omvendt, naar den fjernes. Disse Resultater vise sig, hvad enten Strømmene gaae i samme eller i modsat Retning igjennem α 's Arbejdsledning; men Stødenes Hurtighed forandres naturligviis ligesom ovenfor ogsaa ved, at Strømmen forandrer Retning.

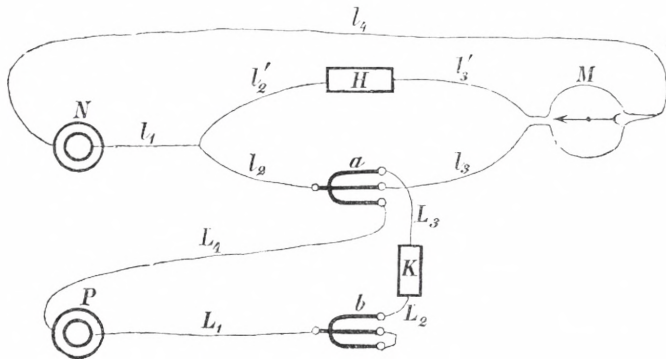
Forsøgene ere endelig varierede ved at gjøre Strømmene stærkere eller svagere, og dette er atter udført ved enten at benytte Rheostater indskudte i α 's og β 's Ledninger eller ved at forandre Batteriernes Styrke og lade disse vekselsviis bestaae af 1 eller 2 Elementer. Alle Combinationer i disse Henseender, saavel med Strømmene i samme som i modsat Retning og saavel med α 's Strømme gjennemløbende β 's Arbejdsledning, som omvendt, ere prøvede; men da de heraf fremgaaende Tal dog kun have relativ Betydning, skal jeg for Simpelhedens Skyld nøjes med at nævne det Resultat, som fremgik af dem alle, at enhver Omstændighed, som bringer Contacten og Stemmegafflen nærmere til hinanden, forhøjer samme Apparats Tone. Dog er Forandringen, som ogsaa ovennævnte Tal vise, ikke stor, efterat de omtalte Platinfjedre have afløst de stivere Messingfjedre; den beløber sig næppe til 1 Svingning i Sekundet.

Til Undersøgelse af de taktsatte Strømmes Egenskaber har jeg foretaget en Deel Maalinger; men da en fyldestgjørende Behandling af de herhen hørende Spørgsmaal kræver større Midler, Apparater og Tid end jeg hidtil har havt til min Raadighed, kan nærværende Undersøgelse kun betragtes som en foreløbig Recognoscering ind paa et Omraade, der forhaabentlig senere vil blive bedre undersøgt.

Medens flere af de Virkninger, som foregaae i Apparaterne ved Strømmens Taktsætning, kunne udledes af tidligere kjendte Love, forekomme der dog Spørgsmaal, som ere saa lidet kjendte andetstedsfra, at de her kræve særlig Behandling. Et

af de første blandt disse er Spørgsmaalet om Størrelsen af Ledningsmodstanden i Berøringsstedet mellem Stemmegaffel og Contact. Berøringen er nemlig overordentlig kortvarig og kan derfor ikke være saa inderlig, at Ledningsmodstanden tør betragtes som Nul. Den kan sikkert heller ikke være constant under hele Varigheden af den lille Berøringstid; men idet Inderligheden rimeligviis maa voxe med Stemmegafflens Tryk imod Contacten, hvilket er størst i Gafflens største Udsving, samt med den Tid (til en vis Grændse), hvori Berøringen allerede har fundet Sted, er det rimeligt, at Inderligheden er størst og altsaa Modstanden mindst, noget efter at Stemmegafflen har havt sit største Udsving. Ikke desto mindre maa jeg dog paa Grund af Sagens Vanskelighed idetmindste foreløbig nøjes med at betragte Modstanden som constant; og jeg har søgt at bestemme dens Værdi paa følgende Maade.

Fig. 4.



I hosstaaende Figur forestiller b et Taktsætningsapparat i Afsenderforbindelse. Det holdes i Virksomhed af Batteriet P ; og dets Ledning $L_1 L_2 L_3 L_4$, der gennemløbes af en taktsat Strøm gaaer saavel igjennem Rheostaten K , som igjennem Arbejdsledningen paa et andet Taktsætningsapparat a af samme Tone, hvilket altsaa fungerer som Modtagerapparat, det vil sige, dets Stemmegaffel sættes i Svingning ved den fra b kommende

Strøm. Apparatet α^s Contactledning $l_1 l_2 l_3$ udgaar fra Batteriet N og føres videre igjennem den ene Ledning af en Electromultiplicator M og Ledningen l_4 tilbage til Batteriet, medens en anden Gren af Ledningen l_1 gaaer gjennem l'_2 , Rheostaten H , Ledningen l'_3 , den anden Multiplicatorledning i modsat Retning og Ledningen l_4 . Man kan da, ved at tilpasse Modstanden for den gennem Rheostaten H gaaende Strøm, tilvejebringe Ligevægt imellem dennes og den igjennem α^s Contactledning kommende Strøms Virkning paa Multiplicatornaalen, saa at denne viser paa Nul. Da imidlertid sidstnævnte Strøm er taktsat, ville dens Virkninger paa Magnetnaalen være momentane, men dette faaer selvfølgelig paa Grund af Kortvarigheden af Impulserne og disses Mellemrum ikke Tid til at give sig tilkjende. Derimod er Intensiteten af den taktsatte Strøm, som man kunde vente, ikke aldeles uforanderlig, saa at Naalen ikke i lang Tid ad Gangen holder sig ganske rolig. Dog ere Variationerne, som følgende Tal vise, meget smaa, saa at de ikke vanskeliggjøre Maalingerne, naar der ikke tilsigtes særdeles stor Nøjagtighed.

Efterat have gjort flere mindre vellykkede Forsøg paa at udføre Maalinger af Modstanden i Berøringsstedet, blev det mig klart, at følgende 2 Omstændigheder maatte iagttages nøje, for at jeg kunde være sikker paa at faa et og samme Resultat frem ved gjentagne Forsøg, naar jeg efter hver Maaling derangede Apparaterne for at foretage en ny.

I Apparatet α maa Contacten stilles saa nær, som det vel er muligt, ved Stemmegafflen, uden dog at berøre den, i hvilket Tilfælde man tillige kan antage, at hver enkelt Berøring omtrent varer ligesaa længe som hver Adskillelse, saa at Strømmen altsaa er sluttet den halve Tid. Overholdes dette ikke, da veed man for det første ikke, i hvor stor en Del af Tiden der er Strøm, og dernæst vil denne Brøkdeel tillige afhænge af Udsvingenes Størrelse; thi ere disse f. Ex. lig Contactens Afstand, bliver Berøringstiden nær ved Nul; ere Udsvingene meget store,

bliver Tiden nærmere ved $\frac{1}{2}$. Hvis derimod Indstillingen udføres som angivet, da have Forsøgene viist, at det kun har ringe Indflydelse paa Strømmen $L_2 L_3$, om Strømmen $L_3 L_4$ sætter Apparatet a i store eller smaa Svingninger, hvilket kan ske ved Forandring af Batteriet P^s Styrke, eller lettere ved Hjælp af Rheostaten K . Jeg har saaledes ofte haft Lejlighed til at see, at medens Ledningen $L_1 L_2 L_3 L_4$ uden Rheostatmodstand kun frembyder henved 300 Enheders Modstand, har jeg kunnet forhøje denne med en Rheostatmodstand paa flere tusinde Enheder, hvorved Tonens Intensitet selvfølgelig bliver overordentlig svækket, uden at det har været til at see paa Multiplicatornaalen, at Strømmen $L_2 L_3$ forandrede Styrke. Skjøndt dette i Betragtning af Berøringstidens Uforanderlighed (lig $\frac{1}{2}$) a priori kunde ansees for rimeligt, forekom det mig dog, at man under de større Udsving maatte vente en inderligere Berøring end under de mindre, og altsaa stærkest Strøm i $L_2 L_3$, naar a svingede stærkt; men Forsøgene have mange Gange givet ovennævnte Resultat, og hyppigst, naar Alt lod formode, at Opstillingen var omhyggeligst; og det Følgende vil yderligere stadfæste Rigtigheden heraf.

En anden Omstændighed, som ligeledes altid maa tilpasses nøjagtigt, er Afstemningen af de 2 Toner i Apparaterne a og b . Som tidligere omtalt vil Contactens Stivhed altid virke til en Forhøjelse af Tonen, om end næppe mere end 1 Svingning i Sekundet med den Construction, som Contacten nu har faaet, men heraf følger, at en Forandring i Stillingen af b^s Contact eller i Styrken af Strømmen $L_1 L_2$ kan medføre en, om ogsaa kun svag, Toneforandring. Herpaa kan man let bøde ved at hefte et lille Stykke Vox paa en af Stemmegaffernes Grene, hvorved Tonen bliver dybere. Man kan da vedblive at forandre Størrelsen af dette Vox saalænge, indtil b paavirker a saaledes, at Strømmen $L_2 L_3$ bliver stærkest mulig, det vil sige, indtil den Modstand i Rheostaten H , som er fornøden for at bringe Multiplicatornaalen paa Nul, naaer sit Minimum. Om denne

Tilpasning med Vox er den samme som den, der gjør de 2 Toner absolut lige høje, har jeg ikke sikkert kunnet afgjøre; thi naar de 2 Toner ere hinanden meget nær, og man lader det ene Apparat paavirke det andet, fremkommer der ikke Stød af den dertil svarende store Længde (5 à 10 Sekunder), men om man kan sige saaledes, det Apparat, som paavirker det andet, tvinger dette til at renoncere paa den ringe Toneforskjel og følge hint. Jeg troer imidlertid at have bemærket, at den kraftigste Virkning naaes, naar Afsenderen er en Smule dybere end Modtageren; men jeg tør dog ikke svare for Rigtigheden heraf. Hvorledes det end [forholder sig, har jeg ved de følgende Forsøg bestandigt tilpasset Tonerne saaledes, at den stærkest mulige Virkning opnaaedes, α : at Rheostatmodstanden i H fik sit Minimum. Denne Methode havde de 2 Fortrin, at Tilpasningen var temmelig skarpt begrændset, idet hin Modstand maa forøges temmelig hurtigt, naar en af Tonerne herfra forhøjes eller fordybes meget lidt, og at der meget nær fremkommer det samme Resultat, for hver Gang en ny Indstilling, Tilpasning og Maaling udføres.

Som Exempel kan nævnes følgende Forsøg med to Apparater, hvis Svingningstid er 1171.

Afsenderen arbejder uden Rheostatmodstand	I Afsendernes Rheostat K indskydes 1000 Siemenske Enheder
I Rheostaten H maa indskydes henholdsvis:	3540, 3540 S. Enh.
3600, 3480, 3480, 3480 S. Enh.	

Mellem ethvert af disse Forsøg skete en ny Indstilling. Derefter foretages en Derangering og en ny Tonetilpasning med Vox, hvorefter atter maa indskydes i Rheostaten H henholdsvis: 3480, 3480, 3720 S. Enh. 3480 S. Enh.

Kaldes Batteriet N^s electromotoriske Kraft e , dets Modstand μ , Modstanden i Berøringsstedet a , som antages constant under Berøringen, medens den er uendelig under Adskillelsen, Modstanden i Rheostaten r , og Modstanden i enhver af de 2 Multi-

plicatorledninger m , da kan man betragte Forholdene i de to Tider, da der er Adskillelse, og da der er Berøring.

I første Tilfælde er Strømmen:

$$\text{igjennem Apparatet } a \quad s_1 = 0$$

$$\text{igjennem Rheostaten } H \quad s'_1 = \frac{e}{\mu + r + m}$$

I det andet Tilfælde er Strømmen:

igjennem Ledningen $l_1 l_4$

$$S_2 = \frac{e}{\mu + \frac{1}{\frac{1}{a+m} + \frac{1}{r+m}}} = \frac{e}{\mu + \frac{(a+m)(r+m)}{a+r+2m}}$$

igjennem Apparatet a

$$s_2 = \frac{S_2}{a+m} \cdot \frac{1}{\frac{1}{a+m} + \frac{1}{r+m}} = \frac{S_2(r+m)}{a+r+2m}$$

igjennem Rheostaten H

$$s'_2 = \frac{S_2}{r+m} \cdot \frac{1}{\frac{1}{a+m} + \frac{1}{r+m}} = \frac{S_2(a+m)}{a+r+2m}$$

Da nu ved Forsøgene Batteriet N kun bestod af 1 Element, hvori Modstanden var 80 Enheder, kan man uden kjendelig Fejl lade μ forsvinde ved Siden af $\frac{(a+m)(r+m)}{a+r+2m}$, da denne Størrelse altid er mindst 20 Gange større.

Man faaer saaledes:

$$s_1 = 0$$

$$s'_1 = \frac{e}{r+m}$$

$$S_2 = \frac{e(a+r+2m)}{(a+m)(r+m)}$$

$$s_2 = \frac{e}{a+m}$$

$$s'_2 = \frac{e}{r+m} = s'_1$$

Da nu Strømmen $l'_2 l'_3$ holder Ligevægt med den taktsatte Strøm $l_2 l_3$, har man, idet Tiden, hvori der er Berøring, kaldes t , Tiden, hvori der er Adskillelse, kaldes $(1-t)$:

$$(1-t) s'_1 + t s'_2 = (1-t) s_1 + t s_2$$

eller

$$\frac{e}{r+m} = t \cdot \frac{e}{a+m}$$

hvoraf $a = tr - (1-t)m$

Modstanden m i hver Multiplicatorledning er 3140 Siemenske Enheder, saa at man i det omhandlede Tilfælde, hvor $r = 3480$ og $t = \frac{1}{2}$, faaer:

$$a = 170 \text{ Siemenske Enheder.}$$

De to Taktsætningsapparater ere efter dette Forsøg ombyttede, saa at Modtageren faaer Afsenderens Plads og Virksomhed og omvendt. Ved omhyggelig Indstilling og bedst mulig Afpasning af Tonen ved Hjælp af Vox, er det Minimum af Rheostatmodstand i H , som nu lader sig opnaa 4020 S. Enheder. Dette giver

$$a = 440 \text{ S. Enheder.}$$

En saadan Forskjel i Berøringsmodstanden paa de 2 Apparater er det ikke naturligt at antage, men snarere, at det ikke er aldeles rigtigt at sætte Berøringstiden lig $\frac{1}{2}$; thi en ringe Forandring af t 's Værdi vil i ovenstaaende Formel let formindske a til samme Værdi som i første Tilfælde. Det kunde fremdeles være naturligt at antage, at Fejlen hidrørte fra en utilstrækkelig fin Indstilling af Contacten paa Modtagerapparatet; thi da denne høje Tones Stemmegaffel er temmelig stiv, ere dens Svingninger naturligviis smaa, saa at endog en meget ringe Afstand mellem Stemmegafflen og Contacten kunde antages at være en kjendelig Brøkdæl af Stemmegafflens hele Udsving. At Skylden dog ikke kan ligge i en mangelfuld Indstilling, indsees imidlertid deraf, at dels gjentager det samme Resultat sig, hver Gang der fore-

tages en ny Indstilling, og dels viser det sig uforandret, naar der i Rheostaten K indskydes en Modstand paa 1000 Enheder, hvorved Tonen bliver betydelig svagere, og Udsvingene altsaa mindre. Multiplicatornaalen forbliver herunder roligt staaende paa Nul med Modstanden 4020 i Rheostaten H . Derimod er det muligt, at Antagelsen om Berøring i den halve Tid kan være fejlagtig af en anden Grund; men denne Grund maa da, som senere skal blive viist, alene søges i Særegenheder ved Contacten.

For nærmere at undersøge, hvilken Indflydelse Tonens Højde har paa Modstanden i Berøringsstedet, har jeg efterhaanden gjort gjentagne Forsøg med forskellige Par af Apparater, ganske paa samme Maade og med de samme indledende Forsigtighedsregler som i det nævnte Exempel. Jeg har her ved fundet:

Svingningstid.	Anvendt som Modtager.	Minimumsmodstand i Rheostaten H .	Beregnet Berøringsmodstand.
1171	Nr. 1	3480	170
	Nr. 2	4020	440
1023	Nr. 1	3540	200
	Nr. 2	3780	320
825	Nr. 1	3600	230
	Nr. 2	4020	440
726	Nr. 1	5100	980
	Nr. 2	5120	990

Inden der udtales Noget om den beregnede Berøringsmodstand, som, imod hvad man skulde vente, snarere syntes at stige end at falde, naar Svingningstallet aftager, maa først følgende Forsøg nævnes.

Apparaterne med Svingningstallet 825 opstilles paany saaledes, at Nr. 1 er Modtager. Den viser sig nu at behøve en Rheostatmodstand i $H = 3660$ til sin Equilibrering (omtrent som tidligere, da den behøvede 3600 Enheder). Apparaterne blive dernæst staaende, men Contactholderne med Contacterne tages af og ombyttes paa de to Apparater, som dernæst indstilles og afpasses som sædvanlig, og det viser sig nu, at der med den bedst mulige Tilpasning maa indskydes 4140 Enheder i H , altsaa meget nær det samme Tal, som tidligere var funden ved at anbringe Apparatet Nr. 2 som Modtager (nemlig 4020). Afbigelsen i Modstanden paa 2 Apparater af samme Tone synes altsaa at skyldes Contacterne. Til nærmere Forklaring af dette Forhold bør den Bemærkning ikke forbigaaes, at Stemmegafflerne, som under Ombytningen af Contacterne vare blevne staaende med det Vox, som var anbragt til deres bedst mulige Tilpasning, efter Ombytningen ikke mere befandt sig som «bedst mulig tilpassede», men jeg maatte først gjøre Afsenderen noget højere, inden dette blev opnaaet. Ombytningen af Contacterne har altsaa gjort Afsenderen dybere, Modtageren højere, og dette har rimeligviis været en naturlig Følge af, at den Contact, som oprindeligt befandt sig paa Modtageren, var mindre stiv end den, der findes paa den efter Ombytningen. Følgende Forsøg viser ogsaa, at Strømmen gaaer mindre let over i en stiv Contact.

Efterat Apparaterne med 1023 Svingninger i Sekundet og med Nr. 2 som Modtager, som ovenfor omtalt, havde krævet en Rheostatmodstand i H af 3780 Enheder til Ligevægt i Multiplicatoren, tages Contacten af Nr. 2, og den først construerede stive Messingfjeder med Platinknop anbringes paa dens Plads. Det viser sig da for det Første, at der til «bedst mulig Tilpasning» maa anbringes en stor Mængde Vox paa Nr. 2's Stemmegaffel, som altsaa viser sig at give en betydelig højere Tone ved at svinge imod den stive Contact, og for det Andet, at «den bedst mulige Tilpasning» ikke kan drives videre, end at

Rheostatmodstanden i H maa være mindst 5700 Enheder, hvilket vilde give en Berøringsmodstand paa 1280 Enheder. Da det jo nu næppe kan antages, at en stivere og massivere Contactfjeders Berøring skulde være mindre inderlig end en tynderes, bliver der, saa vidt jeg kan see, kun den Forklaring tilbage, at Berøringen ikke finder Sted i Halvdelen af Tiden, men da dette, som omtalt, ikke er foraarsaget ved en mangelfuld Indstilling, idet en Forandring i Svingningernes Størrelse viser sig uden Indflydelse, maa Forklaringen uden Tvivl søges i den Maade, hvorpaa de 2 Legemer, Stemmegafflen og Contacten arbejde imod hinanden.

Som Modsætning til dette Forsøg har jeg endelig foretaget følgende. Apparaterne med Tonen 726 anbringes og kræve som omtalt en Rheostatmodstand i H paa 5100 Enheder; der anbringes dernæst paa Modtageren en kjendelig finere Contact, og Rheostatmodstanden i H bringes derved ned til 4080, hvilket vilde bringe Berøringsmodstanden i Apparat 726 fra 980 Enheder ned til 470 Enheder; men en stor Deel af denne Modstand skyldes rimeligviis endnu den Omstændighed, at Contacten er saa stiv i Forhold til Stemmegafflen, at Berøringen ikke finder Sted i den halve Tid.

Uden imidlertid at forsøge Forklaringen af, at en stiv Contact ikke er i Berøring, i den halve Tid, eftersom det til nærværende Øjemed er mindre væsentligt, skal jeg kun sammenligne følgende Sætninger som Resultatet af samtlige Undersøgelser over Berøringsmodstanden:

Naar Contacten er tilstrækkelig bøjelig i Forhold til Stemmegafflen, overstiger Berøringsmodstanden for en Tone paa 1171 Svingninger i 1 Sekund ikke 170 Enheder.

Er Contacten forholdsviis stivere, finder der ikke Berøring Sted i den paaregnede Tid; men jo mere dette opnaaes derved, at Contacten gjøres finere, desto snævrere bliver — ogsaa for de dybere Toners Vedkommende — den højere Grændse for

Berøringsmodstanden, saa at det maa antages, at den heller ikke ved disse kan overstige 170 Enheder.

Da Strømmen altsaa er sluttet i omtrent den halve Tid, og kun møder en lille Modstand i Berøringsstedet, kan Formen af den Curve, hvis Ordinater fremstiller Strømstyrken medens Abscisserne ere Tiden, ikke afvige meget fra hystaaende Figur.

Fig. 5.



Det sidst omhandlede Punkt er, som man vil bemærke, bleven behandlet noget omstændeligt; men jeg har ikke troet at burde afkorte det yderligere i nærværende Meddelelse, fordi det først var ved disse Undersøgelser, at det lykkedes mig at komme til Klarhed med Hensyn til den taktsatte Strøms Tilstand, og navnlig til Maaden, hvorpaa man kan lade den gennem Modtagerapparatet opstaaende Contactstrøm virke paa et Relais eller en anden Mekanisme. Det havde nemlig fra først af viist sig, at Modtagerapparatets Contactstrøm ikke vilde paa-virke et almindeligt Relais, paa hvis Jernkjærner man næsten ikke kan mærke nogen Magnetisme, naar denne Strøm ledes derigjennem. Jeg ansaa dette væsentlig at hidrøre fra, at Strømmen maatte møde en betydelig Modstand i Berøringsstedet; og da jeg ikke dengang kunde undersøge Sagen nærmere, nøjedes jeg med at anvende et fint polariseret Relais til Angivelse af, om der opstod Contactstrøm gennem Modtagerapparatet eller ikke. Hvis Sagen imidlertid forholdt sig, som jeg den Gang antog, at der fandt en stor Berøringsmodstand Sted, hvorved Strømmen svækkedes, maatte dette dog ogsaa kunne overvindes ved at bruge et Batteri med stor electromotorisk Kraft og et almindeligt Relais med mange fine

Vindinger (stor Modstand); men dette viste sig om muligt endnu ubrugeligere end et tidligere anvendt med grovere Vindinger.

Da det nu var fremgaaet af de omtalte Forsøg, at Strømmen næsten ingen Modstand møder i Berøringsstedet, og at Berøringen, naar Contacten er stillet nær ved Stemmegafflen, endog varer den halve Tid, saa at den taktsatte Strøm altsaa er omtrent halv saa stærk, som den vilde være med varig Slutning¹⁾, syntes Strømmens Magtesløshed ligeoverfor et fint Relais saa meget mere paafaldende. Men der kan næppe være nogen Tvivl om, at dette hidrører fra Inductions-virkninger af den taktsatte Strøm i de fine Relaisvindinger, dels med Hensyn til Vindingerne indbyrdes, dels ligeoverfor den forholdsviis store Jernkjerne. Denne Sag, der forøvrigt i det Væsentlige kan behandles ved Hjælp af kjendte Sætninger, har jeg endnu ikke havt Lejlighed til at beskæftige mig med; men det kan dog her nævnes, at da jeg forsøgte at indskyde Electromagneten af et Relais med 1100 Enheders Modstand i Ledningen L_2 Fig. 4 viste det sig, at den frembød en mange Gange større Modstand for den heri opstaaende taktsatte Strøm end for en constant Strøm.

Da derimod Contactstrømmen, naar Inductions-virkninger nogenlunde undgaaes, er omtrent halv saa stærk, som den vilde være ved stadig Slutning, har jeg construeret et Relais omtrent som en Multiplicator, dog saaledes, at Naalen drejer sig om en fast Axe, og at den kun kan dreje sig et lille Stykke fra en Stopper til en anden. I Hvilestillingen holdes Naalen imod den ene Stopper ved Tiltrækningen af en lille Magnet; men naar en Strøm gjennebløber Apparatet, føres Naalen over imod den anden Stopper og slutter derved en Localstrøm ligesom et

¹⁾ Hvis den taktsatte Strøm anvendes til at udføre en chemisk Decomposition i præpareret Papir, synes den heller ikke at lide nogen større Svækkelse.

andet Relais. Dette saaledes construerede Relais arbejder meget godt ved Hjælp af den taktsatte Contactstrøm, der paa virker det som en constant Strøm.

Naar et Apparat er anbragt i Afsenderforbindelse, vil den herved frembragte taktsatte Strøm, idet den gennemløber selve Afsenderapparatets Arbejdsledning være udsat for Inductions-virkninger. De ere imidlertid ved de hidtil construerede Apparater ikke store. Dette er prøvet ved at stille Apparatet *a* Fig. 4, i Afsenderforbindelse, borttage *b* og at tilpasse Rheostatmodstanden i *H*, saa at den herigennem gaaende Strøm holder Multiplicatornaalen i Ligevægt mod den sig selv taktsættende Strøm $l_2 l_3$. Det viser sig da, at Rheostatmodstanden ikke er meget større, end hvis Strømmen igjennem Contactledningen af Apparatet *a* taktsættes derved, at dets Arbejdsledning gennemløbes af en taktsat Strøm fra *b*.

Som bekjendt lider et Søkabel ved, at det udsættes meget for Ladning med Electricitet, og man foretrækker derfor at telegrafere paa Kabler med afvejlende positive og negative Strømme. Dette kunde uden stor Vanskelighed lade sig realisere i nærværende Telegrafsystem ved Anbringelse af en anden Contact paa den modsatte Side af Stemmegafflen, i ledende Forbindelse med den anden Pol af et Batteri, der ligeledes er afledet til Jorden, samt ved at lade Afsenderapparatet være en Octav dybere end Modtagerapparatet; men det er ogsaa lykkedes mig at realisere det paa følgende Maade.

Paa et Apparat af Construction som Fig. 1 ere Rullerne og Electromagneten kun tildels beviklede med en Traad, som paa sædvanlig Maade forbindes med Contact, Stemmegaffel og Batteri i Afsenderforbindelse. Den øvrige Bevikling skeer med en anden fin Traad, og naar dennes 2 Ender nu sluttet gennemløbes den vevliis af Strømme i modsatte Retninger, nemlig i den ene Retning, naar der opstaaer Strøm i Arbejdsledningen, i den anden, naar den ophører i Arbejdsledningen. Føres altsaa den ene Ende af Inductionstraaden til Jorden, kan man ved

at slutte den anden Ende med Telegraflinien, lade denne gjen-nemløbe af en taktsat Strøm med vxlende Fortegn. Den saa-ledes frembragte Strøm viste sig ikke saa stærkt virkende paa Modtagerapparatet, som en direkte taktsat Strøm; men Vin-dingernes Antal og Traadens Finhed i de to Ruller vil kunne gives en meget bedre rationel Tilpasning, end Tilfældet var ved dette foreløbige Forsøg, hvorved det dog lykkedes at lade en saadan induceret taktsat Strøm med vxlende Fortegn arbejde paa et Modtagerapparat igjennem en Modstand paa 10,000 Sie-menske Enheder (c. 170 Mil).

Skjøndt jeg ikke har prøvet derpaa, kan der dog efter disse Forsøg ingen Tvivl være om, at man ikke behøver at bevikle Afsenderapparatet paa den sidst beskrevne Maade, men kun at lade den taktsatte Strøm fra et af de sædvanlige Apparater i Afsenderforbindelse gjen-nemløbe den ene Ledning af en Induc-tionsrulle. Den anden Ledning vil da gjen-nemløbes af taktsatte Strømme med vxlende Fortegn, og naar den ene Ende af samme afledes til Jorden, kan Telegraferingen ske derved, at man slutte den anden Ende med Telegrafledningen.

De beskrevne Taktsætningsapparater lade, efter hvad jeg kan see, som Afsenderapparater intet Væsentligt tilbage at ønske. De frembringe en saa jevn taktsat Strøm, at der ikke synes at indløbe Unøjagtigheder paa $\frac{1}{150,000}$, og Strømmen har i den Tid, da Berøringen finder Sted, næsten sin fulde Styrke. Derimod have Taktsætningsapparaterne som Modtagerapparater endnu en væsentlig praktisk Fejl, nemlig, at Stemmegafflen ved-bliver at svinge nogen Tid, efterat en ankommende taktsat Strøm fra Afsenderstationen har ophørt at paavirke den. Denne Fejl er imidlertid afhjulpen eller i det Mindste betydeligt for-bedret ved at construere et Apparat med en meget lille Stemmegaffel, thi en saadan holder sig kun ganske kort Tid i Svingning. I saa Henseende var det dog ikke muligt at for-færdige et Apparat som det tidligere beskrevne i tilstrækkelig

formindsket Maalestok; thi Traadrullerne vilde da blive meget smaa, naar den lille Stemmegaffel skulde have en Gren i hver af de 2 Rullers Axe. Jeg har derfor construeret et lille Apparat saaledes, at hele den lille Stemmegaffel med dens 2 Grene befinder sig i Midten af en Traadrulle, hvori Stemmegafflens Grene kunne svinge frit, medens dens Skaft forlænger sig som en bøjet Jernstang, der gaaer igjennem en Traadrulle, sidestillet til den første, og som sluttelig ender i 2 Grene, der befinde sig tæt udenfor Stemmegaffelgrenene. Det Hele er altsaa en lille hesteskoformig Electromagnet, hvis ene Gren bestaaer af de 2 Stemmegaffelgrene, der f. Ex. begge blive Nord-Ender, medens den anden Gren afgiver 2 Syd-Ender, der drage Nord-Enderne ud fra hinanden og derved tilvejebringe en lignende Udspiling af Stemmegafflen, som der opnaaedes ved de tidligere beskrevne Apparater. Skjøndt Formen for dette Apparat altsaa er noget afvigende fra det tidligere, hvortil endnu kommer en noget mere formaalstjenlig Indstilling af Contacten, foregaaer iøvrigt alt Væsentligt i dette paa samme Maade. Afstemningen af Stemmegafflen er selvfølgelig noget vanskeligere, da Tonen varer for kort til at kunne høres. Jeg har derfor maattet opsøge den ved at finde, hvilken Afsender der formaaede at paavirke den, og da jeg saaledes nærmede mig til den rette Tone, at søge den «bedst mulige Tilpasning» paa den Maade, som det tidligere er beskrevet, og hvorefter dens Svingningstal i Sekundet blev 825.

Sluttelig skal jeg endnu kun nævne, at jeg ogsaa har undersøgt Berøringsmodstanden paa dette Apparats spæde Stemmegaffel, ved at indskyde det som Apparat *a* i Fig. 4. Det viste sig da, - at der med «bedst mulig Tilpasning» maatte indskydes 4320 Enheder i Rheostaten *H*, medens der for det tidligere Apparat paa 825 Svingninger maatte indskydes henholdsvis for Nr. 1 og Nr. 2 som Modtager 3600 og 4020 En-

heder. Denne Forskjel er let forstaaelig paa Grund af Contactens forholdsviis større Stivhed i det lille Apparat, skjøndt der selvfølgelig ogsaa havde fundet en Formindskelse Sted af Contactens Tykkelse, saa at ogsaa denne Maaling maa siges at være i Samklang med de Resultater, som ere fremgaaede af de tidligere Maalinger.

Kjøbenhavn den 17de September 1875.
