

# Electrische Muziek

door

Dr. G. L. DE HAAS LORENTZ

Eevenzeer als van een radiotoestel is de luidspreker een onmisbaar bestanddeel van ieder electrisch muziekinstrument.

Bij de radiozending ontvangt hij zijne trillingen van gewone muziekinstrumenten en tracht men door het aanwenden van koppelingen van verschillende electromagnetische trillingskringen en het geven van bepaalde vormen aan den weergever de muziektönen zooveel mogelijk met hun juisten klank ten gehoor te brengen.

Bij de constructie van electrische muziekinstrumenten stelt men zich een geheel ander doel.

Hier ontvangt de luidspreker zijn tonen niet van een gewoon muziek-

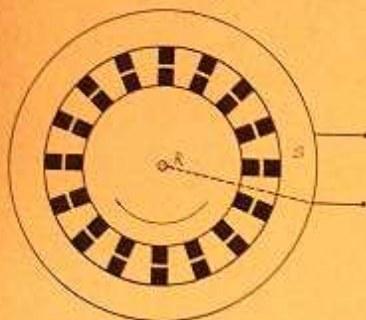


Fig. 2. Condensator-sirene.

instrument. Zij kunnen afkomstig zijn of van een zuiver electromagnetischen bron of van een periodieke mechanische beweging. In het laatste geval spreekt men van half-electrische instrumenten.

Dezelfde hulpmiddelen, die bij de radiozending dienen om den oorspronkelijken toon zijn natuurlijken klank te doen behouden, worden hier gebruikt om de klank van dezen toon naar wensch te moduleeren.

Het is daarom vanzelfsprekend, dat de ontwikkeling der electrische muziekinstrumenten met de vorderingen der radiotechniek hand in hand gaat.

Ieder radio-amateur zal het gemakkelijk vallen zich op de hoogte van de inrichting dezer muziekinstrumenten te stellen. Wij moeten er

ons hier toe beperken, de wijzen te bespreken waarop men in de verschillende instrumenten een periodieke electrischen stroom maakt.

„Wat de modulatie en het in geluid omzetten van dezen stroom betreft, kunnen wij slechts mededeelen, dat dit op dezelfde manier geschiedt als in de radiotechniek.

## Half-electrische instrumenten.

### 1. Uitgaande van een regelmatig wettende beweging:

a. De wisselstroommachine met een frequentie van een muzikalen toon.

Daar de opgewekte wisselstroom versterkt kan worden, behoeft zijn intensiteit slechts gering te zijn en kan men hier den stator uit slechts één klos laten bestaan.

Zelfs kan men met een nog eenvoudiger inrichting volstaan (fig. I), waarbij een rad voorzien van ijzeren tanden langs een door een gelijkstroom doorlopende draadklos draait. Telkens wanneer een tand vóór de klos komt, wordt door de groote permeabiliteit van het ijzer het veld in de klos versterkt. Gaat de tand weer van de klos af, dan wordt het veld weer verzwakt. Hierdoor wordt in de windingen op den oorspronkelijken gelijkstroom een wisselstroom geïnduceerd.

b. Een pendant van dit laatste zou men kunnen noemen de z.g. condensatorsirene (fig. II). Ook hier heeft men een rotor R en een stator S. Deze dragen nu geen klossen zooals bij de wisselstroommachine maar tanden. De stilstaande ring S is met den eenen pool van een batterij verbonden en het middelpunt van het rad R

Fig. 3. De z.g. lichtsirene, die veel overeenkomst vertoont met de gewone acoustische sirene.

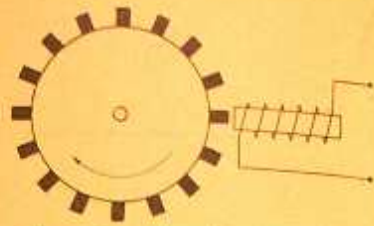
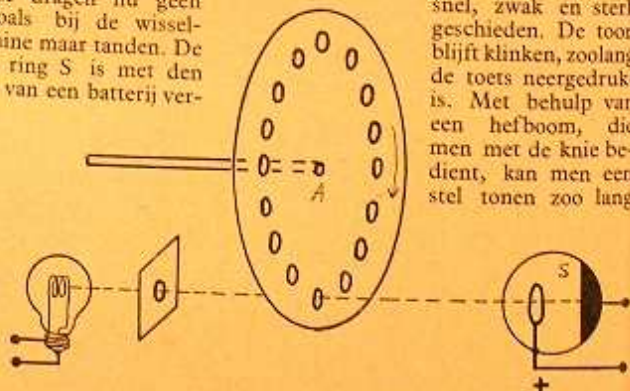


Fig. 1. Een rad voorzien van ijzeren tanden draait langs een door een gelijkstroom doorlopende klos.

met den anderen. Door draaiing van het rad, waarbij afwisselend twee tanden wel en niet tegenover elkaar staan, is de capaciteit van de keten beurtelings grooter en kleiner. Hierdoor ontstaan periodieke spanningsverschillen en stroommen in de keten.

c. Veel overeenkomst met de gewone acoustische sirene vertoont de z.g. lichtsirene, (fig. III). Deze bestaat uit een draaiende schijf A voorzien van openingen waardoor heen licht valt op een seleniumcel S of fotocel, die in de stroomketen is geschakeld. Afwisselend verandert nu de weerstand van de cel en daardoor de stroomsterkte in de keten.

Een der toepassingen van dit mechanisch-photo electrische principe is de „superpiano” van Spielmann. Dit instrument bevat evenveel ronddraaiende schijven als men tonen binnen een octaaf wil hebben. De schijven bevatten zooveel concentrische rijen openingen als men octaven wil hebben. Door een motor wordt het toestel gedreven; door een tandradsysteem krijgt iedere schijf de passende snelheid. Vóór iedere schijf bevindt zich een fotocel en achter iedere zij in iedere schijf bevindt zich een gloeilampje, dat door het neerdrücken van een toets aangaat. Dit aangaan kan, langzaam en snel, zwak en sterk geschieden. De toon blijft klinken, zoolang de toets neergedrukt is. Met behulp van een hefboom, die men met de knie bedient, kan men een stel tonen zoo lang

aanhouden als men wil, terwijl men met de hand verder speelt. Door den vorm der openingen geschikt te kiezen, kan men de gewenschte klank der tonen krijgen.

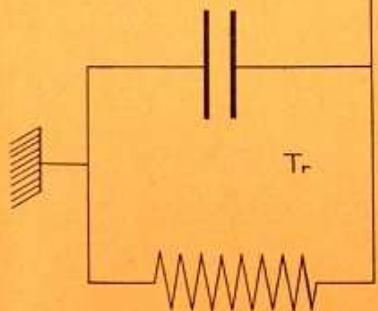
## 11. Uitgaande van regelmatige heen en weer gaande beweging.

a. Men maakt gebruik van magnetische inductie. (fig. IV). Een snaar S van magnetisch materiaal wordt gespannen in het veld van een electromagneet E. Trilt de snaar, zoo verandert de loop der magnetische krachtlijnen en wordt een stroompje in de windingen van den electromagneet opgewekt, afwisselend in de eene en de andere richting. Men superponeert zoo op den gelijkstroom in deze windingen een wisselstroompje.

Het trillende lichaam behoeft natuurlijk geen snaar te zijn. Men kan b.v. een grooten stalen veer, die zich in het veld van een electromagneet bevindt, met een hamer aanslaan. De zoo opgewekte wisselstroomden dienden voor het tijdsein (klinkend als klokslagen) van de Amerikaansche radio WKNY te New York.

Een belangrijken toepassing is de Neo-Bechstein-vleugel. In dit instrument heeft men het bezwaar opgeheven, dat alle snaarinstrumenten hebben, n.l. dat de toon net zoo lang aangehouden kan worden als men wil. Daartoe wordt een deel van de door de snaartrilling zelf opgewekte en daarna versterkte wisselstroom gebruikt om (via een electromagneetje) de trilling van de snaar te onderhouden.

Daar de electro-magnetische werking der trillende snaren gebruikt wordt, bezit het instrument geen klankbodem en daar deze werking versterkt wordt, behoeven de snaren niet lang te zijn en kan men met minder snaren voor één toon volstaan dan in een gewonen vleugel.



De electro-mechanische vleugel is hierdoor slechts 1,4 m lang. Bovendien heeft men het in de hand door verschillende mate van demping en door de boven aangestipte wijzen van klankmoduleeren de tonen in klank te laten variëeren tusschen die van een spinet en die van een orgel.

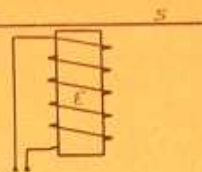
Ook de geluidsterkte kan continu geregeld worden, wat een aanzwellen en uitsterven der tonen mogelijk maakt. De sterkte der tonen kan zoo gering gemaakt worden, dat men een hoofdtelefoon gebruiken kan in plaats van den luidspreker. Bovendien is er een inrichting aan verbonden, waardoor tegelijkertijd een gramophoonplaat gedraaid kan worden.

Ook electro-mechanischeviolen en cello's zijn naar hetzelfde principe ontworpen. Ook bij deze vervalt de klankkast.

b. Een variant van de vorige methode is die, waarop ook de electro-dynamische luidspreker berust. Aan de snaar S (fig. V) is een klosje K bevestigd, waardoor een stroom I wordt gevoerd. In het klosje steekt een stuk ijzer Y. Trilt de snaar, dan zal het klosje meer of minder ijzer bevat; de veldsterkte er in verandert, een wisselstroompje wordt in de keten op den erin aanwezigen gelijkstroom geïnduceerd. Het is duidelijk, dat deze methode niet zoo geschikt is, wanneer het trillende lichaam uit een snaar bestaat.

Men kan ook gebruik maken van een capaciteits-verandering in de stroomketen, al heeft deze methode tot op heden minder toepassing gevonden. Het toestel moet zoo ingericht zijn, dat het eene bekleedsel van een condensator gevormd wordt door de snaar of de snaren. Men kan deze van metaal maken of met metaal bekleeden en ze monteeren op een metalen raam. Zoo vormen zij te zamen het eene bekleedsel

Fig. 4. Gebruik van magnetische inductie.



van een condensator. Het andere bekleedsel wordt gevormd door een metalen reep, die dwars boven de draden is aangebracht. Door trillingen der snaren ontstaan kleine veranderingen in de capaciteit en daardoor in de stroomsterkte in de keten. Men kan de werking versterken door aan iedere snaar een plaatje te bevestigen evenwijdig aan de reep erboven.

## Geheel elektrische muziekinstrumenten.

In deze wordt niet alleen voor het versterken en moduleeren der trillingen, maar ook reeds voor het opwekken der trillingen in de stroomketen van een trillingskring gebruik gemaakt.

Het bespelen van het instrument, het opwekken van verschillende frequentie's moet dus bestaan in het veranderen der frequentie's, die behooren bij den oorspronkelijken trillingskring.

Van de verschillende wijzen, waarop dit geschiedt, willen wij een paar voorbeelden geven.

1. In het radio-orgel van Givelet en Coupleux schakelt men door het neerdrücken van toetsen telkens één van een stel naast elkaar verbonden condensatoren uit en verandert hierdoor de capaciteit van den kring en de frequentie aan de trillingen. Door middel van 76 registerknoppen kan men de met den oorspronkelijken kring gekoppelde trillingskringen in verschillende combinatie's in en uitschakelen en zoo den klank der tonen variëeren. Het instrument bevat alles te zamen 400 trioden. Het eigenlijke speelapparaat, bestaat uit 3 rijen ieder van 56 toetsen en 32 pedalen. Hierdoor kan 4-stemmig gespeeld worden.

2. Het aethergolf-instrument van Theremin, waarvan de naam eenigszins misleidend is, is in hoofdzaak ingericht als het vorige. De condensator met veranderlijke capaciteit wordt hier echter gevormd door een

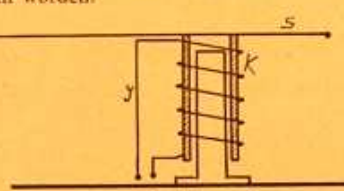


Fig. 5. Methode, waarop ook de electro-dynamische luidspreker berust.



Fig. 6. De „Speel-antenne“.

Fig. 7. Schematische voorstelling van de speelrichting.

uitsteeksel A van den trillingskring Tr de zg. speel-antenne en de hand van den speler. (fig. VI).

Verandert men den afstand hand-antenne, dan verandert daardoor de capaciteit, en daarmee de frequentie der trillingen. Bij het naderen der hand wordt de toon hooger, bij het verwijderen lager. Het is duidelijk, dat men hier de mogelijkheid heeft tot het maken van mooie glissando's en vibrato's. Een nadeel is echter, dat men in de lucht geen houvast heeft voor het opwekken van bepaalde tonen.

De geluidsterkte wordt geregeld met een voetpedaal. Deze staat in verbinding met een drukmicrofoon, waarvan de weerstand door druk verandert. Op deze wijze verandert men door meer of minder neerdrukken van den pedaal den weerstand in den laatsten kring en zoo de geluidsterkte.

Door middel van een knop kan men den stroom verbreken en zoo ook niet-glijdende overgangen van den eenen toon tot den anderen krijgen. De klankregeling geschiedt evenals in het vorige instrument.

Het instrument van Theremin kan slechts éénstemmig bespeeld worden en leent zich er bij uitstek toe met den klank van een viool bespeeld te worden.

Op de hier beschreven wijze (met de hand) kan men slechts kleine capaciteitsveranderingen teweeg brengen. Deze hebben natuurlijk alleen dan merkbaaren invloed, wanneer de capaciteit, die men verandert ook klein is. Nu heeft een keten, waarvan de capaciteit klein is een frequentie der trillingen grooter dan die van het geluid. In het instrument van Theremin gaat men daarom uit van twee trillingskringen, beide met

dezelfde zeer snelle trillingen. Zijn deze twee kringen met elkaar gekoppeld en verandert men, als boven beschreven, de frequentie van den eenen een weinig, zoo zullen zwingingen optreden. Men richt het nu zoo in, dat deze zwingingen de goede frequentie hebben en verder, versterkt en gemoduleerd, op den luidspreker werken.

3. Bij de constructie van hun *Hellertion* hebben Helberger en Lertes vierstemmig spel mogelijk gemaakt, doordat in dit toestel met één vinger en toonhoogte en geluidsterkte geregeld worden. In fig. VII is de speelrichting schematisch voorgesteld. Aa is een metaalreep van boven met een isoleerende laag bedekt. Onder de reep bevindt zich een elektrische weerstandsdraad W, gewikkeld op een houten kern H. Men kan de metaalreep op ieder gewenscht punt neerdrukken en in contact brengen met de weerstandsdraad. Hierdoor sluit men een stroomkring zóó, dat hij meer of minder weerstand bevat. Met een punt van dezen kring is het rooster van de drie-electrodenlamp in den eigenlijken trillingskring verbonden. Dit rooster krijgt een verschillende spanning naarmate meer of minder weerstand ingeschakeld wordt.

Wanneer deze spanning verandert, verandert de frequentie van den trillingskring en dus de hoogte van het geluid.

Met deze speelwijze kan men zowel staccato als ook glissando goed spelen.

Om tegelijkertijd door den druk

van den vinger de geluidsterkte te kunnen regelen, is de houten kern H een houten veer, welke rust tegen een om P draaibaar hefboompje B. Aan dit hefboompje is een spoeltje S bevestigd, waardoor de wisselstroom gevoerd wordt. Door den vinger sterker of zwakker neer te drukken wordt de afstand tusschen S en een spoeltje S' in den laatsten trillingskring kleiner of grooter, de stroom in dezen laatsten kring sterker of zwakker en de toon die men hoort luider of zachter.

Eenige knoppen dienen om den klank te wijzigen.

4. Het trautionium van Trautwein heeft in hoofdzaak dezelfde speelrichting als het *hellertion*. Ook hier wordt door druk van den vinger een zekere weerstand ingeschakeld. Dit manueel dient hier niet om het rooster in een drie-electrodenlamp een bepaalde spanning en den bijpassenden trillingskring een bepaalde frequentie te geven. Hier bevat de oorspronkelijke trillingskring geen triode. Hij bevat hier een zg. glimlamp. De frequentie van zulk een keten hangt van den weerstand af. Deze weerstand is het dus die met den vingerdruk veranderd wordt.

De inrichting om door den vingerdruk de geluidsterkte te regelen is hier ook iets anders dan bij het *hellertion*. (fig. VIII). De op veeren V V aangebrachte weerstand W is hier met een drukmicrofoon, waarvan de weerstand door druk afneemt, verbonden. Door druk wordt zoo de stroom in den luidspreker voedenden kring versterkt.

De inrichting om door den vingerdruk de geluidsterkte te regelen is hier ook iets anders dan bij het *hellertion*. Op dezelfde wijze als daar

Fig. 8. Hoe de inrichting werkt om door den vingerdruk de geluidsterkte te regelen.

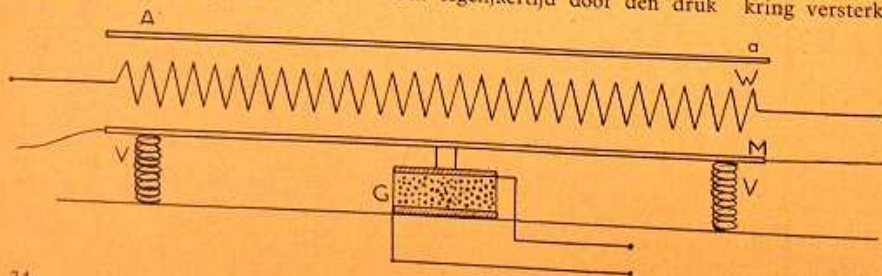




Fig. 9. Het trautonium in de huiskamer.

De firma Telefunken te Berlijn was zoo vriendelijk mij eenige foto's van het door haar in den handel gebrachte trautonium af te staan. Gaarne wil ik er een hiervan tot slot aan mijn artikel toevoegen.

Het trautonium, dat aan iedere goede radioinstallatie kan aangesloten worden, biedt door de verschillende klanken (van orgel tot viool) die men aan de tonen kan geven, vele mogelijkheden voor samenspel, zoowel met

maakt men door met den vinger op de reep Aa te drukken (fig. VIII), contact met den veerenden weerstand W. Deze weerstand W drukt hierbij op een op de veeren V V rustende metaalstaaf en deze ver-

kleint bij zijn meer of minder naar beneden gaan meer of minder den weerstand van een soort microfoon G, die zich in den laatsten trillingskring bevindt, en doet zoo het geluid sterker of zwakker worden.

orkest als voor kamermuziek.

Voor het musicieeren in de huiskamer (IX) is het zeker van groot belang een instrument te hebben, dat ontbrekende muziekinstrumenten kan aanvullen.