

De statische Luidspreker Körting, Type «Formant»

Sinds de ontwikkeling van de FM en van de microgroefplaten is er een steeds stijgende vraag naar een luidspreker, die in staat zou zijn de zeer hoge frequenties weer te geven, de frequenties der «formanten», die een geluid het eigen karakter geeft en het meest delicate deel van hun klankkleur. De toestellen voor uitzending en ontvangst (FM of regelbare selectiviteit) evenals de toonafnemers zijn, in de tegenwoordige stand der techniek, bekwaam de zeer hoge frequenties, zelfs zonder zeer speciale voorzorgen, te leveren door gebruik van gewoon materieel van degelijke kwaliteit, doch als eindschakel van de keten moest men de mogelijkheid hebben gebruik te maken van een weergavesysteem voor deze hoge frequenties en dit voor een redelijke prijs, die binnen de grenzen viel van het overige materieel voor de installaties. Tot hiertoe kende men wel de «tweeters», die gespecialiseerd waren in de weergave van deze zeer hoge tonen, doch de prijs van deze elementen stond torenhoog boven deze van het overige materieel, dat door elke beurs kon aangekocht worden (wat trouwens niet wil zeggen dat in se de prijs van deze tweeters overdreven was, wanneer men rekening houdt met het gebruik van dure en sterke magneten, met de noodzakelijke mechanische nauwkeurigheid en de ingewikkelde constructie). We willen hier ook geen kwaad spreken van de luidsprekers, die ontworpen zijn om het volledige geluidsspectrum weer te geven — er bestaan uitstekende modellen in deze klas — doch een juiste weergave brengen met een mobiel systeem van vrij grote omvang van een spectrum dat een frequentie-verhouding bestrijkt van 400 cf meer (8 of 9 octaven), zal steeds een krachttoer blijven, die slechts met min of meer succes benaderend bereikbaar is.

Daarom hebben Duitse ingenieurs beroep gedaan op de electrostatische luidspreker, om deze taak te vervullen en men moet toegeven dat ze volkomen in hun opzet zijn geslaagd: de statische luidspreker «Formant» is eenvoudig, licht, matig in prijs en lost zijn beloften in.

Toch kan men niet zeggen dat de statische luidspreker een absoluut nieuwe uitvinding is, vermits reeds in 1922 met een dergelijk luidsprekertype publieke proeven werden gedaan te

Berlijn bij experimenten met geluidsfilm. Toch slaagde hij er toen niet in door te breken, wegens enkele zware gebreken, die hij vertoonde. Zijn ontwerpers wilden hem toen omzeggens gans het geluidsspectrum doen weergeven, wat een praktisch onmogelijke opgave was. Daar, voor de lage frequenties, de amplitude der trillingen, voor het verwekken van een redelijk vermogen, betrekkelijk groot diende te zijn, was men verplicht de elektroden voldoende ver van elkaar verwijderd te houden, zodat de amplitude der geluidstrillingen verwaarloosbaar blijft in verhouding tot de gemiddelde elektrodenafstand (dit teneinde een praktisch constante gevoeligheid te behouden ongeacht de relatieve stand van de beweegbare membraan t.o.v. de vaste elektrode). De gevoeligheid van de luidspreker nam sterk af en men moest er zeer hoge spanningen op aanleggen om een voldoende beweging van de membraan te bekomen. Om deze reden werd de statische luidspreker dan maar netjes in een museum voor curiosa opgeborgen.

Wanneer thans opnieuw het idee geopperd werd van het gebruik van de statische luidspreker, maakte men zich de bedenking dat, door het beperken van het weergavebereik tot de hogere frequenties, men zich kon vergenoegen met veel kleinere amplitudes en trillingen het moest dus mogelijk zijn de elektroden dichter bij elkaar te brengen, waardoor de gevoeligheid zou toenemen en men zou kunnen werken met spanningen, die men normaal vindt in radio-ontvangers en in gewone versterkers. De praktijk bewees dat men het thans bij het rechte eind had.

De statische luidspreker «Formant»

Het actieve deel van de luidspreker is samengesteld uit de volgende elementen:

- 1) de vaste elektrode, een koperen blad, doorboord met een zeer groot aantal, dicht bij elkaar gelegen gaatjes (A);
- 2) het dielectricum: een blad styroflex, een zeer elastische isoleerstof, met een dikte van enkele tientallen micron (B);
- 3) de mobiele elektrode: een blad goud, waarvan de dikte slechts een breukdeel van een micron bedraagt, teneinde de inertie tot een minimum te beperken (C). In dit geval kon alleen maar van goud worden gebruik gemaakt wegens de uiterst hoge plooibaarheid en taaiheid van deze stof.

Een laag zeer los weefsel (zoals voor het ver-

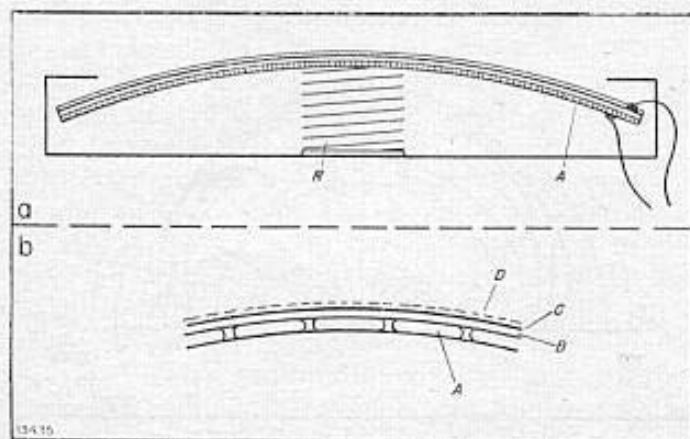


Fig. 1. — Doorsnede van de Körting-luidspreker «Formant».

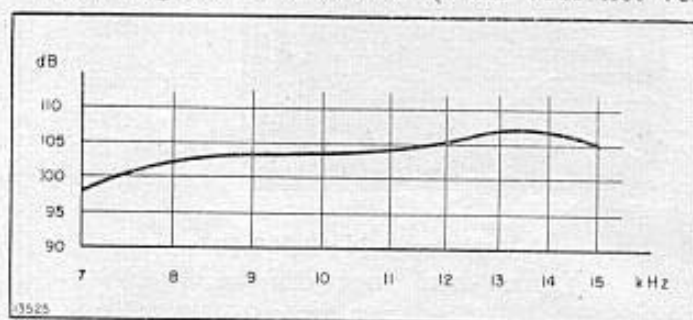


Fig. 2. — Weergavekromme.

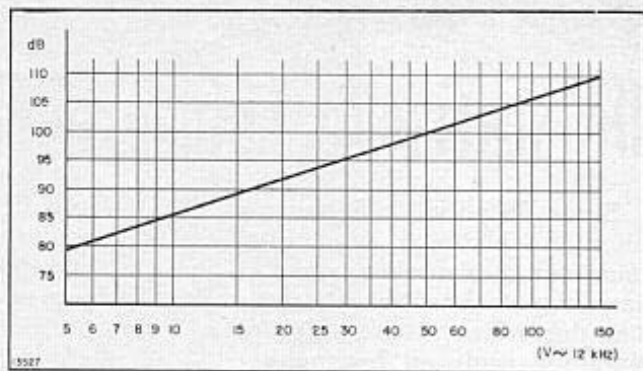


Fig. 3. — Uitgang in functie van de stuurspanning.

binden van wonden wordt gebruikt) beschermd het laagje goud zonder er echter het trillen van te belemmeren (D).

Al deze elementen worden tegen elkaar gedrukt door veren (R). De oppervlakte van het electrodenstel is gebogen. De uiterst kleine inertie van de mobiele electrode maakt de weergave mogelijk van de hoogste frequenties van het geluidsspectrum. De weergavekromme is lineair, op 3 dB na, tussen 8.000 en 17.000 Hz (zie fig. 2). Om redenen van de vervormingen, die kunnen optreden, wordt de onderste grens gesteld op 7000 Hz. Beneden deze grens worden de geveerde amplituden te groot. Men dient dus een geschikt middel te gebruiken om te beletten dat de luidspreker te lage frequenties zou toegevoerd krijgen (al verdraagt hij deze zeer goed, zonder echter in staat te zijn ze op behoorlijke wijze weer te geven).

Zoals men ziet in figuur 3, die de geluidsuitgang geeft in functie van de aangelegde spanning, vertoont de luidspreker geen spoor van verzadiging, zelfs niet in de buurt van de hoogste aanvoerbare spanning.

Daar de electrostatische aantrekking evenredig is met het vierkant der spanning op de electroden (onafhankelijk van de polariteit) moet men bovendien op de luidspreker een polarisatiegelijkspanning aanleggen, die hoger is dan de hoogste topwaarde van de aangelegde signaalspanning, teneinde een ontubbeling der frequenties te vermijden. (Zo moet ook in een magnetische koptelefoon de electromagneet gepremagnetiseerd worden).

De maximum toelaatbare gemoduleerde spanning bedraagt 150 V eff. De polarisatiespanning moet dus minstens $1,4 \times 150 = 210$ volt bedragen.

Deze maximum spanning van 150 volt wordt niet bepaald om redenen van de diëlectrische

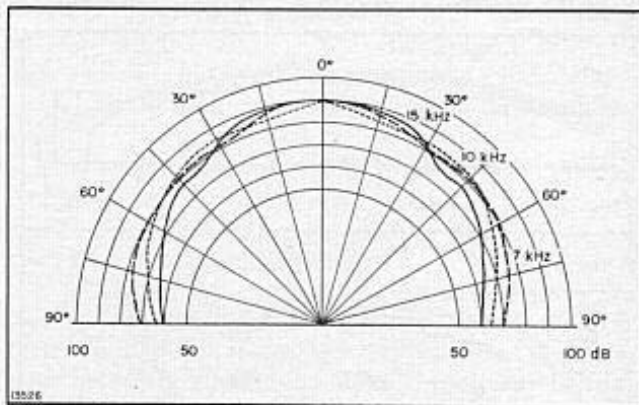


Fig. 4. — Pooldiagram van de horizontale straling van de beschreven luidspreker.

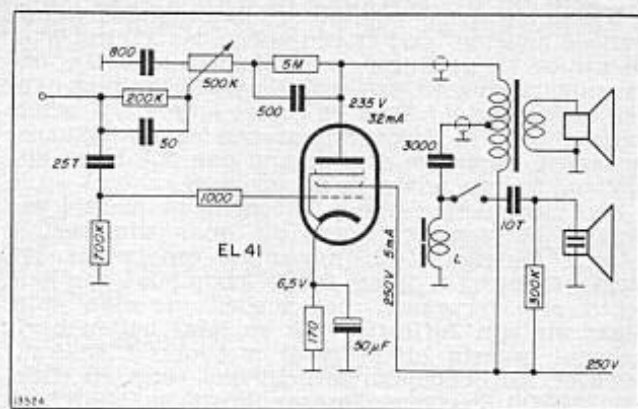


Fig. 5. — Een typische schakeling voor het gebruik.

stevigheid, doch om mechanische redenen: bij het overschrijden van een sturing van 150 volt worden de bewegingen te sterk en er treedt vervorming op door gebrek aan lineariteit. De proefspanning bedraagt immers 1000 volt en de luidspreker kan zelfs ongestraft in het normale gebruik doorslag tussen electroden verdragen. In het microscopisch kleine puntje, waar de doorslag zich voordoet, verdwijnt het dunne laagje goud en de doorboring van de isolatie heeft geen schadelijke gevolgen, daar juist op deze plaats de beweegbare electrode verdwenen is. Ook in de weergave bemerkt men dit niet eens.

Op de electrostatische luidspreker moeten dus enerzijds een gelijkspanning voor polarisatie (ongeveer 250 volt) en anderzijds een wisselspanning met een frequentie van meer dan 7000 Hz (150 volt max.) worden aangelegd. Het eenvoudigste middel, dat trouwens volledige voldoening schenkt, bestaat er dus in hem over de primaire van de uitgangstransformator van een electrody-namische luidspreker te schakelen.

Daar de hoeveelheid hoge tonen in de muziek steeds klein is in vergelijking met het overige deel van het spectrum, zal de maximum spanning van 150 volt praktisch nooit overschreden worden (EL41, wisselspanning voor max. vermogen op 7000 ohm: 150 volt). Men kan echter wel verplicht worden een aftakking te voorzien om de spanning te verminderen, teneinde het verschil in gevoeligheid tussen de statische luidspreker en de samen hiermede gebruikte electrody-namische luidspreker te compenseren.

Figuur 5 geeft een typische schakelwijze weer voor een « Formant » luidspreker op een uitgangstrap met één buis (EL41). De spoel en de condensatoren van 3000 en 10.000 pF vormen een hoogdoorlaatfilter, dat alleen de nuttige frequenties zal doorlaten. De weerstand van 300.000 ohm dient voor het aanleggen van de polarisatiegelijkspanning. De schakelaar geeft de mogelijkheid de statische luidspreker uit te schakelen bij beluistering van een AM uitzending, waarin de frequenties van 7000 Hz en meer slechts aanwezig zijn onder de vorm van storingen. Op te merken valt hierbij dat de spoel van het hoogdoorlaatfilter in dit geval aangeschakeld blijft op de primaire van de uitgangstransformator. Men kan de spoel (een eenvoudig spoeltje met ijzerpoederkern) zodanig berekenen, dat hiermee de frequenties van 9 kHz afgesneden worden (interferentiefrequentie tussen naburige draaggolven),

zodat men het storend gefluit, dat zelfs vervelend kan zijn bij gebruik van een electrodynamische luidspreker, met matig rendement op het hogere bereik van het geluidsspectrum, afknijpt. Het spoeltje kan ook vervangen worden door een eenvoudige weerstand van ongeveer 5.000 ohm, die dezelfde rol zal vervullen; de snijfrequentie is in dit geval echter minder duidelijk.

De statische luidspreker kan nog op andere wijze worden gebruikt. Men zal er een van vinden in het principeschema van de versterker voor AM-FM ontvanger, die in dit nummer wordt gegeven.

Levensduur.

De statische luidspreker werd aan zeer zware proeven onderworpen. De uitslagen hiervan waren uiterst bevredigend. Zie hier een korte beschrijving van deze testen.

In een grote van binnen gewatteerde kist, werden naast statische luidsprekers, twee zware electrodynamische luidsprekers, voor weergave der lage tonen, ingesloten en die door een sterke trilling op 50 Hz de statische luidsprekers « Formant » aan een zware mechanische proef onderwierpen. Deze laatste werden gevoed met 10.500 Hz en werkten ononderbroken gedurende 1000 uren onder een gemoduleerd vermogen van 6 watt.

Deze zware test bleek absoluut beslissend en alle waarden bleven ongewijzigd, waaruit besloten mag worden, dat de statische luidsprekers een zeer lange levensduur hebben.

Ook de testen in een vochtige atmosfeer van 96 %, bleken zeer bevredigend. Onder de invloed van de vochtigheid en onder spanning, viel de isolatieweerstand van enkele honderd M-ohm tot enkel M-ohm. In rusttoestand daalde deze weerstand, na een week, tot 1 megohm om dan in normale atmosfeer zeer vlug haar oorspronkelijke waarde te bereiken. Er hoeft dus niet gevreesd te worden dat de luidspreker zou beschadigd worden onder invloed van een betrekkelijk hoge vochtigheidsgraad.

Als besluit van dit korte technische artikel willen we er nog op wijzen dat deze luidspreker gedurende het Salon van het Electronisch Materieel zal kunnen beluisterd worden in de stand Craft, die zich de verdeling voor België heeft verzekerd van dit buitengewoon interessante artikel.

De Statistische Luidsprekers "ISOPHON"

TYPEN St H 7 EN St H 13

Technische gegevens en elektrische aankoppeling.

De electrostatische weergeefsystemen voor hoge frequenties St H 7 en St H 13 worden gebruikt als bijkomende luidspreker voor het weergeven van een geluidsspectrum tussen 7 kHz tot meer dan 15 kHz. Om de weergave vrij van vervormingen te houden moet de amplitude van de LF signalen, die buiten dit bereik vallen, in hoge mate verminderd worden. De beste werkwijze bestaat hierbij in het aankoppelen van de statische luidspreker via een resonant filter van het serie-type (fig. 1). Er bestaat ook een ander koppelsysteem, dat eenvoudiger is en slechts weinig onderdelen vergt. Hiervan wordt het schema in figuur 2 gegeven; de werking van deze schakeling geeft voldoende. Teneinde de vervormingen te beperken mag ook de op de statische luidspreker aangelegde signaalspanning in de weergaveband niet hoger worden dan 60 Veff (de luidspreker verdraagt echter zonder schade een driemaal hogere stuurspanning). De aan te leggen stuurspanning, die noodzakelijk is om een behoorlijke werking te bekomen, moet minstens 1,4 maal

hoger zijn dan de aangelegde effectieve stuurspanning. De spanning kan, zoals de figuren 1 en 2 het tonen, afgetakt worden op de hoogspanningsbron van de ontvanger. Gedurende de opwarmperiode van de buis in het toestel mag de op de luidspreker aangelegde gelijkspanning niet hoger dan 350 volt zijn.

A) LC koppeling (via hoogdoortlafilter).

De uitgangstransformator moet op de primaire een aftakking hebben op ongeveer 20 % van het totale aantal windingen; de schakeling zelf zagen we reeds in figuur 1. De zelfinductie van de filterspoel bedraagt met de aangeduide capaciteit ongeveer 72 mH voor het type St H 7 en 42 mH voor het type St H 13 (de spoel wordt geregeld voor een maximum spanning op haar klemmen bij een signaalfrequentie van 7,5 tot 8 kHz). Voor beide luidsprekertypen kan een spoel met regelbare kern geleverd worden. De ohmse weerstand van de spoel mag niet minder dan 180 ohm bedragen, daar men anders een te scherp resonantiepunt zou bekomen (eventueel kan men de spoel

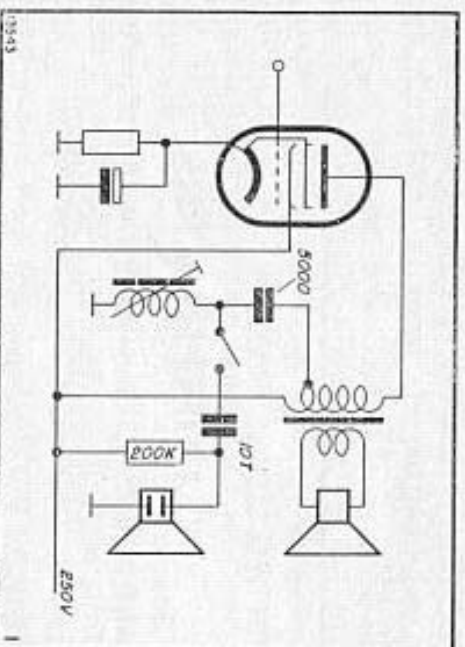


Fig. 1. — Koppeling met LC-filter.

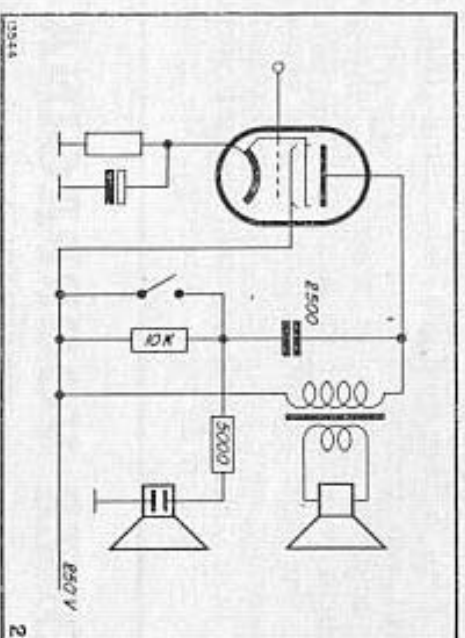


Fig. 2. — Koppeling met RC-filter.

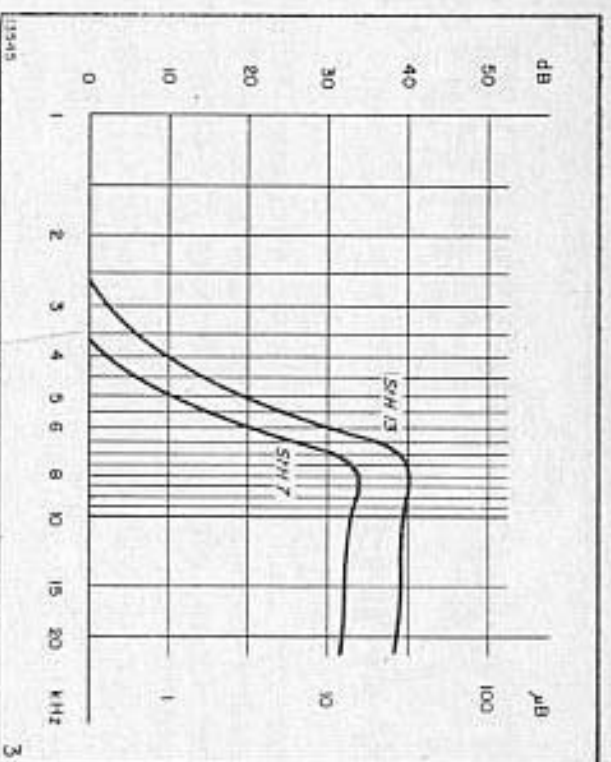


Fig. 3. — Weergavekromme met de LC-koppeling. Afstand microfoon-luidspreker: 1 meter.

dempen door er een weerstand over te schakelen). Schakelaar S dient om de electrostatische luidspreker buiten werking te stellen, b.v. bij het beluisteren van uitzendingen in AM. De weergavekromme, die men bekomt bij gebruik van deze schakeling wordt gegeven in figuur 3. Bij het opnemen van deze krommen werd de luidspreker, die de lage en midden tonen weergeeft, vervangen door een weerstand, terwijl de eindbuis zo werd gestuurd, dat het eindvermogen één watt bedroeg.

B) RC koppeling.

In deze vereenvoudigde schakeling (fig. 2) worden een condensator van 2500 pF en een weerstand van 10.000 ohm in serie geschakeld, en samen in parallel over de klemmen van de primaire van de uitgangstransformator. De benodigde spanning voor het sturen van de electrostatische luidspreker wordt afgetakt op het verbindingspunt tussen de twee elementen. De conden-

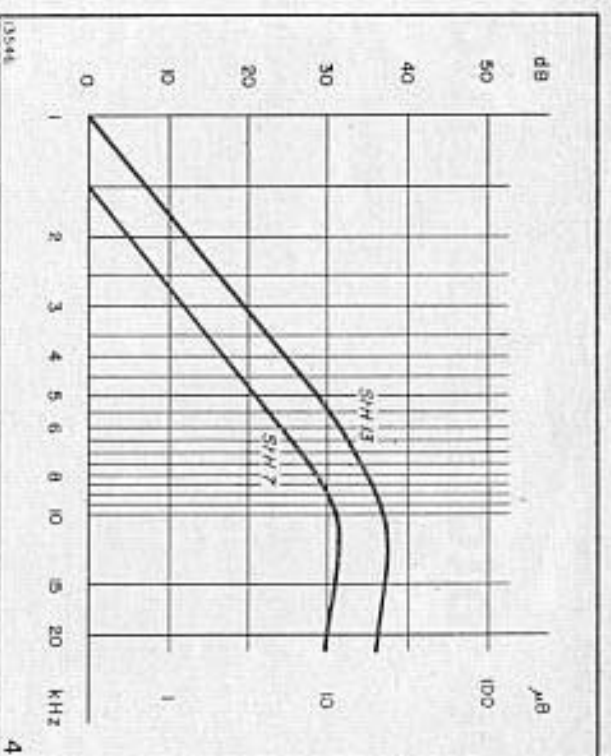


Fig. 4. — Weergavekromme met de RC-koppeling. Zelfde afstand tussen luidspreker en microfoon.

sator levert de spanningen, terwijl de weerstand voor de polarisatie zorgt. De weerstand van 5000 ohm/0,25 watt dient als beveiligingselement. Met de schakelaar S kan men de electrostatische luidspreker buiten werking stellen. De primaire van de transformator blijft dan overbrugd door de condensator van 2500 pF. De bij deze schakeling verkregen weergavekromme is in figuur 4 afgebeeld. De niveaumeeting werd, zoals in het voorgaande geval bekomen bij een uitgangsvermogen van 1 watt. Men merkt duidelijk op dat de verzwakking naar de lage tonen toe bij deze koppelmethode veel trager verloopt dan bij gebruik van een LC filter (vergelijk met figuur 3). Bovendien is de geluidsdruk iets lager in het bereik van 7 tot 10 kHz.

EEN VOLLEDIGE REEKS

LUIDSPREKERS