

Elektrostatische Luidsprekers

Zelf bouwen of zelf kopen

E. Fikier

Uitgeversmaatschappij Elektuur BV
Postbus 75 —6190 AB Beek L.

ISBN 90-5381-029-3

NUGI 433

Eerste druk oktober 1993

© 1993 Uitgeversmaatschappij Elektuur BV

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of open baar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Alle rechten voorbehouden.

De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor onvolkomenheden die, ondanks alle redactionele en auteurslijke zorgvuldigheid, in dit boek aanwezig zouden kunnen zijn.

Omslagontwerp: Ton Gulikers

Illustraties: Laurent Martin c.s.

Prepress: CBS Beek L

Printed in the Netherlands

Druk: Giethoorn/NND, Meppel

Inhoud

Inleiding	5
1 De werking van de elektrostatische luidspreker	7
1.1 Voor- en nadelen elektrostatische luidspreker	10
2 De geschiedenis van de elektrostatische luidspreker	12
3 Het ontwerpen van ESL-weergevers	16
3.1 Elektrische veldsterkte en rendement	16
3.2 Hoogspanning	17
3.3 Audiotransformator	23
4 Het ontwerpen van ESL-elementen	27
4.1 Vorm en oppervlakte van een ESL-element	27
4.2 Rendement en frequentiebereik	28
4.3 De spreiding van hogere frequenties	30
4.4 De dynamische stabiliteit van het membraan	36
4.5 De statische stabiliteit van het membraan	39
4.6 De vervorming en toleranties	40
4.7 De afstandsstukken	40
4.8 Het membraan	41
4.9 Het spannen van het membraan	43
4.10 De elektrische aansluiting van ESL-elementen	44
4.11 De impedantie van de ESL	45
5 Het ontwerpen van ESL-plaatelementen	48
5.1 De constructie van ESL-plaatelementen	50
5.2 De statorplaten	50
5.3 Het Iakken van de platen	51
5.4 De afstandsstukken	52
5.5 Het lijmen van de afstandsstukken op de platen	53
5.6 Het lijmen van de stator (plaat) op de folie	54
5.7 Het lijmen van de twee statoren	55
5.8 De bouw van het frame; montage van de ESL-elementen	56
5.9 Het testen van de ESL	57
6 Het ontwerpen van ESL-rasterelementen	59
6.1 De constructie van de rasterelementen	60
6.2 De voordelen van koperdraad voor de statoren	61
6.3 Basisframe	62
6.4 Litze koperdraad met pvc-mantel	65
6.5 Verzilverd litze koperdraad met teflon mantel	65
6.6 Het spannen van het draad op het frame	66
6.7 Het lijmen van de draad op het frame	68
6.8 Afstandsstukken	69
6.9 Het lijmen van de afstandsstukken op het frame	70
6.10 Het lijmen van de stator op de folie	72

6.11 Het lijmen van de twee statoren		73
6.12 De bouw van het frame; montage ESL-elementen		74
6.13 Het testen van de ESL		74
7 Gommercide elektrostaten		76
7.1 QuadESL63	77	
7.2 Audiostatic ES 100, ES200RS en ES300RS		92
7.3 Final 1.2 full-range elektrostaat	107	
7.4 Van Medevoort hybride elektrostaat		115
7.5 Translator Pavane hybride elektrostaat	122	
7.6 Solostatic 4-elements hybride elektrostaat		132
8 De elektrostaat in de luisterruimte		140
8.1 De akoestiek van de luisterruimte	140	
8.2 Opstelling ELS in luisterruimte		148
8.3 Luistertest	150	
9 Elektrostaten voor zelfbouw		152
9.1 Elektrostatic ESL 240 (E Fikier)	152	
9.2 Elektrostatic ESL 175 (E Fikier)	160	
9.3 Elektrostatic ESL 1 50H (B Fikier)	170	
10 Elektrostatische luidsprekers en scheidingsfilters	183	
10.1 Passief tweeweg 6 dB/octaaf		184
10.2 Discrete actieve filters voor elektrostaten		187
10.3 Discreet actief filter 1		187
10.4 Discreet actief filter 2		189
10.5 Discreet actief filter 3		189
10.6 Discreet actief filter 4		189
10.7 Discreet actief filter 5		190
10.8 Discreet actief filter 6		190
10.9 Discreet actief filter 7		190
10.10 Voeding voor de filters		191
10.11 Actief filter 8		193
11 Elektrodynamische weergevers	197	
11.1 Scanspeak		202
11.2 Davis		207
11.3 Peerless		213
11.4 Philips		218
12 Veiligheid en onderhoud van de elektrostaat	223	
12.1 Veiligheid rond de hs-unit		223
12.2 Veiligheid rond de audiotrafo		223
12.3 Onderhoud: vrij zwevend stof		223
12.4 Onderhoud: vocht		224
12.5 Huisdieren		224
Aanhangsel		225
Literatuur		227

Inleiding

De kwaliteit van signaalbronnen zoals de cd-speler en draaitafel is de laatste tien jaar sterk vooruitgegaan. Ook de versterkertechniek heeft zich daarbij niet onbetuigd gelaten, gezien de hoge kwaliteit van moderne halfgeleider- (bijvoorbeeld MOSFET-) en buizenversterkers. De opmerkelijke verhoging van de kwaliteit van deze componenten uit de audioketen maakt in principe een zeer natuurgetrouwe weergave mogelijk. Een systeem kan echter slechts zo goed zijn als de zwakste schakel in die keten. De weergevers van een audioketen dienen voor een zo natuurgetrouw mogelijke weergave dan ook aan de allerhoogste eisen te voldoen. Aan een conventionele elektrodynamische weergever, hoe goed dan ook, kleven nu eenmaal een aantal nadelen, die zelfs met geavanceerde technieken niet of moeilijk zijn op te lossen. We kunnen daarbij denken aan zaken als de invloed van de behuizing, de invloed van het (passieve) filter op de weergave, de homogeniteit bij meerwegsysteemen, optredende conusresonanties en de massastraagheid van de weergevers. De dynamische weergever is door deze nadelen vaak de zwakste schakel in de keten. Voor een werkelijk natuurgetrouwe weergave dienen alle onderdelen van zeer hoge kwaliteit en op elkaar afgestemd te zijn. Door de beperkingen van de dynamische luidspreker is voor een weergavekwaliteit van het allerhoogste niveau dan ook een ander type weergever nodig, die deze beperkingen niet kent. Met een elektrostatische weergever (ESL) is in principe een veel hoogwaardiger reproductie van het originele geluid mogelijk. Dit is dan ook de reden dat de elektrostaat de laatste tien jaar sterk aan populariteit heeft gewonnen. De belangrijkste factor die de doorbraak van de elektrostaat in de huiskamer heeft tegengehouden is de forse prijs, die voor een dergelijk systeem moer worden betaald. Er zijn in het (recente) verleden wel luidspreker zelfbouwers geweest die de toen nog moeizame weg zijn ingeslagen om vanuit de (schaarse) theorie zelf een elektrostaat te ontwerpen en te bouwen. Maar deze elektrostaat pioniers behoorden toch echt tot de uitzonderingen. Met name het ontbreken van geschikte ontwerpen, bouwhandleidingen en materialen zoals audiotrafo's en membraan materiaal heeft de bouw van elektrostaten in zelfbouwkringen gemaakt tot een waagstuk dat slechts door weinigen werd uitgevoerd.

Met de komst van dit boek komt daar echter verandering in. Dit boek behandelt het thema elektrostatische luidsprekers, waarbij belangrijke informatie verschaft wordt over de theorie, de werking, het ontwerp en de constructie van elektrostaten. Naast de behandeling van het ontwerp en de constructie van een aantal commerciële elektrostaten wordt ruime aandacht besteed aan de zelfbouw van elektrostaten. Er zijn daartoe in het boek een aantal elektrostaat zelfbouwprojecten opgenomen, die uitgebreid beproefd zijn op geluidskwaliteit en betrouwbaarheid. De geluidskwaliteit van al deze zelfbouwprojecten is zonder meer uitstekend te noemen en vergelijkbaar met die van commerciële elektrostaten. Autotransformatoren en membraan materiaal zijn nu goed verkrijgbaar, en vormen niet langer een belemmering voor de zelfbouw van een elektrostaat.

In tegenstelling tot de bouw van een dynamische weergever, dient men bij de bouw van een elektrostaat zelf de eigenlijke 'luidspreker' (dit is het ESL-element) te bouwen. De bouw van een ESL-element is niet moeilijk, met name door de uitgebreide bouwhandleidingen in dit boek, maar vereist toch enige handigheid. De bouw van een elektrostaat is dan ook bij uitstek geschikt voor de wat meer gevorderde zelfbouwer, die toe is aan de bouw van een weergever die voldoet aan de allerhoogste kwaliteitseisen. Het prijsvoordeel bij zelfbouw van een elektrostaat is veel groter dan dat bij zelfbouw van een dynamisch systeem. Voor een fractie van de prijs van een commerciële elektrostaat kan men nu in betrekkelijk weinig tijd een hybride of full-range (breedband) elektrostaat bouwen. De bouwkosten voor een paar full-range of hybride weergevers zijn betrekkelijk laag. Als voorbeeld noemen we de ELECTROSTATIC ESL 175, waarvan de bouw in dit boek beschreven is. De bouwkosten voor twee weergevers zijn ongeveer $f 800,-$, wat een fractie is van de prijs van een commerciële elektrostaat.

Het is ook mogelijk aan de hand van dit boek zelf een elektrostaat te ontwerpen, die kan worden aangepast aan de eigen behoeften. Zo kunnen alle zelfbouw elektrostaten waarvan de bouw in dit boek beschreven is, naar wens uitgebreid worden met een dynamische of elektrostatische subwoofer. Is men eenmaal gewend aan de weergavekwaliteit van een elektrostaat, dan wil men bijna altijd geen andere luidsprekers meer. Het luisteren naar elektrostaten is in hoge mate verslavend. U bent dus gewaarschuwd!

