

## 6 Het ontwerpen van ESL-rasterelementen.

Een ESL-rasterelement met geïsoleerd koperdraad voor de statoren bestaat uit de volgende onderdelen. Op een rechthoekig frame van (hout)-materiaal is in de lengterichting een raster van geïsoleerd koperdraad gespannen dat is vastgelijmd op dit frame (zie figuur 6.1). Aan de binnenkant van dit frame zijn afstandsstukken gelijmd die het membraan precies midden tussen de statoren positioneren. Elk ESL-element heeft een bepaalde membraanoppervlakte en vorm, een bepaalde afstand van membraan tot stator, en eventueel een verdeling van het membraan in twee of meer aangedreven segmenten.

### **Oppervlakte en vorm**

Rasterelementen hebben voor de weergave van hetzelfde frequentiebereik een veel kleinere oppervlakte nodig dan plaalementen. Dit omdat door de uitstekende isolatie van de statoren de polarisatiespanning verhoogd kan worden, hetgeen ten opzichte van plaalementen een hoger rendement oplevert. Voor de weergave van het hoog, bijvoorbeeld vanaf 2000 Hz, is een totale membraanoppervlakte van 0,04 m<sup>2</sup> voldoende. Deze oppervlakte kan bijvoorbeeld worden opgebouwd uit twee elementen met de afmetingen 50 x 5 cm, die naast elkaar, onder een hoek van 7 a 8 graden in een frame worden geplaatst. Voor de weergave van frequenties vanaf 500 Hz is een membraanoppervlakte van 0,1 m<sup>2</sup> nodig, bijvoorbeeld 4 elementen van 50 x 5 cm. Voor de weergave van het laag of voor breedband- weergave is een minimaal 0,225 m<sup>2</sup> nodig, bijvoorbeeld een element van 150 x 15 cm. Rasterelementen kun je het beste rechthoekig maken, waarbij de lange zijde minstens 8 maal zo groot is als de korte zijde (zie hoofdstuk 3).

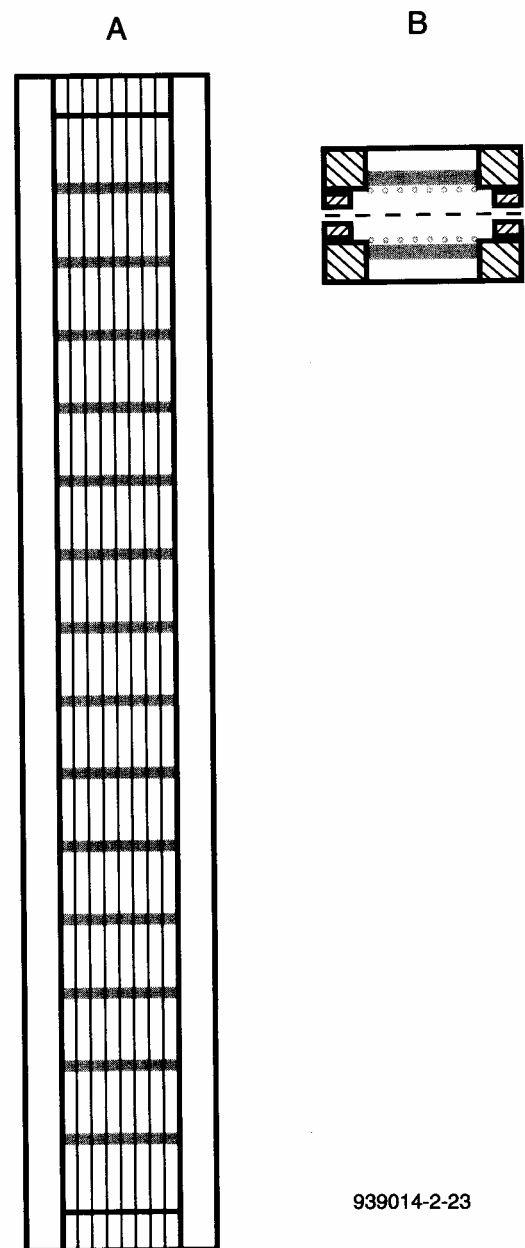
### **Afstand van membraan tot stator**

De afstand van membraan tot stator wordt bepaald door de laagst weer te geven frequentie en de daarbij borende maximale membraanuitslag. Deze afstand wordt vastgelegd door de dikte van de afstandsstukken (zie hoofdstuk 4.2).

Figuur 6.1. De opbouw van een ESL-rasterelement.

### **Segmentering**

Bij een rasterelement levert segmentering van de statoren een betere spreiding van de hogere frequenties op. Voor een beschrijving, zie hoofdstuk 4.3. Het is mogelijk om twee elementen naast elkaar in een frame te plaatsen om de spreiding van hogere frequenties te verbeteren. De elementen kunnen onder een boek in een vaste opstelling worden gemonteerd, of draaibaar ten opzichte van elkaar worden opgesteld. In het laatste geval kan men zo in de luisterruimte de optimale spreidingsboek en plaatsing binnen het stereobeeld instellen.



939014-2-23

## 6.1 De constructie van rasterelementen

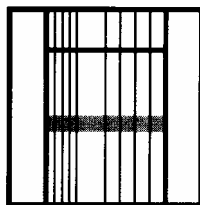
Een rasterelement bestaat uit twee framehelften waarop koperdraad is gespannen en gelijmd (statoren), de afstandsstukken en het membraan. Deze onderdelen gaan we nu bespreken.

## 6.2 De voordelen van koperdraad voor de statoren

Voor de statoren van rasterelementen wordt gebruik gemaakt van litze koperdraad met pvc-isolatie. Het gebruik van deze draad als stator heeft een aantal voordelen. Het eerste voordeel is dat de pvc-isolatie zo goed is dat de polarisatiespanning verhoogd kan worden, wat een hoger rendement oplevert. De elektrische betrouwbaarheid van de statoren is als gevolg van de dikke pvc-mantel uitstekend, zelfs bij een sterk verhoogde polarisatiespanning. Een ander voordeel is dat men zelf de openheid van de stator kan instellen. De draden kunnen hierbij dan dichter of verder van elkaar op het frame worden gespannen, waardoor men de mate van akoestische openheid zelf kan bepalen (zie figuur 6.2). Bij een openheid van 60% (dus dat de geprojecteerde oppervlakte van de draden 40% van het open gedeelte van het element beslaat), werd proefondervindelijk een gunstige balans vastgesteld tussen enerzijds de veldverdeling en anderzijds de akoestische transparantie. De akoestische openheid kan bij rasterelementen (60%.. 70%) groter worden gemaakt dan bij plaalementen (40%... 50%). Daar komt bij dat de geluidsgolven die van het membraan afkomstig zijn om de ronde kabel heen buigen, waardoor het geluid praktisch geen weerstand ondervindt. De akoestische weerstand van zo'n stator benadert dan ook die van een "open raam", dat is een akoestisch volledig transparant vlak. Dit is dan ook de reden voor de buitengewoon transparante weergave van dit type ESL-element.

Een ander voordeel is dat de spreiding van hogere frequenties veel beter is dan op grond van de membraanbreedte verwacht mag worden (zie hoofdstuk 4.3). De reden daarvoor is dat de ronde draden, die dicht naast elkaar zijn gelegen, voor hogere frequenties als een akoestische lens werken. Geluidsgolven met een hoge frequentie krijgen daardoor een grotere spreiding, waardoor segmentatie van het element vaak niet nodig is.

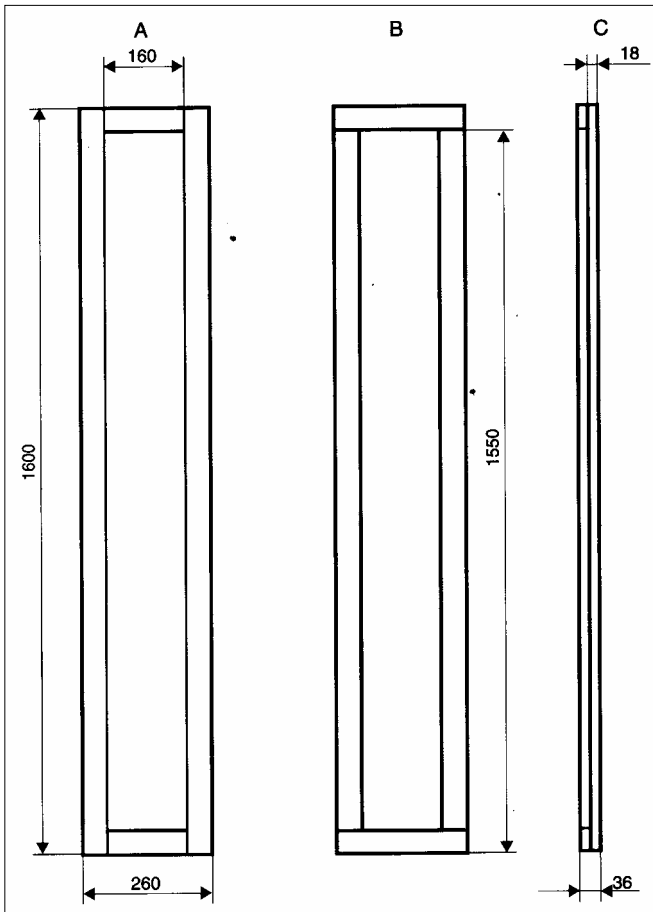
Een laatste voordeel is dat de litze koperdraad een goede demping heeft. De gebruikte draad (0,75 mm<sup>2</sup>, litze-koperdraad met 24 aders van 0.2 mm<sup>2</sup> en pvc-mantel) heeft een "zachte" structuur, dat wil zeggen dat hij geen uitgesproken materiaalresonanties vertoont en in gespannen toestand moeilijk in trilling is te brengen.



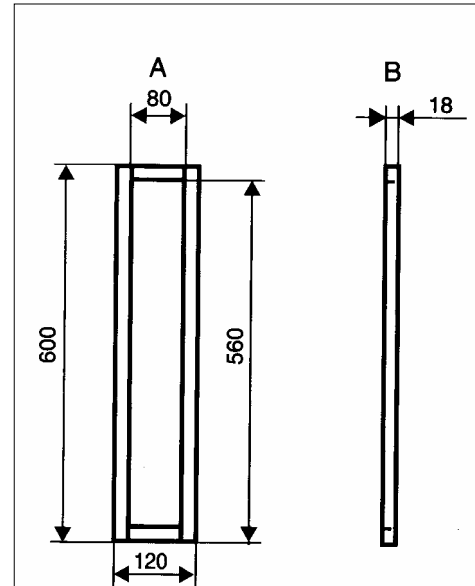
Figuur 6.2. De akoestische openheid (transparantie) van een ESL-element.

## 6.3 Basisframe

Het basisframe waarop de koperdraad wordt gespannen en gelijmd is eenvoudig van opbouw (zie figuur 6.3). Voor een breedband ESL-element maken we gebruik van een framehelft die bestaat uit twee delen. De twee delen bestaan uit stroken geplastificeerd spaanplaat met een dikte van 18 mm. Deze beide delen worden met montagekit op elkaar gelijmd, waarbij deel A op deel B wordt gelijmd. Een zo gemaakte framehelft



Figuur 6.3. Framehelft van een ESL-rasterelement (full range).



Figuur 6.4. Framehelft van een ESL-rasterelement (voor een hybride weergever).

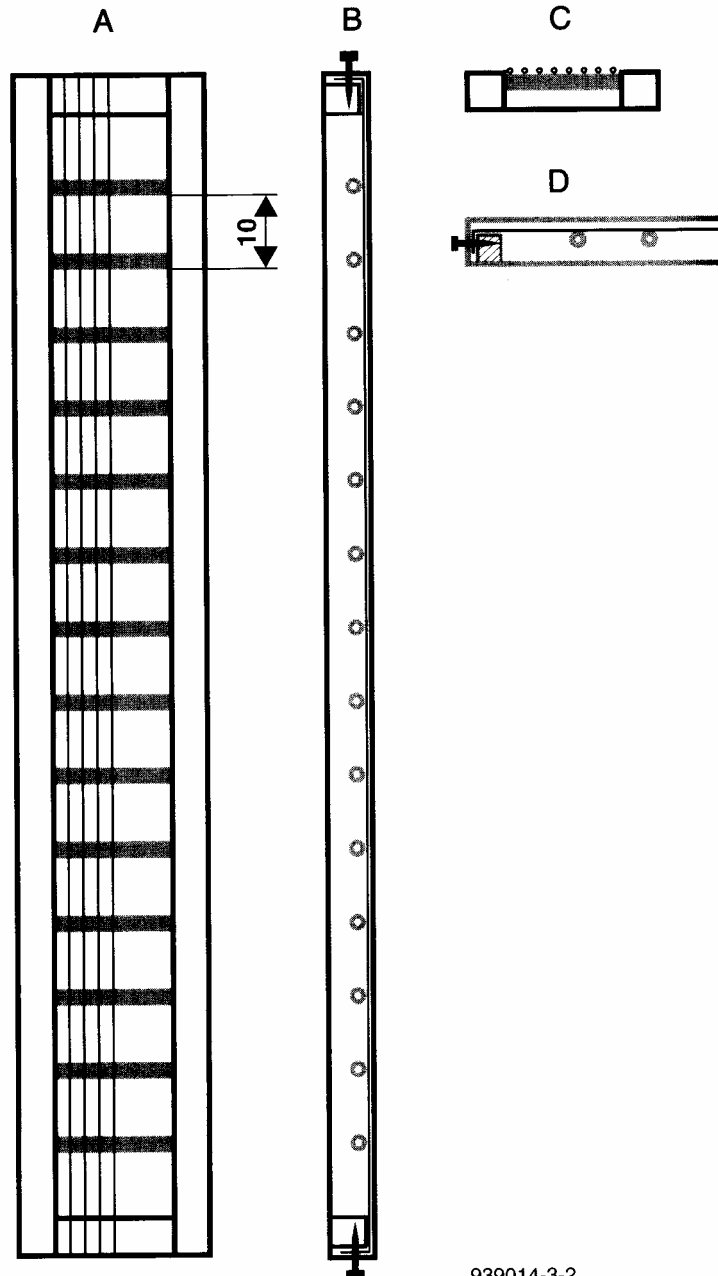
heeft dan ook een aanzienlijke massa, die beslist nodig is bij breedbandweergave. Door de bewegingen van het membraan bij grote uitslagen kan ook het frame, als dit te licht is uitgevoerd, gaan meetrillen, en deze trillingen overdragen op het membraan, waardoor kleuring van het geluid kan optreden. Dit is analoog aan het meetrillen van de kast bij een elektrodynamische weergever, waarbij resonanties vaak voor een aanzienlijke kleuring van het geluid zorgen.

Voor rasterelementen voor het midden en hoog kunnen we gebruik maken van een lichtere constructie. Een framehelft voor dit type element kan vervaardigd worden uit stroken geplastificeerd spaanplaat van 18 mm. Eén laag materiaal is voldoende. (zie figuur 6.4). Het materiaal voor het basisframe is zoals gezegd geplastificeerd spaanplaat met een dikte van 18 mm. MDF of gewoon spaanplaat met een hoge persing (bijvoorbeeld 600..700) is voor deze toepassing minder geschikt. Dit in verband met het vocht opnemend vermogen van deze materialen. MDF heeft namelijk net als hardboard een sterk gelaagde structuur. Als we dit materiaal gebruiken in een frame, dan wordt de ene zijde (de binnenkant) ingelijmd en de andere zijde niet. Het vocht opnemend vermogen zal in dat geval aan beide zijden niet gelijk zijn. De zijde die het meeste vocht kan opnemen zal sterker uitzetten dan de zijde die is ingelijmd. Het resultaat is dat het frame zal kromtrekken. Dit proces kan maanden tot jaren duren, afhankelijk van de omstandigheden. De draad die als stator fungeert dient ook na jaren in hetzelfde platte vlak te blijven liggen. Trekt het frame krom dan is hiervan geen sprake meer. Gewoon spaanplaat heeft een minder uitgesproken gelaagde structuur dan MDF, maar heeft op termijn eveneens de neiging tot krom trekken. Spaanplaat met een geplastificeerde bovenlaag (Melinex) is het meest ongevoelig voor vochtinvloeden. Vandaar dit materiaal voor het frame.

Om de gespannen draad in één vlak te houden en om te voorkomen dat die gaat meetrillen, monteren we in het open gedeelte van het frame tussenstukken, die de kabel op zijn plaats houden (figuur 6.5). Deze kunnen

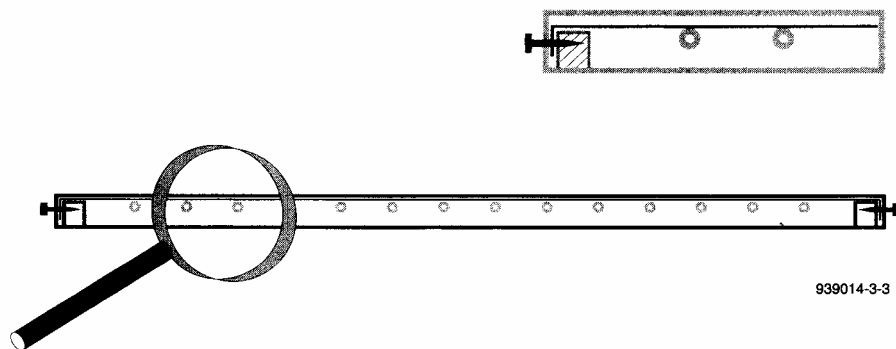
vervaardigd worden uit pvc elektrapijp met een buitendiameter van 16 mm. Dit materiaal is licht en zeer stijf en vertoont geen uitgesproken resonanties. Het bijkomend voordeel van dit ronde materiaal is dat de geluidsgolven makkelijk rond dit materiaal heen buigen zonder hiervan veel weerstand te ondervinden.

De tussenstukken hebben dezelfde lengte als de breedte van het open gedeelte van het frame en kunnen het beste direct in het open gedeelte van het frame worden gelijmd. Neem daarvoor (ééncomponent) polyurethaan lijm. Het is belangrijk dat de bovenkant van de tussenstukken precies in één vlak ligt met de binnenkant van het frame (figuur 6.6). De afstand tussen de tussenstukken dient bij een breedbandelement ongeveer 100 mm te zijn en bij een element voor het midden/hog ca. 50 mm.



939014-3-2

Figuur 6.5. De tussenstukken van een framehelft.



Figuur 6.6. De tussenstukken moeten in hetzelfde vlak liggen als de binnenkant van het frame.

#### [6.4 Litze-koperdraad met pvc-mantel](#)

Voor elementen voor breedbandweergave of voor het laag kunnen we het beste litzekoperdraad met een wat grotere diameter nemen, in verband met de grotere demping van deze draad. Bijvoorbeeld een dikte van  $0,75 \text{ mm}^2$ , bestaande uit 24 aders van 0,2 mm en met een pvc-mantel, en met een buitendiameter van 1,66 mm (PVC-montagesnoer).

Koperdraad met massieve kern moet worden afgeraden. Deze draad is te stijf om gemakkelijk te verwerken en vertoont bij lagere frequenties uitgesproken resonanties.

Voor elementen voor het midden/hog kunnen we in verband met het bereiken van een homogene veldverdeling bij een kleinere membraanbreedte, het beste een dunnere litze- draad nemen. Bijvoorbeeld een dikte van  $0,15 \text{ mm}^2$ , bestaande uit 18 aders van 0,1 mm en met een buitendiameter van 1,15 mm.

De draad is verkrijgbaar in rollen van 100 m ( $0,75 \text{ mm}^2$ ) en haspels van 200 m ( $0,15 \text{ mm}^2$ ). Het is voordeliger om de draad per 100 of 200 meter aan te schaffen.

#### [6.5 Verzilverd litze koperdraad met teflon mantel](#)

In een aantal prototypen is gebruik gemaakt van verzilverd litze- draad met een teflon mantel. Hoewel teflon betere diëlektrische eigenschappen heeft dan pvc, was de invloed hiervan op de geluidskwaliteit minder positief (minder transparant). Daar komt bij dat dit draad veel duurder is dan draad met een pvc-mantel. Draad met pvc-mantel voldoet als stator materiaal prima. Teflon levert geen verbeteringen op.

#### [6.6 Het spannen van de draad op het frame](#)

Vóór het spannen van de draad op het frame dienen we eerst de zijkanten van de framehelften in de lengterichting af te ronden met schuurpapier, omdat over deze kanten later de draad wordt gespannen. Vervolgens brengen we op de zijkanten van de framehelften een rasterpatroon aan (figuur 6.7). Om de draad te kunnen spannen brengen we aan de zijkant van elke framehelft op het getekende patroon kleine spijkertjes aan. Bij draad van 1,66 mm dik (breedband-ESL) dient de hart op hartafstand tussen de spijkertjes exact 8 mm te zijn. De spijkertjes moeten een platte kop te hebben en een diameter van 2 mm.

Voor een ESL-element voor het midden/hog, waarbij een draad wordt gebruikt met een diameter van 1,15 mm, is de hart op hartafstand tussen de spijkertjes 5 mm. De spijkertjes moeten een platte kop hebben en een diameter van 1 mm.

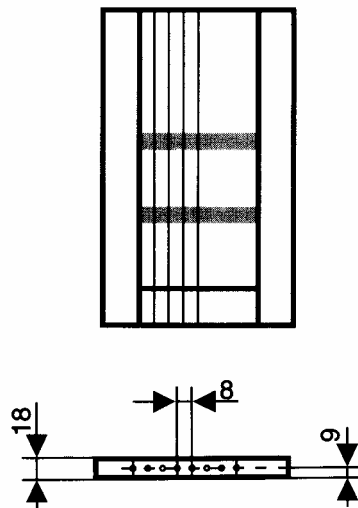
Als de draad op het frame is gespannen is in beide gevallen de openheid van de stator 60%.

Spijkers met een diameter van 1 mm kunnen met een hamertje direct in het materiaal worden geslagen. Bij het

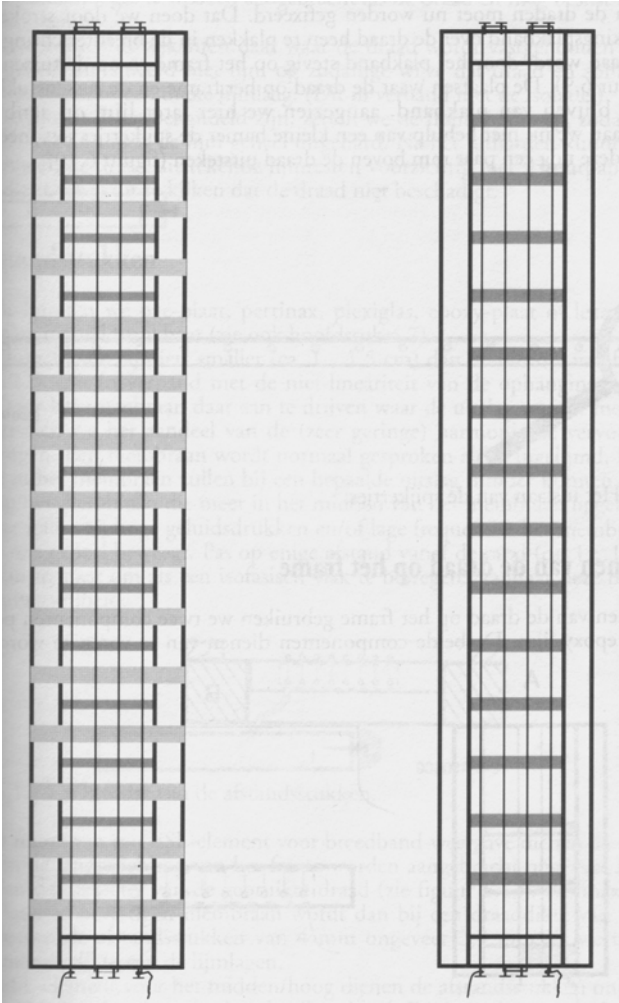
gebruik van spijkertjes van 2 mm moeten we eerst met een boortje van 2 mm de gaatjes voorboren, anders kan het materiaal gaan scheuren.

Voor het spannen van de draad gaan we ervan uit dat de tussenstukken zijn ingelijmd en dat de spijkertjes zijn aangebracht. De draad wordt vervolgens aan de onderkant van het frame aan een van de spijkertjes vastgeknoopt, waarbij een stuk van ongeveer 25 cm draad aan één kant overblijft. Dit lange losse stuk dient om later het signaal uit de audiotrafo aan te sluiten (zie figuur 6.8). Vervolgens wordt de draad over het spijkertje aan de andere kant van het frame heengeslagen en licht aangetrokken. Dit herhalen we totdat de draad over de gehele breedte van het open gedeelte van het frame is gespannen. Als dit in orde is knopen we het andere uiteinde van de draad vast aan het laatste spijkertje. Pas ervoor op dat de draad niet te strak wordt gespannen, anders kan het frame krom trekken.

De draden moeten evenwijdig aan elkaar liggen, waarbij de afstand tussen de draden precies gelijk moet zijn. Dit met het oog op het ontstaan van een homogene veldverdeling. Eventueel kunt u de positie van de draden corrigeren met een dik stuk karton. Als de draad evenwijdig is aangebracht kunnen we verder gaan met het fixeren. De juiste positie van de draden moet nu worden gefixeerd. Dat doen we door stroken 5 cm breed verpakkingsplakband over de draad heen te plakken in de breedterichting van het frame. De draad wordt door het plakband stevig op het frame en op de tussenstukken gedrukt (figuur 6.9). De plaatsen waar de draad op het frame en de tussenstukken rust dient vrij te blijven van plakband, aangezien we hier later lijm op aanbrengen. Vervolgens slaan we nu met behulp van een kleine hamer de spijkertjes iets meer in het frame, zodat deze nog een paar mm boven de draad uitsteken (figuur 6.10).

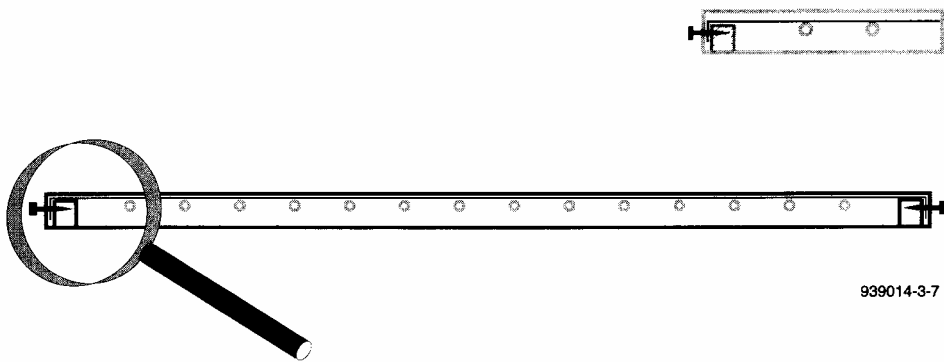


Figuur 6.7. De rasterverdeling.



Figuur 6.9. Het fixeren van de positie van de draad.

Figuur 6.8. Het spannen van de kabel.



939014-3-7

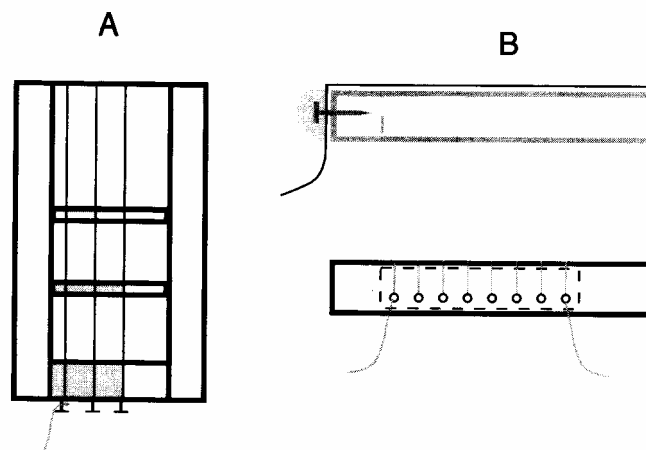
Figuur 6.10. Het inslaan van de spijkertjes.

## 6.7 Het lijmen van de draad op het frame

Voor het lijmen van de draad op het frame gebruiken we twee componenten polyuretbaan lijm of epoxy-lijm. De beide componenten dienen van te voren te worden vermengd en blijven daarna nog ongeveer 1 uur verwerkbaar. De lijm wordt met behulp van een smalle lijmspatel voorzichtig tussen de draden aangebracht, en wel daar waar de draad rust op het frame en de tussenstukken (figuur 6.11). De lijm dient daarbij op tot op dezelfde hoogte te worden aangebracht als de draad en mag beslist niet boven de draad uitsteken.

Vervolgens worden de zijkanten daar waar de draad wordt vastgehouden door de spijkertjes, geheel ingesmeerd met lijm op zodanige wijze dat draad en spijkertjes geheel bedekt worden door een dikke lijmlaag. (Dit in verband met de isolatie.)

Als alle te lijmen delen behandeld zijn, zetten we de framehelft weg, zodat de lijm kan uitharden. Na 24 uur is de lijm geheel uitgeharden. Na het uitharden kunnen we eventueel nog boven de draad uitstekende lijmrresten voorzichtig met schuurpapier weghalen. Hierbij dient u wel uit te kijken dat de draad niet beschadigt.

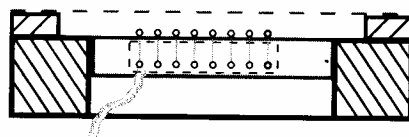


Figuur 6.11. Het lijmen van de draad op het frame.

## 6.8 Afstandsstukken

Hiervoor kunnen we pvc plaat, pertinax, plexiglas, epoxy plaat of lexan gebruiken. Ook triplex is goed bruikbaar (zie ook hoofdstuk 4.7).

De afstandsstukken zijn iets smaller (ca. 1... 1,5 cm) dan de breedte van het frame (zie figuur 6.12). Dit in verband met de niet lineariteit van de ophanging van het membraan. Door het membraan daar aan te drijven waar de uitslag van dit membraan lineair is, kunnen we het aandeel van de (zeer geringe) harmonische vervorming verder terugbrengen. Een membraan wordt normaal gesproken altijd ingelijmd. Delen aan de zijkant van het membraan zullen bij een bepaalde uitslag minder kunnen bewegen dan delen van het membraan die meer in het midden van het membraan liggen. Het gevolg is dat met name bij hoge geluidsdrukken en/of lage frequenties het membraan dan niet meer als een geheel beweegt. Pas op enige afstand vanaf de rand (ca. 1... 1,5 cm) is het membraan in staat om als een isofasisch vlak te bewegen. Vandaar deze beperking van de bewegingsvrijheid.



Figuur 6.12. De breedte van de afstandsstukken.

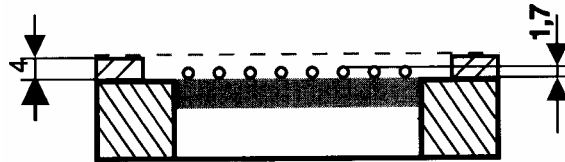
Voor het frame van een ESL-element voor breedbandweergave dienen de afstandsstukken die in de lengterichting van het frame worden aangebracht ongeveer 2 mm dikker te zijn dan de diameter van de gebruikte draad (zie



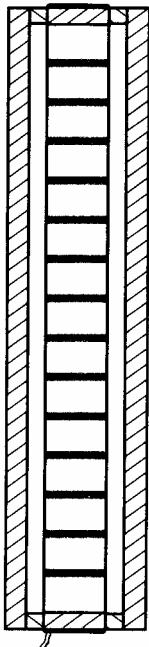
figuur 6.13). De maximale uitslag van het later te bevestigen membraan wordt dan bij een draaddikte van 1,66 mm en een dikte van de afstandsstukken van 4 mm ongeveer 2,7 mm als we ook rekening houden met de dikte van de lijmlagen.

Bij een ESL-element voor het midden/hog dienen de afstandsstukken ongeveer 1 mm dikker te zijn dan de dikte van de gebruikte draad. Dit in verband met de veel kleinere membraanuitslag bij hoge re frequenties.

De afstandsstukken die worden gebruikt in de breedterichting van het element dienen bij breedband- en hybride weergevers een dikte te hebben die gelijk is aan de dikte van de gebruikte draad (zie Figuur 6.14 en 6.15). Deze afstandsstukken worden later over de al aangebrachte draad gelijmd, zodat deze op een gelijke hoogte komen als de afstandsstukken die in de lengterichting van het frame zijn aangebracht.



Figuur 6.13. De dikte van de afstandsstukken.



Figuur 6.14. Het lijmen van de afstandsstukken.



Figuur 6.15. Het lijmen van de afstandsstukken.

## [6.9 Het lijmen van de afstandsstukken op het frame](#)

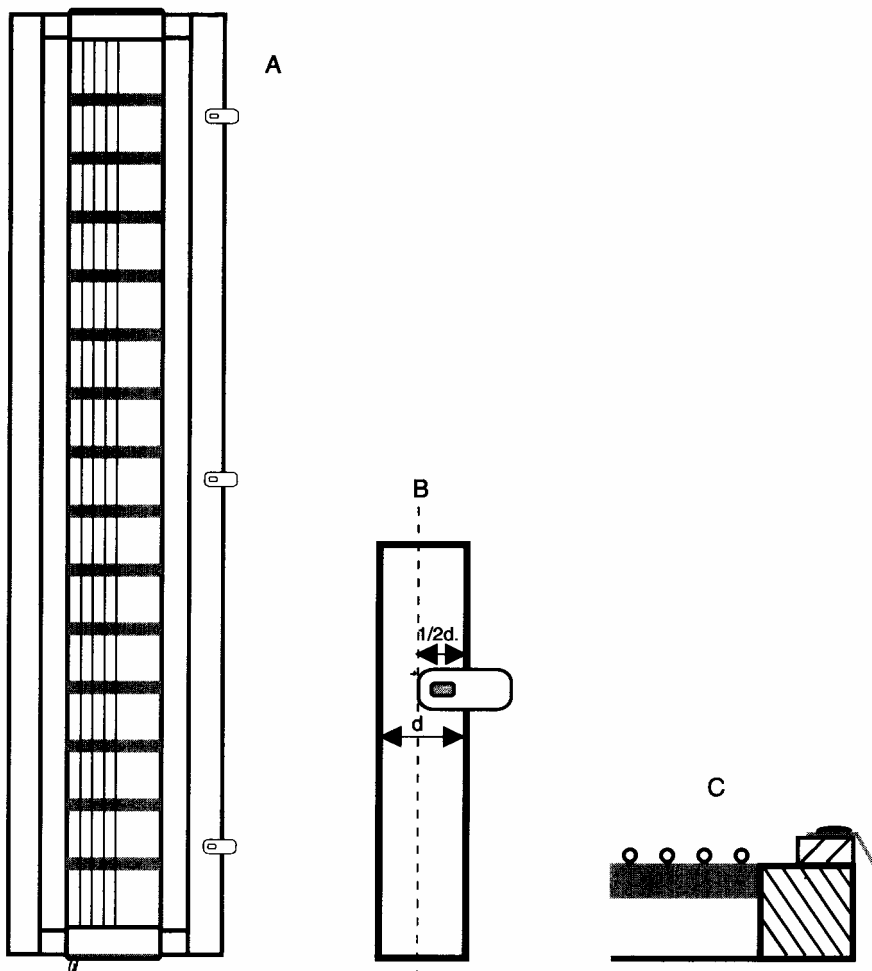
Voor het lijmen van de afstandsstukken op het frame nemen we aan dat de koperdraad al op het frame aangebracht is en dat de afstandsstukken klaar liggen.

De afstandsstukken worden met montagekit op het frame gelijmd. Montagekit heeft het voordeel dat de ESL-elementen dan demontabel blijven. Eerst worden de afstandsstukken in de lengterichting op het frame gelijmd. Vervolgens lijmen we de afstandsstukken voor de breedterichting op het frame. Gebruik een lijmkam bij het aanbrengen van de montagekit, zodat de lijmlaag overal even dik is.

Als de afstandstukken zijn aangebracht moet de lijm ongeveer 24 uur drogen. Na het drogen van de lijm brengen we op een van de twee framehelften drie strips van zelfklevende aluminiumfolie aan. Op deze strippen wordt de hoogspanning aangesloten. De strips dienen zo aangebracht te worden dat ze ongeveer de helft van de breedte van de afstandstukken bedekken (zie figuur 6.16). De zelfklevende aluminiumfolie heeft een breedte van 50 mm en is verkrijgbaar bij de hobby handel.

Op de strips brengen we met een penseel een mengsel aan van zeepwater en grafietpoeder en laten dit drogen (zie figuur 6.16). Dit met het oog op het bevorderen van een goed contact tussen de strips en de geleidende laag op het membraan. Nadat dit gedroogd is buigen we de uiteinden van de strips op het frame.

Als de beide delen van het ESL-element zo ver opgebouwd zijn, kunnen we verder gaan met het lijmen van de stator op de folie. Voor het spannen van de folie verwijzen we naar hoofdstuk 4.9.



Figuur 6.16. Het aanbrengen van de hs-aansluitstrips.

### [6.10 Het lijmen van de stator op de folie](#)

Bij het lijmen van de stator op de folie nemen we aan dat de folie reeds gespannen is en op de juiste mechanische spanning is gebracht, en dat de geleidende laag van de folie naar boven is gericht.

Voor het lijmen van de stator waarop de aansluitstrips zijn aangebracht gebruiken we een tweecomponenten polyurethaanlijm of een goede kwaliteit epoxylijm. Het gebruik van andere lijm, bijvoorbeeld 10-minuten-lijm, wordt afgeraden in verband met de twijfelachtige hechting op langere termijn.

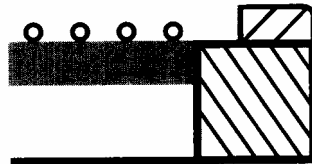
Voor het lijmen moeten de twee componenten worden gemengd. Alle afstandsstukken worden met lijm (gebruik lijmkam!) ingesmeerd totdat de lijmlaag overal egaal is aangebracht. Er mag geen lijm op de strips komen omdat die anders geen contact meer kunnen maken met de geleidende laag op het membraan. De lijm dient daarom voorzichtig om de aansluitstrips te worden aangebracht, De framehelft met de daarop gelijmde stator wordt vervolgens omgekeerd midden op de gespannen folie gelegd en vervolgens stevig aangedrukt, zodat de lijm goed kan uitvloeien. Het is daarbij belangrijk dat de stator gedurende het lijmproces goed op de folie gedrukt blijft. Het beste is dan om op de stator een vlakke plaat of platen te leggen en deze te verzwaren met een aantal gewichten van bijvoorbeeld 40....80 kg, bijvoorbeeld boeken.

Vervolgens laten we de lijm 24 uur uitharden. Daarna kan de stator los van de folie worden gesneden met een scherp stanleymes. Het is daarbij belangrijk dat de folie niet haakt, anders kan er een scheur ontstaan, die doorloopt tot het membraan.

Na het los snijden staat de folie zonder rimpels of kreukels strak gespannen. Met een multimeter kan eventueel gecontroleerd worden of de strips contact maken met de geleidende laag op het membraan. Dit is mogelijk door de weerstand te meten tussen twee aansluitstrips.

Als de aansluitstrips geen contact maken met de folie, kunnen we dit verhelpen door met een fijn penseel een mengsel van zeepwater en grafiet tussen de aansluitstrip en de folie aan te brengen.

De randen van de afstandsstukken worden vervolgens met een stukje fijn schuurpapier afgerond, zodat er geen foliedelen meer buiten de afstandsstukken uitsteken (zie figuur 6.17). Als dit ook in orde is kunnen we nu de twee statoren op elkaar lijmen.



Figuur 6.17. Het afronden van de afstandsstukken na het lijmen van de folie.

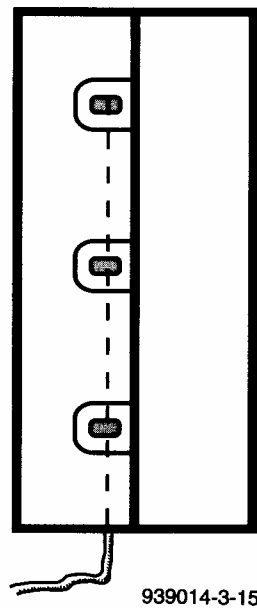
### [6.11 Het lijmen van de twee statoren](#)

Op beide te lijmen delen van het ESL-element brengen we met een lijmkam op de afstandsstukken de van te voren klaargemaakte tweecomponentenlijm aan. Vervolgens leggen we beide delen voorzichtig op elkaar. Dan fixeren we de juiste positie van de beide framehelften ten opzichte van elkaar door stroken 5 cm breed verpakkingsplakband over beide delen te plakken, zodat beide delen over de gehele lengte stevig tegen elkaar worden gedrukt. Dit fixeren dient zodanig te gebeuren dat de beide te lijmen delen niet meer t.o.v. elkaar kunnen verschuiven tijdens het lijmproces.

Na het neerleggen van de te lijmen delen, kunnen we deze het beste verzwaren met een vlak houten paneel of panelen waarop gewichten worden geplaatst.

Na 24 uur kunnen we de gewichten en het paneel wegnemen. Vervolgens brengen we de aansluitdraad aan voor de hoogspanning (zie figuur 6.18). De hoogspanning aansluitstrips op het frame worden met elkaar doorverbonden met een koperdraad met een dikke mantel, bijvoorbeeld meetsnoer van 1,0 mm<sup>2</sup>. De draad kan met behulp van aluminiumsoldeer worden bevestigd aan de aansluitstrips op het frame. Een stuk draad van ongeveer 25 cm dient daarbij aan de onderste aansluitstrip te worden bevestigd; hierop wordt later de hoogspanningsunit aangesloten. Eventueel kan de draad aan de zijkant van het frame met behulp van wat montagekit worden vastgezet, zodat deze niet meer kan verschuiven.

Het ESL-element is klaar om gemonteerd te worden in een frame.



Figuur 6.18. Het aansluiten van de hs-aansluitstrips.

## [6.12 De bouw van het frame en de montage van de ESL-elementen](#)

De ESL-elementen worden na de bouw bevestigd in een frame. Dit frame bestaat in zijn meest simpele vorm uit een raamwerk van spaanplaat, MDF of vurenhout, dat op een voet wordt gemonteerd.

Het is aan te bevelen om het frame voldoende zwaar uit te voeren om te voorkomen dat het frame gaat meetrillen. ESL-elementen voor het laag of voor breedbandweergave kunnen het beste in het frame worden bevestigd met schroeven. Deze blijven dan makkelijk demontabel.

ESL-elementen voor het midden/hoog kunnen met schroeven of met montagekit worden gemonteerd. Het frame kan uiteraard naar eigen inzicht afgewerkt worden.

Het frame kan voorzien worden van luidsprekerdoek of doek van hoogtransparant stretchtricot, dat op een raamwerk wordt bevestigd, bijvoorbeeld met behulp van een nietpistool. Dit raamwerk met het luidsprekerdoek kan met klittenband op het eigenlijke frame worden bevestigd. De audiotrafo en de hoogspanningsunit kunnen in een aparte behuizing worden ondergebracht, of in een behuizing die is aangebracht op de voet van de ESL.

## [6.13 Het testen van de ESL](#)

Als de ESL-elementen zijn bevestigd in het frame kunnen deze aangesloten worden op de audiotrafo en de hoogspanningsunit (zie ook hoofdstuk 4.10).

Als de elementen zijn aangesloten kunnen we de ESL op de versterker aansluiten. Eerst wordt de hoogspanning ingeschakeld. Hoort u verder geen vreemde geluiden, dan kan voorzichtig de volumeknop van de versterker verder worden opgedraaid, en moet er nu muziek hoorbaar worden. Als dat niet het geval is schakelen we eerst de hoogspanning uit en vervolgens de versterker.

Mogelijke problemen bij dit type ESL-weergever zijn:

- Na het inschakelen van de versterker produceert de ESL geen geluid.  
Audiotrafo verkeerd aangesloten. Aansluitingen controleren.  
Statoren maken geen contact. Aansluitingen controleren.  
Geen hoogspanning. Hoogspanningsunit inschakelen. Aansluitingen controleren.
- De ESL tikt of vonkt met een bepaalde regelmaat.  
De folie tussen de afstandsstukken tikt of vonkt met een bepaalde regelmaat. De buitenkant van de afstandsstukken met een mengsel van zeepwater en grafietpoeder insmeren en laten drogen.
- De ESL vonkt bij luide muziek-passages.  
Veldsterkte is te hoog. Polarisatie-spanning verlagen.  
ESL wordt overstuurd. Volume verminderen.
- De ESL produceert te weinig geluid. Uitgangsspanning van de versterker is te laag. Versterker gebruiken die een hogere spanning kan leveren.  
De polarisatiespanning is te laag. Verhogen.  
Totale oppervlakte van de ESL-elementen is te laag. Meer ESL-elementen gebruiken.
- De ESL vervormt bij luide muziek-passages.  
De versterker kan de vereiste spanning moeilijk leveren. Andere versterker gebruiken die een hogere spanning kan leveren. De versterker kan de door de ESL gevormde belasting moeilijk aan. Andere versterker gebruiken die een grote stroom kan leveren bij een lage impedantie (zie hoofdstuk 4.11). De folie heeft niet de vereiste mechanische spanning, Het ESL-element demonteren en een folie aanbrengen die de vereiste spanning heeft. Het ESL-element heeft een zeer grote afwijking in capaciteit tussen membraan en de ene, respectievelijk andere stator. Bijvoorbeeld meer dan 50 % afwijking. Als de afwijking zeer groot is, kunt u het beste het ESL-element demonteren en de afstandsstukken van het membraan opnieuw monteren. Het membraan is statisch niet stabiel. De breedte van het membraan is groter dan 100 x de afstand tussen membraan en een stator, Het ESL-element opnieuw ontwerpen.

ESL-rasterelementen hebben een zodanig goede isolatie dat bij proeven waarbij een hoogspanning werd toegepast van twee maal de nominale hoogspanning (15 kV) er nog geen sprake was van doorslag. Bij een goed uitgevoerde bouw is het te verwachten dat ESL-rasterelementen een zeer lang storingsvrij leven zullen hebben. Het is ook bij de bouw van ESL-rasterelementen belangrijk om nauwkeurig te werken en de juiste materialen te gebruiken.

Verder is het van belang dat de gesoldeerde aansluitingen van zeer goede kwaliteit zijn.

In verreweg de meeste gevallen zal de bouw van een ESL-rasterelement zonder al te veel problemen verlopen. Soms heeft een lichte demping van de achterkant van het membraan een gunstig effect op de weergave, vooral als de ESL vlak voor of in een hoek wordt opgesteld (zie hoofdstuk 8). Hiervoor zijn moeilijk standaard regels te geven; men zal de meest geschikte demping in de luisterruimte moeten uitproberen.

Veel breedbandraster- ESL's hebben een membraanresonantiefrequentie met een hoge Q-factor. Dit resulteert in een te sterke laagweergave rond de resonantiefrequentie. Er zijn drie manieren om dit aan te pakken.

1. Verhoog de externe weerstand, respectievelijk breng er een aan, Bij de ESL 175 leidt verhoging van de externe weerstand van 120 MQ tot 400 MQ tot een aanmerkelijk betere demping rond de resonantiefrequentie.
2. Breng achter het membraan luidsprekerdoek aan. Dit fungeert als stromingsweerstand.
3. Als 1 en/of 2 niet voldoende is, kunt u het membraan aan de achterkant dempen met BAF of een niet te dikke, oude wollen deken. In vrijwel alle gevallen zijn de genoemde problemen dan opgelost.