

DEEL

2

*Nieuwe digitale luidspreker van Philips*

# De DSS-930 uitgekleed...

Vorige maand publiceerde HomeStudio de beschrijving en de subjectieve geluidsindrukken van de hoogst opmerkelijke nieuwe digitale luidspreker van Philips: de DSS-930. In deze aflevering worden de uitvindingen van Philips uitgebreid behandeld en verduidelijkt met metingen. Hier wordt aangetoond dat we in een nieuw en veelbelovend tijdperk van de luidsprekerbouw terecht zijn gekomen. Philips loopt voorop en legt verrassende akoestische en elektronische kenmerken op tafel.

We meldden het al in HomeStudio augustus 1992: er is zoveel nieuws te vertellen over de digitale luidspreker DSS-930, dat we dit niet in één artikel konden behandelen.

We concludeerden in dit eerste deel reeds op subjectieve beoordelingen, dat over de prijs/kwaliteits verhouding geen discussie mogelijk was, dat de luidspreker opmerkelijk goed scoorde in ruimtelijke plaatsing en stabiliteit. Verder constateerden we een strakke, gecontroleerde en homogene basweergave, een goed gedimensioneerd midden met ietsje te veel hoog, snelle doorzichtige hoogweergave met duidelijke hoorbaarheid van alle details en een dynamisch geluidsbeeld dat aan "voelbaarheid" iets tekort komt.

In dit artikel wil ik laten zien wat er nieuw is en zal ik de resultaten

onderbouwen met metingen. Daarbij worden in deze bespreking de volgende aspecten behandeld: eerst het tijdgedrag, daarna het frequentie- en vervolgens het volumegedrag.

De digitale elektronica wordt tot slot kort besproken.

## DE TIJDFOUT VAN WOOFER-TWEETER AFSTAND

Ieder muziekinstrument of stem heeft een bepaalde tijdsamenhang tussen de lage-, midden- en hoge tonen. Deze samenhang bepaalt de klankopbouw, het klankverloop en de plaats van boventonen. Maar stel nu dat de luidspreker de lage tonen vertraagd weergeeft ten opzichte van de hoge tonen, dan is het natuurlijke beeld van de klank aangetast. De klank samenstelling is verstoord en de harmonischen gaan anders klinken dan bij het origineel. Het be-

roemde voorbeeld dat zo'n tijdfout aantoont, is de pluk van een bassnaar. De hoge tonen van de snaar plus vinger hoor je dan eerder dan het laag-klinken van de baskast. Philips onderkent dit probleem en onderscheidt drie soorten tijdvertraging die er de oorzaak van zijn dat het luidspreker de harmonische samenstelling van een klank kan wijzigen.

De eerste vertraging is een ongewenst **constant** tijdsverschil tussen de lage en hoge tonen. Dit komt omdat de tweeter vlak op het frontpaneel zit, terwijl het centrum van de woofer enige centimeters achter het front ligt. Dit kleine afstandsverschil gedeeld door de geluidssnelheid is die constante vertragingstijd. Om dit effect op te heffen vertraagt Philips digitaal de hoge tonen uit de tweeter met dat tijdje en daardoor

komen de akoestische centra van woofer en tweeter weer precies op hetzelfde verticale vlak te liggen. Sommige fabrikanten maken deze tijdcorrectie door de tweeter naar achteren te plaatsen (B&W Silver Signature, MC3 e.d.) en dat is net zo goed, maar het kost alleen wat meer "houtwerk". Ik heb de DSS-930 doorgemeten met alleen deze eerste tijdcorrectie en laat met de metingen 1 tot en met 3 zien wat het resultaat is.

Figuur 1 toont de energie van de impulsresponsie (een pistoolschot weergegeven door de luidspreker). Zichtbaar is daar de steile puls die afkomstig is van de snelle tweeter. Aan de rechterflank zit echter nog een soort najlende bult en die komt van de woofer. Dat najlen wordt dus niet veroorzaakt doordat de woofer dieper in de kast ligt, want voor die constante tijdvertraging is nu



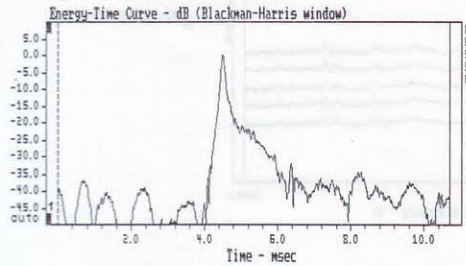


fig. 1: gecorrigeerde impulsweergave voor de woofer-tweeter afstand (Tc-correctie)

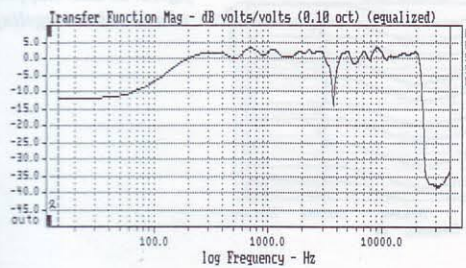


fig. 2: overnameproblemen bij 4kHz met Tc-tijdcorrectie

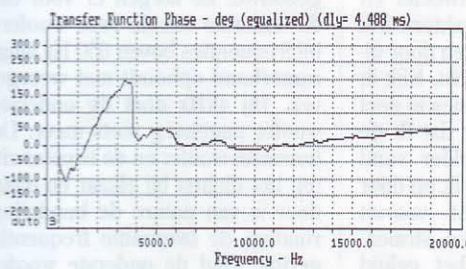


fig. 3: niet aansluiten van de fasegrafiek bij Tc-tijdcorrectie

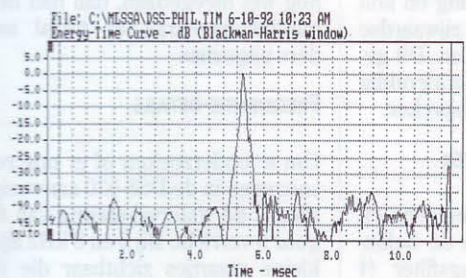


fig. 4: volledig gecorrigeerde impulsweergave van de DSS-930. Let op de smalle en snelle piek en vergelijk die met figuur 1.

gecorrigeerd.

Figuur 2 toont de frequentie karakteristiek die bij figuur 1 hoort en duidelijk is zichtbaar dat het rondom 4 kHz mis gaat. Er zit nog een fikse dip in de karakteristiek. Van een goede overname tussen laag en hoog is geen sprake. Het derde bewijs dat er meer moet gebeuren is figuur 3. Hier staat de fase (=tijdvertraging) en wat blijkt: de helling onder 4kHz is totaal anders dan boven 4 kHz en er treden fikse schommelingen op.

#### DE TIJDFOUT VAN HET SCHEIDINGSFILTER

Uit de metingen volgt dus dat er nog een andere fout in de luidspreker zit. Dat klopt en deze komt van het scheidingsfilter. Het vervelende is nu dat die tijdfwijking bij iedere frequentie weer

een andere waarde heeft. Hij is niet constant en daarom kun je hem niet wegwerken door de tweeter extra naar voren of naar achteren te verplaatsen. De beroemde wetenschappers uit Canada; Lipshitz en Vanderkooy, hebben dat eenduidig aangetoond (1). Maar nu komt Philips erbij: zij kunnen deze tijdfout wel opheffen!

Stefan Willems, de akoesticus van de ontwikkelgroep van Philips, zei hierover het volgende: "Wij kunnen die correctie wel maken omdat wij het geluid in het digitale domein bewerken. Het betreft een nieuwe rekentechniek die zo opzienbarend is, dat we hem nog even voor onszelf houden". Het bewijs dat het Philips inderdaad gelukt is, volgt eenduidig uit de volgende serie metingen waarbij de luidspreker nu zo is ingesteld dat de afstand- en fil-

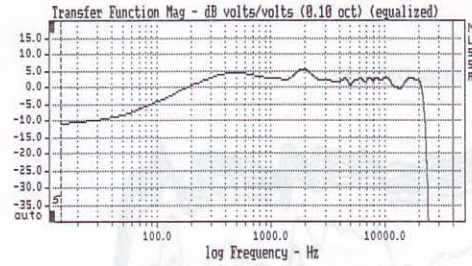


fig. 5: afwezigheid van overnameproblemen in de frequentie karakteristiek. Vergelijk met figuur 2.

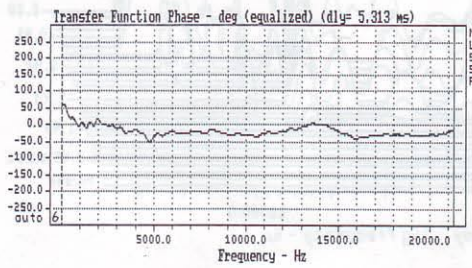


fig. 6: fasegrafiek na volledige tijdcorrectie. De hellingen zijn gelijk getrokken. Dit is een minimum fase systeem!

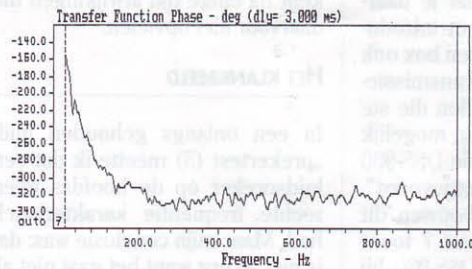


fig. 7: faseafwijking onder 1kHz ten gevolge van "gesloten-box" constructie

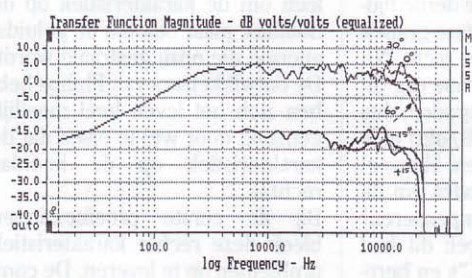


fig. 8: karakteristiek op hoofdas en onder 30 en 60 graden zijwaards en + en - 15 graden verticaal voor f groter dan 300 Hz

tertjdfouten volledig zijn opgeheven.

Figuur 4 geeft opnieuw de energie van de impulsresponsie en wat blijkt? Van naal is nu geen sprake meer. We zien alleen de enkelvoudige razendsnelle piek en geen na-gerommel. Het is dan ook logisch dat de DSS-930 details goed gescheiden weergeeft want hij trekt het geluidsbeeld niet uit elkaar en reageert zichtbaar razendsnel.

Figuur 5 toont aan dat de overname bij 4 kHz nu perfect verloopt en figuur 6 laat de bijbehorende kaarsrechte fase-karakteristiek zien. Zo'n karakteristiek noemt men "minimum-fase" en dit resultaat is fantastisch! Naar mijn weten zijn er maar enkele speakers op wereldniveau die dit resultaat ook bereiken (QUAD-ESL63, THIELE, FINAL, STUDER A723 en MEYER HD-1).

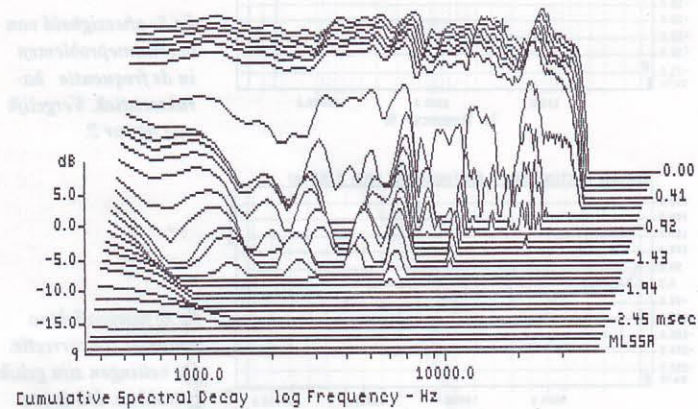
Deze luidsprekers zijn echter stuk voor stuk vele malen duurder en de eerste drie hebben geen ingebouwde eindversterkers. Conclusie: Philips is er in geslaagd om twee tijdfouten, waar bijna iedereen over struikelde, definitief op te heffen.

#### DE TIJDFOUT IN HET DIEP-LAAG

In het diep-laag, onder 50 Hz, blijft er echter nog de derde tijdfout over die veroorzaakt wordt doordat een luidspreker niet tot 0 Hz weer kan geven. Men kan die tijdfout minimaliseren door de luidspreker tot zo laag mogelijk te laten werken zodat 0 Hz benaderd wordt, maar eenvoudig is dat niet. Hiervoor zijn vele oplossingen bedacht zoals gesloten-box of basreflex of transmissielijn.

Opnieuw Stefan Willems hierover: "Het kenmerk van basreflex

fig.9: waterval responsie van de DSS-930



en transmissielijn is dat je daarmee een grotere tijdfout introduceert dan bij een gesloten box ook al geven basreflex en transmissielijn lager weer. Wij willen die super-laag tijdfout zo klein mogelijk houden en daarom is de DSS-930 als een gesloten box uitgevoerd". Mijn metingen onderbouwen dit verschijnsel, want figuur 7 toont duidelijk aan dat de DSS-930 bij lage frequenties nog de derde tijdfout bezit want de fase-grafiek loopt onder 200 Hz niet recht. Nu kun je er over twisten hoe erg dit is (het verschil is 180 graden, dus 2-e orde afval, dus 12dB/okt) of je kunt de zaak omdraaien. Hoeveel elektronica kost het extra om digitaal deze fout te compenseren? Het antwoord is simpel: dit had zoveel extra digitale IC's en berekeningen gevraagd dat de luidspreker enige malen duurder zou zijn geworden.

**Conclusie:** In het dieplaatje doet Philips een concessie, maar gehoorsmatig is die acceptabel. Uit proeven en luistersessies in de afgelopen jaren met vele luidsprekers had ik al geconcludeerd dat als de fasefout in het laag meer dan 360 graden is, dat dan pas deze fout waarneembaar begint te worden (2). Hier blijven we binnen 180 graden en ik hoor deze fout dan ook niet. De basweergave is droog en strak en geïntegreerd.

**Conclusie:** Philips doet in het sublaag een heel verstandige keuze en accepteert daar een restfout die anders bij correctie de prijs onnodig zou opdrijven. Zal ik hier over enige jaren nog net zo vriendelijk over denken? Het gehoor blijkt zich te ontwikkelen en her-

kent na enige tijd afwijkingen die daarvoor niet opvielen.

### HET KLANKBEELD

In een onlangs gehouden luidsprekertest (3) meette ik dat een luidspreker op de hoofdas geen rechte frequentie karakteristiek had. Maar mijn conclusie was: dat is niet zo erg want het gaat niet alleen om de karakteristiek op de hoofdas, maar ook om de geluidsenergie die opzij gestraald wordt. De ontwikkelaars van Philips hebben zich het leven heel moeilijk gemaakt door **wel** te eisen dat de karakteristiek op de hoofdas recht is.

Bij de eerste proefnemingen bleek deze rechte karakteristiek problemen op te leveren. De commentaren op die eerste proefluidsprekers waren niet erg positief. Te helder en schril luidde het oordeel. Hoe komt dat? Ons oor hoort niet alleen de geluidsenergie op de hoofdas, maar neemt ook het tegen de kamerwanden gereflecteerde geluid waar en integreert daaruit een totaal. Hoeveel reflecties men hoort hangt sterk af van de bundelingsgraad van de luidspreker. Na veel metingen kwamen de ontwikkelaars tot de conclusie dat het nodig is om de luidspreker bij hoge frequenties toenemend te laten bundelen als op hoofdas de karakteristiek recht moet blijven. Onder die conditie verdween de klacht over te veel hoog. Meting 8 laat die bundeling zien, waarbij gemeten is onder 30 en 60 graden zijwaards en 15 graden omhoog en naar beneden. De zijwaardse hoogafname is overigens een eigenschap die puur bepaald wordt

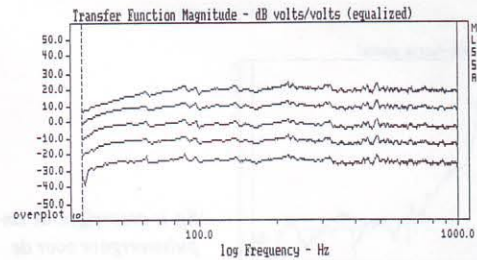


fig.10: bijregelen van het laag bij hoge geluidsvolumes

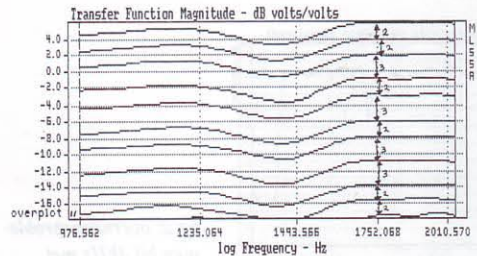


fig.11: de 2dB-stappen van de volumeregeling

door de vorm van de tweeter en het frontpaneel. De karakteristiek op de hoofdas maakt men door digitale berekeningen recht. Kijk ik terug naar mijn conclusies in deel 1, dan meldde ik daar dat ik de luidspreker iets te helder vond klinken. Dit effect ving ik op door de luidsprekers recht vooruit langs mij heen te laten stralen. Daardoor hoorde ik het geluid iets in zijwaardse richting en kon ik van de ingebouwde zijwaardse hoogafval gebruik maken. Dit gegeven pleit voor het zorgvuldig uitrichten van deze luidspreker.

### HELLING SCHEIDINGSFILTER

Dankzij de digitale rekentechniek is het nu mogelijk om de hellingen van het scheidingsfilter (4 kHz) optimaal in te stellen. Hoe steiler de helling, des te minder overnamefouten ontstaan tussen woofer en tweeter bij 4 kHz. Maar ook geldt er dat bij steilere filterhelling grotere tijdfouten optreden die digitale correctie extra moeilijk maken. De optimale keuze bleek uiteindelijk een "constant voltage" filter van 36dB/okt te zijn.

Grafiek 8 laat zien dat dit een goede keuze is geweest, want er treden nauwelijks hobbels en dalen bij 4 kHz op, zelfs al gaan we heel ver zijwaards meten. Opnieuw hebben we hier een uniek resultaat van de ontwikkelaars van Philips te pakken: een scheidingsfilter zonder tijdfouten en een naadloze aansluiting van de amplitude onder ruime afluisterhoeken met **afwezigheid** van geluidsbanddeling.

De ontwikkelaars hebben hier nog een extra technisch grapje in-

gebouwd. Ze zorgen er voor dat de onderste van de twee woofers bij frequenties boven 650 Hz langzamerhand ophoudt met weergeven. Bij 4kHz doet de onderste woofer nagenoeg niets meer. De bovenste woofer en de tweeter zitten het dichtst bij elkaar en daardoor is van nature de bundeling rondom de overname frequentie gering. Had de onderste woofer nog wel meegedaan, dan had het bundelingsgedrag er totaal anders uitgezien.

### FREQUENTIE-DETAILS

Om te onderzoeken of er nog resonanties in de DSS-930 aanwezig zijn, is de waterval-meting van figuur 9 verricht. Bij 5 en 8 kHz zijn kleine staartjes zichtbaar die ik niet gescheiden heb kunnen horen. Heel opvallend is het om te zien hoe razendsnel de tweeter in zijn rusttoestand terugkomt. Dit hangt sterk samen met de constructie van de toegepaste Iso-phase tweeter waarin een uiterst dun en licht folie in trilling gebracht wordt.

In deel 1 meldde ik daarom al dat de DSS-930 zich in het hoog gedraagt als een elektrostaat. Onderzocht is of de linker en rechter luidspreker goed aan elkaar gelijk zijn. Voor bijna alle frequenties gaat dit goed, maar rondom 5 kHz ontstaan afwijkingen van -1dB en +2dB. Op zich is dit niet veel maar het lijkt wel of het samenhangt met de resonantie uit figuur 9. Indien men bij de DSS-930 gebruik maakt van de bijbehorende voorversterker DSC-950 (dat hoeft niet), dan is het ook mogelijk om de lage en hoge tonen elk plus en min 5 dB bij te regelen.

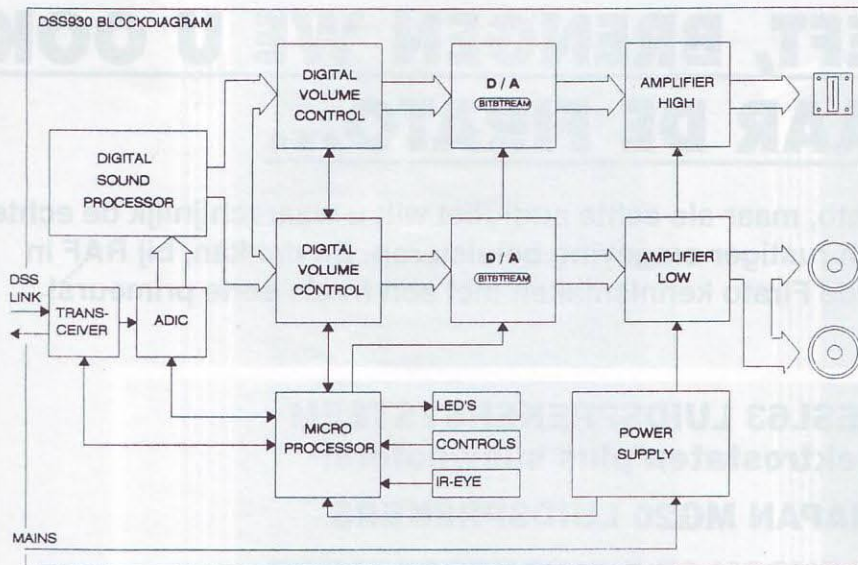


fig.12: de digitale-analoge opbouw van de DSS-930

Hier gebeurt echter iets vreemds. In dat geval wordt de zo gewaardeerde tijdcorrectie (zie begin van dit artikel) **uitgeschakeld** en belandt men weer in het frequentie- en fasegedrag van figuur 1 tot en met 3. Dus bij inschakeling van de toonregeling introduceert men extra tijdfouten die helemaal niet bij deze toonregeling horen. Subjectieve luisterproeven toonden dan ook aan dat er heel veel tegelijk misging. Ik snap deze ontwerpkeuze niet, evenmin als het bestaan van een knopje op de afstandsbediening waarmee alle noodzakelijke tijdcorrecties uitgeschakeld kunnen worden. Ik weet dat prijsoverwegingen hier de hoofdrol hebben gespeeld (toonregelen kost weer een extra DSP-IC plus bijbehorende programmatuur), maar ondanks dat keur ik deze keuze af; Hij is onlogisch. Mijn advies is: gebruik de toonregeling niet!

#### DYNAMISCH GEDRAG

Bij hoog volume en lage tonen kunnen de woofers het te zwaar krijgen. De conussen moeten dan zulke grote bewegingen maken dat ze buiten hun onvervormde werkgebied komen. Philips heeft dit onderkend en regelt daarom bij heel luide lage tonen het laaggebied wat weg. Dit is fraai te zien in meting 10 waar het volume steeds 10 dB hoger is ingesteld en duidelijk opvalt dat bij de hoogste grafieken het laagdeel schuin verloopt en daarom wat verzwakt is. Philips claimt dat dit regelgedrag niet hoorbaar is en ik onderschrijf dat.

Intensieve luisterproeven (zelfs met de basdreun van "Also

Sprach Zarathustra") lieten het niet horen. Prima, want ik preferer weinig vervorming boven harde basdreunen. Nu hangt luidheid natuurlijk sterk samen met beschikbaar versterkervermogen. In de DSS-930 zijn twee versterkers van 80 en 20 Watt continu opgenomen voor het laag en het hoog. Opvallend is de keuze van Philips om hier klasse-G versterkers voor te nemen die een uitzonderlijk hoog onvervormd piekvermogen (resp. 450 en 110 Watt) kunnen leveren. Deze hoge vermogens zorgen er voor dat pieken en transients onvervormd uit de luidspreker klinken. Subjectief is dat ook goed hoorbaar want het dynamische gedrag van de DSS-930 blijft zelfs bij hoge volumes fris en doortekend.

Om te voorkomen dat de luidsprekers bij continu hoog vermogen te warm zouden worden en misschien zelfs kapot zouden gaan, is "soft-clipping" in de beveiliging opgenomen. Hiermee wordt bij langdurig hard geluid het versterkervermogen tot veilige waarden teruggebracht. Bij mijn luisterproeven ben ik nauwelijks in dit grensgebied van de luidheid geweest en heb daarom ook niets gehoord van eventuele bijverschijnselen van de soft-clipping.

Tot het dynamische gedrag behoort ook de volumeregeling. Met de afstandsbediening is steeds met stapjes van 2dB het volume harder en zachter te zetten. Bij de luisterproeven viel op dat die 2dB stapjes in volumesterkte behoorlijk grote geluidsverschillen oproepen. Ook hoorde het alsof de stap van -14 naar -12 dB anders klonk dan die van -12 naar

-10dB. Dit is akoestisch gecontroleerd en grafiek 12 geeft het resultaat. Daaruit blijkt dat soms een volumestap 3dB was en dan weer 2dB. Dus de onregelmatigheid in volumestappen was ook werkelijk aanwezig. Maar nog nooit was mij opgevallen dat een volumestap van 2dB zoveel geluidsstrekte verschil gaf, ik vond het een te grote stap.

Op grond hiervan heb ik Philips geadviseerd om de volumestappen in regelmatige groottes van 1dB uit te voeren. Ik meldde in deel 1 al dat ik informatie miste op micro-niveau bij de weergave van het ruimtelijke beeld. Dat openbaarde zich vooral in een geringer voelbaar en ademend karakter van de ruimte. Ik veronderstelde in deel 1 dat Philips misschien op lage geluidsniveaus informatie weglief om een lage ruisdrempel te krijgen.

Navraag leverde op dat inderdaad bij de laagste niveaus de resolutie van de DA-conversie minder is dan 16-bit. Dat komt omdat men voor de omvangrijke tijd- en frequentiecorrectie een deel van de laagste bits heeft moeten gebruiken om alle berekeningen met minimale elektronica te realiseren. Dus dynamische expansie is op de laagste niveaus aanwezig. Toch heb ik sterk de indruk dat ik met de voelbaarheid van de ruimte nog iets anders bedoel. De discussie over dit onderwerp is tussen Philips en mij nog gaande.

#### DIGITAAL

Over dit gedeelte maak ik nog maar een paar opmerkingen gezien de artikellengte. Philips gebruikt voor de DA-conversie 4 bit-

stream converters (1-bit) waarvan 2 voor het hoog en twee voor het laag. Deze staan in differential-mode (verschil-schakeling) geschakeld waardoor ruis extra wordt onderdrukt evenals vervormingen en resolutiefouten bij kleine signaalsterktes. De DA-conversie maakt gebruik van 128-voudige oversampling. Voorafgaande aan de DA-conversie worden alle hier besproken correcties en optimalisaties uitgerekend door een 24-bit DSP-chip. De totale digitale organisatie staat aangegeven in figuur 12. Ook zit hier de elektronica om de DSS-link aan te sturen waardoor afstandsbediening en multiroom mogelijk zijn.

#### SAMENVATTEND

Ik heb het zelden meegemaakt dat er zoveel vernieuwingen tegelijk besproken moesten worden. Op alle fronten zijn de ontwikkelaars van Philips bezig geweest en hebben nagenoeg nergens concessies gedaan. Ze hebben oplossingen gecreeerd waarvan de meeste zelfs heel fundamenteel zijn. Ik ben me er van bewust dat er nog enige opzienbarende zaken onbesproken zijn gebleven, maar ik moest ergens kiezen. Wat wij bij de DSS-930 zien is een staaltje van technisch vernuft en kunnen, waar ik heel grote waardering voor heb. Het aardige is dat de ontwikkelaars van Philips dit in stilte hebben voorbereid en nu als het ware zeggen: "Kijk mensen, hier zijn we weer".

Voeg ik hier aan toe dat op het subjectieve vlak de luidspreker eveneens indrukwekkend is, dan kan ik alleen maar zeggen: Philips verdient voor dit produkt een groot compliment! Logisch dat over de hele wereld belangstelling bestaat voor deze luidspreker!

#### LITERATUUR

- (1): JAES jg32/12
- (2): Test Actieve Studio Monitors-III; Menno van der Veen Video + Audio Report; 1992; januari; pp 43
- (3): Project-19; Menno van der Veen, HomeStudio jaargang 9/6; juni 1992; pp 38-40