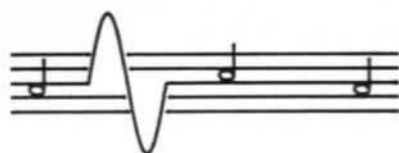


Onderzoek

Geleiding in muziek



Translator Nederland

INLEIDING

Luidsprekers kunnen zich op verschillende versterkers verschillend gedragen. Los van al of niet superieure technische specificaties van deze versterkers.

Bekend is inmiddels ook dat er soms verschillen hoorbaar zijn bij het combineren van de diverse audio-apparaten, verbonden met al of niet kostbare verbindingen.

Vaak zijn deze verschillen af te leiden uit verkeerde of niet geoptimaliseerde aanpassingen van de apparatuur op elkaar. Het is de taak van de audio(muziek)-verkooppunten om een zo optimaal mogelijke installatie samen te stellen met de best mogelijke muzikale kwaliteiten.

Echter ook wanneer men de apparatuur goed op elkaar aangepast aansluit zijn voor sommigen nog steeds verschillen waarneembaar bij het aansluiten met diverse kabels.

Als gevolg van diverse proeven en luistersessies is men o.a. bij Translator Nederland tot de conclusie gekomen dat er verschillen kunnen ontstaan **bij de geleiding** van elektrische (muziek) signalen. Of deze verschillen hoorbaar zijn hangt af van de sterkte van het signaal en ook van de manier waarop men muziek beleeft of ondergaat.

Vaak worden er bijna uitsluitend al of niet ingewikkelde of irrelevante natuurkundige verschillen aangegeven over de diverse verbindingen. Bij Translator Nederland is daarom een methode ontwikkeld die 'zichtbaar' aangeeft wat de verschillen in de geleiding zijn in de diverse verbindingen en kabels.

Daartoe is gebruik gemaakt van geavanceerde meetapparatuur, die daadwerkelijk in staat is te laten zien wat er aan invloeden op het te transporteren signaal ontstaat in het voor mensen **hoorbare** frekwentiegebied, .

Eerst wordt aan de hand van een aantal figuren het meest eenvoudige elektrische signaal zowel in de tijd als in de frekwentie voorgesteld.

Dan volgt er eenzelfde analyse van een complexer signaal. Uiteindelijk vindt analyse plaats van een elektrisch muzieksignaal. Een aantal muzieksignalen is geanalyseerd en één daarvan wordt gekozen als signaal voor analyse via een geleider. Omdat de reproduceerbaarheid van dit signaal niet mogelijk is, is voor nadere analyse gekozen voor een wél reproduceerbaar mathematisch bekend signaal. Dit signaal wordt door een aantal geleiders gestuurd waarbij het uitgangssignaal wordt vergeleken met het ingangssignaal.

De conclusie wordt getrokken dat er verschillen zijn tussen de diverse materialen waarmee de geleiding - van met name kleine elektrische stromen - plaatsvindt.

(H)ERKENNING VAN DE DETAILS

Aangezien de kwaliteit van audio apparatuur de laatste jaren enorm is verbeterd is ook de weergave van de details in het muzieksignaal veel belangrijker geworden. Details in de muziekweergave zorgen o.a. voor de herkenning van instrumenten en stemmen, de plaatsing van deze in een bepaalde ruimte, de zaalacoustiek, enz.. Als deze detailweergave niet optimaal is dan kunnen verschijnselen ontstaan als: een stem die afhankelijk van de toonhoogte 5 cm of 4 m breed is, of slagwerk dat voor het orkest staat terwijl het achter het orkest hoort (geen slagwerk-concert!!), of men kan nauwelijks verschil horen tussen een hobo en een gestopte trompet, enz.. Hierbij wordt er natuurlijk wel vanuit gegaan dat men in eerste instantie **muziek** of een muziekbeeld en geen geluid wil reproduceren. Dus de stem heeft zijn afmetingen, het slagwerk staat achterin, de hobo is van hout resp. de trompet van metaal.

VOORKOMEN VAN DETAILVERLIES

Translator Nederland heeft zich altijd zéér intensief bezig gehouden met het zoeken naar oplossingen om de detailweergave zo nauwkeurig mogelijk te laten zijn, respectievelijk te voorkomen dat deze details worden vervaagd.

Een aantal oplossingen worden toegepast in de luidsprekers die Translator Nederland ontwikkelt en fabriceert. Typische begrippen als Q-faktor(1), vlakke fase-en amplitudekarakteristiek(2), dynamisch gedrag (3), vervorming(4), kastkleuring(5) en kastvorm(6) zijn dan ook in de Translator luidsprekers geoptimaliseerd. () zie pagina 18. Deze terminologie (voor velen complex en vaak onbekend) is ook van toepassing op de ruimtes waarin luidsprekers geplaatst worden. Er is wat theorie betreft nauwelijks verschil aan te geven tussen het gedrag van een luidsprekereenheid(7) in een luidsprekerkast en het gedrag van luidsprekersysteem in een kamer. Dus plaatsing van een luidsprekereenheid in een luidsprekerkast is tenminste zo kritisch als het plaatsen van een luidsprekersysteem in een kamer.

Voorbeelden hiervan: Een hoge Q-faktor van een luidsprekereenheid of luidsprekerkastwand verstoort op dezelfde manier het muziekbeeld als een hoge Q-faktor van een vloer of scheidingswand; een achter een stoel of bank geplaatst luidsprekersysteem geeft de hoge-en middentonen verzwakt en later (via reflecties) door dan de lage tonen. Dit komt overeen met een onjuist tijdgedrag van een luidsprekersysteem; Een klein luidsprekersysteem kan minder goed erg lage frekwenties weergeven en kan evenmin goed erg luide muziek (Mahler, House) produceren in een grotere ruimte zonder de muziek te vervormen; In een kleine luisterruimte kunnen ook geen erg lage frekwenties worden gereproduceerd en als men luid wil spelen komt de ruimte al gauw in problemen. Ervan uitgaande natuurlijk dat men Housemuziek en Mahler soms luid moet (wil) kunnen weergeven.

Bovenstaande geeft aan dat met niet optimaal ontwikkelde produkten in een bepaalde klasse of onjuist opgestelde luidsprekers veelal belangrijke informatie verloren gaat of toegevoegd wordt. Mede om deze reden adviseert Translator Nederland ook bij vaak complexe acoustische problemen in ruimtes waarin muziek moet worden gereproduceerd.

GELEIDENDE VERBINDINGEN

Ook de verbindingen die noodzakelijk zijn om de diverse audio-apparaten op elkaar aan te sluiten kunnen de detailweergave aantasten en worden daarom steeds belangrijker. Vele enthousiaste muzikliefhebbers kunnen eenvoudig de hoorbare verschillen vaststellen die er kunnen zijn tussen verbindingen van verschillende kwaliteit.

Translator Nederland heeft jarenlang ervaring met de overdracht van signalen tussen de diverse audio-apparaten middels geleiders. De mogelijke problemen die zich bij deze overdracht voordoen zijn geanalyseerd en oplossingen daarvoor zijn verwerkt in een aantal produkten.

Buiten een aantal gemakkelijk te onderzoeken puur fysische eigenschappen van een geleider is voornamelijk geanalyseerd en 'zichtbaar' gemaakt wat er werkelijk met een elektrisch muzieksignaal kan gebeuren bij de overdracht door middel van een geleider.

TIJD - EN FREKWENTIEANALYSE VAN ENKELVOUDIGE SIGNALLEN

Het meest eenvoudige signaal wat in de audiotechiek denkbaar is, is het zgn. sinusvormige signaal. In FIG. 1 en FIG. 2 zijn sinusvormige signalen afgebeeld. Dit zijn dus in de tijd gezien toe en afnemende golfvormen.

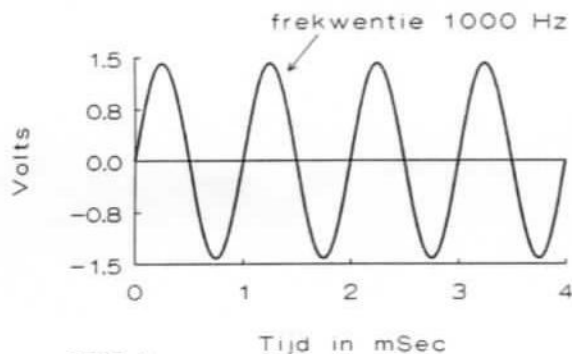


FIG.1

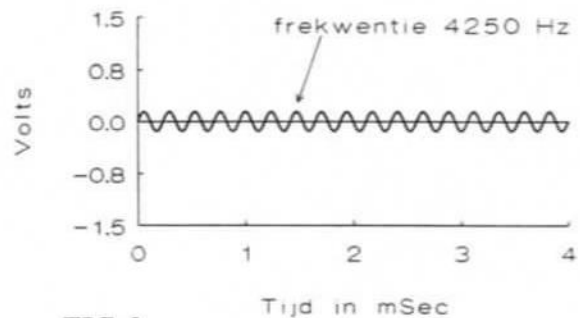


FIG.2

De snelheid waarmee de golfvorm per seconde toe of afneemt dus het aantal trillingen per seconde wordt de 'frekwentie' genoemd. De eenheid van frekwentie wordt gegeven in Herz (Hz). Het menselijk gehoor kan meestal geen hogere frekwenties dan 20.000 Hz (20.000 trillingen per seconde) waarnemen.

In FIG. 1 en FIG. 2 staat op de horizontale as de tijd afgebeeld en op de verticale as de hoogte (sterkte) van de golfvorm. In FIG. 1 zijn 4 volledige sinusvormige trillingen te zien in een totaal tijd van 4 milliseconden (1 msec = 0,001 sec.). Dat wil dus zeggen dat er 1000 trillingen in 1000 msec (= 1 Sec.) gaan. Dit is dus een frekwentie van 1000 Hz.. In FIG. 2 is dezelfde golfvorm afgebeeld echter 17 keer (willekeurig gekozen) in dezelfde periode van 4 msec. met 1/10 gedeelte van de hoogte als die in FIG. 1. Omgerekend als boven is dit dus een golfvorm met een frekwentie van 4250 Hz. Wanneer deze frekwenties in het hoorbare gebied (20-20.000 Hz) op een van toepassing zijnde frekwentieschaal zou worden afgezet dan ontstaat voor een frekwentie van 1000 Hz FIG. 3. en voor een frekwentie van 4250 Hz ontstaat FIG. 4.

Deze afbeeldingen worden frekwentiespectra genoemd.

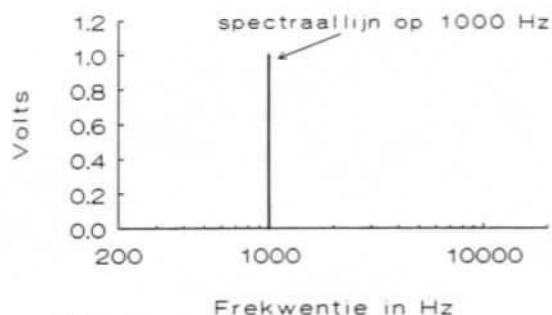


FIG. 3

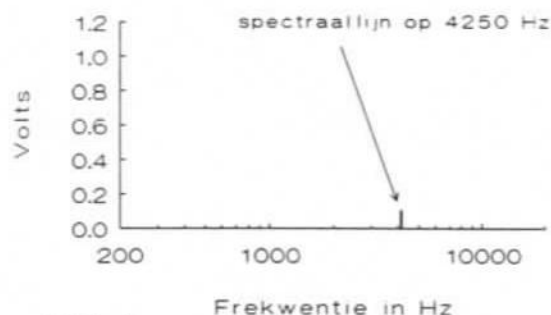


FIG. 4

In FIG. 3 is te zien dat er slechts één frequentie (één spectraallijn) in het spectrum aanwezig is, nl. 1000 Hz. en in FIG. 4 is te zien dat er alleen maar een frequentie van 4250 Hz is.

De verticale schaal van FIG. 3 en FIG. 4 geeft de sterkte van de golfvorm (toon) aan. Deze sterkte wordt uitgedrukt in Volts. Wanneer alle spectrale lijnen bij elke frequentie even hoog zouden zijn dan spreekt men van een 'vlak' frequentiespectrum of ook wel een rechte frequentie karakteristiek.

Voor de horizontale frequentieschaal is gekozen voor een bereik van 200-20.000 Hz, omdat in dit verband lagere frequenties niet relevant zijn.

TIJD - EN FREKWENTIEANALYSE VAN MEER COMPLEXE SIGNALLEN

In FIG. 5 is het signaal van FIG. 1 en FIG. 2 tegelijkertijd weergegeven.

In FIG. 6 is het daarbij behorende spectrum van FIG. 5 afgebeeld.

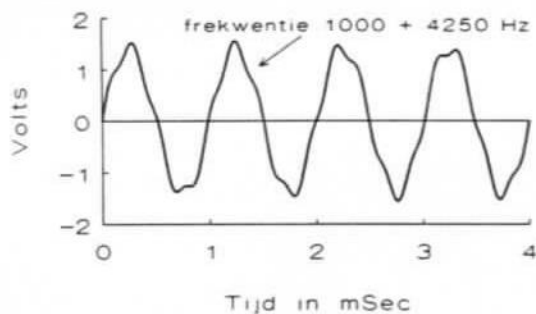


FIG. 5

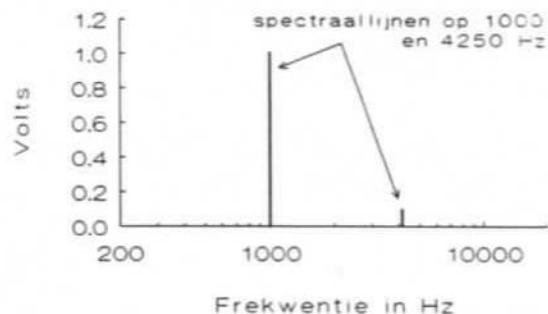


FIG. 6

In FIG. 5 is nog steeds de basisgolfvorm van 1000 Hz te zien, echter de invloed van de golfvorm van 4250 Hz is duidelijk te zien ook al is deze 1/10 van de sterkte. De basisgolfvorm wordt vervormd weergegeven.

In FIG. 6 is te zien dat er nu twee spectraallijnen zijn. Eén op 1000 Hz en één op 4250 Hz. De laatste met 1/10 van de sterkte.

Omdat in de geluidstechniek vaak veel grotere sterkteverschillen dan 1 : 10 aanwezig zijn wordt meestal een andere verticale schaal toegepast. Deze schaal wordt in deciBel (dB) of dBV aangegeven. Op deze dB-schalen kunnen gemakkelijk sterkteverschillen van een faktor 10000 of meer worden afgebeeld. + of - 6 dB = faktor 2 groter of kleiner, 20 dB = faktor 10, 40 dB = faktor 100, 60 dB = faktor 1000. In komende afbeeldingen wordt meestal een schaal van 80 dBV = faktor 10000 toegepast.

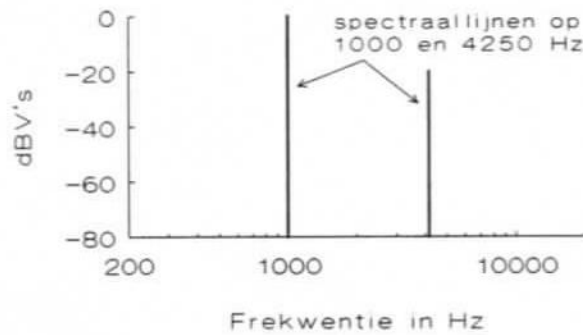


FIG. 7

FIG. 7 is identiek aan FIG. 6 met dit verschil dat de verticale schaal in FIG. 7 nu in dBV's is weergegeven.

MUZIEKSIGNALLEN

Op volgende pagina's en FIG. 25 t/m 28 zijn een aantal signalen weergegeven van willekeurig gekozen muziekinstrumenten. Zowel het tijdsignaal als het frekwentiespectrum is afgebeeld.

Bij een aantal instrumenten is duidelijk het sinusvormige gedrag daarvan zichtbaar. B.v. FIG. 8 en FIG. 10. Andere daarentegen hebben een veel complexer gedrag. Alle frekwentiespectra zijn in ieder geval complexer dan die van FIG. 7.

ELK INSTRUMENT KLINT HETZELFDE ?

Wanneer eenzelfde toon van verschillende muziekinstrumenten ontfaan zou worden van sub -en hogere harmonischen zou er geen verschil waarneembaar zijn tussen deze instrumenten.

Een voorbeeld is hierna in FIG. 8 en FIG. 9 afgebeeld.

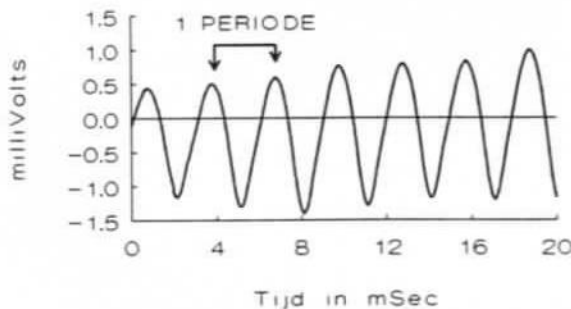


FIG. 8

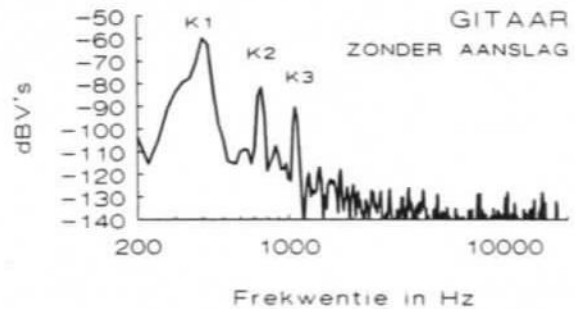


FIG. 9

In FIG. 8 is uitsluitend de toon van een gitaar weergegeven met daarnaast in FIG. 9 het spectrum daarvan. In de afbeelding van het spectrum is aangegeven wat de grondtoon is (K1), de 2e harmonische (de dubbele frekwentie daarvan K2), K3, enz..

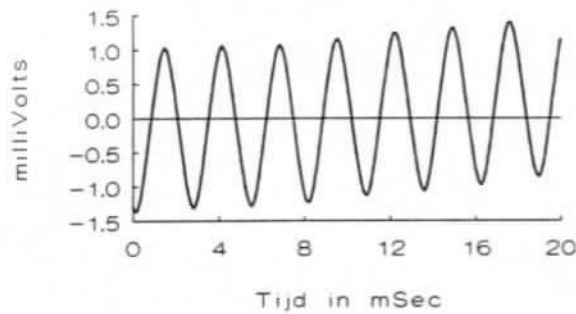


FIG. 10

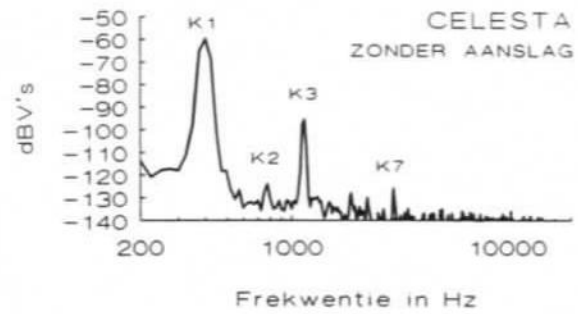


FIG. 11

In FIG. 10 is hetzelfde gedaan voor een Celesta. Voor beide tonen geldt dat deze zijn weergegeven nadat de aanslag voorbij was.

Duidelijk is te zien, met name uit FIG. 8 en FIG. 10, dat deze tonen redelijk op elkaar lijken. Ook in het frekwentiespectrum is te zien dat er bij beide instrumenten maar weinig harmonischen zijn. Voorstelbaar is wel dat wanneer alle hogere harmonischen van de beide tonen niet aanwezig zouden zijn deze instrumenten identiek zouden klinken en wel gelijk aan een eenvoudige sinus-toon zoals in FIG. 1. Natuurlijk is dit geen werkelijke situatie. Het is onmogelijk een instrument op deze wijze te beluisteren. Elk instrument of stem heeft z'n specifieke kenmerken. Elk instrument klinkt dus verschillend.

De gitaar zal dus uitsluitend met de aanslag kunnen worden beluisterd.

In FIG. 12 en FIG. 13 is deze afgebeeld. Een vergelijking met FIG. 8 en FIG. 9 laat zien dat het spectrum daarvan dan aanzienlijk complexer is.

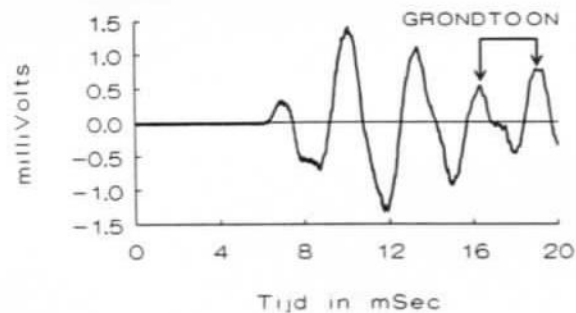


FIG. 12

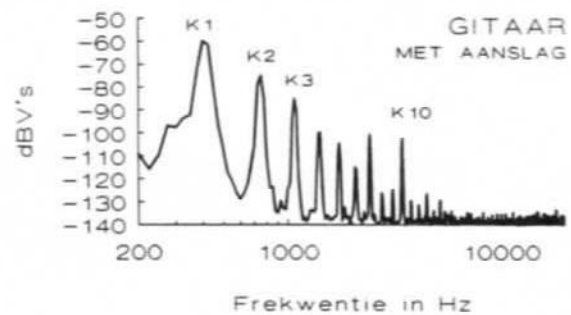


FIG. 13

EEN INSTRUMENT ALS GENERATOR

Omdat in het voor mensen waarneembare frekwentiegebied kennelijk op elk moment elk instrument anders klinkt is een aantal instrumenten electricch vastgelegd om later nauwkeurig te worden geanalyseerd. Dit is gedaan om in eerste instantie een zo eenvoudig mogelijk spectrum van een instrument te kunnen vinden. Dat wil zeggen, gezocht werd naar een spectrum met een duidelijke grondtoon en slechts een paar hogere harmonischen. Op de laatste pagina's zijn een aantal spectra van instrumenten op een willekeurig moment afgebeeld.

De vibrafoon, inclusief de aanslag daarvan, werd gebruikt voor nadere nauwkeurige analyse.

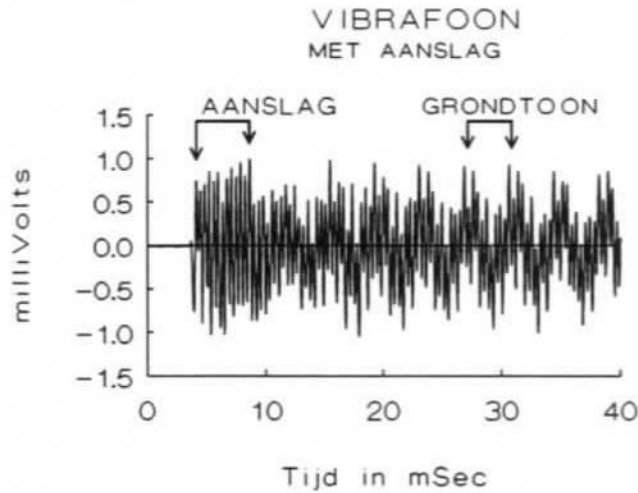


FIG. 14

In FIG. 14 is het tijdsignaal weergegeven van een vibrafoon op het moment van aanslag. Dat betekent dat ook de hogere harmonischen die het gevolg zijn van die aanslag in de analyse verwerkt kunnen worden.

Uit FIG. 14 is te zien dat er eerst een aanslag is en daarna pas een toon. Dit is in deze figuur aangegeven met 'grondtoon'. Het enigszins sinusvormige karakter daarvan is ook nog wel herkenbaar.

Dit signaal werd gebruikt via diverse geleiders en bekeken is of er verschillen in die geleiders waar te nemen zouden zijn en zo ja welke verschillen.

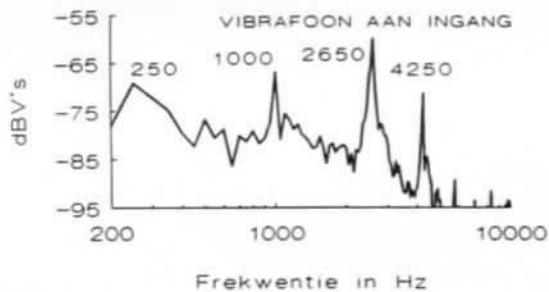


FIG. 15

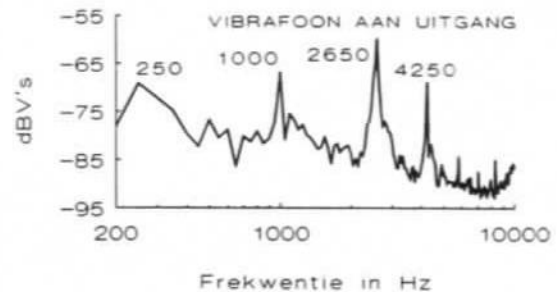


FIG. 16

In FIG. 15 is het spectrum van een vibrafoon afgebeeld aan de ingang van de kabel en in FIG. 16 hetzelfde aan de uitgang. Duidelijk is te zien dat de frekwentiegebieden beneden 4000 Hz identiek zijn, maar met name bij de frekwenties boven 4 à 5000 Hz verschillen zichtbaar zijn.

Wordt het gebied boven 4000 Hz in detail bekeken dan ontstaan FIG. 17 en FIG. 18.

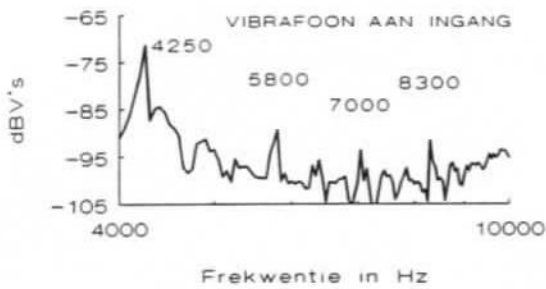


FIG. 17

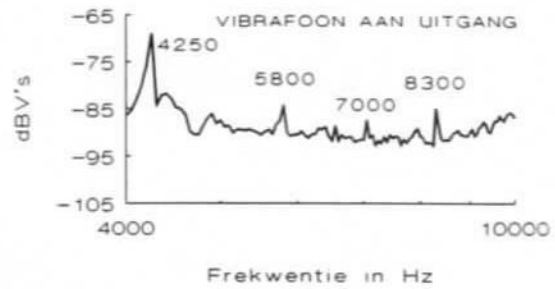


FIG. 18

In FIG. 18 zijn een aantal duidelijk zichtbare verschillen ten opzichte van FIG. 17 waar te nemen.

- 1 : Hogere harmonischen van het signaal uit FIG. 18 zijn minder duidelijk ten opzichte van elkaar te onderscheiden dan die van FIG. 17. Dit is dus een fundamentele verandering in de klank van het instrument.
- 2 : Op plaatsen waar géén frequenties aanwezig mogen zijn zijn deze er wel. De verbinding maakt er dus iets bij. Gehoormatig zou dit vertaald kunnen worden in het zogenaamd meer aanwezig zijn van details.
- 3 : Hogere harmonischen aan de uitgang (5800, 7000 en 8300 Hz) zijn luider dan die aan de ingang. Dit verschil is een aantal dB's. Sommigen zouden zeggen: de muziek klinkt scherper. Anderen zouden zeggen dat er meer details zijn. In werkelijkheid zijn de details dus luider ten opzichte van het originele signaal. Met ander woorden een accent in de muziek. De verbinding is niet neutraal.

GROTER IS BETER

Omdat bij het onderzoek gebleken is dat voor continue (eenvoudige) signalen geen of nagenoeg geen verschillen op deze manier zijn waar te nemen is gezocht naar een signaal dat èn een kortstondig karakter (impuls) èn een voorspelbaar (wiskundig gedefinieerd) spectrum heeft èn ook nog reproduceerbaar op elk moment.

Dit signaal is afgebeeld in FIG. 19 en het spectrum daarvan in FIG. 20.

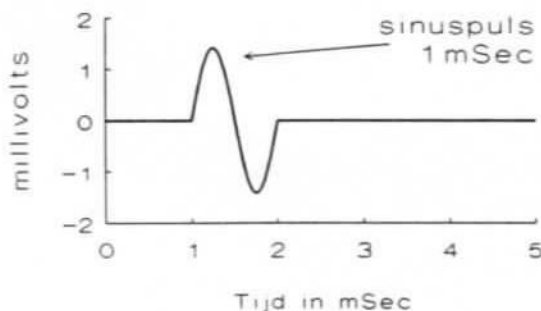


FIG. 19

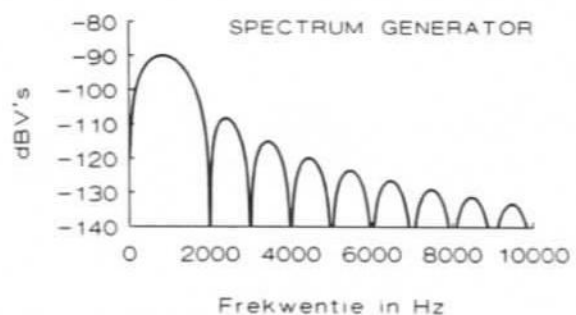


FIG. 20

Het signaal afgebeeld in FIG. 19 is een sinusvormig signaal dat slechts één periode aanhoudt. Het spectrum daarvan is nauwkeurig bekend en eventuele veranderingen daarin zijn nauwkeurig en eenvoudig vast te stellen.

Een twintigtal verschillende geleiders (merk, prijs) werden, wat betreft de geleiding, met het signaal als boven beproefd. Een aantal daarvan, met opvallende verschillen, zijn afgebeeld in FIG. 21 en FIG. 22.

De verschillen in de geleiding zijn gemakkelijk af te leiden uit deze afbeeldingen. Het oorspronkelijke signaal, de generator, is in dezelfde figuren gestippeld afgebeeld. Gekozen is hierbij voor zacht(klein) signaal.

Uit FIG. 21 wordt duidelijk dat bij sommige (de meeste) geleiders niet alleen de hogere harmonischen luider zijn maar dat er ook in de verhouding van de sterkte van de diverse frekwenties wijzigingen optreden.

In FIG. 22 is een uitvergroot gedeelte van de diverse spectra weergegeven. Daarin is een en ander nog duidelijker zichtbaar.

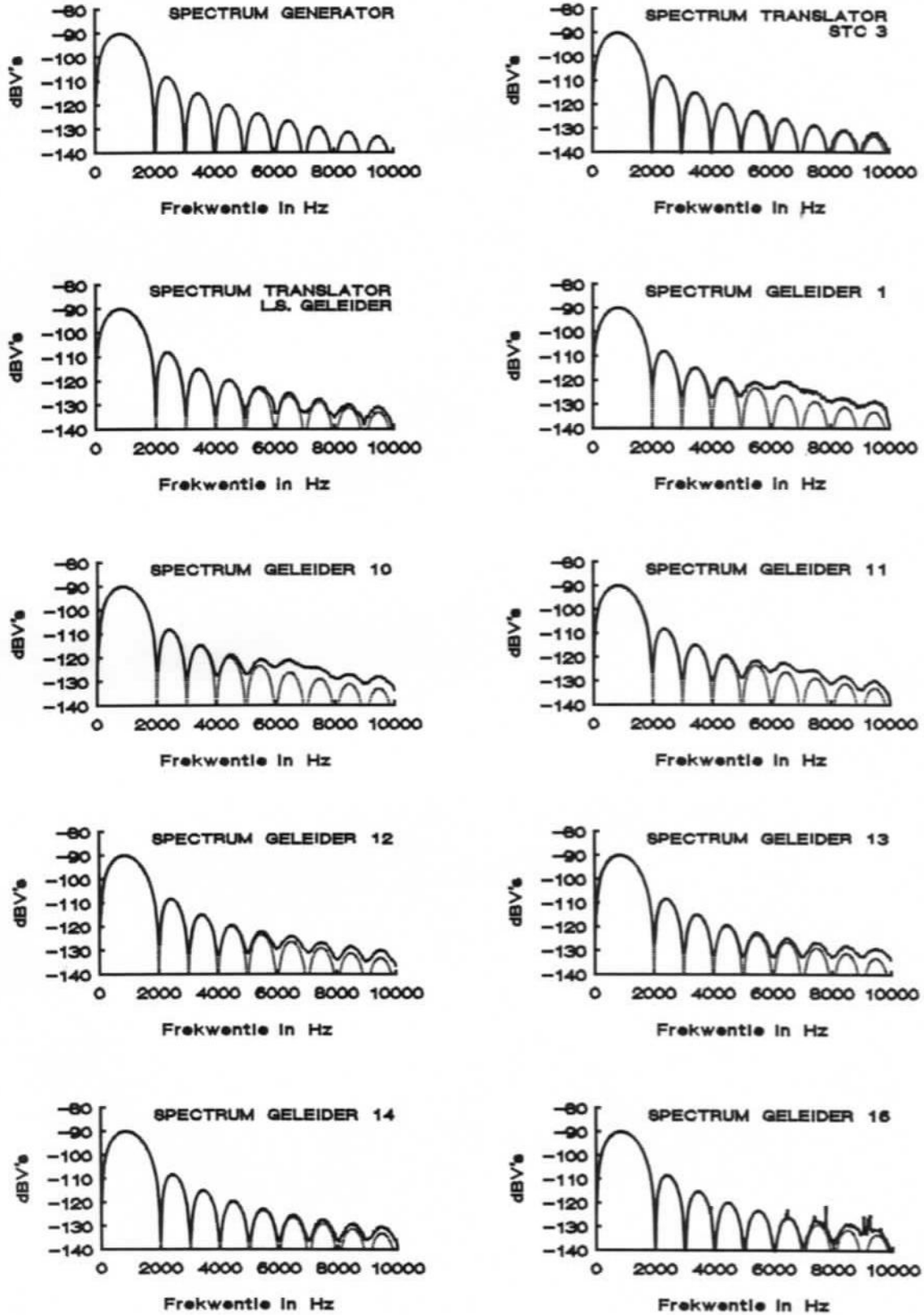


FIG. 21

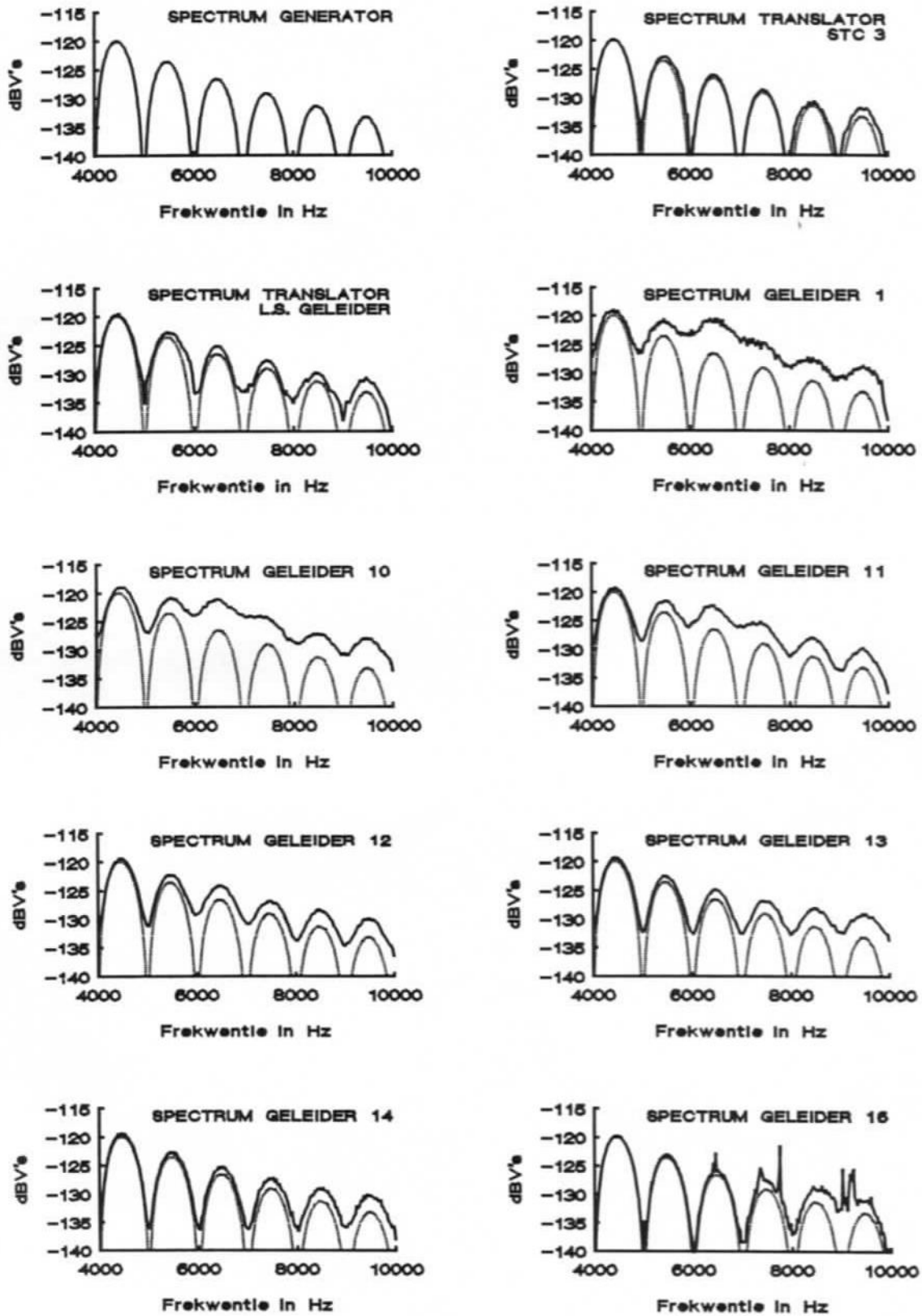


FIG. 22

Omdat bij eerdere proeven met grotere signalen (stromen) geen veranderingen in spectra werden vastgesteld, werd een aantal spectra opgenomen met verschillende sterktes. Een afbeelding met verschillende signaalsterktes wordt in FIG. 23 weergegeven. Op de horizontale as wordt normaal de frekwentie weergegeven en op de verticale as de sterkte van het signaal. Op de derde naar achteren lopende as zijn twintig verschillende niveaus weergegeven. Duidelijk is hierin te zien dat het signaal minder wordt aangetast naarmate het signaal sterker wordt.

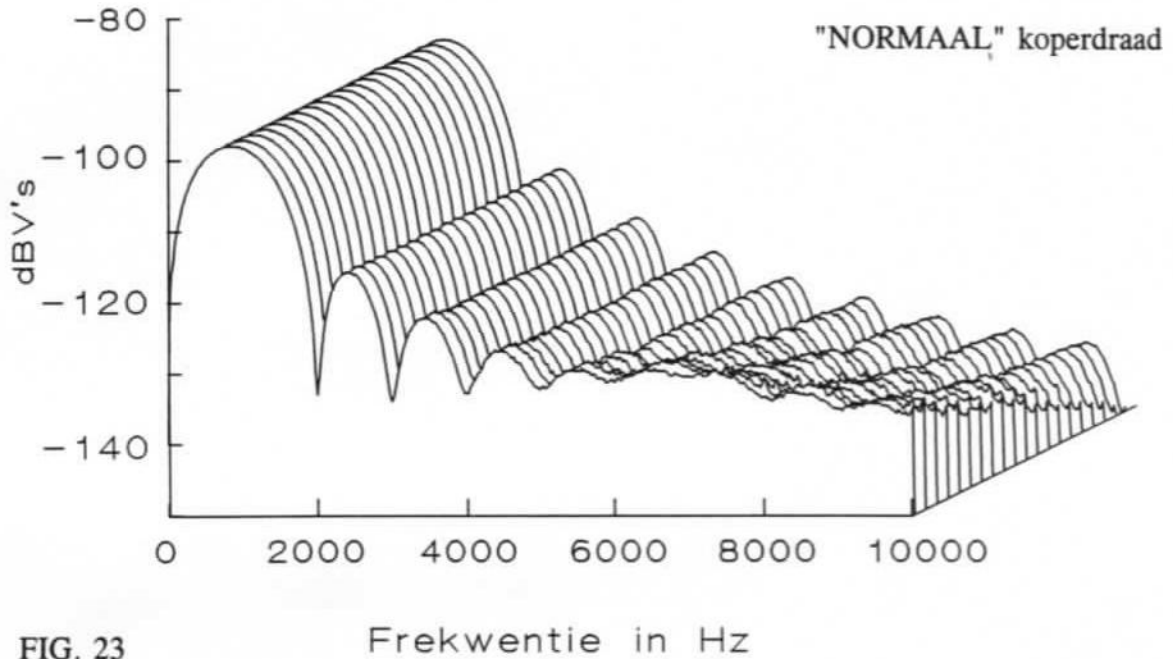


FIG. 23

FIG. 23 geeft het 'dynamisch' gedrag van een bekende verzilverde geleider weer. (geleider 10)

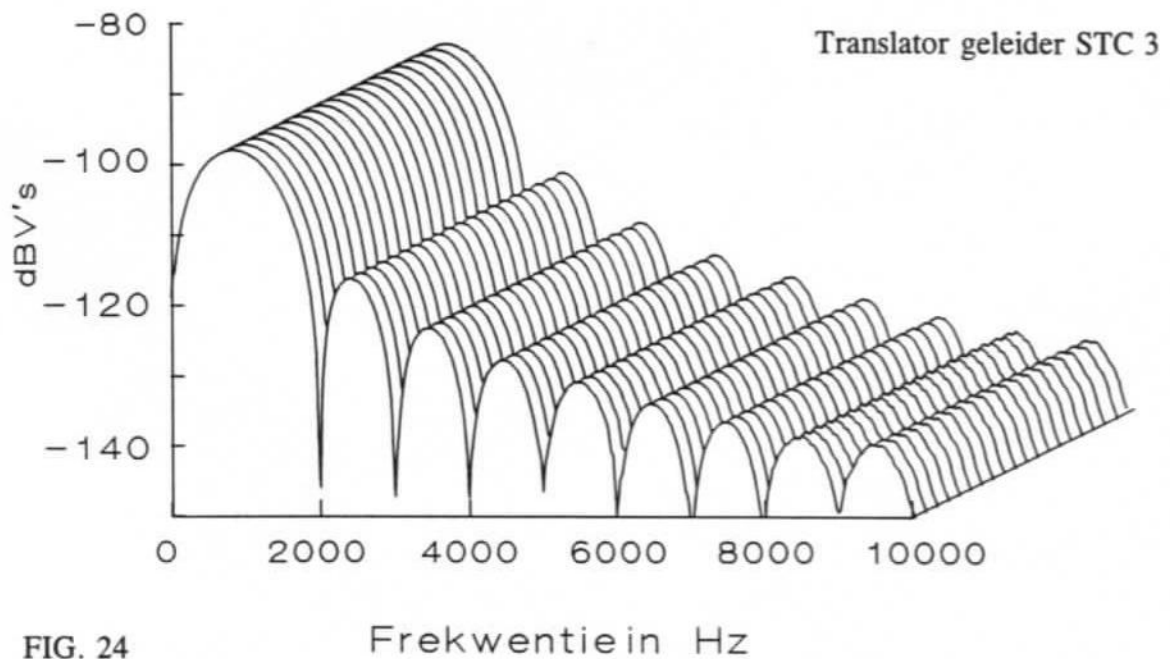


FIG. 24

FIG. 24 geeft het 'dynamisch' gedrag weer van de Translator STC 3 geleider.

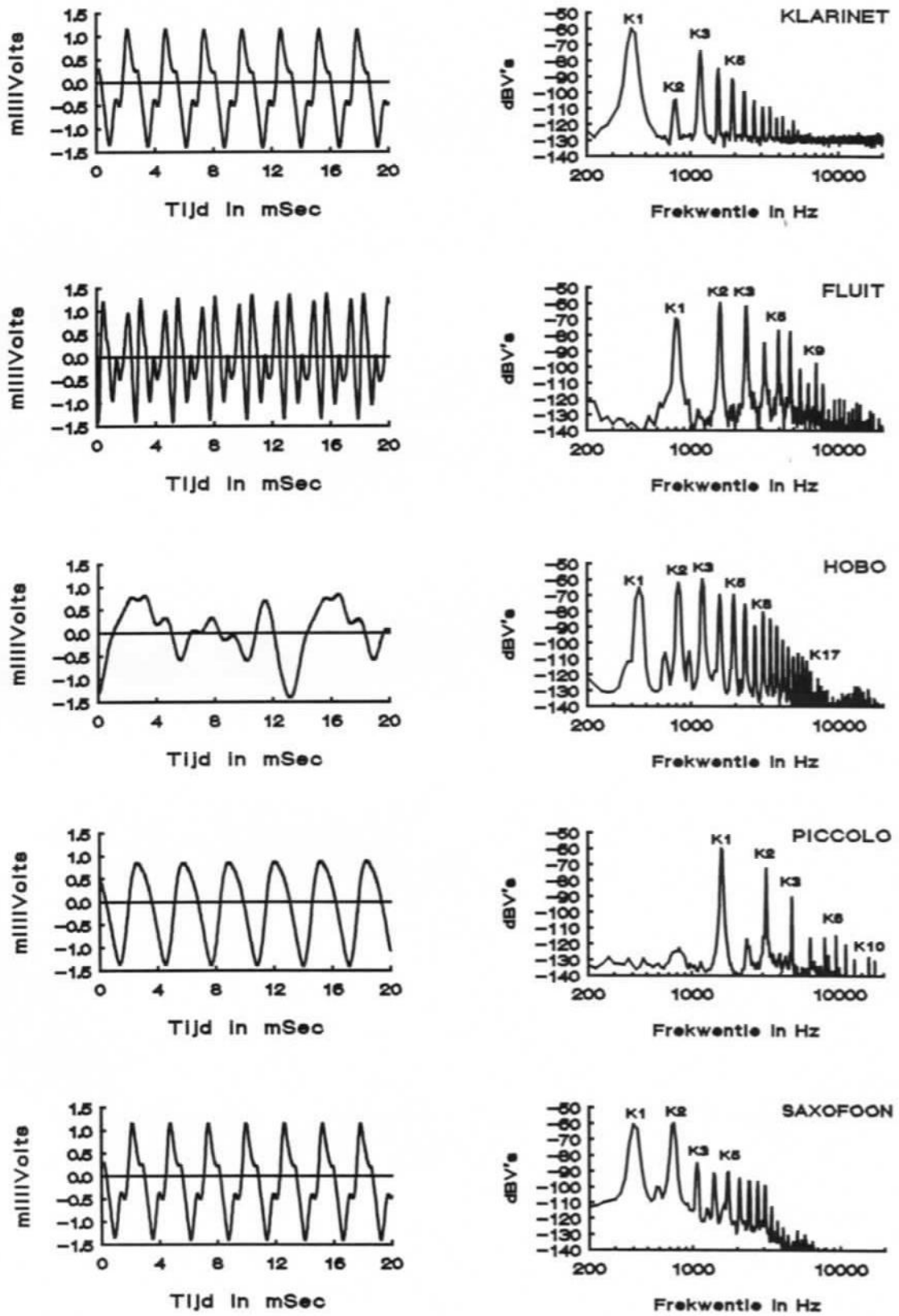


FIG. 25

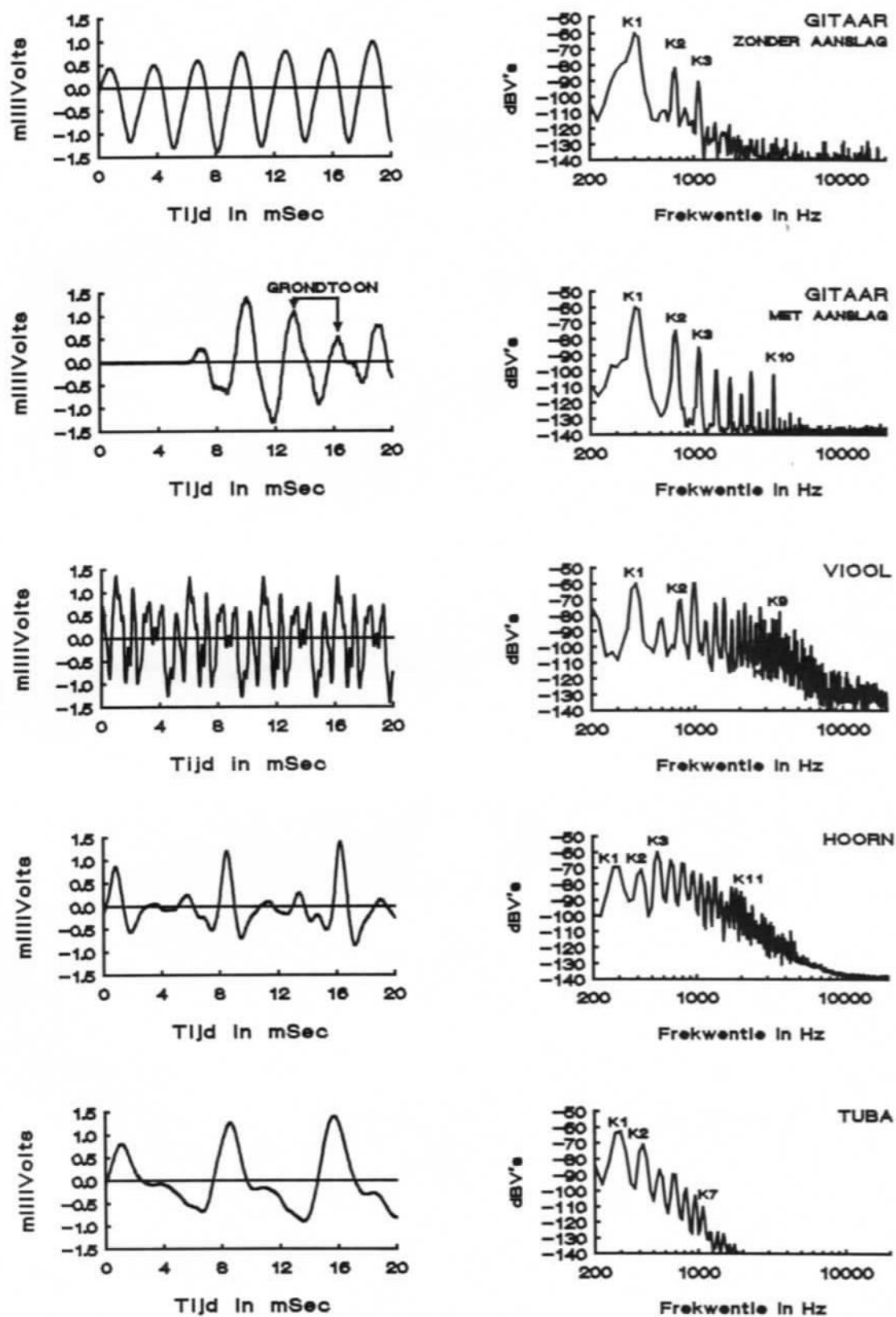


FIG. 26

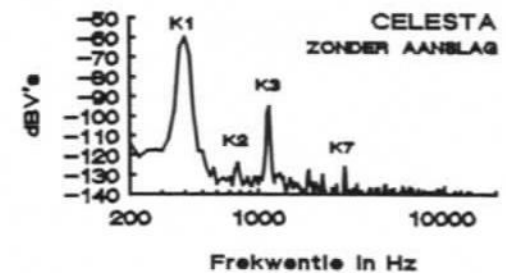
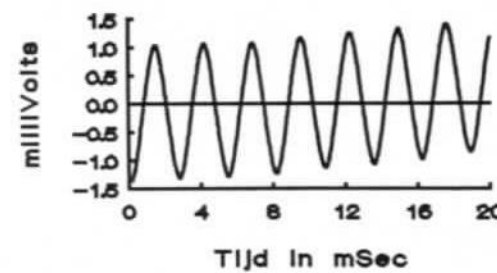
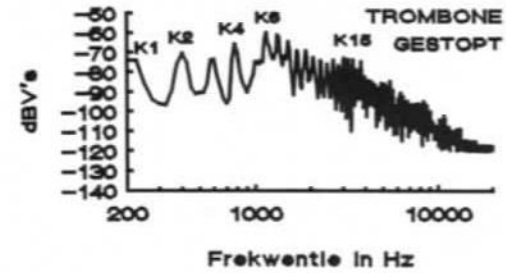
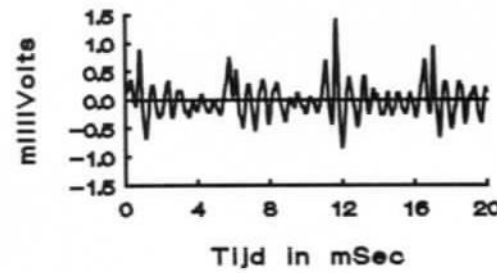
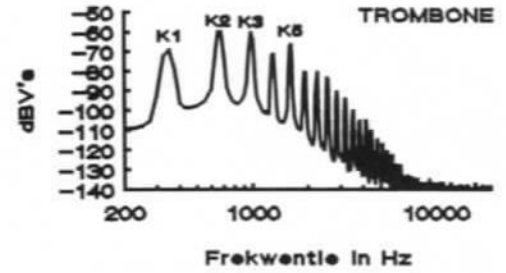
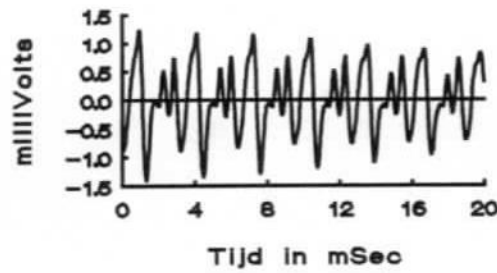
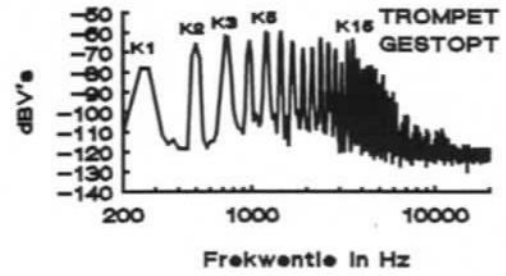
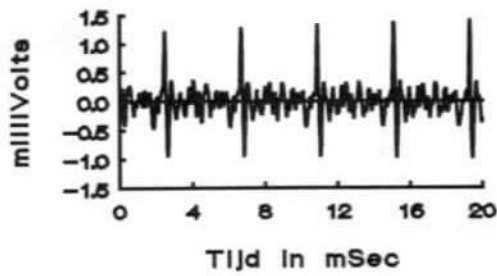
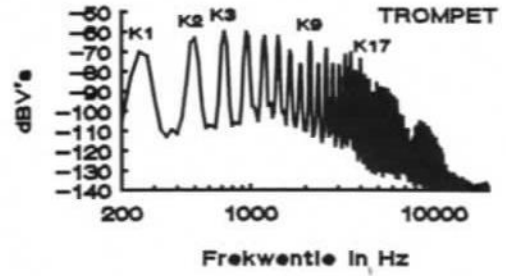
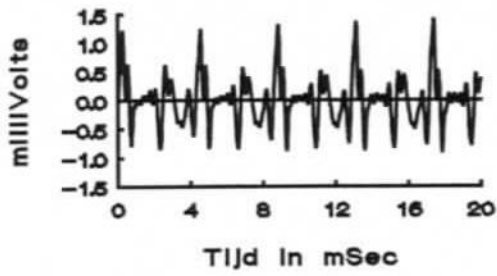


FIG. 27

CONCLUSIE

Naar aanleiding van de metingen die gedaan zijn aan de diverse geleiders met verschillende niveaus kan worden geconcludeerd dat de kwaliteit van de overdracht van vooral kleine signalen ook wordt beïnvloed door het materiaal zelf. Uit ervaring is bekend dat een en ander te maken heeft met de keuze van het materiaal en de manier waarop het materiaal wordt behandeld.

Uit FIG. 21 en FIG. 22 blijkt:

De spectra van de geleiders TRANSLATOR STC3, Geleider 12, Geleider 13 en Geleider 14 zijn het meest nauwkeurig in vergelijking met dat van de generator. Met het synthetisch opgewekte signaal was de STC 3 het meest precies. De geleiders zijn alle zogenaamde geëxtrudeerde geleiders.(8)

Geleider 16 is precies van 0 - 6000 Hz. Bij kleine signalen werden de details beïnvloed door de slechte afscherming.

De TRANSLATOR L.S. geleider is heel nauwkeurig ofschoon dit geen geëxtrudeerd materiaal is. De keuze van de geleider, het voorzichtig ermee omgaan tijdens de productie en het zorgvuldig behandelen van dit materiaal tijdens verdere behandeling geeft dit materiaal de kwaliteiten die noodzakelijk zijn voor nauwkeurige overdracht van details in muzieksignalen.

De spectra van de geleiders 1, 10 en 11 lijken veel op elkaar ofschoon de manier waarop zij de hogere frekwenties weergeven verschillend is. Geleider 10 was een kostbare en goed uitzijnde kabel.

VERKLARING VAN UITDRUKKINGEN

- (1) Q-faktor van een systeem is een grootte die wordt uitgedrukt in een getal. Het getal van de Q-faktor geeft aan in welke mate een systeem natrilt als het muzieksignaal plotseling start en/of stopt. Als b.v. de Q-faktor van een systeem het getal 2 is, betekent het ook dat het systeem bij de resonantiefrequentie 2 maal zoveel energie afgeeft. Een getal van 0,5 (de helft van de energie) is per definitie non-resonant en geeft dus geen extra kleuring van het signaal.
- (2) Frekwentiekarakteristiek van een systeem is een lijn die de hoogte van alle frequenties in een systeem verbindt. Voor een nauwkeurige overdracht moet de frekwentiekarakteristiek 'recht' zijn. D.w.z. dat alle frequenties niet t.o.v. elkaar worden verzwakt of versterkt. Voor de fasekarakteristiek geldt hetzelfde alleen gaat het hier om mogelijke afwijkingen in de tijd.
- (3) Dynamisch gedrag van een systeem geeft het verschil in dB's aan tussen de zachtste en de hardste passages. Een dynamisch bereik van 20 dB geeft een verschil aan van een faktor 10. 40 dB een faktor 100, 60 dB een faktor 1000 en 80 dB een faktor 10.000.
- (4) Vervorming wordt meestal gegeven in procenten. Het getal geeft de verhouding aan tussen de grondtoon en de hogere harmonischen, die niet in het originele signaal aanwezig zijn.
- (5) Kastkleuring ontstaat als delen van de luidsprekerkast gaan trillen. Deze trillingen zijn niet in het originele signaal aanwezig en geven dus een 'kleuring' van het geluid.
- (6) De vorm van de luidsprekerkast kan oorzaak zijn van toevoeging van energie aan de oorspronkelijke energie.
- (7) Luidsprekereenheden zijn een onderdeel van een luidsprekersysteem. Voor de hoge frequenties worden zij ook wel tweeter genoemd, voor de middenfrequenties midrange of squaker en voor de lage tonen woofer.
- (8) Geëxtrudeerd materiaal wordt verkregen door middel van het persen van o.a. metaal door kleine gaatjes. Normaal geleidermateriaal wordt verkregen d.m.v. het trekken door een treksteen. Dit kan snel en ruw gebeuren (10% of meer per keer) of langzaam en voorzichtig (minder dan 5 % per trekbewerking).

Voor meer informatie over dit rapport:

Translator Nederland
Grootzeil 9
3891 KH Zeewolde

Telefoon: 03242-4995
Fax: 03242-5332

