

Hogeschool voor de Kunsten Utrecht 

**EMMA**  
EUROPEAN MEDIA MASTER OF ARTS

# **“De subwoofer in muzikaal en technisch perspectief”**

**“De functie van de subwoofer binnen een hedendaagse 5.1  
popmuziekproductie en de invloeden van Dolby Digital en DTS hierop”**

**Bob Sandee MA 2005 / 2006  
Hogeschool voor de kunsten Utrecht  
S&MT**

Thesisbegeleiding: Eelco Grimm

# Inhoudsopgave

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Voorwoord.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>English summary.....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>Hoofdstuk 1: Inleiding.....</b>                                      | <b>5</b>  |
| 1.1 De opbouw.....  | 5         |
| <i>Artistieke invalshoek</i>  |           |
| <b>Hoofdstuk 2: 5.1 Muziekmixage.....</b>                               | <b>6</b>  |
| 2.1 Het LFE-kanaal.....   | 6         |
| 2.2 Het centerkanaal.....   | 6         |
| 2.3 Downmix.....  | 7         |
| 2.4 Surroundkanalen.....  | 7         |
| 2.5 De ‘perfecte’ surroundmix voor muziek.....                          | 7         |
| 2.5.1 ‘In de band’.....   | 8         |
| 2.5.2 ‘In het publiek’.....   | 8         |
| 2.5.3 ‘Fantasiemix’.....  | 8         |
| <b>Hoofdstuk 3: Onderzoek: het LFE-kanaal in surround-muziek.....</b>   | <b>9</b>  |
| 3.1 Theorie.....  | 9         |
| 3.2 Voorbeelden uit de praktijk.....                                    | 9         |
| 3.2.1 Singer / songwriter productie.....                                | 10        |
| 3.2.2 Album elektronische muziek.....                                   | 10        |
| 3.2.3 Opnames / mixage orkest voor film.....                            | 11        |
| <b>Hoofdstuk 4: Conclusie vanuit artistiek oogpunt.....</b>             | <b>12</b> |
| <i>Technische invalshoek</i>  |           |
| <b>Hoofdstuk 5: 5.1 Muziekmixage.....</b>                               | <b>13</b> |
| 5.1 Surroundpanners.....  | 13        |
| 5.2 Surroundsystemen bij de mensen thuis.....                           | 14        |
| 5.3 Surroundsystemen in de studio.....                                  | 14        |
| <b>Hoofdstuk 6: Bass management.....</b>                                | <b>16</b> |
| 6.1 De werking.....   | 16        |
| 6.2 Verschillende soorten bass management.....                          | 16        |
| 6.3 Waarom bass management?.....  | 17        |
| <b>Hoofdstuk 7: Dolby Digital.....</b>                                  | <b>18</b> |
| 7.1 Instellingen.....   | 18        |
| 7.2 Aandachtspunten bij het coderen.....                                | 19        |
| <b>Hoofdstuk 8: DTS.....</b>  | <b>21</b> |
| 8.1 Instellingen.....   | 21        |
| 8.2 Aandachtspunten bij het coderen.....                                | 21        |
| <b>Hoofdstuk 9: Onderzoek: Dolby Digital en DTS in de praktijk.....</b> | <b>22</b> |
| 9.1 De invloed van Dolby Digital op het LFE-kanaal.....                 | 22        |
| 9.2 De invloed van DTS op het LFE-kanaal.....                           | 28        |
| 9.3 Bass management in de praktijk.....                                 | 29        |
| <b>Hoofdstuk 10: Conclusie vanuit technisch oogpunt.....</b>            | <b>30</b> |
| <b>Bronnen.....</b>   | <b>31</b> |

## Voorwoord

Er zijn diverse personen die mij geïnspireerd hebben in het verleden. Bij deze mijn dank aan hen. In eerste instantie bedank ik Tijmen Zinkhaan, die mij bijna twee jaar geleden kennis heeft laten maken met het in surround mixen van muziek. Tijdens deze lessen zijn er zoveel vragen in mij naar boven gekomen, waar niet zomaar een antwoord op te geven was. Deze vragen hebben mij aangezet tot het schrijven van deze thesis en het doen van het onderzoek. Ook wil ik mijn docent en begeleider Eelco Grimm bedanken voor de inspiratie en het sturen van mij in de juiste richting. Hij gaf mij de aanzet om dingen zelf dieper uit te willen zoeken. Dit was erg leerzaam! Tot slot wil ik vier muzikanten bedanken die mijn projecten hebben gemaakt tot wat het is geworden: Nout Huijs voor het componeren van geweldige tracks en het aanleveren van het geluidsmateriaal van 13 tracks. Erik Siegel voor het componeren van 5 erg mooie liedjes en het inspelen van de piano-, bas-, gitaar-, en zangpartijen. Luc van Gaans voor het terplekke verzinnen en het inspelen van de trompetpartijen. En tot slot: Frans van der Burgt, bedankt voor het inspelen van de drumpartijen en het lenen van je microfoons!

Roosendaal, 6 augustus 2006. Bob Sandee.

## English summary

This thesis is about the subwoofer. Almost everybody has a home theatre system with a subwoofer in their living room, but there aren't many people who know what the path of the signal is from studio to the subwoofer in the living room.

The engineers in surround studios most of the time don't hear the mix on satellite speakers. They only mix on a full range monitoring system. If engineers also could listen to the mix on a home theatre system, maybe the surround mixes should sound better than they already do.

The carrier for surround sound which is used most of the time, is the dvd. A dvd contains Dolby Digital or DTS compressed sound. The main question of my technical research is: "What are the influences of Dolby Digital and DTS encoding on the LFE-channel?"

Besides the technical influences there is an aspect which is maybe even more important to the LFE-channel in a 5.1 surround mix. It is the artistic point of view on a music mix. Some questions for example:

"What are the possibilities of the use of the LFE-channel in a 5.1 surround music mix?"

"What is the value of the use of the subwoofer in a surround music mix?"

The main purpose of this thesis is to let engineers think about the use of the LFE-channel in a 5.1 surround mix and that there is a lot to know before creating a Dolby Digital or DTS file.

## Hoofdstuk 1: Inleiding

In deze thesis staat de subwoofer centraal. De subwoofer bij de mensen in de huiskamer wel te verstaan. Bijna iedereen heeft tegenwoordig wel een home theatre systeem in zijn of haar huiskamer, maar weinig mensen staan er bij stil wat voor pad het signaal dat de subwoofer in gaat heeft afgelegd voordat het in de huiskamer te horen is.

In surround muziekstudio's wordt slechts zelden stilgestaan bij het feit dat de mix in het merendeel van de gevallen op kleine satelliet speakers gedraaid zal worden. Als hier meer rekening mee gehouden zou worden, zouden de surroundmixen misschien wel nog beter klinken.

De meest gebruikte geluidsdrager voor surround geluid is de dvd. Deze bevat of Dolby Digital of DTS gecomprimeerd geluid. De hoofdvraag van mijn technische onderzoek luidt dan ook: "Wat zijn de invloeden van Dolby Digital en DTS op het LFE-kanaal?"

Naast de techniek speelt er bij muziek een ander aspect een grote rol. Namelijk de muzikaliteit of artisticeiteit. Wat is er bijvoorbeeld allemaal mogelijk met het LFE-kanaal binnen muziek? Biedt het LFE-kanaal wel een meerwaarde in een surround muziekmix?

Het doel van deze thesis is om de engineers stil te laten staan bij het gebruik van het LFE-kanaal binnen een 5.1 surround muziekmix en dat er een hoop kennis nodig is voor het creëren van een Dolby Digital of DTS bestand.

### 1.1 De opbouw

Omdat er twee totaal verschillende invalshoeken zijn, namelijk de artistieke en de technische heb ik ervoor gekozen deze thesis in twee gedeeltes te splitsen. Twee thesissen in één zou je kunnen zeggen. De opbouw is als volgt:

#### **Artistieke invalshoek:**

Hoofdstuk 2: *Hier worden de belangrijke aspecten en de mogelijkheden van 5.1 muziekmixage beschreven.*

Hoofdstuk 3: *De complete beschrijving van de drie surroundprojecten waarin de subwoofer centraal staat.*

Hoofdstuk 4: *Conclusie en aanbevelingen vanuit artistieke invalshoek.*

#### **Technische invalshoek:**

Hoofdstuk 5: *Technische feiten over 5.1 muziekmixage.*

Hoofdstuk 6: *Uitleg over bass management.*

Hoofdstuk 7: *Uitleg over Dolby Digital*

Hoofdstuk 8: *Uitleg over DTS*

Hoofdstuk 9: *Het verslag van het technische onderzoek*

Hoofdstuk 10: *Conclusie en aanbevelingen vanuit technisch oogpunt.*

## Hoofdstuk 2: 5.1 Muziekmixage

Er zijn veel discussies omtrent muziekmixage in het algemeen. Altijd zal men tot de conclusie komen dat dit onderwerp heel persoonlijk is. Iedereen heeft een eigen visie en mening. Dit was al zo in de tijd dat alles mono werd gemixt. Stereo bracht een hoop verandering en er is in de loop der tijd een soort standaard ontstaan in het klankbeeld van de popmuziek. Men zou bijvoorbeeld het laag nooit extreem een kant op pannen en het hoog is meestal vrij breed in het stereobeeld geplaatst.

Met de komst van 5.1 gemixt geluid is er weer van alles mogelijk en is het duidelijk merkbaar dat er zich nog geen echte standaard heeft ontwikkeld. De mixen die tot nu toe gemaakt zijn kan men wel onderscheiden in verschillende categorieën zoals: ‘in de band’ of ‘in het publiek’, maar ook een fantasiemix komt voor, waarin niets geplaatst is in het panoramabeeld zoals het ‘in het echt’ zou klinken.

### 2.1 Het LFE-kanaal

De subwoofer binnen een 5.1 surround systeem heeft twee doelen. Namelijk het weergeven van de LFE (Low Frequentie Effects) en het weergeven van het laag van alle speakers onder een ingestelde frequentie in een bass management systeem.

Het LFE-kanaal is oorspronkelijk bedacht om in de bioscoopzaal een extra punch te geven aan het geluid van de film. De subwoofer staat precies 10 decibel harder ingesteld dan elke andere speaker, zodat de totale geluidsdruk op kan lopen tot nog eens 10 decibel boven de som van de vijf speakers.

Net zoals bij de rest van de speakers is het helemaal aan de producer of engineer hoe hij of zij de subwoofer binnen een mix gebruikt. In tegenstelling tot bij filmmixage wordt de subwoofer binnen een 5.1 muziekmix minder vaak gebruikt. Het is natuurlijk alles behalve verplicht om een bepaalde speaker te gebruiken. Vaak wordt er voor gekozen om de subwoofer niet te gebruiken, omdat deze in een bass management systeem al aangestuurd wordt door de desbetreffende versterker. Bij filmmixage wordt de subwoofer gebruikt voor de sublaag effecten (LFE) die over de rest van de speakers niet weergegeven kunnen worden.

### 2.2 Het centerkanaal

Met de komst van surround is ook de centerspeaker geïntroduceerd. In eerste instantie heeft men deze in een surroundsysteem geplaatst om in een grote ruimte, waarin een centerbeeld door middel van stereo niet mogelijk was, toch een center te creëren. Dit systeem dat in de bioscoopzalen begonnen is, is langzaam overgewaaid naar de huiskamer. Ook in de huiskamer is de centerspeaker in het grote deel van de gevallen te vinden op of onder het midden van het beeldscherm. Dit komt doordat in filmmixage al wel een soort standaard manier van mixen is ontstaan, waarin alle dialogen altijd naar de centerspeaker worden gemixt.

Maar hoe zit dat dan met muziekmixage in surround? Daar is niet zomaar een antwoord op te geven, want iedere producer of engineer heeft hier zijn of haar eigen visie op. Vaak wordt de centerspeaker in surround muziek gebruikt net als bij film. In dit geval zal de zang alleen over de centerspeaker gemixt worden en niet over de rest. Toch komt het voor dat men kiest voor een imaginair centerbeeld en de zang alleen over de L en R speaker wordt gemixt. Natuurlijk is ook een combinatie van deze twee mogelijk. Op deze manier creëert men een mooi glad frontbeeld. Toch moet hiermee uitgekeken worden, want in een downmix situatie kan er wel eens een kamfilter ontstaan door het optellen van het L en R signaal bij het signaal van de centerspeaker.

### **2.3 Downmix**

Een downmix situatie is een situatie waarbij door de betreffende versterker, receiver of dvd-speler de zes aanwezige kanalen worden teruggebracht naar twee kanalen. Het centerkanaal wordt 3 dB zachter gezet en op de L en R speaker geplaatst. De surroundkanalen worden ook respectievelijk 3 dB zachter gezet en op de L en R speaker geplaatst. Het LFE-kanaal wordt in een downmix situatie vaak genegeerd en zal compleet wegvallen. Als dit niet het geval is, wordt deze ook naar de L en R speaker gestuurd, met als resultaat dat deze bijna niet meer waarneembaar is. In de praktijk staat een subwoofer namelijk 10 dB harder afgeregeld dan de rest van de speakers. Het LFE-kanaal zal nu 10 dB zachter te horen zijn uit de twee voorste speakers.

### **2.4 Surroundkanalen**

Ook over het de smaak van hetgeen naar de surroundkanalen gemixt wordt in een 5.1 mix, valt te twisten. De een kiest alleen voor de galm van de instrumenten, terwijl de ander kiest voor een volwaardig scala aan instrumenten. Natuurlijk is dit afhankelijk van de insteek van de persoon die mixt. In het geval van een goede mix is vaak goed nagedacht over een keuze.

Ook bestaat de mogelijkheid dat er is opgenomen met een surround microfoonopstelling. In dit geval worden de signalen van de twee achterste microfoons op de twee achterste speakers geplaatst. Er ontstaat op deze manier een hele natuurlijk klankbeeld. Alsof de luisteraar op dat moment op de plek van de microfoons staat.

### **2.5 De ‘perfecte’ surroundmix voor muziek**

Hoe een 5.1 muziekmix gemaakt moet worden is niet te zeggen, omdat dit afhangt van wat de producer / engineer wil overbrengen. Kort samengevat kunnen er keuzes gemaakt worden uit verschillende eerder genoemde categorieën zoals: ‘in de band’, ‘in het publiek’ of een ‘fantasie mix’. Als deze keuze is gemaakt kan men kiezen wat men met het centerkanaal doet en wat men met de surroundkanalen doet. Of men de subwoofer wel of niet gebruikt is een persoonlijke keuze. Mijn persoonlijke keuze is om het subwooferkanaal wel degelijk te gebruiken, omdat hiermee een extra dimensie aan de mix toegevoegd kan worden in het laag. Dit kan zowel een artistieke keuze als een technische keuze zijn. Over het algemeen zou je kunnen zeggen dat een goede mix er een is waar over na is gedacht.

### **2.5.1 ‘In de band’**

Als een engineer of producer in de mix het wilt laten lijken alsof de luisteraar zich op dat moment in de band bevindt, dan is dit in een surroundmix goed mogelijk. Het is alles behalve gebruikelijk om dit met behulp van een surround microfoonopstelling te doen. Vaak wordt de band op de gebruikelijke ‘close miking’ manier opgenomen, dit wil zeggen: alle microfoons worden zeer dicht op de instrumenten geplaatst om ervoor te zorgen dat er zo weinig mogelijk overspraak plaats zal vinden. Nu is het aan de engineer om ervoor te zorgen dat de instrumenten zodanig gemixt worden alsof hij er tussenin zit. Het is nu mogelijk om bijvoorbeeld de zanger dichtbij vooraan te plaatsen door deze redelijk droog uit de centerspeaker te laten klinken. Het drumstel kan iets verder weg geplaatst worden door middel van galm en iets breder klinken door deze voornamelijk over de links- en rechtsvoor speakers te mixen. De gitaren lenen zich er prima voor om over de surroundkanalen gemixt te worden. De luisteraar zal zich nu midden tussen de muzikanten van de band wanen.

### **2.5.2 ‘In het publiek’**

De ‘in het publiek’ –mix komt voornamelijk voor bij klassieke registraties. Het is bij deze manier van mixen de bedoeling dat de luisteraar zich bij een uitvoering in het publiek waant. Dit wordt bereikt door middel van een surround microfoonopstelling. Er worden in zo’n opstelling vijf microfoons geplaatst. De positie en het type van de microfoons is afhankelijk van de soort opstelling die gebruikt wordt. Als de signalen van deze vijf microfoons naar de vijf speakers in een surround speakersysteem worden gemixt, zal het voor de luisteraar net zijn alsof hij of zij in de zaal zit, op de plek van de microfoonopstelling. Bij de grotere uitvoeringen worden er meestal meer dan vijf microfoons geplaatst. Deze zogenaamde steunmicrofoons ondersteunen sommige secties van bijvoorbeeld een orkest en kunnen naar wens gemixt worden over elk kanaal. Om het geheel realistisch te houden zullen deze extra signalen ‘op hun plek’ in het surroundbeeld geplaatst worden. Het zou natuurlijk ook mogelijk zijn om een extra microfoon voor het LFE-kanaal te plaatsen. Dit is niet gebruikelijk. Als er namelijk extra laag door middel van de subwoofer weergegeven moet worden, dan zal een som van de mix volstaan.

### **2.5.3 ‘Fantasiemix’**

In een fantasiemix is werkelijk alles mogelijk, zolang het maar niet realistisch klinkt. Dit type surroundmix komt vaak voor bij experimentele of elektronische muziek. Het is hier bijvoorbeeld mogelijk om de zang even hard uit alle speakers te laten komen, terwijl de drums alleen over de centerspeaker hoorbaar zijn. Het is vaak ook gebruikelijk om lekker met effecten te ‘spelen’. De in de elektronische muziek vaak gebruikte pingpong delay kan bijvoorbeeld letterlijk om de beurt alle speakers af gaan. Over dit type mix is de gemiddelde luisteraar meestal heel erg te spreken, omdat het overduidelijk is dat het hier om een surroundmix gaat.

## Hoofdstuk 3: Onderzoek: het LFE-kanaal in surround-muziek

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt: “Wat is het nut van het LFE-kanaal binnen een hedendaagse popmuziekproductie?” Om dit te onderzoeken is in theorie uitgezocht op welke manieren het LFE-kanaal in een hedendaagse popmuziekproductie gebruikt kan worden. Deze theorie is in praktijk gebracht in 3 projecten beschreven in 3.2 en uit deze praktijksituaties zal blijken of dit werkt.

### 3.1 Theorie

In theorie is alles mogelijk wat betreft het LFE-kanaal in een surround muziekmixage. Het blijkt echter dat er meestal wordt gekozen voor “wat kick en wat bas” en niet meer dan dit. Terwijl het ook mogelijk is om veel extremere keuzes te maken die artistiek gezien heel goed zouden kunnen werken in een mix. Er zou bijvoorbeeld gekozen kunnen worden om een galmstaart in een break van een muziekstuk naar het LFE-kanaal te mixen en zo een overdonderend effect te bereiken. Maar de vraag is: “Wil de luisteraar wel overdonderd worden of schrikken tijdens het luisteren naar een muziekstuk?” Dat is heel persoonlijk. Ikzelf denk dat het wel degelijk effect kan hebben, als het past binnen het muziekstuk en binnen de mix.

Natuurlijk kan er ook veel subtieler met het LFE-kanaal om gegaan worden binnen een muziekmixage dan binnen filmmixage. Bij film is het meestal de bedoeling om met behulp van een luide knal een schrikeffect tot stand te brengen. Bij muziek zou het LFE-kanaal als ‘extra dimensie’ in de muziek kunnen beschouwd kunnen worden. Het is bijvoorbeeld mogelijk om een lage sinustoon de baspartij een octaaf lager mee te laten spelen, als een soort ondertonen en deze alleen over het LFE-kanaal te mixen. Dit kan zeer goed werken in bepaalde passages in de muziek.

Wel moet er rekening gehouden worden met het feit dat er in sommige afuistersituaties geen LFE-kanaal aanwezig is en dat dit bewust gemixte geluid dus weg kan vallen.

Natuurlijk is er ook de mogelijkheid om het LFE-kanaal niet te gebruiken en een 5.0 surroundmix te maken. De subwoofer wordt in een huiskamersituatie immers toch gevoed door het laag van alle speakers. Dit systeem heet bass management. Meer hierover is te lezen in hoofdstuk 6 (pagina 16).

### 3.2 Voorbeelden uit de praktijk

Om de theorie over surroundmixage in de praktijk te brengen zijn er 3 projecten gedaan:

1. Een popmuziekproductie met voornamelijk akoestische instrumenten, gecomponeerd en gespeeld door een singer / songwriter. De meeste instrumenten op dit mini-album zijn echt.
2. Een popmuziekproductie bestaande uit alleen maar elektronische klanken. Dit is een bestaand album dat oorspronkelijk stereo is gemixt. Alle losse tracks zijn aangeleverd om hiervan uiteindelijk surroundmixen te maken.

3. Orkestopnames en mixage voor film. In dit project heb ik meegewerkt aan de microfoonplaatsing bij de opnames. Tijdens de mixage heb ik aangegeven op welke manier het LFE-kanaal gebruikt zou kunnen worden. Dit is op dat moment uitgetoet en het bleek op sommige momenten dat het artistiek gezien prima werkte.

### **3.2.1 Singer / songwriter productie**

In dit project was het al snel duidelijk dat alleen de kick en de bas in de mixage goed overkwamen op de subwoofer. Dit komt doordat de kick en de bas beide veel lage tonen produceren. Bij de akoestische gitaar was ook veel informatie in het laag aanwezig, maar als deze informatie naar de subwoofer werd gemixt werd het geheel al snel rommelig om te horen. Zeker in combinatie met de kick en / of bas. Ditzelfde geldt ook voor de opname van de vleugel.

Bij een van de tracks is een andere insteek gebruikt. In deze track waren geen bas en drums aanwezig. Enkel akoestische piano, zang en trompet. Alleen de piano bevat lage tonen. Zodra deze naar de subwoofer werden gemixt ontstond er hetzelfde rommelige laag als bij de akoestische gitaar. Om te piano toch te ondersteunen is er nu een synthesizer geluid toegevoegd en enkel naar het LFE-kanaal gemixt. De noten die deze synthesizer speelt zijn exact hetzelfde als de lage noten van de pianopartij. De piano krijgt op deze manier veel “body” en klinkt zeer strak in het laag.

Ook is er van tevoren nagedacht bij het feit dat het geheel een zeer natuurlijk klank mag krijgen. Dit is voor elkaar te krijgen door niet al te luid een zogehete roomtone door de track heen te mixen. Een roomtone is een opname van een ruimte waarin op dat moment geen geluid gemaakt wordt. Toch is er altijd iets van geluid waar te nemen en dit geeft een levendig karakter aan de mix. In het geval van dit project is de roomtone opgenomen in de ruimte waar het drumstel is opgenomen. Dit is gebeurd in een huiskamer met laminaatvloer. Het akoestische karakter van deze kamer is zeer aangenaam en zorgt voor een zeer prettige natuurlijke klank van het drumstel. Deze huiskamer is niet geheel geïsoleerd en dus is er altijd wel achtergrondgeluid aanwezig. Door middel van het mixen van deze roomtone door de track word een zeer levendig karakter bereikt. De mix klinkt niet meer ‘plat’ en niet meer ‘uit een speakerkastje’. Het mixen van deze roomtone naar de subwoofer bleek nutteloos, omdat een gemiddelde subwoofer niet boven de 100 Hz kan weergeven.

### **3.2.2 Album elektronische muziek**

Bij dit project was er geen mogelijkheid om invloed uit te oefenen op de opnames, want de muziek bestond voornamelijk synthese en samples. Het was direct merkbaar dat hier veel stabielere klanken aanwezig waren. Vooral in het laag. De bassen en kicks waren bijna allemaal gesampled en klonken bij elke herhaling exact hetzelfde. Uiteraard is hier ook weer gekozen voor de kick en de bas bij de mixage naar de subwoofer. Bij sommige tracks was het ook goed mogelijk om bijvoorbeeld alleen de kick naar de subwoofer te mixen en de bas enkel over de frontspeakers te laten klinken.

Al met al was het vrij simpel een keuze te maken welke klanken naar het LFE-kanaal konden worden gemixt. Omdat het hier gaat om experimentele muziek was er veel meer artistieke

vrijheid tijdens de mixage. Zo is er bij een track bijvoorbeeld gekozen om in de meeste gedeelten de subwoofer achterwege te laten in de mix. Bij de muzikale uitbarsting van deze track komt de subwoofer er pas in. Op deze manier is het mogelijk om een track een extra “boost” te geven wanneer deze hier om vraagt.

De soundscapes die aanwezig zijn op het originele (stereo) album, kwamen niet helemaal uit de verf. Juist hier was het interessant om bepaalde signalen met veel lage frequenties hard naar het LFE-kanaal te sturen. Je zou het kunnen vergelijken met een spannende scène in een Hollywoodfilm, maar dan op een muziekalbum. Een van de soundscapes eindigt in een enorme climax. Deze climax is extra ondersteund door de synthese bas op het einde van de track hard naar het LFE-kanaal te mixen.

### **3.2.3 Opnames / mixage orkest voor film**

Bij de voorbereidingen van dit project wordt er al rekening gehouden met het LFE-kanaal. Eerst worden er midi-versies van het stuk gemaakt. Deze worden helemaal uitgewerkt met virtuele orkestratie. De baspartij is in deze fase gedubbeld met een sinus-achtige golfvorm met als doel deze te mixen naar het LFE-kanaal. Natuurlijk niet constant, maar alleen als de film daar om vraagt. Het is uiteindelijk de keuze van de producer van het geluid van de film om dit soort artistieke keuzes te maken.

Van de opnames wordt meestal bijna niets naar het LFE-kanaal gemixt. Het bleek wel dat het soms effect had om bijvoorbeeld de pauken of een grote gong naar het LFE-kanaal te mixen om zo het overdonderende effect te bereiken. In dit geval doet het LFE-kanaal zijn naam eer aan; het Low Frequency Effects kanaal.

## Hoofdstuk 4: Conclusie vanuit artistiek oogpunt

Het is moeilijk om een concrete conclusie te verbinden aan iets wat zo abstract is als muziekmixage. Het is in ieder geval duidelijk dat 5.1 surroundmixage voor muziek nog in de kinderschoenen staat en er nog vele ontwikkelingen zullen volgen. Natuurlijk is er in de loop de tijd al een soort van standaard ontstaan, maar als hiervan wordt afgeweken, kijkt men niet raar op.

Als men akoestische of lichte muziek mixt in 5.1 surround is het aan te raden de subwoofer nauwelijks of niet te gebruiken. Als deze wel wordt gebruikt, is dit alleen als extra dimensie in het laag en zal de mix alleen op full range systemen goed tot zijn recht komen.

Bij wat meer experimentele muziek is het gebruik van de subwoofer al wat nuttiger. In dit geval wordt het kanaal net als bij 5.1 filmmixage gebruikt als effectkanaal. In dit geval is het bijvoorbeeld ook mogelijk om met dit kanaal schrikeffecten te bereiken.

Zodra beeld een rol gaat spelen bij een 5.1 mix is het vaak de bedoeling dat je als kijker 100% aandacht vestigt op het product. In dit geval is het mogelijk om met de subwoofer veel extremere dingen te doen in een mix. Hier is het zeer goed mogelijk is om een schrikeffect te bereiken, dit is prima voor elkaar te krijgen door veel overdonderende lage tonen naar het LFE-kanaal te mixen. Als een scène spannend wordt, dan zou een dreigende bastoon uit de subwoofer bijvoorbeeld al wonderen kunnen doen.

Het is voor elke surround-engineer aan te bevelen eens uitgebreid te experimenteren met het LFE-kanaal binnen een 5.1 muziekmix en niet ophouden bij: 'een beetje kick, een beetje bas'. Er is veel te bereiken met dit kanaal, ook al gaat deze gemiddeld maar tot 100 Hz. Doordat 5.1 muziek nog steeds in opkomst is, is er nog steeds geen echte standaard manier van mixen ontstaan. Aan de engineers en producers van nu dit te veranderen.

## Hoofdstuk 5: 5.1 Muziekmixage

Naast de artistieke kijk op een surroundmixage is het ook mogelijk om technisch te bepalen wat goed is en wat niet. Dit hoofdstuk gaat over de technische kant van een 5.1 surround muziekmixage. Wat voor hulpmiddelen bestaan er bijvoorbeeld om een surroundmix te maken? Wat voor systemen zijn er allemaal en hoe gaan we hier mee om?

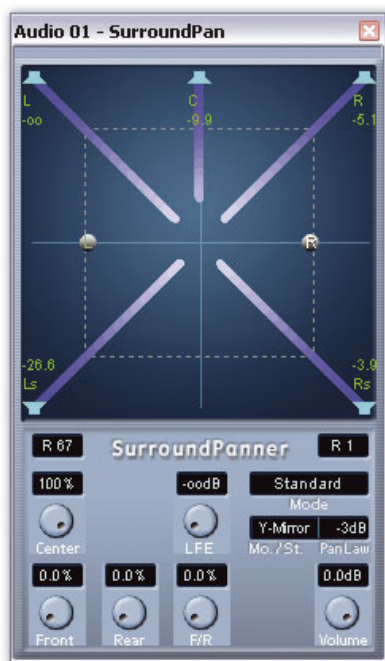
### 5.1 Surroundpanners

Net als bij stereo zijn er in surround ook panners. Bij stereo was het mogelijk om hiermee een positie te bepalen van het brongeluid tussen de linkse en rechtse speaker. Bij surround hebben we te maken met zo'n zelfde panner, alleen noemt men deze logischerwijs een surroundpanner.

Met een surroundpanner is het mogelijk het brongeluid te plaatsen tussen 5 speakers. Dit klinkt vrij eenvoudig, maar dit is het niet. Er zijn immers verschillende vormen van panning namelijk intensiteitpanning en looptijdpanning. Bij een intensiteitpanner wordt er enkel met volumes gewerkt tussen de verschillende speakers. Als men het geluid bijvoorbeeld naar achteren beweegt, zal het geluid steeds zachter uit de voorste speakers klinken.



De surroundpanner uit Emagic Logic 5



De surroundpanner uit Steinberg Cubase SX

Bij een looptijdpanner wordt gewerkt met zogenaamde looptijdverschillen. Als een geluid bijvoorbeeld links gelokaliseerd is, zal in het dagelijks leven het geluid van de bron eerder bij het linkeroor aankomen dan bij het rechteroor. Het gaat hier om zeer kleine tijdsvertragingen. Dit fenomeen wordt gebruikt in een looptijdpanner. Als bijvoorbeeld het geluid in een surroundmix naar de achterspeakers geplaatst is, zal het brongeluid eerder uit de achterspeakers te horen zijn dan uit de voorspeakers. Niet alle surroundpanners zijn even uitgebreid. Zo is die van Emagic Logic de meest eenvoudigste. De surroundpanner van Cubase biedt een hoop meer mogelijkheden, maar ook deze is gebaseerd op intensiteitpanning.



De Martinsound PanMax

Naast de mogelijkheid om in de audiosoftware te pannen, bestaat er ook de mogelijkheid dit hardwarematig te doen. Zo is er een aantal digitale mengtafels, bijvoorbeeld de Yamaha 02R96 die deze mogelijkheid biedt. Maar ook zijn er analoge mengtafels die een surroundpanning mogelijkheid bieden. Ook zijn er standalone automatiseerbare surroundpanners op de markt, zoals de Martinsound PanMax.

## 5.2 Surroundsystemen bij de mensen thuis

Bijna iedereen heeft tegenwoordig wel een home theatre system ofwel home cinema set in zijn of haar huiskamer. Het voordeel van zo'n systeem is dat de speakers meestal zeer compact zijn uitgevoerd en dus overal in huis neergezet of opgehangen kunnen worden. Doorgaans is de vrouw des huizes dolblij met deze kleine zogehete satelliet speakers. Het nadeel van zo'n systeem is dat deze kleine speakers geen laag kunnen weergeven en dit wordt opgelost door middel van de subwoofer, welke meestal onder of achter de bank geplaatst wordt.

Om het te laten lijken alsof er wel laag komt uit de satelliet speakers wordt van de vijf hoofdkanalen het laag afgesneden en deze wordt omgeleid naar de subwoofer. Dit systeem heet bass management en is in vrijwel elke 5.1 consumentenversterker aanwezig.

Het is ook mogelijk om zowel full range speakers als satelliet speakers in één systeem door elkaar te gebruiken. Bijvoorbeeld de linksvoor en rechtsvoor speaker zijn van het full range formaat, wat doorgaans betekent dat deze in staat zijn frequenties al vanaf 40 Hz te kunnen weergeven en de rest van de speakers zijn van het formaat melkpakje. Nu moet het systeem zodanig ingeregeld worden dat bij het links- en rechtsvoor kanaal geen bass management plaatsvindt. Meer over de werking van bass management is te vinden in hoofdstuk 6 (pagina 16)



## 5.3 Surroundsystemen in de studio

Er is een hoofdonterscheid te maken tussen twee soorten geluidsstudio's. Namelijk de postproductiestudio en de muziekstudio. In een postproductiestudio wordt over het algemeen geluid gemixt dat bij beeldmateriaal geplaatst gaat worden. Bijvoorbeeld films, maar ook reclames en televisieprogramma's. In een muziekstudio wordt daarentegen voornamelijk muziek opgenomen en afgemixt. In beide gevallen is het mogelijk dat er een 5.1 surround mixage mogelijkheid bestaat.

In het geval van een surround postproductiestudio gaat het altijd om een discrete 5.1 afuistering. Dit wil zeggen dat alle 6 de kanalen volledig gescheiden zijn van elkaar. In een postproductiestudio is het vaak het geval dat de achterste twee speakers beide 3 dB zachter zijn afgeregeld. Hier dient men wel rekening mee te houden bij het coderen van het signaal voor op de geluidsdrager. In de gevallen van Dolby Digital en DTS is de optie om de twee achterkanalen 3 dB harder te zetten aanwezig. Soms is er in een postproductiestudio ook een Dolby Digital encoder / decoder combinatie aanwezig. Deze zit meestal aangesloten op het hoofd insertiepunt van de mixer of mixagesoftware. Nu is het mogelijk om tijdens de mix te beoordelen hoe het geheel zal gaan klinken als het product op dvd staat. Ook heeft een Dolby Digital decoder de mogelijkheid om een bass management systeem in te schakelen. Dit is de ideale manier om te beoordelen hoe een mix zal klinken bij de mensen thuis.



muziekstudio's waarbij de afuistering wel volledig discreet is. Hier is uiteraard wel een 5.1 muziekmix te maken.

In het geval van een surround muziekstudio is de 5.1 afuistering niet altijd discreet. Als dit niet het geval is, wordt de subwoofer gevoed door het signaal van de twee en soms drie voorste speakers. Dit is afhankelijk van hoeveel kanalen de subwoofer met een filter kan scheiden. Als een muziekstudio op deze manier is ingericht, is er de mogelijkheid om maximaal een 5.0 mix te maken. Men kan nu wel goed beoordelen hoe de mix zal klinken in de huiskamer waar zich meestal een bass management systeem bevindt. Er zijn ook

Om wat voor studio het ook gaat. In alle professionele geluidsstudio's bevinden zich full range speakers; speakers die het gehele frequentiespectrum kunnen weergeven.

## Hoofdstuk 6: Bass management

Bass management, ook wel basomleiding genoemd heeft zijn oorsprong in de versterking van live optredens. Hier wordt het hoog van het laag gescheiden door middel van een crossover. De lage frequenties gaan naar de subwoofers / basspeakers en de hoge frequenties gaan naar de topkasten. Het sublaag wordt apart versterkt. Hier zijn namelijk speciale versterkers voor en zo is men in staat tot het weergeven van een enorme hoeveelheid strakke lage tonen zonder dat het hoog hier elektronisch door beïnvloed wordt. Ongeveer 10 jaar geleden kwam Bose met een vergelijkbaar systeem, maar dan voor in de huiskamer: de bekende melkpakjes plus bijbehorende subwoofer. Dit systeem was net zoals bij live geluid gebaseerd op een crossover. Bass management gaat net een stap verder. De crossoverfrequentie bij bass management is vaak instelbaar, er kan gekozen worden hoeveel van de vijf speakers van het formaat ‘melkpakje’ zijn en het LFE-kanaal moet ook doorgestuurd worden naar de subwoofer en zal ook gefilterd moeten worden op de ingestelde crossoverfrequentie.

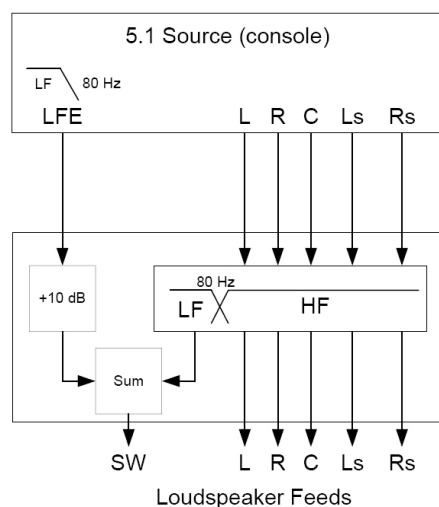
### 6.1 De werking

De werking van bass management is vrij eenvoudig te noemen. Doordat de kleine speakers van een home cinema systeem geen laag kunnen weergeven wordt al het laag onder een bepaalde frequentie naar de subwoofer geleid. In de meeste gevallen is deze frequentie instelbaar variërend van 80 Hz tot 120 Hz, afhankelijk van de grootte van de speakers.

### 6.2 Verschillende soorten bass management

Helaas zijn er zeer veel verschillende algoritmes en filters in de home cinema systemen onderling te vinden. Met als resultaat dat een surroundmix op elke plek anders zal klinken. De engineers in de studio zullen niet weten hoe hun mix in de huiskamer zal klinken. Daarbij komt nog het feit dat het overgrote deel van de mensen thuis hun systeem verkeerd opgesteld en afgeregeld heeft.

Een hoofdonderscheid is te maken in 2 vormen van bass management.



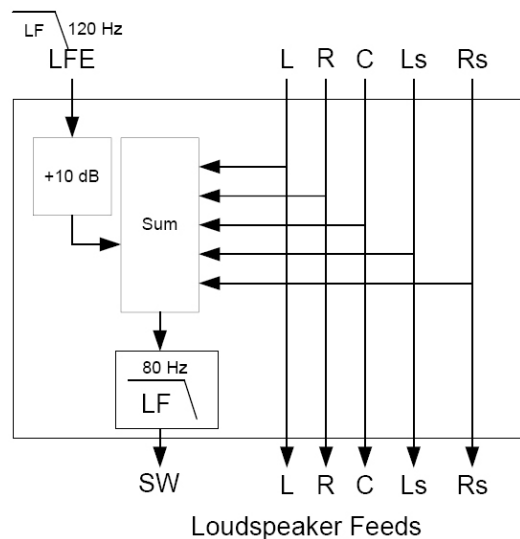
Figuur 6-1 (Bron: www.dolby.com)

Op figuur 6-1 zien we bass management in de vorm zoals het bedoeld is met een in dit geval ingestelde crossover frequentie van 80 Hz.

Eerst wordt het LFE-kanaal gefilterd en er daarna 10 dB bij opgeteld. Nu wordt het laag van de rest van de speakers gescheiden van het hoog op de ingestelde crossover frequentie. Het gefilterde LFE-sigitaal wordt nu opgeteld bij het laag van de rest van de speakers en de uitkomst gaat naar de subwoofer. Het gefilterde hoog van de rest van de speakers gaat nu rechtstreeks door naar de speakeruitgangen.

Op figuur 6-2 zien we een minder goede vorm van bass management.

Eerst wordt het LFE-kanaal gefilterd op 120 Hz en er daarna 10 dB bij opgeteld. Nu worden de signalen van de rest van de kanalen hierbij opgeteld. De som wordt nu gefilterd op de ingestelde crossover frequentie. De rest van de kanalen gaan ongefilterd door naar de speakeruitgangen. Dit heeft als resultaat dat er onbedoeld laag naar alle speakeruitgangen wordt gestuurd.



Figuur 6-2 (Bron: www.dolby.com)

Oorspronkelijk heeft het LFE-kanaal voor bioscoopdoeleinden een bereik tot 120 Hz. Vaak komt het voor in consumentensystemen dat de crossover frequentie niet ingesteld kan worden en vast is gezet op 80 Hz. Dit resulteert in een situatie waarin alle informatie tussen de 80 Hz en de 120 Hz verloren zal gaan.

Om dit te voorkomen is het belangrijk dat tijdens 5.1 muziekmixage het LFE-kanaal gefilterd wordt vanaf 80 Hz.

### 6.3 Waarom bass management?

De reden dat bass management bestaat is vrij eenvoudig te verklaren. Men wil graag bioscoopgeluid in de huiskamer, maar men ziet het niet zitten om vijf grote speakers en een subwoofer te plaatsen, omdat dit teveel ruimte in zou nemen. In het verleden bleek bij sommige stereosystemen (zoals de bekende melkpakjes van Bose) dat het goed werkt om het laag van het hoog te scheiden en dit naar een subwoofer te sturen. Dit is overgenomen in de home cinema consumentensystemen van nu. Op deze manier bespaart men ruimte en behoudt men het geluid van een full range speakersysteem.

## Hoofdstuk 7: Dolby Digital

Dolby Digital heeft zich in de afgelopen jaren ontwikkeld als standaard van 5.1 surround geluid. Elke dvd die er op de markt is, is namelijk gecodeerd door middel van dit algoritme. Natuurlijk bestaan er veel meer systemen die surround geluid kunnen weergeven, zoals DTS (Digital Theatre Sound), SDDS (Sony Dynamic Digital Sound) en SACD (Super Audio Compact Disc). Deze laatste is langzaam maar zeker in opkomst en heeft zich in de klassieke en jazz muziek al tot een standaard ontwikkeld, maar is zeker nog niet doorgedrongen tot de huiskamers van elke consument. DTS is langzamerhand net als Dolby Digital een standaard aan het worden in de huiskamers, maar is in tegenstelling tot Dolby Digital niet tot nauwelijks te horen in bioscoopzalen. SDDS daarentegen is alleen maar te horen in bioscoopzalen en er bestaat geen mogelijkheid deze coderingstechniek op een dvd ten gehore te brengen. In dit hoofdstuk zal ingegaan worden op de standaard Dolby Digital.

### 7.1 Instellingen

Het maken van een Dolby Digital bestand kan op verschillende manieren. Er bestaat bijvoorbeeld hardware van Dolby waarmee zes PCM-signalen realtime omgezet kunnen worden naar een Dolby Digital (AC3) signaal. Ook is er de mogelijkheid dit non-realtime te doen met behulp van softwarepakketten. Bekende pakketten zijn Sonic Foundry Soft Encode, Minnetonka SurCode Dolby Digital, Digigram Multichannel Encoder, maar ook zijn er plug-ins te krijgen voor pakketten als Steinberg Nuendo.

In alle Dolby Digital encoders zitten exact dezelfde opties. Deze zijn namelijk vastgesteld door Dolby en zijn onderdeel van het algoritme. De volgende instellingen zijn te vinden in de Dolby Digital encoder:

- **Audio Service configuration**
  - *Data rate*
  - *Sample rate*
  - *Audio coding mode*
  - *LFE enable*
  - *Bit stream mode*
  - *Dialog normalization*
  - *Audio bandwidth*
  - *Save frames in Intel byte order*
- **Bit Stream**
  - *Bit stream information*
    - Center mix level
    - Surround mix level
    - Dolby surround mode
    - Copyright bit
    - Original bit stream
  - *Audio production information*
    - Info exists
    - Mix level
    - Room type

- **Preprocessing**
  - *Input filtering*
    - Digital deemphasis
    - DC highpass filter
    - Bandwidth lowpass filter
    - LFE lowpass filter
  - *Surround channel processing*
    - 90 Degree phase shift
    - 3 dB attenuation
  - *Dynamic range compression*
    - Compression characteristics
    - RF overmodulation protection
- **Time Code**
  - *Add time stamps*
    - Start time code

## 7.2 Aandachtspunten bij het coderen

Als de mix in de surroundstudio helemaal klaar is, is het tijd om hiervan een AC3-bestand te maken. Dit is nodig om de mix in het Dolby Digital formaat op dvd te zetten.

In eerste instantie is het belangrijk dat de sample rate van de originele bestanden 48 kHz is. Als deze 44.1 kHz is, zal de Dolby Digital encoder er een 44.1 kHz AC3-bestand van maken en deze is niet compatible met de meeste dvd authoring pakketten. De standaard voor dvd is 48 kHz, dus zorg ervoor dat de originele bestanden dit ook zijn.

Bij het instellen van de encoder moet er gekozen worden voor het aantal kanalen waaruit het AC3-bestand zal gaan bestaan. In het geval van een 5.1 surroundmix gaat het om zes kanalen als volgt aangeduid: '3/2'. De '3' staat voor het aantal voorkanalen en de '2' voor het aantal achterkanalen. Het LFE-kanaal staat apart aangegeven met de aanduiding: 'LFE enable'. Zodra men deze uitvinkt zal het LFE-kanaal genegeerd worden en ontstaat er een 5.0 AC3-bestand. Als er geen LFE-kanaal gemixt is, is dit aan te raden, want ondanks dat het LFE-kanaal in Dolby Digital een lage bandbreedte kanaal is, bespaart dit toch bandbreedte in het totale AC3-bestand.

De 'Dialog Normalization' is een optie om het gemaakte bestand harder of zachter te laten klinken, terwijl er met het volume van de golfvormen niets gebeurt. Dit werkt door middel van zogehete 'metadata'. Er wordt informatie mee opgeslagen in het bestand hoe hard de decoder het bestand moet uitsturen. Een soort van volumeknop die je bij voorbaat al in kan stellen zou je kunnen zeggen.

Het is van groot belang om op de 'Input filtering' te letten bij het maken van een AC3-bestand om ervoor te zorgen dat het LFE-kanaal intact blijft.

- Het 'Digital deemphasis filter' kan het beste worden uitgeschakeld. Dit filter veroorzaakt namelijk een lage-frequentie-doorlaat-shelffilter. Het hoog van de mix zal dus ongeveer 10 dB verzwakt worden. Dit filter is geïntroduceerd om nare bijgeluiden van A/D en D/A converters af te zwakken door ze eerst te versterken en na het converteren weer te verzwakken.

- Het 'DC highpass filter' filtert een zogehete offset of gelijkspanning op alle kanalen eruit. Zo kan deze offset geen bandbreedte van de toch al schaarse bits in beslag nemen. Deze optie moet aangezet worden, tenzij de engineer zeker weet dat er geen offset op de kanalen aanwezig is.
- Het "Channel bandwidth lowpass filter" doet in feite exact hetzelfde als het voorgaande filter, alleen dan in het hoge frequentie segment. Dit filter zorgt ervoor dat er boven de Dolby Digital audio bandbreedte geen informatie meer aanwezig is.
- Het 'LFE lowpass filter' filtert het LFE-kanaal met een achtste order laag doorlaatfilter op 120 Hz. Het LFE-kanaal is een kanaal met een lage bandbreedte, dus kan deze het best gefilterd worden voordat deze gecodeerd wordt om vreemde bijverschijnselen te voorkomen als spieglfrequenties in het hoorbare gebied. Nu is het aan te raden dit filter niet te gebruiken, maar het LFE-kanaal op een andere manier van tevoren te filteren. Meer hierover is te vinden in het onderzoeksverslag (hoofdstuk 9, pagina 22).

Tot slot is het verstandig te controleren of de studio waarin het product gemixt is de twee achterste speakers 3 dB zachter heeft staan dan de voorste speakers. Als dit zo is, dan moet de optie 3 dB attenuation aangezet worden.

## Hoofdstuk 8: DTS

DTS is heel goed te vergelijken met Dolby Digital, alleen beweert men dat de geluidskwaliteit een stuk hoger is dan die van Dolby Digital. Theoretisch gezien zou dit ook zo moeten zijn aangezien de bit rate van het gecodeerde signaal een stuk hoger is dan deze van Dolby Digital. Bij Dolby Digital is de meest gangbare bit rate 448 kb/s (kilobit per seconde). Bij DTS is er een keuze tussen 768 kb/s en 1.536 kb/s bij het coderen voor dvd op 48 kHz en 1.234 kb/s voor DTS-cd op 44.1 kHz.

### 8.1 Instellingen

Bij de DTS encoder is minder in te stellen dan in een Dolby Digital encoder. Er zijn bijvoorbeeld geen filteropties, geen compressiemethoden en ook is het plaatsen van metadata niet mogelijk in een DTS gecodeerd signaal. DTS lijkt wat dit betreft veel op de manier waarop een mp3 gemaakt wordt.

Hetgeen in te stellen is in een DTS encoder is hetvolgende:

- **Sample rate**
- **Data rate**
- **Attenuate rear channels 3 dB**
- **Start time**
- **End time**

### 8.2 Aandachtspunten bij het coderen

De sample rate van het te coderen bestand moet uiteraard gelijk zijn aan die van de originele bestanden. Bij het coderen naar DTS voor dvd-video is 48 kHz de standaard. Als men hier van afwijkt, dan zal het gecodeerde bestand niet leesbaar zijn voor een dvd authoring pakket. DTS kent naast de dvd ook de zogenaamde DTS-cd. Deze is vergelijkbaar met een gewone cd, alleen bevat deze een 5.1 surround DTS gecodeerd signaal. Er is geen mogelijkheid om beeldmateriaal vast te leggen op een DTS-cd. De standaard voor DTS-cd is 44.1 kHz.

Bij het maken van een dvd met DTS-geluid is er de keuze uit 2 data rates. Namelijk 768 kb/s en 1.536 kb/s. Logischerwijs zal de hogere bit rate een betere geluidskwaliteit leveren. Voor DTS-cd is maar een datarate mogelijk en dat is 1.234 kb/s.

Net als bij Dolby Digital heeft men de keuze om de achterkanalen met 3 dB te versterken. Als het product gemixt is in een studio die de linker en rechter achterspeaker 3 dB zachter heeft staan, moet deze optie gebruikt worden.

Tot slot heeft men nog de keuze om de start- en stoptijd van de encoder in te stellen.

## Hoofdstuk 9: Onderzoek: Dolby Digital en DTS in de praktijk

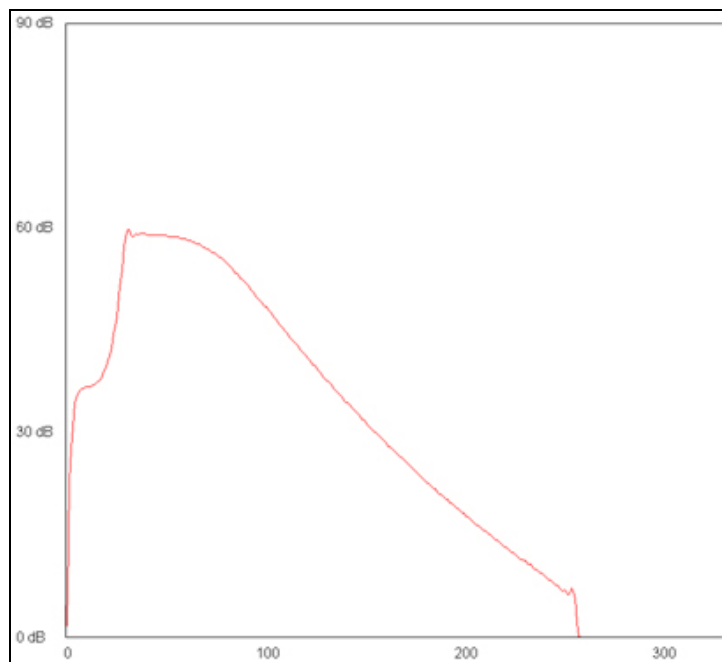
Een mix op een dvd laten klinken zoals deze bedoeld is tijdens de mixage in de studio valt niet mee. Er is namelijk een hoop in te stellen in de encoder. Als deze mix afgedraaid wordt op een systeem dat bass management heeft zal het laag van alle vijf de hoofdkanalen omgeleid worden naar de subwoofer. Dit signaal zal elektronisch opgeteld worden bij het bewust gemixte LFE-kanaal. Stel nu dat van het LFE-kanaal per ongeluk de polariteit is omgedraaid. Nu zal een omgeleid signaal welke oorspronkelijk gelijk was aan het signaal op het LFE-kanaal in tegenfase staan met het signaal op het LFE-kanaal. Als deze twee signalen bij elkaar opgeteld worden zal er een zekere uitdoving optreden. De kans is erg klein dat deze twee signalen elektronisch gezien even sterk zijn, dus zal de uitdoving bijna nooit 100% zijn, maar een verzwakking van het signaal zal absoluut wel optreden.

Bij het comprimeren van audiosignalen is er altijd sprake van geluidskwaliteitverlies. Ook bij de compressiemethoden Dolby Digital en DTS is dit het geval. Wat gebeurt er precies met het LFE-kanaal als deze gecompriemd wordt? Dit is nader onderzocht en hieronder is te lezen welke instellingen invloed hebben op het originele geluidsbestand en wat voor invloed dit precies is.

### 9.1 De invloed van Dolby Digital op het LFE-kanaal

In eerste instantie is er uitgezocht hoeveel decibel verschil er precies is tussen een signaal dat omgeleid wordt door een bass management systeem en hetzelfde signaal op het LFE-kanaal. Er is gekozen voor een sinus sweep van 0 Hz tot 280 Hz.

Deze is alleen op het rechtsvoor kanaal geplaatst. Op de rest van de kanalen is geen signaal geplaatst. Hiervan wordt door middel van een Dolby Digital software encoder een AC3-bestand gemaakt. Dit bestand wordt afgespeeld en realtime gedecodeerd door een Dolby Digital decoder in een receiver van JVC. In deze receiver is ingesteld dat frequenties onder de 80 Hz omgeleid worden naar de subwoofer. De subwoofer lijnuitgang wordt nu aangesloten op de lijningang van een pc en het signaal wordt opgenomen. Op figuur 9-1 is te zien dat de crossover van de receiver goed zijn werk doet en netjes afrolt na 80 Hz.

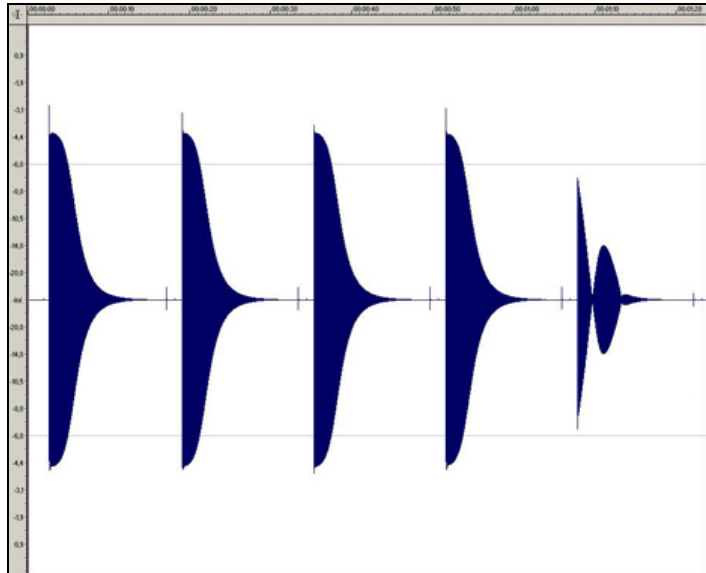


Figuur 9-1

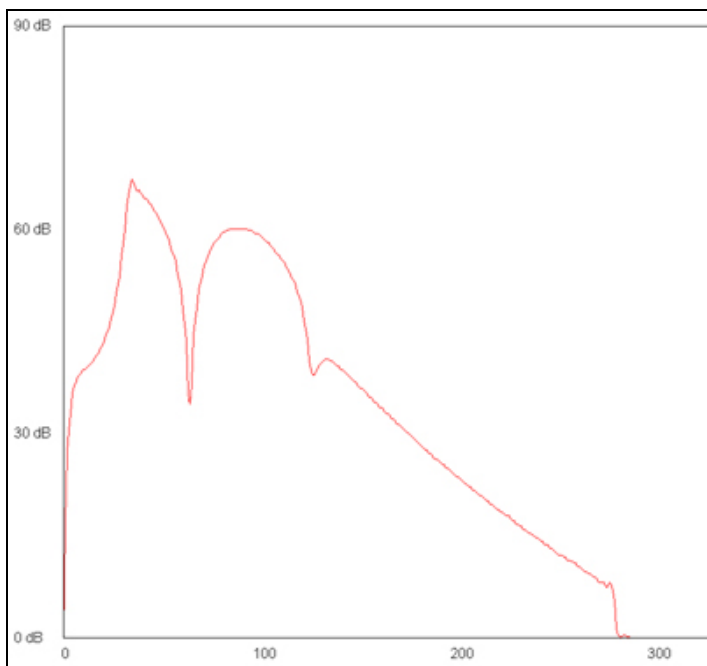
Nu is de vorige stap herhaald, alleen is de sinus sweep nu enkel geplaatst op het LFE-kanaal en in de receiver is de crossover uitgeschakeld. Ook nu is het signaal dat uit de subwoofer lijnuitgang opgenomen. Deze is vergeleken met de eerste opname en het verschil blijkt exact 10 dB te zijn.

De volgende stap is het testen van de inputfiltering opties in de encoder en te onderzoeken wat voor invloed deze hebben op het LFE-kanaal. Om dit te testen is er gekozen voor dezelfde sinus sweep. Deze sweep is nu op het rechtsvoor- en LFE-kanaal geplaatst. Op het LFE-kanaal staat dit signaal exact 10 dB zachter. Het bestand wordt nu op vijf verschillende manieren gecomprimeerd. De volgorde is als volgt:

1. Alle inputfiltering opties uit.
2. Digital deemphasis aan (de rest uit).
3. DC highpass filter aan (de rest uit).
4. Bandwidth lowpass filter aan (de rest uit).
5. LFE lowpass filter aan (de rest uit).



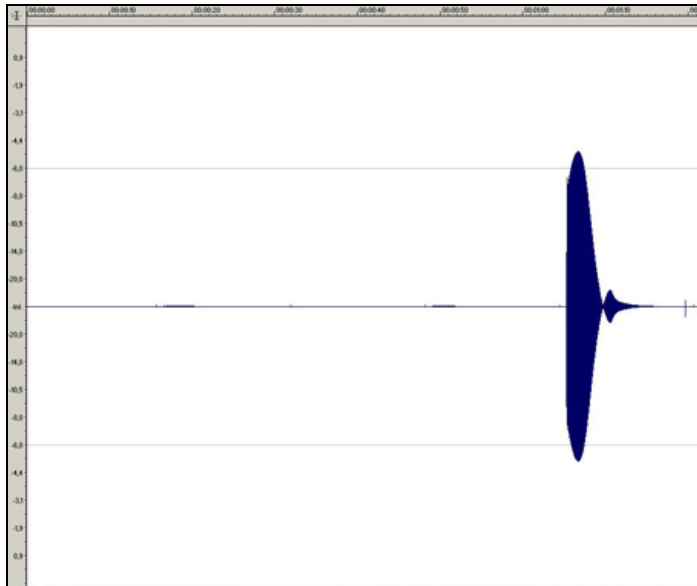
Figuur 9-2



Figuur 9-3

Op de receiver is bass management weer ingeschakeld met de crossover ingesteld op 80 Hz. Op figuur 9-2 is te zien dat er bij de eerste vier inputfiltering opties niets extreems met het signaal gebeurt. Met optie 5 (LFE lowpass filter) daarentegen, ontstaat een zogenaamd kamfilter. Het gehele signaal is verzwakt en rond de 60 Hz is een zeer grote uitdoving ontstaan. Op figuur 9-3 is dit duidelijk te zien.

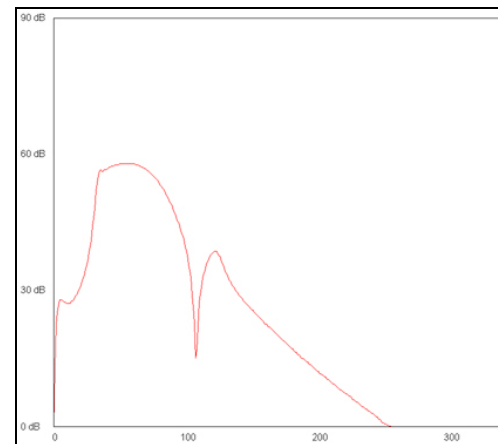
Een extra test is nu toegevoegd aan dit onderzoek om te controleren of de theorie klopt die bij de inleiding van hoofdstuk 9 is beschreven. Dezelfde test wordt herhaald, maar nu is de polariteit van het LFE-kanaal omgedraaid. Het LFE-kanaal staat nu in tegenfase met het rechtsvoorkanaal en er zou dus complete uitdoving moeten optreden. In ieder geval bij de eerste vier inputfiltering opties.



Figuur 9-4

Op figuur 9-5 is te zien dat de uitdoving door het kamfilter nu optreedt iets boven de 100 Hz.

Op figuur 9-4 is te zien dat de theorie in de eerste vier gevallen klopt. Maar zodra het LFE lowpass filter is ingeschakeld is het duidelijk dat er een zodanige verandering is opgetreden in de golfvorm, dat deze alles behalve gecorreleerd is aan de oorspronkelijke.



Figuur 9-5

Dit kamfilter moet te verklaren zijn. Kamfilters ontstaan namelijk door een tijdsverschuiving of een fasedraaiing. Met de volgende formule kan de opgelopen tijdsverschuiving berekend worden:

$$f = 1 / T$$

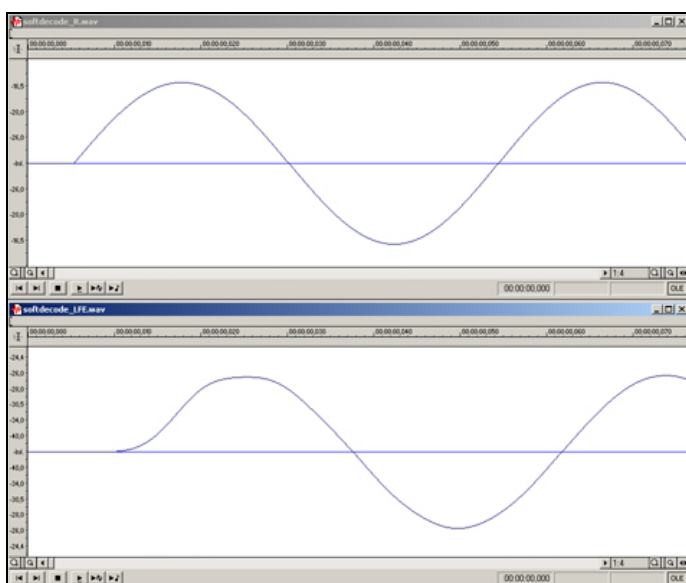
$$60 = 1 / T$$

$$T = 1 / 60$$

$$T = 0,0167 \text{ s}$$

$$T = 16,7 \text{ ms (dit is de hele golflengte)}$$

Op de halve golflengte zou een uitdoving moeten plaatsvinden. Dit is op  $16,7 / 2 = 8,3 \text{ ms}$ .

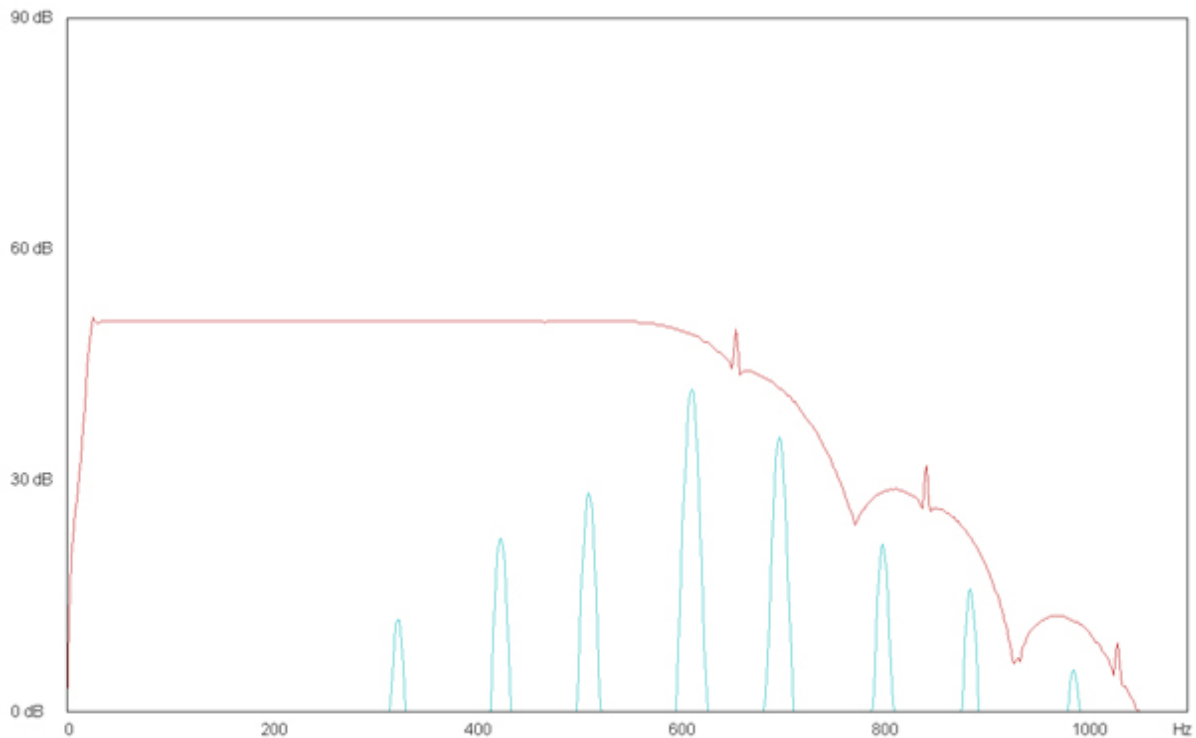


Figuur 9-6

Als deze berekening klopt zou het LFE-kanaal na filtering een vertraging van ongeveer 8 ms opgelopen moeten hebben. Om dit te controleren wordt het Dolby Digital bestand softwarematig gedecodeerd en de golfvorm van rechtsvoor vergeleken met die van het LFE-kanaal.

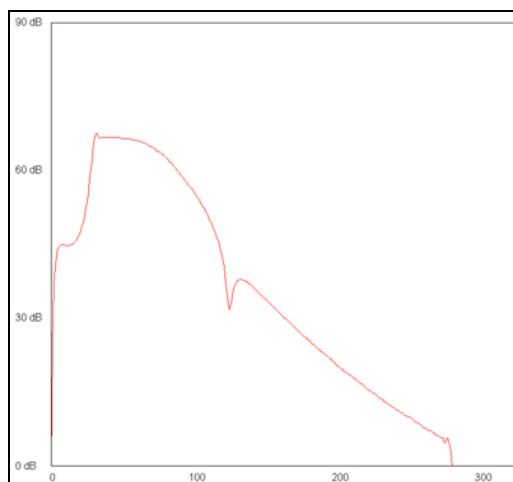
Op figuur 9-6 is duidelijk te zien dat het signaal op het LFE-kanaal verschoven is ten opzichte van het signaal op het rechtsvoorkanaal. Na het opgemeten te hebben, blijkt het te gaan om een verschuiving van 7,4 ms (356 samples).

Het is aan te raden dit filter niet te gebruiken. Maar wat gebeurt er met het LFE-kanaal dit filter inderdaad niet gebruikt wordt? Een sinus sweep van 0 Hz tot 2 kHz zou hier duidelijkheid kunnen brengen. Deze sweep wordt enkel op het LFE-kanaal geplaatst en alle inputfiltering opties worden uitgezet. Na het maken van het AC3-bestand wordt deze direct softwarematig gedecodeerd. Op figuur 9-7 is te zien dat dit kanaal een niet al te grote bandbreedte heeft. Ook ontstaan er allerlei vreemde bijverschijnselen op de frequenties boven de 200 Hz.



Figuur 9-7

Deze spiegelfrequenties zijn zo ernstig dat ze duidelijk hoorbaar zijn. Het is dus aan te raden het LFE-kanaal wel te filteren, maar niet door middel van het LFE lowpass filter van Dolby Digital.



Figuur 9-8

Het is natuurlijk mogelijk om het LFE-kanaal met 356 samples naar voren te schuiven, een negatieve vertraging dus, en het LFE lowpass filter van Dolby Digital wel te gebruiken.

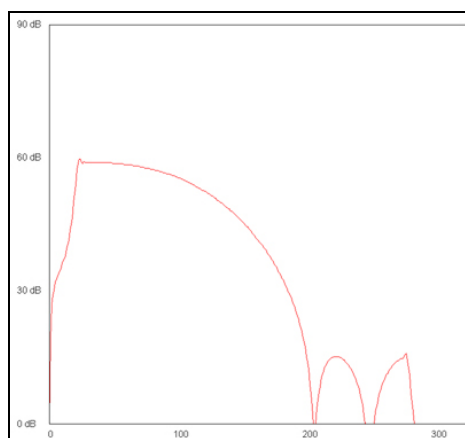
Op figuur 9-8 zien we hier het resultaat van. Deze test is precies zo uitgevoerd als die op figuur 9-3 te zien is. De curve is nog steeds niet helemaal netjes. Dit komt doordat er naast een tijdsverschuiving ook een fasedraaiing op het kanaal plaatsvindt. Dit wil zeggen dat op verschillende frequenties een tijdsverschuiving plaatsvindt die anders is.

Het gaat erg ver om deze fasedraaiing ook te compenseren. In plaats hiervan is het verstandiger om op zoek te gaan naar een beter filter voor het LFE-kanaal.

Het filter moet aan twee eisen voldoen:

1. *Er mag geen tijdsverschuiving plaatsvinden*
2. *Er mag geen fasedraaiing plaatsvinden.*

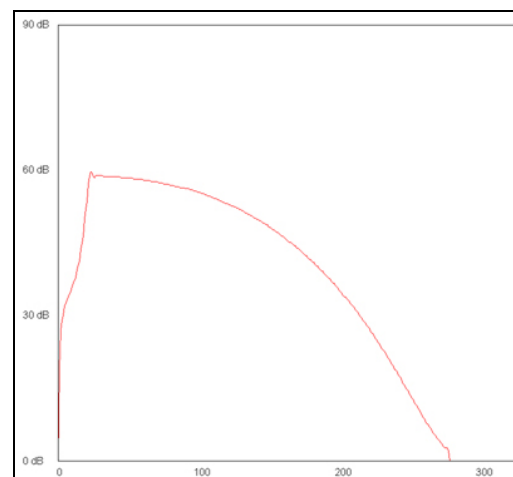
Een faselineaire equalizer met lowpass filter mogelijkheid zou ideaal zijn. De LinEq Broadband van Waves is een equalizer met deze eigenschappen. Het nadeel is dat deze plugin in sommige softwarepakketten een enorme vertraging oploopt. Deze vertraging is exact 2.679 samples en is over alle frequenties gelijk. Deze EQ is lineair en dus faserein. De vertraging is uiteraard te compenseren door de rest van de kanalen een vertraging van 2.679 samples te geven. In het geval van filmmixage is het verstandiger om het LFE-kanaal achteraf digitaal 2.679 samples naar voren te halen, omdat anders het geluid zal achterlopen op het beeld.



Figuur 9-9

Omdat het LFE lowpass filter niet gebruikt wordt is het verstandig deze zo exact mogelijk te emuleren. Het LFE lowpass filter van Dolby Digital staat vast ingesteld op 120 Hz en is een 8<sup>e</sup> order filter. In het lowpass filter in de waves LinEq plugin wordt de steilheid niet aangegeven in een orderwaarde, maar in een Q-factor. Hoe steil het filter afrolt bij een bepaalde Q-waarde precies is, is moeilijk te zeggen, omdat veel plugin fabrikanten zelf waardes verzinnen. Als het LinEq filter te stijl wordt ingesteld kunnen er onaangename verschijnselen plaatsvinden, zoals kamfilters (zie figuur 9-9)

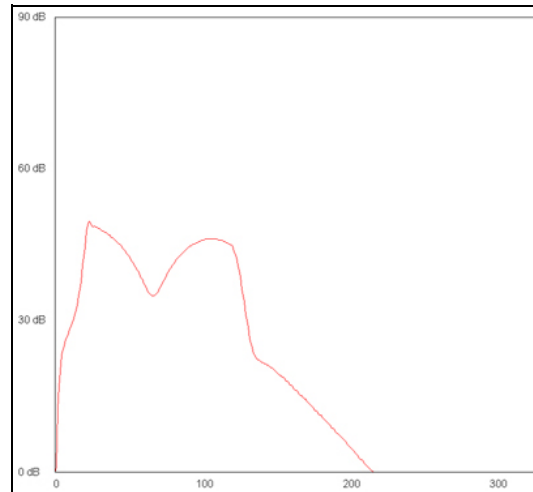
Als het filter ingesteld wordt op 100 Hz met een Q-factor van 1.20 zijn er geen kamfilters of spiegel frequenties meer waar te nemen. Zie figuur 9-10. Het filter is nu niet zo stijl als het Dolby Digital lowpass filter, maar doorgaans kan een subwoofer geen frequenties boven de 100 Hz weergeven door een filter in de versterker van de subwoofer, of door een filter in de receiver. Het signaal gaat over het algemeen door aardig wat filters heen. In sommige gevallen zelfs door drie: 1) Waves LinEq. 2) Crossover op de receiver. 3) Filter op de subwoofer.



Figuur 9-10

Doorgaans blijft er weinig meer over van de signalen boven de 80 Hz. Het is dan ook verstandig hier tijdens de mixage rekening mee te houden en geen frequenties boven de 80 Hz bewust naar het LFE-kanaal te mixen. Vaak ontstaat er een gat in het frequentiespectrum tussen de 80 Hz en de 120 Hz, omdat de satelliet speakers niet in staat zijn tot het weergeven van deze frequenties en deze dus heel zacht weergeven. Een oplossing is om tijdens de mixage een kleine boost te geven bij die frequenties op alle vijf de hoofdkanalen.

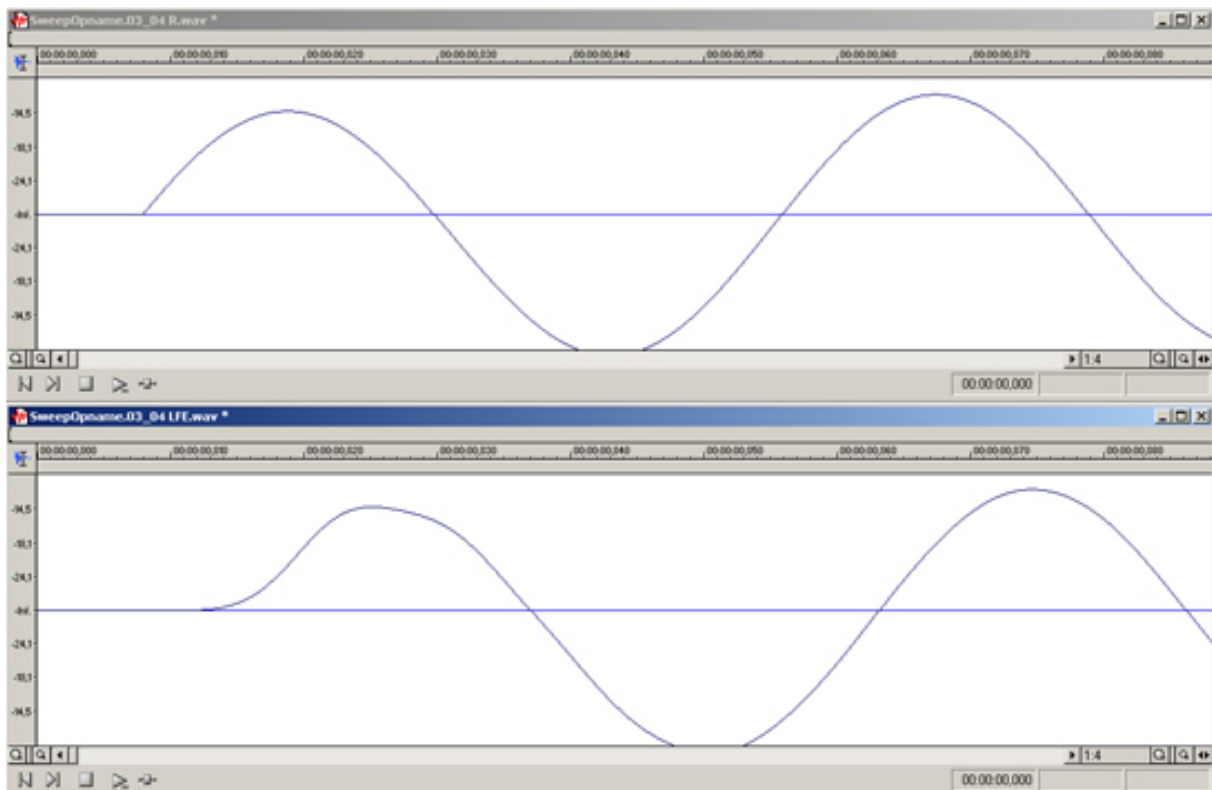
Er bestaat natuurlijk nog de kans dat deze tijdsverschuiving en fasedraaiing aan de gebruikte software encoder ligt. Om dit uit te sluiten is de test van figuur 9-3 exact herhaald, maar in plaats van een software encoder zijn nu de DP569 Dolby Digital encoder en de DP562 Dolby Digital decoder gebruikt. De zes signalen komen de encoder analoog binnen. Deze maakt hier een AC3-stream van welke de decoder digitaal binnenkomt. In deze decoder is de optie bass management ingesteld met een crossover op 80 Hz. Op figuur 9-11 is te zien dat er vrijwel hetzelfde kamfilter ontstaat als op figuur 9-3.



Figuur 9-11

Dit zou betekenen dat er ook in de Dolby Digital hardware een tijdsverschuiving van 8 ms op het LFE-kanaal plaatsvindt na inschakeling van het LFE lowpass filter.

Op figuur 9-12 is dit goed te zien. Na meting blijkt dat het hier gaat om een verschuiving van 349 samples, wat ongeveer gelijk staat aan 7 ms.



Figuur 9-12

De frequentiedip die ontstaat na optelling is nu terug te rekenen met de volgende formule:

$$48000 \text{ Hz} / 349 \text{ samples} = 137,5 \text{ Hz}$$

$$137,5 \text{ Hz} / 2 = 68,768 \text{ Hz}$$

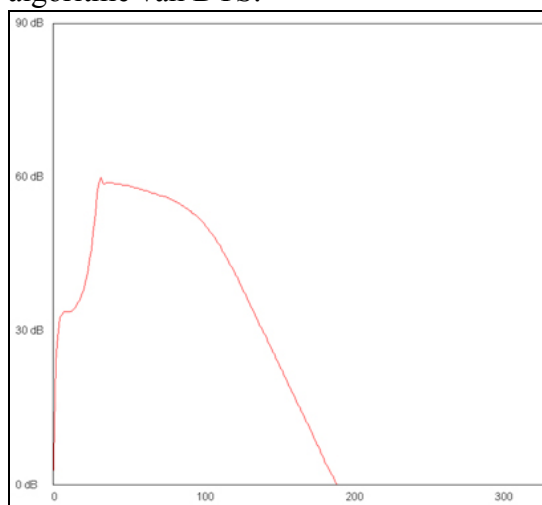
Op 68,768 Hz zal de eerste uitdoving optreden als 2 sinus golfvormen bij elkaar opgeteld worden waarvan er een vertraagd is met 349 samples op 48 kHz.

## 9.2 De invloed van DTS op het LFE-kanaal

De werking van DTS is in feite hetzelfde als die van Dolby Digital, alleen is de data rate hoger, met een betere geluidskwaliteit als resultaat. Om te testen wat de invloed van de DTS compressie precies is op het LFE-kanaal is het voorgaande onderzoek herhaald, maar nu met de Minnetonka SurCode DVD DTS encoder.

Er is gekozen voor dezelfde sinus sweep van 0 Hz tot 280 Hz. Deze is alleen op het rechtsvoorkanaal geplaatst. De rest van de kanalen is leeg gelaten. Met behulp van de software encoder wordt er een DTS-bestand gecreëerd. Dit bestand wordt op cd gebrand. Deze DTS-cd wordt afgespeeld op een dvd-speler welke op zijn beurt weer zit aangesloten op een receiver met DTS-decodeer mogelijkheid. Op deze receiver staat bass management aan met een crossoverfrequentie van 80 Hz. De lijnuitgang van de subwoofer wordt nu digitaal opgenomen.

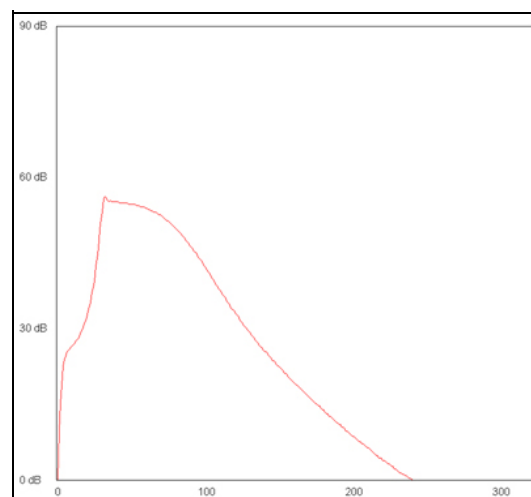
Dezelfde procedure is een keer herhaald, maar nu met de sinus sweep enkel op het LFE-kanaal. De bass management functie van de receiver is uitgeschakeld en tijdens het afspelen van de DTS-cd wordt de subwoofer lijnuitgang weer opgenomen. Dit bestand wordt vergeleken met het vorige opgenomen bestand en na vergelijking schijnen ze precies 10,3 dB te verschillen. Deze kleine afwijking kan ontstaan door een eventueel laagdoorlaat filter in het algoritme van DTS.



Figuur 9-13

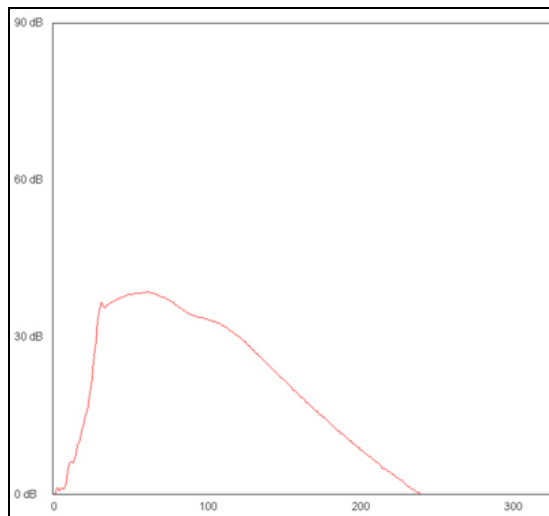
Het blijkt inderdaad dat het LFE-kanaal onaangekondigd gefilterd wordt. Zie figuur 9-13. Het is te zien dat het een redelijk stijl filter betreft welke al begint af te lopen onder de 100 Hz. Waarschijnlijk al op 80 Hz. Dit is in de instellingen van de encoder niet terug te vinden. Dit filter wordt hoe dan ook gebruikt bij het coderen van een DTS-bestand.

De logische vraag zal nu luiden: “Heeft dit filter onaangename bijwerkingen zoals het Dolby Digital LFE lowpass filter heeft?” Om hier een antwoord op te krijgen is dezelfde test als bij hoofdstuk 9.1 figuur 9-3 uitgevoerd. Een DTS-bestand is gemaakt met op het rechtsvoor- en LFE-kanaal de sinus sweep. Op het LFE-kanaal is deze 10,3 dB zachter gezet. Van dit bestand is een DTS-cd gebrand en deze is afgespeeld en realtime gedecodeerd door de receiver waar bass management aanstaat met een crossoverfrequentie van 80 Hz.



Figuur 9-14

Op figuur 9-14 is het resultaat te zien. Er is geen kamfilter waar te nemen. Een kamfilter ontstaat altijd als een tijdsverschuiving heeft plaatsgevonden. Dit gebeurt niet bij het DTS lowpass filter.



Figuur 9-15

Als het een fase-lineair filter zou zijn, zou er bij dezelfde test met een omgedraaide polariteit op een van de kanalen complete uitdoving moeten optreden op de subwoofer lijnuitgang.

Deze test is gedaan en het blijkt dat er wel zo'n 17 dB uitdoving optreedt, maar er blijft een nog goed hoorbaar signaal over. Dit is te zien op figuur 9-15

Het filter veroorzaakt geen tijdsverschuiving, maar wel een fase-draaiing. Over het algemeen is een fase-draaiing op een enkel signaal moeilijk tot nauwelijks te horen, zeker bij lage frequenties.

Het is niet mogelijk het DTS lowpass filter uit te schakelen, dus deze zal gebruikt moeten worden bij het coderen van een DTS-bestand. Het is niet nodig om het signaal bij voorbaat al te filteren door middel van bijvoorbeeld de Waves LinEq. Als er voor wordt gekozen om dit wel te doen zal de afrolcurve van het filter alleen maar steiler worden.

### 9.3 Bass management in de praktijk

Bass management is een systeem dat is bedacht om het laag van de geselecteerde speakers om te leiden naar de subwoofer, zodat het lijkt alsof deze speakers het laag zelf weergeven.

In de praktijk blijkt het ingewikkelder dan men zou denken. Er is namelijk ook nog het LFE-kanaal dat hierbij opgeteld wordt. Vaak is het onduidelijk waar het filter zich precies bevindt in een bass management situatie, waardoor de engineer in de studio bijna geen rekening kan houden met hoe de mix in een huiskamersituatie zal klinken.

In de praktijk blijkt dat er veel mis kan gaan bij het coderen van een Dolby Digital bestand. Er is geen twijfel mogelijk over het feit dat er op veel dvd's Dolby Digital gecodeerde signalen staan waarin het LFE-kanaal verschoven is ten opzichte van de rest van de kanalen. Als deze nu op een consumentensysteem met bass management afgespeeld worden, ontstaat er een uitdoving rond de 60 Hz op het subwooferkanaal. Dit is natuurlijk eeuwig zonde en had niet hoeven gebeuren. Met de komst van DTS neemt het aantal 'slecht gecodeerde' dvd's wel af, maar er zullen altijd nog dvd's op de markt gebracht worden waarbij niet goed na is gedacht tijdens het maken van het Dolby Digital bestand.

## Hoofdstuk 10: Conclusie vanuit technisch oogpunt

Als er in een mix beslist is hoe de subwoofer artistiek gezien optimaal tot z'n recht kan komen, is het tijd om uit te zoeken hoe dit technisch gezien uitpakt. In de mix kan het bijvoorbeeld goed werken om een hoge baspartij ook naar de subwoofer te mixen, maar als deze mix in een huiskamersituatie beluisterd wordt, zal deze misschien voor een groot deel wegvallen, door de filtering van de encoder, of die van de receiver, of beide. Het is vooral erg belangrijk om het complete signaalpad van het LFE-kanaal eens door te lopen, voordat er in die studio een 5.1 surroundmix gemaakt gaat worden.

Als er een hardware encoder / decoder combinatie aanwezig is, gebruik deze dan zeker om te bepalen of de mix na het comprimeren ook nog goed klinkt. Vaak zit er op een hardware decoder een bass management functie, gebruik deze dan ook zeker om te luisteren hoe de mix klinkt als de lage frequenties omgeleid worden. Is er geen encoder / decoder mogelijkheid aanwezig, zorg dan voor een andere mogelijkheid om de mix door een bass managed systeem te beluisteren. Zo zijn er bijvoorbeeld 5.1 bass manager plugins als de 'Kelly Industries Bass Manager VST plugin'. Deze plugin kan op een 5.1 output in een VST-omgeving geopend worden en door middel van één klik met de muis is de mix door een bass managed systeem hoorbaar.

Als de mix klaar is, wordt deze vaak aangeleverd als zes losse wav-files aan een dvd-authoring bedrijf. Zo'n bedrijf is gespecialiseerd in het maken van dvd-menu's, maar niet in het maken van een AC3-bestand. Toch gebeurt het meer dan regelmatig dat dit werk door hen gedaan wordt, terwijl de mensen die hier werken vaak weinig van geluid en geluidstechniek afweten. In veel van deze gevallen wordt een basisinstelling van de Dolby Digital encoder gekozen en blijft er weinig over van de mix zoals deze bedoeld is. Zo is het bijvoorbeeld belangrijk om te weten of de achterkanalen in de studio waarin het product gemixt is 3 dB zachter staan afgeregeld of niet. Hiermee moet namelijk rekening gehouden worden bij het instellen van de Dolby Digital encoder. Maar er zijn nog meer belangrijke instellingen te noemen. Dolby zelf raadt bijvoorbeeld aan het LFE lowpass filter ten alle tijden te gebruiken. Na het onderzoek dat te lezen is in hoofdstuk 9 is juist aan te raden dit filter niet te gebruiken en op zoek te gaan naar een beter filter. Van een overgroot deel van alle dvd's die op de markt zijn, is waarschijnlijk het geluid niet op de beste manier gecomprimeerd.

Bij DTS is het minder belangrijk wie de bestanden comprimeert. Er is namelijk vrij weinig in te stellen in deze encoder. Wel is het belangrijk om door te geven aan degene die het DTS-bestand maakt of de '3 dB attenuation' functie ingeschakeld moet worden of niet. Tijdens het maken van een surroundmix met als doel deze met de DTS-techniek te comprimeren moet goed opgelet worden dat er zich geen belangrijke informatie bevindt boven de 80 Hz op het LFE-kanaal, want deze zal weg gefilterd worden.

Een ding is duidelijk: er gebeuren ontzettend veel rare dingen in het laag en per situatie zal uitgerekend moeten worden hoe de subwoofer het best tot zijn recht komt.

## Bronnen

- [www.dolby.com](http://www.dolby.com)
  - 5.1 Channel Production Guidelines
  - AC3 Multichannel Decode
  - Dolby 5.1 Channel Music Production Guidelines
  - Dolby Digital Professional Encoding Guidelines
  - Frequently asked Questions about Dolby Digital
  - A Dolby Digital Encoding System for DVD
  
- [www.dts.com](http://www.dts.com)
  - CAD5 Final Literature
  - CAD5 System Manual
  - DTS Pro Series Surround Manual
  - DVD-Video Production with DTS Coherent Acoustics Audio
  
- [www.sonicfoundry.com](http://www.sonicfoundry.com)
  - (Sonic Foundry Soft Encode)
  
- [www.surcode.com](http://www.surcode.com)
  - (Minnetonka SurCode DVD-DTS)
  
- [www.diskidee.nl](http://www.diskidee.nl)
  - (Hoe regel ik mijn surround-luidsprekers optimaal af)
  
- [www.martinsound.com](http://www.martinsound.com)
  - (Foto: PanMax)
  
- [www.soundonsound.com](http://www.soundonsound.com)
  - (Screenshot: Cubase surround panner)
  
- [www.jvc.be](http://www.jvc.be)
  - (Foto: Home Cinema Set)
  
- [www.dynaudioacoustics.com](http://www.dynaudioacoustics.com)
  - (Foto: Surroundstudio)