

SUPER AUDIO.....Waar we wél rekening mee moeten houden.

Bij de wisseling van audioformaten is men doorgaans geneigd wat euforisch te reageren op de verbeteringen die we mogen verwachten van al het veelbelovende nieuws. Het klinkt allemaal geweldig en we zijn voorgoed van bepaalde praktische productie problemen verlost zo lijkt het. Zoals het bij de CD even duurde vooraleer we ons realiseerden dat we toch ook wel wat waren verloren met het overboord gooien van analoog, moeten we ook in deze tijd van vernieuwing even stil staan bij de wezenlijke achtergronden van de verandering voordat we de overstap maken. In het hierna volgende heb ik geprobeerd wat technische achtergronden en belangrijke wetenswaardigheden over te brengen die een verantwoord gebruik van DSD (Direct Stream Digital voor de Super Audio CD) in de audio opname- en weergaveketen garanderen en waarbij we inderdaad optimaal kunnen profiteren van de evidente verbeteringen.

Het heeft jaren geduurd vooraleer de in's en out's van traditionele digitalisering met de standaard samplefrequenties en bitgetallen bij eenieder gekend en begrepen waren. Ook om 44,1kHz/16bit tot een optimum kwaliteit te brengen is gebleken dat er een stuk basiskennis nodig is om juiste beslissingen te nemen. Jitter, dithering en noiseshaping zijn begrippen die pas vele jaren na introductie van de CD hun weg hebben gevonden in het jargon van de audiotechnicus, en het begrip van de importantie van al deze facetten is waarschijnlijk pas volledig als we al lang en breed met iets nieuws bezig zijn. Ik ben er persoonlijk van overtuigd dat 44,1kHz/16 bit zijn ware mogelijkheden nog niet of zelden heeft laten zien. Om een voorbeeld te geven, de beste platenspelers en vinylpersingen worden nu gemaakt, 25 jaar na de introductie van digitaal en zo zal de meest optimale 44,1kHz/16bit opname wellicht ook pas het levenslicht zien als we de hoge resolutieformaten al lang en breed gebruiken en daardoor pas echt hebben ingezien waar de echte kruks zit bij CD. In eerste instantie had het woord digitaal een betoverende werking. De commercie heeft het destijds ook zo gebracht. Als het maar digitaal was, dan was het goed, en laten we wel zijn, dat namen velen onder ons klakkeloos aan. Enkele 'audiophielen' riepen weliswaar het tegendeel, maar die werden eigenlijk niet serieus genomen. Historisch gezien heb ik de parallel met het heden al gehoord. DSD is een 1 bit systeem, dus het kan niet fout...je hebt het bit of je hebt het niet, of zoiets van dien aard...! Verschillen kunnen er niet meer zijn omdat je gewoon bitjes optelt. Niets is minder waar. Meer nog dan bij lineaire PCM, zoals gebruikt voor de CD, is DSD gevoelig voor processing in zowel het digitale als het analoge domein. Toen ik enkele jaren geleden aan mijn vrienden van dCS Engeland voorstelde om DSD naast 192kHz/24bit te gaan ontwikkelen was de eerste reactie: 'maar dat is voor 90% ruis, dat meen je toch niet echt?!'...'De wereld en met name Silicon Valley zijn bovendien 100% PCM, dat wordt een lastig verhaal...'

Ja, het is waar, DSD is overwegend ruis. Dit is een zeer belangrijk feit waar iedere audiotechnicus bij stil moet staan als hij of zij aan dit nieuwe avontuur begint. Nou weten we al van analoog dat ruis op zich geen probleem hoeft te zijn voor audiokwaliteit, maar bij DSD is deze ruis ook nog eens gecorreleerd, dat wil zeggen, ze staat in relatie tot het signaal. Dit is veel storender en resulteert in een scala van problemen die slechts met zeer vernuftige technologie op te lossen zijn. Stel je voor, het is een 1 bit signaal. Dit betekent een theoretische signaal ruis verhouding van ongeveer 6 dB. Het vernuft zit hem natuurlijk in de zeer hoge samplefrequentie, die in de huidige vorm voor de SACD zelfs 64 maal hoger is dan de CD, n.l. 2,8MHZ. Je zou kunnen zeggen het komt deze keer uit de breedte en niet uit de lengte...

Om toch nog even snel de theorie voorbij te laten komen nog een beknopte uitleg van digitaal in het algemeen waaruit blijkt waarom DSD zeer goede kaarten in handen heeft om daadwerkelijk beter te klinken dan 'ouderwetse' PCM.

Als een analogoog signaal correct moet worden beschreven door een beperkt aantal meetwaarden (samples), hangt daar de voorwaarde aan vast dat slechts een beperkt frequentiegebied van dit signaal wordt aangeboden aan de 'converter'. Gebeurt dit niet, dan zullen frequenties hoger dan toegestaan als het ware tussen de metingen vallen en verkeerde aannames genereren die bij de decodering van het digitale signaal vervormingen genereren. Dit effect wordt 'aliasing' genoemd. Het noodzakelijke filter ter beperking van het frequentiegebied is hier de grote boosdoener! Dit filter tast de snelle impulsen in de muziek aan omdat de responstijd ervan nooit ideaal is. Dit resulteert in een te brede en verkeerde afbeelding van het stereobeeld en de bijbehorende phantombronnen, met de nodige maskeringsverschijnselen in de frequentieoverdracht mede als gevolg daarvan. (zie figuur 1.) Hoe sneller de genomen samples elkaar echter opvolgen, hoe breder het toegestane frequentiegebied is en dientengevolge kan het, altijd noodzakelijke, filter 'verder weg' worden geplaatst. De regel in digitaal luidt: 'filteren op de halve sample frequentie', dus het verdubbelen van de sample frequentie staat een verdubbeling van de audio bandbreedte toe, met een filter dat bij een veel hogere frequentie pas in werking treedt. Alternatieve filters met een minder stijl verloop kunnen vervolgens worden gekozen omdat het menselijk gehoor in dit geval maar tot een deel van het geregistreerde frequentiegebied reikt en men mag aannemen dat eventuele harmonische vervormingen boven de gehoorgrens minder destructief zullen zijn. De impulsresponsie is echter zeer gebaat bij dergelijke mildere filters!

DSD heeft inderdaad de beste kaarten in handen omdat de samplefrequentie daar zeer hoog ligt. Het filter kan dan zeer mild zijn... (zie Analogue Gaussian / figuur 1.)

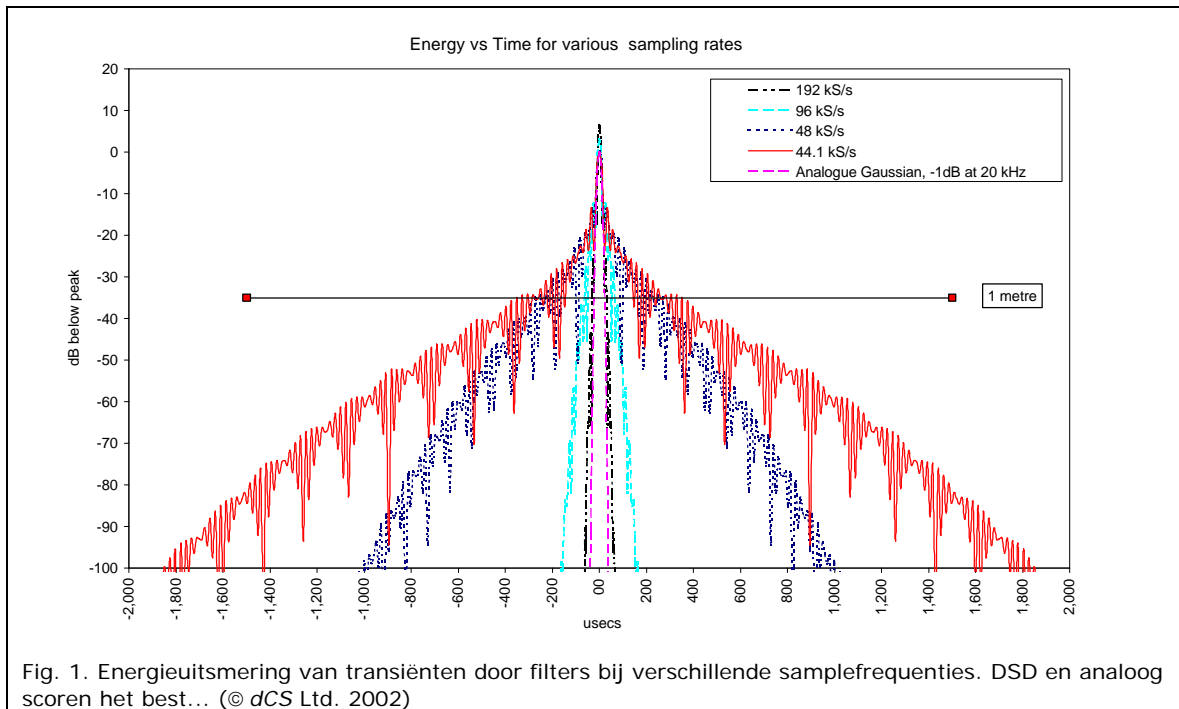


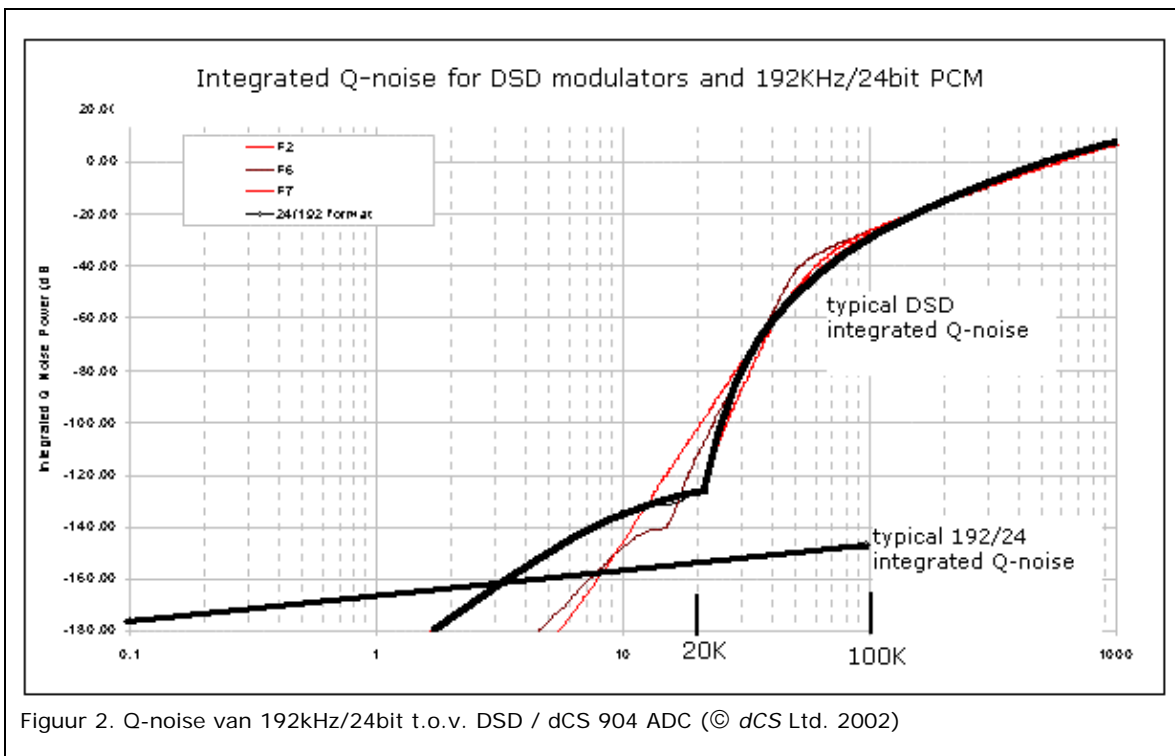
Fig. 1. Energieuitsmeting van transiënten door filters bij verschillende samplefrequenties. DSD en analoog scoren het best... (© dCS Ltd. 2002)

Maar ja, die ruis! Daar heeft men het volgende op gevonden: 'Noiseshaping'. Kort door de bocht kan je zeggen dat een noiseshaper de ruis uit het hoorbare gebied oppakt en het verplaatst naar een ander, liefst onhoorbaar gebied. (zie figuur 2.) Aangezien DSD, met zijn enkele bit veel ruis genereert, is er dientengevolge ook zeer veel ruis in dit onhoorbare gebied. Om een winst van enkele dB's te halen in de audioband betaal je meestal de tol van vele dB's meer ruis, en mogelijke instabiliteit in delen van het onhoorbare, ultrasone gebied.

Onhoorbaar betekent echter niet onbelangrijk, want onze opname en weergave spulletjes horen, of anders gezegd, zien dit meestal wel. Als je DSD vrijelijk aanbied aan een monitorsectie van bijvoorbeeld een analoge SSL mengtafel, zie je gelijk - 14dB onrustig dansende ruis op de meters. De elektronica en de meterbrug laten deze informatie gewoon door en terecht. Daar word je als technicus in eerste instantie zeer onrustig van en als dan bij hogere luidsterktes je versterkers ook nog in de beveiliging gaan vraag je je toch af wat er gaande is.

Op zich is dit allemaal geen probleem, maar weten wat er gebeurt of kan gebeuren is hier de beste weg en voorkomt slapeloze nachten en frustratie. Als je bij PCM een paar bits afkapt omdat je vergat te ditheren of noiseshapen bij de conversie van 24 naar 16 bits ging er heus niets kapot. Er zijn zelfs mensen die het mooier vinden klinken...alla, het zij zo. Bij DSD moet je echter op letten, want als de 'onhoorbare' ruis om wat voor reden dan ook te hoog wordt valt je productiemaster buiten de vereiste specificaties en is het wellicht lastig het probleem achteraf te verhelpen.

Het klinkt gewoon zo goed, dat is natuurlijk de kwestie en met de juiste houding en kennis aan boord kunnen we een mooie toekomst hebben met DSD zonder problemen.



Figuur 2. Q-noise van 192kHz/24bit t.o.v. DSD / dCS 904 ADC (© dCS Ltd. 2002)

Het 'noiseshapen' van de ruis kan op veel manieren gebeuren en zoals gewoonlijk doet de ene converter firma dat beter dan de andere. Het noodzakelijke filter om de ruis vervolgens binnen de perken te houden kan ook weer beter of slechter zijn en kan bovendien per muzieksoort anders worden ingeschat. De parameters die bepalen hoe goed DSD uiteindelijk klinkt is net als bij PCM weer volledig afhankelijk van de kwaliteit van al deze onderdelen. In die zin verandert er niets. DSD is geen garantie voor de beste audiokwaliteit, maar een optimale implementatie van DSD, waarbij de juiste randvoorwaarden zijn aangelegd is het beste digitaal wat ondergetekende totnogtoe heeft gehoord en velen met mij.

Hieronder geef ik een paar voorbeelden die illustreren waar de aanwezigheid van excessieve ruis in de ultrasone band tot oplettendheid noopt.

- De modulatie van de bitstream en de filtering van de ultrasone quantiseringsruis zijn direct van belang voor de geluidskwaliteit en liefst zou de audiotechnicus de beschikking moeten hebben over verschillende DSD modulators en filters om onder alle omstandigheden tot een optimum geluidskwaliteit te kunnen komen en bovendien het juiste samenspel te creëren met zijn bestaande randapparatuur.
- Onder bepaalde omstandigheden zal de bandbreedte van de weergave moeten worden beperkt aangezien zowel de audiometers (zie figuur 3.) als de audio weergaveapparatuur niet optimaal functioneren bij de aanwezigheid van hoge ultrasone ruiswaarden. Deze filtering zal echter weer genadeloos de geluidskwaliteit beïnvloeden.
- In de nabewerking van audiomateriaal wat met DSD is opgenomen, zal men altijd de 'onhoorbare' ruis in acht moeten nemen. Bijvoorbeeld dynamische compressie en heen en terug 'bouncen' van tracks in het analoge domein, leidt automatisch tot het vermeerderen van de aanwezige ruis. Het lijkt op de analoge dagen waarbij altijd weloverwogen gekozen moest worden of het signaal wel of niet gekopieerd moest worden. Het voordeel toen was dat je het meestal meteen kon horen. Nu kom je er in het ergste geval pas achter als de compressieverhouding voor datareductie bij het masteren naar multi channel SACD buiten de specificaties valt. De aard van de DSD ruis is dusdanig grillig en vaak onvoorspelbaar, dat 'lossless compressieverhoudingen' hier sterk op kunnen variëren en dus de maximale speelduur van de disc nadelig kunnen beïnvloeden.
- Bij iedere vorm van processing en montage in het digitale domein zal de DSD bitstream moeten worden 'gerequantiseerd', dus vind er als het ware opnieuw A/D conversie plaats, en dit veroorzaakt, in ieder geval op die plaats waar de bewerking plaats vindt, een vermeerdering van de ruis.
- Als de DSD wordt opgenomen met behulp van traditionele en/of gemodificeerde PCM apparatuur, zal iedere standaard handeling zoals bijvoorbeeld PLAY en STOP (dus een PCM handeling) op deze apparatuur leiden tot een corruptie van de DSD datastream. Het gevolg is een ruisuitbarsting met vrijwel volle uitsturing over de volle 100kHz bandbreedte...Dit kan het nodige kapot maken in je studio! Omzichtigheid is geboden aangezien inderdaad de hele wereld nog PCM georiënteerd is en veel van de huidige DSD systemen nog altijd PCM onderdelen gebruiken.



Figuur 3. Zo ziet 'digitaal nul' er uit in DSD tussen 50 en 100kHz

Om heel eerlijk te zijn, zijn de meeste van deze aandachtspunten ook gewoon van toepassing op onze 'good old' PCM, maar daar zijn de daadwerkelijk schadelijke problemen minder evident. Slechts een klein aantal, zeer gespecialiseerde, fabrikanten en audio technici heeft zich daar altijd op hetzelfde niveau mee beziggehouden als nu voor DSD absoluut voor eenieder noodzakelijk zal zijn.

Bert van der Wolf Juni 2002