

Computer!Totaal

Maart 1997

Geluidskaarten test

Creative Labs Sound Blaster 16 Value Edition PnP

Creative Labs Sound Blaster 32 PnP

Creative Labs Sound Blaster AWE64 PnP

Philips PCA761AW PnP

Philips PCA721AF 3D PnP

Advanced Gravis UltraSound Extreme

Advanced Gravis UltraSound PnP / UltraSound PnP Pro

Sound Vision 16 Gold

Sound Vision 32 Gold PnP

Terratec Meastro 32/96

Yamaha DB50XG MIDI Daughterboard

Yamaha MU10 MIDI Sound Module

Yamaha SW60XG MIDI Upgrade Card

Guillemot Maxi Sound 64 PnP / Maxi Sound 64 PnP Home Studio

Wat u **ziet** is wat u **hoort**

U wilt een goede-of liever de beste-geluidskaart om nu eens echt te genieten. Maar welke moet u kiezen? Computer! Totaal zet een fors aantal naast elkaar en laat de meetresultaten spreken. Meten is weten!

John Vanderaart, Wim Rouwet en Thijs Schoonbrood

Alle geluidskaarten zijn volgens hetzelfde blokschema opgebouwd. Allereerst wordt het analoge geluidssignaal in de mixerchip door de gebruiker op een bepaalde sterkte ingesteld. Dit analoge signaal wordt vervolgens aan een analoog-naar-digitaal-omzetter (de A/D-converter) aangeboden. Die converter zet het analoge ingangssignaal om in een reeks digitale getallen. We zeggen ook wel dat het signaal wordt 'bemonsterd'. De bemonsteringsfrequentie kan bij de meeste geteste geluidskaarten worden ingesteld op een waarde die tussen de 5 en de 48 kHz ligt. Bij audio-cd's wordt altijd 44,1 kHz gebruikt. Dit wil zeggen dat het analoge signaal 44.100 keer per seconde wordt omgezet naar een digitale waarde. Volgens het zogeheten 'Nyquist-criterium' is de hoogste frequentie die kan worden weergegeven gelijk aan de helft van de bemonsteringsfrequentie. De hoogst weer te geven frequentie voor audio-cd's is dus gelijk aan $44.100/2=22.050$ Hz. Voor HiFi-apparatuur

in het algemeen geldt dat deze in staat moet zijn om frequenties weer te geven van 20 Hz tot 20 KHz. Een sample-frequentie van 44.100 Hz voldoet hier dus aan.

Resolutie

De analoge spanning kan niet exact worden weergegeven door de A/D-converter, dit gebeurt altijd met een bepaalde resolutie. Deze resolutie wordt bepaald door het aantal bits dat er per sample wordt gebruikt. Over het algemeen geldt: hoe meer bits, des te minder ruis en vervorming. A/D-convertors waren vroeger 8 bit (SoundBlaster, SoundBlaster Pro, enzovoort), maar tegenwoordig werkt vrijwel elke kaart op 16 bit. Dit wil zeggen dat het digitale signaal 2 'tot de macht' $16 = 65.536$ mogelijke waarden kan aannemen. Bij de omzetting wordt het analoge signaal afgerond naar de dichtstbijzijnde digitale (lees: 'discrete') waarde. De

fout die hierdoor ontstaat manifesteert zich als ruis en heet daarom ook wel 'quantiseringsruis'. Bij een goed ontworpen 16 bit digitaal systeem geldt dat de signaal/ruis-verhouding gelijk is aan 96 dB. Natuurlijk spreken we

hierbij over een ideale situatie, want in de praktijk wordt deze waarde nooit gehaald. Maar voor de meeste normale audiotoeepassingen is dit ruim voldoende, want een cassettebandje haalt bijvoorbeeld maximaal 60 dB.

Zoals gezegd kan een A/D-converter nooit frequenties opnemen die groter zijn dan de helft van zijn samplefrequentie. Op zichzelf is dit niet zo erg, want wij willen toch geen



geluiden boven 20 kHz horen. Helaas verstoren signalen boven de helft van de samplefrequentie het bronsignaal: er treedt 'aliasing' op. Het signaal wordt namelijk binnen het frequentiedomein gespiegeld rond de helft van de samplefrequentie. Als een signaal van 34 kHz bijvoorbeeld op 44 kHz wordt bemonsterd, dan manifesteert dit signaal zich als $22 - (34 - 22) = 10$ kHz. Deze 10 kHz is natuurlijk wel hoorbaar en erg storend! Het is dus zaak om er voor te zorgen dat er geen signalen boven de helft van de samplefrequentie aanwezig zijn aan de ingang van de A/D-converter. Hiervoor moet hetingangssignaal eerst door een 'laagdoorlaatfilter' worden gevoerd, dit filter wordt dan ook wel 'anti-aliasing-filter' genoemd.

Het anti-aliasing-filter bepaalt in sterke mate de prestaties van de A/D-converter. Het moet alle frequenties onder de 22 kHz ongemoeid laten en alle frequenties daarboven verzwakken. Bij een 16 bit A/D-converter moet de demping minstens 96 dB bedragen. Dit is goed realiseerbaar, maar wel zéér prijzig. Bij een geluidskaart voor de pc zal er dus een afweging moeten worden gemaakt tussen de kwaliteit en de prijs van het filter.

'Echt' testen

Om tot een verantwoorde vergelijking tussen verschillende kaarten te komen, moeten we eerst afspreken wat en hoe er wordt getest. De meetgegevens beperken zich namelijk tot het samplen en het afspelen van gesampled geluid. De reden hiervoor ligt voor de hand. Stel jezelf de vraag: "Hoe meet je de kwaliteit van het geluid in een wavetable?" Die meet je niet dus! De wavetable-geluiden zullen namelijk door verschillende mensen anders worden beoordeeld. De één houdt van een flinke 'beat' met veel bas en veel hoog, terwijl de ander het erg belangrijk vindt dat de violen ook werkelijk als violen klinken. De wavetable zal in deze test niet worden beoordeeld, maar de kwaliteit van de samples dus wel. Als u veel met midi bezig bent, dan verdient het aanbeveling om uw eigen oren te laten spreken. En waar meten we de samples? Eenvoudig, alle metingen worden verricht aan de 'Line In' en de 'Line Out', voor zover aanwezig tenminste. Want sommige kaarten hebben alleen een 'Spk Out'. Zoals gezegd, voor HiFi-geluid is een frequentiebereik van 20 Hz tot 20 kHz vereist. Het wil zeggen dat binnen dit bereik alle frequenties met een maximale verzwakking van 3 dB moeten worden weergegeven. Een goede geluidskaart moet dus binnen dit bereik een redelijk

'rechte karakteristiek' hebben. Dus? Alle frequenties moeten in dezelfde verhouding als waarmee ze zijn opgenomen kunnen worden weergegeven. Een toonregeling is tijdens metingen uit den boze, omdat die uiteraard invloed heeft op de overdracht!

Meten

Om de frequentieresponsie van de ingang van de geluidskaart en van de A/D-converter te bepalen is gebruik gemaakt van een functiegenerator en een nauwkeurige voltmeter. Tijdens de meting is daarom eeningangssignaal met een constante amplitude en een variabele frequentie gevoerd naar de ingang van de geluidskaart, waarna digitaal naar de am-

De grote geluidskaartentest waarbij de kwaliteit voorop staat

plitude van het uitgangssignaal werd gekeken. Met de voltmeter verzekeren we ons ervan dat de amplitude van het testsignaal (een sinus) bij verschillende frequenties exact constant blijft. Dit is noodzakelijk, omdat het signaal van de functiegenerator niet een constante amplitude blijkt te zijn als we de frequentie opvoeren. Dit euvel wordt dus opgelost door de amplitude steeds weer op een ijkpunt af te regelen met de millivoltmeter. Voor de eigenlijke meting is met behulp van strategische frequenties simpelweg een sample gemaakt van de ingang. Als we te maken gehad zouden hebben met een ideale A/D-converter, dan moet de amplitude van de sample bij elke ingangsfrequentie in het 0 Hz-22.05 kHz-bereik van dezelfde grootte zijn. Natuurlijk is dit bij de geteste kaarten niet het geval. Van de metingen zijn grafieken gemaakt die de responsie relateren aan de ingangsfrequentie. Let wel, de grafieken hebben een logaritmische asverdeling. Hierop is ook de -3 dB-lijn aangegeven. Om de bandbreedte van de uitgang te meten hebben

we wederom gebruik gemaakt van de millivoltmeter en de oscilloscoop. Op de oscilloscoop kunnen we kijken of de volume-instellingen van de kaart zo zijn afgeregeld dat het uitgangssignaal onvervormd wordt weergegeven. De millivoltmeter geeft dan de feitelijke RMS-waarde van het signaal aan. Ook hier geldt: alle frequenties tussen 0 Hz en 22.05 kHz moeten eigenlijk met dezelfde amplitude worden weergegeven.

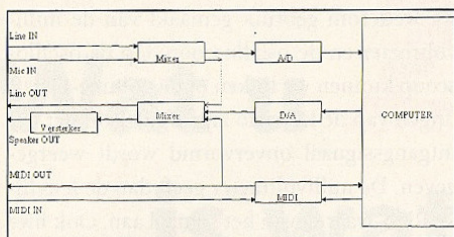
Als testmateriaal hebben we gebruik gemaakt van samples. Die bestonden uit door de computer berekende sinusvormige golven van maximale amplitude bij verschillende frequenties. De meetresultaten van deze meting zijn eveneens ondergebracht in grafieken. In deze grafieken zijn de -3 dB-lijn en de 22.05 kHz-lijn aangegeven. Hier geldt: signalen onder de 22.05 kHz horen onverzwakt te worden doorgegeven!

Overspraak

Bij goede apparatuur geldt dat een signaal dat op slechts één enkel kanaal wordt aangebracht niet op het andere kanaal hoorbaar mag zijn. Is dat wel het geval, dan praten we over 'overspraak'. En die overspraak vermindert het stereo-effect van de installatie. Overspraak wordt gemeten in decibellen (dB), waarbij geldt: hoe groter de afstand in dB's, des te minder overspraak. Om de overspraak aan de ingang te bepalen leggen we één van de ingangskanalen met een weerstand aan de massa vast. Op het andere kanaal wordt het 1 kHz-signaal van een zeer nauwkeurige (spot-) sinus-generator aangesloten. Deze stuurt de ingang van een kanaal volledig uit, zodat er nog nèt geen clipping (de andere term voor vervorming) optreedt. Vervolgens wordt er een sample genomen van het andere kanaal, waar deze gegenereerde sinus in principe niet op mag voorkomen. De mate waarin de sinus toch op het andere kanaal aanwezig is, vormt een duidelijke maat voor de overspraak tussen het linker en het rechter kanaal. Van alle kaarten is deze overspraak bepaald en vervolgens opgenomen in een tabel opgenomen.

Signaal/ruis- en THD-verhouding

De signaal/ruis-verhouding (SNR) is een belangrijk gegeven voor de kwaliteit van een kaart. Op de ingang zetten we de volledig uitgestuurde sinus van de genoemde (spot-)sinus-generator. Deze sinus heeft een heel lage harmonische vervorming, die kleiner is dan 0,0013%. We maken een sample van deze sinus en via een 2048 punts FFT-analyse bepalen we het spectrum. In dit spectrum is met-



een te zien of er aan de ingang harmonische vervorming optreedt. Als dit het geval is, dan moeten we een piek vinden bij 2 KHz (tweede harmonische), 3 KHz, enzovoort. Het spreekt voor zichzelf dat harmonische vervorming niet wenselijk is! Deze harmonische vervorming (THD) is bepaald aan de hand van de FFT-plots en opgenomen in een tabel.

Let op! De FFT-plot geeft ook een indruk van de hoeveelheid ruis aan de ingang: de zogenaamde 'ruisvloer' is duidelijk zichtbaar. Hoe lager de ruisvloer, des te beter de kaart. Toch geeft de gemiddelde waarde van de ruisvloer geen juiste indicatie van de signaal/ruis-verhouding, want deze is namelijk gedefinieerd als de verhouding tussen het vermogen van het signaal en het vermogen van de ruis. Het vermogen in de sinus is met een eenvoudige formule te berekenen en is voor elke kaart hetzelfde. Het vermogen van de ruis is echter afhankelijk van de kwaliteit van de ingangsversterker en de mixerchip! Om tot een juist cijfer voor de signaal/ruis-verhouding te komen moet de 1 KHz sinus digitaal uit het signaal worden gefilterd. Wat er dan na het filter nog overblijft, is de ruis plus de totale harmonische vervorming. In wezen bepalen we dus de verhouding tussen het signaal en de totale harmonische vervorming plus de ruis. Al deze waarden zijn weer terug te vinden in de tabellen. Hoe hoger de waarde, hoe beter de kaart. In deze tabellen is de grootte van de harmonische vervorming ook afzonderlijk weergegeven. Tot zover de methode die is gevolgd.

Ik kan me indenken dat er mensen zijn die hier weinig koek van bakken. Welnu, dat hoeft ook niet. Het gaat er gewoon om duidelijk te maken dat de kaarten niet subjectief aan de tand zijn gevoeld door er simpelweg naar te kijken en te luisteren. Als we op die manier tot een conclusie zouden komen, dan is deze slechts gebaseerd op persoonlijke smaak. Waarmee ik ook maar even wil zeggen dat 'persoonlijke smaak' wel degelijk een groot goed is om tot een verantwoorde keuze van hard- en software te komen. Enfin, de geluidskaarten zijn één voor één getest, de tabellen zijn gemaakt en de resultaten spreken voor zichzelf.

Midi voor iedereen

Vrijwel iedereen die een geluidskaart in z'n computer stopt komt op een bepaald moment de term 'midi' tegen. Veel mensen weten niet goed wat midi nou eigenlijk is, en wat je 'er mee kunt'. We geven hieronder een aantal onderdelen weer van een uitgebreid artikel dat u in zijn geheel kunt lezen op onze website: www.computertotaal.nl.

HENK DE BOER

Wat is midi?

Om het meteen duidelijk te stellen: midi is geen muziek, zelfs geen digitale. Het is een methode om heel specifieke digitale boodschappen over te brengen. Een belangrijk aspect bij midi is de verdeling in 16 verschillende communicatiekanalen, die ieder aan een bepaald instrument kunnen worden toegewezen. Hierdoor kunnen selectief allerlei bewerkingen op die instrumentklank worden losgelaten. Anders dan bij radio en televisie kan in dit geval echter ook op meerdere kanalen tegelijk worden 'afgestemd', zodat een compleet orkest kan worden weergegeven, met behoud van de mogelijkheid om elk instrument te manipuleren. Behalve het reeds genoemde kanaalnummer bevatten deze ook informatie over de in totaal 128 verschillende nootmogelijkheden. De 128 standaardklanken zijn elk met een eigen nummer vastgelegd binnen de 'General Midi'-norm, zodat een voor de piano bedoelde song op een ander apparaat niet door een waldhoorn of een panfluit wordt afgespeeld.

De midi-interface

De pc is van zichzelf geen midi-instrument, maar kan dit pas worden door toevoeging van een zogenaamde midi-interface. De firma Roland, die mede aan de wieg stond van de midi-standaard, leverde de eerste onder de wat cryptische naam 'MPU401-PC' en dit is een de-facto standaard geworden. Voor niet al te veeleisende toepassingen en dan met name onder Windows 3.11 en Windows 95 kan een zogenaamde MPU401-compatibele interface vaak goed voldoen. Deze zit op vrijwel elke geluidskaart. U hoeft enkel een speciale midi-kabel aan te schaffen om die poort te kunnen gebruiken.

Wavetable-synthese

De oorspronkelijke SoundBlaster had niet veel meer aan boord dan een eenvoudige synthesizerchip die door middel van Frequentie Modulatie geluiden wist te produceren welke nog de meeste verwantschap vertoonden met een speelgoedpianootje. Deze synthesizerchip is uiteraard verder ontwikkeld, maar het is vooral de toepassing van het 'wavetable'-principe dat de muzikiefliefhebber zal aanspreken. In de praktijk komt dat principe neer op een slimme combinatie van vastgelegde samples en geluidssynthese. Elke fabrikant heeft hier zo z'n eigen methode voor en samen met de kwaliteit van de oorspronkelijke samples leidt dit tot ongekend grote verschillen in kwaliteit.

De HCC en midi

De HCC kent een gebruikersgroep die zich speciaal richt op alles wat maar met muziek en computers te maken heeft: de HCC Midi-gebruikersgroep. Degenen die hierover wat meer willen weten kunnen contact opnemen met het secretariaat: Kleppersdans 43, 2907 RB Cappelle a/d IJssel (telefoon: 010-4504182).

De resultaten van de test



SoundBlaster 16 Value PnP

De SoundBlaster 16VE is het instapmodel van Creative Labs. De kaart wordt geleverd in een mooi verzorgde doos en met dito software op cd-rom. De installatie verliep (dankzij Plug & Play?) voorspoedig. Computer open, kaart er in en Windows 95 doet de rest. Nadat de cd-rom in het laatje was gestopt werd ook de software zonder problemen geïnstalleerd.

De kaart is voorzien van alle gangbare connectoren en aansluitingen. De SoundBlaster 16 voorziet niet standaard in wavetable-synthese, maar is wel voorzien van een WaveBlaster-connector, zodat er altijd nog een wavetable aan het geluidssysteem kan worden toegevoegd via een dochterbord.

De mixerchip kent een eenvoudige hoog/laag-toonregeling die een versterking of verzwakking van 14 dB kan halen. Verder is deze SoundBlaster voorzien van de Creative 3-dimensionale Stereo Enhancement Technologie, zoals Creative het zelf noemt. Als deze optie is ingeschakeld wordt het geluid extra ruimtelijk gemaakt.

De gemeten signaal/ruis-verhouding van 67 dB (tijdens het samplen) is heel netjes voor een kaart die te boek staat als instapmodel. Ook met een (lage) totale harmonische vervorming van 0,01% kan de SoundBlaster 16 de concurrentie met bijna alle andere kaarten goed aan. Een goed ontworpen anti-aliasing-filter op zowel de in- als de uitgang zorgen voor een vlakke frequentiekenarakteristiek. De uitgang ruist nauwelijks. De SoundBlaster 16 is full duplex, waardoor telefoneren over het Internet tot de mogelijkheden gaat behoren. Hiervoor wordt software meegeleverd. Al met al een goede, complete kaart.



Van tweeën één: het is u (in grote lijnen) duidelijk geworden hoe de test is opgezet, of u hebt aan de technische verhandeling vooral zware hoofdpijn overgehouden: het gaat ergens over, maar wát? Is het laatste het geval, dan hebt u waarschijnlijk tussen de regels door toch nog wel iets op kunnen pikken over de eisen die je aan een goede geluidskaart mag stellen. Nogmaals, de keus wordt mede bepaald door uw oren. Maar natuurlijk spelen ook de technische specificaties een rol. We gaan de kaarten één voor één bekijken.



SoundBlaster 32 PnP

De SoundBlaster 32 PnP is het grote broertje van de SoundBlaster 16. De installatie verliep ook bij deze kaart van Creative Labs ronduit vlekkeloos. Bij de 32 wordt dezelfde software geleverd als bij de SoundBlaster 16. Dik in orde dus. De 32 onderscheidt zich van de 'kleine' SoundBlaster door de wavetable synthesis-ondersteuning. Het hart van de synthesizer wordt gevormd door de EMU8000-chip, die garant staat voor kwalitatief goed geluid. Ook kan deze chip effecten als chorus en reverb aan het (midi-) kanaal toevoegen. Standaard kent de Sound-

Blaster 32 liefst 128 instrumenten, maar door het oprikken van één of twee SIMM's kan er gebruik worden gemaakt van 'SoundFonts'. Daarmee wordt het maximale aantal instrumenten alleen nog door het aanwezige geheugen begrensd. Let wel, op deze kaart is standaard géén RAM-geheugen aanwezig. De A/D-converter van de 32 lijkt verdacht veel op die van de SoundBlaster 16. Wat blijkt? De meetresultaten zijn nagenoeg identiek. Dus ook hier een signaal/ruis-verhouding van 67 dB aan de ingang, een totale harmoni-

sche vervorming van 0,01% en een vlakke frequentie karakteristiek. De uitgang van de kaart ruist een beetje, maar dat is niet hinderlijk. Ook deze geluidskaart kan in full duplex-mode werken, waardoor telefoneren via het Internet binnen bereik ligt.



SoundBlaster AWE64

Zijn de 32 wavetable-kanalen van de SoundBlaster 32 nog niet genoeg zijn voor u? Dan biedt de AWE64 soelaas. Naast de gebruikelijke EMU8000-chip (voor de wavetable-synthese) is de SoundBlaster AWE64 uitgerust met een 'WaveGuide-synth'. Deze synthesizer werkt niet met een ROM met ingebakken samples, maar het bouwt de geluiden zelf op aan de hand van wiskundige modellen. Dit wordt ook wel 'Physical Modelling' genoemd. Het resultaat is een zeer natuurgetrouw en realistisch geluid. Deze synthesizer kent, net als die van de wavetable, 32 kanalen.

In feite beschikt de SoundBlaster AWE64 dus over twee synthesizers met in totaal 64

STOORSIGNALEN

In de computer zijn allemaal stoorsignalen aanwezig. Denk aan harde schijven, het moederbord zelf, maar ook aan de VGA-kaart. Omdat deze stoorsignalen de kwaliteit van de geluidssignalen op de kaart nadelig beïnvloeden, verdient het de voorkeur om geluidskaarten zoveel mogelijk 'apart' te installeren. Bij een mini-tower kan het ook nog wel schelen om de geluidskaart in het onderste slot te installeren, omdat het metaal van de kast voor wat extra ontkoppeling zorgt. De VGA-kaart zover mogelijk weg houden van de geluidskaart, want deze zorgt voor de meeste storing.

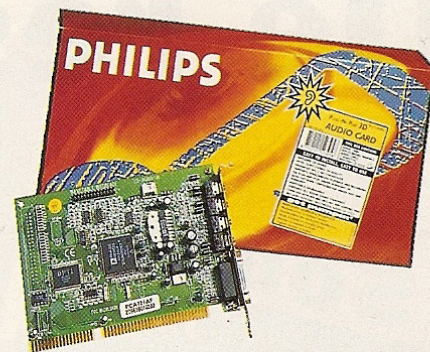
Dit neemt niet weg dat in het ontwerp van een geluidskaart rekening moet worden gehouden met de aanwezigheid van stoorsignalen. Om te kijken hoe de kaarten zich tegen storingsvelden weren, hebben we ze tijdens de test allemaal naast de VGA-kaart geplaatst. We zijn ons er van bewust dat dit niet de ideale situatie is. De door ons gemeten cijfers en grafieken kunnen dan ook afwijken van de door de fabrikant opgegeven waarden. Bedenk dat alle cijfers in deze test alleen kunnen dienen ter onderlinge vergelijking.

kanalen. De normale wavetable-synthesizer heeft standaard 512 KB geheugen, wat het gebruik van SoundFonts mogelijk maakt. Eventueel is het geheugen met een speciaal 'daughterboard' uit te breiden tot liefst 8 MB. Waarom de makers niet gewoon een normale SIMM-socket (zoals bij de 32) hebben gebruikt, is ons niet helemaal duidelijk. De specificaties van de A/D-converter zijn dik orde. De signaal/ruis-verhouding van 73 dB is goed voor een eervolle notering als tweede. Alleen de TerraTec-kaart scoort wat dit onderdeel betreft nog hoger. Ook het frequentiebereik is prima. De kaart heeft zowel aan de in- als aan de uitgang een vrijwel volledig rechte karakteristiek. Vanaf 22 kHz vallen de karakteristieken - zoals het hoort - snel af naar nul. De ruis aan de uitgang is verwaarloosbaar klein.



Philips PnP - PCA761AW

De Philips PCA761AW is van hetzelfde bescheiden formaat als de PCA721AF. Op deze kaart is één groot IC in combinatie met een ROM en een paar kleine logische poortjes te vinden. De PCA761 kent, in tegenstelling tot de PCA721AF, wel wavetable-synthesis en maakt hiervoor gebruik van een 1 MB ROM. De synthesizer kent 32 stemmen, 128 instrumenten en 53 drumsounds. Op de kaart is geen RAM of een uitbreidingsmogelijkheid daarvoor te vinden, dus gebruik van SoundFonts is helaas niet mogelijk. De frequentie karakteristieken van zowel de in- als de uitgang zijn vergelijkbaar met die van de PCA721AF, hoewel de ingang iets minder gevoelig is voor hoge tonen. Al met al dik voor elkaar. De signaal/ruis-verhouding bedraagt 67 dB en is dus ook in orde. Philips adverteert met een hoge signaal/ruis-verhouding, dat hebben we inderdaad gemeten. Helaas geldt dit alleen voor de ingang: qua overspraak en ruis aan de uitgang geldt voor deze kaart hetzelfde als voor de PCA721AF. Deze kaart heeft niet de beschikking over het '3D-geluid' van de PCA721AF en kent ook geen toonregeling. Dat is jammer, want afgezien van deze punten hebben we hier te maken met een prima kaart.



Philips 3D PnP - PCA721AF

Sinds kort maakt ook Philips geluidskaarten. De PCA721AF is de kleinste kaart uit de test. Twee grote IC's en een uitgangsversterker, meer was er op de kaart niet te vinden. Eén van de IC's is van 'Analog Devices', het verwonderde ons dat Philips als autoriteit op het gebied van digitale audio niet één van de eigen ontwerpen heeft ingezet. De kaart is voorzien van de standaard in- en uitgangen. Ook is een connector aanwezig voor een wavetable, waardoor u de kaart eventueel kunt upgraden met een synthesizer. De plot met de frequentie karakteristiek van de uitgang van deze kaart laat zien dat de lage tonen een beetje worden verzwakt. Niets om u zorgen over te maken, want het -3 dB-punt ligt pas bij 20 Hz.

Op de ingang is qua frequentiebereik niets aan te merken. Vanaf DC is de amplitude tot bijna 20 kHz constant. Het -3 dB-punt ligt precies op 20 kHz, zodat er vanaf 22 kHz nauwelijks nog signaal wordt doorgelaten. Prima filter! De totale harmonische vervorming bedraagt 0,04%, dat is nog acceptabel. De signaal/ruis-verhouding ligt op 68 dB en is dus vergelijkbaar met die van de betere kaarten. Jammer dat er aan de uitgang veel overspraak en ook nog wat ruis aanwezig is. Deze kaart kan naast 44,1 kHz ook op 48 kHz samplen en in full duplex-mode werken. De PCA721AF kent ook een 3D-effect dat het geluid extra ruimtelijk maakt. Aan het effect is verder niets in te stellen, het staat aan of het staat uit. De kaart kent geen toonregeling. De installatie van deze kaart verliep makkelijk, hoewel de installatiesoftware snel in elkaar gezet leek te zijn. Na een klik op de vlag van Engeland werd ik nog steeds in het Nederlands aangesproken en een enkel tekstje paste niet in het venster. Op zichzelf niet zo erg, maar toch...

Het is een goede kaart, hoewel er aan de installatieprogrammatuur nog wat gesleuteld mag worden.



Ultra Sound Extreme

De makers van de Ultra Sound Extreme beloven op de achterkant van de doos dat de kaart 'Gaming to the Extreme' brengt. Hiermee is meteen de doelgroep aangegeven: de spellerspelers. Deze kaart is zeker niet geschikt voor het maken van samples, er wordt dan ook nergens op de doos gerept over 'cd-quality' en 'DAT-tapes', zoals vrijwel alle andere fabrikanten doen. Verstandig. De signaal/ruis-verhouding bedraagt zo'n 46 dB, terwijl de totale harmonische vervorming op een onbescheiden 0,4% uitkomt. Qua A/D-conversie is dit simpelweg de slechtste kaart uit de test! Ook de ingangen en de uitgangsfilters lieten nogal wat te wensen over. Het ingangsfilter valt vóór de 20 kHz al duidelijk af, terwijl het uitgangsfilter al vóór de 10 kHz onder het -3 dB-punt is aangekomen. Dit is onacceptabel. De kaart ruist behoorlijk aan de uitgang en met onze testopstelling werd duidelijk dat er een signaal van ongeveer 5 MHz (waarschijnlijk de 4,77 MHz van de bus?) op de uitgang aanwezig was. Dit signaal had een amplitude van 60 mV, een audioversterker kan een signaal van een dergelijke hoge frequentie natuurlijk niet weergeven. Sterker nog, u kunt het helemaal niet horen! Toch is het slordig, het geeft nog eens aan hoe slecht deze kaart elektromagnetisch is afgeschermd. De kaart kent verder alle standaard-ingangen, maar mist een 'Speaker Out'; er moet dus gebruik gemaakt worden van actieve speakers. Hoewel de kaart wavetable-synthesis ondersteunt, bevat hij geen ROM. Wel is er standaard 1 MB RAM aanwezig, waardoor geluiden eenvoudig geupload kunnen worden. Het gebruik van RAM zorgt natuurlijk voor een flexibele keuze uit de bestaande instrumenten. Op de meegeleverde cd-rom staat voor maar liefst 5,6 MB aan te installeren geluid. De synth kent 32 stemmen, zoals vrijwel alle wavetable-synthesizers uit deze test. De kaart heeft van PnP geen kaas gegeten en kan, alles in overweging genomen, als low-end hobby-kaart worden bestempeld.

DIGITAAL OUT

Ideetje voor de ontwerpers? Veel kaarten beschikken over een redelijk goede ingang, terwijl de uitgang relatief veel ruis kent. Waarom geen digitale uitgang op een geluidskart? Nu de DCC- en DAT-recorders langzamerhand gemeengoed beginnen te worden, moet daar toch een markt voor zijn? Er kan dan ook voor het afspelen gebruik gemaakt worden van de veel betere D/A-converter en het filter van de DCC- of DAT-speker. Ook opnamen die met de computer zijn gemaakt kunnen zonder verlies worden vastgelegd op gangbare digitale geluidsdragers.



Gravis Ultra Sound PnP/Gravis Ultra Sound PnP Pro

De 'andere' kaart van Gravis en stukken beter dan de Extreme. De doos straalt meteen meer professionaliteit uit - zoals we dat van Gravis gewend waren - dan die van de Extreme. Op de achterkant staan zo waar technische specificaties! Dit zijn de specificaties die wij na meting vaststelden: een signaal/ruis-verhouding van 67 dB en een totale harmonische vervorming van 0,04%. De frequentieresponsie aan de ingang is tot zo'n 20 kHz recht en valt daarna - zoals het hoort - snel af. Aan de uitgang zien we een iets teruglopende responsie tussen de 10 kHz en de 20 kHz, maar pas na 20 kHz gaat het filter door het -3 dB-punt. Niets aan de hand dus. De uitgang ruist vrijwel niet en ook de overspraak is nihil.

Beide kaarten hebben een wavetable-synthesizer van 32 kanalen en zijn standaard uitgerust met 1 MB aan ROM. De Pro-versie heeft ook nog 512 KB RAM aan boord waar SoundFonts in geladen kunnen worden. Overigens zijn beide kaarten via 32 pins SIMM's uit te breiden met liefst 8 MB extra RAM. Als er RAM op de kaart aanwezig is, dan kunt u naast SoundFonts ook gebruik maken van de effect-processor op de kaart. Die kent de effecten echo, reverb, flanging en chorus.

Natuurlijk zijn de kaarten full duplex en daarmee dus geschikt voor Internet-telefoon. De kaarten kunnen werken op 48 kHz voor een nog iets betere kwaliteit.

Conclusie: de kaarten zijn stukken beter dan de Extreme en scoren ook in vergelijking tot de rest goed.



Sound Vision 16 Gold

De Sound Vision 16 Gold is gebaseerd op de ESS-chip, die veel in goedkopere kaarten wordt gebruikt. Net als de Ultra Sound Extreme is ook deze kaart niet uitgerust met PnP-ondersteuning. Wel zijn alle standaard-aansluitingen beschikbaar, inclusief twee cd-rom-interfaces (IDE en Panasonic) en een upgrade-connector voor een wavetable. De gemeten signaal/ruis-verhouding van 54 dB en 0,2% harmonische vervorming zijn niet om over naar huis te schrijven. Alleen het grote broertje (de Sound Vision 32) en de Ultra Sound Extreme presteren nog slechter. De ingang heeft een redelijk rechte frequentieresponsie, terwijl de uitgang al bij 10 kHz onder het -3 dB-punt zit. Ook de lage tonen worden pas vanaf 50 Hz goed doorgeleten door het uitgangsfilter. Dit is dus bepaald géén HiFi! De uitgang heeft een redelijk ruisniveau. Samplen op 48 kHz is niet mogelijk en de kaart ondersteunt ook geen full duplex. De Sound Vision 16 Gold doet - goud van oud - denken aan een slechte kloon van de oude SoundBlaster 16VE.



Sound Vision 32 Gold PnP

Hoewel het niet dezelfde is als op de Sound Vision 16 Gold, treffen we ook op deze kaart een ESS-chip aan die samen met de Crystal- en Dream-IC's uit Frankrijk de klus moet klaren. Op deze kaart geen

wavetable upgrade-connector, wel een ingebakken wavetable die goed is voor 512 KB en 32 stemmen. De mixer kent geen toonregeling, maar heeft wel een '3D Surround Effect'. Helaas heeft de Sound Vision 32 dezelfde filters als de Sound Vision 16, dus ook hier een beperkte bandbreedte aan de uitgang. Jammer. De signaal/ruis-verhouding is 50 dB en de harmonische vervorming bedraagt 0,3%. Dit is onacceptabel voor een wavetable-kaart! De ruis aan de uitgang is van eenzelfde niveau als die van de Sound Vision 16: matig dus. Deze kaart is weliswaar in full duplex uitgevoerd, maar dan alleen mono! Voor telefoneren over het Internet is dit natuurlijk geen probleem, voor professionele toepassingen is deze kaart sowieso niet geschikt. Bij de Sound Vision 32 krijgt u 'CakeWalk Express 3.01', een mooi maar niet uitgebreid midi-programma. Niettemin voor hobbyplezier toch een bijzonder leuk extraatje.



TerraTec Maestro 32/96

De moeder der geluidskaarten. Met de vergulde(!) connectoren en de stemmig zwarte printplaat straalt deze kaart het imago uit van de Mercedes in het land der computermuziek. Met een signaal/ruis-verhouding van 79 dB is dit de meest ruisarme kaart uit de test. De totale harmonische vervorming is eigenlijk nauwelijks nog te bepalen, omdat de eerste harmonische zich al in de ruisvloer bevindt. De THD is in elk geval kleiner dan 0,003%, dus dat is wederom de hoogste score. De filters zijn prima. Het -3 dB-punt ligt precies op 20 kHz bij de uitgang en net voor 20 kHz bij de ingang. De uitgang heeft een heel lage overspraak en ruist vrijwel niet. De TerraTec kent een wavetable-synthesizer met 32 kanalen, gebaseerd op de Franse Dream-chipset. In een ROM van 4 MB zijn 393 instrumenten en 8 drumkits opgeslagen. De kaart kent voor het MIDI-kanaal 8 types Reverb en 8 types Chorus. Jammer dat er op de kaart geen RAM of een uitbreidingsmogelijkheid daarvoor aanwezig is. Wel heeft de TerraTec standaard een tweede Midi-poort, waarop nog een extra wavetable-

synth van het WaveBlaster-type kan worden aangesloten. Op deze wijze kunt u nog eens 16 extra midi-kanalen en ook nieuwe instrumenten aan het sound-systeem toevoegen. Natuurlijk kan deze (PnP) kaart stereo in full duplex werken op een maximale samplefrequentie van 48 kHz. De mixer-software die bij de kaart wordt geleverd is de mooiste uit de hele test. Alles netjes met een dB-schaal en zelfs het ingangsniveau kan in dB's worden afgelezen. De kaart heeft één uitgang, die naar keuze op het Line-niveau werkt of door een versterker van 4 Watt wordt aangestuurd. Er is gekozen voor deze oplossing omdat er plaats gemaakt moest worden voor de drie(!) inputs. We vinden een normale 'Line In', een normale 'Mic In' en nog een extra input. Deze extra input kan als 'Line In #2' of als 'Mic In #2' dienst doen, wat in veel gevallen een externe input-mixer overbodig maakt. Uiteraard zijn ook bij deze kaart, net als bij de Maxi 64, alle externe ingangen ook intern beschikbaar. Het is dus mogelijk om bijvoorbeeld in een 5,25 inch frontje een aantal differentiële XLR-ingangen op te nemen en deze intern met de kaart te verbinden. De extra input, de vergulde connectoren, de perfecte geluidskwaliteit en de extra MPU-401 maken de TerraTec tot een professionele no-nonsense kaart van hoge kwaliteit.



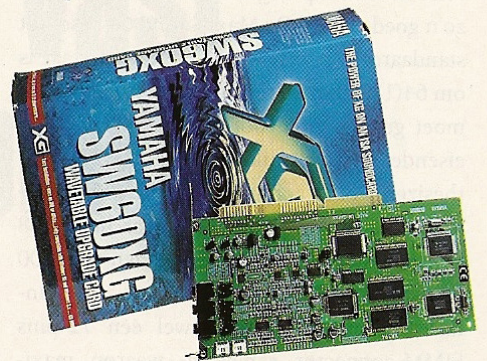
Yamaha DB50XG Daughter Board

Met deze module kunt u een geluidskaat met wavetable-connector upgraden tot een echt wavetable-systeem. U krijgt dan de beschikking over 676 instrumenten en 21 drumkits. Het board is rijkelijk voorzien van effecten. Naast 11 Reverb- en 11 Chorus-effecten kent de kaart nog 42 variaties, zoals Flangers, Wah's en zelfs distortion en rotovibes. De DB50XG kent 16 Midi-kanalen en gebruikt maximaal 32 stemmen. De geluiden worden gegenereerd aan de hand van AWM2 ('Advanced Wave Memory'). Dit is een techniek die ook in normale keyboards wordt toegepast en garant staat voor perfect geluid.



Yamaha MU10

De MU10 van Yamaha is een vreemde eend in de bijt. Het is een extern kastje dat via een seriële poort op de computer moet worden aangesloten. Qua specificaties is de MU10 identiek aan de DB50XG. Dit apparaat heeft in tegenstelling tot de twee andere Yamaha's wel 'Midi In'- en 'Midi Out'-aansluitingen. Zulks met de normale DIN-plug, er zijn geen verloopsnoeren nodig. De MU10 werkt ook op batterijen en is ideaal voor live-optredens. Gewoon een laptopje en de Yamaha mee. Een serieel poortje heeft immers elke computer.



Yamaha SW60XG Upgrade Card

Met deze kaart kan midi-functionaliteit aan een computersysteem worden toegevoegd. Toch is de SW60XG geen dochterbord zoals de DB50XG, maar een normale 16 bit ISA-kaart. Bedenk wel dat dit geen volledige soundcard is. Er zit wel een 'Mic In'-aansluiting op, maar er kan niet worden gesampled. Ook een joystick/Midi-poort is niet aanwezig. Net als de DB50XG kent deze kaart 16 Midi-kanalen en 32-stemmige polyfonie. In de 4 MB ROM zitten 676 instrumenten en 21 drumkits. Er zijn drie onafhankelijke effectprocessors aanwezig met 47 effecten. De DAC's op het systeem zijn 18 bit en zouden garant moeten staan voor perfect geluid. We hebben ons bij de test echter beperkt tot de WAV-ingang en -uitgang, maar die heeft deze kaart niet.



Maxi Sound 64 PnP/Maxi Sound 64 PnP Home Studio

Als u van veel gadgets en spelen met muziek houdt, dan is dit uw kaart! Compleet met surround-uitgang, parametrische equaliser en real-time-effecten (ook over de line-in!) is dit de meest uitgebreide kaart. Ook kwalitatief mag de kaart er beslist wezen. Met een signaal/ruis-verhouding van 72 dB aan de ingang en een totale harmonische vervorming van 0,02% plaatst deze kaart zich tussen de goede middenmoot en de 'top-of-the-bill'. De filters zijn zonder meer goed, hoewel het uitgangsfILTER eigenlijk net te vroeg begint af te vallen. Helaas ruist de eindtrap nogal en dat is jammer voor zo'n goede kaart. De Maxi Sound 64 beschikt standaard over een wavetable die in staat is om 64(!) stemmen tegelijk weer te geven. Dit moet genoeg zijn voor zelfs de meest veeisende midi-gebruiker. Voor de wave-synthesizer wordt gebruik gemaakt van een 4 MB ROM, die goed is voor maar liefst 128 GM-geluiden, 97 variatiegeluiden en 200 drumsounds. Op de kaart bevindt zich standaard geen RAM. Er is wel één 72-pins SIMM-connector aanwezig, waarop maximaal een 16 MB SIMM kan worden geprikt.

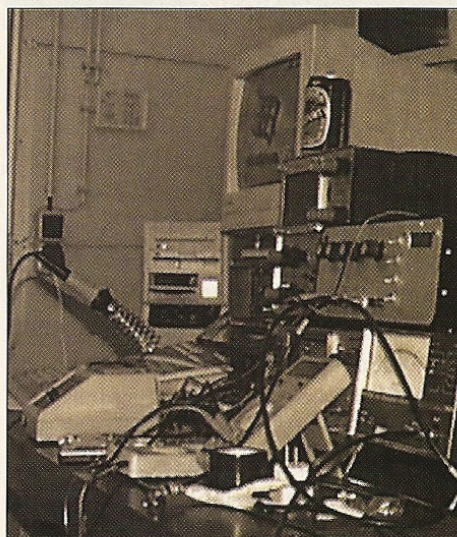
Alsof al deze midi-overkill nog niet genoeg is kan er ook nog een dochterbord van het WaveBlaster-type op de kaart worden bijgestoken... Zoals gezegd kent deze kaart een heel scala effecten, die ook op de line-in in real-time kunnen worden losgelaten. Erg leuk is de parametrische equaliser. Van deze vierbands-equaliser is per band het frequentiebereik en de versterking dan wel de verzwakking in te stellen. Op deze wijze is een redelijke karaoke-versie van pak 'm beet 'Saturday Night' te maken, door eenvoudigweg het frequentiebereik van Herman Brood op te zoeken en dat vervolgens flink te verzwakken. Als we het plaatje van Brood hebben ontdaan, is het mogelijk om met de surround-uitgang in combinatie met vier speakers je eigen stem precies te positioneren in een kamer! De 'Home Studio'-versie van deze

kaart kan 4 sporen naar disk opnemen en vervolgens 'overdubs' maken tot 8 kanalen. De effecten kunnen in real-time over de verschillende sporen worden gehaald. Met deze kaart haalt u dan ook een heuse mini-studio in huis!

Alle externe connectoren (Line In, Line Out, enzovoort) zijn ook intern op de kaart aanwezig. Als uw computer bijvoorbeeld twee cd-spelers heeft, dan kunt u deze intern verbinden met de geluidskaat. Deze PnP en full duplex-kaart is van goede kwaliteit en kent enorm veel mogelijkheden. Een aanrader.

Conclusie

De absolute topper uit deze test is zonder twijfel de kaart van TerraTec. Deze levert verreweg de beste geluidskwaliteit. Het is dan ook de enige kaart die het predikaat 'cd-kwaliteit' waar kan maken. Voorts is dit juweeltje rijkelijk voorzien van allerhande luxe extra's, zoals de vergulde connectoren en de extra midi-poort. Ook de Maxi Sound 64 en de SoundBlaster 64 zijn uitstekende kaarten. De kwaliteit van het AD/DA-systeem kan weliswaar niet tippen aan dat van de TerraTec, maar daar staat bij de SoundBlaster AWE64 tegenover dat deze naast de normale wavetable ook nog een waveguide-synth heeft. De Maxi Sound 64 onderscheidt zich van de rest van de geteste kaarten door als enige te zijn voorzien van een parametrische equaliser en een surround-uitgang. Bij de andere kaarten spreken de meetgegevens voor zichzelf. Alleen de Gravis Ultra Sound Extreme en in iets mindere mate de twee Sound Vision-kaarten zijn audio-technisch gezien slecht. Maar het is nog altijd van voldoende kwaliteit om bij niet veeisende applicaties en spelletjes te worden gebruikt.



VERKLARENDE WOORDENLIJST

Decibel (dB): geeft de verhouding tussen de amplitude (= sterkte) van twee signalen logaritmisch weer volgens de formule: aantal dB = $10 * \text{LOG}(X/Y)$. Een verschil van 3 dB tussen twee signalen wil dus zeggen dat het ene signaal $10^{(3/20)} = 1,41$ keer sterker is dan het andere.

Samplefrequentie: de bemonsteringsfrequentie, het aantal bemonsteringen van het analoge signaal per seconde.

Nyquist-criterium: dit stelt dat de maximaal weer te geven frequentie gelijk is aan de helft van de bemonsteringsfrequentie (= samplefrequentie) van het signaal.

Aliasing: dit effect treedt op als de ingangsfrequentie hoger is dan de helft van de samplefrequentie. Het signaal wordt dan gespiegeld rond de samplefrequentie weergegeven.

Anti-aliasing filter: laagdoorlaatfilter voor de ingang van de A/D-converter om aliasing te voorkomen.

RMS- of effectieve waarde: indicatie van de grootte van een wisselspanning, waarbij het vermogen van het signaal wordt gemeten, zodat de golfvorm niet van invloed is op de gemeten waarde.

Clipping: effect dat optreedt als een in- of uitgang wordt overstuurd. Het signaal wordt dan sterk vervormd doorgegeven. Vergelijk dit met het effect van het helemaal open zetten van uw stereo-installatie.

THD: 'Total Harmonic Distortion', totale harmonische vervorming. Dit geeft een indicatie van de mate waarin het signaal wordt vervormd in de signaalweg. Hiermee wordt geen ruis bedoeld, het moet dus apart worden gemeten.

FFT: 'Fast Fourier Transform', een manier om een signaal te ontleden in de frequenties waaruit het is opgebouwd.

Duplex: we zeggen dat een geluidskaat full duplex is als deze gelijktijdig kan opnemen en afspelen. Bij half duplex (de tegenhanger) is dit niet mogelijk.

Bandbreedte: het frequentiebereik waarin het signaal met een maximale verzwakking van 3 dB kan worden opgenomen of weergegeven. Voor HiFi-audio is bepaald dat het frequentiebereik minimaal 20 Hz tot 20 kHz moet bedragen.

Wavetable: bij wavetable-synthese wordt gebruik gemaakt van een wavetable. Dit is een ROM waarin samples van instrumenten zijn opgeslagen.

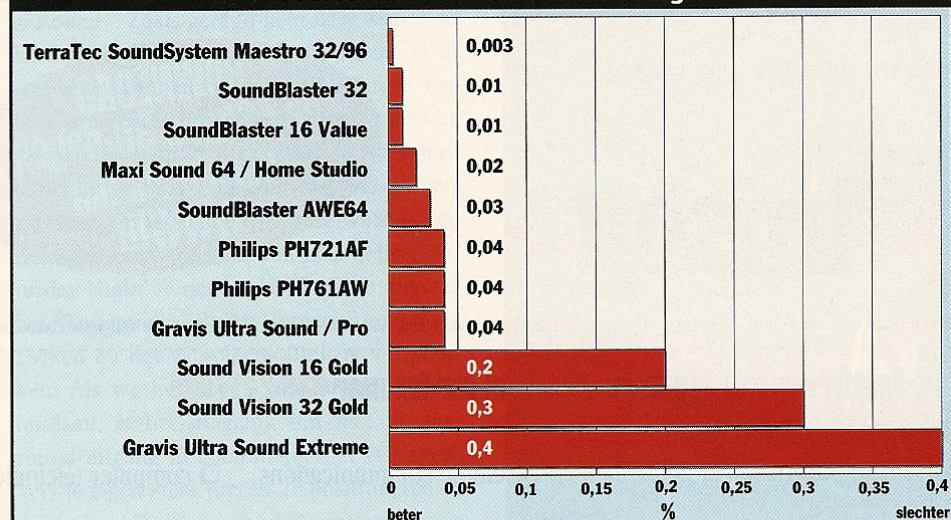
Waveguide: bij waveguide-synthese wordt geen gebruik gemaakt van een ROM met geluiden, maar van wiskundige modellen. Dit wordt 'Physical Modelling' genoemd, een relatief nieuwe techniek.

SoundFonts: bij wavetables wordt meestal gebruik gemaakt van een ROM met samples, die vervolgens als instrumenten gebruikt kunnen worden.

SoundFonts zijn samples die in een stuk RAM op de geluidskaat worden gezet, zodat de gebruiker zelf de mogelijkheid heeft de samples en dus de instrumenten te veranderen.

		SoundBlaster 16 PnP	SoundBlaster 32 PnP	SoundBlaster AWE64 PnP	TerraTec SoundSystem Maestro 32/96	Philips PCA721AF	Philips PCA761AW
Algemeen	Prijs incl. btw	f 190,-	f 250,-	f 375,-	f 650,-	f 99,-	f 149,-
	Leverancier	Creative Labs	Creative Labs	Creative Labs	ATC	Philips	Philips
	Telefoonnummer	015-2578244	015-2578244	015-2578244	046-4572286	06-8406	06-8406
	Cd-rom interface	IDE	IDE	IDE	IDE	Nee	Nee
Mixer	PnP	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Ingangen	Line In, Mic In, CD-In	Line In, Mic In, CD-In	Line In, Mic In, CD-In	Line In, Line/Mic In, Mic In, CD-In	Line In, Mic In, CD-In	Line In, Mic In, CD-In
	Uitgangen	Line Out, Spk Out	Line Out, Spk Out	Line Out, Spk Out	Line/Spk Out (omschakelbaar)	Line Out, Spk Out	Spk Out
	Vermogen Spk Out	4W	4W	6W	4W	6W	6W
	Toonregeling	Ja	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee
AD/DA	3D-Stereo	Ja	Ja	Ja	Nee	Ja	Nee
	Sample Rate	44.1 Hz	44.1 Hz	44.1 Hz	48 Hz	48 Hz	48 Hz
	Bits	8/16	8/16	8/16	8/16	8/16	8/16
MIDI	Duplex	Full	Full	Full	Full	Full	Full
	midi-interfaces	1	1	1	2	1	1
	Wavetable Synth	Nee	Ja	Ja	Ja	Nee	Ja
	Waveguide Synth	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee
	Wavetable Connector	Ja	Nee	Nee	Ja	Ja	Nee
	ROM	n.v.t.	1 MB	1 MB	4 MB	n.v.t.	1 MB
	RAM	n.v.t.	Geen	512 Kb	Nee	n.v.t.	Nee
	RAM uitbreidbaar tot	n.v.t.	8 MB	8 MB	Niet	n.v.t.	Niet
	RAM uitbreidbaar met	n.v.t.	30 pins SIMMs	Module van Creative	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	GM/GS Compatibel	n.v.t.	Ja	Ja	Ja	n.v.t.	Ja
	Instrumenten	n.v.t.	128	128	393	n.v.t.	128
	Drumkits/sounds	n.v.t.	7 kits	10 kits	8 kits	n.v.t.	53 sounds
	Polyfonie	n.v.t.	32	32 Wavetable + 32 Waveguide=64	32	n.v.t.	32
	Effecten	n.v.t.	Reverb/Chorus	Reverb/Chorus/Delays	Reverb (8), Chorus (8)	n.v.t.	Nee
	FM Synth Stemmen	20	20	20	32	20	20
Extra's	Cd-rom geluidskabel	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja	Ja
	Midi kabel	Nee	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee
	Audiokabel	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee	Nee
	Microfoon	Nee	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee

Totale harmonische vervorming

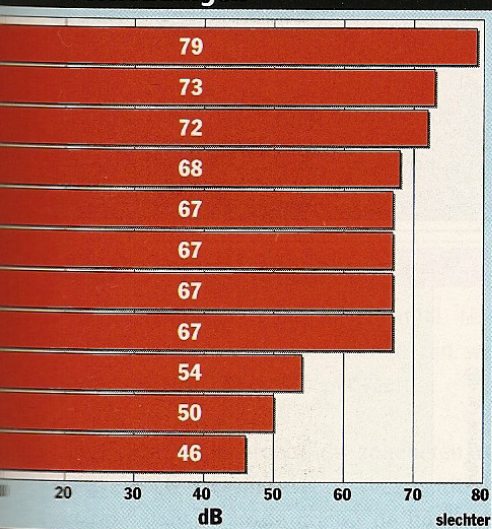


Signal/Ruis

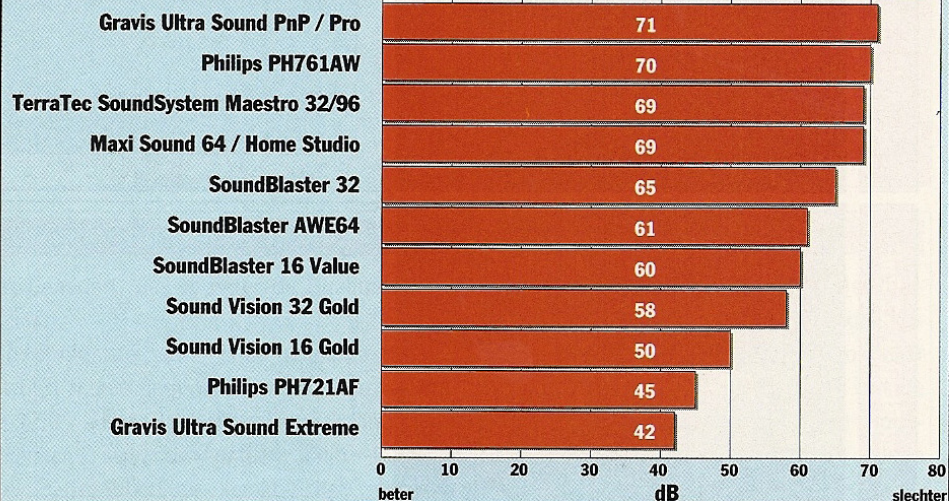


Sound Vision 16 Gold 3.3b	Sound Vision 32 Gold PnP	Gravis Ultra Sound Extreme	Gravis Ultra Sound PnP/Pro	Maxi Sound 64 PnP / Home Studio	Yamaha DB50XG	Yamaha SW60XG	Yamaha MU10
f 109,-	f 229,-	f 349,-	f 349,- / f 449,-	f 409,- / f 499,-	f 375,-	f 499,-	f 715,-
Computerline	Computerline	Dunnet	Dunnet	All Trade en V&D	Euro Reseller	Euro Reseller	Euro Reseller
0251-229106	0251-229106	010-4008100	010-4008100	036-5363166	0299-438496	0299-438496	0299-438496
IDE & Panasonic	IDE	IDE	IDE	IDE	n.v.t.	Nee	Nee
Nee	Ja	ja	Ja	Ja	n.v.t.	Nee	Nee
Line In, Mic In, CD-In	Line In, Mic In, CD-In	Line In, Mic In, CD-In	Line In, Mic In, CD-In	Line In, Mic In, CD-In	n.v.t.	Line In, Mic In, CD-In	Line In, Mic In, MIDI In
Line Out, Spk Out	Line Out, Spk Out	Line Out	Line Out	Spk/Line (sw), Surround	n.v.t.	Line Out	Line Out, MIDI Out
4W	6W	n.v.t.	n.v.t.	4W	n.v.t.	Nee	Nee
Nee	Nee	Nee	Nee	4 bands parametrische equalizer	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Nee	Ja	Nee	Nee	Ja	n.v.t.	Nee	Nee
44.1 Hz	44.1 Hz	44.1 Hz	48 Hz	44.1 Hz	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8/16	8/16	8/16	8/16	8/16	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Half	Full (Mono)	Full	Full	Full	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	1	1	1	1	n.v.t.	Geen	1
Nee	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
Ja	Nee	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee
n.v.t.	512 Kb	Geen	1 MB	4 MB	4 MB	4 MB	4 MB
n.v.t.	Nee	1MB	512kB (alleen Pro)	0MB	Geen	Geen	Geen
n.v.t.	Niet	Niet	8Mb	16MB	Niet	Niet	Niet
n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	30 pins SIMM's	72 pins SIMM's	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
n.v.t.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
n.v.t.		5,6 MB op cd	5,6 MB op cd	128 en 97 variaties	676	676	676
n.v.t.		5,6 MB op cd	5,6 MB op cd	200 sounds in 16 kits	21 kits	21 kits	21 kits
n.v.t.	32	32	32	64	32	32	32
n.v.t.		Geen	Reverb/Chorus/	Reverb (8), Chorus (8)	Reverb (8), Chorus (8),	Reverb (8), Chorus (8),	Reverb (8),
20	20	20	20	20	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	n.v.t.	Nee	Nee
Nee	Nee	Nee	Nee	Ja	n.v.t.	Nee	Nee
Nee	Nee	Nee	Nee	Ja	n.v.t.	Nee	Nee
Nee	Nee	Nee	Ja (alleen Pro-versie)	Nee	n.v.t.	Nee	Nee

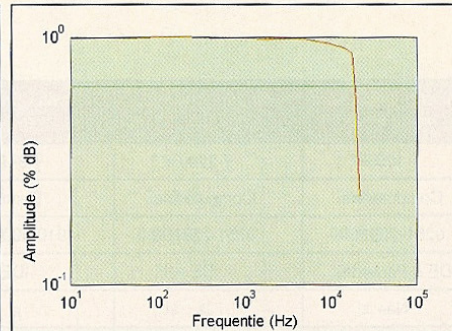
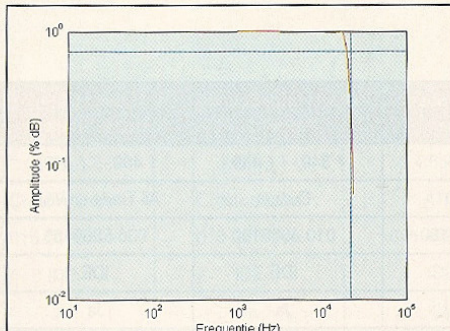
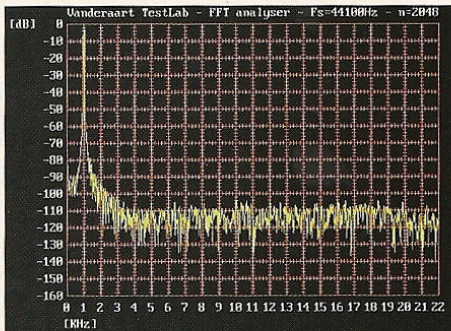
THD verhoudingen



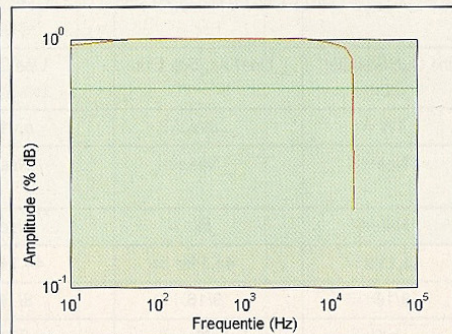
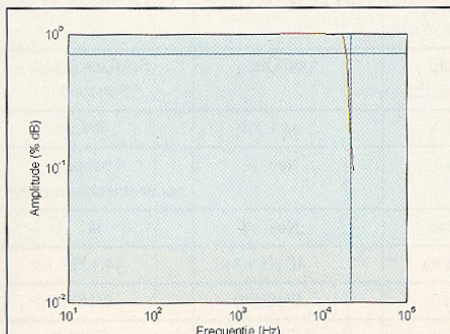
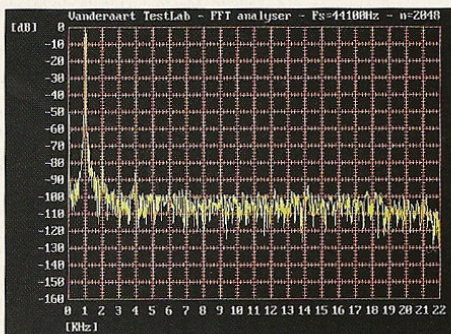
Scheiding L/R



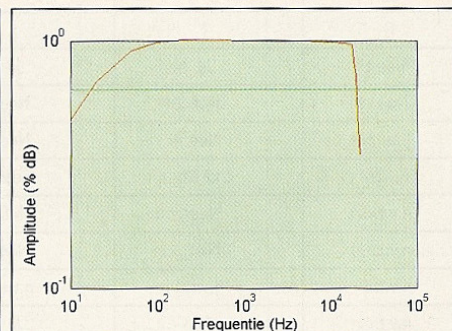
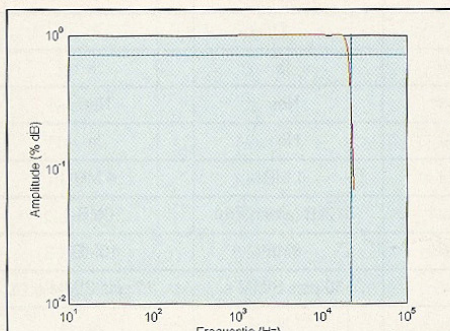
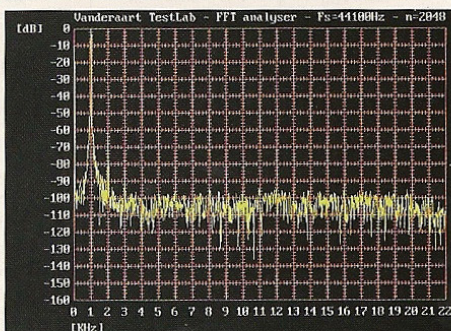
TerraTec Maestro 32/96



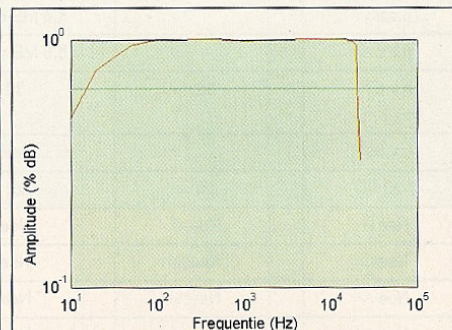
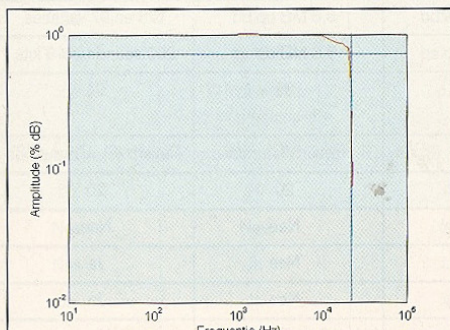
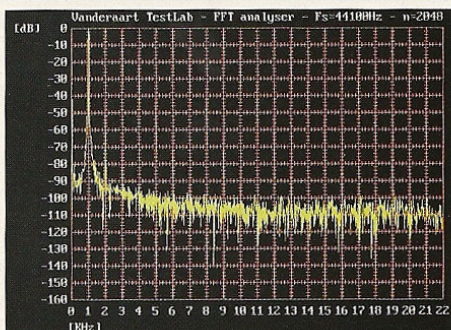
Maxi Sound 64



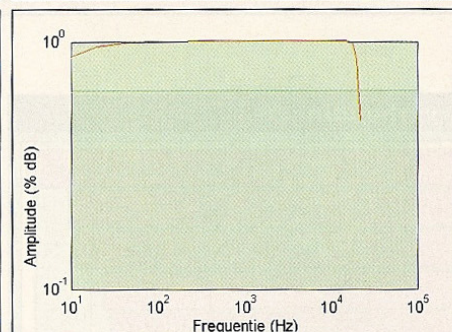
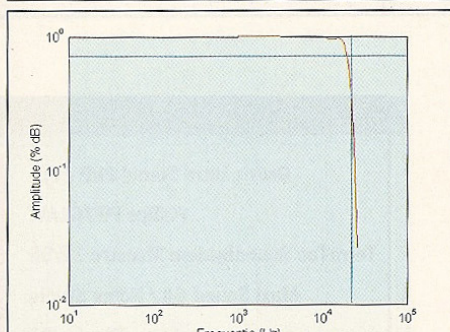
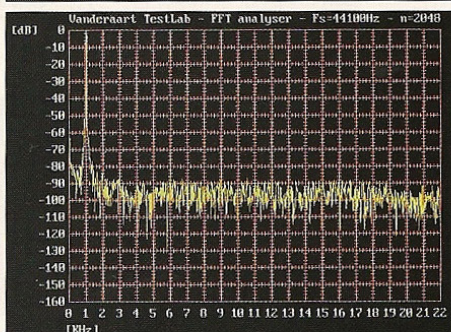
Philips 3D - PCA721AF



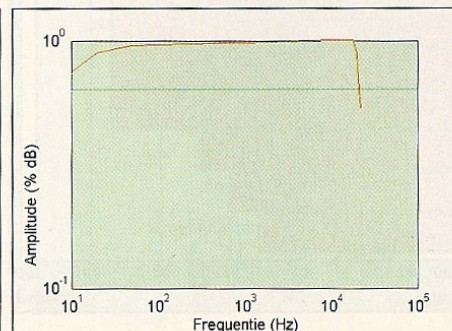
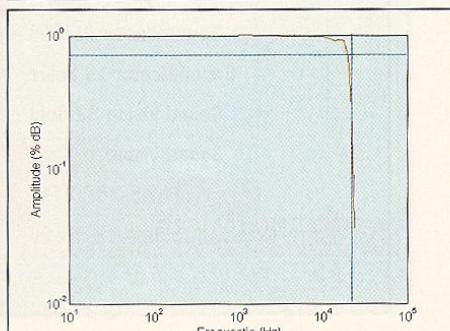
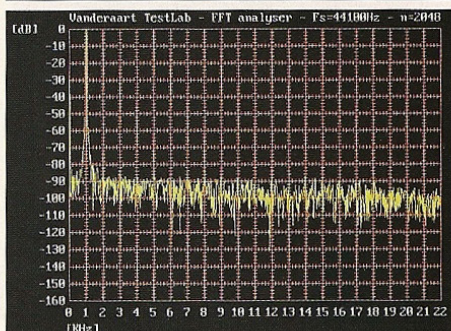
Philips - PCA761AW

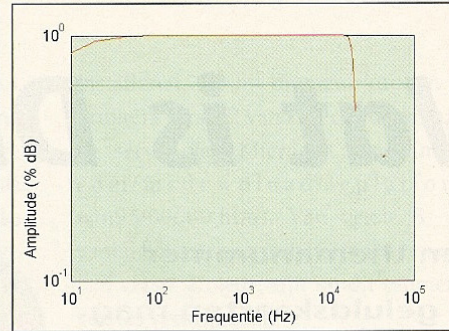
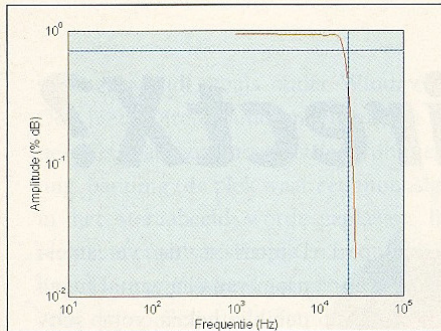
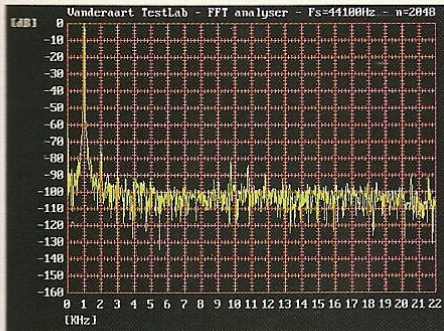


SoundBlaster 16 VE

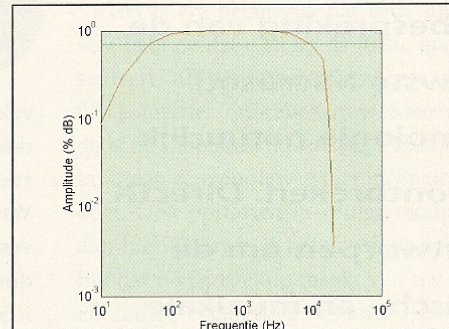
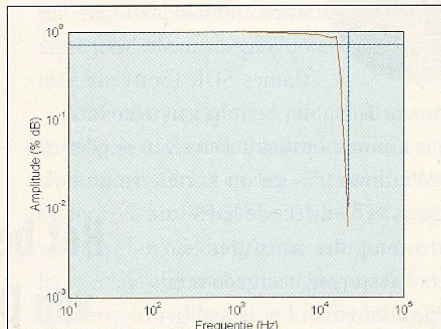
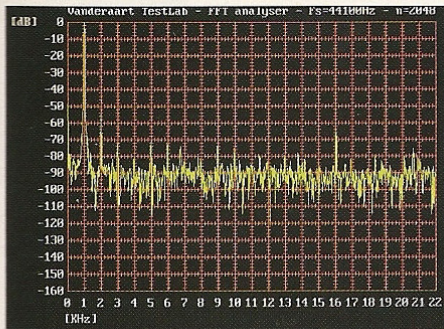


SoundBlaster 32 PnP

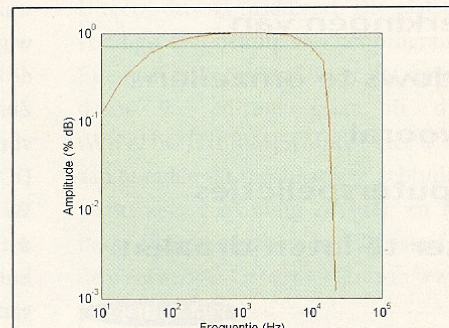
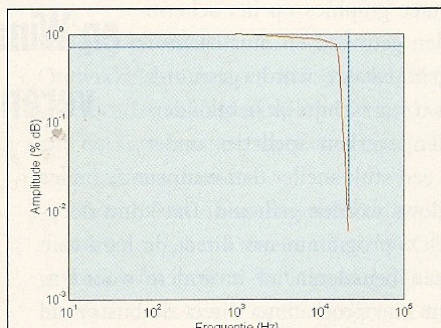
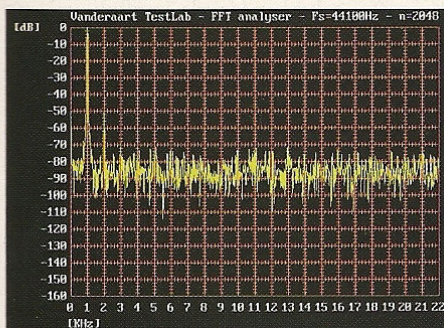




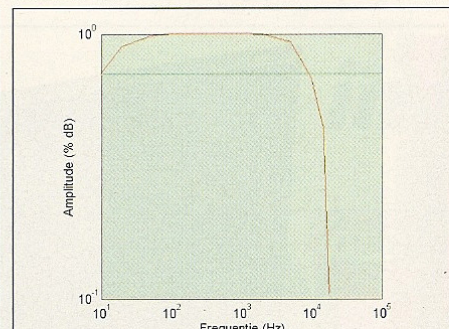
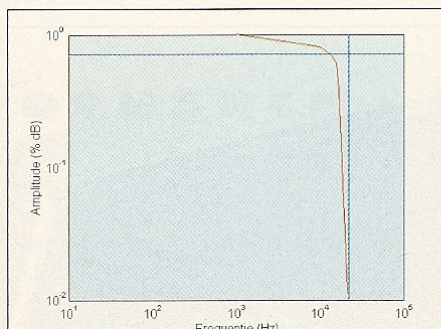
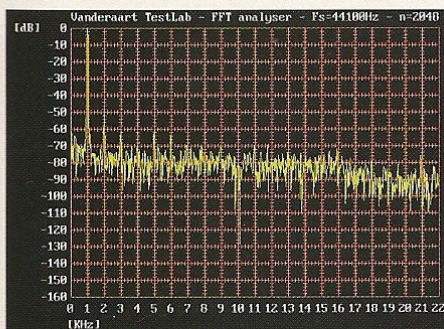
SoundBlaster AWE64



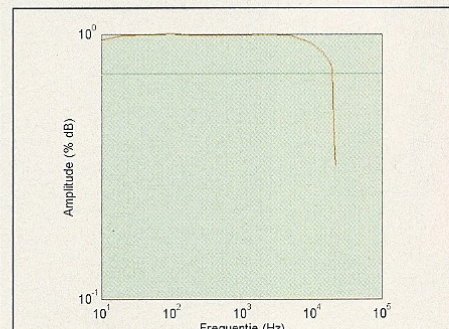
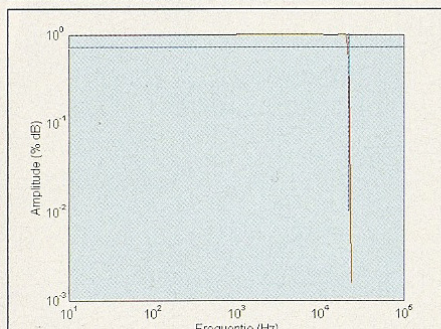
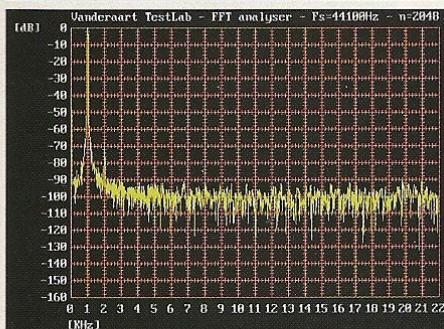
Sound Vision 16 Gold



Sound Vision 32 PnP



Ultra Sound Extreme



Ultra Sound PnP

Verklaring van de grafieken

Elke geluidskaart heeft een aantal testen ondergaan waarvan de resultaten zijn weergegeven in drie grafieken per kaart.

De linker grafiek toont de zogeheten ruisvloer van een geluidskaart. Hier geldt: hoe dichterbij de lijn van de grafiek de horizontale

x-as benadert, des te beter de kwaliteit van de kaart.

In de middelste grafiek is de geluidskaart die het best scoort degene van wie de lijn van 0 tot 22,05 kHz zo lang mogelijk vlak langs de bovenkant van de grafiek blijft lopen. Vervolgens moet de karakteristiek na de

hoogste frequentie recht naar beneden duiken. Gebeurt dit eerder dan geeft de geluidskaart hoge tonen verzwakt weer. Ook voor de rechter grafiek geldt dat de lijn van de kwalitatief beste geluidskaart zo lang mogelijk de bovenrand van de grafiek moet volgen en bij 22,05 kHz scherp moet afbuigen.

