

Pink Faun DAC 2

Oktober 2010

Met de DAC 2 brengt Pink Faun zijn eerste 24 bits, 192 kHz DAC uit. We hebben bij de ontwikkeling van deze DAC veel geluisterd naar verschillende technieken en circuits, om tot de meest optimale keuze te kunnen komen. Het resultaat is bijzonder mooi geworden. In dit artikel beschrijven we de keuzes en opbouw van de Pink Faun DAC 2.

1. Digitaal

Er wordt in onze ogen altijd veel te veel nadruk gelegd op het digitale deel van DACs. Uiteraard is het belangrijk, maar het is slechts een deel van het apparaat. Zelfs de gemiddelde DAC is vaak digitaal al erg goed uitgerust, het kost weinig, en het is algemene technologie. Op punten zoals de voeding en het analoge deel (zie verderop) is over het algemeen veel meer winst te halen en meer onderscheid te maken. Maar uiteraard moet alles optimaal zijn in een goed apparaat, dus vandaar het onderstaande.



1.1 SPDIF aansluitingen

SPDIF is in wezen een heel slecht communicatie middel, gekozen voornamelijk om het gemak van een enkele kabel. Zowel de data als de klok wordt in het SPDIF signaal versleuteld, en moeten in de DAC weer uit elkaar geplozen worden.

Een erg belangrijk aspect bij het SPDIF signaal is galvanische scheiding van de bron. Dit voorkomt storingen via de aarde, reflecties en daarmee aantasting van het digitale SPDIF signaal. Een optische kabel is hierbij in het voordeel, maar heeft weer het nadeel dat het tweemaal omgezet moet worden.

De Pink Faun DAC 2 heeft standaard voor zijn coaxiale SPDIF input een scheidingstransformator zitten van Scientific Conversion, een absoluut topmerk op dit vlak. Verder wordt de topper van Crystal, de CS8416 receiver, gebruikt voor het omzetten van SPDIF optisch en coaxiaal naar het I²S signaal waar de DAC intern mee werkt.

1.2 I²S data transfer

De Pink Faun DAC 2 werkt intern met I²S data transmissie. Het I²S signaal bestaat uit drie datalijnen, de werkelijke digitale audio data, de bijbehorende dataklok, en het meest belangrijk, de word klok.

Bij de eerste twee lijnen is jitter niet echt een issue, het gaat erom dat ze in de juiste geheugencellen van de DAC staan, dit kan grote tolerantie hebben. De wordklok geeft het moment van de werkelijke DA-conversie en bepaald dus ook vrijwel volledig de jitter die uiteindelijk hoorbaar wordt. Een afwijking in de wordklok geeft direct een afwijking in het analoge signaal.

De I²S outputs van de verschillende input boards worden bij de Pink Faun DAC 2 allemaal individueel met very high speed linedrivers gebufferd. Dit zorgt ervoor dat de transmissielijnen door het apparaat makkelijk aangestuurd worden en dus de blokgolven ook echt mooi vierkant blijven. Voordeel van de door ons gekozen linedrivers is dat ze aan en uit te zetten zijn, en dus een ideale gelegenheid geven om de data input van de DAC te selecteren. Het component zit toch al in het signaal, er is dus een goede reden het een dubbele functie te geven. Hierdoor hebben we geen extra latches, relais of andere componenten in het digitale signaal nodig.

1.3 USB aansluiting en A-synchrone USB

USB is een veelbelovende manier om de data van de computer in de DAC te krijgen. De klok is ook hier echter weer in de data versleuteld. De klok en data worden door de USB receiver opnieuw gegenereerd. Hiervoor bevat de receiver een FIFO geheugen waar blokken data worden opgeslagen, waarna het door de receiver bewerkt wordt en omgezet naar I²S.

Belangrijk voor een goede werking is dat het FIFO geheugen steeds voldoende data bevat. Via de adaptieve modus (de standaard audio DAC methode) werkt dit al erg goed, omdat de snelheid van USB ruim voldoende is, en er dus vrijwel altijd voldaan wordt aan genoeg data. Wel kan er door een verschil in de klokken aan beide kanten sporadisch verlies van data optreden.

Mooier is om gebruik te maken van de A-synchrone modus. Hierbij wordt het tempo van de datablokken bepaald door de receiver, deze geeft aan de computer door, "iets sneller", "iets langzamer", waardoor het zeker goed gaat. Verder werken de principes hetzelfde, en zal het verschil klein zijn bij een dedicated afspeelcomputer. Het is altijd raadzaam bij de computer geen andere USB apparatuur aan te sluiten en meerdere USB outputs te proberen, er kan wel degelijk kwaliteitsverschil in zitten.

Wat voor alles altijd zeer belangrijk is, is de voeding van de receiver en in het speciaal zijn klok. Alleen met een zeer goede voeding kan hij optimaal zijn conversie doen, en dat scheelt heel veel jitter. Dit doet veel meer dan het verschil tussen Adaptief en A-synchrone modus.

Bij veel audio DACs die er nu commercieel te krijgen zijn wordt de USB receiver gevoed door de busspanning van de PC. We willen er niet eens op ingaan wat dit met jitter doet... Veel USB receivers zetten dan ook nog eens de USB data om in SPDIF data, die dan weer door de SPDIF receiver gedecodeerd wordt, dit laatste is uiteraard een nog slechtere oplossing.

Als een van de eerste van de wereld wordt bij de USB modules van de Pink Faun DAC2 de USB data transfer al op USB niveau compleet galvanisch gebufferd en gescheiden met geïntegreerde transformatoren. We werken niet met optocouplers of capacitieve scheiding, deze hebben vaak meer nadelen dan voordelen. Er is in de Pink Faun DAC 2 helemaal geen directe elektrische koppeling meer met de computer. Dit blijkt een enorm hoorbare verbetering. Dezelfde receivers klinken echt een klasse beter door deze scheiding. Dit is makkelijk 1:1 te beluisteren in de DAC 2 door de modulaire opzet.

Achter de galvanische scheiding zitten de receiver (TENOR TE-7022L) met zijn eigen uiterst nauwkeurige TCXO klok, ieder met hun eigen gescheiden Pink Faun voedingen.

1.4 Datarate 24/96 vs 24/192

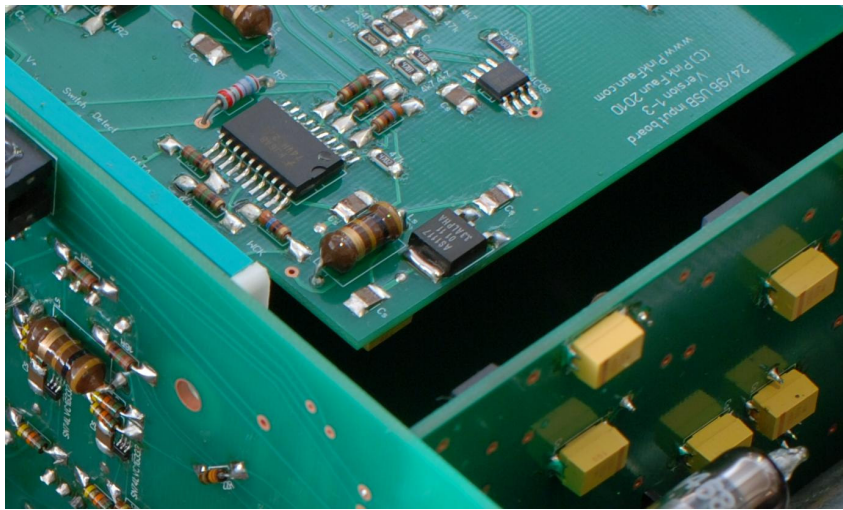
Een hogere datarate levert in principe een betere output. Dit blijkt toch nog niet helemaal waar op dit moment. De nadelen van 24/192 zijn:

1. Het kan alleen in de nieuwste besturingssoftware, en A-synchroon. Tengevolge hiervan moet men terug vallen op eigen ontwikkelde drivers, die weer een extra laag in de software vormen. 24/96 werkt meestal gewoon met de native al aanwezige drivers. Er hoeft ook niks voor geïnstalleerd te worden.
2. De elektronica is voor 24/192 meteen een stuk lastiger, er zijn DSPs nodig, er moeten bewerkingen gedaan worden. De middelen zijn al snel erger dan de kwaal.
3. De sample frequentie bepaald voornamelijk de resolutie in de bandbreedte, en deze is al ruim 40 kHz met 96kHz sample frequentie, met 192 kHz win je dus in specs maar relatief weinig in het werkelijke hoorbare bereik.
4. Galvanische scheiding werkt helaas nog niet samen met 24/192, tot nu toe is het maximaal 24/96. We hopen op snelle ontwikkeling hierin, en volgen dit op de voet.

We hebben een flink aantal receivers beluisterd en hebben op dit moment voor USB gekozen voor een maximum rate van 24/96, de galvanische scheiding was hierbij zeer dominant in het geluidsbeeld. Als receiver hebben we gekozen voor de TENOR TE7022L, deze klonk uiteindelijk het beste van allemaal. Het blijkt duidelijk dat een goede 24/96 meer doet dan een minder optimale 24/192.

1.5 Modules

Omdat de keuze van 24/96 voor ons alleen voor dit moment geldt, willen we zeker de mogelijkheid open houden om later nog naar een hogere norm of betere transmissie te gaan. Met USB 3.0, Firewire of Audio over ethernet (al dan niet wired of wifi), of nieuwere geïntegreerde technologie, kan 24/192 wel degelijk weer beter gaan worden.



Het is nu echter nog steeds onduidelijk waar het heengaat, dus hebben we gekozen voor een modulair systeem voor onze DACs. Naast een vaste 24/192 SPDIF optische en coax aansluiting heeft de Pink Faun DAC 2 twee slots waarin kaarten gestoken kunnen worden voor veranderen of toevoegen van functionaliteit. Met deze kaarten kunnen twee extra inputs worden toegevoegd zoals bijvoorbeeld een USB input, een directe I²S input of extra SPDIF inputs. De DAC herkent de kaarten bij het opstarten en voegt deze automatisch toe in het input menu op het display.

Voor SPDIF hebben we een generiek SPDIF input board met coax, BNC en optische aansluiting ontwikkeld en eentje speciaal voor de AES/EBU aansluiting. Eventuele nieuwe ontwikkelingen worden gevolgd door nieuwe kaarten uit te brengen. Dit zal zoals altijd bij Pink Faun producten in nauwe samenwerking gaan met de gebruikers van het apparaat.

1.6 A-synchrone reclocking / upsampling

Nadat het signaal is geschakeld en samengevoegd komt het in het hart van de Pink Faun DAC 2. Dit is een A-synchrone reclocker (Texas Instruments SRC4192). Deze reclocker is slave naar de inputs, deze leveren met hun eigen kloksnelheden de data aan. Daarna genereert de reclocker uit de opgeslagen data opnieuw de data op de meest optimale rate voor de DACs. Dit gebeurt met een hele goede nauwkeurige TCXO met +/- 20 ppm afwijking en 3pS fase jitter. De reclocker is master naar de DA-converters, is er kort en direct op aangesloten, en werkt met alle nadruk op de wordklok, waardoor het maximale uit de beschikbare data wordt gehaald.

Inputs met een lagere datarate worden door de reclocker automatisch ge-upsampled naar de maximale datarate, zodat de DACs altijd in hun optimale gebied werken. Omdat de reclocker helemaal achter in het digitale signaal zit werkt hij zowel voor de ingestoken modules als voor de vaste SPDIF inputs, wat voor alle inputs een gegarandeerde lager jitter werking geeft.

We doen absoluut geen digitale filtering of oversampling. Dit zijn bewerkingen die in theorie de data technisch beter maken, maar altijd ten koste gaan van de muzikaliteit.

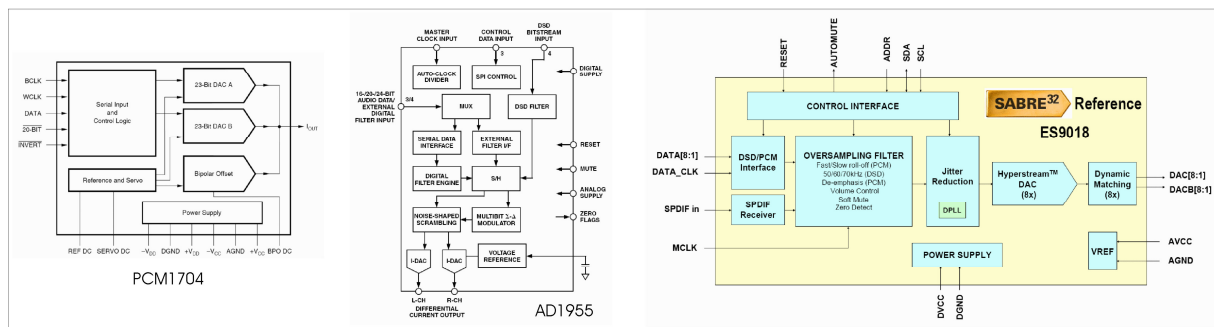
1.7 Het DAC IC

Voor de DACs is gekozen voor de PCM1704U-K van Burr-Brown. Dit is de beste versie van de enige nog echte 24 bits multi-bitter R/2R DAC van dit moment. Het grote voordeel is dat hij verreweg het meest elementair is en mits goed aangestuurd daardoor ook verreweg het meest muzikaal klinkt. We hebben in ons prototype vrijwel elke moderne bekende DAC geprobeerd, en de PCM1704 steekt er wat ons betreft met kop en schouders bovenuit.

Vrijwel elke moderne DAC is gebaseerd op een DSP en een vorm van seriële omzetting. Dit geeft de DAC de mogelijkheid van meerdere input formats, oversampling, digitale filtering, en veel meer andere functionaliteit. Technisch en voor de specificaties weer heel mooi, maar het zit allemaal in het signaal, en wijkt af van de werkelijke essentie: D naar A. Veel moderne DACs hebben ook nog eens interne opamps (zoals de dynamic matching bij de Sabre DAC), wederom mooi voor de specs en inzetbaarheid, maar in onze ogen doodzonde. Een 32 bit R/2R DAC is helaas niet te maken.

Met de nieuwe versie van de Pink Faun DAC 3.32 hebben we een Sabre³² DAC IC voor het eerst geprobeerd. Op papier een prachtige DAC, goede specs, stroom outputs, veel functionaliteit (die gelukkig ook uit te zetten is), erg goede recensies, maar wat een tegenvaller qua muzikaliteit. In geen enkele setting. Die DAC 3.32 gaan we niet uitbrengen, hij voldoet helaas niet aan de eisen die we stellen. Wel is hij te beluisteren, zodat we het verschil kunnen laten horen met de nieuwe DAC 3.24 of Pink Faun DAC2.

Om een en ander nog verder te illustreren hebben we het principe schema van een aantal top-DACs toegevoegd in de onderstaande figuur. Deze schema's zijn vrijwel altijd in de datasheets te vinden.



Eén plaatje zegt meer dan 1000 woorden. De PCM1704 simpel (twee blokjes voor het signaal), en erg uitgebreid wat betreft de voeding. De andere DACs complex, multifunctioneel en geen nadruk op de voeding. Erg typisch voor de stand van zaken in de commerciële audio op dit moment.

1.8 Printplaat layout

De printplaat layout is in het hoog frequente gedeelte erg belangrijk. De complete DAC is op een vrijwel volledig ononderbroken aardvlak gebouwd. Alle voedingen krijgen hun spanningen ge-stert vanuit de hoofdvoeding. Verder zijn alle hoogfrequent datalijnen rond getekend, dus zonder hoeken, en blijven ze altijd aan de bovenkant van de print. Alle andere lijnen zijn ondergeschikt. Elke datalijn is met zijn eigen non-inductieve 1/8W Allen Bradley koolstofcomposiet dempingweerstand geoptimaliseerd zodat er geen reflecties ontstaan en de blokgolven zo vierkant mogelijk blijven.

2. ANALOOG

Het analoge deel van een DAC bepaald in grote mate de klank van het apparaat. Daarom is daar bij de Pink Faun DAC 2 zeer veel aandacht aan besteed. Hij is volledig klasse A, een combinatie van buizen en transistoren en er wordt geen terugkoppeling gebruikt. Er bevinden zich vanaf de DAC tot aan de outputs maar 7 componenten direct in het signaal en de keuze van alle componenten is helemaal op het gehoor geoptimaliseerd.

2.1 Feedback/opamps

De ontwerpen van Pink Faun worden altijd zonder terugkoppeling gemaakt. Terugkoppeling is in wezen een correctie, het is beter de fouten die gecorrigeerd moeten worden in eerste instantie al niet te maken. Dat is wel een stuk moeilijker ontwerpen, je hebt niks om op terug te vallen, alles moet gewoon goed zijn.

Zeker in line niveau trappen is het echter zeer goed mogelijk. Je hebt uiteindelijk maar een paar maal versterking nodig, een niet al te hoge uitgangsimpedantie en flink wat stroom om de kabels aan te sturen. Dat is goed te maken met simpele klasse A circuits, met zo kort mogelijke korte signaalwegen, goede op elkaar afgestemde componenten en hele goede voedingen en printplaatopbouw.

Alleen zonder terugkoppeling komt het geluid helemaal los, wordt het vloeiend, echt en spannend. Allemaal zaken die meteen verloren gaan met maar de geringste mate van terugkoppeling. Met terugkoppeling klinkt alles perfect, maar er is geen muziek, typisch. Bij een aantal van onze ontwerpen hebben we puur voor de demo een hele lichte terugkoppeling aan- en uitschakelbaar gemaakt. Dat 1:1 vergelijk is zeer overtuigend....

Toch is in de audio 99% van de apparatuur gebouwd met vaak veel terugkoppeling. Met opamps als kroon hierop met zeker 40-60 dB terugkoppeling, en dan liefst nog twee of drie in het signaal. Het resultaat is een meetapparaat, geen audio apparaat. Opamp staat voor operational amplifier, niet voor audio amplifier. Daarbij nog bedenkend dat een opamp in wezen een complete eindversterker is; verschiltrap, versterkertrap, drivertrap en klasse B eindtrap, van 3.50 euro (max)... En dan moet je in de winkel nog serieus naar die hele speciale klasse A of AB audio-eindversterker gaan luisteren. Meestal ook niet veel meer dan een groot opgezette opamp. Laat je niet gek maken met mooie verhalen over discrete schakelingen, vaak zijn het gewoon kopieën van opamps, en een opamp is van binnen ook gewoon discreet opgebouwd. Het gaat om de opbouw van de schakeling.

In onze ogen is terugkoppeling echt een ongelofelijke vreemde praktijk als je als merk serieus met audio bezig bent. Het is ook meteen duidelijk waar al dat saaie, afstandelijke en onpersoonlijke geluid in de audio vandaan komt. En dan kun je de beste technieken hebben, maar je haalt het er nooit meer uit. Het verschil met Pink Faun apparatuur wordt hiermee meteen heel duidelijk gemaakt. Dit wordt ook samengevat in onze slogan "No sound, just music", want daar gaat het uiteindelijk om.

2.2 I/V conversie

De Burr Brown PCM1704 heeft een stroomuitgang. Deze moet voor line signaal worden omgezet naar spanning. Dit kan op meerdere manieren gedaan worden.

1. Met een opamp. Een opamp is naast de hele hoge terugkoppeling door zijn relatieve lage gain-bandwidth (zelfs de allersnelste) totaal ongeschikt als I/V omzetter en wordt toch in 90% van de apparaten hiervoor gebruikt. De gevolgen voor het geluid zijn dramatisch en het is heel makkelijk veel winst te halen dmv modificaties die we dan ook vaak doen. Veel DAC IC's hebben intern hun eigen opamps zodat de DAC een spanning output krijgt, wat zijn applicatie makkelijker maakt. Deze optie valt uiteraard in onze ogen meteen helemaal af.
2. Weerstand of transformator. Dit is een hele simpele manier van stroom naar spanning omzetting, en zou een goede kandidaat kunnen zijn. Het nadeel is echter dat de DAC naast

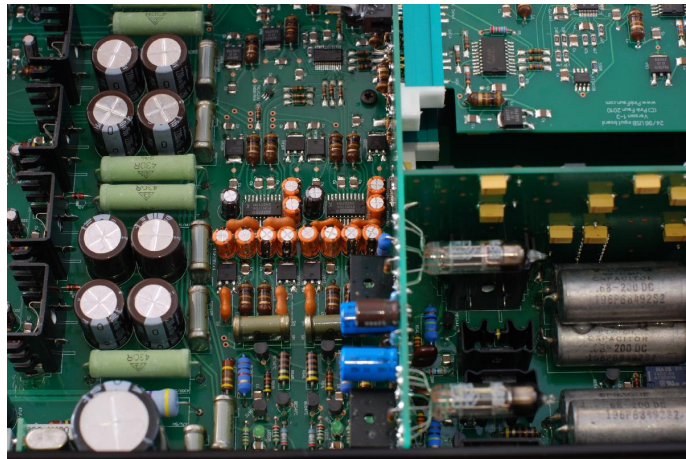
zijn stroom output ook een spanning moet gaan leveren, waar ze nooit goed in zijn. Het klinkt zeker mooi, maar er zit altijd een kleine rem op de echte dynamiek.

3. In de Pink Faun DAC 2 gebruiken we onze eigen ontwikkelde discrete klasse A transistor I/V omzetter. Het voordeel van deze trap is dat hij zeer breedbandig is en daardoor makkelijk omgaat met de enorme bandbreedte van de signalen aan de output van een DAC. Verder blijft door de hele lageingangsimpedantie de uitgangsspanning van de PCM1704 vrijwel op nul. Hierdoor kan de PCM1704 helemaal vrij werken en zijn maximale kwaliteit leveren.

2.3 Buizenuitgangstrap en buffering

We houden de spanningsoutput van de I/V omzetter zo laag mogelijk zodat de transistor I/V trap zo min mogelijk hoeft te doen en nog makkelijker de signalen van de DAC om kan zetten naar spanning.

De output van de I/V omzetter wordt via een passief analog filter direct gekoppeld naar een buizen trap. Deze buis doet de werkelijke spanningsversterking. De buis is belast met een stroombron (CCS), zodat de load op de buis zeer hoog is en deze puur spanning gaat versterken en daardoor zeer lineair werkt. Het tweede voordeel van de CCS is de zeer hoge PSR, waardoor de voeding vrijwel volledig wordt afgeschermd.



Er is gekozen voor de NOS militaire subminiaturbuis EC70 / CV468. Deze buis heeft erg lage ruis en microfonie, een lange levensduur en precies de juiste specificaties die we nodig hadden in deze trap. Doordat de CV468 een enkel-triode is, hebben we een enkele aparte buis per kanaal, wat de kanaalscheiding zeer ten goede komt. De buizen zijn horizontaal op deze raisers gemonteerd direct aan hun aansluitdraden wat een mooie extra demping geeft en het geluid nog strakker en meer gedefinieerd maakt. Verder hebben we zo geen last van slechte of vuile contacten die veelal in buisvoeten voorkomen.

Achter de buizen trap bevindt zich direct gekoppeld een hoogspanning klasse A MOSFET source follower uitgangsbuffer belast met een stroombron. Dit soort trappen is op line niveau vrijwel onhoorbaar, maar geeft een enorme drive (20 mA) en lage uitgangsimpedantie (< 100 ohm), waardoor de (voor)versterker en tussenliggende kabels zeer makkelijk aangestuurd worden.

2.4 Single-ended vs Symmetrische output

Audio is Single ended. Een symmetrisch signaal wordt in de professionele wereld gebruikt om lange afstanden ruis- en bromvrij te overbruggen. Nadelen van Symmetrische output zijn:

1. Simple is always better.
2. Symmetrische elektronica is complexer en ook duurder. Het is beter dat geld te stoppen in betere single-ended elektronica. Je kunt dan het dubbele uitgeven aan de componenten en de aansluitingen, wat veel meer resultaat geeft.
3. Tot afstanden van zeker 5 meter is een goede single-ended kabel uitstekend geschikt voor het transporteren van een audio signaal, zeker op line niveau.
4. Vrijwel elk apparaat in de high-end audio is niet werkelijk symmetrisch, maar dubbel single-ended. Echte symmetrische opbouw, met een aan elkaar gerelateerde + en - signaal lijn, komen we heel weinig tegen.
5. Voor symmetrische output hebben de meeste apparaten gewoon nog een extra buffer die -1 maal en +1 maal versterkt, een extra trap (meestal opamp) in het signaal dus. Veel

symmetrische bron apparaten maken het signaal eerst single-ended en dan weer symmetrisch, of andersom in versterkers.

We kunnen geen enkel voordeel bedenken, behalve dat het marketing technisch een leuk verhaal is.

De Pink Faun DAC 2 heeft om het bovenstaande alleen single-ended RCA cinch outputs.

2.5 Output niveau

De output van line apparaten wordt steeds hoger. Zelf denken we dat dit gedaan wordt zodat ze in 1:1 vergelijk met andere merken net iets dynamischer klinken. Het lijkt een soort wedloop te zijn. Aan de andere kant worden (eind)versterkers steeds gevoeliger, en liefst met steeds meer vermogen. Dit geeft veel problemen, zoals brom en ruis, en vaak agressief geluid (Hf pick-up). Vaak wordt niet beseft dat als een volume regelaar op de 9-10 uur stand staat, dat daarmee zo rond de 60 dB gedempt wordt (een factor 1000!), dat signaal wordt dus weggegooid en moet daarna weer helemaal versterkt worden.

Ondanks dat de output stage van de Pink Faun DAC 2 makkelijk 18Vrms output zou kunnen geven, hebben we de output op 1.6Vrms ingesteld. Omdat deze waarde al ruim boven het van origine standaard 1Vrms line niveau ligt, kan ook met zacht opgenomen CD's of data nog steeds ruim voldoende signaal gegeven worden op alle commercieel verkrijgbare versterkers.

2.5 Componenten

De gebruikte componenten in het analoge deel zijn allemaal op het gehoor op elkaar afgestemd. Componenten waar we voor gekozen hebben zijn Allen Bradley koolcomposiet weerstanden, Vishay/BC, Nichicon PR en Nichicon VZ low ESR elco's ontkoppeld met silver mica condensatoren en de uitgangscapacitors zijn NOS glas gesealde militaire papier olie condensatoren.

2.6 Printplaat layout

In het analoge output gedeelte is geen aardvlak meer aanwezig. Een aardvlak geeft extra capaciteit, die we daar niet willen hebben, dit smeert het geluid. Alle analoge aardes (signaal en voeding) hebben hun eigen lijn direct naar het sterpunt in het midden van de analoge trap, wat het geluid zeer ten goede komt. Om het analoge deel van het digitale deel af te schermen en signaal lijnen op de print zo kort mogelijk te houden gebruiken we twee raiser printen.

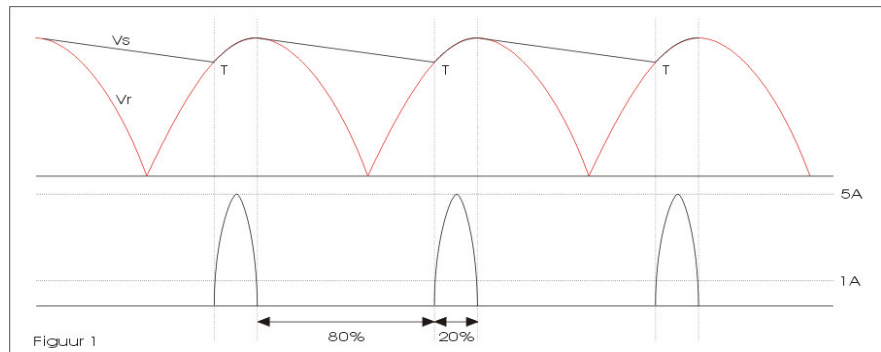
3. VOEDING

3.1 Dutycycle

Een voeding met gelijkrichter en afvlakking trekt geen constante stroom. Iedereen kent het bovenste plaatje in figuur 1. De gelijkgerichte spanning V_r laadt de condensatoren op, die weer leeggetrokken worden door de load. Het resultaat is een spanningscurve als V_s .

Het onderliggende plaatje is een stuk minder bekend.

Dit is de stroom die werkelijk door de transformator geleverd moet worden. Als de curve van V_r lager is dan die van V_s , doet de transformator helemaal niks. Op het moment dat ze gelijk zijn (T) worden de condensatoren opgeladen tot op de top van de sinus. Dit resulteert in een stroom piek die met 100Hz terugkomt.



Typisch is de voeding maar ca 20% van de tijd van de totale sinus werkelijk actief. Dit noemt men de dutycycle van de voeding. In deze actieve tijd moet echter wel het totale vermogen weer worden aangevuld. Dat betekent dat de stroom met een 20% dutycycle dus 5 maal hoger is in de pieken. Met wat verlies en omdat het enigszins is afgevlakt kan dat zelfs nog hoger oplopen.

Een goede voeding minimaliseert deze pieken en zorgt ervoor dat de gevolgen minimaal hoorbaar zijn. Hieronder staan een aantal factoren die daarbij erg belangrijk zijn.

3.2 Transformatoren

De transformator is een heel belangrijk onderdeel. Het is het hart van de voeding. Reden te meer dat we hier bij Pink Faun heel veel aandacht aan besteden.

3.2.1 Wikkelingen en kernuitsturing

De piekbelasting heeft grote consequenties voor transformatoren. Een transformator moet niet worden gemaakt voor een resistieve of constante belasting, maar voor de werkelijke situatie. Hij moet goed met piekstromen om kunnen gaan.

Als voorbeeld nemen we 23Vac output. Dit wordt uit het 230Vac lichtnet gehaald met een 10:1 wikkelingverhouding in de transformator. Dat kan dan met bv 50:5 wikkelingen, maar dus ook 100:10 of bv 1000:100. Ergens zit een optimum. Maar koper is duur... Dus worden er vaak veel te weinig wikkelingen gebruikt. Zelfs bij de grote bekende merken.

Ook het kernmateriaal is vaak minimaal bemeten en van slechte kwaliteit. Transformatoren kunnen hierdoor totaal niet met de pieken in een voeding omgaan. Vaak hoor je ze zoemen. Dit is het geluid van een kern die in verzadiging gaat, of losse wikkelingen die de pieken proberen te verwerken.

Een goede transformator heeft meer wikkelingen en daardoor een lagere kernuitsturing. Ook een gap in de kern maakt dat een transformator veel beter met de piekstromen om kan gaan. Dit geeft in de praktijk veel minder hoogfrequente ruis en harmonischen, wat weer resulteert in een zwartere achtergrond en veel meer controle en rust in het geluidsbeeld.

3.2.2 Rdc wikkelingen van de transformator

De weerstand van de wikkelingen is ook een belangrijke factor. De weerstand wordt vaak zo laag mogelijk gemaakt. Maar een lagere weerstand geeft een lagere dutycycle en dus hogere stroompieken. De Rdc maakt in combinatie met de eerste elco van de voeding een RC filter wat de stroompieken aanzienlijk ronder kan maken, en het dus verder voor de transformator en de verdere voeding veel makkelijker maakt. Ook in de Rdc zit dus weer een optimum... Een lagere waarde (hoge stroom overdimensionering) is dus vaak niet beter, op maat is veel belangrijker.

3.2.3 Statical shielding

Wij hebben als een van de eerste merken een statical shielding in onze ringkernen. Dit zorgt voor een lagere capaciteit tussen de primaire en secundaire wikkelingen, waardoor Hf vanuit het lichtnet minder goed doorgelaten wordt.

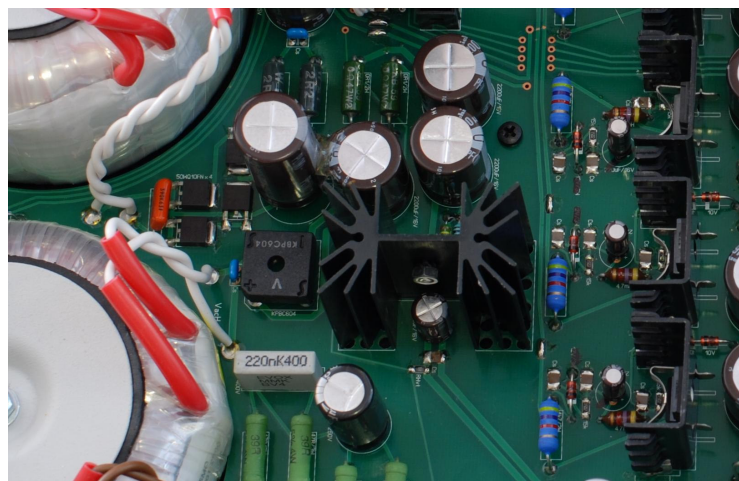
3.2.4 Pink Faun DAC 2 transformatoren

De Pink Faun DAC 2 heeft twee transformatoren, eentje voor het digitale deel en eentje voor het analoge deel. Beide hebben een kernuitsturing die ca 2-3 maal lager ligt dan standaard. De kernen zijn flink overbemeten en van zeer goede kwaliteit. Achter deze transformatoren bevindt zich een bruggelijkrichter opgebouwd uit Schottky diodes, gevolgd door CRC filters met low esr condensatoren. De Rdc van de transformatoren is getuned op de condensatoren die zich achter elke voedingslijn bevinden.

3.4 Voedingslayout en filtering

De eerste condensator in de voeding moet goed kunnen omgaan met de piekstromen. De juiste waarde is hierbij erg belangrijk. Niet te groot en niet te klein. Dit geldt ook weer in combinatie met de Rdc van de transformator. Een te kleine waarde maakt dat de pieken scherp oplopen, wat veel hoogfrequente ruis genereert. Een te grote waarde maakt de scheve aflopende lijn van Vs in figuur 1 meer horizontaal gaat lopen (lagere spanningsval per cyclus), maar dus ook dat het tijdstip T later komt, waardoor de dutycycle daalt en de stroompieken hoger worden. Hier moet terdege rekening mee worden gehouden.

De layout is ook erg belangrijk, door op de juiste plaatsen snelle filtercondensatoren te zetten kan de hoogfrequente demping aanzienlijk beter worden gemaakt. De transformator kan zo zelfs als een net-filter worden gebruikt, dat ding zit toch al in het signaal, het is mooi dat hij een extra functie krijgt. Vaak gaat het om componenten van centen, maar toch zie je het nergens toegepast worden, terwijl het verschil duidelijk te horen is. Verder gebruiken we altijd meerdere elco's in T-configuratie, dus met een input en output spanning, zowel in de plus als in de aarding, wat een aanzienlijk betere filtering geeft dan een enkele elco.



3.6 Voedingskabels

De dutycycle heeft ook consequenties voor een voedingskabel. Deze moet de pieken zo zuiver mogelijk doorgeven zonder zelf als antenne te gaan stralen. Ook moet hij de 50 Hz netspanning zo

mooi mogelijk doorlaten en filtering hebben voor het hoogfrequent dat via het lichtnet binnenkomt. De configuratie doet erg veel. Op deze manier bouwen wij al onze netkabels.

We gebruiken voor al onze Pink Faun bekabeling non-inductief militair geëxtrudeert vertint koper, met dubbele afscherming. De interne bekabeling van de Pink Faun DAC 2 is uiteraard met dezelfde kabel opgebouwd.

3.7 Voedingsstabilisatie

Met een actieve stabilisatie plaatst men in wezen een versterker in het signaal. Alle acties van de achterliggende schakeling worden gevolgd door een actie van de regulator. De kwaliteit van deze regulator is dus erg belangrijk, en zeer hoorbaar. De standaard 78/79xx serie, de LM317 of zelfs de LT108x hebben een bandbreedte van maximaal 10kHz (zie datasheets). Hoogfrequent doen ze helemaal niks.

Om deze redenen gebruiken wij vrijwel altijd een eigen ontwikkelde discrete actieve stabilisator, gevolgd door een passieve stabilisator. De eerste discrete actieve stabilisator verwijdert de brom met een redelijke bandbreedte. De passieve stabilisator heeft een bandbreedte van over de 40MHz en zorgt voor de Hf demping. Verder is hij passief, hij reageert dus niet op de trap die erachter staat te spelen, dat is goed hoorbaar.

Voor het analoge deel van de Pink Faun DAC 2 hebben we deze passieve regulator voor de laagspanning zelfs nog per kanaal gescheiden. Hierdoor zien beide kanalen elkaar helemaal niet meer via de voeding. Ook de buizen hoogspanning is passief gereguleerd.

In het digitale deel van de Pink Faun DAC 2 hebben we na de eerste twee gemeenschappelijke stabilisatoren nog voor elke voedingspin een aparte actieve stabilisator voor de exact juiste spanning (5.0V, 3.3V of 1.8V). In totaal bevat de Pink Faun DAC 2 rond de 30 stabilisaties. Achter elk van deze stabilisatoren zit een hoog frequent pi-filter met low ESR tantaal condensatoren en COG keramische condensatoren voor ultrahoge bandbreedte filtering en totale ontkoppelingen van alle voedingen onderling.

3.8 Lichtnet fase

De lichtnetstekker die in Nederland gebruikt wordt kan helaas op twee manieren in het stopcontact gestoken worden. Door capaciteiten in de trafo en bekabeling geeft dit een kleine spanning op de nul van het apparaat. Als meerdere apparaten op elkaar aangesloten worden moet deze spanning via de interlink worden afgevoerd. Dit is niet wenselijk, en dus is het zaak de spanningen overal gelijk en zo laag mogelijk te houden.

De Pink Faun DAC 2 zijn transformatoren zijn in fase uitgebalanceerd. Verder heeft de Pink Faun DAC 2 een schakeling die detecteert of de stekker juist in het stopcontact zit. Bij het aanzetten van het apparaat wordt dit op het display aangegeven.

4. Theorie vs Praktijk

In theorie is alles geweldig mooi te beschrijven en elk merk heeft weer zijn eigen stokpaardjes. Maar het gaat uiteindelijk alleen maar om de praktijk. We nodigen daarom iedereen graag uit om bij ons of een van onze dealers de Pink Faun producten te komen beluisteren. We hopen dan het plaatje helemaal compleet te maken, en iedereen te kunnen overtuigen van onze producten.

Op de Pink Faun producten uit de basic lijn zit standaard 5 jaar garantie, welke wordt ondersteund door ons bedrijf in Rhenen, centraal in Nederland. We zijn dus nooit ver weg als het om service gaat. Dit doen we graag en willen we ook graag zo houden.

Mochten er nog vragen zijn naar aanleiding van dit artikel of over enig ander technisch onderwerp, dan zijn we te bereiken via onze mailadres Service@PinkFaun.com (Mattijs de Vries) en voor verkoop- en dealervragen via Info@PinkFaun.com (Clemens Huijding).

Mattijs de Vries
Ontwerper Pink Faun

Clemens Huijding
Verkoop Pink Faun