

BUIZENVERSTERKERS ZONDER KLANK

Buizenversterkers zonder klank? Dachten we juist niet dat een mooie klank – en dan vooral in het middengebied – *het* sterke punt van buizenversterkers is?

Inderdaad. Het prachtige geluid van buizenversterkers is zelfs één van de redenen geweest waarom we het bedrijf Array zijn gestart. Mijn compagnon Chris van Liempd en ikzelf, beide signaal processing specialisten uit de medische technologie, stonden in 1994 met een open mond en stijgende verbazing een buizenversterker (1,2% THD+N vervorming) te vergelijken met een zogenaamd perfecte transistorversterker (0,008% THD+N). De buizenbak klonk werkelijk prachtig en de transistorbak klonk helemaal nergens naar...

Geluidskwaliteit

Maar eerst even dit. Wat is nu eigenlijk geluidskwaliteit? Helaas zijn alle pogingen tot standaardisatie van terminologie hopeloos gestrand. Zo heeft de ene audiofiel het over 'Levendigheid' en 'Controle' en een ander heeft het over 'Dynamiek' en 'Autoriteit'. Array heeft ook een poging gedaan om geluidskwaliteit te beschrijven. Dit zijn onze 18 definities:



Stereobeeld: het bijna visueel waarnemen van de ruimte waarin de originele muziek is opgenomen. Stereobeeld kent weer een aantal onderverdelingen:

Breedte: in hoeverre treedt het beeld ook buiten de luidsprekers en vouwt het zich om de luisteraar heen. Zit er geen gat in het midden van het geluidsbeeld?

Diepte: tot welke diepte kan men individuele geluidsbronnen visueel plaatsen in het geluidsbeeld.

Hoogte: in welke mate ervaart men ook hoogteverschil tussen de diverse geluidsbronnen.

Focusering: hebben instrumenten hun oorspronkelijke kleine afmetingen of zijn ze te groot en lopen ze in elkaar over.

Stabiliteit: in het geluidsbeeld constant bij diverse geluidssterktes? Of stort bij een crescendo het stereobeeld in elkaar?

Neutraliteit: in hoeverre komt het geluid van individuele geluidsbronnen overeen met het origineel.

Neutraliteit kent weer een aantal onderverdelingen:
Tonale balans: klinkt het instrument hetzelfde als het origineel? Of verandert een gewone viool in een Stradivarius?

Zuiverheid: het afwezig zijn van bijgeluiden die in het origineel niet voorkomen.

Detailering: de ervaring om geen enkel geluid te missen, alle details worden gehoord.

Rust: de afwezigheid van nervositeit in het geluidsbeeld. Brengt kalmte als het ook moet, namelijk in kalme passages.

Levendigheid: weet het geluid de luisteraar te raken, of spoelt het geluid gewoon over de luisteraar heen. Levendigheid kent weer een aantal onderverdelingen:

Dynamiek: voelt men geluid dat live als een hamerslag kan aankomen ook als dusdanig bij de weergave.

Voelt men een akkoord op een Bösendorfer ook echt als een klap op de borst.

Emotie: dringt het geluid werkelijk door tot in de ziel.

Warmte: omringt het geluid je niet alleen ruimtelijk, maar ook tonaal.

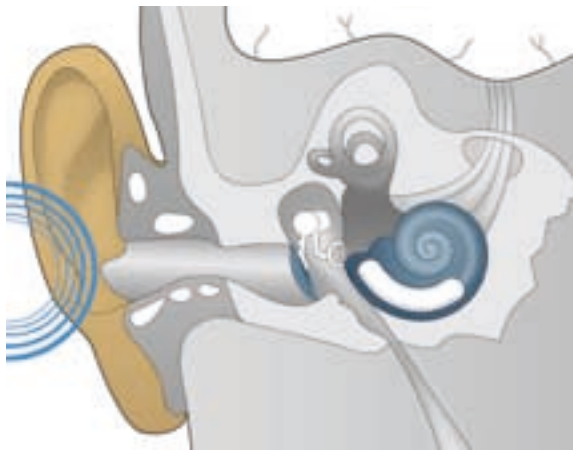
Strakheid (van het laag): klinkt het laag met de energie die live ook ervaren wordt of klinkt het futloos of zelfs afwezig.

Kracht: geeft het geluidsbeeld de indruk dat het energie kan overdragen.

Echtheid: geeft het geluid je kippenvel, en het gevoel werkelijk bij het optreden aanwezig te zijn.

Na 17 jaar zijn we tot de conclusie gekomen dat conventionele meetcijfers, zoals THD, IMD, SNR en alle andere goodies waarmee de HiFi-bladen 30 jaar geleden vol stonden, eigenlijk alleen het aspect neutraliteit van bovengenoemde geluidskwaliteit wezenlijk beïnvloeden. Vaak is voor de geluidsbeleving neutraliteit bovendien minder belangrijk dan levendigheid en stereobeeld. Geen wonder dat de meeste HiFi-bladen gestopt zijn met meten. In onze ogen is het bovenstaande ook de reden dat de wetenschap en de High-End audio gemeenschap uit elkaar zijn gegroeid: men had elkaar niets meer te vertellen. De wetenschappers zijn tegenwoordig aan het uitzoeken of ze nog een paar bits extra compressie kunnen toepassen in MP3 zonder dat men dat merkt (op een goedkoop hoofdtelefoontje) en de high-enders kruien veelal grote SET buizenversterkers hun luisterruimte binnen. Totale scheiding der geloven.

Het menselijk oor



Om te begrijpen hoe het allemaal zo ver heeft kunnen komen is het nodig iets in te zoomen op het menselijk oor. Het binnenoor, de cochlea, bestaat uit een lange opgerolde taps toelopende buis gevuld met vloeistof en over de volle lengte voorzien van trilgevoelige zenuwen, die ieder apart naar de hersenen lopen. Eén enkele frequentie (= één enkele toon) brengt de cochlea op één enkele plaats in de buis aan het trillen. Meerdere tonen doen de buis in de cochlea op meerdere plaatsen trillen en zorgen ervoor dat meerdere signalen via de trilzenuwen tegelijk naar de hersenen doorgegeven worden. Eigenlijk is

ons oor een massaal parallel opererende spectrum analyser, die door deze paralleliteit uitstekend in staat is om tijddomein effecten te analyseren.

En dat brengt ons op tijddomein vervorming, de werkelijke reden waarom buizenversterkers zo goed klinken. Die tijddomein vervorming hebben ze namelijk nauwelijks. Een buizenversterker zonder klank produceert dus in het tijddomein geen vervorming ten opzichte van het origineel, en klinkt daarmee warm, levendig, en ruimtelijk, zoals het origineel.

Tijddomein vervorming

In dit artikel kan ik niet ingaan op alle typen van tijddomein vervorming. Dat zou te ver gaan. Maar ik wil de twee belangrijkste uitlichten:

Type 1: hoogfrequent faseruis

Welke audiofiel is tegenwoordig niet bekend met het begrip clockjitter van CD-spelers? Een dichtlopend stereobeeld, slechte focussering, beeld plakt aan de luidsprekers, geen diepte, we kennen het allemaal van ouderwetse CD-spelers. Wist u dat een behoorlijk flink jitterende CD-speler slechts 0,004% vervorming meet bij weergave van een sinustoon?

Helaas hebben veel halfgeleiderversterkers ook last van jitter, maar dan in de vorm van faseruis veroorzaakt door terugkoppeling met inkoppeling van RFI (Radio Frequency Interference). Het inkoppelen van RFI in teruggekoppelde halfgeleidercircuits zorgt ervoor dat deze niet langer lineair opereren, vooral met effecten in het tijddomein! Het gevolg: vele halfgeleiderversterkers klinken als jitterende CD-spelers met een hopeloos stereobeeld. Waarom hebben buizen minder last van een slecht stereobeeld? Vele redenen, maar de belangrijkste is dat buizen met veel hogere voltages en energie opereren en dus bij dezelfde RFI inkoppeling minder beïnvloed worden. Verder is het niet-lineaire gedrag van buizen veel goedaardiger dan halfgeleiders indien ze frequenties aangeboden krijgen buiten hun bereik. Ook bij buizen kan een ontwerper het overigens verprutsen, maar dan moet hij wel zijn best doen.

Type 2: thermische modulatie

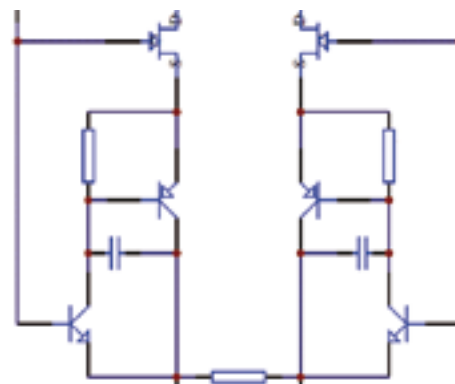
Dit type vervorming zorgt er in feite voor dat de stapresponsie van halfgeleiderversterkers vaak zo slecht is. De junctie van een transistor is heel, heel erg klein. Zo klein, dat een verandering in power dissipatie binnen enkele honderden microseconden de transistorjunctie significant afkoelt of verwarmt. Aangezien de temperatuur van een transistor keihard de open-loop gain beïnvloedt (in technische termen, de hfe is voor kleine dT proportioneel met V_{beq}/kT), betekent dit tevens dat de open-loop gain in het middenfrequent audiobereik gemoduleerd wordt door het audiosignaal zelf. Het gevolg: slechte levendigheid! Een futloos en emotioneel middengebied, gebrek aan kracht, en geluid dat levenloos over de luisteraar heenspoelt.

Waarom zijn buizen zo goed in levendigheid van de middenfrequenties? De versterkende elementen van een buis wegen zeer veel in vergelijking met een transistor,

oftewel de warmtecapaciteit is groot, waardoor de thermische modulatie zich laagfrequent afspeelt. Bovendien wordt de open-loop gain van een buis minder bepaald door zijn temperatuur. De laagfrequente thermische modulatie is één van de redenen waarom buizenversterkers in het laag slecht presteren. In het middengebied zijn ze echter van nature goed.

Moet u dan toch een buizenversterker kopen?

Nee, maar... Goede transistorversterkers met weinig tijddomein vervorming bestaan en zijn beter in neutraliteit. Goede transistorversterkers zijn alleen erg moeilijk om te ontwerpen, in tegenstelling tot goede buizenversterkers. Vandaar dat u zoveel goede buizenversterkers tegenkomt en zo weinig goede transistorversterkers. Thermische modulatie van transistoren kan voorkomen worden in slimme, gecascadeerde designs. Hoogfrequent faseruis kan worden voorkomen door een lage en lokale feedback toe te passen met een minimale RFI inkoppeling, en transistoren zijn gelukkig klein! Deze ontwerpen leiden tot radicaal andere ontwerpen. Een voorbeeld van radicaal anders ontwerpen vindt u in onze eindversterkers: ze zijn gebouwd op aluminiumoxide printplaten met gezeefdrukte zilveren geleiderbanen op slechts 1 mm afstand van een aluminium RF aarde.



Schema ingangstrap Array S-10 en eindtrap hybrid op frontplaat

Buizen hebben andere problemen. Om begrijpelijke redenen gebruiken ontwerpers van buizenversterkers weinig actieve componenten – buizen – per kanaal.

Met weinig actieve componenten per kanaal is het vrijwel onmogelijk om lage vervorming te bereiken. Dan zit er ook nog eens in vrijwel elke buizenversterker een uitgangstrafo! Door de hoge THD+N vervorming produceert een buizenversterker even en oneven harmonischen van de grondtoon van instrumenten die niet in het originele geluid zitten. Is dat erg? Voor velen niet. Deze vervorming kan een eenvoudige viool zo mooi als een Stradivarius laten klinken. Het verschil tussen een Stradivarius en een gewone viool is tenslotte het rijke arsenaal aan boventonen die de klankkast produceert. Is zo'n weergave juist? Nee! Er zijn vele vormen van geluidsbewerking (nagalm bijvoorbeeld) die het geluid kunnen veraangemen, maar geen High Fidelity zijn.

En dan de andere buizenproblemen! Door de hoge uitgangsimpedanties en daarmee slechte dampingfactor is het altijd weer afwachten of de combinatie van buizenversterker A en luidspreker B wel goed gaat. Goede transistorversterkers werken goed met elke goede luidspreker. Ook de levensduur, onderhoud en kwetsbaarheid van buizenversterkers is een blijvende zorg. De temperaturen zijn gewoon erg hoog en dat is nooit goed voor de levensduur. En dan het stroomverbruik: de energierekening is meestal niet het eerste aandachtspunt van de gemiddelde audiofiel, maar SET's met 300 Watt per kanaal continue stroomverbruik voor 23 Watt maximum RMS uitgangsvermogen is een beetje erg gortig, vooral als men bedenkt dat het gemiddelde uitgangsvermogen vaak een factor 10-100 lager is dan het maximum uitgangsvermogen, afhankelijk van het type muziek.

Conclusie

Buizen zonder klank en transistoren zonder klank: de beste versterker heeft geen vervorming in het tijddomein en geen vervorming in het frequentiedomein!

Willem van der Brug
Array B.V.

www.arrayaudio.nl

