

# VERSTERKERTECHNIEK ZONDER KLANK

Het bouwen van versterkers is een kunst die al vele jaren door elektrotechnici wordt uitgeoefend. Versterkers kom je in alle takken van de elektronica en elektrotechniek tegen. Voor elke toepassing en situatie is er wel een passende schakeling te bedenken.

**A**ls versterkerontwerper sta je voor de moeilijke taak de juiste versterkertechniek, schakeling en componenten te kiezen voor het realiseren van een optimaal resultaat. Klasse-A, klasse-B, klasse-D of varianten op deze basistechnieken zijn slechts een paar van de mogelijkheden waaruit je kan kiezen. Dan sta je verder voor de keuze om met transistoren, bipolair of (MOS) fet, te gaan werken of wellicht naar een buis te grijpen als versterkend element. Alle basisschakelingen zijn op vele manieren te implementeren en dat wordt dan ook naar hartelust door versterkerfabrikanten gedaan. Neem je echter een willekeurige greep uit het versterkerbestand, dan zal opvallen dat de audioindustrie in veel gevallen al jaren dezelfde wegen bewandeld. Klasse-D is weliswaar nog een vrij onontgonnen vakgebied maar nieuw is het zeker niet. Er worden nog steeds nieuwe dingen geïntroduceerd maar vaak kiezen ontwerpers en fabrikanten (zowel bij de highs als de low-end sector) toch voor een variatie op een bekend thema. Dat is natuurlijk niet erg en op zich ook niet verkeerd maar of dit ook echt leidt tot grote verbeteringen is de vraag. De aanpak van Array is echt heel anders.

## De Array oorsprong

De eigenzinnige aanpak van Array is heel simpel te verklaren. Het heeft alles te maken met de achtergrond van de twee drijvende krachten achter dit merk. Beiden komen van oorsprong namelijk niet uit de audiowereld. Ze worden daardoor ook niet belemmerd door de gewoontes, gebruiken en tradities die er binnen de audiowereld in overvloed aanwezig is. Zij volgen tijdens het ontwerp dezelfde aanpak die zij bij hun vorige werkgever zouden hebben gedaan. "Hoe bereik ik op de beste manier mijn doel." Deze benadering is heel anders in vergelijking met menige audiofabrikant (ongeacht het marktsegment) waar traditie en gewoonte vaak de toon zetten. Die klassieke aanpak is inmiddels vele malen bewandeld en kan uiteraard leiden tot hele mooie dingen. Er zijn tegelijkertijd echter nog zoveel nieuwe onbewandelde wegen. Chris van Liempd en Willem van der Brug van Array hebben beiden bij hun eerdere werkgever gewerkt aan medische diagnostische apparatuur. MRI scanners, digitale Röntgen- en echoapparatuur kennen voor hun geen geheimen. Bij deze apparatuur heb je te maken met soms hele grillige en ingewikkelde signalen maar vooral ook met signalen op een zeer laag niveau. Om toch iets met



MARNIX BOSMAN



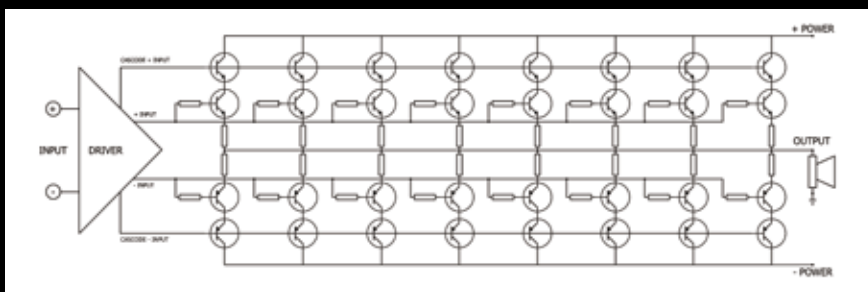
deze informatie te kunnen doen, is een nauwkeurige signaalbehandeling essentieel. Deze bedrijfstak staat bekend om zijn innovatie en onderzoeksdrang en laat zich niet automatisch belemmeren door gewoontes en gebruiken in de trant van: "Zo doen we dat nou eenmaal al jaren." Zowel Chris als Willem verbaasden zich als HiFi-enthousiasten altijd over de soms erg klassieke aanpak van veel audiofabrikanten. Zij stelden bovendien vast dat bepaalde, voor audio, essentiële details bij veel fabrikanten onderbelicht of zelfs volledig genegeerd werden. Dat leidde uiteindelijk tot het idee om een eigen versterker te ontwikkelen wat vervolgens in 1995 leidde tot de oprichting van Array.

## De Array aanpak

Array probeert al jaren een verband te leggen tussen datgene wat voor een goede weergave van belang is en de daarbij behorende technische oplossingen. Er zijn vele punten die daarbij naar voren zijn gekomen maar één daarvan is heel essentieel. Het gedrag van een versterker in het tijdsdomein is veel belangrijker dan het gedrag in het amplitude-domein. Dat klinkt wellicht heel cryptisch maar dat is het zeker niet. Als u naar muziek luistert dan reageren uw oren op de luchtdrukveranderingen die worden veroorzaakt door de bewegingen van een luidsprekerconus. Die veranderingen zijn veranderingen in de tijd die vaak worden uitgedrukt in frequenties. De frequentieaanduiding is een handige term waarmee je eenvoudig bepaald gedrag kan beschrijven. Deze beschrijving kan

Binnenzijde van het Array S-10 prototype





De eindtrap van de S-10 gebruikt een cascode topologie waardoor er een extra goede rimpelonderdrukking is van de voedingsspanning.

echter wel bepaalde oneffenheden in het tijdsdomein camoufleren. Door de problematiek puur in het tijdsdomein te benaderen, moet uiteindelijk een betere signaalverwerking ontstaan. Uit dat onderzoek is gebleken dat tijdfoutjes in het picoseconden domein reeds hoorbaar zijn. Je kunt dit een beetje vergelijken met de invloed van jitter bij digitale audio. Ondanks dat we praten over hele kleine variaties zijn de invloeden toch heel goed hoorbaar. Een versterker met een tot de audioband beperkte bandbreedte zal fouten maken in het microseconden bereik. Om dat te voorkomen bouwt Array eindtrappen met een op het eerste oog krankzinnige (open-loop unity gain) bandbreedte van meer dan 100MHz. Hoorbare tijdfouten moeten daardoor worden voorkomen.

### Cascode schakeling

Een andere, voor zover ik weet, unieke benadering van Array is de cascode topologie die in iedere Array eindtrap te vinden is. In het bijgevoegde figuur is te zien hoe dat er schematisch uitziet. Iedere eindtrap in een Array versterker bestaat uit een serie parallel geschakelde push-pull eindtrappen (8 in totaal). In serie met iedere eindtransistor is echter nog een tweede transistor geschakeld en deze schakelconstructie wordt cascode benoemd.

Array gebruikt deze methode om de invloed van variaties van de voedingsspanning (ruis, brom of andere schommelingen) te onderdrukken. De gebruikelijke methode is het gebruik van een zwaar overgedimensioneerde voeding met dikke elco's. Deze methode werkt maar geeft slechts een beperkte onderdrukking van deze effecten.

Een volledig gestabiliseerde voeding kan ook maar in een eindversterker is dat een dure oplossing en die zie je dan ook maar zelden. De door Array gebruikte cascode techniek kan je een beetje vergelijken met een gestabiliseerde voeding. De cascode trappen worden gestuurd door het audiosignaal. Het voordeel van deze benadering is dat er meer dynamische ruimte is en er tegelijkertijd een optimale rimpelonderdruk-

king is van de voedingsspanning waardoor variaties van de voeding niet doordringen in de audio.

### De Array S-10

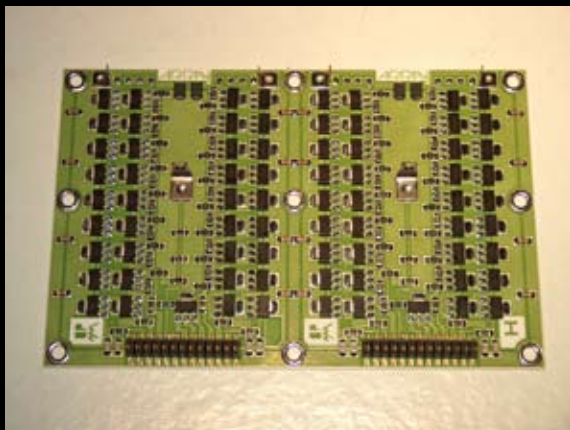
De S-10 is de nieuwste ontwikkeling van Array en een doorontwikkeling van de S-1 waarmee Array zich internationaal op de kaart heeft gezet. Het uiterlijk van de S-10 en ook de hele eindtrapsturing is nieuw. De speciale cascode eindtrapmodules zijn echter weer direct overgenomen uit de S-1. De modules zijn direct tegen de dikke aluminium frontplaat geschroefd die samen met een serie koelvinnen de koeling van de eindtransistoren verzorgen. Iedere module bevat 32 compacte, maar supersnelle hoogfrequent transistoren die in de beschreven cascode structuur zijn geschakeld. De hybride modules worden via twee bandkabels aangestuurd door twee volledig discreet opgebouwde stuurtrappen. Die stuurtrappen staan helemaal in klasse-A, zijn volledig stroomgestuurd en gebruiken geen tegenkoppeling. De losse transistoren in deze stuurtrappen waren in mijn demomodel nog niet vastgekit zoals dat in de uiteindelijke productieversie wel wordt gedaan. De opamps en de microprocessor vormen een onderdeel van de beveiligingsschakeling en geen onderdeel van de audiosignaalweg.

De cascode schakeling moet de invloed van voedingsvariaties reduceren maar de S-10 heeft desondanks nog een zware voeding met een dikke ringkerntrafo en vier 15.000uF voedingselco's. Array doet er alles aan om de invloeden van laag frequente elektromagnetische straling of RF-signalen te beperken. Het chassis van de versterker bestaat daarom uit niet-magnetisch RVS en ook de in eigen beheer ontwikkelde bekabeling is daar helemaal op ontwikkeld.

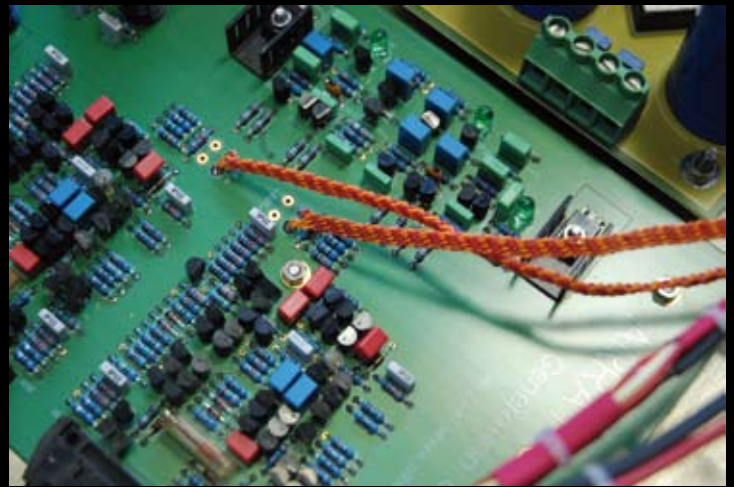
### In de studio

De S-10 heeft een flinke tijd in mijn studio gebivakkeerd en gedurende die periode heb ik versterker met verschillende weergevers kunnen gebruiken. Daarbij viel mij telkens één ding op. De S-10 heeft niet echt een eigen 'klank' of 'geluid'. Goede beschouwd is het natuurlijk de taak van iedere versterker om het signaal zo puur mogelijk, zonder toevoegingen of vervorming te versterken. In de praktijk blijkt echter toch dat veel versterkers een eigen geluid hebben en hier en daar wat toevoegen of weglaten. Denk dan bijvoorbeeld aan een term als 'het buizengeluid' die vaak verwijst naar een ronde klank die weliswaar lekker kan klinken maar soms wat afstaat van de werkelijkheid. De S-10 is een versterker die zich heel puur bezig houdt met het versterken van het signaal. Array tracht beïnvloeding van het signaal, op welke manier dan ook, zoveel mogelijk te vermijden. Pure signaalversterking over een zo groot mogelijke bandbreedte is de benadering van Array en dat is ook hoorbaar.

In combinatie met mijn PMC TB1S monitors resulteert dat bijvoorbeeld in een super analytisch en heel nauwkeurig geluidsbeeld met veel lucht en ruimte. Samen met mijn Adam Compact monitors heb je een kraakhelder hoog met heel veel definitie en detail. Deze Adam's vragen om een goede controle in het laag en ook dat weet de S-10



De eindtrapmodule gebruikt per kanaal 32 HF-eindtransistoren.



De eindtrappen worden aangestuurd vanuit volledig discreet opgebouwde klasse A stuurversterkers. Bij onze demomodel waren de transistoren nog niet vastgekit.

Array gebruikt intern speciale gevlochten bekabeling die RF-invloeden zoveel mogelijk buiten de deur moet houden.

te leveren. Je hoort echter wel dat het laag nog steeds wat rommelig en ongedefinieerd blijft maar dat is een bekend euvel van deze monitor en daar kan de S-10 niets aan veranderen. Hij laat het eerder erg goed horen. Met mijn Acoustic Energy AE22 monitors heb je wederom die definitie en hoor je vooral de geweldige rust en het gemak waarmee het geluid los komt van de weergevers. De S-10 is naar mijn idee zo correct in zijn benadering dat een weergave in combinatie met sommige weergevers heel anders kan klinken dan je gewend bent. Dat is geen tekortkoming van de versterker maar eerder de wisselwerking met de luidspreker. Met de S-10 kan je goed horen wat een luidspreker allemaal aan het doen is om geluid hoorbaar te maken. Met een goede luidspreker pakt dat goed uit maar een wat mindere luidspreker laat ook duidelijker zijn beperkingen horen. De Array benadering spreekt me echter zeer aan omdat een versterker goed beschouwd geen 'sound' zou mogen hebben. Gewoon puur versterken is de taak van een versterker en dat doet de S-10.

### Conclusie

Array bouwt versterkers op een hele eigen manier. Array doet dat niet om anders te zijn maar heeft voorafgaand aan de ontwikkeling eerst nauwkeurig bestudeerd waar het bij een goede audioweergave om zou moeten gaan. Op basis van die kennis heeft Array vervolgens schakelingen

geselecteerd die dat het beste zouden kunnen realiseren. Dat heeft geleid tot een hele eigen benadering die, voor zover ik weet, uniek is binnen de audio. De ontwerpers hebben zich niet laten beïnvloeden door tradities en gewoontes maar hebben iedere probleemstelling heel wetenschappelijk benaderd. De gekozen benadering is slechts een middel en geen doel. Waar het uiteindelijk om gaat is de weergave en wat dat betreft slaat Array de spijker zeer precies op de kop. De S-10 is een versterker die echt laat horen waartoe een luidspreker in staat is, positief maar ook negatief. Een echte topper in audioland.

Merk:	Array
Type:	S-10 Stereo eindversterker
Uitgangsvermogen:	2x 100 watt (RMS) in 4 ohm 2x 400 watt (5ms) in 1 ohm
Dempingsfactor:	2000 bij 8 ohm (20Hz – 20kHz)
Ingangen:	symmetrisch (XLR), asymmetrisch (cinch)
Afmetingen (hxbxd):	133x440x413 mm
Gewicht:	18,5 kg.
Prijs:	€ 4.675
Meerprijs RVS/glanzend	€ 300
Informatie:	Array BV, Best
Website:	<a href="http://www.arrayaudio.nl">www.arrayaudio.nl</a>

### Techniek naschrift

In HVT nr. 4 van dit jaar verscheen een recensie over de McIntosh MA7000. Collega Jan Didden maakte mij er op attent dat de beschrijving die ik in mijn artikel over de 'Autoformer' in deze versterker geef niet helemaal klopt. De beschrijving in mijn artikel is de uitleg van McIntosh en dat komt niet duidelijk in mijn verhaal naar voren. Vanuit een technisch oogpunt kan de McIntosh verklaring namelijk niet. Wat een uitgangstransformator of een autoformer doet, is het transformeren van de impedantie naar een andere waarde. In dit geval wordt er naar een hogere waarde getransformeerd waardoor de versterker dan ook een hogere waarde 'ziet'.

Bij een impedantie-transformatieverhouding van bijvoorbeeld 2:1 (een windingverhouding van 1,4:1) 'ziet' de versterker niet langer een impedantie van bijvoorbeeld 2 ohm maar een waarde van 4 ohm wat voor een versterker veel prettiger is. Als een luidsprekerimpedantie varieert tussen 2 en 25 ohm 'ziet' de versterker dus een variatie van 4 tot 50 ohm. De waarde wordt niet constanter maar getransformeerd naar een hogere, meer versterkervriendelijke waarde. Het gebruik van een uitgangstrafo heeft hier dus wel degelijk zin.

Met dank aan Jan Didden  
Marnix Bosman