



## Inleiding

De workshop bij Menno van der Veen is een eerste kennismaking met buizen toegepast in audio apparatuur. Als eerstejaars student betekende dit niet alleen een kennismaking met de buizen techniek maar was het ook een bijzondere ervaring om in een omgeving met eensgezinde te werken aan en met audioapparatuur. Kortom een heel bijzondere, interessante ervaring die beslist smaakt naar meer.

## Het project

Dit jaar (2019) stond een push-pull versterker op het programma. Het push-pull principe leent zich uitstekend voor een eindversterker omdat hiermee een heel behoorlijk vermogen realiseerbaar is.

Verder was de ambitie om een schakeling toe te passen die een aanzienlijke verbetering geeft in de vervormingscijfers en het microdetail van het geluid. Deze schakeling, 'Trans' genaamd, is een ontwikkeling van Menno van der Veen en wordt inmiddels met succes toegepast in single-ended buizenversterkers.

"Trans" geeft een methode aan om magnetische vervormingen in de uitgangstransformatoren en spanningsvervormingen in de eindbuizen te minimaliseren. De techniek is gebaseerd op lokale terugkoppeling met spanningsgestuurde stroombronnen. Het nettoresultaat is een opmerkelijk gedetailleerde geluidswaardering waarbij de tweede harmonische van de buizen en de magnetische vervormingen van de uitgangstransformator worden geminimaliseerd.

Zie <https://mennovanderveen.nl/cms/images/onderzoek-ontwikkeling/publicaties/Vanderveen-Trans-SE10-Secrets-AX-2021-01.pdf> .

Trans toepassen op een push-pull principe bleek op dat moment nog een stap te ver. De ontwikkeling heeft wat meer tijd nodig. Hier is een pas op de plaats gemaakt en is in het versterker schema een alternatieve ingangsschakeling toegepast waarbij gebruik is gemaakt van Fets in plaats van de gebruikelijke buizen.

## Uitgangspunten

Ondanks dat op hoofdlijnen gekozen is voor een 'stevige' eindversterker heeft iedere student een vrije keuze om hierin mee te gaan. Maar zeker als eerstejaars student is het toch wel heel handig als je aan de hand wordt meegenomen. De voorgestelde eindversterker is van het push-pull principe en dat vormt dan ook de rode draad in de keuze van materialen en de ontwikkeling van schema's en printen. Ook lesmateriaal, theorie en demonstraties zijn toegespitst op het basis ontwerp.

Mijn persoonlijke keuzes binnen dit kader zijn:

- Ontwikkeling van twee mono blokken
- Ieder mono blok een eigen voeding
- De mogelijkheid om een gebalanceerd signaal aan te bieden.
- Fysieke scheiding van voor -en eindversterker.
- Toepassing van op koperfolie gebaseerde koppelcondensatoren.
- Een chassis dat gemaakt is van koper.
- Optimale positionering van componenten.



- Zo veel mogelijk scheiden van voedingsspanningscomponenten en audiocircuits door compartimentering.

## Onderdelen op hoofdlijnen

De versterker is opgebouwd uit vier modules

### Eindversterker met KT120 en Fet ingang

Naast de instellingen van de eindtrap verzorgen de fets (DN2540) voor de fase draaiing zodat de eindbuizen (KT120) in tegenfase worden aangestuurd. De uitgangstrafo is door M. vd Veen ontwikkeld. De trafo is universeel opgebouwd zodat deze in diverse schakelingen toepasbaar is.

### Eindversterker voeding

De diverse spanningen voor de eindtrap worden verzorgd de universele voeding. Deze is ondergebracht op één print. Per kanaal is een aparte module en transformator ingezet.

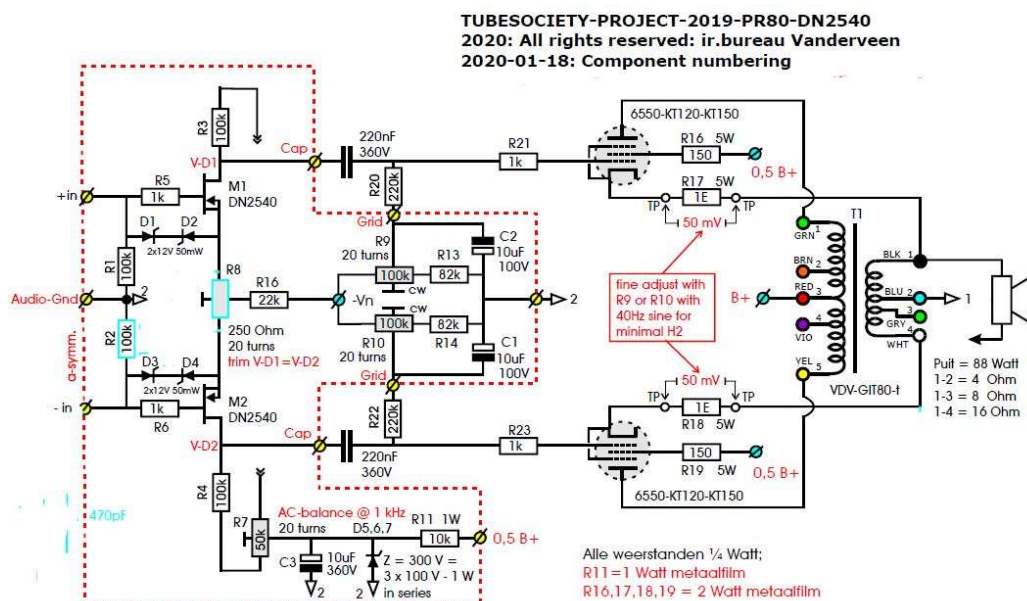
### Voorversterker / fase draaier

De fase draaier functionaliteit, die aanvankelijk ondergebracht was bij de DN2540 fets, is verplaatst naar een aparte schakeling. Deze schakeling is opgebouwd rondom twee opamps (OPA1642, OPA1656). Naast de functie als fase draaier biedt deze schakeling een volume regeling en een gebalanceerde ingang.

### Voorversterker / fase draaier voeding

Een voeding specifiek voor audiotoeepassingen is voor de genoemde schakeling een must. Hier is een oplossing toegepast waarvan de spanningsregelaar is ontwikkeld door Jan Didden. Zie <https://linearaudio.nl/superregs>. De regulator wordt gevoed vanuit een ringkertrafo, een gelijkrichter en enkele condensatoren.

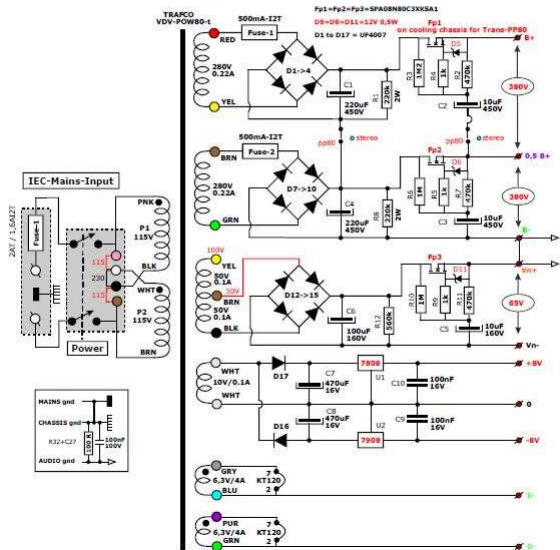
## De schema's



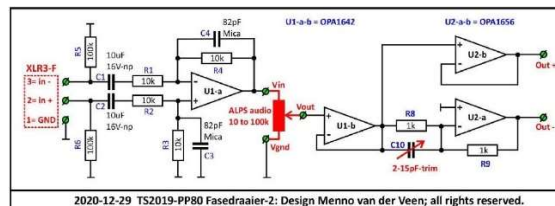
Figuur 1 Schema Push Pull KT120 Fet ingang (R8 = 1 kOhm en niet 250 Ohm)



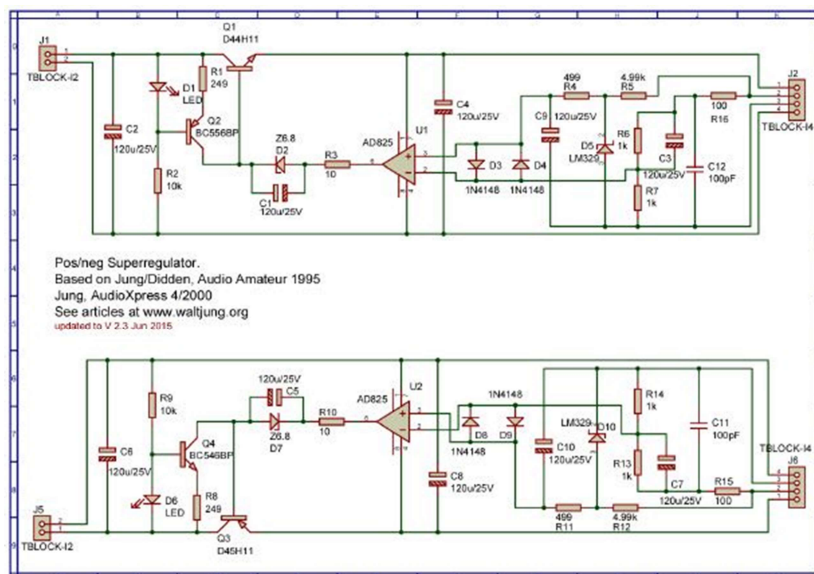
Project TS2019: POWER supply for PR20HE with DN2540  
 2020-01-18 (PP80-connect)  
 Equal Component- and PCB-numbers



Figuur 2 Power Supply voor PP80



Figuur 3 Voorversterker / Fasedraaijer



Figuur 4 Voeding voor voorversterker / fasedraaijer ©Jan Didden



## Chassis

### PP80 Eindversterker

Uiteindelijk is gekozen voor koperen chassis. Enerzijds vanwege de vintage look, maar anderzijds vanwege de (vermeende?) positieve eigenschappen bij toepassing in audioapparatuur.

Aanvankelijk is ook geëxperimenteerd met een houten chassis. Echter al gauw bleek uit metingen dat het een hele uitdaging is om met de 50Hz brom buiten te houden. Verder bleek ook dat de opzet zoals die in de foto te zien is, een niet onaangename brand lucht verspreidde wanneer de apparatuur een paar uur aan stond.



*Figuur 5 Prototype chassis in hout*



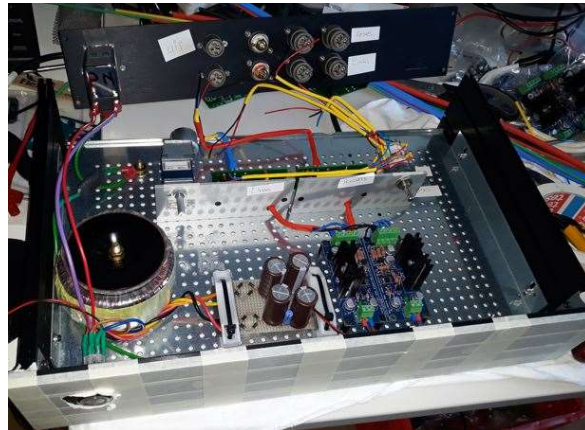
*Figuur 6 Chassis koper*

### Voorversterker en Fasedraaier

Met name om flexibel te blijven in de toepassing, de inzet en verdere ontwikkeling, is er voor gekozen om voor en eindversterker afzonderlijk onder te brengen in een behuizing.

Voor de voorversterker fasedraaier is gekozen voor een universele kast.





*Figuur 7 Voorversterker / Fasedraaier met voeding*

### Voor en eindversterker

Het eindresultaat mag er best wel wezen. In koper de twee PP80 mono blokken met voedings -en uitgangstransformator. Midden op het chassis de twee KT120 eindbuizen.

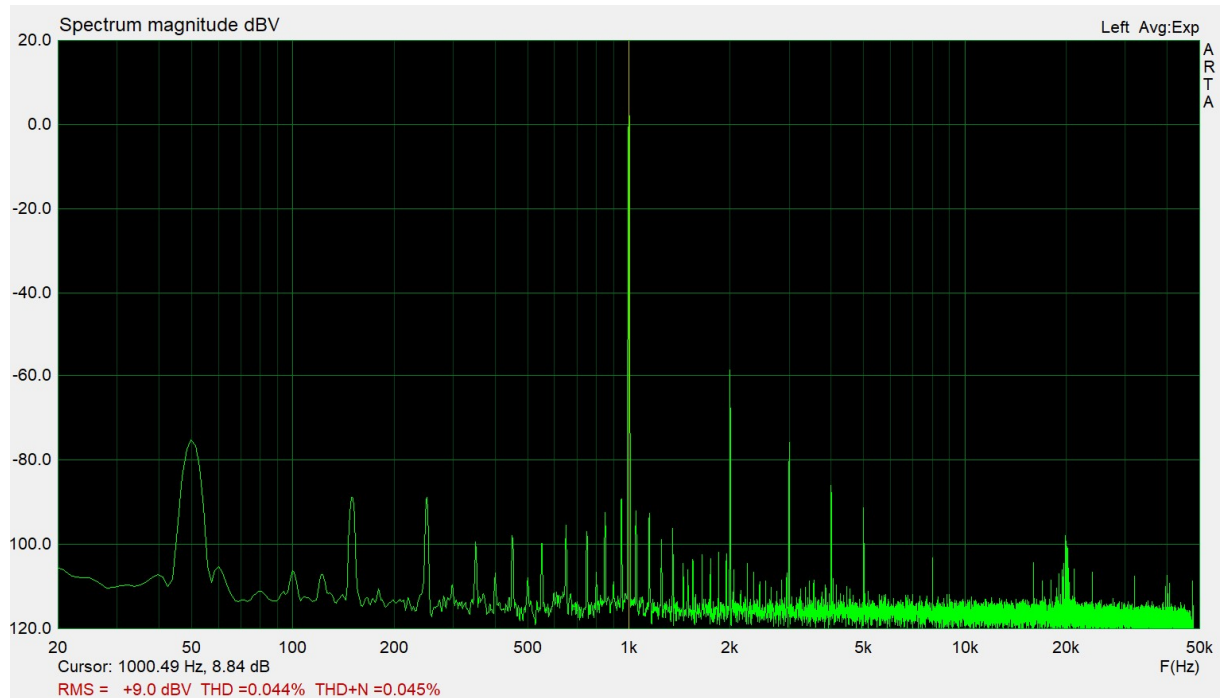
Onder, in zwart de voorversterker / fasedraaier met aan de voorkant de volume regelaar en de ingangskeuze schakelaar.



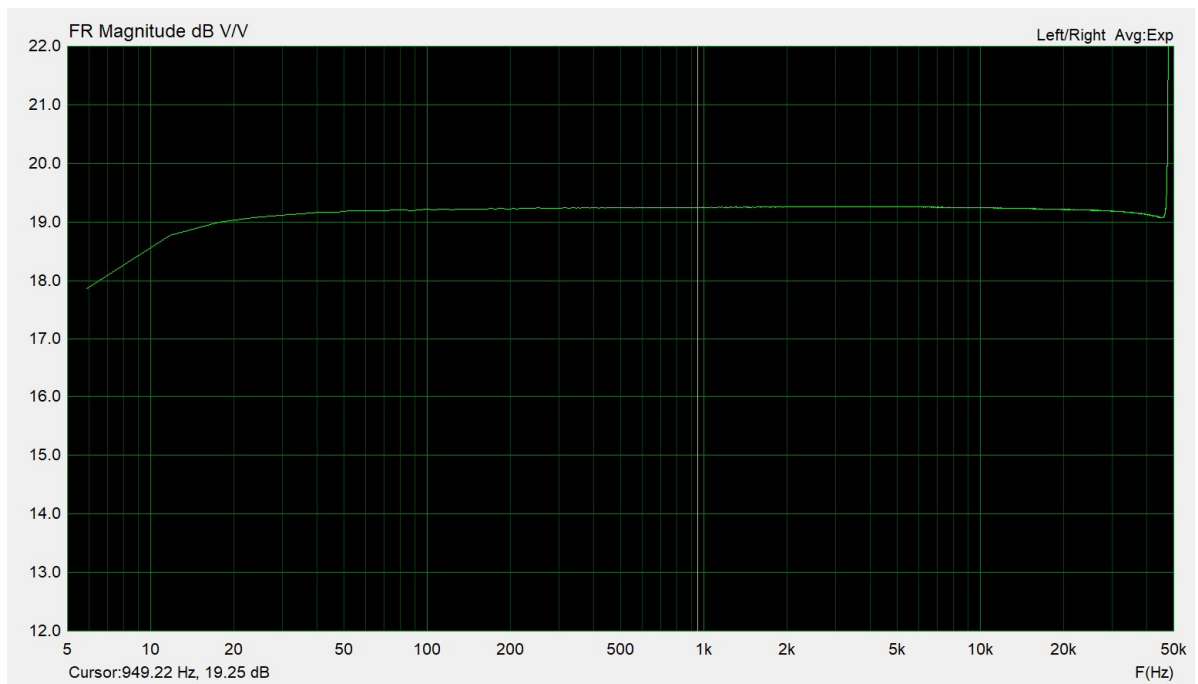


## Technische specificaties

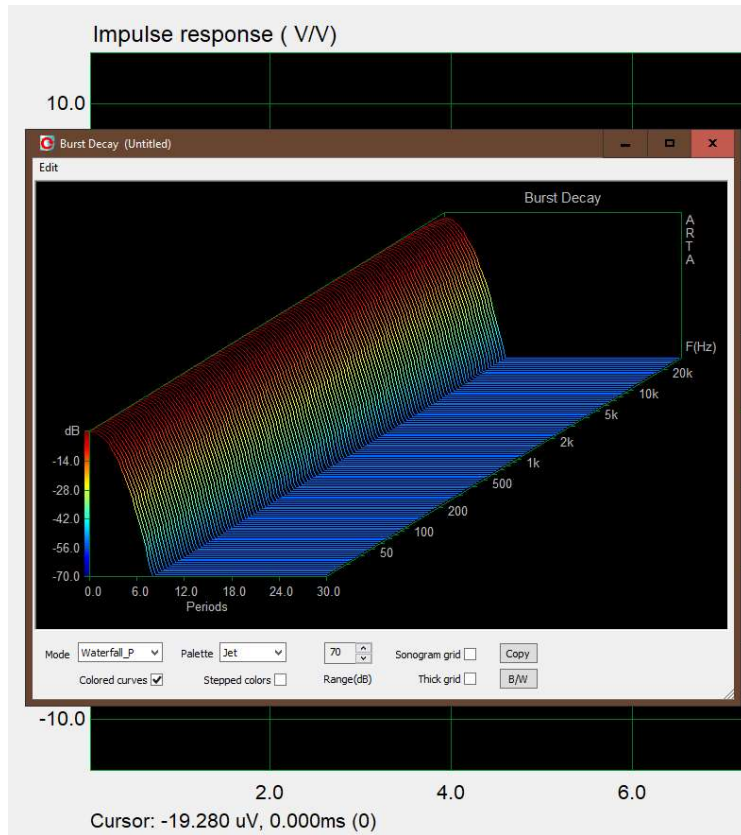
De diverse meetresultaten in beeld en cijfers (links onder in binnen ieder kader)



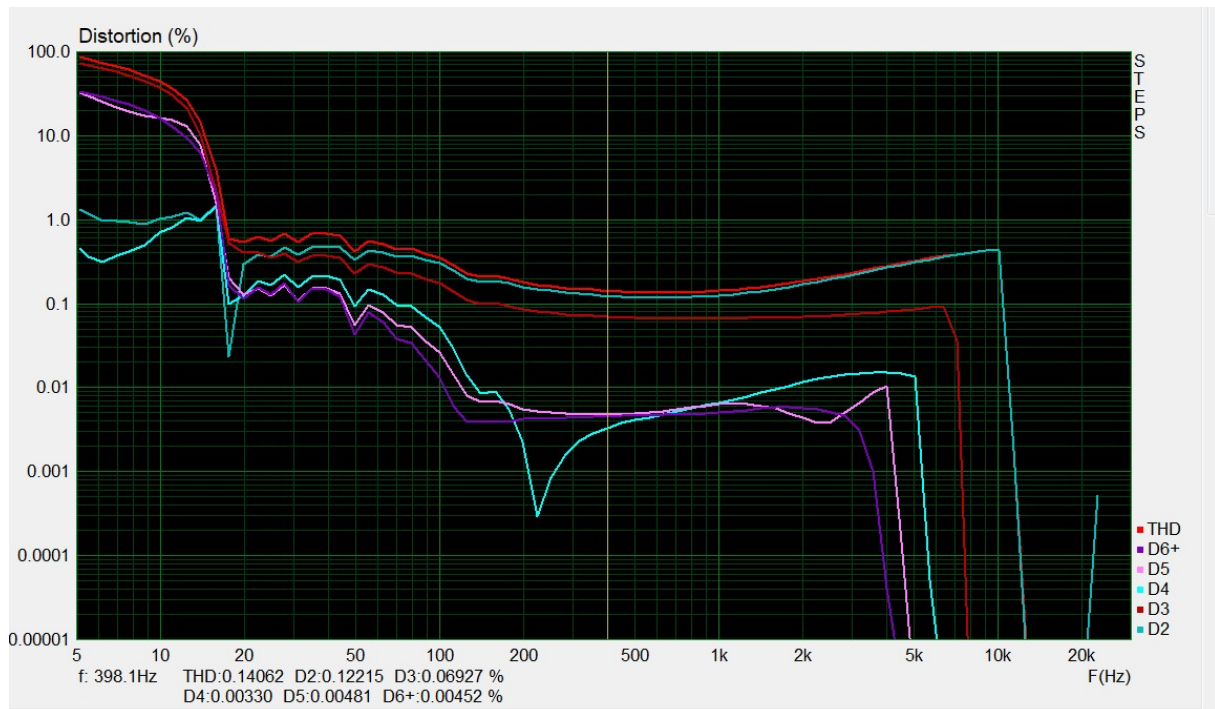
Figuur 8 Spectrum analyse PP80



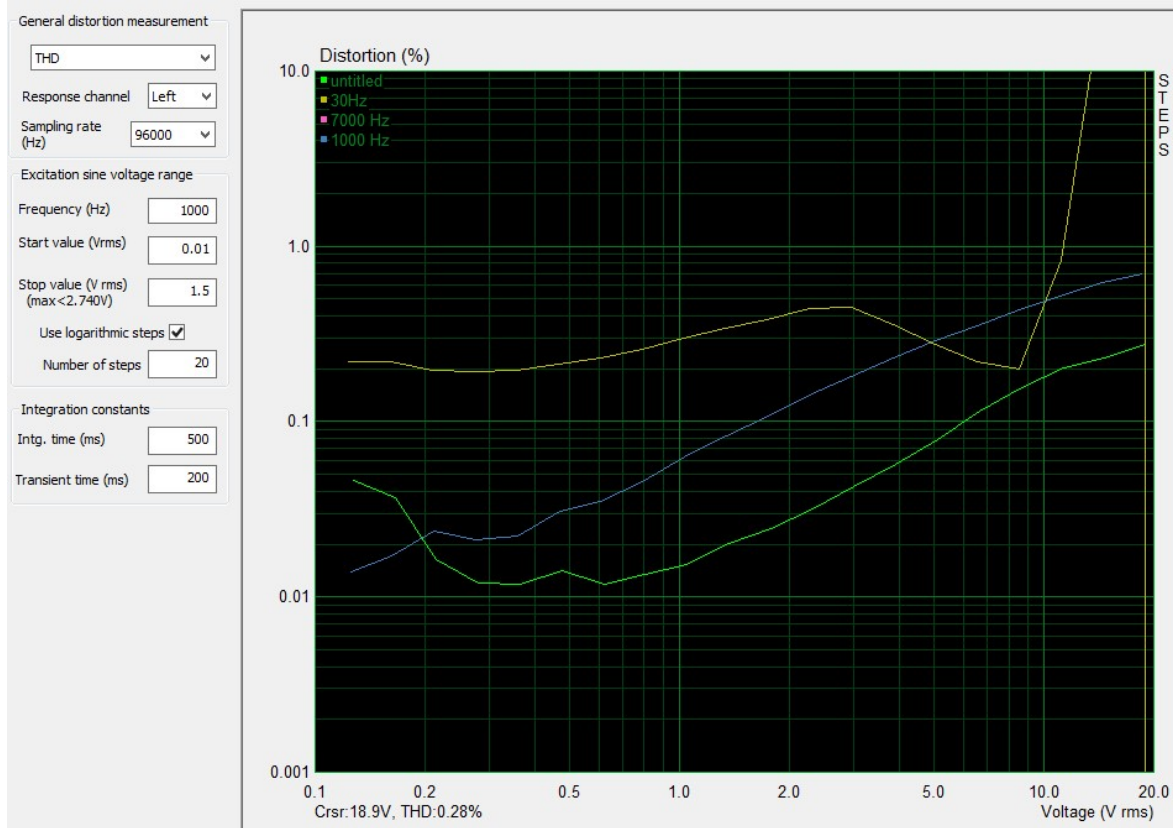
Figuur 9 Frequentie karakteristiek via Fr2 meting, Pink Noise



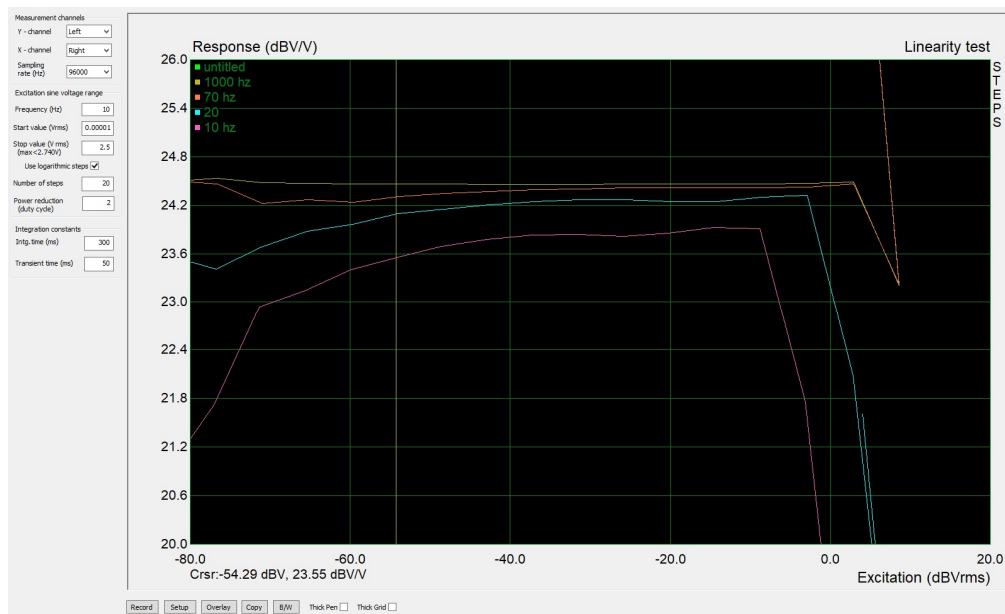
Figuur 10 Bust Decay:



Figuur 11 Vervormingstest bij oplopende frequentie



Figuur 12 Vervormingstest (Distorsion) bij oplopende ingangsspanning. Resp 30Hz, 100Hz, 7000H



Figuur 13 Lineariteitstest





### Tijdens de bouw aandacht voor

- Mechanische demping van de kasten
- Vaste kern bedrading
- Testen en toepassen van koppel -en voedingscondensatoren
- Aarding
- Scheiding audio en voeding/hoogspanning

### Luister resultaten

De versterker klinkt gedetailleerd met een goede plaatsing van instrumenten, ruimte en zangers. Het vermogen is ruim voldoende zeker voor thuisgebruik.

### Verder ontwikkelen

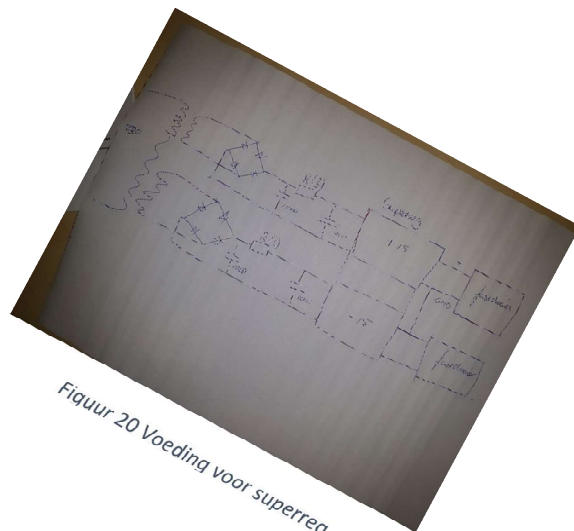
Het komende jaar zal in het teken staan van het verder ontwikkelen en verbeteren van de geluidskwaliteit. Voor zover de bouwer dit kan beoordelen na één jaar buizen ervaring, biedt het systeem perspectieven. Denk hierbij aan:

- Toepassen van 'Trans'.
- Verbeteren van de voeding om 50Hz verder te onderdrukken.
- Afstandsbediening voor het volume

### Extra foto's



Figuur 21 RVS Proto



Figuur 20 Voeding voor superreg



Figuur 20 Schets binneplaat chassis