

Inleiding

Een (foto) verslag van een tweeweg met Wavecor SW223BD02 en Cotswold BMR56XE N4R. Heb via een mede forum lid twee Wavecor SW223BD02 drivers verkregen en met een groups buy via forum de BMR56 drivers. Het leek me leuk om hiermee een tweewegsysteem te maken met een relatief lage cross-over frequentie.

Het initiële plan was om dit actief aan te sturen met versterker modules uit een Philips DFR9000. Deze modules lijken erg op de Ucd180 modules en zijn feitelijk voorlopers hiervan. Met deze modules ben ik ook aan de slag geweest en het nodige aan gesleuteld en gemeten. Hiervoor zou ik een print moeten ontwerpen met b.v. de ADAU1701 voor DSP-functionaliteit en nog wat extra versterking met b.v. een opamp, wat het geheel redelijk complex zou maken.

Kreeg de mogelijkheid om twee Hypex psc2.400 modules (zonder plate) in een kast over te nemen van een mede forum lid. Dit geheel aan de praat gekregen en verder netjes ingebouwd met Neutrik connectors. Het was niet de versie met digitale input mogelijkheid, echter schema van dit gedeelte is gewoon te downloaden. Met dit schema wat hoofdzakelijk de SRC4382 omvat en de documentatie van de SRC4382 is een print ontworpen zodat er ook een digitale optische ingang gebruikt kan worden.

De speakerkast is in fusion 360 ontworpen en is een variant op een 7 hoek, waarvan de vorm me aansprak.



Figuur 1: De Wavecor SW223BD02 drivers.



Figuur 2: De Cotswold BMR56XE N4R drivers.

De versterker

De kast en modules zijn van een mede forum lid overgenomen. Het waren oorspronkelijk plate-amps, waarvan de plate verwijderd was en de componenten in een kast gebouwd. Bij het verwijderen van de connectoren die op de print gesoldeerd waren was er met een paar sporen wat misgegaan, dit euvel was ook aangegeven. Dit heb ik moeten herstellen en de kast was eerder voor een ander project gebruikt en de gaten die aanwezig waren kwamen niet overeen met wat er hier nodig was.

Heb nieuwe aluminium platen besteld voor de onderkant en voor en achterkant en hier nieuwe gaten voor gemaakt.

Er was verder nog wel iets gek aan de hand met de modules, er was een verschil in gain tussen links en rechts. Dit issue verder onderzocht en dezelfde DSC2 DSP bordjes zijn ook gebruikt bij de UcD700 van Hypex. Omdat deze tot een hogere spanning moet worden aangestuurd heeft deze versie van de DSC2 DSP een hogere gain. Er zitten soldeerjumper in om de gain te kunnen instellen voor UcD400 of UcD700 modules.

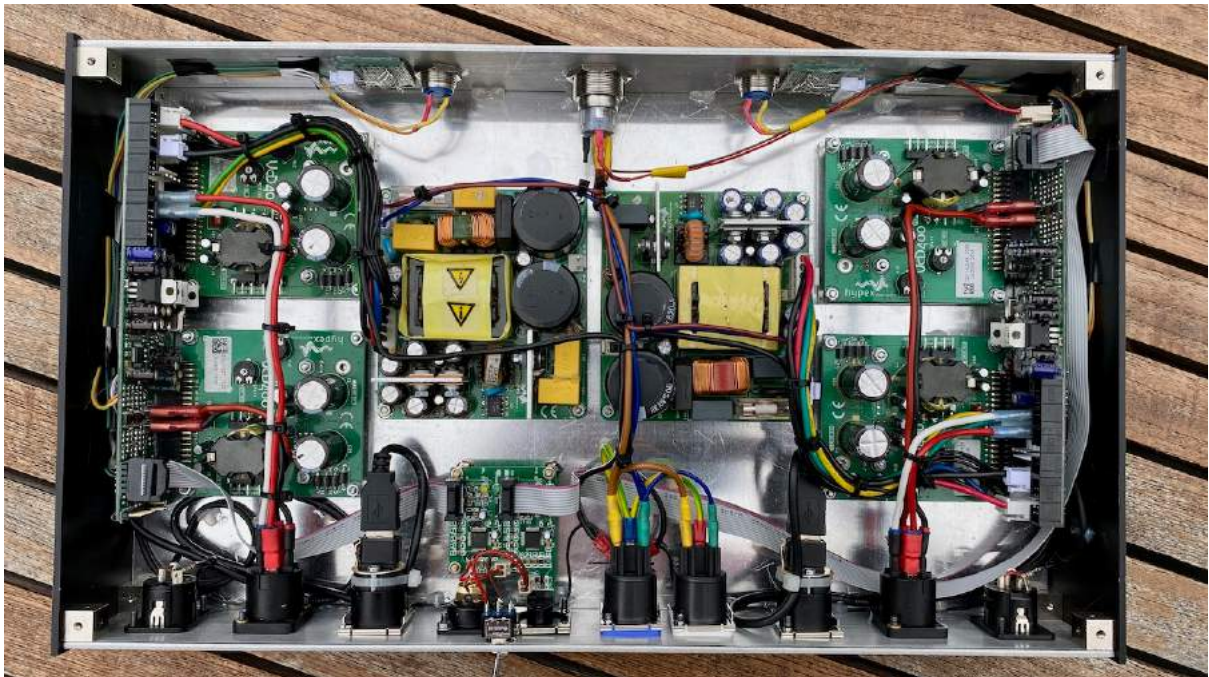
Na het solderen van een aantal soldeer jumpers was het DSC2 DSP bordje omgebouwd van UcD700 naar UcD400. Wel vreemd dat bordje op 700 stond met 400 modules erachter. Na deze ingreep was de gain hetzelfde tussen links en rechts.



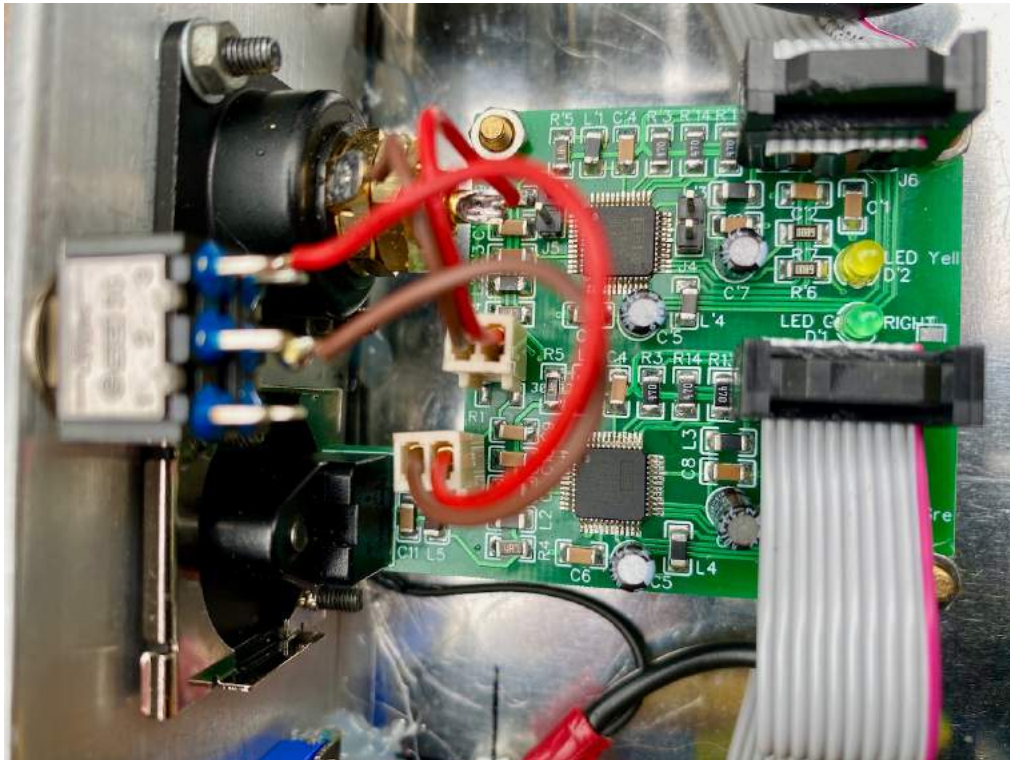
Figuur 3: De versterker met de Hypex psc2.400 modules, aanzicht voorkant.



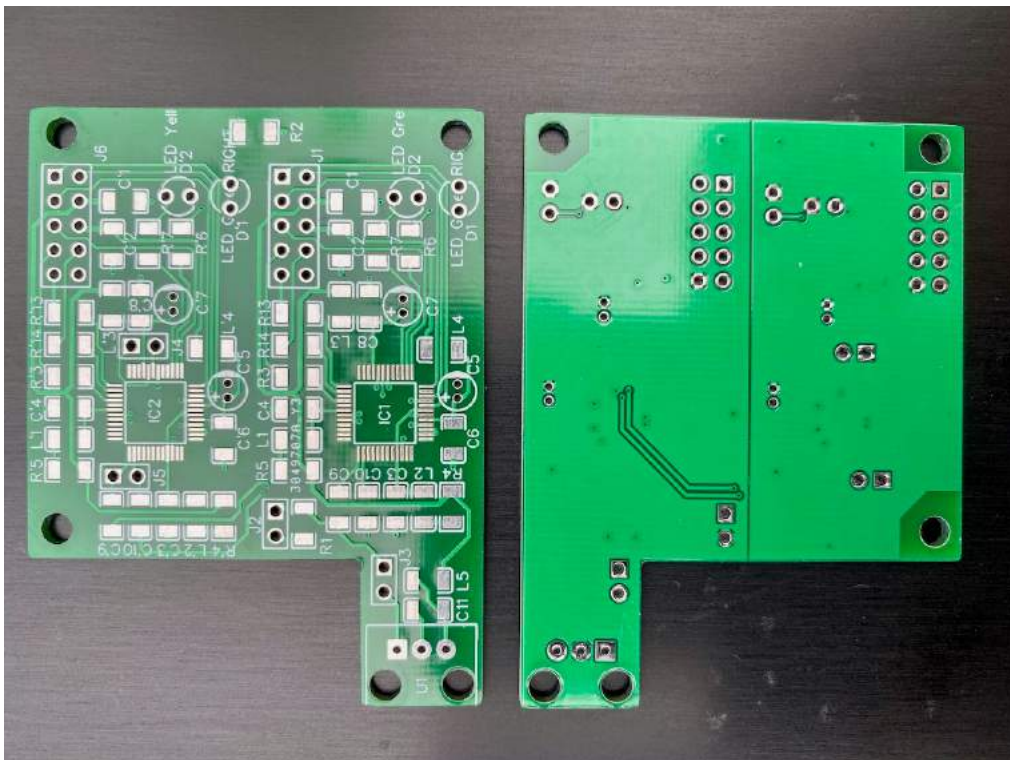
Figuur 4: De versterker met de Hypex psc2.400 modules, aanzicht achterkant.



Figuur 5: De versterker vanbinnen, zijn feitelijk Ucd400 OEM modules met DSP functionaliteit via ADAU1701 op DSC2 DSP print.

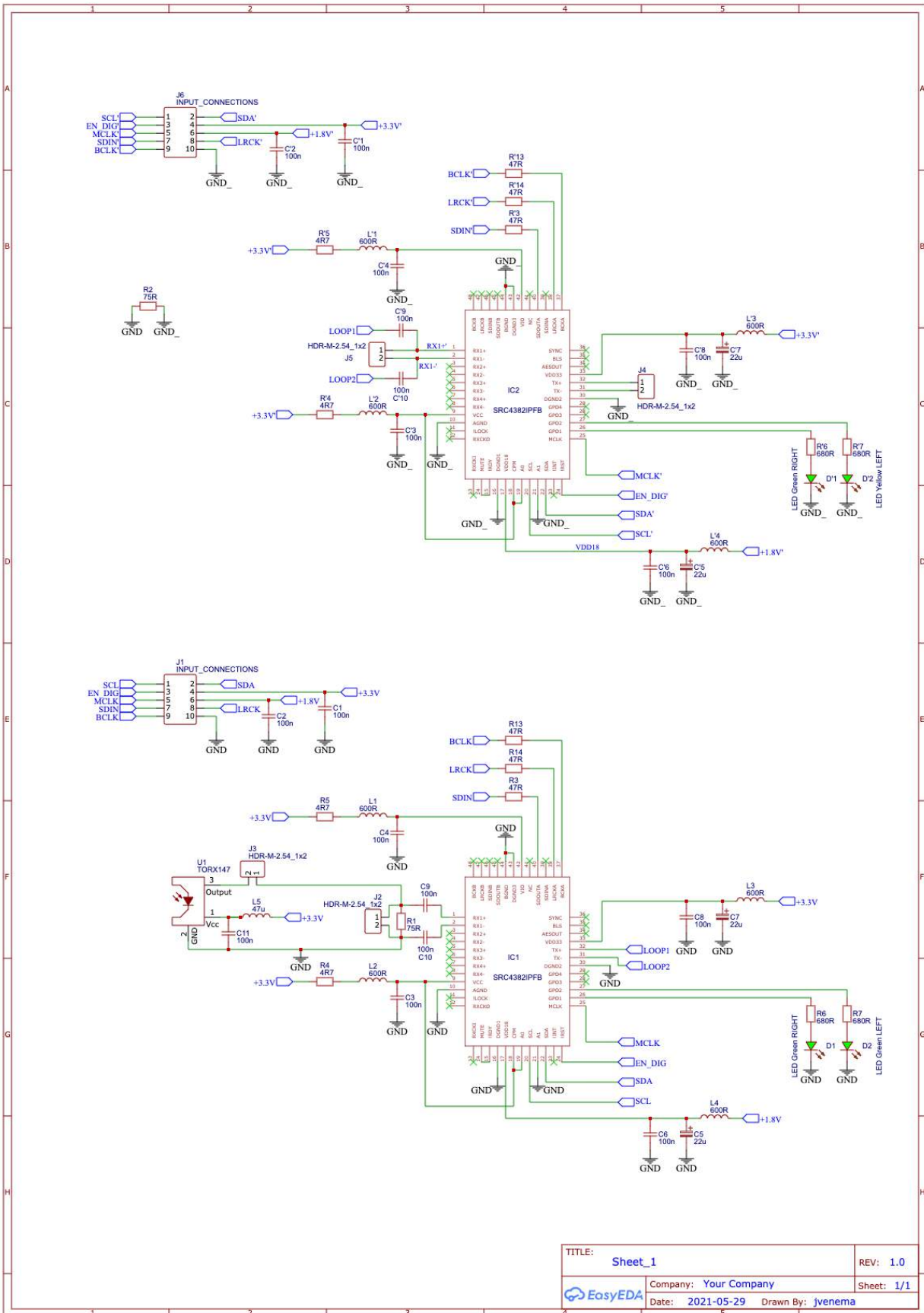


Figuur 6: Close-up van de ontworpen print om optische digitale input mogelijkheid toe te voegen, er is ook mogelijkheid voor digitale coax input.



Figuur 7: De voorkant en achterkant van de print zonder onderdelen.

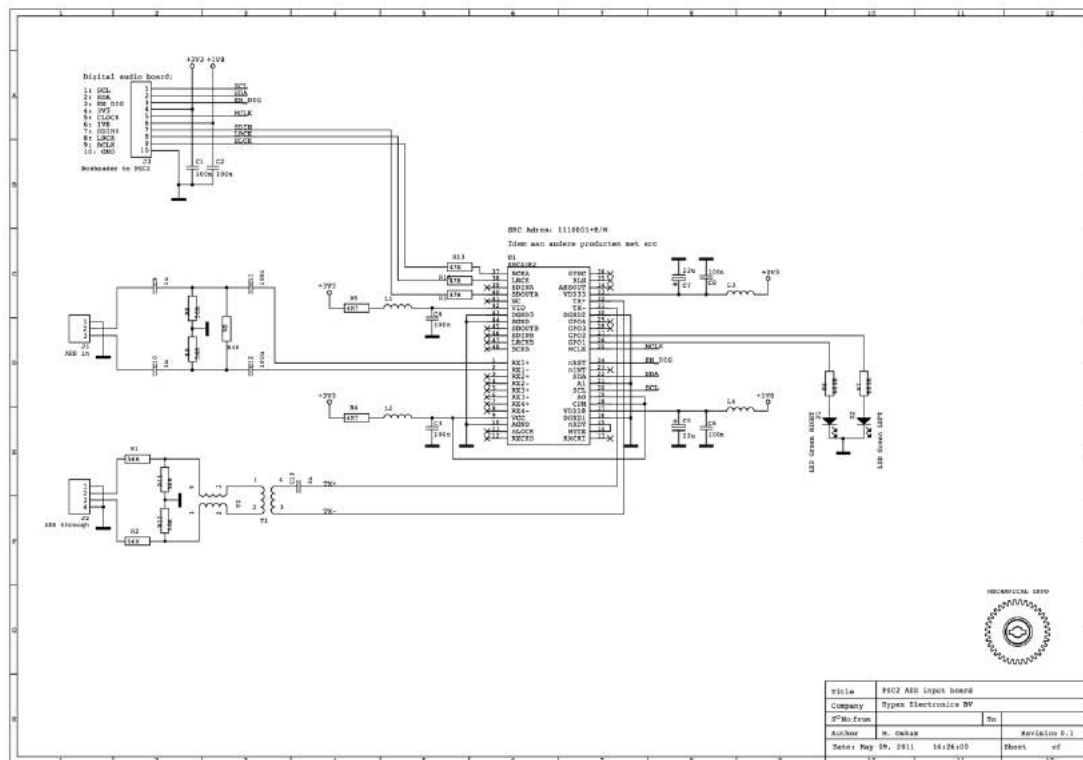
Voor de zekerheid om ground loops te voorkomen, zijn de GND planes op de print gescheiden, omdat elke kant zijn eigen voeding krijgt. Eventueel zijn die wel via een weerstand met elkaar te verbinden, maar dat was niet nodig.



TITLE: Sheet_1	REV: 1.0
Company: Your Company	Sheet: 1/1
Date: 2021-05-29	Drawn By: jvenema

Figur 8: Het schema zoals gebruikt.

Met jumpers/kabels naar connector kan er gekozen worden tussen optisch digitaal in of Coax in of eventueel optisch in en coax uit. De originele plate-amps met digitale input hadden geen optische ingang, maar konden wel door gelust worden. Nu is er dus wel een optische ingang mogelijkheid en het doorlussen gebeurt intern op de print.



Figuur 9: Het originele schema voor de digitale input, wat als inspiratie gebruikt is.

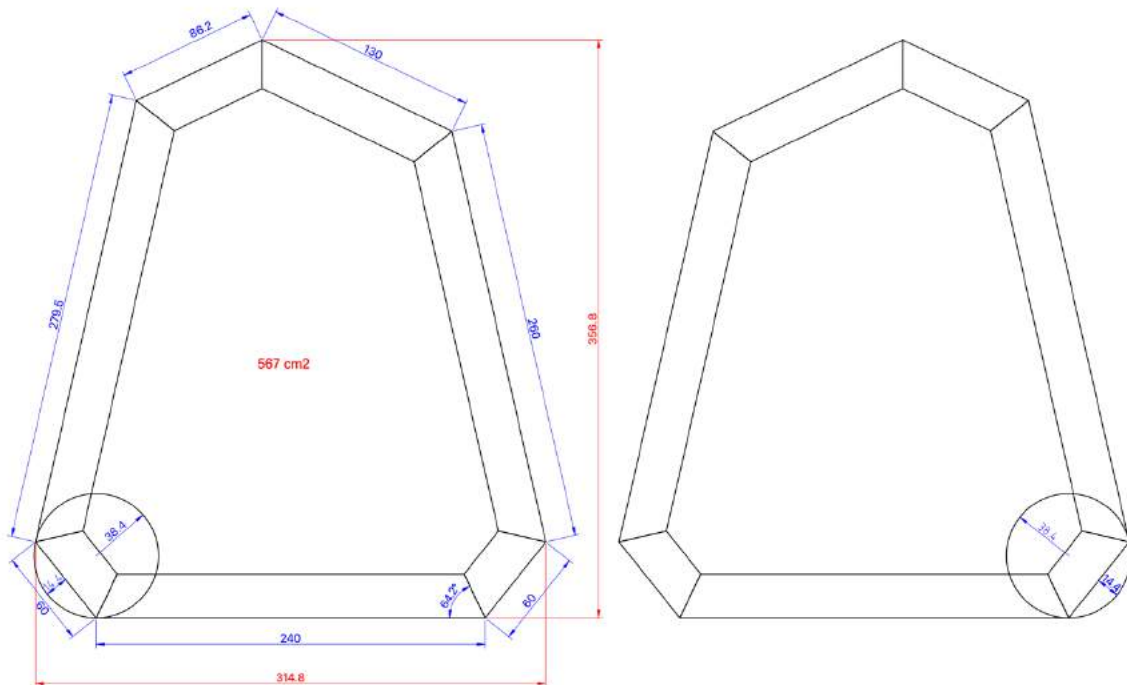
In de documentatie van de SRC4382 was te vinden hoe dit IC te gebruiken met een optische ingang. Moet bekennen dat ik de documentatie van de optische sensor verkeerd geïnterpreteerd had, waardoor de pinout van de print niet helemaal hiermee klopte. Het was niet helemaal duidelijk of iets een boven of onderaanzicht was. Er was dus een kleine modificatie van de print noodzakelijk.

Kast ontwerp

Omdat het een hobby is, die een uitdaging mag hebben, dus geen recht toe rechtaan kast, maar een variatie op een zevenhoek. Ik ben eerst met een vijf hoek aan de gang geweest, maar vond dat te lomp worden en kon hiermee ook niet direct een vorm van asymmetrie toepassen om dat minder te maken. Omdat het wel de bedoeling was om evenwijdige wanden zoveel mogelijk te vermijden uiteindelijk op een zevenhoek uitgekomen.

Overige constrains waren dat de drivers natuurlijk moesten passen en dat het te maken was uit het hout wat ik had. Ik had stroken 27mm dik berken multiplex van 33cm breed en 305cm lang (goedkoop) weten te krijgen. Verder kijk je natuurlijk welke kast inhoud globaal nodig is waarbij de woofer zich met een gesloten systeem "lekker" bij voelt.

Na het nodige puzzelen kwam ik uit op het volgende grondplan voor de zuil. Door de asymmetrie verschillen de rechter en de linker speaker van elkaar.

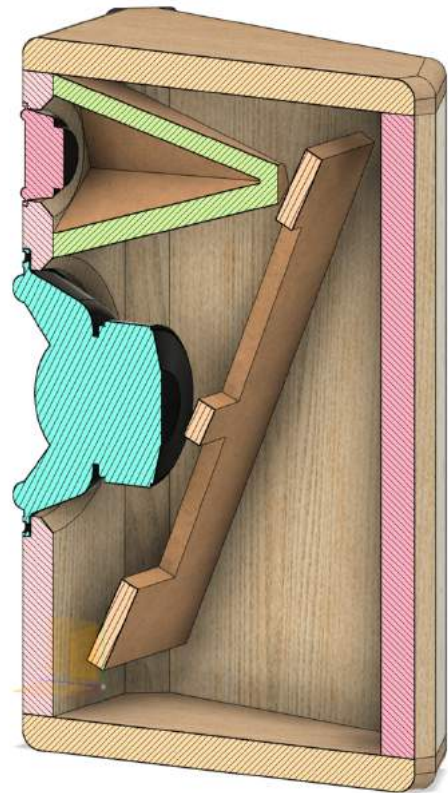
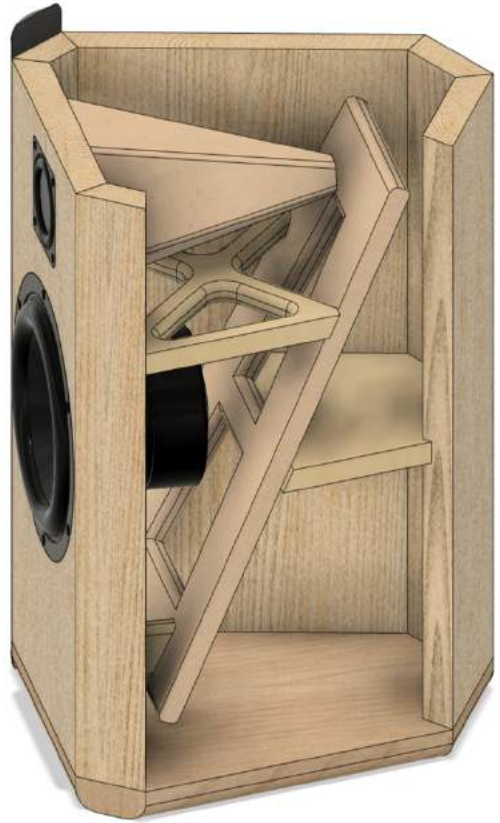
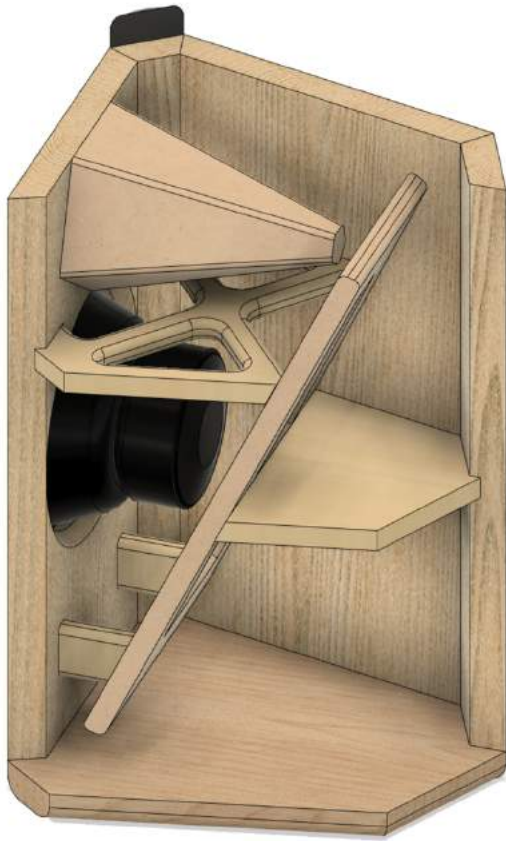


Figuur 10: Het grondplan van de "zuil".



Figuur 11: Het moet er ongeveer zo gaan uitzien.

Hieronder een aantal doorsnede tekeningen gemaakt in Fusion 360 om een idee te krijgen hoe het een en ander in elkaar steekt.



Figuur 12: Wat verschillende doorsnede tekeningen, op die manier gecontroleerd of iets niet klem komt.

De BMR56 driver heeft nog een eigen afgesloten ruimte nodig met een inhoud van ongeveer 0.5L. Er is hier voor een penta piramide gekozen met 9 gram sonofil vulling. De hoeveelheid vulling in deze behuizing is proefondervindelijk bepaald door te meten aan een los front met de behuizing hierop geklemd.

Er zijn toen verschillende metingen gedaan, zonder demping en elke keer er iets demping bij. In Figuur 13 is het effect te zien van geen of 9 gram vulling waarvoor gekozen is. Zowel het gemeten impedantie verloop als frequentieresponse zijn zichtbaar in dezelfde afbeelding. Het is goed te zien dat er ook het nodige is af te lezen aan het impedantie verloop.



Figuur 13: In rood het impedantie verloop en frequentieresponse zonder vulling en in blauw met 9 gram vulling.

De panelen van de zuil worden met elk met drie lamello's met elkaar verbonden, zodat de verticale naden goed op elkaar gaan aansluiten. De horizontale braces komen in een gefreesde gleuf, waardoor de panelen van de zuil in de hoogte uitgelijnd worden. De achterste verticale brace verdeelt de hoogte bijna in tweeën, waardoor mogelijke staande golven hoger in frequentie komen en beter te dempen.

De schuine brace wordt uiteindelijk met bison woodmax verlijmd met de twee grootste zijpanelen en geeft hieraan extra stijfheid om ongewenste trillingen tegen te gaan. Omdat deze brace schuin loopt over het paneel, is er geen vaste verdeling in afstand, wat gunstig zou moeten zijn voor tegengaan van trillingen in deze wanden.

Moet wel vermelden dat het achteraf niet slim was om drie lamello's te gebruiken tussen het front paneel en de twee 6 cm smalle zij stukken. Bij het infrezen van de woofer kwam ik de middelste lamello tegen en moest daar wat plamuur gebruiken om de boel mooi vlak te maken. De gefreesde inham is altijd iets groter als wat je opvul met de lamello. Had daar dus beter b.v. 4 lamello's kunnen gebruiken om de middenpositie te vermijden. De lamello's

waren niet gemodelleerd in het ontwerp, dus ja dat ontdek je dan later, maar issue was relatief gemakkelijk te fixen.

Ontwerp is niet giga simpel maar wel goed uitvoerbaar met een inval zaag waarbij de zaaghoek instelbaar is. Een goede modelering in 3D is essentieel om de juiste zaag hoeken te bepalen.

Er is uiteindelijk gekozen voor een 24dB/oct Linkwitz-Riley cross-over filter op 700Hz. Je kan gaan rekenen hoe luid de wavecor in het diepe laag kan spelen en wat de oppervlakte van de BMR56 is en zijn maximale uitslag en hierop een ruime marge nemen. Ik ging uit van een derde van de uitslag en dan zou een cross-over frequentie van rond de 300Hz mogelijk moeten zijn. Echter kun je aan de onregelmatigheden in het impedantie verloop tussen 400-500Hz zien, dat daar waarschijnlijk wel vervorming issues zullen optreden en die waren er ook.

Heb gemeten aan het uiteindelijke systeem met verschillende cross-over frequenties oplopend per 100Hz van 300 tot 800Hz en gekeken naar de vervorming. Elke verhoging gaf wel een verlaging van de vervorming in gebied tot 1kHz, maar de winst van 700 naar 800 was gering. Toen gekozen voor 700, want de bedoeling was een lage cross-over frequentie omdat dan vanwege de afstand tussen de drivers en de golflengte de interferentie effecten gering zouden zijn en dus een goed afstraal gedrag in cross-over gebied met weinig lobbing.

Verder heeft de wavecor verderop rond de 3kHz ook weer zijn problemen dus daar wil je ook een eind vandaan blijven. Deze overwegingen bepaalde de keuze op 700Hz.

Zoals vermeld is er gekozen voor een 24dB/Oct LR filter. Het is goed om te weten dat dit feitelijk een cascade is van twee 12dB/Oct Butterworth filters. Verder laat een Butterworth filter zich kenmerken als een tweede orde filter met een Q van 0.707. Met een linkwitz transform is dus een tweede orde afval op 700Hz gebracht, met een Q van 0.707.

Vervolgens is hier een tweede orde butterworth aan toegevoegd om op de 24dB/Oct LR te komen. Door deze aanpak loopt de fase synchroon met de woofer en zijn 24dB/Oct LR filter. Er hoefde alleen nog maar een fixed delay te worden toegevoegd, om het geheel netjes time aligned te krijgen. Volgens meting zou 167-168 uS delay nodig zijn, vanwege de sampling frequentie van de DSP zijn er alleen bepaalde discrete stappen in vertraging mogelijk. De dichtstbijzijnde was 171uS wat heel dichtbij was.

Met EQ was de wavecor tot ongeveer 3kHz redelijk vlak te krijgen dit geheel zorgde ervoor dat de fase integratie totaal geen issue was en door aanpassen van de kantel frequentie van de woofer en de Linkwitz transform en butterworth, konden eenvoudig de verschillende cross-over frequentie uitgete probeerd worden. Welke cross-over frequentie er ook werd gekozen de frequentie response bleef netjes vlak, alleen waren er wel verschillen te zien in de vervorming.

De vervaardiging

Er is gebruik gemaakt van een invalzaag met geleiderail en een kleine Bosch zaagtafel die ik van mijn broer geleend had. Had achteraf waarschijnlijk ook allemaal wel met de invalzaag gekund, de zaagtafel en de constantheid hiervan vielen toch wat tegen. Denk niet dat hier heel veel tekst nodig is, de foto's en onderschrift geven denk ik voldoende een impressie.



Figuur 14: het zagen van de punten van de behuizing van de BMR56.



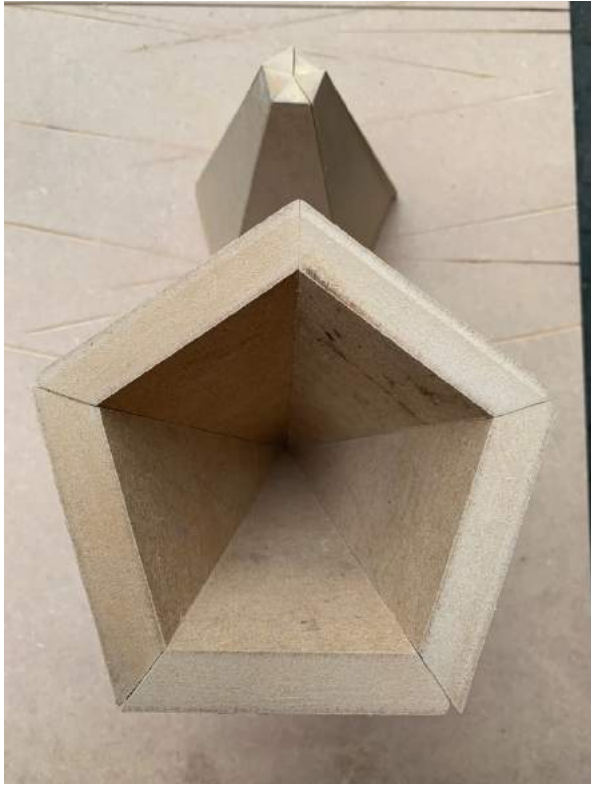
Figuur 15: De punten worden met tape aan elkaar bevestigd.



Figuur 16: Aanbrengen lijm.



Figuur 17: Dichtvrouwen en tijdelijk intapen op de laatste naad.



Figuur 18: Na drogen lijm kan de onderkant vlak geschuurd worden.



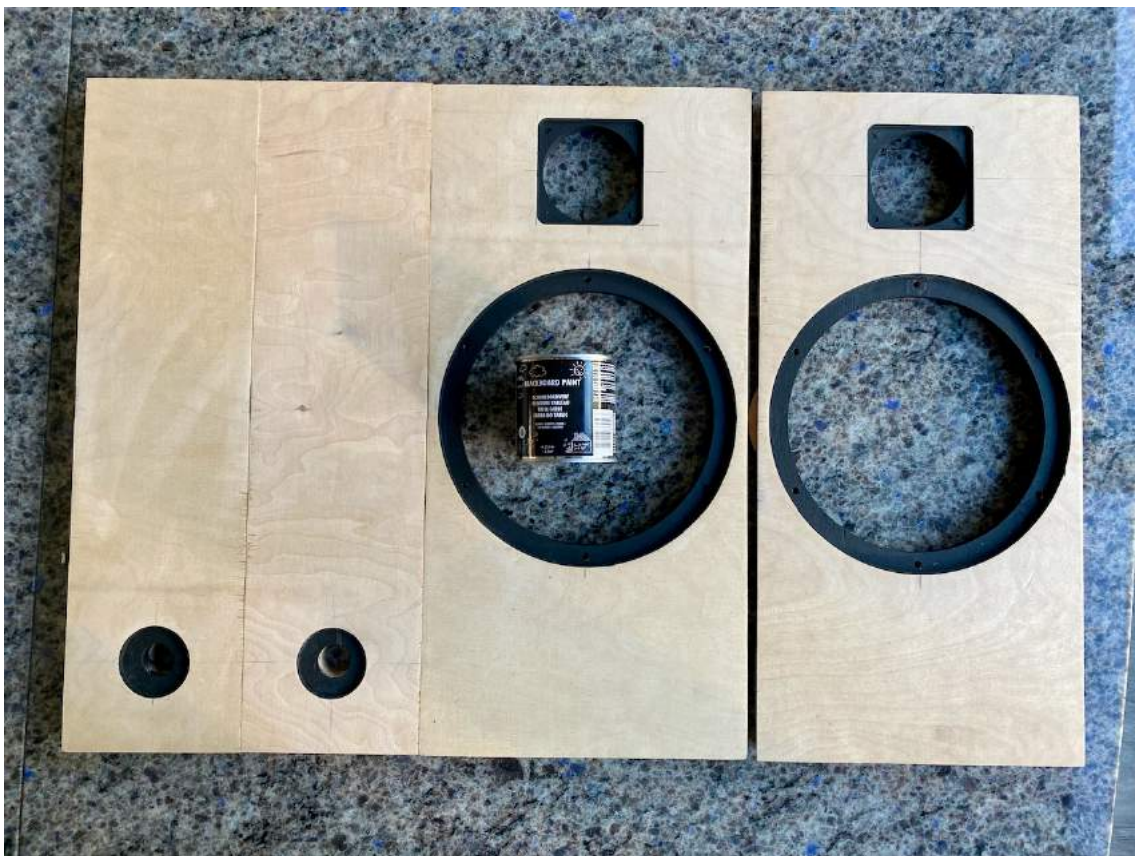
Figuur 19: Het aftekenen waar gleuven gefreesd moeten worden.



Figuur 20: Het frezen van de gleuven met geleiderail, waarbij getracht wordt dat de afstand tot boven of onderkant voor elk paneel gelijk is.



Figuur 21: Alle interne schotten bij elkaar.



Figuur 22: Alle verzonken delen zijn zwart geverfd met goedkoop blikje verf van de action.



Figuur 23: Het lijmen van de BMR56 behuizing op het front.



Figuur 24: Een inblikje hoe het intern in elkaar past.



Figuur 25: Het in elkaar lijmen, elk paneel is aan de buitenkant bij naad afgeplakt om te voorkomen dat lijm daar op het hout komt.



Figuur 26: Na het lijmen van de zuilen, de boven en onderkanten zijn 1-2mm te ruim gezaagd, die worden na bevestigen op maat gefreesd.

Voordat de boven en onderkant bevestigd worden, is er dempend materiaal aangebracht, zowel Sonofil als polyesterwollen matten.

Een van de lastigste dingen was het rond frezen van zwarte MDF stroken, hiervoor is een mal gemaakt om de juiste ronding te frezen.



Figuur 27: Het rond frezen met mal in actie, geeft een hoop troep.



Figuur 28: Het lijmen van de zwarte ronde stroken, de delen die uitsteken worden na drogen lijm afgezaagd met Japanse zaag.



Figuur 29: na het lijmen en het afzagen van de stroken ziet het er zo uit.



Figuur 30: Dit is resultaat na het afronden van boven en onderkant met afrondfrees.



Figuur 31: Het resultaat na een paar lagen gamma grey wash beits en een laag Glitsa meubellak.

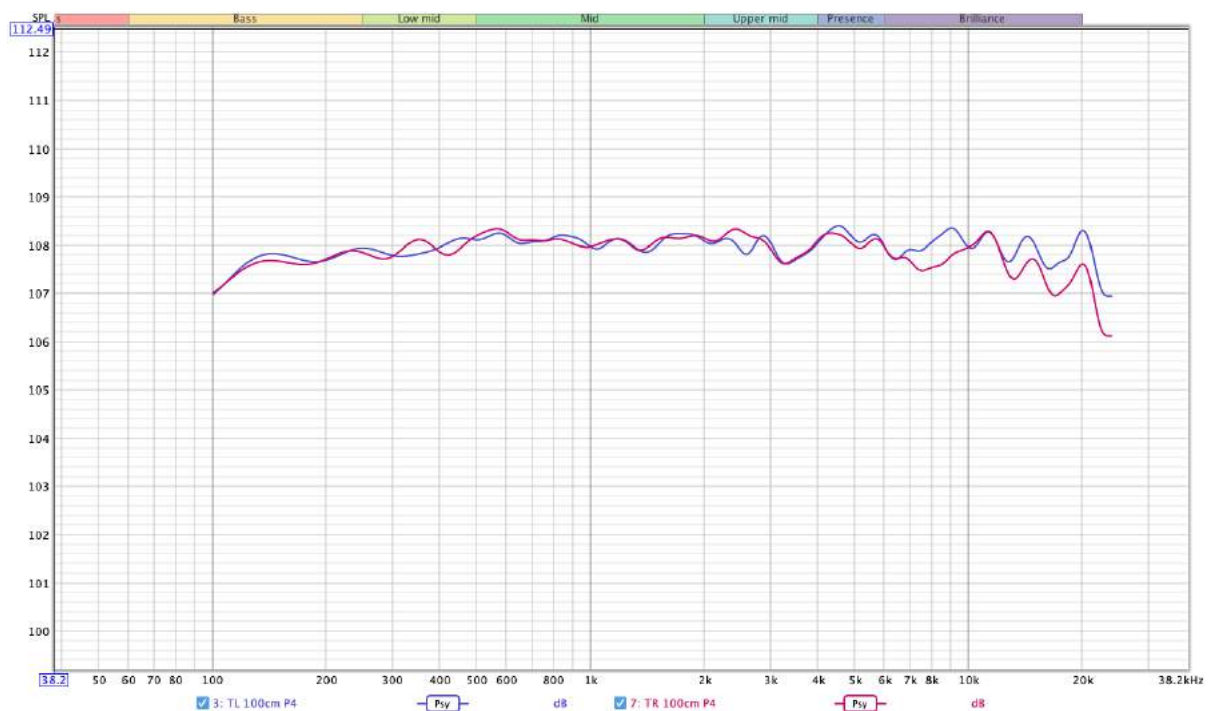
Resultaat

Zoals eerder vermeld is er na metingen gekozen voor een 24dB/Oct LR cross-over op 700Hz. Bij metingen buiten kon ik een gate in gunstigste geval van 10ms gebruiken. Voor zowel de wavecor (sub)woofer als de BMR56 driver is er een dichtbij meting gedaan en ook een meting op 1 meter afstand. Deze twee metingen zijn merged in REW en gebruikt voor EQ. De timeoffset tussen de twee drivers is ook bepaald.

Met de merged meting wordt ook gelijk de baffle step gecorrigeerd, deze was niet identiek voor beide drivers, zal wel te maken hebben met verschil in hun diameter.

Met het bij elkaar voegen van het geheel inclusief de timing offset waren de metingen eigenlijk gelijk goed, alleen niveau van de BMR56 moest met ongeveer 4.5dB teruggebracht worden. Hierna eigenlijk alleen nog wat lopen schuiven met de cross-over frequentie en het meten van de vervorming.

De filter coëfficiënten zijn bepaald met VituixCAD, dus de merged metingen uit REW zijn naar VituixCAD overgebracht en hierin zijn alle instellingen bepaald voor de Hypex PSC2.400. De optimalisatie functie van VituixCAD is ook gebruikt, vaak ook op sub stukjes, want met alles tegelijk liep de boel soms weg en convergeerde niet.



Figuur 32: Resultaat van geheel, gemeten op 1 meter afstand met 10ms gate.

In Figuur 32 is het resultaat te zien van een meting op 1 meter afstand met een gate van 10ms. Resultaat van deze gate is dat de frequentie response wel doorloopt tot 100Hz, maar dat hij daar al wel iets weggevallen is.

Vergeleken met mijn andere gebouwde speakers valt op dat het laag duidelijk meer fundamenteel heeft. Het -3dB punt ligt natuurlijk lager, maar er is denk ik ook meer "reserve", door grotere Xmax, grotere diameter en ook versterker vermogen.

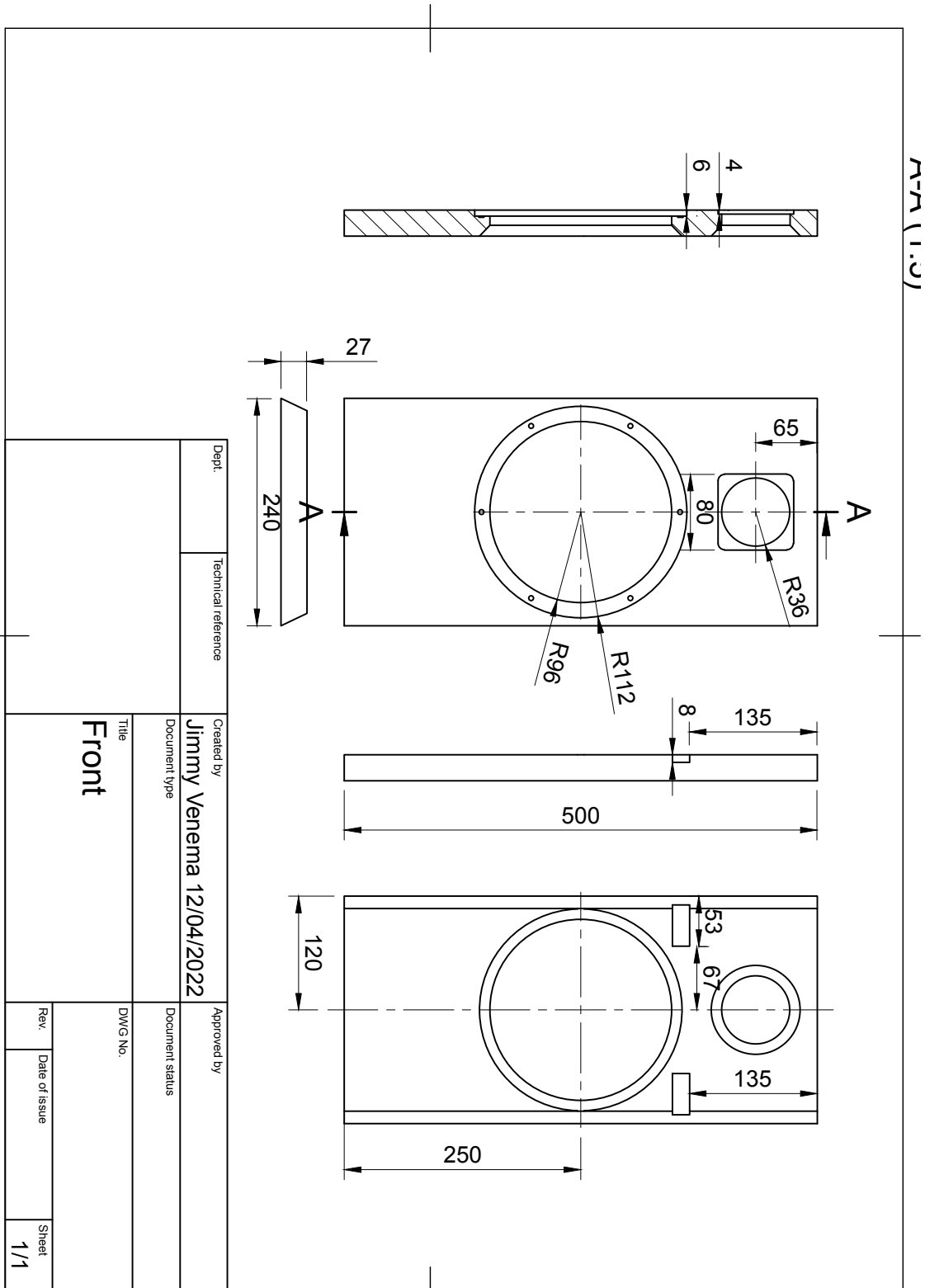
Zonder verdere maatregelen lag -3dB punt al rond de 35Hz, met een lichte Linkwitz transform met +3 dB max versterking, is dit naar rond de 30Hz gebracht.

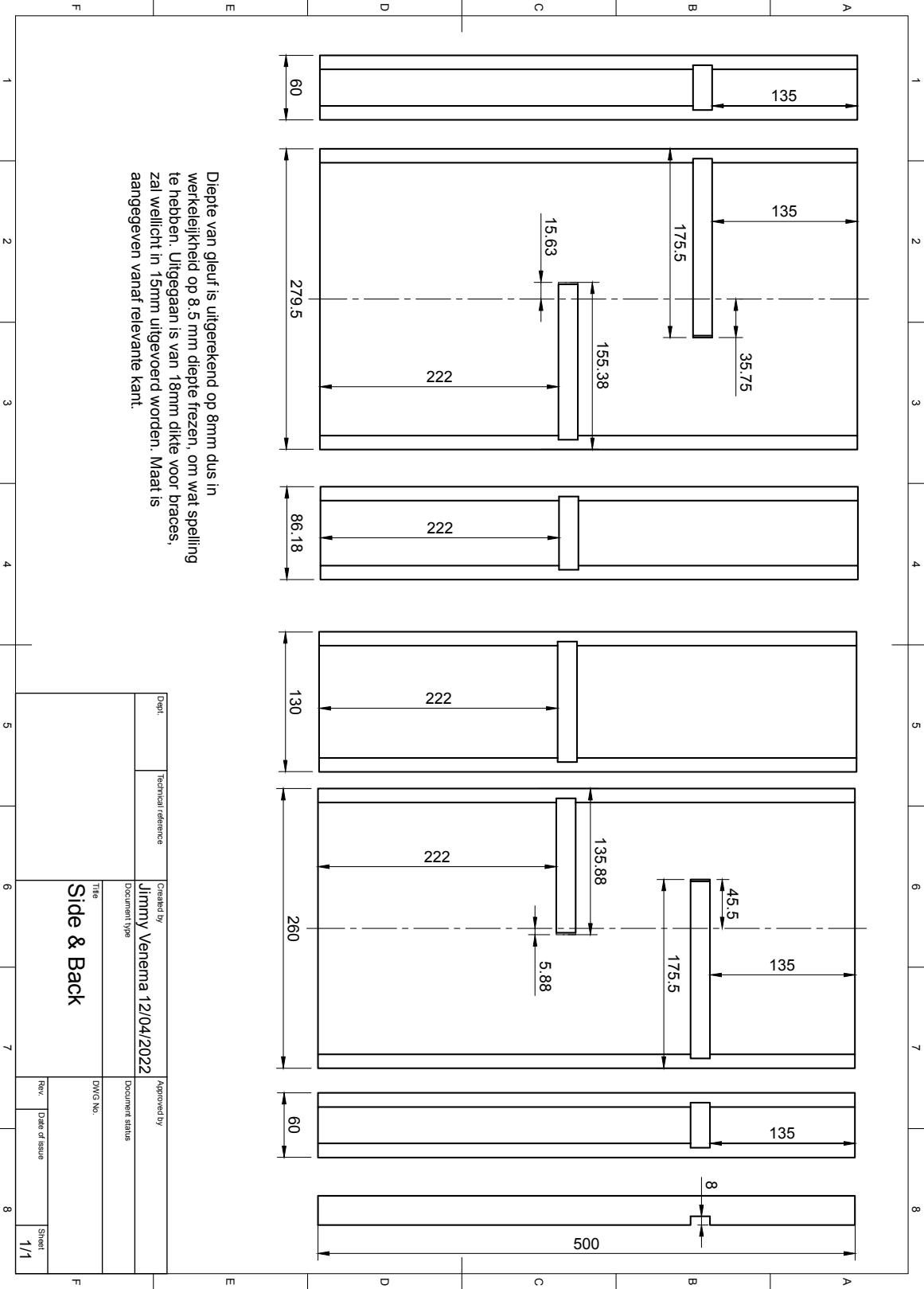
De speakers hangen aan de TV en bij het kijken van films vallen de laag effecten echt positief op, zoals vermeld hier zit een duidelijk verschil tov andere projecten.

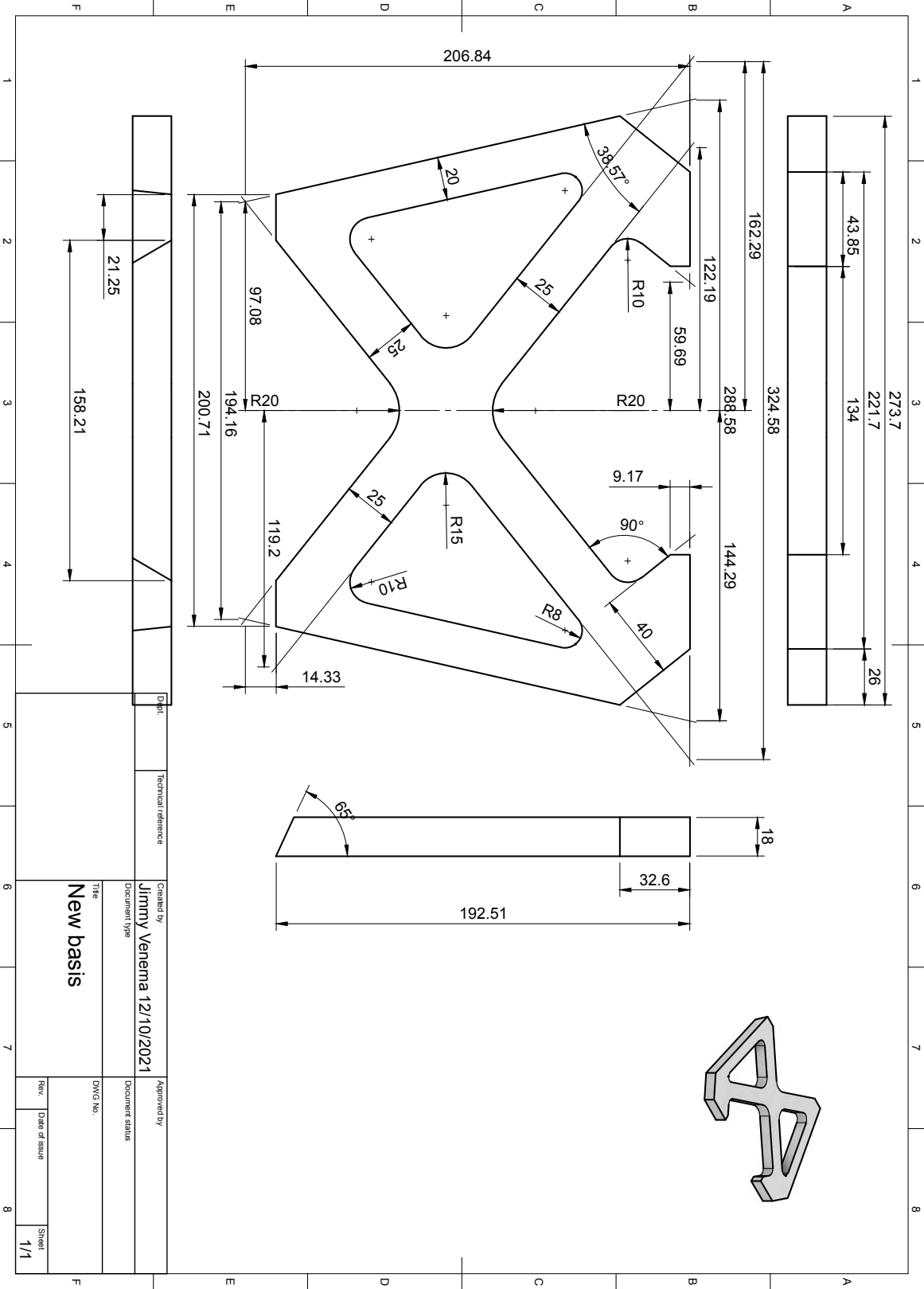


Figuur 33: En zo ziet het geheel er in de huiskamer uit.

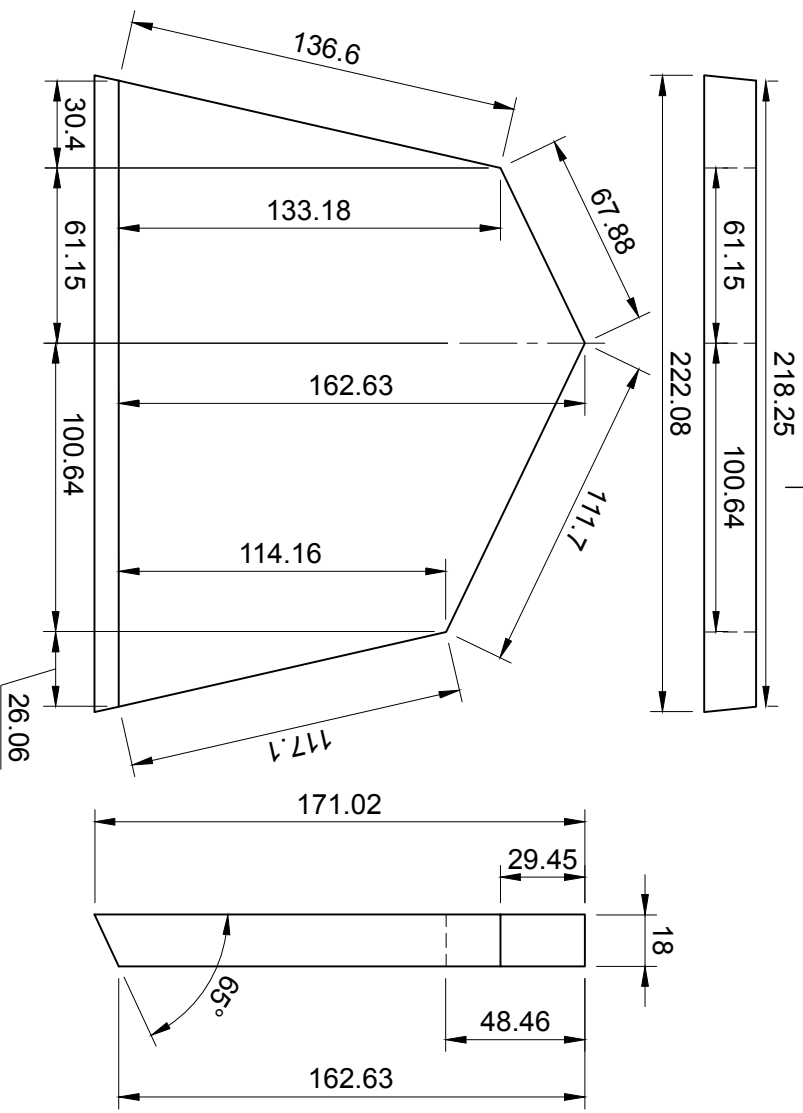
Werktekeningen



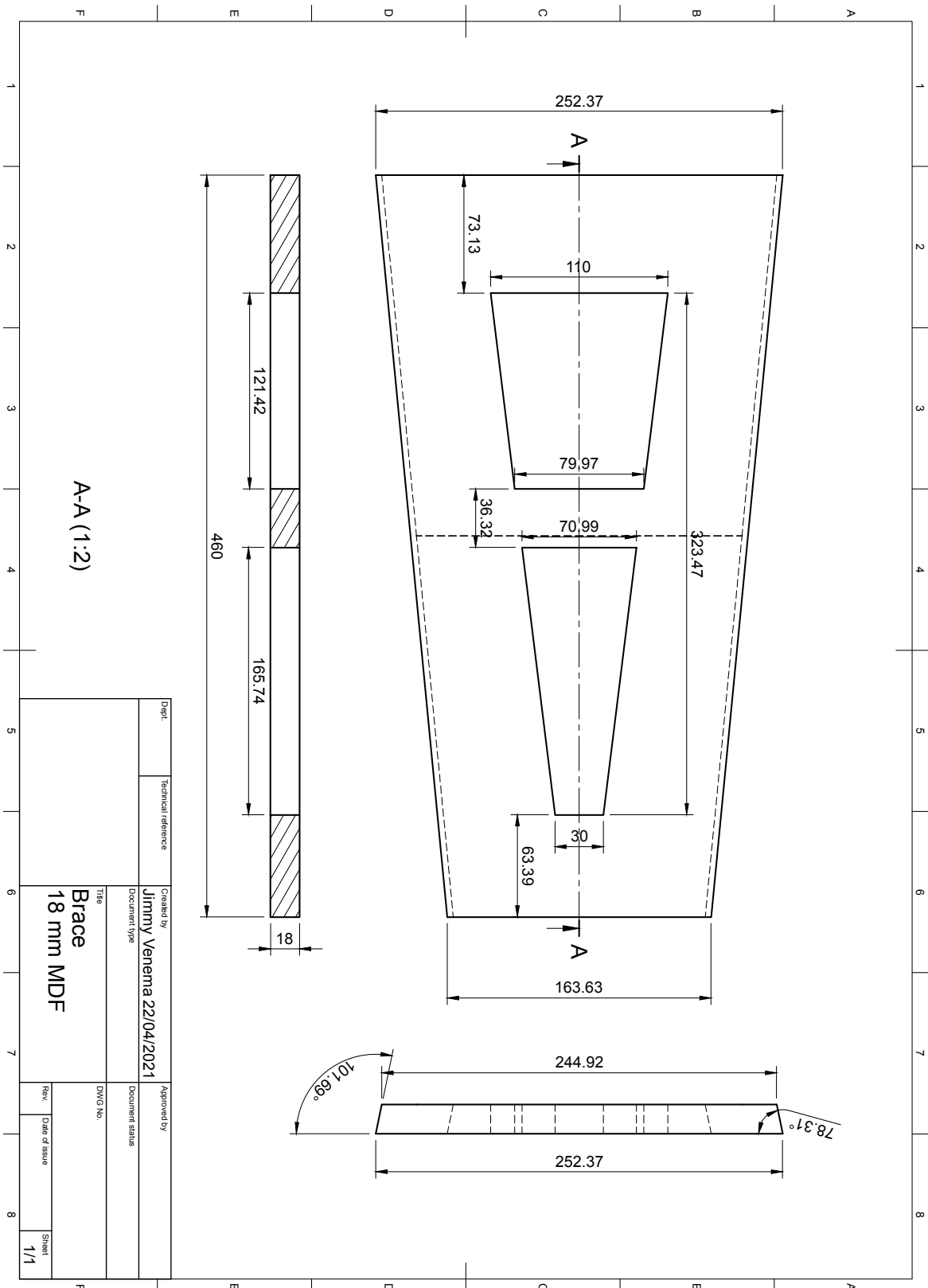




Title		Created by		Technical reference		Approved by	
New basis		Jimmy Verema 12/10/2021					
Document type		Document status					
DWG No.							
Rev.		Date of issue					
						Sheet	
						1/1	



Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
		Jimmy Venema 10/05/2022	
Document type		Document status	
Title		DWG No.	
Brace back			
Rev.	Date of issue	Sheet	
		1/1	



De twee blokjes die de schuine brace aan de voorkant onder klem zetten zijn “in het werk” gemaakt. De hoek is bekend en met proefpassen en eventueel is model ook even eerst uit karton te maken.