

Tubes without tubes

Als eerstejaars student bij **Tube Society** in 2024 keek ik ernaar uit om mijn eerste echte buizenversterker te bouwen. Maar toen kwam de uitdagende opdracht: we gingen geen buizenversterker bouwen, maar een **Nelson Pass ACA MOSFET-versterker** modificeren zodat hij meer zou gaan klinken als een echte buizenversterker.

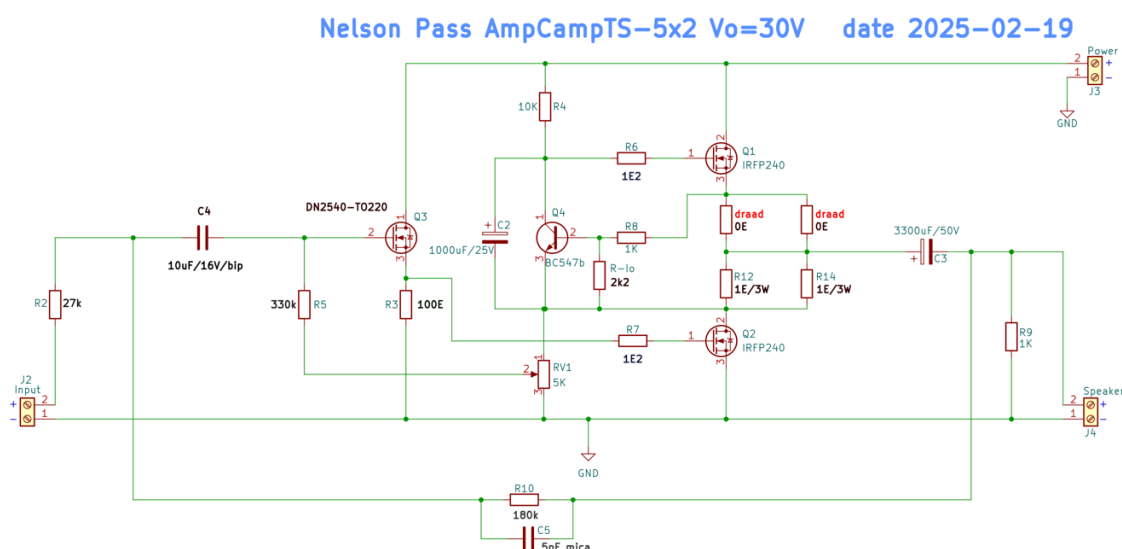
De challenge was meteen duidelijk: **tubes without tubes**.

Met mijn luisterervaring met solid-state versterkers was de eerste vraag: hoe pak je zoiets aan? Je kunt een MOSFET-versterker niet zomaar “buizenachtig” maken door willekeurig componenten te vervangen. Eerst moet je begrijpen wat een buizenversterker anders maakt. Wat is kenmerkend aan een solid-state klank? Waar zit het verschil? In de voeding? In de tweede en derde harmonische vervorming? In de negatieve terugkoppeling? Of juist in de componentkeuze?

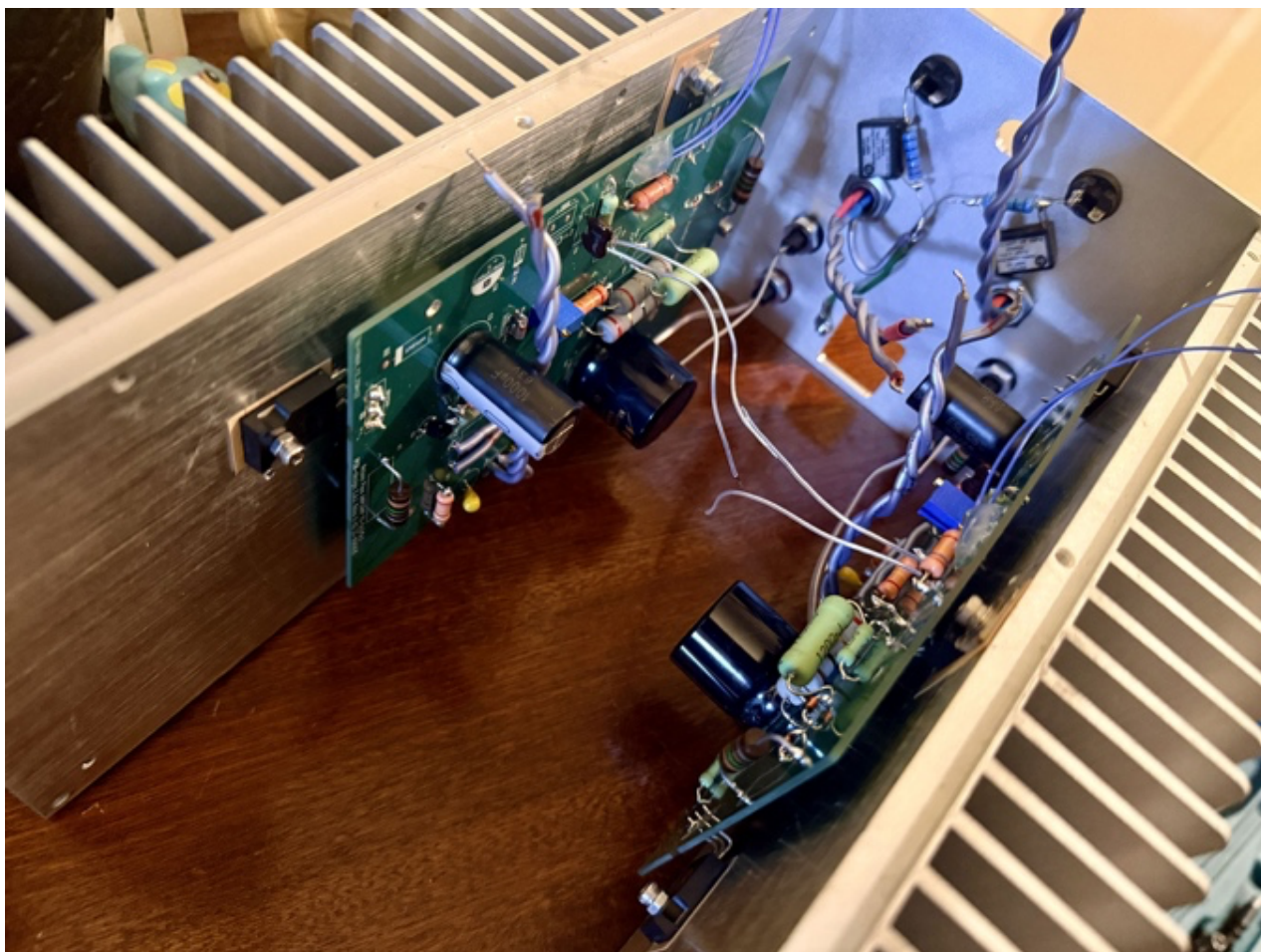
Daarom begon de zoektocht bij de basis: **wat zijn de verschillen tussen een MOSFET-versterker en een buizenversterker?**

Mijn eerste ingeving was de voeding. Als de versterker meer richting een buizenversterker moest gaan, dan moest de voeding in ieder geval serieus worden aangepakt. Voor mij betekende dat: een **lineaire voeding met een pi-filter**. Geen standaard (schakelende) voeding, maar een muzikale en stabiele voeding die beter paste bij het karakter dat ik wilde bereiken.

Klassikaal werd het versterkergedeelte verder ontwikkeld tot versie 5.3. Het grootste verschil tussen versie 5.2 en 5.3 zat in de negatieve terugkoppeling. Bij versie 5.2 staat de terugkoppeling ná de uitgangselco, terwijl deze bij versie 5.3 vóór de uitgangselco is geplaatst.



Klankmatig kon ik beter uit de voeten met versie 5.2. Die vond ik natuurlijker klinken en daarom zag ik dat als een betere basis voor mijn eigen modificaties.



Mijn ervaring met de meeste solid-state versterkers is dat ze vaak een bepaalde hardheid hebben en kil kunnen klinken. Het hoog kan fel en dun overkomen, de textuur van instrumenten komt soms minder natuurlijk naar voren en de klank kan analytisch worden, met minder volle body. Daar staan ook sterke punten tegenover: solid-state versterkers hebben vaak goede bascontrole, veel detail, slam, snelheid en ruimtelijkheid.

Het doel was dus niet om de ACA simpelweg warmer te maken, maar om de sterke punten van solid-state te behouden en tegelijkertijd meer natuurlijke klankkleur, body en vloeiendheid toe te voegen.

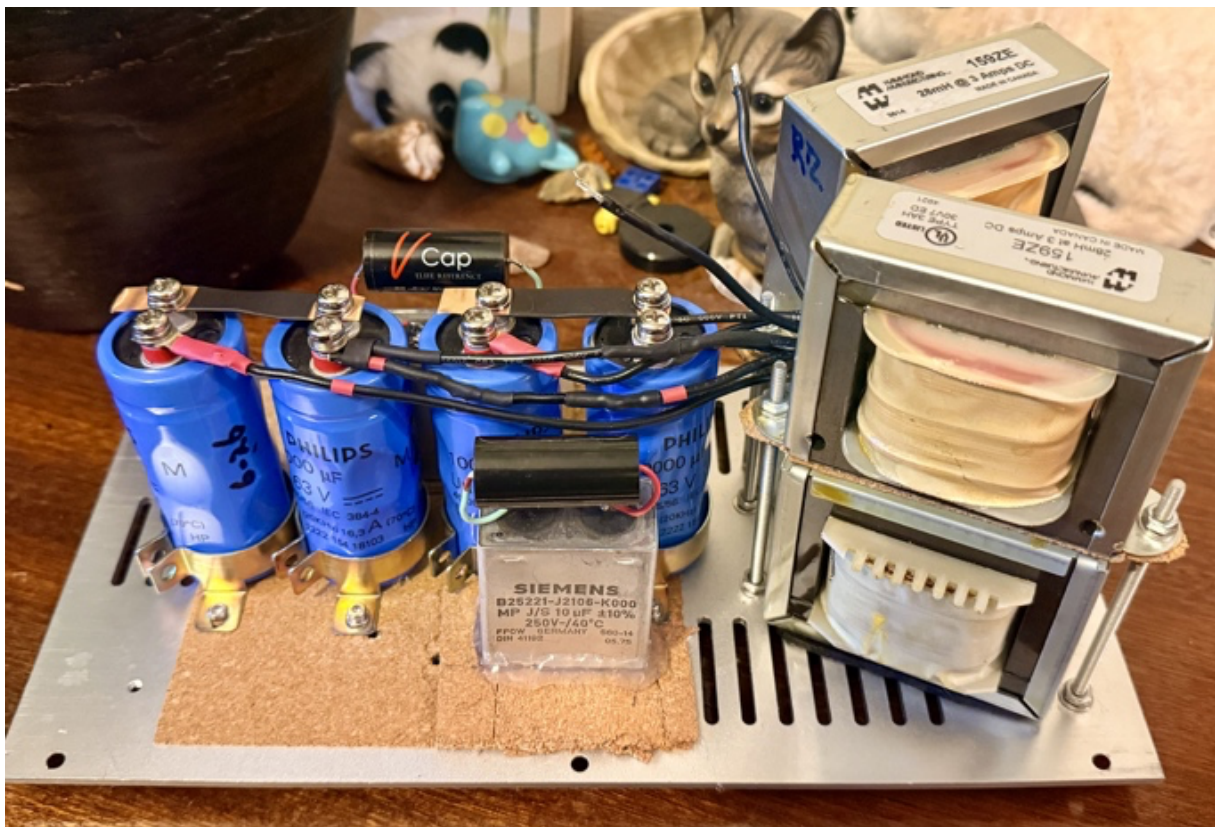
Vanuit Tube Society werd een printplaat verzorgd, maar daar kon ik zelf niet goed mee uit de voeten. Ik wilde juist met de juiste componentkeuze invloed kunnen uitoefenen op de klank. Daarom moest de PCB groter worden, zodat ik mijn eigen mix van componenten kon toepassen.

Van oudsher worden in veel buizenversterkers carbon weerstanden gebruikt. Die worden vaak geassocieerd met een bepaalde warmte en zachtheid in de klank. Voor de ACA TS-versterker koos ik daarom voor **carbon film weerstanden**. Die bieden meer stabiliteit dan oude carbon composiet weerstanden, maar behouden naar mijn idee wel iets van die buizenachtige klankkleur. Mijn doel was om het metaalachtige karakter dat solid-state soms kan hebben iets te verzachten en een warmere toon te creëren.

Voor de signaalingang werd standaard een **10 μ F elco** gebruikt. Die wilde ik meteen vervangen door een **paper-in-oil condensator**. Ik koos hiervoor een vintage **Siemens Klangfilm PIO** uit de jaren 60. Deze combineerde ik met een ultramoderne **0,1 μ F V-Cap bypass condensator**. Die combinatie gaf naar mijn idee een vollere body, een natuurlijkere klank, meer diepte, ruimtelijke microdetails en betere sustain van instrumenten.

Voor de **3300 μ F speakeruitgangselco** koos ik een Mundorf-condensator en voor de transistor bypass een **1000 μ F KEMET**. Alle elco's werden daarnaast voorzien van een **100 nF Philips Mustard bypass condensator**. Deze bypass-condensatoren zijn populair uit de jaren 60 en zie je veel terug in vintage gitaarversterkers. Ze pasten daarom goed bij het karakter dat ik in deze versterker wilde brengen.

Ook de bedrading en aansluitingen kregen aandacht. Alle signaaldraden zijn uitgevoerd in puur zilver en voor de chassisdelen koos ik **KLEI chassispluggen**. Daarmee wilde ik de signaalweg zo schoon en direct mogelijk houden, zonder de natuurlijke klankkleur te verliezen.



De voeding: het hart van de versterker

Het hart, de motor, de beat en de tone van deze versterker zit voor mij grotendeels in de voeding. Daar ging ik zonder poespas meteen vol in. Het idee was: liever een muscle car met een grote pure achtcilinder dan een kleine viercilinder met twee turbo's. Ik wilde

geen voeding die kunstmatig snel of geforceerd klonk, maar een voeding met rust, kracht, controle en souplesse.

Om een lage ripple te realiseren koos ik voor een pi-filterontwerp. Niet één pi-filter, maar een **dubbel pi-filter**. Voor de smoorspoelen gebruikte ik **Hammond chokes**. Het ontwerp werd gesimuleerd in **Duncan's PSU Designer** en gaf op papier mooie resultaten.

Ik had nog een aantal mooie blauwe nos Philips elco's liggen van **10.000 µF**. Deze waarden waren hoger dan de oorspronkelijke berekeningen, maar dat nam ik voor lief.

De opbouw werd als volgt:

Gelijkrichter: **Saligny GaN Mosfet**

C1 na de gelijkrichter: **1000 µF Kemet elco**

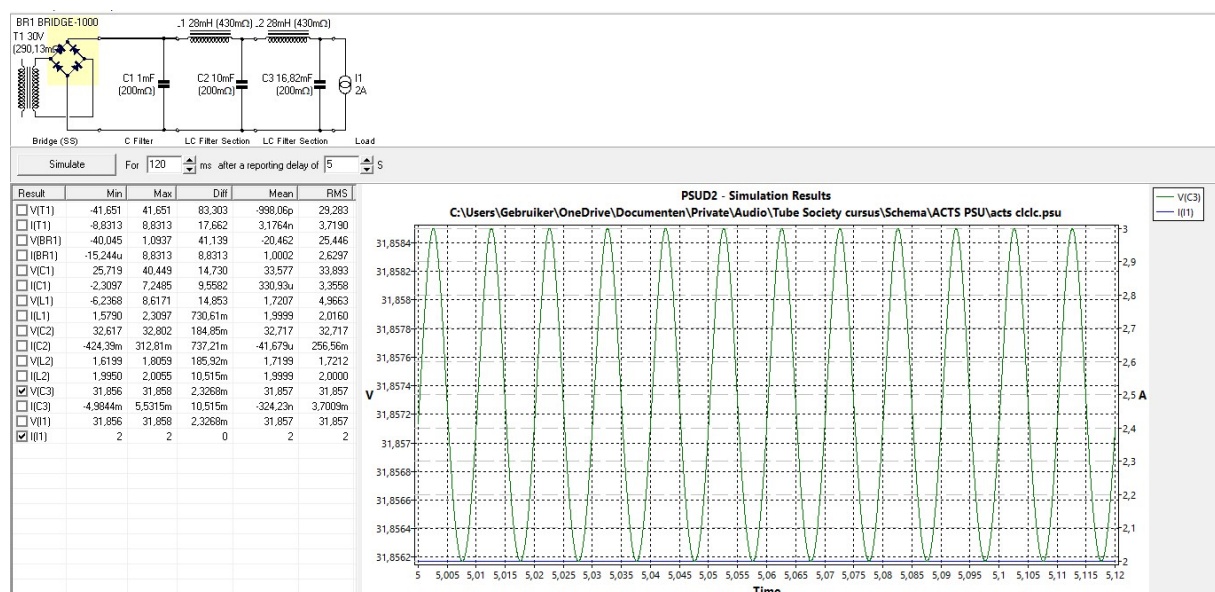
L1: **Hammond 159ZE choke 28mH, 3A, 0,43R**

C2: **10.000 µF blauwe Philips elco**

L2: **Hammond 159ZE choke 28mH, 3A, 0,43R**

C3 initieel: **2x 10.000 µF blauwe Philips bufferelco's**

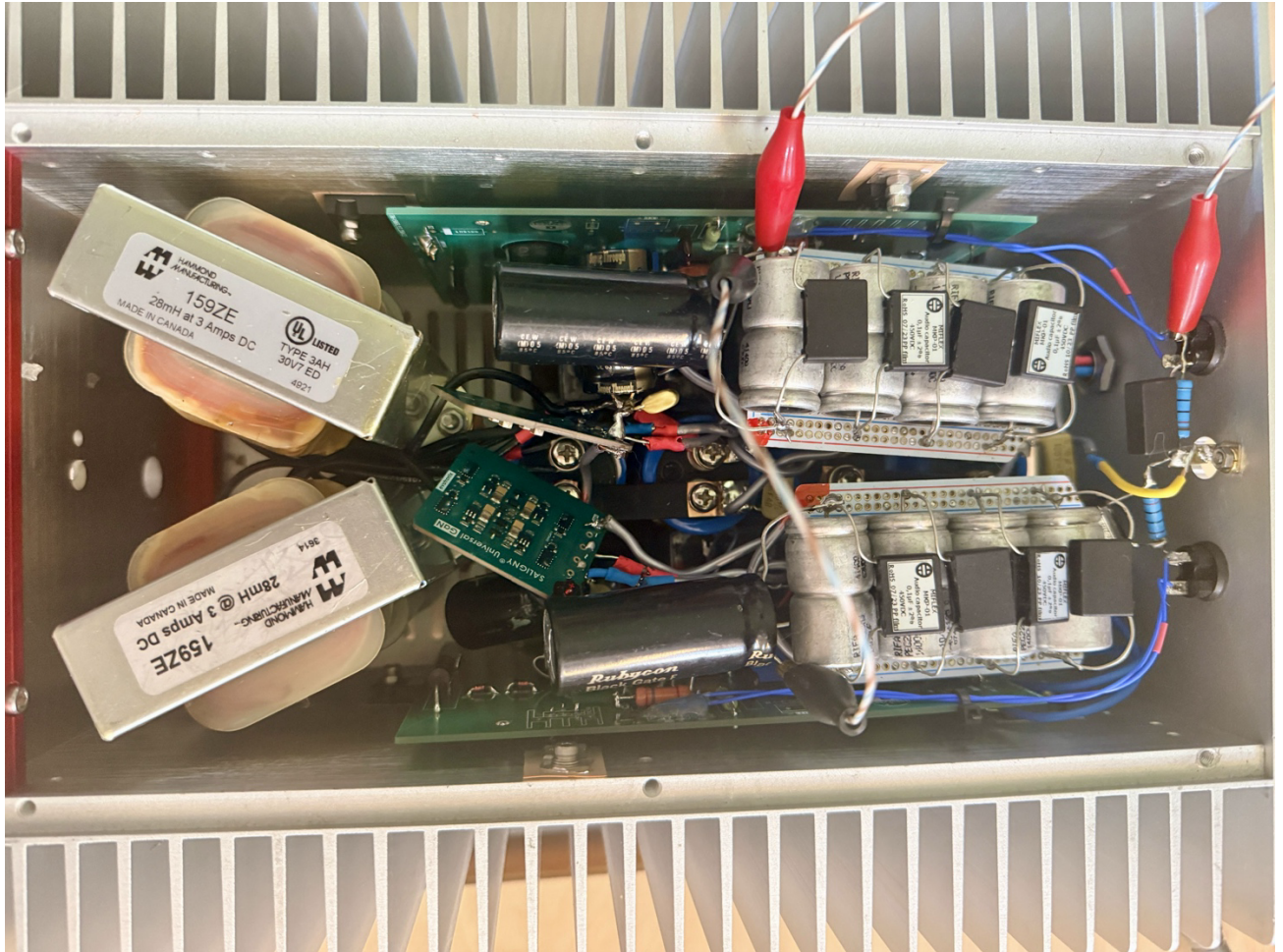
C3 aangepast: **1x 10.000 µF Philips, 4x 1450 µF Rifa, 680 µF Black gate**



In de eerste luistertest ervaarde ik een wat sompige, wollige en trage bas. Dat kwam wel enigszins overeen met een bepaalde buizenachtige klank, maar voor mij was het niet overtuigend genoeg. Ik miste snelheid, diepte, definitie en details in het laag.

Daarom heb ik de C3-bufferelco's later opgedeeld in kleinere waarden: een **Philips 10.000 µF** gecombineerd met **4x 1450 µF RIFA**. Dat verschil was meteen hoorbaar. De gewenste snelheid, details en ruimtelijke informatie waren direct beter waarneembaar. De bas kreeg meer definitie en lucht, zonder dat de versterker zijn warmte verloor.

Toch vond ik de toonbalans nog niet realistisch en krachtig genoeg. Ik miste nog dat gevoel van **“flesh on the bones”**: de tastbaarheid van stemmen en instrumenten. Ik wilde de lucht uit een stem kunnen horen. Voor een speciaal geval besloot ik daarom mijn **Black Gate 680 uF elco** in te zetten. De vraag was: zijn ze nog steeds zo magisch als hun reputatie doet vermoeden?



De Black Gate kwam als laatste in de buffer. En ja hoor: er verscheen direct een grote lach op mijn gezicht. De Black Gate bracht de klank op bijna magische wijze tot leven. Er kwam meer kleur, meer adem, meer textuur, meer autoriteit, en meer natuurlijke aanwezigheid. Helaas worden Black Gate condensatoren al decennia niet meer geproduceerd en is het geen enkele fabrikant echt gelukt om ze na te maken. Daardoor zijn NOS-exemplaren inmiddels extreem zeldzaam en vele malen in waarde gestegen. Wie ze nog heeft, mag zich gelukkig prijzen.

Het doel was om met een zo hoog mogelijke voedingsspanning te spelen, tot ongeveer **40 V**. Daarna kwam de volgende vraag: hoe kon de voeding nog schoner en sneller klinken?

Tot voor kort werden Schottky diodes vaak gezien als een van de snelste keuzes voor gelijkrichting. Maar inmiddels zijn er ook MOSFET-gelijkrichter oplossingen beschikbaar. Daar had ik eerder al met veel succes mee gewerkt. MOSFET-gelijkrichters kunnen 100x

sneller schakelen, hebben nauwelijks switching noise en vrijwel geen spanningsval. Daardoor kunnen ze schoner en directer klinken dan traditionele diodebruggen.

Mijn keuze ging uiteindelijk naar een de nieuwste innovatie: een **galliumnitride MOSFET-gelijkrichter**, oftewel **GaN**. GaN-technologie is extreem snel, zeer efficiënt en heeft een zeer lage weerstand. In mijn ervaring gaf dit duidelijk hoorbare voordelen in de voeding. Ik heb verschillende typen gelijkrichters in deze voeding getest en het klankverschil tussen traditionele gelijkrichters, MOSFET-gelijkrichters en GaN was groot. De versterker klonk schoner, sneller, strakker afgetekend, stiller en rijker aan details. De GaN-versie scoorde hierin voor mij het hoogst.

Tijdens de klassikale onderzoeken bleek dat een hogere voedingsspanning een betere slew-rateverbetering oplevert. Vanaf ongeveer **35 V tot 40 V** werden de verbeteringen nihil. Onder belasting haalt mijn voeding een nette **35–37 V**, afhankelijk van de netspanning.

De voeding speelt ongereguleerd erg stabiel. Daarom heb ik ervoor gekozen om de voeding bewust **ongereguleerd** te houden. Ik wilde de klank zo puur mogelijk houden en niet verder beïnvloeden door extra componenten zoals een **LT1083** of een vergelijkbare spanningsregelaar.

De bias heb ik uiteindelijk op gehoor afgesteld. Tussen **13,5 V en 14,4 V** klonk de versterker voor mij het prettigst en meest muzikaal. Uiteindelijk heb ik de versterker op **14,4 V** gepresenteerd.

Conclusie

Alles bij elkaar ontstond een versterker die voor mij een buizenachtige klankervaring geeft, maar met de voordelen van solid-state. De ACA behield zijn controle, snelheid, ruimtelijkheid en definitie, maar kreeg meer warmte, body, textuur en natuurlijke vloeiendheid.

Ik zou deze klank niet simpelweg “vintage” noemen. Daarvoor is hij te schoon, te snel en te gecontroleerd. Tegelijkertijd is hij ook niet typisch modern solid-state, omdat hij niet kil, hard of analytisch overkomt.

Voor mij is dit een **neoklassieke sound**: een combinatie van klassieke buizenmuzikaliteit en moderne solid-state controle.

Tubes without tubes werd daarmee geen compromis, maar een zoektocht naar de grens tussen techniek, klank en emotie.

Dustin Lalihatu

Specificaties ACA-TS

Basisontwerp: Nelson Pass ACA MOSFET-versterker

Modificatie door: Dustin Lalihatu

Gebouwd: 2024-2025

Concept: Tubes without tubes

Doel: Buizenachtige muzikaliteit combineren met solid-state controle, snelheid en detail.

Versterkerversie: ACA-TS, gebaseerd op versie 5.2

Terugkoppeling: Negatieve feedback ná de uitgangselco

Bias: Op gehoor afgesteld tussen 13,5 V en 14,4 V

Presentatie-instelling: 14,4 V

Voedingsspanning onder belasting: 35–37 V

Voeding: Ongereguleerde lineaire voeding met dubbel pi-filter

Smoorspoelen: Hammond chokes

Simulatie: Duncan's PSU Designer

Transformator: Ringkern, 2X Sec 0–30 VAC, 300 VA

Soft-start: Hypex module

Gelijkrichting: Saligny GaN MOSFET-gelijkrichter

Voedingsbuffer: Philips, RIFA en Black Gate 680 μ F 63V condensators

Signaalingang: Siemens Klangfilm PIO + 0,1 μ F V-Cap bypass 250V condensators

Uitgangselco: 3300 μ F Mundorf 50V condensator

Transistor-bypass: 1000 μ F KEMET 63V condensator

Bypass-condensatoren: 100 nF Philips Mustard 100V condensator

Weerstand: Carbon film

Bedrading: Puur zilveren signaalbedrading

Chassispluggen: KLEI

Klankkarakter: Warm, natuurlijk, ruimtelijk, snel en gedetailleerd

Eigen omschrijving: Neoklassieke sound

English

Tubes Without Tubes

As a first-year student at Tube Society in 2024, I was looking forward to building my first real tube amplifier. But then came the challenging assignment: instead of building a tube amplifier, we were going to modify a Nelson Pass ACA MOSFET amplifier so that it would sound more like a genuine tube amplifier.

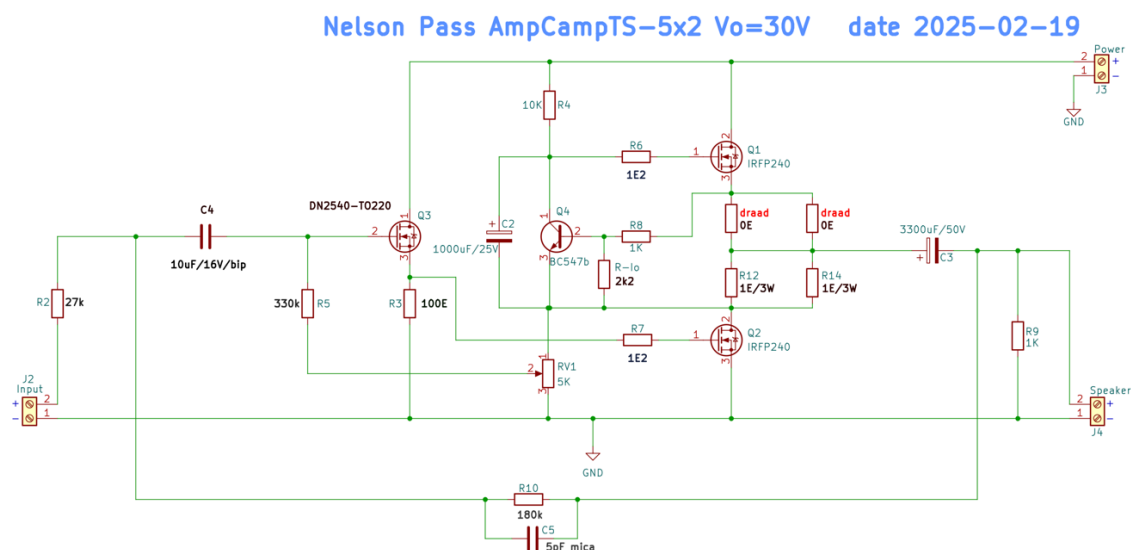
The challenge was immediately clear: **tubes without tubes**.

Based on my listening experience with solid-state amplifiers, the first question was: how do you approach something like this? You cannot simply make a MOSFET amplifier sound “tube-like” by randomly replacing components. First, you need to understand what makes a tube amplifier different. What defines the sound of a solid-state amplifier? Where does the difference originate? Is it in the power supply? In the second- and third-order harmonic distortion? In the negative feedback? Or perhaps in the choice of components?

That is why my search began with the fundamentals: what are the differences between a MOSFET amplifier and a tube amplifier?

My first thought was the power supply. If the amplifier was going to move closer to the character of a tube amplifier, the power supply had to be taken seriously. For me, that meant using a linear power supply with a pi filter. Not a standard switching power supply, but a musical and stable power supply that better suited the character I wanted to achieve.

As a group, we continued developing the amplifier section up to version 5.3. The main difference between versions 5.2 and 5.3 was the position of the negative feedback. In version 5.2, the feedback is taken after the output coupling capacitor, whereas in version 5.3 it is taken before the output coupling capacitor.



In terms of sound, I preferred version 5.2. To me, it sounded more natural, and I therefore considered it a better foundation for my own modifications.

My experience with most solid-state amplifiers is that they often have a certain hardness and can sound cold. The treble can come across as bright and thin, the texture of instruments can sometimes sound less natural, and the overall presentation can become analytical, with less fullness and body.

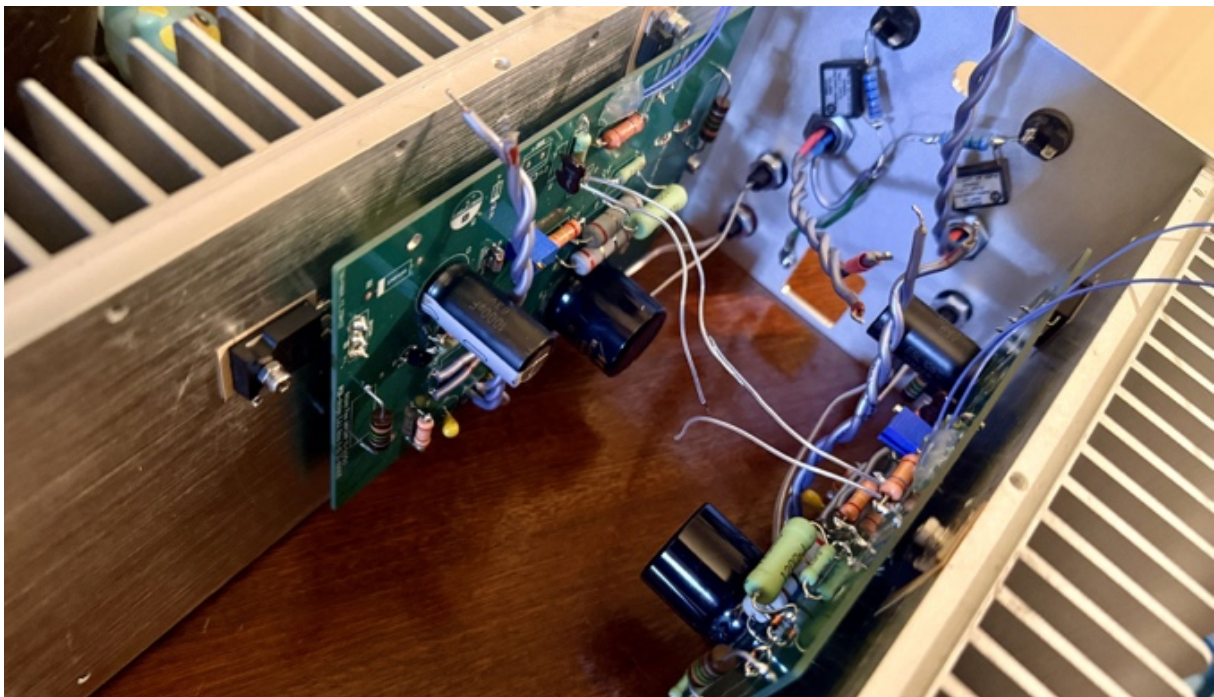
At the same time, solid-state amplifiers also have clear strengths: they often provide excellent bass control, plenty of detail, slam, speed and spaciousness.

The objective was therefore not simply to make the ACA sound warmer. The goal was to retain the strengths of solid-state amplification while adding a more natural tonal colour, greater body and a smoother, more fluid presentation.

Tube Society supplied a printed circuit board, but I found it difficult to work with for my intended approach. I specifically wanted to influence the sound through careful component selection. The PCB therefore needed to be larger so that I could use my own combination of components.

Traditionally, many tube amplifiers have used carbon resistors. These are often associated with a certain warmth and softness in the sound. For the ACA-TS amplifier, I therefore chose carbon-film resistors. They offer greater stability than older carbon-composition resistors, while, in my opinion, retaining some of that tube-like tonal character.

My objective was to soften some of the metallic quality that solid-state amplifiers can sometimes have and create a warmer tonal balance.



The standard design used a 10 μF electrolytic capacitor at the signal input. I immediately wanted to replace it with a paper-in-oil capacitor. I selected a vintage Siemens Klangfilm PIO capacitor from the 1960s and combined it with an ultra-modern 0.1 μF V-Cap bypass capacitor.

In my opinion, this combination produced a fuller body, a more natural tonal character, greater depth, more spatial microdetail and improved sustain of instruments.

For the 3,300 μF speaker output coupling capacitor, I selected a Mundorf capacitor, while a 1,000 μF KEMET capacitor was used as the transistor bypass capacitor. All electrolytic capacitors were additionally bypassed with 100 nF Philips Mustard capacitors.

These bypass capacitors were popular during the 1960s and are frequently found in vintage guitar amplifiers. They therefore suited the character I wanted to introduce into this amplifier.

The wiring and connectors also received careful attention. All signal wiring was made from pure silver, and I selected KLEI chassis connectors. My aim was to keep the signal path as clean and direct as possible without losing the amplifier's natural tonal character.



The Power Supply: The Heart of the Amplifier

For me, the heart, the engine, the beat and the tone of this amplifier are largely determined by its power supply. I decided to go all in, without compromise.

The idea was simple: I would rather have a muscle car with a large, naturally aspirated V8 than a small four-cylinder engine with two turbochargers. I did not want a power supply that sounded artificially fast or forced. I wanted a power supply with calmness, strength, control and effortless power.

To achieve low ripple, I chose a pi-filter design. Not a single pi filter, but a double pi filter. Hammond chokes were used for the inductors. The design was simulated in Duncan's PSU Designer and produced promising results on paper.

I still had several beautiful blue NOS Philips 10,000 μF electrolytic capacitors. Their capacitance was higher than specified in the original calculations, but I was willing to accept that.

The power supply was configured as follows:

Rectifier: **Saligny Gan Mosfet**

C1 after rectifier: **1000 μF Kemet capacitor**

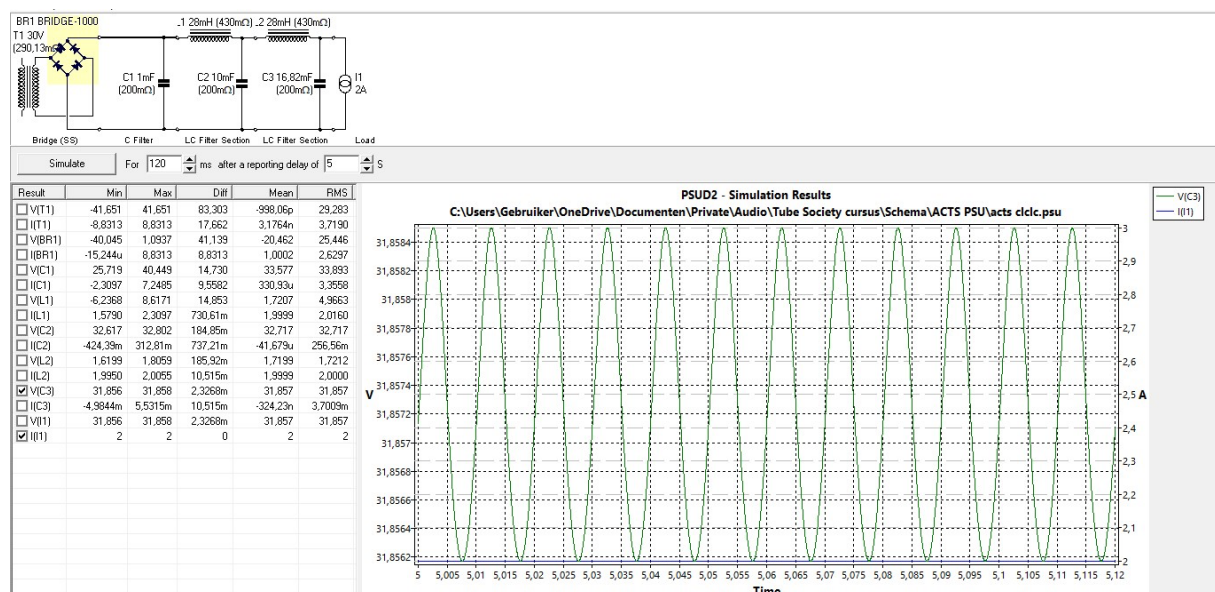
L1: **Hammond 159ZE choke 28mH, 3A, 0,43R**

C2: **10.000 μF Blue Philips elco buffer capacitor**

L2: **Hammond 159ZE choke 28mH, 3A, 0,43R**

C3 initial: **2x 10.000 μF Blue Philips buffer capacitors**

C3 modified: **1x 10.000 μF Philips, 4x 1450 μF Rifa, 680 μF Black gate buffer capacitors**



During the first listening test, I experienced the bass as somewhat soggy, woolly and slow. To some extent, this resembled a particular type of tube-like sound, but it was not convincing enough for me. I was missing speed, depth, definition and detail in the lower frequencies.

I therefore later divided the C3 buffer section into smaller capacitance values: one Philips 10,000 μF capacitor combined with four 1,450 μF RIFA capacitors.

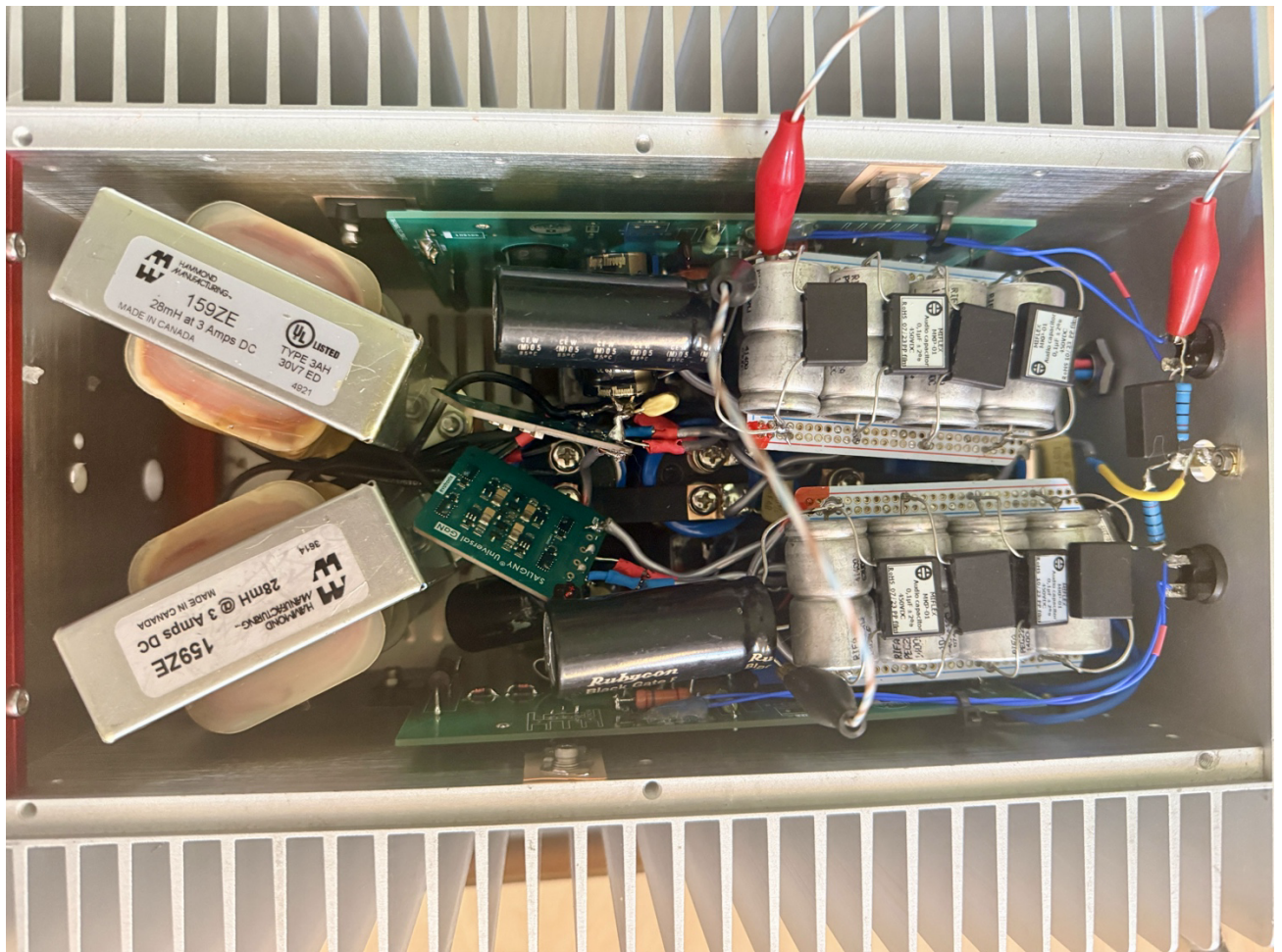
The difference was immediately audible. The desired speed, detail and spatial information became much easier to perceive. The bass gained more definition and air without causing the amplifier to lose its warmth.

Even then, however, I felt that the tonal balance was not yet realistic or powerful enough. I was still missing that sense of “flesh on the bones”: the physical presence and tangibility of voices and instruments. I wanted to be able to hear the breath in a voice.

As a special measure, I therefore decided to use my Black Gate 680 μF capacitor. The question was: would it still be as magical as its reputation suggested?

The Black Gate was placed at the end of the buffer section. And there it was: an immediate, broad smile appeared on my face.

The Black Gate brought the sound to life in an almost magical way. There was more colour, more breath, more texture, greater authority and a more natural presence.



Unfortunately, Black Gate capacitors have not been manufactured for decades, and no manufacturer has ever truly succeeded in reproducing them. As a result, NOS examples have become extremely rare and have increased in value many times over. Anyone who still owns them can consider themselves fortunate.

The objective was to use the highest possible supply voltage, up to approximately 40 V. This led to the next question: how could the power supply be made to sound even cleaner and faster?

Until recently, Schottky diodes were often considered one of the fastest options for rectification. However, MOSFET rectifier solutions have since become available, and I had already used them with great success in previous projects.

MOSFET rectifiers can switch up to 100 times faster, produce almost no switching noise and have virtually no voltage drop. As a result, they can sound cleaner and more direct than traditional diode bridges.

My final choice was one of the latest innovations: a gallium nitride MOSFET rectifier, commonly known as GaN.

GaN technology is extremely fast, highly efficient and has very low resistance. In my experience, it provided clearly audible benefits in the power supply.

I tested several types of rectifiers in this power supply, and the sonic differences between traditional rectifiers, MOSFET rectifiers and GaN rectifiers were considerable. The amplifier sounded cleaner, faster, more precisely defined, quieter and richer in detail. For me, the GaN version achieved the best overall result.

During our group research, we found that a higher supply voltage produced an improvement in slew rate. From approximately 35 V to 40 V, any further improvements became negligible.

Under load, my power supply delivers a stable 35–37 V, depending on the mains voltage.

The unregulated power supply operates very consistently. I therefore deliberately chose to keep it unregulated. I wanted the sound to remain as pure as possible and did not want to influence it further by adding extra components such as an LT1083 or a similar voltage regulator.

I ultimately adjusted the bias by ear. Between 13.5 V and 14.4 V, the amplifier sounded the most pleasant and musical to me. I eventually presented the amplifier with the bias set to 14.4 V.

Conclusion

The final result was an amplifier that, to me, provides a tube-like listening experience while retaining the advantages of solid-state amplification.

The ACA maintained its control, speed, spaciousness and definition, while gaining more warmth, body, texture and natural fluidity.

I would not simply describe its sound as “vintage.” It is too clean, too fast and too controlled for that. At the same time, it does not sound like a typical modern solid-state amplifier either, because it does not come across as cold, hard or analytical.

For me, this is a **neoclassical sound**: a combination of classic tube musicality and modern solid-state control.

Tubes without tubes therefore did not become a compromise, but a search for the boundary between technology, sound and emotion.

Dustin Lalihatu

ACA-TS Specifications

Base design: Nelson Pass ACA MOSFET amplifier

Modified by: Dustin Lalihatu

Build: 2024-2025

Concept: Tubes without tubes

Objective: To combine tube-like musicality with solid-state control, speed and detail

Amplifier version: ACA-TS, based on version 5.2

Feedback: Negative feedback taken after the output coupling capacitor

Bias: Adjusted by ear between 13.5 V and 14.4 V

Presentation setting: 14.4 V

Supply voltage under load: 35–37 V

Power supply: Unregulated linear power supply with double pi filter

Chokes: Hammond chokes

Simulation software: Duncan's PSU Designer

Transformer: Toroidal transformer, 2 × 0–30 VAC secondary windings, 300 VA

Soft-start: Hypex module

Rectification: Saligny GaN MOSFET rectifier

Power-supply buffer: Philips, RIFA and Black Gate 680 μ F 63V capacitors

Signal input: Siemens Klangfilm PIO with 0.1 μ F V-Cap bypass 250V capacitors

Output coupling capacitor: 3,300 μ F Mundorf 50V capacitor

Transistor bypass: 1,000 μ F KEMET 50V capacitor

Bypass capacitors: 100 nF Philips Mustard 100V capacitor

Resistors: Carbon film

Wiring: Pure-silver signal wiring

Chassis terminals: KLEI

Sound character: Warm, natural, spacious, fast and detailed

Personal description: Neoclassical sound