R VAN STRATUM AUDIO ONTWERP • TECHNISCH WITBOEK & VERHANDELING

De TTP-Amp: Fysiologische Buis-Voorversterker

Jaren '60 klankfilosofie, akoestische gain staging, integrale toonarchitectuur en een innovatieve 125V buisvoeding

Auteur & Ontwerper: R. van Stratum • Systeemversie: Definitief Productiemodel

> *"Het hedendaagse hifi-dogma van de 'straight wire with gain' heeft muziek gereduceerd tot een klinische laboratoriummeting. In theorie perfect; in de praktijk op huiskamerniveau vaak hard, dun en vermoeiend. De TTP-Amp (Tube Tone Pre-Amp) brengt het rijke, dragende en tastbare fundament van de klassieke Europese audiogeschiedenis terug — compromisloos afgestemd op het menselijk gehoor en gebouwd volgens een volstrekt uniek elektronisch concept."*

1. PERSOONLIJK AUDIO-MANIFEST: DE JAREN '60 MAGIE VS. MODERNE KILLE LINEARITEIT

In de hoogtijdagen van de Europese analoge hifi (1965–1970) wisten ontwerpers bij fabrikanten zoals Philips, Körting en Dual dat een audioversterker in de huiskamer geen meetinstrument is, maar een akoestisch medium. Toestellen zoals de Philips 22RH590 (1969, met zijn befaamde fysiologische basregeling op draaiknoppen) of de West-Duitse Körting Transmare A 500 klonken warm, omhullend en vanzelfsprekend muzikaal. De bas had autoriteit zonder te bonken, en stemmen bezaten een natuurlijke borstkas.

Moderne versterkers zweren daarentegen bij kaarsrechte frequentieoverdrachten van 5 Hz tot 100 kHz met minimale vervormingscijfers. Wordt zo'n installatie echter op een beschaafd huiskamervolume beluisterd, dan verdwijnt het fundament. De weergave wordt steriel en schraal. Het doel van de TTP-Amp is om die organische, expressieve buizensfeer terug te brengen via een enkele, meesterlijk ingestelde dubbeltriode (ECC82 / 12AU7), met een doelbewuste nominale spanningsversterking van **exact 4,0× (12 dB)**.

2. DE FLETCHER-MUNSON PARADOX & DE AKOESTISCHE REALITEIT

De noodzaak tot klankcorrectie vindt zijn oorsprong in de menselijke fysiologie (de ISO 226 / Fletcher-Munson curven van gelijke luidheid). Ons oor is voor lage tonen dramatisch minder gevoelig naarmate de werkelijke geluidsdruk (Sound Pressure Level, SPL) daalt:

- **Studioreferentie (80–85 dB SPL):** Hier worden opnamen gemixt en gemasterd; het gehoor ervaart het spectrum relatief evenwichtig.
- **Normaal Huiskamervolume (70–75 dB SPL):** Het oor eist bij 50 Hz al een compensatie van circa **+2 tot +3 dB** om dezelfde basbalans waar te nemen.
- **Rustig Avondluisteren (55–65 dB SPL):** Het gehoormatige basverlies loopt op tot **+5 tot +8 dB**.

De Illusie van de Getapte Potmeter: Oude versterkers gebruikten een vaste aftakking op de volumepotmeter. In moderne ketens faalt dit echter volkomen: historische bronnen leverden slechts 200–300 mV, terwijl moderne DAC's en streamers standaard **2,0 V RMS** uitsturen. De volumeknop staat bij 8:30 uur al op luid kamervolume, maar de getapte potmeter "denkt" dat er zacht gespeeld wordt en voegt een zware, overbodige basboost toe. Bovendien houdt een potmeter geen rekening met de luidsprekergevoeligheid of de luisterafstand.

3. MIJN OPLOSSING: VASTE PREAMP-CONTOUR MET AKOESTISCHE NA-VERZWAKKING

Omdat de TTP-Amp over een vaste actieve tegenkoppelcontour beschikt, geldt een nuchtere natuurwet: *een vaste curve kan akoestisch slechts bij één specifieke geluidsdruk 100% samenvallen met Fletcher-Munson*. Mijn ontwerpbenadering lost dit praktisch en elegant op via een tweeledige strategie:

1. De Twee Karakteristieken (S1): De schakelaar S1 kiest tussen **10 nF (Strak Laag, +2,3 dB lift)** en **22 nF (Volle Toon, +3,8 dB lift)**, zónder niveausprong in het middengebied (1 kHz blijft altijd vast op 4,0×). De 10 nF stand matcht akoestisch exact met geconcentreerd dagluisteren rond 70–75 dB SPL. De 22 nF stand levert precies de benodigde extra body zodra er 's avonds zachter (60–65 dB SPL) wordt gespeeld.

2. Doordachte Gain Staging via de Creek OBH-11: De streamer blijft op een hoog dynamisch niveau uitsturen (behoud van DAC-bitdiepte). De TTP-Amp verwerkt dit in zijn elektrische sweet spot (lage vervorming, hoge S/N). De uiteindelijke luidheid naar het trommelvlies wordt ná de TTP-Amp geregeld met de volumepotmeter van de Creek OBH-11 hoofdtelefoonversterker. Hierdoor fungeert de TTP-Amp als een stabiele analoge klankprocessor, terwijl de Creek de akoestische geluidsdruk regelt en eventuele restruis mee naar beneden drukt.

4. FREQUENTIEKARAKTERISTIEK & HISTORISCHE VERGELIJKING (1967–1970)

Onderstaand diagram toont de gecombineerde overdracht van de TTP-Amp (22 nF volle contour en 10 nF strak laag), afgezet tegen drie historische Europese versterkers: de **Philips 22RH590** (1969, met draaiknoppen en uitsluitend fysiologisch laag), de **Dual CV12** (1967, met vroege sub-laag afval) en de **Körting Transmare A 500** (1969, met brede 80Hz warmte).

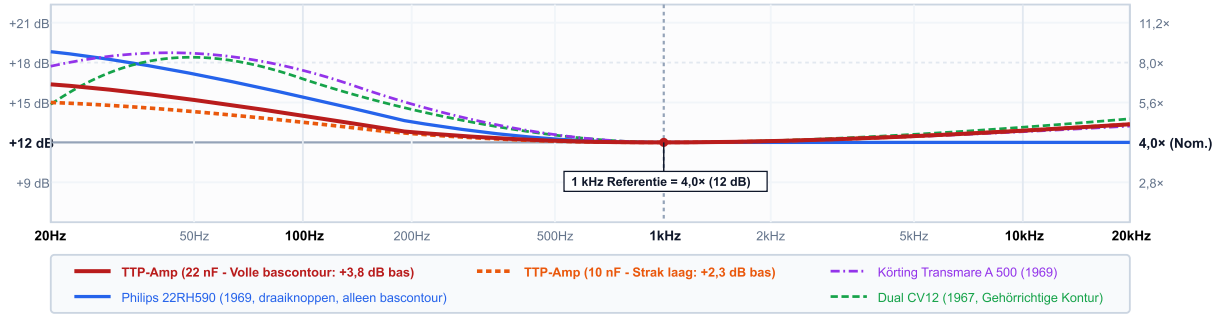


FIG. 1: LOGARITMISCHE FREQUENTIEKARAKTERISTIEK (20 Hz – 20 kHz) MET HISTORISCHE CURVE-ANALYSE 1967–1970 VERGELIJKING

5. HET VOLLEDIGE SIGNAALSCHEMA VAN DE R VAN STRATUM TTP-AMP

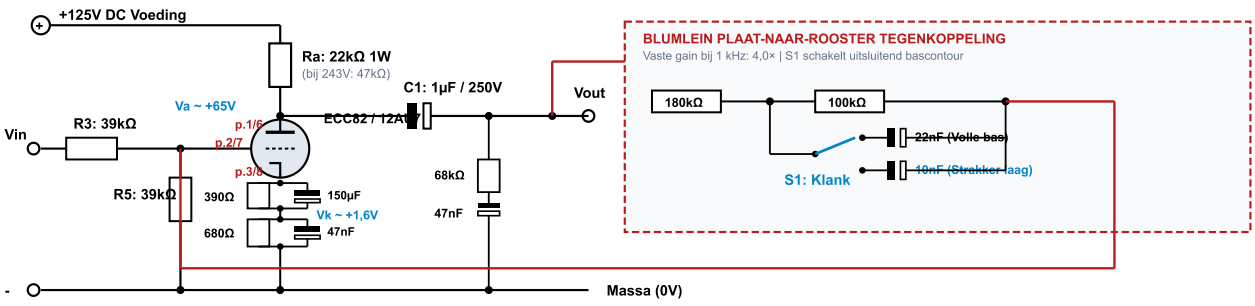


FIG. 2: R VAN STRATUM TTP-AMP SIGNAALTRAP • VOLLEDIGE INTEGRATIE OP 125V VOEDING SPICE TOPOLOGIE: ECC82-PREAMP-03/04 REEKS

6. DE VOEDINGSINNOVATIE: WAAROM EEN EZ80 FAALT EN DE ECC82 GENIAAL IS

De voeding van de TTP-Amp is om meerdere redenen uniek en inventief. Traditionele zelfbouwers grijpen automatisch naar een klassieke gelijkrichtbuis zoals de EZ80 of EZ81. In de praktijk van een compacte, moderne voorversterker stuit dat echter op grote fundamentele problemen:

1. De EZ80 kan circuittechnisch géén spanningsverdubbelaar vormen:
De EZ80 is een dubbelzijdige gelijkrichtdiode met een *gemeenschappelijke kathode* (beide anodes delen één kathodebusje op pin 3). Een Delon- of Greinacher-spanningsverdubbelaar vereist echter dwingend twee diodes in serie waarvan de kathode van de ene diode verbonden is met de anode van de andere. Met een EZ80 is het volstrekt onmogelijk om een verdubbelaar te bouwen: men zou **twee afzonderlijke EZ80 buizen** moeten inzetten, waarbij van elke buis slechts één helft wordt benut! Dat betekent dubbele buisvoeten, dubbele gloeistroom (2 × 0,6 A = 1,2 A bij 6,3V) en onnodige hitteontwikkeling.

2. Dure, niet-courante hoogspanningstrafo's bij conventionele gelijkrichting:
Zou men met een enkele EZ80 conventioneel gelijkrichten (zonder verdubbelaar), dan levert een lage wisselspanning een veel te lage DC-spanning op. Om aan 125V tot 150V DC te komen, is met een EZ80 een speciale, zeldzame transformator nodig met een secundaire middenaftakking van minimaal 2×120V of 2×150V AC. Dergelijke trafo's zijn anno nu niet meer courant, groot, zwaar en kostbaar om speciaal te laten wikkelen.

3. De Slimme Oplossing: Goedkope 2×30V Printtrafo + ECC82 Verdubbelaar:
De TTP-Amp omzeilt dit op briljante wijze door gebruik te maken van een uiterst courante, spotgoedkope standaard printtrafo van **2 × 30V AC** (secundaire wikkelingen in serie geschakeld tot **60V AC**). Omdat de **ECC82 dubbeltriode twee volkomen gescheiden kathodes** bezit (pin 3 en pin 8) en beide systemen intern galvanisch geïsoleerd zijn, kunnen de twee triodes (met stuurrooster aan de anode geknoopt) wél direct functioneren als de twee serie-takken van de Greinacher-verdubbelaar! Uit slechts 60V AC wisselspanning wordt zo geruisloos en betrouwbaar ruim 140V piek opgewekt, die na de zachte RC-filtering resulteert in een perfecte, rimpelvrije **+125V DC anodevoeding**.

4. Goedkope 12V Dumpvoeding voor de Gloeidraden:
In plaats van een zware trafo met aparte 6,3V wikkeling, worden de gloeidraden gevoed met een courante, gestabiliseerde 12V DC surplus/dump-adapter. Dit is aangesloten op pennen 4 (+12V) en 5 (0V), waarbij pin 9 (centertap) zwevend blijft. De buizen gloeien fluisterstil op gelijkstroom, waardoor elke kans op 50Hz brominductie in de gevoelige stuurroosters uitgesloten is.

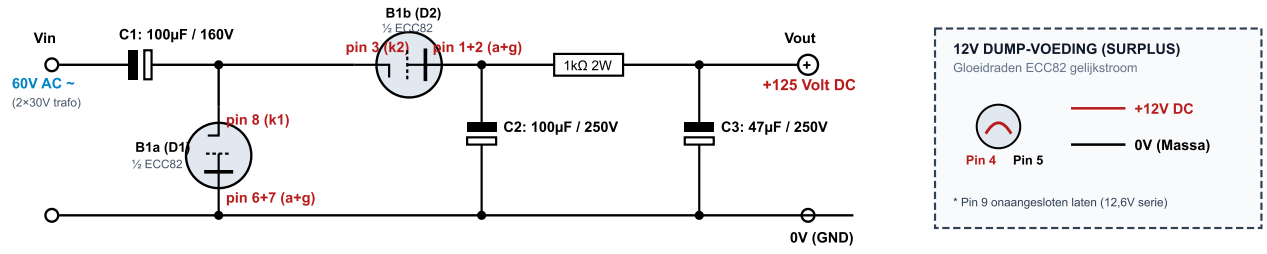


FIG. 3: DE TTP-AMP VOEDING • 60V AC VERDUBBELAAR MET GESCHEIDEN KATHODES VAN DE ECC82 UNIEK ONTWERP: GEEN TWEE EZ80 BUIZEN OF EXOTISCHE TRAFO NODIG

7. TECHNISCHE SPECIFICATIES & SAMENVATTING

Parameter / Deelcircuit	Waarde & Specificatie	Functie & Klankmatig Gedrag
Totale Spanningsversterking	**4,0× (12 dB nominaal)** bij 1 kHz	Ideaal venster (3× – 5×). Past perfect op moderne DAC's zonder volumeverlies of oversturing.
Anodevoeding (B+)	**+125 V DC** (2×30V trafo verdubbelaar)	Buisgelijkrichting via ECC82 (B1a/B1b); rustige, buis-eigen opstart zonder diodespike-ruis.
Gloeistroomvoorziening	**12 V DC dump-/surplusvoeding**	Aangesloten op pin 4 (+12V) en pin 5 (0V). Elimineert elke vorm van 50Hz brom in het stuurrooster.
Werkpunt Buis (U2)	Va ≈ +65 V, Vk ≈ +1,65 V, Ia ≈ 2,7 mA	Uiterst lineair gebied van de ECC82 bij relatief lage anodespanning; lage harmonische vervorming.
Toonschakelaar S1	Stand 1: **22 nF** (Volle buiscontour) Stand 2: **10 nF** (Strak laag)	Vaste 1 kHz-gain blijft exact gelijk (geen niveauwisseling). 22 nF geeft +3,8 dB laaglift; 10 nF geeft +2,3 dB strakker basfundament.

8. NABESCHOUWING: VAN LOUDNESS NAAR TONE VOICING

Een diepgaand inzicht tijdens het ontwikkel- en luistertraject ontstond bij het vergelijken van de voedingsconcepten. Door te experimenteren met de oorspronkelijke Chinese SMPS-print (+250V via boost-omvormer) versus de eigen buizenverdubbelaar (+115V tot +125V) met behoud van de oorspronkelijke anodeweerstand van 47 kΩ, werd duidelijk dat men niet louter naar het sonische verschil tussen twee voedingen luistert, maar tevens naar een fundamentele verschuiving in het buiswerkpunt.

Langs deze route tekenen zich drie duidelijke klankmatige gradaties af:

- **1. Hoge spanning (250V) + 47 kΩ:** Ruime ruststroom (ca. 2,8 mA), hoge open-lus reserve en diepe tegenkoppeling. De weergave is strak, dynamisch en gecontroleerd (THD < 0,08%), maar neigt qua neutraliteit al naar een zeer schone transistoropzet.
- **2. Lage spanning (125V) + 22 kΩ:** De impedantie-geschaalde middenweg. De buis blijft lineair werken (Ia ≈ 2,2–2,7 mA), maar de tegenkoppellus grijpt iets losser in. Dit levert een rondere bas en een milde, aangename dosis tweede harmonischen (H2) met behoud van een strakke 4,0× versterking.
- **3. Lage spanning (115V–125V) + 47 kΩ:** De buis wordt qua ruststroom afgeknepen naar circa 1,25 mA. De inwendige weerstand (rp) stijgt naar bijna 19 kΩ en de open-lus versterking zakt in, waardoor de tegenkoppeldiepte minimaal wordt. De buis opereert permanent in het gekromde kwadrant van zijn overdrachtskarakteristiek.

In deze laatste configuratie, zeker in combinatie met de **22 nF** condensator, verliest de klassieke term *loudness* (in de strikte zin van een niveau-afhankelijke Fletcher-Munson correctie) zijn betekenis. De TTP-Amp transformeert hier van een akoestisch correctiefilter naar een permanente **Tone Voicing Stage**: een bewuste harmonische verzadigingstrap die aan elk signaal een zachte tweede harmonische grondtoon toevoegt, met een wollig, dragend laagfundament dat op ieder volumeniveau hoorbaar blijft. Daarmee is de cirkel rond: van een theoretische correctieschakeling naar een puur instrument van muzikale klankexpressie.