

forum.zelfbouwaudio.nl

[Snelle links](#) [V&A](#)Notificaties [**155**]Privéberichten [**0**]  ray5150 ▼[Forumoverzicht](#) < [ELEKTRONICA ZELFBOUW EN TWEAKS](#) < [Versterkers](#)

Volumeregeling met buisjes

Moderator: [Beheerdersteam](#)

Eerst ongelezen bericht • 18 berichten • Pagina 1 van 1



disco

Volumeregeling met buisjes

di 10 dec 2019 18:28:08

Goed, dit is een verzoeknummertje om inzicht te geven in het grote aantal afwegingen gemoed met het ontwerpen van in dit geval een voorversterker. Voordat componenten worden gepakt maak je eerst een plan dat de volgende zaken behandelt.

a. **Praktisch nut.** De reden dat ik een voorversterker wil gebruiken komt voort uit de noodzaak om het volume te kunnen regelen. Omdat ik meerdere eindversterkers bezit is het handiger om de controle uit te voeren met één apparaat dat op zichzelf staat. In iedere eindversterker een volumeregelaar inbouwen is uiteraard ook een mogelijkheid maar goede regelaars zijn best wel kostbaar. Dat komt doordat de gelijkloop van linker en rechterkanaal bij een simpele potmeter meestal onnauwkeurig is, waardoor het effect van stereofonie geweld wordt aangedaan.

Een ingangskeuzeschakelaar is voor mij een optie omdat ik slechts twee bronnen gebruik, de platenspeler en de CD-speler. Mijn keuze is het verwisselen van aansluitsnoeren zodat deze schakelaar achterwege kan blijven. Hoe minder draad en schakelaars met (hoe klein dan ook) overgangswaerstand zich tussen bron en luidspreker bevinden, hoe liever mij het is. Voor een toonregeling heb ik geen toepassing zodat ik de spreuk "*Keep it simple*" kan omarmen.

b. **Vervorming.** Die moet zo laag zijn dat er geen sprake is van een teleurstellende luisterervaring. Omdat versterking nooit perfect is (denk aan toegevoegde ruis, wijziging van de fase, beperking van de oorspronkelijke dynamiek) dient de voorversterker het oorspronkelijkeingangssignaal zoveel mogelijk te respecteren. Het is helaas nodig om daarbij op bepaalde punten concessies te doen. De kunst is compromissen zodanig toe te laten dat het eindresultaat meer dan acceptabel is. Ondanks het gegeven dat buizen betrekkelijk lineair kunnen versterken, zijn de beste meetcijfers nu eenmaal met IC's te realiseren. Desondanks groeit de schare die de buis omarmt ieder jaar, waar een goede reden voor zal bestaan. Bij de bespreking van de schakeling zal ik wat meer informatie geven over de verschillende vormen van vervorming.

c. **Huisvesting.** In onze drukbevolkte leefomgeving zijn overal stoorsignalen in de lucht die inwerken op alle fysieke componenten en zelfs op bedrading. Als je perfectie wilt, zul je de schakeling in een volledig gesloten metalen doos moeten bouwen teneinde de HF straling buiten te sluiten. Als je er over nadenkt ontkom je niet aan deze straling. Zo zijn de aansluitsnoeren en de luidsprekers er bijvoorbeeld continu aan blootgesteld maar ook de anode van de buis welke boven de behuizing uittornt. Omdat het circuit in mijn geval betrekkelijk laagohmig gaat worden en de audiosignalen een gezonde waarde van één tot twee volt bezitten, verwacht ik met een houten kastje weg te kunnen komen. Andere veelgebruikte mogelijkheden zijn aluminium en staal, ieder met zijn eigen voor- en nadelen. Er bestaan zeer kunstig gebouwde metalen behuizingen maar 99% is een vaak vervelend ogende doos met zelden ook maar een spannend kleurtje. Hout nodigt uit voor bewerking en de talrijke schitterende exemplaren die ik heb

gezien zijn een inspiratie, een kunstvorm op zich.

d. **Eisen aan de schakeling.** De voorversterker werkt met line niveau. Dat houdt in dat de ingang is berekend op 2,0Vrms. De uitgang moet deze spanning kunnen afgeven aan een eindversterker met ingangswaerstand van slechts 10K ohm. Dat wordt een hele kluit omdat de uitgaande koppeling ofwel met een condensator danwel met een transformator dient te geschieden, terwijl de buis van nature een hoge impedantie bezit ten opzichte van zijn halfgeleider collega's.

De stand van de potmeter mag geen invloed uitoefenen op de weergavekwaliteit. Dat heb je wel eens: draai je het volume terug, dan lijkt het of de hoge tonen onder een wollen deken worden gestopt. De oorzaak ligt ten dele besloten in het menselijk gehoor dat het gevoeligst is voor het gebied waarin de menselijke stem klinkt. Een andere oorzaak is dat de fysica van de potmeter een condensator naar aarde vormt waardoor de hoge tonen worden afgezwakt naar gelang de stand van de loper. Een laagohmige koolbaan bezit een lagere RC waarde dan een hoogohmige, waardoor deze minder last heeft van dit effect.

e. **Materialen.** Het doel heiligt de middelen zegt het spreekwoord maar in mijn geval zijn de middelen beperkt tot een budget van €100. Met voordelige spullen kan een sterke schakeling worden gebouwd, zeker wanneer restmaterialen worden gebruikt. Het is geen kunst om exotische componenten aan te schaffen maar mijn ervaring is dat deze niet de prijs waard zijn die moet worden betaald. Aan het andere eind van het spectrum staan versleten spullen die te mijden zijn. Denk aan buizen die nog slechts halve emissie bezitten, verlopen weerstanden en lekkende condensatoren. Weg daarmee.

f. **Zwak lichtnet?.** Mijn woonwijk kampt met een wisselende lichtnetspanning die variëert tussen 223 en 236V. Buizen bevatten een gloeidraad die voor een elektronenwolk zorgt waarvan steeds een gedeelte de anode bereikt. Er is continu voorraad zeg maar. Aan de anodekant werkt het kritischer, waar de spanningen afhankelijk zijn van de voedingsspanning. Zakt de voedingsspanning 5% in (herhaaldelijk geconstateerd met een trafo die een geringe regulatie kent) dan daalt het uitgangsniveau navenant. Nu gaat dit geleidelijk zodat het aan de aandacht van een niet-geconcentreerde luisteraar zal ontsnappen maar waarom lauw water accepteren als je ook een hete douche kunt nemen? Ik wil mijn spanningen vastgenageld zien, ongeacht de willekeur van het lichtnet. Een vorm van regulatie is voor mij onontbeerlijk.



Barry2001
Algemene moderator



Re: Volumeregeling met buisjes

di 10 dec 2019 19:10:48

Goede actie 🤖

9e zelfbouw audio luisterdag Oost Nederland



Bert61



Re: Volumeregeling met buisjes

di 10 dec 2019 19:53:04

We zijn vol verwachting Disco 🤖

shit draadje vergeten 😞



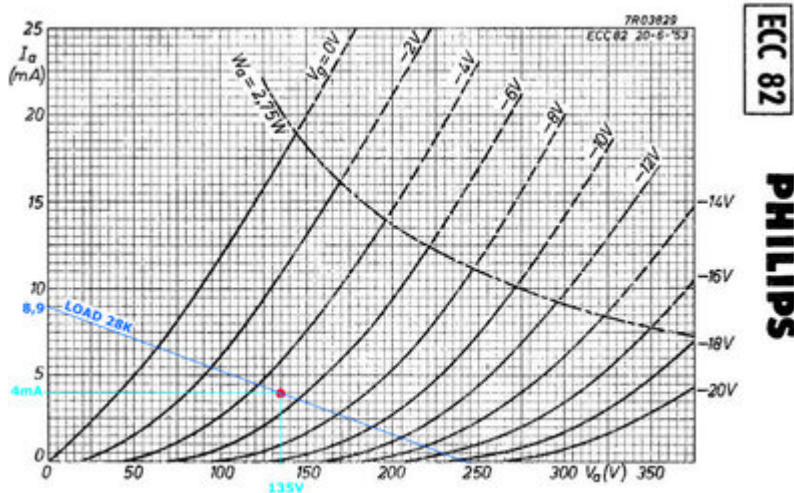
disco



Re: Volumeregeling met buisjes

wo 11 dec 2019 12:04:38

Van fijnproevers vernam ik dat de ECC82 prettig in het gehoor liggende muziek voortbrengt. Als je naar de Philips datasheet kijkt zie je een aantal gebruiksvorstellen, die gepaard gaan met opvallend hoge vervormingswaarden (4 tot 7% typisch). Omdat de voorversterker slechts 2V hoeft te produceren valt de praktijk mee. De ervaringsregel zegt dat de belasting van de triode ten minste vier maal diens interne weerstand dient te bedragen om met lage vervorming te versterken. Als we de r_{i} voor het gemak op 7K nemen, dient de belasting zeker 28K te bedragen. Een voedingsspanning van 250V is eenvoudig te realiseren zodat de eerste uitgangspunten bekend zijn, zie onderstaande karakteristieken grafiek.



Waarom het werkpunt op 135V / 4mA? Als je de belastinglijn volgt, valt het op dat rechts van het werkpunt de lijnen (vanaf roosterspanning -10V) steeds krommer worden. Daardoor zal de schakeling ten gevolge van iedere ingangsspanningsdaling resulteren in een steeds verder oplopende afwijking van de ideale stroomdaling. In het ideale geval, wanneer er geen sprake is van vervorming, zal de deling van ΔV op ΔI steeds dezelfde uitkomst geven. Omdat de dalende ingangsspanning wordt toegestaan licht te vervormen, zullen tweede harmonischen waarneembaar zijn. Deze hebben een euforisch karakter en zijn met 1 of 2% nauwelijks te onderscheiden van de oorspronkelijke muziek. Anders wordt het wanneer de vanuit de ruststand stijgende ingangsspanning tegen de grens aanloopt waarboven het rooster stroom begint te trekken. De vervorming die daardoor ontstaat levert derde harmonischen op, die een karakter bezitten dat botst met de oorspronkelijke muziek. Het menselijk gehoor is in staat om 0,3% H3 waar te nemen, zodat we daarvan niet teveel willen toelaten. Het werkpunt is een mooi compromis tussen lage voedingsspanning en toegelaten vervorming. Wanneer de loadline zou worden opgetrokken tegen het dissipatiemaximum zijn de roosterlijnen regelmatiger waardoor de vervorming lager zou uitvallen. Er dient dan echter met een voedingsspanning van ruim 450V te worden gewerkt waardoor een grotere stroom door de buis loopt waardoor deze eerder versleten zal raken.



Pjotr



Re: Volumeregeling met buisjes

wo 11 dec 2019 12:16:42

disco schreef:

.....De ervaringsregel zegt dat de belasting van de triode ten minste vier maal diens interne weerstand dient te bedragen om met lage vervorming te versterken.....

Nog mooier is om hem helemaal niet te belasten. De load line komt dan horizontaal te liggen. Een schakeling die dat doet heeft de naam "Mu-follower".

Peter de Jong



SSassen



Re: Volumeregeling met buisjes

wo 11 dec 2019 12:39:29

Pjotr schreef:

disco schreef:

.....De ervaringsregel zegt dat de belasting van de triode ten minste vier maal diens interne weerstand dient te bedragen om met lage vervorming te versterken.....

Nog mooier is om hem helemaal niet te belasten. De load line komt dan horizontaal te liggen. Een schakeling die dat doet heeft de naam "Mu-follower".

Ik wilde 't net gaan roepen 🙄 ...

Mediocre is not my middle name.



disco



Re: Volumeregeling met buisjes

wo 11 dec 2019 12:44:52

In technisch opzicht ben ik het met jullie eens, vervorming is het gevolg van de mate van belasting. Over de klankmatige eigenschappen van de mu-follower verschillen echter de meningen. De reden achter de belangstelling voor buizentechniek is echter niet simpelweg een kwestie van lage vervorming, men zoekt binnen zekere grenzen een karakter om toe te voegen aan de installatie. Slagen of falen zal voor een groot deel afhangen van het totale circuit.



Pjotr



Re: Volumeregeling met buisjes

wo 11 dec 2019 13:09:10

Buizen genoeg om dat allemaal uit te proberen! 😊 Ergens zul je keuzen moeten maken. En als het om gehoormatige beoordeling gaat, zit er maar één ding op: Allemaal zelf bouwen en vergelijken 🙄

Peter de Jong



disco

Re: Volumeregeling met buisjes

wo 11 dec 2019 17:12:04

De gesuggereerde mu-follower geeft maximale versterking, en dat heeft deze toepassing niet nodig. Je kunt het surplus uiteraard terugvoeren op de ingang waardoor versterking (en vervorming) wordt teruggebracht maar dat is niet mijn ontwerpkeuze. Uni-gain is een aanduiding voor niet versterken en niet verzwakken. Het niveau van de bron wordt gehandhaafd.

**douwebakker****Re: Volumeregeling met buisjes**

wo 11 dec 2019 17:40:54

disco schreef:

De gesuggereerde mu-follower geeft maximale versterking, en dat heeft deze toepassing niet nodig. Je kunt het surplus uiteraard terugvoeren op de ingang waardoor versterking (en vervorming) wordt teruggebracht maar dat is niet mijn ontwerpkeuze. Uni-gain is een aanduiding voor niet versterken en niet verzwakken. Het niveau van de bron wordt gehandhaafd.

OK dan zou je ook eenzelfde schakeling kunnen gebruiken als de mu-follower maar dan met de stroombron in de kathode. De sturing kan dan op de bovenste buis. De versterking is dan 1 en je gaat ook nog laagohmig uit. Het is maar een idee.

Douwe

**disco****Re: Volumeregeling met buisjes**

wo 11 dec 2019 18:07:43

Je wilt twee trioden gebruiken in cascode? Dat is mogelijk maar er leiden meer wegen naar Rome. Morgen meer, we bouwen de schakeling langzaam op.

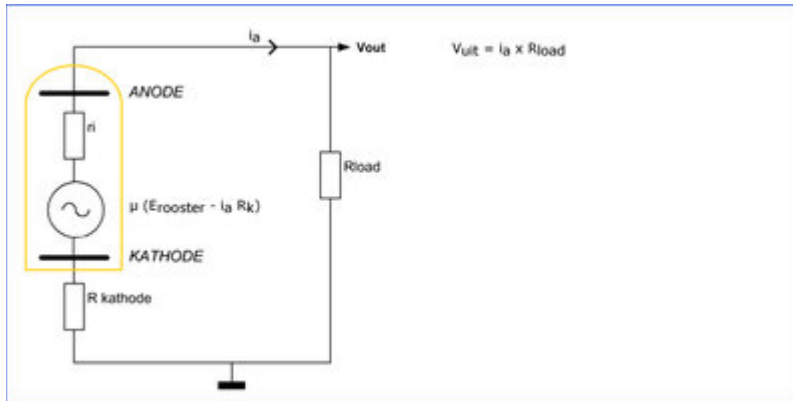
**disco****Re: Volumeregeling met buisjes**

do 12 dec 2019 12:47:00

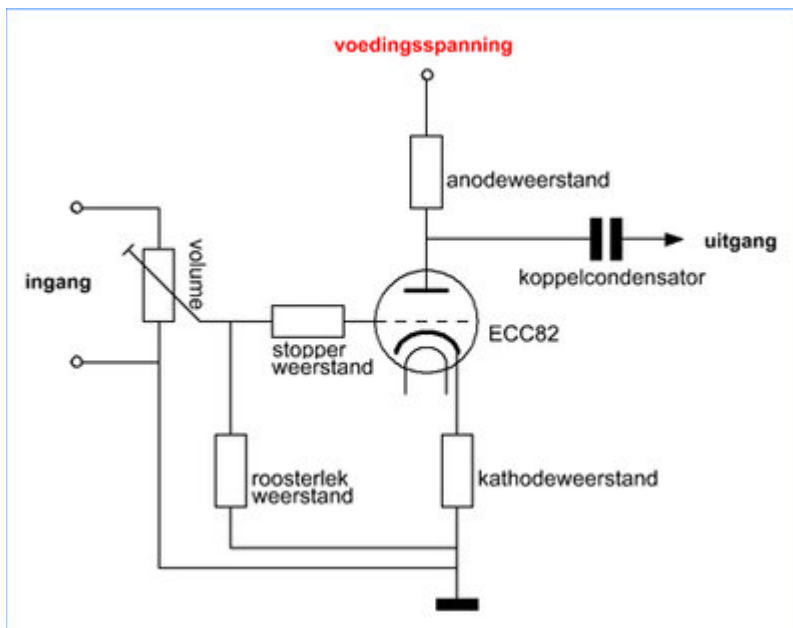
Goed, tot nu toe is een keuze gemaakt voor een bepaalde triode, is een zinnige instelling gekozen (*niet* voor maximale versterking) en is de benodigde voedingsspanning vastgelegd. Ook zijn eisen gedefiniëerd voor de uitgang: unity gain en in staat om 10K aan te sturen. Tijd om het werkpunt om te zetten naar een schakeling. Uit de ECC82 grafiek is af te lezen dat in het gekozen werkpunt 135V over de triode staat. Daarvoor is een negatieve roosterspanning van circa 5V benodigd ten gevolge waarvan naar verwachting 4mA door de buis gaat lopen. Omdat alle spanningen binnen de buis relatief zijn aan de kathode, kan het rooster met een lekweerstand aan aarde worden gelegd en kan de kathode met een weerstand op een spanning van 5V worden gezet. De 5V spanning is het gevolg van de 4mA stroom die loopt door de kathodeweerstand. Volgens de wet van Ohm volgt de benodigde kathodeweerstand uit $5V/0,004=1250R$. Praktisch is een 1K2 weerstand. Het vermogen dat door deze weerstand wordt omgezet in warmte bedraagt $0,004 \times 0,004 \times 1200=0,0192$ watt, zodat iedere weerstand kan worden gebruikt. Door de anodeweerstand loopt dezelfde 4mA, zodat kan worden uitgerekend welke waarde deze dient te krijgen. $250V-(135+5V)=110V$. $110V/0,004mA=27K5$ (0,44W). Dit is het ruwe plaatje, mogelijk is bijstelling

noodzakelijk als de rest van het circuit aan bod komt.

De vuistregel voor het aansluiten van een trap op de volgende is dat minder dan 10% verlies optreedt. Dit wordt gerealiseerd door de ingangsimpedantie van de volgende trap minimaal tien maal hoger te kiezen dan de uitgangsimpedantie van de sturende trap. Hoe de uitgangsimpedantie te berekenen?



Zie bovenstaande afbeelding waarin de buis schematisch wordt voorgesteld door een spanningsgenerator met slechts de dynamische interne weerstand van de buis als impedantie (*impedantie= weerstand tegen wisselstroom, en dat is hoe audiosignaal mag worden beschouwd*). Vuit ligt met twee parallel staande weerstanden aan aarde. De waarde van r_i bedraagt 7K (plus de 1K2 kathodeweerstand) en de load bestaat uit de 27K5 anodeweerstand, zodat $(8K2 \times 27K5) / (8K2 + 27K5) = 225.500/35.700 = 6K3$ uitgangsimpedantie. De volgende trap dient dus een ingangsimpedantie te bezitten groter dan 63K.



Zou de uitgang van bovenstaande trap worden aangesloten op een eindversterker met 10K ingangsimpedantie, dan wordt de ECC82 te zwaar belast. De belasting zou in dat geval geen 27K5 maar $27K5 || 10K$ (*|| is de aanduiding van twee waarden parallel*) = 7K3 bedragen waardoor de eigenschappen van de schakeling worden beïnvloed. Dat is uiteraard onwenselijk zodat we een buffer moeten oproepen. Daarvoor bestaan meerdere mogelijkheden en de meest doeltreffende is de kathodevolger. Deze schakeling gebruikt de triode op een alternatieve manier met resultaat dat de ingangsimpedantie zeer hoog is, de uitgangsimpedantie zeer laag is en de versterking ongeveer 0,9x bedraagt. Niet iedere triode is

toepasbaar voor deze functie, er is er één nodig die een hoge versterkingsfactor (*genaamd mu*) bezit maar bovendien een hoge steilheid kent (*het aantal mA verschil dat volgt op een ingangsdaling van 1V*).



douwebakker



Re: Volumeregeling met buisjes

do 12 dec 2019 14:17:25

disco schreef:

Zie bovenstaande afbeelding waarin de buis schematisch wordt voorgesteld door een spanningsgenerator met slechts de dynamische interne weerstand van de buis als impedantie (impedantie= weerstand tegen wisselstroom, en dat is hoe audiosignaal mag worden beschouwd). Vuit ligt met twee parallel staande weerstanden aan aarde. De waarde van r_i bedraagt 7K (plus de 1K2 kathodeweerstand) en de load bestaat uit de 27K5 anodeweerstand, zodat $(8K2 \times 27K5) / (8K2 + 27K5) = 225.500 / 35.700 = 6K3$ uitgangsimpedantie. De volgende trap dient dus een ingangsimpedantie te bezitten groter dan 63K. [/i]).

Maak je hier niet een denkfoutje Disco? Wordt de waarde niet $7K + 1K2 \times (\mu + 1)$

Bij een μ van 17 is de R_i $(18 \times 1k2) + 7k = 28.6 K$ ohm en geen 8K2 . Deze 28.6 staat parallel aan de anodeweerstand van 27K5. De uitgangsimp. van de schakeling is dan 14K.

De volgende trap zou dan een ingangsimpedantie van minimaal 140K moeten hebben.

Douwe



RobertD



Re: Volumeregeling met buisjes

do 12 dec 2019 17:22:48

Dit zou in boekvorm uitgegeven moeten worden, ik blijf dit even volgen!

Snelle reactie

Onderwerp:

Re: Volumeregeling met buisjes

Volledige bewerker & voorbeeld

Verstuur

Berichten van vorige weergeven:

Sorteer op

[Plaats reactie](#)

[Terug naar "Versterkers"](#)

18 berichten • Pagina **1** van **1**

[Ga naar](#)

WIE IS ER ONLINE

Gebruikers op dit forum: [douwebakker](#), [molekuul](#), [ray5150](#) en 0 gasten

Forumoverzicht

[Het team](#)

[Leden](#)

[Verwijder alle forumcookies](#) • Alle tijden zijn UTC+01:00

Powered by © phpBB Limited | NL-vertaling: [phpBBservice.nl](#) & [phpBB.nl](#).

Time: 0.265s | Queries: 30 | Peak Memory Usage: 4.62 MiB | GZIP: On