

2026-06-01 Bijgewerkte Lijst van enige Menno-Regels voor Buizenversterkers

- 0) Definitie: Iedere interne versterkende trap van een audio-versterker heeft een overdrachtsfunctie $V_{uit}/V_{in} = A_i$ (frequentie, V_{in} , belasting, uitsturing, voeding, alineariteit,...). Hieronder heet deze functie “transfer” of “transferfunctie”.
- 1) Stel $A_{1,2,3,...}$ duiden op de transfers van opeenvolgende versterkertrappen in een versterker. Dan wordt de totale transfer A_0 van de gehele versterker gegeven door $A_0 = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot \dots$. Dit betekent dat vervormingen van voorafgaande trappen versterkt en opnieuw vervormd worden door opvolgende trappen wat extra intermodulatie producten oplevert. **Globale** tegenkoppeling (van uitgang naar ingang) moet al de vervormingen per trap plus de extra intermodulatie producten opheffen. Bij **lokale** tegenkoppeling wordt eerst elke transfer lokaal schoongemaakt waardoor de vervorming per trap is geminimaliseerd. Hierdoor wordt vooraf het ontstaan van de “extra intermodulatie producten” gereduceerd. Andere formulering: “de versterker is met muziek bezig en niet met zijn eigen fouten”
- 2) ➔ “Cure before you apply”. Pas opeenvolgende lokale tegenkoppelingen toe die de transfers van de desbetreffende versterkertrappen lineariseren.
- 3) ➔ Nagenoeg constante openlus versterking $A_0(f)$ tot minstens 20 kHz geldt ook voor buizen, zodat lage en hoge frequenties met hun harmonischen evenveel gecorrigeerd worden.
- 4) ➔ KISS klinkt begrijpelijk schoon omdat het aantal transferfuncties sterk is gereduceerd waardoor minder extra intermodulatie producten ontstaan.
- 5) Het is de vraag of tegenkoppeling (waarbij de uitgangstrafo in de globale tegenkoppellus zit) de transformator-vervorming bij muziek kan reduceren (wel bij continue testtonen maar dat is geen muziek). Tegenkoppeling is een geheugenloze momentane spanningscorrectie δV . In de kern van de uitgangstrafo is de momentane magnetische fluxdichtheid B in het verleden (via geheugen) ontstaan en zou bij tegenkoppeling met δB gecorrigeerd moeten worden. De relatie tussen δV en δB wordt echter gegeven door de differentiatie $\delta V = \text{factor} \cdot \delta B / \delta t$.
- 6) ➔ Includeer daarom de uitgangstrafo niet in de globale of laatste lokale tegenkoppellus.
- 7) ➔ Stuur daarentegen de uitgangstrafo laagohmig aan voor kleinste magnetische vervorming. (Zie onder andere Partridge en Trans-research)
- 8) ➔ Balanceer bij Push-Pull de anode-ruststromen door de eindbuizen met een gelijkheid beter dan 0,1 mA voor geringste laagfrequente trafo-vervorming. Hier ligt de hoofdoorzaak van het ouderwetse warme buizen-geluid. (Joost Breed 2026 onderzoek eist $\delta I_o < 0,05 \text{ mA}$)
- 9) ➔ Tegenkoppeling vanaf de primaire van de OPT gaat goed. Vanaf de secundaire is het vragen om problemen (instabiliteit door meervoudige L_p en L_{sp} en C_{ip} invloeden).
- 10) Het is vraagwaardig of voor globale correctie de tegenkoppeling naar de – ingang moet gaan terwijl het ingangssignaal op de + ingang is aangesloten (principe van verschilversterker aan de ingang). Een ‘perfecte’ aftrekking mag geen 2 verschillende transfers bevatten (één van de + en één van de – ingang). Hierdoor zal de aftrekfunctie per definitie nooit perfect kunnen zijn. (Stel THD = 0,001 %, dan vereist dat een minimale transfer ongelijkheid van 10^{-5}).
- 11) ➔ Werk beter met één inverterende ingang. Via 2 ingangsweerstanden vindt dan een eenduidige stroom-aftrekking plaats.
- 12) De Hiraga-benadering (met -n- afnemende amplitudes van de D_n -harmonischen) plaatst subjectief het geluidsbeeld los van de luidsprekers ruimtelijk in de kamer.
- 13) Vervolgens D_2 kleiner maken dan D_3 voorkomt een versluiering van details (het Menno H2-gordijn). Deze details worden beter hoorbaar terwijl de ruimtelijke plaatsing overeind blijft.
- 14) Een dempingsfactor in de omgeving 10 is meer dan voldoende en levert een vrije ruimtelijke plaatsing op, los van de luidsprekers. Bij $DF > 10$ wordt het geluidsbeeld plat tussen de luidsprekers. Bij $DF > 100$ ontstaat opnieuw ruimtelijk losstaande detaillering. Dit geluidsbeeld heeft subjectief echter een “niet boeiend statisch” karakter. (Nog geen verklaring beschikbaar)