

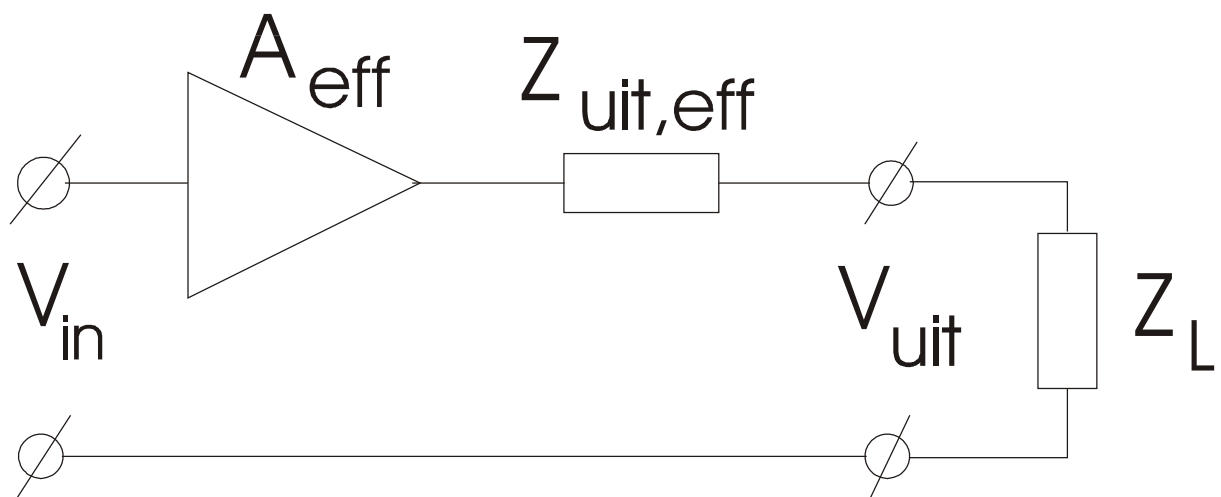
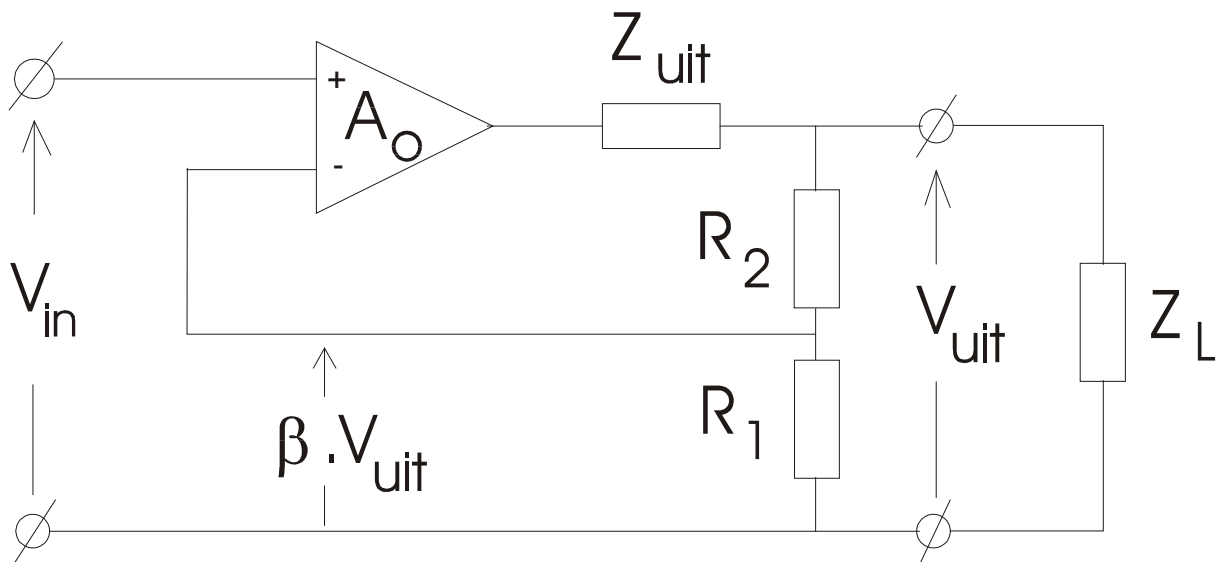
TEGENKOPPELING

Zie mijn boek-2 hoofdstuk 5 voor de complete bespreking.
Nu richt ik me op hoofdlijnen en geef een toepassing.

1) Functie tegenkoppeling:

- a) wegwerken van fouten (oeps)
- b) verhoging DF
- c) verlaging THD
- d) stabilisatie versterkingsfactor
- e) stabilisatie frequentiebereik
- f) omdat het beter klinkt ?

2) Principe van spanningtegenkoppeling (niet inverterend):



3) Formules: $A_{eff} =$

NB: als het goed is $A_{eff} < A_o$

$Z_{uit,eff} =$

NB: als het goed is $Z_{uit,eff} < Z_{uit}$

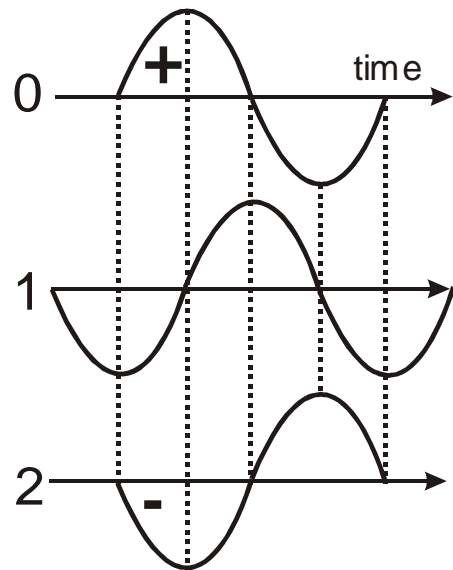
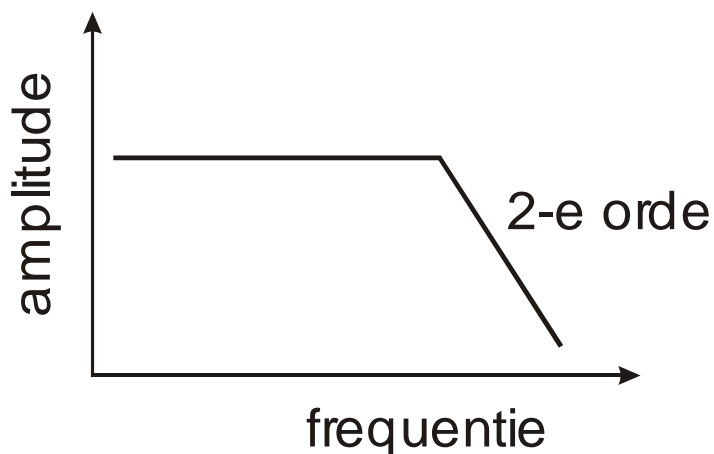
4) In formules heel eenvoudig, de praktijk is weerbarstig.

5) Dat komt omdat A_o niet constant is, maar $A_o(f)$

6) Dat komt omdat Z_{uit} niet constant is maar $Z_{uit}(f, \text{amplitude})$

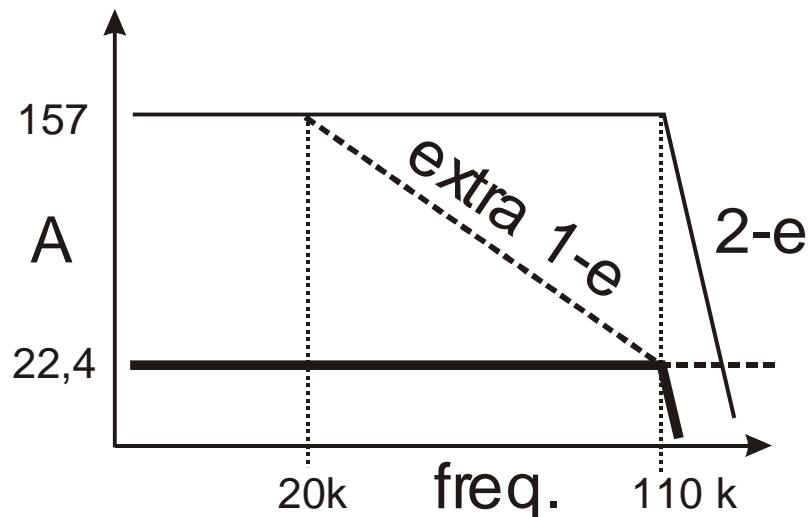
7) Voorbeeld:

- goede versterker met nauwelijks invloed C-Miller
- bij hoge frequenties heeft de OPT invloed met L_{sp} en C_{ip}
- dit is een tweede orde filter in de OPT
- een 2-e orde draait het signaal over 2×90 graden
- dan verandert de polariteit van het uitgangssignaal
- plus wordt min en omgekeerd
- Het tegenkoppeldeel $\beta \cdot A_o$ wordt negatief, $(1 + \beta \cdot A_o)$ wordt kleiner, $A_{eff} > A_o$
- dan verandert tegenkoppeling in meekoppeling
- wat overblijft is dan een middengolf zender.



TEGENKOPPELEN VAN DE SPT70

- 8) Zie voor details hoofdstuk 8 van boek-2.
Wat ik nu bespreek is in het boek NIET behandeld.
- 9) Gegeven SPT70 : **$A_o = 157 \times$, naar $A_{eff} = 22,4$**
 $f_{-3H} = 110 \text{ kHz}$ (2-e orde, geen NFB)
Zuit = 3,2 Ohm
Miller invloed ver boven 110 kHz
We kijken nu alleen hoogfrequent
- 10) **Menno-eis** : (zie Radio Bulletin februari 1994)
- zorg dat A_o constant is tot 20 kHz
 - maak hierboven zelf een 1-e orde filter
 - dan zorgt de tegenkoppeling tot 20 kHz voor een constante versterkingsafname; $(1 + \beta \cdot A_o)$ is constant.
 - dan worden **alle** vervormingen tot 20 kHz precies evenveel onderdrukt
 - dan verandert **HET SPECTRUM** van de vervorming niet en blijft de "klank" gelijk. (boek-2 blz 218-221 !!!!!!!!)



11) Wat ik dus extra toevoeg is:

eerste orde filter
 startend bij ongeveer 20 kHz
 stoppend bij 110 kHz

12) Daardoor weet ik ZEKER dat tot 20 kHz A_o/A_{eff} constant is en dat alle vervorming tot 20 kHz evenveel onderdrukt wordt.

13) Van 20 kHz tot 110 kHz is een eerste orde filter werkzaam, dat door zijn 90 graden fasedraaiing geen oscillatie geeft.

14) Bij 110 kHz laat ik dit eerste orde filter stoppen

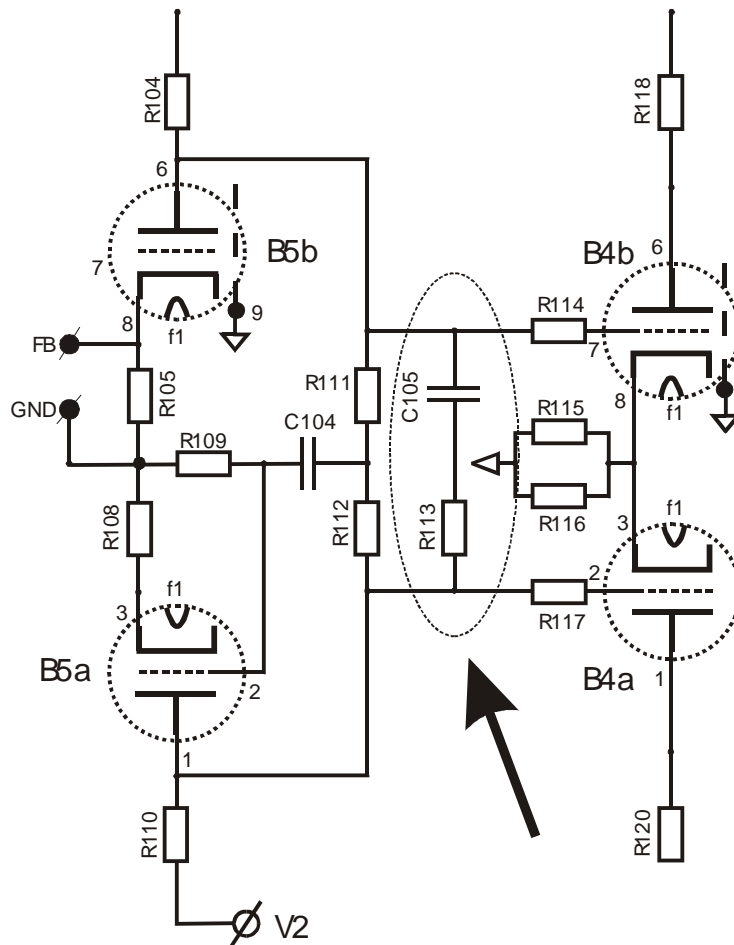
15) Dan treedt de 2-e orde filterwerking van de OPT in werking

16) Die zou instabiliteit kunnen veroorzaken, maar ik ben dan al gestopt met tegenkoppelen, dus geen gevaar meer.

17) Nu wordt ook duidelijk dat 2-e orde f-3H van de OPT ver boven 20 kHz moet liggen, want anders kunnen we het eerste orde filter (startend bij 20 kHz) niet meer invoegen.

18) Zie nu het hoofdschema op blz 255 fig. 8.2.1 en blz. 262 fig. 8.5.1.

19) Vanaf FB in fig. 8.5.1 gaat extra nu $R_2 = 6k8$ naar FB in fig. 8.2.1, waarbij R_1 van dit verhaal is $R_{105} = 270 \text{ Ohm}$



Detail SPT70, zie figuur 8.2.1 boek-2

20) C_{105} , samen met de uitgangsimpedantie van B5a,b, bepaalt (in hoofdlijn) het startpunt van het 1-e orde filter.

21) $Z_{uit,5ab} = 16k\Omega$. Gekozen is voor $C_{105} = 330 \text{ pF}$. Dan is het startpunt 1-e orde filter bij 29 kHz. Dit ligt voldoende bij 20kHz. Dit moet ook zo zijn, want eigenlijk bepalen C_{105} en $(Z_{uit,5ab} + R_{113})$ samen het startpunt; zie 23).

22) C_{105} en R_{113} samen bepalen het stoppunt van het 1-e orde filter (ongeveer 110 kHz). $\Rightarrow R_{113} = 3k\Omega$

23) Terug naar stap 21: Het eerste filter start in werkelijkheid bij 330 pF met $(16k\Omega + 3k\Omega)$ en dat levert 23,5 kHz op. Prima.

DEMO

- SPT70 zonder filter en tegenkoppeling
- SPT70 met eerste orde filter
- SPT70 met 1-e orde en tegenkoppeling

24) Over het algemeen maakt tegenkoppeling het geluidsbeeld kapot, daarom nu het vergelijk tussen de SPT70 + NFB en de UL40-S2 zonder tegenkoppeling. (sorry, Menno versterkers, maar die heb ik nou eenmaal beschikbaar), (opnieuw sorry, een Menno evaluatie, wat hebben wij daar aan? Tja, ik ben hopelijk niet voor niets jarenlang recensent geweest)

Subjectieve Evaluatie

ITEM	SPT70+NFB	UL40-S2
richting	9	8
diepte	9	9
naar voren	8	9
details	9	8
omhulling	8	9
structuur	8	9
betrokkenheid	8	8,5

SAMENVATTEND

- tegenkoppeling kan goed gaan
- maar filter niet beneden 20 kHz
- hetzelfde geldt voor Lp-invloed laagfrequent
- zorg dat je daar de vele f-3L frequenties ver uit elkaar hebt liggen, zodat je binnen je werkgebied van tegenkoppeling eigenlijk met een enkel 1-e orde filter te maken hebt.
- is dat laatste makkelijk? Nee, het leven is niet makkelijk, maar wel leuk.