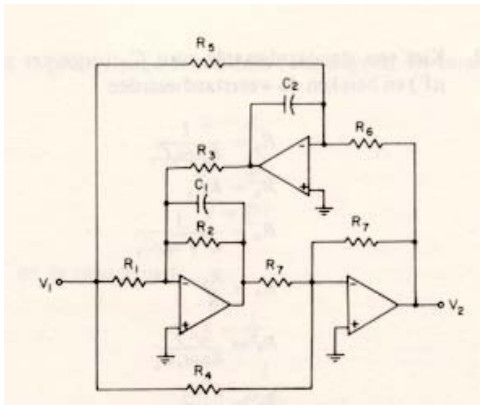
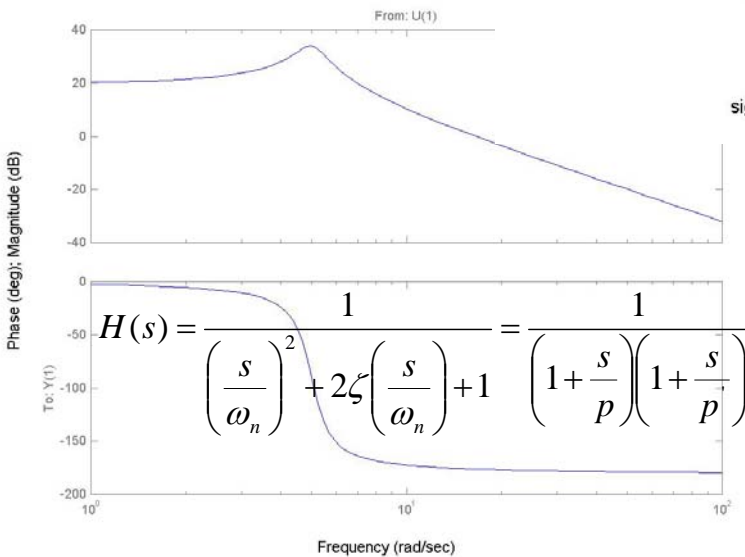


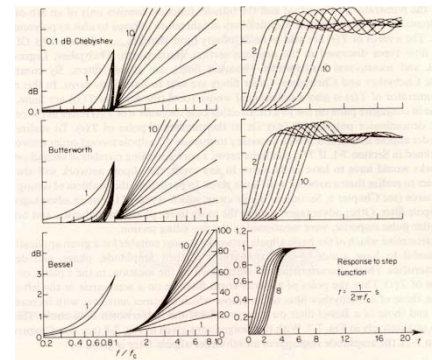
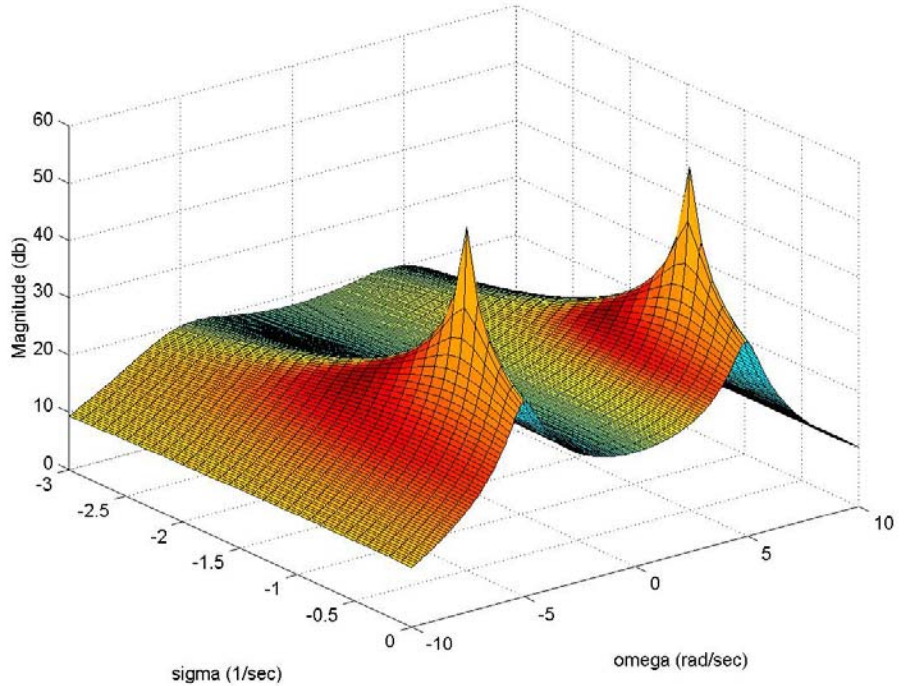
LABORATORIUM ANALOGUE SIGNAAL PROCESSING



Bode Diagrams



Frequentie-responsie 2de orde systeem



STUDIE VAN HET OVERBRUGDE T NETWERK.

DOEL :

- ✓ Studie van netwerk analyse technieken : Nodale Analyse en Maas Analyse.
- ✓ Studie van het **frequentieafhankelijk gedrag** van 2^{de} orde systemen.
- ✓ Interpretatie van de ligging van **polen** en **zero's** in het **s-vlak**.
- ✓ Studie van de **stapresponsie** van 2^{de} orde systemen.
- ✓ Leren simuleren van analoge circuits gebruikmakend van **MATLAB** en **SPICE** (Simulation Program for Integrated Circuit Engineering).

VOOR TE BEREIDEN :

- ✓ Studie van 2^{de} orde systemen: zie cursus “Signaal verwerking” (J. Meel).
 - 2^{de} orde vergelijking
 - Transferfunctie **H(s)** en **H(ω)**
 - De begrippen :
Dampingfactor **ζ** , Kwaliteitsfactor **Q**, Bandbreedte **BW**, Natuurlijke pulsatie **ω_n** , ω_p en ω_r , polen en zeros.
 - **Bode** diagram en **pole-zero** plot.
- ✓ Studie van **NA** en **MA** en **SPICE** : zie cursus “Numerieke technieken” (D. Van Landeghem).
- ✓ Cursus “Introduction to MATLAB” (D. Van Landeghem) en cursus “Introduction to SPICE” (D. Van Landeghem).

OPDRACHT 1 :

- ✓ Gegeven :
 - De netwerktopologie van het overbrugde T netwerk zoals in fig.1.

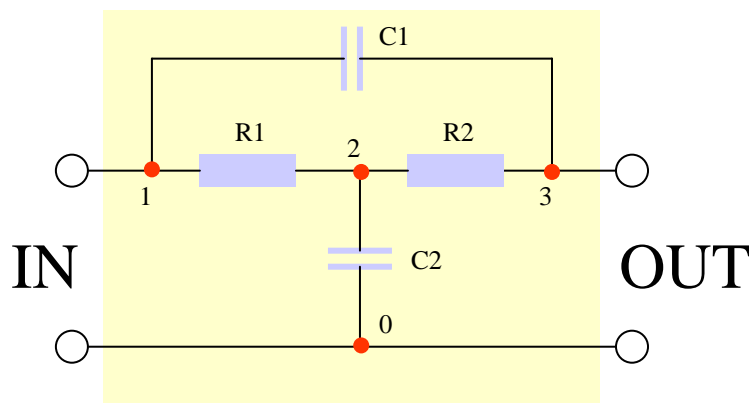


Fig. 1

✓ Gevraagd :

- Bepaal de **transferfunctie** van het passieve filternetwerk d.m.v. **NA**.
- Bepaal aan de hand van deze transferfunctie een uitdrukking voor ω_n en schets het **asymptotische** verloop van het **bode** diagram. **Verifieer** het **bode** diagram door met kennis van elektronica zaken het netwerk te analyseren voor $\omega=0$ en $\omega=\infty$ of ($s=0$ en $s=\infty$).
- Bepaal de uitdrukking voor ζ en formuleer **verband** tussen ζ_p en ζ_z . Gebruik **MATLAB** om dit verband $\zeta_p = f(\zeta_z)$ grafisch voor te stellen. Wat interpreteer je uit deze grafiek met betrekking tot het begrip selectiviteit? Welke voorwaarde moet hier voldaan zijn? Verfijn de schets van het **bode** diagram en schets in het **s-vlak** de ligging van de **polen** en **zero's**. Verifieer gebruikmakend van **MATLAB** het bode diagram en de pole-zero plot van deze netwerk transferfunctie. Gebruik hierbij de matlab functies *bode* en *pzmap*.
- Waaraan is de bandbreedte **BW** gelijk? Controleer de juistheid ervan aan de hand van de bode plot.
- Om voldoende selectiviteit te garanderen moet de **kwaliteitsfactor Q** groot zijn. Van welke componenten is deze factor afhankelijk, en op welke wijze moeten we dit interpreteren?
- Voorspel oordeelkundig de **stapresponsie** van het netwerk. Verifieer gebruikmakend van **MATLAB** de juistheid ervan. Gebruik hierbij de matlab functies *tf*, *step* en *impulse*.
- Bereken de componenten voor een $f_n = 1$ kHz en $Q = 5$ en verifieer opnieuw met **MATLAB** alle reeds onderzochte eigenschappen.
- Simuleer het overbrugde T netwerk met **SPICE** .
Stel hiervoor een file samen waarmee het mogelijk is om :
 - Een **bode plot** te maken.
 - De **invloed van Q** na te gaan op de **amplitude-** en **fase- responsie**.
 - Een **Monte Carlo analyse** uit te voeren op het bode diagram.
 - De **modulus**, het **reële-** en het **imaginaire** deel van de **transferfunctie** uit te zetten in functie van de frequentie.
 - Zin** en **Zout** weer te geven in functie van de frequentie.
 - De **stapresponsie** te visualiseren.
 - De **impulsresponsie** te visualiseren.
- Hoe zou je deze bekomen simulatieresultaten met een meetopstelling kunnen controleren? Schets de diverse meetopstellingen om dit te realiseren.
- Formuleer een uitdrukking voor **Zin** en **Zout** d.m.v. **MA**.

STUDIE VAN ACTIEVE LP FILTERS.

DOEL :

- ✓ Studie van actieve filter topologieën zoals : **Multiple FeedBack** en **Biquad** (state variable filter).
- ✓ Studie van de filter benaderingstheorie.
- ✓ Studie van het **frequentieafhankelijk gedrag** van 2^{de} orde systemen.
- ✓ Interpretatie van de ligging van **polen** en **zero's** in het **s-vlak**.
- ✓ Studie van de **stapresponsie** van 2^{de} orde systemen.
- ✓ Leren simuleren van analoge circuits gebruikmakend van **MATLAB** en **SPICE** (Simulation Program for Integrated Circuit Engineering).

VOOR TE BEREIDEN :

- ✓ Studie van 2^{de} orde systemen: zie cursus “Signaal verwerking” (J. Meel).
 - 2^{de} orde vergelijking
 - Filter benaderingen van **Butterworth** en **Chebyshev**.
 - Transferfunctie **H(s)** en **H(ω)**
 - De begrippen :
Dampingfactor **ζ**, Kwaliteitsfactor **Q**, Bandbreedte **BW**, Natuurlijke pulsatie **ω_n**, **ω_p** en **ω_r**.
 - Het mechanisme van **genormaliseerde pulsatie**, **frequentie scaling** en **impedantie scaling**.
 - **Bode** diagram en **pole-zero** plot.
- ✓ Vergelijking van actieve Low Pass filter topologieën “MFB en BIQUAD”:
zie cursus “Signaal verwerking” (J. Meel).
- ✓ Cursus “Introduction to MATLAB” (D. Van Landeghem) en cursus “Introduction to SPICE” (D. Van Landeghem).

OPDRACHT 1 :

- ✓ Gegeven :
 - De netwerktopologie van een 2^{de} orde **MFB LP actieve filtertrap** zoals in fig.1.

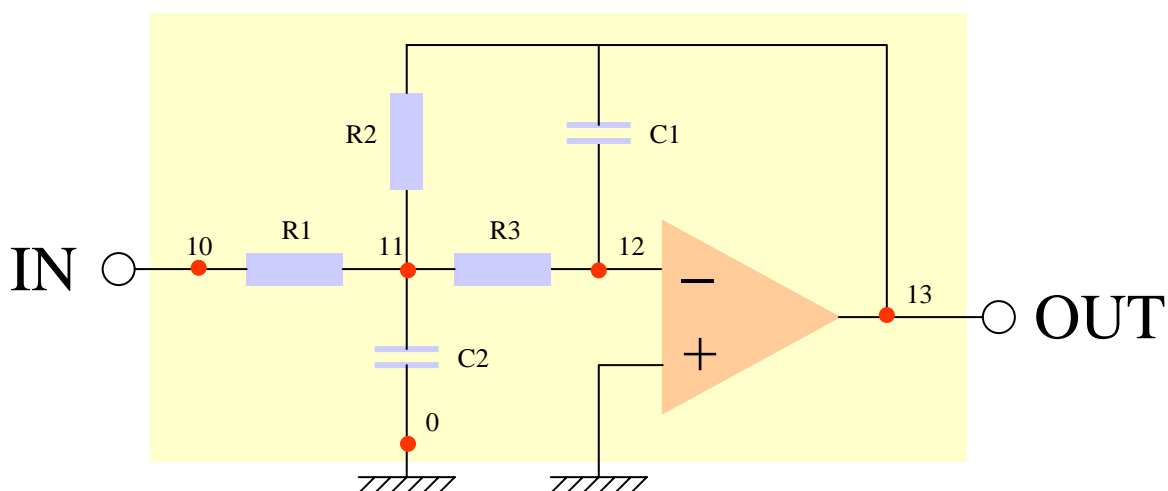


Fig. 1

✓ Gevraagd :

- Bepaal de orde en de natuurlijke frequentie voor een **Butterworth** filter benadering, die voldoet aan volgende specificaties:
 - De DC versterking **K = 6dB**
 - De max. verzwakking in doorlaatband **Ap = 3dB**
 - De min. verzwakking in sperband **As = 40dB**
 - De cutoff frequentie **fc = 1kHz**
 - De grensfrequentie **fs = 3,1kHz**

Verifieer met MATLAB beide getalwaarden en maak hierbij gebruik van de MATLAB functie *buttord*.
- Controleer de bovenstaande filter eigenschappen met MATLAB door de berekende orde en de natuurlijke frequentie te gebruiken in de functie *butter* en maak hiervoor een bode diagram met de functie *bode*.
- Bepaal de ligging van de zero's en polen van dit filter. Maak hiervoor gebruik van de functie *pzmap*.
- Bepaal de transferfunctie van het gegeven 2^o orde netwerk in fig.1. (beredeneerde afleiding).
- Bereken gebruikmakend van MATLAB de totale transferfunctie, de transferfunctie uitgedrukt in 2^o orde trappen, de zero's en de polen, de ζ per trap, de Q per trap, de ω_n per trap. Maak hiervoor o.a. gebruik van *tf*, *zpk*, *zpkdata*, *zp2tf*, *damp*, *ord2*...
- Bereken de componentwaarden door toepassing van **coëfficiënt matching**, voor een **MFB LP** actieve filter met een **Butterworth** benadering, die voldoet aan de bovenstaande specificaties.
- Bepaal per filtertrap de kwaliteitsfactor **Q**, de **genormaliseerde** natuurlijke pulsatie ω_n , de **genormaliseerde** pulsatie bij resonantie ω_m , de versterking bij resonantie **K_m** en de versterking bij cutoff pulsatie **K_c**.
- Maak een behavioral **OPAMP model** voor de TL084, dat voldoet om **AC analyses** uit te voeren.
- Simuleer het actieve filter met **SPICE** .
Stel hiervoor een file samen waarmee het mogelijk is om :
 - Een **bode plot** te maken.
 - De invloed van **Q** na te gaan op de **amplitude-** en **fase- responsie**.
 - Een **Monte Carlo** analyse uit te voeren op het bode diagram.
 - **Zin** en **Zout** weer te geven in functie van de frequentie.
 - De **stapresponsie** te visualiseren. Maak hiervoor gebruik van het Boyle OPAMP model van Ti in bijlage.
- Hoe zou je deze bekomen simulatieresultaten met een meetopstelling kunnen controleren? Schets de diverse meetopstellingen om dit te realiseren.

OPDRACHT 2 :

✓ Gegeven :

- De netwerktopologie van een 2^{de} orde **MFB LP actieve filtertrap** zoals in fig.1.

✓ Gevraagd :

- Idem als opdracht 1 maar voor een **Chebyshev** benadering.
- M.b.t. MATLAB betreft het hier Chebyshev type 1 benadering, waarbij volgende specifieke functies worden gebruikt : *cheby1* en *cheblord* .

OPDRACHT 3 :

✓ Gegeven :

- De netwerktopologie van een **2^{de} orde BIQUAD LP actieve filtertrap** zoals in fig.2.

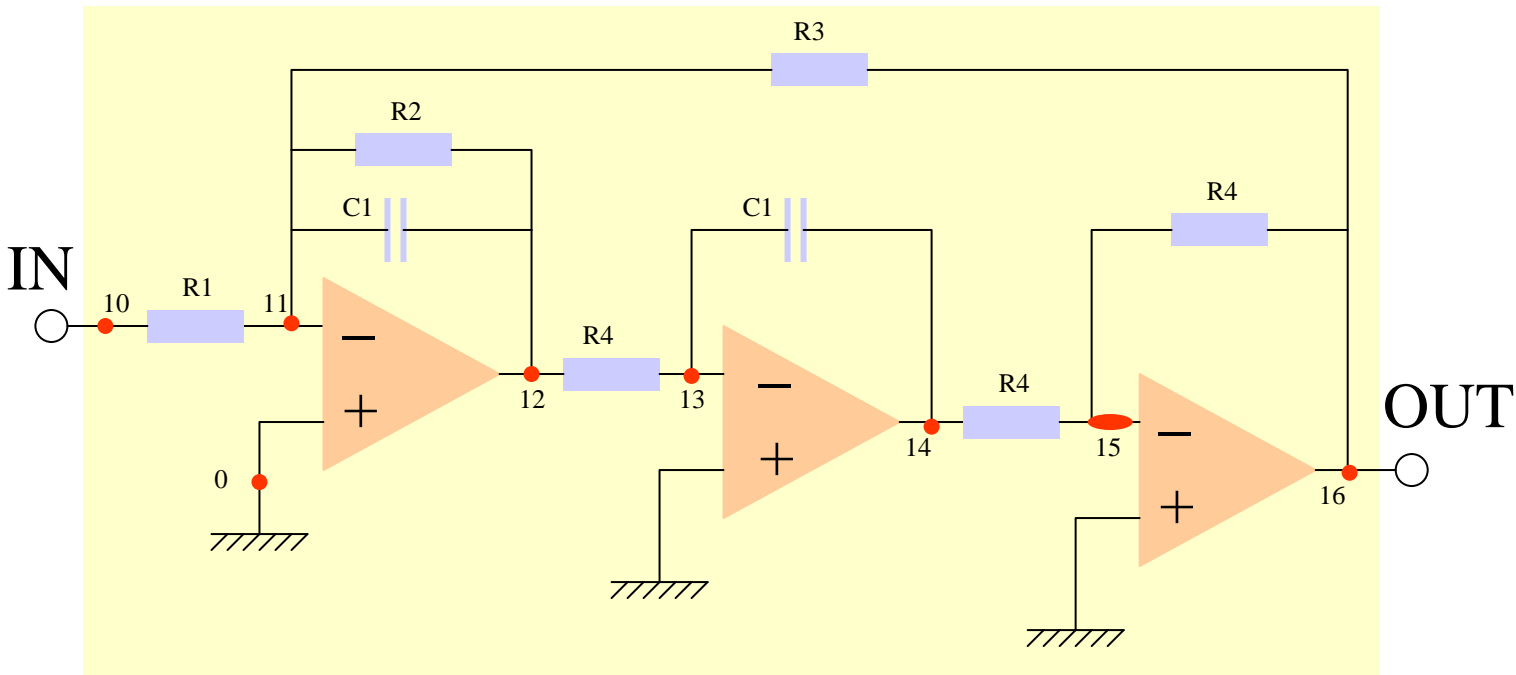


Fig.2

✓ Gevraagd :

- Bepaal de orde en de natuurlijke frequentie voor een **Chebyshev** filter benadering, die voldoet aan volgende specificaties:
 - ❑ De DC versterking **K = 6dB**
 - ❑ De max. verzwakking in doorlaatband **Ap = 1dB**
 - ❑ De min. verzwakking in sperband **As = 60dB**
 - ❑ De cutoff frequentie **fc = 10kHz**
 - ❑ De grensfrequentie **fs = 15kHz**

Verifieer met MATLAB beide getalwaarden en maak hierbij gebruik van de MATLAB functie *cheblord*.

- Controleer de bovenstaande filter eigenschappen met MATLAB door de berekende orde en de natuurlijke frequentie te gebruiken in de functie *cheby1* en maak hiervoor een bode diagram met de functie *bode*.
- Bepaal de ligging van de zero's en polen van dit filter. (*pzmap*)
- Bepaal de transferfunctie van het gegeven netwerk in fig.2. (beredeneerde afleiding).
- Bereken gebruikmakend van MATLAB, de transferfunctie van de filtertrap met de **grootste Q waarde** en beeld het bode diagram af van deze filtertrap.
- Bereken de componentwaarden door toepassing van **coëfficiënt matching**, voor de **BIQUAD LP** filtertrap met de **grootste Q waarde**, die voldoet aan de bovenstaande specificaties.
- Simuleer het actieve filter met **SPICE** .
Stel hiervoor een file samen waarmee het mogelijk is om :
 - ❑ Een **bode plot** te maken.
 - ❑ Een **Monte Carlo** analyse uit te voeren op het bode diagram.

- **Zin** en **Zout** weer te geven in functie van de frequentie.
- De **stapresponsie** te visualiseren. Maak hiervoor gebruik van het Boyle OPAMP model van Ti in bijlage.

OPDRACHT 4 :

✓ Gevraagd :

- Vergelijk d.m.v. MATLAB de belangrijkste eigenschappen (zie vorige opdrachten) voor een **Butterworth** - en een **Chebyshev** filter benadering, die voldoet aan volgende specificaties:
 - De DC versterking **K = 1**
 - De max. verzwakking in doorlaatband **Ap = 1dB**
 - De min. verzwakking in sperband **As = 50dB**
 - De doorlaatband : **fp1 = 300hz en fp2 = 3400hz**
 - De sperband : **fs1 = 140hz en fs2 = 7270hz**