



**Amsterdam University  
of Applied Sciences**

Signaal verwerking toepassing

---

## derde orde 0.5dB chebyshev lp filter

---

*Auteur(s):* Tycho Jöbsis en Jochem Leijenhorst

Datum: 6 februari 2022

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Analoog</b>	<b>2</b>
1.1	De opdracht . . . . .	2
1.2	Overdracht bepalen . . . . .	2
1.3	Tweede orde/Sallen-key . . . . .	2
1.4	Eerste orde . . . . .	2
1.5	LTspice . . . . .	3
1.6	Metingen . . . . .	3

# 1 Analooog

## 1.1 De opdracht

Maak een derde orde 0.5dB ripple chebyshev low-pass filter met een  $F_C$  van 70Hz. In de doorlaat band moet er met 10dB worden versterkt. Uit de tabel zijn de volgende gegevens te halen.

- In doorlaat +10dB versterking
- $\omega_{01} = 1.0688$
- $\omega_{02} = 0.6265$
- $\alpha = 0.5861$
- $Q = \frac{1}{\alpha} = 1.7061$

## 1.2 Overdracht bepalen

Door de waardes uit de tabel in te vullen in de standaard formule (zie formule 1) komt daar formule 2 uit.

$H(s)$  kan worden opgesplitst in een tweede orde deel en een eerste orde deel zie formule 3. Het opsplitsen van  $H(s)$  in  $H(s)_1$  en  $H(s)_2$  is noodzakelijk voor het goed ontwerpen van het analoge filter.

Het tweede orde deel heeft de overdracht die te zien is in formule 4 en de overdracht van het eerste orde deel is te zien in formule 5

$$H(s) = \frac{(\omega_{01} \cdot \omega_c)^2 \cdot \omega_c \cdot \omega_{02}}{(s^2 + \alpha \cdot \omega_{01} \cdot \omega_c \cdot s + (\omega_{01} \cdot \omega_c)^2) \cdot (s + \omega_c \cdot \omega_{02})} \quad (1)$$

$$H(s) = \frac{220 \cdot 156.6429 \cdot 275.0335}{(s^2 + 274.9999 \cdot s + 220 \cdot 156.6429)(s + 275.0335)} \quad (2)$$

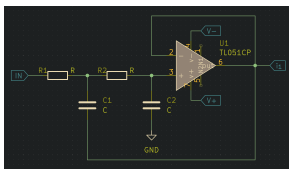
$$H(s) = H(s)_1 \cdot H(s)_2 \quad (3)$$

$$H(s)_1 = \frac{(\omega_{01} \cdot \omega_c)^2}{s^2 + \alpha \cdot \omega_{01} \cdot \omega_c \cdot s + (\omega_{01} \cdot \omega_c)^2} \quad (4)$$

$$H(s)_2 = \frac{\omega_c \cdot \omega_{02}}{s + \omega_c \cdot \omega_{02}} \quad (5)$$

$$(6)$$

## 1.3 Tweede orde/Sallen-key



Figuur 1: Sallen-key

Het tweede orde deel van het derde orde filter wordt via de Sallen-key topologie gerealiseerd. In afbeelding 1 is te zien hoe een laag doorlaat sallen-key filter er uit ziet.

$$C_1 = \frac{2Q}{\omega_c \omega_{01} R} \quad (7)$$

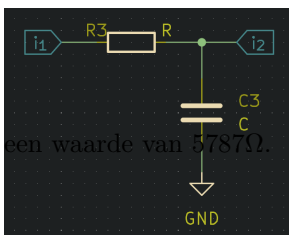
$$C_2 = \frac{1}{2Q \omega_c \omega_{01} R} \quad (8)$$

Als  $R_1 = R_2$  kan  $C_1$  berekend worden met formule 7 en  $C_2$  met formule 8. Voor dit filter is gekozen om voor R  $10k\Omega$  te kiezen. Waardoor  $C_1 = 727nF$ .

727nF is alleen niet een waarde waarin condensatoren worden gemaakt. Door  $C_1$  te veranderen naar 750nF kan er wel een condensator worden gekocht met de juiste waarde.

Door  $C_2$  met formule 8 uit te rekenen komt  $C_2$  uit op een waarde van 62nF, deze waarde is wel direct te koop. Beide waardes zitten alleen niet in de E6/12 reeks en zijn dus aanzienlijk duurder, hier gaat een afweging meespelen tussen de prijs van componenten en de kwaliteit van het filter.

## 1.4 Eerste orde



Figuur 2: Eerste orde lp filter

Een passief eerste orde laag doorlaat filter staat in figuur 2. Met formule 9 is het mogelijk om de verschillende component waardes uit te rekenen voor het filter. Wij hebben  $C_3 = 100nF$  gekozen waaruit formule 10 volgt dat  $R_3 = 5787\Omega$  dit moet worden afgerond op  $5.6k\Omega$  omdat er geen weerstanden beschikbaar zijn met

$$\omega_c \cdot \omega_{02} = \frac{1}{R_3 C_3} \quad (9)$$

$$R_3 = \frac{1}{\omega_c \cdot \omega_{02} C_3} \quad (10)$$



## 1.5 LTspice

## 1.6 Metingen