Elom Abbey
Gruppe 5 (Wahwah) 02.07.2015

<u>Handout zum Vortrag: Analoge Fiiltersysteme</u>

1. Einführung

▪Elektrische Filter sind Schaltungen,die bestimmte Frequenzbereiche unverändert durchlässt und andere dagegen dämpft.
Analoge Filter unterscheiden sich indem sie passiv oder aktiv sind.

▪Passive Filter lassen sich durch Vierpolschaltungen aus Widerständen, Kondensatoren und Spulen realisieren.

▪Aktive Filter bestehen nicht nur aus passiven Elementen, sondern auch aus aktiven, wie Transistoren.

Passive Filter :

Man spricht von einem:

▪**Tiefpass**, wenn Frequenzen unterhalb einer Grenzfrequenz durchgelassen werden

▪**Hochpass**, wenn Frequenzen oberhalb einer Grenzfrequenz durchgelassen werden

▪**Bandpass**, wenn Frequenzen zwischen zwei Grenzfrequenzen durchgelassen werden
Von einer **Bandsperre**,wenn Frequenzen zwischen zwei Grenzfrequenzen nicht durchgelassen werden.

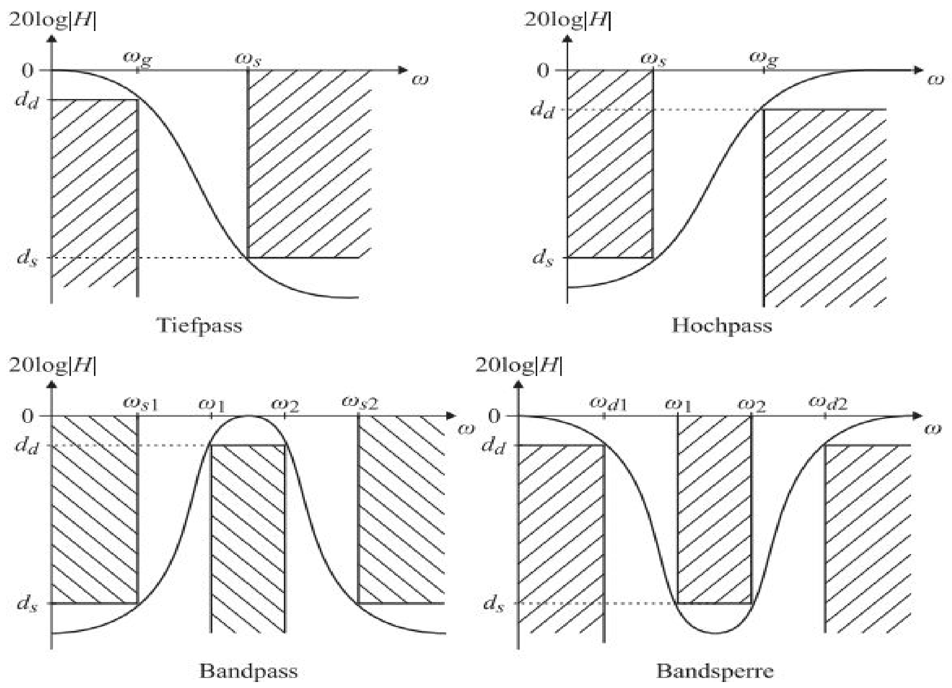


Abb.:Filterarten

	Durchlassbereich(e):	Sperrbereich(e):	Übergangsbereich(e):
Tiefpass:	$\omega < \omega_g$	$\omega > \omega_s$	$\omega_g < \omega < \omega_s$
Hochpass:	$\omega > \omega_g$	$\omega < \omega_s$	$\omega_s < \omega < \omega_g$
Bandpass:	$\omega_1 < \omega < \omega_2$	$\omega < \omega_{s1}$ $\omega > \omega_{s2}$	$\omega_{s1} < \omega < \omega_1$ $\omega_2 < \omega < \omega_{s2}$
Bandsperre:	$\omega < \omega_{d1}$ $\omega > \omega_{d2}$	$\omega_1 < \omega < \omega_2$	$\omega_{d1} < \omega < \omega_1$ $\omega_2 < \omega < \omega_{d2}$

<u>Filter mit höheren Ordnung:</u>

Optimierung mit Polynomen nach	Amplitudenfrequenzgang
Butterworth	steiler Abfall oberhalb ω_g flacher Verlauf im Durchlassbereich
Tschebyscheff	sehr steiler Abfall oberhalb ω_g Welligkeit konstanter Amplitude im Durchlassbereich
Cauer	noch steilerer Abfall oberhalb ω_g Welligkeit konstanter Amplitude im Durchlass- und im Sperrbereich
Bessel	nicht sehr steiler Abfall oberhalb ω_g flach abfallender Verlauf im Durchlassbereich

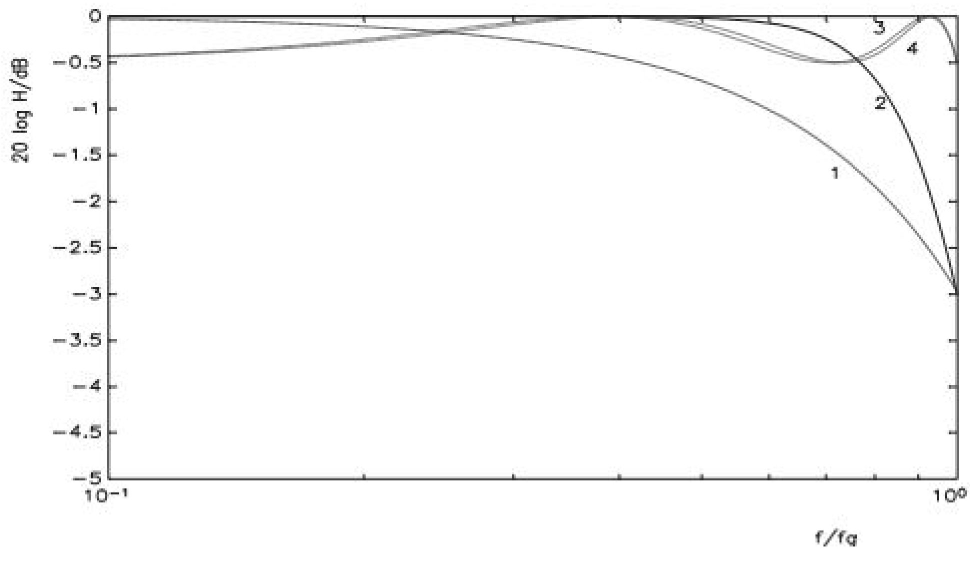


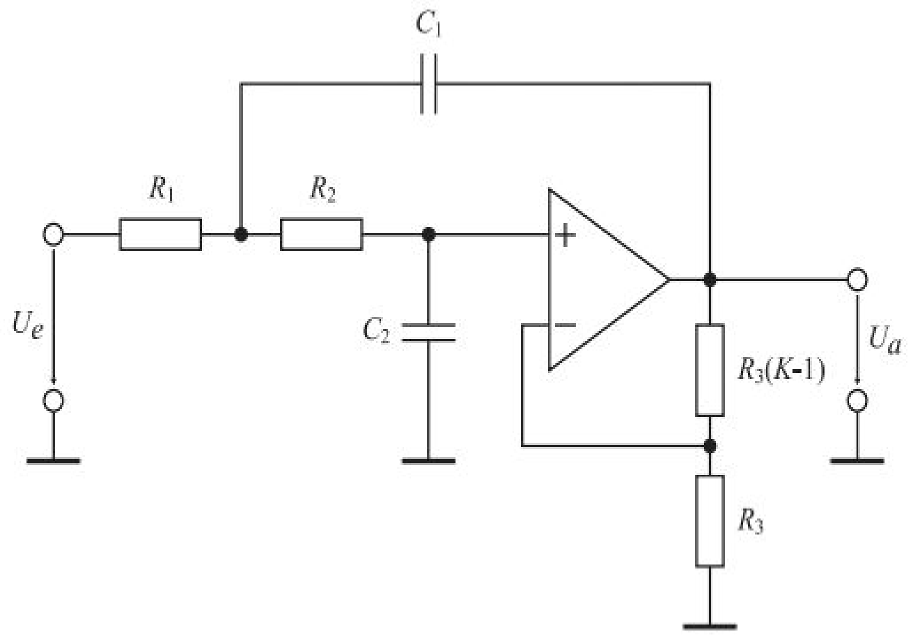
Abb.: Amplitudenfrequenzgang im Durchlassbereich 1.Bessel ,2. Butterworth,3. Cauer ,4 . Tsch.

3. Aktive Filter

Aktive Filter sind meistens mit Operationsvestärker realisierbar und ermöglichen:

- Verstärkung > 1 möglich
- Verzicht auf Induktivitäten
- Übertragungsfunktion ist unabhängig von der Last
- Filter einfach kaskadierbar

Sallen-Key-Filter:



$$H_{TP}(s) = \frac{K}{1 + s[R_2C_2 + R_1C_2 + R_1C_1\,(1 - K)] + s^2R_1C_1R_2C_2}$$

.**Universalfilter:**

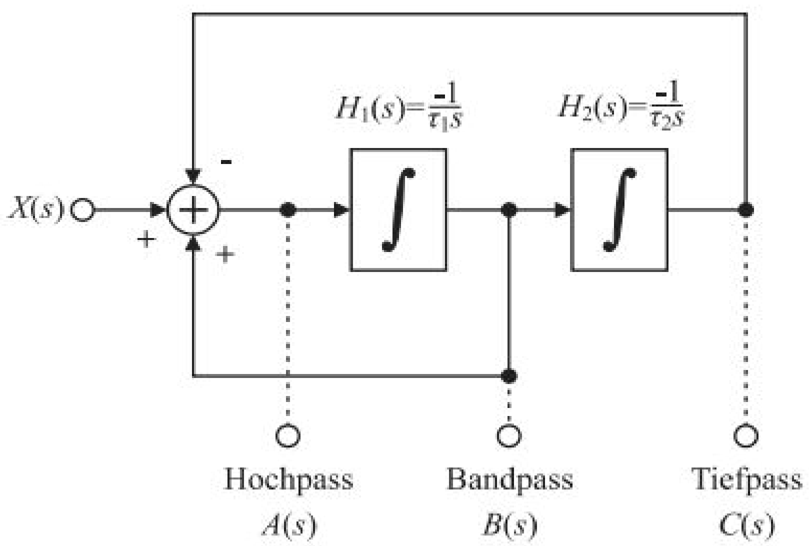


Abb.: Struktur des Universalfilters

1. $C(s) = H_2(s) \cdot B(s) = -\frac{1}{\tau_2 s} \cdot B(s)$
   $\Rightarrow B(s) = -\tau_2 s \cdot C(s)$

2. $B(s) = H_1(s) \cdot A(s) = -\frac{1}{\tau_1 s} \cdot A(s)$
   $\Rightarrow A(s) = -\tau_2 s \cdot B(s) = s^2 \tau_1 \tau_2 \cdot C(s)$

3. $A(s) = X(s) + B(s) - C(s)$

1. und 2. in 3. eingesetzt ergibt

$$s^2 \tau_1 \tau_2 C(s) = X(s) - \tau_2 s\, C(s) - C(s) \Rightarrow C(s)\left[s^2 \tau_1 \tau_2 + s\tau_2 + 1\right] = X(s)$$

Daraus folgt:

1. $C(s) = H_2(s) \cdot B(s) = -\frac{1}{\tau_2 s} \cdot B(s)$
   $\Rightarrow B(s) = -\tau_2 s \cdot C(s)$

2. $B(s) = H_1(s) \cdot A(s) = -\frac{1}{\tau_1 s} \cdot A(s)$
   $\Rightarrow A(s) = -\tau_2 s \cdot B(s) = s^2 \tau_1 \tau_2 \cdot C(s)$

3. $A(s) = X(s) + B(s) - C(s)$

1. und 2. in 3. eingesetzt ergibt

$$s^2 \tau_1 \tau_2 C(s) = X(s) - \tau_2 s\, C(s) - C(s) \Rightarrow C(s)\left[s^2 \tau_1 \tau_2 + s\tau_2 + 1\right] = X(s)$$

$$\frac{C(s)}{X(s)} = \frac{1}{s^2\tau_1\tau_2 + s\tau_2 + 1} \qquad \text{(Tiefpass)}$$

$$\frac{B(s)}{X(s)} = \frac{-\tau_2 s \cdot C(s)}{X(s)} = -\frac{s\tau_2}{s^2\tau_1\tau_2 + s\tau_2 + 1} \qquad \text{(Bandpass)}$$

$$\frac{A(s)}{X(s)} = \frac{s^2\tau_1\tau_2 \cdot C(s)}{X(s)} = \frac{s^2\tau_1\tau_2}{s^2\tau_1\tau_2 + s\tau_2 + 1} \qquad \text{(Hochpass)}$$