

# Filter

## Einführung in elektronische Filter

Patrick T

31. Mai 2012



# Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeines

2 Einteilung

3 Quellen

# Inhaltsverzeichnis

## 1 Allgemeines

- Definition und Aufgaben

## 2 Einteilung

- Aktive und passive Filter
- Hoch-, Tief- und Bandpass
- Filterordnung
- Filtercharakteristik

## 3 Quellen

# Definition und Aufgaben

## Definition

„Schaltung, die ein elektrisches Signal abhängig von seiner Frequenz in der Amplitude und Phase verändert, abschwächt oder unterdrückt.“

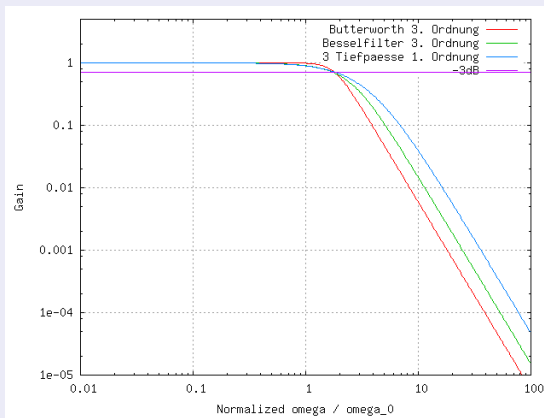
## Aufgaben

- Dämpfung des Frequenzspektrums eines Signals
- Passieren lassen von hohen/tiefen Frequenzen oder Frequenzbändern

# Definition und Aufgaben

Grenzfrequenz  $\omega_g = 2\pi f_g$

- Amplitude bei  $\frac{1}{\sqrt{2}}$



# Einteilung

- Aktive und passive Filter
- Tief-, Hoch-, und Bandpassfilter
- Filterordnung
- Filtercharakteristik
- ...

# Einteilung

## 1 Allgemeines

- Definition und Aufgaben

## 2 Einteilung

- Aktive und passive Filter
- Hoch-, Tief- und Bandpass
- Filterordnung
- Filtercharakteristik

## 3 Quellen

# Einteilung

## 1 Allgemeines

- Definition und Aufgaben

## 2 Einteilung

- Aktive und passive Filter
- Hoch-, Tief- und Bandpass
- Filterordnung
- Filtercharakteristik

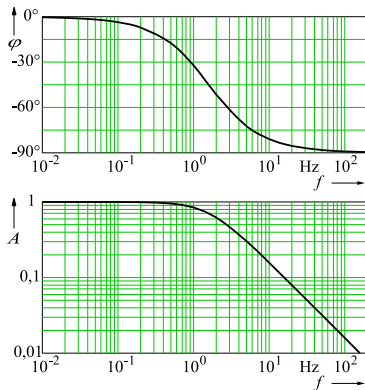
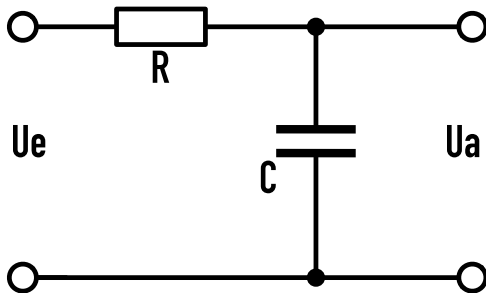
## 3 Quellen



# Aktive und passive Filter

## Passiv

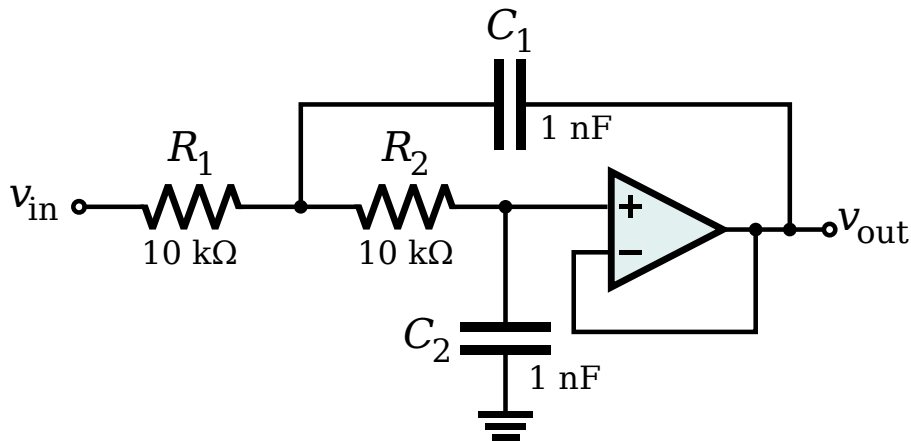
- Basierend auf Widerständen, Spulen und Kondensatoren (passive Bauelemente)
- Geeignet für hohe Frequenzen und große Leistungen



# Aktive und passive Filter

## Aktive

- Neben R,C,L auch OPVs und/oder Transistoren



# Einteilung

## 1 Allgemeines

- Definition und Aufgaben

## 2 Einteilung

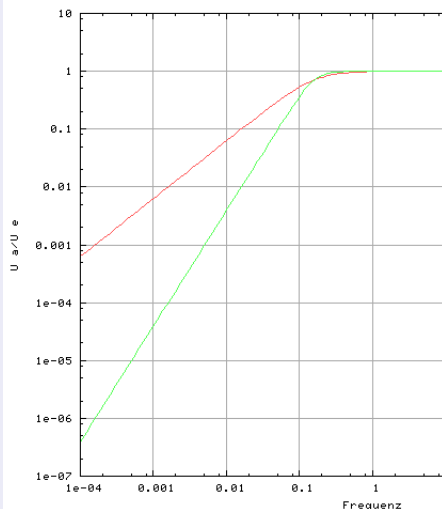
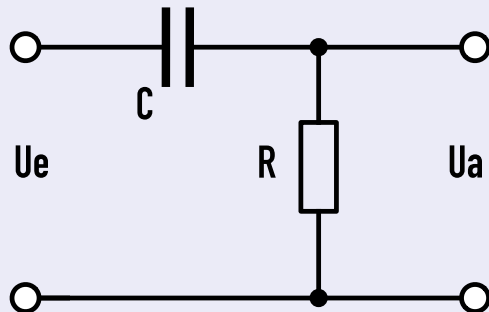
- Aktive und passive Filter
- Hoch-, Tief- und Bandpass
- Filterordnung
- Filtercharakteristik

## 3 Quellen

# Hoch-, Tief- und Bandpass

## Hochpass

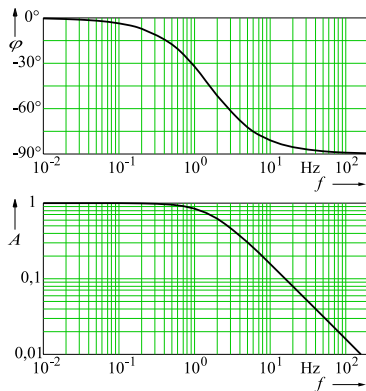
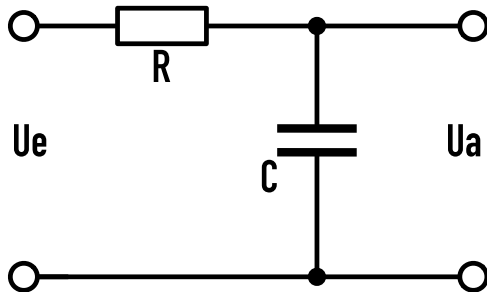
- Lässt Frequenzen oberhalb ihrer Grenzfrequenz passieren



# Hoch-, Tief- und Bandpass

## Tiefpass

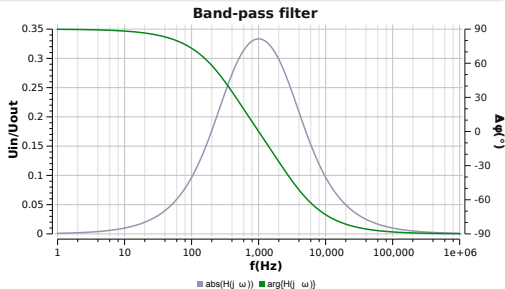
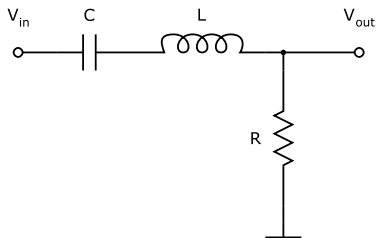
- Lässt Frequenzen unter ihrer Grenzfrequenz passieren



# Hoch-, Tief- und Bandpass

## Bandpass

- Lässt Frequenzen eines Frequenzbandes passieren
- Beschreibbar über Mittelfrequenz  $f_0$  und Bandbreite



# Einteilung

## 1 Allgemeines

- Definition und Aufgaben

## 2 Einteilung

- Aktive und passive Filter
- Hoch-, Tief- und Bandpass
- **Filterordnung**
- Filtercharakteristik

## 3 Quellen

# Filterordnung

## Filterordnung

- Beschreibt die Dämpfung oder Flankensteilheit von Frequenzen oberhalb oder unterhalb ihrer jeweiligen Grenzfrequenz.
- Bei Hoch- und Tiefpass  $n \cdot 20$  dB pro Dekade
- Bei Bandpass und Bandsperren halb so groß

## Realisierung

Durch Hintereinanderreihung von Filtern niedrigerer Ordnung

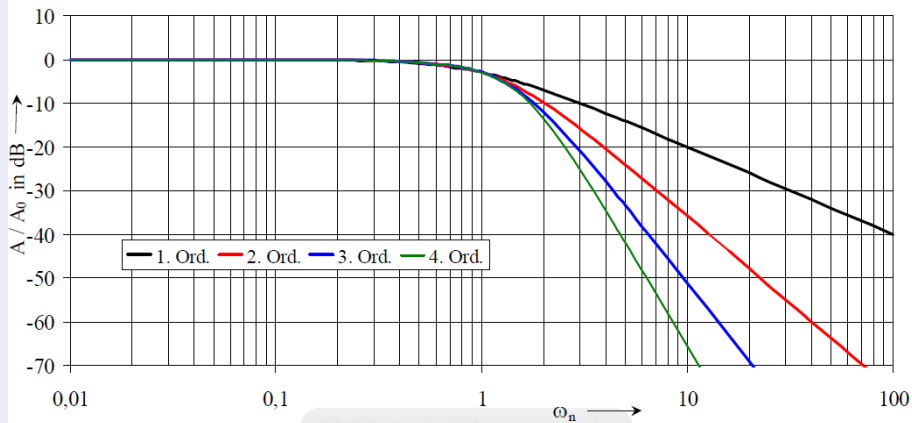
## Achtung

Hintereinanderschaltung von Filtern gleicher Grenzfrequenz ergibt Filter höherer Ordnung aber mit **anderer** Grenzfrequenz!



# Filterordnung

## Bessel-Tiefpässe 1. bis 4. Ordnung



# Einteilung

## 1 Allgemeines

- Definition und Aufgaben

## 2 Einteilung

- Aktive und passive Filter
- Hoch-, Tief- und Bandpass
- Filterordnung
- Filtercharakteristik

## 3 Quellen

## Übertragungsfunktion

$$A(s) = \frac{A_0}{(1 + a_1 s_n + b_1 s_n^2) \cdot (1 + a_2 s_n + b_2 s_n^2) \cdot \dots}$$

Übertragungsfunktion lässt sich durch Wahl der Koeffizienten  $a_n$  und  $b_n$  in verschiedene Richtungen optimieren

- Flacher Verlauf im Durchlassbereich
- Monotone Dämpfung im Sperrbereich
- Geringes Überschwingen der Sprungantwort
- Welligkeit, ...

## Beispiele

- Butterworth
- Bessel
- Tschebyscheff
- ...

# Filtercharakteristik

## Butterworth

- Optimiert auf horizontalen Verlauf im Durchlassbereich

## Bessel

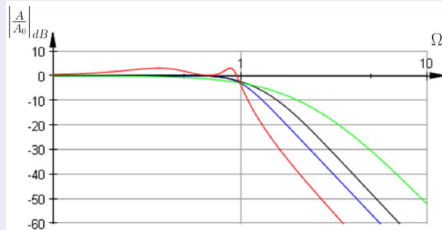
- Optimiert für Rechteckübertragung

## Tschebyscheff

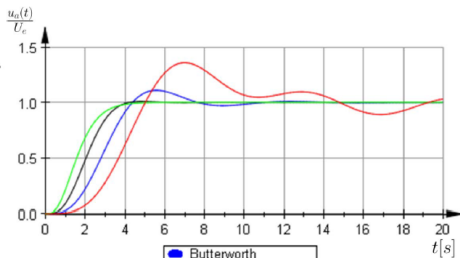
- Optimiert für scharfen Knick an der Grenzfrequenz
- Besitzt festzulegende Welligkeit

# Filtercharakteristik

## Butterworth



- Butterworth
- Bessel
- Kritische Dämpfung
- Tschhebyscheff



- Butterworth
- Bessel
- Kritische Dämpfung
- Tschhebyscheff

Fragen?

Fragen?

# Ende

Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit.



# Quellen I

- <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e8/Tiefpass.svg>
- [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/de/Bodediagramm\\_Tiefpass.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/de/Bodediagramm_Tiefpass.svg)
- [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Sallen-Key\\_Lowpass\\_Example.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Sallen-Key_Lowpass_Example.svg)
- [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e5/Bessel-butterworth-filter\\_2.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e5/Bessel-butterworth-filter_2.png)
- <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5a/Hochpass.svg>
- <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/Filter.png>
- [http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Band\\_pass\\_filter.svg&filetimestamp=20060524091030](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Band_pass_filter.svg&filetimestamp=20060524091030)

# Quellen II

- [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/3/38/Band-pass-filter\\_1.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/3/38/Band-pass-filter_1.svg)
- [http://www.et-inf.fho-emden.de/~elmalab/indelek/download/Ind\\_5.pdf](http://www.et-inf.fho-emden.de/~elmalab/indelek/download/Ind_5.pdf)Seite4.
- Halbleiter-Schaltungstechnik - U. Tietze Ch. Schenk - Auflage 12 - S.816 Formel 13.4
- [http://www.mdt.tu-berlin.de/fileadmin/fg184/Lehre/Messtechnik/Vorlesung/MT1\\_Kap\\_5.pdf](http://www.mdt.tu-berlin.de/fileadmin/fg184/Lehre/Messtechnik/Vorlesung/MT1_Kap_5.pdf)Seite59-61