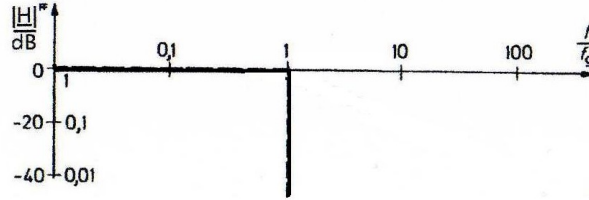


Tiefpass

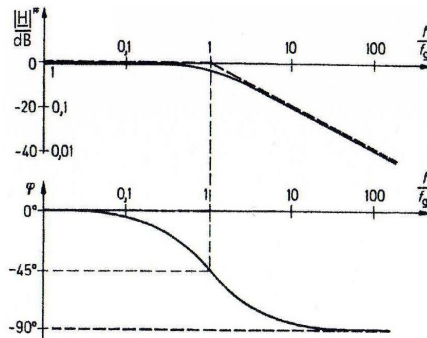
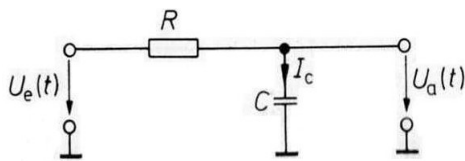
[Referat von Edgar Krune am 08.02.2008]

Filter: Zweifach mit definiertem Frequenzverhalten zwischen Eingangsgröße und Sendegröße.

Ideale Tiefpass: verzerrungsfreies System im Durchlassbereich, optimale Dämpfung im Sperrbereich.



Tiefpass 1. Ordnung:

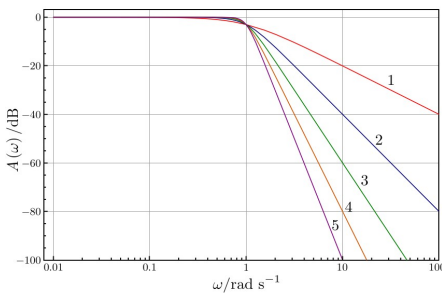


Frequenzgang lässt sich zerlegen in Amplitudenfrequenzgang und Phasenfrequenzgang
=> Bodediagramm

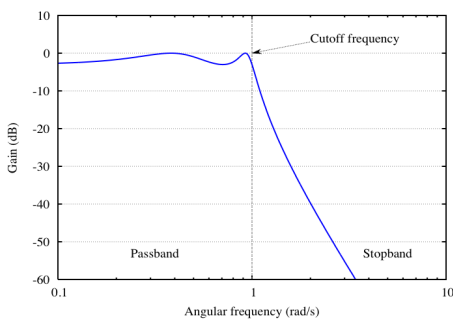
$$H = \frac{U_a}{U_e} = \frac{1}{1 + j\omega RC}$$

$$|H| = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 R^2 C^2}} \quad \varphi = -\arctan \omega RC$$

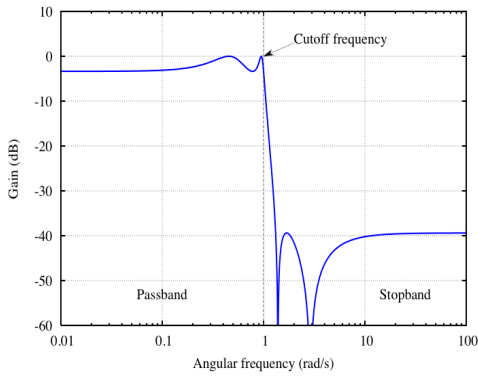
Frequenzgänge verschiedener Filtertypen:



Butterworthfilter: flacher Verlauf im Durchlassbereich, Dämpfung mit $n \cdot 20$ dB/Dekade im Sperrbereich, beträchtliches Überschwingen der Sprungantwort



Tschebyscheffilter: Welligkeit im Durchlassbereich, steilerer Abfall des Frequenzganges nach der Grenzfrequenz, starkes Überschwingen der Sprungantwort, Je größer die Welligkeit, desto steileres Abknicken des Frequenzganges



Cauerfilter: Sehr steiler Übergang vom Durchlass in den Sperrbereich, Oszillierender Verlauf im Sperr- und Durchlassbereich, starke Phasenverzerrung, minimaler Schaltungsaufwand

Filtergrundarten: Tief-, Hoch-, Bandpass, Bandsperre,
 Passive Filter (RLC-Schaltungen),
 Aktive Filter (RC-Schaltungen mit OPV),
 Digitale Filter

Allg. Übertragungsfunktion:

$$A(P) = \frac{A_0}{(1 + a_1 P + b_1 P^2)(1 + a_2 P + b_2 P^2) \dots} \quad P = \frac{j\omega}{\omega_g}$$

Filterentwurf: Basis eines Filterentwurfs sind Tabellen über Standardtiefpässe, Hoch-, Bandpässe und Bandsperren berechnen sich aus Tiefpässen,
 => Aufgabe des Entwicklers Anforderungen an einen Filter zu spezifizieren, um dann eine Filterschaltung zu entwerfen, die das Anforderungsprofil approximiert.

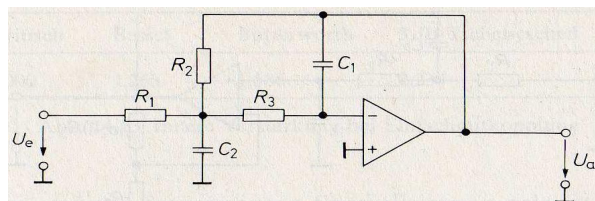
Filterentwurf:

1. Vorgabe der Filterkoeffizienten:

$$a_1 = \sqrt{2} \quad b_1 = 1 \quad \Rightarrow \quad A(P) = \frac{A_0}{1 + \sqrt{2} P + P^2}$$

2. Wahl einer Schaltung:

Aktives Tiefpassfilter 2. Ordnung mit Mehrfachgegenkopplung



3. Berechnung der Übertragungsfunktion:

$$A(P) = \frac{-R_2/R_1}{1 + \omega_g C_1 (R_2 + R_3 + \frac{R_2 R_3}{R_1}) P + \omega_g^2 C_1 C_2 R_2 R_3 P^2}$$

4. Koeffizientenvergleich:

$$R_2 = \frac{a_1 C_2 - \sqrt{a_1^2 C_2^2 - 4 C_1 C_2 b_1 (1 - A_0)}}{4 \pi f_g C_1 C_2} \quad R_1 = \frac{R_2}{-A_0} \quad R_3 = \frac{b_1}{4 \pi^2 f_g^2 C_1 C_2 R_2} \quad \frac{C_2}{C_1} \geq \frac{4 b_1 (1 - A_0)}{a_1^2}$$