Ideale Operationsverstärker

Goldene Regeln für gegengekoppelte Verstärker:
1. $I_{in} = 0$ "In die Eingänge fließt kein Strom","Der Eingangswiderstand ist Unendlich"
2. $U_{NIV} = U_{IV} = 0V$

Reale Operationsverstärker

Bias- und Offsetströme
Offsetspannungen
Kompensationsschaltungen

Analoge Rechenschaltungen

Impedanzwandler:
Addierer:
-invertierend
-nicht invertierend
Subtrahierer:
Integrierer:
Differenzierer:
Strom-Spannungs-Wandler:
Logarithmierer: (Schreibt man das so ?)
Exponenzierer:

Filter 1. Ordnung

Definitionen:
Ausgangsspannung des TP := U_A
Eingangsspannung des TP := U_E
Impedanz des Widerstands := Z_R
Impedanz des Kondensators := Z_C
Kapazität des Kondensators := C
Widerstand des Widerstands := R
Grenzfrequenz des Filters := f_c

Übertragungsfunktion Tiefpass:
Herleitung:

Allgemeiner Zusammenhang Spannungsteiler: $\frac{U_A}{U_E} = \frac{Z_C}{Z_R+Z_C}$

Einsetzen der Bauteilgleichungen: $\frac{U_A}{U_E} = \frac{\frac{1}{s \cdot C}}{R+\frac{1}{s \cdot C}}$

Bruch mit $s \cdot C$ erweitern: $\frac{U_A}{U_E} = \frac{1}{s \cdot RC+1}$

Einsetzen des Zusammenhangs $\frac{1}{RC} = 2\pi f_c$: $\frac{U_A}{U_E} = \frac{1}{1+\frac{s}{2\pi f_c}}$

Einsetzen des Zusammenhangs $s = j2\pi f$: $\frac{U_A}{U_E} = \frac{1}{1+\frac{j2\pi f}{2\pi f_c}}$

Kürzen: $\frac{U_A}{U_E} = \frac{1}{1+\frac{jf}{f_c}}$

Übertragungsfunktion Hochpass:
Herleitung:

Allgemeiner Zusammenhang Spannungsteiler: $\frac{U_A}{U_E} = \frac{Z_R}{Z_R+Z_C}$

Einsetzen der Bauteilgleichungen: $\frac{U_A}{U_E} = \frac{R}{R+\frac{1}{s \cdot C}}$

Bruch mit $\frac{s \cdot C}{s \cdot C}$ erweitern: $\frac{U_A}{U_E} = \frac{s \cdot RC}{s \cdot RC+1}$

Einsetzen des Zusammenhangs $\frac{1}{RC} = 2\pi f_c$ und Kürzen: $\frac{U_A}{U_E} = \frac{1}{1+\frac{f_c}{jf}}$

Filter höherer Ordnung

Übertragungsfunktion TP allg: $G(s) = \frac{A_0}{1+\frac{2D}{\omega_0}s+\frac{1}{\omega_0^2}s^2} = \frac{A_0}{1+a_1 s_n+b_1 s_n^2}, s_n = \frac{s}{\omega_c}$ (TODO Überprüfung ob $\omega_0 oder \omega_C$ in 1. Formel)
Dämpfung: $D = \frac{1}{2Q}$
Dämpfung aus Overshoot: $D = \sqrt{\frac{ln^2(os)}{ln(os)^2+\pi^2}}$
Gleichspannungsverstärkung: $A_0 = -\frac{R_2}{R_1}$
Grenzkreisfrequenz: $\omega_c = \sqrt{b_1} \cdot \omega_0$

Sallen Key Filter

Übertragungsfunktion TP: $\frac{U_a}{U_e} = \frac{\alpha}{1+s((1-\alpha)R_1C_2+s^2R_1R_2C_1C_2}, \alpha = A_0$

Multiple Feedback Filter

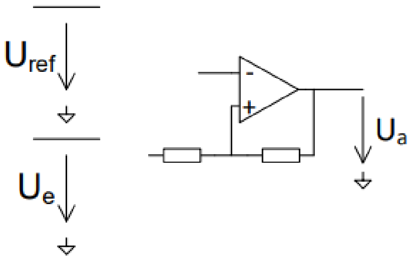
Übertragungsfunktion TP: $\frac{U_a}{U_e} = \frac{\frac{R2}{R1}}{1+sC_1 \cdot (\frac{R_3R_2}{R_1}+R_2+R3_3)+s^2C_1C_2R_2R_3}$
Eigenkreisfrequenz: $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{C_1C_2R_2R_3}}$

Q-Faktor: $Q = \frac{1}{\omega_0(\frac{R_2 R_3}{R_1} + R_2 + R3)}$

Amplitudengang: $|A_0(\omega)| = \frac{\frac{R_2}{R_1}}{\sqrt{(1-\frac{\omega}{\omega_0})^2 + (2D\frac{\omega}{\omega_o})}}$ (TODO: Testen und Herleiten omega-0 Fraglich)

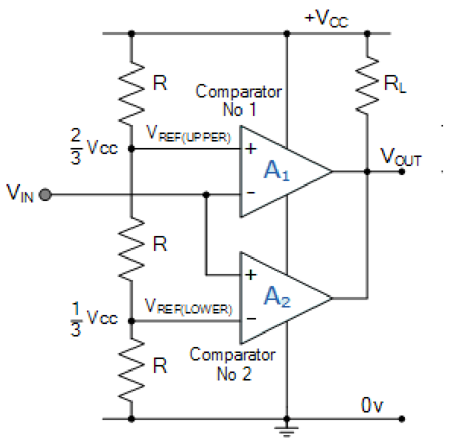
Schaltungen mit Mitkopplung

nichtinvertierender Komparator



invertierender Komparator

Fensterkomparator



Rechteck - Dreieckgenerator

vereinfachter Dreieckgenerator

PWM Generator