

1 Aufbau

Der Operationsverstärker ist ein Spannungsverstärker, der die Differenz der angelegten Eingangsspannungen (+/-) verstärkt. Dabei wird der OPV meist mit einer Symmetrischen Betriebsspannung $\pm U_B$ versorgt, womit am Ausgang Signale beliebiger Polarität erzeugt werden können.

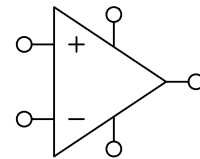
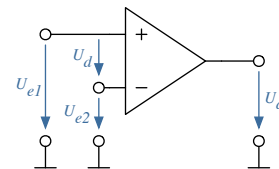


Abbildung 1: Schaltzeichen

2 Eigenschaften

Die Vorteile des OPV sind durch seinen internen Aufbau ein sehr hoher Eingangswiderstand und somit ein sehr geringer Eingangsstrom was angelegte Signale kaum belastet. Und das Ausgangssignal durch den geringen Ausgangswiderstand unabhängig von der angelegten Last ist.

Der OPV kann dabei in drei verschiedenen Betriebsarten betrieben werden, was durch die äußere Beschaltung festgelegt werden kann.



- ohne Rückkopplung, d.h. das Ausgangssignal wird nicht auf den Eingang zurückgeführt (Komparator)
- mit Mitkopplung, das Ausgangssignal wird auf den nichtinvertierenden Eingang zurückgeführt (Schmitt-Trigger)
- mit Gegenkopplung, das Ausgangssignal wird auf den invertierenden Eingang zurückgeführt (Verstärker)

Abbildung 2: Operationsverstärker

2.1 Idealer und realer OPV

	Idealer OPV	Realer OPV
Leerlaufverstärkung $[V_0]$	∞	$10^4 - 10^5$
Gleichtaktverstärkung $[V_G]$	0	0, 2
Gleichtaktunterdrückung $[CMRR]$	∞	$10^4 - 10^{10}$
Slew Rate $[SR]$	∞	$50V/ns - 1V/\mu s$
Eingangswiderstand $[R_e]$	∞	$1M\Omega - 100M\Omega$
Ausgangswiderstand $[R_a]$	0	$\leq 200\Omega$
Eingangsstrom $[I_{Bias}]$	0	$1pA - 100\mu A$
Aussteuerungsbereich $[U]$	$\pm U_B$	$\approx \pm U_B - 3V$
Frequenzverhalten	linear	Tiefpass

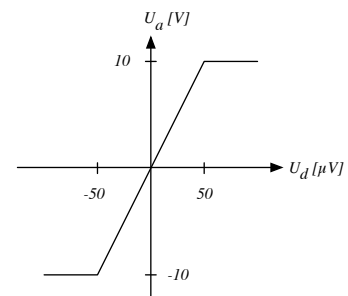


Abbildung 3: Kennline

3 Funktion und Anwendungen

Durch die Beschaltung können OPVs als Verstärker von Signalen, zu Rechenoperationen wie addieren, subtrahieren, differenzieren und integrieren, aber auch als Strom-Spannungswandler oder Impedanzwandler verwendet werden.

4 Grundsaltungen

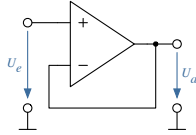


Abbildung 4: Impedanzwandler

$$V = \frac{U_a}{U_e} = 1$$

$$U_a = U_e$$

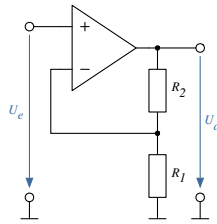


Abbildung 5: Nichtinvertierender Verstärker

$$V = \frac{U_a}{U_e} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$U_a = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot U_e$$

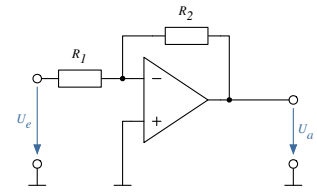


Abbildung 6: Invertierender Verstärker

$$V = \frac{U_a}{U_e} = -\frac{R_2}{R_1}$$

$$U_a = -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_e$$

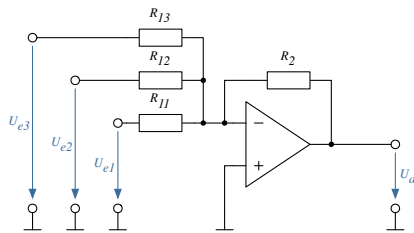


Abbildung 7: Invertierender Summierverstärker

$$U_a = -R_2 \cdot \left(\frac{U_{e1}}{R_{11}} + \frac{U_{e2}}{R_{12}} + \frac{U_{e3}}{R_{13}} \right)$$

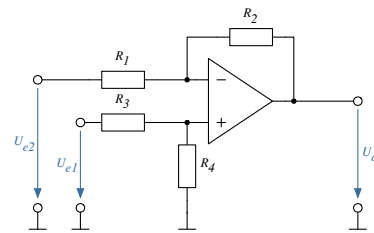


Abbildung 8: Differenzierverstärker

$$U_a = \frac{(R_1 + R_2) R_4}{(R_3 + R_4) R_1} \cdot U_{e1} - \frac{R_2}{R_1} \cdot U_{e2}$$

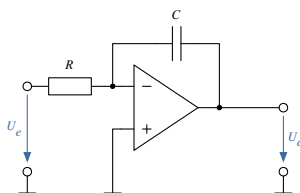


Abbildung 9: Integrierer

$$U_a = -\frac{1}{RC} \cdot \int_0^t U_e(\tau) d\tau + U_a(0)$$

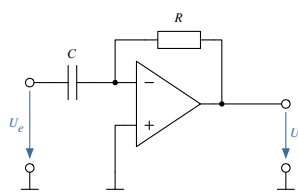


Abbildung 10: Differenzierer

$$u_a = -RC \cdot \frac{d}{dt} u_e$$

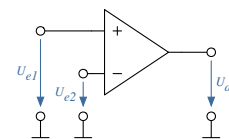


Abbildung 11: Komparator

Literatur

- [1] Prof. Dr.-Ing. Reinhold Orglmeister, *Analog- und Digitalelektronik*, TU Berlin, 2012.
- [2] <http://de.wikipedia.org/wiki/Operationsverstärker>, *Operationsverstärker*, 2014-11-05.
- [3] <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0209092.htm>, *Operationsverstärker*, 2014-11-05.
- [4] <http://www.falstad.com/circuit/>, *Circuit Simulator*, 2014-11-05.