

Operationsverstärker

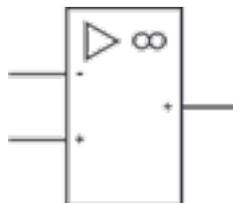
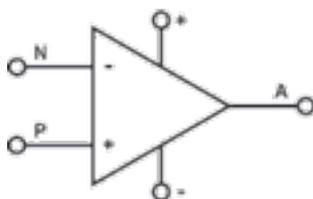
Mathis Schmieder - 30.04.2009

- Englisch “Operational Amplifier”, mehrstufiger, hochverstärkender Differenzverstärker mit galvanisch gekoppelten Stufen.
- Hat einen invertierenden und einen nicht invertierenden Eingang sowie eine Spannungsversorgung. OPVs sind meist (Datenblatt!) mit einer negativen und einer positiven Spannung zu versorgen. Nicht “single-supply”-fähige OPVs liefern mit nur einer Spannung keine stabilen Ergebnisse.
- Abhängig von der Außenbeschaltung können OPVs als Verstärker, Oszillatoren oder Filter funktionieren sowie mathematische Operationen (Addieren, Subtrahieren, Integrieren, Differenzieren etc) ausführen.
- Generell besteht ein Operationsverstärker aus drei Stufen:
 - Eingangsstufe: Differenzverstärker
 - Verstärkerstufe mit hoher Verstärkung
 - Endstufe: Gegentaktverstärker
- Mitkopplung: Das Ausgangssignal wird an den nicht invertierenden Eingang zurückgeführt
- Gegenkopplung: Das Ausgangssignal wird an den invertierenden Eingang zurückgeführt
- Die maximale Ausgangsspannung ist höchstens so hoch wie die Betriebsspannung

Unterschiede zwischen idealen und realen Operationsverstärkern:

Kenngröße	Idealer Operationsverstärker	Realer Operationsverstärker
Verstärkungsfaktor V	unendlich	ca. 1.000.000
Eingangswiderstand R_e	unendlich Ω	1 M Ω bis 1000 M Ω
Untere Grenzfrequenz f_{\min}	0 Hz	0 Hz
Unity-Gain-Frequenz-Bandbreite	unendlich Hz	> 100 MHz
Gleichtaktverstärkung V_{GI}	0	ca. 0,2
Gleichtaktunterdrückung G	unendlich	ca. 5.000.000
Rausch-Ausgangsspannung U_{rausch}	0 V	ca. 3 μ V

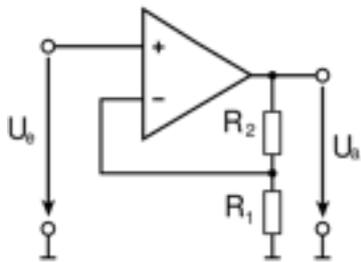
Schaltsymbole:



Quellen:

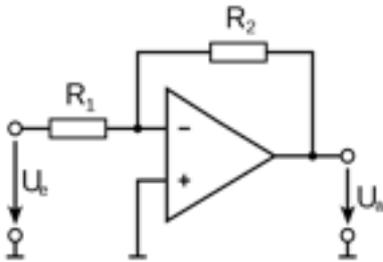
- Joachim Federau: Operationsverstärker, 4. Edition, Vieweg, ISBN 3-8348-0183-8
- Übungsbuch Elektrische Messtechnik, Springer, ISBN 3-540-21883-8
- Erwin Böhmer: Elemente der angewandten Elektronik, ISBN 3-528-04090-4
- <http://www.eng.usf.edu/~sadow/eel3302/741.html>
- <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0209092.htm>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Operationsverstärker>

Übersicht der gängigsten Verschaltungen



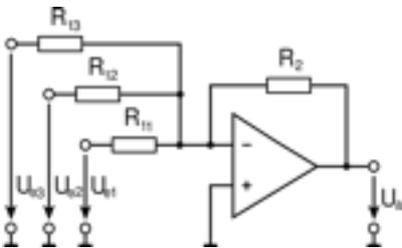
Nicht-Invertierender Operationsverstärker

$$v = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$



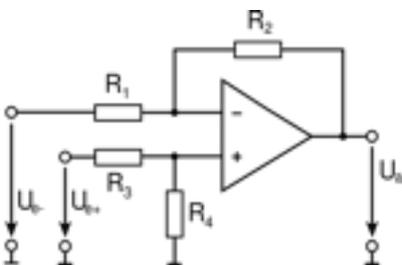
Invertierender Operationsverstärker

$$v = -\frac{R_2}{R_1}$$



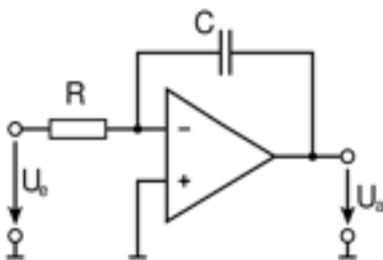
Addierer

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



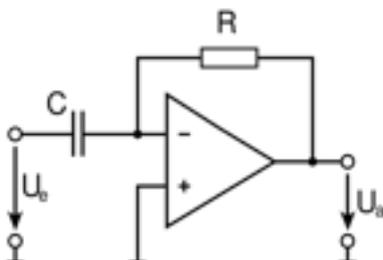
Subtrahierer

$$U_a = \frac{R_2}{R_1} (U_{e+} - U_{e-})$$



Integrierer

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



Differenzierer

$$U_a = -RC \frac{dU_e(t)}{dt}$$