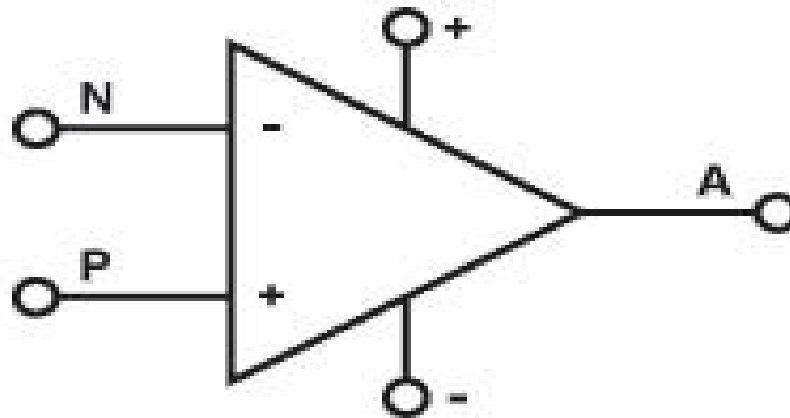


Operationsverstärker OPV



Quelle:1

Houssein Zreik

Betreuer : Ulrich Pötter

3/5/2010

Übersicht

- Geschichte
- Schaltsymbole
- Struktur
- Ansteuerung
- Temperaturbereich
- Idealer/Realer OPV
- Übertragungskennlinie
- Verstärkung
- Rückkopplung
- Anwendungen
- Quellen

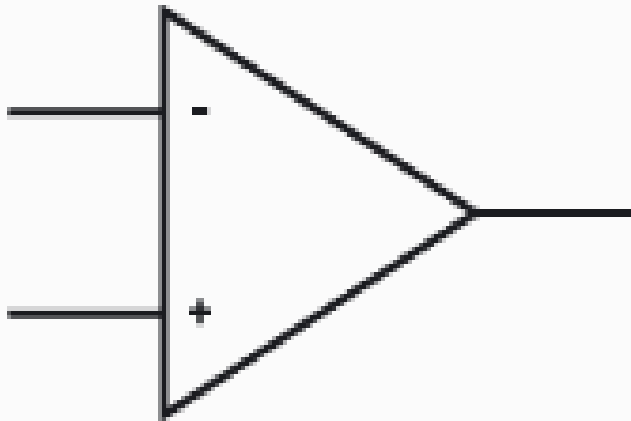
Geschichte :



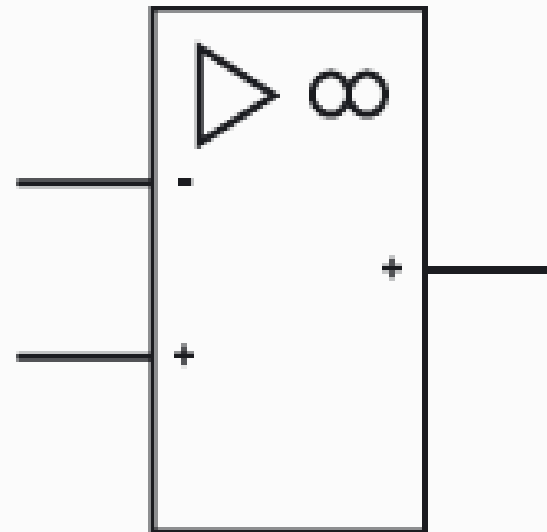
- Bau der ersten Differenzverstärker → um 1930
- Operational Amplifier → Operationsverstärker
- Erster stromgegekoppelte Operationsverstärker
→Entwickler: David Nelson
- Zunahme der Stückzahlen führte zur Preissenkung der Bauteile

Schaltsymbole:

**DIN 40900 T.10
(veraltet)**



DIN 40900 T.13 (aktuell)

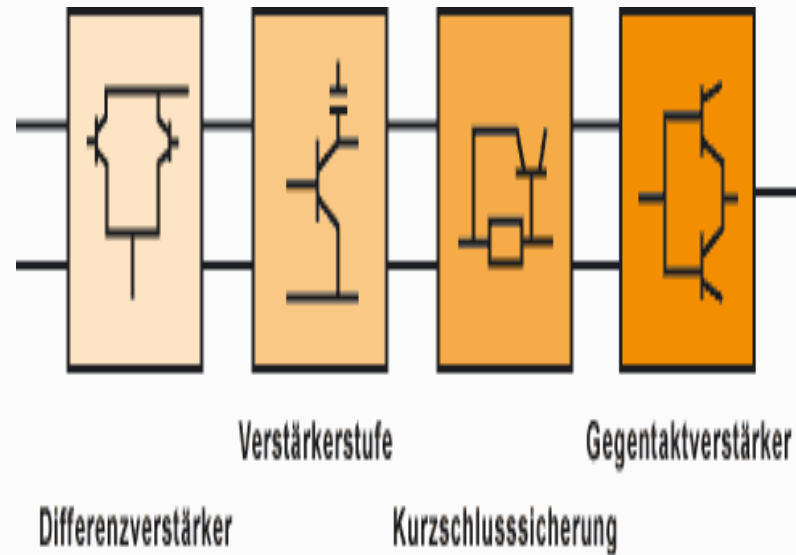


Quelle :2

Struktur :

1. Eingangsstufe(Differenzverstärker)
2. Verstärkerstufe
3. Kurzschlusssicherung
4. Die Endstufe(Gegentaktverstärker):

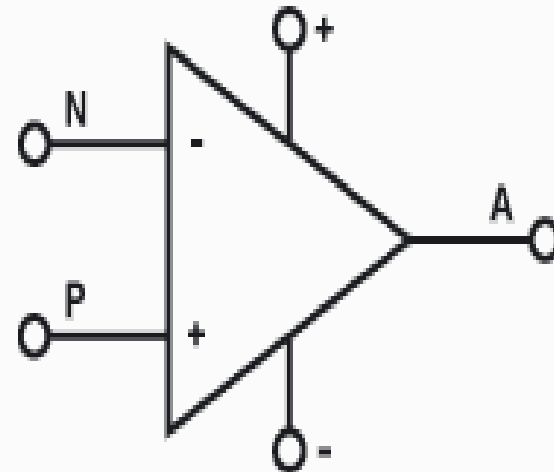
liefert kräftige Ausgangsströme bei niedrigem Innenwiderstand



Quelle:3

Ansteuerung

- wird oft symmetrisch mit **zwei** identischen Gleichspannungen betrieben.
- Bei manchen Anwendungen mit nur **einer** Gleichspannung
- Der Minusanschluss wird dann mit dem GND der Betriebsspannung verbunden. Für jeden Operationsverstärkertyp werden andere Speisespannungsanschlüsse geschaltet



Quelle :4

Temperaturbereich

- Integrierte Operationsverstärker : Bereich der Umgebungstemperatur von 0 bis 70 °C bis hin zu -55 bis 125 °C.

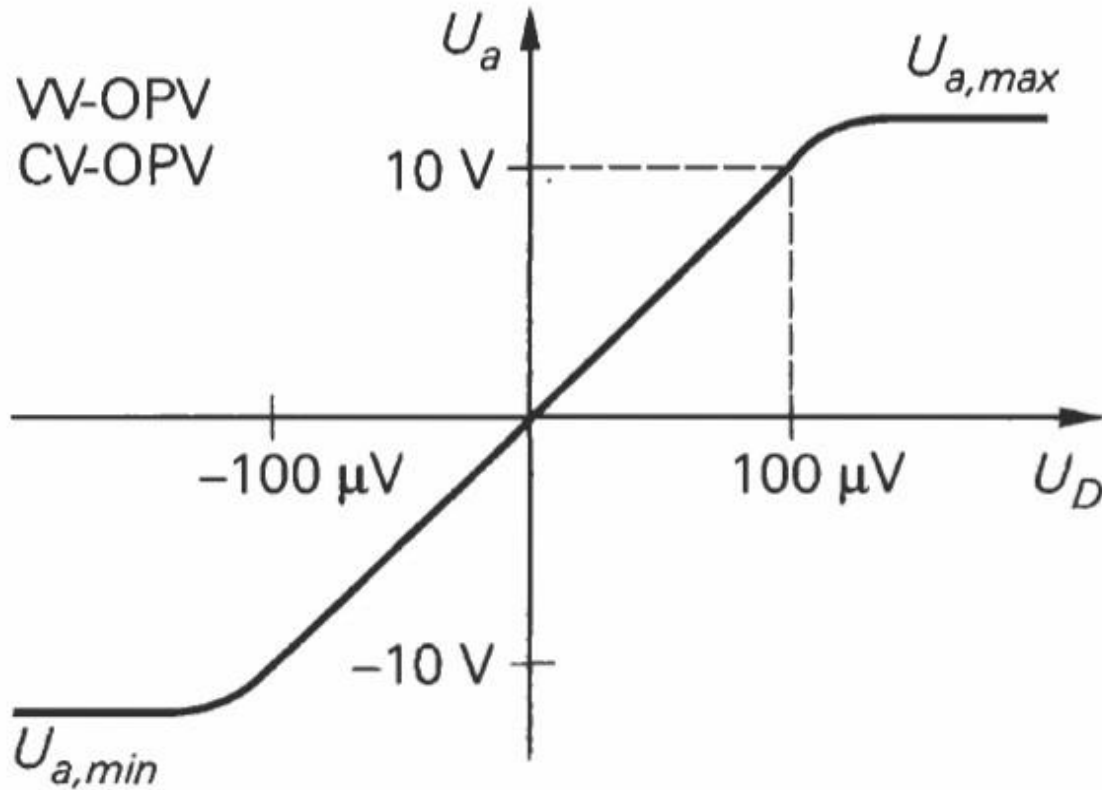
- Oder spezielle Typen für Umgebungstemperaturen von mehr als 200 °C, beispielsweise der Vierfachoperationsverstärker *HT1104*.

Vergleichstabelle



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_{Gl}	0	ca. 0,2
Gleichtaktunterdrückung G	unendlich	ca. 5.000.000
Rausch-Ausgangsspannung U_{rausch}	0 V	ca. 3 μ V

Übertragungskennlinie:



Quelle :6

Verstärkung

- Geradeausverstärkung:
$$U_a = V_G \cdot (U_P - U_N) = V_G \cdot U_D \rightarrow V_G = U_a / U_D$$
- Sehr hoch (über 10.000)
- Zur Begrenzung:
Teil der Ausgangsspannung auf einen Eingang zurückführen (Rückkopplung)

Rückkopplung:

Gegenkopplung:

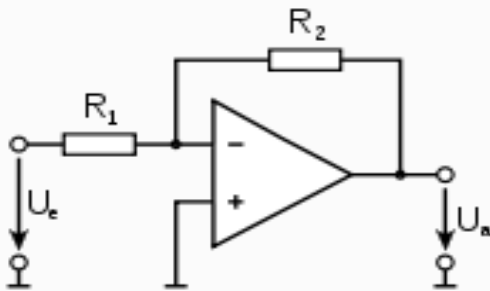
- Ein Teil des Ausgangssignals wird an den invertierenden Eingang zurückgeführt.
- U_D wird auf Null gehalten
- Beschränkung der maximalen Verstärkung

Mitkopplung:

- Ein Teil des Ausgangssignals wird an den **nicht** Invertierenden Eingang zurückgeführt.
- Verstärkung wird immer höher
- Es kommt zur Sättigung, d.h. zur Ausgangsspannung
- wird nur durch die obere oder untere Betriebsspannung begrenzt.

Anwendungen:

Invertierender Verstärker

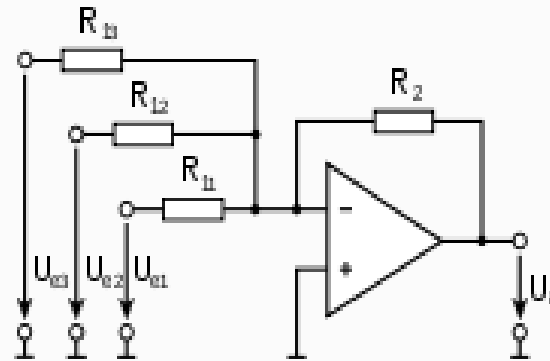


$$v = -\frac{R_2}{R_1}$$

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

Quelle :7

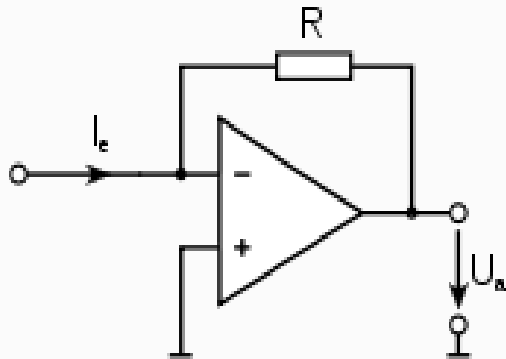
Invertierender Addierer/Summierverstärker



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

Quelle :8

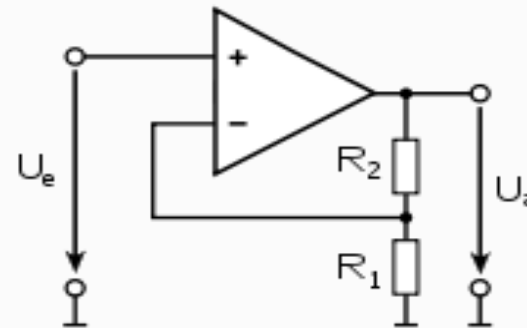
Strom-Spannungs-Wandler



$$U_a = -R \cdot I_e$$

Quelle :9

Nichtinvertierender Verstärker

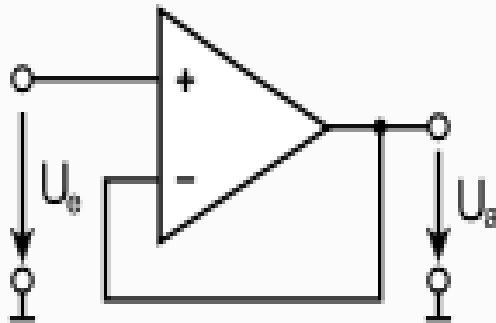


$$v = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

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

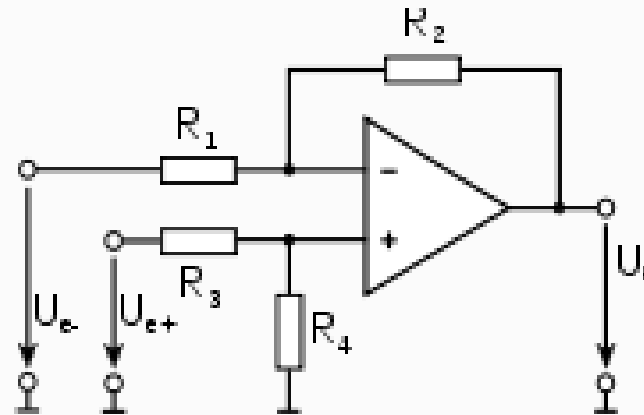
Quelle :10

Impedanzwandler



Quelle :11

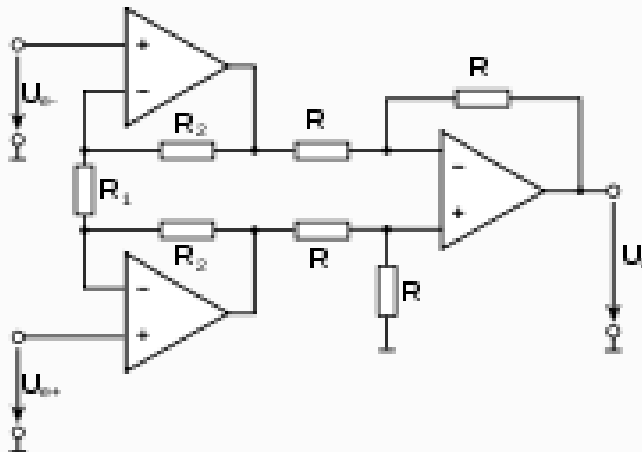
Differenzverstärker / Subtrahierverstärker



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

Quelle :12

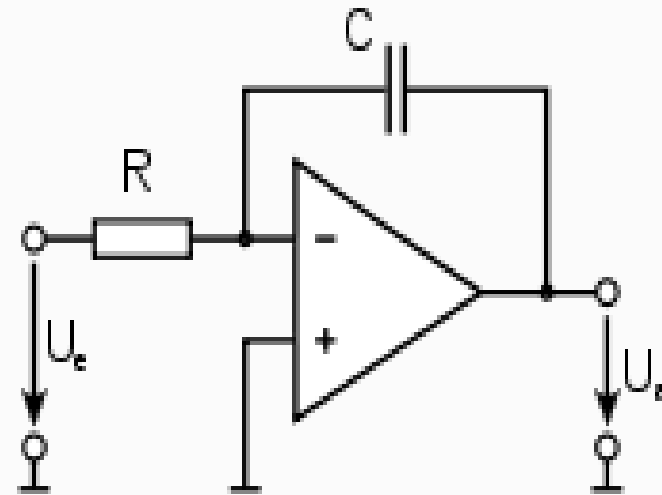
Instrumentenverstärker



$$U_a = \left(1 + \frac{2R_2}{R_1}\right) (U_{e+} - U_{e-})$$

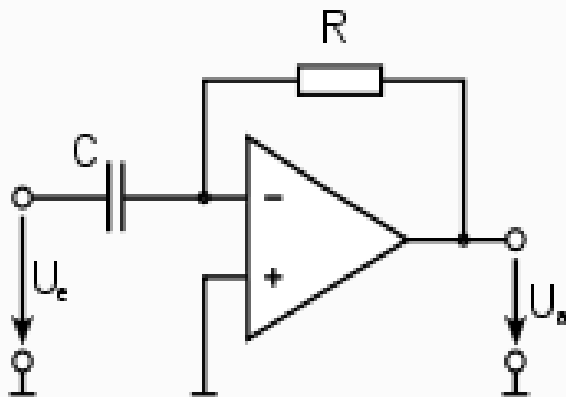
Quelle :13

Integrierer



Quelle :14

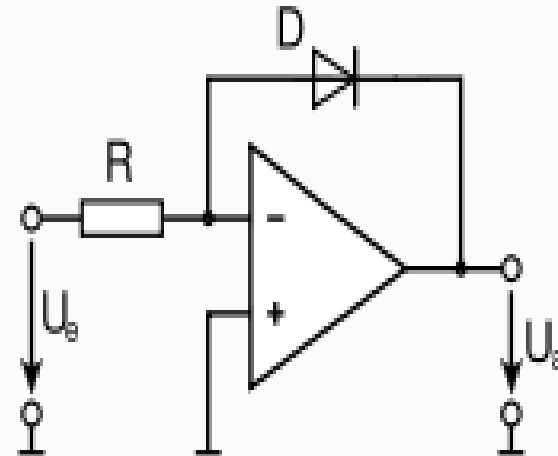
Differenzierer



$$U_a = -R \cdot C \cdot \frac{dU_e(t)}{dt}$$

Quelle :15

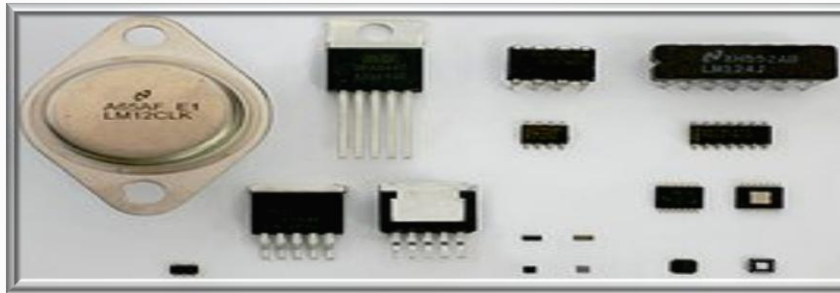
Logarithmus und Exponentialfunktion



$$U_a = -m \cdot \ln \left(\frac{U_e}{n \cdot R} \right)$$

Quelle :16

Quellen:



- <http://de.wikipedia.org/wiki/Operationsverst%C3%A4rker> am 27.04.2010
- <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0209092.htm> am 27.04.2010
- U. Tietze, Ch. Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Seite 483

Bilder :

1. <http://www.betz-kh.de/Bilder/OP.jpg> am 27.04.2010
2. <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/schalt/02090921.gif> am 27.04.2010
3. <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/bilder/02090921.gif> am 27.04.2010
4. <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/schalt/02090921.gif> am 27.04.2010
5. <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/schalt/02090921.gif> am 27.04.2010
6. U. Tietze, Ch. Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Seite 483
7. http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Inverting_Amplifier.svg&filetimestamp=20070601123508 am 27.04.2010
8. http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Inverting_Adder.svg&filetimestamp=20070603152743 am 27.04.2010
9. http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Current_Voltage_Converter.svg&filetimestamp=20070602173009 am 27.04.2010
10. http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Noninverting_Amplifier.svg&filetimestamp=20070601123427 am 27.04.2010
11. http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Voltage_follower_4clamp_II.svg&filetimestamp=20080113195538 am 27.04.2010
12. http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Differential_Amplifier.svg&filetimestamp=20070603181835 am 27.04.2010
13. http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Instrumentation_Amplifier.svg&filetimestamp=20070603192149 am 27.04.2010
14. http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Integrating_Amplifier.svg&filetimestamp=20070604105126 am 27.04.2010
15. http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Aktiver_Tiefpass.png&filetimestamp=20060216221507 am 27.04.2010
16. <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:LOG-Opamp.svg&filetimestamp=20080113211304> am 27.04.2010

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Fragen?

Handout

Funktion:

- zwei Eingänge: einer invertierend (-), der andere nichtinvertierend (+)
- OPV versucht Differenzspannung zwischen den Eingängen auf 0V zu bringen
- wenn (-) Eingang größer als plus => Ausgangsspannung = negativ
- wenn (+) Eingang größer als Minus => Ausgangsspannung = positiv

Möglichkeiten:

- je nach Beschaltung bekommt man ein OPV
- Verstärkung und Vergleich von Signalen
- Ausführung mathematischer Operationen

Wichtige Kennwerte:

- sehr großer Eingangswiderstand (Mega Ohm)
- sehr kleiner Ausgangswiderstand (wenige Ohm)
- sehr große Verstärkung ($V=80-100$ dB)

Arten :

- Impedanzwandler, Komparator, Invertierender, Verstärker, Addierer/ Summierverstärker, Differenz-/Subtrahierverstärker, Integrator, Differenzierer, Strom-Spannungswandler