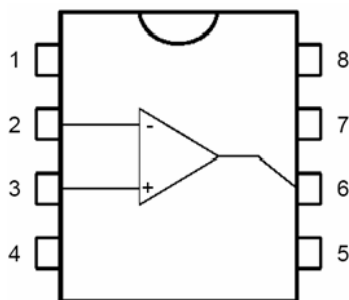


# Operationsverstärker

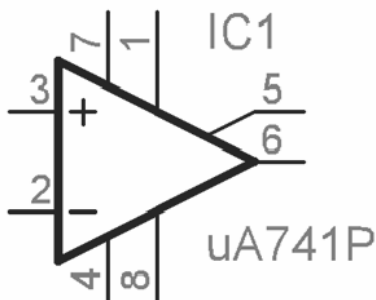
Martin Frauenhofer

- der OPV benötigt aktive Gleichspannungsversorgung
- die Ausgangsspannung kann nie größer werden als die Versorgungsspannung, damit wird Arbeitsbereich von dieser festgelegt
- Ausgangsspannung ist die (verstärkte) Differenz der beiden Eingangsspannungen auch jeweils gegen Masse
- erst die äußere Beschaltung entscheidet über die Wirkung eines OPV

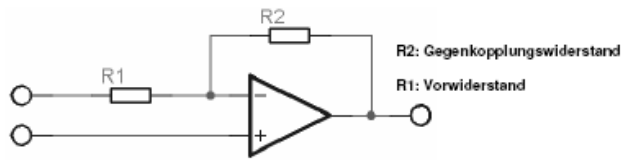
Realer OPV	Eigenschaft	Idealer OPV
bis zu $10^9 \Omega$	Eingangswiderstand	$\rightarrow \infty$
mehrere $\Omega$	Ausgangswiderstand	$\rightarrow 0$
$10^3 - 10^6$	Leerlaufverstärkung	$\rightarrow \infty$
1-2 V weniger als Betriebsspannung	Aussteuerbarkeit	volles Intervall der Betriebsspannung
Tiefpass	Frequenzverhalten	unendlich



1. Offset Null 1
2. invertierender Eingang
3. nicht-invertierender Eingang
4. Versorgungsspannung Minus-Pol
5. Offset Null 2
6. Ausgang
7. Versorgungsspannung Plus-Pol
8. nicht belegt oder Filteraufgaben

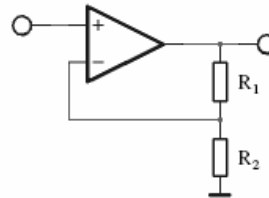


## invertierender Verstärker



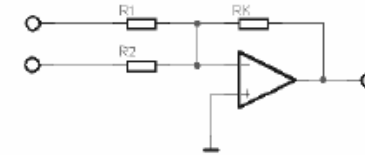
- Phasenverschiebung um  $180^\circ$
- Verstärkungsfaktor  $n = R_2/R_1$  ( $n \ll$  OPV-Verstärkung)  
absoluter Wert der Widerstände ohne Bedeutung

## nicht-invertierender Verstärker



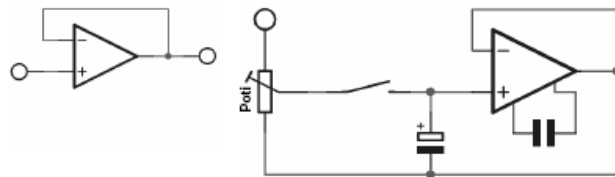
- Ein- und Ausgangsspannung in Phase
- zweite Variante der Rückkopplung durch Spannungsteiler

## Addierer



- Verarbeitung beliebig vieler Signale
- Gewichtung der Eingänge durch Widerstände  $R_1, R_2, \dots, R_n$
- Ausgangsspannung mittels  $U_a = -R_k \left( \frac{U_{a1}}{R_1} + \frac{U_{a2}}{R_2} + \dots + \frac{U_{an}}{R_n} \right)$

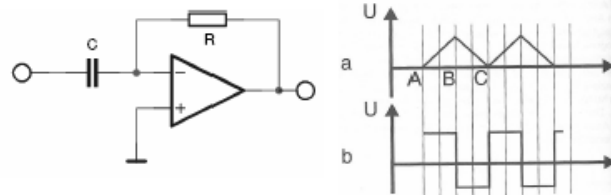
## Impedanzwandler



unbeschalteter OPV stellt Widerstand dar (bis  $10^9 \Omega$ )

- Anwendung: Signalquellen, die nicht belastet werden sollen  
Speicherung von Werten (über längere Zeit)

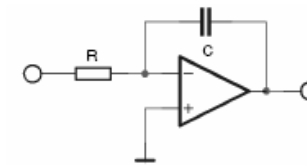
## Differenzierer



führt Differenzierung aus (wandelt Spannungen um, siehe rechts oben)

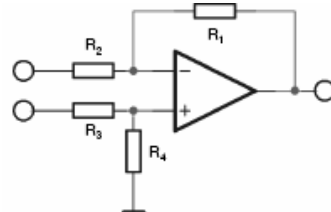
Anwendung: Bewegungs-Lichtsensor, der auf plötzliche starke und nicht auf langsame Änderungen (Tageslicht) reagieren soll

## Integrierer



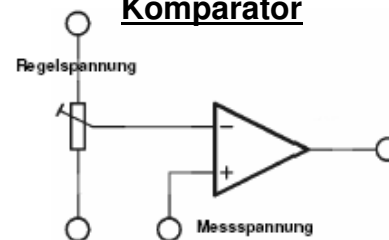
- konstante Spannungen werden in linear ansteigende umgeformt
- je größer Widerstand und Kondensator umso flacher die Steigung
- je größer die Frequenz der Eingangsspannung umso kleiner die Amplitude der resultierenden, da OPV schnell schalten muss

## Differenzverstärker



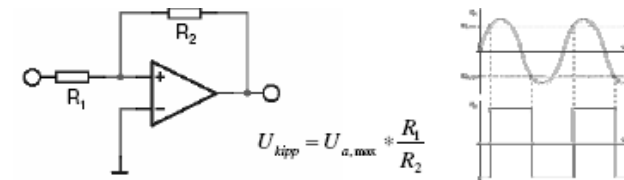
- Differenzverstärker oder Subtrahierer bilden Differenzen der Eingangsspannungen (und verstärken sie)
- alle am nicht invertierenden Eingang anliegenden Spannungen werden von denen am invertierenden Eingang abgezogen

## Komparator



- Eingangsspannung wird mit einer (regelbaren) Referenzspannung verglichen
- bei Über-/ Unterschreitung kippt der OPV in die positive oder negative Aussteuerengrenze
- Betrieb auch gegen Masse mit der Referenzspannung 0V

## Schmitt-Trigger



- Sinus-Rechteck-Wandler, dessen Auslöse- (Trigger-) Bedingung mit den Widerständen festgesetzt wird
- Ausgangsspannung kippt bei Eingangs-Schwellwert auf Maximum
- bei Unterschreitung des Schwellwerts, wieder Maximum (mit anderem Vorzeichen)
- Anwendung in jeder Digitalschaltung als Signalverstärker