

Operationsverstärker

von und mit

Martin Frauenhofer

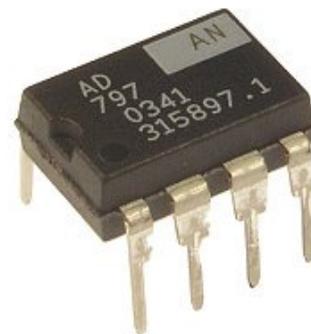
- 1. Funktionsweise / Aufbau**
- 2. Grundsaltungen**
- 3. Literatur- und Bildverzeichnis**

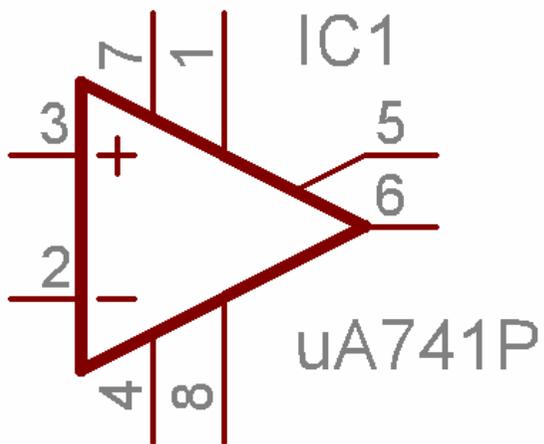
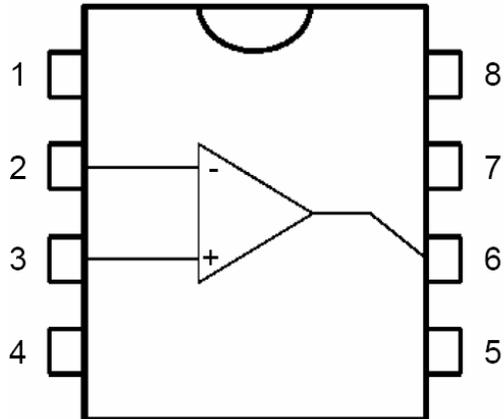


- 1. Einführung**
- 2. Pinbelegung / Schaltsymbol**
- 3. Eigenschaften**
- 4. Realer / Idealer OPV**
- 5. Innenleben**



- 1945 – 1960** **OPVs auf Röhrenbasis**
- ab 1960** **mit Transistoren bestückte OPV-Platinen**
- 1962** **erste integrierte Schaltkreise**
Hauptbestandteil jedes Analogrechners
- Mitte 1980** **very large scale integration („black box“)**





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

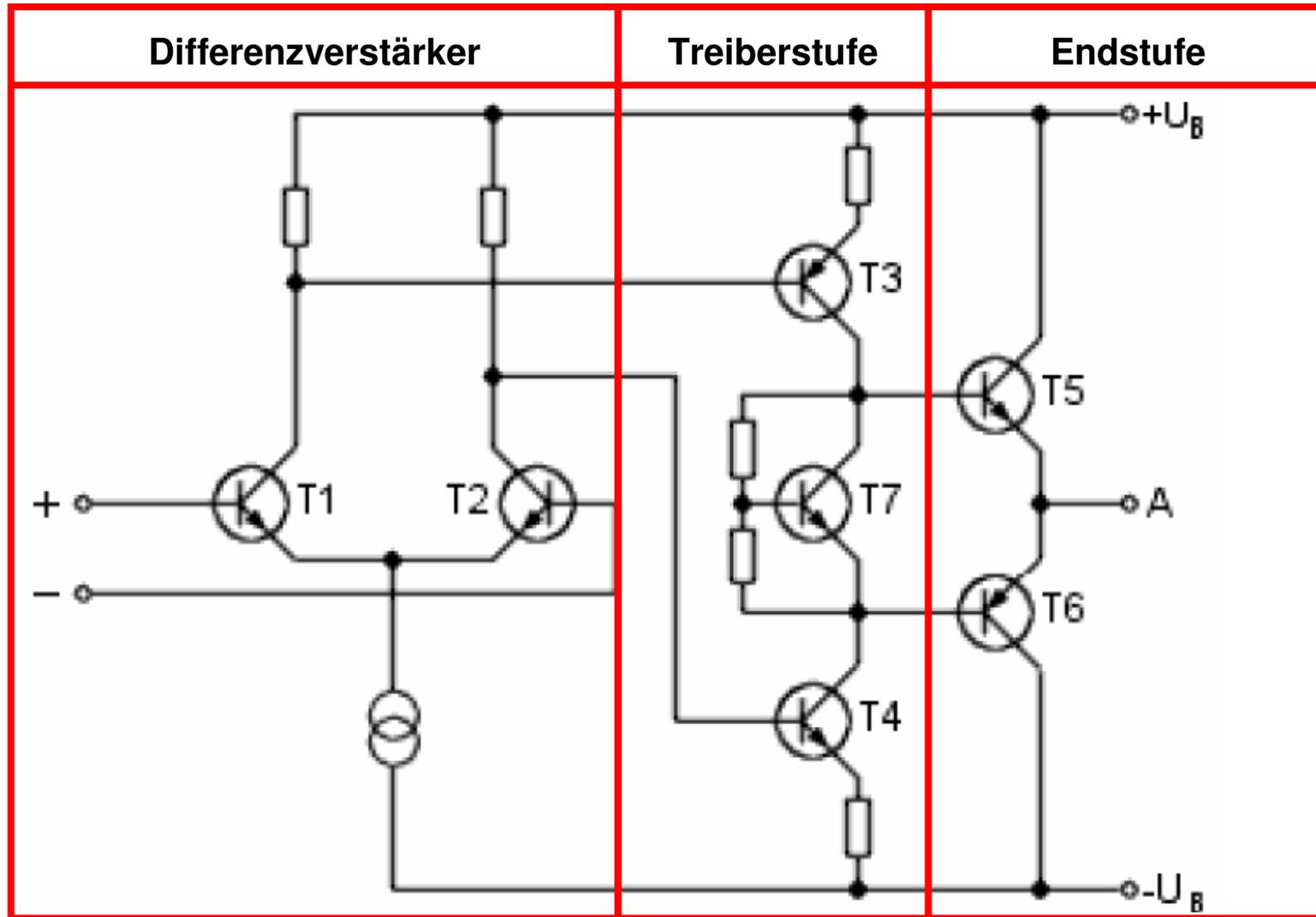


- **der OPV benötigt Gleichspannungsversorgung**
- **die Ausgangsspannung kann nie größer werden als die Versorgungsspannung, damit wird Arbeitsbereich von dieser festgelegt**
- **Ausgangsspannung ist die (verstärkte) Differenz der beiden Eingangsspannungen auch jeweils gegen Masse**
- **erst die äußere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



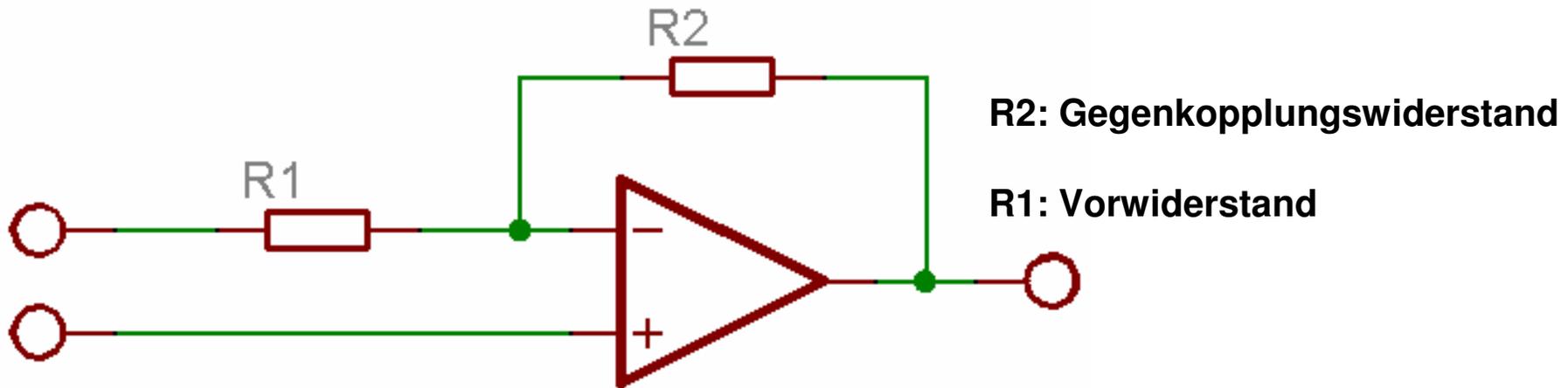
Realer OPV	Eigenschaft	Idealer OPV
bis zu $10^9 \Omega$	Eingangswiderstand	$\rightarrow \infty$
mehrere Ω	Ausgangswiderstand	$\rightarrow 0$
$10^3 - 10^6$	Leerlaufverstärkung	$\rightarrow \infty$
1-2 V weniger als Betriebsspannung	Aussteuerbarkeit	volles Intervall der Betriebsspannung
Tiefpass	Frequenzverhalten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





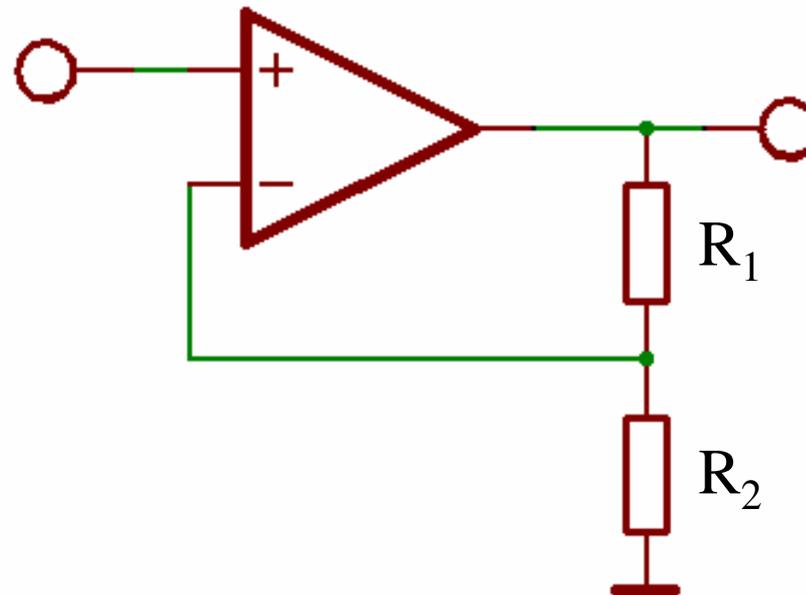
1. **invertierender Verstärker**
2. **nicht-invertierender Verstärker**
3. **Impedanzwandler**
4. **Differenzierer**
5. **Integrierer**
6. **Differenzverstärker**
7. **Komparator**
8. **Schmitt-Trigger**





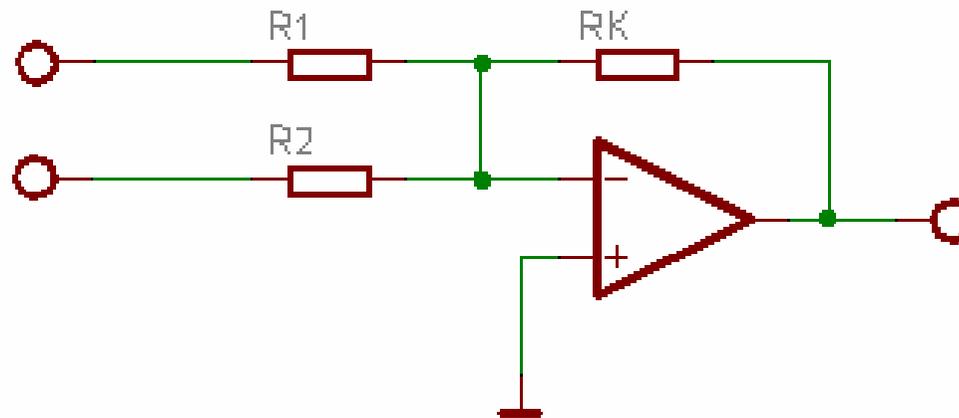
- Phasenverschiebung um 180°
- Verstärkungsfaktor $n = R_2/R_1$ ($n \ll \text{OPV-Verstärkung}$)
absoluter Wert der Widerstände ohne Bedeutung





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



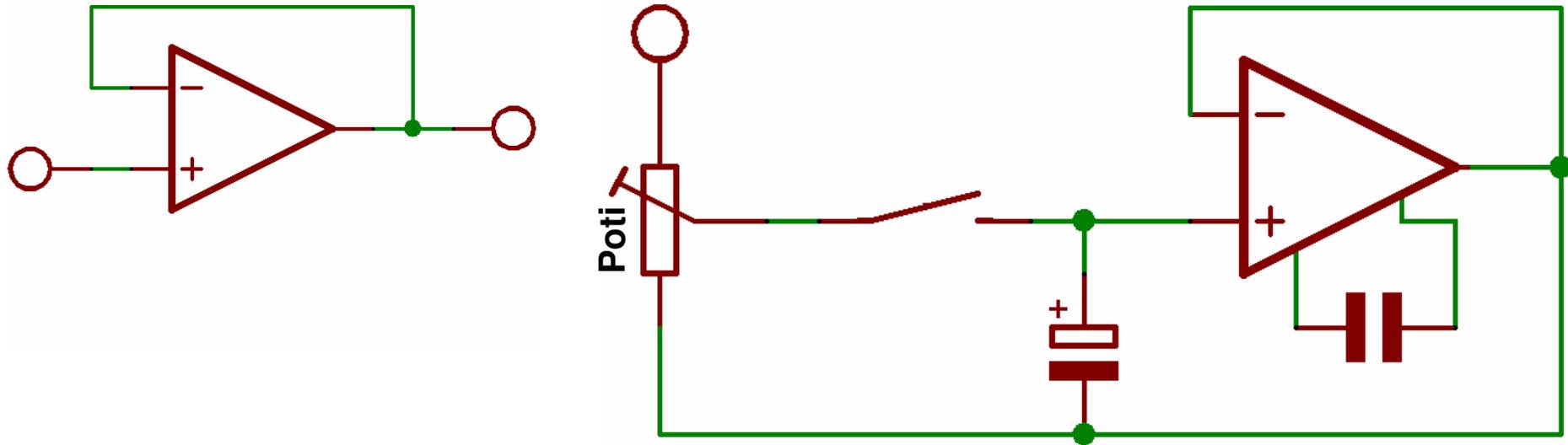


- **Verarbeitung beliebig vieler Signale**

- **Gewichtung der Eingänge durch Widerstände R_1, R_2, \dots, R_n**

- **Ausgangsspannung mittels $U_a = -R_k \left(\frac{U_{e1}}{R_1} + \frac{U_{e2}}{R_2} + \dots + \frac{U_{en}}{R_n} \right)$**



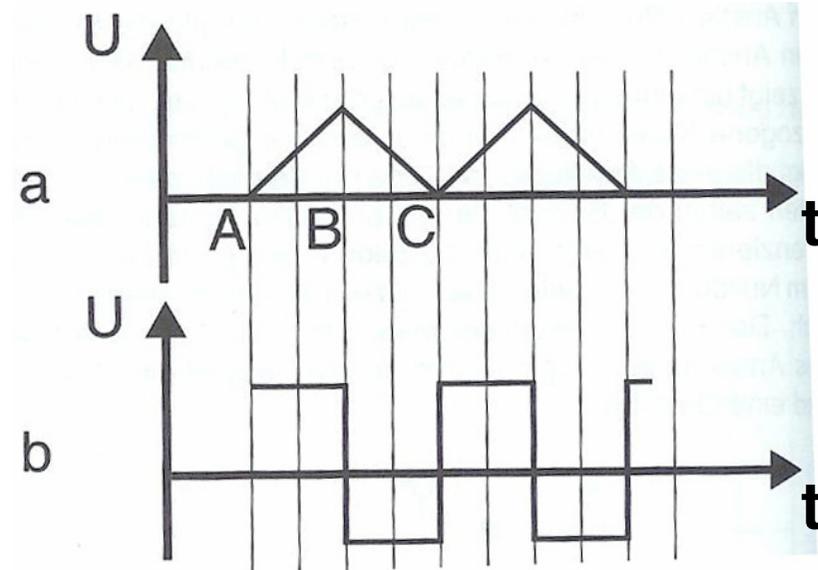
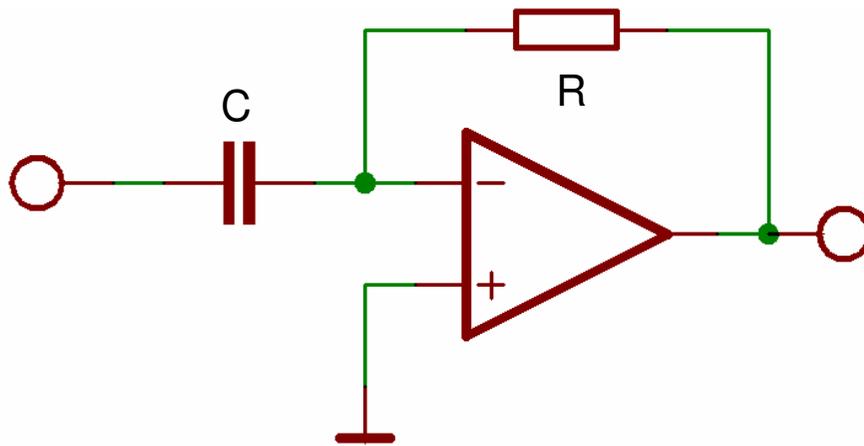


unbeschalteter OPV stellt Widerstand dar (bis $10^9\Omega$)

Anwendung: Signalquellen, die nicht belastet werden sollen

Speicherung von Werten (über längere Zeit)

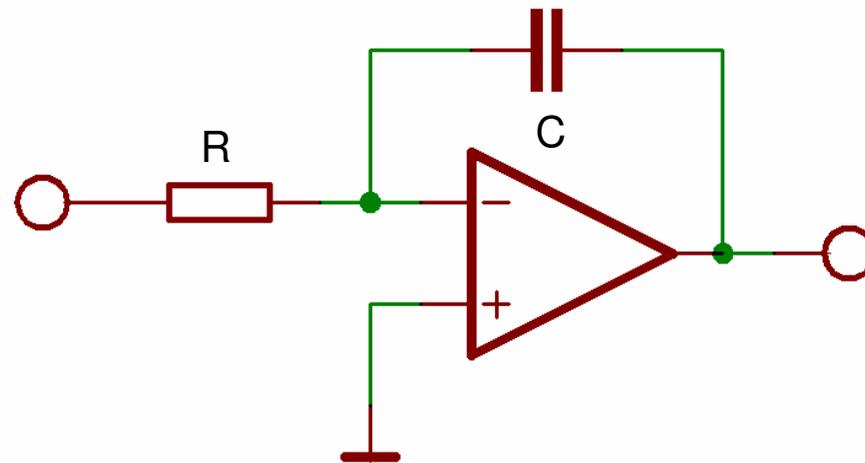




führt Differenzierung aus (wandelt Spannungen um, siehe rechts oben)

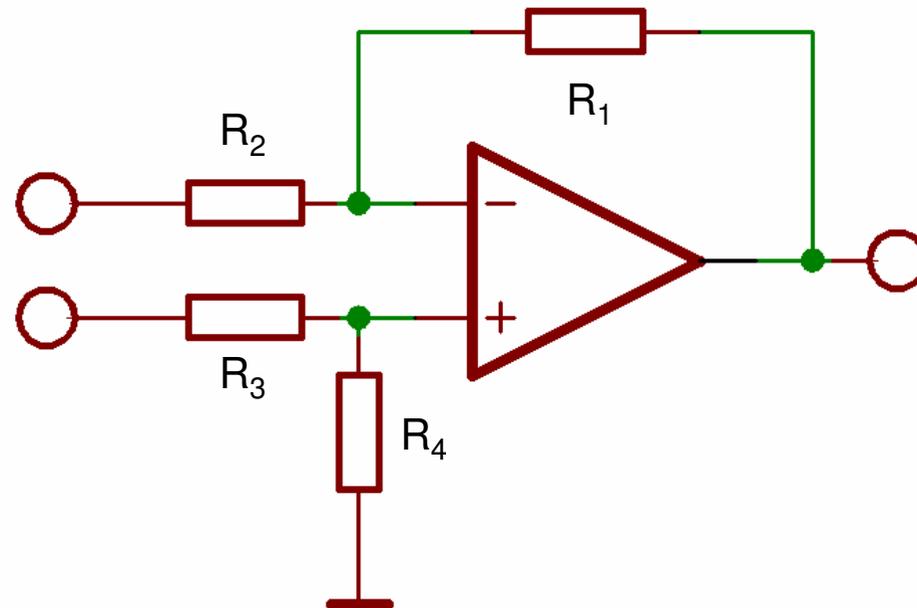
Anwendung: Bewegungs-Lichtsensord, der auf plötzliche starke und nicht auf langsame Änderungen (Tageslicht) reagieren soll





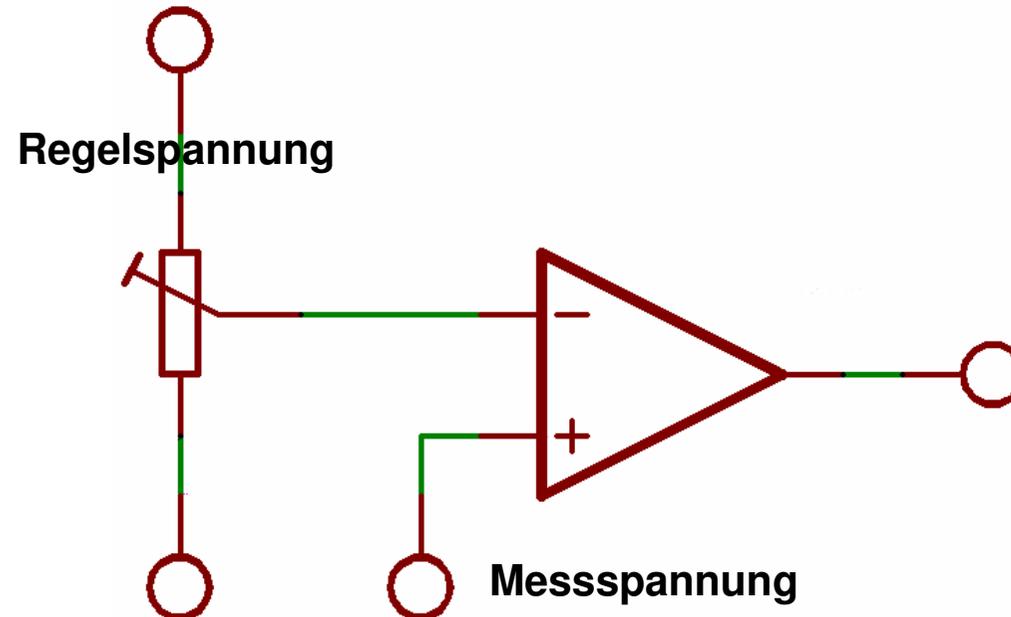
- konstante Spannungen werden in linear ansteigende umgeformt
- je größer Widerstand und Kondensator umso flacher die Steigung
- je größer die Frequenz der Eingangsspannung umso kleiner die Amplitude der resultierenden, da OPV schnell schalten muss





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

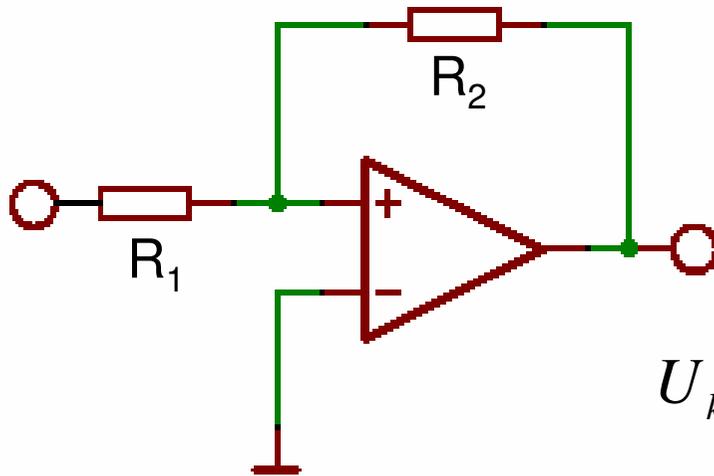




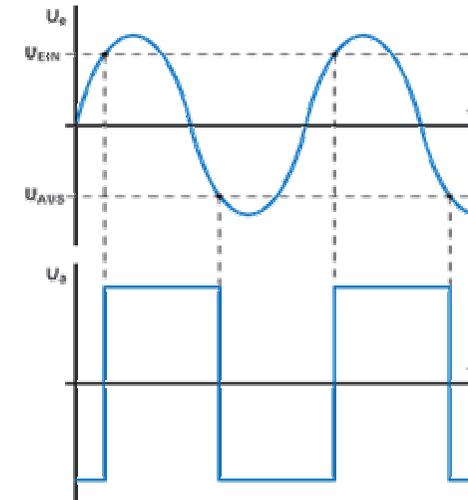
- Eingangsspannung wird mit einer (regelbaren) Referenzspannung verglichen
- bei Über-/ Unterschreitung kippt der OPV in die positive oder negative Aussteuergrenze
- Betrieb auch gegen Masse mit der Referenzspannung 0V



2.9 Grundsaltungen - Schmitt-Trigger



$$U_{kipp} = U_{a,max} * \frac{R_1}{R_2}$$



- 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



Internet

1. <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/sit/0209241.htm>
2. <http://batronix.com/elektronik/datenblaetter/opv.shtml>
3. <http://www.schuro.de/images/ICs/AD797.jpg>
4. <http://projektlabor.ee.tu-berlin.de/projekte/spannungswaechter/material/opgr2.pdf>
5. http://www.lorix.com/dip8_300_0000.jpg

Fachliteratur

1. Federau, Joachim, Operationsverstärker – Lehr- und Arbeitsbuch zu angewandten Grundsaltungen, 2. Auflage, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden (2001)
2. Diedrich, Kurt, Elektronik – gar nicht schwer, Buch 5: Experimente mit Operationsverstärkern, 4. Auflage, Elektor-Verlag, Aachen (2002)



Operationsverstärker

Herzlichen
Dank!