

Operationsverstärker - OPV

Gliederung:

1. Allgemeines Funktionsprinzip

- a.) Was ist ein OPV?
- b.) Wie funktioniert der OPV?
- c.) Regelung

2. Innerer Aufbau

3. OPV Grundschaltungen

- a.) Invertierender Verstärker
- b.) Nicht-Invertierender Verstärker
- c.) Differenzverstärker
- d.) Integrierer
- e.) Impedanzwandler
- f.) Komparator
- g.) Schmitt-Trigger

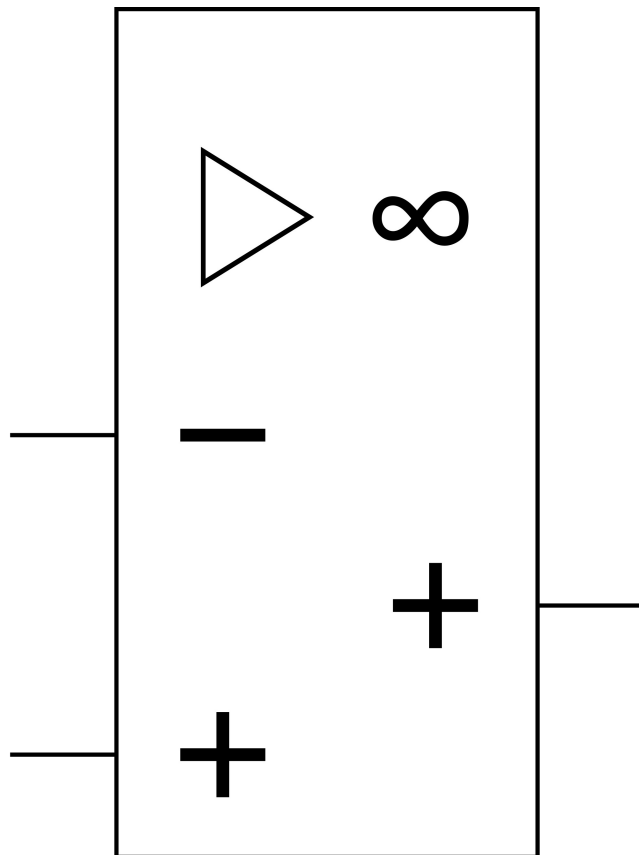
4. Anwendungsbeispiel

- a.) LMC555
- b.) Puls-Weiten-Modulation

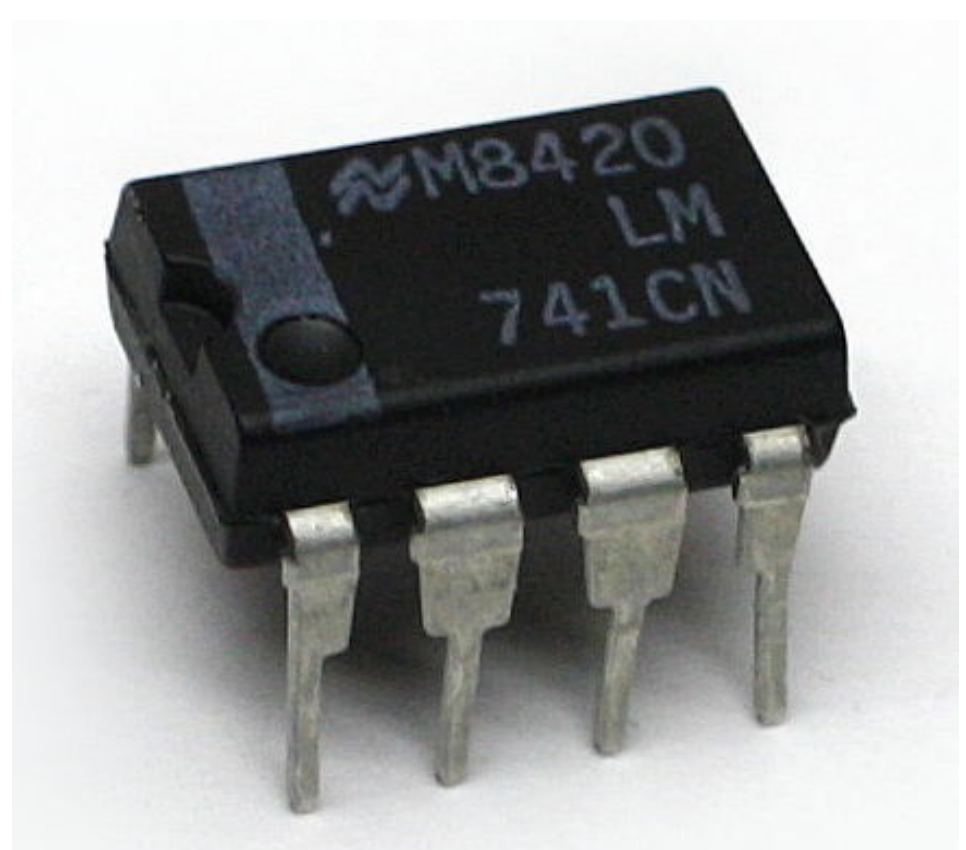
5. Kleines Fragespiel

Was ist ein OPV?

Idealer OPV

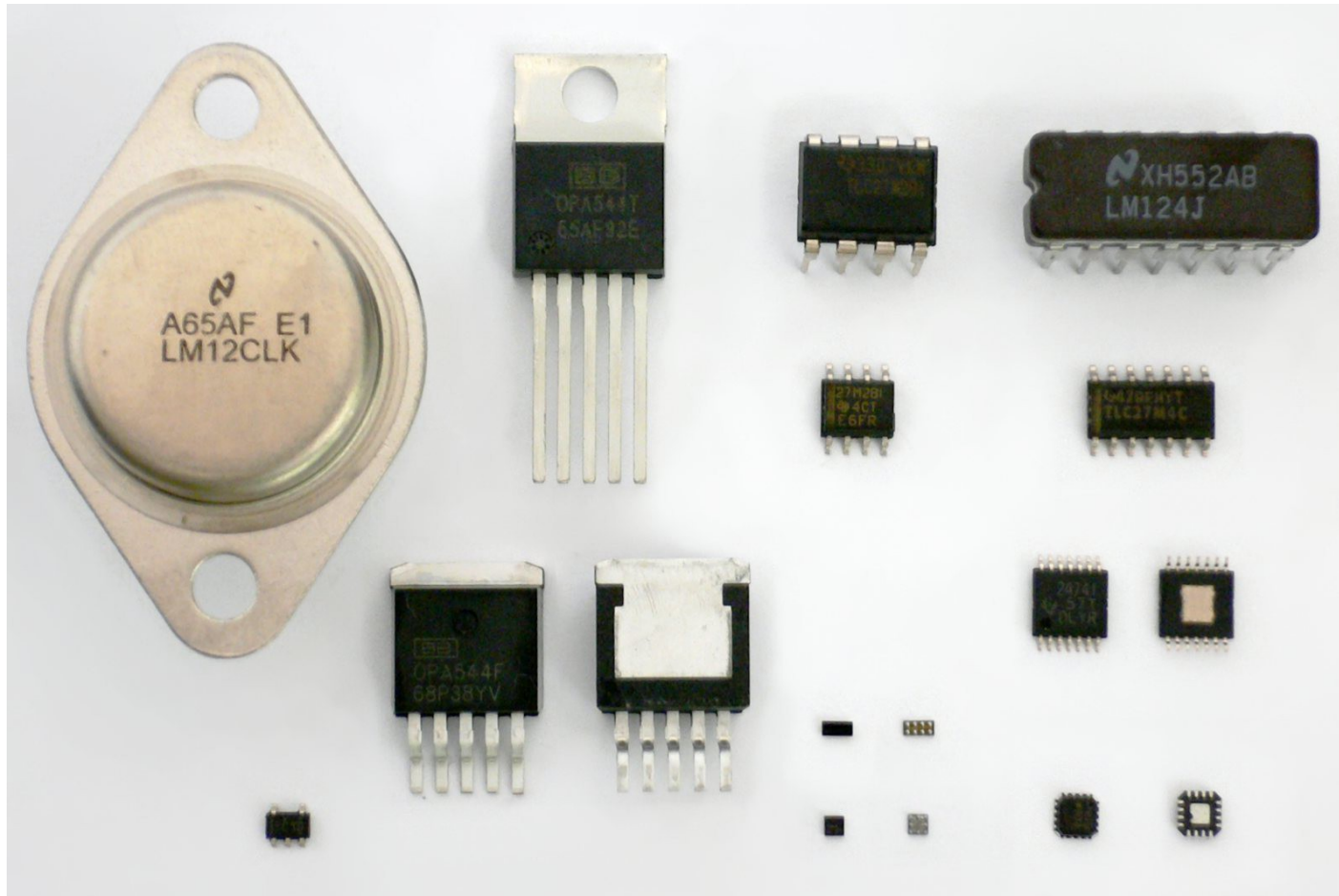


Realer OPV



Was ist ein OPV?

Diverse OPV-Gehäuse:



Regelung

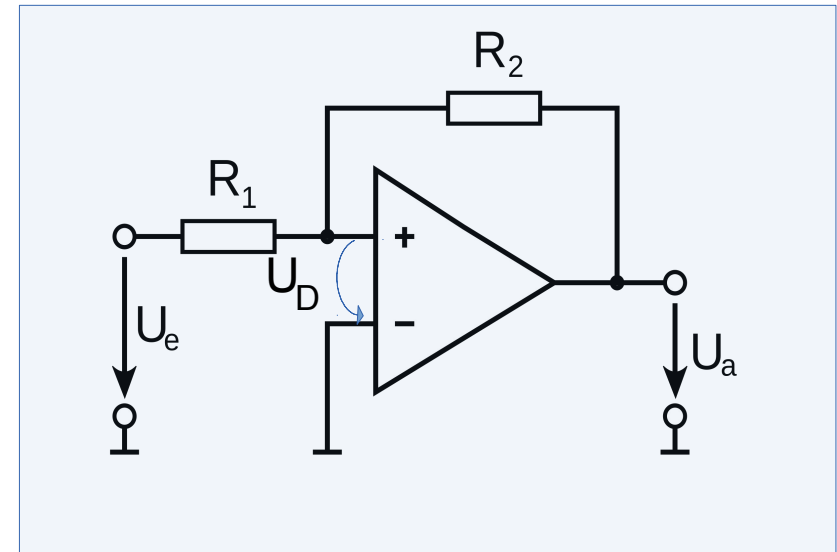
Mitkopplung

- Seltene Anwendung
- „Hochschaukeln“ des OPV
- Maximale Anstiegsrate

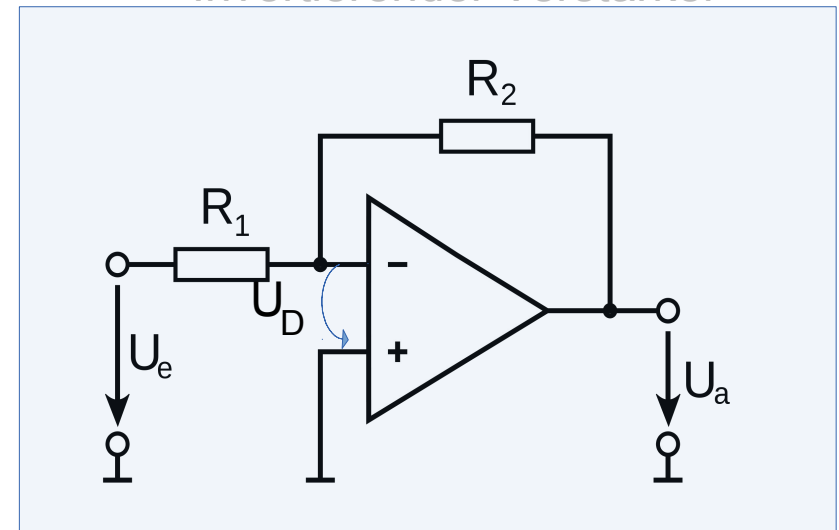
Gegenkopplung

- Vielfache Anwendung
- Stabilisiert
- Erhöhung der Bandbreite
- Differenzspannung (U_D) wird zu Null geregelt

Schmitt-Trigger



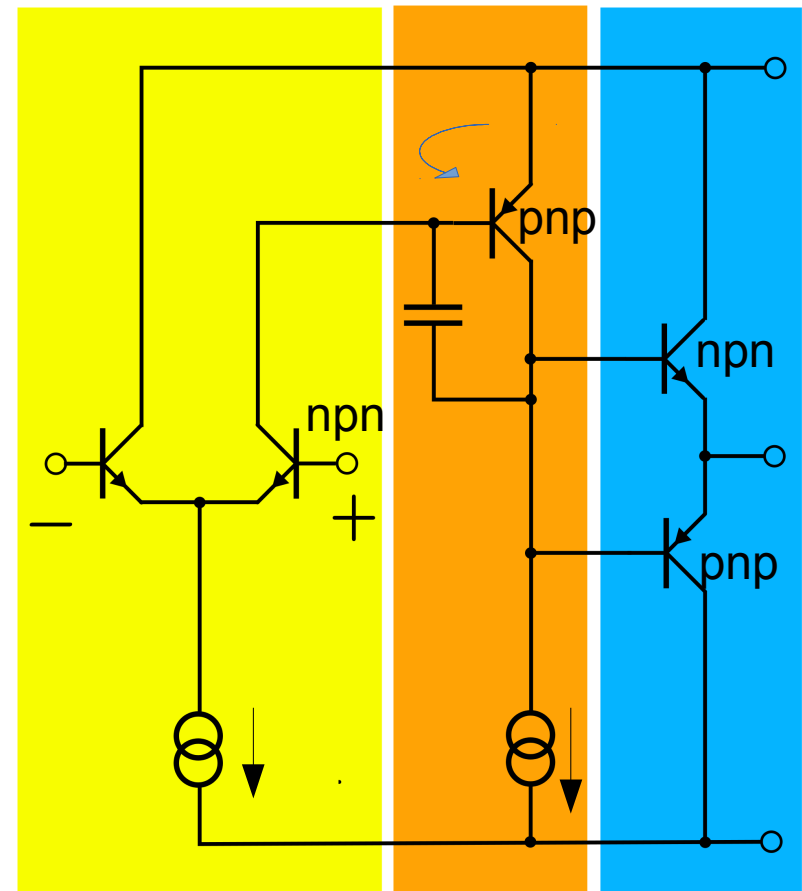
Invertierender Verstärker



Innerer Aufbau

Prinzipschaltung:

- Differenzverstärkung(gelb) am Eingang => Steuerstrom
- Steuerstromverstärkung(orange)
- Treiberstufe(blau) schaltet Betriebsspannung an Ausgang => Spannung
- Sehr hoher Eingangswiderstand
- Niederohmiger Ausgang



<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:OpampCS.svg>

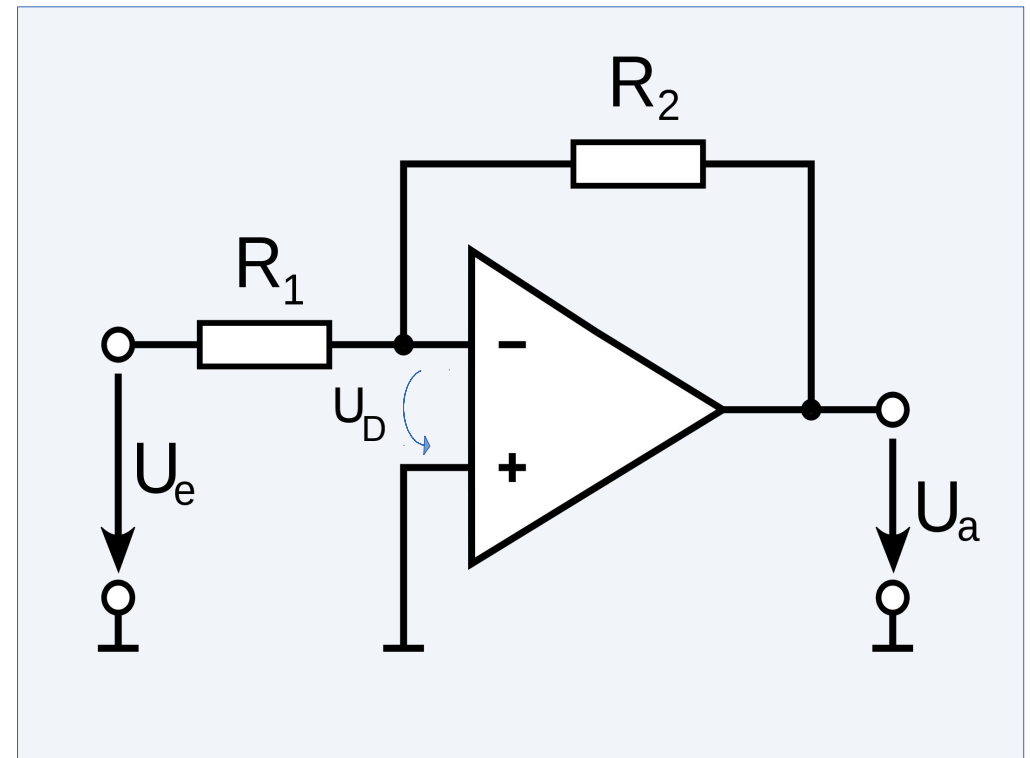
Grundsaltungen

Invertierender Verstärker

- $U_D \rightarrow 0$
- Grenzwertbetrachtung möglich
($R \rightarrow 0, R \rightarrow \infty$)
- Verstärkung immer auf Versorgungsspannung begrenzt
- Verstärkung:

$$V = R_2/R_1$$

$$U_e = V \cdot U_a$$



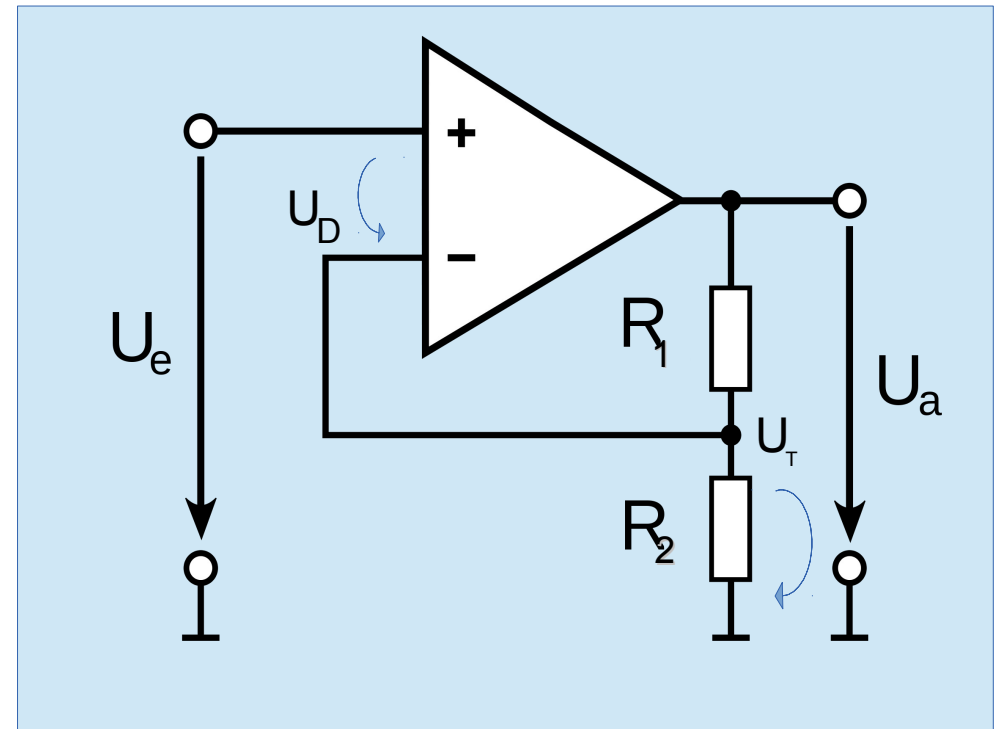
Grundsaltungen

Nichtinvertierender Verstärker

- Ähnlich dem Invertierenden Verstärker
- Teilspannung über R_1 wird an Eingang angeregt
- Min. Verstärkung bei $V = 1$

$$U_T = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_A$$

$$V_U = \frac{U_A}{U_E} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$



Differenzverstärker / Subtrahierverstärker

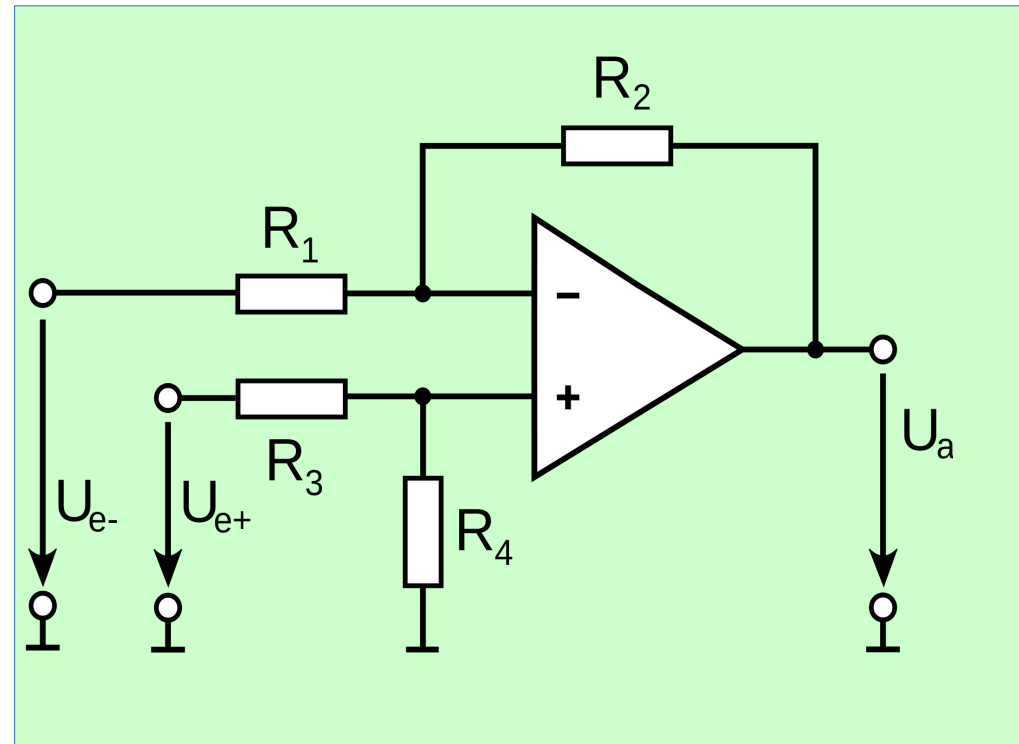
- Verstärkt quasi invertierend und nichtinvertierend
- Anwendung: Störungen auf 2 symmetrischen Signalen raus-rechnen

$$U_a = \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} U_{e+} \right) - \left(\frac{R_2}{R_1} U_{e-} \right)$$

nichtinvers

invers

All-in-One:

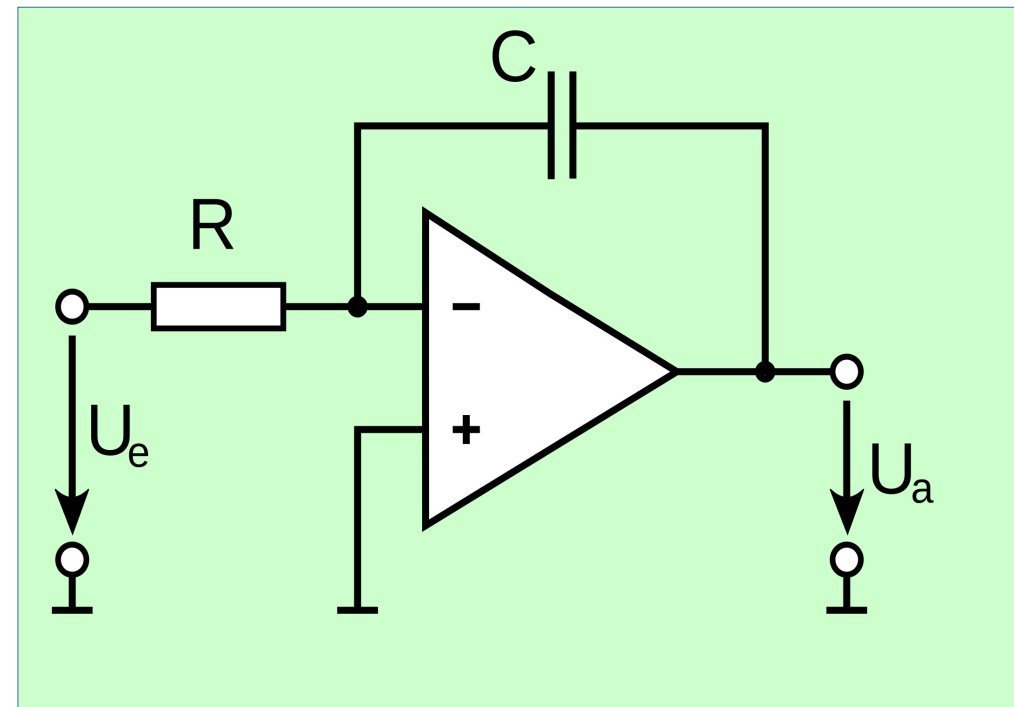


http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e5/Differential_Amplifier.svg/220px-Differential_Amplifier.svg.png

Integrierer

- frequenzabhängige Gegenkopplung
- aktiver Filter
- OPV lädt C über R

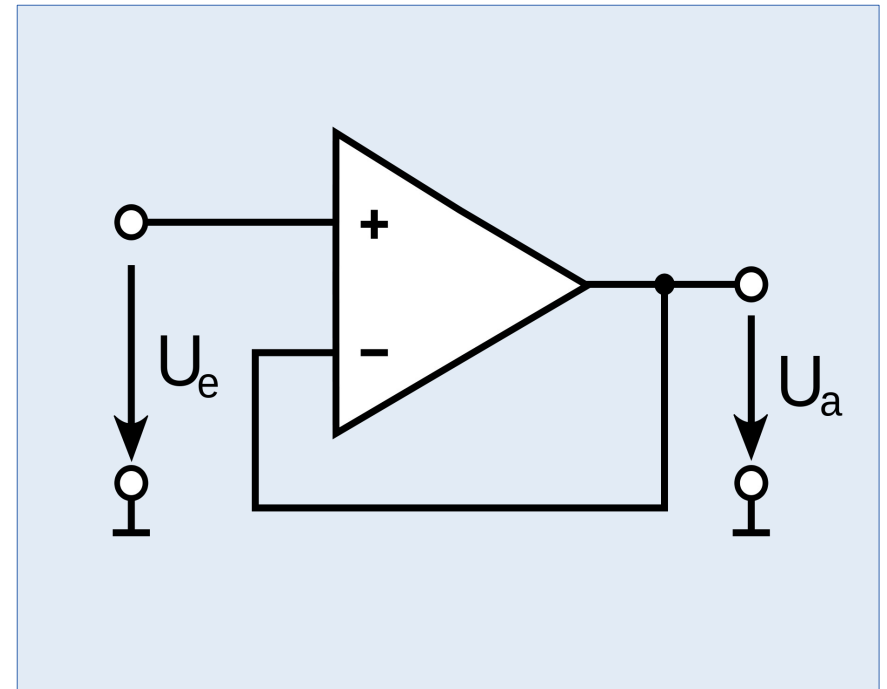
$$\frac{U_e}{R} = -I_C$$
$$\Leftrightarrow U_C = -\frac{1}{RC} \int U_e dt$$
$$\Leftrightarrow U_a = -\frac{1}{RC} \int U_e dt$$



<http://de.wikipedia.org/wiki/Operationsverst%C3%A4rker>

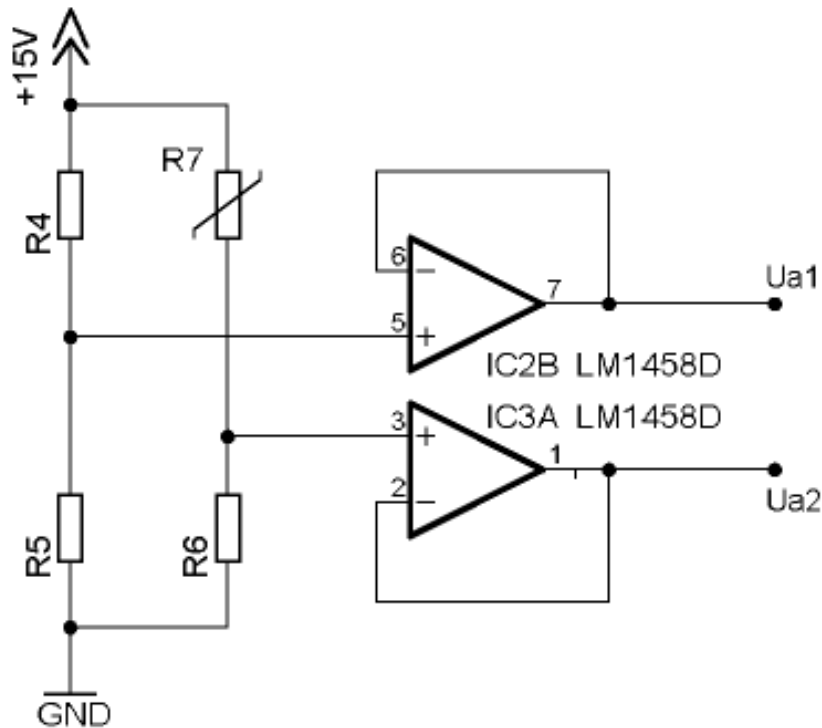
Impedanzwandler/ Spannungsfolger

- Verstärkung: $V = 1$
- Hohe Eingangsimpedanz
- Minimale Ausgangsimpedanz
- Stabilisiert Spannungen



Impedanzwandler/ Spannungsfolger

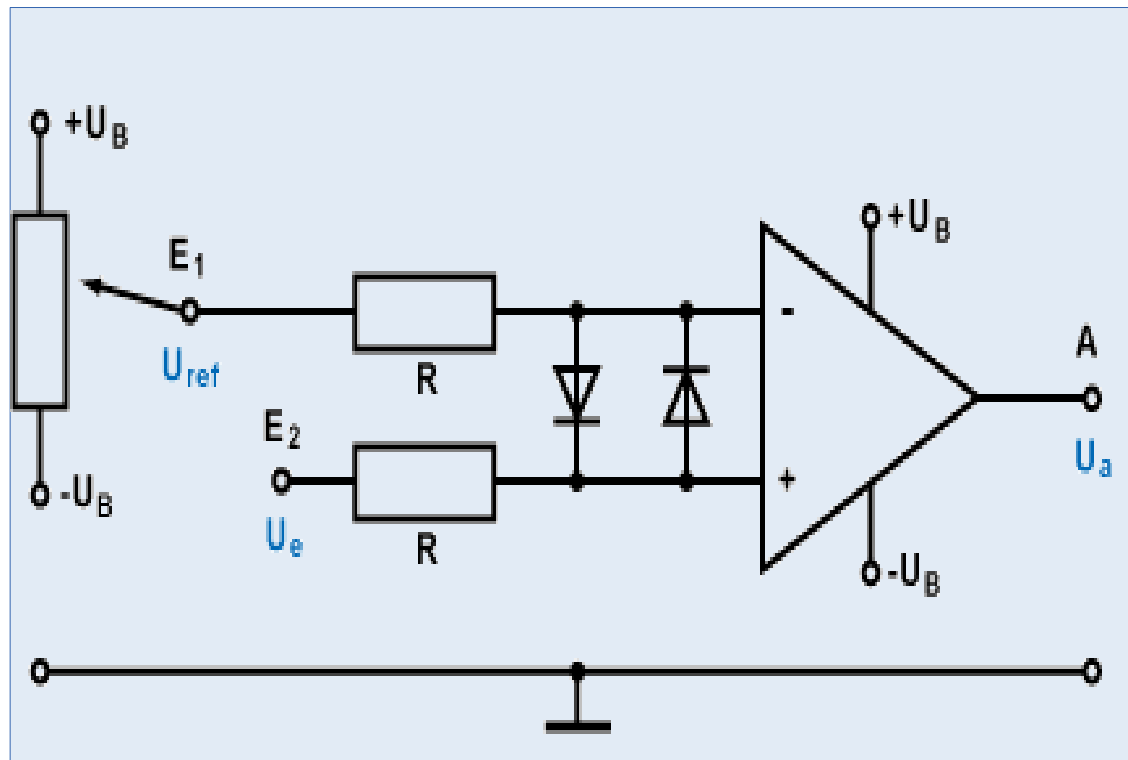
Wheatstone Messbrücke



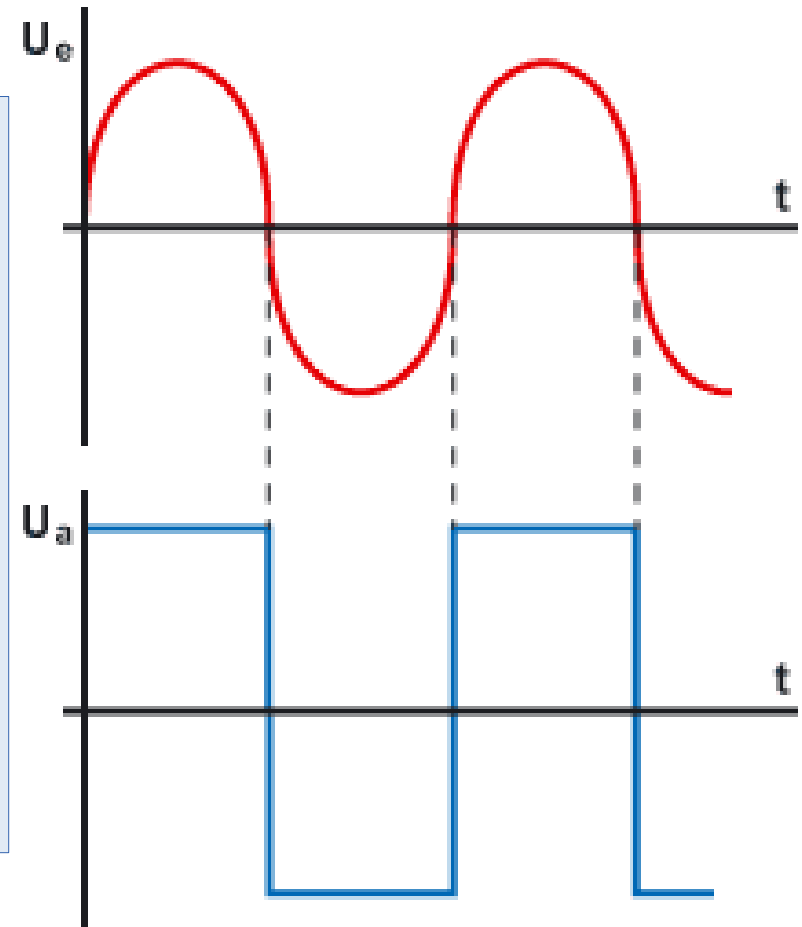
- Beispiel:
empfindliche Messbrücke
- Hohe Eingangsimpedanz verhindert Messverluste
- Verhindert Messfehler
- Getrennte Versorgung

Der Komparator

Prinzipschaltung-Komparator

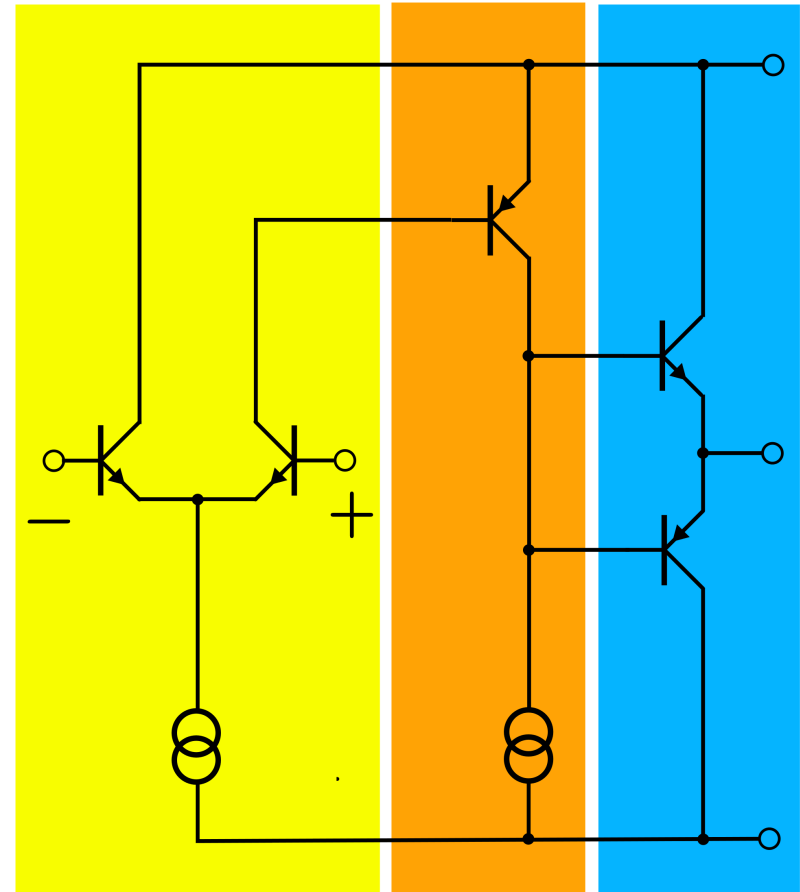


Schaltverhalten



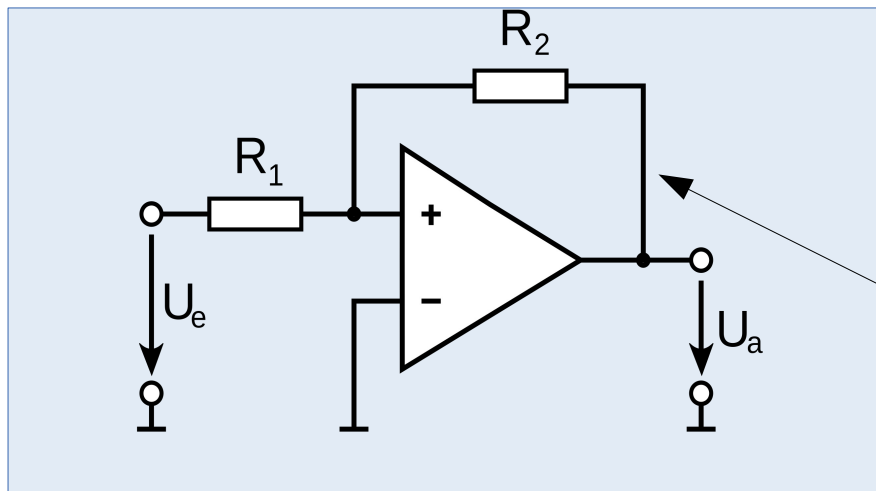
Komparatorschaltung

- Unterschied zum OPV?
 - keine Frequenzkompensation
 - keine Gegenkopplung
 - hohe Flankensteilheit(Slew rate)
 - niedrigere Verstärkung

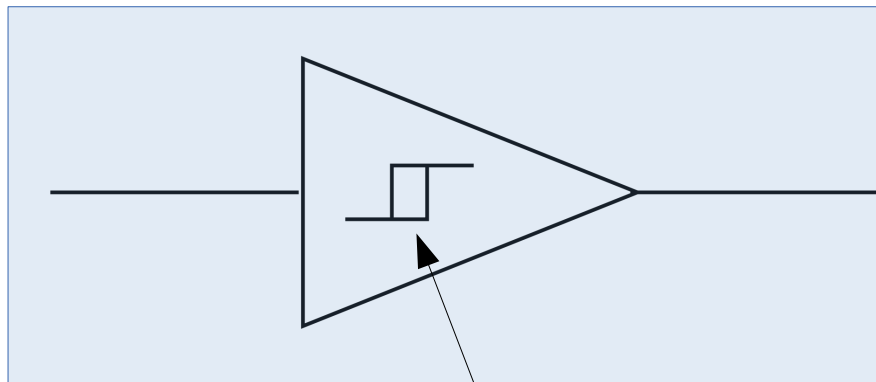


Schmitt-Trigger

OPV-Beschaltung



Schaltzeichen

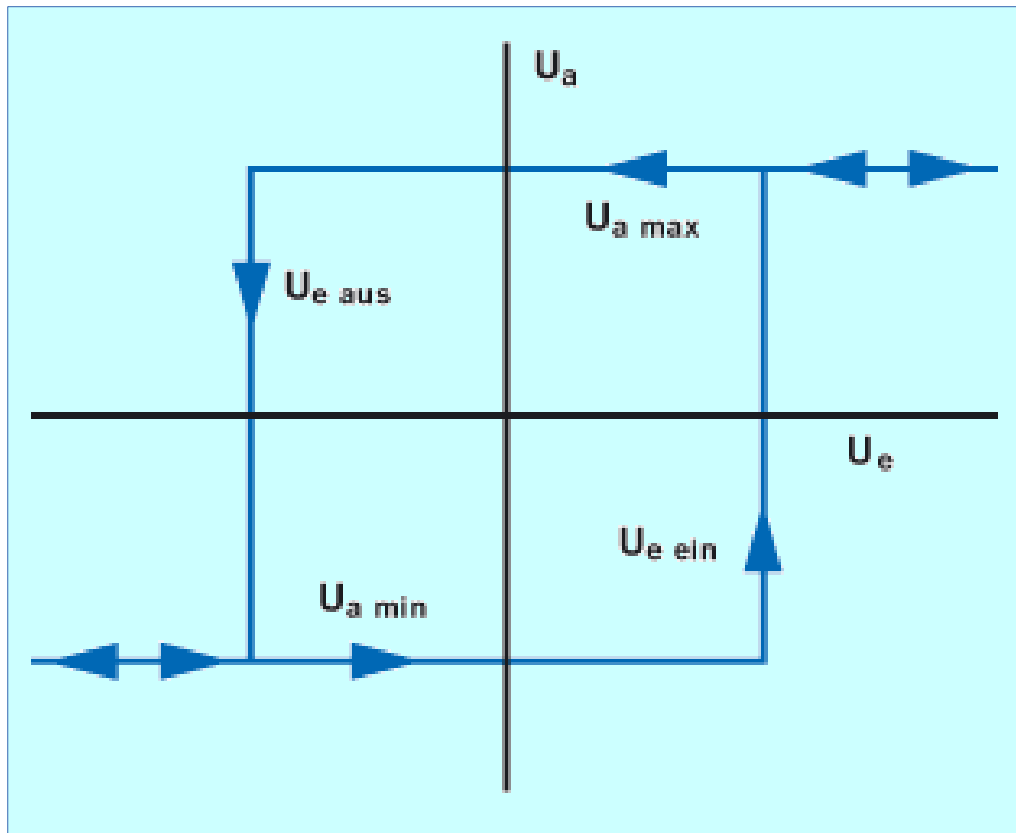


Hysterese-Smbol

- 2 Schaltschwellen
- Mitkopplung verändert alles
- Nicht invertierender Fall
- Hysterese: Differenz zwischen den Schwellspannungen

Schmitt-Trigger

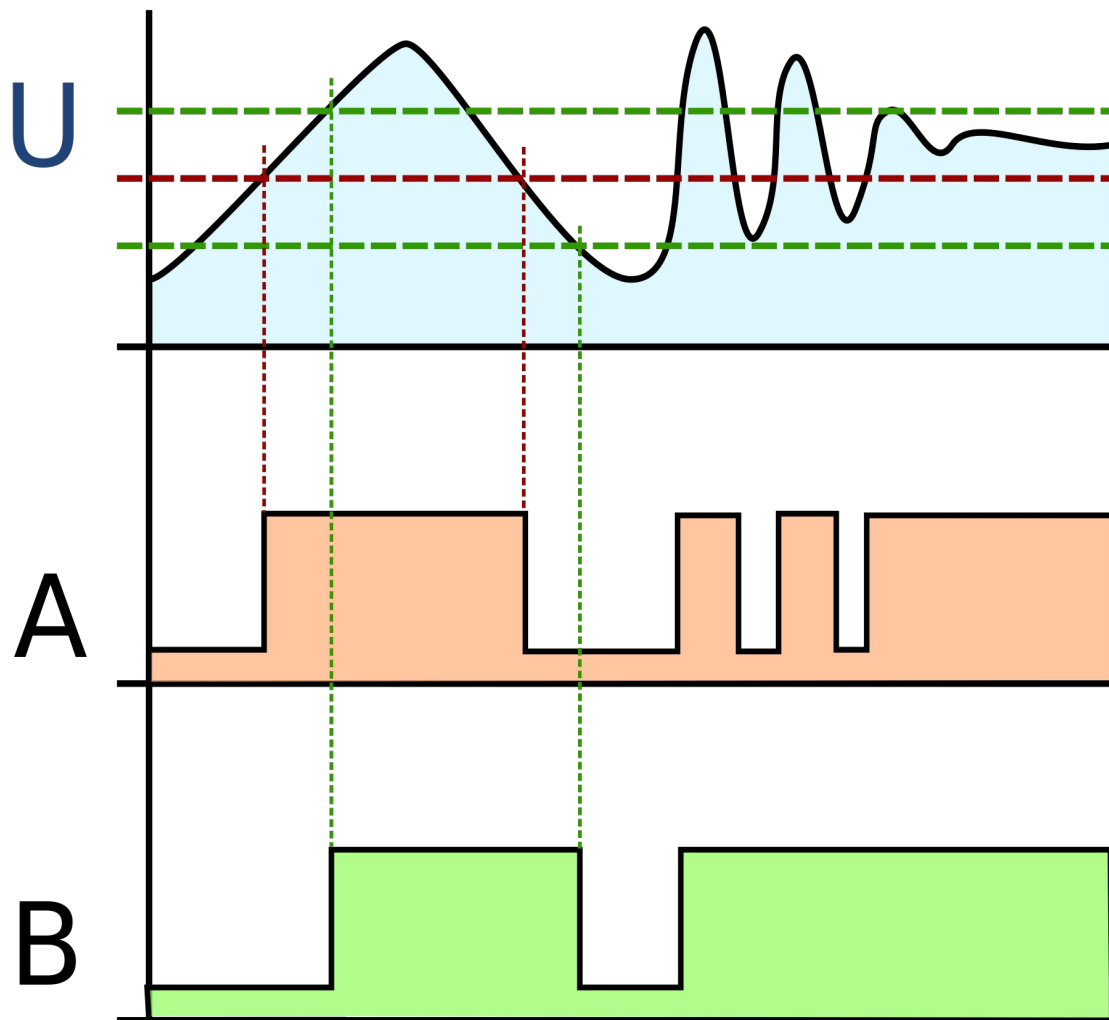
Ideale Übertragungskennlinie - Nichtinvertierend



- Ausgang kennt nur 2 Zustände ($U_{a, \max}$ / $U_{a, \min}$)
- Slew-Rate des OPV bestimmt Schaltzeit
- Anwendung:
 - in fast jeder digitalen Verarbeitungsschaltung als Eingangsstufe
- Tiefpassverhalten langer Kabelstrecken stört Signale
- Wiederaufbereiter und Signalverstärker

Schmitt-Trigger

Vergleich Komparator(A) zu Schmitt-Trigger(B)



Eingangsspannung

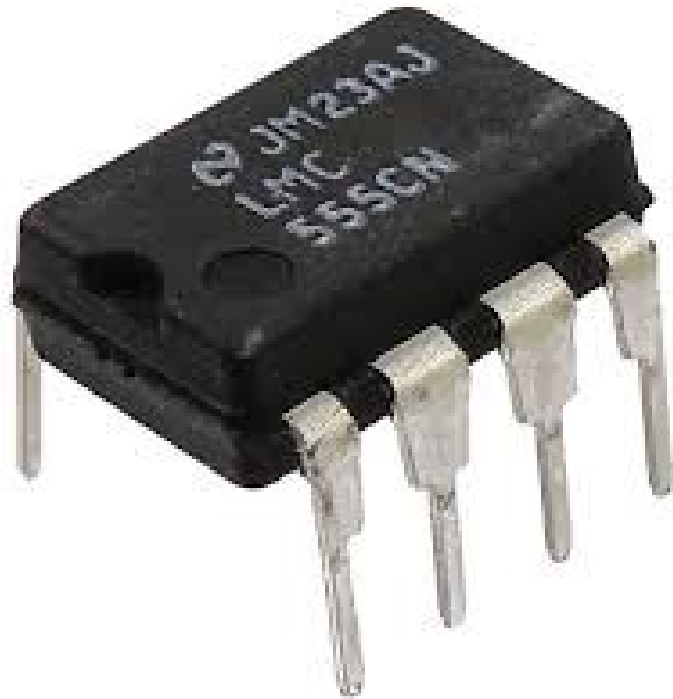
Komparator-Ausgangsspannung

- Schaltet immer sofort
- kann unkontrolliert schwingen

Schmitt-Trigger-Ausgangsspannung

- Sinus-Rechteck-Wandler
- puffert Signal-Schwankungen

Anwendungsbeispiel

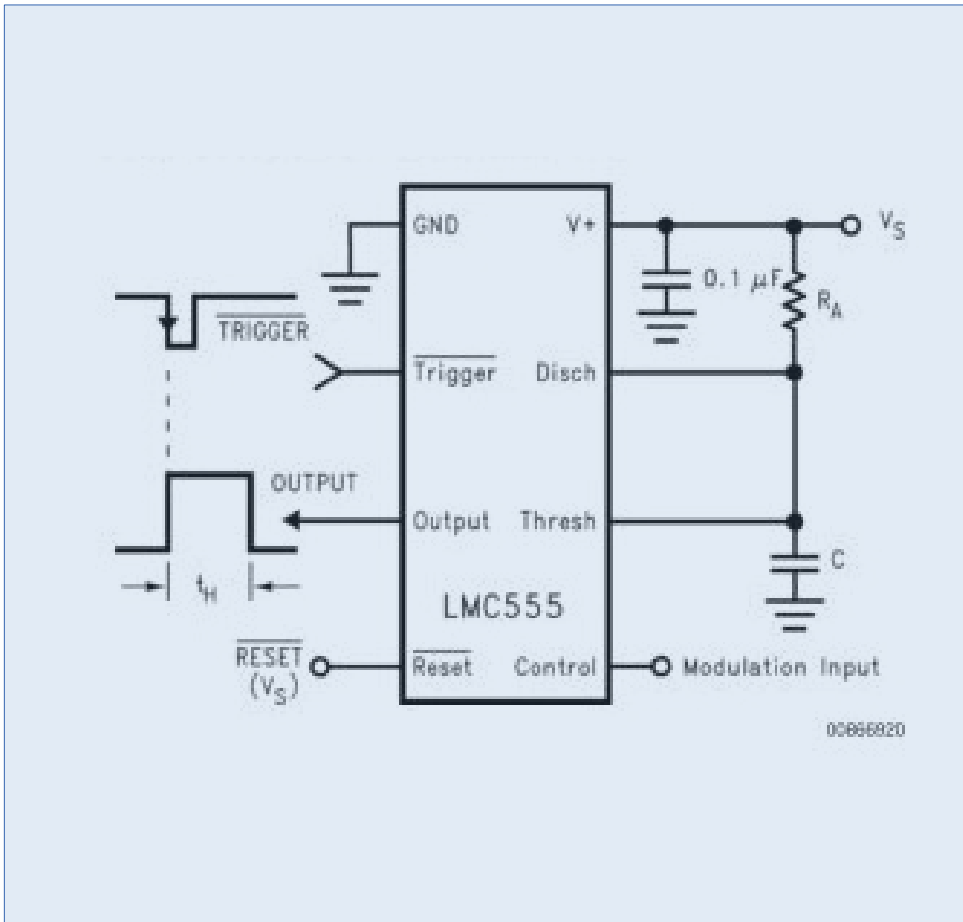


<http://akizukidenshi.com/img/goods/L/I-00958.jpg>

LMC555

- CMOS-Variante des Ne555
→ astabiler Multivibrator
→ Monoflop
- Pulsweitenmodulation
/Dimmerschaltung
- besser als NE555 für
Akkubetrieb geeignet
- 23 Transistoren, 15
Widerstände und 2 Dioden

LMC555-Anschlussbelegung



<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lmc555.pdf>

*Elko/Kerko = Elektrolyt/Keramikkondensatoren

Pins:

1. GND

→ Elko/Kerko* stabilisieren Betriebsspannung

2. Trigger

Triggerspannung $< 1/3 V_{CC}$ → Out auf High

3. Output

→ rail-to-rail-fähig

→ min. Ausgangsstrom erfordert Treiberstufe

4. Reset

→ bei Low-Pegel(GND), sonst auf +Vcc

5. Control Voltage

→ Regelt die interne Zykluszeit

→ Entstörung gegen GND sinnvoll

6. Treshold-Voltage $> 2/3 V_{CC}$ → Out auf Low

7. Discharge → Open Kollektor Ausgang

8. +Vcc

LMC555-Innenbeschaltung

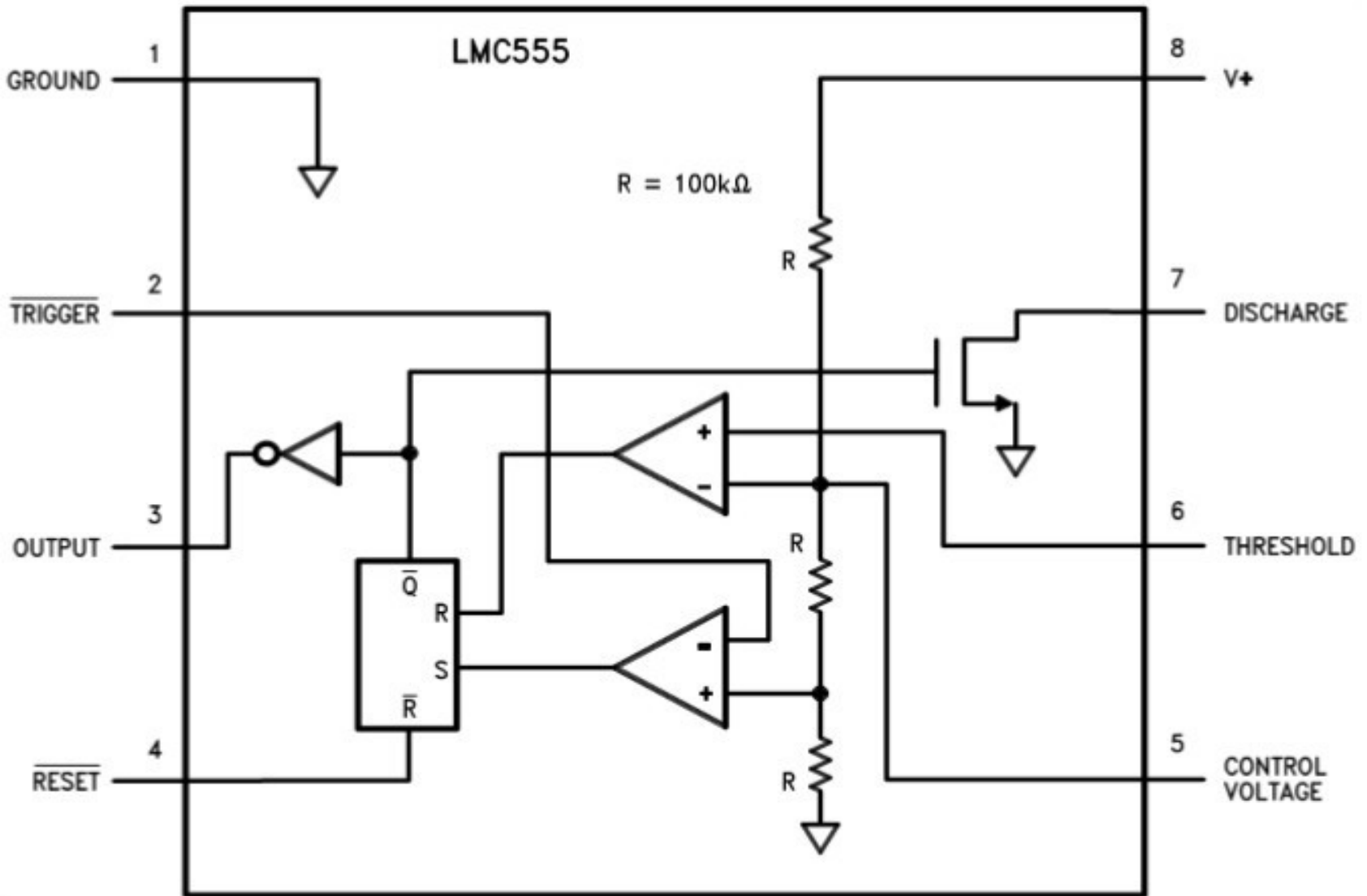
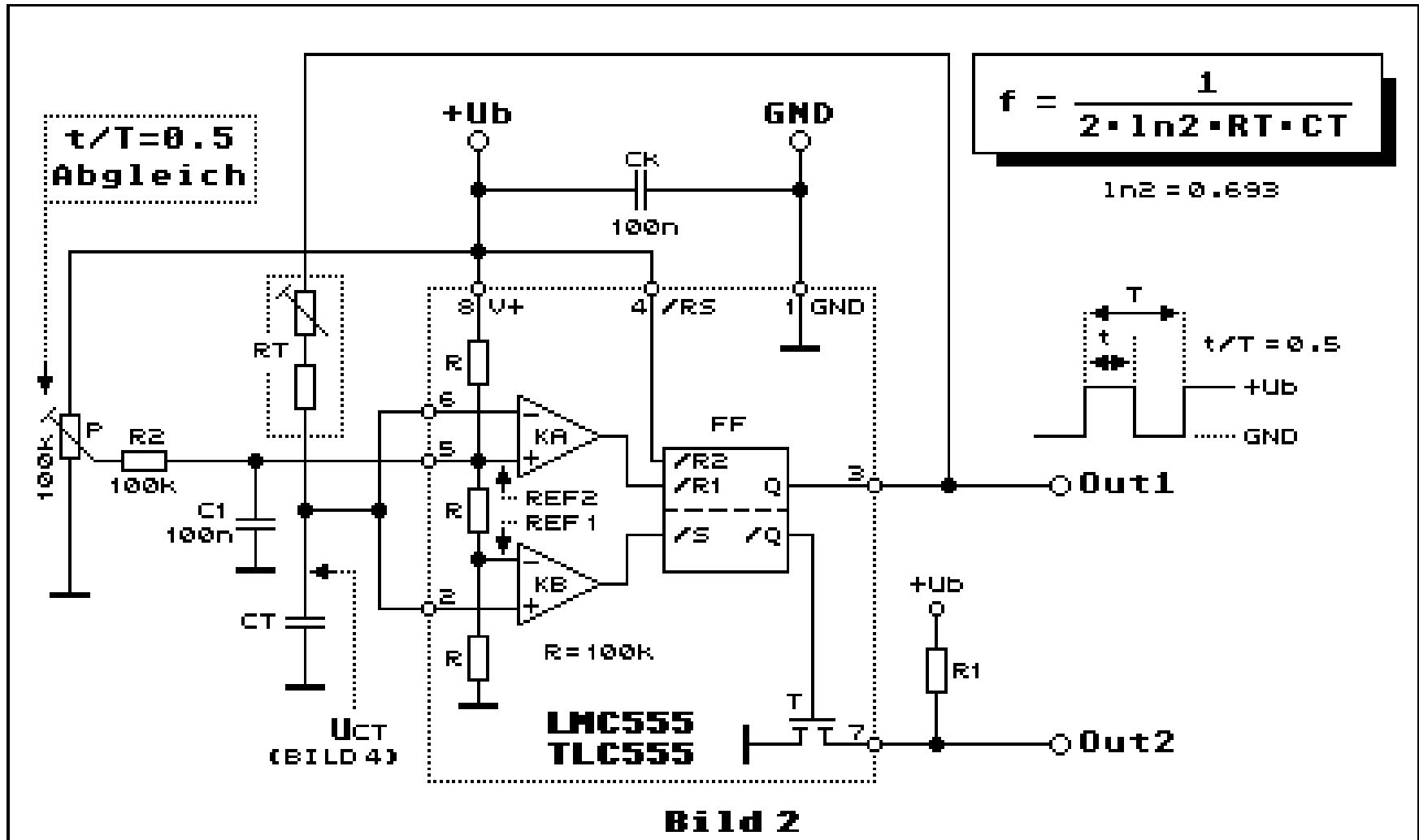


Figure 1. 8-Pin SOIC, VSSOP, PDIP
Top View

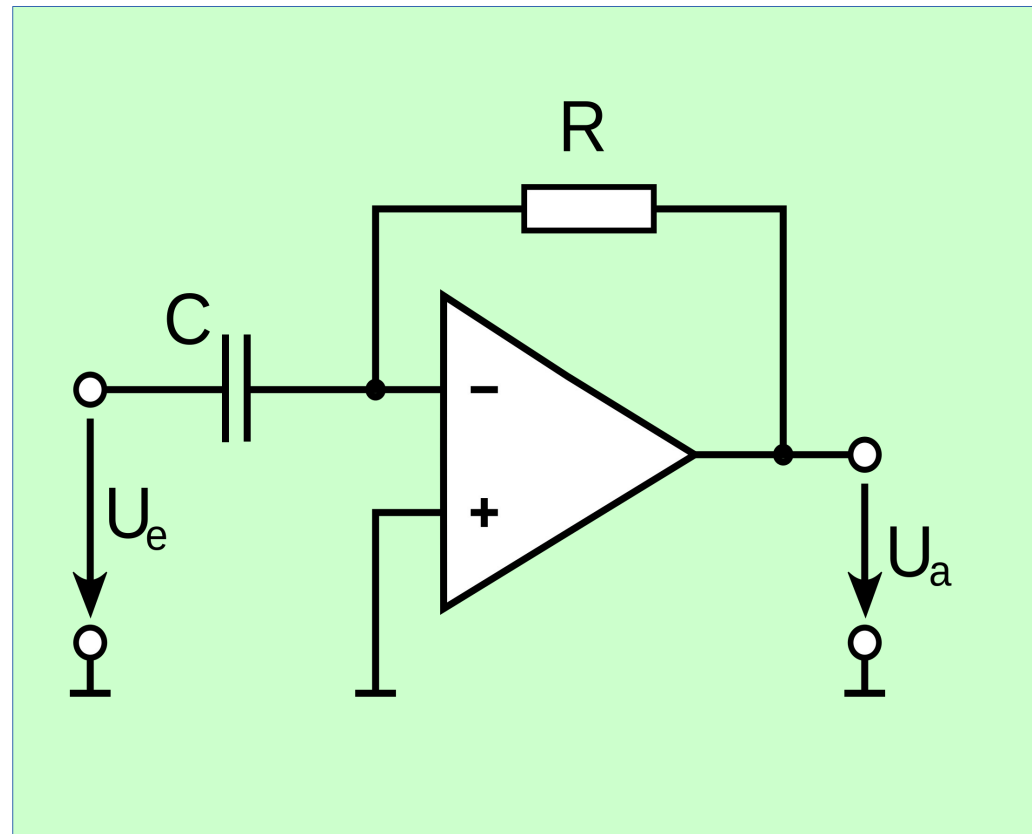
LMC555-Rechteckgenerator



Quellen

- <http://www.elektronik-kompendium.de>
- <http://de.wikipedia.org>
- www.mikrocontroller.net
- www.inf.fu-berlin.de
- www.ti.com

Differenzierer



<http://de.wikipedia.org/wiki/Operationsverst%C3%A4rker>