

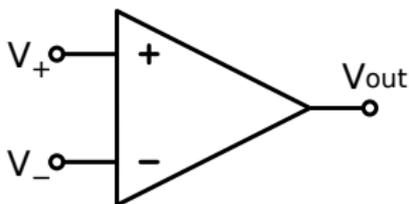
Operationsverstärker

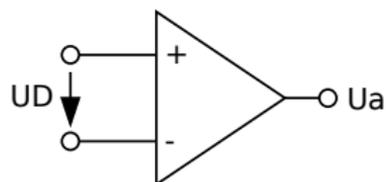
Was ist das?

Grundlegende Funktion und was man damit so machen kann

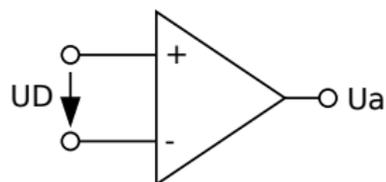
Jürgen Stuber

2012-07-25

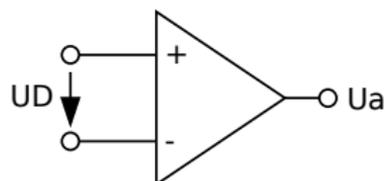




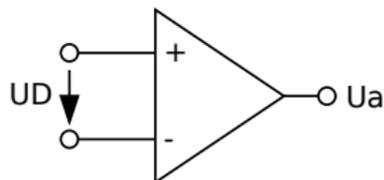
- Verstärkt Spannungsdifferenz zwischen + und --Eingang.



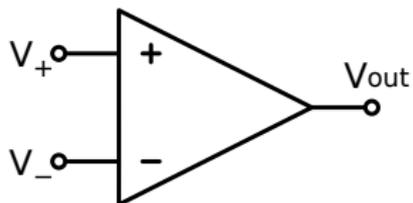
- Verstärkt Spannungsdifferenz zwischen + und --Eingang.
- Verstärkungsfaktor sehr hoch (ideal ∞ , real typisch 100000).



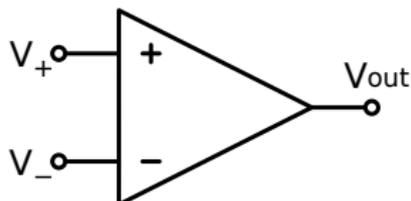
- Verstärkt Spannungsdifferenz zwischen + und --Eingang.
- Verstärkungsfaktor sehr hoch (ideal ∞ , real typisch 100000).
- Eingangsstrom sehr klein (ideal 0, real μA bis pA)



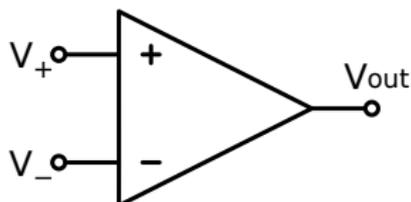
- Verstärkt Spannungsdifferenz zwischen + und --Eingang.
- Verstärkungsfaktor sehr hoch (ideal ∞ , real typisch 100000).
- Eingangsstrom sehr klein (ideal 0, real μA bis pA)
- Ausgangsstrom typisch im mA-Bereich



- Betrieb fast immer mit Rückkopplung (Gegenkopplung):
Ausgang wirkt auf negativen Eingang zurück



- Betrieb fast immer mit Rückkopplung (Gegenkopplung):
Ausgang wirkt auf negativen Eingang zurück
- **Rückkopplung bestimmt Verhalten der Schaltung!**



- Betrieb fast immer mit Rückkopplung (Gegenkopplung): Ausgang wirkt auf negativen Eingang zurück
- **Rückkopplung bestimmt Verhalten der Schaltung!**
- Verhalten: Linear, genau einstellbarer Verstärkungsfaktor, leicht berechenbar

Beispiele

Reale OpAmps: Standardtypen

- LM358: 0,18€ bei Reichelt, 2 OpAmps in DIP-8

Reale OpAmps: Standardtypen

- LM358: 0,18€ bei Reichelt, 2 OpAmps in DIP-8
- TS912: 0,88€ bei Reichelt, 2 OpAmps in DIP-8, CMOS

Reale OpAmps: Standardtypen

- LM358: 0,18€ bei Reichelt, 2 OpAmps in DIP-8
- TS912: 0,88€ bei Reichelt, 2 OpAmps in DIP-8, CMOS
- LM741: veraltet

Reale OpAmps: Standardtypen

- LM358: 0,18€ bei Reichelt, 2 OpAmps in DIP-8
- TS912: 0,88€ bei Reichelt, 2 OpAmps in DIP-8, CMOS
- LM741: veraltet
- <http://www.mikrocontroller.net/articles/Standardbauelemente#Operationsverst.C3.A4rker>

- Betriebsspannung

Reale OpAmps: Spannungsbereiche

- Betriebsspannung
- Bereich für Eingangs- und Ausgangsspannungen innerhalb der Betriebsspannung

Reale OpAmps: Spannungsbereiche

- Betriebsspannung
- Bereich für Eingangs- und Ausgangsspannungen innerhalb der Betriebsspannung
- Rail-to-rail: (Strom-)Schiene zu (Strom-)Schiene
gesamter Bereich erlaubt

Reale OpAmps: Spannungsbereiche

- Betriebsspannung
- Bereich für Eingangs- und Ausgangsspannungen innerhalb der Betriebsspannung
- Rail-to-rail: (Strom-)Schiene zu (Strom-)Schiene
gesamter Bereich erlaubt
- LM358:
Versorgungsspannung 3 bis 30V
Bereich für Eingänge und Ausgang: $0V \dots U_{CC} - 1.5V$.

Reale OpAmps: Spannungsbereiche

- Betriebsspannung
- Bereich für Eingangs- und Ausgangsspannungen innerhalb der Betriebsspannung
- Rail-to-rail: (Strom-)Schiene zu (Strom-)Schiene
gesamter Bereich erlaubt
- LM358:
Versorgungsspannung 3 bis 30V
Bereich für Eingänge und Ausgang: $0V \dots U_{CC} - 1.5V$.
- TS912:
Versorgungsspannung 2,7 bis 16V
Rail-to-rail für Eingänge und Ausgang

- LM358: typ. 20nA

Reale OpAmps: Eingangsstrom

- LM358: typ. 20nA
- TS912: typ. 1pA

- Gain bandwidth product: Verstärkung mal Frequenz \sim konstant

Reale OpAmps: Frequenzabhängigkeit

- Gain bandwidth product: Verstärkung mal Frequenz \sim konstant
- LM358: typ. 1,1MHz
 $\leq 10\text{Hz}$: Verstärkungsfaktor 100000

Reale OpAmps: Frequenzabhängigkeit

- Gain bandwidth product: Verstärkung mal Frequenz \sim konstant
- LM358: typ. 1,1MHz
 - $\leq 10\text{Hz}$: Verstärkungsfaktor 100000
 - 10kHz: Verstärkungsfaktor ca 100

Reale OpAmps: Frequenzabhängigkeit

- Gain bandwidth product: Verstärkung mal Frequenz \sim konstant
- LM358: typ. 1,1MHz
 - $\leq 10\text{Hz}$: Verstärkungsfaktor 100000
 - 10kHz: Verstärkungsfaktor ca 100
- TS912: 0,8MHz

Reale OpAmps: Frequenzabhängigkeit

- Gain bandwidth product: Verstärkung mal Frequenz \sim konstant
- LM358: typ. 1,1MHz
 - $\leq 10\text{Hz}$: Verstärkungsfaktor 100000
 - 10kHz: Verstärkungsfaktor ca 100
- TS912: 0,8MHz
- es gibt deutlich schnellere Typen (teurer, höherer Stromverbrauch)

Reale OpAmps: sonstige Eigenschaften

- geringes Rauschen

Reale OpAmps: sonstige Eigenschaften

- geringes Rauschen
- geringer Stromverbrauch

Reale OpAmps: sonstige Eigenschaften

- geringes Rauschen
- geringer Stromverbrauch
- geringe Offsetspannung

- OpAmps sind leicht zu benutzen, viele schöne Schaltungen

- OpAmps sind leicht zu benutzen, viele schöne Schaltungen
- Oft an der Schnittstelle zwischen Analog- und Digitalelektronik

- OpAmps sind leicht zu benutzen, viele schöne Schaltungen
- Oft an der Schnittstelle zwischen Analog- und Digitalelektronik

Viel Spaß beim Basteln!