

# Operationsverstärker

## **Gliederung**

- 1. Allgemein**
- 2. Idealer und realer OPV**
- 3. Aufbau**
- 4. Funktionsweise**
- 5. Grundschaltungen**

**Projektlabor WS15/16 - Benjamin Melzer 331856**

# 1. Allgemein

- wichtiger analoger Komperator/Verstärker
- kann Rechenoperationen ausführen und Signale vergleichen, verstärken, verändern, modulieren und generieren
- mehrstufiger Aufbau, hohe Verstärkung
- technische Funktion bestimmt durch äußere Beschaltung
- wichtig für uns: bspw. zur Modulation von PWM-Signalen

## Operationsverstärker

Projektlabor WS15/16 - Benjamin Melzer

### Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer und realer OPV
3. Aufbau
4. Funktionsweise
5. Grundsaltungen

## 2. Idealer und realer OPV

- ideal: parasitäre Eigenschaften werden vernachlässigt
  - unbegrenzter Eingangswiderstand
  - Ausgangswiderstand gleich Null
  - unendliche Verstärkung
  - kein Rauschen
  - unbegrenzte Anstiegsrate
  - max. Ausgangsspannung entspricht genau Versorgungsspannung
- real: physikalisch begrenzt und Kenngrößen vorgegeben

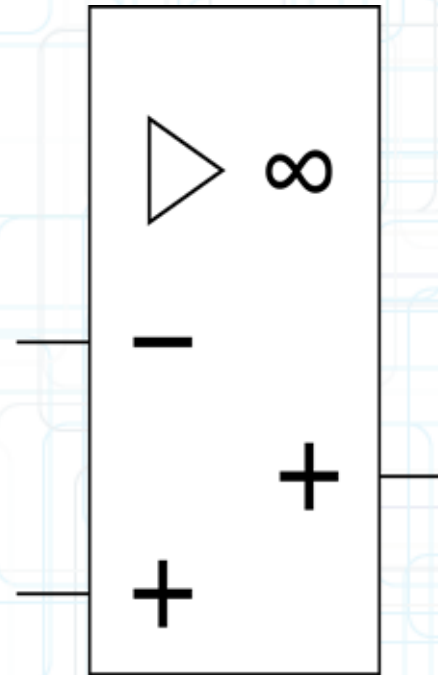
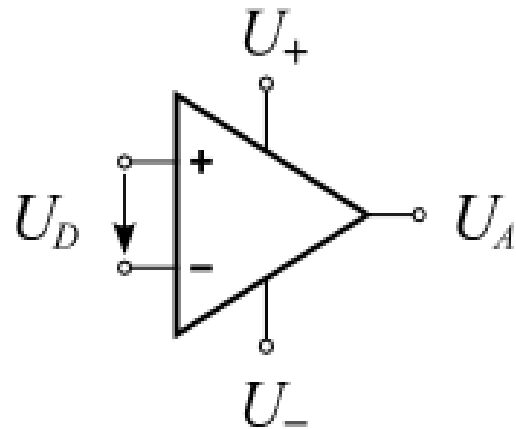
# Operationsverstärker

Projektlabor WS15/16 - Benjamin Melzer

### Gliederung

1. Allgemein
- 2. Idealer und realer OPV**
3. Aufbau
4. Funktionsweise
5. Grundschaltungen

## 3. Aufbau



# Operationsverstärker

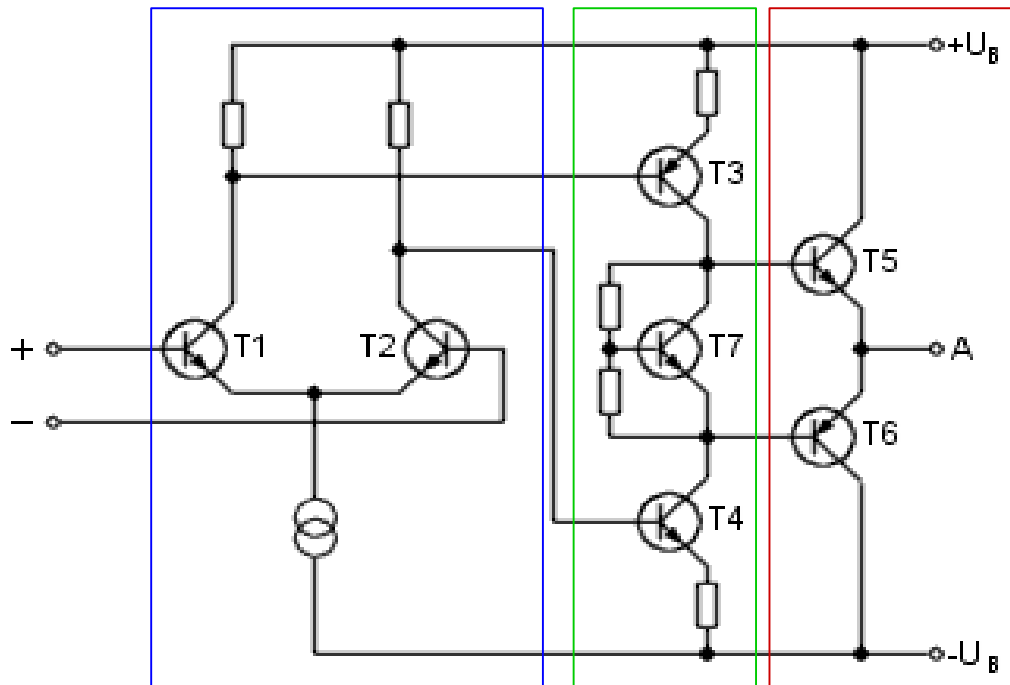
Projektlabor WS15/16 - Benjamin Melzer

## Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer und realer OPV
- 3. Aufbau**
4. Funktionsweise
5. Grundsaltungen

## 3. Aufbau

.3 Stufen: **Eingangsstufe**, **Verstärkerstufe**, **Endstufe**



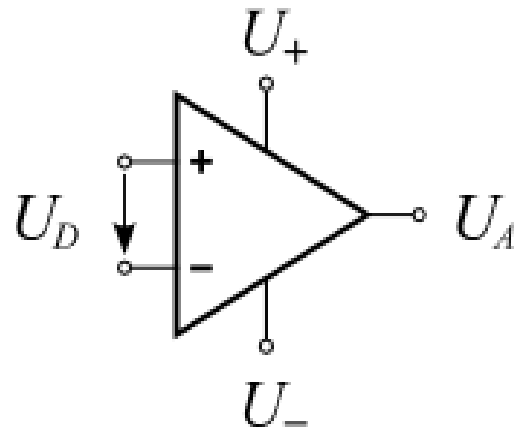
# Operationsverstärker

Projektlabor WS15/16 - Benjamin Melzer

## Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer und realer OPV
3. Aufbau
4. Funktionsweise
5. Grundsaltungen

## 4. Funktionsweise



$$U_D = (U_{E,+} - U_{E,-})$$

$$U_A = V \cdot U_D$$

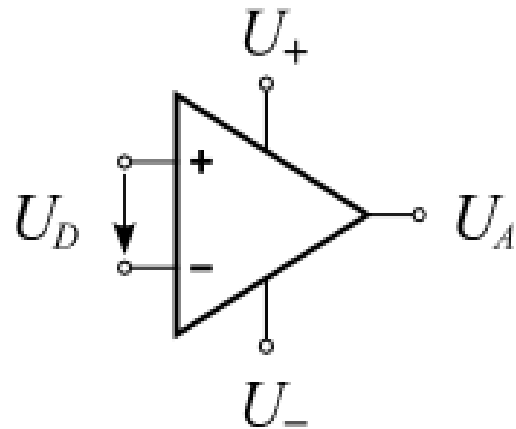
# Operationsverstärker

Projektlabor WS15/16 - Benjamin Melzer

### Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer und realer OPV
3. Aufbau
- 4. Funktionsweise**
5. Grundsaltungen

## 4. Funktionsweise



$$U_D = (U_{E,+} - U_{E,-})$$

$$U_A = V \cdot U_D$$

$$U_A = U_{B,+}, \text{ wenn } U_{E,+} > U_{E,-}$$

$$U_A = U_{B,-}, \text{ wenn } U_{E,+} < U_{E,-}$$

# Operationsverstärker

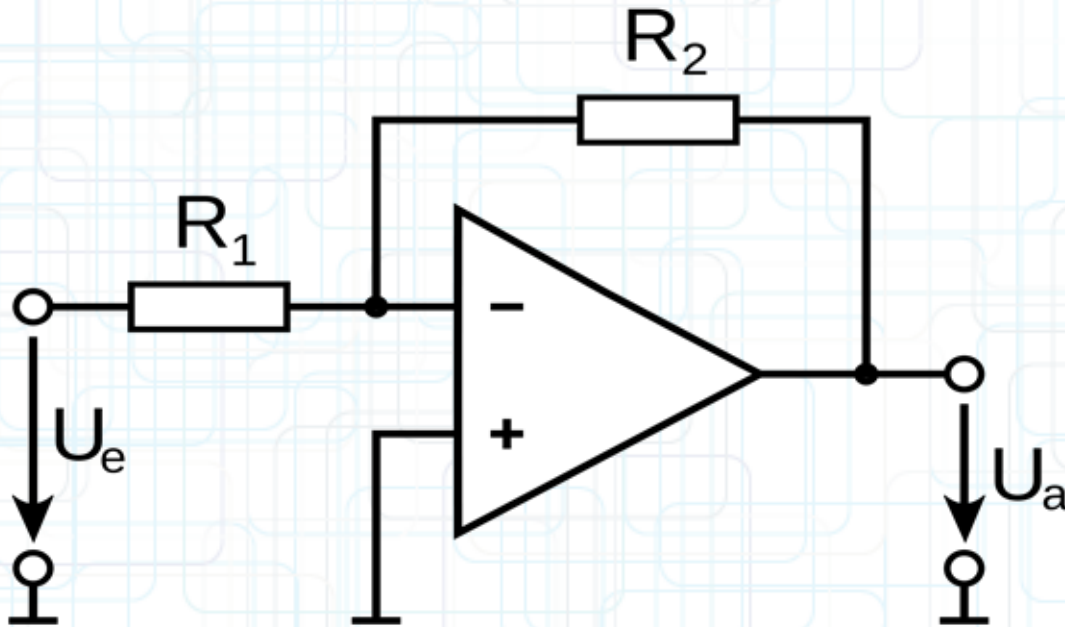
Projektlabor WS15/16 - Benjamin Melzer

### Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer und realer OPV
3. Aufbau
- 4. Funktionsweise**
5. Grundsaltungen

## 5. Grundsaltungen

• Invertierender Verstärker:



# Operationsverstärker

Projektlabor WS15/16 - Benjamin Melzer

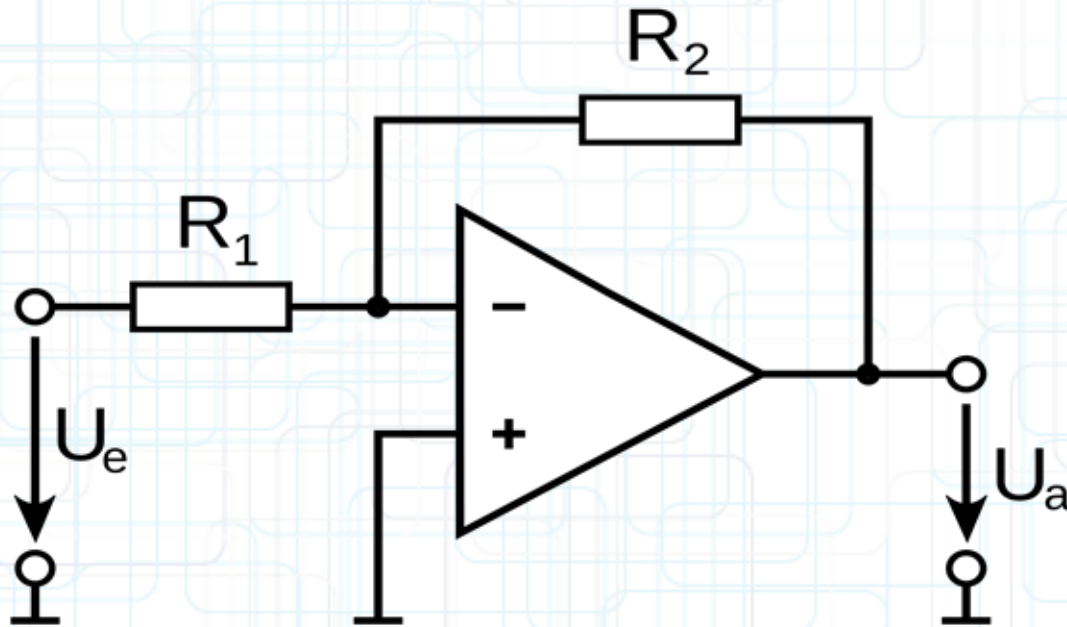
### Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer und realer OPV
3. Aufbau
4. Funktionsweise
5. Grundsaltungen



## 5. Grundsaltungen

• Invertierender Verstärker:



$$U_A = -\frac{R_2}{R_1} U_E$$

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

# Operationsverstärker

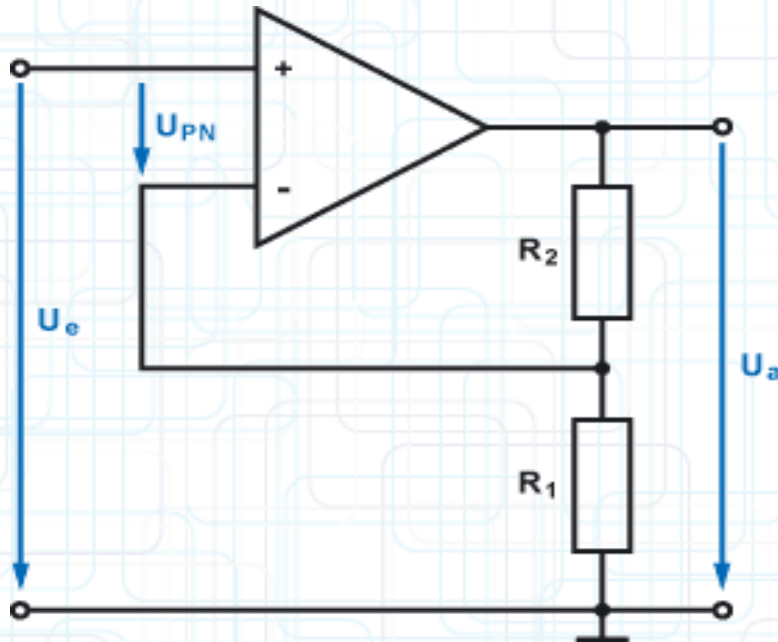
Projektlabor WS15/16 - Benjamin Melzer

### Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer und realer OPV
3. Aufbau
4. Funktionsweise
5. Grundsaltungen

## 5. Grundsaltungen

•Nicht-invertierender Verstärker:



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

## Operationsverstärker

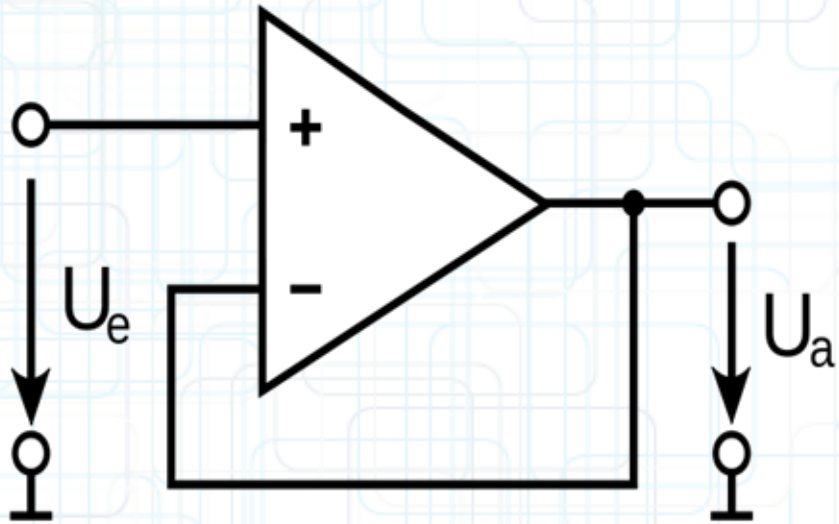
Projektlabor WS15/16 - Benjamin Melzer

### Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer und realer OPV
3. Aufbau
4. Funktionsweise
5. Grundsaltungen

## 5. Grundsaltungen

• Impedanzwandler:



$$V = 1$$

# Operationsverstärker

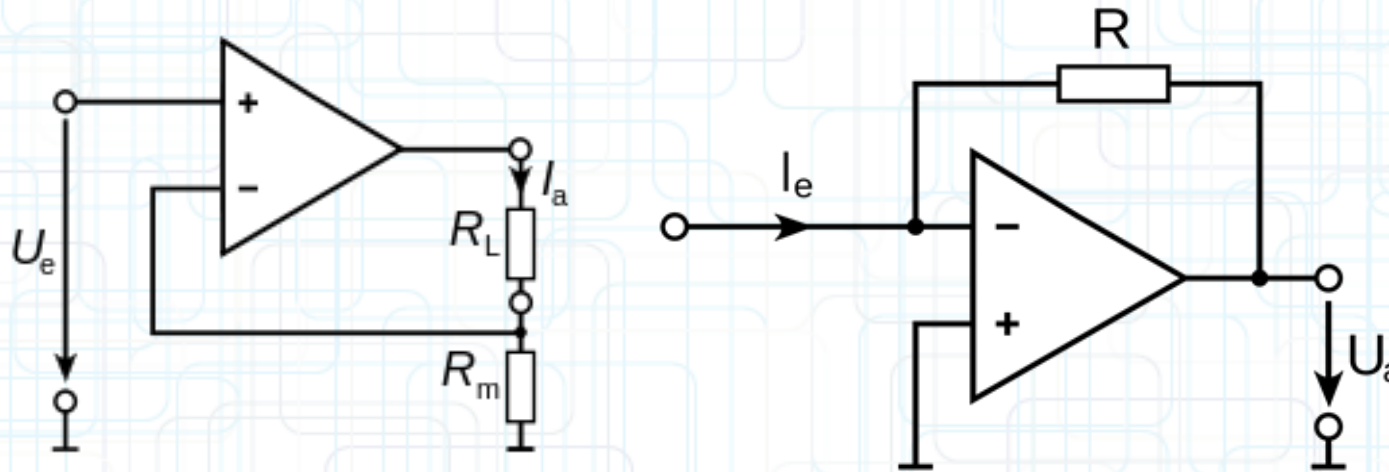
Projektlabor WS15/16 - Benjamin Melzer

### Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer und realer OPV
3. Aufbau
4. Funktionsweise
5. Grundsaltungen

## 5. Grundsaltungen:

- Spannungs-Stromwandler & Strom-Spannungswandler



$$I_A = \frac{U_E}{R_m}$$

$$U_A = -R \cdot I_E$$

# Operationsverstärker

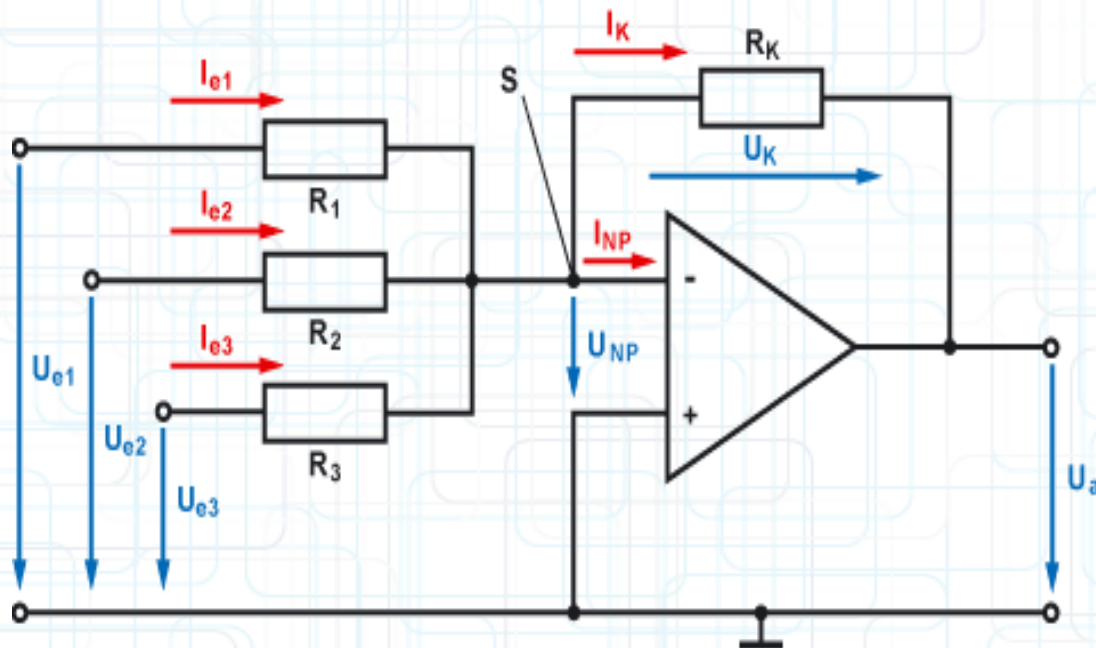
Projektlabor WS15/16 - Benjamin Melzer

## Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer und realer OPV
3. Aufbau
4. Funktionsweise
5. Grundsaltungen

## 5. Grundsaltungen:

### • Invertierender Addierer / Summierverstärker



$$U_A = -R_k \sum_{i=1}^m \frac{U_{E,i}}{R_{1,i}}$$

## Operationsverstärker

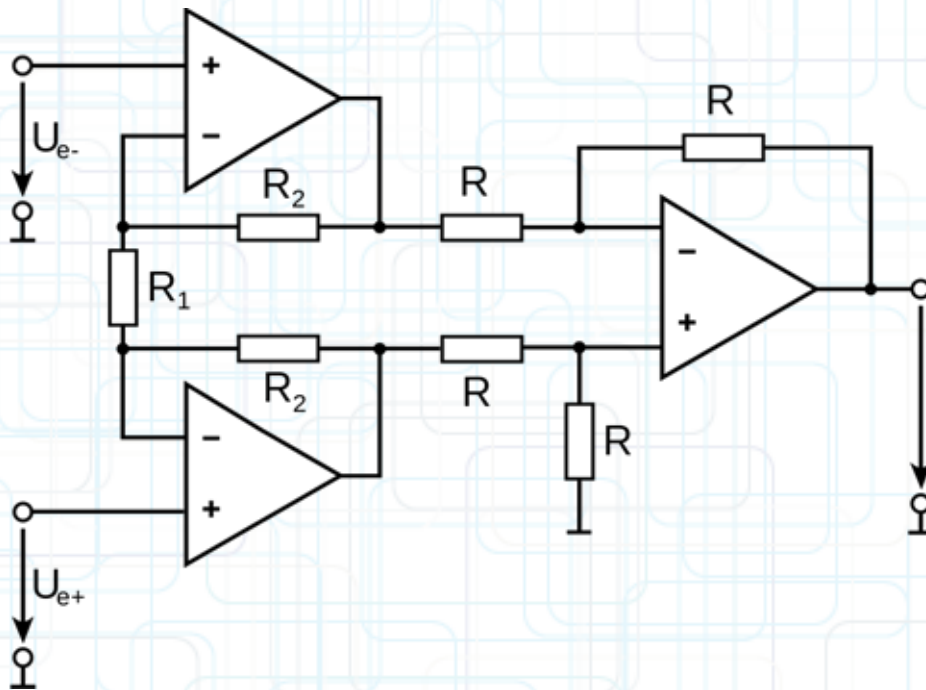
Projektlabor WS15/16 - Benjamin Melzer

### Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer und realer OPV
3. Aufbau
4. Funktionsweise
5. Grundsaltungen

## 5. Grundsaltungen:

### •Instrumentenverstärker



$$U_A = \left(1 + 2\frac{R_2}{R_1}\right)(U_{E,+} - U_{E,-})$$

## Operationsverstärker

Projektlabor WS15/16 - Benjamin Melzer

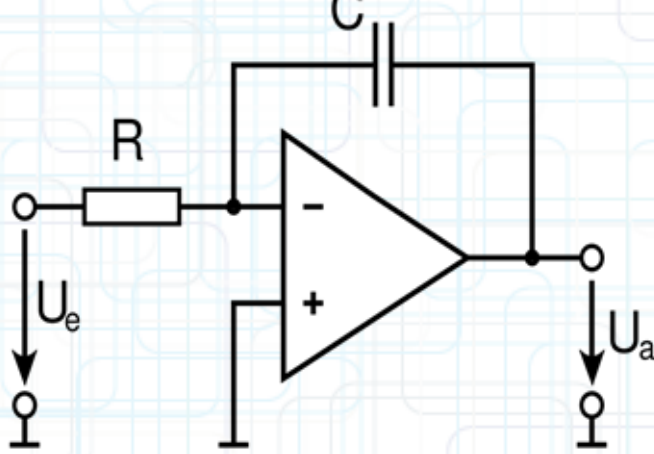
### Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer und realer OPV
3. Aufbau
4. Funktionsweise
5. Grundsaltungen

## 5. Grundsaltungen:

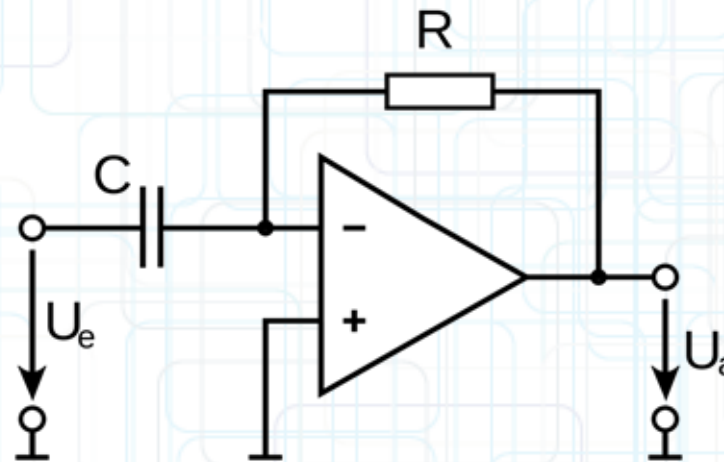
### •Integrierer

Differenzierer



$$U_A = \frac{Q}{C} = \frac{1}{C} \left( \int_0^t I_C(\tau) d\tau + Q_0 \right)$$

&



$$U_A = -RC \frac{\delta}{\delta t} U_E(t)$$

# Operationsverstärker

Projektlabor WS15/16 - Benjamin Melzer

## Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer und realer OPV
3. Aufbau
4. Funktionsweise
5. Grundsaltungen

# Quellen:

- <http://service.projektlabor.tu-berlin.de/onlinekurs/schaltungshilfe/der-operations-verstaerker.htm>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Operationsverst%C3%A4rker>
- [http://elektroniktutor.oszkim.de/analogverstaerker/ui\\_konv.html](http://elektroniktutor.oszkim.de/analogverstaerker/ui_konv.html)
- <http://www.uni-protokolle.de/Lexikon/Impedanzwandler.html>
- <http://elektroniktutor.oszkim.de/analogverstaerker/opverst.html>
- <http://www.elektronik-kompendium.de/sites/slt/0210152.htm>
- <http://www.batronix.com/versand/know-how/op-amp.html>
- <http://www.elektronik-kompendium.de/sites/bau/0209092.htm>
- <http://dk4ek.de/elektronik/integri.pdf>
- <http://www.mikrocontroller.net/articles/Operationsverst%C3%A4rker-Grundsaltungen>
- <http://elektroniktutor.oszkim.de/analogverstaerker/subtra.html>

## Operationsverstärker

Projektlabor WS15/16 - Benjamin Melzer

### Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer und realer OPV
3. Aufbau
4. Funktionsweise
5. Grundsaltungen