

Operationsverstärker

- Martin Albert -

- 24. Mai 2006 -

Gliederung

- Einführung
- Grundlagen
- Grundlegende Schaltungen
- spezielle Typen

Gliederung

- Einführung
 - Begriff OPV
 - Grundlagen Transistor
 - Grundsaltungen
 - Probleme

Einführung

- Begriff Operationsverstärker ?

Einführung

- Begriff Operationsverstärker ?
 - Operation ?

Einführung

- Begriff Operationsverstärker ?
 - Operation ?
 - Lexikon:

Einführung

- Begriff Operationsverstärker ?
 - Operation ?
 - Lexikon:
 1. Handlung

Einführung

- Begriff Operationsverstärker ?
 - Operation ?
 - Lexikon:
 1. Handlung
 2. Eingriff in Körperorgane

Einführung

- Begriff Operationsverstärker ?
 - Operation ?
 - Lexikon:
 1. Handlung
 2. Eingriff in Körperorgane
 3. in sich abgeschlossene Kampfhandl.

Einführung

- Begriff Operationsverstärker ?
 - Operation ?
 - Lexikon:
 1. Handlung
 2. Eingriff in Körperorgane
 3. in sich abgeschlossene Kampfhandl.
 4. Durchführung einer math. Vorschrift

Einführung

- Begriff Operationsverstärker ?
 - Operation ?
 - Lexikon:
 1. Handlung
 2. Eingriff in Körperorgane
 3. in sich abgeschlossene Kampfhandl.
 4. Durchführung einer math. Vorschrift
 5. Arbeitsschritt einer Rechenmaschine

Einführung

- Begriff Operationsverstärker ?
 - Verstärker ?

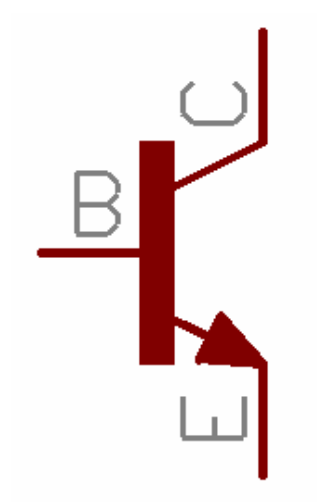
Einführung

- Begriff Operationsverstärker ?
 - Verstärker ?

Transistor

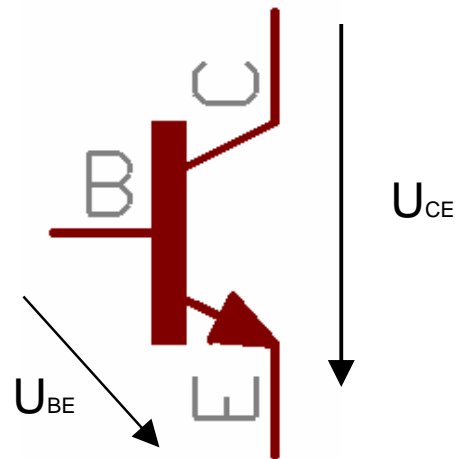
Einführung

- Wiederholung Bipolar-Transistor:



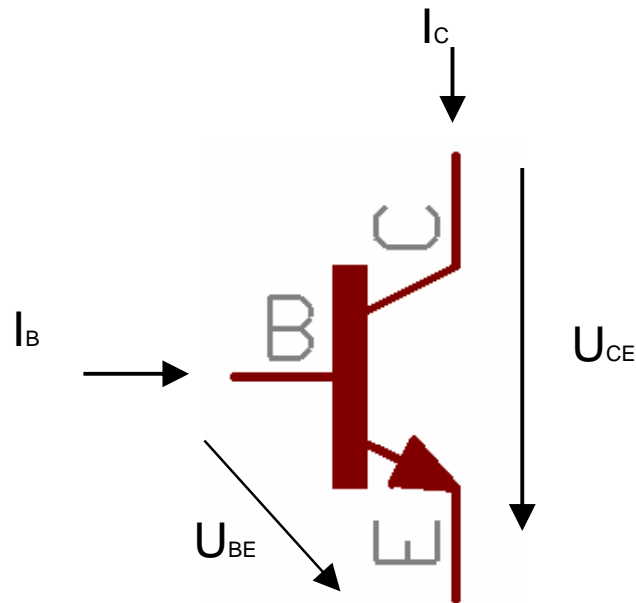
Einführung

- Wiederholung Bipolar-Transistor:



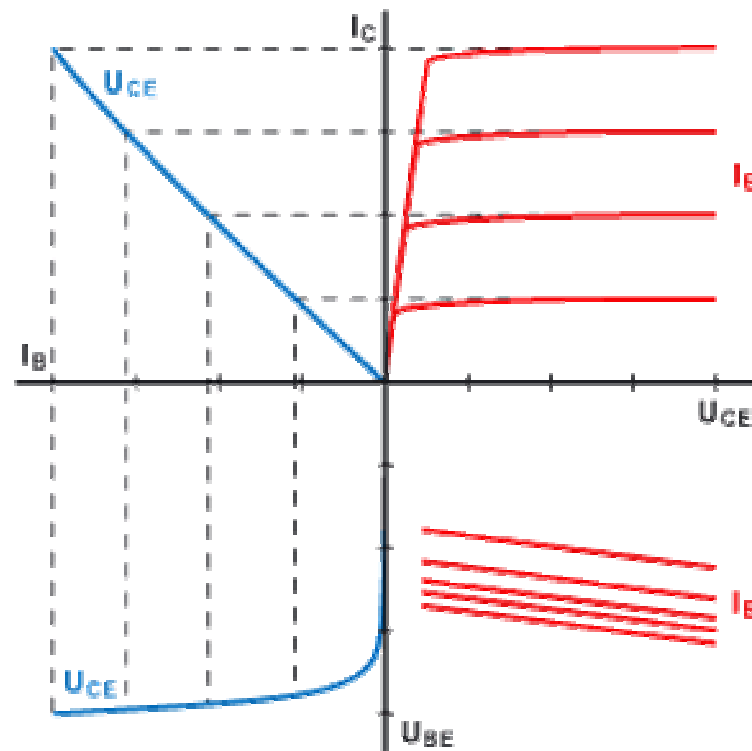
Einführung

- Wiederholung Bipolar-Transistor:



Einführung

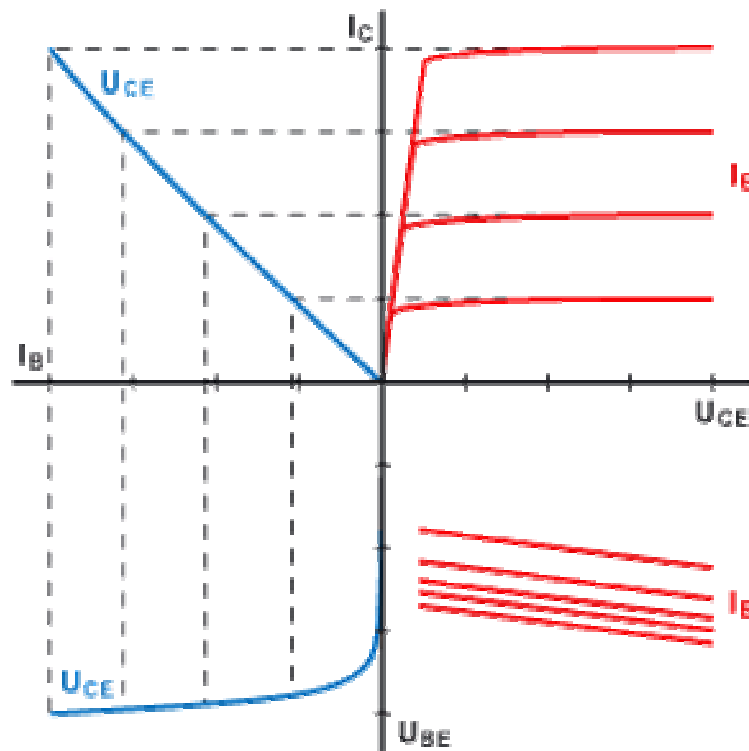
- Kennlinie Bipolar-Transistor:



Einführung

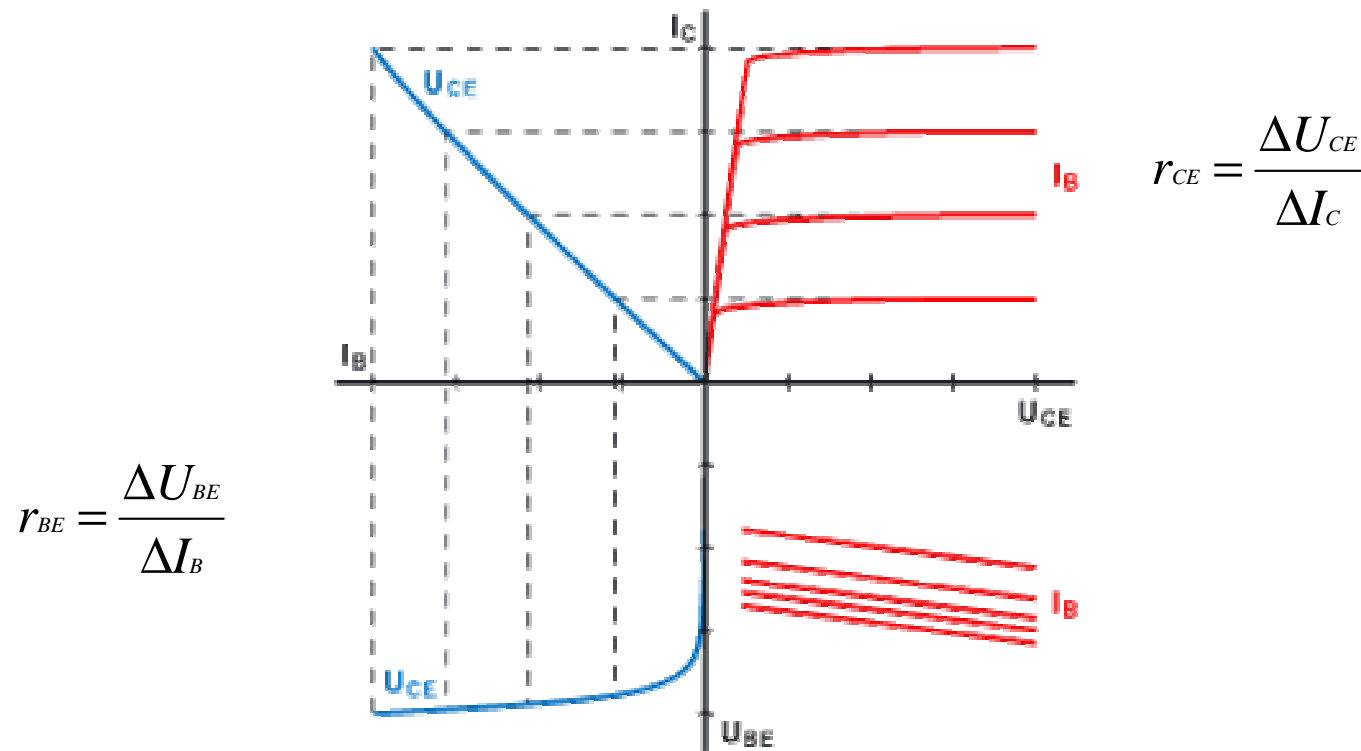
- Kennlinie Bipolar-Transistor:

$$r_{BE} = \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_B}$$



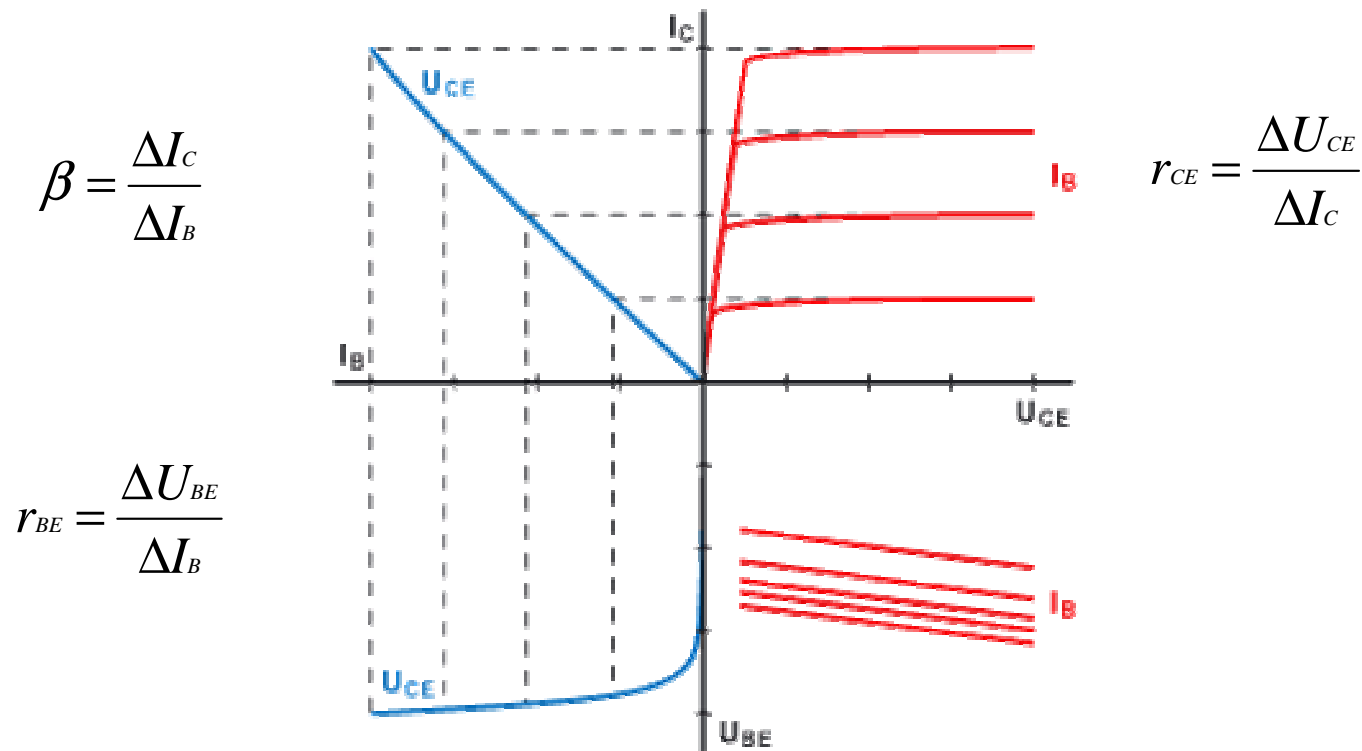
Einführung

- Kennlinie Bipolar-Transistor:



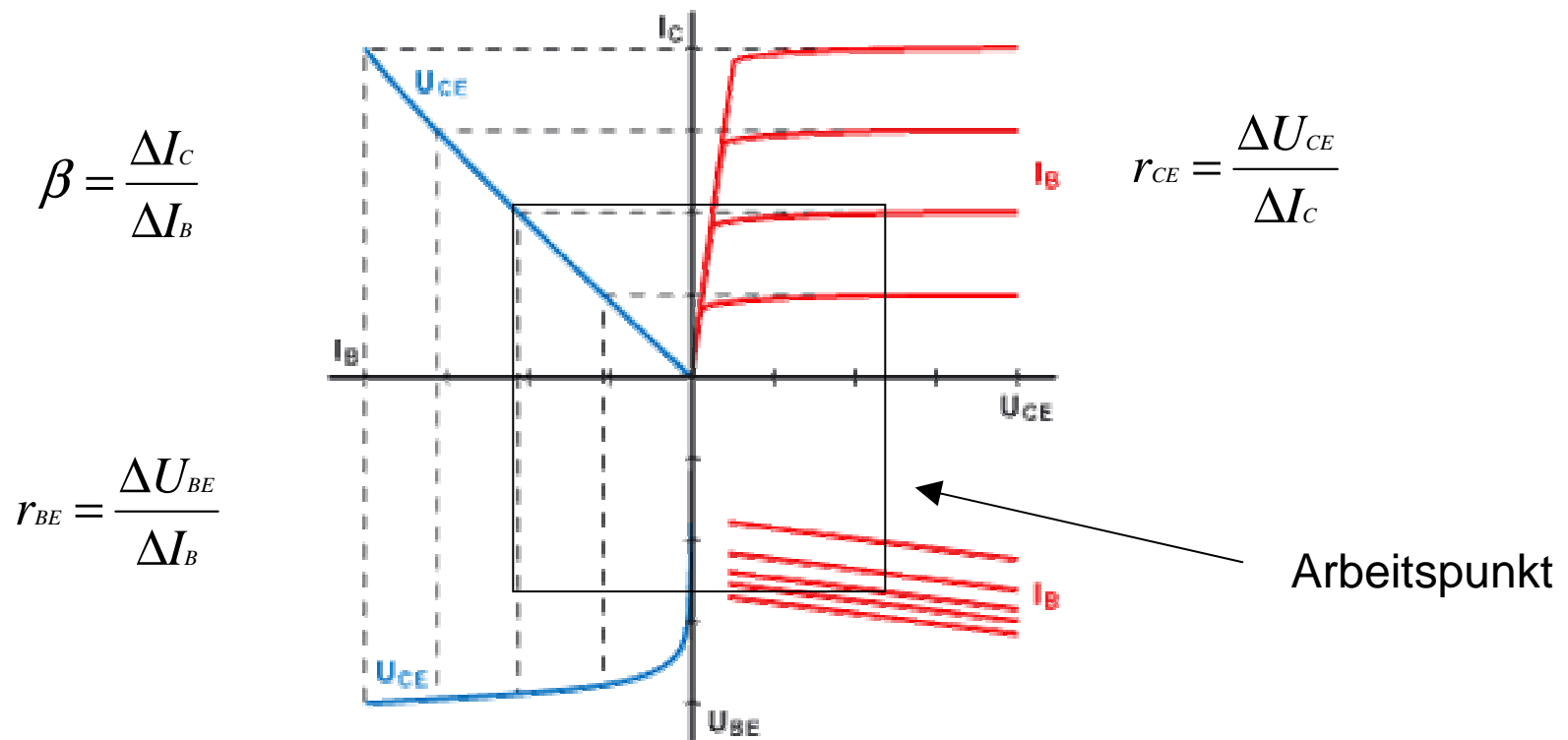
Einführung

- Kennlinie Bipolar-Transistor:



Einführung

- Kennlinie Bipolar-Transistor:



Einführung

Grundsaltungen?

Einführung

- Definition:

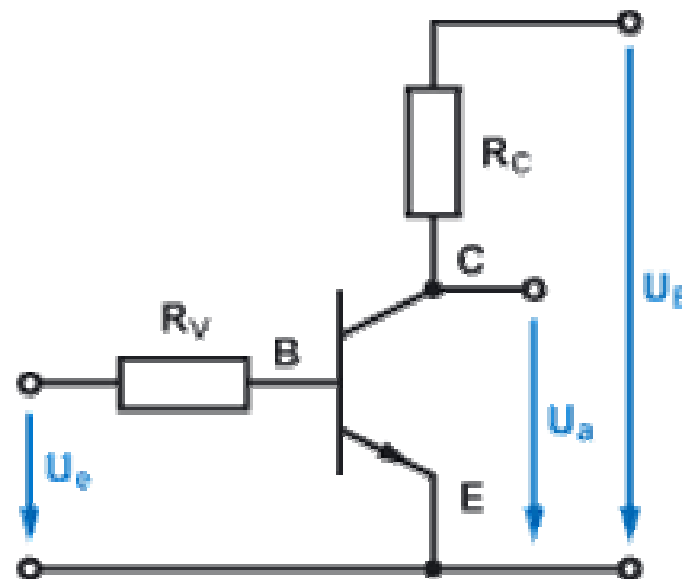
Schaltung mit einem oder auch mehreren Transistoren, die aufgrund ihrer nützlichen Eigenschaften oft verwendet wird.

Einführung

- Arten:
 - Emitterschaltung
 - Kollektorschaltung
 - Basisschaltung
 - Darlingtonschaltung

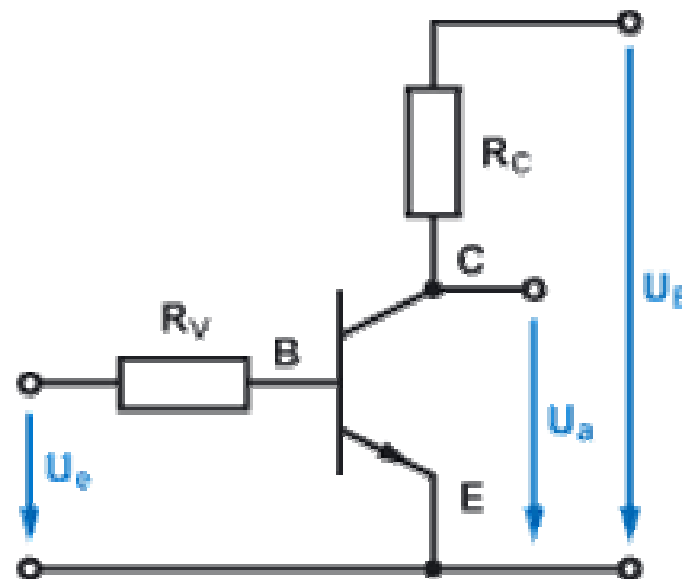
Einführung

- Beispiel Emitterschaltung:



Einführung

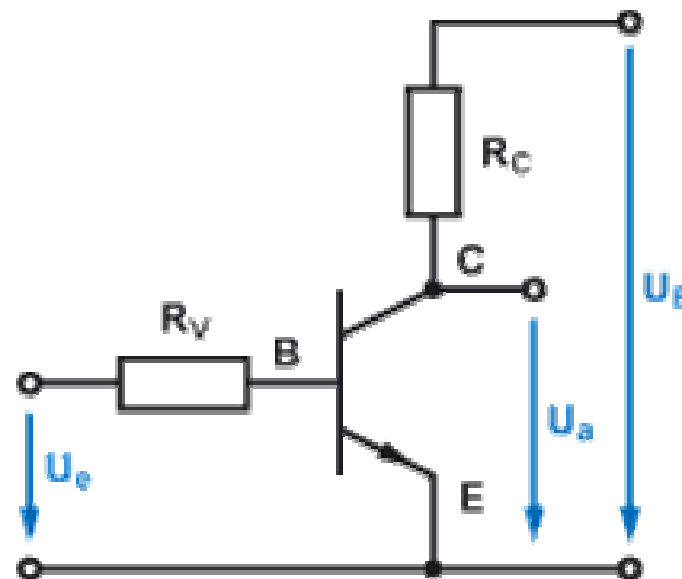
- Beispiel Emitterschaltung:



$$V_u = \frac{U_a}{U_e} = \frac{U_{CE}}{R_V i_B + U_{BE}}$$

Einführung

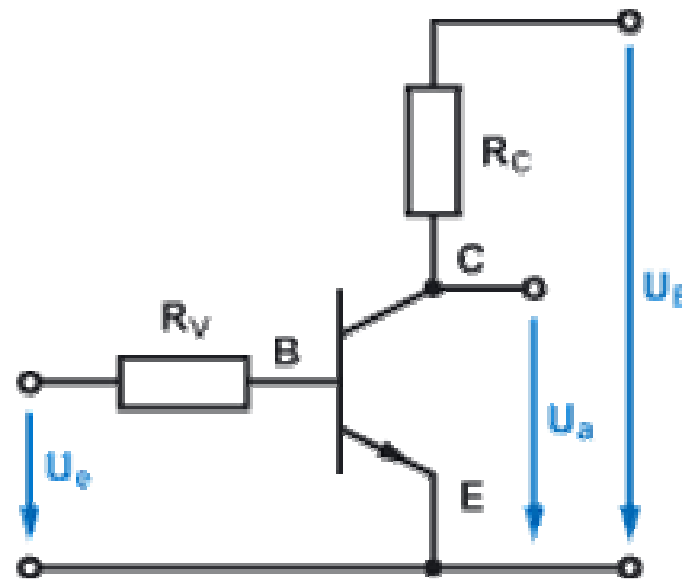
- Beispiel Emitterschaltung:



$$V_u = \frac{U_a}{U_e} = \frac{U_{CE}}{R_V i_B + U_{BE}} = \frac{r_{CE} i_C}{R_V i_B + r_{BE} i_B}$$

Einführung

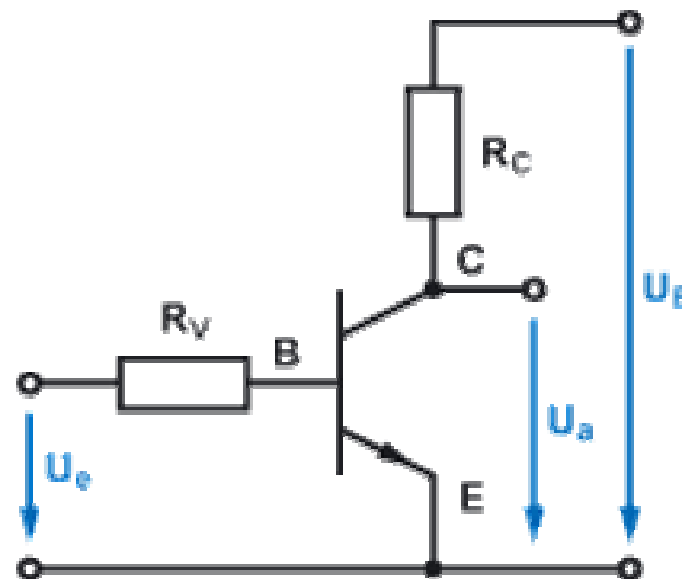
- Beispiel Emitterschaltung:



$$V_u = \frac{U_a}{U_e} = \frac{U_{CE}}{R_V i_B + U_{BE}} = \frac{r_{CE} i_C}{R_V i_B + r_{BE} i_B} = \beta \frac{r_{CE}}{R_V + r_{BE}}$$

Einführung

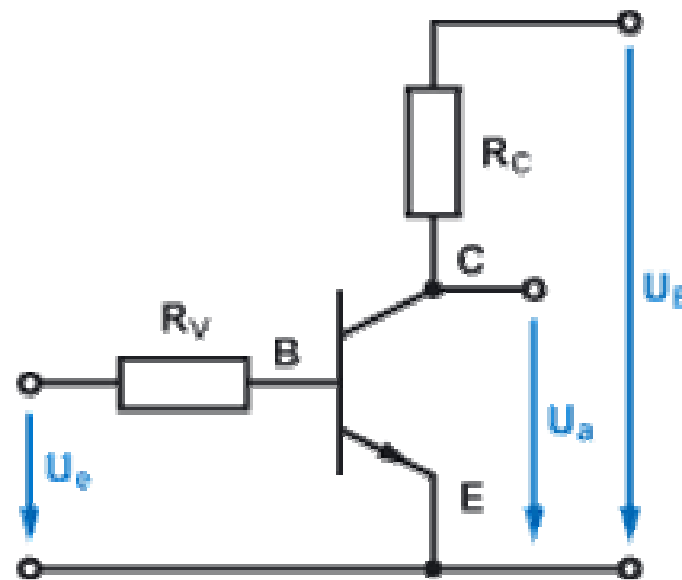
- Beispiel Emitterschaltung:



$$V_i = \frac{i_a}{i_e} = \frac{i_a}{i_B} = \beta \frac{i_a}{i_c}$$

Einführung

- Beispiel Emitterschaltung:



$$V_i = \frac{i_a}{i_e} = \frac{i_a}{i_B} = \beta \frac{i_a}{i_c} = \beta \frac{r_c}{R_L} = \beta \frac{r_{CE}}{R_L}$$

Einführung

- Zusammenfassung:

	Basis	Emitter	Kollektor
V_u	100..1000	20..100 (180°)	~1
V_i	<1	10..50	10..4000

- Widerstandsbetrachtung

Einführung

- Probleme:

Einführung

- Probleme:
 - Jede Schaltung hat Vor- und Nachteile

Einführung

- Probleme:
 - Jede Schaltung hat Vor- und Nachteile
 - Arbeitspunkt ändert sich durch Temperatureinflüsse, Materialabweichung

Einführung

- Probleme:
 - Jede Schaltung hat Vor- und Nachteile
 - Arbeitspunkt ändert sich durch Temperatureinflüsse, Materialabweichung
 - Schaltungen sind nur in einem kleinen Bereich linear

Einführung

- Probleme:
 - Jede Schaltung hat Vor- und Nachteile
 - Arbeitspunkt ändert sich durch Temperatureinflüsse, Materialabweichung
 - Schaltungen sind nur in einem kleinen Bereich linear
 - Schwellspannung von 0,7V

Einführung

- Lösung:

?

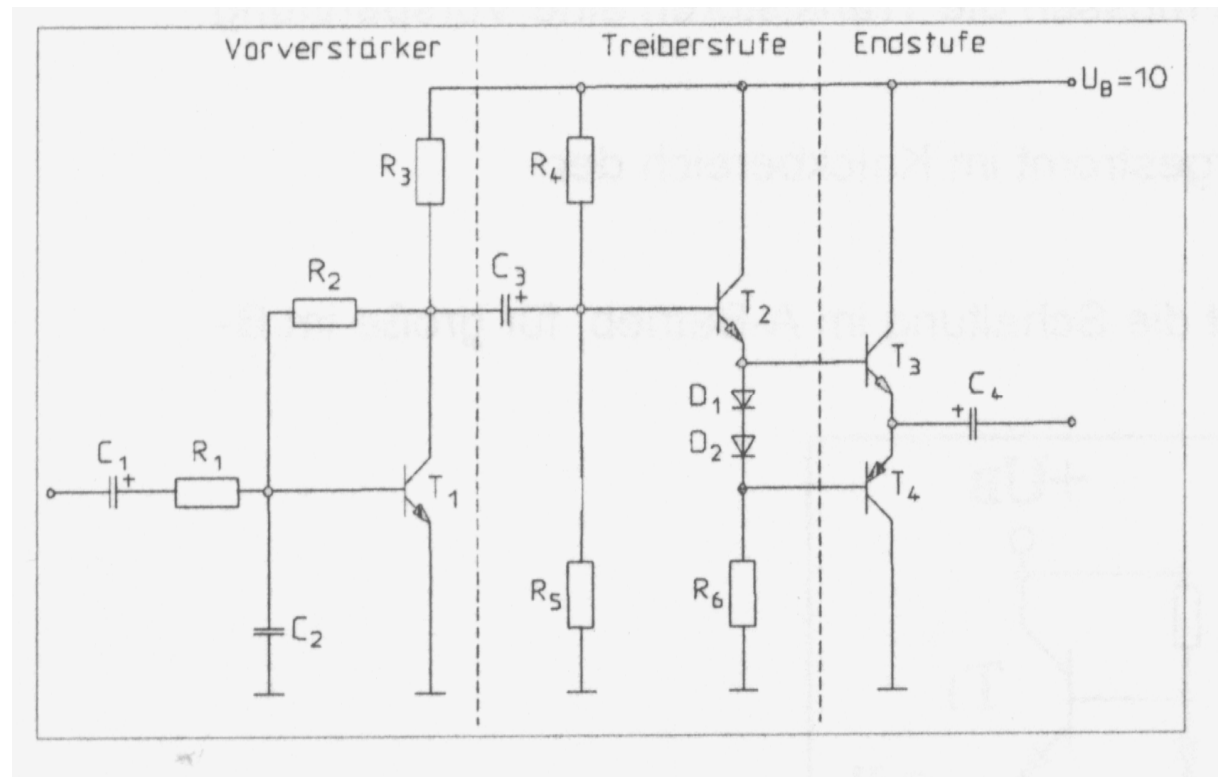
Einführung

- Lösung:

Ineinanderschaltung von mehreren Grundschaltungen, wobei die Vorteile von jeder Schaltung genutzt werden.

Einführung

- Beispiel:



Gliederung

- Grundlagen OPV
 - Einführung
 - Aufbau
 - Eigenschaften
 - Ersatzschaltbild

Grundlagen

- Einführung:
 - „Operation“ – mathematische Verknüpfung

Grundlagen

- Einführung:
 - „Operation“ – mathematische Verknüpfung
 - OPV wurde in den ersten Analogrechnern eingesetzt

Grundlagen

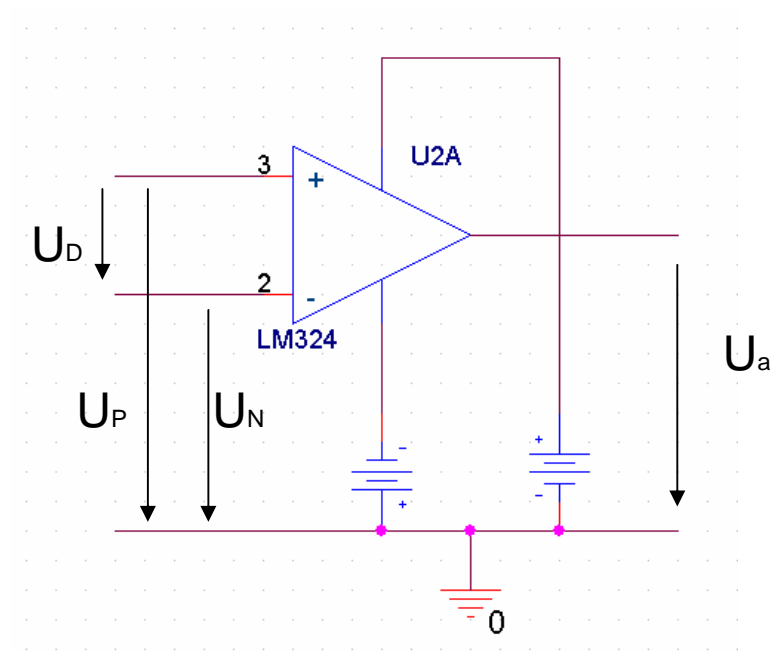
- Einführung:
 - „Operation“ – mathematische Verknüpfung
 - OPV wurde in den ersten Analogrechnern eingesetzt
 - integrierte Schaltung

Grundlagen

- Einführung:
 - „Operation“ – mathematische Verknüpfung
 - OPV wurde in den ersten Analogrechnern eingesetzt
 - integrierte Schaltung
 - dient dazu Spannungen und Ströme zu verstärken

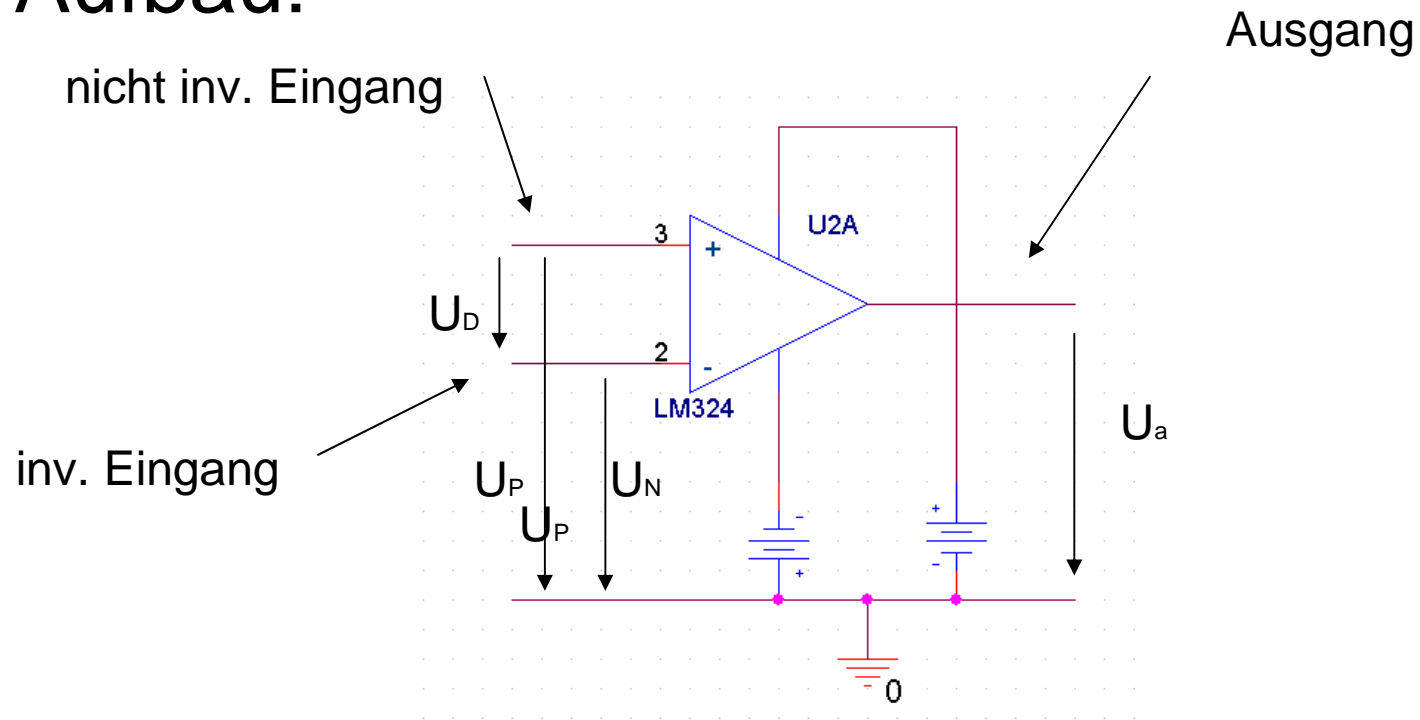
Grundlagen

- Aufbau:



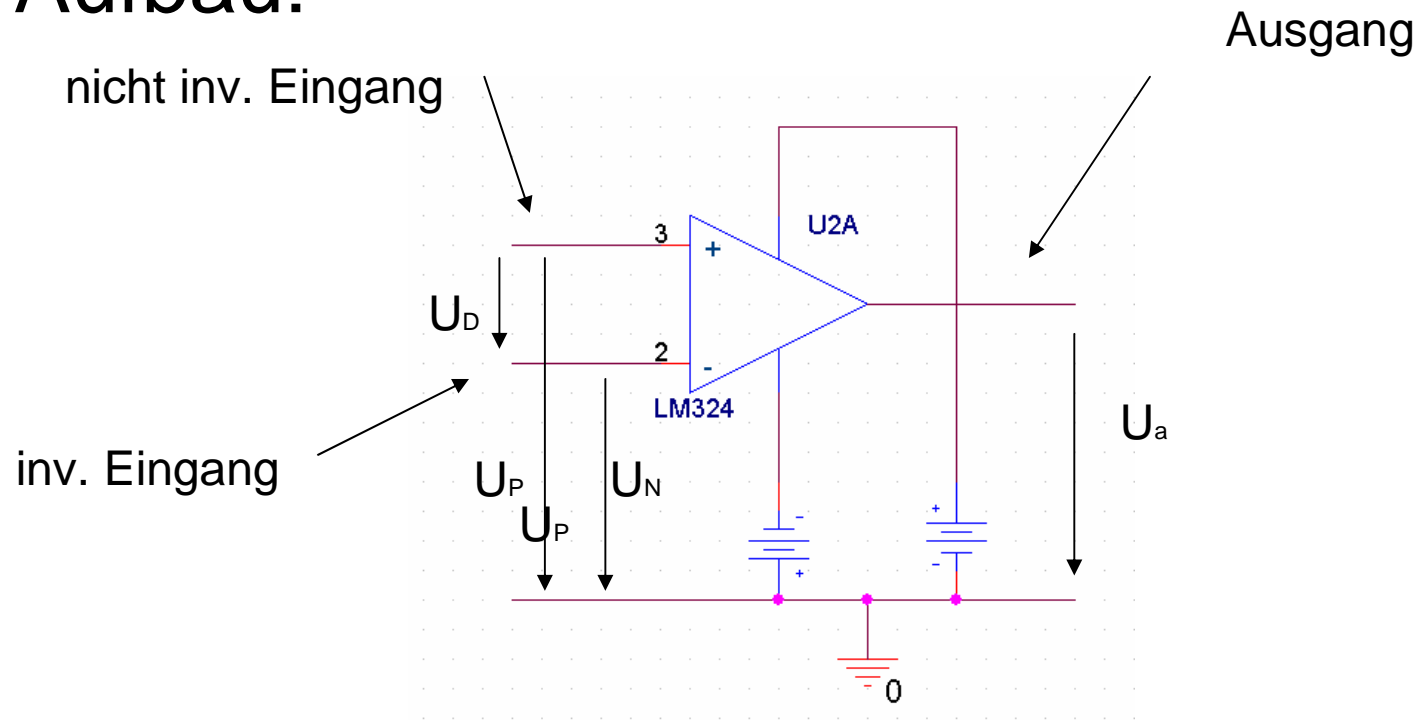
Grundlagen

- Aufbau:



Grundlagen

- Aufbau:



Verstärkung: $U_a = A_D U_D$

Grundlagen

- Arten:
 - 4 Arten von Operationsverstärkern
 - unterscheiden sich in der Größe der Eingangs- und Ausgangswiderstände

Grundlagen

- Unterschiede zum Verstärker:
 - keine Arbeitspunkteinstellung (Ruhepotential = 0)
 - seine Eigenschaften werden durch die äußere Beschaltung erst bestimmt

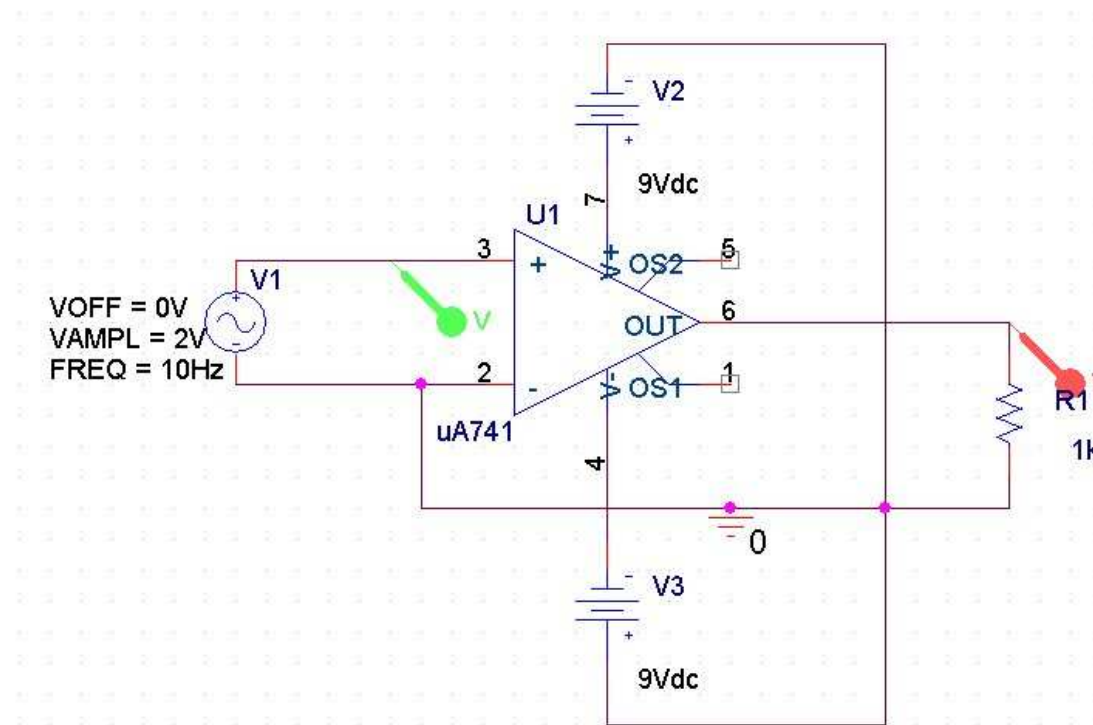
Grundlagen

- Zusammenfassung idealer OPV :

Eigenschaft	Idealer OPV
Eingangswiderstand	$\rightarrow \infty$
Ausgangswiderstand	$\rightarrow 0$
Leerlaufverstärkung	$\rightarrow \infty$
Frequenzverhalten	linear
Aussteuerbarkeit	von U_+ bis U_-

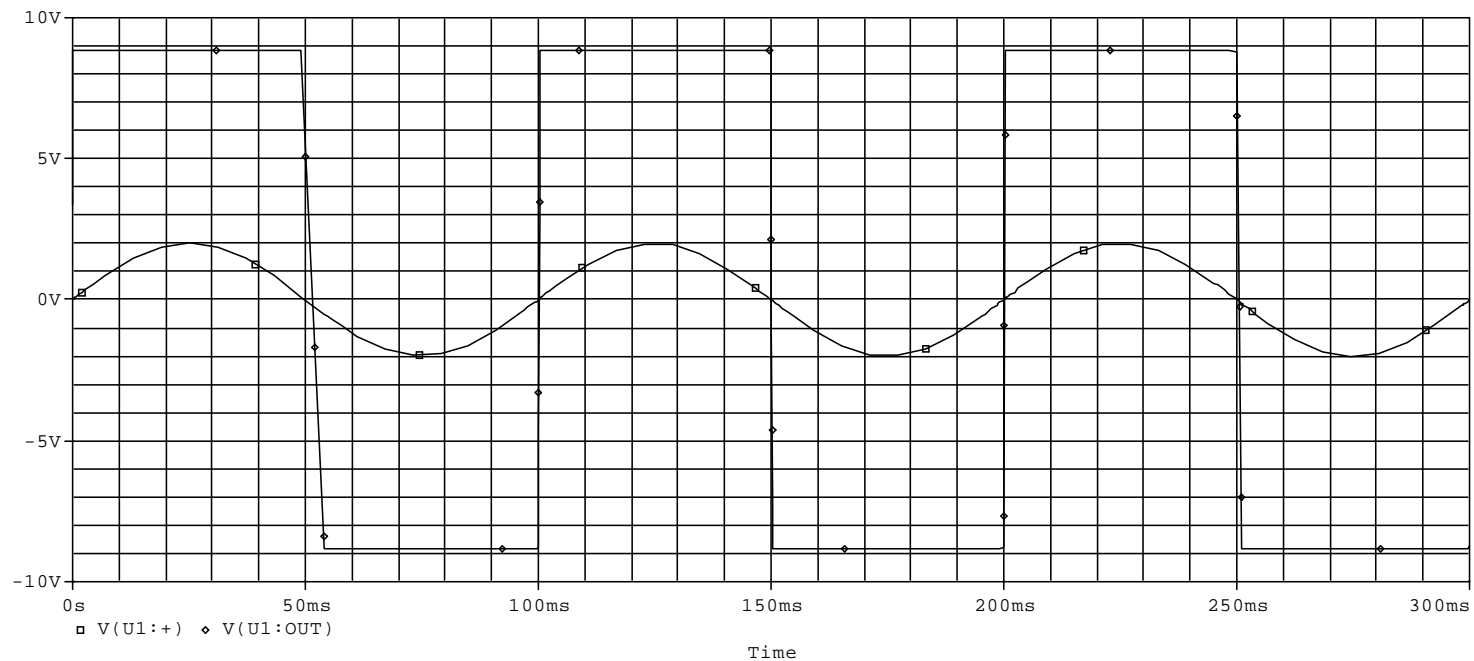
Grundlagen

- Beispiel ohne Beschaltung:



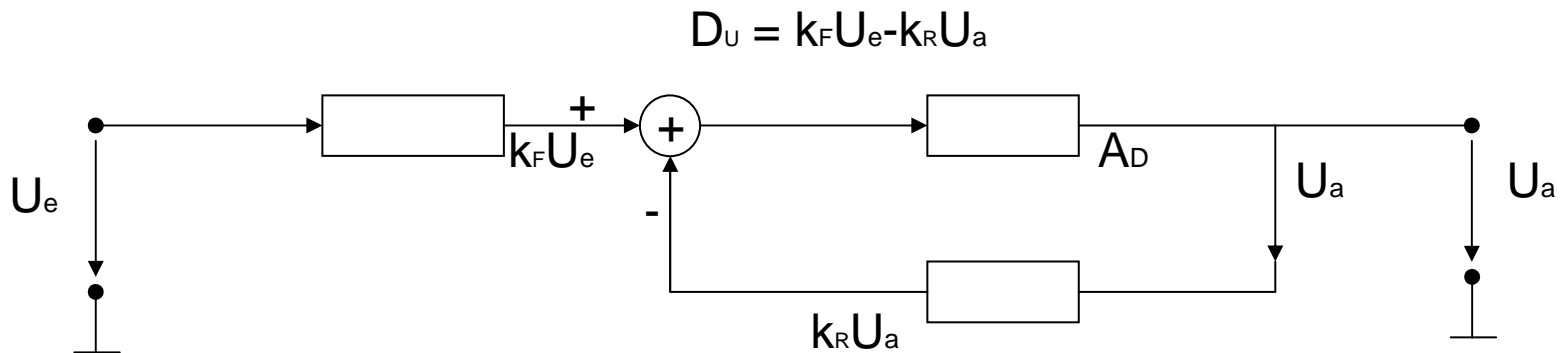
Grundlagen

- Beispiel ohne Beschaltung:



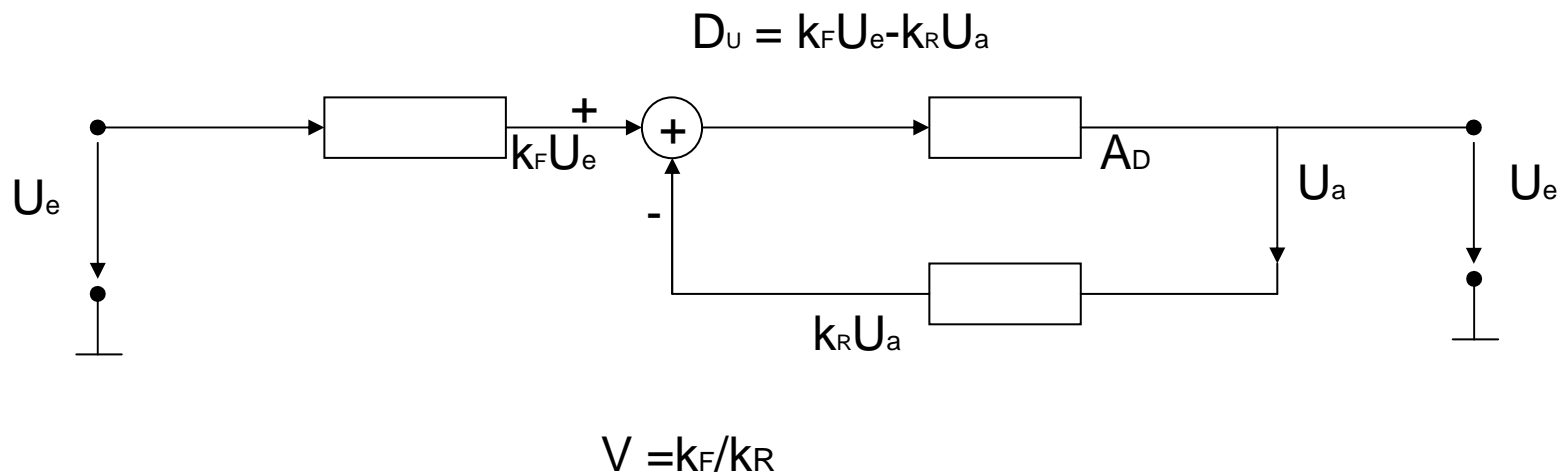
Grundlagen

- Gegenkopplung:
 - OPV zeichnet sich durch die äußere Beschaltung aus



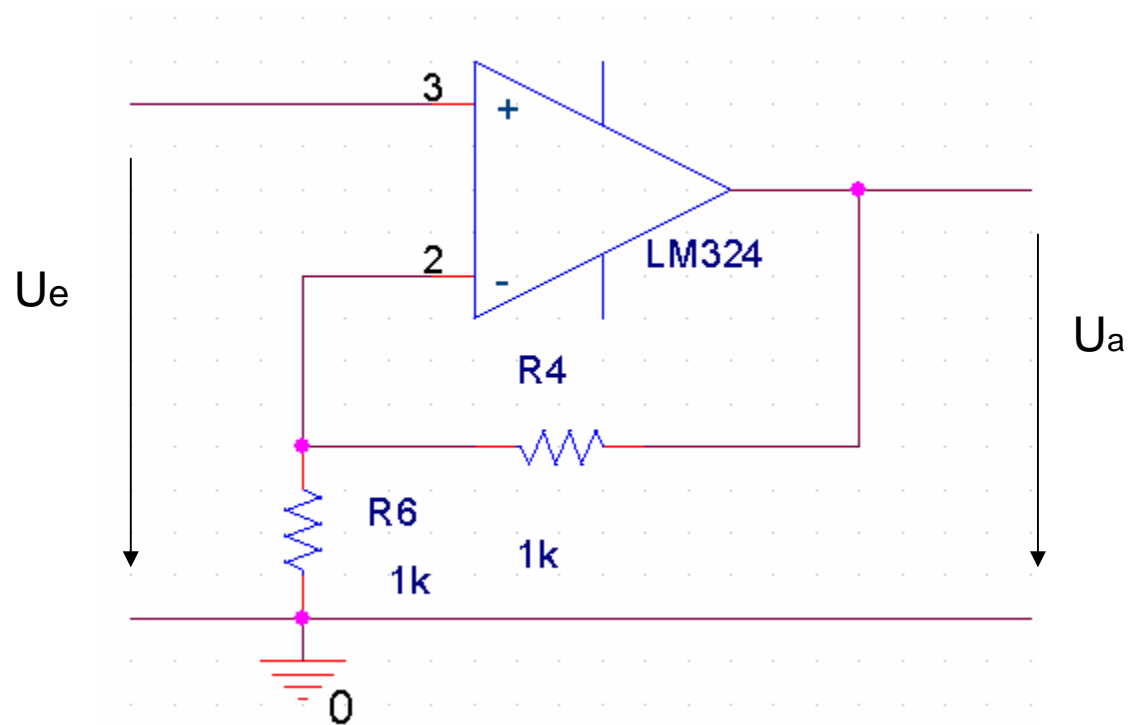
Grundlagen

- Gegenkopplung:
 - OPV zeichnet sich durch die äußere Beschaltung aus



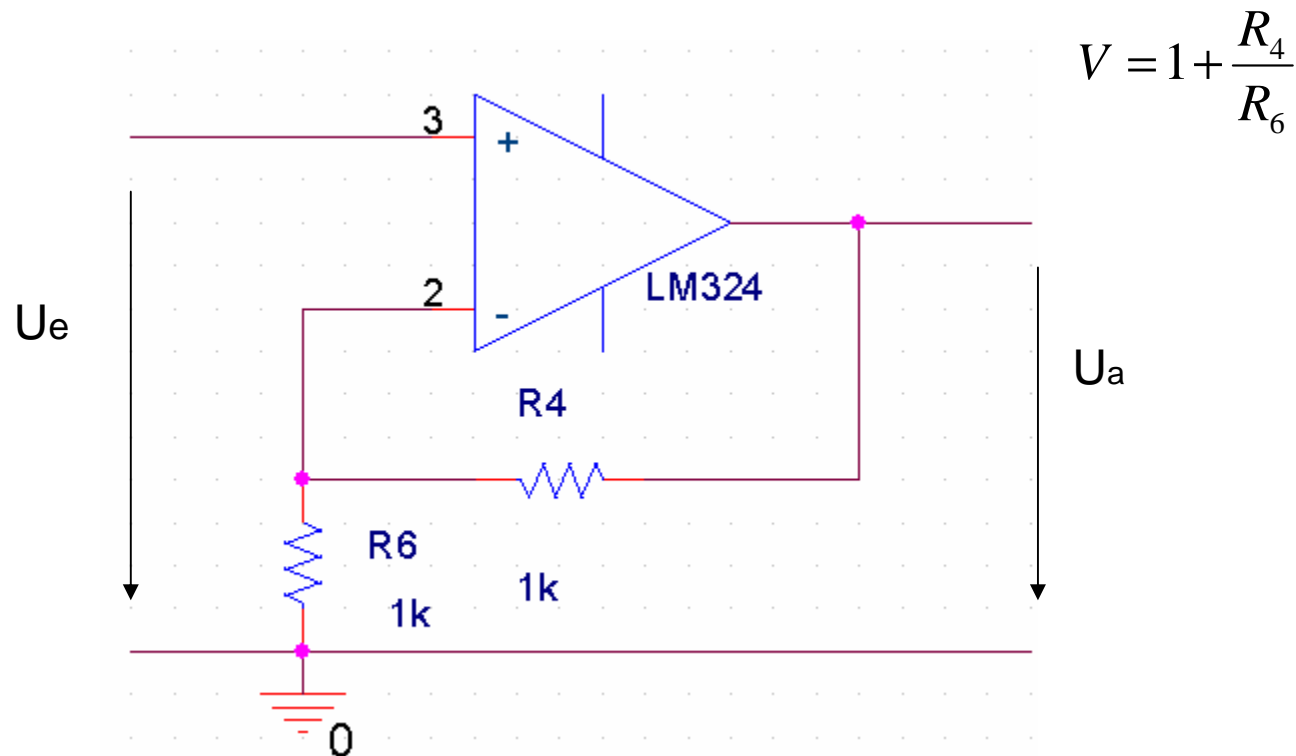
Grundsaltungen

- nicht inv. Verstärker:



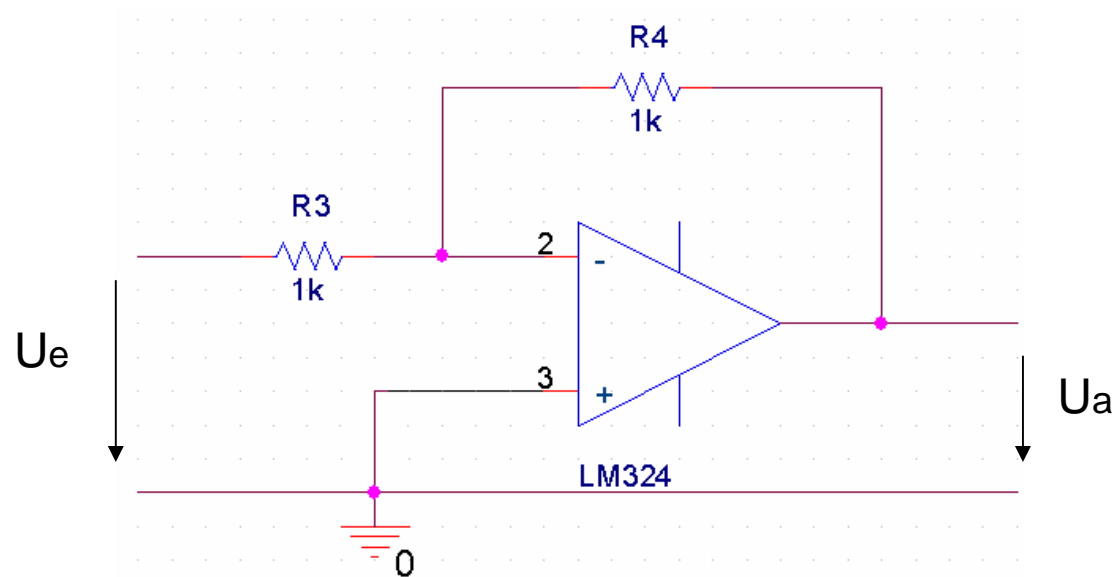
Grundsaltungen

- nicht inv. Verstärker:



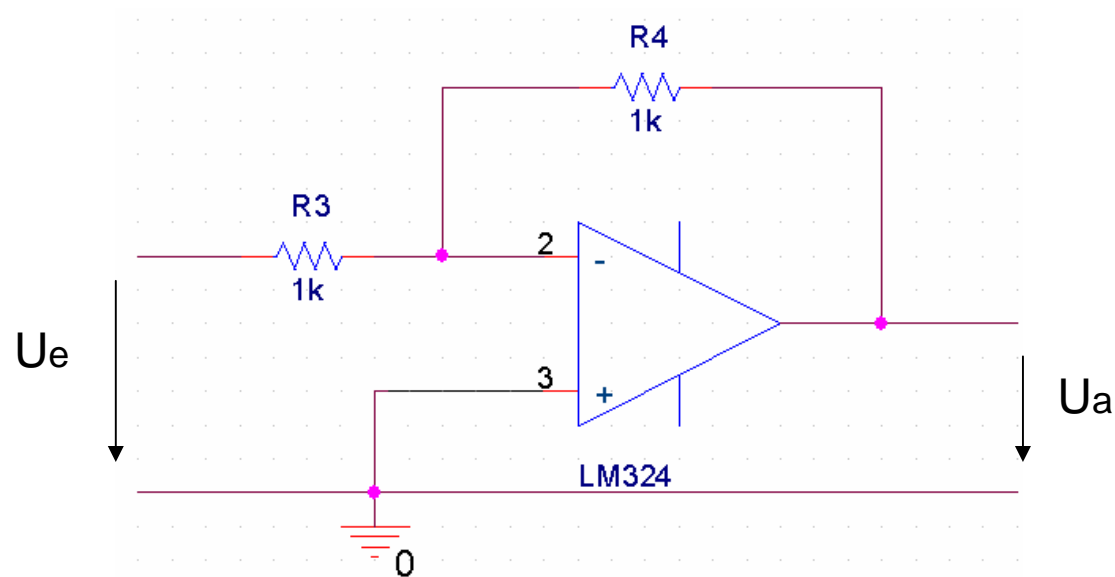
Grundsaltungen

- inv. Verstärker:



Grundsaltungen

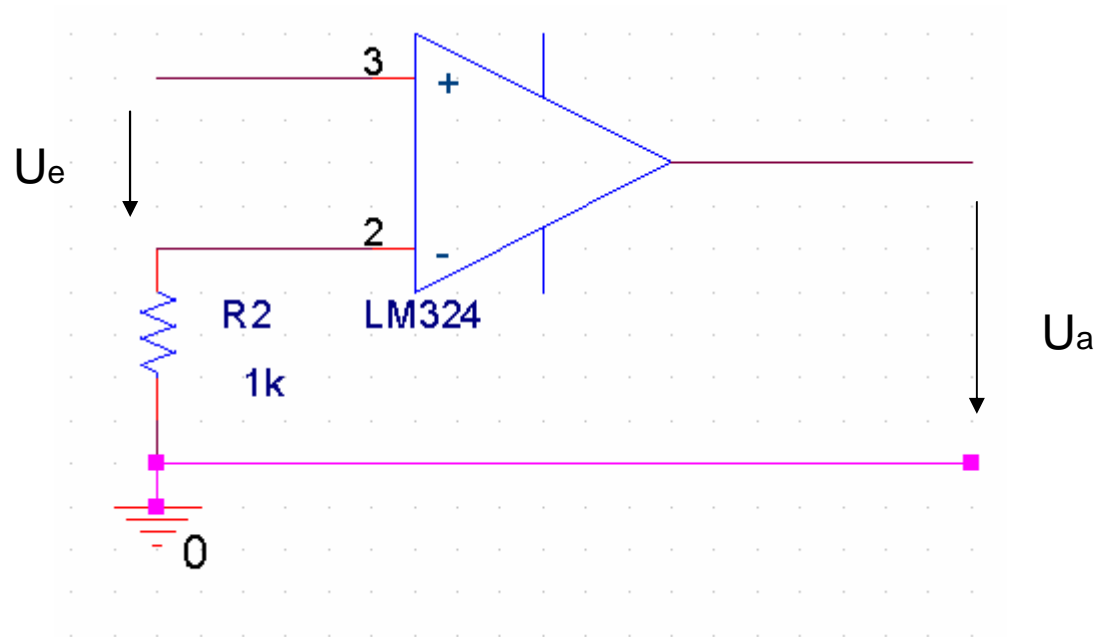
- inv. Verstärker:



$$V = -\frac{R_4}{R_3}$$

Grundsaltungen

- Komparator:
 - Aufgabe eines Schalters



Gliederung

- OPV-Typen
 - Problem Versorgungsspannung
 - Single Supply OPV
 - Rail-to-Rail OPV

OPV Typen

- **Betriebsspannung:**
 - „Normale“ OPV's werden symmetrisch angesteuert z.B.: -10V..10V

OPV Typen

- **Betriebsspannung:**
 - „Normalen“ OPV's wurden symmetrisch angesteuert z.B.: -10V..10V
 - Bereich kann verschoben werden z.B.: -7V..13V

OPV Typen

- **Betriebsspannung:**
 - „Normalen“ OPV's wurden symmetrisch angesteuert z.B.: -10V..10V
 - Bereich kann verschoben werden z.B.: -7V..13V
 - Problem: Ruhepotential verschiebt sich ebenfalls

OPV Typen

- Ruhepotential:
 - ist die Spannung, die am Ausgang anliegt, wenn $U_D = 0$ ist

OPV Typen

- Ruhepotential:
 - ist die Spannung die am Ausgang anliegt, wenn $D_u = 0$ ist
 - sie liegt symmetrisch im Ansteuerungsbereich

OPV Typen

- Ruhepotential:
 - ist die Spannung die am Ausgang anliegt, wenn $D_u = 0$ ist
 - sie liegt symmetrisch im Ansteuerungsbereich
 - 1. Beispiel: -10V..10V RP: 0V
 - 2. Beispiel: -7V..13V RP: 3V

OPV Typen

- Single Supply OPV:
 - Standard-OPV: LM324 (verwenden wir im Labor)
 - Vorteil: Ansteuerung bis zur neg. Versorgungsspannung

OPV Typen

- Rail-to-Rail OPV:
 - können von der neg. bis zur positiven Versorgungsspannung angesteuert werden

Quellen

- [1] Tietze, U; Schenk, Ch.: Halbleiterschaltungstechnik, Springer Verlag (11. Auflage, 1999)
- [2] Beuth, K.; Schmusch, W.; Grundsaltungen, Vogel Fachbuch
- [3] Schnabel, P.: das ELKO - das ELektronik-Kompendium.de ,<http://www.elektronik-kompendium.de/sites/bau0203112.htm>, Abruf:20.5.2006
- [4] Naunin, D.: Grundlagen der Elektrotechnik IA und IB, Skript (Auflage April 2002)