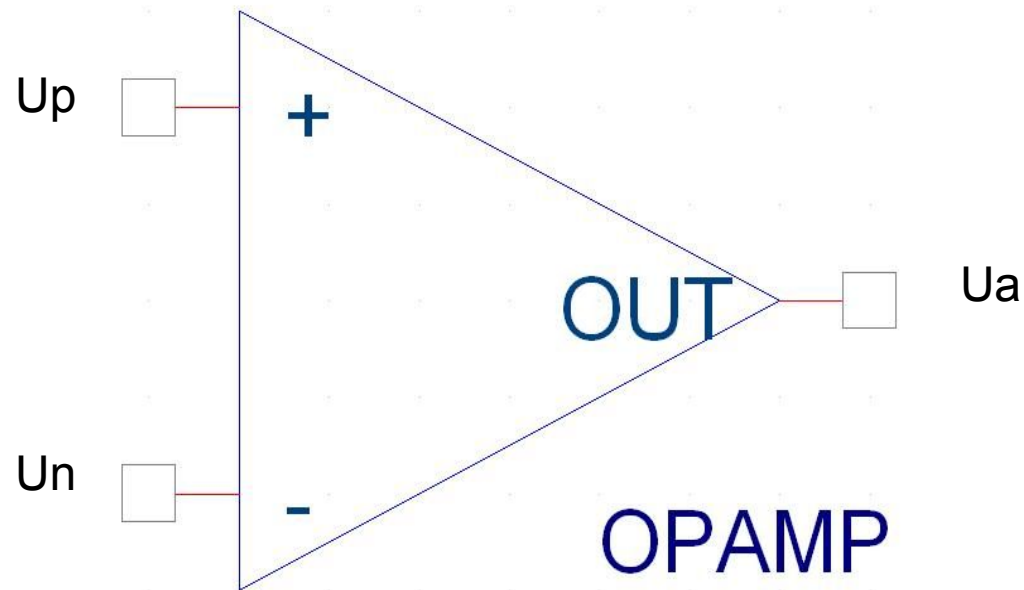


Operationsverstärker



Vorsprecher : Pochang Su

Betreuer : Andreas Deml

Übersicht

- Eigenschaften von OPV
- Grundsaltungen
 - Ohne Rückkopplung
 - Mit Gegenkopplung
 - Mit Mitkopplung
- Zusammenfassung
- Quellen

Übersicht

- **Eigenschaften von OPV**
- Grundsaltungen
 - Ohne Rückkopplung
 - Mit Gegenkopplung
 - Mit Mitkopplung
- Zusammenfassung
- Quellen

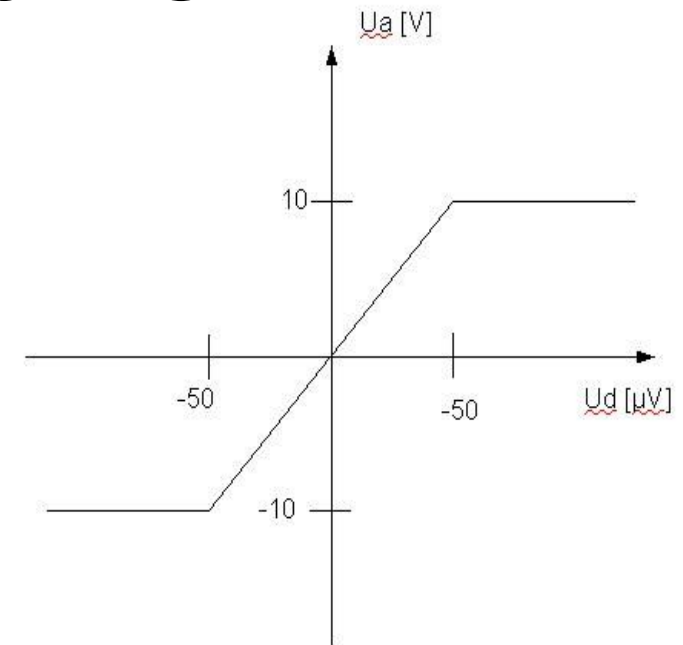
Eigenschaften von OPV

- Idealer Verstärker sollte :

- Unendliche Verstärkung

$$V = \frac{U_e}{U_D} \rightarrow \infty$$

$$U_D = \frac{U_e}{V} \rightarrow 0 \quad U_p = U_n (\text{virtuelle Masse})$$



- Unendlicher Eingangswiderstand $R_e \rightarrow \infty$ d.h. $I_e = 0$
 - wird die Signalquelle nicht belastet
- Ausgangswiderstand ist null $R_e = 0$
 - Ausgangsspannung unabhängig von der Last
- Tiefpassverhältnis bei der Grenzfrequenz

Eigenschaften von OPV

- Vergleichen ideal und real OPV

	ideal	CA 3140
Verstärkung V	∞	10^5
Eingangswiderstand R_E in Ω	∞	$1.5 \cdot 10^{12}$
Ausgangswiderstand R_A in Ω	0	60
Obere Grenzfrequenz in Hz	∞	$4.5 \cdot 10^6$

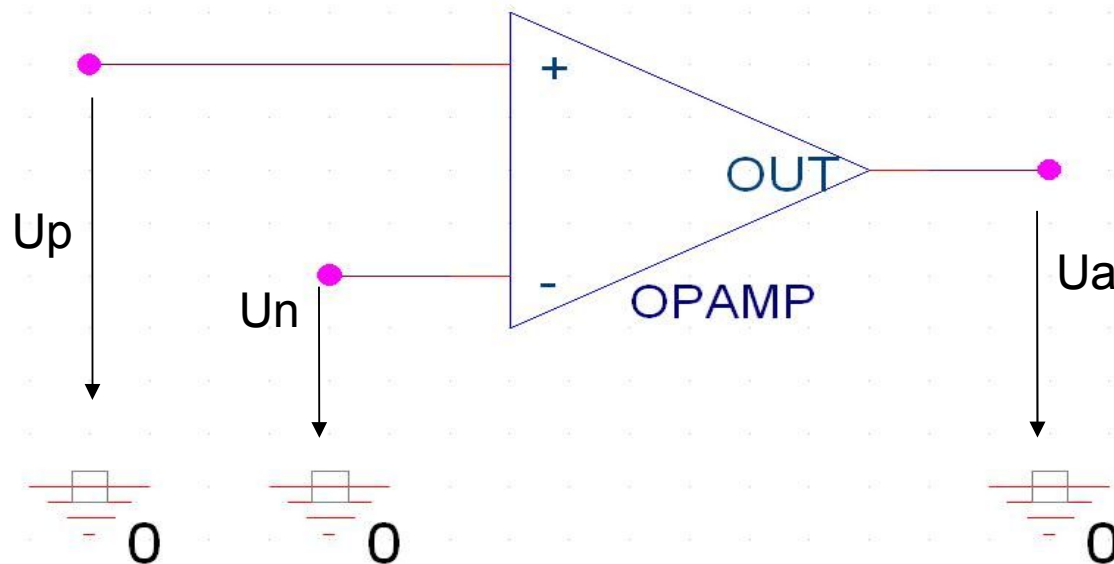
Übersicht

- Eigenschaften von OPV
- Grundsaltungen
 - Ohne Rückkopplung
 - Mit Gegenkopplung
 - Mit Mitkopplung
- Zusammenfassung
- Quellen

Ohne Rückkopplung

- Komparator

- Eingangsspannungsdifferenz treibt den Ausgang in die Sättigung bzw. gegen Betriebsspannung.
- Binäre Ausgangssignal



Übersicht

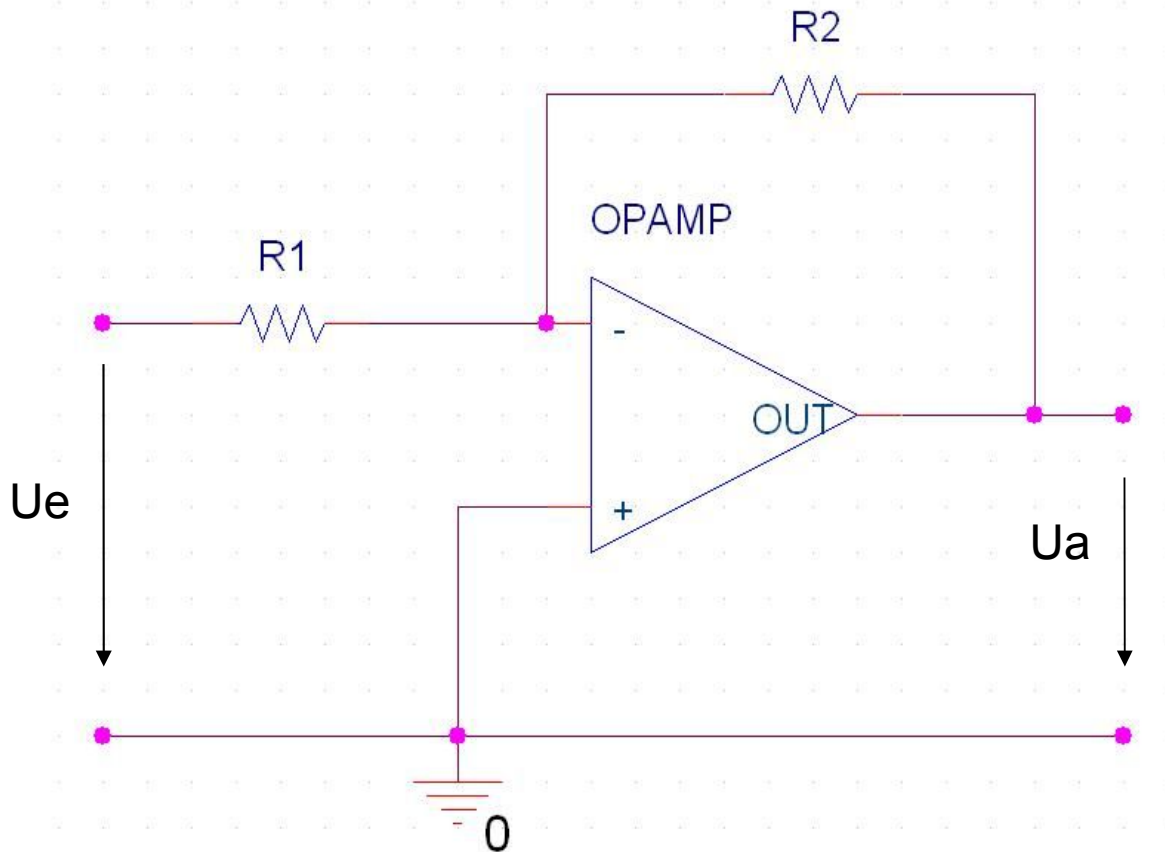
- Eigenschaften von OPV
- Grundsaltungen
 - Ohne Rückkopplung
 - Mit Gegenkopplung
 - Mit Mitkopplung
- Zusammenfassung
- Quellen

Mit Gegenkopplung

- Invertierender Verstärker
- Nicht-invertierender Verstärker
- Spannungsfolger
- Umkehraddierer
- Subtrahierer
- Integrator
- Differenzierer

Mit Gegenkopplung

- Invertierender Verstärker



$$I_e = \frac{U_e}{R_1}$$

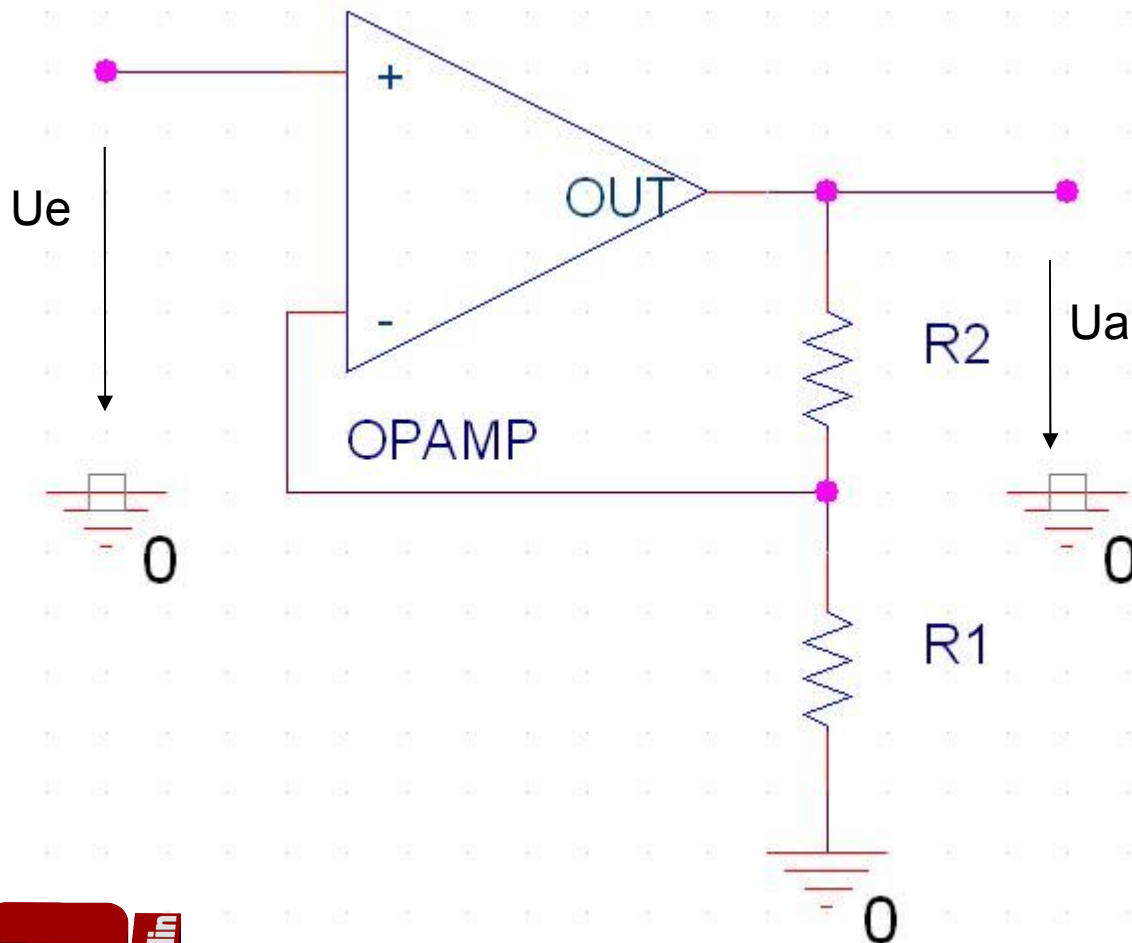
$$U_2 = I_e R_2 = U_e \frac{R_2}{R_1}$$

$$U_a = -U_2 \text{ (wg. } U_d = 0)$$

$$\frac{U_a}{U_e} = -\frac{R_2}{R_1}$$

Mit Gegenkopplung

- Nicht-invertierender Verstärker



$$U_1 = U_P = U_N = U_e$$

$$I_1 = \frac{U_e}{R_1} = I_2$$

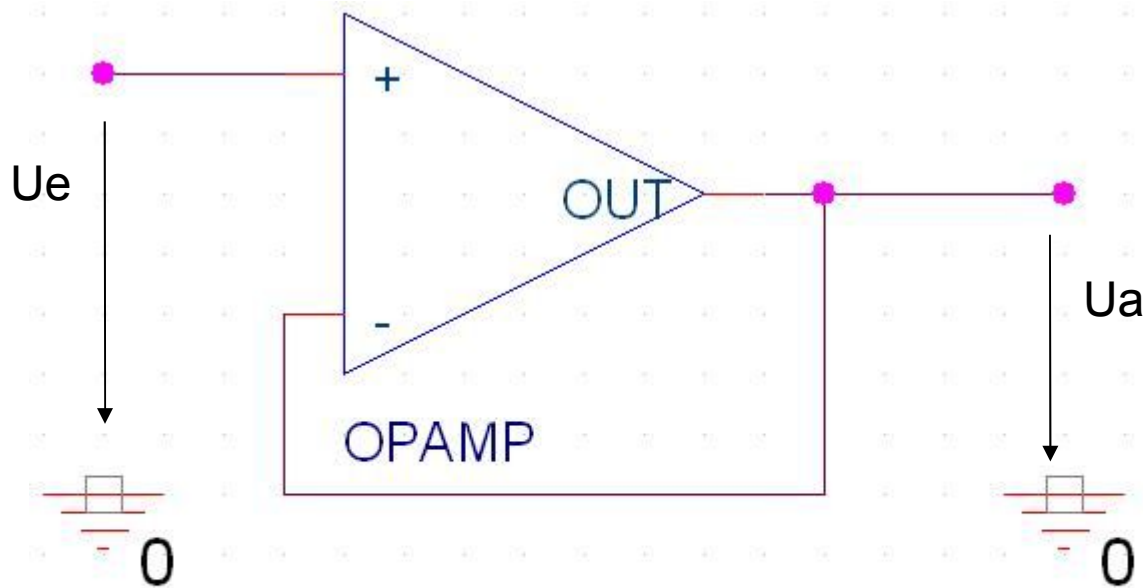
$$U_2 = I_2 R_2 = U_e \frac{R_2}{R_1}$$

$$U_a = U_1 + U_2 = U_e \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$\frac{U_a}{U_e} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Mit Gegenkopplung

- Spannungsfolger

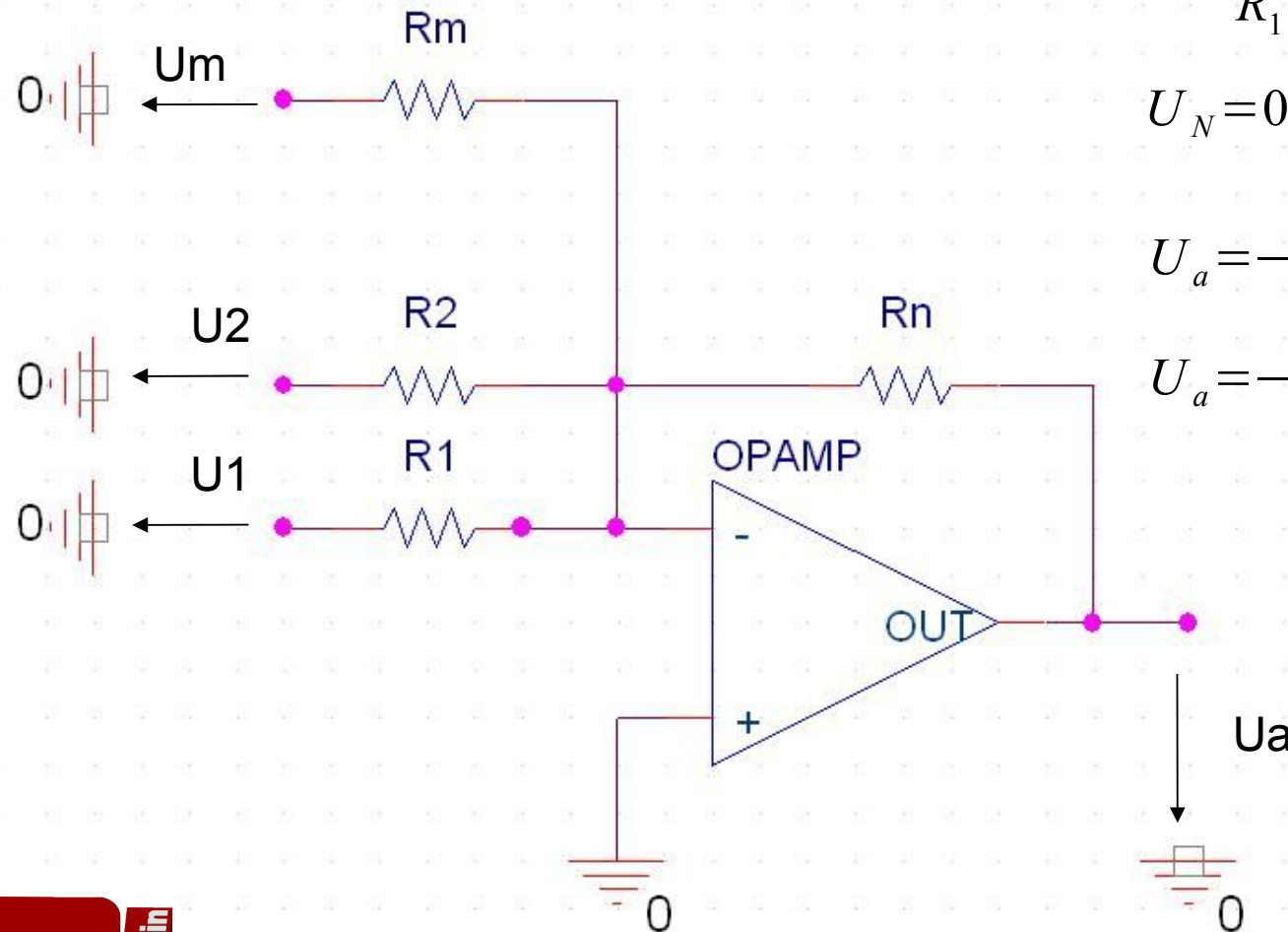


$$U_D = 0$$

$$U_a = U_e$$

Mit Gegenkopplung

- Umkehraddierer



$$I_r = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \dots + \frac{U_m}{R_m}$$

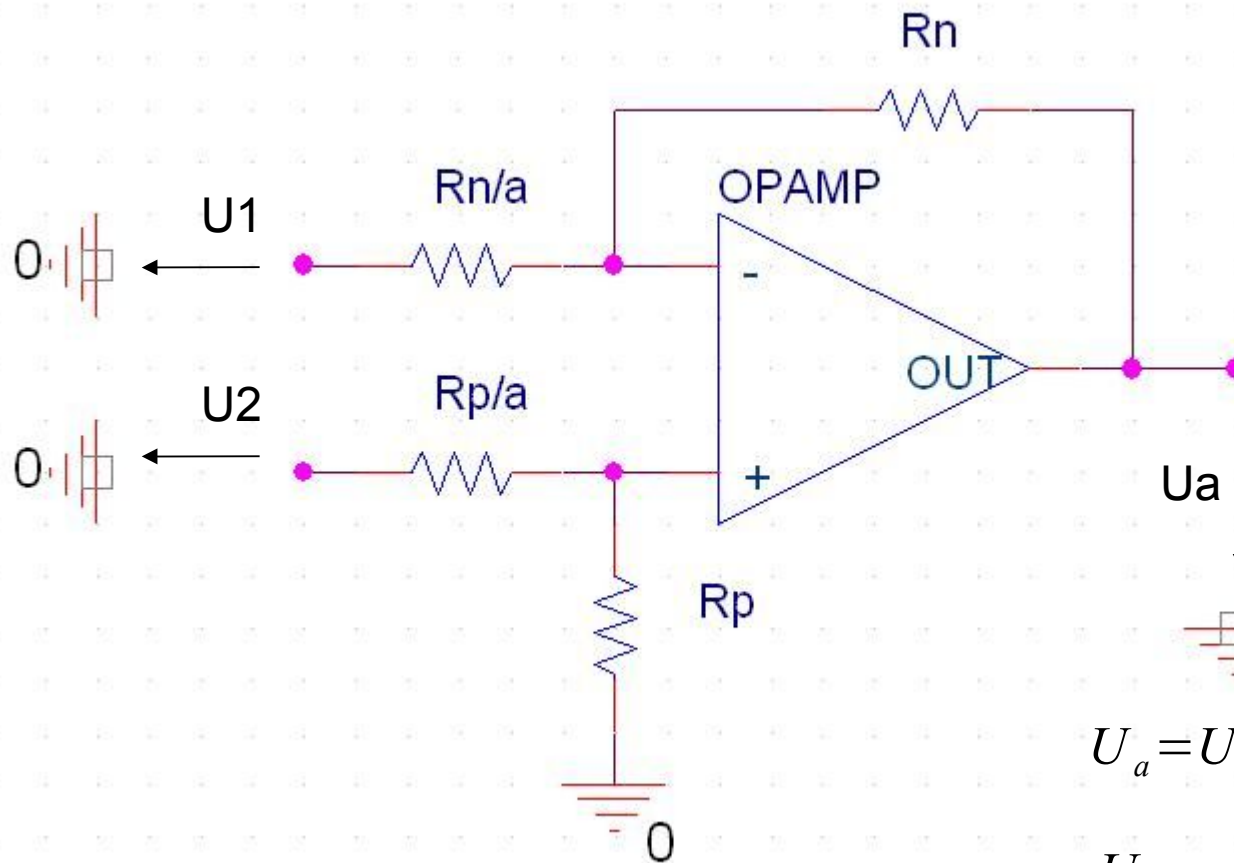
$$U_N = 0 \text{ (virtuelle Masse)}$$

$$U_a = -R_N I_r$$

$$U_a = -\left(U_1 \frac{R_N}{R_1} + U_2 \frac{R_N}{R_2} + \dots + U_m \frac{R_N}{R_m} \right)$$

Mit Gegenkopplung

- Subtrahierer



$$U_p = U_2 \frac{R_p}{R_p + R_p/a} = U_2 \frac{a}{a+1}$$

$$U_N = U_P$$

$$I_1 = \frac{U_1 - U_P}{R_N/a} = a \frac{U_1 - U_P}{R_N}$$

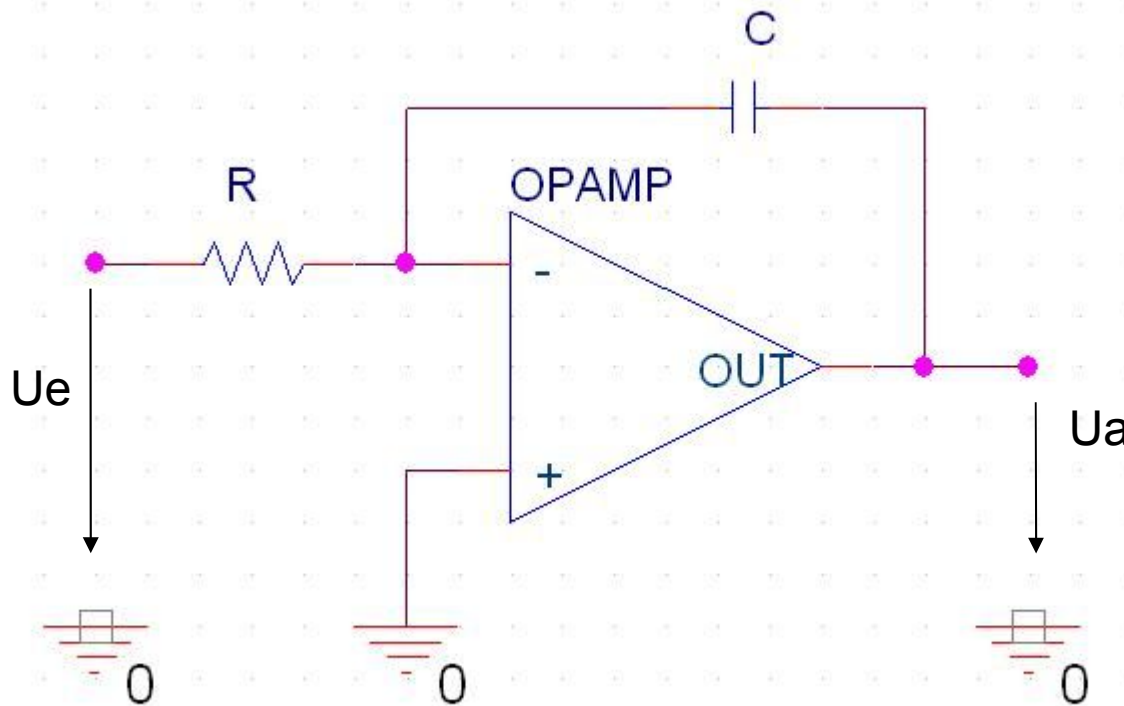
$$U_a = U_P - I_1 R_N = U_P - a U_1 + a U_P$$

$$U_a = U_P(a+1) - a U_1 = U_2 \frac{a}{a+1} (a+1) - U_1$$

$$U_a = a(U_2 - U_1)$$

Mit Gegenkopplung

- Integrator



$$I_e = \frac{U_e}{R}$$

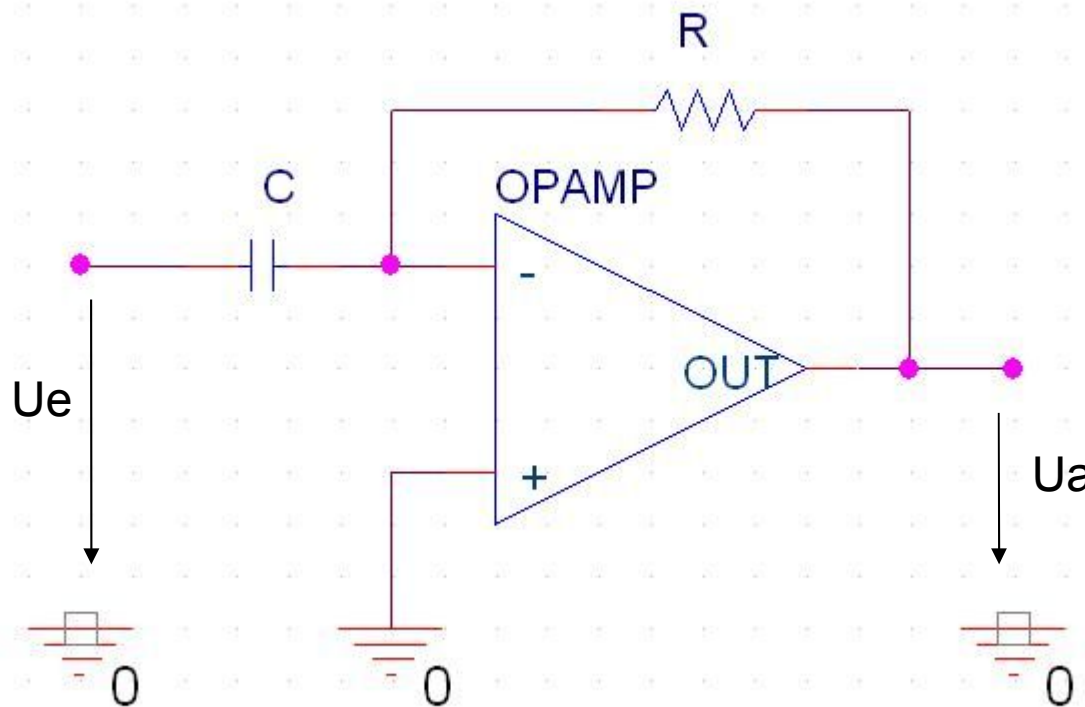
$$U_c = \frac{1}{C} \int_0^t \frac{U_e}{R} dt$$

$$U_a = -U_c$$

$$U_a = -\frac{1}{RC} \int_0^t U_e dt$$

Mit Gegenkopplung

- Differenzierer



$$i_e = C \frac{du_c}{dt}$$

$$u_a = -i_e \cdot R$$

$$u_a = -RC \frac{du_c}{dt}$$

Übersicht

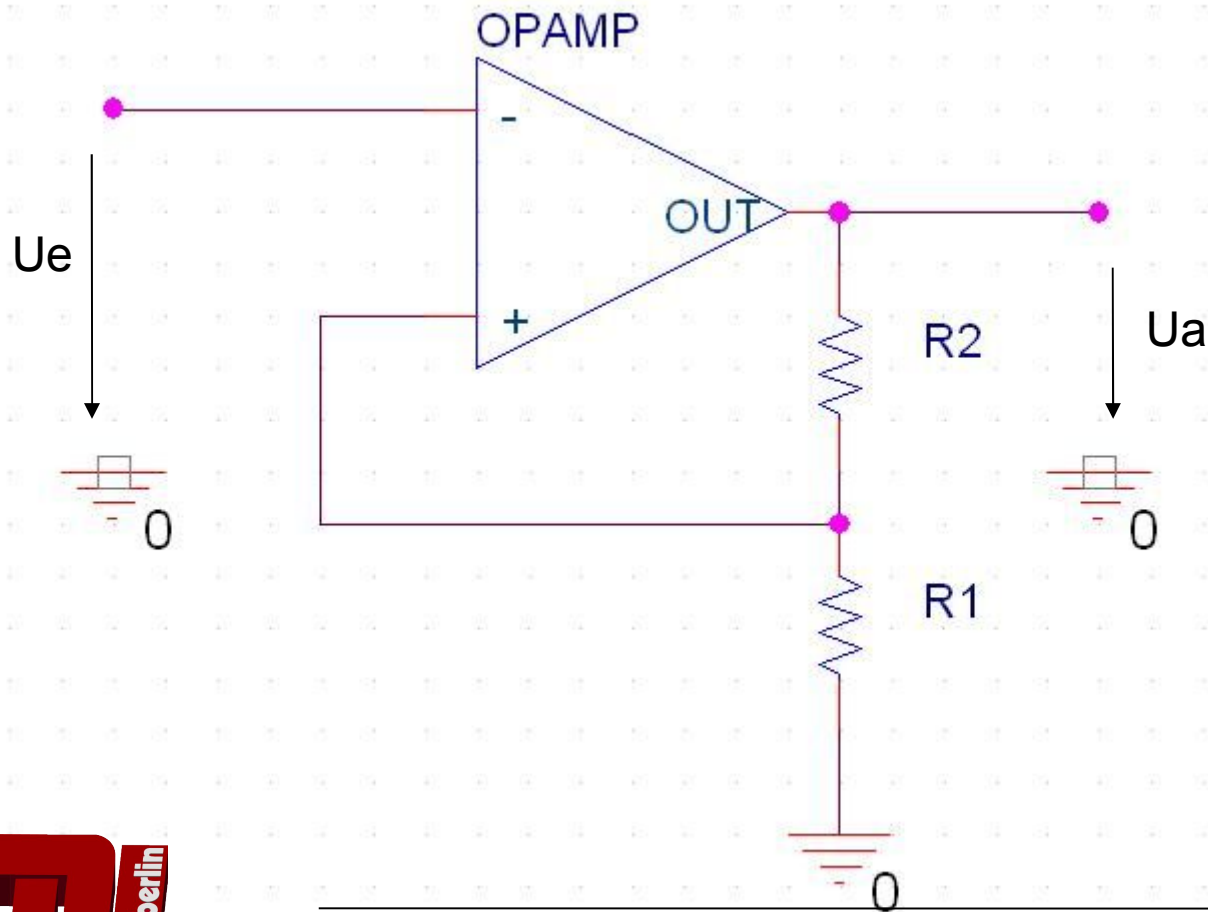
- Eigenschaften von OPV
- Grundsaltungen
 - Ohne Rückkopplung
 - Mit Gegenkopplung
 - Mit Mitkopplung
- Zusammenfassung
- Quellen

Mit Mitkopplung

- Invertierender Schmitt-Trigger
- Nicht-invertierender Schmitt-Trigger

Mit Mitkopplung

- Invertierender Schmitt-Trigger



$$U_D > 0, U_a > 0$$

$$U_D < 0, U_a < 0$$

$$U_D = U_p - U_n = U_a \frac{R_1}{R_1 + R_2} - U_e$$

U_a vom negativ zu positiv

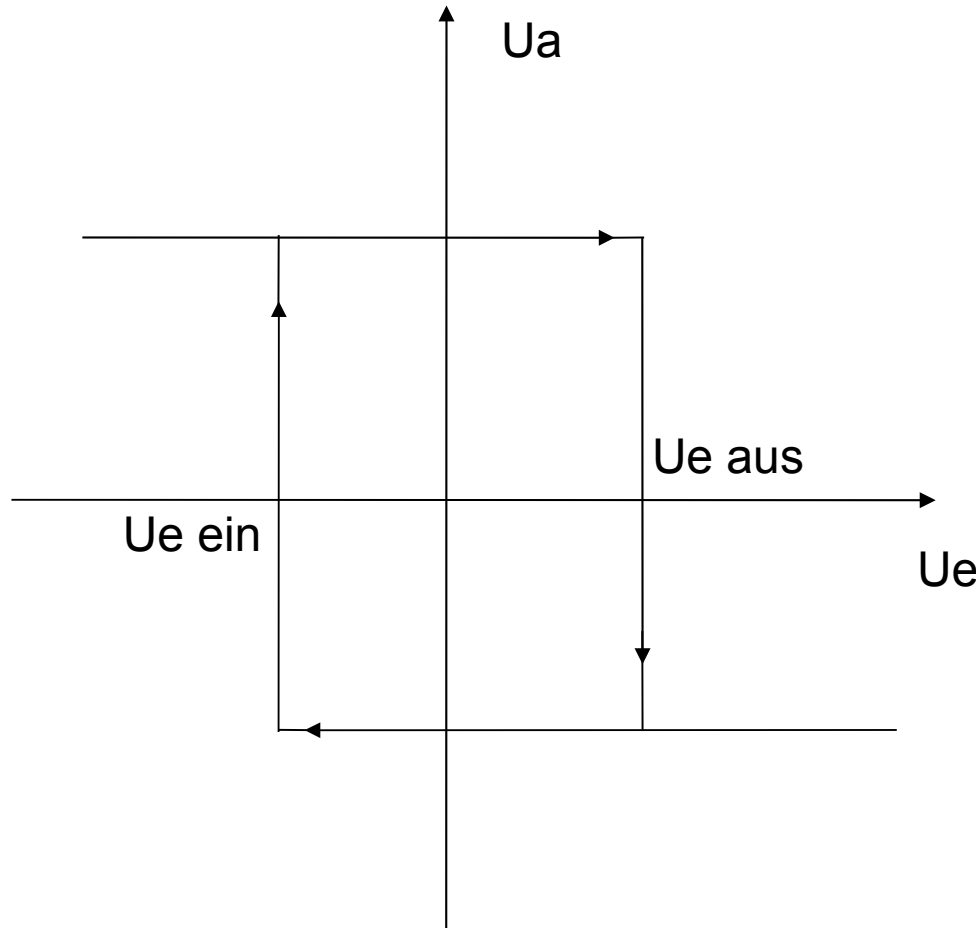
$$U_e < \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{a \min}$$

U_a vom positiv zu negativ

$$U_e > \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{a \max}$$

Mit Mitkopplung

- Invertierender Schmitt-Trigger

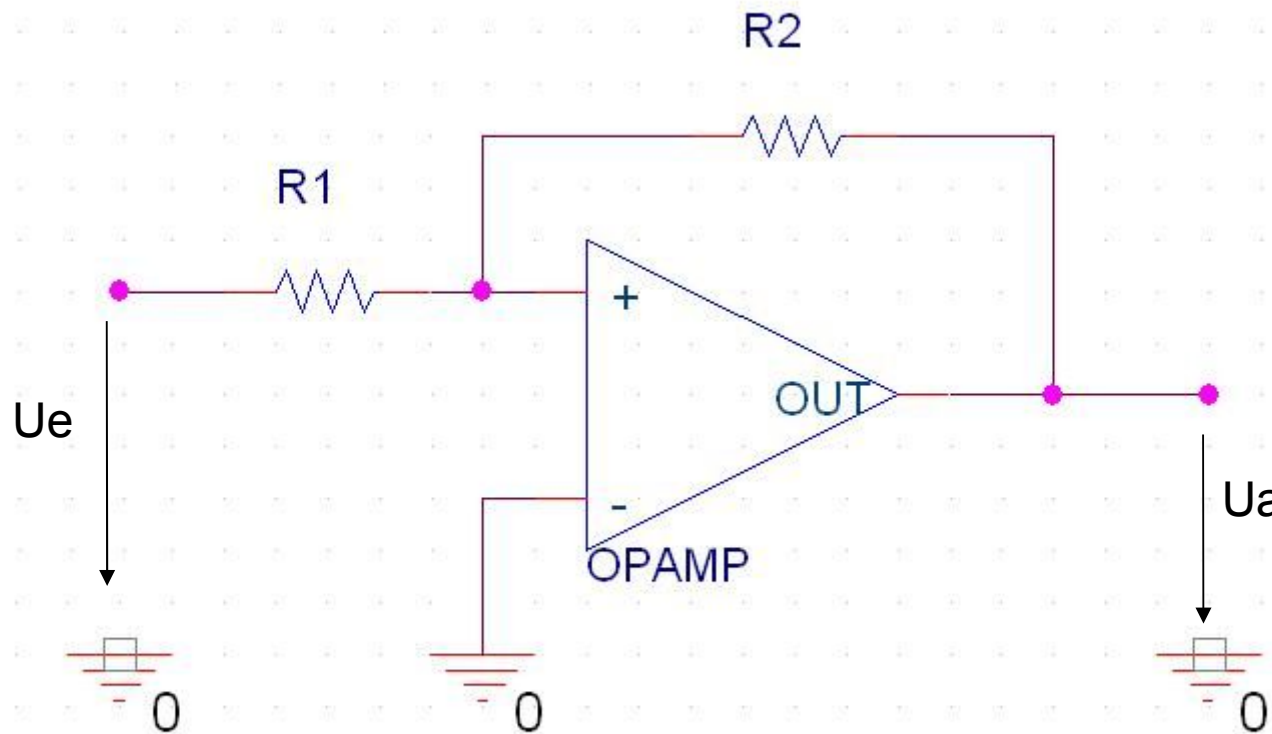


$$U_{e\text{ ein}} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{a\text{ min}}$$

$$U_{e\text{ aus}} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{a\text{ max}}$$

Mit Mitkopplung

- Nicht-invertierender Schmitt-Trigger



$$U_n = 0$$

$$U_D = U_p - U_n = U_p$$

$$U_p = U_e \frac{R_2}{R_1 + R_2} + U_a \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

U_a vom negativ zu positiv

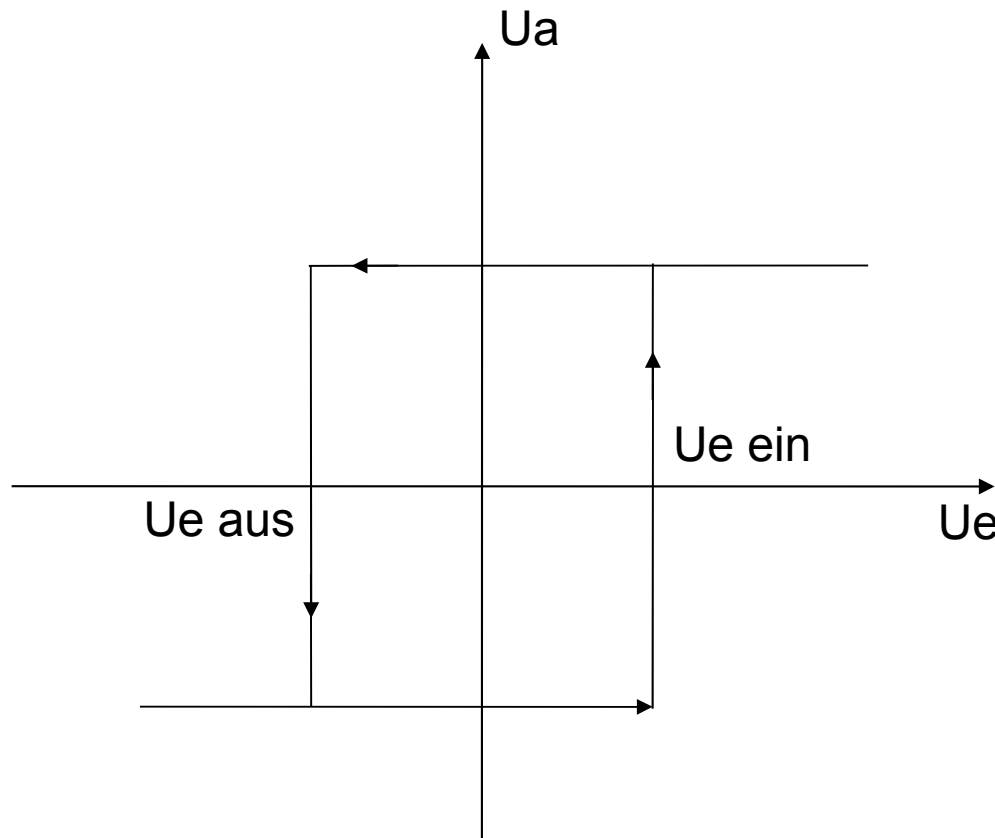
$$U_e > -\frac{R_1}{R_2} U_{amin}$$

U_a vom positiv zu negativ

$$U_e < -\frac{R_1}{R_2} U_{amax}$$

Mit Mitkopplung

- Nicht-invertierender Schmitt-Trigger



$$U_{e\text{ ein}} = -\frac{R_1}{R_2} U_{a\text{ min}}$$

$$U_{e\text{ aus}} = -\frac{R_1}{R_2} U_{a\text{ max}}$$

Übersicht

- Eigenschaften von OPV
- Grundsaltungen
 - Ohne Rückkopplung
 - Mit Gegenkopplung
 - Mit Mitkopplung
- Zusammenfassung
- Quellen

Zusammenfassung

- Eigenschaften von OPV
- Grundsaltungen
 - Ohne Rückkopplung
 - Mit Gegenkopplung
 - Mit Mitkopplung

Übersicht

- Eigenschaften von OPV
- Grundsaltungen
 - Ohne Rückkopplung
 - Mit Gegenkopplung
 - Mit Mitkopplung
- Zusammenfassung
- Quellen

Quellen

- [1] Eichler, Kronfeldt, Sahm: Das neue Physikalische Grundpraktikum, Springer Berlin Heidelberg New York 2. Aufl.
- [2] Klaus Beuth, Wolfgang Schmusch: Grundsaltungen Elektronik 3, Vogel 16. Aufl. Germany 2007
- [3] Prof. Dr.-Ing. R. Orglmeister: Analog- und Digitalelektronik (Skript), Technische Universität Berlin 2006

Ende

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !