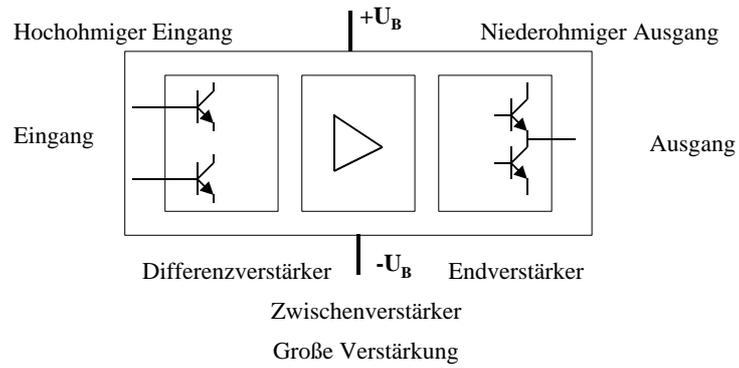
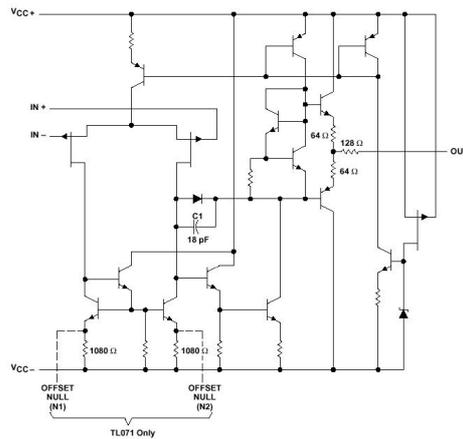


Operationsverstärker

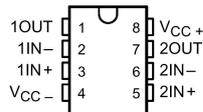


Innenschaltung TL072

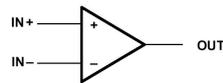


Anschlußbelegung TL072

TL072, TL072A, TL072B
D, JG, P, OR PW PACKAGE
(TOP VIEW)



TL072 (each amplifier)
TL074 (each amplifier)



Operationsverstärker Kenndaten

Verstärkungsfaktor	V	100000
Eingangswiderstand	R_E	1-1000 $M\Omega$
Ausgangswiderstand	R_A	10 Ω
Untere Grenzfrequenz	f_{min}	0Hz
Obere Grenzfrequenz	f_{max}	100MHz
Rausch-Ausgangsspannung	U_{rausch}	3 μ V

Operationsverstärker

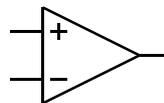
Einsatzmöglichkeiten

Operationsverstärker können in Echtzeit analoge Signale verarbeiten und dabei folgende Operationen realisieren.

- Multiplikation
- Division
- Addition
- Subtraktion
- Integrieren
- Differenzieren
- Vergleichen
- Filtern

Operationsverstärker Symbol

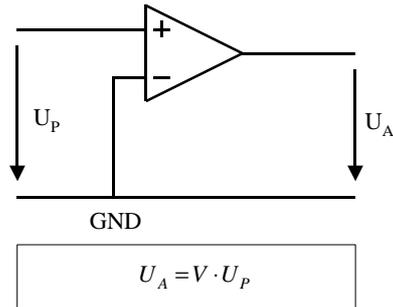
Nichtinvertierender Eingang



Ausgang

Invertierender Eingang

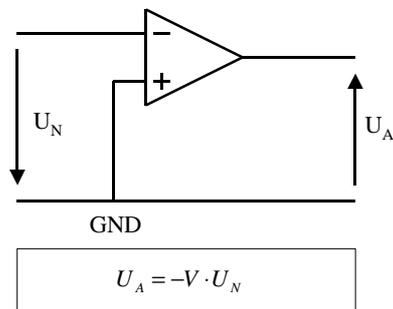
Nichtinvertierender Verstärker



Liers - PEG-Vorlesung WS2000/2001 - Institut für Informatik - FU Berlin

7

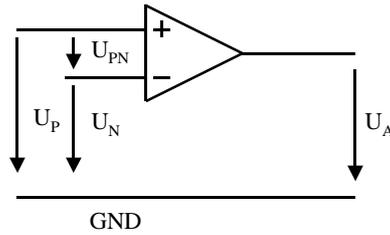
Invertierender Verstärker



Liers - PEG-Vorlesung WS2000/2001 - Institut für Informatik - FU Berlin

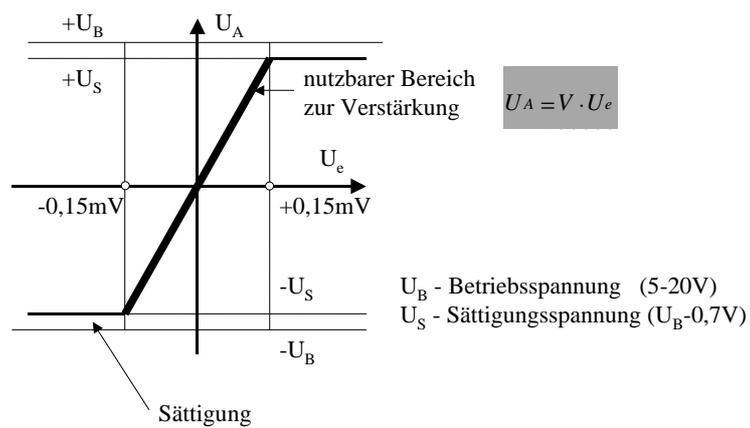
8

Differenzverstärker

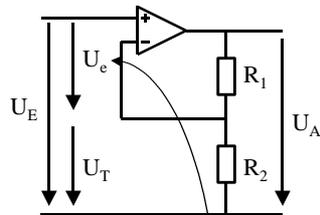


$$U_A = V \cdot (U_P - U_N)$$

Verstärkung



Ableitung der Verstärkung



$$U_e \approx 0 \text{ Volt}$$

bei $V=100000$ und $U_A=6\text{V}$
ist $U_e=0,00006\text{V}$

$$U_A = V \cdot U_e \quad U_A = V \cdot (U_E - U_T) \quad U_T = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_A$$

$$U_A = V \cdot \left(U_E - \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_A \right) \quad B = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$U_A = V \cdot U_E - V \cdot B \cdot U_A \quad U_E = U_A \cdot \frac{(1 + V \cdot B)}{V}$$

$$V_U = \frac{U_A}{U_E} = \frac{U_A}{U_A \cdot \frac{(1 + V \cdot B)}{V}} = \frac{V}{(1 + V \cdot B)} = \frac{1}{B} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

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

$$V \gg B$$

$$V = 100000$$

$$B = 1000$$

Operationsverstärkerschaltungen

Verstärker

Invertierender Verstärker

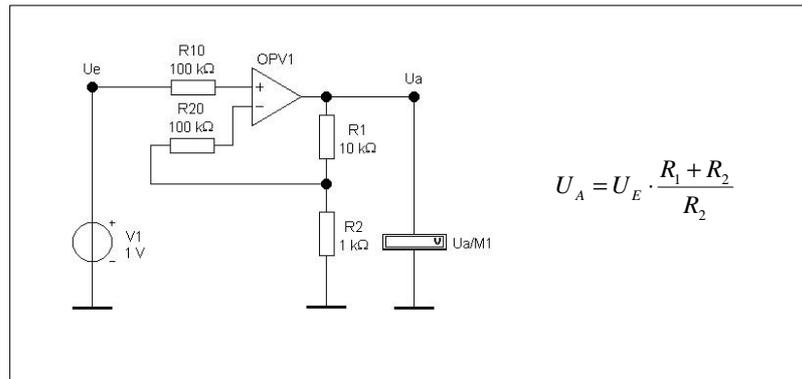
- Verstärker
- Spannungsfollower
- Wechselspannungsverstärker
- Addierer

Nichtinvertierender Verstärker

- Verstärker
- Spannungsfollower
- Wechselspannungsverstärker
- Differenzverstärker
- Subtrahierer
- Addierer

Nichtinvertierender Verstärker

Verstärker

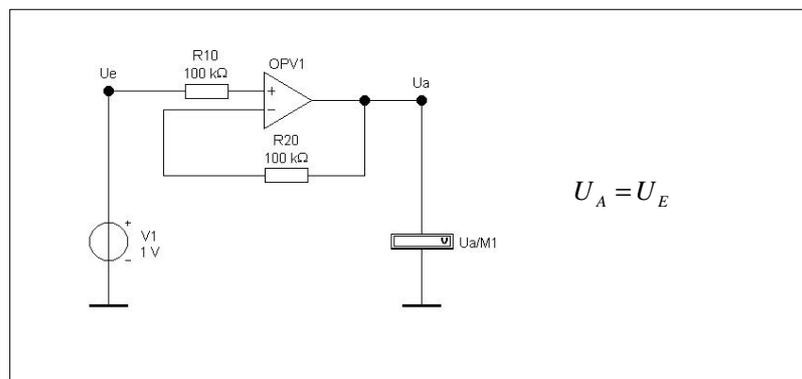


Liers - PEG-Vorlesung WS2000/2001 - Institut für Informatik - FU Berlin

13

Nichtinvertierender Verstärker

Spannungsfolger

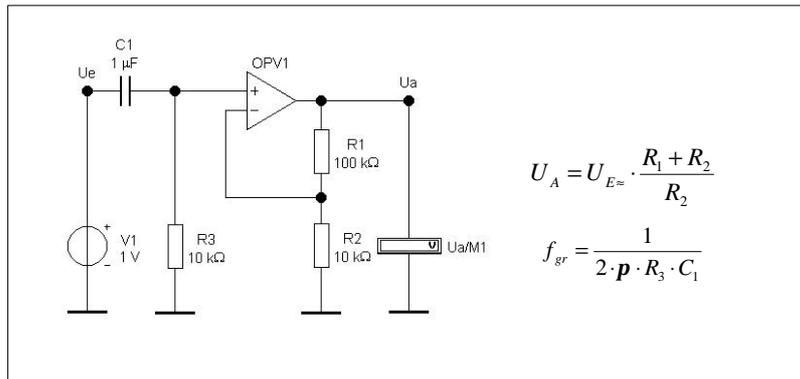


Liers - PEG-Vorlesung WS2000/2001 - Institut für Informatik - FU Berlin

14

Nichtinvertierender Verstärker

Wechselspannungsverstärker

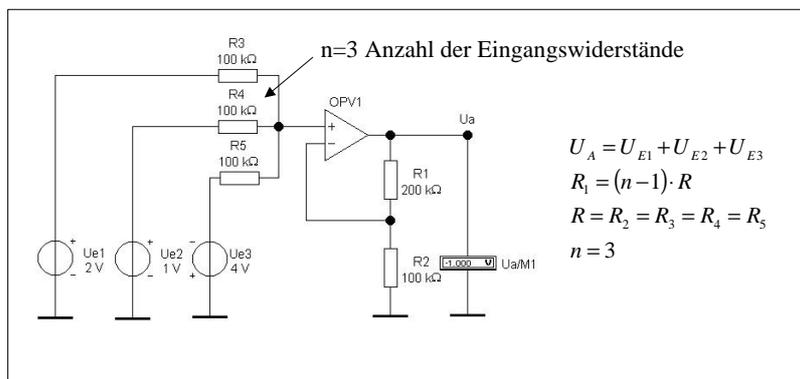


Liers - PEG-Vorlesung WS2000/2001 - Institut für Informatik - FU Berlin

15

Nichtinvertierender Verstärker

Addierer

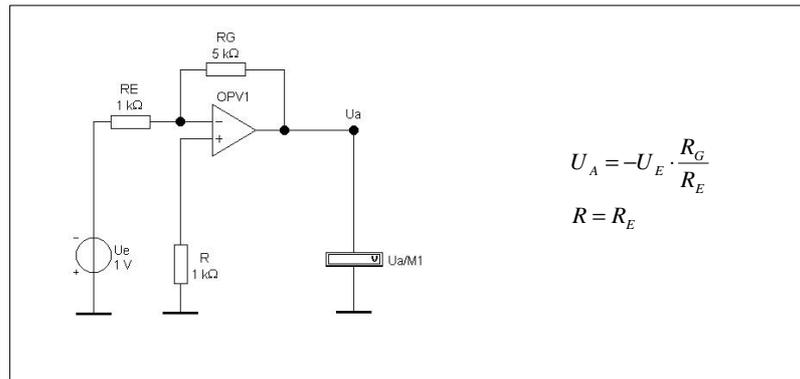


Liers - PEG-Vorlesung WS2000/2001 - Institut für Informatik - FU Berlin

16

Invertierender Verstärker

Verstärker



$$U_A = -U_E \cdot \frac{R_G}{R_E}$$

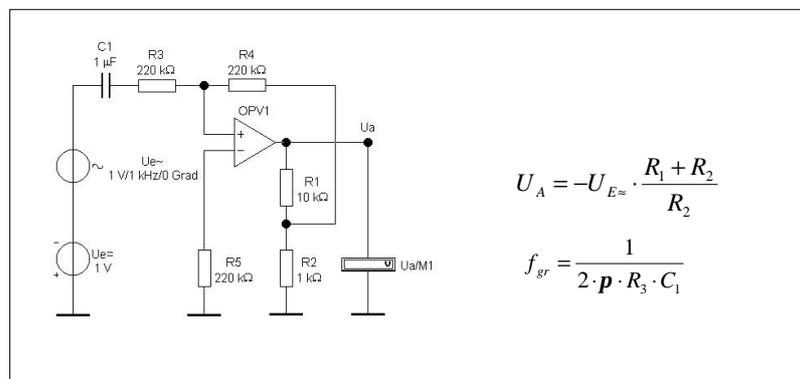
$$R = R_E$$

Liers - PEG-Vorlesung WS2000/2001 - Institut für Informatik - FU Berlin

17

Invertierender Verstärker

Wechselspannungsverstärker



$$U_A = -U_{E\sim} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

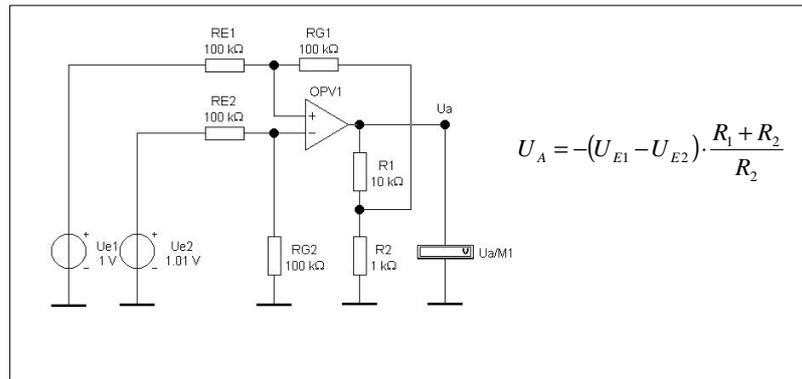
$$f_{gr} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_3 \cdot C_1}$$

Liers - PEG-Vorlesung WS2000/2001 - Institut für Informatik - FU Berlin

18

Invertierender Verstärker

Differenzverstärker

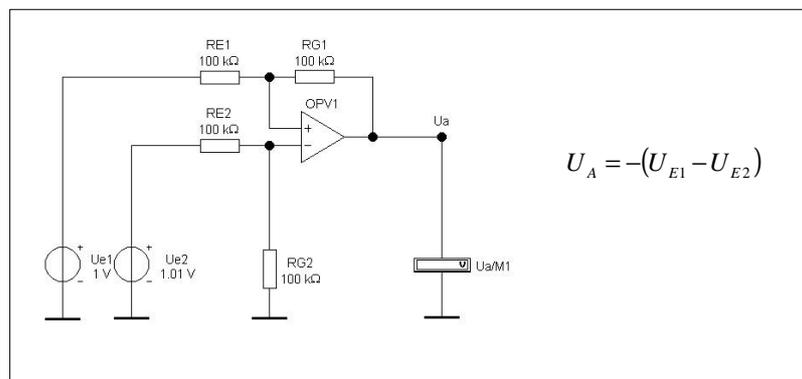


Liers - PEG-Vorlesung WS2000/2001 - Institut für Informatik - FU Berlin

19

Invertierender Verstärker

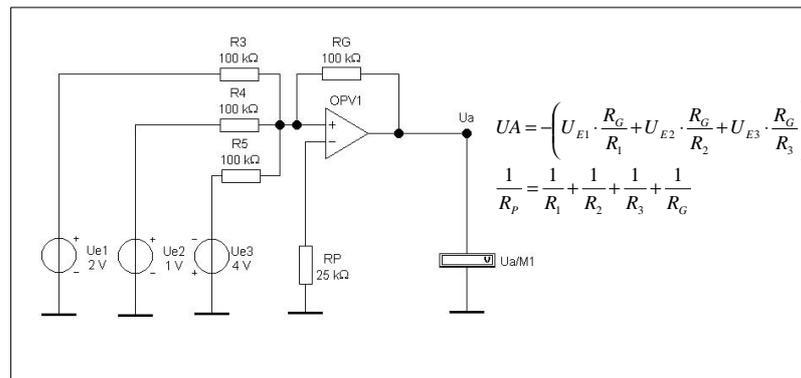
Subtrahierer



Liers - PEG-Vorlesung WS2000/2001 - Institut für Informatik - FU Berlin

20

Invertierender Verstärker Addierer



Liers - PEG-Vorlesung WS2000/2001 - Institut für Informatik - FU Berlin

21

Operationsverstärkerschaltungen Komparatoren

Komparatoren ohne Hysterese

- für den Nulldurchgang invertierend
- für den Nulldurchgang nichtinvertierend
- mit Referenzspannung invertierend
- mit Referenzspannung nichtinvertierend

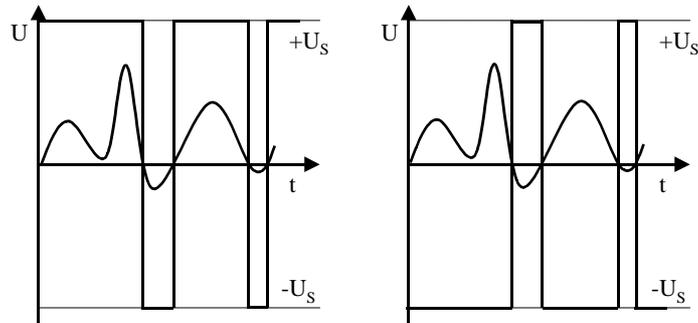
Komparatoren mit Hysterese

- für den Nulldurchgang invertierend
- für den Nulldurchgang nichtinvertierend
- mit Referenzspannung invertierend
- mit Referenzspannung nichtinvertierend

Liers - PEG-Vorlesung WS2000/2001 - Institut für Informatik - FU Berlin

22

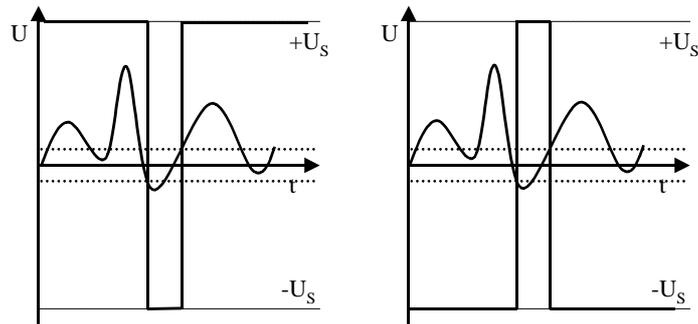
Komparator für den Nulldurchgang ohne Hysterese



nichtinvertierend

invertierend

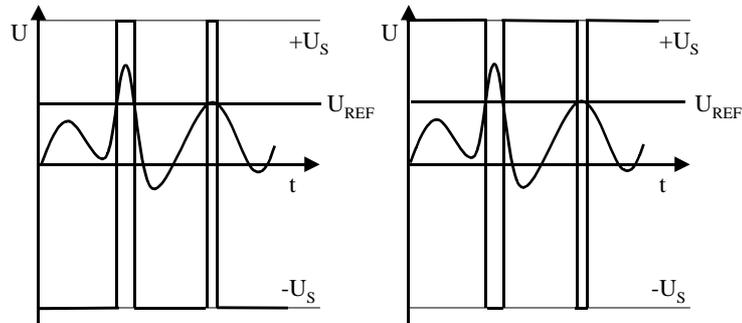
Komparator für den Nulldurchgang mit Hysterese



nichtinvertierend

invertierend

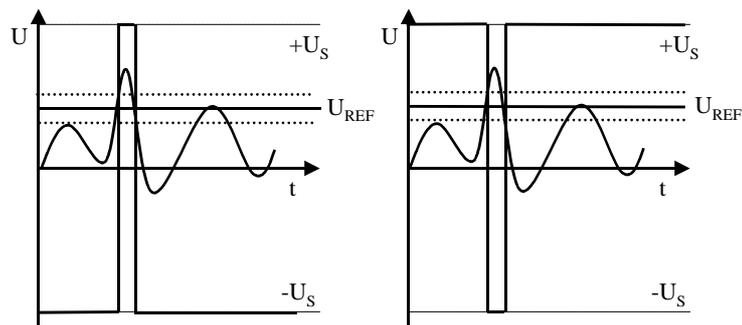
Komparator mit Referenzspannung ohne Hysterese



nichtinvertierend

invertierend

Komparator mit Referenzspannung mit Hysterese



nichtinvertierend

invertierend