

# Operationsverstärker und deren Anwendung auf die Temperaturmessung

Projektlabor - SS 2014

Dominik Šurc

15. Mai 2014



# Gliederung

- Allgemeines
- Idealer OPV
- Betriebsarten
- Grundsaltungen
- Schaltung zur Temperaturmessung

# Allgemeines

- Abkürzung OPV, OpAmp
- Differenzverstärker mit einem invertierenden, nichtinvertierenden Eingang
- sehr hohe Verstärkung  $V$
- $U_a = V(U_+ - U_-) = VU_d$

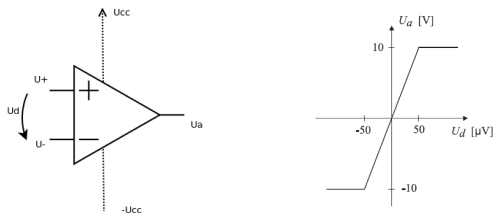


Abbildung: Schaltzeichen und Kennlinie eines OPVs mit  $V = 200000$  [2]

# Idealer OPV

- unendlich hohe Verstärkung
- $R_e \rightarrow \infty$  ( $\Rightarrow I_e = 0$ )
- $R_a = 0$  ( $U_a$  unabhängig von der Last)
- kein Rauschen
- Offset und Drift vernachlässigbar
- keine Frequenzabhängigkeit (realer OPV modelliert als TP 1. Ordnung)

# Betriebsarten

- Ohne Kopplung
- Mitkopplung - der Ausgang wird auf den nichtinvertierenden Eingang zurückgeführt
- Gegenkopplung - der Ausgang wird auf den invertierenden Eingang zurückgeführt;  
Fehler werden kompensiert;  
im Idealfall  $U_d = \frac{U_a}{V} = 0$  bei  $V \rightarrow \infty$

# Invertierender Verstärker

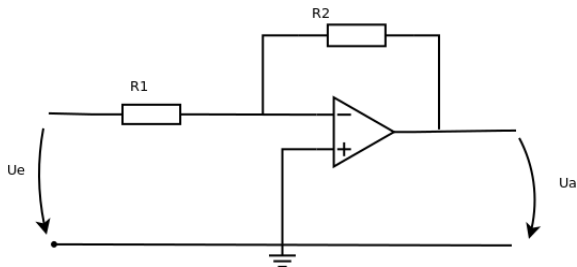


Abbildung: Invertierender Verstärker

$$\text{Knotenanalyse: } \frac{U_e}{R_1} = -\frac{U_a}{R_2} \Rightarrow U_a = -\frac{R_2}{R_1} U_e.$$

# Nichtinvertierender Verstärker

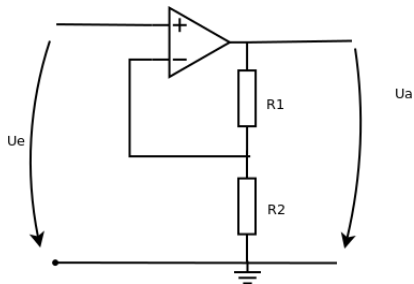
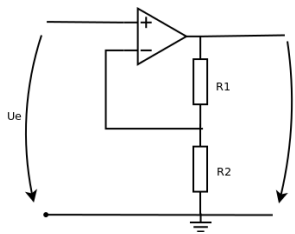


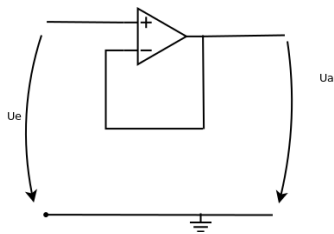
Abbildung: Nichtinvertierender Verstärker

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

# Spannungsfolger/Impedanzwandler



(a) Nichtinv. Verstärker



(b) Impedanzwandler

$$R_2 \rightarrow \infty, R_1 = 0, \quad U_a = U_e$$



# Summierer

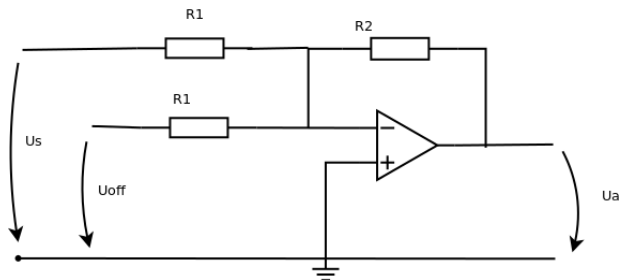


Abbildung: Summierer

$$\text{Knotenanalyse: } \frac{U_{off}}{R_1} + \frac{U_s}{R_1} = -\frac{U_a}{R_2}$$

$$\text{Multiplikation mit } -R_2 : U_a = -\frac{R_2}{R_1} (U_{off} + U_s)$$

# Etc ...

Viele andere analoge Schaltungen realisierbar

- Integrierer
- Differenzierer
- Logarithmierer
- Komparatoren
- Filter
- ADU, DAU
- ...

# Pt100

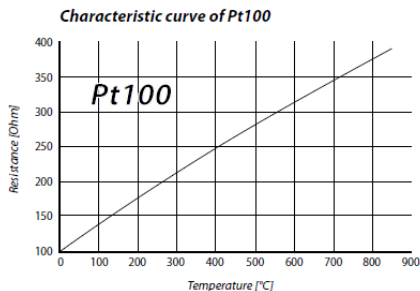


Abbildung: PT100 Kennlinie [4]

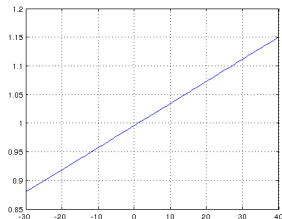
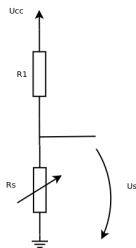
- Bestimmung von Messbereich, z.B.  $T \in [-30^{\circ}C, 40^{\circ}C]$
- $R_{S,min}$ ,  $R_{S,max}$  aus dem Datenblatt ablesen

# Temperaturmessung I

Zu hoher Strom durch den Sensor verfälscht die Messung!

$$I_S \leq I_{max} \Rightarrow R_1 = \frac{U_{CC}}{I_{max}} - R_S$$

$U_{S,min}, U_{S,max}$  mit Spannungsteiler berechnen

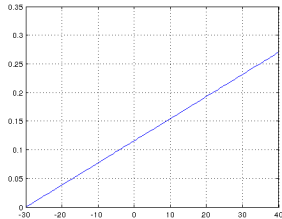
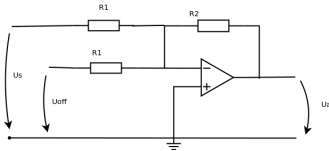


Ziel: Spannungsbereich zwischen 0 V und 5 V

$\Rightarrow$  Offset entfernen, Verstärkung anpassen

# Temperaturmessung II

Offset entfernen: Summierer



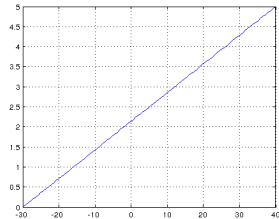
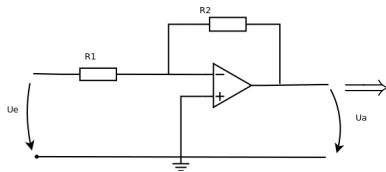
$$U_a = -\frac{R_2}{R_1}(U_{off} + U_s)$$

$$U_{off} < 0$$

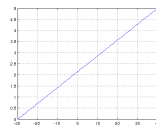
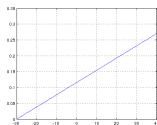
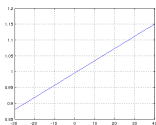
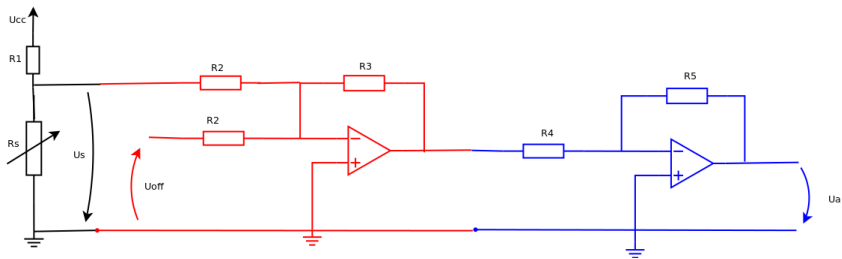
Ausgangsspannung invertiert!

# Temperaturmessung III





Verstärkung anpassen: invertierender Verstärker



# Gesamte Schaltung



# Quellen

-  Thewes, Roland: Schaltungstechnik, Vorlesungsfolien, Sommersemester 2013.
-  Orglmeister, Reinhold: Analog- und Digitalelektronik, Skript, TU Berlin, 2012.
-  Analog- und Digitalelektronik, Übungsblatt 1, Wintersemester 2013/14
-  Pt100/Pt1000 platinum resistance thermometer, [http://www.sawi.ch/produkte\\_e/katalog\\_e/69-Pt100\\_Pt1000\\_platinum\\_resistance\\_thermometer.pdf](http://www.sawi.ch/produkte_e/katalog_e/69-Pt100_Pt1000_platinum_resistance_thermometer.pdf), Abruf: 13.5.2014