

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
- $U_a = V(U_+ - U_-) = VU_d$

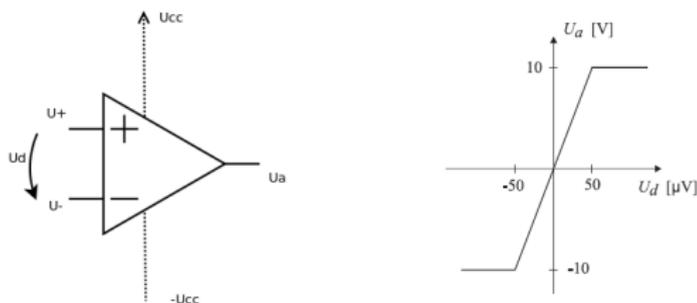


Abbildung: Schaltzeichen und Kennlinie eines OPVs mit $V = 200000$ [2]

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

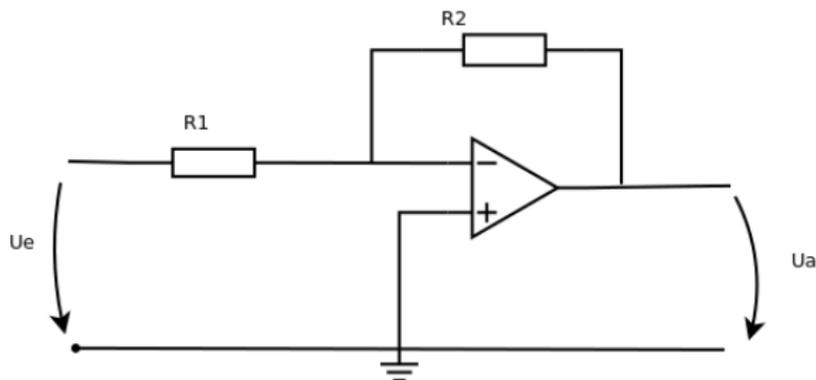


Abbildung: Invertierender Verstärker

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

Nichtinvertierender Verstärker

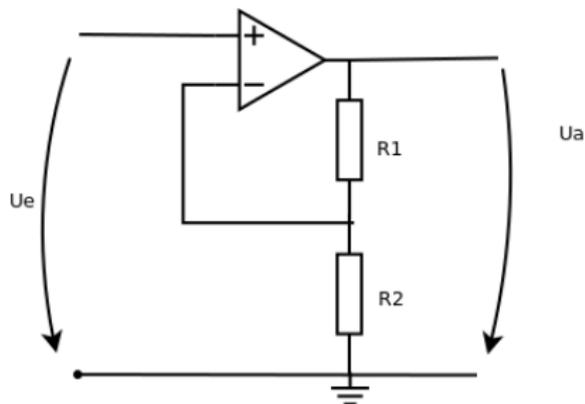
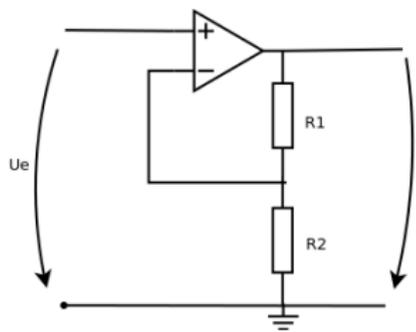


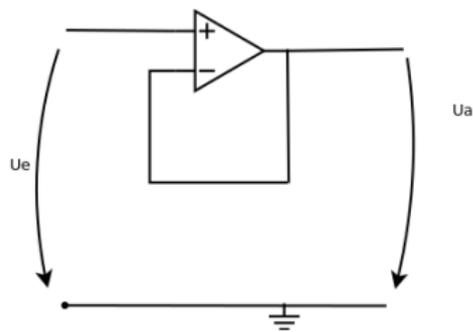
Abbildung: Nichtinvertierender Verstärker

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

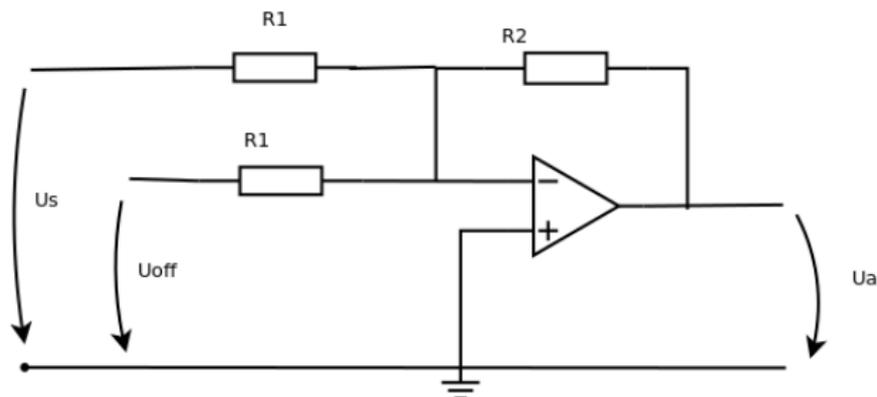


Abbildung: Summierer

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

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

Etc ...

Viele andere analoge Schaltungen realisierbar

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

Pt100

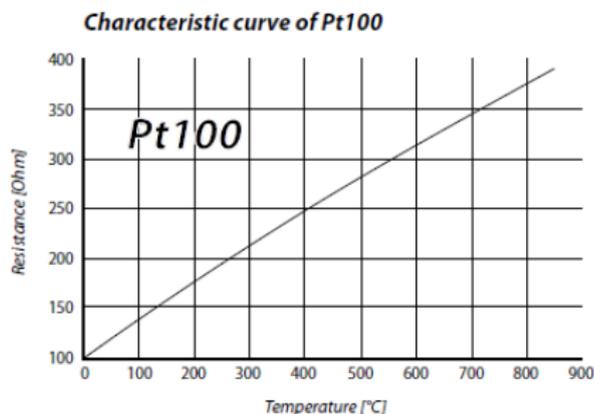


Abbildung: PT100 Kennlinie [4]

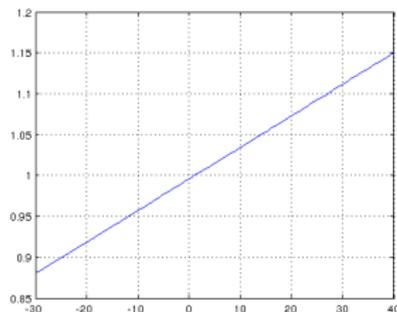
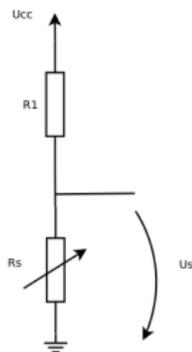
- Bestimmung von Messbereich, z.B. $T \in [-30^{\circ}C, 40^{\circ}C]$
- $R_{S,min}$, $R_{S,max}$ aus dem Datenblatt ablesen

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

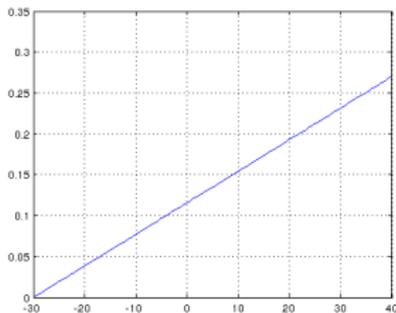
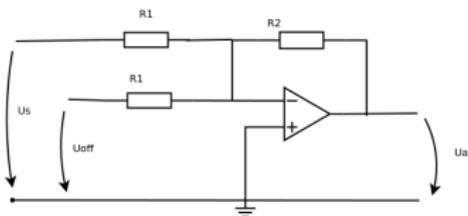


Ziel: Spannungsbereich zwischen 0 V und 5 V

\Rightarrow Offset entfernen, Verstärkung anpassen

Temperaturmessung II

Offset entfernen: Summierer



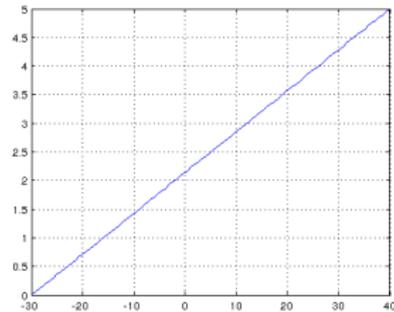
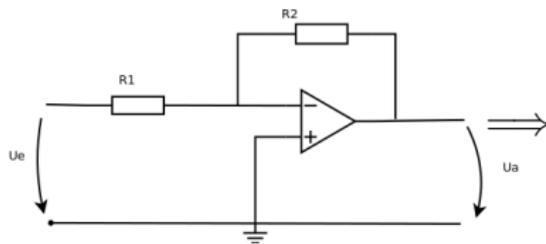
$$U_a = -\frac{R_2}{R_1}(U_{off} + U_s)$$

$$U_{off} < 0$$

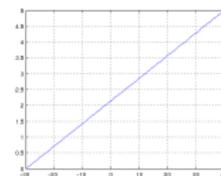
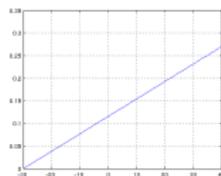
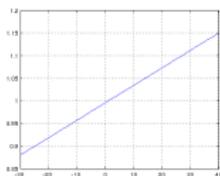
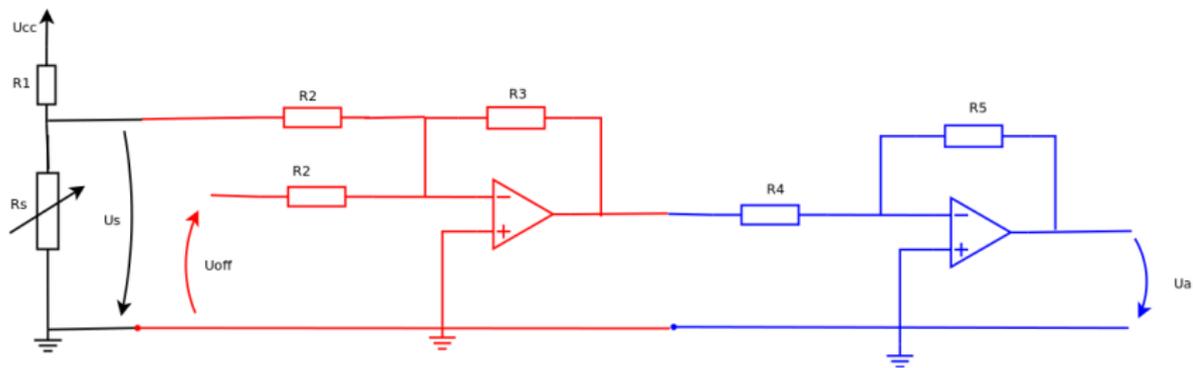
Ausgangsspannung invertiert!

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, Abruf: 13.5.2014