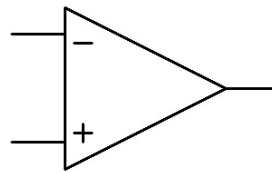


## Operationsverstärker Aufgaben

Geschrieben 2007 Manfred Dietrich  
hb9tyx@clustertec.com



Ausgabe 0.1.2

<b>Einleitung</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Aufgaben zu „Operationsverstärker Grundlagen“</b> .....	<b>3</b>
1.1 <b>Lektion 1 Was ist eigentlich ein Operationsverstärker ?</b> .....	<b>3</b>
1.1.1 <i>OpAmp wichtige Eigenschaften</i> .....	3
1.1.2 <i>OpAmp Schaltsymbole</i> .....	3
1.1.3 <i>Spannungsquelle</i> .....	4
1.1.4 <i>Bipolare Spannungsquelle</i> .....	4
1.1.5 <i>Aussteuergrenze</i> .....	4
1.2 <b>Lektion 2 Impedanzwandler</b> .....	<b>5</b>
1.2.1 <i>Schema</i> .....	5
1.2.2 <i>Eingangs- und Ausgangswiderstand</i> .....	5
1.2.3 <i>Leerlaufverstärkung</i> .....	5
1.2.4 <i>Verstärkung</i> .....	5
1.2.5 <i>Stationärer Zustand</i> .....	5
1.3 <b>Lektion 3 Der nichtinvertierende Verstärker</b> .....	<b>6</b>
1.3.1 <i>Berechnung</i> .....	6
1.3.2 <i>Eingangswiderstand</i> .....	6
1.3.3 <i>Verstärkung</i> .....	6
1.3.4 <i>Spannungen und Ströme</i> .....	7
1.3.5 <i>Bezeichnungen</i> .....	7
1.4 <b>Lektion 4 Der invertierende Verstärker</b> .....	<b>8</b>
1.4.1 <i>Berechnung</i> .....	8
1.4.2 <i>Potentiale</i> .....	8
1.4.3 <i>Ströme</i> .....	9
1.4.4 <i>Eingangswiderstand</i> .....	10
1.4.5 <i>Ausgangswiderstand</i> .....	10
1.5 <b>Lektion 5 Der Differenz Verstärker</b> .....	<b>11</b>
1.5.1 <i>Berechnung 1</i> .....	11
1.5.2 <i>Berechnung 2</i> .....	11
1.5.3 <i>Berechnung 3</i> .....	12
1.5.4 <i>Praxis</i> .....	12
1.5.5 <i>Verstärkertypen</i> .....	12

## Einleitung

Diese Aufgabensammlung ist Teil des Kurses „*Operationsverstärker Grundlagen*“ von Manfred Dietrich. Die Nummerierung der Kapitel entspricht dem Grundkurs.

Lösen Sie alle Aufgaben schriftlich. Müssen Berechnungen durchgeführt werden, so notieren Sie die Berechnungen immer zuerst in algebraischer Form. Setzen Sie die Zahlen erst ganz am Schluss in die Formeln ein. Als Hilfsmittel können Sie sich eine eigene Formelsammlung zusammenstellen oder Sie können die Formelsammlung der ILT „*Formelsammlung(070410).pdf*“ verwenden. Stellen Sie sich eine eigene Formelsammlung zusammen, so ist darauf zu achten, dass diese keine Zeichnungen enthält. Dies ist an der HB9-Prüfung nicht erlaubt. Unterbreiten Sie ihre Formelsammlung zur Sicherheit ihrem Lehrer zur Beurteilung.

Viel Erfolg beim Lösen der Aufgaben wünscht

Manfred Dietrich, hb9tyx

## 1 Aufgaben zu „Operationsverstärker Grundlagen“

### 1.1 Lektion 1

*Was ist eigentlich ein Operationsverstärker ?*

#### 1.1.1 OpAmp wichtige Eigenschaften

Kompletieren Sie untenstehende Tabelle.

Eigenschaft	Ideal	Typisch
Leerlaufverstärkung	unendlich gross	
Eingangswiderstand		> 1 MΩ bei FET-Typen praktisch unendlich gross
Ausgangswiderstand	0 Ω	
Untere Grenzfrequenz	0 Hz	
Obere Grenzfrequenz	0- unendlich Hz	
Eingangsstrom (bei unbeschaltetem OPamp)		Liegt im nA- oder sogar pA-Bereich
Max. Ausgangsstrom	unendlich gross	

#### 1.1.2 OpAmp Schaltsymbole

Zeichnen Sie in der rechten Spalte die Schaltsymbole ein und beschriften Sie die Anschlüsse.

<b>Klassisches Schaltsymbol</b>	
<b>Klassisches Schaltsymbol mit Speisespannungs-Anschlüssen</b>	
<b>Neues Schaltsymbol nach DIN</b> Die liegende 8 (unendlich) weist auf den grossen Verstärkungsfaktor hin.	

# Operationsverstärker Aufgaben

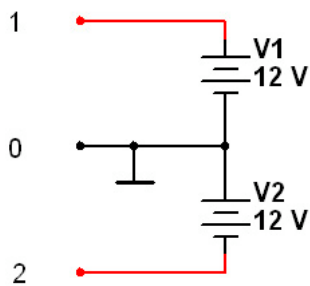
071125 hb9tyx@clustertec.com

## 1.1.3 Spannungsquelle

Weshalb wird für die Speisung von Operationsverstärkern meistens eine bipolare Spannungsquelle benutzt ?

## 1.1.4 Bipolare Spannungsquelle

Zeichne im untenstehenden Schema die Spannungspfeile ein.



Welche Spannungen werden zwischen folgenden Messpunkten gemessen:

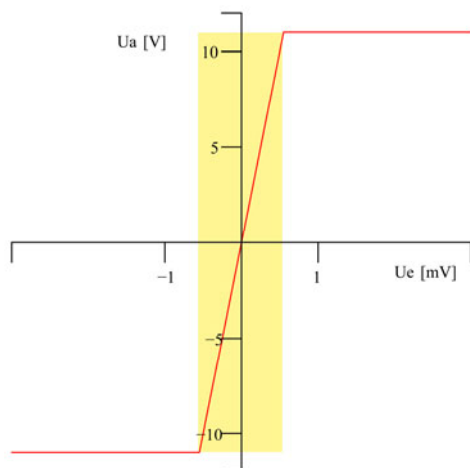
0-1:

0-2:

1-2:

## 1.1.5 Aussteuergrenze

Untenstehendes Schema zeigt die Ausgangsspannung eines unbeschalteten OpAmp in Abhängigkeit der Potentialdifferenz zwischen dem gemeinsamen Massebezugspunkt und dem nichtinvertierenden Eingang. Was zeigt der gelb hinterlegte Bereich ?



## 1.2 Lektion 2

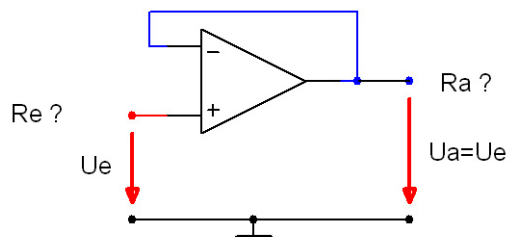
### Impedanzwandler

#### 1.2.1 Schema

Zeichnen Sie das Schaltschema eines Impedanzwandlers.

#### 1.2.2 Eingangs- und Ausgangswiderstand

Bei einem Impedanzwandler nach untenstehendem Schema ist der Eingangswiderstand \_\_\_\_\_ und der Ausgangswiderstand \_\_\_\_\_.



#### 1.2.3 Leerlaufverstärkung

Weshalb strebt man bei Operationsverstärkern eine möglichst hohe Leerlaufverstärkung an ?

In welcher Größenordnung liegt diese Verstärkung in der Praxis ?

#### 1.2.4 Verstärkung

Wie gross ist die Verstärkung beim Impedanzwandler ?

#### 1.2.5 Stationärer Zustand

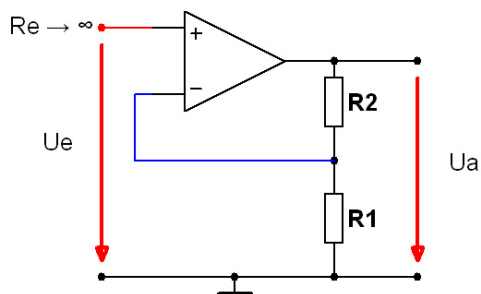
Als wie gross kann die Spannungsdifferenz zwischen invertierendem und nichtinvertierendem Eingang im stationären Zustand vereinfachend angenommen werden ?

## 1.3 Lektion 3

### Der nichtinvertierende Verstärker

#### 1.3.1 Berechnung

Welche Formel wenden Sie für die Berechnung des nicht invertierenden Verstärkers gemäss untenstehendem Schema an ?



#### 1.3.2 Eingangswiderstand

Der Eingangswiderstand des nichtinvertierenden Verstärkers ist \_\_\_\_\_.

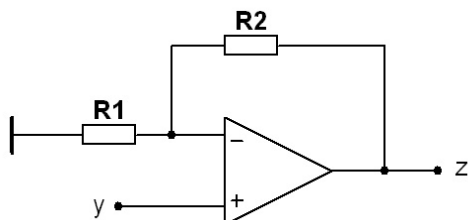
#### 1.3.3 Verstärkung

Berechnen Sie die Ausgangsspannung z.

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 22 \text{ k}\Omega$$

$$y = -500 \text{ mV}$$



# Operationsverstärker Aufgaben

071125 hb9tyx@clustertec.com

## 1.3.4 Spannungen und Ströme

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 22 \text{ k}\Omega$$

$$y = 1 \text{ V}$$

a)

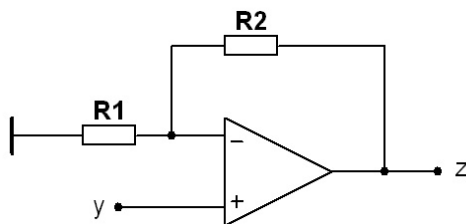
Wie gross ist die Spannungsdifferenz zwischen invertierendem und nichtinvertierendem Eingang im eingependelten Zustand ?

b)

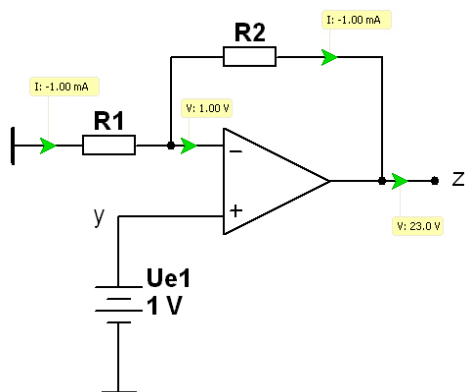
Welche Spannung wird über  $R_2$  gemessen ?

c)

Welcher Strom fliesst durch  $R_2$  ?



Lösungshilfe:



## 1.3.5 Bezeichnungen

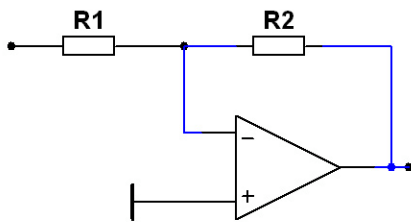
Nennen Sie eine weitere Bezeichnung für den nicht invertierenden Verstärker.

## 1.4 Lektion 4

### Der invertierende Verstärker

#### 1.4.1 Berechnung

Welche Formel wenden Sie für die Berechnung des invertierenden Verstärkers gemäss untenstehendem Schema an ?

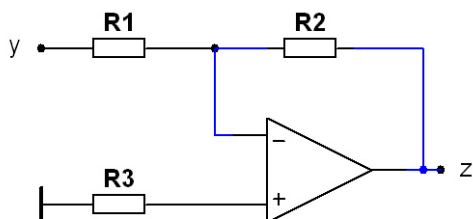


#### 1.4.2 Potentiale

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 22 \text{ k}\Omega$$

$$y = 1 \text{ V}$$



a)

Welche Spannung wird zwischen dem invertierenden und dem nicht invertierenden Eingang im stationären Zustand gemessen ?

b)

Auf welchem Potential liegt der invertierende Eingang im stationären Zustand ?

c)

Wie hoch ist der Strom, der durch  $R_3$  fließt ?

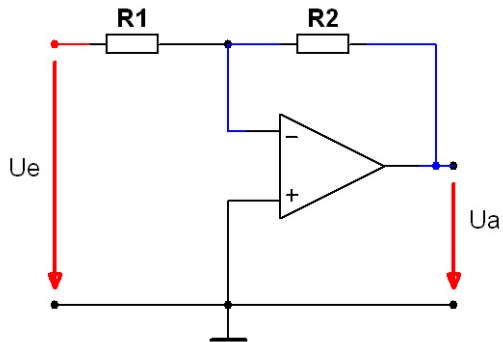


## 1.4.3 Ströme

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 100 \text{ k}\Omega$$

$$U_e = -1 \text{ V}$$



a)

Wie gross wird die Ausgangsspannung  $U_a$  ?

b)

Welche Aussage trifft zu ?

1.  $I_{R1} < I_{R2}$
2.  $I_{R1} = I_{R2}$
3.  $I_{R1} = 10 \cdot I_{R2}$

c)

Welcher Strom fliesst durch  $R_1$  ?

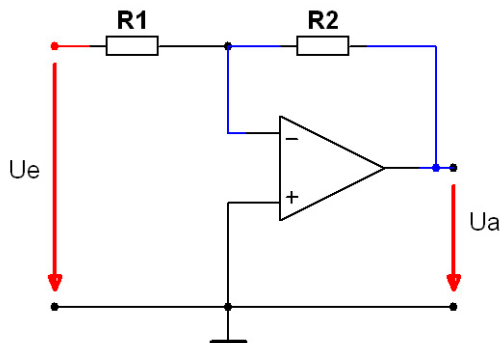
d)

Welcher Spannungsabfall wird zwischen über  $R_1 + R_2$  gemessen ?

## 1.4.4 Eingangswiderstand

$$R_1 = 50 \Omega$$

$$R_2 = 1 \text{ k}\Omega$$



Wie hoch ist der Eingangswiderstand dieser Schaltung ?

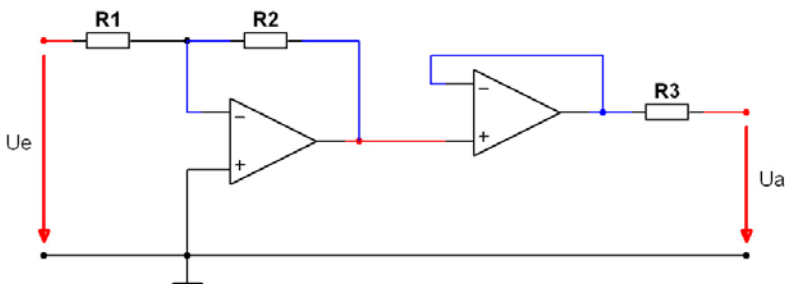
## 1.4.5 Ausgangswiderstand

$$R_1 = 50 \Omega$$

$$R_2 = 5 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 50 \Omega$$

$$U_e = 10 \text{ mV}$$



a)

Wie hoch ist die Gesamtverstärkung dieser Schaltung ?

b)

Wie hoch ist der Ausgangswiderstand ?

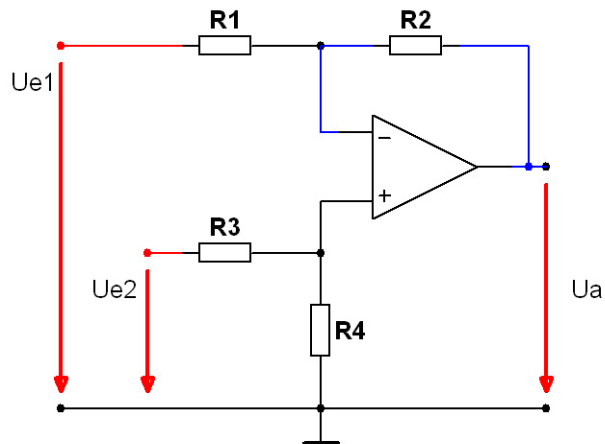
c)

Welcher Strom fließt maximal durch  $R_3$  und für welche Leistung muss  $R_3$  mindestens dimensioniert werden, wenn  $U_{\text{emax}} = 20 \text{ mV}$  ist.

## 1.5 Lektion 5

### Der Differenz Verstärker

#### 1.5.1 Berechnung 1



a)

Welche Berechnungsformel für  $U_a$  wenden Sie an, wenn die Verhältnisse von  $R_2$  zu  $R_1$  und  $R_4$  zu  $R_3$  gleich sind ?

b)

Welche Berechnungsformel für  $U_a$  wenden Sie an, wenn die Verhältnisse von  $R_2$  zu  $R_1$  und  $R_4$  zu  $R_3$  nicht gleich sind ?

#### 1.5.2 Berechnung 2

$$R_1 = R_3 = 25 \Omega$$

$$R_2 = R_4 = 10 \text{ k}\Omega$$

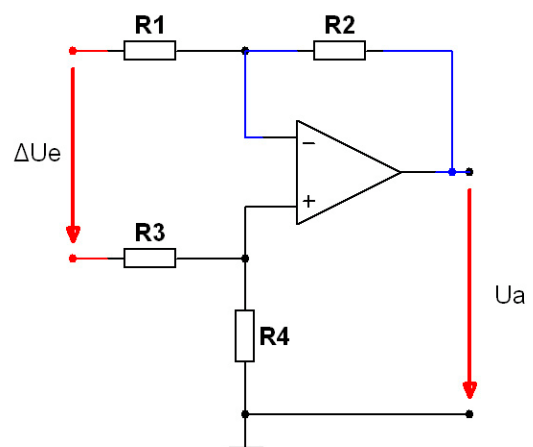
$$\Delta U_e = 5 \text{ mV}$$

a)

Wie gross ist die Verstärkung dieser Schaltung ?

b)

Wie gross wird die Ausgangsspannung  $U_a$  ?



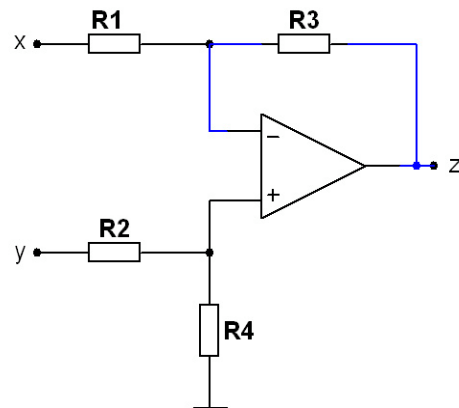
## 1.5.3 Berechnung 3

$$R_1 = R_2 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = R_4 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$x = -1 \text{ V}$$

$$y = +2 \text{ V}$$



a)

Schreiben Sie die Formel für die Berechnung der Ausgangsspannung z auf.

b)

Berechnen Sie die Ausgangsspannung z.

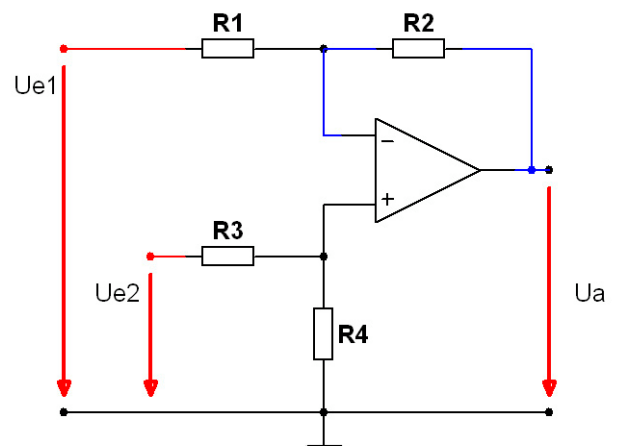
## 1.5.4 Praxis

a)

Welche Nachteile weist nebenstehende Schaltung in der Praxis auf?

b)

Wie könnten die Nachteile aus a) schaltungstechnisch umgangen werden?



## 1.5.5 Verstärkertypen

Skizzieren Sie alle Verstärkertypen dieses Kurses auf. Schreiben Sie neben jeden Verstärkertyp die Berechnungsformel für  $U_a$ .