

# Physik – Praktikum

## Protokoll für Versuch 2.2

Bert Wesarg ,  
Georg Kuschik -  
Gruppe 12

19.05.2003

### Inhaltsverzeichnis :

1. Vorbereitungen
2. invertierender Verstärker
3. invertierender Addierer
4. Strom - Spannungswandler
5. Komparator

## 1. Vorbereitungen

Berechnung der für die Schaltung benötigten Widerstände aus der gewünschten Verstärkung heraus :

$$\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} = 0 \Rightarrow V = \frac{U_2}{U_1} = -\frac{R_2}{R_1}$$

$$10\text{dB} \leq V \leq 40\text{dB}$$

$$V_{\min} = 10\text{dB} = 20\text{Log}\left|\frac{U_2}{U_1}\right|\text{dB}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} = \text{Log}\left|\frac{U_2}{U_1}\right| \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \sqrt{10} \approx 3.16$$

$$V_{\max} = 40\text{dB} = 20\text{Log}\left|\frac{U_2}{U_1}\right|\text{dB}$$

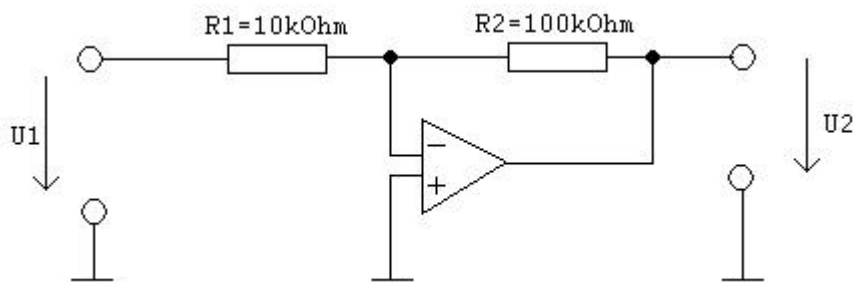
$$\Rightarrow 2 = \text{Log}\left|\frac{U_2}{U_1}\right| \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = 100$$

$$\Rightarrow 3.16 \leq \frac{R_2}{R_1} \leq 100$$

Für den Versuch werden die Widerstände mit  $R_1 = 1\text{k}\Omega$  und  $R_2 = 10\text{k}\Omega$  dimensioniert (d.h.  $V=20\text{dB}$ )

## 2. invertierender Verstärker

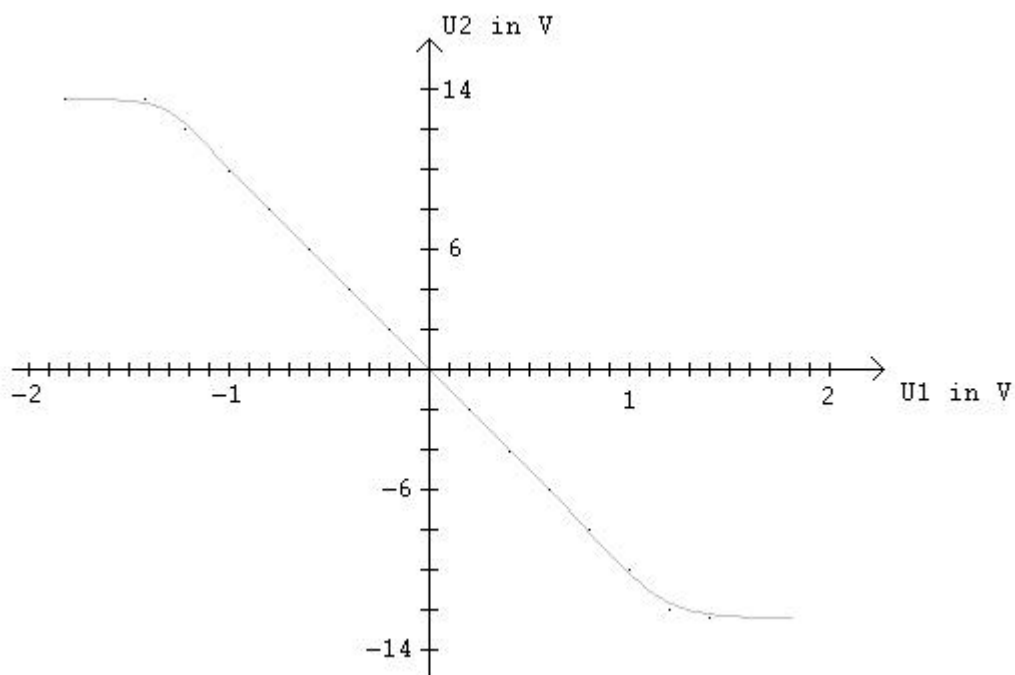
Versuchsaufbau :



Übertragungskennlinie ermitteln :

$U_1$ in V	$U_2$ in V	$V = \left  \frac{U_2}{U_1} \right $
-1.8	13.61	7.56
-1.6	13.61	8.5
-1.4	13.61	9.72
-1.2	12.02	10.02
-1.0	10.03	10.03
-0.8	8.00	10.00
-0.6	6.01	10.02
-0.4	3.93	9.83
-0.2	1.99	10
0.0	0.02	-
0.2	-2.03	10.15
0.4	-4.01	10.03
0.6	-6.00	10.00
0.8	-8.00	10.00
1.0	-10.02	10.02
1.2	-12.04	10.03
1.4	-12.31	8.79
1.6	-12.31	7.69
1.8	-12.31	6.84

Skizze :

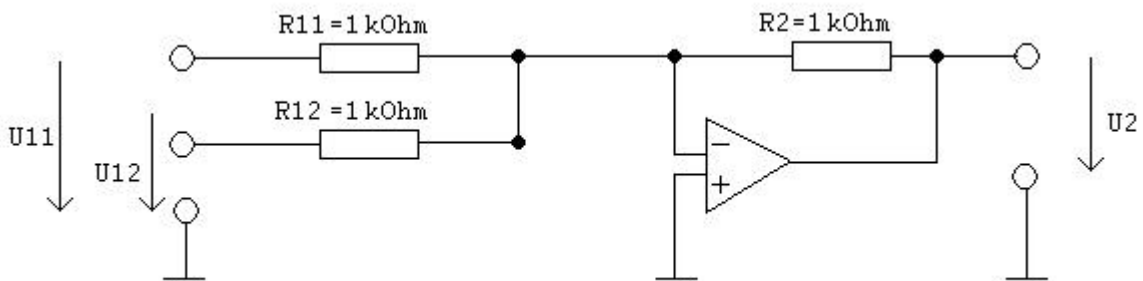


$$V = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n} = \frac{169.23}{18} \approx 9.4$$

Lässt man die im Grenzbereich des Operationsverstärkers ermittelten Messwerte aussen vor, weicht das arithmetische Mittel der Verstärkungswerte nur unwesentlich von der exakten Verstärkung  $V=10$  ab.

### 3. invertierender Addierer

Versuchsaufbau :



$$R_2 = 1k\Omega$$

$$R_{11} = 1k\Omega$$

$$R_{12} = 1k\Omega$$

$$\frac{U_2}{R_2} = -\left(\frac{U_{11}}{R_{11}} + \frac{U_{12}}{R_{12}}\right)$$

$$U_2 = -\left(\frac{U_{11}}{R_{11}} + \frac{U_{12}}{R_{12}}\right)R_2$$

$$U_2 = -\left(\frac{U_{11} + U_{12}}{R_{11}}\right)R_2$$

$$U_2 = -(U_{11} + U_{12})$$

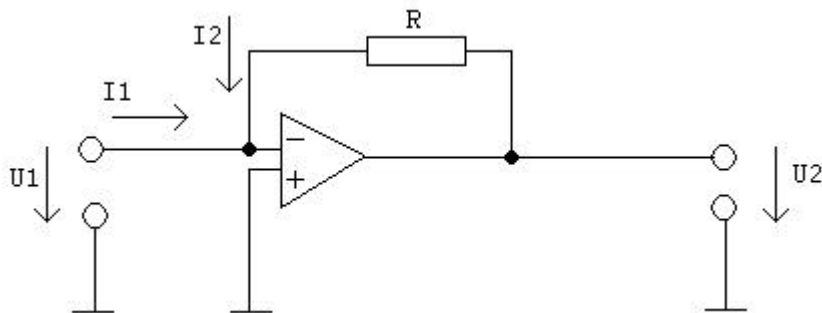
### Überprüfen der Übereinstimmung von Berechnung und Messung :

$U_{11}$ in V	$U_{12}$ in V	$U_2$ in V (gemessen)	$U_2$ in V (berechnet)
-1.00	-1.01	2.01	2.01
-0.90	-0.87	1.76	1.77
-0.70	-0.87	1.56	1.57
-0.49	-0.59	1.08	1.08
0.72	-0.60	-0.12	-0.12
0.54	-0.54	0.00	0.00
0.54	0.00	-0.54	-0.54
0.54	0.40	-0.94	-0.94
-0.32	0.40	-0.08	-0.08
1.35	1.03	-2.39	-2.38

Die berechneten und gemessenen Werte von  $U_2$  sind nahezu identisch.

## 4. Strom - Spannungswandler

Versuchsaufbau :



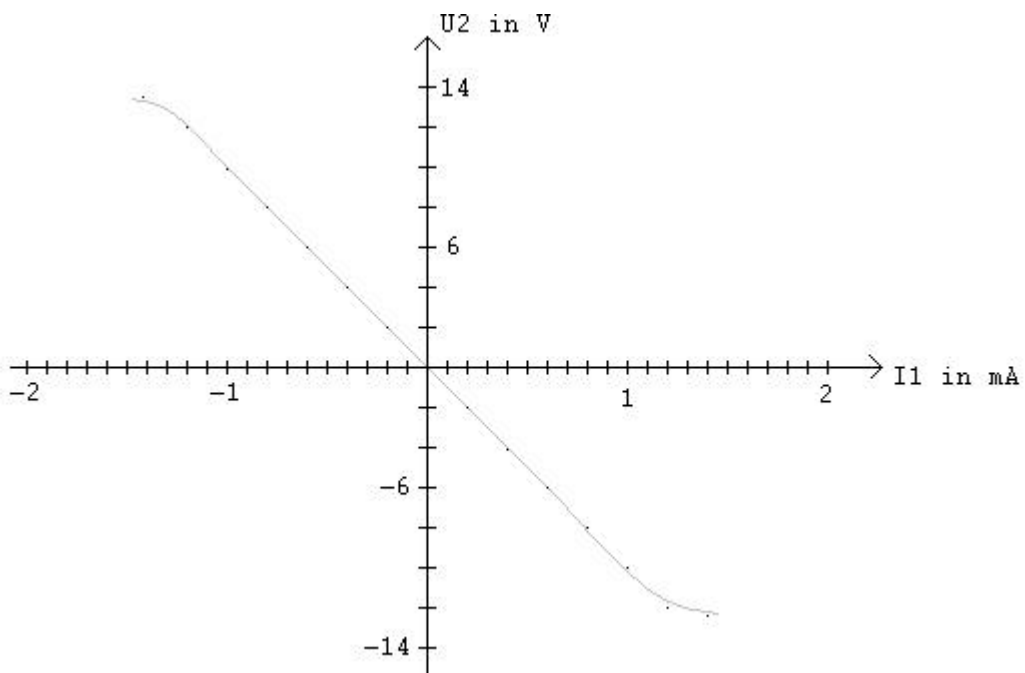
Widerstand dimensionieren :

$$R = \frac{U_2}{I_2} = -\frac{U_2}{I_1} = \left| \frac{\pm 10V}{\pm 10^{-3}A} \right| = 10k\Omega$$

Übertragungskennlinie ermitteln :

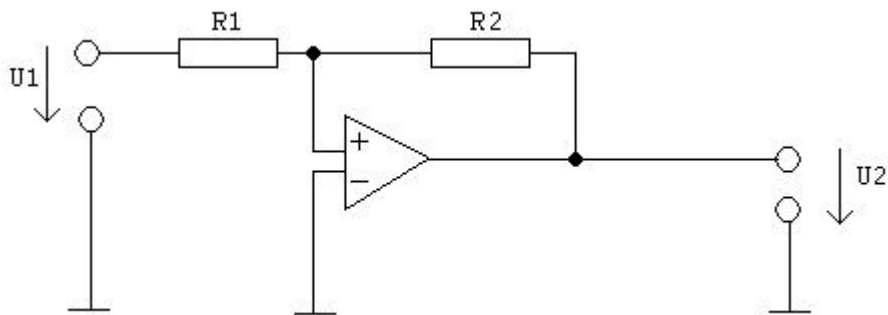
$I_1$ in mA	$U_2$ in V (gemessen)	$U_2$ in V (berechnet)
-1.40	13.61	14.0
-1.20	12.02	12.0
-1.01	10.06	10.0
-0.79	7.88	7.9
-0.59	5.93	5.9
-0.40	3.93	4.0
-0.20	1.97	2.0
0.0	0.0	0.0
0.20	-2.03	-2.0
0.40	-4.01	-4.0
0.60	-5.96	-6.0
0.80	-8.02	-8.0
1.00	-10.03	-10.0
1.20	-12.03	-12.0
1.40	-12.31	-14.0

Skizze :

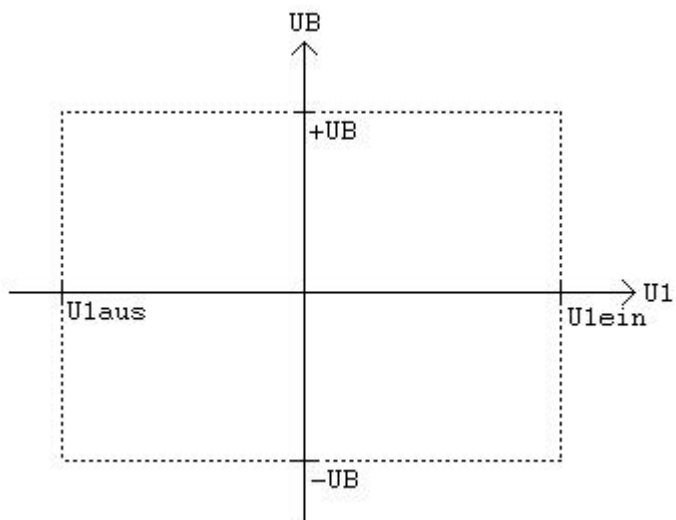


## 5. Komparator

Versuchsaufbau :



Schalthysterese (Skizze):



$$U_{1\text{ein}} = \frac{R_1}{R_2} U_{2\text{max}}$$

$$U_{1\text{aus}} = \frac{R_1}{R_2} U_{2\text{min}}$$

$$U_{2\text{max}} = 13.85\text{V}$$

$$U_{2\text{min}} = -12.45\text{V}$$

## 5.1 - Messung 1

Die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  werden wie folgt dimensioniert :  $R_1 = 3k\Omega$  und  $R_2 = 3M\Omega$  .

$$U_{1\text{ein}} = \frac{3 \cdot 10^3 \Omega}{3 \cdot 10^6 \Omega} \cdot 13.85V = 13.85mV$$

$$U_{1\text{aus}} = \frac{3 \cdot 10^3 \Omega}{3 \cdot 10^6 \Omega} \cdot (-12.45V) = -12.45mV$$

Messung	$U_{1\text{ein}}$ in mV	$U_{1\text{aus}}$ in mV
1	13.0	-13.0
2	12.3	-12.5
3	12.7	-12.3
4	12.9	-12.2
Mittelwert	12.73	-12.5

Der Mittelwert von  $U_{1\text{ein}}$  weicht mit 12.73V um mehr als einen Volt vom berechneten Ergebnis von 13.85V ab.

Der Mittelwert von  $U_{1\text{aus}}$  liegt mit -12.5V sehr nahe am berechneten Wert von -12.45V.

## 5.2 - Messung 2

Die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  werden wie folgt dimensioniert :  $R_1 = 30k\Omega$  und  $R_2 = 3M\Omega$  .

$$U_{1\text{ein}} = \frac{3 \cdot 10^4 \Omega}{3 \cdot 10^6 \Omega} \cdot 13.85V = 138.5mV$$

$$U_{1\text{aus}} = \frac{3 \cdot 10^4 \Omega}{3 \cdot 10^6 \Omega} \cdot (-12.45V) = -124.5mV$$

Messung	$U_{1\text{ein}}$ in mV	$U_{1\text{aus}}$ in mV
1	123	-120
2	120	-118
3	113	-116
4	119	-114
Mittelwert	119	-117

Der Mittelwert von  $U_{1\text{ein}}$  weicht mit 119mV merklich vom berechneten Ergebnis von 138.5mV ab.

Der Mittelwert von  $U_{1\text{aus}}$  liegt mit -117mV schon etwas näher am berechneten Wert von -124.5mV.