



seit 1558

Friedrich-Schiller-Universität Jena

Physikalisch-Astronomische Fakultät

SS 2008

Protokollbuch

Messtechnikpraktikum

Erstellt von: Christian Vetter (89114)
Christian.Vetter@Uni-Jena.de

Helena Kämmer (92376)
HelenaKaemmer@web.de

Betreuer: A. Steppke

Erstellt am: 19. April 2008
letzte Änderung: 20. Juni 2008

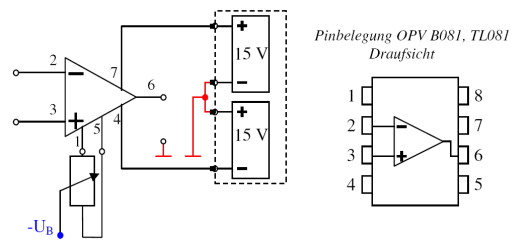
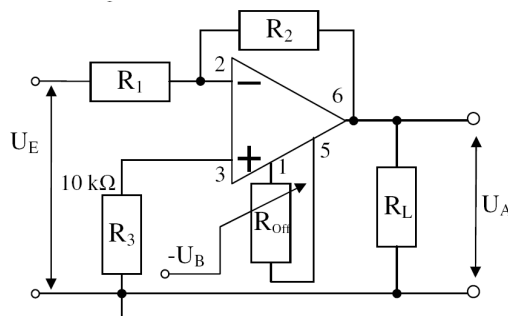
Verstärker II

20. Mai 2008

I. Aufgabenstellung

Aufgabe 1:

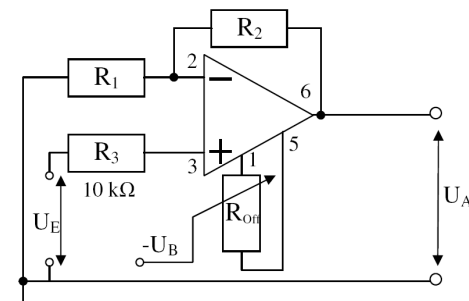
- Invertierenden **Verstärker aufbauen.**



- **Offsetspannung des OPV's ausgleichen.**
Dazu $R_L = \infty$ und $R_1 = R_2 = 10k\Omega$ verwenden.
- **Spannungsverstärkung $V_U = \frac{U_A}{U_E}$ in Abhängigkeit des Widerstandsverhältnisses $\frac{R_2}{R_1}$ bestimmen.** ($R_L = \infty, R_1 = 10k\Omega, R_2 = 10k\Omega, 100k\Omega, 270k\Omega$)
- **Lastwiderstandsabhängigkeit des invertierenden Verstärkers aufnehmen.**
 $R_1 = 10k\Omega$ und $R_2 = 270k\Omega$
Bei $R_L = \infty U_A < 1V$
 $R_L = 10k\Omega, 2k\Omega, 1k\Omega, 100\Omega, 56\Omega, 10\Omega$
- **Frage:** Welche Spannung U_A erwarten Sie unter der Bedingung $R_L = R_A$?

Aufgabe 2:

- Nichtinvertierenden **Verstärker aufbauen.**



- **Spannungsverstärkung $V_U = \frac{U_A}{U_E}$ in Abhängigkeit des Widerstandsverhältnisses $\frac{R_2}{R_1}$ bestimmen.** ($R_L = \infty, R_1 = 10k\Omega, R_2 = 10k\Omega, 100k\Omega, 270k\Omega$)

- **Frage:** Warum wird der Rückkoppelwiderstand auf den invertierenden Eingang geschaltet, obwohl der Verstärker nichtinvertierend ist?
- Logarithmischen **Verstärker aufbauen.**
- **Funktionsweise** ohne Lastwiderstand **nachweisen!** (grafische Darstellung!)

II. Messwerte

Aufgabe 1:

R_1 [k Ω]	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
R_2 [k Ω]	1,0	2,0	11,1	46,8	101,3	276,3
U_E [mV]	100	100	100	100	100	100
U_A [V]	10m	19,5m	110m	460m	1,0	3,0
$\frac{R_2}{R_1}$	0,10	0,20	1,11	4,68	10,14	27,66
V_U	0,1	0,195	1,1	4,6	10	30

$$R_1 = 9,99k\Omega$$

$$R_2 = 276,3k\Omega$$

R_L [k Ω]	$\infty \hat{=} 1000$	11,05	1,9560	1,01	0,0997	0,0558	0,0110	0,0051
U_E [mV]	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
U_A [V]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,49	0,47	0,32	0,14

Aufgabe 2:

R_1 [k Ω]	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
R_2 [k Ω]	1,0	2,0	11,1	46,8	101,3	276,3
U_E [mV]	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
U_A [mV]	20	22	39	105	210	520

Logarithmischer Verstärker:

U_E [V]	0,05	0,094	0,137	0,232	0,423	0,495	0,594	0,653	0,726
U_A [mV]	380	414	435	463	495	503	513	517	523

U_E [V]	0,771	0,831	0,915	0,975	1,033	1,142	1,27	1,358	1,564
U_A [mV]	526	529	534	538	540	546	550	553	560

U_E [V]	1,722	1,894	2,087	2,317	2,546	2,787	3,047	3,364	3,752
U_A [mV]	565	570	575	581	585	590	595	600	605

U_E [V]	4,135	4,495	4,961	5,475	6,063	6,673	7,307	8,174	8,819
U_A [mV]	610	615	620	625	630	635	640	646	650

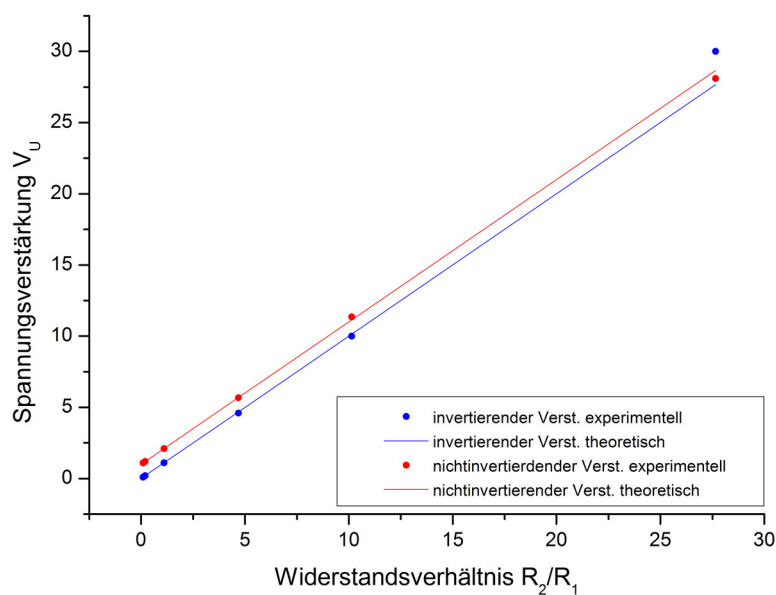
U_E [V]	9,764	10,779	11,809	12,863	14,191	15,867	17,721	19,455
U_A [mV]	655	660	665	670	675	680	685	686

III. Auswertung

Aufgabe 1:

Verstärkung am invertierenden Verstärker:

R_1 [k Ω]	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
R_2 [k Ω]	1,0	2,0	11,1	46,8	101,3	276,3
U_E [mV]	100	100	100	100	100	100
U_A [V]	10m	19,5m	110m	460m	1,0	3,0
$\frac{R_2}{R_1}$	0,10	0,20	1,11	4,68	10,14	27,66
V_U	0,1	0,195	1,1	4,6	10	30

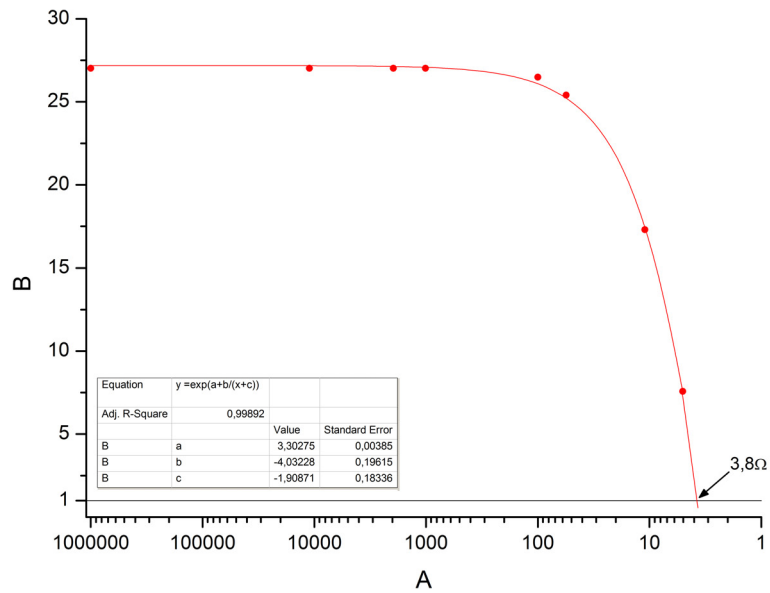


Stellt man die Spannungsverstärkung über dem Widerstandsverhältnis $\frac{R_2}{R_1}$ dar, so erhält man die erste Winkelhalbierende. Das Verhältnis der Spannungen entspricht also dem Verhältnis der benutzten Widerstände, was man ebenfalls an der Gleichung: $V_U = \frac{U_A}{U_E} = (-) \frac{R_2}{R_1}$ erkennt. Die experimentell ermittelten Werte liegen auf der theoretischen Geraden. Lediglich bei der größten betrachteten Verstärkung kommt es zu einer Abweichung.

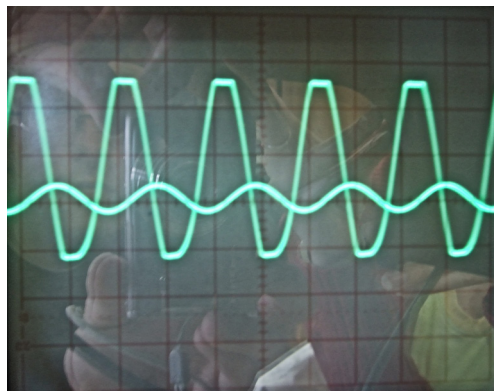
Bemerkung: Das Minus in der Formel steht nur für die Invertierung des Signals.

Lastabhängigkeit:

R_L [k Ω]	$\infty \hat{=} 1000$	11,05	1,956	1,01	0,0997	0,0558	0,011	0,0051
U_E [mV]	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
U_A [V]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,49	0,47	0,32	0,14
V_U	27,0	27,0	27,0	27,0	26,5	25,4	17,3	7,6



Die Spannungsverstärkung ist über weite Bereiche nahezu unabhängig vom Lastwiderstand. Bei sehr kleinen Widerständen jedoch bricht die Verstärkung zusammen. Anhand des Graphen ist dieses Verhalten gut erkennbar, ab ca. $1k\Omega$ ist ein Absinken ersichtlich und ab 100Ω kommt es zu einem völligen Zusammenbruch. Bei $R_L = 5\Omega$ wurde folgendes Bild aufgenommen. Hierauf ist eine Verformung des Ausgangssignals zu erkennen. Diese Verformung lässt sich durch die interne Strombegrenzung des OPV's begründen.



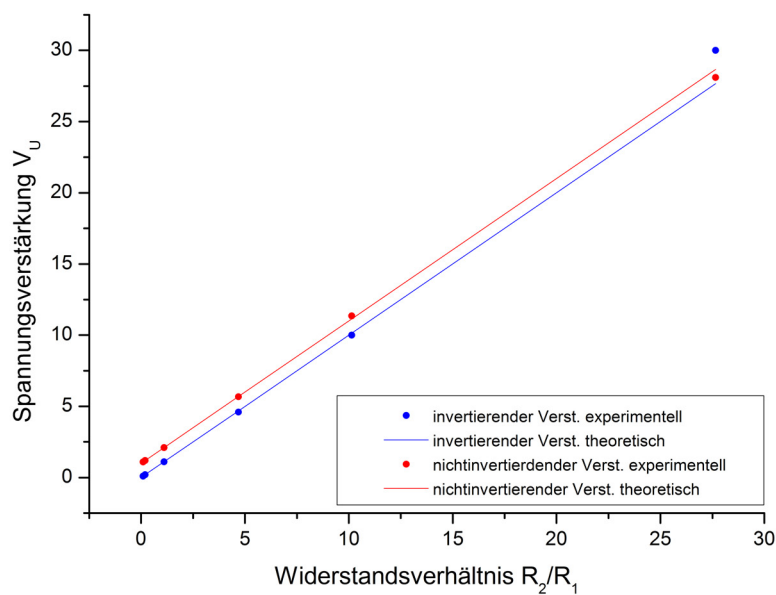
Unter der Bedingung $R_L = R_A$ erwartet man aus der folgenden Gleichung $\frac{U_L}{U_A} = \frac{R_L}{R_A} = \frac{R_L}{R_i + R_L}$ eine Leistungsanpassung, da nun $U_L = U_A$ ist und somit die volle Spannung am Lastwiderstand abfällt.

Eine Extrapolation des Graphen ergibt für einen Lastwiderstand von $R_L = 3,8\Omega$ eine Verstärkung von eins. Aus einer Betrachtung der Gesamtschaltung lässt sich Schlussfolgern, dass dieser Widerstand rund dem Innenwiderstand des OPV's entspricht.

Aufgabe 2:

Verstärkung am nichtinvertierenden Verstärker:

R_1 [k Ω]	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
R_2 [k Ω]	1,0	2,0	11,1	46,8	101,3	276,3
U_E [mV]	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
U_A [mV]	20	22	39	105	210	520
$\frac{R_2}{R_1}$	0,10	0,20	1,11	4,68	10,14	27,66
V_U	1,1	1,2	2,1	5,7	11,4	28,1

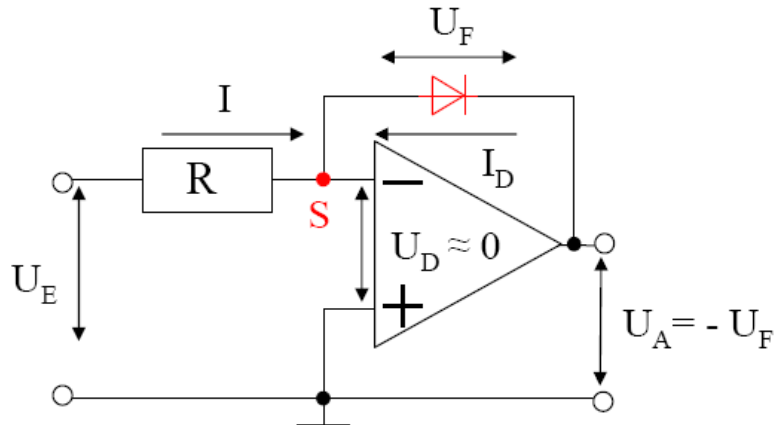


Die Spannungsverstärkung des nichtinvertierenden Verstärkers verhält sich analog zu der des invertierenden. Es ergibt sich auch hier ein linearer Anstieg. Der Graph ist lediglich um 1 nach oben verschoben, was auch anhand der Gleichung sichtbar ist. $V_U = \frac{U_A}{U_E} = \frac{R_2}{R_1} + 1$

Der Rückkoppelwiderstand wird trotz des Aufbaus eines nichtinvertierenden Verstärkers auf den invertierenden Eingang geschaltet, damit sich die Ströme am virtuellen Massepunkt durch die 180° Phasenverschiebung „auslöschen“ können. Würde man auf den nichtinvertierenden Eingang rückkoppeln, so würde das Rückgekoppelte Signal das Eingangssignal sukzessive verstärken. Eine Übersteuerung wäre die Folge.

Logarithmischer Verstärker

Für den letzten Versuchsteil wurde ein logarithmischer Verstärker nach folgendem Schaltbild aufgebaut:



Folgende Messwerte wurden aufgenommen:

U_E [V]	0,05	0,094	0,137	0,232	0,423	0,495	0,594	0,653	0,726
U_A [mV]	380	414	435	463	495	503	513	517	523
V_U	7,60	4,40	3,18	2,00	1,17	1,02	0,86	0,79	0,72

U_E [V]	0,771	0,831	0,915	0,975	1,033	1,142	1,27	1,358	1,564
U_A [mV]	526	529	534	538	540	546	550	553	560
V_U	0,68	0,64	0,58	0,55	0,52	0,48	0,43	0,41	0,36

U_E [V]	1,722	1,894	2,087	2,317	2,546	2,787	3,047	3,364	3,752
U_A [mV]	565	570	575	581	585	590	595	600	605
V_U	0,33	0,30	0,28	0,25	0,23	0,21	0,20	0,18	0,16

U_E [V]	4,135	4,495	4,961	5,475	6,063	6,673	7,307	8,174	8,819
U_A [mV]	610	615	620	625	630	635	640	646	650
V_U	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,08	0,07

U_E [V]	9,764	10,779	11,809	12,863	14,191	15,867	17,721	19,455
U_A [mV]	655	660	665	670	675	680	685	686
V_U	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04

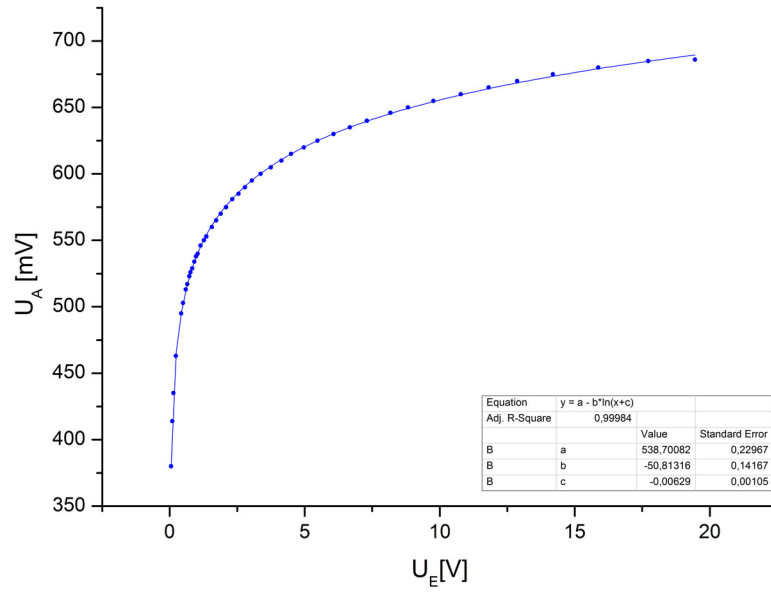


Abb.1

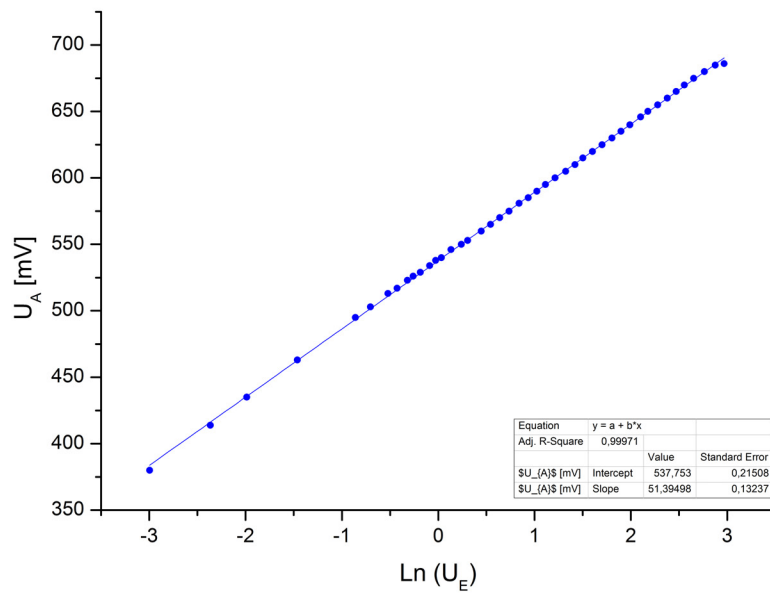


Abb.2

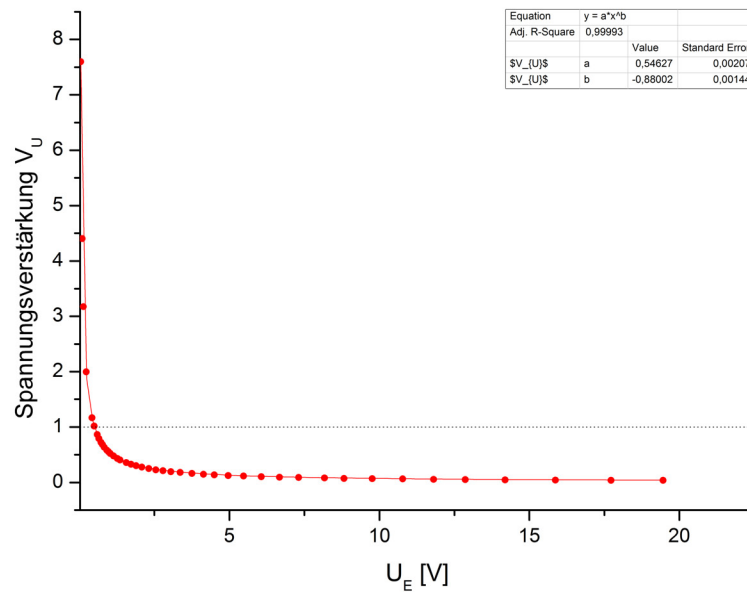


Abb.3

In den gezeigten Diagrammen wird sofort ersichtlich das der OPV auf eine logarithmische Weise verstärkt hat. In Abb.1 wurde U_A über U_E aufgetragen. Der Fit der sich ergebenden Kurve an eine logarithmische Funktion ergab nur geringe Abweichungen.

In Abb.2 wurde U_A über dem Logarithmus von U_E abgetragen. Wie für einen logarithmischen Verlauf erwartet ergab sich eine Gerade.

Um mehr über den möglichen Zweck dieser Schaltung aussagen zu können wurde in Abb.3 die Spannungsverstärkung über der Eingangsspannung dargestellt. Hierbei wird deutlich, das der OPV nur für sehr kleine Eingangsspannungen eine Verstärkung größer 1 aufwies. Um also wirklich als Verstärker dienen zu können müssten sehr kleine Spannungen verwendet oder gegebenenfalls einige Parameter der Schaltung angepasst werden.