

Versuch EL1

25.03.2021

Messperson: Manuel

Auswertung: Charlotte

Protokoll: Leo

Raum:

Sitzplatz: Mitte links

#

1. Verwendete Messgeräte:

• Oszi (Voltcraft ~~122421~~ ~~122421~~): Nr:

Eingangsimpedanz: $R = 1\text{ M}\Omega$ $L = 25\text{ pF}$

Genauigkeit: $\leq 3\%$ $+0, +div$

Ablesefehler: 0,1 div

• Frequenzgenerator (72786):

Amplitudengenauigkeit: $+1\% \cdot x + 1\text{ mV p.p.}$

Ablesefehler: 0,0005 digit

Offsetgen. $\geq 2\text{ mV}$

~~Ablesefehler~~

• Stromquelle:

$I_r \geq 17\text{ mA}$

Ablesegenauigkeit: 0,005 V, 0,005 A

Be:

Genau:

• DMH:

200 mW

2V, 40V, 400V

0,8% + 3 digit

0,8% + 1 digit

• Transistoren:

- Siliziumtransistor BC 107 (npn)

- Germanium-Transistor AC 128 (pnp)

• Widerstandsdekade (Nr. 617347): $R_r = 1\%$ Resistor + 0,3 Ω internal Nachmessen

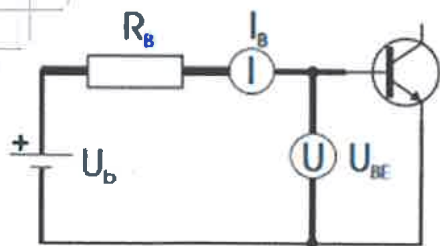
• Steckbrett (652351)

• Drehpotentiometer a)

2.1 Eingangskennlinie des Transistors

Ziel: Ziel dieses Versuchsteiles ist es die Eingangskennlinie des npn-Transistors zu vermessen (BC 107, Silizium)

Dazu verwenden wir folgende Schaltung von Menen aufgebaut:



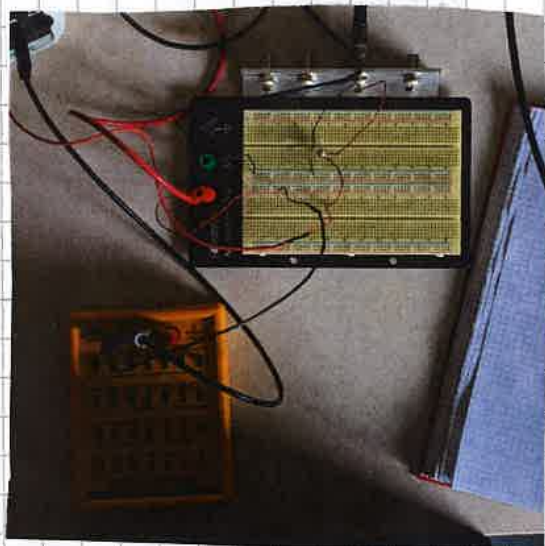
Gemessen wird hier I_B und U_{BE}

Das Labornetzteil liefert U_b .

In Realität bedeutet das, dass wir den Transistor an Basis und Emittor anschließen und dann die Spannung und Stromstärke über den Transistor mit 2 DMMs messen

Damit der Transistor nicht beschädigt werden wir einen $2\text{ k}\Omega$ Widerstand vor. (Dekecke)

Im Steckbrett haben wir die Schaltung folgendermaßen verwirklicht:



Für R_b wird hier die Widerstandsdekade verwendet.

Wir erhöhen die Spannung bis eine Spannung von $0,01 \text{ mA}$ anliegt.
 Von dort aus erhöhen wir die Spannung in immer größer werdenden
 Schritten (erwarten exponentielles Wachstum).

Nach anfänglichen Startschwierigkeiten (Kontakt Steckbrett arbeitet nicht)
 können wir anfangen zu messen.

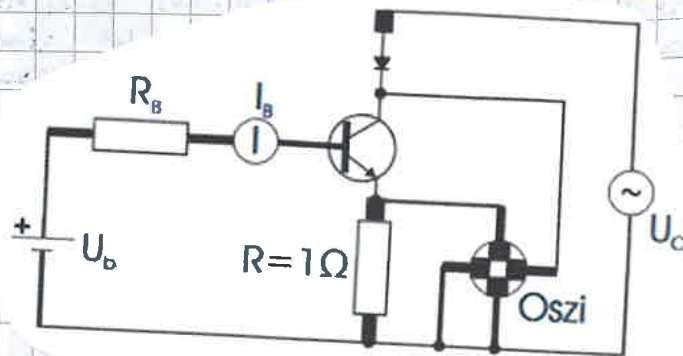
DDM stehen auf mA und V

I_B in mA	U_B in V
0,01	0,559
0,02	0,578
0,03	0,587
0,04	0,593
0,05	0,600
0,08	0,614
0,10	0,620
0,15	0,635
0,20	0,644
0,25	0,651
0,30	0,657
0,35	0,663
0,40	0,667
0,45	0,671
0,50	0,675
0,55	0,678
0,60	0,682
0,65	0,684
0,70	0,687
0,75	0,690
0,80	0,692
0,85	0,694
0,90	0,696
0,95	0,698
1,00	0,700
1,10	0,703
1,20	0,706
1,30	0,709
1,40	0,711
1,50	0,714
1,60	0,716
1,70	0,718
1,80	0,720
1,90	0,722
2,00	0,724
2,50	0,732
3,00	0,738
3,50	0,744
4,00	0,749

2.2 Ausgangskennlinie des Transistors

Ziel: Aufnahme der Ausgangskennlinie I_C für unterschiedliche Basisströme

Verwenden folgende Messschaltung:



Der Versuch wurde parallel an dem Fensterversuchsplatz durchgeführt.

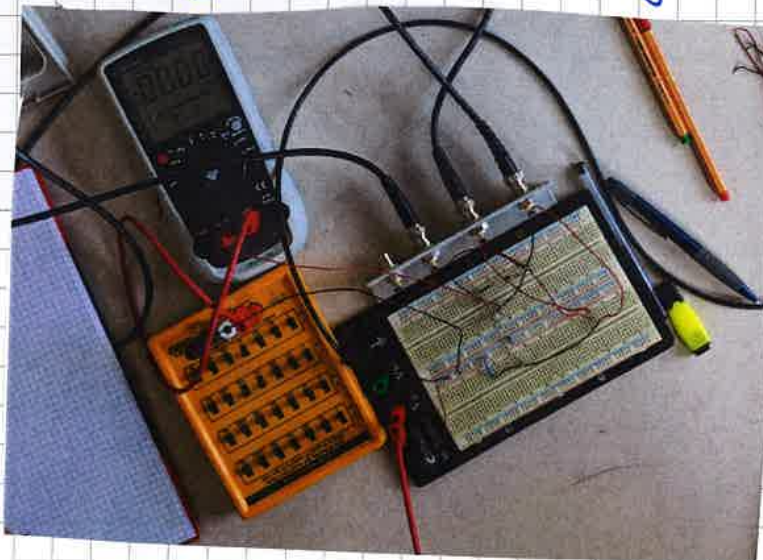
Außerdem bedienen wir uns eines Oszis und tragen wir $U_x = U_{CE} + R_L I_E \approx U_{CE}$ gegen $U_y = R I_E \approx R I_C$ auf.

Für R wird hier ein kleiner Widerstand von 1Ω verwendet. Der Spannungsabfall, welcher über R gemessen wird, dient dazu die Ausgangskennlinie zu messen ohne die Messung zu verfälschen. Dabei wird I_B mit dem DMM gemessen.

Gemessen wird bei $I_B = 0; 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 \text{ mA}$

U_b wird von einem Gleichspannungsnetzteil geliefert und für Kollektorspannung sorgt der Frequenzgenerator mit Amplitude 10 V und Frequenz 200 kHz

Die Schaltung sah in Realität folgendermaßen aus



Die Schaltung wurde von Charlotte aufgebaut. Nach der ersten Panne (Transistor falsch eingebaut... Basis und Emitter vertauscht) konnten wir die Spannungsausgangskennlinie betrachten.

Das Oszilloskop wird von Charlotte im x-y-Modus betrieben, wobei in Chan-1 U_x und in Chan-2 U_y angetragen werden.

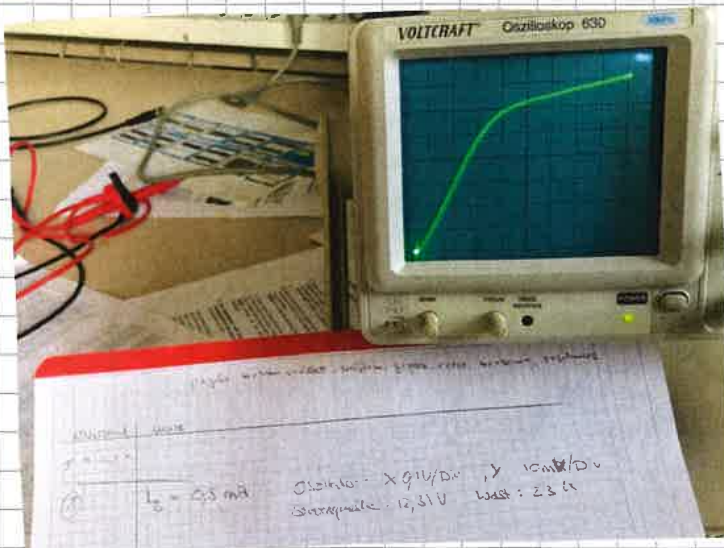
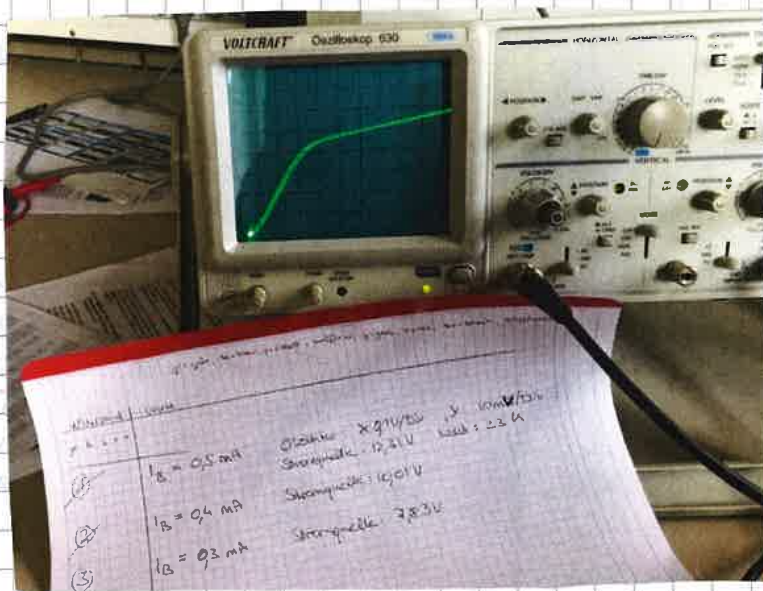
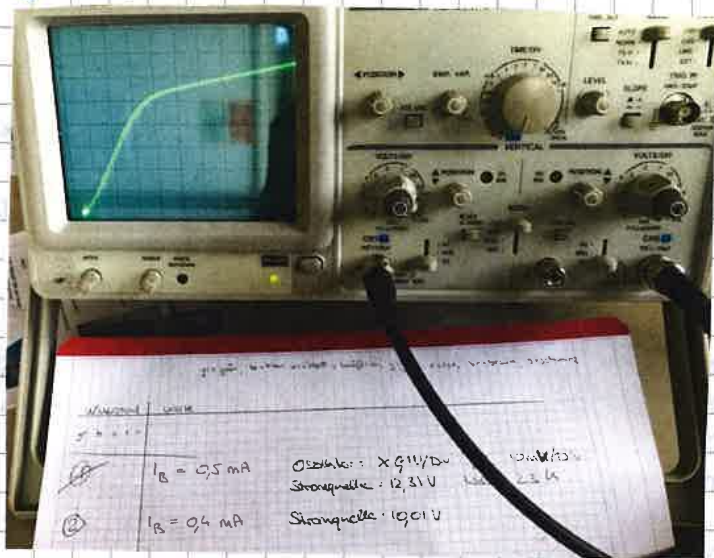
Das Ozi steht auf Chan-1 auf $0.1V/div$ und auf Chan-2 bei $\frac{1mV}{div}$

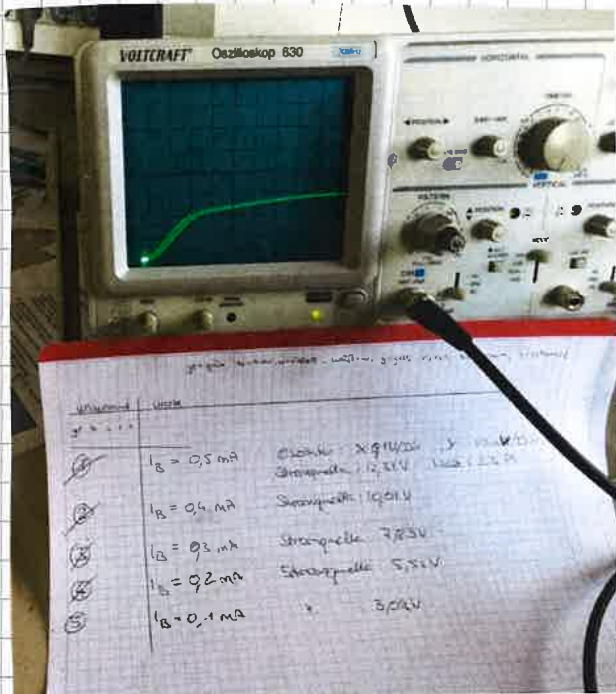
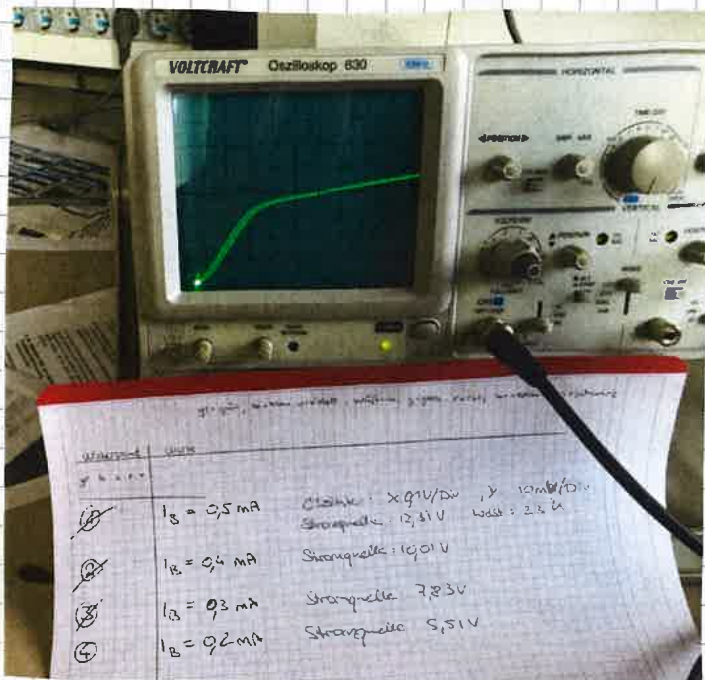
Die Stromstärke I_B wird durch Variation der Spannung an der Gleichstromquelle erreicht. Die Widerstand im Basistreis steht auf $23k$ in der Widerstandsdekade

Es ergaben sich folgende Bilder:

$$I_B = 0.5 mA$$

U





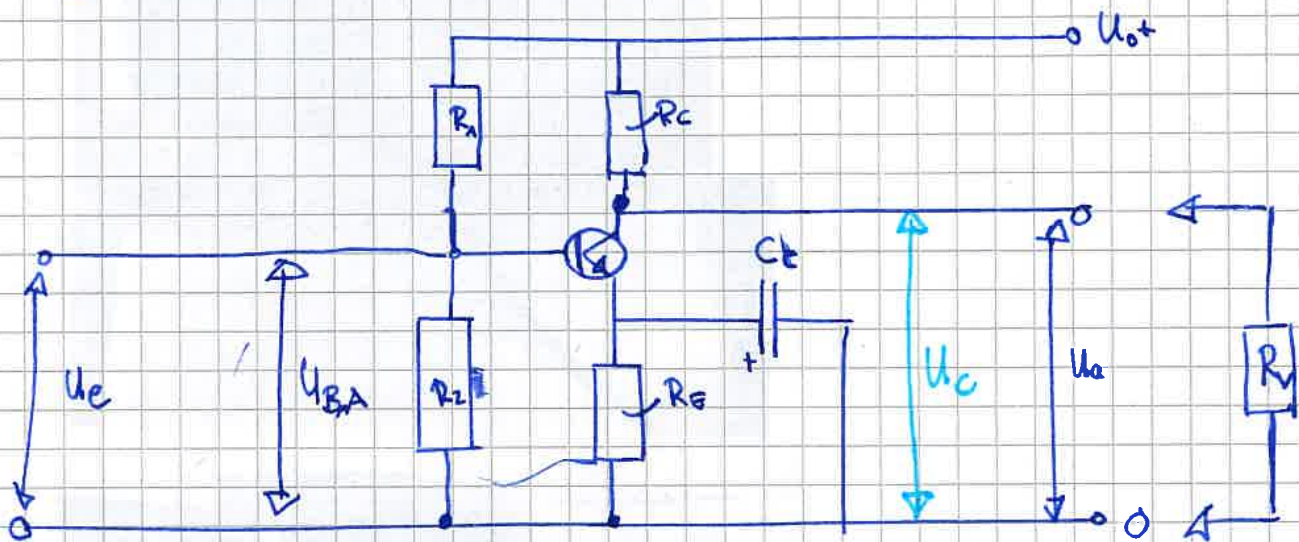
2.3 Emitterschaltung

2.3.1 Aufbau

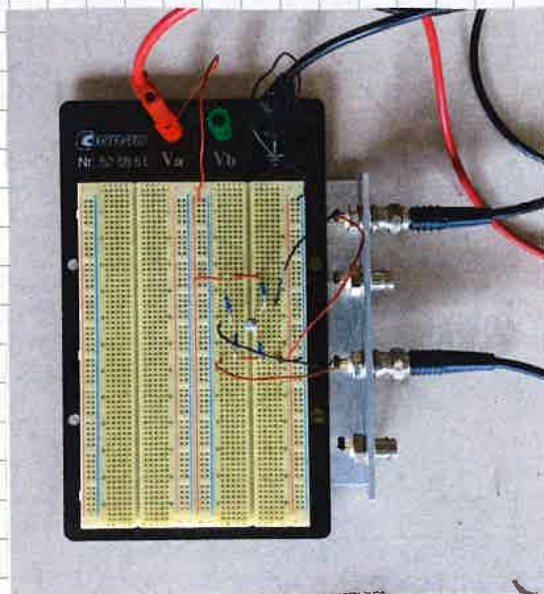
Wir bauen die Grundschialtung nach diesem Schaltbild auf. Dabei verwenden wir folgende Werte zur Dimensionierung der Schaltung, welche vorher errechnet wurden.

$$R_C = 2,7k\Omega \quad R_1 = 120k\Omega \quad R_2 = 22k\Omega \quad R_E = 560\Omega \\ \text{und } R_L = 0$$

Schaltbild:



Manuel hat die Schaltung folgendermaßen verwirklicht:



U_0 wird in der Schaltung von der Gleichstromquelle geliefert und U_e wird vom Frequenzgenerator geliefert.
Berechnung wurde besprochen & abgenommen.

2.3.2 Erweiterung durch Kondensatoren

Ziel: Erweiterung der Schaltung um die Kondensatoren C_e und C_c

Wir überprüfen unsere Erwartungen an die Schaltung, indem wir U_{CA} messen, was durch die Dimensionierung bei $\approx 6V$ liegen sollte.

Unsere Messung ergibt, dass $U_{CA} = 6,4V \Rightarrow$ ^{Nach} Mess Dimensionierung ist wie erwartet

Desweiteren werden U_{BA} und U_E gegen die Masse gemessen.

U_{BA} hatten wir berechnet mit $1,8V \rightarrow$ gemessen $1,798V$

U_E hatten wir berechnet nach $U_E = U_{BA} - U_{BE} = 1,2V \rightarrow$ gemessen $1,159V$

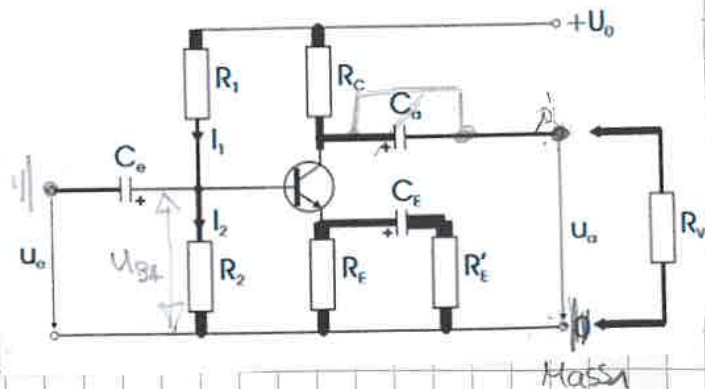
Die gemessenen Ergebnisse stimmen mit den Erwartungen überein, vor allem U_{CA} und U_{BA} .

Im folgenden Bau Manual die Kondensatoren C_e und C_c ein.

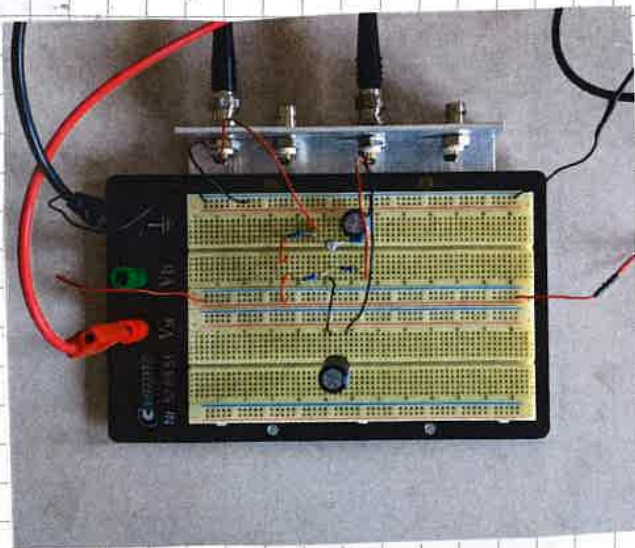
Dabei hat C_e eine Kapazität von $220\mu F$

und C_c hat eine Kapazität von $470\mu F$.

Damit ergibt sich folgendes Schaltbild:



In Realität sieht das folgendermaßen aus:



2.3.3 Übersteuern.

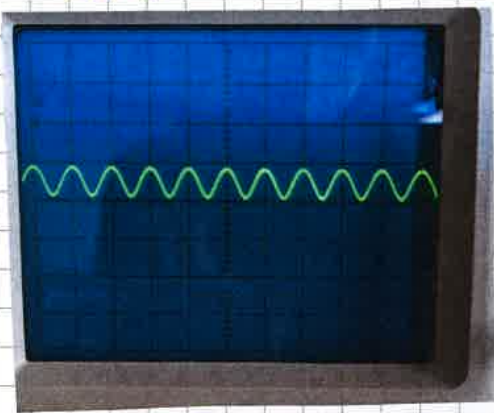
u_e wird vom Frequenzgenerator erzeugt. u_a wird mit dem Oszilloskop gemessen. Wir starten mit dem Versuchsaufbau von 2.3.2 und bei dem kleinsten Wert u_e mit $u_e = 20\text{mV}$. Dann erhöhen wir langsam die Spannung u_e bis es stark übersteuert.

Das Signal ~~hier~~ erkennt ist ab circa 70mV leicht übersteuert, aber

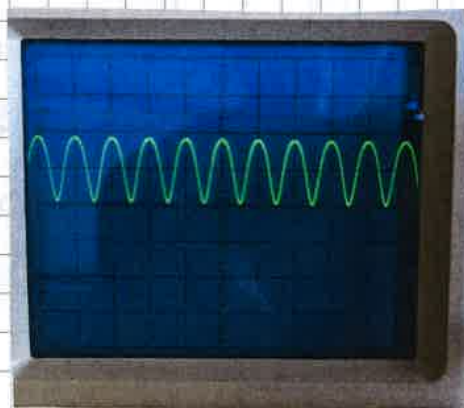
Uns fällt auf, dass die untere Grenze der Einstellskala vergleichsweise hoch ist. Dabei Die Übersteuerung startet bei nichtmal mehr 50mV über der niedrigsten Einstellung.

Bilder:

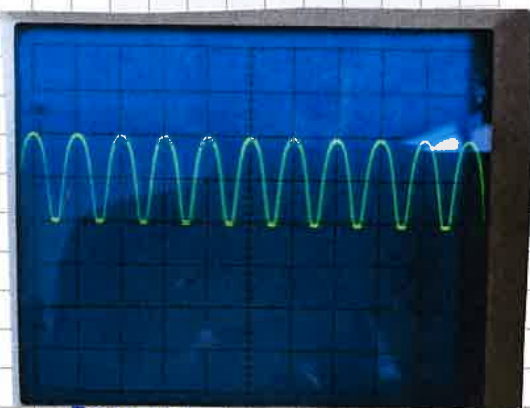
20mV



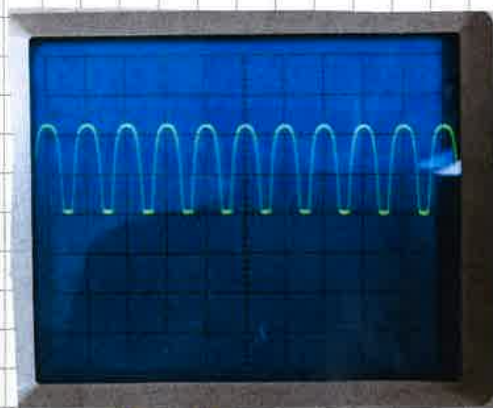
50mV



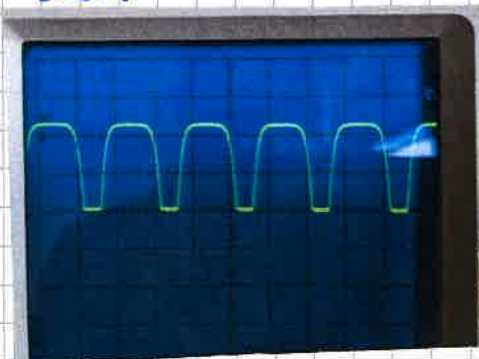
70mV



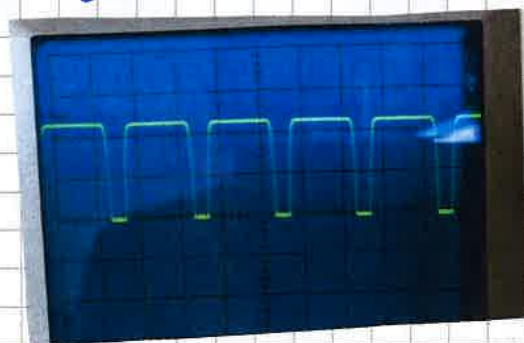
120mV



200mV



260mV



2.3.4 Messen der Verstärkung

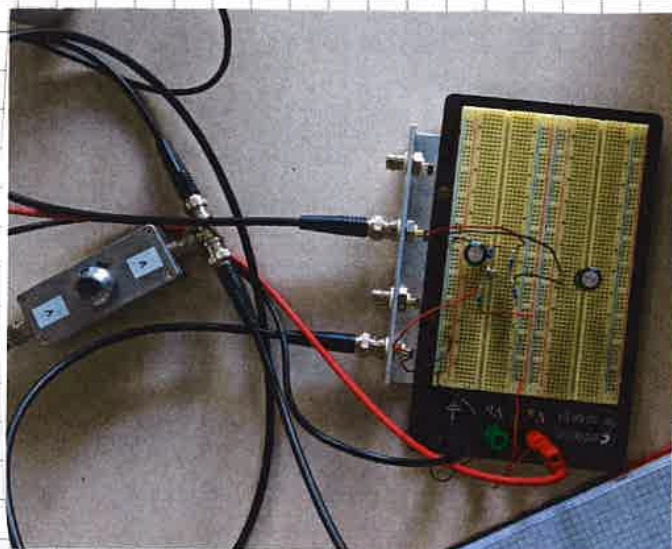
Ziel: Ziel ist es das Verhältnis von u_a zu u_e zu ermitteln
im Oszilloskop

Dabei messen wir im X-Y-Modus. Dies ist möglich, da das Signal selbst bei sehr niedrigen Werten noch nicht sehr verrauscht ist.

Im X-Y-Modus setzen wir immer einen Kanal auf "Ground".
Der andere Kanal zeigt dann eine Linie ab die gut abzulesen ist x_1

Schalterstellung Spannung	u_e in div	u_a	Gemessen wird immer Peak-to-Peak
0	0	0 (Rausch)	Genaugzeit Osz: 0
1 Erststellung	0,5 div (5 $\frac{mV}{div}$)	4 div (0,1 $\frac{V}{div}$)	Spannungsteiler Stellung: 1
2	0,9 div (5 $\frac{mV}{div}$)	3,5 div (0,2 $\frac{V}{div}$)	2
3	1,2 div (5 $\frac{mV}{div}$)	2,2 div (0,5 $\frac{V}{div}$)	
4	1,5 div (5 $\frac{mV}{div}$)	2,4 div (0,5 $\frac{V}{div}$)	
5	2,0 (5 $\frac{mV}{div}$)	3,4 div (0,5 $\frac{V}{div}$)	
6	2,2 (5 $\frac{mV}{div}$)	4,2 div (0,5 $\frac{V}{div}$)	
7	2,6 (5 $\frac{mV}{div}$)	4,8 div (0,5 $\frac{V}{div}$)	
8	3,0 (5 $\frac{mV}{div}$)	5,5 div (0,5 $\frac{V}{div}$)	
9	3,4 (5 $\frac{mV}{div}$)	6,2 div (0,5 $\frac{V}{div}$)	
10	3,9 (5 $\frac{mV}{div}$)	7,0 div (0,5 $\frac{V}{div}$)	

Steckbrett



Ableserfehler: $\pm 0,2$ div

x_1 Alle Werte werden bei 20mV · Spannungsteiler gemessen

3.2.5 Bestimmen des Ausgangswiderstandes

Bis jetzt war $R_V = \infty$. Für diesen Messen wir eine Ausgangsspannung u_a ~~z.B.~~ 3,6 div (1 V/div) gemessen. D.h. für den unbelasteten Stromkreis ist das die anfallenden.

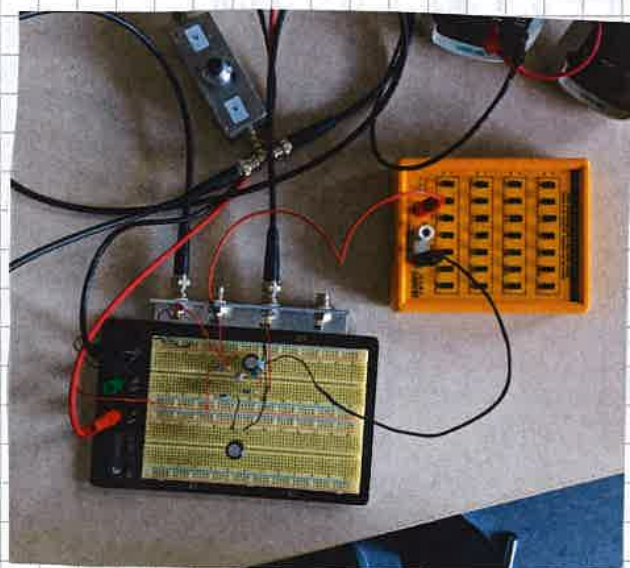
Jetzt schließen wir die Widerstandskacke mit ^{maximaler} alleinstellung an ($> 5 \text{ M}\Omega$).

Manuell "schaltet" so viele Widerstände aus, bis wir $\approx 1,8 \text{ div}$ (1 V/div) messen, also der ^{0,5} ursprünglichen Ausgangsspannung messen.

Dieser Wert wird erreicht bei $R_V = 2,5 \text{ k}\Omega$

Gemessen wurde die Spannung mit dem Osz.

Bild des Aufbaus:



z.B. 6

30206

Der Widerstand R_p (liegt vor C_e in Reihe geschaltet) ist jetzt neu angeschlossen worden.

Zuerst brauchen wir das Ausgangssignal u_e , daher stellen wir den Widerstand $R_v = 0$.

Die Sinuskurve soll ≈ 2 fache der ursprünglichen Ausgangsspannung ergeben. entsprechen

Wir messen jetzt u_s . Dabei R_p soll so angepasst werden, dass $u_e = \frac{u_s}{2}$

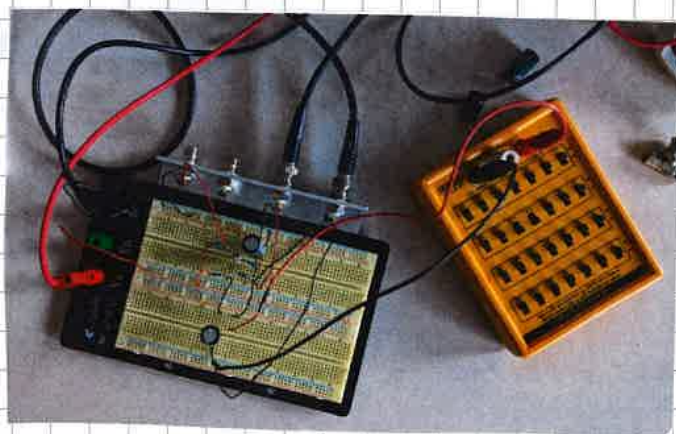
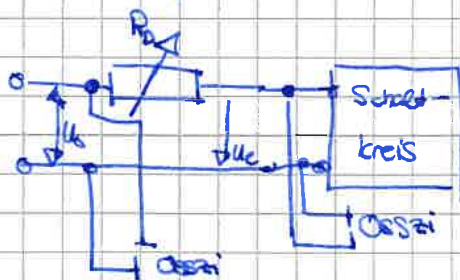
Unser Vorgehen ist, dass die Volb/Div bei u_s doppelt so groß sein soll, wie bei u_e . Dabei 10mV vs. 5mV.

Dann messen wir u_s gegen u_e so, dass sich beide Kurven genau gleichen.

Wir stellen die Widerstandsdekade so ein, dass sich die Höhe von u_s und u_e in divisions geeicht. Aufgrund des Rauschens ist es schwer den genauen Wert abzulesen. (Genauigkeit max $\pm 20\%$)

Bei uns ist die muss R_v auf $20k\Omega$ eingestellt werden.

Bild:



2.3.7. Bestimmen der Leerlaufverstärkung V' und des Eingangswiderstandes r_i

Ziel: Wir wollen Leerlaufverstärkung V' und Eingangswiderstand messen

Dafür verwenden wir den selben Aufbau, wie bei 2.3.6, nur dass $R_i \neq 0$. Dann messen wir jeweils u_s , u_e und u_a .

u_s messen wir, indem Manuel die Widerstandskaskade auf 0Ω stellt.

Dann stellen wir die Dekade so ein, dass u_e die halbe u_s anzeigt.

Das geschieht bei $R_D = 10 k\Omega$ (schwer abzulesen)

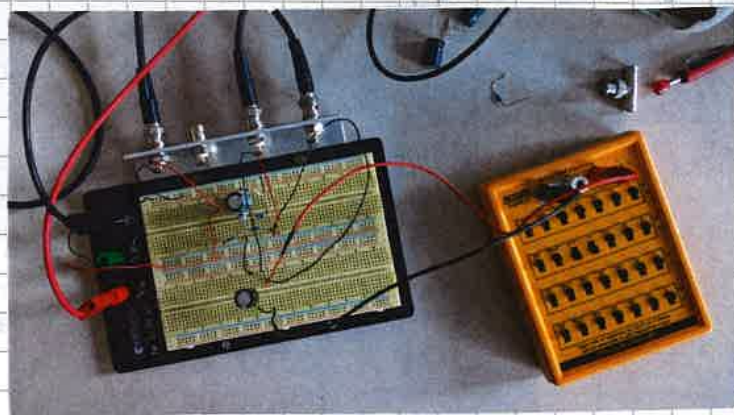
Wir messen hier nur an der Stelle u_e und an der Ausgangsspannung.

7

Tabelle

R_i'	R_D eingestellt	u_s	u_a
68Ω	$10 k\Omega$	2,4 div ($5 \frac{mV}{div}$)	3,6 div ($0,2 V/div$)
150Ω	$22 k\Omega$	4 div ($5 \frac{mV}{div}$)	2,8 div ($50 \frac{mV}{div}$)
∞	$20 k\Omega$	4 div ($5 \frac{mV}{div}$)	2,0 div ($50 \frac{mV}{div}$)





↳ starkes Rauschen \rightarrow stark vervielfacht



*1 Dabei ist u_s anfang 4 div ($5 mV$). Diese wird im X-Y-Modus betrachtet

~~ohne dabei der 2. Channel auf Ground steht. Dann halbieren wir den Strich durch umstellen der Widerstandskaskade.~~

Diese wird einfach im „normalen“ Oszilloskop-Betrieb gemacht. Dabei halbiert es ~~et~~ wir die Spannung u_s mit der Widerstandskaskade.

	Widerstände	Werte
1		55,8 $\mu\Omega$
2		0,677 $\mu\Omega$
3		14,94 $\mu\Omega$
4		21,86 $\mu\Omega$
5		12,1 Ω
6		1,0 Ω
7		2,682 $\mu\Omega$
8		119,5 $\mu\Omega$
9		149,9 Ω
10		0,557 $\mu\Omega$
11		17,94 $\mu\Omega$
12		67,8 Ω
13		46,8 $\mu\Omega$
14		3,287 $\mu\Omega$

gemessen
mit
Digitalmultimeter

Farbcodierung