

Der Transistor

Frederik Strothmann, Henrik Jürgens

13. November 2014

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Eigenschaften von Transistoren	3
2.1	Verwendete Geräte	3
2.2	Versuchsaufbau	3
2.3	Versuchsdurchführung	4
2.4	Messergebnisse	4
2.5	Auswertung	5
2.6	Diskussion	6
3	Spannungsverstärkung mit Transistoren	6
3.1	Verwendete Materialien	7
3.2	Versuchsaufbau	7
3.3	Versuchsdurchführung	8
3.4	Auswertung	8
3.5	Diskussion	10
4	Stromverstärkung mit Transistoren	10
4.1	Verwendete Geräte	11
4.2	Verwendete Formeln	11
4.3	Versuchsaufbau	11
4.4	Versuchsdurchführung	13
4.5	Messergebnisse	13
4.6	Auswertung	14
4.7	Diskussion	17
5	Feldeffekttransistoren (FET)	18
5.1	Verwendete Geräte	18
5.2	Versuchsaufbau	18
5.3	Versuchsdurchführung	18
5.4	Messergebnisse	18
5.5	Auswertung	19
5.6	Diskussion	19
6	Spannungsstabilisierung mit Transistoren	19
6.1	Verwendete Geräte	20
6.2	Versuchsaufbau	20
6.3	Versuchsdurchführung	20
6.4	Messergebnisse	20
6.5	Auswertung	21
6.6	Diskussion	22
7	Fazit	22

1 Einleitung

Dieser Versuch beschäftigt sich mit Transistoren, dem zentralen Verstärkerelement der Halbleitertechnik. Die elektrischen Eigenschaften dieses Schaltelements sollen über die Aufnahme von Kennlinien untersucht werden. Danach werden Schaltungen aufgebaut, welche Ströme oder Spannungen verstärken sollen. Während des Versuches sollen die Eigenschaften des Bipolartransistors (NPN oder PNP) sowie des Feldeffekttransistor (FET) kennengelernt werden, sowie Schaltungen zur Wechselspannungsverstärkung und Gleichspannungstabilisierung aufgebaut werden. Falls noch Zeit ist, können Signale von Sensoren mithilfe von Transistoren weiterverarbeitet werden.¹

2 Eigenschaften von Transistoren

Ziel dieses Versuchsteils ist es die Ausgangs und Eingangskennlinie eines Transistors aufzunehmen, sowie die Stromverstärkung zu bestimmen.

2.1 Verwendete Geräte

In dem Versuchsaufbau wurden DMMs, ein Funktionsgenerator, Transistor BC550 und ein $10\text{k}\Omega$ Widerstand verwendet.

2.2 Versuchsaufbau

- T_1 BC550
- R_1 $10\text{k}\Omega$
- U_1 5V (Eingangslinie)
- U_2 0-10V (Ausgangslinie)

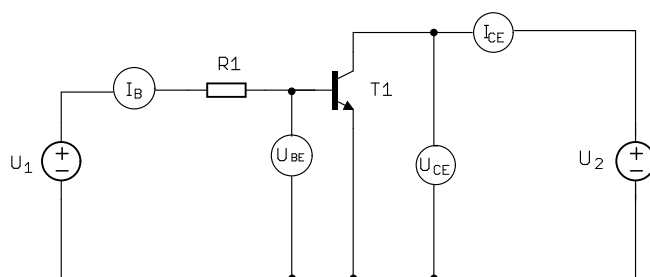


Abbildung 1: Schaltskizze für die Messung der Ein- und Ausgangskennlinie eines Transistors²

¹vgl. Zielsetzung des Versuches http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep3_14.pdf am 09.11.2014

²Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep3_14.pdf Seite 13 am 10.11.2014

2.3 Versuchsdurchführung

Zuerst soll die Eingangskennlinie I_B gegen U_{BE} aufgenommen werden. Zu erwarten ist ein diodenähnlicher exponentieller Zusammenhang, wobei die Spannung U_{CE} bei dieser Messung auf 5 V gestellt wird ($I_B = f(U_{BE})$). Danach wird die Ausgangskennlinie I_C gegen U_{CE} aufgenommen. Anschließend soll die Stromverstärkung β zwischen I_B und I_C bestimmt werden ($I_C = f(I_B)$). Es muss dabei beachtet werden, dass die Spannung U_{BE} kleiner als die Spannung U_{CE} bleibt, da I_C nur für relativ kleine Ströme I_B linear von I_B abhängt.

2.4 Messergebnisse

Die Fehler wurden mit dem angegebenen Fehler und der Ableseungenauigkeit bestimmt, dabei ergab sich für I_B ein Fehler von 0,006mA und für U_{BE} ein Fehler von 0,006V.

Tabelle 1: Daten aus der Messung der Eingangslinie

I_B/mA	U_{BE}/V
0	0
0	0,1
0	0,21
0	0,31
0	0,42
0	0,53
0,01	0,62
0,04	0,65
0,08	0,66
0,12	0,67
0,16	0,673
0,22	0,676
0,32	0,679
0,38	0,68
0,4	0,685

Die Fehler wurden mit dem angegebenen Fehler und der Ableseungenauigkeit bestimmt, dabei ergab sich für I_{CE} ein Fehler von 0,006mA und für U_{CE} ein Fehler von 0,06V.

Tabelle 2: Daten aus der Messung der Ausgangslinie

I_{CE}/mA	U_{CE}/V
0	0
7,9	0,4
8	0,8
8	1,9
8,1	2,9
8,3	3,8
8,4	4,9
8,7	5,9
8,8	6,8
9	7,9
9,3	8,8
9,6	9,8

Die Fehler wurden mit dem angegebenen Fehler und der Ableseungenauigkeit bestimmt, dabei ergab sich für I_{CE} ein Fehler von 0,06mA und für I_B ein Fehler von 0,006V.

Tabelle 3: Daten aus der Messung der Verstärkung

I_B/mA	I_{CE}/mA
0,035	8,6
0,08	18,4
0,124	26,1
0,173	31,9
0,225	36,5

2.5 Auswertung

Graphisch dargestellt ergibt sich für die Eingangslinie Abbildung 2.

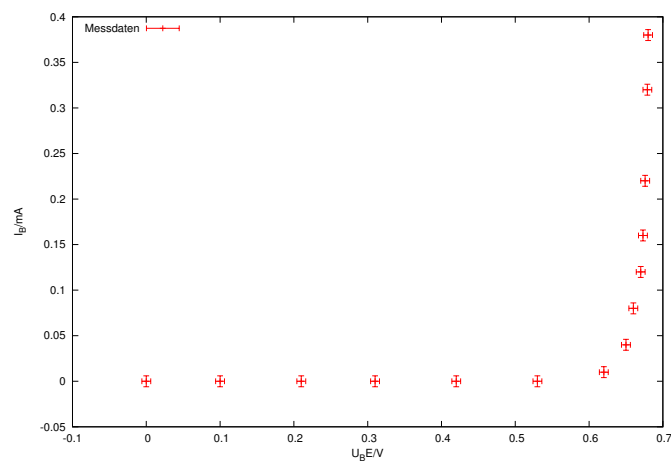


Abbildung 2: Eingangslinie des Transistors

3. Plottet man die Daten aus der Messung der Ausgangslinie erhält man den Plot in Abbildung

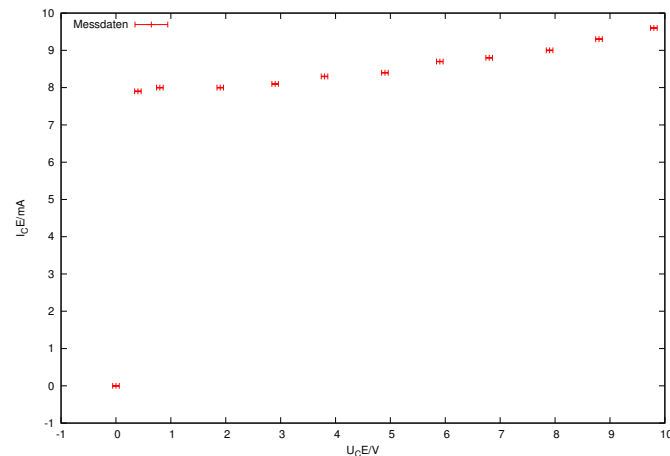


Abbildung 3: Ausgangslinie des Transistors

Zur Bestimmung der Verstärkung wurden die I_B und I_{CE} gegeneinander aufgetragen und die Messdaten mit der Funktion $f(x)=m \cdot x+b$ gefittet, dabei sind m und b die freien Parameter. Durch den Fit ergab sich dann $f(x)=(145.595 \pm 15.57) \cdot x + (5.75121 \pm 2.24)$. Die Verstärkung liegt bei 145.595 ± 15.57 .

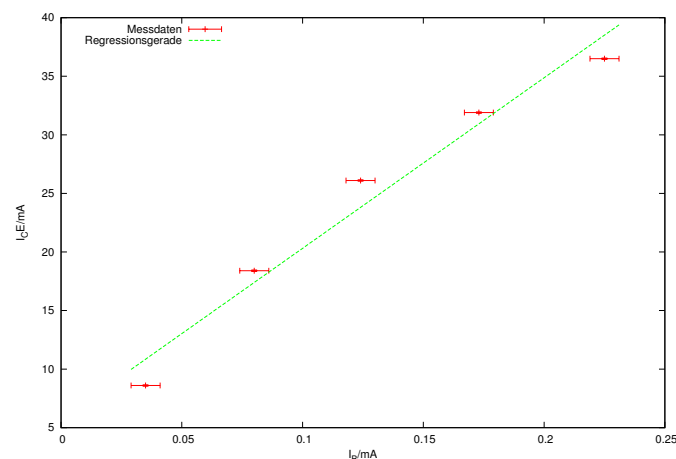


Abbildung 4: Messung von I_{CE} in Abhängigkeit von I_B

2.6 Diskussion

Die aufgenommenen Eingangs- und Ausgangslinien entsprechen den Theoretischen Linien wie sie in der Praktikumsanleitung auf Seite 5 angegeben sind. Für die Verstärkung wurde in der Praktikumsanleitung auf Seite 5 ein Wertebereich von 200 bis 500 angegeben, der von uns bestimmte Wert liegt bei 145.595 ± 15.57 . Dies kommt zu einen von einer zu geringen Spannung U_0 mit 5V, welche für bessere Messergebnisse größer hätte sein sollten. Zum anderen an deren, an der Größe der Messwerte.

3 Spannungsverstärkung mit Transistoren

Ziel dieses Versuches ist die Verstärkung kleiner Wechselspannungen mithilfe des Transistors.

3.1 Verwendete Materialien

Im Versuch wurde ein Funktionsgenerator als Spannungsquelle verwendet, mehrere Widerstände, ein Transistor, ein Potentiometer und zwei DMMs.

3.2 Versuchsaufbau

- T1 BC550
- C1 100nF
- R1 1k Ω
- R2 100k Ω
- R3 10k Ω
- R4 1k Ω oder 10k Ω
- C2 1 μ F
- Versorgungsspannung 10V

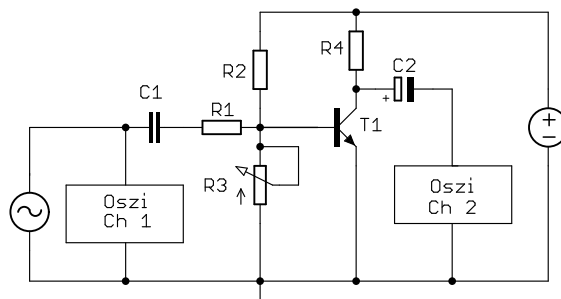


Abbildung 5: Schaltskizze für die Messung des Spannungsverstärkungsfaktors³

- T1 BC550
- C1 100nF
- R1 1k Ω
- R2 100k Ω
- R3 10k Ω
- R4 1k Ω oder 10k Ω
- C2 1 μ F
- Versorgungsspannung 10V

³Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep3_14.pdf Seite 14 am 10.11.2014

- 8Ω Lautsprecher

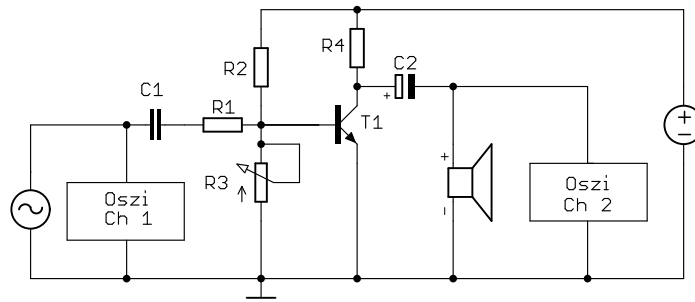


Abbildung 6: Schaltskizze für die Messung des Spannungsverstärkungsfaktors und Audioausgabe des verstärkten Signals⁴

3.3 Versuchsdurchführung

Mit dem Oszilloskop werden Ausgangs- und Eingangssignal bei der Schaltung für die Spannungsverstärkung aufgenommen, um den Verstärkungsfaktor zwischen Ausgangs- und Eingangsspannung zu bestimmen. Im zweiten Teil soll ein Lautsprecher über den Kondensator angeschlossen werden. Da der Strom nur auf wenige Milliampere beschränkt ist, ist zu erwarten, dass die Spannung durch den extremen Spannungsteiler von $\frac{8}{1000+8}$ am Lautsprecher zusammenbricht und damit etwas zu hören ist.

3.4 Auswertung

Betrachtet man die Eingangsspannung und die Ausgangsspannung, siehe Abbildung 7, so kann aus dem Verhältnis der Amplituden die Verstärkung bestimmt werden. Die Verstärkung ergibt sich mit 100.

⁴Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep3_14.pdf Seite 14 am 10.11.2014

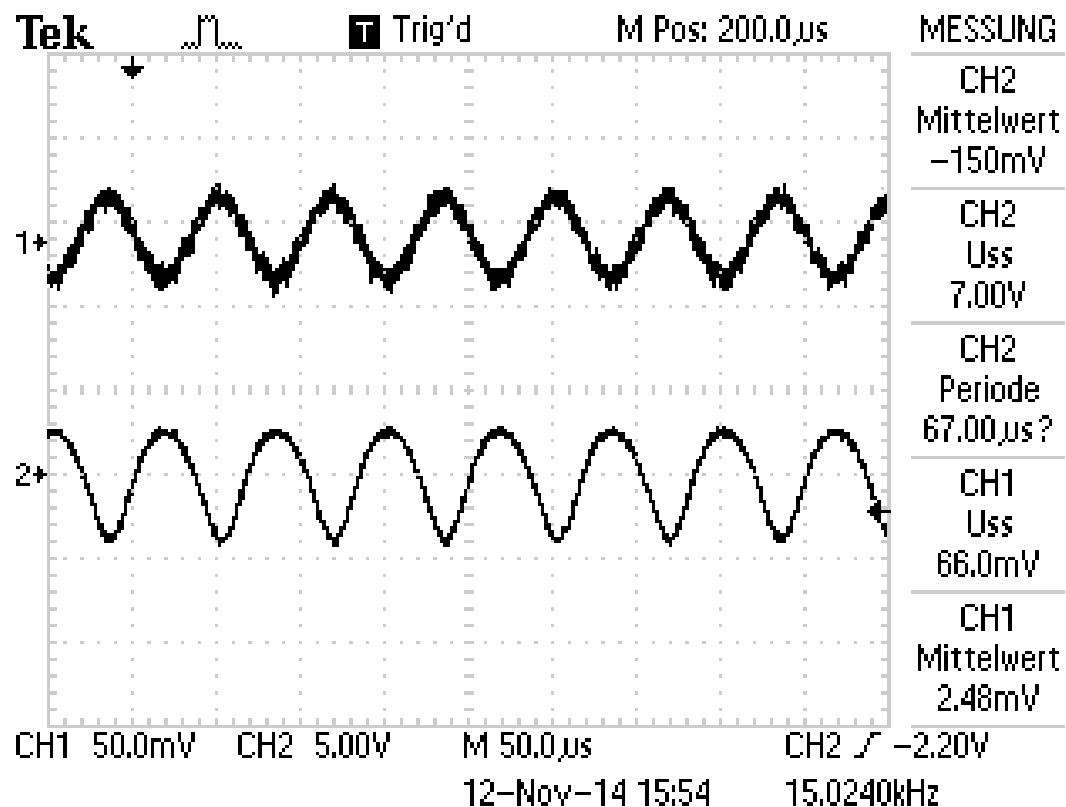


Abbildung 7: Eingangsspannung und Ausgangsspannung, auf dem Oszilloskop

Schließt man nun den Lautsprecher an, so ergibt sich für die Eingangsspannung und die Ausgangsspannung auf dem Oszilloskop der Verlauf in Abbildung 8. Der Spannungsteiler von $\frac{8}{1000+8}$ bewirkt nur eine sehr kleine Spannung am Lautsprecher, wodurch kein Signal ausgegeben wird.

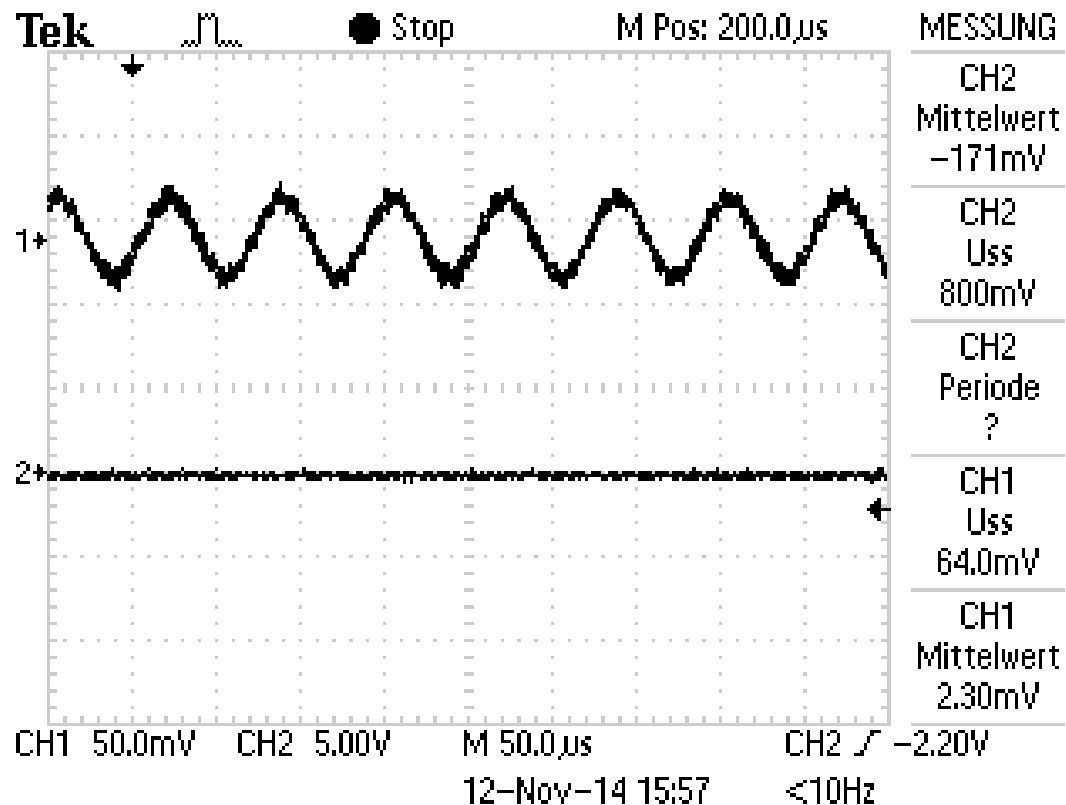


Abbildung 8: Eingangsspannung und Ausgangsspannung, auf dem Oszilloskop, mit Lautsprecher

3.5 Diskussion

Wie erwartet wurde eine Verstärkung im Bereich von 100 Gemessen und am Lautsprecher war kaum etwas zu hören, USS kann an der Graphik (Abb. 7) abgelesen werden.

4 Stromverstärkung mit Transistoren

Neben der Spannungsverstärkung kann mit dem Transistor auch der Strom verstärkt werden, um höhere Ausgangsströme zu erreichen.

4.1 Verwendete Geräte

Als Spannungsquelle wird ein Funktionsgenerator verwendet, zur Strom- und Spannungsverstärkung werden ein BC550 und ein BD137 Transistor verwendet. Zudem wurden verschiedene Widerstände, Kondensatoren und Potentiometer verwendet. Zur Messung wurden DMMs oder ein Oszilloskop verwendet, sowie ein Lautsprecher zur Signalausgabe.

4.2 Versuchsaufbau

- T1 BD137
- R1 $10\text{k}\Omega$
- R2 $1\text{k}\Omega$
- R3 100Ω
- Versorgungsspannung 10V

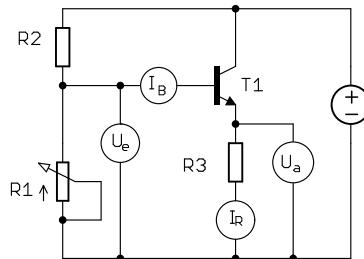


Abbildung 9: Schaltskizze für die Messung des Stromverstärkungsfaktors⁵

- T1 BD137
- T2 BC550
- R1 $10\text{k}\Omega$
- R2 $1\text{k}\Omega$
- R3 100Ω
- Versorgungsspannung 10V
- CF $10\text{-}100\mu\text{F}$

⁵Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep3_14.pdf Seite 15 am 10.11.2014

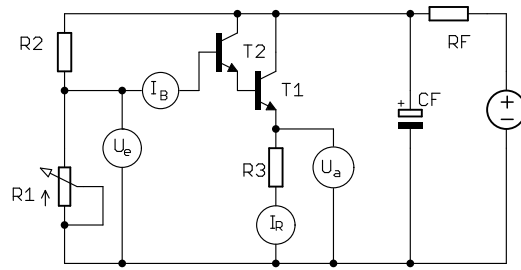


Abbildung 10: Schaltskizze für die Messung des Stromverstärkungsfaktors mit zwei hinter einander geschalteten Transistoren⁶

- T1 BD137
- T2 BC550
- C1 $1\mu\text{F}$
- R1 $1\text{k}\Omega$
- R2 $100\text{k}\Omega$
- R3 $10\text{k}\Omega$
- R4 $1\text{k}\Omega$
- R5 100Ω
- R4 $1\text{k}\Omega$ oder $10\text{k}\Omega$
- C2 $100\mu\text{F}$
- CF $10\text{-}100\mu\text{F}$

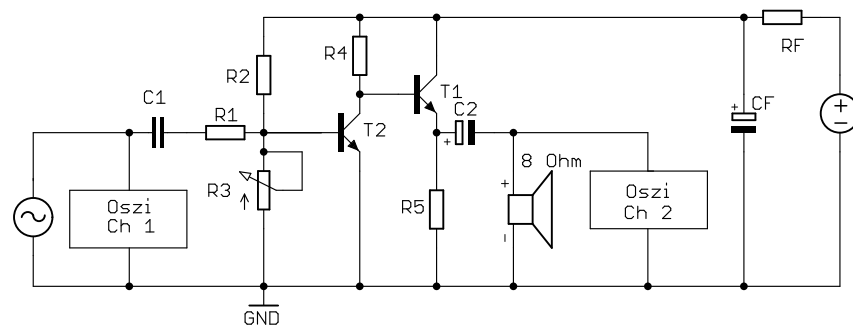


Abbildung 11: Schaltskizze für die Messung des Stromverstärkungsfaktors mit zwei hinter einander geschalteten Transistoren und Audioausgabe des verstärkten Signals⁷

⁶Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep3_14.pdf Seite 15 am 10.11.2014

⁷Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep3_14.pdf Seite 16 am 10.11.2014

4.3 Versuchsdurchführung

Zur Stromverstärkung wird die Schaltung des sogenannten Emittierfolgers aufgebaut. Es soll $U_a = f(U_e)$ und $I_R = f(I_B)$ bestimmt werden. Als Verstärkungsfaktor wird, da $I_B \ll I_C$ ist, ebenfalls β erwartet.

4.4 Messergebnisse

Die Fehler wurden mit dem angegebenen Fehler und der Ablesungenauigkeit bestimmt, für U_A und U_E ergibt sich ein Fehler von 0,06V.

Tabelle 4: Daten aus der Messung der Ein- und Ausgangsspannung

U_E/V	U_A/V
0	0
0,49	0
0,88	0,26
1,32	0,68
1,62	0,96
2,05	1,38
2,44	1,76
2,77	2,09
3,16	2,47
3,56	2,87
3,97	3,28

Die Fehler wurden mit dem angegebenen Fehler und der Ablesungenauigkeit bestimmt, I_R ergibt sich ein Fehler von 0,06mA und für I_B ein Fehler von 0,0006mA.

Tabelle 5: Daten aus der Messung des Stromes I_R und I_B

I_R/mA	I_B/mA
0	0
0,6	0,017
1,1	0,026
1,3	0,031
1,8	0,04
2,3	0,051
2,7	0,057
2,8	0,059

Die Fehler wurden mit dem angegebenen Fehler und der Ablesungenauigkeit bestimmt, für U_A und U_E ergibt sich ein Fehler von 0,06V.

Tabelle 6: Daten aus der Messung der Spannungen U_E und U_A , mit zwei Transistoren

U_E/V	U_A/V
1,84	0,61
2,24	0,98

Die Fehler wurden mit dem angegebenen Fehler und der Ableseungenauigkeit bestimmt, I_R ergibt sich ein Fehler von 0,006mA und für I_B ein Fehler von 0,006nA.

Tabelle 7: Daten aus der Messung des Stromes I_R und I_B

I_R/mA	I_B/nA
0,1	0,31
0,2	0,42
0,3	0,59
0,5	0,71
0,6	0,82
0,7	0,91
0,8	1,01

4.5 Auswertung

Die Schaltung aus Abbildung 9 sollte auf die Eigenschaften der Strom- und Spannungsverstärkung untersucht werden. Dafür wurde die Ausgangsspannung in Abhängigkeit der Eingangsspannung gemessen, siehe Abbildung 4. Zur Bestimmung der Stromverstärkung wurde I_R in Abhängigkeit von I_B gemessen, siehe Abbildung 13. Die Spannungsdifferenz zwischen Ausgangs- und Eingangsspannung ergab sich im Mittel mit 0,67V, was, wie erwartet, dem Arbeitspunkt des Transistors entspricht.

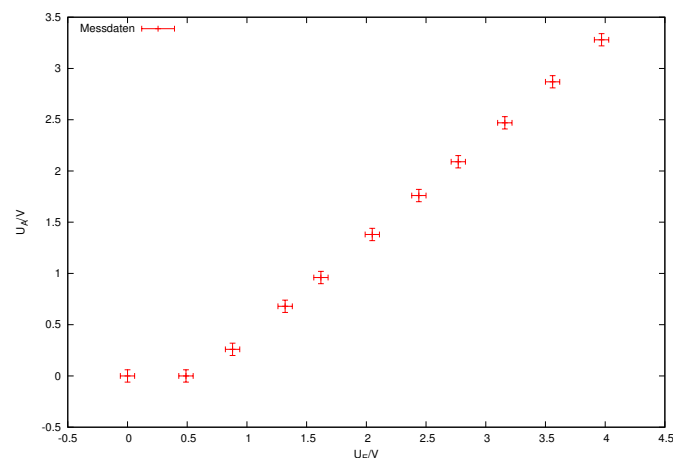


Abbildung 12: Eingangs- gegen Ausgangsspannung

Die Stromverstärkung wurde durch das Anpassen der Funktion $f(x)=m \cdot x+b$ bestimmt. Dabei wurden die Parameter m und b gefittet. Durch den Fit ergab sich $f(x)=(47.74 \pm 1.77) \cdot x - (0.11 \pm 0.06)$, also eine Stromverstärkung von 47.74 ± 1.77 .

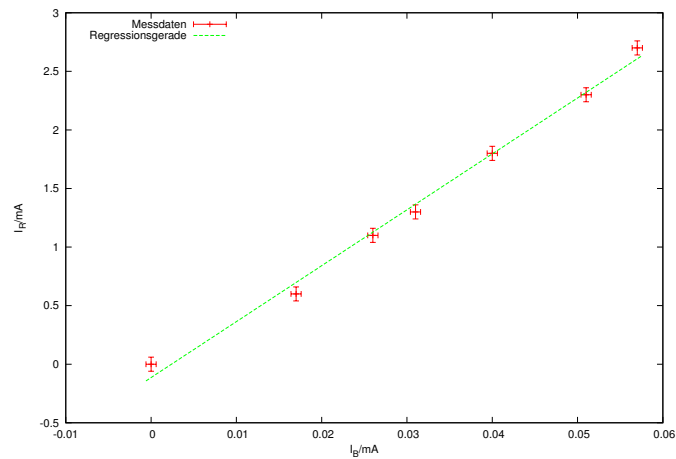


Abbildung 13: Verhältnis zwischen Eingangs- und Ausgangsstrom

Bei dem Aufbau aus Abbildung 10 sollten auch wieder die Eigenschaften der Strom- und Spannungsverstärkung untersucht und mit den Ergebnissen zuvor verglichen werden. Die Differenz zwischen der Eingangs- und der Ausgangsspannung liegt bei den zwei Transistoren bei 1,25, dies ist etwa das Doppelte vom der zuvor bestimmten Wert.

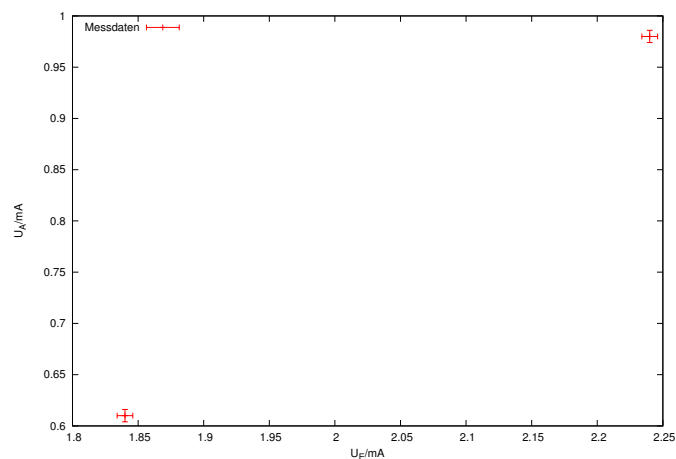


Abbildung 14: Verhältnis zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung

Die Stromverstärkung wurde wieder durch den Fit der Funktion $f(x)=m \cdot x+b$ bestimmt. Dabei ergab sich $f(x)=(0.0102 \pm 0.0005) \cdot x - (0.24 \pm 0.04)$. Also ergibt sich eine Verstärkung von $1,02 \cdot 10^4$. Der Faktor 10^6 kommt daher, dass im Plot mA gegen nA aufgetragen wurden. Die Stromverstärkung ist bei den zwei Transistoren also 200 mal größer.

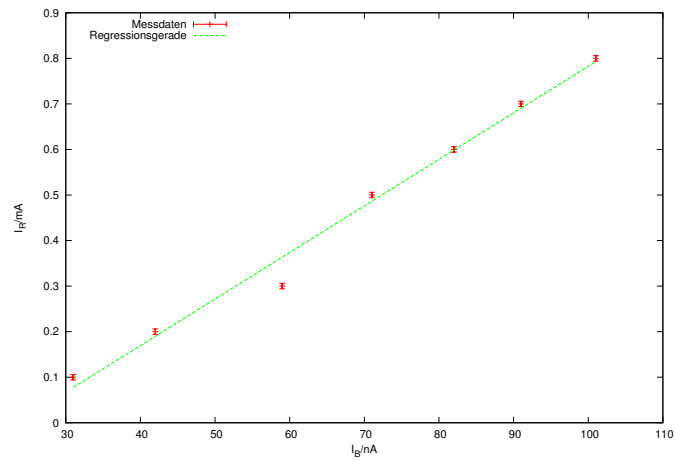


Abbildung 15: Verhältnis zwischen Eingangs- und Ausgangsstrom

Im letztem Aufbau, siehe Abbildung 11 sollte noch einmal der Lautsprecher angeschlossen werden, auf dem Oszilloskop ergab sich dann der Verlauf in Abbildung 16. Zudem war deutlich ein Signal zu hören, dies liegt daran, dass viel höhere Ströme Fließen und die Leistung ausreichend groß ist.

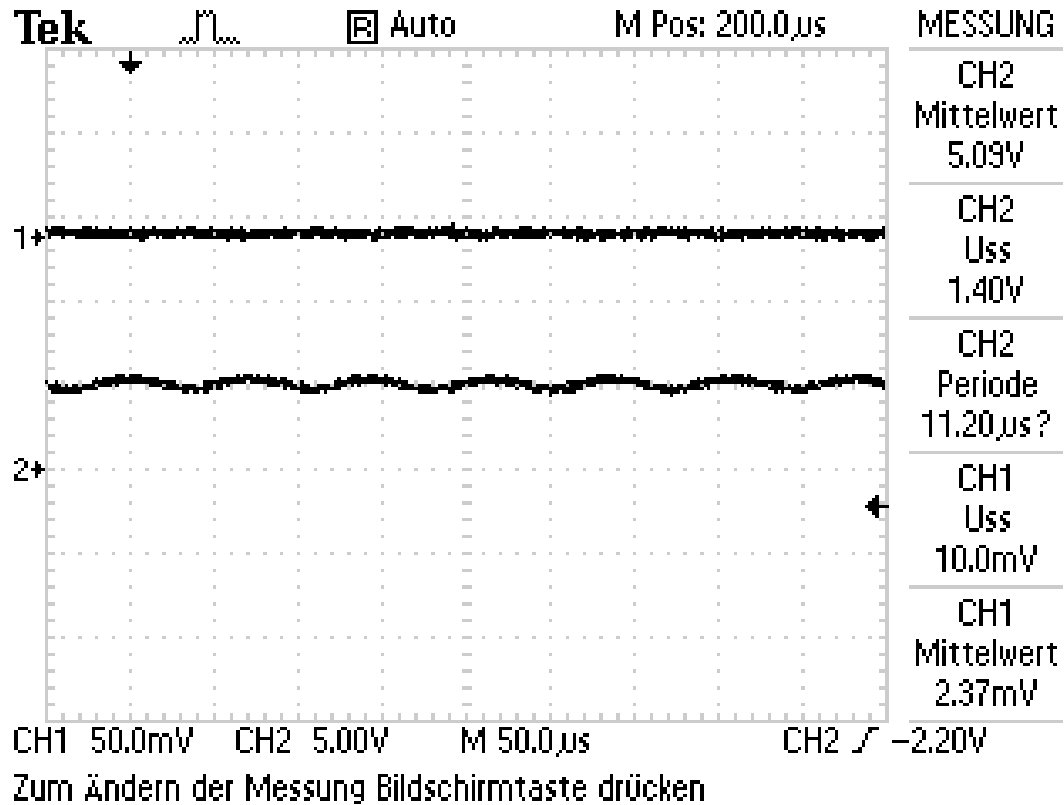


Abbildung 16: Verhältnis zwischen Eingangs- und Ausgangsstrom

4.6 Diskussion

Im ersten Teil wurde ein Stromverstärkungsfaktor von β 48 gemessen. Der Name der Schaltung Emitterfolger kommt daher, dass die Ausgangsspannung bzw. Emitterspannung der Eingangsspannung um 0.6 bis 0.7 Volt folgt. Diesen Effekt kann man an Abb. 12 gut beobachten. Entsprechend wurde bei der Darlingtonstufe der doppelte Effekt gemessen (Abb. 14). Da in diesem Aufbau Strom und Spannungsverstärkung zusammen geschaltet wurden konnte so eine ausreichend große Leistung erzeugt werden, sodass die Frequenzen deutlich über den Lautsprecher zu hören waren.

5 Feldeffekttransistoren (FET)

Mit dem Feldeffekttransistor können Ströme und Spannungen fast leistungslos gesteuert werden. (Der Basisstrom beträgt nur wenige Nanoampere)

5.1 Verwendete Geräte

Für den Versuch wird ein Funktionsgenerator als Spannungsquelle, DMMs zur Messung, ein JFET Transistor und verschiedene Widerstände verwendet.

5.2 Versuchsaufbau

- J-FET BF224
- R1 10k Ω
- R2 1k Ω
- U1 10V

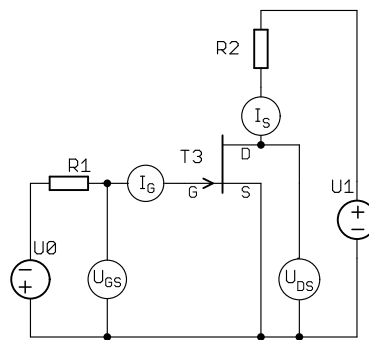


Abbildung 17: Schaltskizze für die Messung des Spannungsbereichs, in dem ein Feldeffekttransistor Leitet bzw. nicht⁸

5.3 Versuchsdurchführung

Der Feldeffekttransistor kann über die Gatespannung U_{GS} mit nur wenigen nA angesteuert werden, sodass ein Feld entsteht, welches den Stromfluss I_S reguliert. Dafür wird $I_S = f(U_{GS})$ ermittelt.

5.4 Messergebnisse

Der Fehler für den Strom und die Spannung wurde jeweils mit dem angegebenen Fehler und der Ableseungenauigkeit bestimmt, der Fehler der Spannung beträgt 0,006V und der Fehler des Stroms beträgt 0,06mA.

⁸Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep3_14.pdf Seite 16 am 10.11.2014

Tabelle 8: Messung von I_S in Abhängigkeit von U_{GS}

U_{GS}/V	I_S/mA
0	7,8
0,49	6,3
1,06	4,2
1,49	2,8
2,03	1,2
2,59	0,1
3,03	0

5.5 Auswertung

Es sollte der Strom I_S in Abhängigkeit von U_{GS} gemessen werden und untersucht werden, ab welchem Spannungsbereich der Transistor anfängt zu sperren. Der Bereich liegt bei etwa 2,7V.

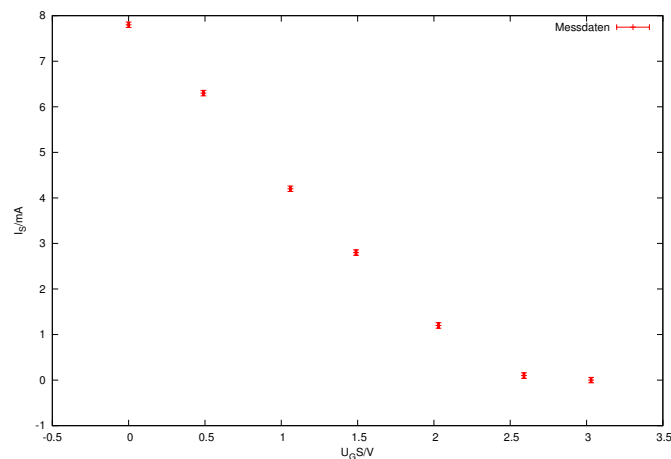


Abbildung 18: Plot von I_S in Abhängigkeit von U_{GS}

Beim Messen des Gatestrom konnten keine Werte aufgenommen werden, da die Ströme geringer als das Auflösungsvermögen des DMMs waren, obwohl der Trick aus der Praktikumsanleitung verwendet wurde.

5.6 Diskussion

Im ersten Teil sollte überprüft werden ab welcher Spannung U_{GS} der Strom I_S gesperrt wird, dabei ergab sich ein Spannung von 2,7V. Zudem sollte noch der Gatestrom gemessen werden, wobei sehr kleine Werte für den Gatestrom erwartet wurde. Der Gatestrom war so klein, dass er mit den Messapparaturen nicht zu messen war.

6 Spannungsstabilisierung mit Transistoren

Analog zum letzten Versuch kann mit einer Zenerdiode eine konstante Gleichspannung erzeugt werden. Aufgrund des Vorwiderstandes war es aber nicht möglich hohe Ausgangsströme zu erreichen. Führt man die Zehnerspannung über einen Emittierfolger (Stromverstärker), so sind wesentlich höhere Ströme möglich.

6.1 Verwendete Geräte

Bei dem Versuch wurde ein Funktionsgenerator für die Spannungsversorgung, DMMs, eine Zenerdiode, ein Transistor, ein Widerstand, ein Kondensator und ein Potentiometer verwendet.

6.2 Versuchsaufbau

- D1 Zenerdiode
- T1 BD137
- R1 200Ω
- R2 470Ω Potentiometer
- R3 = 20Ω
- 100nF

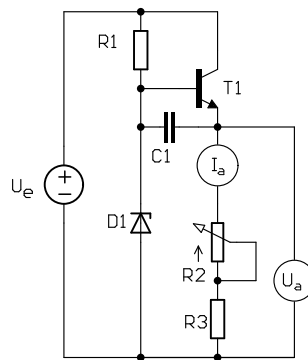


Abbildung 19: Schaltskizze für die Messung der Spannungsstabilisierung durch Transistoren⁹

6.3 Versuchsdurchführung

Wie im letzten Praktikumsversuch zur Diode wird in diesem Versuchsteil auch eine Zenerdiode zur Spannungsstabilisierung verwendet. Der Unterschied in dieser Schaltung (Abb. 19) ist die Verwendung eines Transistors zur Verstärkung des Stroms durch die Last um eine größere Leistung zu ermöglichen. Da am Transistor im Arbeitspunkt immer ca. 0.7 V abfallen, ist die Spannung, welche an der Last abfällt auf 5 V begrenzt.

6.4 Messergebnisse

Der Fehler für die Eingangsspannung wurde mit dem Ablesefehler angenommen und beträgt $0,1\text{V}$, der Fehler der Ausgangsspannung wurde aus dem angegebenen Fehler und der Ableseungenaugkeit bestimmt und beträgt $0,06\text{V}$.

⁹Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep3_14.pdf Seite 16 am 10.11.2014

Tabelle 9: Messung von U_A in Abhängigkeit von U_E

U_E/V	U_A/V
0	0
2	1,33
4	3,22
6	4,22
8	4,36
10	4,41
12	4,44
14	4,48
16	4,5
18	4,55
20	4,58

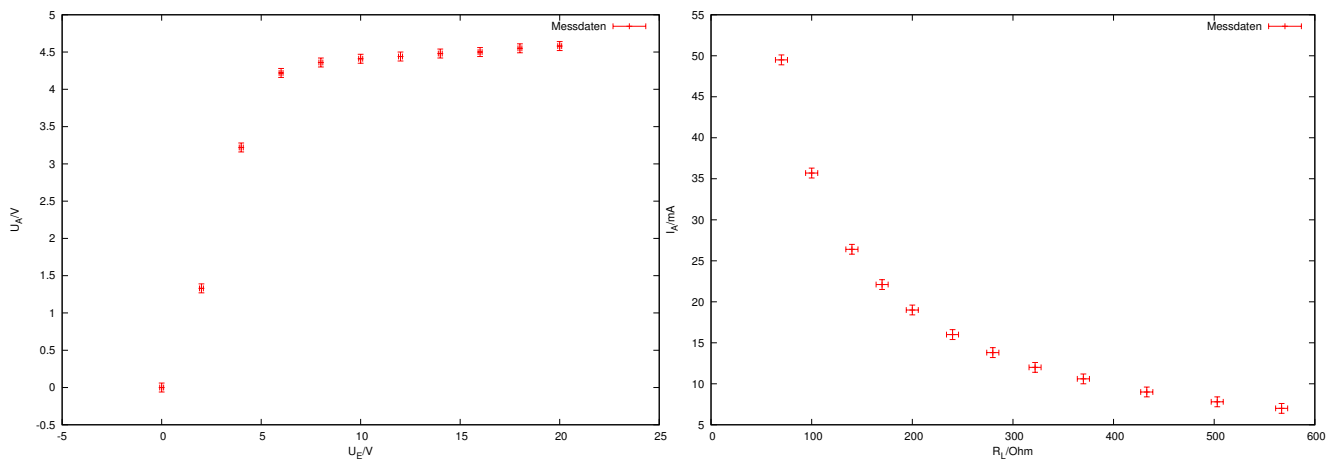
Die Fehler wurden jeweils mit dem angegebenen Fehler und der Ablesungenauigkeit bestimmt, dabei ergab sich ein Fehler von 6Ω für R_L und ein Fehler von $0,6mA$ für den Strom.

Tabelle 10: Messung von I_A in Abhängigkeit von R_L

R_L/Ω	I_G/mA
567	7
503	7,8
433	9
370	10,6
322	12
280	13,8
240	16
200	19
170	22,1
140	26,4
100	35,7
70	49,5

6.5 Auswertung

In Abbildung 20a ist zu erkennen wie die Ausgangsspannung ab einer Eingangsspannung von 5V stabilisiert wird. In Abbildung 20b kann man sehen, dass der Strom vom Lastwiderstand und von der Kennlinie des Emitters abhängt.



(a) Plot von U_A in Abhängigkeit von U_E

(b) Plot von I_A in Abhängigkeit von R_L

Abbildung 20: Plot der Ausgangsspannung gegen die Eingangsspannung und des Stromes gegen den Lastwiderstand

6.6 Diskussion

Indem ein Transistor in die Schaltung zur Spannungsstabilisierung eingebaut wurde, konnte an der Last eine größere Leistung abgenommen werden. Man sieht an Abb. 9 das die Spannung an der Last durch die Zenerdiode auf 5 V beschränkt ist. Da in dieser Schaltung der Vorwiderstand parallel zum Transistor geschaltet werden kann, und nur ein geringer Strom durch diesen fließen muss, um den Arbeitspunkt des Transistors einzustellen, fällt fast keine Leistung am Vorwiderstand ab. Der Basisstrom wird sogar um den Faktor β verstärkt, sodass am Lastwiderstand eine höhere Leistung erzielt werden kann.

7 Fazit

Der erste Versuchsteil verlief gut und die aufgenommenen Kurven entsprachen alle den Erwartungen. Im zweiten Versuchsteil wurde mit einem Transistor eine Spannungsverstärkung durchgeführt und eine Verstärkung von 100 erreicht, jedoch konnte durch den Spannungsteiler nicht genug Leistung abgegriffen werden, um einen Lautsprecher zu betreiben. Aus diesem Grund wurde im dritten Versuchsteil eine Darlingtonstufe verwendet. Dadurch fand eine Strom- und Spannungsverstärkung statt und es wurde genügend Leistung geliefert, um den Lautsprecher zu betreiben. Im vierten Versuchsteil wurde die Eigenschaft eines JFETs untersucht, den Strom zu sperren. Es wurde eine Spannung von 2,7V gemessen, ab der der Strom gesperrt wurde. Im letztem Versuchsteil wurde ein Transistor zur Spannungsstabilisierung verwendet wo deutlich eine Stabilisierung zu erkennen war. Durch die Versuche lies sich der Nutzen von Transistoren zur Spannungs- und Stromverstärkung und Stabilisierung in Schaltnetzwerken zeigen.