

Versuch EP2 Die Diode

Frederik Strothmann, Henrik Jürgens

6. November 2014

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Eigenschaften verschiedener Dioden	3
2.1	Verwendete Materialien	3
2.2	Versuchsaufbau	3
2.3	Versuchsdurchführung	3
2.4	Verwendete Formeln	4
2.5	Messergebnisse	5
2.6	Auswertung	9
2.7	Diskussion	9
3	Gleichrichterschaltungen	10
3.1	Verwendete Materialien	10
3.2	Einweggleichrichtung (Sinusgenerator)	10
3.2.1	Versuchsaufbau	10
3.2.2	Versuchsdurchführung	10
3.2.3	Auswertung	10
3.3	Einweggleichrichtung mit Kondensator	11
3.3.1	Versuchsaufbau	11
3.3.2	Versuchsdurchführung	11
3.3.3	Auswertung	12
3.4	Einweggleichrichtung (Transformator)	13
3.4.1	Versuchsaufbau	13
3.4.2	Versuchsdurchführung	14
3.4.3	Auswertung	14
3.5	Einweggleichrichtung mit Kondensator	14
3.5.1	Versuchsaufbau	14
3.5.2	Versuchsdurchführung	15
3.5.3	Auswertung	15
3.6	Doppelweggleichrichtung mit Kondensator	16
3.6.1	Versuchsaufbau	16
3.6.2	Versuchsdurchführung	17
3.6.3	Auswertung	17
3.7	Brückengleichrichter	18
3.7.1	Versuchsaufbau	18
3.7.2	Versuchsdurchführung	19
3.7.3	Auswertung	19
3.8	Diskussion	20
4	Spannungsstabilisierung	20
4.1	Verwendete Materialien	20
4.2	Spannungsstabilisierung mit Zenerdiode (Transformatorbetrieb)	20
4.2.1	Versuchsaufbau	21
4.2.2	Versuchsdurchführung	21
4.2.3	Messergebnisse	21
4.2.4	Auswertung	21
4.3	Spannungsstabilisierung mit Zenerdiode (variable Eingangsspannung)	22
4.3.1	Versuchsaufbau	22
4.3.2	Versuchsdurchführung	23

4.3.3	Messergebnisse	23
4.3.4	Auswertung	23
4.4	Erhöhung des Ausgangsstroms mit Transistor	24
4.4.1	Versuchsaufbau	24
4.4.2	Versuchsdurchführung	24
4.4.3	Messergebnisse	24
4.4.4	Auswertung	25
4.5	Integrierte Spannungsregler	25
4.5.1	Versuchsaufbau	25
4.5.2	Versuchsdurchführung	26
4.5.3	Messergebnisse	26
4.5.4	Auswertung	27
4.6	Diskussion	29

5	Fazit	29
----------	--------------	-----------

1 Einleitung

In diesem Versuch geht es um die Eigenschaften von Dioden. Dazu werden im ersten Teil die Kennlinien zwei verschiedener Dioden aufgenommen. Danach werden praktische Anwendungen von Dioden untersucht, dazu gehören das Gleichrichten und Glätten von Wechselspannung, sowie das Stabilisieren einer Spannung.

2 Eigenschaften verschiedener Dioden

In diesem Abschnitt wird die Kennlinie einer 1N4007 Gleichrichterdiode und einer Zenerdiode aufgenommen. Die Zenerdiode ist mit 5,6V oder 5,1V vorhanden.

2.1 Verwendete Materialien

Zur Untersuchung der Ströme und Spannungen werden DMMs verwendet. Als Stromquellen wird ein Funktionsgeneratoren . Als Bauteile werden Dioden und Widerstände verwendet.

2.2 Versuchsaufbau

Im ersten Versuchsteil soll die Kennlinie einer 1N4007 Diode und einer Zenerdiode aufgenommen werden dafür wird die Schaltung aus Abbildung 1 verwendet. Dabei ist P_1 ein 10-Gang-Potentiometer, welches in 10 Schritten Widerstände von 0 bis $1\text{k}\Omega$ annehmen kann. R_1 hat einen Wert von 100Ω . U_{\pm} wird mit 10V eingestellt. I_0 und U_0 sind die Strom- bzw. Spannungsmessgeräte. D bezeichnet die verwendete Diode.

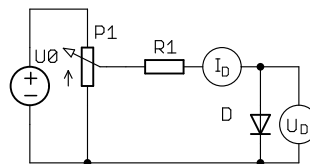


Abbildung 1: Schaltskizze für die Messung der Kennlinie der Dioden¹

2.3 Versuchsdurchführung

In diesem Versuchsteil soll die Kennlinie einer Diode aufgenommen werden (Diodentyp 1N4007, Zenerdiode ZPY51). Die Dioden werden in Durchlassrichtung sowie in Sperrrichtung betrieben und die Spannung wird gegen den Strom aufgetragen. Davor muss die Schaltung gemäß Abb. 1 aus dem Versuchsaufbau geschaltet werden. Die Spannung wird mithilfe eines 10 Gang Potentiometers ($0-1\text{ k}\Omega$) als Spannungsteiler reguliert. Nun wird eine Gleichspannung von 10V angelegt (Funktionsgenerator). Der Widerstand R_1 begrenzt den Strom durch die Diode, sodass diese nicht überlastet wird. Bei sehr kleinen Strömen muss der Strom, der über den Innenwiderstand des DMM abfällt, von dem gemessenen Strom nach Formel 2 abgezogen werden. Die Zenerdiode ist darauf ausgelegt in Sperrrichtung betrieben zu werden, weshalb hier auch der Tunneldurchbruch ausgemessen wird. Ohne den Vorwiderstand würde die Diode ebenfalls überlastet werden. In Durchlassrichtung wird eine exponentielle Zunahme des Stromes erwartet. (Formel 1)

¹Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep2_14.pdf Seite 6 am 28.10.2014

2.4 Verwendete Formeln

Für den Betrieb der Diode in Durchlassrichtung wird ein exponentieller Zusammenhang gemäß der Formel

$$I = I_0(\exp(\frac{eU}{kT}) - 1) \quad (1)$$

erwartet. Der genaue Diodenstrom I_D ergibt sich aus der Knotenregel:

$$I_D = I_{DMM_1} - \frac{U_{DMM_2}}{R_i} \quad (2)$$

Der Diodenstrom ist gleich dem Strom durch das erste Multimeter (Strommessung) minus dem Strom durch das zweite Multimeter (Spannungsmessung). Im Fall sehr kleiner Ströme wird die Strommessung mit der Voltanzeige des ersten DMM durchgeführt. Der Strom I_{DMM_1} ergibt sich dann aus der Formel:

$$I_{DMM_1} = \frac{U_{DMM_1}}{R_i} \quad (3)$$

Also Spannung geteilt durch den Innenwiderstand nach dem Ohmschen Gesetz. Der Innenwiderstand beträgt bei beiden Multimetern $10\text{ M}\Omega$.

2.5 Messergebnisse

Der Messfehler für die Spannung und den Strom wurden aus der Ableseungenauigkeit und dem angegebenen Fehler bestimmt. Für die Spannung ergab sich so ein Fehler von 0,6V und für den Strom ein Fehler von 0,6mA.

Tabelle 1: Messwerte aus der 1N4007 Diode in Durchlassrichtung

Spannung/V	Strom/mA
0	0
0,5	0,1
0,63	2
0,65	3,7
0,67	5,1
0,68	6,3
0,68	7,4
0,69	8,5
0,7	9,7
0,705	10,9
0,71	12,3
0,715	13,8
0,72	15,5
0,725	17,7
0,73	20,3
0,737	23,6
0,743	28
0,751	34,2
0,761	43,7
0,773	60
0,775	64,3
0,779	70,3
0,782	76,9
0,786	84,4
0,79	93

Der Fehler der Spannung beträgt jeweils 0,06V. Der Fehler des Stroms liegt bei $3,4 \cdot 10^{-10}$ A.

Tabelle 2: Messwerte aus der 1N4007 Diode in Sperrrichtung

Spannung _{Strom} /V	Spannung/V	Diodenstrom/A
0,05	-0,056	1,06E-008
0,27	0,246	2,4E-009
0,5	0,54	-0,4E-007
0,76	0,761	-9,9E-011
1	1,011	-1,1E-009
1,25	1,254	-4,0E-010
1,5	1,512	-1,2E-009
1,76	1,765	-5,0E-010
2,01	2,01	0
2,27	2,26	0,1E-008
2,51	2,52	-0,1E-008
2,77	2,77	0
3,02	3,02	0
3,27	3,27	0
3,52	3,52	0
3,77	3,77	0
4,03	4,02	0,1E-008
4,28	4,28	0
4,53	4,53	0
4,78	4,79	-0,1E-008
5,03	5,04	-0,1E-008

Der Fehler des Stroms liegt bei 0,06mA und der Fehler der Spannung liegt bei 0,06V.

Tabelle 3: Messwerte der Zenerdiode in Durchlassrichtung

Spannung/V	Strom/mA
0,01	0
0,515	0
0,754	1,3
0,777	3,2
0,787	4,7
0,793	5,9
0,797	7,1
0,801	8,2
0,804	9,4
0,807	10,6
0,811	12
0,814	13,6
0,817	15,3
0,82	17,4
0,823	20
0,827	23,2
0,831	27,6
0,837	33,8
0,842	43,2
0,85	59,3
0,851	63,9
0,852	69,8
0,854	76,2
0,856	83,7
0,858	92,2

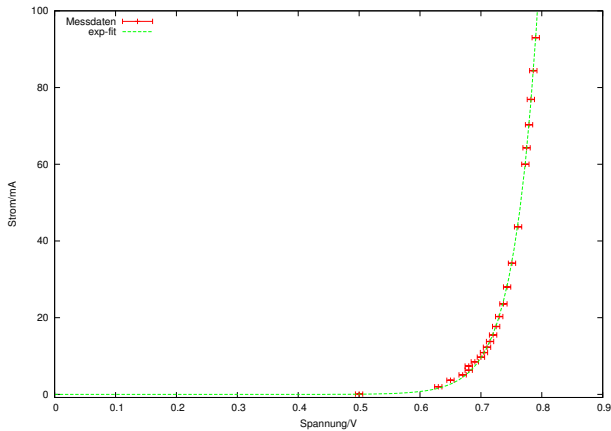
Der Fehler der Spannung beträgt 0,06V und der Fehler des Stroms beträgt 0,003mA.

Tabelle 4: Messwerte der Zenerdiode in Sperrrichtung

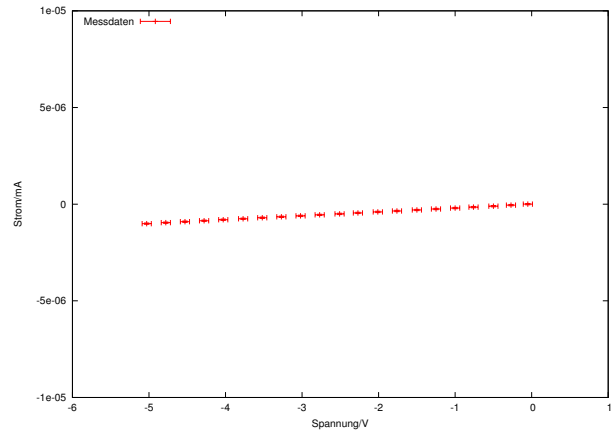
Spannung _{Strom} /V	Spannung/V	Diodenstrom/mA
0,02	-0,02	0,4E-007
0,25	0,25	0
0,5	0,5	0
0,75	0,76	-0,1E-007
0,98	1,02	-0,4E-007
1,2	1,31	-1,1E-007
1,39	1,62	-2,3E-007
1,54	1,97	-4,3E-007
1,66	2,35	-6,9E-007
1,76	2,76	-10E-007
1,84	3,19	-13,5E-007
1,9	3,64	-17,4E-007
1,94	4,09	-21,5E-007
1,98	4,55	-25,7E-007
2,01	5,02	-30,1E-007
2,05	5,49	-34,4E-007
2,08	5,97	-38,9E-007
2,1	6,45	-43,5E-007
2,12	6,94	-48,2E-007
2,14	7,42	-52,8E-007
2,15	7,52	-53,7E-007
2,155	7,62	-54,65E-007
2,16	7,71	-55,5E-007
2,165	7,82	-5,655E-007
2,17	7,9	-57,3E-007
2,5	2,4	-2,4
3	13	-12,9
3,3	32,8	-32,8
3,4	43	-42,9
3,5	56,5	-56,5
3,6	74	-73,9
3,7	94	-93,9
3,8	125	-124,9
3,9	165	-164,9
4	215	-214,9
4,2	364	-363,9
4,4	6,42	-6,4
4,6	1192	-1191,9
4,8	2560	-2559,9
4,9	4070	-4069,9
4,95	5360	-5359,9
5	7670	-7669,9
5,05	11810	-11809,9
5,1	19140	-19139,9
5,15	34300	-34299,9
5,19	48700	-48699,9

2.6 Auswertung

Im ersten Aufgabenteil sollten die Kennlinien einer 1N4007 Diode und einer Zenerdiode aufgenommen werden. Für die 1N4007 Diode ergaben sich die folgenden Graphen. Es wurden e-Funktionen angefitet, um den exponentiellen Verlauf zu verdeutlichen.



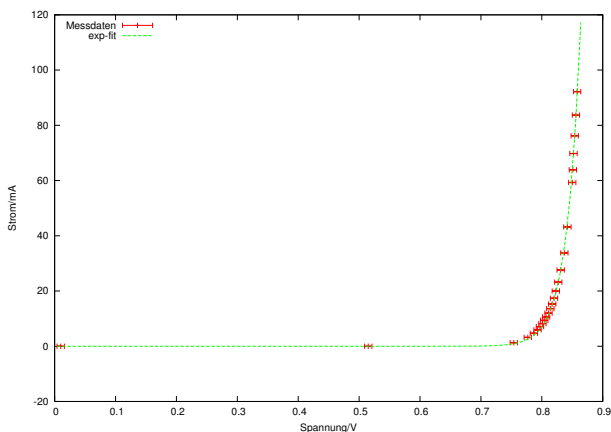
(a) Daten der Messung bei Durchlassrichtung



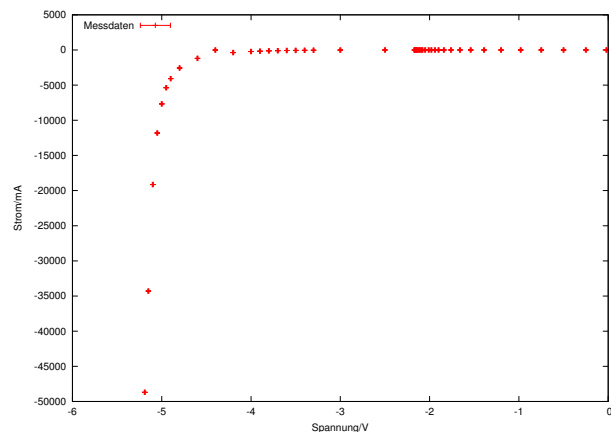
(b) Daten der Messung bei Sperrrichtung

Abbildung 2: Kennlinie der 1N4007 Diode

Für die Zenerdiode ergaben sich die folgenden Graphen aus den Messdaten.



(a) Daten der Messung bei Durchlassrichtung



(b) Daten der Messung bei Sperrrichtung

Abbildung 3: Kennlinie der Zenerdiode

Bei der Messung der des Stroms in Sperrrichtung wurde der Diodenstrom aus der Differenz der Ströme durch die beiden DMMs berechnet.

2.7 Diskussion

In Abbildung 2a und Abbildung 3a lässt sich gut der exponentielle Anstieg der Stromstärke beobachten. Wie erwartet ist die 1N4007 Diode nahezu Strom undurchlässig, was in 2b zu sehen ist. Bei der Zenerdiode ist der Tunneldurchbruch in Abbildung 3b gut zu erkennen.

3 Gleichrichterschaltungen

Im zweiten Versuch sollen Schaltungen zur Gleichrichtung des Stromes untersucht werden und miteinander verglichen werden.

3.1 Verwendete Materialien

Zur Untersuchung der Ströme und Spannungen werden DMMs und/oder ein Oszilloskop verwendet. Als Stromquellen werden Funktionsgeneratoren oder Transformatoren verwendet. Als Bauteile werden Dioden, Widerstände, Potentiometer, Elektrolytkondensatoren und Glühlampen verwendet.

3.2 Einweggleichrichtung (Sinusgenerator)

In diesem Versuchsteil soll das Gleichrichten einer Sinusspannung mittels einer Diode untersucht werden.

3.2.1 Versuchsaufbau

In diesem Aufbau wird die 1N4007 Diode verwendet. R_L hat einen Widerstand von $10\text{k}\Omega$. Es werden Frequenzen von 50Hz bis 10kHz durchfahren. Der genaue Aufbau ist Abbildung 4 zu entnehmen.

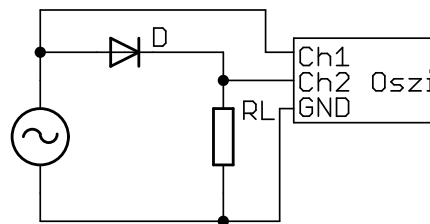


Abbildung 4: Schaltskizze für die Messung der Spannung am Lastwiderstand nach vorgeschalteter Diode²

3.2.2 Versuchsdurchführung

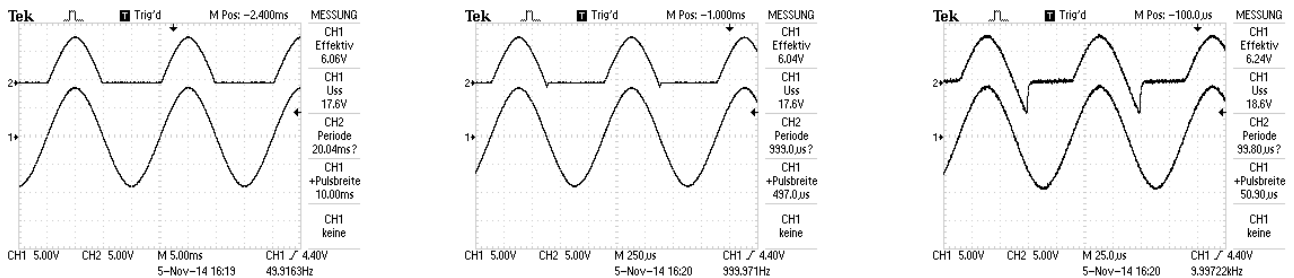
In diesem Versuchsteil wird eine einfache Diode zum Gleichrichten der Sinusspannung, welche mit dem Funktionsgenerator erzeugt wird, verwendet. Dazu wird Schaltung 4 aus dem Versuchsaufbau aufgebaut. Über das Oszilloskop kann die Ausgangsspannung (am Widerstand) mit der Eingangsspannung verglichen werden, wobei ebenso der Wechsel- und Gleichspannungsanteil untersucht wird. Die Messung wird dann bei Frequenzen von 50Hz , 1kHz und 10kHz durchgeführt.

3.2.3 Auswertung

Bei 50Hz , Abbildung 5a ist deutlich zu erkennen, dass keine negative Spannung durchgelassen wird. Bei 1kHz , Abbildung 5b lässt sich ein kleiner Peak in negativer Richtung und bei 10kHz , Abbildung 5c ein deutlicher Peak erkennen. Dies kommt daher, dass sich die Grenzschicht nicht

²Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep2_14.pdf Seite 7 am 28.10.2014

schnell genug wieder aufbauen kann und somit für kurze Zeit noch ein Strom in Sperrrichtung fließen kann.



(a) Aufnahme bei 50Hz

(b) Aufnahme bei 1kHz

(c) Aufnahme bei 10kHz

Abbildung 5: Aufnahme des Sinussignals bei Einweggleichrichtung für 50Hz, 1kHz und 10kHz

3.3 Einweggleichrichtung mit Kondensator

Zusätzlich zur Diode wird ein Kondensator parallel zur Last geschaltet, um den Spannungsabfall bei negativer Eingangsspannung, bei der die Diode nicht leitet, auszugleichen.

3.3.1 Versuchsaufbau

Es wird der selbe Versuchsaufbau wie in Abbildung 4 verwendet, jedoch wird ein hinter der Diode liegender Elektrolytkondensator parallel zu R_L geschaltet. Die Elektrolytkondensator sind dabei im Bereich von $1\mu\text{F}$ bis $100\mu\text{F}$ zu wählen.

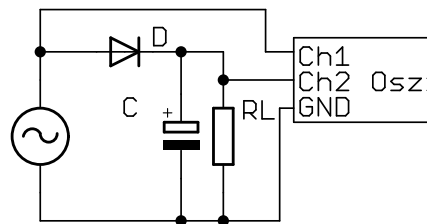


Abbildung 6: Schaltskizze für die Messung der Eigenschaften einer Einweggleichrichtungsschaltung mit Kondensator³

3.3.2 Versuchsdurchführung

In diesem Versuchsteil wird parallel zum Lastwiderstand ein Kondensator geschaltet, der den Spannungsabfall bei negativen Spannungen (durch die Diode fließt kein Strom) verhindern soll⁴. Für eine Kapazität von $10\mu\text{F}$ werden Frequenzen von 20-300Hz und für eine Kapazität von $1\mu\text{F}$ werden Frequenzen von 20-500Hz mit dem Oszilloskop aufgenommen.⁵

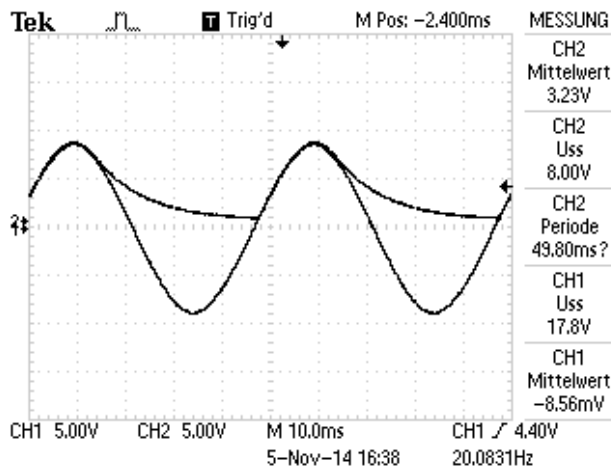
³Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep2_14.pdf Seite 8 am 28.10.2014

⁴Versuchsaufbau: Abb. 6

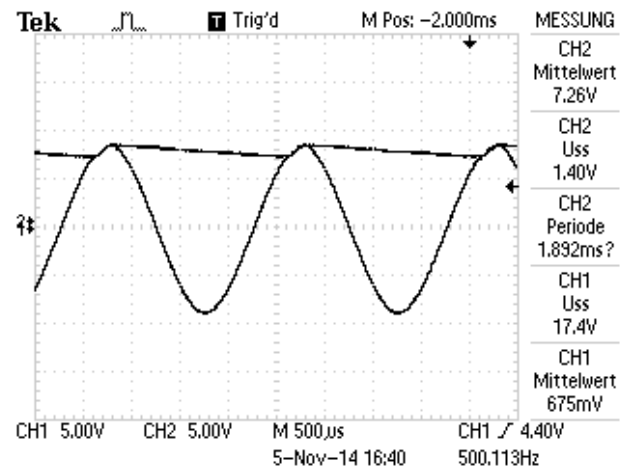
⁵Wechsel- und Gleichspannungsanteil kann abgelesen werden

3.3.3 Auswertung

Der Aufbau wurde mit einem $1\mu\text{F}$ und $10\mu\text{F}$ aufgebaut und das ankommende Signal bei verschiedenen Frequenzen aufgenommen.



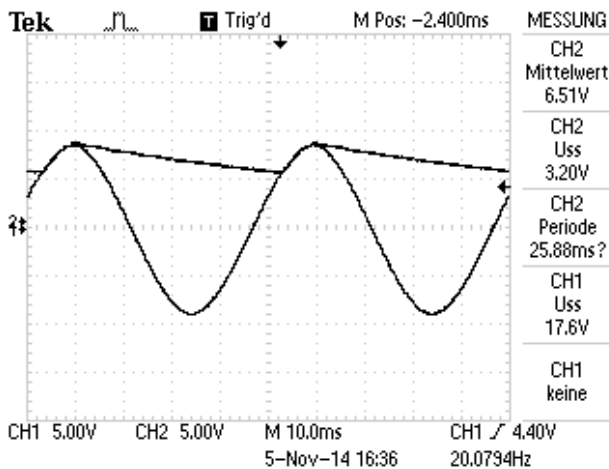
(a) Aufnahme bei 20Hz



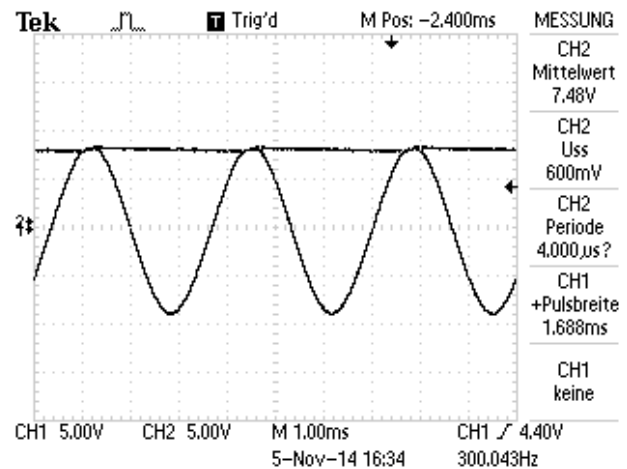
(b) Aufnahme bei 500Hz

Abbildung 7: Aufnahme des ankommenden Signals bei verschiedenen Frequenzen

Bei dem $10\mu\text{F}$ ergaben sich die folgenden Verläufe auf dem Oszilloskop.



(a) Aufnahme bei 20Hz



(b) Aufnahme bei 300Hz

Abbildung 8: Aufnahme des ankommenden Signals bei verschiedenen Frequenzen

Es ist deutlich zu erkennen, dass bei dem $10\mu\text{F}$ Kondensator die Amplitude besser gehalten wird als bei dem $1\mu\text{F}$ Kondensator. Dies liegt an der größeren Halbwertszeit des $10\mu\text{F}$ Kondensators.

3.4 Einweggleichrichtung (Transformator)

Die durch den Trafo erzeugte Wechselspannung wird wie im vorletzten Versuchsteil ausschließlich mit einer Diode gleichgerichtet.

3.4.1 Versuchsaufbau

In dem Aufbau wird für R_L ein 470Ω Potentiometer mit einem 47Ω Vorwiderstand. Als Diode wird die 1N4007 verwendet. L_a ist eine Glühlampe und PRI ist ein Transformator, welcher zu Spannungsversorgung verwendet wird.

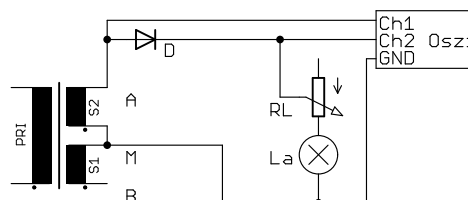


Abbildung 9: Schaltskizze zur Einweggleichrichtung mit Transformator⁶

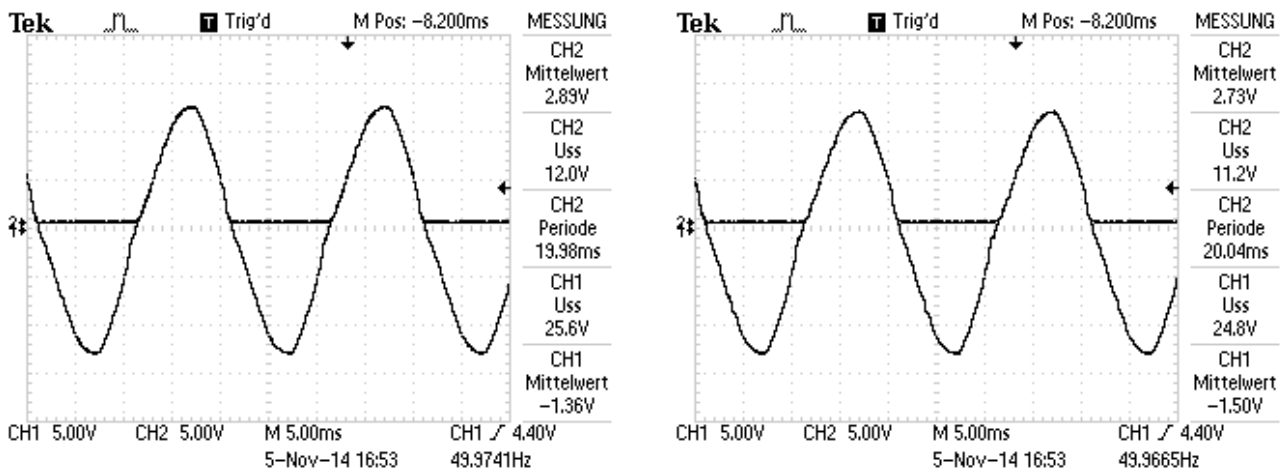
⁶Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep2_14.pdf Seite 9 am 28.10.2014

3.4.2 Versuchsdurchführung

In diesem Versuchsteil wird ein Trafo als Wechselspannungsquelle verwendet ⁷. Ähnlich wie im ersten Teil wird ausschließlich eine Diode zum Gleichrichten eingesetzt. Als Last wird ein 470Ω Potentiometer mit eingebautem 47Ω Vorwiderstand sowie eine Lampe geschaltet ⁸. Bei maximalem und minimalem Potentiometerwiderstand (47 bzw. 517Ω) wird die Ausgangsspannung auf Wechsel- und Gleichspannungsanteil untersucht.

3.4.3 Auswertung

In diesem Aufgabenteil soll die Ausgangsspannung in Abhängigkeit von R_L gemessen werden, dafür wurde einmal für $R_{L_{\min}}$ und für $R_{L_{\max}}$.



(a) Aufnahme bei maximalem Widerstand

(b) Aufnahme bei minimalem Widerstand

Abbildung 10: Aufnahme der Ausgangsspannung bei minimalem und maximalem Widerstand

3.5 Einweggleichrichtung mit Kondensator

Die durch den Transformator erzeugte Wechselspannung soll wie im vorletzten Versuchsteil gleichgerichtet werden.

3.5.1 Versuchsaufbau

Es wird der selbe Versuchsaufbau wie in Abbildung 9 verwendet, mit einem zwischen Elektroltkondensator, der Parallel zum Potentiometer und der Glühlampe geschaltet ist. Der Elektroltkondensator wird hinter der Diode eingebaut. Es wird ein Elektroltkondensator mit $100\mu F$ oder $1000\mu F$ verwendet.

⁷für Vergleiche mit den nachfolgenden Versuchsteilen wird nur die Hälfte des Trafos als Spannungsquelle benutzt

⁸Versuchsaufbau: Abb. 9

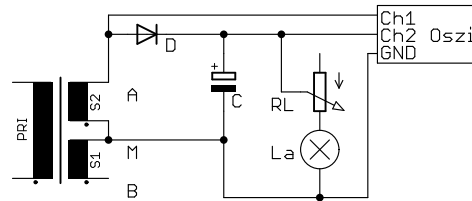


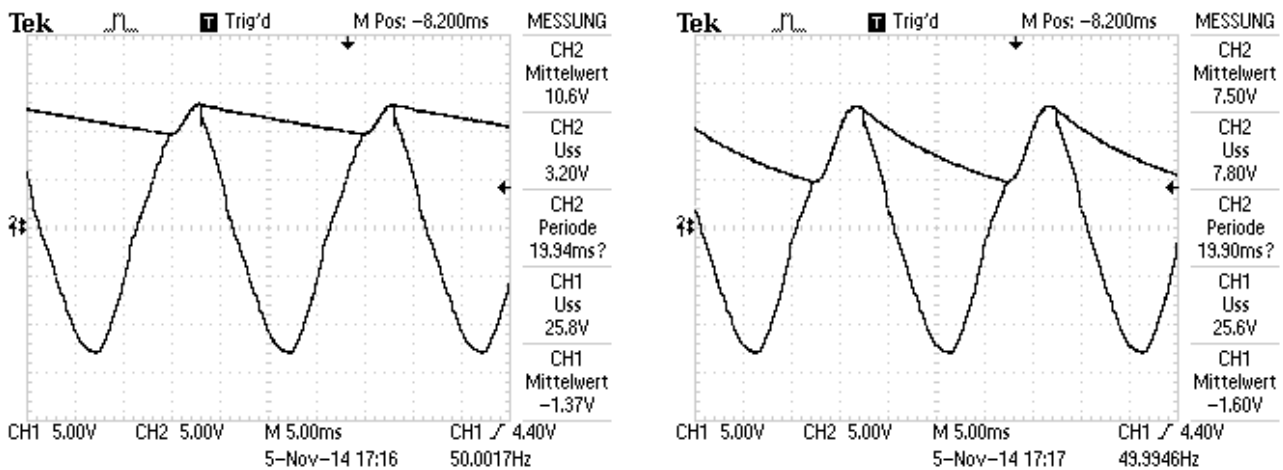
Abbildung 11: Schaltskizze der Einweggleichrichtung mit Transformator⁹

3.5.2 Versuchsdurchführung

Vergleichbar mit dem zweiten Teil werden nun Kondensatoren (1000 und 100 μF) parallel zur Last geschaltet, um den starken Spannungsabfall entgegen der Durchlassrichtung zu verhindern¹⁰. Am Oszilloskop wird Wechsel- und Gleichspannungsanteil angezeigt, wobei der Potentiometerwiderstand zum Einen maximal (517 Ω und zum Anderen minimal gewählt wird.

3.5.3 Auswertung

In diesem Versuchsteil soll der Gleichspannungs- und der Wechselspannungsanteil, des ankommenden Signals gemessen werden. Diese Messung wurde einmal für minimales und für maximales RL durchgeführt. Es wurde Messungen für 100 μF und 1000 μF vorgenommen. Für den 100 μF Kondensator ergaben sich die Verläufe aus Abbildung 12.



(a) Aufnahme bei maximalem Widerstand. $U_{\sim} = 10,6\text{V}$ und $U_{\sim} = 3,20\text{V}$

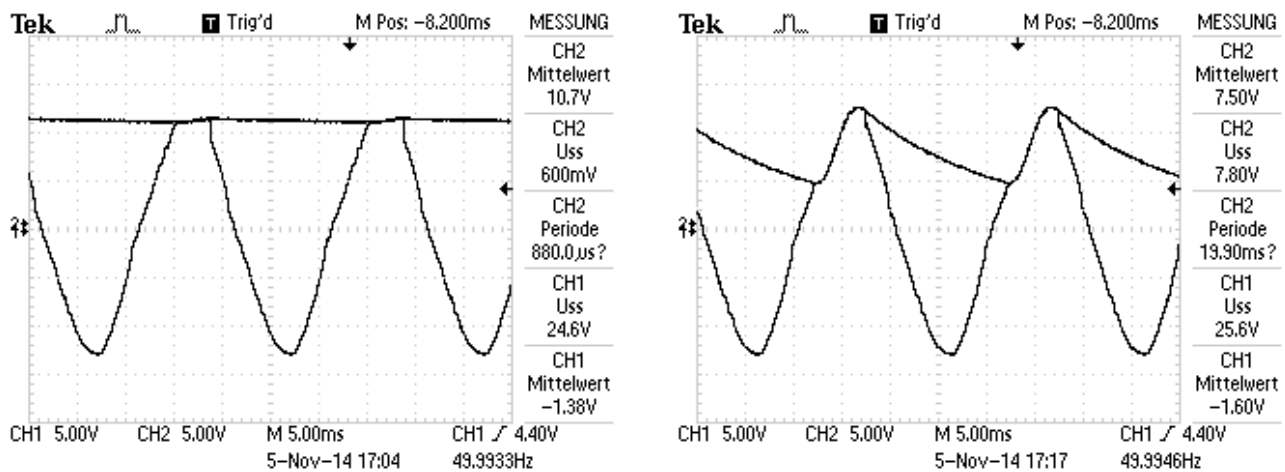
(b) Aufnahme bei minimalem Widerstand. $U_{\sim} = 7,5\text{V}$ und $U_{\sim} = 7,80\text{V}$

Abbildung 12: Aufnahme der Ausgangsspannung bei minimalem und maximalem Widerstand

⁹Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep2_14.pdf Seite 9 am 28.10.2014

¹⁰Versuchsaufbau: Abb. 11

Für den $1000\mu\text{F}$ Kondensator ergaben sich die Verläufe in Abbildung 13.



(a) Aufnahme bei maximalem Widerstand. $U_{\text{=}} = 10,7\text{V}$ und $U_{\sim} = 0,6\text{Vd}$

(b) Aufnahme bei minimalem Widerstand. $U_{\text{=}} = 7,5\text{V}$ und $U_{\sim} = 7,8\text{V}$

Abbildung 13: Aufnahme der Ausgangsspannung bei minimalem und maximalem Widerstand

3.6 Doppelweggleichrichtung mit Kondensator

Durch eine zweite Diode am unterem Teil des Transformators wird aus dem Einwegrichter ein Doppelwegrichter gebaut, sodass sich die Spannungen ergänzen.

3.6.1 Versuchsaufbau

Es werden Elektrolytkondensatoren mit $100\mu\text{F}$ oder $1000\mu\text{F}$ verwendet. R_L ist ein 470Ω Potentiometer und L_a eine Glühlampe. Als Dioden werden wieder 1N4007 Dioden verwendet.

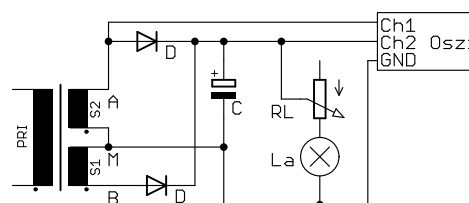


Abbildung 14: Schaltskizze der Einweggleichrichtung mit Transformator¹¹

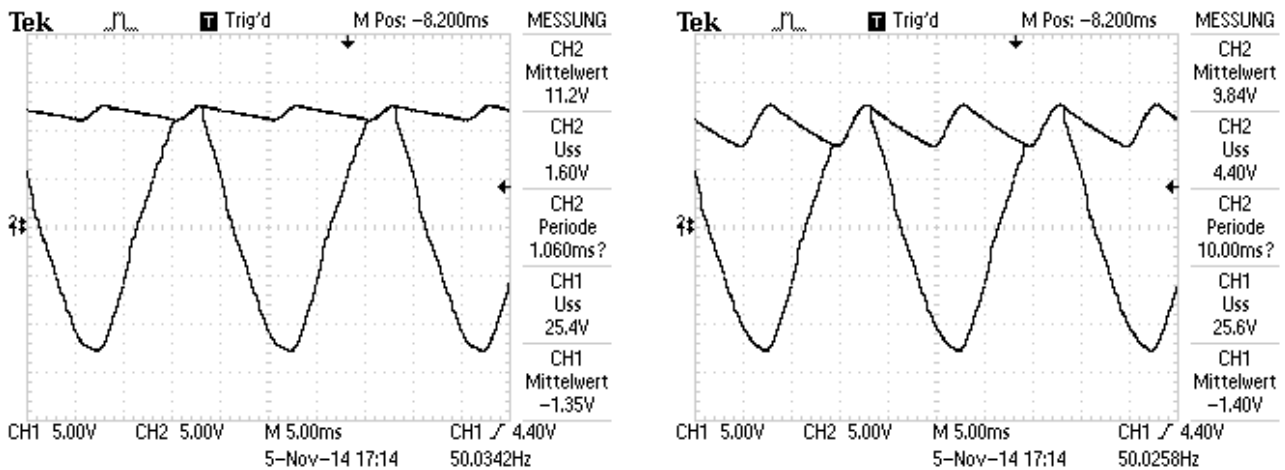
¹¹Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep2_14.pdf Seite 10 am 28.10.2014

3.6.2 Versuchsdurchführung

Nun wird am unteren Ende des Trafos eine Diode dazugeschaltet ¹², welche mit einer um 180 Grad verschobenen Spannung betrieben wird, sodass sich die von beiden Dioden durchgelassenen Spannungen ergänzen. Bei minimalem und maximalem Potentiometerwiderstand sowie bei Kapazitäten von 1000 und 100 μF werden die Messungen wiederholt und mit den Versuchsteilen davor verglichen.

3.6.3 Auswertung

In diesem Versuchsteil soll der Gleichspannungs- und der Wechselspannungsanteil, des ankommenden Signals gemessen werden. Diese Messung wurde einmal für minimales und für maximales RL durchgeführt. Es wurde Messungen für 100 μF und 1000 μF vorgenommen. Für den 100 μF Kondensator ergaben sich die Verläufe aus Abbildung 15.



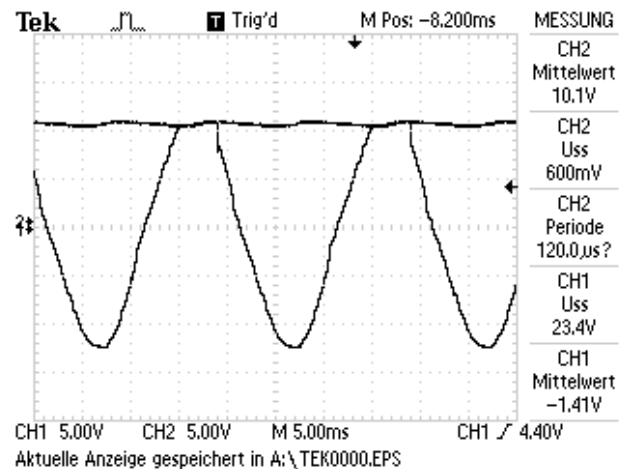
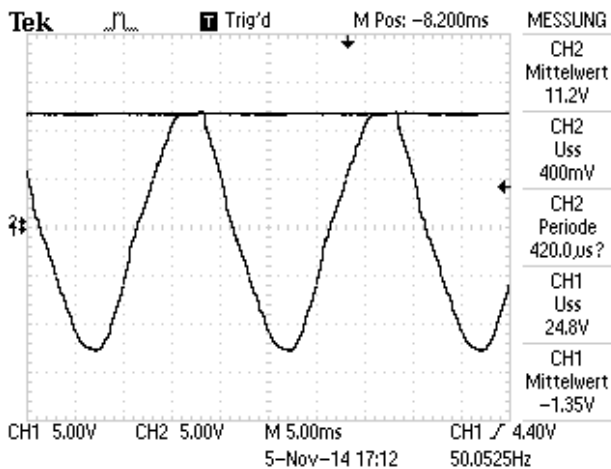
(a) Aufnahme bei maximalem Widerstand. $U_{\text{ss}} = 11,2\text{V}$ und $U_{\text{r}} = 1,6\text{V}$

(b) Aufnahme bei minimalem Widerstand. $U_{\text{ss}} = 9,84\text{V}$ und $U_{\text{r}} = 4,4\text{V}$

Abbildung 15: Aufnahme der Ausgangsspannung bei minimalem und maximalem Widerstand

Für den 1000 μF Kondensator ergaben sich die Verläufe in Abbildung 16.

¹²Versuchsaufbau: Abb. 14



(a) Aufnahme bei maximalem Widerstand. $U_{\text{m}} = 11,2\text{V}$ und $U_{\text{r}} = 0,4\text{V}$

(b) Aufnahme bei minimalem Widerstand. $U_{\text{m}} = 10,1\text{V}$ und $U_{\text{r}} = 0,6\text{V}$

Abbildung 16: Aufnahme der Ausgangsspannung bei minimalem und maximalem Widerstand

Bei hohem Widerstand wird bei dem Kondensator mit größerer Kapazität ein höherer Gleichspannungsanteil erreicht.

3.7 Brückengleichrichter

Ein aus vier Dioden bestehender Brückengleichrichter wird an den Transformator angeschlossen. Ähnlich wie im Versuchsteil davor ergänzen sich positive und negative Spannung.

3.7.1 Versuchsaufbau

Als Elektrolytkondensator wird wieder einer mit $100\mu\text{F}$ oder $1000\mu\text{F}$ verwendet. Bei den Dioden handelt es sich wider um 1N4007 Dioden. R_L ist ein 470Ω Potentiometer und L_a ist eine Glühlampe.

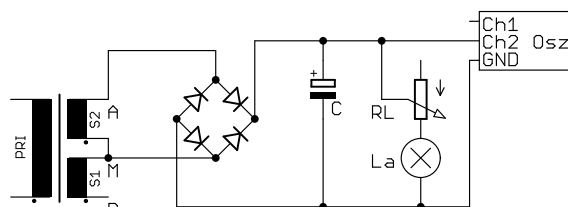


Abbildung 17: Schaltskizze für einen Brückengleichrichter¹³

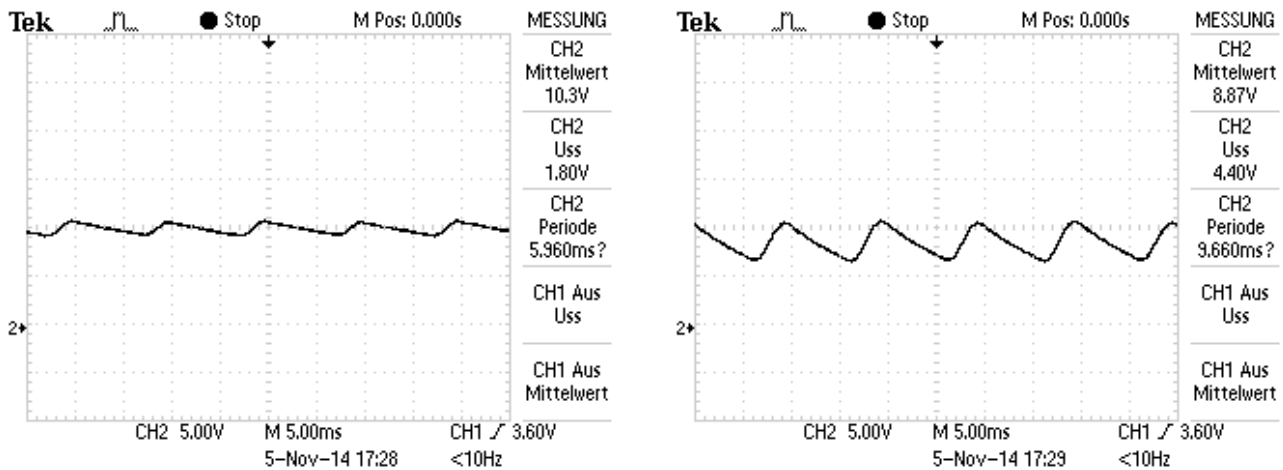
¹³Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep2_14.pdf Seite 10 am 28.10.2014

3.7.2 Versuchsdurchführung

Zuletzt werden die zwei Dioden aus dem Versuchsteil davor durch 4 Dioden in einer Brückengleichrichterschaltung ersetzt ¹⁴. Dies hat den Vorteil einer "gleichmäßigeren" Gleichspannung und den Nachteil einer doppelten Anregespannung für die Dioden. Die Messungen werden Analog zu den Versuchsteilen davor für Kapazitäten von 1000 und 100 μF durchgeführt sowie miteinander verglichen.

3.7.3 Auswertung

In diesem Aufgabenteil sollte die Ausgangsspannung in Abhängigkeit der Kapazität des Kondensators und des Widerstandes des Kondensators gemessen werden. Als Kapazitäten wurden 100 μF und 1000 μF verwendet. Dabei ergab sich bei dem 100 μF Kondensator die Verläufe in Abbildung 18.



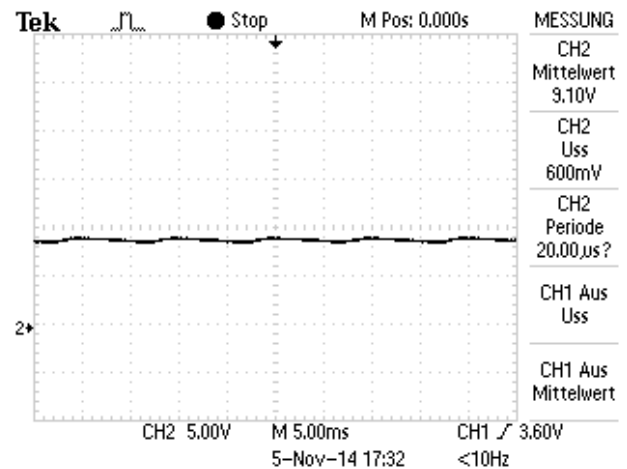
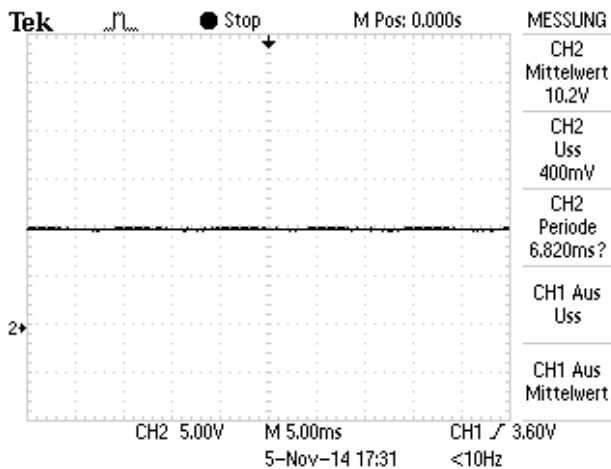
(a) Aufnahme bei maximalem Widerstand

(b) Aufnahme bei minimalem Widerstand

Abbildung 18: Aufnahme der Ausgangsspannung bei minimalem und maximalem Widerstand

Für die 1000 μF Kondensator ergaben sich die Verläufe aus Abbildung 19.

¹⁴Versuchsaufbau: Abb. 17



(a) Aufnahme bei maximalem Widerstand

(b) Aufnahme bei minimalem Widerstand

Abbildung 19: Aufnahme der Ausgangsspannung bei minimalem und maximalem Widerstand

Es ist deutlich zu erkennen, dass der $1000\mu\text{F}$ Kondensator ein besseres Signal liefert.

3.8 Diskussion

Wie erwartet wurde die halbe Zeit, in der kein Strom floss mit einem Kondensator überbrückt werden. Dabei zeigte sich, dass bei Kondensatoren mit größerer Kapazität der Spitze-Spitze-Abstand geringer ausfiel, was auch erwartet wurde.

4 Spannungsstabilisierung

Ziel dieses Versuches ist die Spannung, welche an der Last abfällt, zu stabilisieren. Die Zenerdiode ist ein essentielles Bestandteil der verwendeten Schaltungen.

4.1 Verwendete Materialien

Zur Untersuchung der Ströme und Spannungen werden DMMs oder ein Oszilloskop verwendet. Als Stromquellen werden Funktionsgeneratoren oder Transformatoren verwendet. Als Bauteile werden Dioden, Widerstände, Potentiometer, Elektrolytkondensatoren, Glühlampen, ein Transistor und ein Spannungsregler Typ 7805 verwendet.

4.2 Spannungsstabilisierung mit Zenerdiode (Transformatorbetrieb)

Um die Spannung, welche an der Last abfällt, zu stabilisieren wird in den folgenden Versuchsteilen eine Zenerdiode verwendet.

4.2.1 Versuchsaufbau

Der Kondensator hat eine Kapazität von $100\mu\text{F}$ oder $1000\mu\text{F}$, R_v hat einen Widerstand von 200Ω , für R_L wird ein 470Ω Potentiometer verwendet und L_a ist eine Glühlampe.

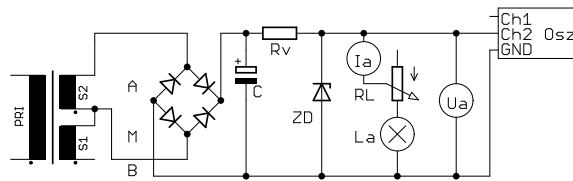


Abbildung 20: Schaltskizze zur Spannungsstabilisierung mit Zenerdiode¹⁵

4.2.2 Versuchsdurchführung

Zur Spannungsstabilisierung wird eine Zenerdiode mit Vorwiderstand nach dem Schaltbild aus dem Versuchsaufbau¹⁶ dazugeschaltet, sodass zu hohe Spannungen gefiltert werden. Der Vorwiderstand dient zum Schutz vor zu hohen Kondensatorspannungen. Bei minimalem und maximalem Potentiometerwiderstand und einer Kapazität von $1000\mu\text{F}$ wird der Strom und die Spannung durch bzw. über der Last gemessen, sowie die Ausgangsspannung am Oszilloskop aufgezeichnet. Nachteil bei dieser Schaltung ist die durch die Zenerdiode begrenzte Maximalspannung ($5,1\text{ V}$), wodurch auch die Leistung an der Last beschränkt wird.

4.2.3 Messergebnisse

Messdaten der Spannung und des Stroms.

Tabelle 5: Messdate der Ausgangsspannung in Abhängigkeit des Stroms

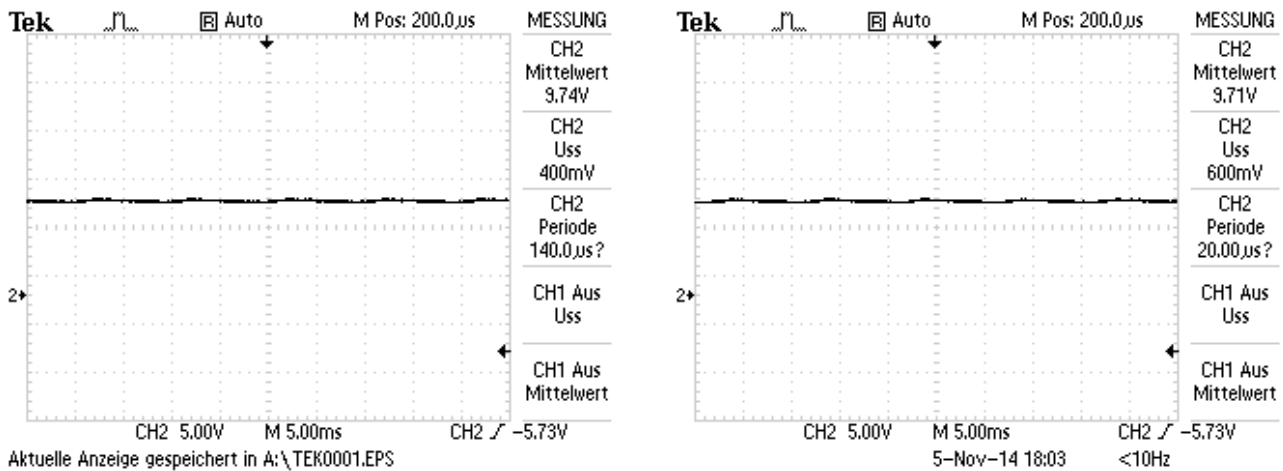
Widerstand	Spannung/V	Fehler/V	Strom/mA	Fehler/A
Max	5,08	0,06	8,6	0,6
Min	3,54	0,06	31,3	0,6

4.2.4 Auswertung

Es wurde die Ausgangsspannung in Abhängigkeit des Widerstandes des Potentiometers bestimmt werden. Es wurde eine Messung bei minimalem und bei maximalem Widerstand durchgeführt, die Messdaten sind in Abbildung 21 zu sehen. Jedoch wurde das Signal des Oszilloskops vor dem Vorwiderstand abgegriffen, dadurch liegt der Mittelwert bei $9,71\text{ V}$ bzw. $9,74\text{ V}$ und nicht bei $5,1\text{ V}$, was erwartet wurde. Jedoch war das DMM richtig angeschlossen und es wurden die erwarteten Werte gemessen, siehe Tabelle 5.

¹⁵Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep2_14.pdf Seite 10 am 28.10.2014

¹⁶Versuchsaufbau: Abb. 20



(a) Aufnahme bei minimalem Widerstand

(b) Aufnahme bei maximalem Widerstand

Abbildung 21: Aufnahme der Ausgangsspannung bei minimalem und maximalem Widerstand

Es ist zu sehen, dass bei geringerem Widerstand 400mV der Spitze-Spitze-Abstand geringer ist als bei dem maximalem Widerstand 600mV ist.

4.3 Spannungstabilisierung mit Zenerdiode (variable Eingangsspannung)

Der Trafo und die Brückengleichrichterschaltung wird nun durch eine variable Gleichspannungsquelle ersetzt, um die Ausgangsspannung abhängig von der Eingangsspannung darzustellen.

4.3.1 Versuchsaufbau

Die Bauteile haben die selben Werte wie im vorherigem Aufbau jedoch wurde die Brückengleichrichterschaltung entfernt.

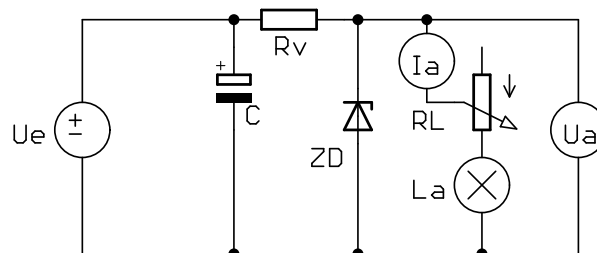


Abbildung 22: Schaltskizze zur Spannungsstabilisierung mit Zenerdiode, bei variabler Eingangsspannung¹⁷

¹⁷Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep2_14.pdf Seite 10 am 28.10.2014

4.3.2 Versuchsdurchführung

Der Trafo und die Brückengleichrichterschaltung werden durch eine variable Eingangsspannung (Funktionsgenerator) ersetzt ¹⁸. Bei variierender Eingangsspannung wird Strom und Spannung über der Last gemessen (DMM) und geplottet ¹⁹.

4.3.3 Messergebnisse

Der Fehler für den Strom und U_{aus} wurden mit dem angegebenen Fehler und der Ablesungenauigkeit bestimmt, sie liegen bei 0,06V und 0,06mA. Der Fehler der Eingangsspannung wurde nur über die Ablesungenauigkeit bestimmt, das kein Fehlerwert angegeben war.

Tabelle 6: Messung der Ausgangsspannung und des Stroms in Abhängigkeit der Eingangsspannung

U_{ein}/V	U_{aus}/V	Strom/mA
1	1,01	0,98
2	2,1	1,98
3	3,06	2,97
4	4,02	3,93
5	4,72	4,87
6	4,96	5,83
7	5,03	6,74
8	5,08	7,52
9	5,1	8,08
10	5,12	8,31
11	5,14	8,48
12	5,16	8,57

4.3.4 Auswertung

Wie in Abbildung 23 zu sehen ist, wird die Ausgangsspannung bei einem Wert von 5,1V von der Zenerdiode abgeschnitten.

¹⁸Versuchsaufbau: Abb. 22

¹⁹Da bei diesem Versuchsteil Gleichspannung herrscht, ist der Kondensator relativ unwichtig. Im folgenden Versuchsteil wird er deshalb einfach weggelassen.

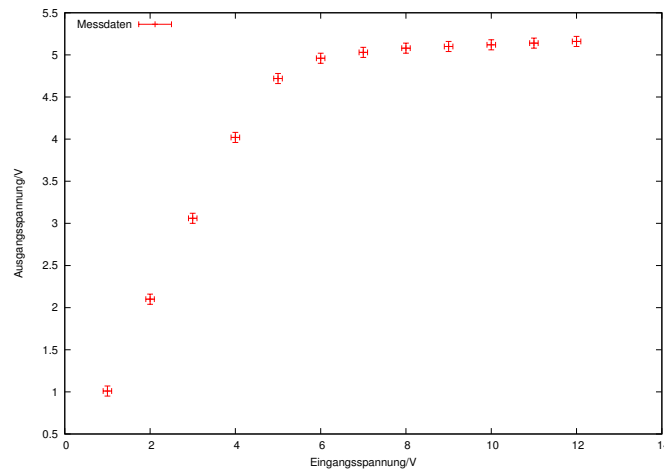


Abbildung 23: Ausgangsspannung in Abhängigkeit der Eingangsspannung

4.4 Erhöhung des Ausgangsstroms mit Transistor

Ein Transistor, welcher den Ausgangsstrom erhöhen soll wird nun dazu geschaltet. Der Vorteil dieser Schaltung besteht darin, dass eine höhere Leistung an der Last erzielt werden kann.

4.4.1 Versuchsaufbau

T1 ist ein Transistor, R1 ein $470\ \Omega$ Widerstand, R2 ein $470\ \Omega$ Potentiometer, R3 der eingebaute Vorwiderstand des Potentiometers.

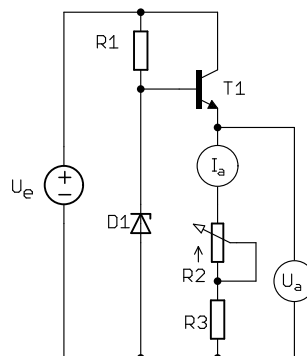


Abbildung 24: Schaltskizze zur Spannungsstabilisierung mit Zenerdiode, bei variabler Eingangsspannung²⁰

4.4.2 Versuchsdurchführung

In diesem Versuchsteil soll der Ausgangsstrom mithilfe eines Transistors erhöht werden²¹. Damit kann an der Last eine höhere Leistung erzielt werden. Strom und Spannung werden mithilfe zweier DMM aufgenommen und geplottet.

4.4.3 Messergebnisse

Der Fehler für den Strom und U_{aus} wurden mit dem angegebenen Fehler und der Ablesungenauigkeit bestimmt, sie liegen bei $0,06\text{V}$ und $0,006\text{A}$. Der Fehler der Eingangsspannung wurde

²⁰Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep2_14.pdf Seite 10 am 28.10.2014

²¹Versuchsaufbau: Abb. 24

nur über die Ablesungenauigkeit bestimmt, das kein Fehlerwert angegeben war.

Tabelle 7: Messung der Ausgangsspannung und des Stroms in Abhängigkeit der Eingangsspannung

U_{ein}/V	U_{aus}/V	Strom/A
1	0,34	0,07
2	1,15	0,024
3	2,02	0,042
4	2,89	0,06
5	3,56	0,075
6	3,97	0,083
7	4,15	0,87
8	4,23	0,089
9	4,28	0,09
10	4,32	0,91
11	4,35	0,91
12	4,37	0,092

4.4.4 Auswertung

Wie in Abbildung 23 zu sehen ist, wird die Ausgangsspannung bei einem Wert von 4,3V, wie im vorherigem Versuchsteil von der Zenerdiode abgeschnitten.

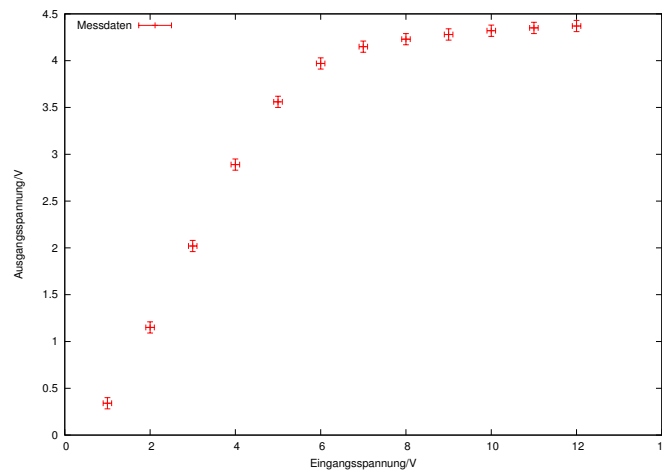


Abbildung 25: Ausgangsspannung in Abhängigkeit der Eingangsspannung

Jedoch ist die Leistung höher als im Vorherigem Aufbau. Dies lässt sich aus den Werten für den Strom in Tabelle 6 und Tabelle 7 ablesen.

4.5 Integrierte Spannungsregler

Es wird ein Integrierter Spannungsregler (Typ 7805) verwendet.

4.5.1 Versuchsaufbau

C1 und C2 sind $10\mu\text{F}$, R1 ist ein 470 Potentiometer und R2 dessen eingebauter Vorwiderstand, IC1 ist ein Regelement des Typs 7805.

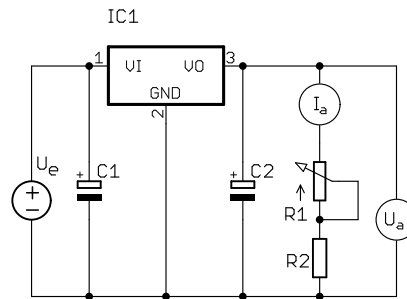


Abbildung 26: Schaltskizze zur Spannungsstabilisierung mit Zenerdiode, bei variabler Eingangsspannung²²

4.5.2 Versuchsdurchführung

Im letzten Versuchsteil soll ein moderner Spannungsregler untersucht und mit den anderen Schaltungen verglichen werden²³. Strom und Spannung werden mithilfe zweier DMM aufgenommen und geplottet.

4.5.3 Messergebnisse

Der Fehler für den Strom und die Ausgangsspannung wurden über die Ablesungenauigkeit und den angegebenen Fehler bestimmt, dabei ergibt sich ein Wert von 0,06V und 0,06mA. Der Fehler der Eingangsspannung wurde nur über die Ablesungenauigkeit bestimmt, es ergibt sich ein Wert von 0,1V.

Tabelle 8: Messung der Aus- und Eingangsspannung, sowie des Stromes, bei minimalem Widerstand

U_{ein}/V	U_{aus}/V	Strom/mA
1	0	0
2	0	0,01
3	1,81	3,28
4	2,81	5,08
5	3,77	6,82
6	4,72	8,53
7	4,94	8,94
8	4,94	8,94
9	4,94	8,94
10	4,94	8,94

Die Fehler wurden wie oben angenommen, da die selben Messapparaturen verwendet wurden.

²²Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep2_14.pdf Seite 10 am 28.10.2014

²³Versuchsaufbau: Abb. 26

Tabelle 9: Messung der Aus- und Eingangsspannung, sowie des Stromes, bei maximalem Widerstand

U_{ein}/V	U_{aus}/V	Strom/ mA
1	0	0
2	0	0
3	1,72	35,7
4	2,68	55,6
5	3,66	76,1
6	4,6	95,8
7	4,93	102,6
8	4,93	102,6
9	4,93	102,6
10	4,93	102,6

4.5.4 Auswertung

Wie in Abbildung 27 und 28 zu erkennen ist hängt die Ausgangsspannung von der Eingangsspannung ab. Danach ist die Ausgangsspannung unabhängig von der Eingangsspannung. Die stabilisierung der Spannung fängt ab 6V an.

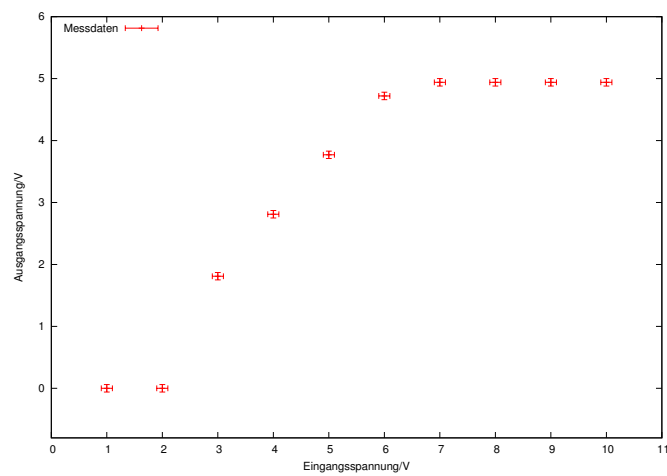


Abbildung 27: Ausgangsspannung in Abhängigkeit der Eingangsspannung, bei minimalem Widerstand

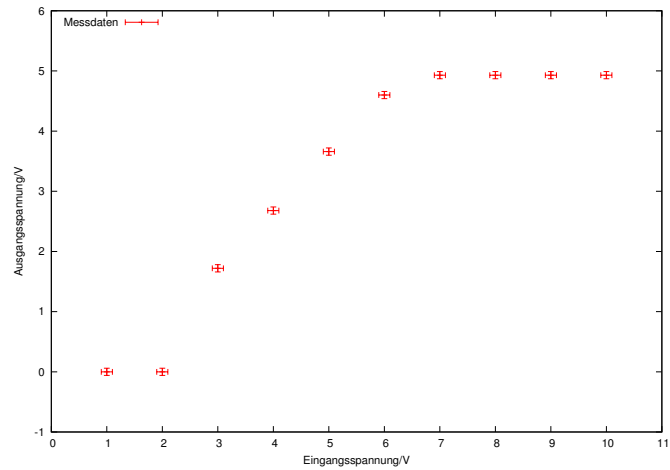


Abbildung 28: Ausgangsspannung in Abhängigkeit der Eingangsspannung, bei maximalem Widerstand

Plottet man den Strom gegen die Eingangsspannung ergeben sich die Verläufe in Abbildung 29 und Abbildung 30 für den minimalen und den maximalen Widerstand.

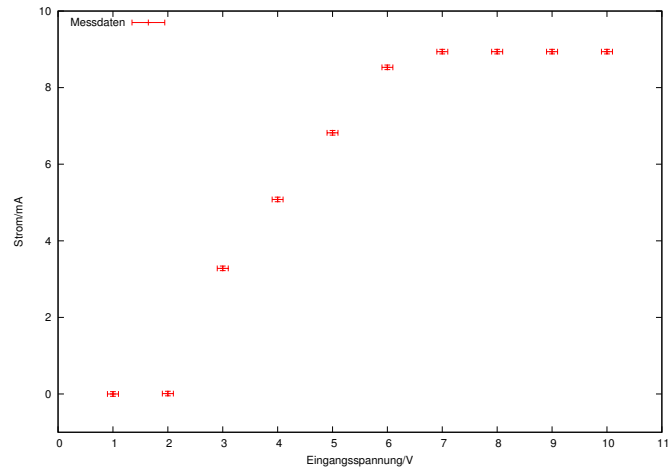


Abbildung 29: Ausgangsspannung in Abhängigkeit der Eingangsspannung, bei minimalem Widerstand

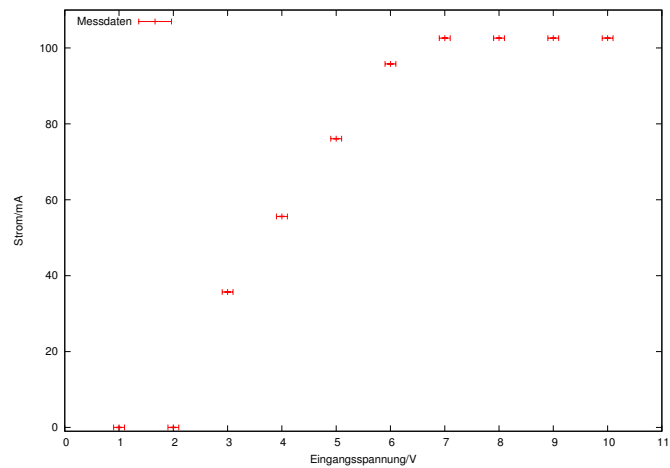


Abbildung 30: Ausgangsspannung in Abhängigkeit der Eingangsspannung, bei maximalem Widerstand

4.6 Diskussion

Der Effekt der Spannungsstabilisierung lies sich in allen Versuchsteilen gut beobachten. Mit eingebautem Transistor sowie mit dem modernen Regelgerät konnte die Spannung "gleichmäßiger" stabilisiert werden.

5 Fazit

Der Versuch hat die Eigenschaften von Dioden als Bauelement in Schaltnetzwerken gut verdeutlicht. So wie den Nutzen von Dioden um aus Wechselspannung Gleichspannung zu erzeugen.