

Versuch EP2 Die Diode

Frederik Strothmann, Henrik Jürgens

6. November 2014

Inhaltsverzeichnis

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 oder ein Oszilloskop verwendet. Als Stromquellen werden Funktionsgeneratoren oder Transformatoren verwendet. Als Bauteile werden Dioden, Widerstände, Potentiometer, Elektrolytkondensatoren, Glühlampen, Transistoren und ein Spannungsregler verwendet.

2.2 Versuchsaufbau

Im ersten Versuchsteil soll die Kennlinie einer 1N4007 Diode und einer Zenerdiode aufgenommen werden dafür wird die Schaltung aus Abbildung ?? verwendet. Dabei ist P_1 ein 10-Gang-Potentiometer, welches in 10 Schritten Widerstände von 0 bis $1k\Omega$ 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.

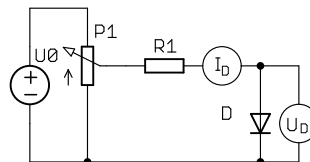


Abbildung 1: Schaltskizze für die Messung der Kennlinie der Dioden¹

2.3 Versuchsdurchführung

2.4 Verwendete Formeln

2.5 Messergebnisse

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

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

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 $3,4 \cdot 10^{-10} \text{ A}$.

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

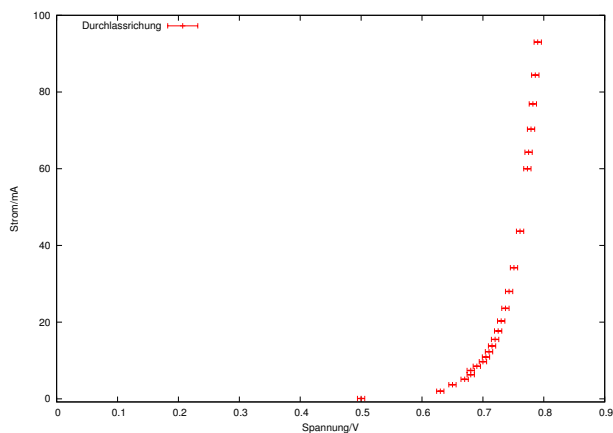
Der Fehler der Spannung beträgt 0,06V und der Fehler des Stroms beträgt 0,003mA.

Tabelle 4: Messwerte der Zenerdiode in Sperrrichtung

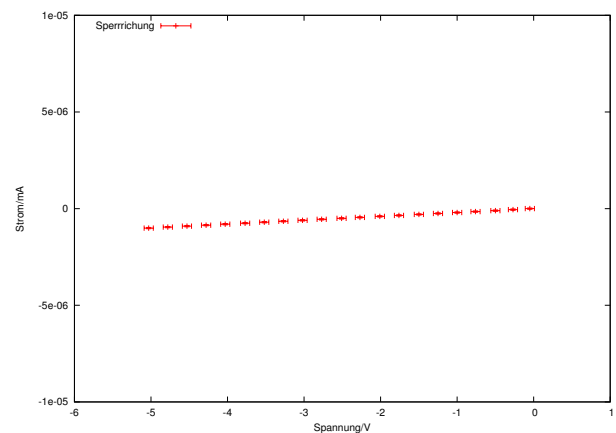
Spannung _{Strom} /V	Spannung/V	Diodenstrom/mA
0,02	-0,02	0,4E-007
0,25	0,25	0
0,5	0,5	0
0,75	0,76	-0,1E-007
0,98	1,02	-0,4E-007
1,2	1,31	-1,1E-007
1,39	1,62	-2,3E-007
1,54	1,97	-4,3E-007
1,66	2,35	-6,9E-007
1,76	2,76	-10E-007
1,84	3,19	-13,5E-007
1,9	3,64	-17,4E-007
1,94	4,09	-21,5E-007
1,98	4,55	-25,7E-007
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.



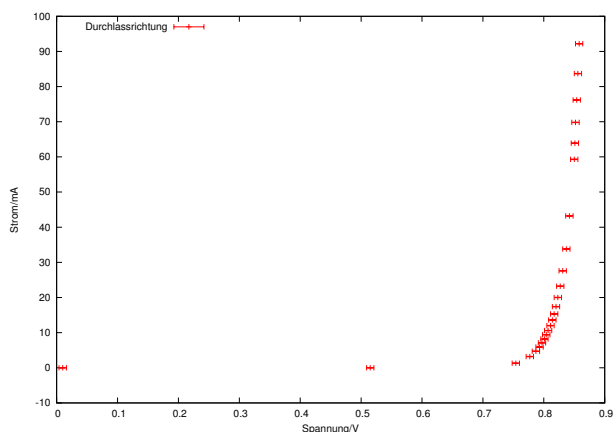
(a) Daten der Messung bei Durchlassrichtung



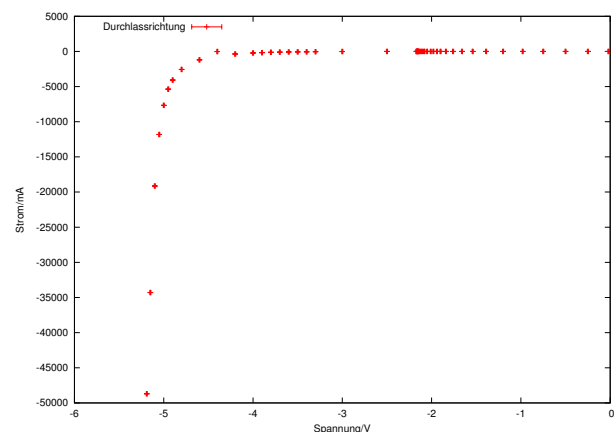
(b) Daten der Messung bei Sperrrichtung

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 ?? und Abbildung ?? lässt sich gut der exponentielle Anstieg der Stromstärke beobachten. Wie erwarte ist die 1N4007 Diode nahezu Strom undurchlässig, was in ?? zu sehen ist. Bei der Zenerdiode ist der Tunneldurchbruch in Abbildung ?? gut zu erkennen.

3 Gleichrichterschaltungen

3.1 Verwendete Formeln

3.2 Verwendete Materialien

3.3 Einweggleichrichtung (Sinusgenerator)

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

3.3.1 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 ?? zu entnehmen.

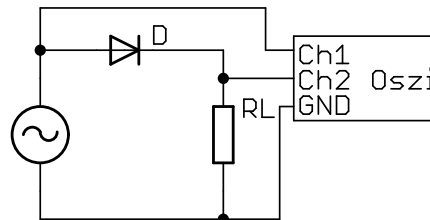


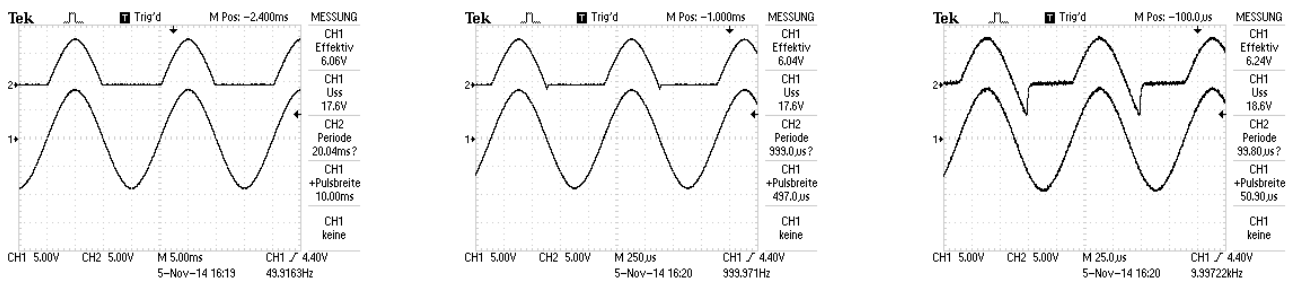
Abbildung 4: Schaltskizze für die Messung der Spannung am Lastwiderstand nach vorgeschalteter Diode²

3.3.2 Versuchsdurchführung

3.3.3 Auswertung

Bei 50Hz , Abbildung ?? ist deutlich zu erkennen, dass keine negative Spannung durchgelassen wird. Bei 1kHz , Abbildung ?? lässt sich ein kleiner Peak in negativer Richtung und bei 10kHz , Abbildung ?? ein deutlicher Peak erkennen. Dies kommt daher, dass sich die Grenzschicht nicht schnell genug wieder aufbauen kann und somit für kurze Zeit noch ein Strom in Sperrrichtung fließen kann.

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



(a) Aufnahme bei 50Hz

(b) Aufnahme bei 1kHz

(c) Aufnahme bei 10kHz

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

3.4 Einweggleichrichtung mit Kondensator

3.4.1 Versuchsaufbau

Es wird der selbe Versuchsaufbau wie in Abbildung ?? 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.

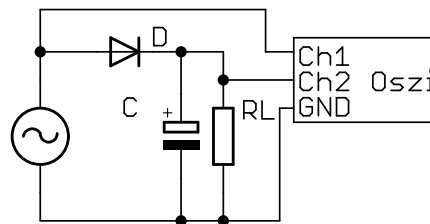


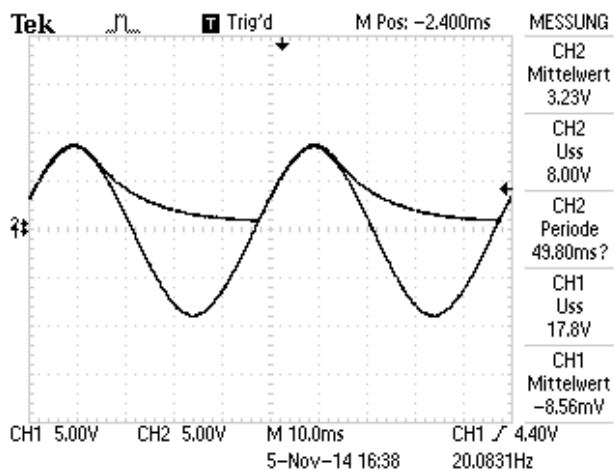
Abbildung 6: Schaltskizze für die Messung der Eigenschaften einer Einweggleichrichtungsschaltung mit Kondensator³

3.4.2 Versuchsdurchführung

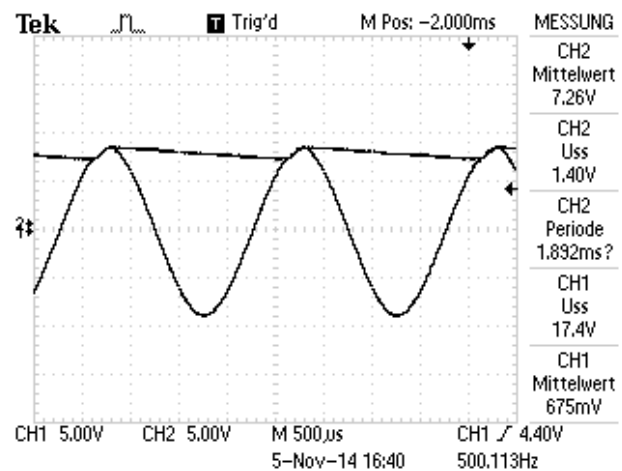
3.4.3 Auswertung

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

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



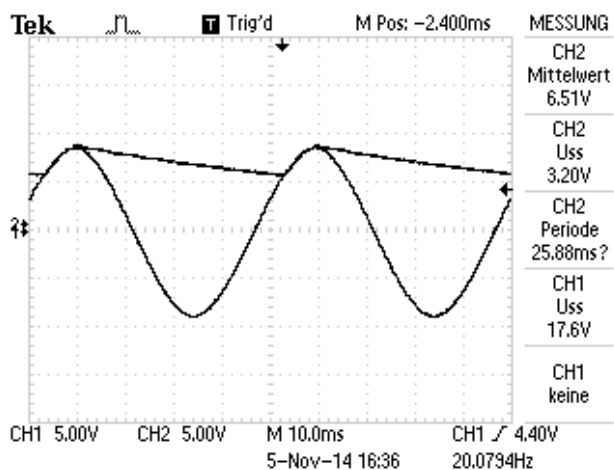
(a) Aufnahme bei 20Hz



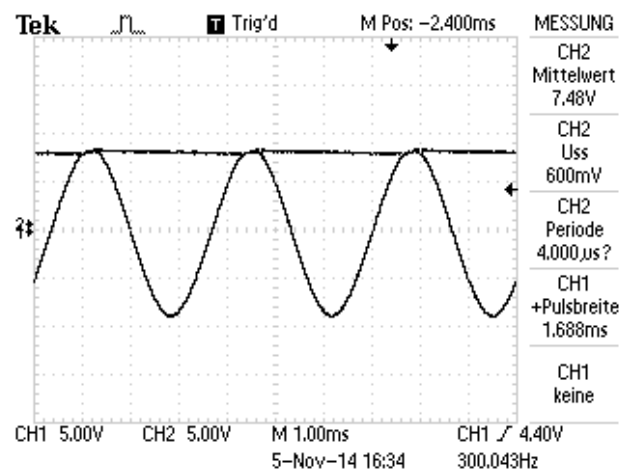
(b) Aufnahme bei 500Hz

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 gehal-

ten wird als bei dem $1\mu\text{F}$ Kondensator. Dies liegt an der größeren Halbwertszeit des $10\mu\text{F}$ Kondensators.

3.5 Einweggleichrichtung (Transformator)

3.5.1 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.

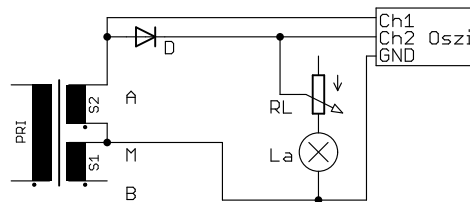


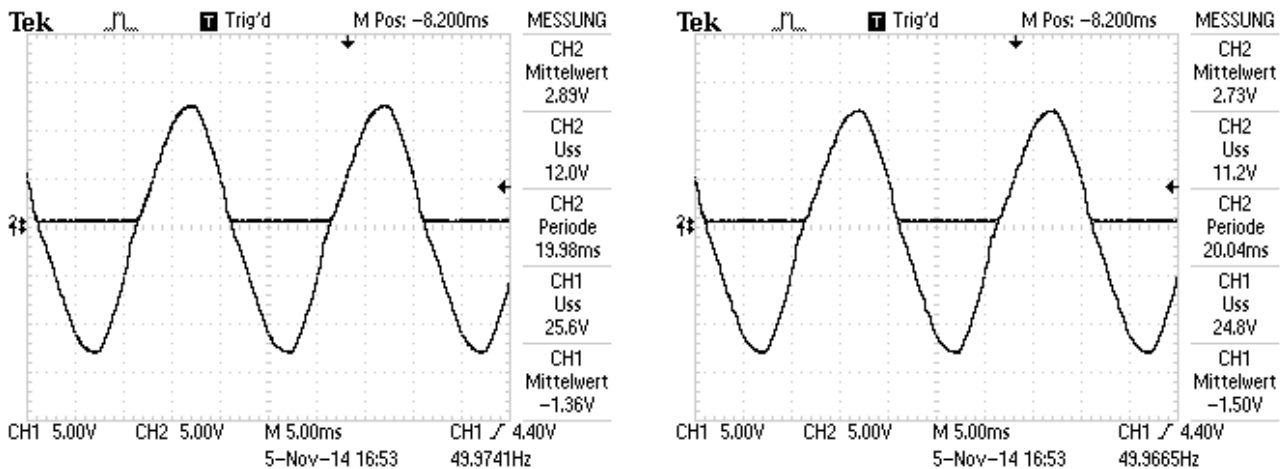
Abbildung 9: Schaltskizze für die Messung der Eigenschaften einer Einweggleichrichtungsschaltung mit Transformator⁴

3.5.2 Versuchsdurchführung

3.5.3 Auswertung

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

⁴Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep2_14.pdf Seite 9 am 28.10.2014



(a) Aufnahme bei maximalem Widerstand

(b) Aufnahme bei minimalem Widerstand

Abbildung 10: Aufnahme der Ausgangsspannung bei minimalem und maximalem Widerstand

3.6 Einweggleichrichtung mit Kondensator

3.6.1 Versuchsaufbau

Es wird der selbe Versuchsaufbau wie in Abbildung ?? 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 $100\mu\text{F}$ oder $1000\mu\text{F}$ verwendet.

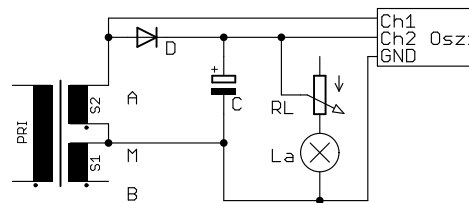


Abbildung 11: Schaltskizze für die Messung der Eigenschaften einer Einweggleichrichtungsschaltung mit Transformator⁵

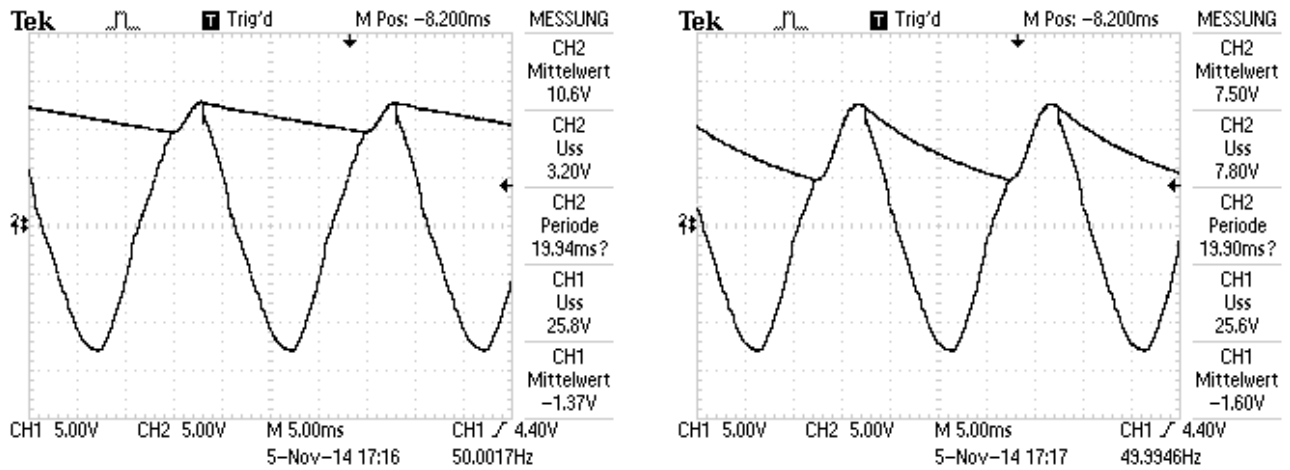
3.6.2 Versuchsdurchführung

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 maxi-

⁵Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep2_14.pdf Seite 9 am 28.10.2014

males RL durchgeführt. Es wurde Messungen für $100\mu\text{F}$ und $1000\mu\text{F}$ vorgenommen. Für den $100\mu\text{F}$ Kondensator ergaben sich die Verläufe aus Abbildung ??.

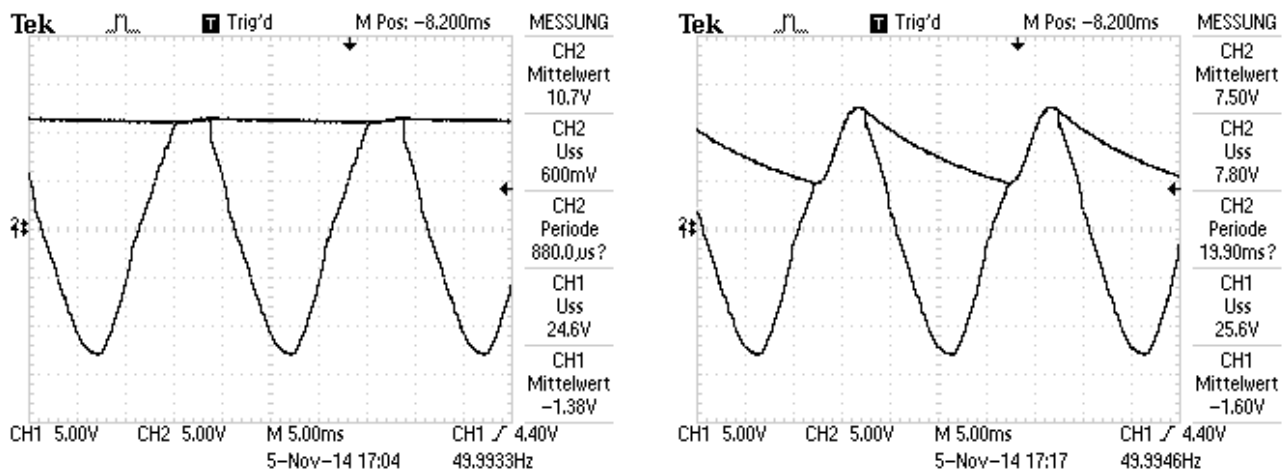


(a) Aufnahme bei maximalem Widerstand. $U_{\text{=}} = 10,6\text{V}$ und $U_{\text{~}} = 3,20\text{V}$

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

Abbildung 12: Aufnahme der Ausgangsspannung bei minimalem und maximalem Widerstand

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



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

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

Abbildung 13: Aufnahme der Ausgangsspannung bei minimalem und maximalem Widerstand

3.7 Doppelweggleichrichtung mit Kondensator

3.7.1 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.

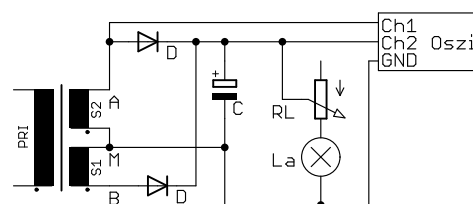


Abbildung 14: Schaltskizze für die Messung der Eigenschaften einer Einweggleichrichtungsschaltung mit Transformator⁶

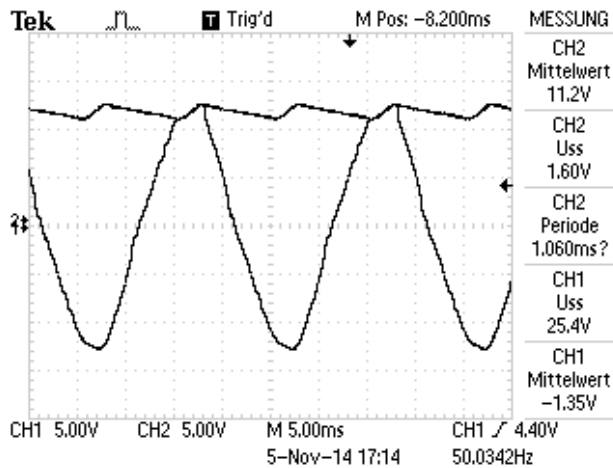
3.7.2 Versuchsdurchführung

3.7.3 Auswertung

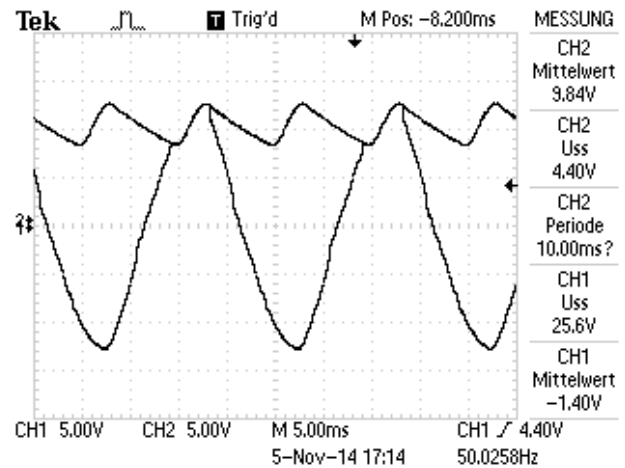
In diesem Versuchsteil soll der Gleichspannungs- und der Wechselspannungsanteil, des ankommenden Signals gemessen werden. Diese Messung wurde einmal für minimales und für maxi-

⁶Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep2_14.pdf Seite 10 am 28.10.2014

males RL durchgeführt. Es wurde Messungen für $100\mu\text{F}$ und $1000\mu\text{F}$ vorgenommen. Für den $100\mu\text{F}$ Kondensator ergaben sich die Verläufe aus Abbildung ??.



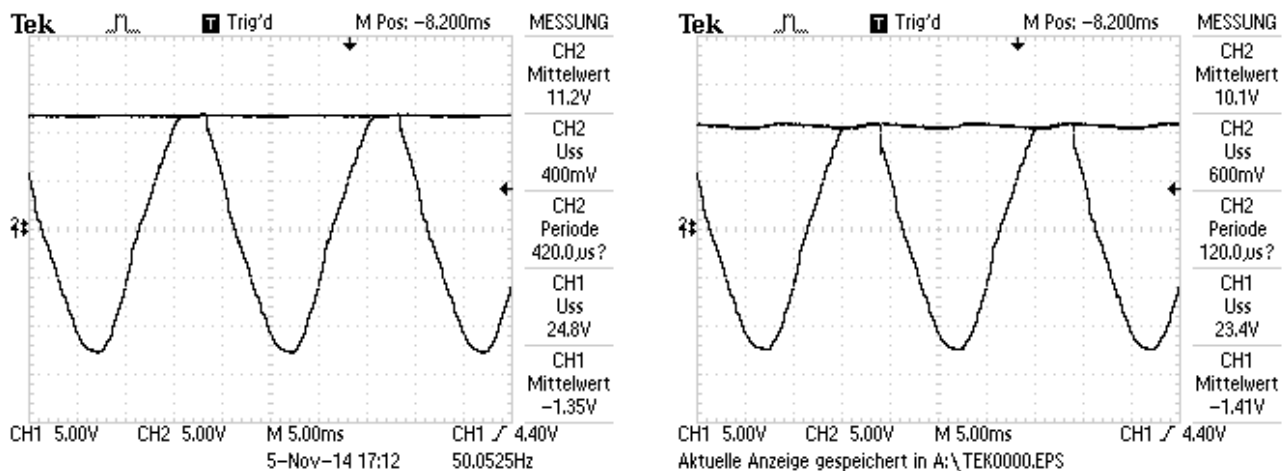
(a) Aufnahme bei maximalem Widerstand. $U_{\text{ss}} = 11,2\text{V}$ und $U_{\sim} = 1,6\text{V}$



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

Abbildung 15: Aufnahme der Ausgangsspannung bei minimalem und maximalem Widerstand

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



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

(b) Aufnahme bei minimalem Widerstand. $U_{\text{DC}} = 10,1\text{V}$ 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.

3.8 Brückengleichrichter

3.8.1 Verwendete Materialien

3.8.2 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.

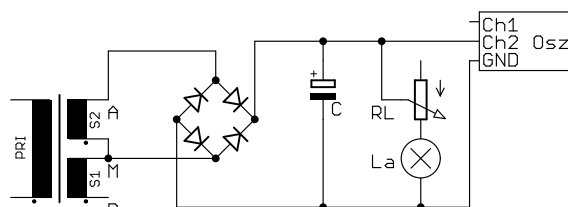


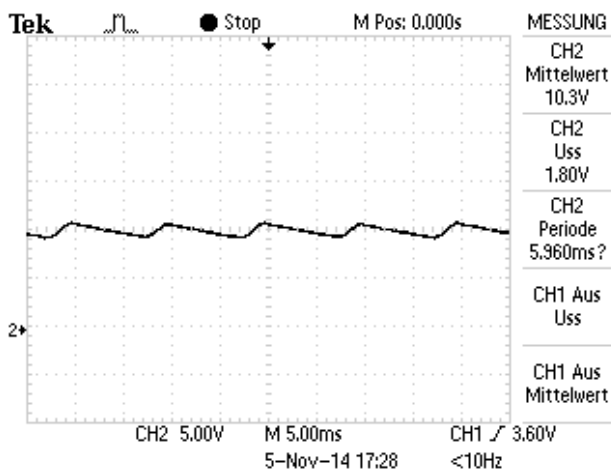
Abbildung 17: Schaltskizze für einen Brückengleichrichter⁷

⁷Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep2_14.pdf Seite 10 am 28.10.2014

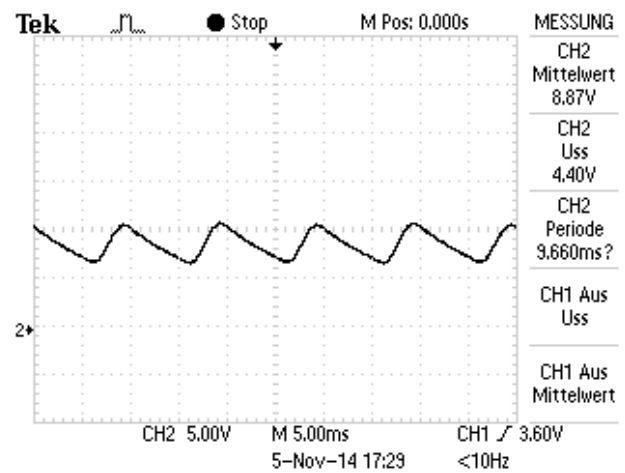
3.8.3 Versuchsdurchführung

3.8.4 Auswertung

In diesem Aufgabenteil sollte die Ausgangsspannung in Abhängigkeit der Kapazität des Kondensators und des Widerstandes des Kondensators gemessen werden. Als Kapazitäten wurden $100\mu\text{F}$ und $1000\mu\text{F}$ verwendet. Dabei ergab sich bei dem $100\mu\text{F}$ Kondensator die Verläufe in Abbildung ??.



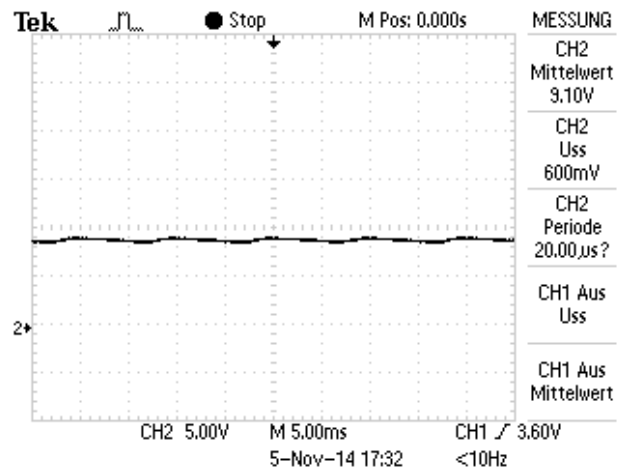
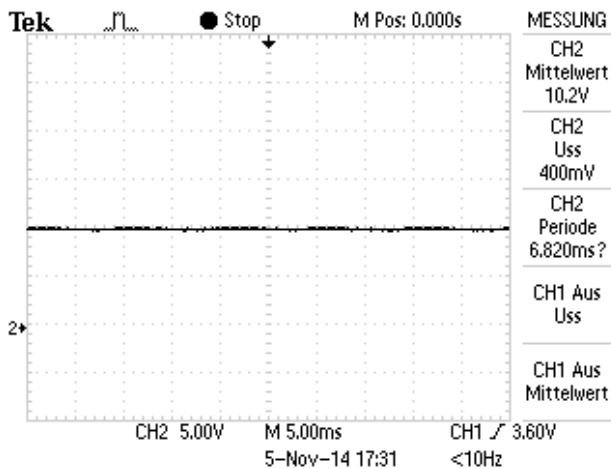
(a) Aufnahme bei maximalem Widerstand



(b) Aufnahme bei minimalem Widerstand

Abbildung 18: Aufnahme der Ausgangsspannung bei minimalem und maximalem Widerstand

Für die $1000\mu\text{F}$ Kondensator ergaben sich die Verläufe aus Abbildung ??.



(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.

3.9 Diskussion

Wie erwartet konnten bei Kondensatoren mit größerer Kapazität bessere Ergebnisse erzielt werden.

4 Spannungsstabilisierung

4.1 Verwendete Formeln

4.2 Spannungsstabilisierung mit Zenerdiode (Transformatorbetrieb)

4.2.1 Versuchsaufbau

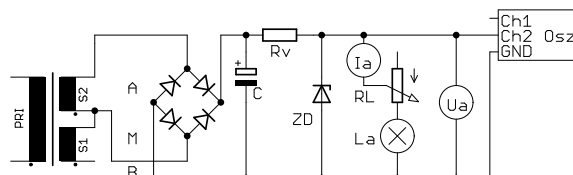


Abbildung 20: Schaltskizze für Schaltung zur Spannungsstabilisierung mit Zenerdiode⁸

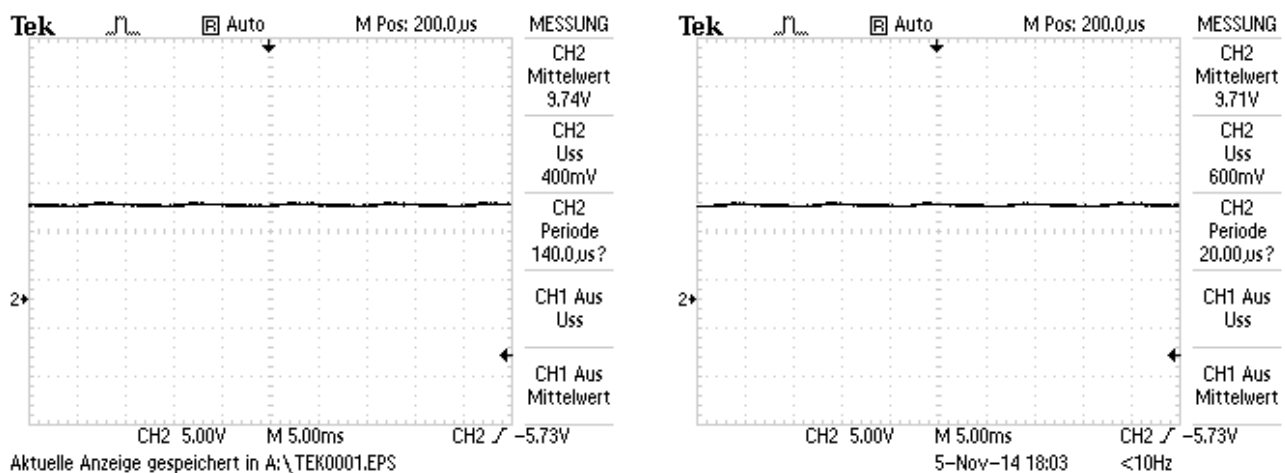
⁸Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep2_14.pdf Seite 10 am 28.10.2014

4.2.2 Versuchsdurchführung

4.2.3 Messergebnisse

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 ?? zu sehen.



(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)

4.3.1 Versuchsaufbau

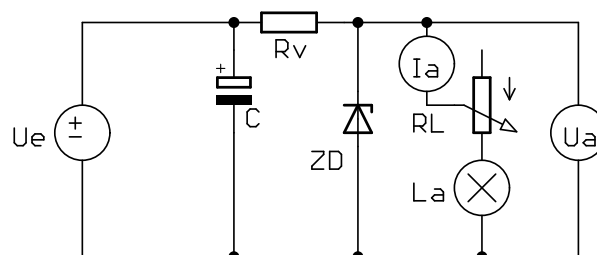


Abbildung 22: Schaltskizze für Schaltung zur Spannungstabilisierung mit Zenerdiode, bei variabler Eingangsspannung⁹

4.3.2 Versuchsdurchführung

4.3.3 Messergebnisse

Der Fehler für den Strom und U_{aus} wurden mit dem angegebenen Fehler und der Ablesungenauigkeit bestimmt, sie liegen bei 0,6V und 0,6mA. Der Fehler der Eingangsspannung wurde nur über die Ablesungenauigkeit bestimmt, das kein Fehlerwert angegeben war.

Tabelle 5: 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

4.4 Erhöhung des Ausgangsstroms mit Transistor

4.4.1 Versuchsaufbau

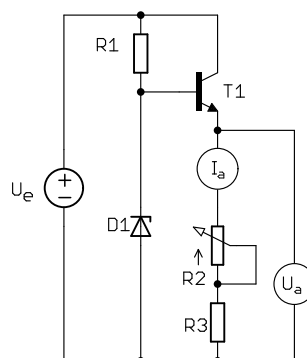


Abbildung 23: Schaltskizze für Schaltung zur Spannungsstabilisierung mit Zenerdiode, bei variabler Eingangsspannung¹⁰

⁹Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep2_14.pdf Seite 10 am 28.10.2014

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

4.4.2 Versuchsdurchführung

4.4.3 Messergebnisse

4.4.4 Auswertung

4.5 Integrierte Spannungsregler

4.5.1 Versuchsaufbau

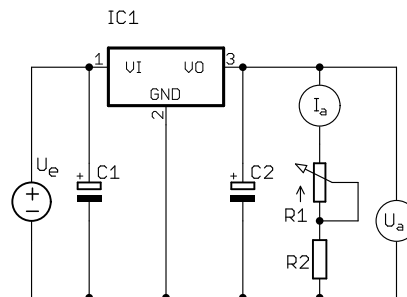


Abbildung 24: Schaltskizze für Schaltung zur Spannungsstabilisierung mit Zenerdiode, bei variabler Eingangsspannung¹¹

4.5.2 Versuchsdurchführung

4.5.3 Messergebnisse

4.5.4 Auswertung

4.6 Diskussion

5 Fazit

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