

E5 GLEICHRICHTERSCHALTUNGEN

28. Oktober 2010

Marcel Lauhoff - Informatik BA Matnr: xxxxxxxx

xxx@xxxx.xx

1	Einleitung	2
2	Theoretische Grundlagen	3
2.1	Das Bändermodell der Festkörper	3
2.2	Elektrischer Strom	4
2.3	Die Halbleiterdiode	4
2.4	Wechselspannung	5
2.5	Gleichrichter	6
3	Aufbau und Durchführung	8
3.1	Aufbau	8
3.2	Durchführung	9
3.2.1	Teil (A)	9
3.2.2	Teil (B)	11
4	Ergebnisse	13
4.1	Auswertung	13
4.1.1	Teil (A)	13
4.1.2	Teil (B)	15
4.2	Fehlerbetrachtung	17
5	Literatur	18
A	Messprotokoll	19

1 Einleitung

In diesem Experiment werden verschiedene Arten von Gleichrichterschaltungen aufgebaut und analysiert. Zum Messen wird hauptsächlich ein Oszilloskop verwendet, aber auch ein einfaches Spannungsmessgerät.

Folgende Gleichrichter werden betrachtet:

- Einweggleichrichter
- Zweiweggleichrichter
- Brückengleichrichter

Zusätzlich wird der Einweggleichrichter und Zweiweggleichrichter um einen Siebekondensator erweitert und die Eigenschaften dieser Schaltungen bei verschiedenen Kapazitäten des Kondensators zu Messen.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Das Bändermodell der Festkörper

Die erlaubten Energiezustände eines einzelnen Atoms liegen oft weit auseinander. Bei einem Wasserstoffatom liegt beispielsweise das niedrigste erlaubte Niveau bei $E_1 = -13,6 \text{ eV}$, genau $10,2 \text{ eV}$ unter dem zweitniedrigsten mit $E_2 = -3,4 \text{ eV}$.

Betrachtet man nun mehrere gleiche Atome, die in großer Entfernung voneinander stehen, sind diese Energieniveaus gleich. Nähert man diese gleichen Atome einander an, so verschieben sich die Energieniveaus der einzelnen Atome unter dem Einfluss der jeweils anderen Atome. Durch diese Verschiebung wird das *Pauli-Prinzip* erfüllt, wonach zwei Elektronen innerhalb eines Systems nicht genau gleiche Zustände annehmen dürfen. Nähert man nun n_{Atom} einander dicht an, so fächert sich ein erlaubter Energiezustand in n_{Atom} Energiezustände mit leicht unterschiedlichen Energien auf.

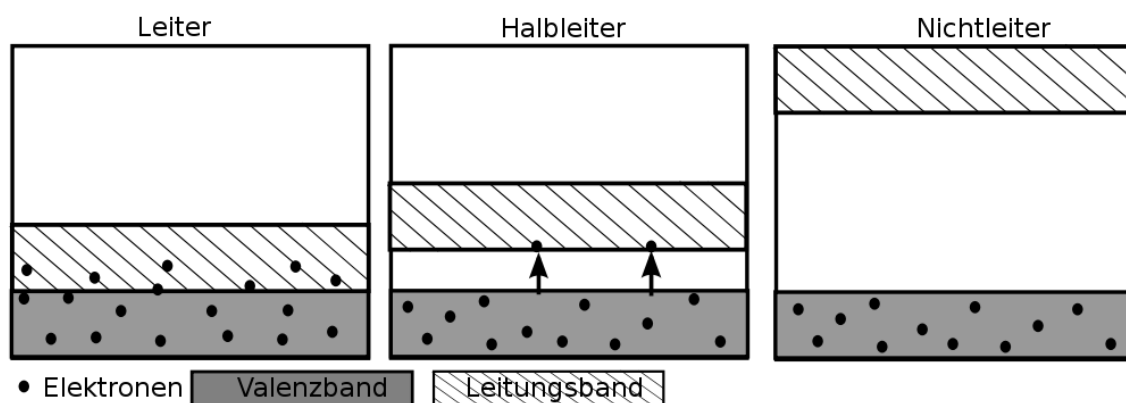


Abbildung 1: Bändermodell für verschiedene Leiterarten [Orc08]

Diese jeweils leicht unterschiedlichen Energiezustände bezeichnet man zusammen als *Band*. Die einzelnen Zustände in einem Band liegen sehr dicht beieinander, wodurch sie fast als Kontinuum betrachtbar sind. Für jeden Energiezustand eines einzelnen Atoms, ergibt sich für einen Verbund jeweils ein Band. Bänder können je nach Stoff dicht oder weniger dicht beieinander liegen, sogar eine Überlappung ist möglich. Abbildung 1 zeigt grafisch eine Übersicht verschiedener Bandanordnungen.

Die niedrigsten Bänder bestehen aus Elektronen die an einzelne Atome gebunden sind. Das niedrigste Band mit unbesetzten Zuständen, ist das *Leitungsband*. In den höheren Bändern befinden sich Elektronen, die zur Leitfähigkeit beitragen. Das höchste Band wird *Valenzband* genannt und ist ganz oder teilweise mit Elektronen besetzt.

In Leitern ist das Valenzband gleichzeitig Leitungsband. Bei Metallen, wie Kupfer, ist das Valenzband nur etwa halb gefüllt, wohingegen sich bei Magnesium ein vollbesetztes oberstes Band mit einem unbesetzten unterem Band überschneidet. Durch die Überschneidung ergibt sich ein teilbesetztes Valenz-Leitungsband.

Die Bandstruktur eines Isolators enthält eine große Bandlücke zwischen Leitungs- und Valenzband. Bei $T = 0\text{ K}$ ist das Leitungsband leer und das Valenzband vollständig gefüllt. Durch die große Bandlücke sind hohe thermische Energien nötig nur um einige Elektronen des Valenzbandes in das fast leere Leitungsband anzuregen. Wird ein hohes elektrisches Feld angelegt kann auch ein Isolator leitend werden.

Eine weitere Gruppe von Leitern sind die Halbleiter. Die Energielücke zwischen gefülltem Valenzband und leerem Leitungsband ist hierbei wesentlich kleiner als bei Isolatoren, wodurch bei Zimmertemperatur Elektronen in das Leitungsband angeregt werden. Typische Halbleiter haben eine Energielücke von etwa 1 eV. Durch anlegen eines elektrischen Felds können weitere Elektronen angeregt werden.

2.2 Elektrischer Strom

Elektrischer Strom I ist die Rate mit der Ladung durch eine Fläche A fließt. Typischerweise ist diese Fläche A der Querschnitt eines Leiters. Dieser Ladungsfluss wird bezeichnet als elektrischer Strom I :

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (1)$$

$$[I] = \text{A} = \text{C/s} \quad (2)$$

2.3 Die Halbleiterdiode

Eine Halbleiterdiode ist ein elektrisches Bauteil, welches den Stromfluss auf eine Richtung beschränkt. Hergestellt werden Dioden aus zwei Halbleiterschichten mit unterschiedlicher Dotierung. Einer p-dotierten und einer n-dotierten Schicht. Diese Dotierungen verändern die Kristallstruktur des eingesetzten Halbleiters durch gezieltes Einbringen oder Entfernen von Elektronen durch anderen Atome.

p-dotierte Halbleiter

P-Dotierte Halbleiter werden durch Einbringen von Atomen mit weniger Valenzelektronen als dem Ausgangsmaterial hergestellt. Dieser Halbleiter hat freie Bindungen offen, *die Löcher*.

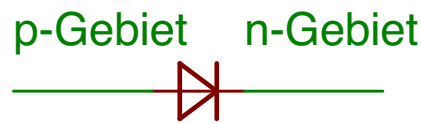


Abbildung 2: Skizze einer Diode. Stromfluss ist vom n-Gebiet zum p-Gebiet möglich (*physikalische Stromrichtung*)

n-dotierte Halbleiter

N-dotierte Halbleiter werden hergestellt, indem Atome eingebracht werden, die eine höhere Anzahl an Valenzelektronen haben als das Ausgangsmaterial. So entsteht eine hohe Anzahl von frei beweglichen Elektronen im Halbleiter.

Eine Diode besteht, wie auch in Abb. 2 dargestellt, aus einer p-dotierten und einer n-dotierten Halbleiterschicht. Zwischen diesen beiden Schichten befindet sich der pn-Halbleiterübergang. Durch diesen Übergang gleichen sich die Konzentrationen von Elektronen und Löchern in den beiden Gebieten aus. Elektronen aus dem n-Gebiet diffundieren in das p-Gebiet und Löcher aus dem p-Gebiet diffundieren in das n-Gebiet. Aufgrund der schlechten Leitungseigenschaften von Halbleitern kann Ladung nicht weit vom Übergang weg transportiert werden und es bildet sich eine Ladungsdoppelschicht im Übergangsbereich. Durch die Trennung der Ladung entsteht eine Potentialdifferenz zwischen beiden Schichten. Diese Diodenschwellspannung sorgt für einen Widerstand.

Schaltet man eine Diode mit positivem Potential an der p-Seite und negativem an der n-Seite, so wird die Potentialdifferenz an der Übergangsschicht reduziert und die Diffusion von Elektronen und Löchern wird größer. Hierdurch kann ein Strom fließen, die Diode ist in Durchlassrichtung geschaltet.

Wird die Diode andersherum beschaltet, mit der p-Seite am negativem Potential und der n-Seite am positivem, so ist die Diode in Sperrichtung geschaltet. Hierdurch wird die Potentialdifferenz am Übergang weiter erhöht und die Diffusion von Ladungsträgern weiter unterdrückt, somit kann kein Strom fließen.

2.4 Wechselspannung

Wechselspannung, im Gegensatz zu Gleichspannung, ist im Zeitverlauf nicht konstant. Die Richtung und Stärke ändert sich mit der Zeit und folgt einem periodischem Verlauf. Häufig folgen Wechselspannungen einer Sinus-Funktion, wie auch die Netzspannungsversorgung. In Abbildung 3 ist eine sinusförmige Wechselspannung dargestellt.

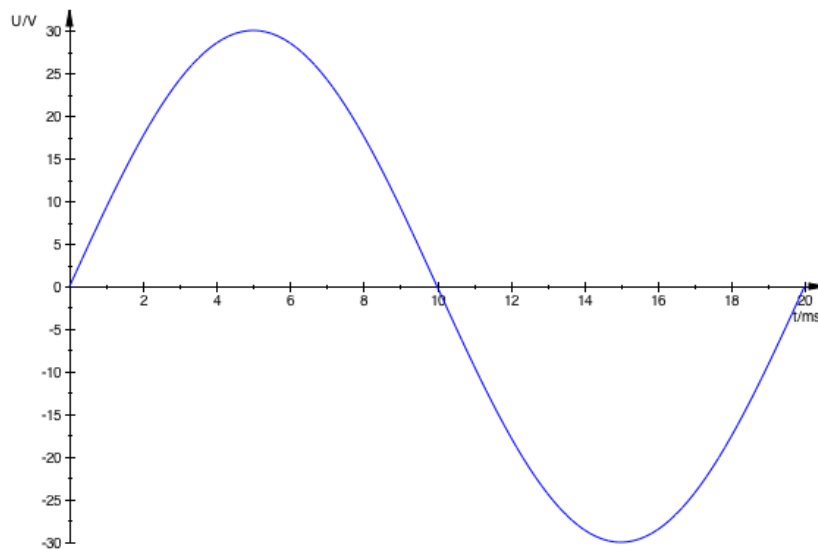


Abbildung 3: Plot einer sinusförmigen Wechselspannung mit Periodendauer $T = 20 \text{ ms}$ und $U_{\max} = 30 \text{ V}$

Als Parameter, um eine Wechselspannung zu beschreiben, verwendet man häufig die Frequenz f und Periodendauer T , den Maximalwert $U_{\max}$ und Effektivwert U_{eff} der Spannung und die Funktion die den Verlauf beschreibt.

Die Frequenz f ist definiert als:

$$f = \frac{1}{T} \quad (3)$$

$$[f] = \frac{1}{\text{s}} = \text{Hz} \quad (4)$$

Bei sinusförmigen Wechselspannungen wird der Zusammenhang zwischen Effektivwert U_{eff} und Maximalwert $U_{\max}$ durch folgende Formel ausgedrückt:

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} \quad (5)$$

2.5 Gleichrichter

Gleichrichterschaltungen werden verwendet, um eine periodischen Wechselspannung in eine Gleichspannung umzuformen. Mit Hilfe von Dioden, die Strom nur von einer Seite passieren lassen, werden gezielt Teile der Wechselspannung abgeschnitten oder invertiert.

Grundsätzlich gibt es zwei Typen von Gleichrichtern. Die Einweggleichrichter und die

Zweiweggleichrichter. Einweggleichrichter richten nur die obere Teilwelle und nicht die untere, wohingegen Zweiweggleichrichter beide Teilwellen richten. In Abb. 4 wird eine Einweggleichrichtung einer vorher sinusförmigen Wechselspannung grafisch dargestellt und in Abb. 5 eine Zweiweggleichrichtung.

Beispiele für Gleichrichterschaltungen sind im Teil *Aufbau und Durchführung* abgebildet.

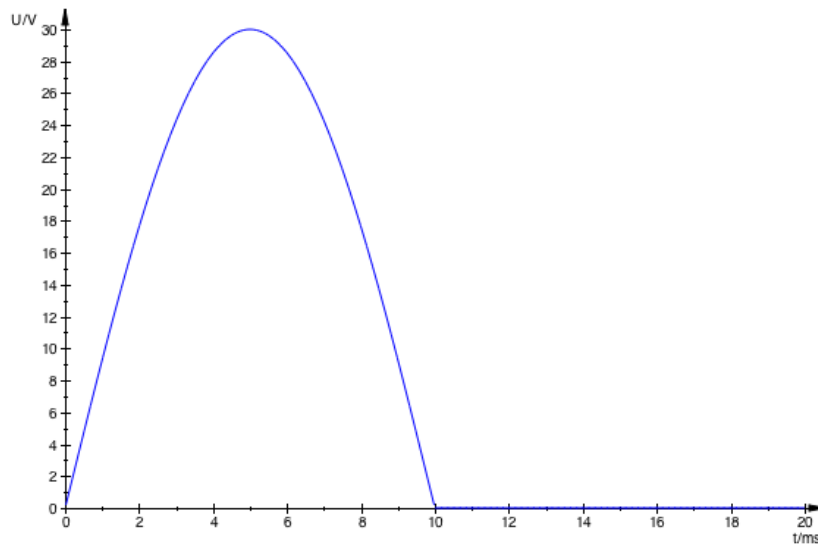


Abbildung 4: Plot einer einweggleichgerichteten Wechselspannung mit Periodendauer $T = 20$ ms und $U_{\max} = 30$ V

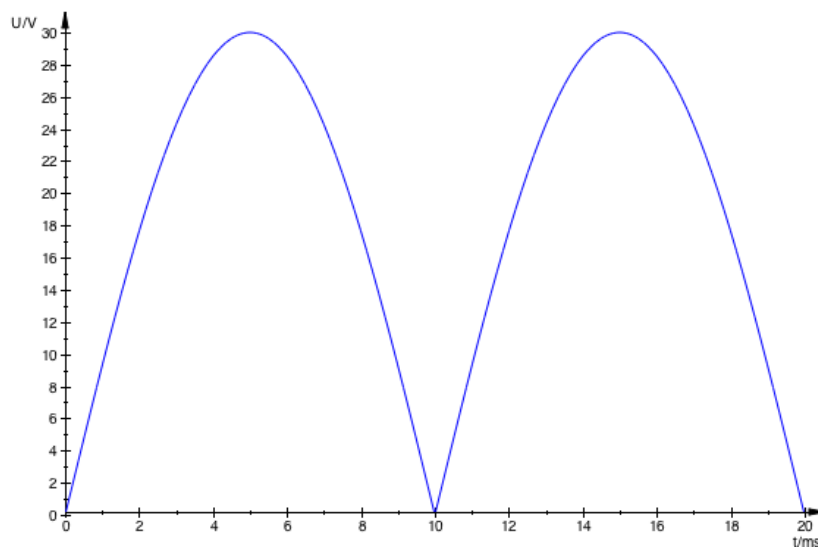


Abbildung 5: Plot einer zweiweggleichgerichteten Wechselspannung mit Periodendauer $T = 10$ ms und $U_{\max} = 30$ V

3 Aufbau und Durchführung

Die Kennwerte einer Wechselspannung sind in diesem Versuch zu messen. Folgende Arten von Gleichrichtern werden verwendet:

1. Einweggleichrichtung
2. Zweiweggleichrichtung
3. Brückengleichrichtung
4. Einweggleichrichtung mit Siebung

3.1 Aufbau

Die Hauptbestandteile dieses Versuches sind ein Transformator mit Mittelabgriff, verschiedene Messgeräte und verschiedene Bauteile, die zusammen in einen Kasten eingefasst und durch Steckanschlüsse zugänglich gemacht sind. Der Aufbau ist in Abbildung 6 dargestellt.

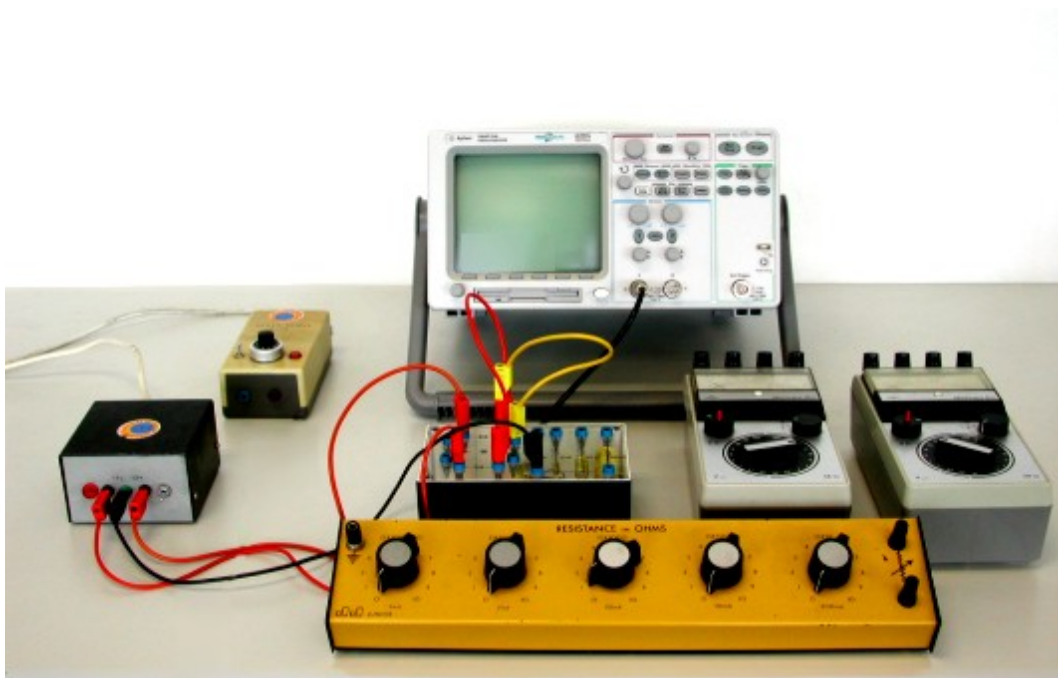


Abbildung 6: Fotografische Abbildung des Versuchsaufbaus E05 [Uni10]

Folgende Messgeräte werden eingesetzt:

1. Ein Spannungsmessgerät zur Bestimmung der Effektivwerte der Wechselspannungen

2. Ein Oszilloskop zur:

- a) Ermittlung der Periodendauern
- b) Bestimmung des Maximalwerts der Wechselspannung
- c) Bestimmung des Brummspannungsanteils der Wechselspannung

Das Oszilloskop ist dabei fest mit dem Bauteilkasten verbunden und muss nicht, wie alle weiteren Aufbauten, extra durch Bananenstecker-Kabel verbunden werden.

Der Netztransformator mit Mittelabgriff formt 220 V in $2 \times 12\text{ V}$ oder $1 \times 24\text{ V}$ um, wobei in diesen Versuch nur ein oder zweimal 12 V verwendet werden.

Folgende Bauteile stehen durch den Bauteilkasten oder extern zur Verfügung:

- 1. Lastwiderstand mit $R = 1\text{ k}\Omega$
- 2. Kondensator mit $C = 10\text{ }\mu\text{F}$
- 3. Kondensator mit $C = 100\text{ }\mu\text{F}$
- 4. Kondensator mit $C = 1000\text{ }\mu\text{F}$
- 5. Eine Widerstandsdekade
- 6. Vier Halbleiterdioden ohne nähere Kennwerte

Die jeweiligen Schaltungen der Teilversuche werden in Abschnitt 3.2 beschrieben.

3.2 Durchführung

Der Versuch gliedert sich in mehrere Teilversuche für die jeweils andere Schaltungen aufgebaut werden. Unterteilt wird dies in Teil A, in dem die Eigenschaften verschiedener Gleichrichterschaltungen analysiert werden, und Teil B, in dem die Siebung der pulsierenden Gleichspannung durch verschiedene Kondensatoren analysiert wird.

An Anfang jedes Versuchsteils wird die dazugehörige Schaltung gemäß des Schaltplanes aufgebaut und nochmals auf Korrektheit geprüft, bevor letztlich die Spannungsversorgung eingeschaltet wird.

3.2.1 Teil (A)

Für alle Teilversuche wird der Widerstand $R_L = 1\text{ k}\Omega$ verwendet. Hierfür wird der Widerstand aus dem Bauteilkasten verwendet.

I - sekundäre Wechselspannung

In diesem Teilversuch wird die sekundäre Wechselspannung ohne Gleichrichtung betrachtet. Der Schaltplan hierzu ist in Abb. 7 dargestellt.

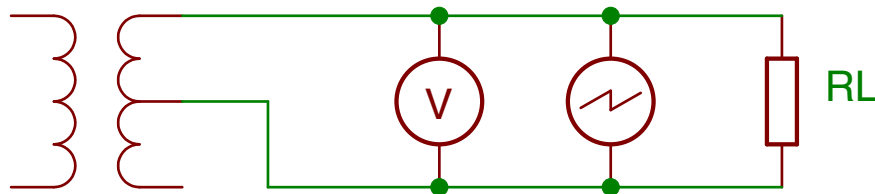


Abbildung 7: Schaltplan für den Versuchsaufbau Teil A: Oszilloskopieren der sekundären Wechselspannung

Folgende Werte werden gemessen:

1. Die Periodendauer T der sekundären Wechselspannung mittels Oszilloskop
2. Der Maximalwert der sekundären Wechselspannung $U_{\max}$ mittels Oszilloskop
3. Der Effektivwert der sekundären Wechselspannung mittels Voltmeter

II - Einweggleichrichtung

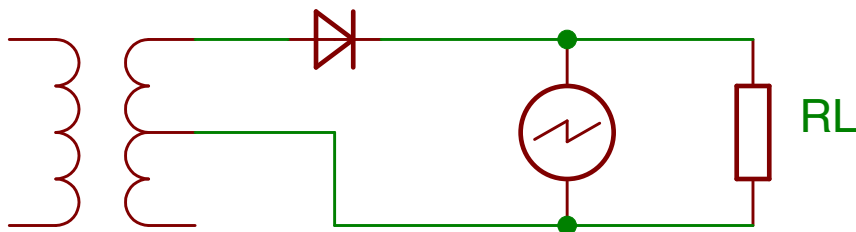


Abbildung 8: Schaltplan für den Versuchsaufbau zur Einweggleichrichtung

Nach Aufbau, gemäß des Schaltplans aus Abbildung 8, werden folgende Werte gemessen:

1. Die Periodendauer mittels Oszilloskop
2. Der Maximalwert der Spannung $U_{\max}$ mittels Oszilloskop

III - Zweiweggleichrichtung

Nach Aufbau, gemäß des Schaltplans aus Abbildung 9, werden folgende Werte gemessen:

1. Die Periodendauer mittels Oszilloskop
2. Der Maximalwert der Spannung $U_{\max}$ mittels Oszilloskop

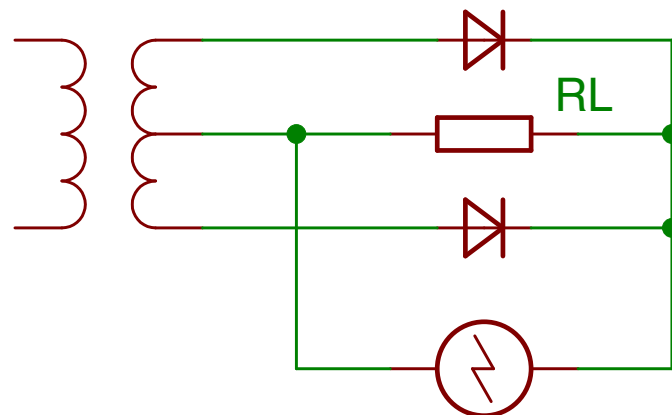


Abbildung 9: Schaltplan für den Versuchsaufbau zur Zweiweggleichrichtung

IV - Brückengleichrichtung

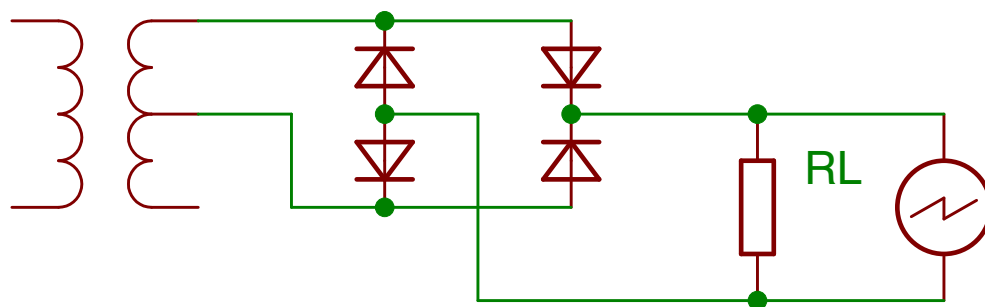


Abbildung 10: Schaltplan für den Versuchsaufbau zur Brückengleichrichtung

Nach Aufbau, gemäß des Schaltplans aus [Abbildung 9](#), werden folgende Werte gemessen:

1. Die Periodendauer mittels Oszilloskop
2. Der Maximalwert der Spannung $U_{\max}$ mittels Oszilloskop

3.2.2 Teil (B)

Zunächst wird der Versuch gemäß des Schaltplans aus [Abb. 11](#) aufgebaut. Der Widerstand mit $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ wird verbunden und für den Ladekondensator C_L wird nacheinander $C_L = 10, 100, 1000 \text{ }\mu\text{F}$ verwendet. Für jeden dieser Werte wird das Verhalten des Brummspannungs- und Gleichspannungsanteils analysiert.

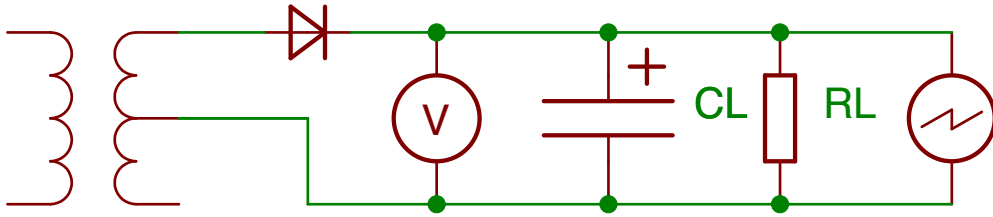


Abbildung 11: Schaltplan für den Versuchsaufbau Teil B - Einweggleichrichtung

Nachfolgend wird der Widerstand aus der Bauteilbox mit dem Wert $1\text{ k}\Omega$ mit der Widerstandsdekade eingestellt auf den Wert $1\text{ k}\Omega$ parallel geschaltet. Damit beträgt der Wert für R_L nun $R_L = 500\text{ }\Omega$. Die Unterschiede zu den vorherigen Messungen werden aufgenommen. Nacheinander werden nun die effektiven Gleichspannungen mittels Voltmeter ohne Kondensator und mit den Kondensatoren $C_L = 10, 100, 1000\text{ }\mu\text{F}$ gemessen.

In der letzten Messung der Schaltung mit Einweggleichrichtung werden die Brummspannungen bei $C_L = 10, 100, 1000\text{ }\mu\text{F}$ gemessen.

Die gleiche Messung der Brummspannungen wird abschließend mit einer Zweiweggleichrichtung wiederholt. Die Schaltung hierzu ist in Abb. 12 dargestellt.

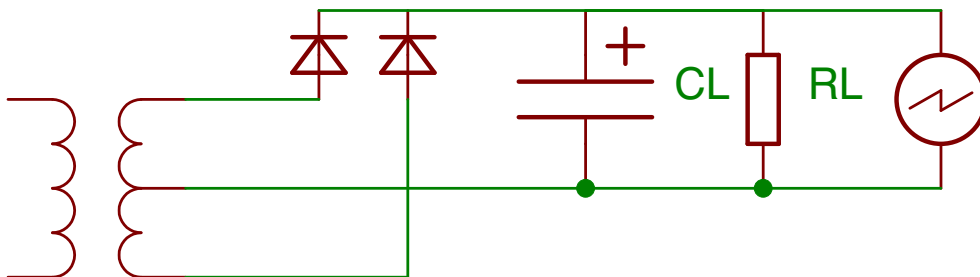


Abbildung 12: Schaltplan für den Versuchsaufbau Teil B - Zweiweggleichrichtung

4 Ergebnisse

4.1 Auswertung

4.1.1 Teil (A)

I - sekundäre Wechselspannung

Die gemessenen Werte für diesen Versuchsteil sind in Tabelle 1 zu finden. Die Frequenz wurde dabei aus der Periodendauer berechnet.

Der Labortransformator ist am normalen Stromnetz angeschlossen, welches mit einer Netzfrequenz von $f = 50$ Hz arbeitet. Die gemessenen Periodendauern und Frequenzen sind also wie erwartet.

Messung	Wert
Periodendauer T	$(20 \pm 0,5) \text{ ms}$
Frequenz f	$(50 \pm 3) \text{ Hz}$
Maximalwert der Wechselspannung $U_{\max}$	$(21,0 \pm 0,5) \text{ V}$
Effektivwert der Wechselspannung U_{eff}	$(14,0 \pm 0,5) \text{ V}$
Spitze-Spitze Spannung U_{ss}	$(42,0 \pm 1,0) \text{ V}$

Tabelle 1: Messwerte für Versuchsteil (A) - I

Zwischen den Spannungen $U_{\max}$ und U_{eff} gibt es einen Zusammenhang. Die gemessene Spannung ist eine periodische Wechselspannung mit sinusförmigem Verlauf. Für diese Art der Wechselspannung gilt das Verhältnis:

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} \quad (6)$$

Für die gemessenen Spannungen ergibt dies:

$$U_{\text{eff}} = (14,85 \pm 0,71) \text{ V}$$

$$U_{\max} = (19,80 \pm 1,42) \text{ V}$$

Beide Werte liegen nahe bei den tatsächlich gemessenen Werten.

Beschriftet ist das Netzteil mit 12 V als sekundäre Wechselspannung, was an den gemessenen Effektivwert von $(14,0 \pm 0,5) \text{ V}$ nahe genug ist, da der Effektivwert mit einem Lastwiderstand von 1 k Ω gemessen wurde.

II - Einweggleichrichtung

Durch die Einweggleichrichtung wurde der negative Teil der Wechselspannung abgeschnitten, was bedeutet, dass die Hälfte einer Periode nun 0 V ist.

Die gemessenen Werte zur einweggleichgerichteten Wechselspannung sind in Tabelle 2 zu finden.

Messung	Wert
Periodendauer T	$(20 \pm 0,5) \text{ ms}$
Frequenz f	$(50 \pm 3) \text{ Hz}$
Maximalwert der Wechselspannung $U_{\max}$	$(20,0 \pm 0,5) \text{ V}$

Tabelle 2: Messwerte für Versuchsteil (A) - II

Zu erkennen an den Messwerten ist, dass die Maximalspannung $U_{\max}$ um 1 V niedriger ist, als der vorherige Messwert. Dies liegt an der Diode, deren Dioden-Schwellenspannung sich als Widerstand auswirkt.

III - Zweiweggleichrichtung

Die Messwerte zur Zweiweggleichrichtung sind in Tabelle 3 dargestellt. Deutlich zu erkennen ist die Halbierung der Periodendauer und der daraus resultierenden Verdoppelung der Frequenz. Dies ist dadurch zu erklären, dass der negative Teil der Wechselspannung nicht mehr abgeschnitten, sondern in den positiven Teil gehoben wird.

Messung	Wert
Periodendauer T	$(10 \pm 0,5) \text{ ms}$
Frequenz f	$(100 \pm 10) \text{ Hz}$
Maximalwert der Spannung am Lastwiderstand U_a	$(20,0 \pm 0,5) \text{ V}$

Tabelle 3: Messwerte für Versuchsteil (A) - III

Es ist genau der Vorteil, dass der negative Teil nicht wie bei der Einweggleichrichtung abgeschnitten, sondern in den positiven Teil gehoben wird. Die hieraus entstehende Spannung ist wesentlich glatter als die einweggerichtete.

IV - Brückengleichrichtung

Der einzige Messwert ist in Tabelle 4 zu finden.

Der Maximalwert der Spannung am Lastwiderstand ist genauso hoch wie der bei der Messung der Zweiweggleichrichtung. Man erwartet allerdings, dass der Wert niedriger ist, da weitere Gleichrichterdiode in der Schaltung sind.

Messung	Wert
Maximalwert der Spannung am Lastwiderstand U_a	$(20,0 \pm 0,5) \text{ V}$

Tabelle 4: Messwerte für Versuchsteil (A) - IV

Der große Vorteil der Brückengleichrichtung ist, dass kein Transformator mit Mittelanzapfung benötigt wird. Dieser Vorteil wird aber durch mehr Dioden erkauft, die allerdings im Gegensatz zu komplizierteren Transformatoren, deutlich günstiger sind.

4.1.2 Teil (B)

Gleich- und Brummspannungsanteil bei $R = 1 \text{ k}\Omega$

Der Vergleich wurde durch visuelles Auswerten der Oszilloskopie festgestellt. Die Verwendung eines Ladekondensators bewirkt eine Glättung der Spannung durch Auf- und Entladen jeweils bei steigender, bzw abfallender Wechselspannung. Ein Kondensator mit höherer Kapazität bewirkt hierbei eine bessere Glättung der Spannung.

Gleich- und Brummspannungsanteil bei $R = 500 \Omega$

Durch Verkleinern des Lastwiderstands wird der Spannungsverlauf steiler, da sich der Kondensator aufgrund des kleinen Widerstands schneller auf- und entlädt.

Effektive Gleichspannungen

Die gemessenen effektiven Gleichspannungen sind in Tabelle 5 zu finden. Deutlich zu erkennen an diesen Daten ist die Erhöhung der effektiven Gleichspannung bei zunehmender Glättung.

Kondensator $\frac{C_L}{\mu\text{F}}$	effektive Gleichspannung $\frac{U_{\text{eff}}}{\text{V}}$
0	13
10	17
100	27
1000	29

Tabelle 5: Messwerte für Versuchsteil (B) - 3: effektive Gleichspannungen ohne und mit Ladekondensatoren

Stromfluss im Gleichrichter

Die Gleichrichterdiode ist in Durchlassrichtung, wenn die Wechselspannung ihre positive Teilwelle hat. Es ist also nur in dieser Zeit möglich, dass Strom fließt. Während der

negativen Teilwelle ist die Diode in Sperrrichtung und ein Stromfluss zwischen beiden Polen der Sekundärseite ist nicht möglich.

Brummspannung bei Ein- und Zweiweggleichrichtung

Die gemessenen Brummspannungen sind in Tabelle 6 für die Einweggleichrichtung und in Tabelle 7 für die Zweiweggleichrichtung aufgeführt.

Deutlich erkennbar ist in beiden Fällen das Kleinerwerden der Brummspannung, deren Ursache weiter oben erklärt wurde.

Im Vergleich beider Gleichrichterarten wird deutlich, dass der Zweiweggleichrichter eine bessere Gleichrichtung mit einem Ladekondensator und kleinen Kapazitäten erreicht. Der Grund hierfür ist, dass der Zweiweggleichrichter keine halbe Periode 0 V hat, die vom Ladekondensator ausgeglichen werden muss.

Kondensator $\frac{C_L}{\mu\text{F}}$	Brummspannung $\frac{U_{Br}}{\text{V}}$
10	16,5
100	14,5
1000	0,5

Tabelle 6: Messwerte für Versuchsteil (B): Brummspannungen bei verschiedenen Ladekondensator und Einweggleichrichtung. Der Fehlerwert für die Brummspannung ist jeweils 0,5 V

Kondensator $\frac{C_L}{\mu\text{F}}$	Brummspannung $\frac{U_{Br}}{\text{V}}$
10	11,0
100	1,0
1000	0,0

Tabelle 7: Messwerte für Versuchsteil (B): Brummspannungen bei verschiedenen Ladekondensator und Zweiweggleichrichtung. Der Fehlerwert für die Brummspannung ist jeweils 0,5 V

4.2 Fehlerbetrachtung

Die Messwerte wurden in diesem Versuch mittels zwei Messgeräten aufgenommen. Diese sind zum einen ein Oszilloskop und zum anderen ein Drehspul-Spannungsmessgerät. Es wurden nur Spannungen und Periodendauern gemessen. Jedes Messgerät hat einen nicht unendlichen Innenwiderstand und verändert dadurch die Messung. Dieser Innenwiderstand wurde nicht mit berücksichtigt. Als Fehlerwert wurde jeweils die Ablesegenauigkeit von 0,5 V angenommen.

Schwerwiegender ist die Ablesegenauigkeit des Oszilloskops. Die angezeigten Kurven haben eine gewisse Dicke und im Falle von kleinen Brummspannungen sind diese nicht mehr Wahrnehmbar. Auch der kleinste Spannungsbereich von 5 V, wodurch sich ein auf der Skala bedingter Ablesefehler von 0,5 V ergibt, ist nicht ideal.

Die Fehlerwerte sind allerdings immer noch klein genug, um auf Basis der Daten Aussagen machen zu können.

5 Literatur

- [Orc08] ORCI: *Bändermodell für Leiter, Halbleiter und Isolatoren*. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bändermodell.svg>, Dezember 2008
- [TM09] TIPLER, Paul A. ; MOSCA, Gene: *Physik: für Wissenschaftler und Ingenieure*. 6., Aufl. Heidelberg : Spektrum Akademischer Verlag, 2009. – ISBN 9783827419453
- [Uni10] UNIVERSITÄT PADERBORN – FAKULTÄT FÜR NATURWISSENSCHAFTEN
- PHYSIKALISCHES GRUNDPRAKTIKUM: *E5: Gleichrichterschaltungen*.
<http://groups.uni-paderborn.de/physik/studieninfos/praktika/versuch.php?versuch=e05>, Juni 2010

A Messprotokoll