
Institut für Physik der Humboldt-Universität zu Berlin



Physikalisches Grundpraktikum II

Versuchsprotokoll
E5 - Gleichrichterschaltungen

Versuchsort: New 14 Raum 3'13 Arbeitsplatz 4

Versuchsbetreuer: —

Versuchsgruppe: —

Autor: —; Matrikelnummer: —

Versuchspartner: —; Matrikelnummer: —

27. 10. 2009

1 Ziel und Aufgabenstellung

Gleichrichterschaltungen sind von großer Bedeutung für viele technische Geräte. So werden zum Beispiel fast alle Laptops mit Gleichstrom betrieben. Da jede Steckdose jedoch Wechselspannung liefert, muss die Spannung zuerst gleichgerichtet werden. Ziel des Versuches ist die Untersuchung der Mittel- und Effektivwerte der Spannung an einer Ein- und Zweiweggleichrichterschaltung. Für die graphischen Darstellungen wird *QtiPlot (v0.9.6.2)* verwendet. Der Versuch wird gemäß der Aufgabenstellung¹ in vier Teilaufgaben durchgeführt.

2 Aufgabe 1

Sowohl für den Einweg- als auch für den Zweiweggleichrichter wird mit beziehungsweise ohne Kondensator C der Mittelwert der Gleichspannung \bar{U} in Abhängigkeit der Stromstärke I gemessen.

Einweggleichrichter			
ohne Kapazität		mit Kapazität $C = 10^{-5} F$	
I in mA	\bar{U} in V	I in mA	\bar{U} in V
$0,5 \pm 3,0$	$3,2 \pm 0,4$	$1,0 \pm 3,0$	$8,8 \pm 0,4$
$5,7 \pm 3,0$	$3,0 \pm 0,4$	$5,0 \pm 3,0$	$5,9 \pm 0,4$
$12,4 \pm 3,0$	$2,6 \pm 0,4$	$10,0 \pm 3,0$	$3,6 \pm 0,4$
$19,0 \pm 3,0$	$2,2 \pm 0,4$	$20,0 \pm 3,0$	$2,4 \pm 0,4$
$28,4 \pm 3,0$	$1,8 \pm 0,4$	$30,3 \pm 3,0$	$1,75 \pm 0,11$
$40,0 \pm 3,0$	$1,4 \pm 0,4$	$40,2 \pm 3,0$	$1,30 \pm 0,11$
		$50,5 \pm 3,0$	$0,90 \pm 0,11$
		$60,0 \pm 3,0$	$0,50 \pm 0,11$

Zweiweggleichrichter			
ohne Kapazität		mit Kapazität $C = 10^{-5} F$	
I in mA	\bar{U} in V	I in mA	\bar{U} in V
$20,0 \pm 3,0$	$5,2 \pm 0,4$	$1,1 \pm 3,0$	$9,4 \pm 0,4$
$40,2 \pm 3,0$	$4,4 \pm 0,4$	$5,1 \pm 3,0$	$8,1 \pm 0,4$
$60,3 \pm 3,0$	$3,6 \pm 0,4$	$20,0 \pm 3,0$	$5,8 \pm 0,4$
$81,0 \pm 3,0$	$2,60 \pm 0,11$	$40,0 \pm 3,0$	$4,6 \pm 0,4$
$101,2 \pm 3,0$	$1,75 \pm 0,11$	$59,7 \pm 3,0$	$3,6 \pm 0,4$
$122,0 \pm 3,0$	$0,85 \pm 0,11$	$80,0 \pm 3,0$	$2,70 \pm 0,11$
		$100,3 \pm 3,0$	$1,80 \pm 0,11$
		$120,5 \pm 3,0$	$1,00 \pm 0,11$

$$u_U = \pm\sqrt{2} \cdot (2,5\% \text{ MSB}) = \pm\sqrt{2} \cdot (0,025 \cdot 10 \text{ V}) \quad (1)$$

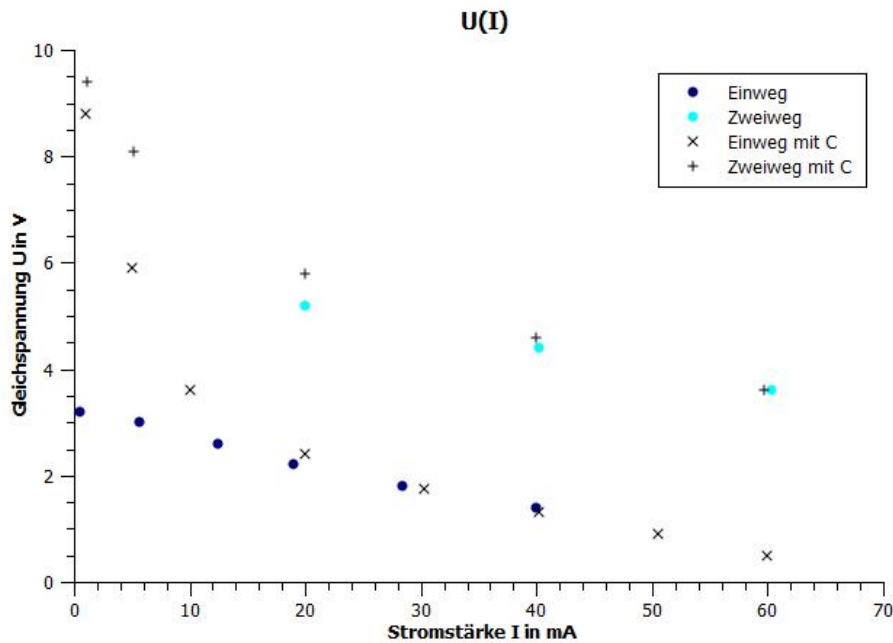
$$= \pm 0,4 \text{ V} \quad (2)$$

$$u_I = \pm\sqrt{2} \cdot (1\% \text{ MSB} + 1\text{LSD}) = \pm\sqrt{2} \cdot (0,01 \cdot 200 \text{ mA} + 0,01) \quad (3)$$

$$= \pm 3,0 \text{ mA} \quad (4)$$

Es wird die Spannung in Abhängigkeit der Stromstärke grafisch dargestellt.

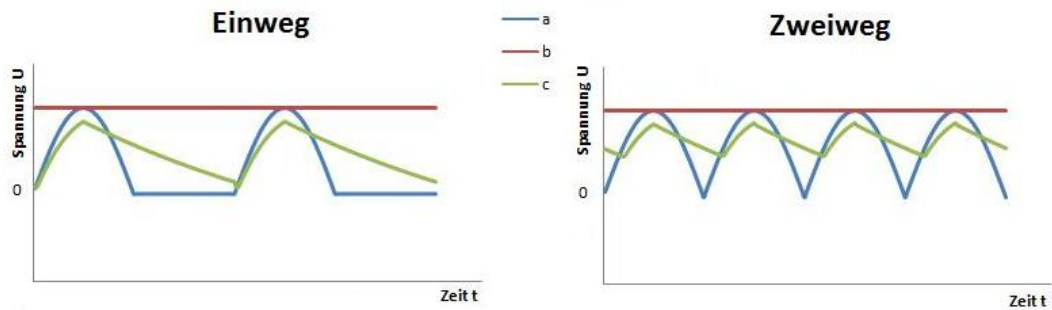
Abbildung 1: Gleichspannung (Stromstärke)



3 Aufgabe 2

Mit einem Oszilloskop wurde der Spannungsverlauf in Abhängigkeit der Zeit betrachtet und skizziert für die Fälle:

- a) keine Belastung, ohne Kondensator
- b) keine Belastung, mit Kondensator
- c) mittlere Belastung, mit Kondensator



4 Aufgabe 3 und Aufgabe 4

Im Leerlauf wird nun der Mittelwert \bar{U} beziehungsweise der Effektivwert U_{eff} der Gleichspannung mit und ohne Kondensator gemessen und daraus die Scheitelspannung U_m ermittelt.

Quellspannung $U_{0,\text{eff}}$ in V	7,2 ± 0,4		$U_m = \sqrt{2} \cdot U_{0,\text{eff}}$	10,2 ± 0,6
Einweggleichrichter				
	ohne Kapazität	mit Kapazität $C = 10^{-5} F$		
\bar{U} in V	3,2 ± 0,4	9,8 ± 0,4	$U_m = \pi \cdot \bar{U}$	10,1 ± 1,3
U_{eff} in V	3,4 ± 0,4		$U_m = 2\sqrt{2} \cdot U_{\text{eff}}$	9,6 ± 1,1
Zweiweggleichrichter				
\bar{U} in V	6,3 ± 0,4	10,0 ± 0,4	$U_m = \frac{\pi}{2} \cdot \bar{U}$	9,9 ± 0,6
U_{eff} in V	6,7 ± 0,4		$U_m = \sqrt{2} \cdot U_{\text{eff}}$	9,5 ± 0,6

5 Kritische Ergebniseinschätzung

In Aufgabe 1 ist zu erkennen, dass bei den Messungen ohne Kondensator die Spannungswerte des Zweiweggleichrichters doppelt so groß sind wie die des Einweggleichrichters. Das ist zu erwarten, denn beim Einweggleichrichter wird nur die Hälfte des Stromes durchgelassen. Die Graphen verlaufen wegen dem Ohm'schen Gesetz $U = R \cdot I$ linear.

Die Spannungen bei den Schaltungen mit Kondensator werden bei geringeren Stromstärken immer größer und gehen im Leerlauf gegen den Scheitelwert der Quellspannung. Grund dafür ist, dass der Kondensator sich im Leerlauf voll, also bis zur Scheitelspannung, auflädt und sich dann nicht mehr entladen kann, da kein Strom fließt. Bei höheren Stromstärken nähert sich die Spannung dem Verlauf ohne Kondensator an, da dann die Stromstärken so groß sind, dass die Ladung schneller vom Kondensator gesaugt wird, als dieser sich aufladen kann.

Die Spannungsverläufe in den Skizzen aus Aufgabe 2 entsprechen den theoretischen Erwartungen. Im Fall *a* fließt kein Strom. Durch den Einweggleichrichter wird die negative Halbwelle der Wechselspannung abgeschnitten. Der Zweiweggleichrichter macht den Negativteil positiv. Schließt man nun in beiden Schaltungen einen Kondensator hinzu, lädt er sich zu Beginn auf und kann sich dann nicht mehr entladen. Die Spannung ist dann konstant null. Im Fall *c* stellt man einen bestimmten Widerstand ein. Die Spannung des Kondensators steigt annähernd wie die pulsierende Gleichspannung an und fällt dann exponentiell ab, da die Ladung nun abfließen kann. Dadurch wird die Spannung geglättet. Die Anzahl der Spannungsbögen pro Zeit ist bei der Zweiweggleichrichtung natürlich doppelt so groß wie bei der Einweggleichrichtung.

Die in Aufgabe 4 berechneten Scheitelspannungen liegen alle innerhalb der Unsicherheit bei ungefähr 10 Volt. Das bestätigen die Messungen der Spannung mit Kondensatoren im Leerlauf. Auch hier sind die Spannungswerte des Zweiweggleichrichters doppelt so groß wie die des Einweggleichrichters.

Literatur

- [1] U. Müller, *Physikalisches Grundpraktikum – Elektrodynamik und Optik*, E5, Humboldt-Universität zu Berlin, 2005