

HOCHSCHULE ALBSTADT-SIGMARINGEN  
STUDIENGANG TECHNISCHE INFORMATIK

## **Praktikum Elektrotechnik**

# **Versuch 1**

## **Team 1 Gruppe 1**

Steffen Hecht & Florian Lubitz

8. November 2016

# Inhaltsverzeichnis

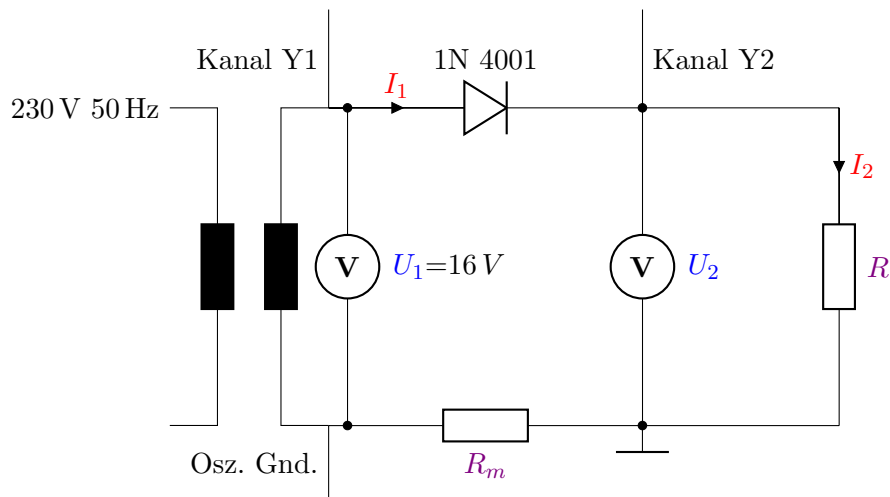
<b>1</b>	<b>Einweggleichrichtung</b>	<b>3</b>
1.1	Einweggleichrichtung mit ohmscher Belastung ohne Kondensator . . . . .	3
1.1.1	Messaufgaben . . . . .	4
1.1.2	Auswertung . . . . .	5
1.2	Einweggleichrichtung mit Glättungskondensator . . . . .	7
1.2.1	Messaufgaben . . . . .	8
1.2.2	Auswertung . . . . .	8
<b>2</b>	<b>Brückengleichrichtung</b>	<b>10</b>
2.1	Brückengleichrichtung ohne Glättungskondensator . . . . .	10
2.1.1	Messaufgaben . . . . .	11
2.1.2	Auswertung . . . . .	11
2.2	Brückengleichrichtung mit Glättungskondensator . . . . .	13
2.2.1	Messaufgaben . . . . .	14
2.2.2	Auswertung . . . . .	15
<b>3</b>	<b>Siebschaltungen</b>	<b>16</b>
3.1	RC-Siebung . . . . .	16
3.1.1	Messaufgaben . . . . .	16
<b>4</b>	<b>Spannungsstabilisierung</b>	<b>18</b>
4.1	Spannungsserienstabilisierung mit einem längsgeregeltem DC/DC-Wandler	18
4.1.1	Messaufgaben . . . . .	19
4.1.2	Auswertung . . . . .	20

# 1 Einweggleichrichtung

## 1.1 Einweggleichrichtung mit ohmscher Belastung ohne Kondensator

Messaufbau:

- 1 Widerstand  $R = 1\text{ k}\Omega$
- 1 Widerstand  $R_m = 10\text{ }\Omega$
- 1 Diode V1, Typ 1N4001



### 1.1.1 Messaufgaben

#### Messaufgabe 1

**Aufgabe:** Skizzieren Sie die Spannungs- und Stromverläufe  $U_1(t)$ ,  $U_2(t)$  und  $I_1(t)$ .

**Durchführung:** Schaltung aufbauen.  $U_1 = 16\text{ V}$  einstellen mit Regler am roten Netztrafo. Oszillograph anschließen. Messen Sie den Diodenstrom  $I_D(t)$  indirekt am Messwiderstand  $R_m$ .

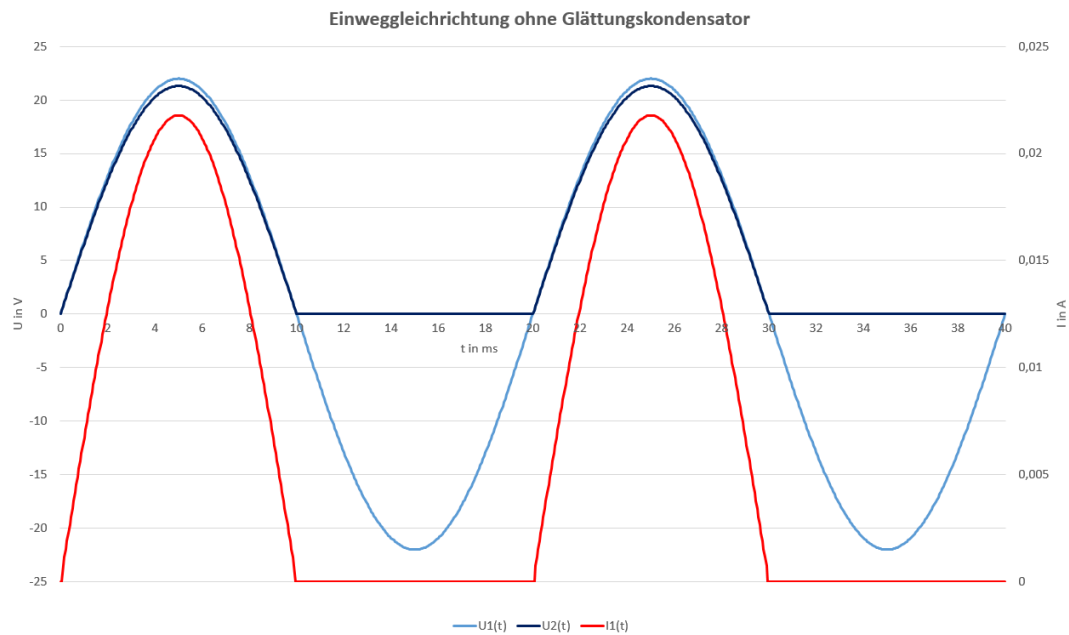


Abbildung 1.1: Verläufe: Einweggleichrichtung ohne Glättungskondensator

#### Messaufgabe 2

**Aufgabe:** Messen sie mit dem Oszillograph und Multimeter

Tabelle 1.1: Messergebnisse Einweggleichrichtung ohne Kondensator

Messgröße		Messergebnis
Frequenz der Eingangsspannung	$f$	50 Hz
Brummspannungsfrequenz	$f_{br}$	50 Hz
Scheitelwerte	$U_{1max}$	– 22 V – 22 V
Scheitelwert	$U_{2max}$	0 V – 21,3 V
Stromflusswinkel	$\alpha[^\circ]$	0°
Brummspannung	$U_{brmax}$	21,3 V
Effektivwert	$U_1$	16,06 V
Gleichspannung	$U_{2-}$	6,84 V

### 1.1.2 Auswertung

**Aufgabe 1:** Berechnen Sie aus den Messwerten das Verhältnis  $\frac{U_1}{U_{2-}}$ . Geben Sie den gemessenen und den theoretischen Wert an (mit Herleitung).

Aus den Messwerten errechnet:

$$\frac{U_1}{U_{2-}} = \frac{16,06 \text{ V}}{6,84 \text{ V}} \approx 2,35$$

Theoretisch gilt:

$$U_{2-} = \frac{U_1}{\sqrt{2}}$$

Daraus folgt:

$$\frac{U_1}{U_{2-}} = \frac{U_1}{\frac{U_1}{\sqrt{2}}} = \sqrt{2} \approx 1,4141$$

**Aufgabe 2:** Erklären Sie die indirekte Strommessung mit dem Oszillograph, und geben Sie den gemessenen und errechneten Wert an.

$$I_{\text{gemessen}} = 22,00 \text{ mA}$$

$$I_{\text{errechnet}} = 21,08 \text{ mA}$$

Begründen Sie den Unterschied zwischen den Werten.

Da der Strom  $I$  innerhalb des Schaltkreises die gleich groß ist, lässt er sich über den Spannungsabfall an einem Widerstand errechnen. In unserem Fall haben wir mit dem

Oszillograph am Messwiderstand die Spannung  $U_{R_m} = 220 \text{ mV}$  gemessen. Damit lässt sich jetzt der Strom folgendermaßen berechnen:

$$\begin{aligned} I_{\text{gemessen}} &= \frac{U_{R_m}}{R_m} \\ I_{\text{gemessen}} &= \frac{22 \text{ V}}{10 \Omega} \\ I_{\text{gemessen}} &= 22 \text{ mA} \end{aligned}$$

Um den Strom ohne eine Messung zu berechnen, benötigen wir die folgenden Größen:

- den Gesamtwiderstand der Schaltung  $R_{\text{ges}}$
- Spannungsabfall der gesamten Schaltung  $U_{\text{ges}} = U_1$

Der Gesamtwiderstand  $R_{ges}$  setzt sich aus den Einzelwiderständen in der Schaltung zusammen:

$$R_{ges} = R + R_m = 1010 \Omega$$

Mit  $R_{ges} = 1010 \Omega$  und  $(U_{ges}) = U_1 = 22 \text{ V}$ :

$$I_{berechnet} = \frac{U_{ges}}{R_{ges}}$$

$$I_{berechnet} = \frac{22 \text{ V}}{1010 \Omega}$$

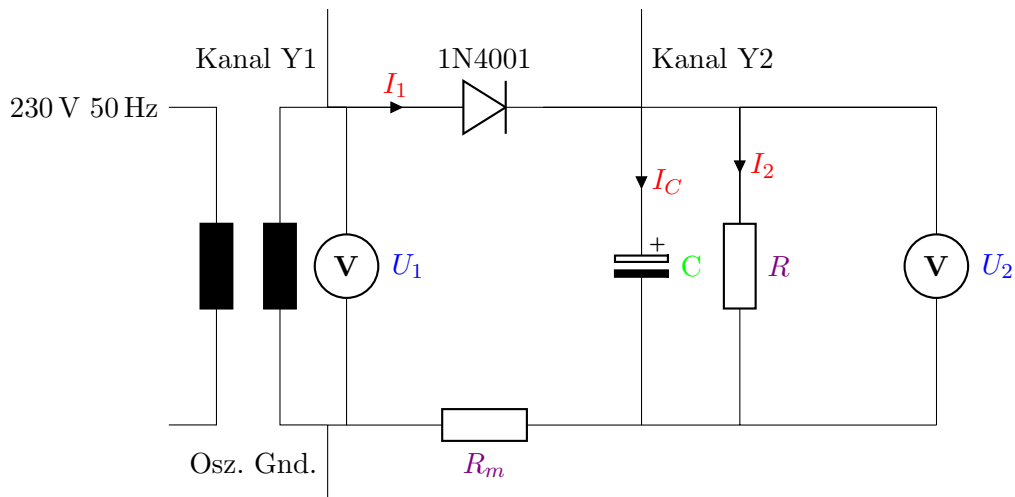
$$I_{berechnet} = 21,7 \text{ mA}$$

Der Unterschied zwischen den beiden Werten entsteht durch Messfehler und Toleranzen bei den Widerständen. Die Widerstände dürfen eine 10 %-ige Abweichung von ihrem angegebenen Wert besitzen. Bei einem Gesamtwiderstand von  $1010 \Omega$  sind  $0,63 \text{ mA}$  innerhalb dieser Toleranz.

## 1.2 Einweggleichrichtung mit Glättungskondensator

### Messaufbau

- 1 Widerstand  $R = 1 \text{ k}\Omega$
- 1 Widerstand  $R_m = 10 \Omega$
- 1 Diode V1, Typ 1N4001
- 1 Kondensator  $C = 100 \mu\text{F}$ ,  $40 \text{ V}$  *Elektrolyt*



## 1.2.1 Messaufgaben

### Messaufgabe 1

**Aufgabe:** Messen Sie die Spannungs- und Stromverläufe  $U_1(t)$ ,  $U_2(t)$ ,  $I_2(t) = \frac{U_2(t)}{R}$  mit dem Oszillographen.

**Durchführung:** Schaltung aufbauen.  $U_1 = 16\text{ V}$  einstellen.

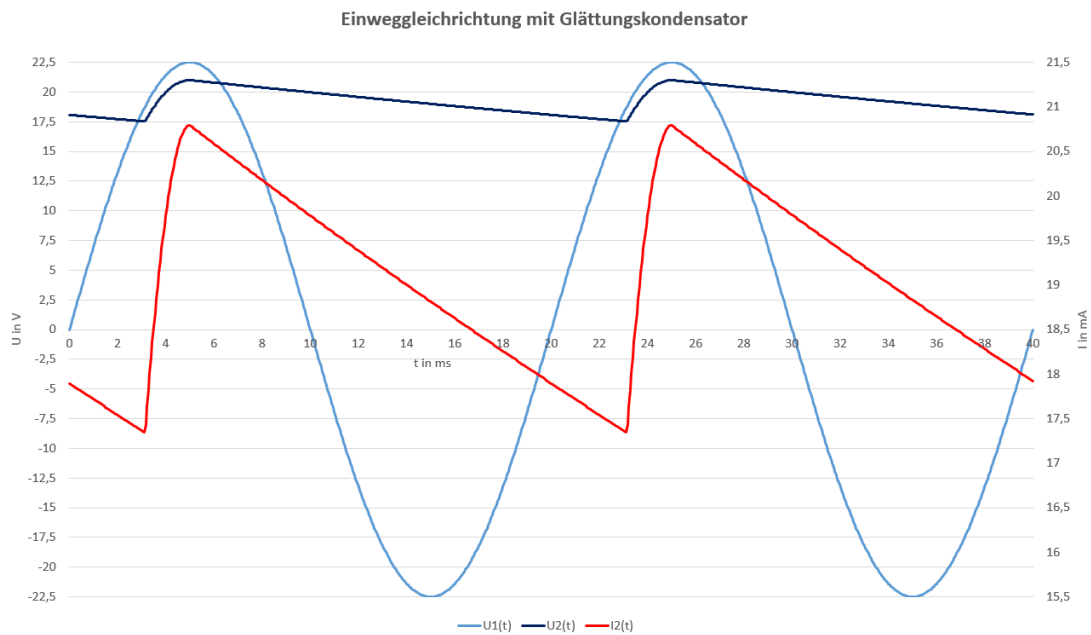


Abbildung 1.2: Verlauf: Einweggleichrichtung mit Glättungskondensator

### Messaufgabe 2

**Aufgabe:** Messen sie mit dem Oszillograph und Multimeter

## 1.2.2 Auswertung

!!!!TODO: Nochmal anschauen !!!!



Tabelle 1.2: Messergebnisse Einweggleichrichtung mit Kondensator

Messgröße		Messergebnis
Frequenz der Eingangsspannung	$f$	50 Hz
Brummspannungsfrequenz	$f_{br}$	50 Hz
Scheitelwerte	$U_{1max}$	$-22,5\text{ V} - 22,5\text{ V}$
Scheitelwert	$U_{2max}$	21 V
Stromflusswinkel	$\alpha[^\circ]$	$0^\circ$
Brummspannung	$U_{brmax}$	4 V
Effektivwert	$U_1$	16,04 V
Gleichspannung	$U_{2-}$	19,18 V

**Aufgabe 1:** Bestätigen Sie die Näherung  $U_2 \approx \sqrt{2} \cdot (U_1 - 0,65) \cdot \cos(\frac{a}{2})$

$$U_2 \approx \sqrt{2} \cdot (U_1 - 0,65) \cdot \cos(\frac{a}{2})$$

$$21\text{ V} \approx \sqrt{2} \cdot (16,04\text{ V} - 0,65) \cdot \cos(\frac{0^\circ}{2})$$

$$21\text{ V} \approx \sqrt{2} \cdot 15,39\text{ V} \cdot 1$$

$$21\text{ V} \approx 21,76\text{ V}$$

**Aufgabe 2:** Bestimmen Sie den Glättungsfaktor  $G$

$$G = 2 \cdot 3,14 \cdot f \cdot C \cdot R$$

mit Lastwiderstand  $R = 1\text{ k}\Omega$ ,

Kapazität des Glättungskondensator  $C = 100\mu\text{F}$  und

Frequenz der Eingangswechselspannung  $f = 50\text{ Hz}$

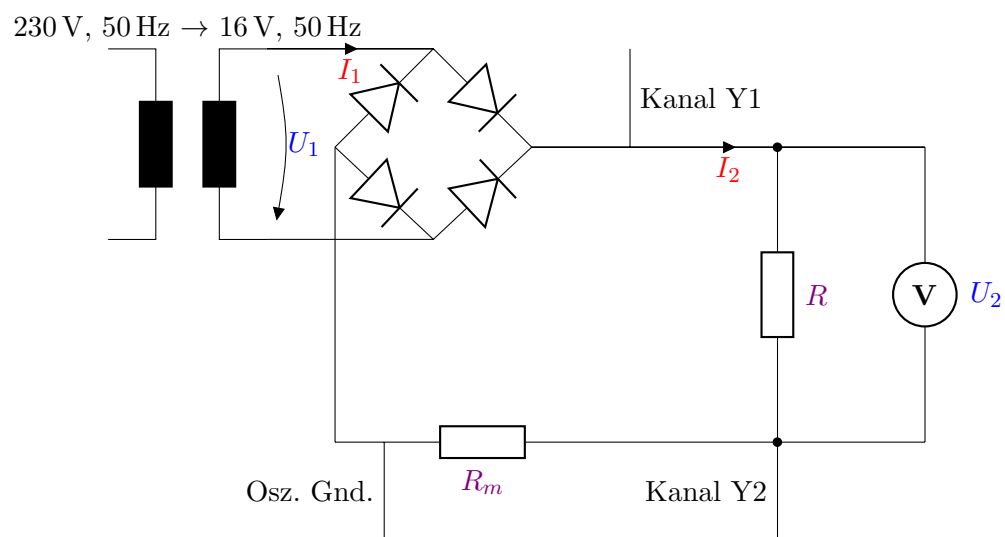
$$\begin{aligned}
 G &= 2 \cdot 3,14 \cdot f \cdot C \cdot R \\
 &= 2 \cdot 3,14 \cdot 50\text{ Hz} \cdot 100\mu\text{F} \cdot 1\text{ k}\Omega \\
 &= 31,4
 \end{aligned}$$

## 2 Brückengleichrichtung

### 2.1 Brückengleichrichtung ohne Glättungskondensator

Messaufbau:

- 1 Widerstand  $R = 1\text{ k}\Omega$
- 1 Widerstand  $R_m = 10\text{ }\Omega$
- Brückengleichrichter Typ B80 C 1000/1500



### 2.1.1 Messaufgaben

#### Messaufgabe 1

**Aufgabe:** Zeichnen Sie die Spannungs- und Stromverläufe  $U_1(t)$ ,  $U_2(t)$  und  $I_2(t)$  auf

**Durchführung:** Schaltung aufbauen.  $U_1 = 16\text{ V}$  einstellen. Oszillograph anschließen.

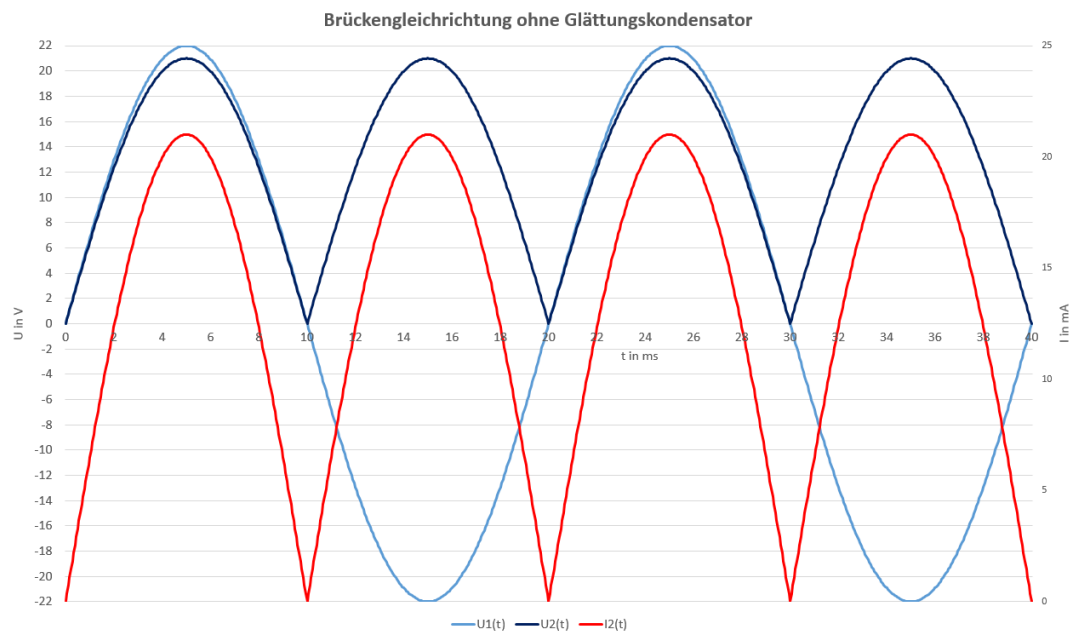


Abbildung 2.1: Verlauf: Brückengleichrichtung ohne Glättungskondensator

#### Messaufgabe 2

**Aufgabe:** Messen sie mit dem Oszillograph und Multimeter

### 2.1.2 Auswertung

**Aufgabe 1:** Berechnen Sie aus den Messwerten das Verhältnis  $\frac{U_1}{U_{2-}}$ . Geben Sie den theoretischen Wert an (Herleitung, Diodenspannung vernachlässigt).

Aus den Messwerten errechnet:

$$\frac{U_1}{U_{2-}} = \frac{16,01}{12,97} = 1,234$$

Tabelle 2.1: Messergebnisse Brückengleichrichtung ohne Glättungskondensator

Messgröße		Messergebnis
Frequenz der Eingangsspannung	$f$	50 Hz
Brummspannungsfrequenz	$f_{br}$	100 Hz
Scheitelwerte	$U_{1max}$	− 22 V – 22 V
Scheitelwert	$U_{2max}$	0 V – 21 V
Stromflusswinkel	$\alpha[^\circ]$	0°
Brummspannung	$U_{brmax}$	21 V
Effektivwert	$U_1$	16,01 V
Gleichspannung	$U_{2-}$	12,97 V

Theoretisch:

$$\begin{aligned}
 U_{2-} &= \sqrt{2} \cdot U_1 \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \\
 &\approx \sqrt{2} \cdot U_1 \cdot \cos \frac{0^\circ}{2} \\
 &\approx \sqrt{2} \cdot U_1 \cdot 1
 \end{aligned}$$

Damit:

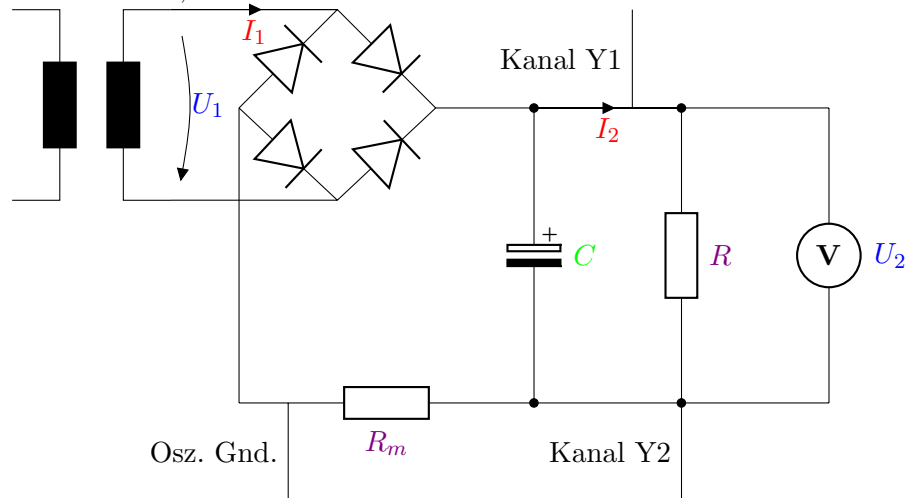
$$\frac{U_1}{U_{2-}} = \frac{U_1}{\sqrt{2} \cdot U_1} = \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0,707$$

## 2.2 Brückengleichrichtung mit Glättungskondensator

### Messaufbau:

- 1 Widerstand  $R = 1\text{ k}\Omega$
- 1 Widerstand  $R_m = 10\text{ }\Omega$
- 1 Kondensator  $C = 33\text{ }\mu\text{F}$ , 40 V
- 1 Kondensator  $C = 100\text{ }\mu\text{F}$ , 40 V
- 1 Kondensator  $C = 220\text{ }\mu\text{F}$ , 40 V
- 1 Kondensator  $C = 1000\text{ }\mu\text{F}$ , 40 V
- Brückengleichrichter Typ B80 C 1000/1500

230 V, 50 Hz  $\rightarrow$  16 V, 50 Hz



## 2.2.1 Messaufgaben

### Messaufgabe 1

**Aufgabe:** Messen und skizzieren Sie für C mit  $33\ \mu\text{F}$  die Spannungs- und Stromverläufe von  $U_2(t)$  und  $I_2(t)$  auf.

**Durchführung:** Schaltung aufbauen.  $U_1 = 16\ \text{V}$  einstellen. Werte messen und aufschreiben.

$$U_2 = 18,55\ \text{V}$$
$$I_2 = \frac{18,55\ \text{V}}{1\ \text{k}\Omega} = 18,55\ \text{mA}$$

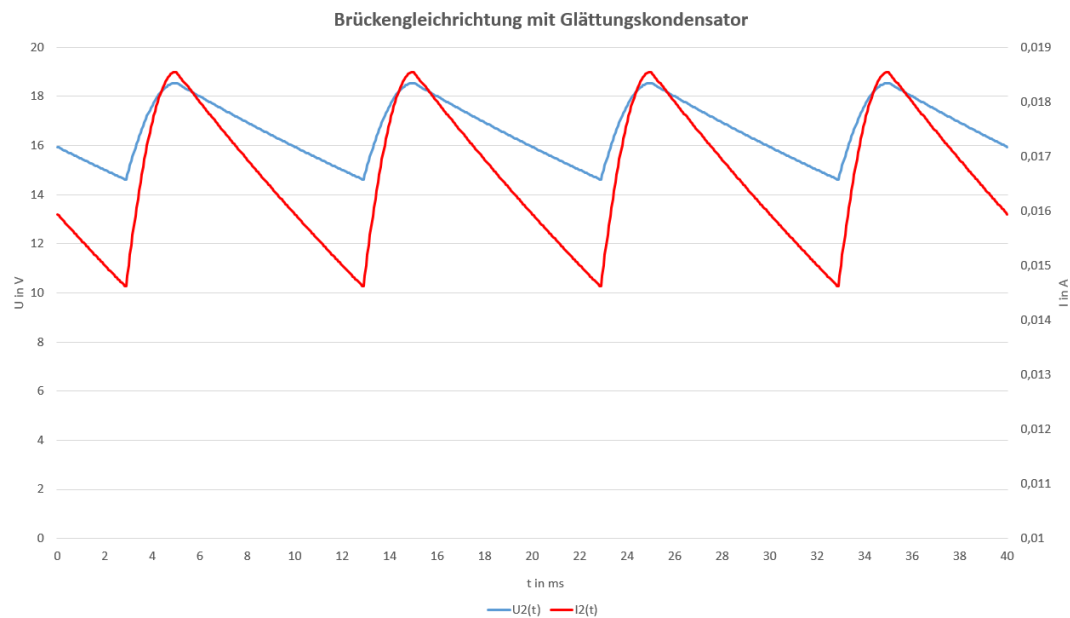


Abbildung 2.2: Verlauf: Brückengleichrichtung mit Glättungskondensator

## Messaufgabe 2

**Aufgabe:** Protokollieren Sie die Werte für verschiedene Größen des Kondensators C1 in u.a. Tabelle. (Setzen Sie abwechseln die verschiedenen Kondensatoren in die Schaltung ein).

Tabelle 2.2: Messwertetabelle Brückengleichrichtung mit Glättungskondensator

$C [\mu F]$	$33 \mu F$	$100 \mu F$	$220 \mu F$	$1000 \mu F$
$f_{Eingang} [Hz]$	50	50	50	50
$f_{br} [Hz]$	100	100	100	100
$U_{brss} [V]$	4,4	1,9	1,4	1,1
$\frac{U_1}{U_2}$	1,186	1,126	1,119	1,119
$W (10^{-2})$	8,4	3,4	2,5	2,0
$U_1 [V]$	22	22	22	22
$U_2 [V]$	18,55	19,54	19,65	19,66
G	10,362	31,4	69,08	314

### 2.2.2 Auswertung

**Aufgabe 1:** Berechnen Sie die Verhältnisse  $\frac{U_1}{U_2}$ ,  $W = \frac{U_{2w}}{U_2}$ , sowie den Glättungsfaktor G für obige Messreihe. Rechnen Sie mit  $U_{2w} = \frac{U_{2brss}}{2,828}$ . Beurteilen Sie die Ergebnisse in Bezug auf die Dimensionierung von Stromversorgungsschaltungen.

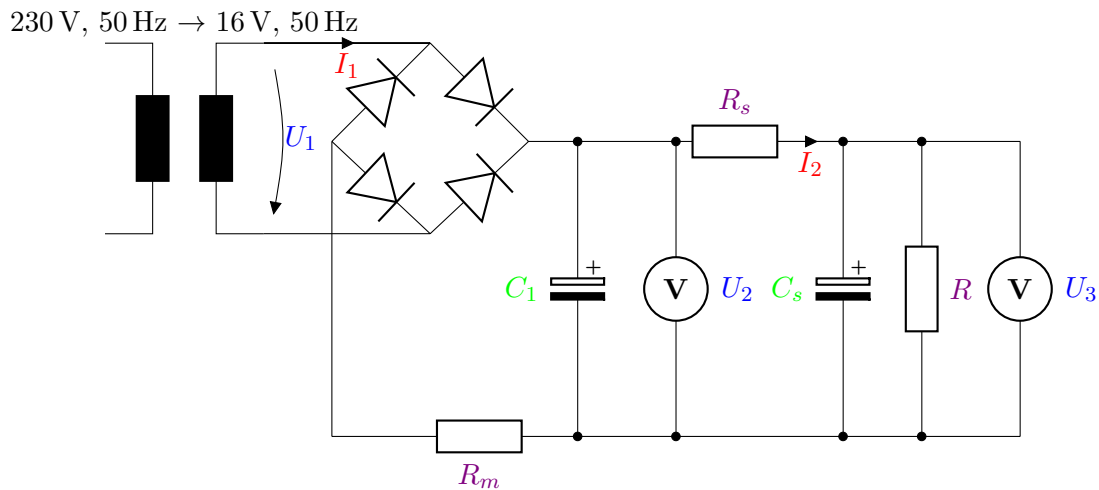
Stromversorgungsschaltungen sollten immer einen Kondensator im Verhältnis  $\frac{R_{Last}}{C} = \frac{1}{10^{-6}}$  besitzen.

## 3 Siebschaltungen

### 3.1 RC-Siebung

#### Messaufbau:

- 1 Widerstand  $R = 470 \Omega$
- 1 Widerstand  $R_s = ? \Omega$
- 1 Kondensator  $C_1 = 22 \mu\text{F}, 40 \text{ V}$
- 1 Kondensator  $C_s = ? \mu\text{F}, 40 \text{ V}$
- Brückengleichrichter Typ B80 C 1000/1500



#### 3.1.1 Messaufgaben

##### Messaufgabe 1

**Aufgabe:** Für die Gleichrichterschaltung aus 2.2 ist ein RC-Siebglied auszulegen. Dimensionieren Sie den Serienwiderstand  $R_s$  (Widerstand, Leistung) und den Siebkondensator  $C_s$  so, dass der Siebfaktor  $s = \frac{U_{2w}}{U_{3w}}$  ca. 10 beträgt. Rechnen Sie mit der im Anhang angegebenen Näherungsformel für RC-Siebung. Folgende Randbedingungen sind einzuhalten: der zusätzliche Spannungsabfall am Serienwiderstand  $R_s$  darf 10 % der Ausgangsspannung (bei Nennstrom) nicht überschreiten. maximale Ausgangslast  $R = 470 \Omega$ . Messen Sie die Verhältnisse bei einer Belastung von  $R = 470 \Omega$  mit dem Oszillograph nach.



**Durchführung:** Schaltung aufbauen, Messwerte (Restwelligkeit) protokollieren und graphisch darstellen ( $U_1, U_2, U_3$ ).

**Ergebnisse:** Die Näherung für den Siebfaktor lässt sich so umstellen, dass der Kondensator richtig gewählt werden kann. Als Widerstand wählen wir  $47\,\Omega$ , damit haben wir 10 % Spannungsabfall.

$$S = 2 \cdot 3,14 \cdot f_g \cdot C_s \cdot R_s \quad | : 2 \cdot 3,14 \cdot f_g \cdot R_s$$

$$C_s = \frac{S}{2 \cdot 3,14 \cdot f_g \cdot R_s}$$

$$C_s = \frac{10}{2 \cdot 3,14 \cdot 50\,\text{Hz} \cdot 47\,\Omega}$$

$$C_s = 338\,\mu\text{F}$$

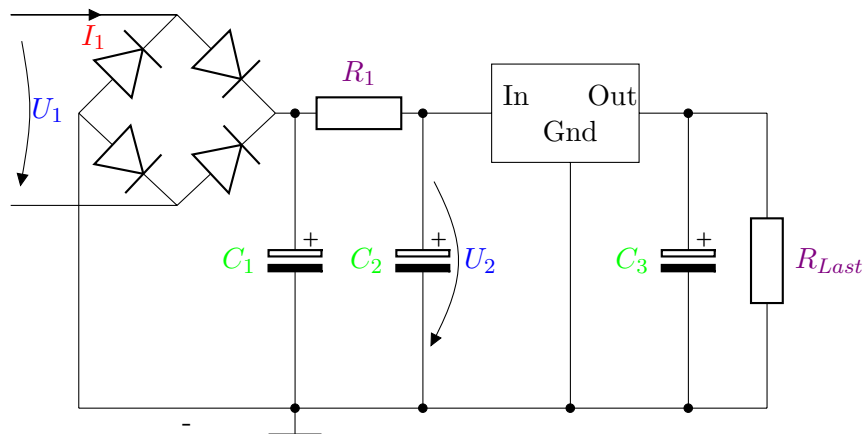
**Spannungsverläufe:** **!!!!TODO: Verläufe einfügen !!!!**

## 4 Spannungsstabilisierung

### 4.1 Spannungsserienstabilisierung mit einem längsgeregeltem DC/DC-Wandler

Messaufbau:

- 1 Widerstand  $R_{Last} = 56 \Omega$ , 10 %, 3 W
- 1 Widerstand  $R_{Last} = 220 \Omega$ , 10 %, 3 W
- 1 Widerstand  $R_{Last} = 470 \Omega$ , 10 %, 3 W
- 1 Widerstand  $R_{Last} = 1,2 \text{ k}\Omega$ , 10 %, 3 W
- 1 Widerstand  $R_1 = 6,7 \Omega$ , 10 %
- 1 Kondensator  $C_1 = 100 \mu\text{F}$ , 40 V
- 1 Kondensator  $C_2 = 22 \mu\text{F}$ , 40 V
- 1 Kondensator  $C_3 = 0,47 \mu\text{F}$ , 40 V
- Brückengleichrichter Typ B80 C 1000/1500
- Spannungsregler IC1, 7805



### 4.1.1 Messaufgaben

#### Messaufgabe 1

**Aufgabe:** Ausgangskennlinie  $U_3 = f(R_{Last})$ . Messen Sie mit dem Multimeter:  $U_{2-}$  und  $U_{3-}$ . Beobachten Sie mit dem Oszillograph Ausgangsspannung  $U_{3-}$ .

**Durchführung:** Schaltung aufbauen.  $U_1 = 16\text{ V}$  einstellen. Messwerte für die verschiedenen Widerstände in die Tabelle 4.1 eintragen.

Tabelle 4.1: Messwertetabelle Spannungsserienstabilisierung

$R_{Last}[\Omega]$	1200	470	220	56
$U_{2-}[\text{V}]$	20,29	20,06	19,62	17,56
$U_{3-}[\text{V}]$	4,97	4,97	4,97	4,95
$U_{3brss}[\text{mV}]$	4	5	7	16
$P_v[\text{W}]$	0,26	0,64	1,31	3,95
Wirkungsgrad in %	24,49	24,78	25,33	28,19

#### Messaufgabe 2

**Aufgabe:** Spannungsregler - Wirkungsgrad. Lastwiderstand  $R_{Last} = 100\text{ V}$  Messen Sie mit dem Multimeter:  $U_{2-}$  und  $U_{3-}$ , Werte notieren.

**Ergebnis:** Die Messung ergibt:

$$U_{2-} = 18,69\text{ V}$$

$$U_{3-} = 4,96\text{ V}$$

#### Messaufgabe 3

**Aufgabe:** Ermitteln Sie die Eingangsspannung  $U_1$  bei der die Schaltung für  $R_{Last} = 56\text{ }\Omega$  noch einwandfrei regelt und geben Sie den Spannungswert an. Beobachten Sie dazu die Ausgangsspannung  $U_3(t)$  mit dem Oszillograph.

**Ergebnis:** Bei einer Eingangsspannung von  $3,4\text{ V}$  regelt die Schaltung noch einwandfrei.

### 4.1.2 Auswertung

**Aufgabe 1:** Berechnen Sie zu allen Messwerten die Verlustleistung  $P_v = P_{ce}$  und den Wirkungsgrad des Spannungsreglers (Eigenverbrauch vernachlässigt). Tragen Sie die Daten in die Tabelle 4.1 ein

Berechnung von  $P_v$ :

$$P_v = (U_2 - U_3) * \frac{U_2}{R_{Last}}$$

Berechnung des Wirkungsgrads

$$\eta = \frac{U_3}{U_2}$$

# Tabellenverzeichnis

1.1	Messergebnisse Einweggleichrichtung ohne Kondensator . . . . .	5
1.2	Messergebnisse Einweggleichrichtung mit Kondensator . . . . .	9
2.1	Messergebnisse Brückengleichrichtung ohne Glättungskondensator . . . .	12
2.2	Messwertetabelle Brückengleichrichtung mit Glättungskondensator . . . .	15
4.1	Messwertetabelle Spannungsserienstabilisierung . . . . .	19

# Abbildungsverzeichnis

1.1	Verläufe: Einweggleichrichtung ohne Glättungskondensator . . . . .	4
1.2	Verlauf: Einweggleichrichtung mit Glättungskondensator . . . . .	8
2.1	Verlauf: Brückengleichrichtung ohne Glättungskondensator . . . . .	11
2.2	Verlauf: Brückengleichrichtung mit Glättungskondensator . . . . .	14