

HOCHSCHULE ALBSTADT-SIGMARINGEN
STUDIENGANG TECHNISCHE INFORMATIK

Praktikum Elektrotechnik

Versuch 1

Stromversorgungsschaltung

24. Oktober 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Einweggleichrichtung	3
1.1	Einweggleichrichtung mit ohmscher Belastung ohne Kondensator	3
1.1.1	Messaufgaben	3
1.1.2	Auswertung	4
1.2	Einweggleichrichtung mit Glättungskondensator	4
1.2.1	Messaufgaben	5
1.2.2	Auswertung	5
2	Brückengleichrichtung	7
2.1	Brückengleichrichtung ohne Glättungskondensator	7
2.1.1	Messaufgaben	7
2.1.2	Auswertung	7
2.2	Brückengleichrichtung mit Glättungskondensator	8
2.2.1	Messaufgaben	9
2.2.2	Auswertung	9
3	Siebschaltungen	10
3.1	RC-Siebung	10
3.1.1	Messaufgaben	10
4	Spannungsstabilisierung	11
4.1	Spannungsserienstabilisierung mit einem längsregulatedem DC/DC-Wandler	11
4.1.1	Messaufgaben	11
4.1.2	Auswertung	12
5	Anhang	14
5.1	Glättungsfaktor G	14
5.2	Welligkeit einer Mischspannung	14
5.3	Stromflusswinkel „ α “	15
5.4	Siebfaktor S	15

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

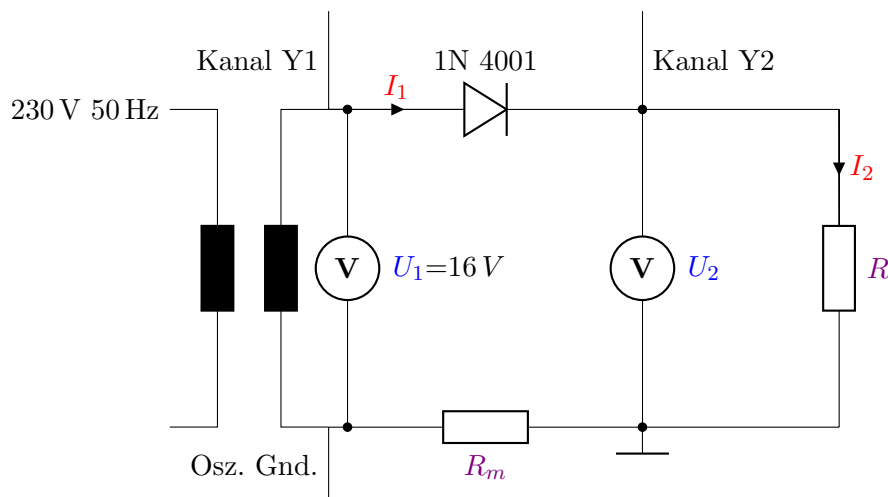


Tabelle 1.1: Oszillographeneinstellung

Kanal Y1	5 V pro Teil, Signal bei $u_1(t)$
Kanal Y2	5 V pro Teil, Signal bei $u_2(t)$
Kopplung	DC
Trigger	Y1, in, norm, level
Darstellung	Chopped
Zeitablenkung	5 μs

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 .

Messaufgabe 2

Aufgabe: Zeichnen Sie die Spannungsverläufe auf

Messaufgabe 3

Aufgabe: Messen Sie mit dem Oszillograph und Multimeter

Tabelle 1.2: Messergebnisse Einweggleichrichtung ohne Kondensator

Messgröße	Messergebnis
Oszillograph:	
Frequenz der Eingangsspannung f	
Brummspannungsfrequenz f_{br}	
Scheitelwerte U_{1max}	
Scheitelwert U_{2max}	
Stromflusswinkel $\alpha[^\circ]$	
Brummspannung U_{brmax}	
Multimeter:	
Effektivwert U_1	
Gleichspannung U_{2-}	

1.1.2 Auswertung

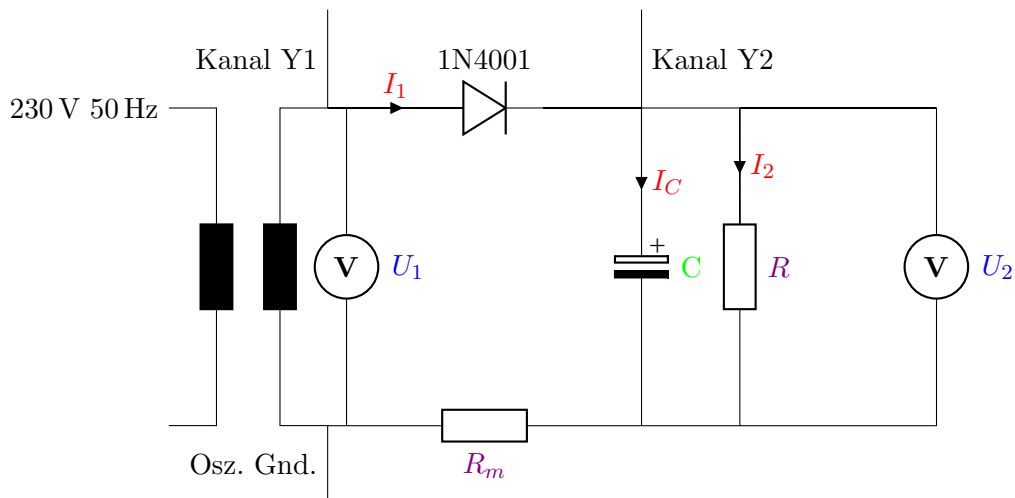
Aufgabe 1: Berechnen Sie aus den Messwerten das Verhältnis $\frac{U_1}{U_{2-}}$. Geben Sie den gemessenen und den theoretischen Wert an (mit Herleitung).

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

1.2 Einweggleichrichtung mit Glättungskondensator

Messaufbau

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

Messaufgabe 2

Aufgabe: Messen sie mit dem Oszillograph und Multimeter

Tabelle 1.3: Messergebnisse Einweggleichrichtung mit Kondensator

Messgröße	Messergebnis
Oszillograph:	
Frequenz der Eingangsspannung	f
Brummspannungsfrequenz	f_{br}
Scheitelwerte	U_{1max}
Scheitelwert	U_{2max}
Stromflusswinkel	$\alpha[^\circ]$
Brummspannung	U_{brmax}
Multimeter:	
Effektivwert	U_1
Gleichspannung	U_{2-}

1.2.2 Auswertung

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

Aufgabe 2: Bestimmen Sie den Glättungsfaktor G

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

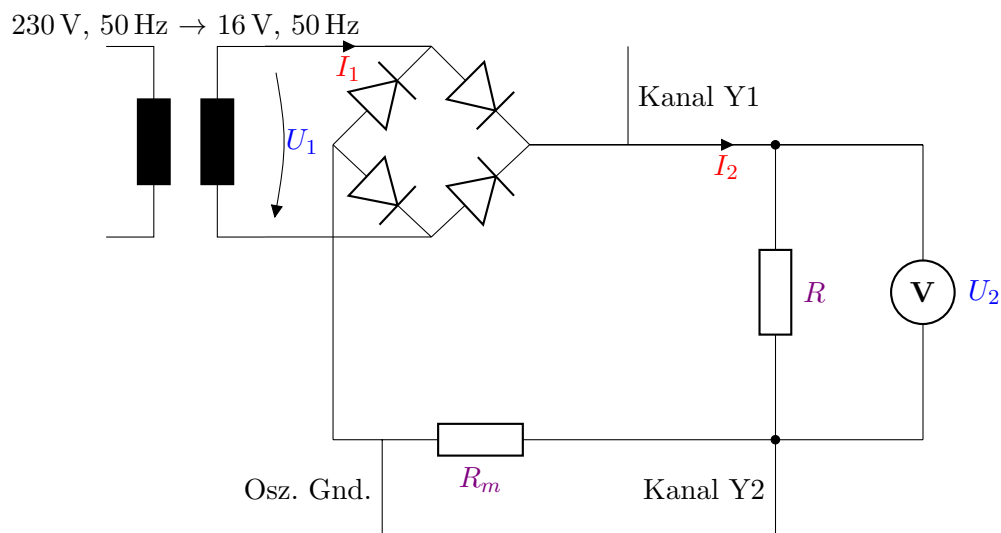
(siehe Anhang)

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.

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).

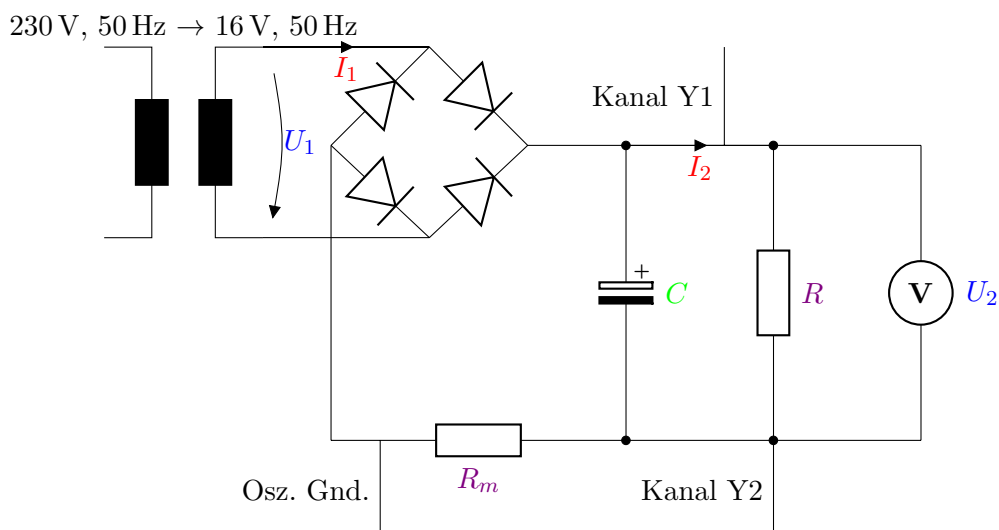
Tabelle 2.1: Messergebnisse Brückengleichrichtung ohne Glättungskondensator

Messgröße	Messergebnis
Oszillograph:	
Frequenz der Eingangsspannung	f
Brummspannungsfrequenz	f_{br}
Scheitelwerte	U_{1max}
Scheitelwert	U_{2max}
Stromflusswinkel	$\alpha[^\circ]$
Brummspannung	U_{brmax}
Multimeter:	
Effektivwert	U_1
Gleichspannung	U_{2-}

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



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. Zeichnung anfertigen.

Messaufgabe 2

Aufgabe: Protokollieren Sie die Werte für verschiedene Größen des Kondensators C_1 in u.a. Tabelle. (Setzen Sie abwechseln die verschiedenen Kondensatoren in die Schaltung ein).

Tabelle 2.2: Messwertetabelle Brückengleichrichtung mit Glättungskondensator

$C_1 [\mu\text{F}]$	$33 \mu\text{F}$	$100 \mu\text{F}$	$220 \mu\text{F}$	$1000 \mu\text{F}$
$f_{\text{Eingang}} [\text{Hz}]$				
$f_{br} [\text{Hz}]$				
$U_{brss} [\text{V}]$				
$\frac{U_1}{U_2}$				
$W (10^{-2})$				
$U_1 [\text{V}]$				
$U_2 [\text{V}]$				
G				

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.

3 Siebschaltungen

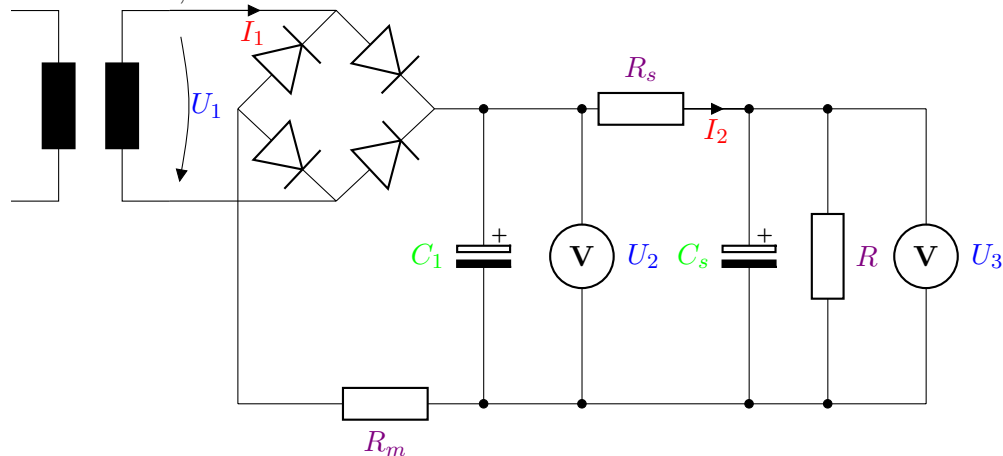
Die Ausgangsspannungen und -Ströme der Gleichrichterschaltungen enthalten noch relativ große Wechselanteile (Brummanteile). Mit Hilfe von Siebschaltungen (Tiefpass Netzwerke) können diese Wechselanteile nochmals reduziert werden.

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

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



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.

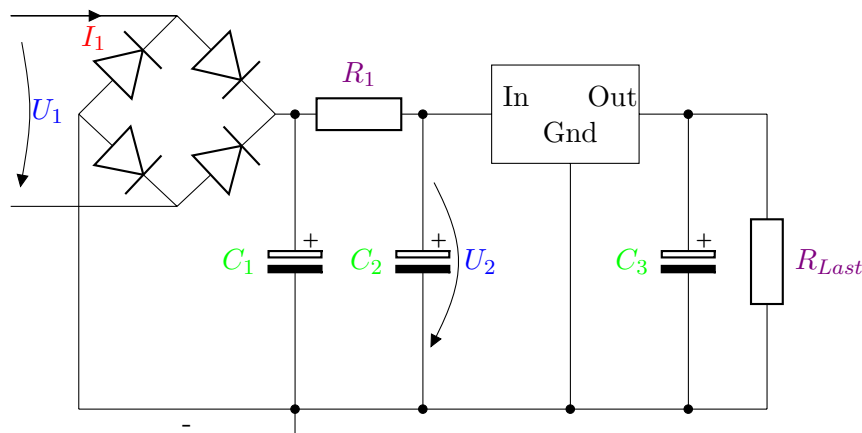
Durchführung: Schaltung aufbauen, Messwerte (Restwelligkeit) protokollieren und graphisch darstellen (U_1, U_2, U_3).

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 $R_{Last} = 1,2 k\Omega$, 10 %, 3 W
- 1 Widerstand $R_1 = 6,7 \Omega$, 10 %
- 1 Kondensator $C_1 = 100 \mu F$, 40 V
- 1 Kondensator $C_2 = 22 \mu F$, 40 V
- 1 Kondensator $C_3 = 0,47 \mu F$, 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. $U_1 = 16 V$ einstellen. Messwerte für die verschiedenen Widerstände in die Tabelle 4.1 eintragen.

Messaufgabe 2

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

Tabelle 4.1: Messwertetabelle Spannungsserienstabilisierung

$R_{Last}[\Omega]$	1200	470	220	56
$U_{2-}[\text{V}]$				
$U_{3-}[\text{V}]$				
$U_{3brss}[\text{mV}]$				
$P_v[\text{W}]$				
Wirkungsgrad in %				

Messaufgabe 3

Aufgabe: Ermitteln Sie die Eingangsspannung U_1 bei der die Schaltung für $R_{Last} = 56 \Omega$ noch einwandfrei regelt und geben Sie den Spannungswert an. Beobachten Sie dazu die Ausgangsspannung $U_3(t)$ mit dem Oszillograph. Stellen Sie zum Messen von U_{3brss} den Oszillograph auf AC-Kopplung, um den Gleichspannungsanteil zu unterdrücken.

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 und geben Sie die Berechnungen nachvollziehbar in der Ausarbeitung an!

Tabellenverzeichnis

1.1	Oszillographeneinstellung	3
1.2	Messergebnisse Einweggleichrichtung ohne Kondensator	4
1.3	Messergebnisse Einweggleichrichtung mit Kondensator	5
2.1	Messergebnisse Brückengleichrichtung ohne Glättungskondensator	8
2.2	Messwertetabelle Brückengleichrichtung mit Glättungskondensator	9
4.1	Messwertetabelle Spannungsserienstabilisierung	12

5 Anhang

Gehört nicht zur Ausarbeitung, deshalb nicht übernehmen!

5.1 Glättungsfaktor G

Der Glättungsfaktor G beschreibt bei Brummspannungen U_w das Verhältnis des Eingangs zum Ausgang. Die Spannung am Verbraucher verläuft umso „glatter“ je größer die Zeitkonstante $t_c = CR$ im Verhältnis zur Periodendauer T der Eingangswechselspannung $u(t)$ ist.

Definition:

$$G = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot R \quad \text{mit}$$

R = Lastwiderstand
 C = Glättungskondensator
 f = Frequenz der Eingangswechselspannung

5.2 Welligkeit einer Mischspannung

Der gleichgerichteten Wechselspannung ist ein nichtsinusförmiger Wechselanteil (Brummspannung) mit der Schwingungsbreite U_{brss} überlagert. Der Effektivwert dieser Spannung kann mittels der Fourieranalyse (franz. Mathematiker) berechnet werden. Die Brummspannung enthält neben der Grundschwingung f_{br} Schwingungsanteile mit geradzahligem Vielfachen der Grundschwingungsfrequenz: $2f_{br}$; $4f_{br}$; $6f_{br}$.

Definition:

$$W = \frac{U_w}{U_-}$$

U_2 = effektive Welligkeitsspannung
 U_- = arithmetischer Mittelwert der Mischspannung

Welligkeit:

Einweggleichrichtung (ohne C) $W = 1,21$

Brückengleichrichter (ohne C) $W = 0,485$

Hinweis: Näherung zur messtechnischen Bestimmung der Welligkeitsspannung U_w aus der Brummspannung U_{brss} bei der Ausnahme, dass U_2 enthält nur den Grundschwingungsanteil f_{br} und $U_{brss} \ll U_-$ dann:

$$U_w = \frac{U_{brss}}{2 \cdot 1,4141}$$

5.3 Stromflusswinkel „ a “

Der Gleichspannungsanteil U_- am Ausgang einer Gleichrichterschaltung mit Glättungskondensator hängt vom Stromflusswinkel „ a “, dh. von der Stromführungszeit durch die Gleichrichterdiode (Ladezeit des Kondensators) ab. Es gilt z.B für die Einwegschaltung:

$$U_{2-} = 1,4141 \cdot U_1 \cdot \cos\left(\frac{a}{2}\right)$$

U_1 = Effektivwert der sinusförmigen Eingangsspannung

U_2 = arithmetischer Mittelwert der Ausgangsspannung

Beispiel: Gleichrichterschaltung mit Glättungskondensator und ohne Lastwiderstand.

$$a = 0^\circ \implies U_{2-} = 1,4141 \cdot U_1 = U_{1\max}$$

5.4 Siebfaktor S

Siebglieder sind Tiefpassglieder. Der Siebfaktor gibt an, wievielmals größer die Welligkeitsspannung am Eingang U_{w1} der Siebschaltung ist als am Ausgang U_{w2} .

$$S = \frac{U_{1w}}{U_{2w}}$$

Eine Reihenschaltung aus einem Serienwiderstand R_s und einem parallelen Siebkondensator C_s :

$$S = \frac{U_{w1}}{U_{w2}} = \sqrt{\frac{R_s^2 + X_c^2}{X_c^2}}$$

Näherung für $R_s \gg X_c$

$$S = \frac{R_s}{X_c} = 2 \cdot \pi \cdot f_g \cdot C_s \cdot R_s$$

f_g = Grundschnwingung der Brummspannung