

# Messtechnik Protokoll

## Laborübung 3

Martin Henning		736150
Torben Zech		7388450
Fabian Zohm		738853

5. Juni 2006

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Laborübung 3</b>	<b>3</b>
1.1 Aufgabenstellung . . . . .	3
1.2 Spannungsverläufe . . . . .	3
1.3 Rechnung . . . . .	4
1.4 Formfaktor . . . . .	5
1.5 Drehspulinstrument/ Dreheiseninstrument . . . . .	7
1.6 Schaltung . . . . .	7
1.7 Erwartungen . . . . .	8
1.8 Messung . . . . .	8
1.9 Fehlerrechnung . . . . .	9

# 1 Laborübung 3

## 1.1 Aufgabenstellung

1. Scheitelwerte und Gleichrichtwerte berechnen,  $U=5V$
2. Vergleich: Drehspulinstrument (mit/ohne Gleichrichter), Dreheiseninstrument
3. Formfaktor berechnen
4. Schaltung aufbauen
5. Was ist für das Drehspulinstrument zu erwarten (mit/ohne Gleichrichter)?
6. Messen und Ergebnisse überprüfen
7. Fehlerrechnung

## 1.2 Spannungsverläufe

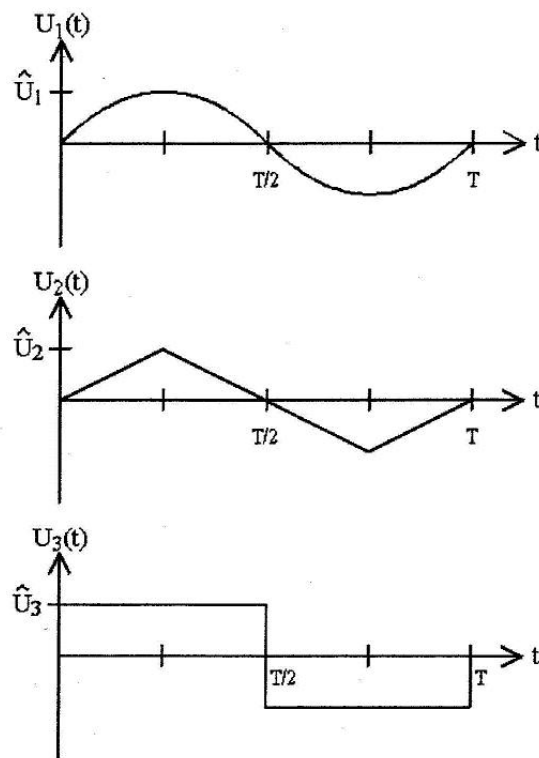


Abbildung 1: Spannungsverläufe

### 1.3 Rechnung

Berechnung der Scheitelwerte mit dem Effektivwert:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T u^2(t) dt} \quad (1)$$

- für Spannungsverlauf 1:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T (\hat{u}_1 \cdot \sin \omega t)^2 dt} \quad (2)$$

$$= \sqrt{\frac{\hat{u}_1^2}{T} \cdot \int_0^T \frac{1}{2}(1 - \cos 2\omega t) dt} \quad (3)$$

$$= \sqrt{\frac{\hat{u}_1^2}{2T} \cdot \left[ t - \frac{1}{2\omega} \sin 2\omega t \right]_0^T} \quad (4)$$

$$= \sqrt{\frac{\hat{u}_1^2}{2T} \cdot T} \quad (5)$$

$$= \frac{\hat{u}_1}{\sqrt{2}} \quad (6)$$

$$\hat{u}_1 = U \cdot \sqrt{2} \quad (7)$$

$$= 5V \cdot \sqrt{2} \quad (8)$$

$$= 7,07V \quad (9)$$

- für Spannungsverlauf 2:

$$U = \sqrt{\frac{4}{T} \cdot \int_0^{T/4} \left( \frac{4\hat{u}_2}{T} t \right)^2 dt} \quad (10)$$

$$= \sqrt{\frac{64\hat{u}_2^2}{T^3} \cdot \int_0^t t^2 dt} \quad (11)$$

$$= \sqrt{\frac{64\hat{u}_2^2}{T^3} \cdot \left[ \frac{1}{3} t^3 \right]_0^t} \quad (12)$$

$$= \sqrt{\frac{64\hat{u}_2^2}{T^3} \cdot \frac{T^3}{3 \cdot 64}} \quad (13)$$

$$= \frac{\hat{u}_2}{\sqrt{3}} \quad (14)$$

$$\hat{u}_2 = U \cdot \sqrt{3} \quad (15)$$

$$= 5V \cdot \sqrt{3} \quad (16)$$

$$= 8,66V \quad (17)$$

- für Spannungsverlauf 3:

Man erkennt anhand des Spannungsverlauf das  $\hat{u}_3 = 5V$  ist.

Berechnung der Gleichrichtmittelwerte mit:

$$|\bar{u}| = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T |u(t)| dt \quad (18)$$

- für Spannungsverlauf 1:

$$|\bar{u}_1| = \frac{2}{T} \cdot \int_0^{T/2} \hat{u}_1 \sin(\omega t) dt \quad (19)$$

$$= \frac{2\hat{u}_1}{T} \left[ -\frac{1}{\omega} \cos \omega t \right]_0^{T/2} \quad (20)$$

$$= \frac{2\hat{u}_1}{T} \left[ \frac{1}{\omega} + \frac{1}{\omega} \right] \quad (21)$$

$$= \frac{2\hat{u}_1}{\pi} \quad (22)$$

$$= \frac{2 \cdot 7,07V}{\pi} \quad (23)$$

$$= 4,5V \quad (24)$$

- für Spannungsverlauf 2:

$$|\bar{u}_2| = \frac{4}{T} \cdot \int_0^{T/4} \frac{4\hat{u}_2}{T} t dt \quad (25)$$

$$= \frac{16\hat{u}_2}{2T^2} \cdot [t^2]_0^{T/4} \quad (26)$$

$$= \frac{16\hat{u}_2}{2T^2} \cdot \frac{T^2}{16} \quad (27)$$

$$= \frac{\hat{u}_2}{2} \quad (28)$$

$$= \frac{8,66V}{2} \quad (29)$$

$$= 4,33V \quad (30)$$

- für Spannungsverlauf 3:

Man erkennt anhand des Spannungsverlauf das  $|\bar{u}_3| = 5V$  ist.

## 1.4 Formfaktor

Allgemein:

$$F_F = \frac{U}{|\bar{u}|} \quad (31)$$

- für Spannungsverlauf 1:

$$F_{F1} = \frac{U}{|\bar{u}_1|} \quad (32)$$

$$= \frac{5V}{4,5V} \quad (33)$$

$$= 1,11 \quad (34)$$

- für Spannungsverlauf 2:

$$F_{F2} = \frac{U}{|\bar{u}_2|} \quad (35)$$

$$= \frac{5\text{V}}{4,33\text{V}} \quad (36)$$

$$= 1,15 \quad (37)$$

- für Spannungsverlauf 3:

$$F_{F3} = \frac{U}{|\bar{u}_3|} \quad (38)$$

$$= \frac{5\text{V}}{5\text{V}} \quad (39)$$

$$= 1 \quad (40)$$

## 1.5 Drehspulinstrument/ Dreheiseninstrument

- **Drehspulinstrument mit Gleichrichter** mißt den Arithmetischen Mittelwert. Dadurch wird bei periodischen Größen, die gleichgroße positive und negative Flächen besitzen, (Bsp.  $\sin$ ) keine Spannung angezeigt
- **Drehspulinstrument ohne Gleichrichter** mißt den Gleichrichtwert, zeigt jedoch den Effektivwert sinusförmiger Spannungen an. Das heißt also der gemessene Wert wird immer mit dem Formfaktor der Sinusförmigenspannung multipliziert ( $F_F = 1,11$ ), dadurch werden andere Signale falsch gemessen.
- **Drehseiseninstrument** mißt den Effektivwert, jedoch hat es nur einen kleinen Arbeitsbereich, da ab einer zu großen Frequenz nichts/ falsch gemessen wird.

## 1.6 Schaltung

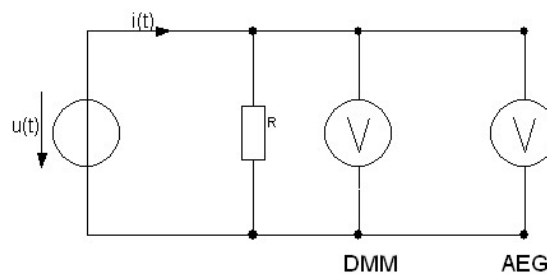


Abbildung 2: Spannungsverläufe

Das Fluke-DMM dient als Referenz. Es hat einen zu vernachlässigen Fehler.

## 1.7 Erwartungen

- Bei allen Messungen mit **Gleichrichtung** erwartet man keine angezeigte Spannung, da bei Gleichrichtung der Arithmetische Mittelwert gemessen wird und der bei allen Spannungsverläufen 0V ist.
- Beim **Sinusförmigenverlauf** ohne Gleichrichter erwartet man die richtige Spannung. Sprich Wenn man  $U=5V$  einstellt, sollten auch 5V am Drehspulinstrument angezeigt werden, da das Drehspulinstrument die Gleichrichtung misst und mit dem Formfaktor des Sinus multipliziert.
- Man erwartet bei den anderen Spannungsverläufen ohne Gleichrichter einen falschen Wert, da die richtig gemessende Gleichrichtmittelwerte (ohne Fehlerbetrachtung) mit dem falsche Formfaktor des Sinus multipliziert werden.

Dadurch erwartet man folgende Messwerte:

- Bei  $U=5V$
- Dreiecksverlauf
  - $|\bar{u}| \cdot F_{F1} = 4,33V \cdot 1,11 = 4,81V$
- Rechtecksverlauf
  - $|\bar{u}| \cdot F_{F1} = 5V \cdot 1,11 = 5,55V$

## 1.8 Messung

Messung bei	50Hz	500Hz	5kHz
Referenz	5,008V	4,997V	4,998V
Sinus	~	5V	5V
	=	0V	0,1V
Referenz	5,0V	4,997V	5,001V
Dreieck	~	4,8V	4,8V
	=	0V	0V
Referenz	5,005V	5,0V	4,997V
Rechteck	~	5,5V	5,5V
	=	0V	0V

Tabelle 1: Messergebnisse

Messbereich:

~ 6V

= 3V

## 1.9 Fehlerrechnung

Berechnung eigentlicher Effektivwerte:

- Dreiecksverlauf

$$\rightarrow U_2 = \frac{|\bar{u}|}{F_{F1}} \cdot F_{F2} = \frac{4,33[V]}{1,11} \cdot 1,15 = 4,98V$$

- Rechtecksverlauf

$$\rightarrow U_3 = \frac{|\bar{u}|}{F_{F1}} \cdot F_{F3} = \frac{4,33[V]}{1,11} \cdot 1 = 4,95V$$

Mit korrigierten Effektivwerten und Fehlern der Spannungen durch Klassengenauigkeit:

Messung bei		50Hz	500Hz	5kHz
Referenz		5,008V	4,997V	4,998V
Sinus	~	5V±0,09V	5V±0,09V	5V±0,09V
	=	0V±0,03V	0,1V±0,03V	0,1V±0,03V
Referenz		5,0V	4,997V	5,001V
Dreieck	~	4,98V±0,09V	4,98V±0,09V	4,98V±0,09V
	=	0V±0,03V	0V±0,03V	0V±0,03V
Referenz		5,005V	5,0V	4,997V
Rechteck	~	4,95V±0,09V	4,95V±0,09V	4,95V±0,09V
	=	0V±0,03V	0V±0,03V	0V±0,03V

Tabelle 2: Fehlerkorrektur