 <p>Fachhochschule Jena University of Applied Sciences Jena Fachbereich Elektrotechnik / Informationstechnik</p>	<p>Elektrische Meß- und Prüftechnik</p> <p>Laborpraktikum</p>	<p>Versuch G</p> <p>ET(BA) SS 2011</p>
<p>Grundlagen der Leistungsmessung</p>		
<p>Set:</p> <p>Studienrichtung:</p> <p>Teilnehmer:</p> <p>.....</p>	<p>Testat:</p> <p>Verantwortlicher:</p> <p>Datum:</p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;">Unterschrift</p>	

1. Theoretische Grundlagen

1.1 Linearer Mittelwert

Der lineare Mittelwert einer zeitlich veränderlichen Spannung entspricht dem Gleichspannungsanteil dieser Spannung.

Der lineare Mittelwert einer Wechselspannung ist immer $\bar{u} = 0V$

$$\bar{u} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T u(t) \cdot dt \quad \text{Gl. 1}$$

1.2 Quadratischer Mittelwert

Der quadratische Mittelwert einer zeitlich veränderlichen Spannung entspricht dem Gleichspannungsanteil **aller** Spannungskvadrat.

$$\overline{u^2} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T u^2(t) \cdot dt \quad \text{Gl. 2}$$

1.3 Effektivwert

Im Gleichstromkreis gilt bekanntlich für die an einem Widerstand R auftretende Leistung:

$$P = \frac{U^2}{R} = I^2 \cdot R \quad \text{Gl. 3}$$

Einer zeitlich veränderlichen Spannung $u(t)$ - die an dem Widerstand R die gleiche Leistung erbringt wie die Gleichspannung U - läßt sich deshalb ein Spannungswert zuordnen, der als Effektivwert der Spannung (U_{eff}) bezeichnet wird.

Da von der Wirkung her kein Unterschied zwischen der Gleichspannung U und dem Effektivwert U_{eff} besteht, wird letzterer oft auch nur mit dem Symbol U belegt.

Sinngemäß gilt diese Aussage natürlich auch für den Gleichstrom I.

Es gilt deshalb die Formel:

$$P = \frac{\overline{u^2}}{R} = \overline{i^2} \cdot R \quad \text{Gl. 4}$$

Dabei gilt $\overline{u^2} = U_{\text{eff}}^2$ und $\overline{i^2} = I_{\text{eff}}^2$

In der Literatur findet man im Zusammenhang mit dem Effektivwert oft zusätzliche Angaben, die den Begriff „Effektivwert“ begrifflich genauer fassen sollen

Solche Angaben sind z.B.:

RMS	root mean square	
TRMS	true root mean square	(Begriff nicht genormt)
RMS AC	Effektivwert AC - gekoppelt	(nur Wechselanteil)
RMS DC	Effektivwert DC - gekoppelt	(Gleich- und Wechselanteil)

Es ist demzufolge genau zu unterscheiden, ob es sich um den Effektivwert einer „reinen Wechselspannung“, oder um den Effektivwert einer „Mischspannung“ handelt.

Unter einer Mischspannung versteht man eine Gleichspannung mit überlagertem Wechselanteil.

Der Effektivwert einer Mischspannung berechnet sich aus der Addition der quadratischen Mittelwerte von Gleich- und Wechselspannung wie folgt:

$$U_{\text{eff}} = \sqrt{U^2 + u^2} \quad \text{Gl. 5}$$

Da durch die Quadratbildung keine negativen Anteile auftreten können, kann der quadratische Mittelwert einer reinen Wechselspannung auch nicht den Wert 0 annehmen.

$$\overline{u^2} \neq 0 \quad \text{Gl. 6}$$

Für den speziellen Fall, daß die zeitlich veränderliche Spannung aus Rechteckpulsen zusammengesetzt ist, läßt sich der Effektivwert wie folgt berechnen:

$$U_{\text{eff}} = \sqrt{u^2} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \sum_{k=1}^n u_k^2 \cdot \Delta t} \quad \text{Gl. 7}$$

1.7 Gleichrichtwert

Der Gleichrichtwert einer zeitlich veränderlichen Spannung entspricht dem Gleichspannungsanteil der gleichgerichteten Spannung. Die Berechnung erfolgt gemäß:

$$|\bar{u}| = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T |u(t)| \cdot dt \quad \text{Gl. 8}$$

1.8 Besondere Kenngrößen

1.8.1 Formfaktor

Dieser Kennwert einer zeitlich veränderlichen Spannung gibt das Verhältnis von Effektivwert zu deren Gleichrichtwert an

$$F = \frac{U}{|\bar{u}|} \quad \text{Gl. 9}$$

Will man die Skala eines Meßgerätes - das den Gleichrichtwert erfaßt - mit Hilfe des Formfaktors in Effektivwerten kalibrieren, so muß dies für jede Kurvenform auf einer eigenen Skale geschehen.

1.8.2 Scheitelfaktor (Crestfaktor)

Dieser Kennwert gibt das Verhältnis des Spitzenwertes einer zeitlich veränderlichen Spannung zu deren Effektivwert an:

$$\xi = \frac{U_{\text{max}}}{U} \quad \text{Gl. 10}$$

Diese Kenngröße ist besonders bei Effektivwertmeßgeräten zu beachten. Obwohl die Anzeige erst innerhalb des gewählten Meßbereichs liegt, kann das Meßgerät überlastet, bzw. übersteuert sein und falsche Meßwerte liefern.

2. Versuchsvorbereitung Teil 1

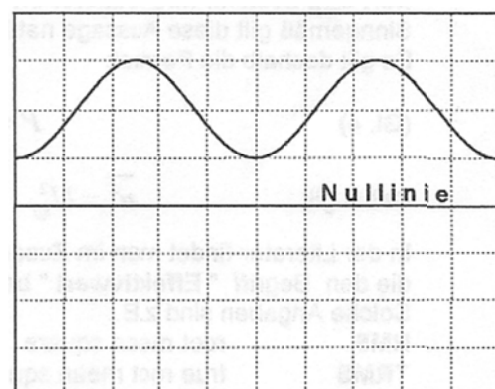
2.1

Am Ausgang eines Emitterfolgers tritt bekanntlich eine Gleichspannung mit einer überlagerten Wechselspannung auf. Derartige Spannungen werden - wie bereits dargelegt - als Mischspannung bezeichnet. Nebenstehend ist das Oszillogramm einer derartigen Spannung dargestellt. Mit den nachstehend aufgeführten Meßinstrumenten wurden folgende Spannungen gemessen:

Drehspulmeßwerk: $U_a = 2,000 \text{ V}$

Drehspulmeßwerk mit Spannungswandler und Brückengleichrichter: $U_a = 0,707 \text{ V}$

Dreheisenmeßwerk: $U_a = 2,120 \text{ V}$



X: 0,5 ms / Div Y: 1V / Div

Bild 1:

Während mit dem Oszilloskop die Momentanwerte der Spannung erfaßt werden, ist mit den o. g. Zeigermeßinstrumenten nur die Anzeige eines instrumententypischen Mittelwertes möglich. Diese Mittelwertbildung erfolgt aufgrund der mechanischen Trägheit des Meßsystems. Deshalb versagen Zeigerinstrumente bei sehr kleinen Frequenzen. Je nach dem Wirkprinzip der verwendeten Meßinstrumente sind deshalb unterschiedliche Anzeigen zu erwarten.

2.2

Berechnen Sie für das im Bild 1 dargestellte Oszillogramm den linearen und den quadratischen Mittelwert, sowie den Effektivwert, Form- und Crestfaktor!

2.3

Vergleichen Sie Ihre Rechenwerte mit den unter 2.1 angegebenen Meßwerten, und erklären Sie die vorhandenen Abweichungen!

2.4

Berechnen Sie für das im Bild 2 dargestellte Oszillogramm den linearen und den quadratischen Mittelwert; sowie den Effektivwert, Form- und Crestfaktor !

2.5

Welche Werte würden die unter Punkt 2.1 aufgeführten Instrumente anzeigen?

2.6

Erläutern Sie den Unterschied zwischen Eichen und Kalibrieren.

2.7

Erläutern Sie was eine Kalibrierkurve ist?

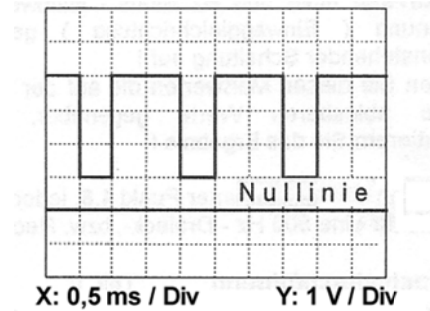


Bild 2 :

3. Versuchsvorbereitung Teil 2:

3.1.

Erläutern Sie die Begriffe Wirkleistung, Scheinleistung und Blindleistung

3.2.

Ermitteln Sie die Scheinleistung bei Wirkleistung = 300 W und Blindleistung = 240 VAR mit Hilfe des Scheinleistungsdreiecks.

4. Versuchsdurchführung Teil I

4.1 Erzeugen Sie mit dem Funktionsgenerator den im Bild 1 dargestellten Signalverlauf und stellen Sie diesen auf dem Oszilloskop dar!

Der erforderliche Offset (Gleichanteil) ist dabei am Funktionsgenerator einzustellen !

4.2 Im AC- und DC-Meßbereich ist für das eingestellte Signal mit dem GDM 8039 und dem MX 230 der jeweilig angezeigte Spannungswert zu ermitteln und das Ergebnis zu protokollieren !

Vergleichen Sie die gemessenen Werte mit den aus dem Oszillogramm entnommenen Kenngrößen und bestimmen Sie Form- und Crestfaktor !

Stellen Sie fest, welche Spannungswerte von den verwendeten Meßinstrumenten gemessen und welche Werte angezeigt werden. Diskutieren Sie das Ergebnis !

4.3 Aufgabenstellung wie unter Punkt 4.1 - jedoch auf Bild 2 bezogen !

4.4 Aufgabenstellung wie unter Punkt 4.2

4.5 Schließen Sie den Ausgang des Funktionsgenerators mit einem Widerstand $R = 50 \Omega$ ab. Stellen Sie auf dem Oszilloskop eine Sinusspannung mit einer Frequenz von 500 Hz und einer Amplitude von $u_{\max} = 2 \text{ V}$ dar und messen Sie mit den vorgegebenen Meßinstrumenten im AC - Bereich die jeweilige Spannung am 50Ω - Widerstand.

4.6 Unter Beibehaltung der Einstellungen von Punkt 4.5 ist der Sinusspannung ein Gleichanteil im Bereich von $-3\text{V} \leq U_{\text{G}} \leq +3\text{V}$ in Schritten zu je 1V zu überlagern.

Messen Sie mit den vorgegebenen Meßinstrumenten im AC - Bereich die jeweilige Spannung am 50Ω - Widerstand. Berechnen Sie mit diesen gemessenen Spannungswerten die Leistung am 50Ω Widerstand und vergleichen Sie diese Werte mit der tatsächlich im Widerstand umgesetzten Leistung. (Auswertung des Oszillogramms und Berechnung des jeweiligen Effektivwertes!)

4.7 Verfahren Sie wie unter den Punkten 4.5 und 4.6, wobei Sie jedoch die Sinus-Funktion durch eine symmetrische Dreieck- bzw. Rechteckfunktion auf dem Oszilloskop ersetzen !

4.8 Nehmen Sie für das Multimeter MX 230 im 1 V - DC-Bereich eine Kalibrierkurve für den Effektivwert einer 500 Hz Sinus - Halbwellenspannung (Einweggleichrichtung) gemäß nebenstehender Schaltung auf ! Stellen Sie diesen Meßwerten die auf der AC - Skale ablesbaren Werte gegenüber und Diskutieren Sie das Ergebnis !

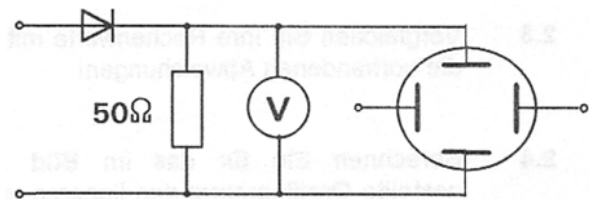


Bild 3

4.9 Aufgabenstellung wie unter Punkt 4.8, jedoch jeweils für eine 500 Hz - Dreieck-, bzw. Rechteckspannung !

5. Versuchsdurchführung Teil II

Bevor Sie mit diesem Versuchsteil beginnen, lassen Sie sich vom Praktikumverantwortlichen hierzu einweisen!

5.1 Schalten Sie die Glühlampe mit der vorgegebenen Induktivität in Reihe und messen sie mit der Multifunktionszange MX 200:

- Die an der Reihenschaltung anliegende Spannung
- Die an der Glühlampe anliegende Spannung
- Die an der Drosselspule anliegende Spannung
- Der durch die Reihenschaltung fließende Strom
(Dabei ist der stromführende Leiter einfach durch die Meßzange zu führen !)
- Der durch die Reihenschaltung fließende Strom
(Dabei ist der stromführende Leiter zehnfach durch die Meßzange zu führen !)
- Die Frequenz der Netzspannung
- die Wirk- und Scheinleistung (Strommessung wie unter e))
- Den Leistungsfaktor $\cos \varphi$ (Strommessung wie unter e))

5.2 Berechnen Sie auf der Grundlage der Meßwerte 5.1(a, b, und c) die unter 5.1(d, e, g, und h) gefragten Werte und vergleichen Sie Rechen- und Meßwerte miteinander !

Anmerkung:

Der elektrische Widerstand der Glühlampe beträgt in diesem Betriebszustand 444Ω

5.3 Schalten Sie zu dem Widerstand und der Drosselspule zusätzlich eine Diode in Reihe und wiederholen Sie die unter 5.1 durchgeführten Messungen !

5.4 Berechnen Sie auf der Grundlage der Meßwerte 5.3 (a, b, und c) die unter 5.3(d, e, g, und h) gefragten Werte und vergleichen Sie Rechen- und Meßwerte miteinander !

Literatur:

Kleines Lexikon
(Abkürzungen im der Technik) Dipl.-Ing. Erika Hotho, Leipzig
Dipl.-Ing. Erhard Schoppnies, Berlin
Fachbuchverlag Leipzig
1. Auflage 1991

Elektronische Meßtechnik Wolfgang Schmusch
Vogel Buchverlag Würzburg
3. Auflage 1993

Elektrische Meßtechnik Prof. Dr. rer. nat. Elmar Schrüfer
Carl Hanser Verlag München Wien
5. Auflage 1992