

Praktikum 4b Wechselstrom

Michael Kopp

6. März 2007

Aufgabe 1

Versuchsaufbau

In einen Wechselstromkreis werden nach Art von Abbildung 1 eine Lampe und ein Widerstand in Reihe eingebaut. Sowohl direkt an der Spannungsquelle als auch an Widerstand und Lampe werden Oszilloskope angeschlossen bzw. es wird ein Oszilloskop mit mehreren Eingängen verwendet.

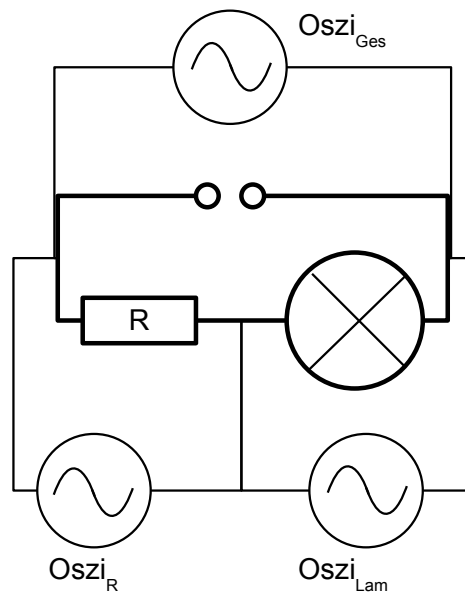


Abbildung 1: Schaltskizze zum Versuchsaufbau

a) Beobachtungen

Verwendet man anstatt des Widerstands ein Strommessgerät - ein Ampèremeter - so erkennt man, dass die Lampe abwechselnd aufleuchtet und erlischt. Sie leuchtet dann am hellsten (oder überhaupt), wenn der Leuchtpunkt am Oszilloskopbild gerade an seinem Hochpunkt angelangt ist.

Der Zeiger des Ampèremeters schwankt zwischen 0,012A und 0,016 A.

b) Oszilloskopbild

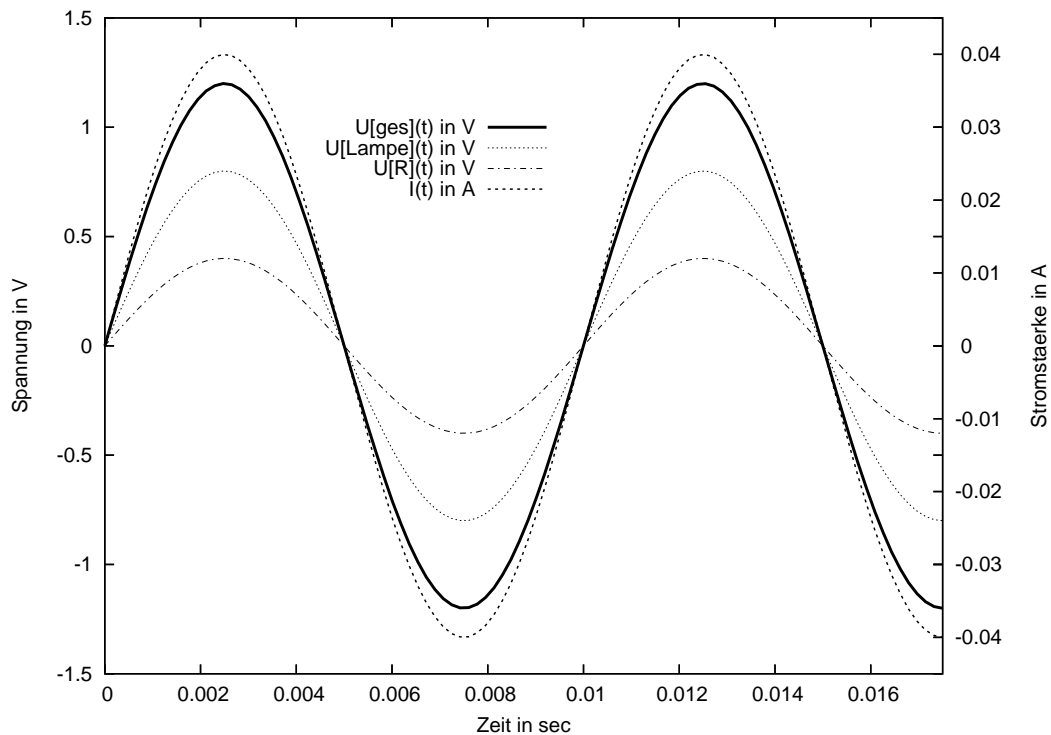


Abbildung 2: Schaubild, in dem die wichtigsten Größen eingetragen sind.

Dabei stehen die Bezeichnungen aus dem Plot für folgende Größen:

$U_{ges}(t)$ Gesamtspannung der Schaltung: $U_{ges}(t)$

$U_{Lampe}(t)$ Spannung, die an dem Lämpchen abfällt: $U_{lam}(t)$

$U_R(t)$ Spannung, die an dem Widerstand abfällt: $U_R(t)$

$I(t)$ Stromstärke der Schaltung: $I_{ges}(t)$

Die **Scheitelwerte** dieser Größen sind folgende:

- $\hat{U}_{ges}(t) = 1,2V$
- $\hat{U}_{lam}(t) = 0,8V$
- $\hat{U}_R(t) = 0,4V$
- $\hat{I}_{ges}(t) = 0.04A$

Alle Spannungsverläufe bzw. Stromverläufe g lassen sich als Funktion $g(x) = \hat{g} \cdot \sin(100 \cdot 2 \cdot \pi \cdot t)$ beschreiben ($f = 100Hz, g(0) = 0$).

c) Informationen durch $U_R(t)$

Ein ohmscher Widerstand behält auch bei Wechselstrom seine Eigenschaften: Der Zusammenhang

$$R = \frac{U}{I} \quad (1)$$

gilt weiterhin. Bei Spulen ist dies nicht der Fall, da hier Stromstärke und Spannung im Wechselstrom nicht linear voneinander abhängen, da hier Induktionsströme miteinbezogen werden müssen.

Aus Gleichung 1 ergibt sich für die Stromstärke zur Zeit t also:

$$I(t) = \frac{U_R(t)}{R} \quad (2)$$

e) „in Phase“

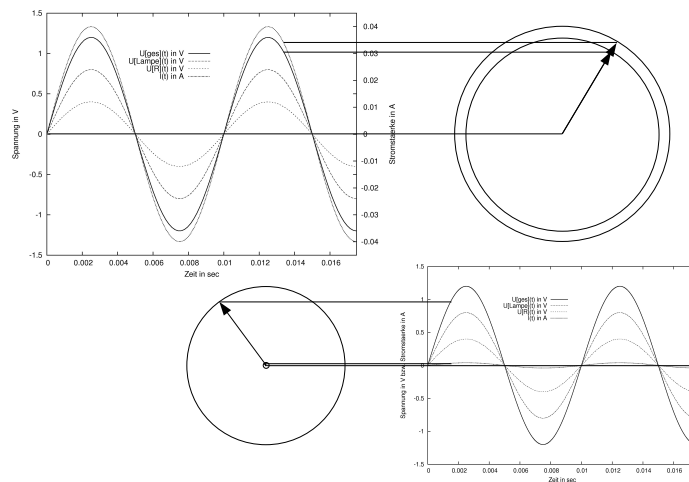


Abbildung 3: Zeigerdiagramme

In Phase bedeutet, dass die Funktion von Spannungen bzw. Stromstärken an der selben Stelle Hoch-, Tief- und Nullpunkte besitzt. In einem Zeigerdiagramm bedeutet es, dass die Pfeile der Stromstärken bzw. Spannungen aufeinander liegen.

Aufgabe 2 & Aufgabe 3

Der Effektivwert einer Wechselspannung ist diejenige Gleichstromspannung U_{eff} , bei der die selbe Leistung abgegeben wird, wie bei der Wechselspannung. Mit

$$P(t) = U(t) \cdot I(t) \quad (3)$$

und Gleichung 2 ergibt sich:

$$P(t) = \frac{U^2(t)}{R} \quad (4)$$

Eine Wechselspannung gibt eine *mittlere Leistung* \bar{P} ab, die sich berechnet mit

$$\bar{P} = \frac{\hat{U}^2}{2 \cdot R} \quad (5)$$

Das kommt daher, dass die Leistung eine sinusähnliche Funktion darstellt. Die verrichtete Arbeit ist das Integral dieses Schaubilds. Zeichnet man nun bei $\frac{\hat{U}}{2}$ eine Parallele zur x-Achse ein, so hat diese als Funktion \bar{P} das selbe Integral, wie die Funktion $P(t)$. Man kann sich anschaulich vorstellen, dass diejenige Fläche der Leistungskurve, die über diese Linie ragt, „abgeschnitten“ wird, und dann die direkt nachfolgenden „Täler“ füllt. Es gilt also

$$\int_{t_1}^{t_2} P(t) dt = \int_{t_1}^{t_2} \bar{P} dt \quad (6)$$

Man muss dabei aber beachten, dass t_1 und t_2 weiter auseinander liegen. Für einen extrem kleinen Zeitraum wie beispielsweise $\frac{T}{4}$ wäre die Abweichungen zwischen den beiden Integralen relativ sehr hoch. Für eine Gleichspannung gilt:

$$P_{gl} = \frac{U_{eff}^2}{R} \quad (7)$$

Setzt man nun 7 und 5 gleich. Daraus ergibt sich:

$$U_{gl} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} = U_{eff} \quad (8)$$

In unserem Versuch ergab sich für $\hat{U} \approx 1,35V$ und für $U_{gl} \approx 0,95V$. Die Wechselspannung hat also eine Effektive Spannung von $U_{eff} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} \approx 0,95$. Hier gilt also Formel 8.

Aufgabe 4

c) Bestimmung des Effektivwerts

Wenn in dem Stromkreis nur Ohmsche Widerstände vorliegen (keine Spulen, Kondensatoren etc.), bestimmt man \hat{U} durch ablesen am Oszilloskop und berechnet U_{eff} durch $U_{eff} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}$.

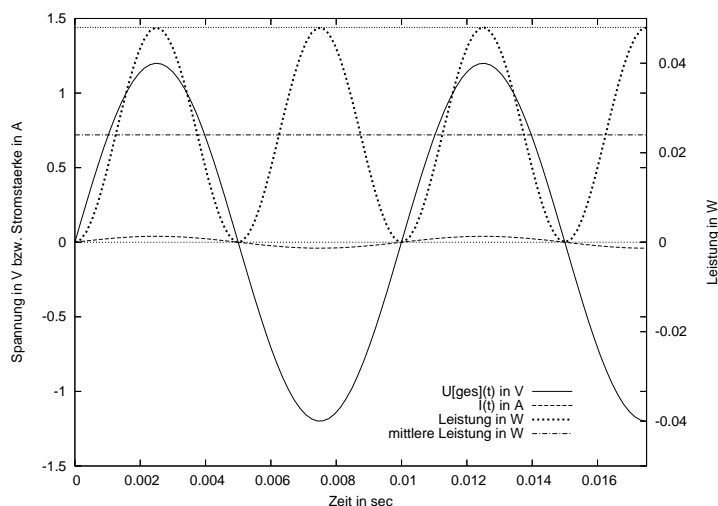


Abbildung 4: Schaubild von sinusförmiger Spannung $U(t)$ und Stromstärke $I(t)$, sowie der Leistung $P(t)$.