

Versuch zum Einführungspraktikum Wechselspannungsmessung

Tammo Rukat
Mtrknr.: 528345
MB Physik/Mathematik
Humboldt-Universität zu Berlin

08.01.2009

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	1
2	Aufgaben 1 - 3	3
3	Aufgabe 4	3
4	Aufgaben 5 und 6	4
5	Messdaten- und Grafiken	5

1 Vorbemerkungen

Die im folgenden angegebenen Messdaten wurden (wenn nicht anders angegeben) mithilfe eines Oszilloskops ermittelt und es wurde die jeweils optimale Skalierung zum ablesen der Werte gewählt. Folglich sollte die Messunsicherheit bei maximal 1% liegen und wird im weiteren nicht mitangegeben. Die Messunsicherheit des Digitalmultimeters (im folgenden auch RMS) bezüglich der Spannungsmessung wird in Aufgabe 1 ermittelt und in den Messdaten mit angegeben. Bezüglich der Kapazität C und des Widerstand Ω wird sie vernachlässigt.

Weitere Informationen zu Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung sind dem auf der Institutswebsite zur Verfügung stehenden Heft „Physikalisches Grundpraktikum / Einführungspraktikum 2007“ S.41-43 zu entnehmen.

2 Aufgaben 1 - 3

Es sollen die Effektivwerte U_{eff} und die Frequenz f einer sinusförmigen Wechselspannung mithilfe eines Digitalmultimeters sowie eines Oszillographen ermittelt, die Ergebnisse verglichen und somit die Messunsicherheit festgestellt werden.

- Die Messungen mithilfe des Digitalmultimeters ergeben:

$$U_{eff} = 1,82V$$

$$f = 1kHz$$

- Vom Oszillographen konnten folgende Werte abgelesen werden:

$$U_{SS} = 4,5V$$

$$T = 1ms$$

Die Frequenz kann einfach ermittelt werden:

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{1ms} \Rightarrow f = 1kHz$$

Die Effektivspannung U_{eff} wird ermittelt nach der für eine sinusförmige Wechselspannung gültigen Formel:

$$U_{eff} = \frac{1}{2\sqrt{2}} U_{SS} \Rightarrow U_{eff} = 1,92V$$

- Wir verwenden die Differenz zwischen den beiden gemessenen Effektivspannungen im folgenden als Messunsicherheit u_V .

$$\Delta U_{eff} = 1,92V - 1,82V = 0,1V = u_V$$

- Die gemessenen Frequenzwerte stimmen überein, die zugehörige Messunsicherheit ist also

$$u_f = 0$$

3 Aufgabe 4

(Tabelle 1, Abbildung 1) Zur Überprüfung der Grenzfrequenz des Digitalmultimeters (RMS) werden nacheinander die Spannungen sinusförmige Wechselströme verschiedener Frequenzen sowohl mit dem RMS als auch mithilfe eines Oszilloskops gemessen. Der Effektivwert der am Oszilloskop abgelesenen Spannung wird wie in Aufgabe 2 ermittelt.

Es zeigt sich, dass der entscheidende Spannungsabfall an der Anzeige des Digitalmultimeters zwischen den Frequenzen $5kHz$ und $10kHz$ vorliegt.

4 Aufgaben 5 und 6

Im folgenden untersuchen wir das frequenzabhängige Verhältnis von Eingangs- und Ausgangsspannung an einem Hochpassfilter, sowie die jeweilige Phasenverschiebung der sinusförmigen Wechselströme unter Variierung der Eingangsfrequenz.

- (Tabelle 2, Abbildung 2, Abbildung 3) Die Spannungsdämpfung berechnen wir nach der Formel

$$V_U = 20 \cdot \lg \left| \frac{U_{aus}}{U_{ein}} \right|$$

Bei der Ausgangsspannung am Hochpass passt der geklammerte Wert für 60Hz nicht in das erwartete Schema und es liegt die Vermutung nahe, dass er durch eine grobe Messabweichung zustande gekommen ist. Aus diesem Grund ist der Graph einmal mit dem gemessenen (Abbildung 2) und einmal mit einem den Erwartungen entsprechend korrigierten Wert (Abbildung 3) angegeben.

Vorherige Überprüfung mittels des Digitalmultimeters ergaben für den Ohmschen Widerstand einen Wert von $R = 10k\Omega$ und für die Kapazität des Kondensators einen Wert von $C = 94,3nF$. Wir berechnen nach der bekannten Formel die erwartete Grenzfrequenz:

$$f_g = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C} \Rightarrow f_g = 619Hz$$

In Abbildung 2 (bzw. Abbildung 3) ist zu erkennen, dass dies in etwa dem gemessene Wert entspricht (siehe Markierung in Tabelle 3). Die Spannungsdämpfung verläuft ab einem Frequenzwert von etwa $600Hz$ annähernd geradlinig und beträgt ca.. null dB.

- (Tabelle 3, Abbildung 4) Zur Messung der Phasenverschiebung am Hochpass lesen wir am Oszillograph die Halbperiodendauer $T_{1/2}$ und die Verschiebung zwischen den Spannungsverlaufskurven t_D ab und erhalten die Phasenverschiebung mit Hilfe der Formel:

$$\varphi = \frac{t_D}{T_{1/2}} \cdot 180^\circ$$

5 Messdaten- und Grafiken

f in Hz	U_{Eff} an RMS $\pm 0,1V$	U_{SS} an OSZ	U_{eff} an OSZ	$\ln f$
25	1,86	5,3	1,87	1,4
40	1,86	5,45	1,93	1,6
60	1,86	5,43	1,92	1,8
100	1,87	5,43	1,92	2,0
150	1,88	5,48	1,94	2,2
250	1,84	5,4	1,91	2,4
500	1,84	5,4	1,91	2,7
1000	1,82	5,4	1,91	3,0
1500	1,8	5,4	1,91	3,2
2500	1,75	5,4	1,91	3,4
5000	1,52	5,4	1,91	3,7
10000	1,08	5,4	1,91	4,0
15000	0,79	5,4	1,91	4,2
20000	0,61	5,4	1,91	4,3

Tabelle 1: Effektivspannungswerte / Frequenz

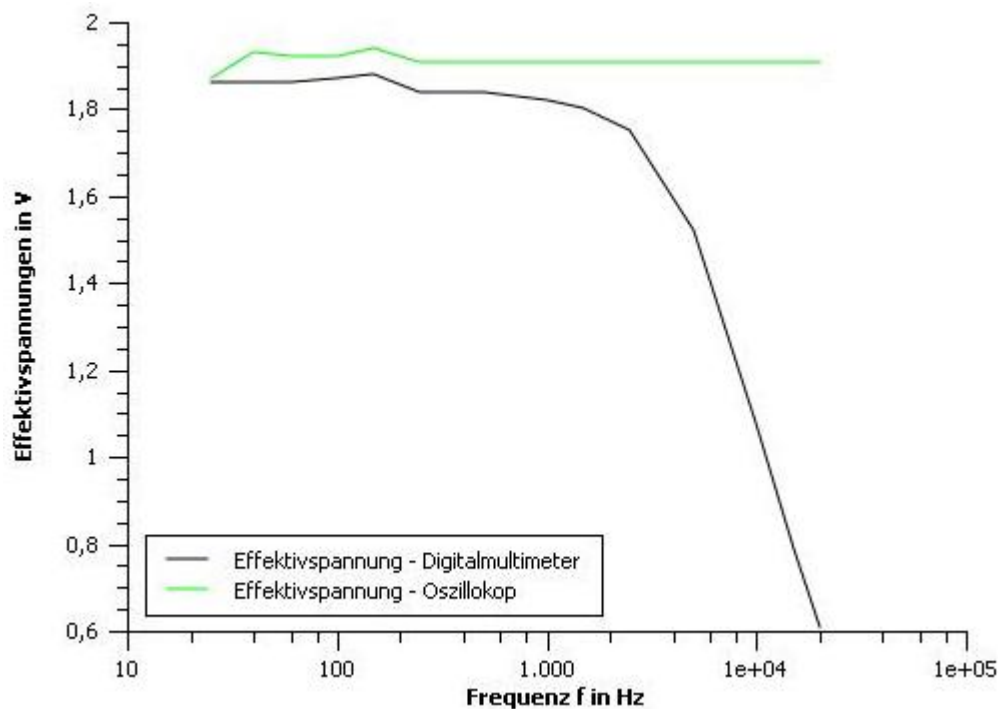


Abbildung 1: Effektivspannung gemessen am RMS und am OSZ / logarithmische Frequenzskala

f in Hz	$U_{SS,aus}$	$U_{SS,ein}$
25	0,76	5,4
40	1,24	5,4
60	(3,7)	(7,4)
100	2,7	5,4
150	3,5	5,4
250	4,3	5,4
500	4,8	5,4
1.000	5	5,4
2.500	5,1	5,4
5.000	5,1	5,4

Tabelle 2: Frequenz und Ausgangsspannung am Hochpass

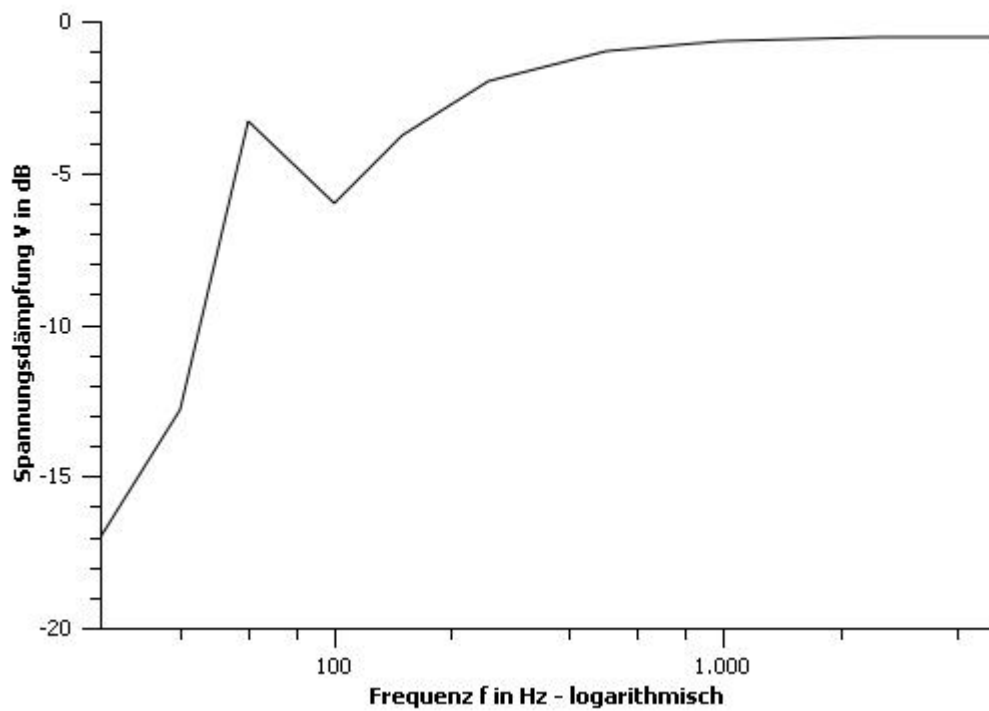


Abbildung 2: Frequenzabhängigkeit der Ausgangsspannung am Hochpass

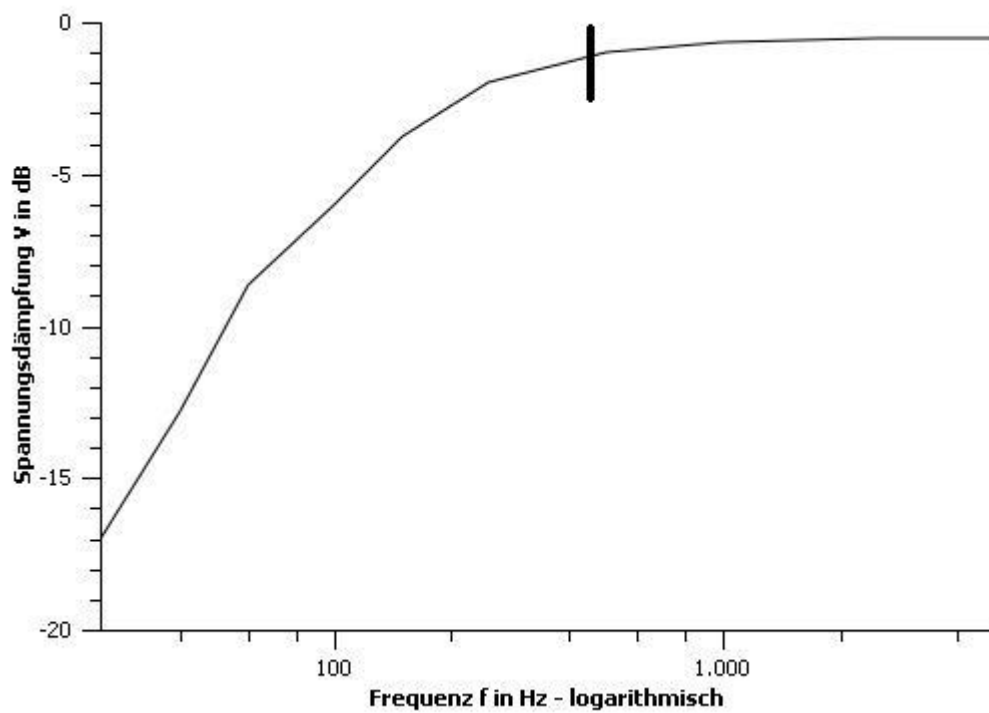


Abbildung 3: Frequenzabhängigkeit der Ausgangsspannung am Hochpass mit korrigiertem Wert

Tabelle 3: Phasenverschiebung am Hochpass

f in Hz	t_D in ms	$T_{1/2}$ in ms	φ in $^\circ$
60	3,2	8,4	69
100	1,6	4,9	59
150	0,9	3,4	48
250	0,4	1,7	42

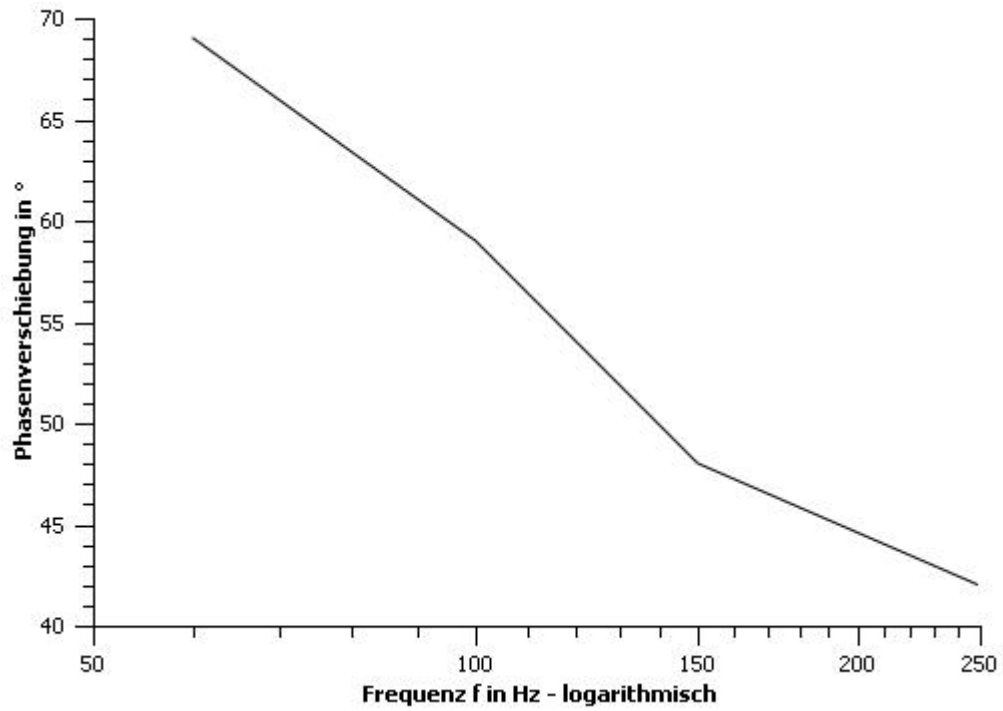


Abbildung 4: Phasenverschiebung am Hochpass