

Praktikum E3

Widerstandsmessung

Alena Zwanzig (722348)

Harald Haakh (720708)

Messungen vom 22.10.2004

1 Widerstandsbestimmung

1.1 Widerstände

Der ohmsche Widerstand (analog später der Schein- bzw. Blindwiderstand) wird bestimmt nach der Gleichung $R = \frac{U}{I}$. Die Messunsicherheit ergibt sich dann nach $u_R = |\frac{u_U}{U}| + |\frac{u_I}{I}|$. Um die Widerstände zu bestimmen, wurde mittels einer spannungsrichtigen und stromrichtigen Schaltung Strom und Spannung durch die Widerstände gemessen. Dabei ist bei geringen ohmschen Widerständen die spannungsrichtige, bei hohen die stromrichtige Schaltung zu bevorzugen. Bei einer Messungenauigkeit von $u = \pm 1.5\%$ auf alle Werte zuzüglich einer Ableseunsicherheit von der Hälfte des kleinsten Skalenteils erhielt man die Werte.

	Spannungsrichtig			Stromrichtig		
	U	I	R	U	I	R
Grüner R	$(2.9 \pm 0.2)V$	$(35 \pm 0.7)\mu A$	$(85 \pm 6)k\Omega$	$(2.9 \pm 0.2)V$	$(30.0 \pm 0.6)\mu A$	$(97 \pm 7)k\Omega$
Ockerf. R	$(3.3 \pm 0.2)V$	$(76 \pm 1.3)mA$	$(43 \pm 3)\Omega$	$(2.9 \pm 0.2)V$	$(67 \pm 1.2)\mu A$	$(43 \pm 3)\Omega$

1.2 Spule

Bei der (wegen des geringen Ohmschen Widerstands) stromrichtigen Messung des Spulenwiderstandes ergab sich

	Stromrichtig		
	U	I	R
Spule	$(2.9 \pm 0.2)V$	$(0.95 \pm 0.06)A$	$(3.1 \pm 0.8)\Omega$

1.3 Wechselstromwiderstand der Spule

Bei einer Frequenz von $f = (500 \pm 15)Hz$ sollte der Scheinwiderstand der Spule - wegen des geringen Ohmschen Widerstands mit der spannungsrichtigen Schaltung - bestimmt werden. Nach $Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$, $u_Z = Z(|\frac{u_U}{U}| + |\frac{u_I}{I}|)$ ergibt sich hier

	U	I	Z
Spule	$(2.15 \pm 0.09)V$	$(200 \pm 8)mA$	$(10.75 \pm 0.9)\Omega$

Daraus ergibt sich der Blindwiderstand nach

$$X = \sqrt{Z^2 - R^2} = (10.3 \pm 4.7)\Omega$$

wobei die Messunsicherheit sich wie folgt errechnet:

$$u_x^2 = |-2u_R R| + |2U_Z Z|$$

Damit beträgt die Induktivität und deren Unsicherheit

$$L = \frac{X}{2\pi f} = (3.3 \pm 1.6)mH$$

$$u_L = L(|\frac{u_f}{f}| + |\frac{u_X}{X}|)$$

1.4 Blindwiderstand des Kondensators

Der Blindwiderstand wurde bei einer Frequenz von $f = (1000 \pm 30)Hz$ - wegen des extrem hohen Ohmschen Widerstands mit der stromrichtigen Schaltung - aus den Effektivwerten von Spannung und Strom nach $X = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$, $u_X = X(|\frac{u_U}{U}| + |\frac{u_I}{I}|)$ bestimmt.

	U	I	X
Kondensator	$(7.5 \pm 0.6)V$	$(5.0 \pm 0.6)mA$	$(1.5 \pm 0.3)k\Omega$

Damit beträgt die Kapazität und ihre Unsicherheit

$$C = \frac{1}{2\pi f X} = (110 \pm 30)nF$$

$$u_C = C(|\frac{u_f}{f}| + |\frac{u_X}{X}|)$$

1.5 Ergebnisse der Messungen

	Spannungsrichtig	Stromrichtig
Grüner R	$R = (85 \pm 6)k\Omega$	$R = (97 \pm 7)k\Omega$
Ockerf. R	$R = (43 \pm 3)\Omega$	$R = (43 \pm 3)\Omega$
Spule		$R = (3.1 \pm 0.8)\Omega$
	$Z = (10.8 \pm 0.9)\Omega$	
	$X = (10.3 \pm 4.7)\Omega$	
	$L = (3.3 \pm 1.6)mH$	
Kondensator		$X = (1.5 \pm 0.3)k\Omega$
		$C = (110 \pm 30)nF$

2 Bestimmung mit dem LC-/RLC-Messgerät

Grüner R	$R = (170 \pm 3)k\Omega$
Ockerf. R	$R = (46.6 \pm 0.6)\Omega$
Spule	$R = (3.5 \pm 0.2)\Omega$
	$L = (2.8 \pm 0.1)mH$
Kondensator	$C = (99 \pm 4)k\Omega$

Damit liegen alle gesuchten Größen im Toleranzbereich der Messungenauigkeiten, abgesehen vom grünen Widerstand. Warum gerade bei diesem so extremen Abweichungen auftreten ist mir nicht schlüssig. Möglicherweise liegen hier grobe Ablesefehler vor, denn zu erwarten wäre eigentlich auch bei großen Abweichungen eine Abweichung nach oben und eine nach unten.

3 Wheatstone-Brücke

Mit dem RLC-Messgerät wurden die Vergleichs- und zu bestimmenden Elemente ausgemessen und die letzteren anschließend mit einer Wheatstonebrücke aus den Größen der R_1, R_2 berechnet:

$$Y_x = Y_n \frac{R_1}{R_2}$$

$$u_y = Y(|\frac{u_{Rn}}{R_n}| + |\frac{u_{R1}}{R_1}| + |\frac{u_{R2}}{R_2}|)$$

	Vergleichswert	Gemessen	$R_1 \pm 50\Omega$	$R_2 \pm 50\Omega$	Berechnet
Widerstand	$R_n = (2.92 \pm 0.04)k\Omega$	$R_x = (8.3 \pm 0.1)k\Omega$	$(3.69)k\Omega$	$(1.29)k\Omega$	$R_x = (8.3 \pm 0.5)k\Omega$
Spule	$L_n = (2.9 \pm 0.1)mH$	$L_x = (10.8 \pm 0.4)mH$	$(3.66)k\Omega$	$(1.33)k\Omega$	$L_x = (10.9 \pm 0.7)mH$
Kondensator	$C_n = (24.6 \pm 0.9)nF$	$C_x = (8.9 \pm 0.3)nF$	$(3.94)k\Omega$	$(1.05)k\Omega$	$C_x = (10.9 \pm 0.7)nF$

Damit liegen alle Werte gut im Toleranzbereich der mit dem RLC-Gerät gemessenen.

4 Kommerzielle Wheatstone-Brücke

Bei einer angenommenen Messungenauigkeit von 5% wegen der schlechten Ablesbarkeit der Skale ergeben sich folgende Werte.

$$\begin{array}{ll} \text{Widerstand} & R_x = (8.7 \pm 0.4)k\Omega \\ \text{Kondensator} & C_x = (8.8 \pm 0.4)nF \\ \text{Spule} & L_x = (11.0 \pm 0.6)mH \end{array}$$

Die Werte stimmen gut mit den mit dem RLC-Messgerät bestimmten überein.

Anlagen:

- Messprotokoll

Potsdam, 23. Oktober 2004

Alena Zwanzig

Harald Haakh