

Versuch P1 - 70, 71, 81

Elektrische Messverfahren

Auswertung

Gruppe Mo-19
Yannick Augenstein
Patrick Kuntze

Versuchsdurchführung: 14.11.11

Inhaltsverzeichnis

1	Versuchsergebnisse zu 1	3
1.1	Innenwiderstand des μA -Multizets	3
1.2	Innenwiderstand des $\text{AV}\Omega$ -Multizets	3
1.3	Bestimmung von R_X mit Strom- und Spannungsmessung	4
1.4	Bestimmung von R_X mit einer Brückenschaltung	5
1.5	Bestimmung von R_X mit dem μA -Multizets	5
1.6	Messung der Ruhespannung einer Trockenbatterie	6
1.7	Bestimmung des Innenwiderstands der Batterie	6
2	Versuchsergebnisse zu 2	7
2.1	Gleichstromwiderstand der Spule L	7
2.2	Induktivität und Verlustwiderstand der Spule bei 30Hz	7
2.3	Induktivität, Kapazität und Verlustwiderstand eines Parallelschwingkreises	7
2.4	Einzelne Wechselstromwiderstände der Bauteile des Schwingkreises	9
2.5	Innenwiderstand des Sinusgenerators	10

1 Versuchsergebnisse zu 1

1.1 Innenwiderstand des μA -Multizets

Messwerte: Regelwiderstand: $5,84\text{k}\Omega$; Stromstärke nach Zuschalten des Spannungsmessgerätes: 0.638mA ; Spannung: 114mV ; Spannungsquelle: 7.11V

Zunächst wurden die Innenwiderstände der beteiligten Geräte bestimmt.

$$R_i^I = \frac{U_m}{I_A} = \frac{114\text{mV}}{0.638\text{mA}} \approx 178.683\Omega$$

Der angegebene Literaturwert beträgt 180Ω . Die Messung weicht also nur sehr gering von diesem ab.

1.2 Innenwiderstand des $\text{AV}\Omega$ -Multizets

Messwerte: Siehe 1.1

i)

$$R_i^U = \frac{U_m}{I - I_A} = \frac{114\text{mV}}{1\text{mA} - 0.638\text{mA}} \approx 314.917\Omega$$

ii) Vor dem Zuschalten des $\text{AV}\Omega$ -Multizets:

$$R_{Ges} = 1\text{k}\Omega + 5,84\text{k}\Omega + R_i^I = 7018.683\Omega$$

Man sieht, dass sich der Gesamtwiderstand von ii) zu iii) ändert und somit auch der Strom.

iii) Näherungsverfahren:

$$R_{Ges}' = 1\text{k}\Omega + R_{Regel} + \frac{1}{\frac{1}{R_i^I} + \frac{1}{R_i^U}} = 1\text{k}\Omega + 5,84\text{k}\Omega + \frac{1}{\frac{1}{178.683\Omega} + \frac{1}{314.917\Omega}} \approx 6954\Omega$$

$$I' = \frac{7.11\text{V}}{6954\Omega} \approx 1.022\text{mA}$$

$$\Rightarrow R_i^{U'} = \frac{U_m}{I' - I_A} = \frac{114\text{mV}}{1.022\text{mA} - 0,638\text{mA}} \approx 296.875\Omega$$

$$R_{Ges}'' = 1\text{k}\Omega + 5.84\text{k}\Omega + \frac{1}{\frac{1}{178.683\Omega} + \frac{1}{296.875\Omega}} \approx 6951.546\Omega$$

$$I'' = \frac{7.11\text{V}}{6951.546\Omega} \approx 1.023\text{mA}$$

$$\Rightarrow R_i^{U''} = \frac{U_m}{I'' - I_A} = \frac{114mV}{1.023mA - 0,638mA} \approx 296.875\Omega$$

Der Literatur-Innenwiderstand des AV Ω -Multizets beträgt 300 Ω . So sieht man, dass der zunächst ermittelte Wert um etwa 15 Ω von diesem abweicht, doch durch das Näherungsverfahren wird diese bereits geringe Abweichung nocheinmal, zu 4 Ω , stark verkleinert.

1.3 Bestimmung von R_X mit Strom- und Spannungsmessung

Messwerte: Spannungsrichtig: [i] $\mu A=0.689mA$, AV $\Omega=127mV$; [ii] AV $\Omega=0.672mA$, $\mu A=312mV$;
Stromrichtig: [iii] $\mu A=0.215mA$, AV $\Omega=143.4mV$; [iv] AV $\Omega=0.670mA$, $\mu A=381mV$

Bei diesem Versuch wurde der zu bestimmende Widerstand über die Strom-Spannungswerte berechnet. Hierfür wurden mit den μA - und AV Ω -Multizets Wertepaare mit Strom- und Spannungsrichtigen Schaltungen aufgenommen. Außerdem wurden die positionen der Geräte vertauscht.

$$R = \frac{U}{I}$$

\Rightarrow

Spannungsrichtig:

[i]

$$R_x = \frac{127mV}{0.689mA} \approx 184.3251\Omega$$

[ii]

$$R_x = \frac{312mV}{0.672mA} \approx 464.2857\Omega$$

Stromrichtig:

[iii]

$$R_x = \frac{143.4mV}{0.215mA} \approx 666.9767\Omega$$

[iv]

$$R_x = \frac{381mV}{0.67mA} \approx 568.6567\Omega$$

Mit Berücksichtigung der Innenwiderstände: (μA -Multizet: 1mA/180 Ω ; 1V/100000 Ω)
(AV Ω -Multizet: 1mA/100 Ω ; 0,3V/300 Ω)

Spannungsrichtig:

[i]

$$R_x = \frac{1}{\frac{I}{U} - \frac{1}{R_{AV\Omega}}} \approx 196.3917\Omega$$

ii

$$R_x = \frac{1}{\frac{I}{U} - \frac{1}{R_{\mu A}^U}} \approx 466.4514\Omega$$

Stromsrichtig:

iii

$$R_x = \frac{U}{I} - R_{\mu A}^I \approx 486.9767\Omega$$

iv

$$R_x = \frac{U}{I} - R_{AV\Omega}^I \approx 468.6567\Omega$$

An Hand der Ergebnisse kann man sehen, dass sich die Werte des zu bestimmenden Widerstands durch Berücksichtigung der Innenwiderstände verändern. Während dies bei spannungsrichtiger Schaltung (i) 12.0666Ω ; (ii) 2.1657Ω) noch sehr kleine Abweichungen bewirkt, fallen die Unterschiede bei Stromrichtiger Schaltung (iii) 180Ω ; (iv) 100Ω) schon viel größer aus. Dies hängt damit zusammen, dass die Messgeräte nicht ideal sind. So sollen Spannungsmesser einen möglichst großen, Strommesser einen möglichst kleinen Widerstand haben. An Hand unserer Ergebnisse erkennt man nun, dass die Auswirkung schlechter Geräte bei stromrichtiger Messung einen um einiges größeren Fehler hervorruft.

1.4 Bestimmung von R_X mit einer Brückenschaltung

Messwerte: Widerstände: $R_1 = 1000\Omega$; $R_{p1} = 323\Omega$; $R_{p2} = 677\Omega$

Bei der Wheatston'schen Brücke lies sich der zu bestimmende Widerstand leicht über die bekannten Größen berechnen. Dazu wurden die "Teilwiderstände" des $1k\Omega$ -Potentiometer verschoben, dass in der Brücke kein Strom mehr messbar war.

$$R_x = \frac{R_{p1}}{R_{p2}} R_1 = \frac{323\Omega}{677\Omega} 1000\Omega \approx 477.1049\Omega$$

Der angegebene Literaturwert des gemessenen Widerstands lautet 470Ω . Für diesen Wert ist eine Messung von 477Ω also eine Abweichung von etwa 1,5% verhältnismäßig exakt. Dies ist möglich, weil während gemessen wird kein Strom durch das Messgerät fließt, was bedeutet, dass dieses den Vorgang nicht beeinflusst und verfälscht. Genauer gesagt hängt das Ergebniss ausschließlich von der Genauigkeit des Potentiometers ab.

1.5 Bestimmung von R_X mit dem μA -Multizets

Messwerte: Widerstand: $R_x = 460\Omega$

Der Widerstand wurde direkt über den Ω -Messbereich des μA -Multizets abgelesen.

1.6 Messung der Ruhespannung einer Trockenbatterie

Messwerte: Widerstände: $R_1 = 1000\Omega$; $R_{p1} = 323\Omega$

Mit einem $10k\Omega$ -Potentiometer wurde die abfallende Spannung so geregelt, dass sich diese genau mit der Batteriespannung aufhob. Die geregelte Spannung konnte dann gemessen werden.

$$U_{Bat} = U_{Pot} = 1.5V$$

1.7 Bestimmung des Innenwiderstands der Batterie

Messwerte: i $R_1 = 220\Omega$: 40mV; ii $R_2 = 110\Omega$: 55mV; iii $R_3 = 47\Omega$: 78mV; iv $R_4 = 22\Omega$: wurde nicht verwendet

Um den Innenwiderstand der Batterie zu bestimmen wurden zunächst die Spannungserniedrigungen ermittelt.

$$\Delta U = R_i \frac{U_{Bat}}{R_{1,2,3}}$$

Anschließend kommt der Widerstand für unterschiedliche Belastungen berechnet werden.

$$\Rightarrow R_i = \Delta U \frac{R_{1,2,3}}{U_{Quelle} - \Delta U}$$

\Rightarrow

i

$$R_{i,1} = 40mV \frac{220\Omega}{1450mV - 40mV} \approx 5.6738\Omega$$

ii

$$R_{i,2} = 55mV \frac{110\Omega}{1450mV - 55mV} \approx 4.3369\Omega$$

iii

$$R_{i,3} = 78mV \frac{47\Omega}{1450mV - 78mV} \approx 2.6720\Omega$$

$$\text{Mittelwert: } \langle R_{i,1,2,3} \rangle = \frac{R_{i,1} + R_{i,2} + R_{i,3}}{3} \approx 4.2276\Omega$$

Das Ergebnis unserer Messung zeigt deutliche Unterschiede des Innenwiderstands bei unterschiedlichen Belastungen. Dies kann auf eventuelle Abhängigkeit des Widerstands von der Stromstärke oder Temperatur der Batterie zurückzuführen sein.

2 Versuchsergebnisse zu 2

2.1 Gleichstromwiderstand der Spule L

Messwerte: Gleichstromwiderstand der Spule L ($R_{S\Omega}$) = 74Ω

Die Messung erfolgte äquivalent zu 1.5.

2.2 Induktivität und Verlustwiderstand der Spule bei 30Hz

Messwerte: $U_G = 200.1mV$; $U_W = 80.66mV$; $U_S = 153.3mV$

Gemessen wurde bei $0,2V$.

Aus den Werten folgen Induktivität und Verlustwiderstand der Spule.

$$R_S = \sqrt{\frac{(U_G)^2}{(U_W)^2} R_1 - (R_1 + R_{S\Omega})^2} = \sqrt{\frac{(200.1mV)^2}{(80.66mV)^2} (110\Omega)^2 - (110\Omega + 74\Omega)^2} \approx 210.2163\Omega$$

$$\Rightarrow R_V = \sqrt{(R_S)^2 + (R_{S\Omega})^2} = \sqrt{(210.2163\Omega)^2 + (74\Omega)^2} \approx 222.861\Omega$$

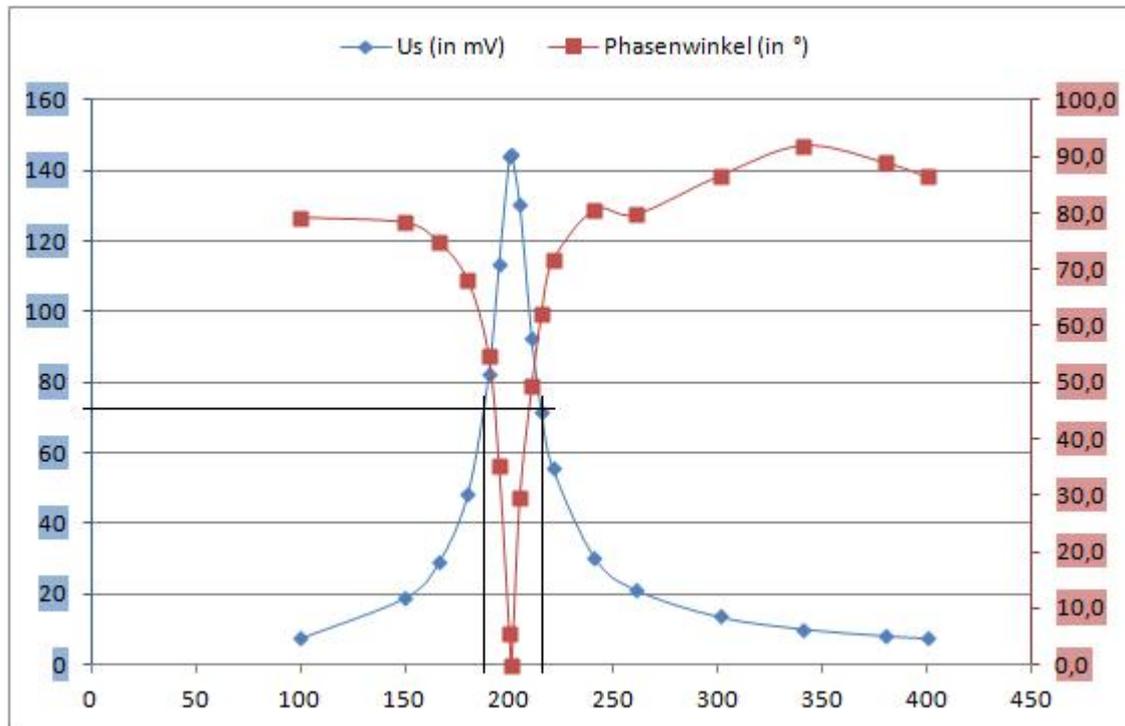
$$L = \frac{R_S}{\omega} = \frac{210.2163\Omega}{2\pi 30Hz} \approx 1.1152H$$

Der Literaturwert liegt für die Induktivität bei $L = 1H$. Dies liegt knapp außerhalb der angegebenen Fehlergrenze von 10%.

2.3 Induktivität, Kapazität und Verlustwiderstand eines Parallelschwingkreises

Messwerte: $U_G = 8.714$; Resonanzfrequenz= $201.02Hz$; Resonanzspannung= $144.9mV$

Bei angegebener Generatorspannung und einem Vorwiderstand von $1M\Omega$ wurden die am Schwingkreis abfallende Spannung U_S und die Phasenverschiebung gemessen. Anschließend wurden die Daten in einer Graphik zusammengefasst und der Resonanzcharakter der Spule analysiert.



Es sollten zunächst Resonanzfrequenz ω_0 , Halbwertsbreite $\Delta\omega$ und Resonanzwiderstand R_r bestimmt werden.

$$\omega_0 = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot 201.02 \text{ Hz} \approx 1263.0459 \text{ Hz}$$

$$U_{Res} = U_S(\omega_0) = 144.9 \text{ mV}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} U_{Res} = 72.45 \text{ mV}$$

Durch lineare Interpolation konnten die beiden Kreisfrequenzen, nötig für die Halbwertsbreite, recht genau ermittelt werden.

$$\Rightarrow \omega_1 \approx 1175.7498 \text{ Hz}$$

$$\omega_2 \approx 1352.5053 \text{ Hz}$$

$$\Rightarrow \Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 = 176.7555 \text{ Hz}$$

$$R_r = R_v \frac{U_r}{U_G - U_r} = 1 \text{ M}\Omega \frac{144.9 \text{ mV}}{8.714 \text{ V} - 144.9 \text{ mV}} \approx 16909.5934 \text{ k}\Omega$$

Desweiteren wurden Kapazität C, Induktivität der Spule L und Verlustwiderstand des Schwingkreises R berechnet.

$$C = \frac{\sqrt{3}}{\Delta\omega \cdot R_r} \approx 5.7950 \cdot 10^{-7} F$$

$$L = \frac{1}{\omega_0^2 \cdot C} \approx 1.0467 H$$

$$R = \frac{\Delta\omega \cdot L}{\sqrt{3}} \approx 106.8257 \Omega$$

Die Kapazität des Kondensators ($0.47 \mu F$) ist mit einer Abweichung vom Literaturwert von 23.298% sehr ungenau. Die Induktivität der Spule (1H) hingegen ist mit einer Ungenauigkeit von 4.67% für unsere Verhältnisse sehr gut.

2.4 Einzelne Wechselstromwiderstände der Bauteile des Schwingkreises

Messwerte: Resonanzfrequenz=201.02Hz; $I_S = 6mA$; $U_S = 7.715V$; $I_K = 6.2mA$; $U_K = 7.857V$

Die Messungen wurden bei Resonanzfrequenz durchgeführt.

$$R_S(\omega_0) = \frac{U_S}{I_S} \approx 1285.8333 \Omega$$

$$\Rightarrow L = \frac{\sqrt{R_S^2 - R_I^2}}{2\pi \cdot f_0} \approx 1.018 H$$

$$R_K(\omega_0) = \frac{U_K}{I_K} \approx 1255.7581 \Omega$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{R_K(\omega_0) \cdot 2\pi \cdot f_0} \approx 6.3049 \cdot 10^{-7} F$$

Die Wechselstromwiderstände von Spule und Kondensator sind demnach nahezu identisch. Des Weiteren stimmt die Induktivität der Spule bis auf 1.8% mit dem vorgegebenen Wert überein. Nur das Ergebnis für die Kapazität weicht mit 34.04% zu stark vom Literaturwert ab. Das lässt uns vermuten, dass wir bereits den Ohm'schen Widerstand des Kondensators zu klein gemessen haben.

2.5 Innenwiderstand des Sinusgenerators

Messwerte: $R_i = 606.5\Omega$

Es gilt $R_i = R_{Pot}$.

$$P_{max} = R_i \frac{U_{leer}^2}{4R_i^2} = \frac{U_{leer}^2}{4R_i} = \frac{(8,75V)^2}{4 \cdot 606.5\Omega} \approx 0.0316W$$