

Versuch 1: Induktivität einer Spule

Theoretische Grundlagen:

I. Aus welchen idealen Bauelementen kann man sich eine reale Spule aufgebaut denken?



ohmsches Bauelement + ideale Spule = reale Spule

II. Welche Aussagen lassen sich über den Widerstand einer Spule bei Anlegen einer Gleichspannung bzw. von Wechselspannung verschiedener Frequenzen treffen?

$$\text{AC: } X_L = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}} \rightarrow X_L \sim U_{\text{eff}}, X_L \sim \frac{1}{I_{\text{eff}}}$$

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2 \cdot A}{l}$$

$$X_L \sim f$$

$$\text{DC: } R = \frac{U}{I} \rightarrow U \sim I$$

III. Wie hängen Blind-, Wirk- und Scheinwiderstand des Bauelements zusammen?

$$\left. \begin{aligned} R &= \frac{U}{I} \\ X_L &= 2\pi f \cdot L = \omega \cdot L \\ Z &= \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \end{aligned} \right\} Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

IV. Welche Größen sind zu messen, wenn man den induktiven Widerstand und die Induktivität der Spule ermitteln will? Entwickeln Sie die entsprechenden Gleichungen.

$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$$

$$2\pi f \cdot L = \sqrt{Z^2 - R^2}$$

$$L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{2\pi f}$$

$$R_{\text{eff}} = \frac{U}{I}, Z_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}} \text{ und } f \text{ müssen gemessen werden.}$$

Aufgaben:

1. Bestimmen des ohmschen Widerstandes einer Spule.

Messen von U und I , dann berechnen von R ($R = \frac{U}{I}$).

$$R = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{5,5V}{106,4mA} = 51,69\Omega$$

2. Ermitteln des Scheinwiderstandes in einem Wechselstromkreis bei zwei verschiedenen Frequenzen.

$$Z = \sqrt{X_L^2 + R^2} = \sqrt{(2\pi f \cdot L)^2 + \left(\frac{U_{eff}}{I_{eff}}\right)^2} = \frac{U_{eff\sim}}{I_{eff\sim}}$$

$$Z_1 = 1071,91\Omega$$

$$Z_2 = 1691,22\Omega$$

3. Daraus berechnen des induktiven Widerstands und der Induktivität der Spule.

$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$$

$$L = \frac{\sqrt{Z^2 - \left(\frac{U_{eff}}{I_{eff}}\right)^2}}{2\pi f}$$

$$L_1 = 3,40803H$$

$$L_2 = 2,77436H$$

$$\hookrightarrow \bar{L} = 3,09119H$$

$$X_L = \sqrt{\left(\frac{U_{eff\sim}}{I_{eff\sim}}\right)^2 - \left(\frac{U_{eff}}{I_{eff}}\right)^2}$$

$$X_{L_1} = 1069,41\Omega$$

$$X_{L_2} = 1690,49\Omega$$

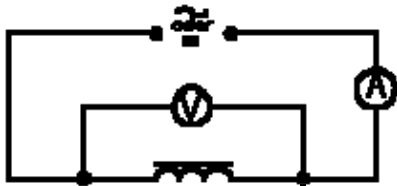
4. Berechnen des relativen Fehlers für den ohmschen Widerstand.

$$\delta R = \frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I} = \frac{10mV}{5,5V} + \frac{100\mu A}{106,4mA} = \pm 0,002758 = \pm 2,758$$

Materialien:

2 Vielfachmessgeräte
Gleichspannungsquelle
Wechselspannungsgenerator
Spule (N = 1600) mit Eisenkern

Schaltplan:



Durchführung:

Zuerst baut man nach dem Schaltplan den Schaltkreis auf. Anhand der Vorüberlegungen weiß man genau in welchen Punkten man welche Größe betrachten bzw. messen sollte. Die Größen werden aufgenommen und notiert. Aus den ermittelten Werten kann man dann die verschieden verlangten Größen berechnen.

Messwerte:

Frequenz in Hz	U_{eff} in V	I_{eff} in mA
50	5	4,67
100	5,04	2,98

U_{eff} in V	I_{eff} in mA
5,5	106,4

Fehlerquellen:

Systematische Fehler:

- Vernachlässigung der Widerstände im Leiter und im Messgerät
- Ungenauigkeit des Generators
- Ungenauigkeit der Messgeräte
- Rundung der Messwerte durch die Messgeräte
- Schwankung der Netzspannung
- Zu geringe Windungszahl in der Spule
- Verschmutzung von Kontakten

Zufällige Fehler:

- Falscher Schaltplan
- Falsche Messbereichseinstellung
- Ungenau ablesen