
AUFGABEN

- Messung der Induktionsspannung in Abhängigkeit von der Windungszahl N der Induktionsspule.
- Messung der Induktionsspannung in Abhängigkeit von der Querschnittsfläche A der Induktionsspule.
- Messung der Induktionsspannung in Abhängigkeit von der Amplitude I_0 des induzierenden Wechselstroms.
- Messung der Induktionsspannung in Abhängigkeit von der Frequenz f des induzierenden Wechselstroms.
- Messung der Induktionsspannung in Abhängigkeit von der Signalform des induzierenden Wechselstroms.

Technische Informationen zu den Geräten finden Sie unter 3bscientific.com

1
ZIEL

Messung der Induktionsspannung in einer Induktionsspule

ZUSAMMENFASSUNG

Befindet sich eine geschlossene Leiterschleife mit N Windungen in einer Zylinderspule, durch die ein Wechselstrom fließt, so wird durch den sich zeitlich ändernden magnetischen Fluss durch die Leiterschleife eine elektrische Spannung induziert. Diese Induktionsspannung hängt von der Windungszahl und der Querschnittsfläche der Leiterschleife sowie der Frequenz, der Amplitude und der Signalform des an die Feldspule angelegten Wechselstroms ab. Diese Abhängigkeiten werden untersucht und mit der Theorie verglichen.

BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Satz 3 Induktionsspulen	1000590
1	Feldspule, 120 mm	1000592
1	Ständer für Zylinderspulen	1000964
1	Präzisionswiderstand 1 Ω	1009843
1	Funktionsgenerator FG 100 (230 V, 50/60 Hz)	1009957 oder
	Funktionsgenerator FG 100 (115 V, 50/60 Hz)	1009956
1	USB-Oszilloskop 2x50 MHz	1017264
2	HF-Kabel, BNC/4-mm-Stecker	1002748
1	Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm, schwarz	1002849
1	Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm, rot/blau	1017718

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Jede Änderung des magnetischen Flusses durch eine geschlossene Leiterschleife mit N Windungen induziert in dieser eine elektrische Spannung. Eine solche Änderung wird z.B. hervorgerufen, wenn sich die Leiterschleife in einer Zylinderspule befindet, durch die ein Wechselstrom fließt.

Für die zeitabhängige induzierte Spannung gilt nach dem Faraday'schen Induktionsgesetz:

$$(1) \quad U(t) = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt}(t).$$

Der magnetische Fluss Φ durch eine Fläche A ist durch

$$(2) \quad \Phi = B \cdot A$$

B : Magnetische Flussdichte

gegeben, wenn die magnetische Flussdichte B die Fläche A senkrecht durchdringt. Damit ergibt sich aus Gleichung (1):

$$(3) \quad U(t) = -N \cdot A \cdot \frac{dB}{dt}(t).$$

Die Feldspule erzeugt in der Leiterschleife die magnetische Flussdichte:

$$(4) \quad B = \mu_0 \cdot \frac{N_F}{L_F} \cdot I$$

$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$: Vakuumpermeabilität, N_F : Windungszahl der Feldspule, L_F : Länge der Feldspule, I : Strom durch die Feldspule

Damit ergibt sich aus Gleichung (3):

$$(5) \quad U(t) = -\mu_0 \cdot N \cdot A \cdot \frac{N_F}{L_F} \cdot \frac{dI}{dt}(t).$$

Im Experiment wird mit Hilfe eines Funktionsgenerators zunächst ein Sinussignal an die Feldspule angelegt. Die Amplitude I_0 des Stroms $I(t)$ durch die Feldspule wird mit Hilfe eines in Reihe dazwischen geschalteten Widerstandes bestimmt. Es wird die Amplitude U_0 der Induktionsspannung $U(t)$ in Abhängigkeit der Windungszahlen N und Querschnittsflächen A der Induktionsspule sowie der Frequenz f des Sinussignals und der Amplitude I_0 des Stroms durch die Feldspule gemessen.

Außer dem Sinussignal werden für eine Induktionsspule bei fester Windungszahl und Querschnittsfläche sowie fester Frequenz auch ein Dreieck- und ein Rechtecksignal an die Feldspule angelegt und jeweils Bildschirmfotos angefertigt.

AUSWERTUNG

Bei sinusförmigem Strom

$$I = I(t) = I_0 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t),$$

ist
$$U(t) = U_0 \cdot [-\cos(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)]$$

mit
$$U_0 = 2 \cdot \pi \cdot \mu_0 \cdot \frac{N_F}{L_F} \cdot N \cdot A \cdot I_0 \cdot f.$$

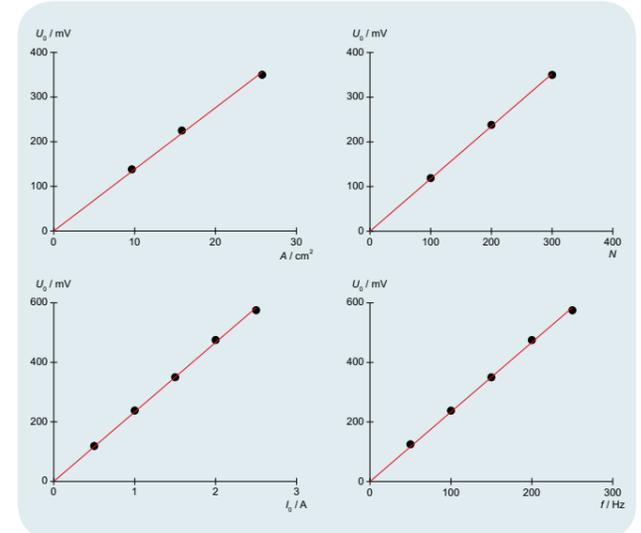


Abb. 1: Amplitude der Induktionsspannung in Abhängigkeit von der Windungszahl und der Querschnittsfläche der Induktionsspule sowie der Amplitude des Stroms durch die Feldspule und der Frequenz des an die Feldspule angelegten Sinussignals.

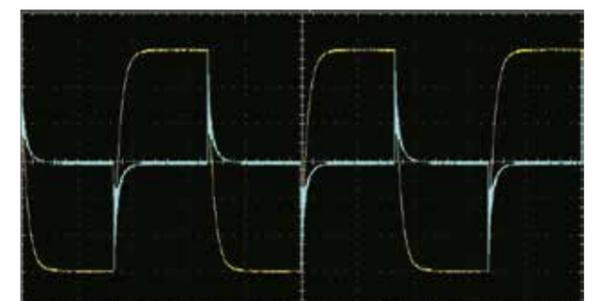
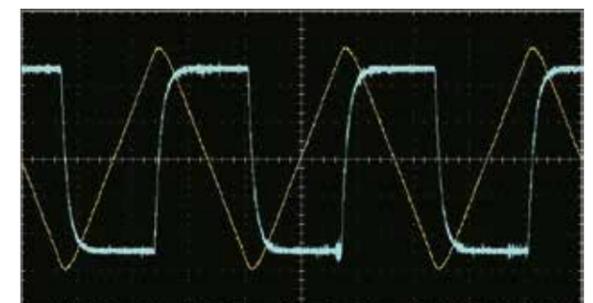
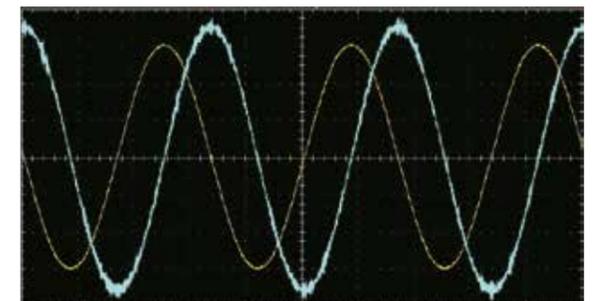


Abb. 2: Bildschirmfotos der zeitlichen Verläufe der Induktionsspannung für ein an die Feldspule angelegtes Sinus- (Oben links), Dreieck- (Oben rechts) und Rechtecksignal (Unten)