

AUFGABEN

- Messung der Induktionsspannung in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der Leiterschleife.
- Messung der Induktionsspannung in Abhängigkeit von der Windungszahl der Leiterschleife.
- Vergleich des Vorzeichens der Induktionsspannung beim Hineinziehen und beim Herausziehen der Leiterschleife.
- Vergleich des Vorzeichens der Induktionsspannung bei Änderung der Bewegungsrichtung.
- Messung der Induktionsspannung in einer Leiterschleife mit variabler Fläche und einer Windung.

ZIEL

Messung der Induktionsspannung in einer durch ein Magnetfeld bewegten Leiterschleife

ZUSAMMENFASSUNG

Die zur Induktion einer Spannung in einer Leiterschleife erforderliche Flussänderung kann aus einer Bewegung der Leiterschleife resultieren. Diese Situation ist erreicht, wenn man eine senkrecht zu einem homogenen Magnetfeld ausgerichtete Leiterschleife mit konstanter Geschwindigkeit in das Magnetfeld hineinzieht oder aus dem Magnetfeld herauszieht. Im ersten Fall nimmt der magnetische Fluss dem Betrage nach zu, im zweiten Fall dem Betrage nach ab. Daher wechselt die induzierte Spannung ihr Vorzeichen.

BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Induktionsgerät	1000968
1	DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)	1003312 oder
	DC-Netzgerät 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)	1003311
1	Analog-Multimeter AM50	1003073
1	Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm	1002843
1	Mechanische Additions-Stoppuhr	1002810

Zusätzlich empfohlen:

1	Messverstärker (230 V, 50/60 Hz)	1001022 oder
	Messverstärker (115 V, 50/60 Hz)	1001021

1

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Unter **elektromagnetischer Induktion** versteht man das Entstehen einer elektrischen Spannung entlang einer Leiterschleife durch Änderung des magnetischen Flusses, der die Leiterschleife durchdringt. Die Flussänderung kann aus einer Änderung des Magnetfeldes oder aus einer Bewegung der Leiterschleife resultieren.

Zur Herleitung der Zusammenhänge wird häufig eine U-förmige Leiterschleife mit beweglicher Querstange betrachtet, die senkrecht zu einem homogenen Magnetfeld B ausgerichtet ist (siehe Abb. 1). Der magnetische Fluss durch die von der Querstange begrenzte Fläche ist

$$(1) \quad \Phi = B \cdot a \cdot b$$

a : Breite, b : Länge der Schleife

Wird die Querstange mit einer Geschwindigkeit v bewegt, so ändert sich der magnetische Fluss, weil sich die Länge der Leiterschleife ändert. Die Änderungsrate

$$(2) \quad \frac{d\Phi}{dt} = B \cdot a \cdot v$$

kann im Experiment als Spannung

$$(3) \quad U = -B \cdot a \cdot v$$

im μV -Bereich gemessen werden, wenn der hier zusätzlich empfohlene Messverstärker zum Einsatz kommt.

Die induzierte Spannung wird erheblich größer, wenn eine Leiterschleife mit zahlreichen Windungen auf festem Rahmen durch das Magnetfeld bewegt wird. Solange der Rahmen nur teilweise in das Magnetfeld eintaucht, ist die in Abb. 1 dargestellte Situation sinngemäß weiterhin gegeben. Die Bewegung der Leiterschleife führt zu einer Flussänderung

$$(4) \quad \frac{d\Phi_1}{dt} = B \cdot N \cdot a \cdot v$$

N : Windungszahl

die als induzierte Spannung

$$(5) \quad U_1 = -B \cdot N \cdot a \cdot v$$

gemessen werden kann.

Sobald die Leiterschleife vollständig in das Magnetfeld eintaucht, geht die Spannung auf Null zurück. Das ändert sich erst, wenn die Leiterschleife wieder aus dem Magnetfeld austritt. Nun nimmt der magnetische Fluss ab und die induzierte Spannung ändert im Vergleich zur anfänglichen Situation ihr Vorzeichen. Ein Vorzeichenwechsel findet auch statt, wenn die Bewegungsrichtung der Leiterschleife geändert wird. Im Experiment wird die Versorgungsspannung des Motors variiert, der die Leiterschleife zieht. Auf diese Weise werden verschiedene konstante Geschwindigkeiten der Leiterschleife eingestellt. Zusätzlich kann die Bewegungsrichtung des Motors umgekehrt werden. Außerdem steht ein Zwischenabgriff zur Verfügung, so die induzierte Spannung für drei verschiedene Windungszahlen N gemessen werden kann.

AUSWERTUNG

Aus Zeit t , die die Leiterschleife für eine komplette Durchfahrt benötigt, und der zugehörigen Streckenlänge L berechnet man die Geschwindigkeit

$$v = \frac{L}{t}$$

Diese Geschwindigkeit und die induzierte Spannung werden in ein U - v -Diagramm eingetragen. Hier liegen die Messwerte auf einer Geraden durch den Ursprung (siehe Abb. 2).

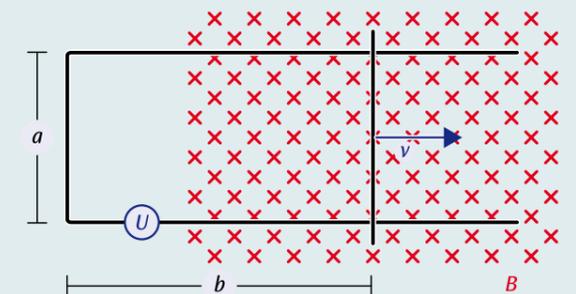


Abb. 1: Änderung des magnetischen Flusses durch Änderung der Schleifenfläche

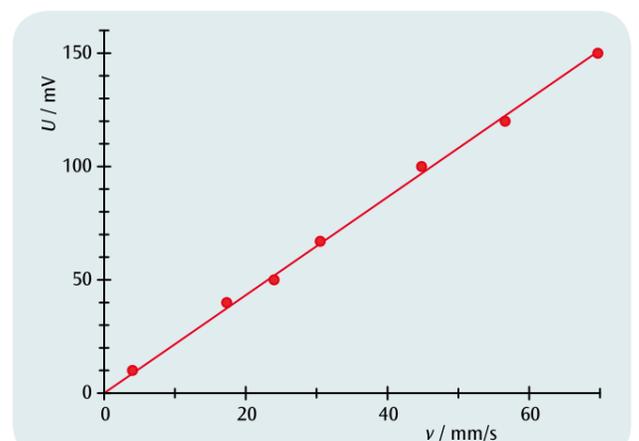


Abb. 2: Induzierte Spannung in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der Leiterschleife