

Wegmessung mit einem Differentialtransformator

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungs-niveau	Durchführungs-niveau	Vorlauf Vorbereitung Durchführung
SI, SII	Elektrik	elektromagnetische Induktion Transformator	●●	■	1 Std. ca. 15 min. ca. 5 min.

Es wird die Funktionsweise eines induktiven Sensors zur Messung eines Verstellweges demonstriert. Zu finden sind diese Sensoren z. B. in Flugzeugen als Positionsmesser der Ruderstellung.

Materialien

- 1 Spule 200 Windungen / alternativ mit 130 Windungen
- 2 Spulen mit 600 Windungen
- 2 Weicheisenkern / alternativ I-Kern
- Wechselspannungsmeßgerät
- Lineal
- Kabelmaterial
- Netzgerät 0 ... 25 V ~, 10 A

Best.-Nr.

z.B. [100.8206](#)

z.B. [100.8206](#)

z.B. [104.0302](#)

z.B. [200.2117](#)

z.B. [100.1028](#)

Vorbereitung

Da die zur Versuchsdurchführung notwendigen Geräte wohl an jeder Schule vorrätig sind, beschränkt sich die Vorbereitung des Versuchs auf den Aufbau und die Verkabelung.

Hierzu werden die 3 Spulen eng nebeneinander gestellt, wobei die Spule mit 130 (200) Windungen als Primärspule in der Mitte positioniert wird. Die Primärspule wird an das Netzgerät angeschlossen. Die beiden äußeren Spulen werden als Sekundärspulen in Differenz geschaltet und an das Wechselspannungsmessgerät angeschlossen. Anschließend werden der Weicheisenkern (evtl. mehrere Weicheisenkerne zusammenfügen) eingeführt und das Lineal angelegt. Verschiebung kann auch mit links und rechts am Weicheisenkern angebrachten Holzstäbchen erfolgen.

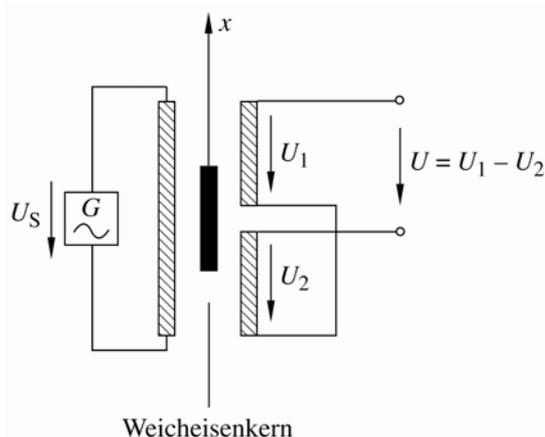


Abb. 1: Schaltskizze

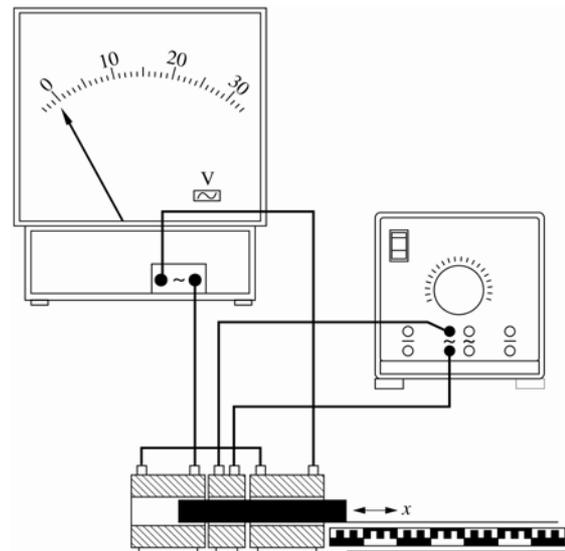


Abb. 2: Schematischer Versuchsaufbau

Durchführung/Ergebnis

Zunächst positioniert man den Weicheisenkern in die Mitte der Versuchsanordnung. Dann wird das Netzgerät eingeschaltet und auf eine Wechselspannung von ca. 20 V (50 Hz) eingestellt. Das Wechselspannungsmessgerät zeigt bei dieser Stellung des Kerns eine Ausgangsspannung von 0 V an. Verschiebt man nun den Eisenkern langsam in beide Richtungen, so stellt man ein Ansteigen der Ausgangsspannung fest. Nimmt man mit Hilfe des Lineals die Ausgangsspannung als Funktion des Verschiebeweges auf, so erkennt man in einem bestimmten Bereich einen linearen Zusammenhang (Abb. 3).

Funktionsweise

Das Prinzip eines Differentialtransformators als Wegaufnehmer¹ zeigen die Abb. 1 bis 3. Er besteht aus einer Primär- und zwei Sekundärspulen, die zueinander gegenphasig angeordnet sind. Über die Primärwicklung wird der aus den beiden Sekundärspulen bestehenden Halbbrücke eine sinusförmige Trägerspannung zugeführt. Der verschiebbare Kern beeinflusst die magnetische Kopplung zwischen der Primärwicklung und den beiden Sekundärwicklungen (Abb. 1).

In der Ruhelage befindet sich der Kern genau in der Mitte, so dass die induzierten Spannungen in den Sekundärwicklungen entgegengesetzte Polarität haben und exakt gleich sind. Das daraus resultierende Signal ist in diesem Fall 0 Volt. Wenn der Kern aus der Nulllage bewegt wird, so ergibt sich eine Differenzspannung, die proportional zur Verschiebung ist. Die Differenz der beiden Spannungen ist somit ein Maß für die Wegstrecke (Abb. 3).

Variation

Alternativ zum dargestellten Versuchsaufbau lässt sich ein solcher Wegaufnehmer relativ leicht nachbauen. Man benötigt dazu ein Kunststoffrohr (z. B. die Hülle eines Filzstiftes), etwas Trafodraht (Lackdraht mit ca. 0,5 bis 1 mm Durchmesser) und den Schaft einer Schraube als Kern. Mit dem Trafodraht wickelt man sich nun 3 gleich lange Spulen um das Kunststoffrohr und verkabelt die Enden entsprechend dem Versuchsaufbau. Aufgrund der geringen Windungszahl der Spulen verwendet man zur Speisung der Primärspule einen Frequenzgenerator, um eine einigermaßen große Ausgangsspannung im mV-Bereich zu erhalten. Die Erregerfrequenz sollte hier bei einer Versorgungsspannung von ca. 10 V im Bereich von 4 bis 10 kHz liegen.

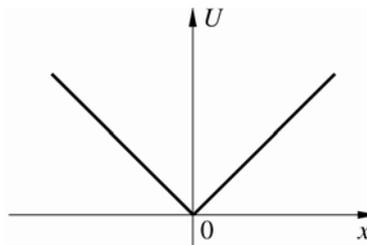


Abb. 3: Ausgangsspannung als Funktion des Weges

Methodischer Einsatz

Der Versuch eignet sich besonders für die Mittelstufe im Rahmen der Elektrizitätslehre. Hier kann der Versuch zur Demonstration der elektromagnetischen Induktion dienen. Darüber hinaus kann er als einleitender Versuch zur Erarbeitung der Gesetzmäßigkeiten des Transformators verwendet werden.

Dabei lässt sich das Experiment gut mit dem Hinweis auf die Positionssteuerung eines Flugzeugruders motivieren. Hier werden solche Sensoren als Positionsmesser der Ruderstellung zur Rückmeldung an den Pilot oder Autopilot verwendet.

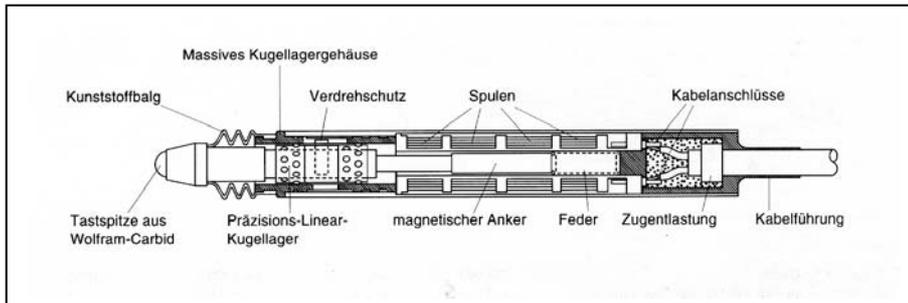
Zudem kann man den Schülern und Schülerinnen einen Einblick in moderne Mess- und Regelvorgänge geben, da solche induktive Sensoren aufgrund ihrer Robustheit vielfach ihre Anwendung finden, wo

¹ Weitere Informationen z. B. bei ASM GmbH, Am Bleichdach 18-22, D-85452 Moosinning (<http://www.asm-sensor.de/>) erhältlich.

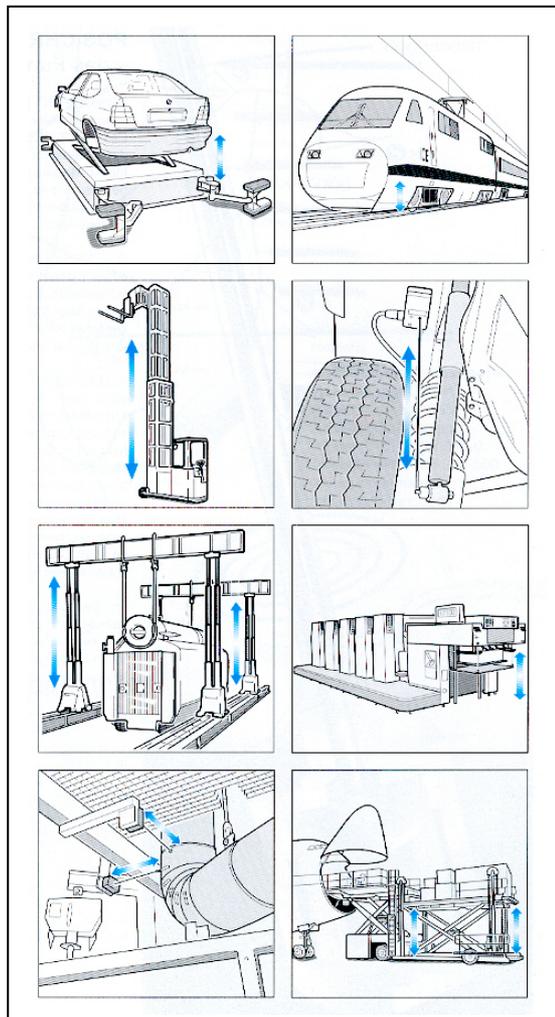
empfindliche Elektronik versagt (z. B. hohe Temperaturen, hohe Drücke, radioaktive Belastung, Seewasser).

Einsatzbereiche können Sie überblickartig aus der folgenden Zusammenstellung der Firma ASM² (www.asm-sensor.de) finden:

Prinzipaufbau:



typ. Einsatzbereiche:



² mit freundlicher Genehmigung der Firma ASM GmbH, Am Bleichbach 18-22, D-85452 Moosinning