

Übung 15 Elektromagnetismus Generator, Motor, Wechselspannung, Drehstrom

Lernziele

- wissen, was Wechselspannung ist.
- verstehen, wie Wechselspannung erzeugt wird.
- die Funktionsweise eines Generators verstehen.
- die Funktionsweise eines Gleichstrommotors verstehen.
- verstehen, was Drehstrom ist.
- die Beziehungen zwischen den Spannungen in der Stern- und Dreieck-Schaltung verstehen.
- durch das Studium eines Textes einen neuen Sachverhalt erarbeiten können.

Aufgaben

1. Studieren Sie im Buch *Metzler* den Abschnitt *7.1.1 Erzeugung von Wechselspannung* (Seiten 260/261).
Hinweis:
Die mathematische Abhandlung $U_{\text{ind}} = \dots$ enthält Differentialrechnung. Es genügt, wenn Sie zur Kenntnis nehmen, dass U_{ind} sinusförmig ist.

2. **Simulation Generator / Gleichstrommotor**
Sie sollen mit Hilfe zweier Java-Applet-Simulationen auf dem Internet die Funktionsweise eines Generators und eines Gleichstrommotors verstehen lernen.
 - a) *Generator*
Sie finden das Applet "Generator" im Internet unter
<http://www.tel.fh-htwchur.ch/~borer> Physik Unterlagen (...)
Eine Leiterschleife, die sich in einem Magnetfeld befindet, wird mit konstanter Winkelgeschwindigkeit gedreht. An den Enden der Schleife misst man eine induzierte elektrische Spannung.
 - i) Überlegen Sie sich mit Hilfe der Simulation, wie der Generator funktioniert.
 - ii) Erklären Sie sich den Verlauf der induzierten Spannung sowohl mit Hilfe der Änderung des magnetischen Flusses als auch mit Hilfe der Lorentz-Kraft.
 - iii) Überlegen Sie sich mit Hilfe der Simulation, wie der Verlauf der induzierten Spannung von der Drehgeschwindigkeit der Leiterschleife abhängt.
 - iv) Betrachten Sie die beiden Betriebsarten "mit Kommutator" und "ohne Kommutator".
 - b) *Gleichstrommotor*
Sie finden das Applet "Gleichstrommotor" im Internet unter
<http://www.tel.fh-htwchur.ch/~borer> Physik Unterlagen (...)
Ein Generator wird in der Betriebsart "mit Kommutator" in umgekehrter Richtung als Gleichstrommotor betrieben:
An den Enden einer Leiterschleife, die sich in einem Magnetfeld befindet, wird eine elektrische Spannung angelegt, und die Leiterschleife dreht sich.
 - i) Überlegen Sie sich mit Hilfe der Simulation, wie der Gleichstrommotor funktioniert.
 - ii) Erklären Sie sich die Drehbewegung der Leiterschleife mit Hilfe der Lorentz-Kraft.

3. Experiment Generator

(Voraussetzung: Aufgabe 1 oder 2)

Im Praktikumszimmer L26 ist ein Generator aufgebaut. Statt einer einzelnen Leiterschleife hat man eine ganze Rotorspule. Das Magnetfeld wird durch zwei stromdurchflossene Spulen erzeugt. Die Rotorspule wird von Hand mit einer Kurbel gedreht. Der zeitliche Verlauf der an den Enden der Rotorspule induzierten Spannung wird auf einem Kathodenstrahl-Oszilloskop (KO) betrachtet.

- a) Bestimmen Sie die Abhängigkeit der Frequenz und der Amplitude der induzierten Wechselspannung
 - i) von der Drehfrequenz der Rotorspule.
 - ii) von der Stärke des durch die felderzeugenden Spulen fließenden elektrischen Stromes.
- b) Versuchen Sie experimentell, den Generator in der Betriebsart "mit Kommutator" als Gleichstrommotor zu betreiben.

4. Studieren Sie im Buch *Metzler* die erste Seite des Exkurses "Die öffentliche Versorgung mit elektrischer Energie" (Seite 272).

Bearbeiten Sie dazu die folgenden Aufgaben

Die Abbildung links unten auf der Seite 272 zeigt den zeitlichen Verlauf der Spannungen in den drei Strängen bezüglich des Nullleiters.

- a) Zeigen Sie, dass in der Dreiecksschaltung der Scheitelwert der Spannung zwischen zwei Strängen um den Faktor $\sqrt{3}$ grösser ist als der Scheitelwert der Spannung zwischen einem Strang und dem Nullleiter in der Stern-Schaltung.

Hinweis:

Es gilt die folgende trigonometrische Beziehung

$$\sin\left(\frac{+}{2}\right) - \sin\left(\frac{-}{2}\right) = 2 \cos\left(\frac{+}{2}\right) \sin\left(\frac{-}{2}\right)$$

- b) Zeigen Sie, dass in der Stern-Schaltung im Nullleiter kein Strom fließt, wenn alle drei Stränge gleich stark belastet werden.

5. (Voraussetzung: Aufgaben 1, 2 und 3)

Metzler: 261/1, 261/2, 261/3

Lösungen

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...