

Aufgaben 14 Elektromagnetische Induktion Transformator, Drehstrom, RL-Stromkreis, Zuspiel el.-magn. Felder

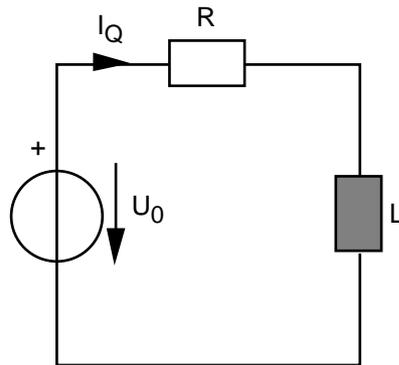
Lernziele

- verstehen, warum bei der Energieübertragung über grosse Strecken Hochspannung verwendet wird.
- die grundlegende Funktionsweise eines Transformators verstehen.
- verstehen, wie Drehstrom erzeugt wird.
- die Schaltungsmöglichkeiten Stern- und Dreieck-Schaltung kennen und verstehen.
- die Beziehungen zwischen den Spannungen zwischen den einzelnen Strängen in der Stern- und Dreieck-Schaltung verstehen.
- mit dem Computerprogramm VENSIM ein einfaches systemdynamisches Modell erstellen und abändern können.
- mit dem Computerprogramm VENSIM einfache Simulationen und Parameterstudien ausführen können.
- den zeitlichen Verlauf der elektrischen Stromstärke und der verschiedenen Spannungen in einer Serieschaltung einer Spule mit einem Widerstandselement kennen.
- die Verallgemeinerung des Induktionsgesetzes kennen.
- wissen, dass es eine Kopplung zwischen elektrischen und magnetischen Feldern gibt.
- eine Rechte-Hand-Regel für die Beziehung zwischen einem zeitlich veränderlichen elektrischen Feld und einem magnetischen Feld kennen.
- eine Linke-Hand-Regel für die Beziehung zwischen einem zeitlich veränderlichen magnetischen Feld und einem elektrischen Feld kennen.
- sich aus dem Studium eines schriftlichen Dokumentes neue Kenntnisse erarbeiten können.

Aufgaben

- 14.1 Energie kann mit Hilfe von elektrischen Leitungen transportiert werden. Um beim Energietransport über eine grosse Entfernung die Energieverluste klein zu halten, ist es zweckmässig, eine hohe Spannung zu verwenden.
- Begründen Sie schlüssig, warum die Energieverluste bei hoher Spannung kleiner sind als bei kleiner Spannung.
- 14.2 Studieren Sie im Buch KPK 1 den folgenden Abschnitt:
- 3.4 Der Transformator (Seiten 67 bis 69)
- 14.3 Studieren Sie den Text "Die öffentliche Versorgung mit elektrischer Energie" (Metzler-Physik, Seite 272, kopiertes Blatt).
- 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 die Amplitude der Spannung zwischen zwei Strängen um den Faktor $\sqrt{3}$ grösser ist als die Amplitude der Spannung zwischen einem Strang und dem Nullleiter in der Stern-Schaltung.
- Hinweis:
Es gilt die 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 keine elektrische Ladung fliesst, wenn alle drei Stränge gleich stark belastet werden.

- 14.4 Betrachten Sie den folgenden Stromkreis, welcher aus einer Serieschaltung einer Spule (Induktivität L) und eines Widerstandselementes (Widerstand R) besteht:

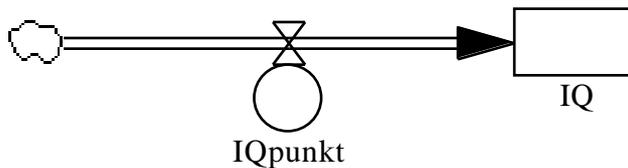


Erstellen Sie mit VENSIM ein systemdynamisches Modell, mit welchem man den zeitlichen Verlauf der elektrischen Ladungsstromstärke I_Q sowie die Spannungen U_R und U_L über dem Widerstandselement und der Spule simulieren kann.

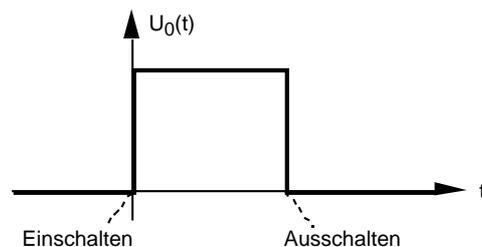
- a) Bauen Sie das Modell, und bringen Sie es zum Laufen.

Hinweise:

- Aus dem Induktionsgesetz kann man einen Zusammenhang zwischen der Spannung U_L über der Spule, der Induktivität L der Spule und der Änderungsrate \dot{I}_Q der elektrischen Ladungsstromstärke I_Q herleiten.
- Der Zusammenhang zwischen der Ladungsstromstärke I_Q und ihrer Änderungsrate \dot{I}_Q kann wie folgt modelliert werden:



- b) Führen Sie die Simulation für einen Ein- und Ausschaltvorgang durch:



Stellen Sie ...

- i) ... die drei Spannungen U_0 , U_R und U_L in einem Diagramm dar.
 - ii) ... die elektrische Ladungsstromstärke I_Q und die Spannung U_L in einem Diagramm dar. Erklären Sie eine Analogie zum Auf- und Entladen eines Kondensators über einem Widerstandselement.
- c) Führen Sie die Simulation für eine sinusförmige Quellspannung U_0 durch.
Stellen Sie die elektrische Ladungsstromstärke I_Q und die Spannung U_L in einem Diagramm dar. Lesen Sie aus dem Diagramm eine Beziehung zwischen I_Q und U_L heraus.

- 14.5 Studieren Sie im Buch KPK 1 den folgenden Abschnitt:
- 3.6 Induzierte elektrische Felder - das Zusammenspiel von ... (Seiten 71 und 72)

Lösungen

14.1 ...

14.2 ...
Lösungen zu den Aufgaben siehe kopiertes Blatt

14.3 a) ...
b) ...

14.4 a) Ein VENSIM-Muster-File "Stromkreis mit Spule und Widerstandselement (spule.mdl)" finden Sie im Internet unter:
<http://www.thomasborer.ch> Physik Dokumente/Links
b) ...
c) ...

14.5 ...
Lösungen zu den Aufgaben siehe kopiertes Blatt