

8. Übung (Abgabe Mo. 14. Juni bis 16:00 Uhr im Sekretariat Frau Badow, Raum 1.2.31)

29. Gegeninduktion

(4 Punkte)

Zwei benachbarte elektrische Stromkreise können sich durch magnetische Induktion gegenseitig beeinflussen. Die Idee ist, dass sich der magnetische Fluss im Stromkreis 2 proportional zum Strom im Stromkreis 1 ändert:

$$\Phi_2 = L_2 I_2 + M_{1,2} I_1$$

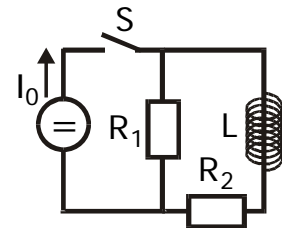
Die dabei auftretende Proportionalitätskonstante $M_{1,2}$ wird "Gegeninduktivität" genannt und ist analytisch nur schwer zu fassen, da sie i. A. stark von der Geometrie der Stromkreise abhängt. Im einfachsten aller Fälle - zwei langen Spulen, die konzentrisch angeordnet sind - kann man die Gegeninduktivität direkt berechnen.

Nehmen Sie an, beide Spulen haben die Länge l . Die innere Spule besitze den Radius r_1 und die Windungszahl n_1 . Die äußere Spule habe den Radius r_2 und die Windungszahl n_2 . Berechnen Sie die Gegeninduktivitäten $M_{1,2}$ und $M_{2,1}$.

30. LR-Kreis

(4 Punkte)

In dem Stromkreis rechts wird der Schalter S zur Zeit $t = 0$ geschlossen. Ab diesem Zeitpunkt stellt die Konstantstromquelle durch Variation ihrer Spannung einen konstanten Strom I_0 durch den Schalter zur Verfügung.

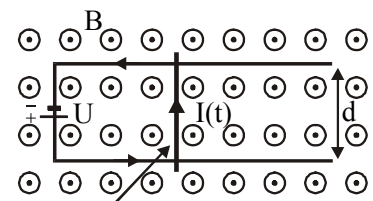


- a) Leiten Sie einen Ausdruck für den durch die Induktivität L fließenden Strom $I_1(t)$ als Funktion der Zeit her.
- b) Berechnen Sie den Zeitpunkt $t = t_0$, zu dem gerade ein gleich großer Strom durch den Widerstand R_1 und durch die Induktivität L fließt.

31. Linearmotor

(4 Punkte)

Zwei parallele Leiter mit vernachlässigbarem Widerstand sind im Abstand d in einer Ebene angeordnet und durch eine Spannungsquelle U verbunden; das andere Ende ist offen. Der Stromkreis wird durch einen reibungsfrei gleitenden Stab mit Widerstand R und Masse m senkrecht zu den beiden Leitern geschlossen. Er kann nur parallel zu den beiden Leitern gleiten. Die so entstehende Leiterschleife sei von einem senkrechten Magnetfeld B durchdrungen. Der auf der Leiterschleife liegende Stab werde zunächst festgehalten und zum Zeitpunkt $t = 0$ losgelassen. Berechnen Sie den Stromfluss $I(t)$ und das magnetische Moment $\mu(t)$ der Leiterschleife. Benutzen Sie als Randbedingung $x(0) = 0$, wobei $x(t)$ den Ort des Stabes zur Zeit t bezeichnet.



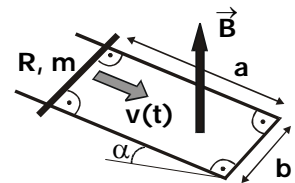
beweglicher Stab
(Widerstand R , Masse m)

Hinweis: Stellen Sie zuerst die Bewegungsgleichung für den Stab auf. Dies liefert eine Beziehung zwischen dem Strom $I(t)$ und der Beschleunigung $a = \ddot{x}(t)$. Eine zweite Gleichung folgt aus der Kirchhoff'schen Maschenregel unter Berücksichtigung der Selbstinduktion. Dies liefert eine Beziehung zwischen dem Strom $I(t)$ und der Geschwindigkeit $v = \dot{x}(t)$. Aus der Kombination der beiden Gleichungen folgt die Bewegungsgleichung für $x(t)$.

32. Induktion

(4 Punkte)

Ein U-förmiger Leiter (Widerstand vernachlässigbar) sei entlang seiner Längsseiten a im Winkel α relativ zur Horizontalen in einem homogenen Schwerfeld mit der Schwerebeschleunigung \vec{g} orientiert. Antiparallel zum Schwerfeld gebe es ein Magnetfeld \vec{B} . Auf dem Leiter liege ein Draht der Masse m und der Breite b mit Widerstand R zwischen den Kontaktstellen zum Draht. Dieser Draht gleite (d.h. kein Rollen!) auf dem U-förmigen Leiter unter Einfluss der Schwerkraft reibungsfrei nach unten. Berechnen Sie die induzierte Stromstärke im Draht sowie die Geschwindigkeit des Drahts als Funktion der Zeit. Legen Sie die x -Achse in a -Richtung (abwärts) und benutzen Sie die folgenden Randbedingungen: $x(0) = 0$, $\dot{x}(0) = 0$.



Hinweis: Stellen Sie die Bewegungsgleichung für den Draht auf und beachten Sie hierbei die Selbstinduktion in Form der Lorentz-Kraft.

Zusatzaufgabe Klausurvorbereitung (Verständnisaufgabe): Kreisströme

(0 Punkte)

Zwei gleiche Kreisströme sind in der x - y -Ebene wie gezeichnet angeordnet.

- (a) Skizzieren Sie das \vec{B} -Feld eines dieser Kreisströme.
- (b) Zeichnen Sie die Richtung der Lorentz-Kraft, die der zweite Strom erfährt, an den vier gegebenen Stellen A, B, C, D ein.
- (c) In welche Richtung zeigt die resultierende Kraft, die sich aus den auf diese vier Punkte wirkenden Kräften ergibt?

