

Induktion

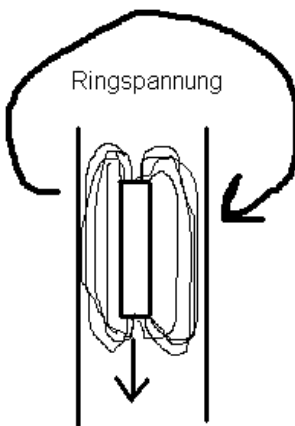
Philipp Kolb

1. Modell der Wirbelstrombremse: Fall eines Magneten in einem Rohr

Ein Magnet welcher in einem senkrechten Rohr aus einem nicht Ferromagnetischen, aber Stromleitenden Material (z.B. Kupfer, Aluminium) fällt, induziert eine Ringspannung wodurch er gebremst wird.

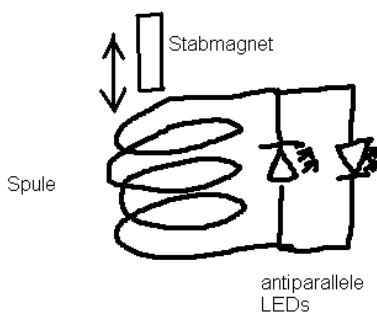
Da bei der Induktion ein Teil der Bewegungsenergie in elektrische Energie umgewandelt wird, wird der Magnet im Fall gebremst.

Je geringer der elektrische Widerstand des Rohrmaterials ist desto stärker ist der Stromfluss der Ringspannung; daher ist die Induktion in einem Material mit niedrigem Widerstand stärker und der Magnet wird folglich stärker gebremst. In einem Kupferrohr ist der Fall dadurch deutlich langsamer als in einem Aluminiumrohr.



2. Elektrische Spannung mit einem Stabmagneten

Ein Stabmagnet der in eine Spule eingetaucht und wieder herausgezogen wird, induziert eine Wechselspannung in der Spule. Dies kann mit zwei antiparallel geschalteten Leuchtdioden dargestellt werden.



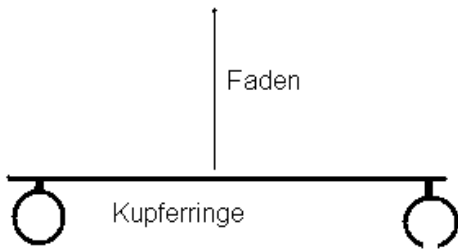
Beim Eintauchen des Magneten in die Spule leuchtet die erste LED, beim Herausziehen die zweite LED, da Leuchtdioden den Strom nur in einer Richtung durchlassen. Die Polarität der Spannung ist also von der Bewegungsrichtung des Magneten abhängig. Es entsteht eine Einphasen-Wechselspannung.

Die Spannung wird dabei umso höher:

- je stärker das B-Feld des Magneten ist
- je schneller der Magnet hin und her bewegt wird

3. Kupferringe und der mechanische Kraftaufwand bei der Induktion

Durch zwei Kupferringe welche an einem freischwingenden Holzstab befestigt sind, wird ein Stabmagnet eingetaucht.

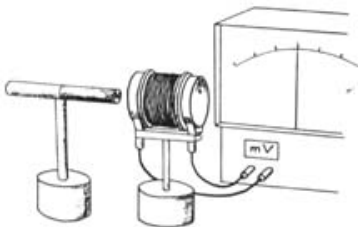


Einer der beiden Kupferringe hat einen Spalt.

Wenn in Ruheposition ein Stabmagnet durch einen der beiden Ringe geschoben wird, wird auch der Ring mitgeschoben. Dies wird durch mechanische Kraft welche zur Induktion erforderlich ist begründet (siehe 1.). Im geschlossenen Ring wird dabei wieder eine Ringspannung induziert.

Bei dem geöffneten Ring ist dieser Effekt dass der Ring mitgeschoben wird nicht so stark, da keine Ringspannung entsteht, sondern die hier induzierte Spannung von den äußeren Enden eine längere Strecke und somit auch einen höheren Widerstand überwinden muss.

4. ein rotierender Magnet induziert eine Spannung



Der rotierende Magnet induziert in der Spule durch die permanente Änderung des B-Feldes eine Einphasen Wechselspannung (siehe 2.). Ohne Eisenkern in der Spule ist die Induktion äußerst gering da das Magnetfeld des Magneten nicht die komplette Spule durchsetzt.

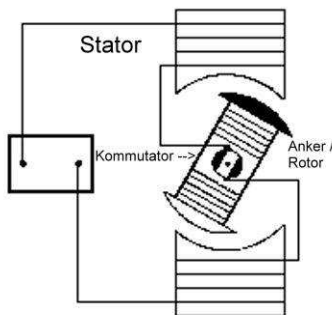
Mit Eisenkern ist die Spannung deutlich höher, da er die gesamte Spule mit dem Magnetfeld durchsetzt.

Die Polarität ändert sich durch die Richtungsänderung des Magnetfeldes.

Ein Fahrraddynamo erzeugt ebenfalls eine Wechselspannung. Ist ein angeschlossenes Voltmeter dabei auf Gleichspannung eingestellt schwankt der Zeiger zwischen dem negativen und positiven Spannungsbereich.

4. b Elektromotoren und Generatoren

Beispiel: Allstrommotor (Gleich und Wechselstrom fähig) mit Doppel T-Anker und Polwender (Kommutator)



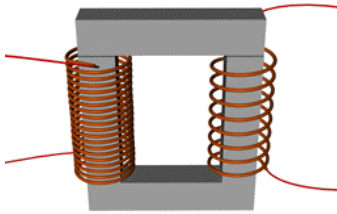
Bei einigen Motoren bzw. Generatoren können die Statorspulen durch

Permanentmagnete ersetzt sein.

Der Stator erzeugt ein Permanentmagnetfeld, in dem der Rotor (bzw. Anker oder Läufer) rotiert. Dadurch, dass sich gleiche Magnetpole abstoßen und sich gegenseitige Pole anziehen, bewegt sich der Rotor. Sobald der Rotor am Neutralpunkt (jeweils nach einer halben Drehung) angekommen ist, wird durch den Polwender die Polarität des Rotors und somit auch die Richtung des B-Feldes getauscht, wodurch die nächste halbe Drehung hervorgerufen wird. Bei Doppel T-Ankern kann es vorkommen das sie genau am Neutralpunkt stehen bleiben und nicht selbstständig anlaufen können da der Abstand beider Ankerwicklungen zum Stator gleich sind. Daher wird solch ein Anker auch in keinem Serienmotor oder Generator eingesetzt. Ein solcher Aufbau kann auch als Generator genutzt werden. Wird anstelle des Kommutatorschleifringes zwei durchgängige Schleifringe, welche mit den beiden Spulenenden verbunden sind verwendet, so würde man, anstatt einer Gleichspannung im Generatorbetrieb eine Wechselspannung erhalten.

Bei einem Fahrraddynamo ist der Anker durch einen Permanentmagneten ersetzt (genauso wie bei einem Kurzschlussläufermotor (3-Phasen Wechselstrom)). Dadurch verhält sich der Fahrraddynamo genauso wie der Versuchsaufbau mit den durchgängigen Schleifringen und erzeugt eine Wechselspannung.

5. Transformatoren



Ein Transformator besteht aus zwei Spulen welche durch einen durchgängigen Kern verbunden sind. An der Primären Spule liegt eine Wechselspannung an welche im Kern und somit auch in der Sekundärspule ein ständig Wechselndes B-Feld induziert. In der Sekundären Spule wird durch das B-Feld wiederum eine Spannung induziert. Das Verhältnis zwischen Eingangs und Ausgangsspannung wird durch das Windungsverhältnis bestimmt. Beispiele:

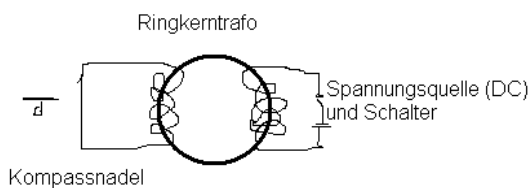
Primär	Sekundär
$n = 1200 ; U = 6V ; I = 0,05mA$	$n = 600 ; U = 3V ; I = 1.1mA ; W = 0,003W$
$n = 1200 ; U = 6V ; I = 0,05mA$	$n = 1200 ; U = 6V ; I = 0.5mA ; W = 0,003W$

Die Leistung (Produkt aus Spannung und Stromstärke) und somit auch die Energie bleibt dabei gleich (siehe Tabelle). (Unter der Bedingung dass man den Wirkungsgrad vernachlässigt! (Bei mit 50HZ Trafos i.d.R. 60%))

Legt man anstelle einer Wechselspannung eine Gleichspannung an, so wird nur für die Dauer der Stromänderung (beim Einschalten bis der maximale Stromfluss bei der Eingangsspannung erreicht ist) eine Spannungsspitze erzeugt. Eine Energieübertragung findet mit DC-Spannung folglich nicht statt.

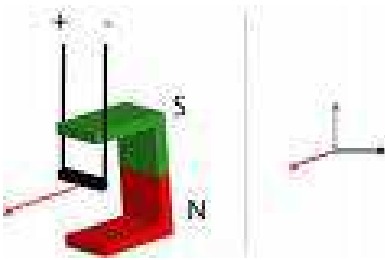
6. ein Blick in die Geschichte

Faraday stellte in einem Versuch mit einem Ringkerntransformator und einer Kompassnadel die unter der Leitung, welche die Sekundärspule kurzschließt, nur während des Anlegens der Primärspannung, eine Spannung an der Sekundärseite entsteht, da die Kompassnadel nur im Einschaltmoment ausschlägt. Die Ablenkung der Kompassnadel durch den elektrischen Strom stellte Oersted 10 Jahre zuvor fest.



Da nur beim Einschalten eine Spannung induziert wird (siehe 5.), schlägt die Kompassnadel auch nur in diesem Moment aus, da nur jetzt eine Spannung durch die Leitung fließt welche wiederum ein B-Feld induziert nach dem sich die Kompassnadel ausrichtet.

7. Leiterschaukel

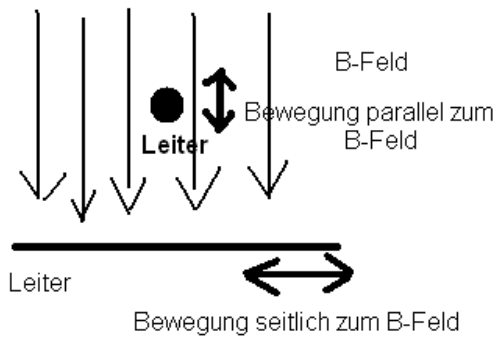


Ein nicht ferromagnetischer Leiter, welcher freischwingend senkrecht zu einem homogenen B-Feld (z.B. Hufeisenmagnet) aufgehängt ist, schwingt beim Anlegen einer Gleichspannung nach vorne (nur beim Zeitpunkt des Einschaltens).

Wird am Leiter eine Wechselspannung angelegt, schwingt er permanent hin und her.

Wird der Leiter senkrecht zum B-Feld bewegt, bzw. der Hufeisenmagnet, so entsteht eine Wechselspannung (siehe 4.).

Bewegt man den Leiter seitlich oder parallel zum B-Feld, so wird keine Spannung induziert.



Parallele und seitliche Bewegungen zum B-Feld induzieren keine Spannung.