

Lenz'sche Regel - Selbstinduktion - Induktivität

Ein induzierter Strom $I = U_{\text{ind}}/R$ erzeugt sein eigenes Magnetfeld. Die Energieerhaltung fordert, dass zum Aufbau eines Magnetfeldes Arbeit gegen eine Kraft verrichtet werden muss. Wäre dies nicht der Fall, so könnte man ein perpetuum mobile konstruieren.

Die Lenz'sche Regel sagt aus:

Der induzierte Strom ist immer so gerichtet, dass sein Magnetfeld der Induktionsursache entgegenwirkt.

Unter **Selbstinduktion** versteht man das Auftreten einer induzierten Quellspannung in einem Leiter aufgrund der Änderung des eigenen Leiterstromes. Der magnetische Fluss Φ_S

$$\Phi_S = \int_S \vec{B} d\vec{A}$$

der durch das eigene Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters (z.B. einer Spule) erzeugt wird und der die Fläche S durchsetzt, die vom Leiter selbst berandet wird, heißt **Selbstinduktionsfluss** des Leiters.

Durch jeden Stromkreis greift ein Magnetfluss hindurch, der von seinem eigenen Magnetfeld herrührt und der augenblicklichen Stromstärke proportional ist:

$$\Phi_S = LI$$

Der Faktor L – die **Induktivität** des Leiters – hängt nur von seiner Gestalt und der Permeabilität des umgebenden Mediums ab.

$$[L] = 1 \text{ Vs / A} = 1 \text{ H} \quad (\text{Henry})$$

Mit $\Psi = LI$ ergibt sich die Selbstinduktionsspannung

$$U_{\text{ind}} = -\dot{\Phi}_S = -L \frac{dI(t)}{dt}$$

Induktivität einer Spule

Das Feld im Inneren einer zylindrischen, langen und dünnen Spule (Länge l_s) ergibt sich zu

$$\vec{B} = \mu_0 \mu_r N \frac{I}{l_s}$$

Dieses Feld erzeugt einen Fluss

$$\Psi = LI = NBA = \mu_0 \mu_r N^2 \frac{S}{l_s} I$$

Daraus folgt für die Induktivität:

$$L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2}{l_s} S$$

Allgemein gilt für die Induktivität eines Solenoids:

$$L = k \frac{\mu_0 \mu_r N^2 S}{l_s} = k \mu_0 \mu_r n^2 V$$

n: Anzahl der Windungen je Längeneinheit (N/l_s)

Der sogenannte Entmagnetisierungsfaktor k hängt vom Verhältnis l_s/d (d: Durchmesser der Spule) ab und ist für $l_s/d \geq 10$ gleich 1.

$l_s/d = 0,1$	0,5	1	5	10
$k = 0,2$	0,5	0,6	0,9	1