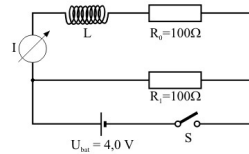


Zum Einstieg in das Thema "Induktion durch Änderung des Magnetfeldes" werden meist Anordnungen betrachtet, bei denen die Feldspule (in ihr wird das Magnetfeld verändert) und Induktionsspule (in ihr wird die induzierte Spannung festgestellt) zwei verschiedene Anordnungen waren. Wie die Experimente zur Selbstinduktion aber zeigen, tritt ein Induktionseffekt beim Ein- und Ausschalten des Stromes in der Feldspule selbst auf. In diesem Fall spricht man von **Selbstinduktion**.



Ausschaltvorgang:

- Der Strom geht nicht sofort auf Null zurück.
- Mit dem Stromabfall ist eine Abnahme des magn. Flusses in der Spule verbunden: $d\Phi/dt < 0$.
- Die Flussänderung ruft eine induzierte Spannung U_{ind} hervor, die aufgrund des Induktionsgesetzes in differentieller Form positiv ist.
- Für den Strom $I(t)$ im Kreis gilt dann:

$$I(t) = \frac{U_{ind}}{R}$$

Unter Selbstinduktion versteht man die Induktionswirkung eines Stromes auf seinen eigenen Leiterkreis:

- Ändert sich der durch eine Spule fließende Strom (z.B. beim Ein- und Ausschalten), so bewirkt dieser eine Änderung des magnetischen Flusses durch die "eigene" Spule.
- Aufgrund des Induktionsgesetzes tritt eine Induktionsspannung auf, die nach Lenz die Ursache ihrer Entstehung zu hemmen sucht.
- Dadurch steigt der Strom beim Einschalten einer Spule erst allmählich auf seinen stationären Endwert. Beim Ausschalten der Spule kann der Strom noch "nachfließen", wenn ein entsprechender Stromkreis zur Verfügung steht.

Einschaltvorgang:

- Der Strom geht nicht sofort auf seinen stationären Endwert $I_0 = U_{bat}/R$ sondern steigt allmählich auf diesen Endwert an.
- Mit dem Stromanstieg ist eine Zunahme des magn. Flusses in der Spule verbunden: $d\Phi/dt > 0$.
- Die Flussänderung ruft eine induzierte Spannung U_{ind} hervor, die der von außen angelegten Spannung U_{bat} entgegengerichtet ist (Gesetz von Lenz).
- Für den Strom $I(t)$ im Kreis gilt dann:

$$I(t) = \frac{U_{bat} + U_{ind}}{R} \Rightarrow I(t) = \frac{U_{bat} - N \frac{d\Phi}{dt}}{R}$$

Für die induzierte Spannung gilt:

$$U_{ind} = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow U_{ind} = -N \cdot A \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$U_{ind} = -N \cdot A \cdot \mu_0 \cdot \frac{N}{l} \frac{dI}{dt} \quad (1) \Rightarrow U_{ind} \sim -\frac{dI}{dt}$$

Aufgaben

In einem Stromkreis befindet sich eine Spule der Induktivität 0,60H. Berechnen Sie den Betrag der in ihr induzierten Spannung zum Zeitpunkt $t = 1,0s$, wenn im Stromkreis ein veränderlicher Strom der folgenden Stromstärke fließt:

- a) $I(t) = 2,0 \frac{A}{s} \cdot t$ c) $I(t) = 2,0A \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{t}{1s}\right)$
- b) $I(t) = 2,0 \frac{A}{s^3} \cdot t^3$

Die Induktivität L einer luftgefüllten Spule

In Gleichung (1) von oben werden einige Konstanten zu einer neuen Größe, der Induktivität L einer luftgefüllten Spule, zusammengefasst:

$$U_{ind} = -N \cdot A \cdot \mu_0 \cdot \frac{N}{l} \frac{dI}{dt} \quad (1) \quad \text{mit} \quad L = N^2 \cdot \mu_0 \cdot \frac{A}{l} \quad \text{gilt:}$$

$$U_{ind} = -L \cdot \frac{dI}{dt}$$

Für die Einheit der Induktivität gilt:

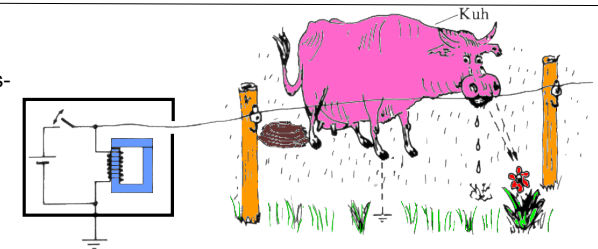
$$[L] = 1 \frac{V \cdot s}{A} = 1H \quad (H: Henry)$$

Die Induktivität einer Spule macht eine Aussage darüber, wie hoch der Betrag der Induktionsspannung bei der Spule für eine bestimmte zeitliche Stromänderung ist. Bei einer Spule mit hoher Induktivität tritt bei einer festen zeitlichen Stromänderung eine höherer Betrag der Induktionsspannung auf, als bei einer Spule mit niedrigerer Induktivität.

In Erinnerung an den amerikanischen Physiker Joseph Henry (1797 - 1878), der sich große Verdienste bei der Erforschung der elektromagnetischen Induktion erwarb, wird die Einheit der Induktivität auch als 1 Henry bezeichnet.

Aufgaben

Die nebenstehende Skizze zeigt Ihnen die Prinzipschaltung (und Wirkung) der "Induktions-Elektrozäun-Schaltung". Der eingezeichnete Schalter wird durch eine hier nicht aufgeführte elektronische Schaltung etwa alle zwei Sekunden einmal geschlossen und geöffnet. Erklären Sie genau, was in der Schaltung vor sich geht, und erläutern Sie, warum der angeschlossene, isoliert aufgespannte Drahtzaun bei Vieh und Mensch fürchtet ist.



Tipp:

Betrachten Sie den rechten Vorderfuß der Kuh.