
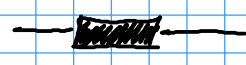
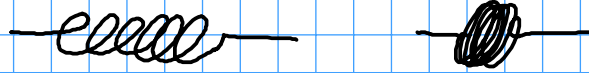


Spulen / Induktivitäten

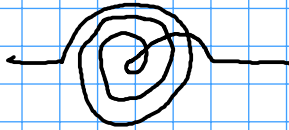
Schaltzeichen 



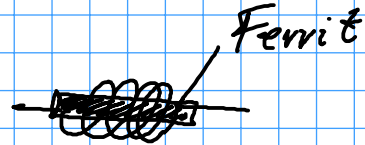
Aufbau: gewickelter Draht



Planar:



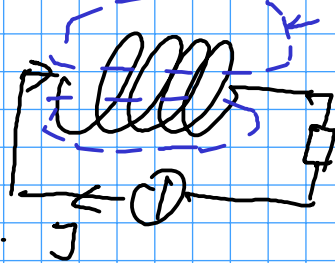
mit ferromagnetischen Kern



Ringkern

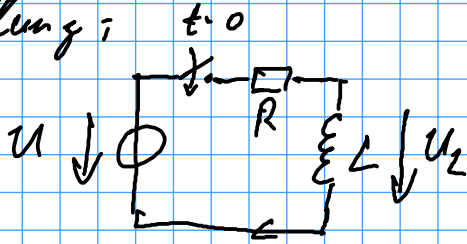


- Was macht die Induktivität



Wenn sich der Strom ändern will, dann wird die Induktivität versuchen die Änderung des Stromes bzw. des Magnetfeldes zu verhindern.

Vorstellung:



Bei $t=0$ wird der Schalter geschlossen, Stromstärke soll sich von Null aus ändern.

Was macht die Spule?

⇒ Spule induziert eine Spannung, die verhindert, dass sich die Stromstärke erhöht.

$$U_2 \sim \frac{di}{dt}$$

$$\Rightarrow U_2 = L \cdot \frac{di}{dt}$$

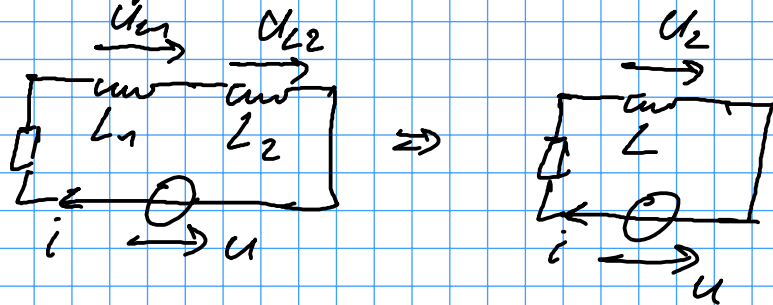
L : Induktivität $[L] = \frac{Vs}{A} = H$
Henry

Integral der Gleichung: $\int u_L dt = L \cdot \int \frac{di}{dt} dt$

Φ : Fluss (magnetisch) $\Phi = L \cdot i$
 $[\Phi] = Vs$

Zusammenschaltung von Spulen / Induktivitäten

Serienschaltung

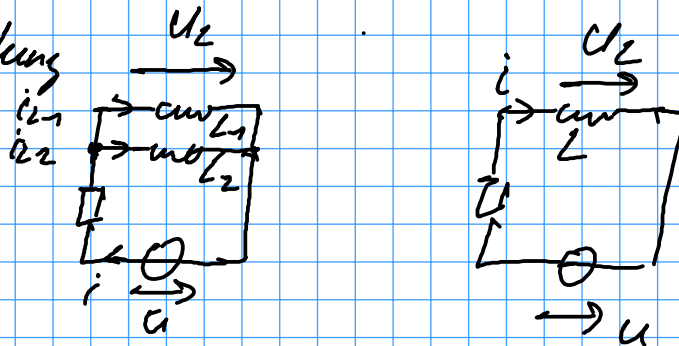


$$U_{L1} + U_{L2} = U$$

$$L_1 \frac{di}{dt} + L_2 \frac{di}{dt} = L \cdot \frac{di}{dt}$$

$$\Rightarrow L_1 + L_2 = L$$

Parallelschaltung



$$i_1 + i_2 = i$$

$$\left(\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \right) \int u dt = \frac{1}{L} \int u dt$$

$$\Rightarrow \frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \quad L = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$$

$$\frac{1}{L_{ges}} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{L_i}$$

$$\int u dt = L \cdot i$$

Gespeicherte Energie in der Spule

$$u = L \cdot \frac{di}{dt}$$

$dW = u \cdot di$ Anteil der Änderung der Energie

$$dW = L \cdot \frac{di}{dt} \cdot di$$

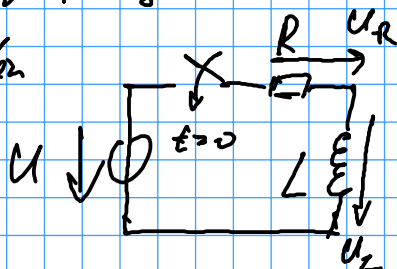
Integration über Zeit und Strom

$$W(t) = \int_0^I L \cdot i \, di = \frac{1}{2} L I^2$$

In der Induktivität gespeicherte Energie

Qualitativ: \vec{S}

Einschalten



bei $t=0$ wird der Schalter geschlossen

- Strom bleibt stetig,

\Rightarrow steigt langsam von Null aus an

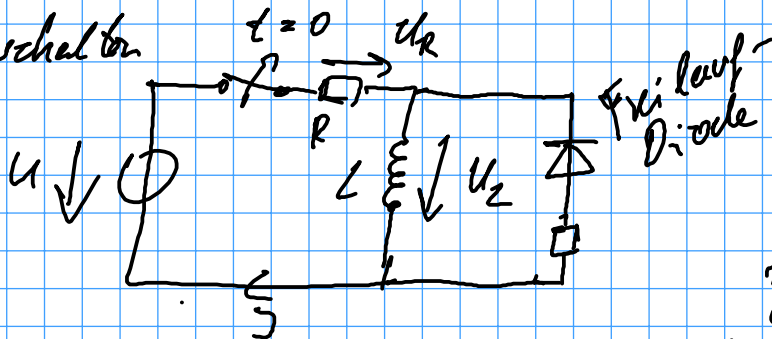
\Rightarrow nach langer Zeit? I maximal $\Rightarrow \frac{di}{dt} \rightarrow 0$

$$\Rightarrow U_L \rightarrow 0 \quad U_R \rightarrow U$$

$$\Rightarrow I = \frac{U}{R}$$

Strom wird alleine durch den Widerstand bestimmt

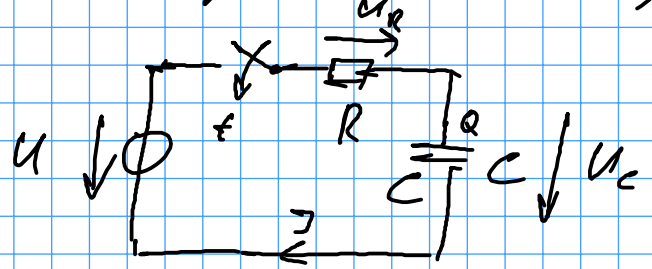
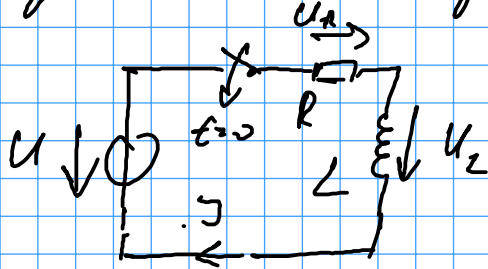
Ausswitchen



bei $t=0$ wird der Schalter geöffnet

Spule versucht den Strom zu halten und es gibt eine induzierte Spannung, die ggf. so groß werden kann, dass es zu einem Lichtbogen im Schalter kommt.

Anfangs- & Endbedingungen bei Spulen (R Kondensator)



$t = 0+$
kurz nach Schließen
des Schalters

$I = 0$ (stetig)

$U_C = 0$ (Stetigkeit der Ladung)
 $Q = 0$

$U_R = 0; U_L = U$

$U_R = U; I = \frac{U}{R}$

$t = \infty$
nach langer Zeit

$I = \frac{U}{R}$

$I = 0$

$U_L = 0; U_R = U$

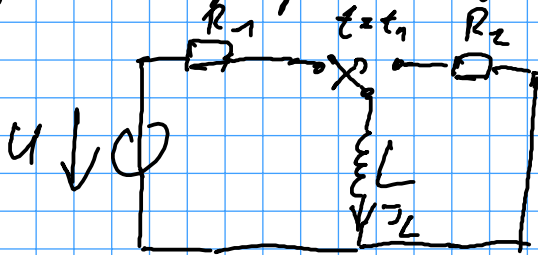
$U_C = U; U_R = 0$

$W_L = \frac{1}{2} L I^2$

$Q_C = C \cdot U$

$W_C = \frac{1}{2} C U^2$

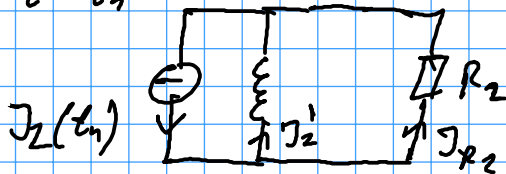
"Abkürzung" für teilweise ideale Induktivität



Spule ist lange Zeit über
den Schalter mit der Spg Q
verbunden ($U_L = 0; I_L = \frac{U}{R_1}$)

bei $t = t_n$ wird der Schalter in die
rechte Stellung umgelegt.

Für $t > t_n$:



bei $t = t_n +$ (kurz nach
Umlegen des Schalters)

Strom durch R_2 , $I_L' = 0$

bei $t \gg t_n$ (nach langer Zeit)

$I_L' = I_L; I_{R_2} = 0$

\Rightarrow Kombination aus Spule und Stromquelle ist nach
außen ohne Energie.

Größen & Verbindungen der Größen in Netzwerken

