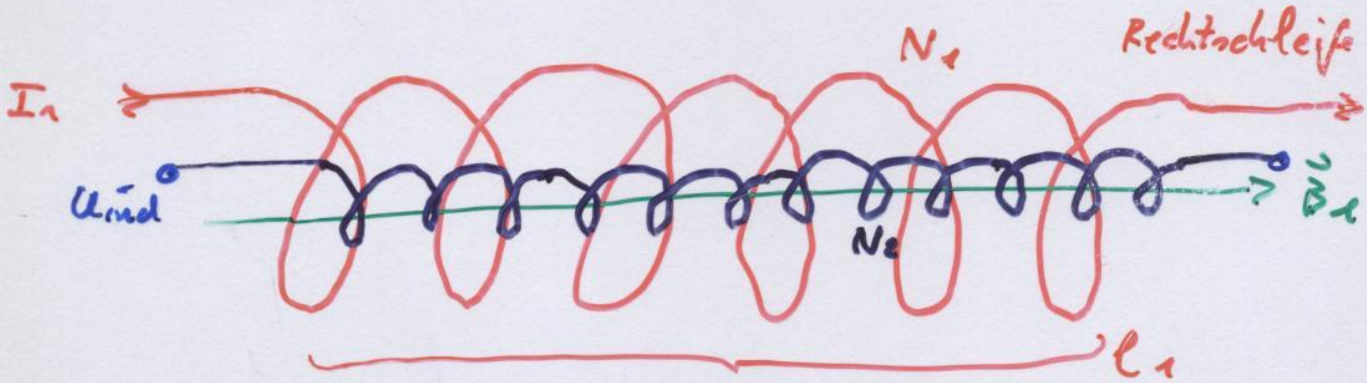
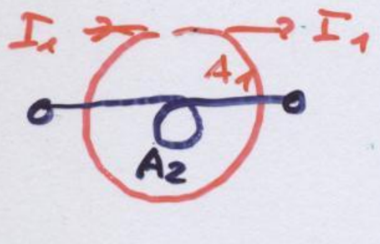
b) 2 Spulen





$$B_1 = \mu_0 \cdot \frac{N_1 I_1}{l_1}$$

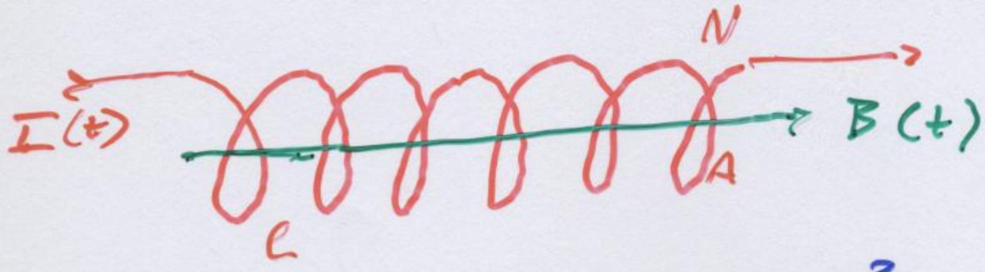
$$L_{12} = \mu_0 \cdot \frac{N_1 \cdot N_2}{l_1} A_2$$

Bei zeitl. Veränderung von I_1:

$$U_{ind} = -N_2 \cdot A_2 \cdot \frac{dB_1}{dt}$$

$$= -\mu_0 \cdot \frac{N_1 N_2}{l_1} A_2 \cdot \frac{dI_1}{dt}$$

c) Selbstinduktivität

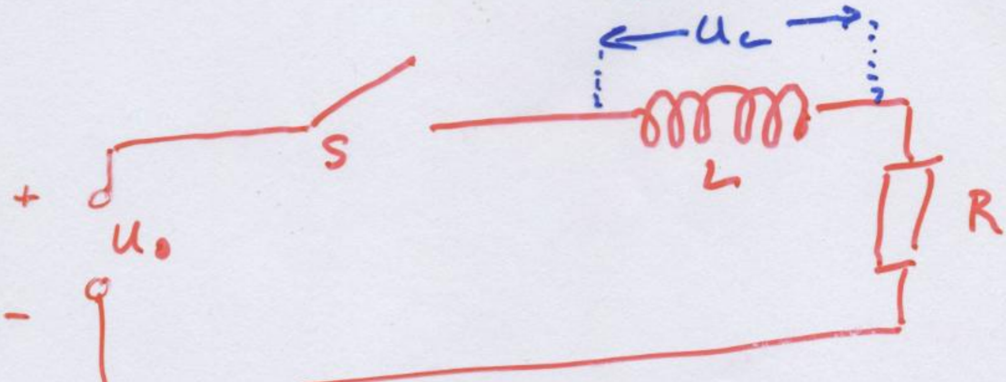


$$|L_{12}| \equiv L = \mu_0 \cdot \frac{N^2}{l} \cdot A$$

$$= \mu_0 \cdot n^2 \cdot l \cdot A$$

Zeitl. Veränderung von I →
zeitl. " von B →
baut eine Spannung auf, die der Änderung
als „Widerstand" entgegenwirkt.

<u>Anwendung</u>: Stromkreis mit Widerstand und Spule



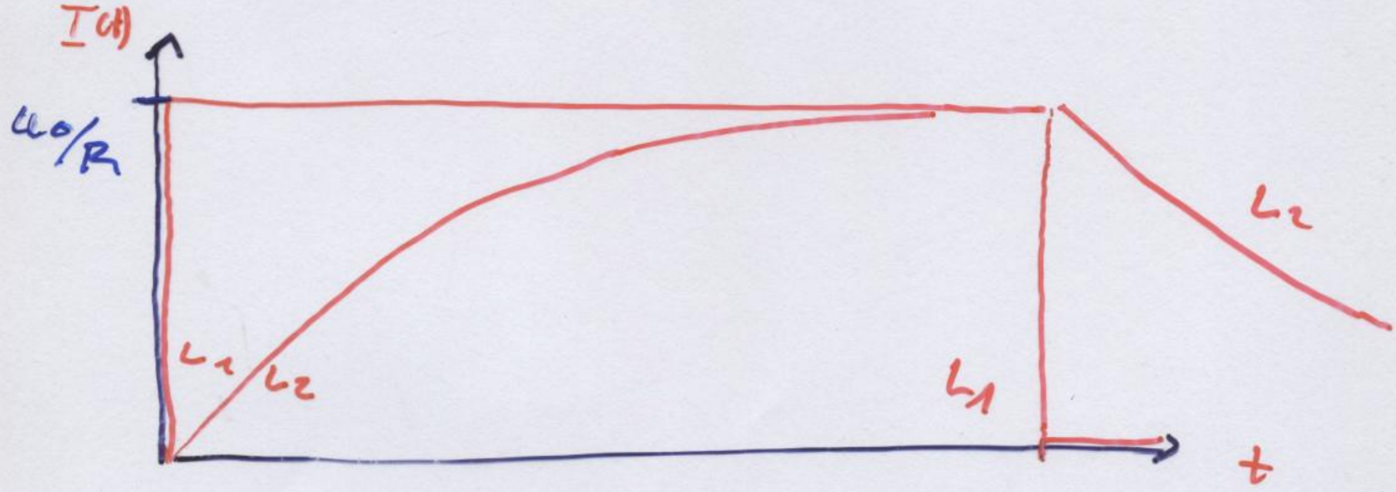
1. Anschalten:

$$U_0 = U_R + U_L$$

$$= I(t) \cdot R + L \frac{dI}{dt}$$

Ansatz: $I(t) = I_0 + I_1 \cdot e^{-\alpha t}$

Lösung: $I(t) = \frac{U_0}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L} \cdot t} \right)$



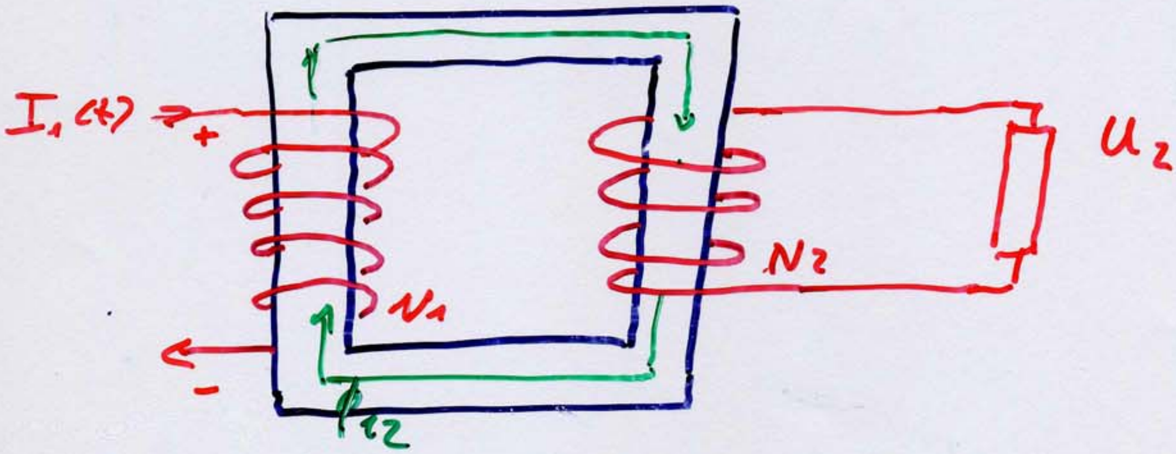
$L_1 \ll L_2$

2. Abschalten

$$U_0 = U_R + U_L \quad = 0$$

Lösung: $I(t) = \frac{U_0}{R} \cdot e^{-\frac{R}{L} \cdot t}$

5.1.3 Transformatoren



$$L \frac{dI_1}{dt} \;(= U_1) = N_1 \cdot \frac{d\phi_1(t)}{dt} \;;$$

$$- N_2 \frac{d\phi_1(t)}{dt}$$

$$= U_2 = L \frac{dI_2}{dt}$$

Ergebnis: Transformation von U_1 auf U_2

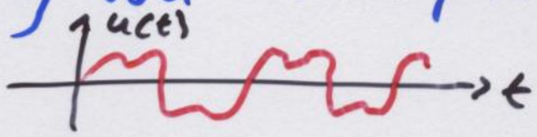
$$U_2 = - U_1 \cdot \frac{N_2}{N_1}$$

<u>Beispiel</u>: $U_1(t) = U_0 \cdot \sin \omega t$

$$\Rightarrow U_2(t) = \frac{N_2}{N_1} \sin(\omega t - \pi)$$

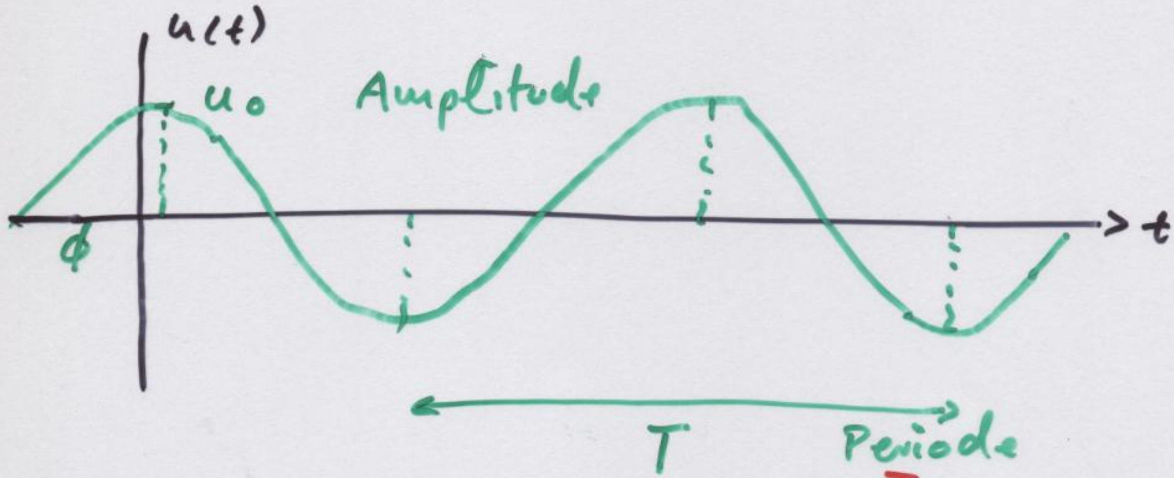
5.2 Wechselstrom und Schaltkreise

Wechselspannungen /-ströme aller Art können aus Überlagerung von Sinusspannung erzeugt werden.



1) Allgemein

$$u(t) = \sum_n u_n \cdot \sin(n \cdot \omega t + \phi_n)$$



Mittelwert: $$\langle u \rangle = \frac{\int_0^T u(t)\, dt}{T}$$

(= 0 für sinus oder cos-Funktion)

Effektivwert: $$u_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t)\, dt}$$

Scheitelwert: u_0 Maximalspannung

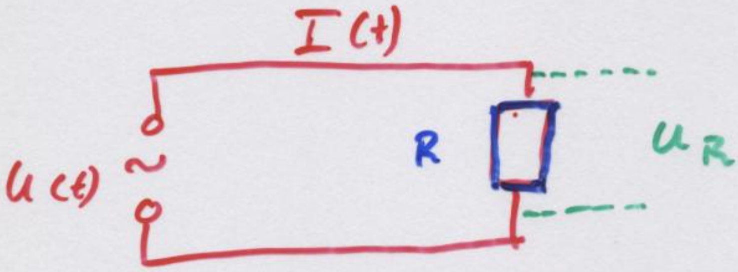
Bs: Hausspannung:

$U_{eff} = 230\,V$

$U_0 = 325\,V$

$\langle U \rangle = 0$

2. Wechselspannung am Widerstand



$$U(t) = U_0 \sin \omega t$$

$$= U_R(t)$$

$$I(t) = \frac{U_R(t)}{R} = \frac{U_0}{R} \sin \omega t = I_0 \sin \omega t$$

Leistung am Widerstand:

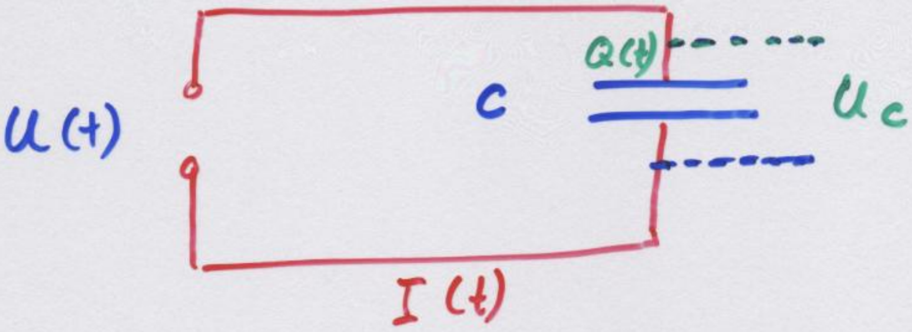
$$P = U_R(t) \cdot I(t)$$

$$= U_0 \cdot I_0 \cdot \sin^2 \omega t$$

$$\langle P \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T P(t)\, dt = \frac{1}{2} U_0 \cdot I_0$$

$$= U_{eff} \cdot I_{eff}$$

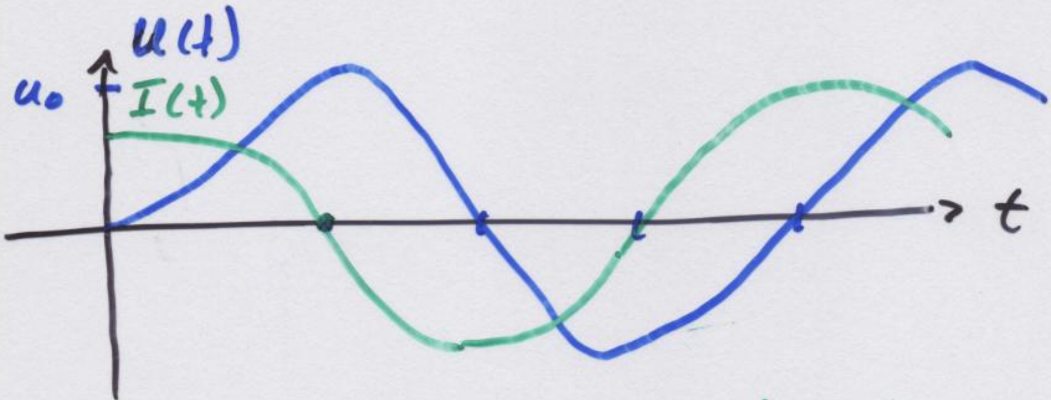
3. Wechselspannung am Kondensator



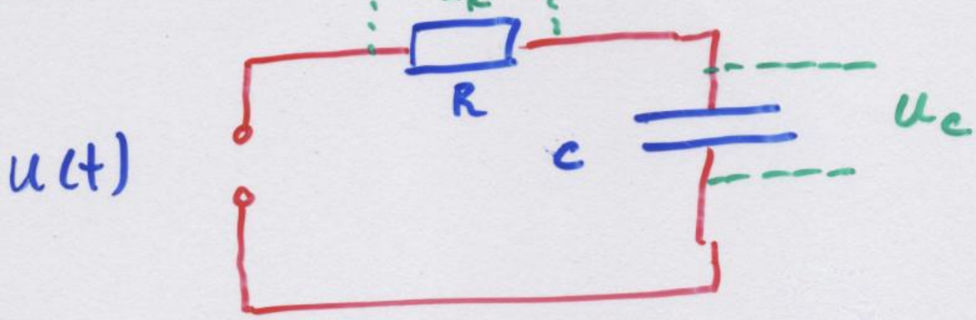
$$U_C(t) = U(t) = U_0 \sin \omega t$$

$$I(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = \frac{d}{dt}\, C \cdot U(t)$$

$$= \omega \cdot C \cdot U_0 \cdot \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$



4. Kondensator + Widerstand



$$U(t) = U_R(t) + U_C(t) = I(t) \cdot R + \frac{Q(t)}{C}$$

$$\frac{dU}{dt} = \frac{dI}{dt} R + \frac{I}{C},$$

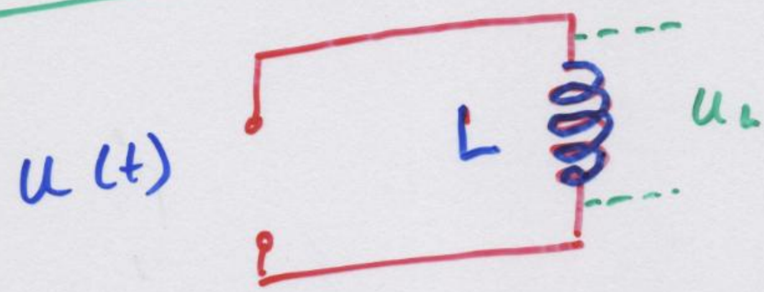
mit $U = U_0 \sin \omega t$:

$$I(t) = I_0 \sin(\omega t + \phi)$$

$$I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}}} \; ; \; \tan\phi = \frac{1}{\omega C R}$$

Für $R \to 0$: $I_0 = U_0 \omega C$

5. Wechselspannung an Spule



$$U(t) = L \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$U_0 \sin \omega t = L \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$\Rightarrow I(t) = \frac{U_0}{\omega \cdot L} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$