

# Der Transformator

Ein in der Primärspule fließender Wechselstrom  $I(t)$  ruft in beiden Spulen den gleichen zeitlich veränderlichen magnetischen Fluss hervor. Für die Spannungen gilt:

$$U_P = -N_P \cdot \dot{\phi}$$

$$U_S = -N_S \cdot \dot{\phi}$$

Das Verhältnis der Spannungen liefert das sog. Transformatorgesetz:

$$\Rightarrow \frac{U_P}{U_S} = \frac{N_P}{N_S}$$

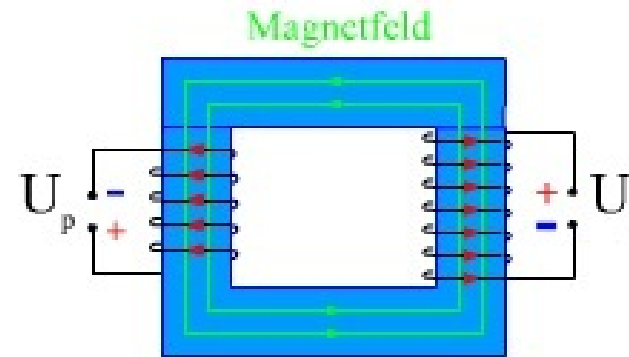
$$\Leftrightarrow U_S = U_P \cdot \frac{N_S}{N_P}$$

Nimmt man an, dass die Leistung im Primärkreis vollständig auf den Sekundärkreis übertragen wird, ergibt sich für das Verhältnis der Stromstärken:

$$P_P = U_P I_P = U_S I_S = P_S$$

$$\Rightarrow \frac{I_S}{I_P} = \frac{U_P}{U_S}$$

$$\Rightarrow \frac{I_S}{I_P} = \frac{N_P}{N_S}$$



Anwendungsbeispiele:

Spannungsverstärkung

$$U_P = 230 \text{ V}, \quad N_P = 500, \quad N_S = 23000$$

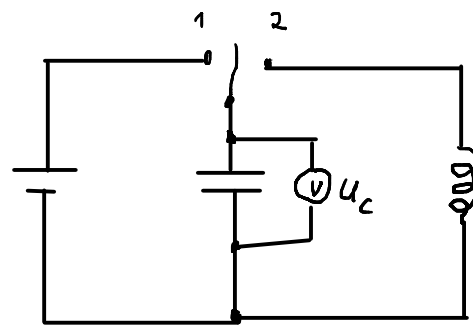
$$\Rightarrow U_S = 230 \cdot 46 \text{ V} = \underline{\underline{10580 \text{ V}}}$$

Stromverstärkung

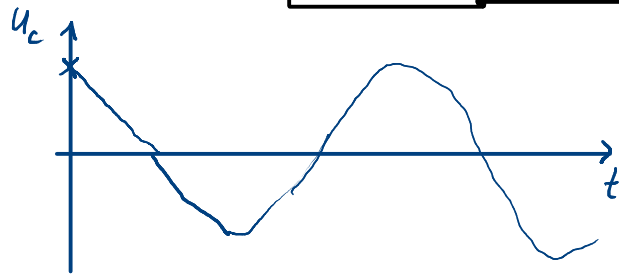
$$U_P = 230 \text{ V}, \quad N_P = 500, \quad N_S = 5$$

$$U_S = 230 \text{ V} \cdot \frac{5}{500} = 2.3 \text{ V}$$

$$I_S = I_P \cdot \frac{500}{5} \approx 200 \text{ A}$$



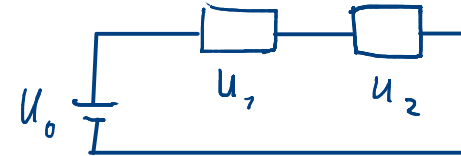
Man schalte von 1 nach 2:  $t=0$   
 Was passiert bei Schalterstellung 2?  
 Skizziere den  $U_c(t)$ -Graphen!



# Der elektrische Schwingkreis

## Herleitung der Thomsonschen Schwingungsgleichung

In einer Reihenschaltung ist die Summe aller Verbraucherspannungen gleich der Spannung der Quelle:



$$U_1 + U_2 = U_0$$

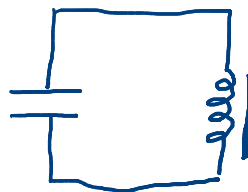
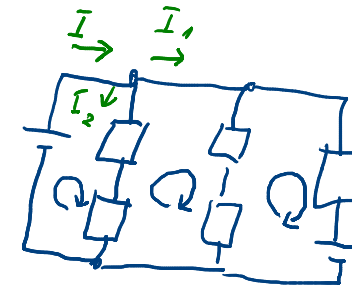
Allgemein gilt:

In einem Umlauf ("Masche") einer elektrischen Schaltung (eines "elektrischen Netzwerkes") ist die Summe aller Spannungen Null, wobei die Spannung der Quelle negativ gezählt wird.

Maschensatz (Maschenregel) – 2. Kirchhoffsches Gesetz

$$\sum_i u_i = 0$$

Für den Schwingkreis heißt das:



$$u_c = \frac{-Q(t)}{C}$$

$$u_L = -L \dot{I}(t)$$

$$\frac{-Q}{C} - L \dot{I} = 0 \Leftrightarrow \frac{-Q}{C} = L \dot{I} \quad \left. \vphantom{\frac{-Q}{C}} \right\} \text{Ableiten}$$

$$\frac{I}{C} = -L \cdot \ddot{I} \Leftrightarrow \ddot{I} = \frac{-1}{LC} \cdot I$$

$$\ddot{I} = -\frac{1}{LC} \cdot I \quad \text{DGL}$$

Das bedeutet:

Wir suchen eine Funktion, deren 2. Ableitung proportional zur Funktion selbst ist. Intuition!

$$I(t) = \hat{I} \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

$$\Rightarrow \dot{I} = \hat{I} \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

$$\Rightarrow \ddot{I} = -\hat{I} \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t) = \underline{\underline{-\omega^2 I}}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$\hat{I}$  = Maximalwert von I

DGL = Differentialgl.

Die "geratene" Funktion I(t) erfüllt die DGL, wenn

$$\omega^2 = \frac{1}{LC}$$

$$2\pi f = \frac{2\pi}{T} = \omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

Thomsonsche Schwingungsgleichung

Berechne f für C = 1 mF und L = 500 H!  $f = 0,22 \text{ Hz}$

$$\frac{3}{2} T = 14,64 \text{ s} - 6,3 \text{ s} = 8,34 \text{ s} \Rightarrow T = 5,56 \text{ s} \Rightarrow f = 0,18 \text{ Hz}$$

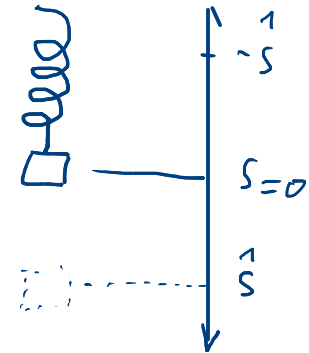
$$C = 22 \mu\text{F}, L = 500 \text{ H} : f = 1,52 \text{ Hz}$$

$$T = 0,72 \Rightarrow f = 1,38 \text{ Hz}$$

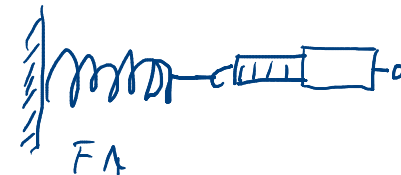
pico	$10^{-12}$
nano	$10^{-9}$
mikro	$10^{-6}$
milli	$10^{-3}$
kilo	$10^3$
Mega	$10^6$
Giga	$10^9$
Tera	$10^{12}$
Peta	$10^{15}$

# Analogien zwischen elektrischer und mechanischer Schwingung

Schwingkreis	Federpendel
Q	
I	
L	
C	
$E_u = \frac{1}{2} C Q^2$	
$= \frac{1}{2} C U^2$	
$E_m = \frac{1}{2} L I^2$	

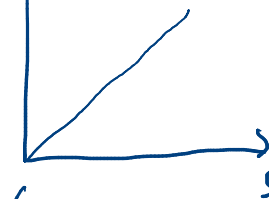


$$s(t) = \hat{s} \cdot \sin(\omega t)$$



$$F = D \cdot s \leftarrow$$

Hookesches Gesetz



<-- 16.6.2012