

7. Elektromagnetische Schwingungen



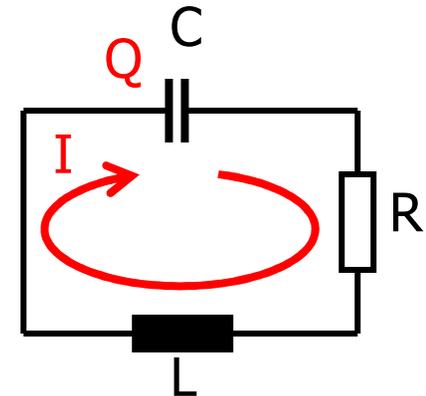
- 7.1. Elektromagnetischer Schwingkreis
- 7.2. Gekoppelte Schwingkreise
- 7.3. Erzeugung ungedämpfter Schwingkreise
- 6.4. Offener Schwingkreis: Hertzscher Dipol
- 6.5. Abstrahlung des schwingenden Dipols

7.1. Elektromagnetischer Schwingkreis



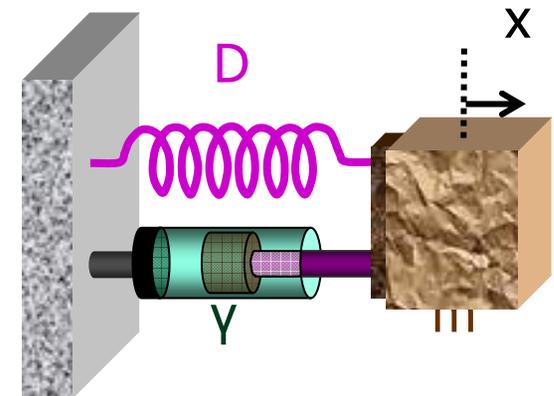
Maschenregel $\Rightarrow \frac{Q}{C} + RI + L\dot{I} = 0$

$$\Leftrightarrow \frac{Q}{C} + R\dot{Q} + L\ddot{Q} = 0$$



Mechanisches Analogon:

$$Dx + \gamma\dot{x} + m\ddot{x} = 0$$



<u>Übersetzung:</u>	Mechanik	\leftrightarrow	Elektrodynamik
	x	\leftrightarrow	Q
	m	\leftrightarrow	L
	γ	\leftrightarrow	R
	D	\leftrightarrow	C^{-1}

Gedämpfte Schwingung



Lösung übersetzt aus Mechanik:

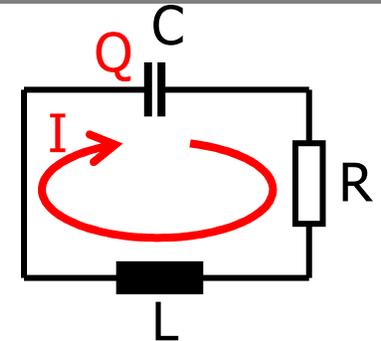
$$\frac{Q}{C} + R\dot{Q} + L\ddot{Q} = 0$$

Schwingfall: $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$

$$Q \sim e^{-t/\tau} e^{i\omega t}$$

$$\tau = \frac{2L}{R}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{1}{\tau^2}}$$



Aperiodischer Grenzfall:

$$R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$Q \sim (t + \text{const.}) \cdot e^{-t/\tau}$$

$$\tau = \sqrt{LC}$$

Kriechfall:

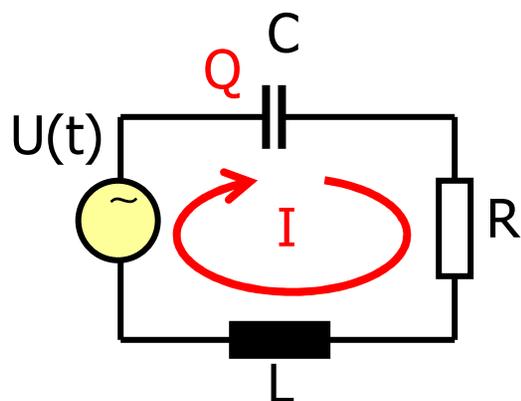
$$R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$Q \sim e^{-t/\tau_{\pm}}$$

$$\frac{1}{\tau_{\pm}} = \frac{R}{2L} \pm \sqrt{\frac{R^2}{4L^2} - \frac{1}{LC}}$$

Erzwungene Schwingung

Serienschwingkreis:



$$U(t) \leftrightarrow F(t)$$

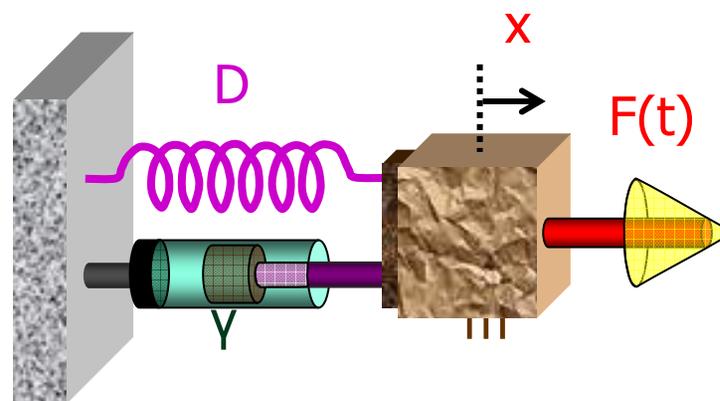
$$I = \dot{Q} \leftrightarrow \dot{x}$$



$$L \leftrightarrow m \quad R \leftrightarrow \gamma$$

$$C^{-1} \leftrightarrow D$$

Übersetzung aus Mechanik



Resonanzfrequenz:

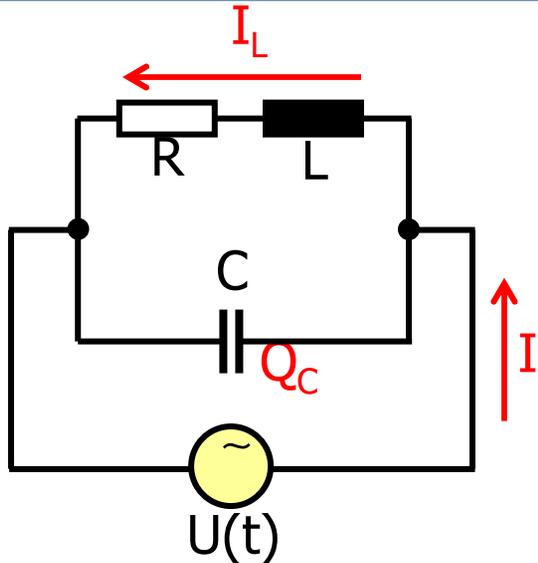
$$\omega_R = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\Rightarrow |Z| = R \text{ minimal}$$

Bandbreite:

$$\Delta\omega = \frac{R}{L}$$

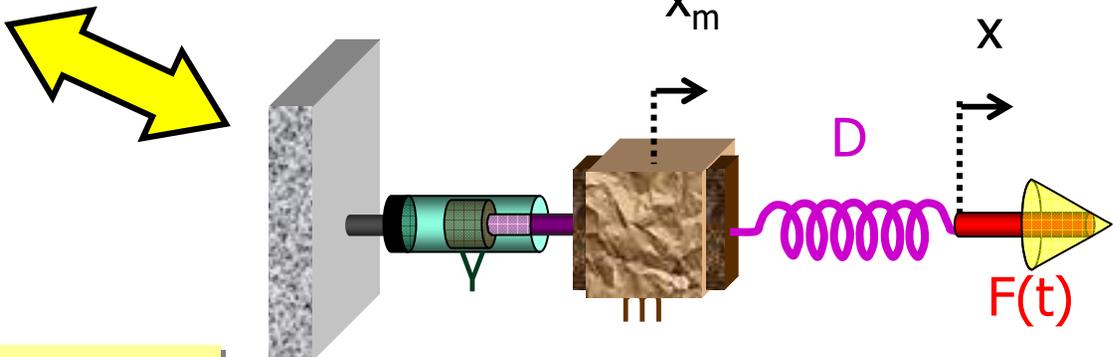
Parallelschwingkreis



$$U(t) \leftrightarrow F(t)$$

$$I \leftrightarrow \dot{x} \quad I_L \leftrightarrow \dot{x}_m \quad Q_C \leftrightarrow x - x_m$$

$$L \leftrightarrow m \quad R \leftrightarrow \gamma \quad C^{-1} \leftrightarrow D$$



Kleine Dämpfung \Rightarrow

Resonanzfrequenz:

$$\omega_R \approx \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\Rightarrow |Z| \approx \frac{L}{RC} \text{ maximal}$$

Bandbreite:

$$\Delta\omega \approx \frac{R}{L}$$