



Übungen und Ergänzungen zur Einführung in die Physik II
für Studierende
der Biologie, Pharmazie und Geowissenschaften

Serie 7 / 28.03.2019

Lösungen

Aufgabe 19.

(a) Siehe Skript 313-2.

$$\bar{P} = I_{eff}U_{eff} \cos \varphi$$
$$\cos \varphi = \frac{\bar{P}}{I_{eff}U_{eff}} = 0.68 \quad \Rightarrow \quad \varphi = \arccos\left(\frac{\bar{P}}{I_{eff}U_{eff}}\right) = 47.2^\circ$$

(b) Phasenverschiebung in RLC -Serienschaltung:

$$\tan \varphi' = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} = \frac{\omega L}{R} - \frac{1}{\omega RC}$$

Ohne Kapazität gilt:

$$\tan \varphi = \frac{\omega L}{R}$$

Und folglich:

$$\tan \varphi - \tan \varphi' = \frac{1}{\omega RC} \quad \Rightarrow \quad C = \frac{1}{2\pi f R (\tan \varphi - \tan \varphi')}$$

Dabei ist $\omega = 2\pi f$, $\varphi' = \arccos(0.9) = 25.8^\circ$, und für Widerstand R gilt:

$$P = I_{eff}U_{eff} = I_{eff}^2 R \quad \text{mit} \quad U_{eff} = RI_{eff} \quad \text{und} \quad \varphi = 0$$

Bei Selbstinduktionen und Kapazitäten ist der Phasenwinkel zwischen Strom und Spannung gleich $\pm\pi/2$, also $\bar{P} = 0$. Diese sind demnach wattlose Schaltelemente. Dadurch entsteht die Wirkleistung \bar{P} in der RLC -Serienschaltung nur am ohmschen Widerstand.

$$C = \frac{I_{eff}^2}{2\pi f \bar{P} (\tan \varphi - \tan \varphi')} = 3.6 \text{ mF}$$

Aufgabe 20.

(a) Resonanz ist ein wichtiger Sonderfall einer erzwungenen Schwingung. Resonanz liegt vor, wenn ein schwingungsfähiges System durch eine periodisch wirkende äussere Kraft zu erzwungenen Schwingungen angeregt wird und die Frequenz der äusseren Kraft mit der Eigenfrequenz des schwingungsfähigen Systems übereinstimmt. Die Amplitude der erzwungenen Schwingung erreicht dabei einen grösstmöglichen Wert.

Ohmsches Gesetz:

$$I_0 = \frac{U_0}{Z}$$

wobei Z – Impedanz. Im Resonanzfall wird I_0 maximal $\Rightarrow Z$ muss minimal sein. Impedanz der RLC -Schaltung:

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

wird minimal bei

$$\omega L - \frac{1}{\omega C} = 0 \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 1.02 \text{ kHz}$$

(b)

$$I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + \underbrace{\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}_{=0 \text{ im Resonanzfall}}} = \frac{U_0}{R} = 100 \text{ mA}$$

(c)

$$U_{C,0} = I_0 Z_C = \frac{U_0}{R} Z_C = \frac{U_0}{R} \frac{1}{\omega_0 C} = \frac{U_0 \sqrt{LC}}{R} = \frac{U_0}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = 157 \text{ V}$$

Aufgabe 21.

Bei Vernachlässigung von Verlusten stehen die Spannungen U_1 und U_2 an Primär- und Sekundärwicklung im direkten und die Stromstärken I_1 und I_2 im indirekten Verhältnis zu den Windungszahlen der Wicklungen:

$$\left| \frac{U_1}{U_2} \right| = \left| \frac{I_2}{I_1} \right| = \frac{N_1}{N_2}$$

Die Leistung ist im Primär- und Sekundärkreis gleich:

$$P = U_1 I_1 = U_2 I_2$$

Mit $N_1/N_2 = 20$ folgt:

$$|U_2| = \frac{|U_1|}{20} = 125 \text{ V} \quad |I_1| = \frac{|I_2|}{20} = 4 \text{ A} \quad P = U_1 I_1 = 10 \text{ kW}$$