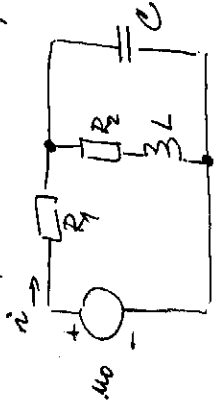


Příklad 4: Stanovte časový průběh proudů přes zdroj neharmonického periodického napětí $u_0(t)$ a výkony (P, Q, S, D) zdroje, je-li dáno:



$$u_0(t) = 30 + 15 \sin \omega t + 20 \sin 3\omega t \text{ [V]}$$

$$R_1 = 1 \Omega, R_2 = 0,5 \Omega, X_L = \omega L = 1 \Omega, X_C = -\frac{1}{\omega C} = -9 \Omega$$

Řešme úlohu principem superpozice a využitím symbolického-komplexního zobrazení.

DC složka: $I_0 = \frac{U_0}{R_1 + R_2} = \frac{30}{1 + 0,5} = 20 \text{ A}$

1. harmonická: výpočet impedance pro frekvenci ω

$$\bar{Z}(1) = R_1 + \frac{(R_2 + j\omega L)(-j\frac{1}{\omega C})}{R_2 + j\omega L - j\frac{1}{\omega C}} = 1 + \frac{(0,5 + j1)(-9j)}{0,5 + j - 9j} = 1 + \frac{9 - 4,5j}{0,5 - j8}$$

$$= 1 + \frac{10,06 \angle -26,6^\circ}{8,02 \angle -86,4^\circ} = 1 + 1,26 \angle 59,8^\circ = 1 + 0,63 + j0,9j = 1,96 \angle 33,7^\circ \Omega$$

proud (max. h.):

$$\bar{I}_{1m} = \frac{U_{1m}}{\bar{Z}(1)} = \frac{15 \angle 0^\circ}{1,96 \angle 33,7^\circ} = 7,66 \angle -33,7^\circ \text{ A} \Rightarrow i_1(t) = 7,66 \sin(\omega t - 33,7^\circ) \text{ A}$$

3. harmonická: výpočet impedance pro frekvenci 3ω

$$X_{L3} = 3\omega L = 3X_L = 3 \cdot 1 = 3 \Omega$$

$$X_{C3} = -\frac{1}{3\omega C} = \frac{1}{3} X_C = -\frac{9}{3} = -3 \Omega$$

$$\bar{Z}(3) = R_1 + \frac{(R_2 + j3\omega L)(-j\frac{1}{3\omega C})}{R_2 + j3\omega L - j\frac{1}{3\omega C}} = 1 + \frac{(0,5 + j3)(-3j)}{0,5 + j3 - 3j} = 1 + \frac{9 - 1,5j}{0,5}$$

$$= 1 + \frac{9,12 \angle -9,5^\circ}{0,5} = 1 + 18,24 \angle -9,5^\circ = 1 + 18,03 - j2,85 = 19,23 \angle -9^\circ \Omega$$

proud (max. hodnota):

$$\bar{I}_{3m} = \frac{U_{3m}}{\bar{Z}(3)} = \frac{20}{19,23 \angle -9^\circ} = 1,04 \angle 9^\circ \text{ A} \Rightarrow i_3(t) = 1,04 \sin(3\omega t + 9^\circ) \text{ A}$$

Časový průběh proudů:

$$i(t) = I_0 + i_1 + i_3 = 20 + 7,66 \sin(\omega t - 33,7^\circ) + 1,04 \sin(3\omega t + 9^\circ) \text{ A}$$

Efektivní hodnoty: $I = \sqrt{20^2 + \left(\frac{7,66}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{1,04}{\sqrt{2}}\right)^2} = 20,43 \text{ A}$

$$U_0 = \sqrt{30^2 + \left(\frac{15}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{20}{\sqrt{2}}\right)^2} = 34,82 \text{ V}$$

Zdrojový výkon zdroje:

$$S = U_0 I = 34,82 \cdot 20,43 = 721,9 \text{ VA}$$

Činný výkon:

$$P = P_{(0)} + P_{(1)} + P_{(3)} = 30 \cdot 20 + \frac{15}{\sqrt{2}} \cdot \frac{7,66}{\sqrt{2}} \cos(0 - (-33,7^\circ)) + \frac{20}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1,04}{\sqrt{2}} \cos(0 - 9^\circ) = 658 \text{ W}$$

Reaktivní výkon:

$$Q = Q_{(1)} + Q_{(3)} = \frac{15}{\sqrt{2}} \cdot \frac{7,66}{\sqrt{2}} \sin(0 - (-33,7^\circ)) + \frac{20}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1,04}{\sqrt{2}} \sin(0 - 9^\circ) = 30,2 \text{ VAR}$$

Deformační výkon: $D = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{721,9^2 - 658^2} = 295,6 \text{ VA}$