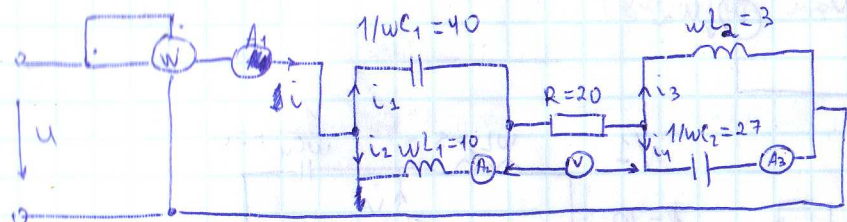


D13

N1



$$u = 100 + 200 \sqrt{2} \sin(\omega t - 20^\circ) + 90 \sqrt{2} \sin(3\omega t + 30^\circ)$$

1) Запишемо ~~напругу~~ напругу для вільної складової.

$$U_{(0)} = 100 \text{ В.}$$

Запишемо опір <sup>до</sup> кола з постійним струмом:

$$I_{(0)} = \frac{U_{(0)}}{R} = \frac{100}{20} = 5 \text{ (A)} = I_{2(0)} = I_{3(0)}; I_{1(0)} = I_{4(0)} = 0.$$

2) Запишемо комплексну напругу для першої гармоніки.

$$U_{(1)} = 200 \angle -20^\circ.$$

Запишемо комплексний опір кола для k-ї гармоніки:

$$Z_{(k)} = \frac{(-\frac{j}{k\omega C_1}) \cdot jk\omega L_1}{jk\omega L_1 - \frac{j}{k\omega C_1}} + R + \frac{jk\omega L_2 (-\frac{j}{k\omega C_2})}{jk\omega L_2 - \frac{j}{k\omega C_2}}$$

Запишемо  $Z_{(1)}$  і знайдемо його:

$$\begin{aligned} Z_{(1)} &= \frac{(-\frac{j \cdot 40}{1}) \cdot j \cdot 1 \cdot 10}{10j - 40j} + 20 + \frac{j \cdot 3 \cdot (-j \cdot 27)}{j \cdot 3 - j \cdot 27} = \\ &= \frac{400}{-30j} + 20 + \frac{81}{-24j} = 20 + j \cdot 16,708 = \\ &= 26,061 \angle 39,875^\circ \end{aligned}$$

Знайдемо комплексні струми гілок:

$$I_{(1)} = \frac{U_{(1)}}{Z_{(1)}} = \frac{200 \angle -20^\circ}{26,061 \angle 39,875^\circ} = 7,6743 \angle -59,875^\circ;$$

$$I_{1(1)} = I_{(1)} \cdot \frac{j\omega L_1}{j\omega L_1 - \frac{j}{\omega C_1}} = 7,6743 \angle -59,875^\circ \cdot \frac{j \cdot 10}{j \cdot 10 - j \cdot 40} =$$

$$= 7,6743 \angle -59,875^\circ \cdot \frac{10 \angle 90^\circ}{30 \angle -90^\circ} = 2,5581 \angle 120,125^\circ;$$

$$I_{2(1)} = I_{(1)} \cdot \frac{-j/\omega C_1}{j\omega L_1 - \frac{j}{\omega C_1}} = 7,6743 \angle -59,875^\circ \cdot \frac{-j \cdot 40}{j \cdot 10 - j \cdot 40} = 10,232 \angle -59,875^\circ;$$

$$I_{3(1)} = I_{(1)} \cdot \frac{-j/\omega C_2}{j\omega L_2 - \frac{j}{\omega C_2}} = 7,6743 \angle -59,875^\circ \cdot \frac{-j \cdot 27}{j \cdot 3 - j \cdot 27} =$$

$$= 8,6336 \angle -59,875^\circ;$$

$$I_{4(1)} = I_{(1)} \cdot \frac{j\omega L_2}{j\omega L_2 - \frac{j}{\omega C_2}} = 7,6743 \angle -59,875^\circ \cdot \frac{j \cdot 3}{j \cdot 3 - j \cdot 27} =$$

$$= 0,95929 \angle 120,125^\circ.$$

3) Знайдемо комплексні струми гілок для третьої гармоніки.

$$U_{(3)} = 90 \angle 30^\circ.$$

Опір:

$$Z_{(3)} = \frac{(-j \cdot 40/3) \cdot j \cdot 3 \cdot 10}{+j \cdot 3 \cdot 10 - j \cdot \frac{40}{3}} + 20 + \frac{j \cdot 3 \cdot 3 \cdot (-\frac{j \cdot 27}{3})}{j \cdot 3 \cdot 3 - j \cdot \frac{27}{3}} = \infty$$

У колі зі струмами  $I_{3(3)}$  та  $I_{4(3)}$  резонанс

струмів:  $[I_{3(3)} = I_{4(3)} = 0]$

$$I_{3(3)} = 0; I_{2(3)} = I_{4(3)} = 0;$$

$$I_{3(3)} = I_{4(3)} = \frac{U_{(3)}}{j \cdot 3 \cdot \omega L_2} = \frac{90 \angle 30^\circ}{j \cdot 3 \cdot 3} = 10 \angle -60^\circ$$



Прилади електронних системи вимірюють дійсні значення. Для визначення дійсних значень струмів скористаємося формулою  $I = \sqrt{\sum_{k=0}^{\infty} I_{(k)}^2}$ :

$$I_{A1} = I = \sqrt{I_{(0)}^2 + I_{(1)}^2 + I_{(3)}^2} = \sqrt{5^2 + (7,6743)^2 + 0^2} = 9,1594 \text{ (A)};$$

$$I_{A2} = I_2 = \sqrt{I_{2(0)}^2 + I_{2(1)}^2 + I_{2(3)}^2} = \sqrt{5^2 + (10,232)^2 + 0^2} = 11,388 \text{ (A)};$$

$$I_{A3} = I_u = \sqrt{I_{u(0)}^2 + I_{u(1)}^2 + I_{u(3)}^2} = \sqrt{0^2 + (0,95929)^2 + 10^2} = 10,046 \text{ (A)}.$$

Показання вольметра знайдемо за відповідною формулою  $U = \sqrt{\sum_{k=0}^{\infty} U_{(k)}^2}$ :

$$U_v = \sqrt{(R \cdot I_{(0)})^2 + (R \cdot I_{(1)})^2 + (R \cdot I_{(3)})^2} = \sqrt{(20 \cdot 5)^2 + (20 \cdot 7,6743)^2 + 0} = 183,19 \text{ (В)}.$$

Ватметр показує активну потужність кола, що є сумою <sup>арифм.</sup> активних потужностей усіх гармонік:

$$P = \sum_{k=0}^{\infty} U_{(k)} I_{(k)} \cos \varphi_{(k)}$$

$$\begin{aligned} W &= U_{(0)} \cdot I_{(0)} + U_{(1)} \cdot I_{(1)} \cdot \cos \varphi_{(1)} + U_{(3)} \cdot I_{(3)} \cdot \cos \varphi_{(3)} = \\ &= 100 \cdot 5 + 200 \cdot 7,6743 \cdot \cos(-20^\circ - (-59,875^\circ)) + 0 = \\ &= 500 + 1177,92 = 1677,92 \text{ (Вт)} \end{aligned}$$