



Дано: генератор симметричный ПСФ;  
 $e_A(t) = 80\sqrt{2} \sin \omega t + 60\sqrt{2} \sin 3\omega t + 300\sqrt{2} \sin 5\omega t$  В;  $\omega L = 10$  Ом.

Требуется:

- определить показания приборов электромагнитной системы;
- найти мгновенные значения фазных напряжений нагрузки;

Решение:

Фазные напряжения для первой гармоники образуют симметричную систему прямой последовательности:

$$e_{A1}(t) = 80 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) \quad \text{В} \quad e_{B1}(t) = 80 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(\omega \cdot t - \frac{2\pi}{3}\right) \quad \text{В} \quad e_{C1}(t) = 80 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(\omega \cdot t - \frac{4\pi}{3}\right) \quad \text{В}$$

Для второй гармоники, частота которой кратна 3, фазные напряжения образуют нулевую последовательность:

$$e_{A2}(t) = 60 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(3\omega t) \quad \text{В} \quad e_{B2}(t) = 60 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left[3\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)\right] = 60 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(3 \cdot \omega t) \quad \text{В}$$

$$e_{C2}(t) = 60 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left[3\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right)\right] = 60 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(3 \cdot \omega t) \quad \text{В}$$

Фазные напряжения для третьей гармоники образуют симметричную систему обратной последовательности:

$$e_{A3}(t) = 300 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(5\omega t) \quad \text{В} \quad e_{B3}(t) = 300 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left[5\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)\right] = 300 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(5 \cdot \omega t - \frac{4\pi}{3}\right) \quad \text{В}$$

$$e_{C3}(t) = 300 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left[5\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right)\right] = 300 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(5 \cdot \omega t - \frac{2\pi}{3}\right) \quad \text{В}$$

Вольтметр  $V_3$  показывает напряжение смещения, которое в случае симметричной нагрузки равно нулю для симметричных последовательностей фазных напряжений, в данном случае это касается первой и третьей гармоник. Однако для второй гармоники эти напряжения не скомпенсированы. По методу узловых напряжений определим показание вольтметра  $V_3$ :

$$U_3(j\omega) \cdot \left(\frac{3}{3 \cdot j \cdot \omega \cdot L}\right) = \left(\frac{E_{A2}(j\omega)}{3 \cdot j \cdot \omega \cdot L} + \frac{E_{B2}(j\omega)}{3 \cdot j \cdot \omega \cdot L} + \frac{E_{C2}}{3 \cdot j \cdot \omega \cdot L}\right) = \frac{3 \cdot E_{A2}(j\omega)}{3 \cdot j \cdot \omega \cdot L}$$

Откуда

$$U_3(j\omega) = E_{A2}(j\omega) = 60 \quad \text{В}$$

Следовательно

$$U_3 = 60 \text{ В}$$

В линейном напряжении отсутствуют гармоники равные трём, поэтому показание  $V_2$  второго вольтметра:

$$U_2 = \sqrt{U_{Л1}^2 + U_{Л2}^2} = \sqrt{(80 \cdot \sqrt{3})^2 + (300 \cdot \sqrt{3})^2} = 537.773 \quad \text{В}$$

В фазном напряжении приёмника также отсутствуют гармоники равные трём (в отсутствии нейтрального провода), поэтому показание  $V_1$  первого вольтметра:

$$U_1 = \sqrt{U_{\Phi 1}^2 + U_{\Phi 2}^2} = \sqrt{80^2 + 300^2} = 310.483 \quad \text{В}$$

Следовательно, показание амперметра:

$$I = \sqrt{\left(\frac{U_{\Phi 1}}{\omega \cdot L}\right)^2 + \left(\frac{U_{\Phi 2}}{5\omega \cdot L}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{80}{10}\right)^2 + \left(\frac{300}{50}\right)^2} = 10 \quad \text{А}$$

Б) мгновенные значения фазных напряжений нагрузки:

$$u_A(t) = 80 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) + 300 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(5 \cdot \omega t) \quad \text{В}$$

$$u_B(t) = 80 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(\omega \cdot t - \frac{2 \cdot \pi}{3}\right) + 300 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left[5 \cdot \left(\omega t - \frac{4 \cdot \pi}{3}\right)\right] \quad \text{В}$$

$$u_C(t) = 80 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(\omega \cdot t - \frac{4 \cdot \pi}{3}\right) + 300 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(5 \cdot \omega t - \frac{2 \cdot \pi}{3}\right) \quad \text{В}$$