

У П Р А Ж Н Е Н И Е № 3

I. Тема: „Координатна система - d,q,0. Система на относителните единици.“

II.1. Задача 1. Фазните напрежения на генератор се изменят във времето както следва:

$$u_A = \sqrt{2} \cdot K_U \cdot \sin(\omega_0 \cdot t), \text{ kV};$$

$$u_B = \sqrt{2} \cdot K_U \cdot \sin(\omega_0 \cdot t - 120^\circ), \text{ kV};$$

$$u_C = \sqrt{2} \cdot K_U \cdot \sin(\omega_0 \cdot t + 120^\circ), \text{ kV},$$

където $\omega_0 = 2\pi f_0$. При $f_0 = 50 \text{ Hz}$ $\omega_0 = 314 \text{ rad/s}$ ($\omega_0 = 18000 \text{ ел.град./s}$).

Необходимо е да се изчислят напреженията на генератора в d,q,0 координатна система, въртяща се с $\omega = \omega_0$ и $\gamma_0 = 0^\circ$.

Резултата за d,q,0 - координатите на напреженията да се представи графично в диапазона за t от 0 s до 0,06 s със стъпка 0,005 s.

II.2. Задача 2. Фазните токове в трифазен елемент на ЕЕС се изменят във времето както следва:

$$i_A = K_I \cdot e^{\frac{-t}{0,05}}, \text{ kA};$$

$$i_B = -\frac{K_I}{2} \cdot e^{\frac{-t}{0,05}}, \text{ kA};$$

$$i_C = -\frac{K_I}{2} \cdot e^{\frac{-t}{0,05}}, \text{ kA}.$$

Необходимо е да се изчислят токовете на елемента в d,q,0 координатна система, въртяща се с $\omega = \omega_0$ и $\gamma_0 = 0^\circ$, където $\omega_0 = 2\pi f_0$.

Резултатите за d,q,0 координатите на токовете да се представят графично в диапазона за t от 0 s до 0,06 s със стъпка 0,005 s.

II.3. Задача 3. За схемни и режимни параметри на ЕЕС е известно:

$$\dot{Z}_1 = 5 + j15 \Omega; \quad \dot{Y}_1 = 2 \angle 85^\circ \cdot 10^{-5} \text{ S}; \quad C_1 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ F};$$

$$\dot{Z}_{2*(61)} = 0,8 \angle 47^\circ \text{ о.е.}; \quad \dot{Y}_{2*(61)} = 0,5 \cdot 10^{-3} - j0,8 \cdot 10^{-2} \text{ о.е.};$$

$$\dot{U}_1 = 10 \angle 15^\circ \text{ kV}; \quad \Delta \dot{U}_1 = 2 + j4 \text{ kV}; \quad \dot{E}_\Phi = 6,6 \angle 20^\circ \text{ kV};$$

$$\dot{I} = 0,5 \angle 30^\circ \text{ kA}; \quad \dot{S}_1 = 5 + j2 \text{ MVA}; \quad \Delta P = 120 \text{ kW};$$

$$\dot{U}_{2*(61)} = 1 \angle 0^\circ \text{ о.е.}; \quad E_{*(61)} = 1,3 \text{ о.е.},$$

където $U_{61} = 20 \text{ kV}$, а $I_{61} = 1 \text{ kA}$.

Необходимо е параметрите да се изчислят в относителни единици при $S_6 = 50 \text{ MVA}$ и $U_6 = 10 \text{ kV}$.

III. Методични указания

Решението преминава през следните етапи:

III.1. Формиране на индивидуалните задания.

Студентът формира индивидуалното си задание. За целта се изхожда от базовите данни за напреженията, токовете и съпротивленията в задачите, като се коригират съответно:

- за задача 1. - K_U от формулите за напреженията приема стойност

$$K_U = \left(1 + \frac{8-N}{20}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{\text{гр}}}{20}\right) \cdot 9,$$

където N е номерът на студента от списъка на учебната група;

$N_{\text{гр}}$ - номерът на учебната група;

- за задача 2. - K_I от формулите за токовете приема стойност

$$K_I = \left(1 + \frac{8-N}{20}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{\text{гр}}}{10}\right) \cdot 5 ;$$

- за задача 3. - базовите данни остават непроменени.

III.2. Изчисляват се търсените параметри, като се използват връзките между различните съставлящи

III.2.1. За задача 1:

$$U_{\Pi} = \Pi \cdot U ; \quad U_{\Pi} = \begin{bmatrix} u_d \\ u_q \\ u_0 \end{bmatrix} ; \quad U = \begin{bmatrix} u_A \\ u_B \\ u_C \end{bmatrix} ;$$

$$\Pi = \frac{2}{3} \cdot \begin{bmatrix} \cos(\gamma(t)) & \cos(\gamma(t) - 120^\circ) & \cos(\gamma(t) + 120^\circ) \\ \sin(\gamma(t)) & \sin(\gamma(t) - 120^\circ) & \sin(\gamma(t) + 120^\circ) \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} ;$$

$$\gamma(t) = \omega_0 \cdot t + \gamma_0 .$$

Резултатите за $d, q, 0$ координатите на напреженията се представят графично в мащаб по избор на студента, като по абцисата се

нанася времето в диапазона от 0 s до 0,06 s със стъпка 0,005 s, а по ординатата - напреженията.

III.2.2. За задача 2:

$$I_{\Pi} = \Pi \cdot I; \quad I_{\Pi} = \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \\ i_0 \end{bmatrix}; \quad I = \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}.$$

Резултатите за d,q,0 координатите на токовете се представят графично в мащаб по избор на студента, като по абцисата се нанася времето в диапазона от 0 s до 0,06 s със стъпка 0,005 s, а по ординатата - токовете.

III.2.3. За задача 3:

Изчисляването в относителни единици на величините се свежда до разделянето им с едноименните им базисни величини.

Параметрите, изчислени при базисни условия (б1) трябва да се изчислят в именувани единици чрез умножаване със съответните базисни величини. Например:

$$Z_6 = \frac{U_6^2}{S_6}, \Omega; \quad I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_6}, A; \quad Y_6 = \frac{1}{Z_6}, S;$$

$$\omega_6 = \omega_0, \text{ rad/s}; \quad C_6 = \frac{1}{\omega_6 \cdot Z_6}, F; \quad U_{\Phi,6} = \frac{U_6}{\sqrt{3}}.$$

Връзките между базисните величини са:

$$\dot{Z}_2 = \dot{Z}_{2*(61)} \cdot Z_{61}; \quad \dot{Y}_2 = \dot{Y}_{2*(61)} \cdot Y_{61} \text{ и т.н.}$$

Трябва винаги да се има в предвид, че базисните величини са **реални** числа и с тях се привеждат както модулите на комплексните числа, така и техните реална и имагинерна съставлящи, а така също, че дименсиите на привежданата и на базисната величини трябва да са еднакви. Например:

$$\dot{Z}_{*(6)} = \frac{Z^{\alpha}}{Z_6} = \left(\frac{R}{Z_6} + j \frac{X}{Z_6} \right), \text{ о.е.}; \quad \dot{U}_{*(6)} = \frac{U^{\theta}}{U_6}, \text{ о.е.};$$

$$[\dot{Z}_{*(6)}] = \frac{[Z^{\alpha}]}{[Z_6]} = \frac{\Omega}{\Omega} = \text{о.е.}; \quad [\dot{U}_{*(6)}] = \frac{[U^{\theta}]}{[U_6]} = \frac{V}{V} = \frac{kV}{kV} = \text{о.е. и т.н.}$$