

## II колоквиум по предметот ВИСОКОНАПОНСКИ МРЕЖИ И СИСТЕМИ

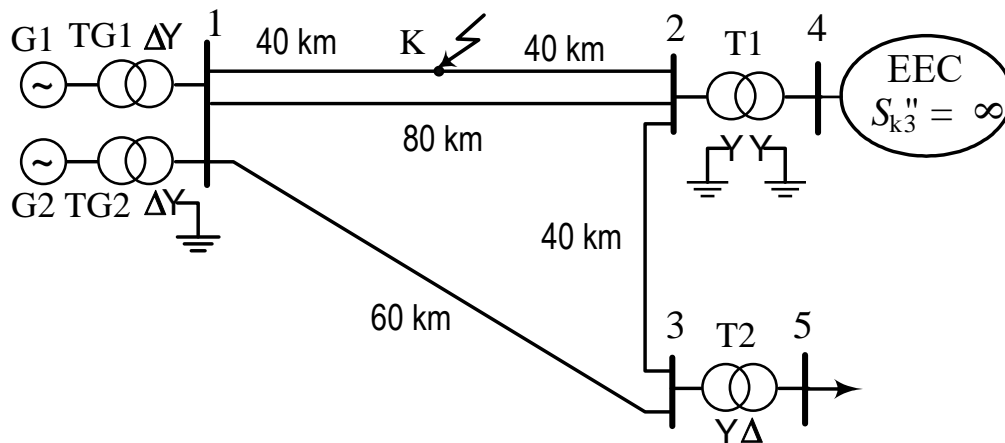
**Задача 1.** На сликата 1 е прикажана мрежа во која што сите водови имаат исти карактеристики и исти подолжни параметри  $x = 0,4 \Omega/\text{km}$  (за директен систем) и  $x_0 = 1,4 \Omega/\text{km}$  (за нулти систем). Должините на водовите се дадени на сликата. Мрежата е приклучена на ЕЕС со бесконечна моќност, а истовремено во неа работи и една електрична централа со два блока генератор-трансформатор. Се разгледува еднофазна куса врска во суптранзиентниот период, настаната на средината на еден од паралелните водови 1-2 (локација „К“). Пред настанувањето на кусата врска системот бил практично неоптоварен. Да се пресметаат:

- Импеданциите на елементите и да се нацртаат еквивалентните шеми за директен, инверзен и нулти систем;
- Фазните струи и напони на местото на куса врска (напоните да се изразат како % од  $U_{nf}$ );
- Фазните струи кои ќе течат по водовите 1-К, 2-К и 1-2;
- Струјата низ свездиштето на трансформаторот TG1 и фазните напони во јазолот 5.

Останати податоци:  $G1 = G2: 100 \text{ MVA}; 15,5 \text{ kV}$   $x_d'' = x_i = 16\%; x_d' = 35\%; T_J = 8 \text{ s}$

TG1  $\equiv$  TG2:  $100 \text{ MVA}; 15,75/115,5 \text{ kV/kV}; u_k = 11\%;$

T2:  $50 \text{ MVA}; 110/10,5 \text{ kV/kV}; u_k = 12\%;$  T1:  $300 \text{ MVA}; 115,5/400 \text{ kV/kV}; u_k = 10\%$



Слика 1.

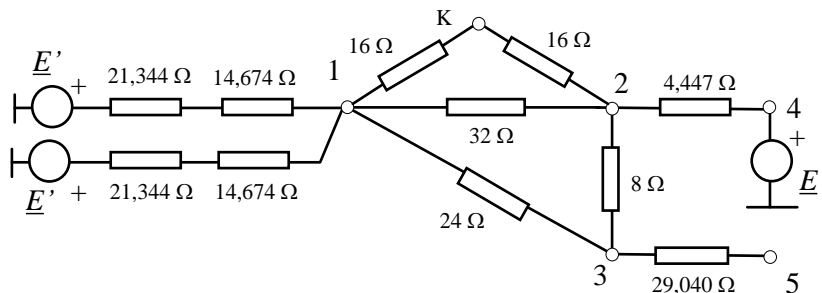
**Решенија на задачите од II колоквиум по предметот  
ВИСОКОНАПОНСКИ МРЕЖИ И СИСТЕМИ, одржан на 30.12.2014**

$$1.) X_d'' = \frac{x_d'' \% U_n^2}{100 S_n} \left( \frac{115,5}{15,75} \right)^2 = \frac{16}{100} \frac{15,75^2}{100} \left( \frac{115,5}{15,75} \right)^2 = 21,344 \Omega$$

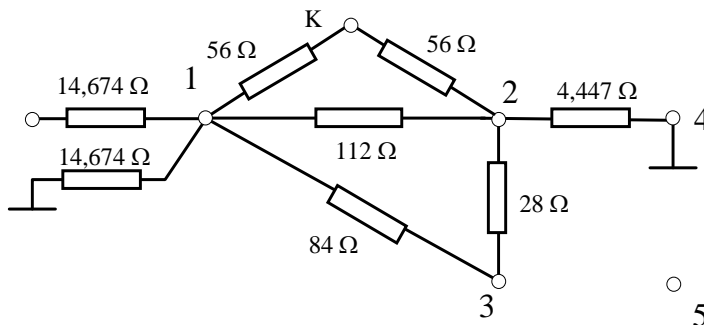
$$X_{TG} = \frac{u_k \% U_n^2}{100 S_n} = \frac{11}{100} \frac{115,5^2}{100} = 14,674 \Omega; \quad X_{T1} = \frac{u_k \% U_n^2}{100 S_n} = \frac{10}{100} \frac{115,5^2}{300} = 4,447 \Omega$$

$$X_{T2} = \frac{u_k \% U_n^2}{100 S_n} = \frac{12}{100} \frac{110^2}{50} = 29,040 \Omega$$

директен и инверзен систем



нулти систем



б) Еквивалентирање на мрежата:

$$X_{1-2d\text{ ekv}} = X_{1-2i\text{ ekv}} = (24 + 8) \Pi 32 = 16 \Omega; \quad X_{1-20\text{ ekv}} = (84 + 28) \Pi 12 = 56 \Omega$$

Претворање на триаголник во звезда:

$$X_{1d} = X_{2d} = X_{kd} = \frac{16 \cdot 16}{16 + 16 + 16} = 5,333 \Omega; \quad X_{10} = X_{20} = X_{k0} = \frac{56 \cdot 56}{56 + 56 + 56} = 18,667 \Omega$$

Еквивалентна реактанција на двата генератори + блок трансформатори:

$$X_{GTd} = X_{GTi} = \frac{21,344 + 14,674}{2} = 18,009 \Omega; \quad X_{GT0} = X_{TG} = 14,674 \Omega$$

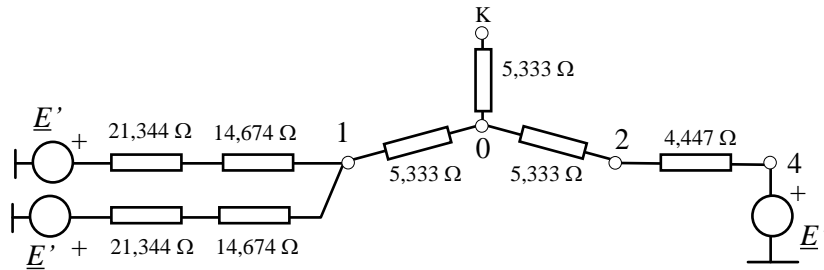
Еквивалентни реактанции за директен и инверзен систем:

$$X_{de} = X_{ie} = (18,009 + 5,333) \Pi (4,447 + 5,333) + 5,333 = 12,225 \Omega$$

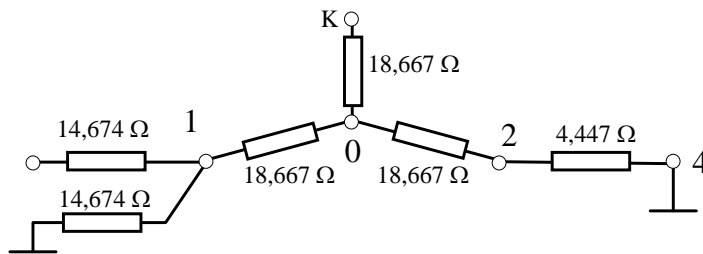
Еквивалентни реактанции во нулти систем:

$$X_{0e} = (14,674 + 18,667) \Pi (4,447 + 18,667) + 18,667 = 32,318 \Omega$$

## директен и инверзен систем



## нулти систем



Симетрични компоненти на струи:

$$\underline{J}_d = \underline{J}_i = \underline{J}_o = \frac{U_n / \sqrt{3}}{j(X_{de} + X_{ie} + X_{oe})} = -j1,119 \text{ kA}$$

Фазни струи:

$$\underline{I}_A = \underline{J}_d + \underline{J}_i + \underline{J}_o = -j3,357 \text{ kA}; \quad \underline{I}_B = \underline{I}_C = (a^2 + a) \cdot \underline{J}_d + \underline{J}_o = 0 \text{ kA}$$

Симетрични компоненти на напони:

$$\underline{U}_d = \underline{Z}_k \underline{J}_d = j(X_{ie} + X_{oe}) \cdot \underline{J}_d = 49,844 \text{ kV}; \quad \underline{U}_i = -\underline{Z}_i \underline{J}_i = -13,680 \text{ kV};$$

$$\underline{U}_o = -\underline{Z}_o \underline{J}_o = -36,164 \text{ kV}$$

Фазни напони:

$$\underline{U}_A = \underline{U}_d + \underline{U}_i + \underline{U}_o = 0 \text{ kV}; \quad \underline{U}_B = a^2 \cdot \underline{U}_d + a \cdot \underline{U}_i + \underline{U}_o = (-54,195 - j54,982) \text{ kV}$$

$$\underline{U}_C = a \cdot \underline{U}_d + a^2 \cdot \underline{U}_i + \underline{U}_o = (-54,195 + j54,982) \text{ kV}; \quad U_B = U_C = 77,202 \text{ kV} \quad 121,5\%$$

в)

Пресметување на струи:

$$\underline{I}_{1-0d} = \underline{I}_{1-0i} = \underline{J}_d \frac{5,333 + 4,447}{5,333 + 4,447 + 5,333 + 18,009} = -j0,330 \text{ kA}$$

$$\underline{I}_{2-0d} = \underline{I}_{2-0i} = \underline{J}_d - \underline{I}_{1-0d} = -j0,789 \text{ kA}$$

$$\underline{I}_{1-00} = \underline{J}_o \frac{18,667 + 4,447}{18,667 + 4,447 + 18,667 + 14,674} = -j0,458 \text{ kA}; \quad \underline{I}_{2-00} = \underline{J}_o - \underline{I}_{1-00} = -j0,661 \text{ kA}$$

Пресметка на напони во јазли 1 и 2.

$$\underline{U}_{1d} = \underline{E}'' - jX_{GTD} \cdot \underline{I}_{1-0d} = 57,566 \text{ kV}; \quad \underline{U}_{10} = 0 - jX_{GT0} \cdot \underline{I}_{1-00} = -6,721 \text{ kV}$$

$$\underline{U}_{2d} = \underline{E}'' - jX_{T1} \cdot \underline{I}_{2-0d} = 60,000 \text{ kV}; \quad \underline{U}_{20} = -jX_{T1} \cdot \underline{I}_{2-00} = -2,939 \text{ kV}$$

Пресметка на  $\underline{I}_{1-K}$ :

Струите во директен и инверзен систем се исти.

$$\underline{I}_{1-Kd} = \underline{I}_{1-Ki} = \frac{\underline{U}_{1d} - \underline{U}_d}{jX_{1-Kd}} = \frac{57,566 - 49,844}{j16} = -j0,483 \text{ kA}$$

Време: 120 min.    Поени:    1а) 25;    1б) 25;    1в) 25    1г) 25;

$$\underline{I}_{1-K0} = \frac{\underline{U}_{10} - \underline{U}_0}{jX_{1-K0}} = \frac{-6,721 + 36,164}{j56} = -j0,526 \text{ kA}$$

$$\underline{I}_{1-KA} = \underline{I}_{1-Kd} + \underline{I}_{1-Ki} + \underline{I}_{1-K0} = -j1,492 \text{ kA};$$

$$\underline{I}_{1-KB} = \underline{I}_{1-KC} = -\underline{I}_{1-Kd} + \underline{I}_{1-K0} = -j0,043 \text{ kA}$$

Пресметка на  $\underline{I}_{2-K}$ :

$$\underline{I}_{2-Kd} = \underline{I}_{2-Ki} = \frac{\underline{U}_{2d} - \underline{U}_d}{jX_{2-Kd}} = \frac{60 - 49,844}{j16} = -j0,635 \text{ kA}$$

$$\underline{I}_{2-K0} = \frac{\underline{U}_{20} - \underline{U}_0}{jX_{2-K0}} = \frac{-2,939 + 36,164}{j56} = -j0,593 \text{ kA}$$

$$\underline{I}_{1-KA} = \underline{I}_{1-Kd} + \underline{I}_{1-Ki} + \underline{I}_{1-K0} = -j1,863 \text{ kA};$$

$$\underline{I}_{1-KB} = \underline{I}_{1-KC} = -\underline{I}_{1-Kd} + \underline{I}_{1-K0} = -j0,043 \text{ kA}$$

Пресметка на  $\underline{I}_{2-I}$ :

$$\underline{I}_{1-2d} = \underline{I}_{1-2i} = \frac{\underline{U}_{1d} - \underline{U}_{2d}}{jX_{1-2d}} = \frac{57,566 - 60}{j32} = j0,076 \text{ kA}$$

$$\underline{I}_{1-20} = \frac{\underline{U}_{10} - \underline{U}_{20}}{jX_{1-K0}} = \frac{-6,721 + 2,939}{j56} = j0,067 \text{ kA}$$

$$\underline{I}_{1-2A} = \underline{I}_{1-2d} + \underline{I}_{1-2i} + \underline{I}_{1-20} = j0,219 \text{ kA};$$

$$\underline{I}_{1-2B} = \underline{I}_{1-2C} = -\underline{I}_{1-2d} + \underline{I}_{1-20} = j0,009 \text{ kA}$$

$$\text{r) } \underline{I}_{\text{TG2}0} = \underline{I}_{1-00} = -j0,458 \text{ kA}; \quad I_{\text{TG2z}} = 3 \cdot I_{\text{TG2}0} = 1,374 \text{ kA}$$

$$\underline{I}_{2-3-1d} = \frac{\underline{U}_{2d} - \underline{U}_{1d}}{j(X_{2-3} + X_{1-3})} = -j0,076 \text{ kA}; \quad \underline{U}_{3d} = \underline{U}_{2d} - jX_{2-3} \cdot \underline{I}_{2-3-1d} = 59,392 \text{ kV}$$

$$\underline{U}_{3i} = \underline{U}_{3d} - \underline{E}'' = -4,117 \text{ kV},$$

$$\underline{U}_{5d} = \underline{U}_{3d} \cdot \frac{10,5}{110} = 5,669 \text{ kV}, \quad \underline{U}_{5i} = \underline{U}_{3i} \cdot \frac{10,5}{110} = -0,393 \text{ kV}, \quad \underline{U}_{50} = 0 \text{ kV}$$

Фазни напони во јазол 5:

$$\underline{U}_A = \underline{U}_d + \underline{U}_i + \underline{U}_o = 5,276 \text{ kV (91%)}; \quad \underline{U}_B = a^2 \cdot \underline{U}_d + a \cdot \underline{U}_i + \underline{U}_o = (-2,638 - j5,250) \text{ kV}$$

$$\underline{U}_C = a \cdot \underline{U}_d + a^2 \cdot \underline{U}_i + \underline{U}_o = (-2,638 + j5,250) \text{ kV}; \quad U_B = U_C = 5,875 \text{ kV } 101,7\%$$