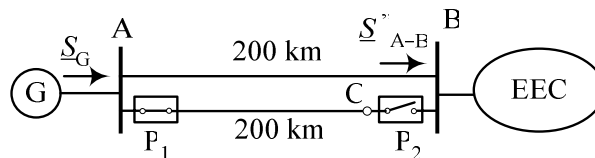


I колоквиум по предметот ВИСОКОНАПОНСКИ МРЕЖИ И СИСТЕМИ

Задача 1. Генераторот G преку два паралелни идеални водови е поврзан со електронергетскиот систем ЕЕС како што тоа е прикажано на сликата 1. Водовите се долги по 200 km и имаат карактеристична импеданција $Z_C = 300 \Omega$. На крајот на едниот вод тече моќност $\underline{S}_{A-B} = (400 + j0) \text{ MVA}$, додека другиот вод е во празен од (прекинувачот P_2 е исклучен). Напонот на собирниците B изнесува $\underline{U}_B = 400 \text{ kV}$. Да се определи:

- а) напонот во точката C која се наоѓа до самиот прекинувач P_2 ;
- б) моќноста \underline{S}_G на генераторот;
- в) моќноста \underline{S}_G на генераторот во случајот кога и прекинувачот P_1 ќе се исклучи.
- г) *Бонус прашање:* Колку изнесува напонот на краевите на прекинувачот P_2 во случајот кога прекинувачот P_1 е затворен?



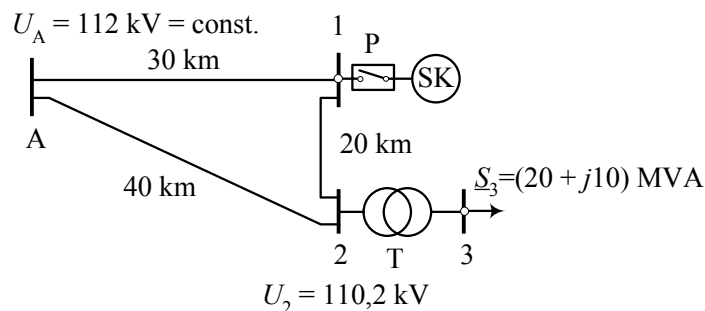
Слика 1.

Задача 2. На сликата 2 е прикажана една 110 kV преносна мрежа во која напонот на собирниците A се одржува на константна вредност $U_A = 112 \text{ kV}$. Должините на водовите во мрежата се прикажани на сликата, а нивната надолжна импеданција изнесува $z = (0,2 + j0,4) \Omega/\text{km}$. Преку трансформаторот T се напојува потрошувач со моќност $\underline{S}_3 = (20 + j10) \text{ MVA}$, а во мрежата постои и синхрон компензатор кој преку прекинувачот P може да се приклучи на собирниците 1. Во прикажаниот режим на работа (прекинувачот P е исклучен) напонот на собирниците 2 изнесува $U_2 = 110,2 \text{ kV}$. Потребно е да се определи:

- а) со кој преносен однос треба да работи трансформаторот така што напонот на собирниците 3 да изнесува $U_3 = 10,2 \text{ kV}$;
- б) за колкави вредности ќе се зголемат напоните на собирниците 2 и 3 ако прекинувачот P се вклучи и синхронниот компензатор инјектира реактивна моќност во собирниците 1 со вредност $Q_{SK} = 30 \text{ Mvar}$.
- в) *Бонус прашање:* Колку најмалку може да изнесува напонот U_2 за да трансформаторот сеуште биде во можност да го обезбеди бараниот напон на собирниците 3?

Податоци за трансформаторот:

$S_n = 25 \text{ MVA}$; $(115 \pm 10 \times 1, 5\%) / 10,5 \text{ kV} / \text{kV}$; $u_k = 10,5\%$; $\Delta P_{Cun} = 211 \text{ kW}$.



Слика 2.

**Решенија на задачите од I колоквиум по предметот
ВИСОКОНАПОНСКИ МРЕЖИ И СИСТЕМИ, одржан на 18.11.2006**

Задача 1.

а) $\beta \cdot l = 0,06 \cdot 200 = 12^\circ$; $I_{A-B}'' = \frac{I_{A-B}''^*}{\sqrt{3}U_B} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 400} = 0,577 \text{ kA}$

вод А – В: $\underline{U}_A = \underline{U}_B \cos \beta l + j\sqrt{3}Z_C I_{A-B}'' \sin \beta l = 400 \cos 12^\circ + j\sqrt{3} \cdot 300 \cdot 0,577 \cdot \sin 12^\circ = (391,259 + j62,374) \text{ kV}$

вод А – С: $\underline{U}_A = \underline{U}_C \cos \beta l \Rightarrow \underline{U}_C = \frac{\underline{U}_A}{\cos \beta l} = \frac{391,259 + j62,374}{\cos 12^\circ} = (400 + j63,767) \text{ kV}$; $U_C = 405,051 \text{ kV}$

б) вод А – В: $I_{A-B}' = I_{A-B}'' \cos \beta l + j \frac{U_B}{\sqrt{3}Z_C} \sin \beta l = 0,577 \cos 12^\circ + j \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 300} \sin 12^\circ = (0,565 + j0,160) \text{ kA}$

вод А – С: $I_{A-C}' = j \frac{U_C}{\sqrt{3}Z_C} \sin \beta l = j \frac{400 + j63,767}{\sqrt{3} \cdot 300} \sin 12^\circ = (-0,026 + j0,160) \text{ kA}$

$I_G = I_{A-B}' + I_{A-C}' = (0,539 + j0,320) \text{ kA}$; $S_G = \sqrt{3}U_A I_G^* = (400 - j158,672) \text{ MVA}$

в) $S_G = \sqrt{3}U_A I_{A-B}''^* = (400 - j47,453) \text{ MVA}$; $\Gamma) \underline{U}_{BC,f} = \frac{U_B - U_C}{\sqrt{3}} = \frac{400 - (400 + j63,767)}{\sqrt{3}} = -j36,816 \text{ kV}$.

Задача 2.

а) $R_T = \Delta P_{Cun} \frac{U_n^2}{S_n^2} = 0,211 \cdot \frac{115^2}{25^2} = 4,465 \Omega$; $Z_T = \frac{u_k}{100} \cdot \frac{U_n^2}{S_n} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{25} = 55,545 \Omega$; $X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = 55,365 \Omega$

$\Delta S_T = \frac{P_3^2 + Q_3^2}{U_n^2} \cdot (R_T + jX_T) = \frac{20^2 + 10^2}{110^2} \cdot (4,465 + j55,365) = (0,184 + j2,288) \text{ MVA}$

$P_2 = P_3 + \Delta P_T = 20,184 \text{ MW}$; $Q_2 = Q_3 + \Delta Q_T = 12,288 \text{ Mvar}$

$\Delta U_d = \frac{P_2 R_T + Q_2 X_T}{U_2} = \frac{20,184 \cdot 4,465 + 12,288 \cdot 55,365}{110,2} = 6,991 \text{ kV}$

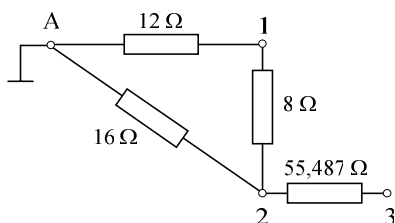
$\Delta U_q = \frac{P_2 X_T - Q_2 R_T}{U_2} = \frac{20,184 \cdot 55,365 - 12,288 \cdot 4,465}{110,2} = 9,643 \text{ kV}$

$U_3' = \sqrt{U_2^2 - \Delta U_q^2} - \Delta U_d = \sqrt{110,2^2 - 9,643^2} - 6,992 = 102,786 \text{ kV}$; $k_T = \frac{U_3'}{U_3} = \frac{102,786}{10,2} = 10,077$;

$k_{Tn} = \frac{U_{ln}}{U_{2n}} = \frac{115}{10,5} = 10,952$; $\alpha = \left(\frac{k_T}{k_{Tn}} - 1 \right) \cdot 100 = \left(\frac{10,077}{10,952} - 1 \right) \cdot 100 = -8\%$; усвоено е $\alpha = -7,5\%$

$k_T = 10,952 \cdot \left(1 + \frac{-7,5}{100} \right) = 10,131$; $U_3 = \frac{U_3'}{k_T} = \frac{102,786}{10,131} = 10,146 \text{ kV}$

б)



$X_{11} = 12 \text{ П } 24 = 8 \Omega$; $X_{22} = 16 \text{ П } 20 = 8,889 \Omega$

$X_{21, \text{вл.}} = 8 \text{ П } 28 = 6,222 \Omega$

$X_{21} = \frac{X_{11} + X_{22} - X_{21, \text{вл.}}}{2} = \frac{8 + 8,889 - 6,222}{2} = 5,333 \Omega$

бидејќи јазелот 3 „виси“, при инјектирање на струја во јазелот 1 неговиот напон ќе биде еднаков со напонот на јазелот 2, а тоа значи дека $X_{31} = X_{21}$.

$\Delta U_2 = X_{21} \frac{Q_{SK}}{U_n} = 5,333 \cdot \frac{30}{110} = 1,455 \text{ kV}$;

в) $k_{\min} = 10,952 \cdot 0,85 = 9,31$;

$U_{3 \min}' = 10,2 \cdot 9,31 = 94,957 \text{ kV}$;

$\Delta U_3 = X_{31} \frac{Q_{SK}}{U_n} = 1,455 \text{ kV}$; $\Delta U_3'' = \frac{\Delta U_3}{k_T} = \frac{1,455}{10,131} = 0,144 \text{ kV}$

$U_{2 \min} = \sqrt{(U_{3 \min}' + \Delta U_d)^2 + \Delta U_q^2} = 102,403 \text{ kV}$