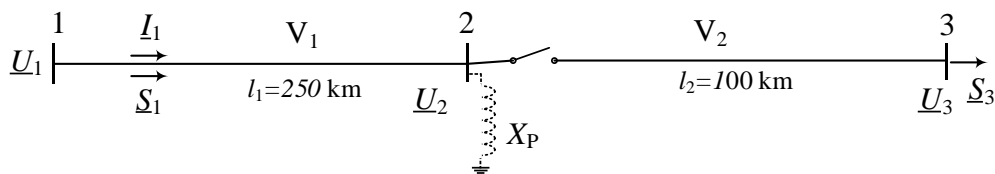


ПРВ ПАРЦИЈАЛЕН ИСПИТ ПО "ВИСОКОНАПОНСКИ МРЕЖИ И СИСТЕМИ"

Задача 1. На сликата 1 е прикажана 400 kV мрежа составена од два идеални вода V1, V2 со должини $l_1=250$ km и $l_2=100$ km – респективно. Обата вода имаат исти карактеристики и исти подолжни параметри: $\underline{z} \approx jx = j0,315 \Omega/\text{km}$ и $\underline{y} = jb = j3,5 \mu\text{S}/\text{km}$. Мрежата се напојува од напојната точка „1“.

Се посматра режим на работа на мрежата во кој се напојува потрошувач приклучен во јазелот бр 3, со моќност $P_3 = 350$ MW; $\cos \varphi_3 = 1$ при напон $U_3=390$ kV.

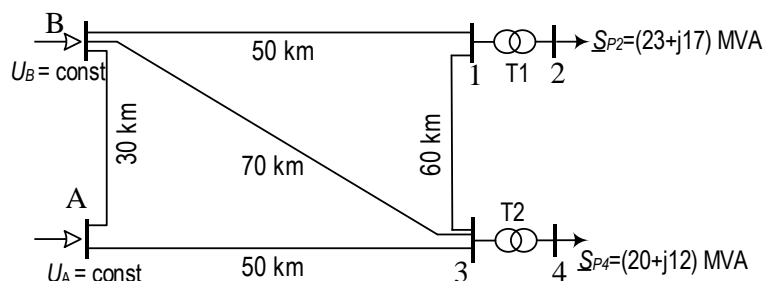
- Со помош на преносните равенки да се пресметаат приликите во напојната точка $U_1 = ?$ и $\underline{S}_1 = ?$ (реакторот X_P не е вклучен; затворен прекинувач кај водот V2).
- Се посматра мрежата во режим на празен од ($\underline{S}_3 = 0$). Напонот во напојната точка изнесува $U_1 = 400$ kV. Да се пресметаат напоните U_2 и U_3 како и моќноста \underline{S}_1 (и во овој случај реакторот X_P не е вклучен; затворен прекинувач кај водот V2)
- Реакторот $X_P = 1200 \Omega$ е приклучен. Прекинувачот кај водот V2 е отворен. Да се одреди локацијата долж водот l_x , во која струјата $I_{l_x} = 0$ A? Напонот во напојната точка изнесува $U_1 = 400$ kV.



Слика 1.

2. Задача. На сликата 2 е прикажана 110 kV мрежа од која што се напојуваат две трансформатори 110/10 kV/kV. Водовите имаат исти подолжни параметри $\underline{z}_1 = (r+jx) = (0,12+j0,40) \Omega/\text{km}$; $b = 2,77 \mu\text{S}/\text{km}$ а нивните должини, изразени во (km), се прикажани на самата слика. Обата трансформатори T1 и T2 се регулациони и имаат исти карактеристики и работат со својот номинален преносен однос. За прикажаниот режим на работа со познат е напонот во јазелот 1: $U_1 = 109$ kV. Да се пресмета:

- Напонот во јазелот 2 во разгледуваниот режим;
- Со кој преносен однос треба да работи трансформаторот T1 ако сакаме напонот на неговите СН собирници 2 да има вредност $U_2 = 10,6$ kV; Колкав ќе биде напонот во тој случај?;
- Колкава треба да биде реактивната моќност на кондензаторска батерија Q_{KB} која би се инсталирала во јазелот 1 за да се постигне посакуваниот напон од $U_2 = 10,6$ kV во собирница 2 (преклопката на T1 е на положба 0). Колкава реактивна моќност би била потребна ако батеријата е во јазел 2?



Слика 2

Податоци за секој од т-рите: $S_n = 31,5$ MVA; $(110 \pm 10 \times 1,5\%) / 10,5$ kV/kV; $u_k\% = 11\%$; $\Delta P_{Fe} = 220$ kW.

Време: 120 мин. **Поени:** 1а) 20 1б) 15 1в) 15 2а) 15 2б) 15 2в) 20

**Решенија на задачите прв парцијален испит по предметот
ВИСОКОНАПОНСКИ МРЕЖИ И СИСТЕМИ, одржан на 23.11.2019**

1а)

$$\underline{U}_3 = 390 \cdot e^{j0}; \underline{Z}_c = \sqrt{\frac{j0,315}{j3,5 \cdot 10^{-6}}} = 300 \Omega; I_3 = \left(\frac{S_3}{\sqrt{3} \cdot U_3} \right)^* = 0,518 \text{ kA}; \beta l = 350 \cdot 0,06 = 21^\circ$$

$$\underline{U}_1 = \underline{U}_3 \cos \beta l + j\sqrt{3} \cdot \underline{Z}_c \cdot I_3 \cdot \sin \beta l = 364,096 + j96,459 \text{ kV};$$

$$I_1 = I_3 \cos \beta l + j \frac{U_3}{\sqrt{3} \cdot \underline{Z}_c} \cdot \sin \beta l = 0,484 + j0,269 \text{ kA}.$$

$$\underline{S}_1 = \sqrt{3} \cdot \underline{U}_1 \cdot I_1^* = 350,169 - j88,78 \text{ MVA}.$$

1б)

$$\underline{U}_1 = 400 \cdot e^{j0}; \text{ празен од} \Rightarrow \underline{U}_3 = \frac{U_1}{\cos 21} = 428,458 \text{ kV}; \underline{U}_2 = \underline{U}_3 \cos 6 = 426,11 \text{ kV};$$

$$I_2' = j \frac{U_3}{\sqrt{3} \underline{Z}_c} \cdot \sin 6 = j0,08619 \text{ kA}; I_1'' = I_2';$$

$$I_1' = I_1'' \cos 15 + j \frac{U_2}{\sqrt{3} \underline{Z}_c} \sin 15 = j0,2955 \text{ kA};$$

$$\underline{S}_1 = \sqrt{3} \cdot \underline{U}_1 \cdot I_1^* = -j204,727 \text{ MVAr}.$$

1в)

$$\underline{U}_1 = 400 \cdot e^{j0}; \text{ празен од} \Rightarrow \underline{U}_2 = \frac{U_1}{\cos 15} = 414,11 \text{ kV}; I_2 = \frac{U_2}{\sqrt{3} \cdot j \cdot X_p};$$

$$I_{lx} = I_2 \cos \beta l + j \frac{U_2}{\sqrt{3} \underline{Z}_c} \sin \beta l = \frac{U_2}{\sqrt{3} \cdot j \cdot X_p} \cos \beta l + j \frac{U_2}{\sqrt{3} \underline{Z}_c} \sin \beta l = j \frac{U_2}{\sqrt{3}} \left(\frac{\sin \beta l}{\underline{Z}_c} - \frac{\cos \beta l}{X_p} \right);$$

$$0 = j \frac{U_2}{\sqrt{3}} \cdot \cos \beta l \left(\frac{\tan \beta l}{\underline{Z}_c} - \frac{1}{X_p} \right) \Rightarrow$$

$$\frac{\tan \beta l}{\underline{Z}_c} = \frac{1}{X_p} \Rightarrow \tan \beta l = \frac{300}{1200} = 0,25 \Rightarrow \beta l = 14,036 \Rightarrow l = 233,94 \text{ km}.$$

Изразено од почетокот на водот $l = 250 - 233,94 = 16,06 \text{ km}$.

2а)

$$R_T = \Delta P_{Cu} \cdot \frac{U_n^2}{S_n^2} = 2,683 \Omega; Z_T = \frac{u_k}{100} \cdot \frac{U_n^2}{S_n} = 0,11 \cdot \frac{110^2}{31,5} = 42,254 \Omega; X_T = \sqrt{42,254^2 - 2,683^2} = 42,169 \Omega;$$

$$\Delta \underline{S} = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_n^2} (R_T + jX_T) = 0,181 + j2,851 \text{ MVA}; \underline{S}_1 = \underline{S}_2 + \Delta \underline{S} = 23,181 + j19,851;$$

$$\Delta U_d = \frac{P_1 \cdot R_T + Q_1 \cdot X_T}{U_1} = 8,25 \text{ kV}; \Delta U_q = \frac{P_1 \cdot X_T - Q_1 \cdot R_T}{U_1} = 8,48 \text{ kV};$$

$$U_2' = \sqrt{U_1^2 - \Delta U_q^2} - \Delta U_d = 100,42 \text{ kV}.$$

$$k_{Tn} = \frac{110}{10,5} = 10,476 \Rightarrow U_2 = \frac{U_2'}{k_{Tn}} = 9,586 \text{ kV}$$

2б)

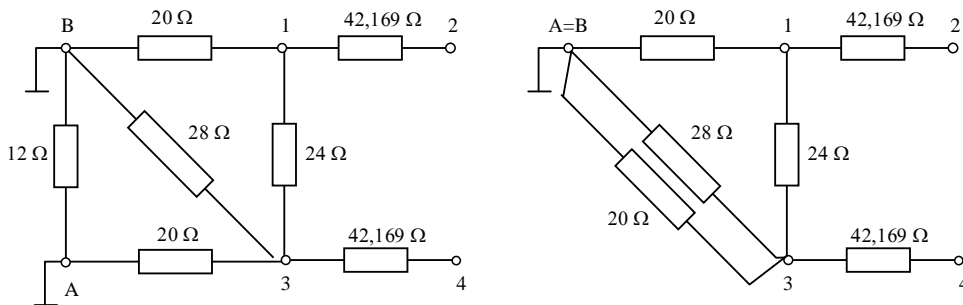
$$k_{T0} = \frac{U_2'}{U_2} = \frac{100,42}{10,6} = 9,4736;$$

$$\alpha = \left(\frac{k_{T0}}{k_{Tn}} - 1 \right) \cdot 100 = -9,568; \Rightarrow n = \text{mint} \left(\frac{\alpha}{1,5} \right) = -6$$

$$k_T = k_{Tn} \cdot \left(1 + \frac{n \cdot 1,5}{100} \right) = 9,533$$

$$U_2 = \frac{U'_2}{k_T} = 10,53 \text{ kV.}$$

2B)



$$X_{11} = 20 \Pi (24 + (28 \Pi 20)) = 12,815 \Omega;$$

$$X_{22} = 42,169 + X_{11} = 54,984 \Omega;$$

$$X_{12-\text{вл.}} = 42,169 \Omega;$$

$$X_{12} = X_{21} = \frac{X_{11} + X_{22} - X_{12-\text{вл.}}}{2} = 12,815 \Omega;$$

За потребното зголемување на напонот се добива:

$$\Delta U_2 = \Delta U_2^{10kV} = 10,6 - 9,586 = 1,014 \text{ kV}; \Delta U_2^{110kV} = \Delta U_2^{10kV} \cdot \frac{110}{10,5} = 10,62 \text{ kV};$$

Кондензаторска батерија во јазел 1:

$$\Delta U_2 = X_{21} \cdot \frac{Q_1}{U_1} \Rightarrow Q_1 = \Delta U_2 \cdot \frac{U_1}{X_{21}} = \frac{10,62 \cdot 109}{12,815} = 90,33 \text{ MVar};$$

Кондензаторска батерија во јазел 2:

$$\Delta U_2^{10kV} = X_{22} \cdot \frac{Q_2}{U_2} \Rightarrow Q_2 = \frac{\Delta U_2 \cdot U_2}{X_{22}^{10kV}} = \frac{1,014 \cdot 9,586}{54,984 \cdot \left(\frac{10,5}{110} \right)^2} = 19,402 \text{ MVar.}$$