

## ЕНЕРГЕТСКИ ТРАНСФОРМАТОРИ (ОГЗЕТ)

- јул 2016 -

Београд, 8.07.2016.

Трофазни уљни трансформатор има следеће номиналне податке:  $S_n = 400 \text{ kVA}$ ,  $U_{1n} / U_{02} = 10 / 0,42 \text{ kV}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ , спрега Dd6,  $P_{0n} = 870 \text{ W}$ ,  $j_0 = 2 \%$ ,  $P_{kn} = 4,8 \text{ kW}$ ,  $u_{kn} = 4 \%$ . Штајнмицов коефицијент је 2.

1. Нацртати шеме веза и векторски дијаграм напона представљајући намотаје као калемове. Означити све крајеве намотаја (почетке и крајеве). **(10)**
2. Израчунати номиналне губитке услед хистерезиса и вихорних струја у магнетском колу трансформатора ако су при повећаном напону од  $1,1U_{1n}$  и смањеној учестаности од  $0,92f_n$  укупни губици у гвожђу  $1122 \text{ W}$ . **(10)**
3. Израчунати параметре еквивалентне заменске шеме трансформатора са НН стране. Нацртати шему са унетим бројним вредностима параметара и електричним величинама. **(10)**
4. Израчунати секундарни напон трансформатора при капацитивном оптерећењу од  $0,8S_n$ . Колико износи степен искоришћења снаге трансформатора у овом случају? **(10)**
5. Написати израз за израчунавање температуре најтоплије тачке на основу температура које се стандардно мере у огледу загревања у кратком споју, уз коришћење фактора најтоплије тачке ( $H$ ), за који се сматра да је познат. **(10)**
6. Нацртати заменску шему трансформатора за проучавање пренапонских појава у средини прелазног процеса. Објаснити све елементе на шеми. Нацртати расподелу пренапона на уземљеном намотају трансформатора. Која су критична места и због чега? **(10)**
7. Израчунати време трајања укључења задатог трансформатора у празан ход ако претходно није био укључиван на мрежу. **(10)**
8. Једнофазни (двополни) кратак спој између крајева b – c за трансформатор са спрегом Yd. **(10)**
9. Нацртати нулте заменске шеме за трансформаторе спрега: Dy и YNy и објаснити их. **(10)**
10. Извести израз за вршну вредност струје кратког споја. **(10)**

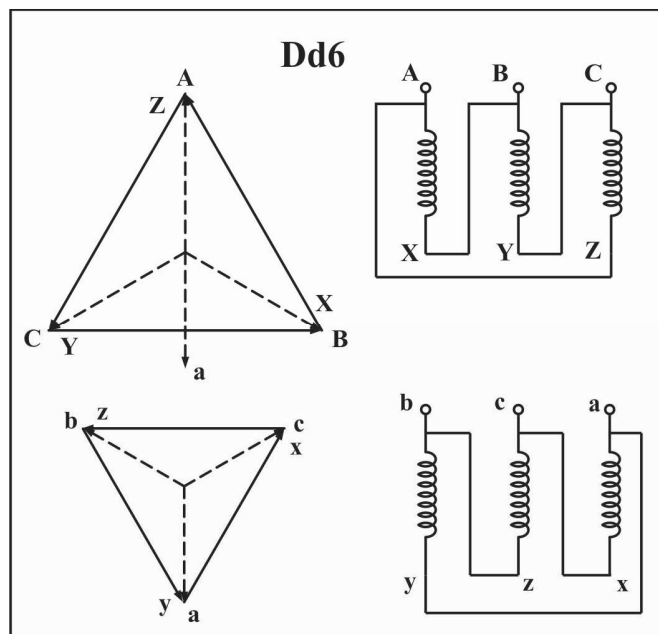
Испит траје 3 сата. Дозвољено је поседовање само једне вежбанке за рад. Прецртати што није за преглед.

Проф. др Зоран Лазаревић  
Проф. др Зоран Радаковић

**ЕНЕРГЕТСКИ ТРАНСФОРМАТОРИ (ОГЗЕТ)**  
- јул 2016 -

8.07.2016.г.

1.



$$2. \quad P_h' = P_{hn} \left( \frac{U'}{U_n} \right)^2 \frac{f_n}{f'} = 1,1^2 \frac{1}{0,92} P_{hn} = 1,315 P_{hn}$$

$$P_v' = P_{vn} \left( \frac{U'}{U_n} \right)^2 = 1,1^2 P_{vn} = 1,21 P_{vn}$$

$$\left. \begin{aligned} P_{hn} + P_{vn} &= 870 \text{ W} \\ 1,315 P_{hn} + 1,21 P_{vn} &= 1122 \text{ W} \end{aligned} \right\} \Rightarrow P_{hn} = 660 \text{ W}, \quad P_{vn} = 210 \text{ W}$$

$$3. \quad I_{2nf} = \frac{S_n}{3U_{02f}} = \frac{400 \cdot 10^3}{3 \cdot 0,42 \cdot 10^3} = 317,5 \text{ A}, \quad R_{a2} = \frac{U_{02f}^2}{P_0/3} = \frac{3 \cdot 420^2}{870} = 608,3 \Omega$$

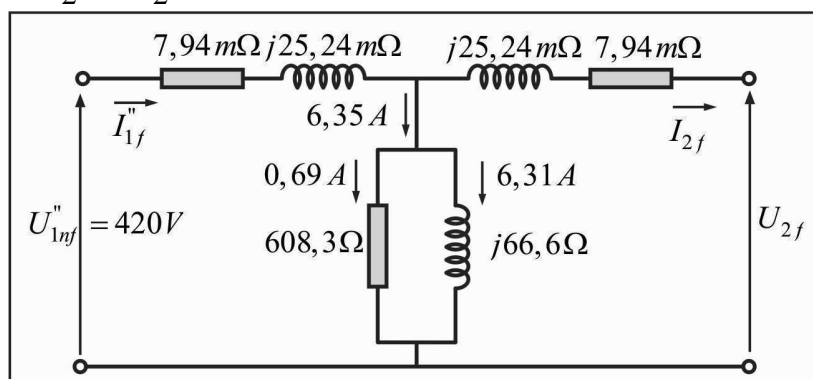
$$I_{a2} = \frac{U_{02f}}{R_{a2}} = \frac{420}{608,3} = 0,69 \text{ A}, \quad I_{02} = \frac{j_0}{100} \cdot I_{2nf} = \frac{2}{100} \cdot 317,5 = 6,35 \text{ A}$$

$$I_{\mu 2} = \sqrt{I_{02}^2 - I_{a2}^2} = \sqrt{6,35^2 - 0,69^2} = 6,31 \text{ A} \Rightarrow X_{\mu 2} = \frac{U_{02f}}{I_{\mu 2}} = \frac{420}{6,31} = 66,6 \Omega$$

$$R_k'' = \frac{P_{kn}}{3I_{2nf}^2} = \frac{4800}{3 \cdot 317,5^2} = 15,87 \text{ m}\Omega \Rightarrow R_1'' \approx R_2 = \frac{R_k''}{2} = 7,94 \text{ m}\Omega,$$

$$Z_k = \frac{u_k}{100} \cdot \frac{U_{02f}}{I_{2nf}} = \frac{4}{100} \cdot \frac{420}{317,5} = 52,91 \text{ m}\Omega \Rightarrow X_k = \sqrt{Z_k'^2 - R_k'^2} = 50,47 \text{ m}\Omega$$

$$X''_{\sigma 1} \approx X_{\sigma 2} = \frac{X''_k}{2} = \frac{50,47}{2} = 25,24 \text{ m}\Omega$$



$$4. \quad u_r = \frac{P_{kn}}{S_n} \cdot 100 = \frac{4800}{400 \cdot 10^3} \cdot 100 = 1,2\% \Rightarrow u_x = \sqrt{u_k^2 - u_r^2} = \sqrt{4^2 - 1,2^2} = 3,82\%$$

$$\left. \begin{aligned} a &= \beta u_{xn} \sin \varphi = -0,8 \cdot 3,82 = -3,056\% \\ b &= -\beta u_{rn} \sin \varphi = 0,8 \cdot 1,2 = 0,96\% \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta u = a + \frac{b^2}{200} = -3,051\%$$

$$U_{2f} = U_{02f} \left( 1 - \frac{\Delta u}{100} \right) = 420 \cdot \left( 1 + \frac{3,051}{100} \right) = 432,8 \text{ V}$$

Пошто је оптерећење чисто реактивно степен искоришћења је нула.

5. теорија

6. теорија

$$7. \quad t_{uk} \approx 4T_0, \quad T_0 = \frac{L_1}{R_1} = \frac{X_1}{\omega R_1}, \quad X_1 = X_{\sigma 1} + X_m$$

$$Z_1 = \frac{U_{1nf}}{I_{01f}} = \frac{U_{1nf}}{\frac{j_0}{100} \cdot I_{1nf}} = \frac{10 \cdot 10^3}{\frac{2}{100} \cdot 13,34} = 37,48 \text{ k}\Omega$$

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{3U_{1nf} I_{01f}} = 0,109 \Rightarrow \sin \varphi_0 = 0,994$$

$$X_1 = Z_1 \sin \varphi_0 = 37,48 \cdot 10^3 \cdot 0,994 = 37,26 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = R_1'' n^2 = 7,94 \cdot 10^{-3} \cdot \left( \frac{10}{0,42} \right)^2 = 4,5 \Omega$$

$$T_0 = \frac{36,58 \cdot 10^3}{314 \cdot 4,5} = 26,27 \text{ s} \Rightarrow t_{uk} = 4 \cdot 26,27 = 105,1 \text{ s}$$

8. теорија

9. теорија

10. теорија