

**ЕНЕРГЕТСКИ ТРАНСФОРМАТОРИ (ОГЗЕТ)**  
**- колоквијум - новембар 2015 -**

**Београд, 15.11.2015.**

Трофазни уљни дистрибутивни трансформатор (ЕТ) са следећим номиналним подацима:  $S_n = 600 \text{ KVA}$ ,  $U_1/U_{02} = 20/0,4 \text{ kV}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ , спрега Dz4, Филдов сачинилац  $k_{Fn} = 1,02$ , испитиван је у огледима празног хода и кратког споја на  $75^\circ\text{C}$  при чему је измерено:

ПХ:  $U_0 = 400 \text{ V}$ ,  $P_0 = 2,2 \text{ kW}$ ,  $\cos\varphi = 0,15$  инд.

КС:  $U_k = 800 \text{ V}$ ,  $I_k = 17,32 \text{ A}$ ,  $P_k = 4,5 \text{ kW}$

Познато је још да хистерезисни губици при номиналном напону и фреквенцији износе 80 % од укупних губитака у гвожђу.

1. Нацртати шему веза и векторски дијаграм напона представљајући намотаје као калемове и означити крајеве намотаја (почетке и крајеве). Колики је однос броја навојака секундара ове и спреге Dy5? **(12)**
2. Одредити параметре еквивалентне заменске шеме ЕТ на ВН страни и нацртати шему са свим бројно израчунатим параметрима и електричним величинама. **(12)**
3. а) Нацртати и укратко објаснити основне типове магнетског кола и намотаја ЕТ. **(5)**  
б) Нацртати једну полупериоду струје празног хода и њених компоненти (активне и реактивне). Објаснити квалитативно како се мења струја празног хода ако се на саставцима језгра и јарма појави ваздушни зазор. Да ли се при томе мењају губици у гвожђу и зашто? **(7)**
4. Којом снагом сме да се оптерети дати ЕТ, а да се не пређу укупни номинални губици, у случају да се са примарне стране напаја са  $U_1 = U_{1n}$ , фреквенције 60 Hz ? **(18)**
5. Ако се задатом ЕТ-у намотаји, који су од бакра ( $\sigma_{Cu} = 57 \text{ MS/m}$ ), замене алуминијумским ( $\sigma_{Al} = 35 \text{ MS/m}$ ) потпуно истих димензија, израчунати нове губитке у намотају и Филдов сачинилац. Колико треба смањити номиналну снагу да би се губици у алуминијумском намотају ограничили на номиналну вредност која је дата за бакарни намотај? **(18)**
6. На секундар датог ЕТ-а је прикључено оптерећење чији је фактор снаге такав да се при било којој вредности привидне снаге оптерећења има максимални могући пад напона. Познато је још да је релативна вредност овог оптерећења таква да се има максимални степен искоришћења снаге за било коју вредност фактора снаге оптерећења. Израчунати напон секундара и степен искоришћења снаге ЕТ-а при раду са оваквим оптерећењем. **(12)**
7. На која три вредности које су предмет гаранције за ЕТ је од значаја познавање расподеле расутог флукса? **(12)**
8. Полазећи од тога да су познати сви потребни подаци за намотај до стуба магнетног кола (број проводника у радијалном (m) и аксијалном (n) смеру, струја (I), ширина (q) и висина (p) проводника, висина прозора магнетног кола (h), унутрашњи пречник намотаја ( $D_a$ )), извести израз за магнетни флукс који се затвара у простору између описаног намотаја и следећег намотаја (растојање између њих износи  $\delta$ ). Занемарити ефекат закривљења поља на врху намотаја. **(24)**

**Колоквијум траје 150 min. Дозвољено је коришћење само једне свеске за рад и концепт. Прецртати што није за преглед.**

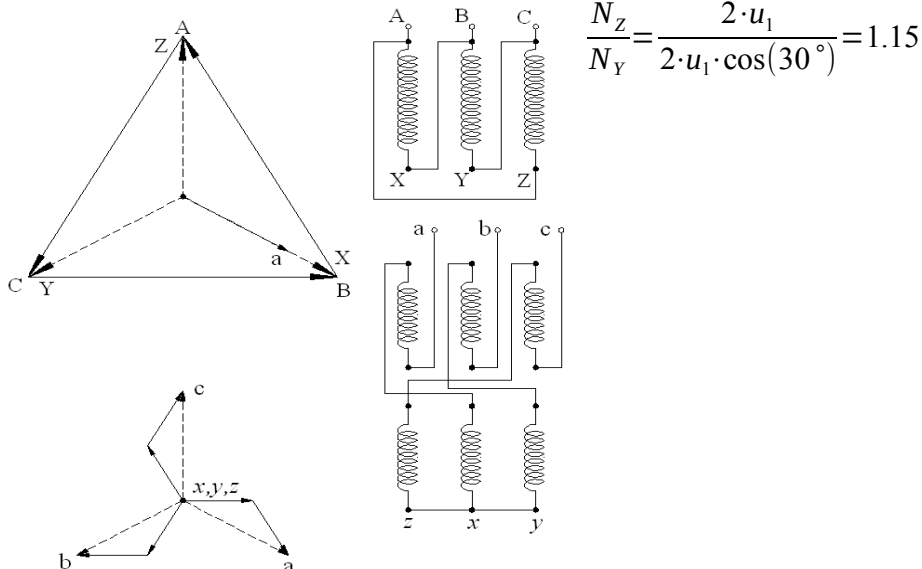
**Проф. др Зоран Лазаревић**  
**Проф. др Зоран Радаковић**

**ЕНЕРГЕТСКИ ТРАНСФОРМАТОРИ (ОГЗЕТ)**  
**- колоквијум - новембар 2015 -**

**Београд, 15.11.2015.**

**РЕШЕЊА**

**1.**



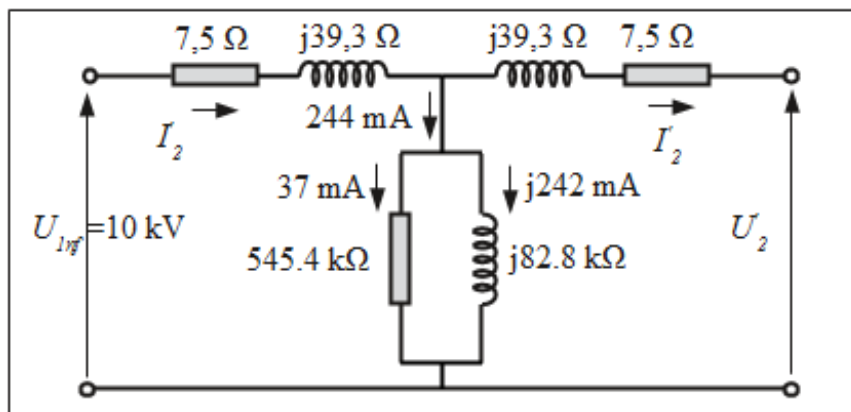
**2.**

$$R_a = \frac{U_{1n}^2}{P_{0n}/3} = 545.4 \text{ k}\Omega, I_a = \frac{U_{1n}}{R_a} = 0.037 \text{ A}, I_0 = \frac{I_a}{(\cos \varphi)} = 0.244 \text{ A}, I_\mu = \sqrt{(I_0^2 - I_a^2)} = 0.242 \text{ A}$$

$$X_\mu = \frac{U_{1n}}{I_\mu} = 82.8 \text{ k}\Omega$$

$$R_k = \frac{P_k}{(3 \cdot I_{kf}^2)} = \frac{P_k}{I_k^2} = 15 \Omega, R_1 \approx R_2 = \frac{R_k}{2} = 7.5 \Omega, Z_k = \frac{U_k}{I_{kf}} = 80 \Omega, X_k = \sqrt{(Z_k^2 - R_k^2)} = 78.6 \Omega,$$

$$X_{\sigma 1} = X'_{\sigma 2} = \frac{X_k}{2} = 39.3 \Omega$$



### 3. теорија

#### 4.

$$P_{hn} = 0.8 \cdot P_{Fen} = 0.8 \cdot 2200 = 1760 \text{ W}, P_{vn} = 0.8 \cdot 2200 = 440 \text{ W}$$

$$P'_{vn} = P_{vn} \text{ jep je } U = U_n, P'_h = P_{hn} \cdot \frac{f_n}{f'} = \frac{1760 \cdot 50}{60} = 1467 \text{ W} \Rightarrow P'_{Fe} = P_{vn} + P'_h = 1907 \text{ W} \Rightarrow \Delta P_{Fe} = -293.3 \text{ W}$$

$$P_{dn} = P_k \cdot \frac{\Delta k_{fn}}{k_{fn}} = 4500 \cdot \frac{0.02}{1.02} = 88.2 \text{ W}, P_d^{60\text{Hz}} = P_{dn} \cdot \left(\frac{f}{f_n}\right)^2 = 88.2 \cdot \left(\frac{60}{50}\right)^2 \approx 127 \text{ W} \Rightarrow \Delta P_d = 38.8 \text{ W}$$

$$P'_k = P_{kn} + \Delta P'_{Fe} + \Delta P_d = 4500 - 293.3 + 38.8 = 4245.5 \text{ W} \Rightarrow S'_n = S^n \sqrt{\frac{P_{kn}}{P'_k}} = 600 \cdot \sqrt{\frac{4.5}{4.245}} = 618 \text{ kVA}$$

#### 5.

$$P_k = 4.5 \text{ kW}, k_F = \frac{P_{kn}}{P_{Cun}} \Rightarrow P_{Cun} = \frac{P_{kn}}{k_F} = \frac{4500}{1.02} = 4411.8 \text{ W} \Rightarrow P_{dn} = 88.2 \text{ W}$$

$$P_{Cu}^{Al} = P_{Cun} \cdot \frac{\sigma_{Cu}}{\sigma_{Al}} = \frac{4411.8 \cdot 57}{35} = 7184.9 \text{ W}, P_d^{Al} = P_{dn} \cdot \frac{\sigma_{Al}}{\sigma_{Cu}} = \frac{4411.8 \cdot 35}{57} = 54.2 \text{ W}$$

$$P_k^{Al} = P_{Cu}^{Al} + P_{dn} = 7239.1 \text{ W}, K_F^{Al} = \frac{P_k^{Al}}{P_{Cu}^{Al}} = 1.0075$$

$$S'_n = S^n \sqrt{\frac{P_k^{Cu}}{P_k^{Al}}} = 600 \cdot \sqrt{\frac{4500}{7184.9 + 54.2}} = 473 \text{ kVA}$$

#### 6.

$$\Delta u_{max} = u_k = \frac{U_k}{U_{1n}} \cdot 100 = 4\%, u_r = \frac{P_{kn}}{S_n} \cdot 100 = 0.75\% \Rightarrow \cos \varphi_k = \frac{u_r}{u_k} = 0.188$$

$$\beta_m = \sqrt{\frac{P_{0n}}{P_{kn}}} = 0.699 \approx 0.7$$

$$\Delta u = \beta_m (u_r \cdot \cos \varphi_k + u_x \cdot \sin \varphi_k) = \beta_m \cdot u_k = 2.8\% \Rightarrow U_2 = U_{02} \cdot \left(1 - \frac{\Delta u}{100}\right) = 388.8 \text{ V}$$

$$\eta = \frac{\beta_m S_n \cos \varphi_k \cdot 100}{\beta_m S_n \cos \varphi_k + 2P_{0n}} = 94.70\%$$

### 7. теорија

### 8. теорија