



Elementi elektroenergetskih sistema drugi kolokvijum

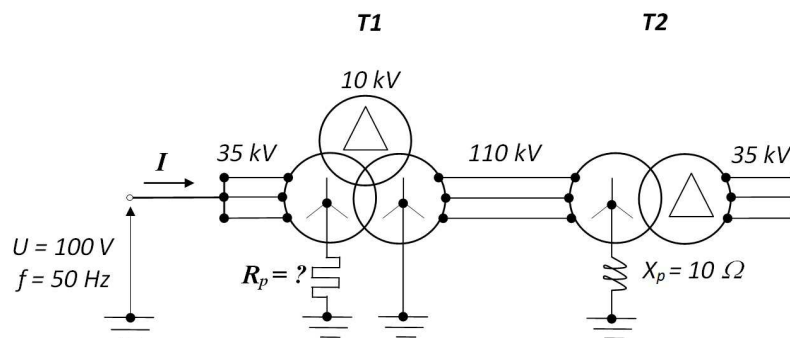
1. Dva trofazna energetska transformatora vezana su kao na slici. Ako je struja $I=3I_0=19,764$ A, koliko iznosi R_p preko koga je uzemljen sekundar transformatora T1?

Parametri transformatora su:

T1: $S_n = 31,5$ MVA, $m_t = 110/35/10$ (kV/kV/kV), $x_{t1,2} = 15\%$, $x_{t1,3} = 10,5\%$, $x_{t2,3} = 6\%$, $x_{\mu o} \rightarrow \infty$, sve aktivne otpornosti zanemariti, pojedinačne nominalne snage namota $S_{np} = S_n$, $S_{ns} = S_n$, $S_{nt} = 2 S_n / 3$.

Napomena: procentualne vrednosti reaktansi za parove namota su zadate u odnosu na nominalnu snagu primara.

T2: $S_n = 31,5$ MVA, $m_t = 110/35$ (kV/kV), $x_t = 10\%$, $x_{\mu o} \rightarrow \infty$, sve aktivne otpornosti zanemariti.



2. Turbogenerator čiji su parametri: nominalna aktivna snaga $P_{ng}=100$ MW; nominalni faktor snage $\cos\phi_n=0,85$; nominalni napon $U_{ng}=15,75$ kV; sinhrona reaktansa $X_{g\%}=179\%$;

u zatom stacionarnom režimu ima sledeće parametre: aktivna snaga na krajevima generatora $P_g=80$ MW; napon na krajevima generatora $U_g=U_{ng}=15,75$ kV; pobudna struja $I_f=500$ A.

a) Kolika je u zatom režimu reaktivna snaga na krajevima generatora Q_g , ako u režimu praznog hoda, pri nominalnoj brzini obrtanja rotora i nominalnom naponu na krajevima generatora, struja pobude iznosi $I_{f0}=294$ A.

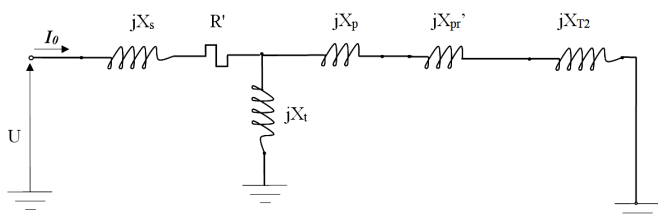
b) Koliki je odnos elektromotorne sile E_q u zatom režimu i elektromotorne sile E_{qn} pri nominalnoj pobudnoj

struji i nominalnoj brzini obrtanja rotora? $\left(\frac{E_q}{E_{qn}} = ? \right)$

1. Задатак.

Решење:

Еквивалентна монофазна заменска шема ($X_{\mu 0T1} \rightarrow \infty$ и $X_{\mu 0T2} \rightarrow \infty$):



Прорачун реактанси на 35 kV:

Прорачун реактанси расипања трансформатора

T1:

$$X_{ps} = \frac{x_{ps}(\%) U_{np}^2}{100 S_n} = \frac{15 \cdot 35^2}{100 \cdot 31.5} = 5,8333 \Omega,$$

$$X_{pt} = \frac{x_{pt}(\%) U_{np}^2}{100 S_n} = \frac{10,5 \cdot 35^2}{100 \cdot 31.5} = 4,0833 \Omega,$$

$$X_{st} = \frac{x_{st}(\%) U_{np}^2}{100 S_n} = \frac{6 \cdot 35^2}{100 \cdot 31.5} = 2,3333 \Omega,$$

Прорачун параметара еквивалентне "T" шеме тронамотног

$$X_p = \frac{1}{2}(X_{ps} + X_{pt} - X_{st}) = 3,7917 \Omega,$$

трансформатора: $X_s = \frac{1}{2}(X_{ps} + X_{st} - X_{pt}) = 2,0417 \Omega,$

$$X_t = \frac{1}{2}(X_{pt} + X_{st} - X_{ps}) = 0,2917 \Omega,$$

T2:

Прорачун параметара двонамотног трансформатора:

$$X_{T2} = \frac{10 \cdot 35^2}{100 \cdot 31.5} = 3,8889 \Omega .$$

$$X'_{pr} = 3 \cdot 10 \cdot \left(\frac{35}{110}\right)^2 = 3,0372 \Omega,$$

Прорачун:

$$I = 3I_0 = 3 \frac{U}{|Z_{ul}|}$$

$$|Z_{ul}| = 3 \frac{U}{I} = 15,1791 \Omega$$

$$\underline{Z}_{ul} = R' + j(X_s + (X_t \parallel (X_p + X'_{pr} + X_{T2})))$$

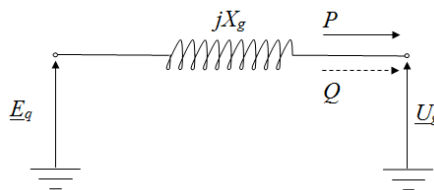
$$\underline{Z}_{ul} = 3 \cdot R_p + j(2,0417 + 0,2839)$$

$$R_p = \frac{1}{3} \sqrt{(15,1791)^2 - (2,3256)^2} = 5 \Omega$$

2. Задатак.

Решење:

Еквивалентна заменска шема турбогенератора:



а) Синхрона реактанса генератора:

$$X_g = \frac{x_g(\%) U_{ng}^2}{100 S_{ng}} = \frac{179 \cdot 15.75^2 \cdot 0.85}{100 \cdot 100} = 3.77 \Omega$$

У режиму празног хода важи: $E_{q0} = U_{ng}$

Електромоторна сила генератора (E_q) пропорционална је побудној струји (I_p). У задатом режиму електромоторна сила E_q се добија из релације:

$$E_q = U_{ng} \frac{I_f}{I_{f0}} = 15.75 \frac{500}{294} = 26.786 \text{ kV}$$

Угао између E_q и U одређује се из релације:

$$P = \frac{E_q U_g}{X_g} \sin \theta \Rightarrow \sin \theta = \frac{P X_g}{E_q U_g} = 0.7149$$

$$\theta = 45.635^\circ$$

Реактивна снага на крајевима генератора:

$$\Rightarrow Q = \frac{E_q U_g}{X_g} \cos \theta - \frac{U_{ng}^2}{X_g} = \frac{26.786 \cdot 15.75}{3.77} \cos(45.635^\circ) - \frac{15.75^2}{3.77}$$

$$Q = 12.447 \text{ M var}$$

б) На основу номиналних параметара може се израчунати вредност електромоторне силе генератора услед побуде номиналном струјом:

$$\operatorname{tg} \theta_n = \frac{P_n}{Q_n + \frac{U_n^2}{X_g}}$$

$$\theta_n = \operatorname{arctg} \left(\frac{P_n X_g}{Q_n X_g + U_n^2} \right) = \operatorname{arctg} \left(\frac{100 \cdot 3.77}{61.9744 \cdot 3.77 + 15.75^2} \right)$$

$$\theta_n = 38.047^\circ$$

$$E_{qn} = \frac{P_n X_g}{U_g \sin \theta_n} = \frac{100 \cdot 3.77}{15.75 \cdot \sin(38.047^\circ)} = 38.8386 \text{ kV}.$$

Однос електромоторне силе E_q у задатом режиму и електромоторне силе E_{qn} :

$$\frac{E_q}{E_{qn}} = \frac{26.786}{38.8386} = 0.6897$$