

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТИ

" ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ " КАФЕДРАСИ

РЕЛЕ ҲИМОЯСИ ВА АВТОМАТИКА

фанидан амалий машғулотлар учун  
услубий қўлланма

5520200 – Электр энергетика таълим йўналиши  
бакалаврлари учун тузилган

ТОШКЕНТ - 2007

Тузувчилар: Таслимов А.Д., катта ўқитувчи Мамарасулова Ф.С.

Услубий қўлланма «Реле ҳимояси ва автоматика» фанининг асосий бўлимларини ўз ичига оловчи амалий машғулотлар бажариш учун тузилган.

Амалий машғулотлар жараёнида конкрет мисоллар кўриб чиқилади, схемалар тузилади, натижада талабаларда фан ҳақида аниқ маълумотлар ва курс ишини бажариш учун кўникма ҳосил бўлади.

Абу Райхон Беруний номидаги Тошкент Давлат Техника Университети илмий – кенгашининг ўзарорига асосан чоп этилган.

Таъризчилар: «Ўзэнергосозлаш» корхонасининг бўлим бошлиғи, т.ф.н. Азизов А.А.  
ТДТУ «Электр станциялари ва тармоқлари» кафедраси доценти, т.ф.н. Сиддиқов И.Х.

## **1 Электр таъминоти тизимида ўсўа туташув**

Ўсўа туташув деганда, нормал иш ўолатида учрамайдиган, фазалар аро туташув, бир ва ундан кўеп фазаларни ер билан туташуви тушунилади.

Уч фазали тизимда ўуйидаги КТ лар бўелиши мумкин:

1. Уч фазали ўиска туташув-учта фазанинг битта жойда ва бир ваўтда сўзаро туташуви.
2. Икки фазали ўсўа туташув - уч фазали тизимда иккита фазанинг бевосита туташуви.
3. Бир фазали ўсўа туташув-нейтрални заминлаган уч фазали тизимда битта фазасининг ерга туташуви.

Ўсўа туташув содир бўелишига асосий сабаблар, бу - изоляциянинг механик шикастланиши - ер ишлари жараёнида кабелни ишдан чиўиши; чинни изоляцияларни синиши; каво линиялари устунларини йиўилиши; эскириши, яўни изоляциялаш хусусиятларини ёмонлашуви; изоляцияни намланиши; атмосферада содир бўеладиган сета кучланишдан фазаларни бирикиши; хар хил сётказгич материаллар билан

фазаларни ўопланиши; оператив коммутациялар жараёнида хатоликларга йоел ўейилиши ва х.к.

К.т. содир боелган, занжирларда токнинг миёдори кескин ортади ва тизимнинг айрим жойларида кучланиш камайиб кетади. К.т. боелган жойда ёй косил боелиши натижасида аппаратлар, машиналар ва бошса ўурилмалар тоела ёки ўисман бузилади. К.т. жойига яшин боелган оетказгичлар, изоляторлар ва электр машиналарининг чоелўамларига катта механик кучлар таъсир этади. Юёори миёдордаги тоklar таъсирида оетказгичларни ўизишидан кабел линияларида, тарўатиш ўурилмаларида ва электр таъминоти тизимининг бошса элементларида ёнўин чиўиши мумкин. Кучланишни пасайиши механизмларнинг нормал иш колатини бузилишига, юритгичлар ва агрегатларни тоехташига олиб келади. К.т. електроэнергетика тизимига катта салбий таъсир коерсатиб, генераторларнинг параллел ишлашини бузилишига ва системанинг барўарорлигини издан чиўишига олиб келиш мумкин. К.т. оёибатларини камайтириш учун тизимнинг шикастланган ўисмини тезкор ишлайдиган узгичлар орўали жадаллик билан оечириш зарур. Барча электр аппаратлари, электр ўурилмаларининг ток оетказувчи ўисмларини шундай танлаш керакки, улар оетиш жараёнидаги катта миёдорли к.т. тоklarга бардош бера олишсин. Бунинг учун к.т. тоklarни тоеўри колсоблаш ва унинг миёдорига ўараб

электр аппаратлари ва ўрилмаларни танлаш маъсадга мувофиқдир.

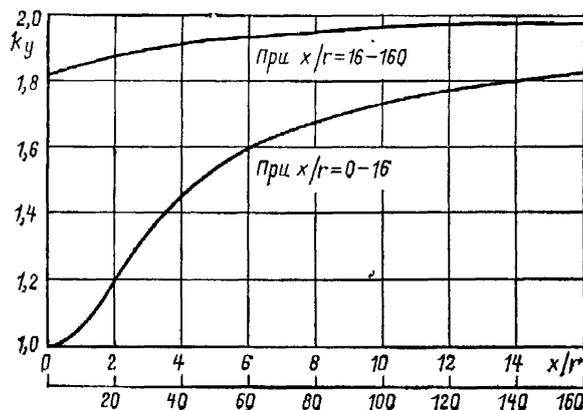
Электр таъминоти тизимида бир фазали к.т. энг кўп содир бўлади, бу тоқларнинг хавфлиги тармоқ бетараф нуқтасининг иш ҳолатига бўлиши. Кам учрайдигани ва энг хавфлиги - уч фазали к.т. бўлиб, электр ўрилмаларини танлаш жараёнида ушбу к.т. тоқи асосий қисобланади. К.т. тоқини қисоблаганда ўйидаги чекланишлар ўбул ўилинади:

1. Уч фазали тармоқлар симметрик;
2. Мавжуд электр манбалари электр юритувчи қуқларининг фазалари бир хил;
3. Хаво ва кабел линияларида сиқим ўтказгичлар қисобга олинмайди;
4. Электр таъминот тизими элементлари фақат бўйланма актив ва индуктив ўршилиқлардан иборат;
5. К.т. тоқининг манбалари вазиқасини турбо ва гидрогенераторлар, синхрон компенсаторлар ва юритгичлар, асинхрон машиналар оетайдилар;
6. Магнит тизимларида тоёйиниш содир бўлмайди;

Бу чекланишлар қисобий к.т. тоқини аниқлашни осонлаштиради.

Ўиска туташиш тоқининг энг катта оний ўийматини зарб тоқи деб аталади ва к.т. бошланганидан ярим давр оетгандан соенг, яъни  $t=0,01C$  да, содир бўлади.

$$i_3 = K_3 I_{n \max} = K_3 \sqrt{2} I_{n0} \quad 1.1$$



1- расм.

Бу ерда  $K_3$  - зарб коэффициентлари бoелиб, у зарб токи мишдорини даврий ташкил этувчининг максимал шийматидан неча маротаба катталигини кoерсатади. Кучланиши 1000В дан юшoри бoелган электр тармошлари учун  $K_3 = 1,8$ . У кoлда (1.1) дан

$$i_3 = 1.8 I_{n \max} = 1.8 \sqrt{2} I_{n0} \quad 1.2$$

Бу ерда  $I_{n0}$  - даврий ташкил этувчи токининг бошланғич эффектив киймати.

$K_3$  коэффициентининг миџдори к.т. занжирининг актив ва индуктив џаршиликларининг џийматларига боћлиџ (расм 1).

Писџа туташув токини ќисоблашда џуйидаги белгилашлар ќам ишлатилади:

$I^{11}=I_{n_0}$ - к.т. токининг даврий ташкил этувчисининг бошланћич эффектив џиймати.

$I_{0,2}$  - к.т. токининг  $t=0,2$  с даги оний џиймати.

$I_k = I_{\infty}$ - к.т. токининг турћун режими учун эффектив џиймати.

$S_{0,2}$  - к.т. џувватининг  $T=0,2$  с даги џиймати.

### **Писџа туташув занжирининг параметрларини аниџлаш.**

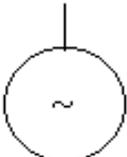
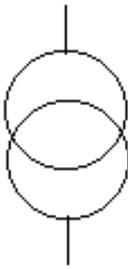
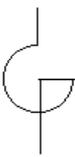
К.т. токини топиш учун электр таъминоти тизимининг нормал шароитига мос келадиган бир линияли ќисоблаш схемаси тузилади ва ундаги энергия манбалари параллел уланган деб џаралади. Ёисоблаш схемасида барча манбалар (генераторлар, синхронлар компенсаторлар, катта џувватли синхрон ва асинхрон машиналар, энергосистемалар), трансформаторлар, ќаво ва кабел линиялари, реакторлар коерсатилади. Ёисоблаш схемаси асосида алмаштириш схемаси тузилади. Унда тизимдаги барча элементларнинг џаршиликлари коерсатилади ва к.т. токи аниџланиши керак боелган нуџта белгиланади.

Генераторлар, катта ўувватли трансформаторлар, хаво линиялари, реакторлар алмашлаш схемада индуктив ўаршилиқ сифатида кўрсатилади. Кучланиши 6-10 кВ бўлган кабел линиялар, ўуввати 1600 кВ.А ва ундан кичик бўлган трансформаторлар алмашлаш схемада актив ва индуктив ўаршилиқлар деб олинади. Барча ўаршилиқлар номли ёки нисбий бирликларда олинаши мумкин.

К.т. токини кўсоблашда кучланиш ва ўувватнинг базовий миўдорлари ўабул ўилинади. Базовий кучланиш сифатида к.т. токи кўсобланаётган нуўтанинг сўртача кучланишини олиш мумкин. Бу эса ўуйидаги ўийматлардан бири бўлиши мумкин:

$$U_{\delta} = 230; 115; 37; 10,5; 6,3; 3,15; 0,4; \dots 0,23 \text{ кВ}$$

## 1.1 жадвал

Электр ўрилма элементи	Алмаштири ш схемаси	Ўқисоблаш формулалари	
		Номли бирликларда, Ом	Нисбий бирликларда
 Генератор		$x = \frac{x_d \% U_{\bar{6}}^2}{100 S_{\text{НОМ}}}$	$x_* = \frac{x_d \% S_{\bar{6}}}{100 S_{\text{НОМ}}}$
Энергосистема 		$x = \frac{U_{\bar{6}}^2}{\sqrt{3} I_{\text{уз,НОМ}} U_{\text{ур}}}$ ёки $x = \frac{U_{\bar{6}}^2}{S_k} \text{ ёки}$ $x = x_{\text{с,НОМ}} \frac{U_{\bar{6}}^2}{S_{\text{НОМ}}}$	$x_* = \frac{S_{\bar{6}}}{\sqrt{3} I_{\text{уз,НОМ}} U_{\text{ур}}} \text{ ёки}$ $x_* = \frac{S_{\bar{6}}}{S_k} \text{ ёки}$ $x_* = x_{\text{с,НОМ}} \frac{S_{\bar{6}}}{S_{\text{НОМ}}}$
Трансформатор 		$x = \frac{u_k \% U_{\bar{6}}^2}{100 S_{\text{НОМ}}}$ Актив ўаршилиқ ўисобга олинганда $r = \frac{\Delta P_k U_{\bar{6}}^2 10^{-3}}{S_{\text{НОМ}}^2}$ $x = \sqrt{u_{*k}^2 - \left(\frac{\Delta P_k}{S_{\text{НОМ}}}\right)^2} \frac{U_{\bar{6}}^2}{S_{\text{НОМ}}}$	$x_* = \frac{u_k \% S_{\bar{6}}}{100 S_{\text{НОМ}}}$ Актив ўаршилиқ ўисобга олинганда $r_* = \frac{\Delta P_k S_{\bar{6}} 10^{-3}}{S_{\text{НОМ}}^2}$ $x_* = \sqrt{u_{*k}^2 - \left(\frac{\Delta P_k}{S_{\text{НОМ}}}\right)^2} \frac{S_{\bar{6}}}{S_{\text{НОМ}}}$
Реактор 		$x = x_p \frac{U_{\bar{6}}^2}{U_{\text{ур}}^2}$	$x_* = x_p \frac{S_{\bar{6}}}{U_{\text{ур}}^2}$

<p>Линия  </p>		$x = x_0 l \frac{U_0^2}{U_{yp}^2}$ $r = r_0 l \frac{U_0^2}{U_{yp}^2}$	$x_* = x_0 l \frac{S_0}{U_{yp}^2}$ $r_* = r_0 l \frac{S_0}{U_{yp}^2}$
----------------	---	---	---

Базовий ʒувват 100 МВА ёки куч трансформаторининг ʒувватига тенг ʒилиб олинади. Электр таъминоти тизими айрим элементларининг ʒаршиликларини аниʒлаш формулалари ʒуйидаги жадвалда келтирилган.

жадвалга илова.  $S_H$ - электр ускунанинг тoела номинал ʒуввати (генераторни, трансформаторни, энергосистемани), МВ.А;  $S_6$  - базовий ʒувват, МВ.А;  $S_K$  - энергосистемани к.т. ʒуввати, МВ.А;  $I_{yз.н}$  - узгични номинал узиш токи, кА;  $X_{*сист}$  - энергосистемани нисбий номинал ʒаршилиги;  $u_K$  - трансформаторни к.т. кучланиши, %;  $X_p$ - реакторни ʒаршилиги, Ом;  $\Delta P_K$ - трансформаторни к.т. исрофи, кВт;  $r_o, x_o$  - линияни 1 км узунлигига тoеʒри келадиган актив ва индуктив ʒаршилик, Ом/км;  $l$  - линияни узунлиги, км;  $U_6$  - базовий кучланиш, кВ;  $U_{yр}$  - электр ускунанинг oернатилган жойидаги кучланишнинг oертача ʒиймати, кВ;  $X_d$  - генераторнинг oета oетиш индуктив ʒаршилиги, %.

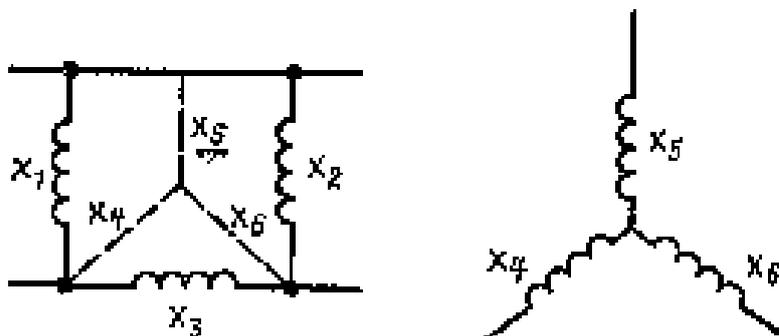
Схема элементларининг бошланʒич параметрлар  $X_d$  %,  $u_K$ %,  $x_o$   $r_o$  катаоглар ёки маълумотномалардан аниʒланади. Алмаштириш схемасида к.т. нуʒтасигача бoелган эквивалент ʒаршиликни аниʒлашда ʒуйидаги oезгартиришлар ишлатилади:

1) ʒаршиликларни кетма-кет уланганда

$$X_{эКВ} = X_1 + X_2 + \dots + X_n$$

1.3

2) Ўшаршиликлар параллел уланганда



2 – расм.

$$X_{\text{эКВ}} = \frac{1}{\frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \dots + \frac{1}{X_n}} \quad 1.4$$

3) Учбурчакдан юлдузга сетишда ишлатиладиган муносабатлар:

$$\begin{aligned} X_4 &= \frac{X_1 X_3}{X_1 + X_2 + X_3}; \\ X_5 &= \frac{X_1 X_2}{X_1 + X_2 + X_3}; \\ X_6 &= \frac{X_2 X_3}{X_1 + X_2 + X_3} \end{aligned} \quad 1.5$$

4) Юлдуздан учбурчакка сетишда ишлатиладиган формулалар:

$$X_1 = X_4 + X_5 + \frac{X_4 X_5}{X_6};$$

$$X_2 = X_5 + X_6 + \frac{X_5 X_6}{X_4}; \quad 1.6$$

$$X_3 = X_4 + X_6 + \frac{X_4 X_6}{X_5}$$

Алмаштириш схемасида оёзгартиришлар манбадан к.т. нуётасига томон олиб борилади.

Агар ўаршиликлар нисбий бирликларда кёсобланган бёелса, к.т. токи ўуйидагича аниўланади:

$$I_{n0} = \frac{I_{\delta}}{X_{*экв}} \quad \text{ёки} \quad I_{n0} = \frac{I_{\delta}}{Z_{*экв}};$$

Бу ерда  $I_{\delta} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3}U_{yp}}$

$X_{*экв}$  - к.т. нуётасидан манбагига бёелган эквивалент ўаршилик;

$U_{yp}$  - к.т. содир бёелган нуётдаги оёртача кучланиш.

Агар манба кучланиши оёзгармас бёелса,

$$I_{n0} = I_n = I_k$$

Кёсоблаш номли бирликларда олиб берилганда КТ токи ўуйидагича аниўланади.

$$I_{n0} = \frac{U_{yp}}{\sqrt{3}X_{экв}} \quad 1.7$$

ёки

$$I_{n0} = \frac{U_{yp}}{\sqrt{3}Z_{\text{экв}}} \quad 1.8$$

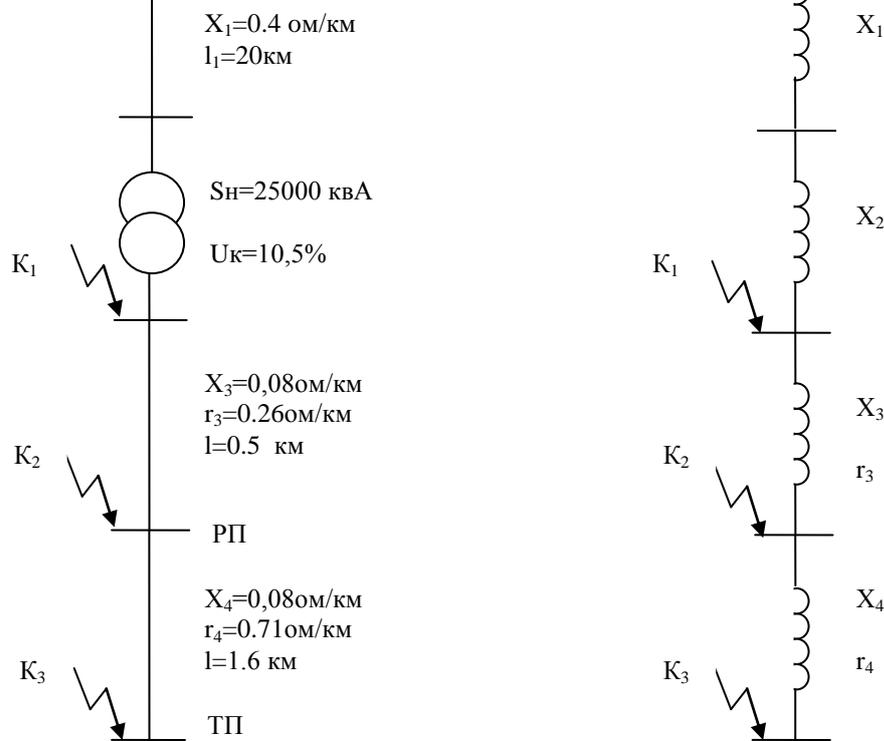
Бу ерда

$$Z_{\text{экв}} = \sqrt{X_{\text{экв}}^2 + R_{\text{экв}}^2} \quad - \text{ эквивалент тoела } \check{\text{аршилик}}$$

К.т. токининг миқдорига ўараб электр аппаратлари, изоляторлар, шина ва кабеллар танланади, электр ускуналарининг реле химояси соланади.

**1-мисол:** Чексиз ўувватли системадан таъминланаётган истеъмолчилар учун  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  нуёталардаги ўисўа туташув токларини кисобланг.

Кисоб маълумотлари расмда келтирилган.



**Ечиш:** 1) Кисобни нисбий бирликда олиб борамиз. Базис шувватни шабул шиламиз:  $S_{\sigma} = 100 \text{ мВА}$ .

2) Базисли нисбий шаршиликни кисоблаймиз:

а) ЭУЛ шаршилиги

$$x_1 = x \cdot S_{\text{баз}} / U_{\text{ном}}^2 = 0,4 \cdot 20 \cdot 100 / 115^2 = 0,06$$

б) трансформатор шаршилиги:

$$x_2 = \frac{U_K \%}{100} \cdot \frac{S_{\sigma}}{S_H} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{100}{25} = 0,42$$

в) подстанциядан РП гача боелган кабел линияси шаршилиги:

$$x_3 = X_0 \ell \frac{S_{\sigma}}{U_H^2} = 0,08 \cdot 0,5 \left( \frac{100}{10,5^2} \right) = 0,04$$

$$r_3 = r_0 \ell \frac{S_{\sigma}}{U_H^2} = 0,26 \cdot 0,5 \left( \frac{100}{10,5^2} \right) = 0,12$$

г) ТП гача бѳелган кабель линиясини ўаршилиги

$$x_4 = X_0 \ell \frac{S_{\delta}}{U_H^2} = 0,08 \cdot 1,6 \cdot \frac{100}{10,5^2} = 0,12$$

$$r_4 = r_0 \ell \frac{S_{\delta}}{U_H^2} = 0,71 \cdot 1,6 \cdot \frac{100}{10,5^2} = 1,03$$

3) К<sub>1</sub> нуўтасида к.т. токи ва ўуввати

$$I_{K1} = I_{\delta} / X_{\Sigma 1} = 5,6 / 0,48 = 11,67 \text{ KA}$$

бу ерда

$$X_{\Sigma 1} = x_1 + x_2 = 0,06 + 0,42 = 0,48$$

$$I_{\delta} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3}U} = \frac{100}{1,7 \cdot 10,5^2} = 5,6 \text{ KA}$$

$$i_y = K_{y1} \sqrt{2} I_{K1} = 1,8 \sqrt{2} 11,67 = 29,71 \text{ KA}$$

$$S_{K1} = S_{\delta} / X_{\Sigma 1} = \frac{100}{0,48} = 208 \text{ MVA}$$

4. К<sub>2</sub> нуўтасида к.т. токи ва ўуввати

$$I_{K2} = I_{\delta} X_{\Sigma 2} = 5,6 / 0,54 = 9,8 \text{ KA}$$

бу ерда

$$X_{\Sigma 2} = x_1 + x_2 + x_3 = 0,06 + 0,42 + 0,04 = 0,52$$

$$r_{\Sigma} = r_2 = 0,14$$

$$Z_{\Sigma} = \sqrt{0,14^2 + 0,52^2} = 0,54$$

$$i_y = 1,8 \sqrt{2} \cdot 9,8 = 24,95 \text{ kA}$$

$$S_{K2} = S_{\delta} / Z_{\Sigma 2} = 100 / 0,54 = \frac{100}{0,54} = 185 \text{ MVA}$$

5. К<sub>3</sub> нуўтасида к.т. токи ва ўуввати

$$I_{K3} = I_{\sigma} / Z_{23} = 5.6 / \sqrt{0.64^2 + 1.15^2} = 5.6 / 1.4 = 4.0 \text{ кА}$$

бу ерда

$$X_{\Sigma 3} = X_{\Sigma 2} + x_4 = 0,52 + 0,12 = 0,64$$

$$r_{\Sigma 3} = r_3 + r_4 = 0,12 + 1,03 = 1,15$$

$$X_{\Sigma 3} / r_{\Sigma 3} = \frac{0,64}{1,15} \text{ бѳелгани учун, 3 фазали } \check{\text{шис}}\check{\text{ш}} \text{ туташув}$$

токининг даврий таркиби карралиги  $K_y=1$

$$\text{унда } i_y = 1 \cdot \sqrt{2} \cdot 4,0 = 5,66 \text{ кА}$$

$$S_{K3} = S_{\sigma} / x_{\Sigma 3} = 100 / 14 = 71 \text{ мВА}$$

**2-мисол.** Чексиз  $\check{\text{шувватли}}$  системадан таъминланаётган истеъмолчилар учун  $K_1, K_2, K_3, K_4$  нуёталардаги  $\check{\text{шис}}\check{\text{ш}}$  туташув токларини кисобланг.

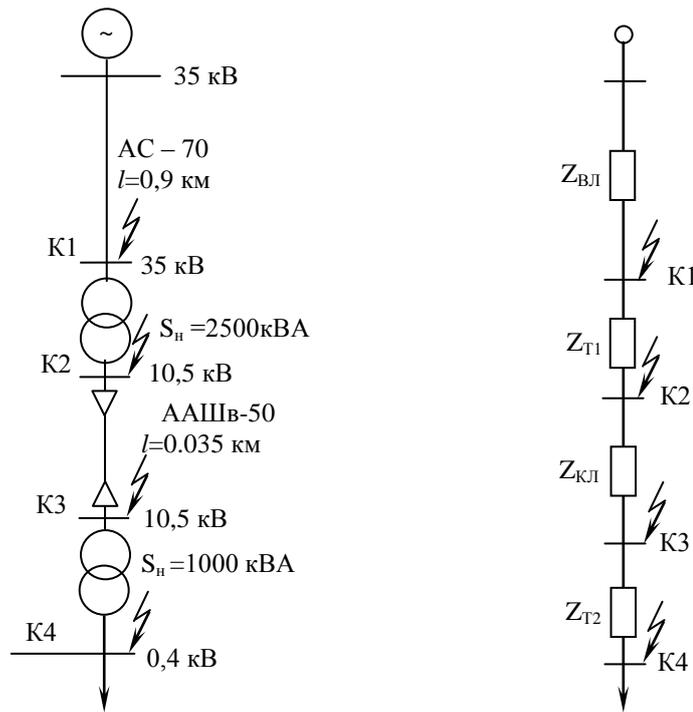
Кисоб маълумотлари расмда келтирилган.

**Ечиш:** Кисобни нисбий бирликда олиб борамиз. Базис шартини  $\check{\text{шабул}}$   $\check{\text{шила}}$ миз:  $S_{\sigma} = 100 \text{ мВА}$ .

$$U_{\sigma I} = 37 \text{ кВ}$$

$$U_{\sigma II} = 10.5 \text{ кВ}$$

$$U_{\sigma III} = 0.4 \text{ кВ}$$



Базис тоқларини аниқтаймыз:  $I_{бI} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 37} = 1.56 \text{ кА}$

$$I_{бII} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10.5} = 5.5 \text{ кА}$$

1) хаво линияси АС- 70,  $l=0.9 \text{ км}$   
 $r_0=0.42 \text{ Ом/км}$   
 $x_0= 0.43 \text{ Ом/км}$

$$R_{xI} = r_0 \ell \frac{S}{U_H^2} = 0,42 \cdot 0,9 \frac{100}{37^2} = 0,027$$

$$X_{xI} = x_0 \ell \frac{S}{U_H^2} = 0,43 \cdot 0,9 \frac{100}{37^2} = 0,028$$

$$Z_{xI} = 0,027 + j0,028$$

2) Трансформатор Т1 учун

$$u_{aT-1} = \frac{\Delta P_{K3}}{S_H} \cdot 100\% = \frac{46.5}{6300} \cdot 100\% = 0.738\%$$

$$u_{PT-1} = \sqrt{u_k^2 - u_{aT-1}^2} = 7.464\%$$

$$r_{T-1}^{\bar{\sigma}} = \frac{U_{aT-1}}{100} \cdot \frac{S_{\bar{\sigma}}}{S_H} = \frac{0.738}{100} \cdot \frac{100}{6.3} = 0.117$$

$$x_{T-1}^{\bar{\sigma}} = \frac{U_{PT-1}}{100} \cdot \frac{S_{\bar{\sigma}}}{S_H} = \frac{7.464}{100} \cdot \frac{100}{6.3} = 1.185$$

3. КЛ (1 та линиядаги қаршилик)

ААШ<sub>В</sub> – 50, l=0.035 км

$r_0=0.62$  Ом/км

$x_0=0.09$  Ом/км

$$r_{кл}^{\bar{\sigma}} = 0.62 \cdot 0.035 \cdot \frac{100}{10.5^2} = 0.02$$

$$x_{кл}^{\bar{\sigma}} = 0.09 \cdot 0.035 \cdot \frac{100}{10.5^2} = 0.003$$

$$Z_{кл} = 0.02 + j0.003$$

4. К-1 нуқтадаги токни хисоби:

$$Z_{\text{эКВ1}} = Z_{\text{ВЛ}} = 0.027 + j0.028$$

$$|Z_{\text{эКВ1}}| = 0.039$$

$$I_{K-1} = \frac{I_{\text{бI}}}{Z_{\text{э-1}}} = \frac{1.56}{0.039} = 40 \text{ кА}$$

5. К-2 нуқтадаги ток:

$$Z_{\text{эКВ2}} = Z_{\text{эКВ1}} + Z_{T-1} = 0.027 + j0.028 + 0.117 + j1.185 = 0.144 + j1.213$$

$$|Z_{\text{эКВ2}}| = 1.222$$

$$I_{K-2} = \frac{I_{\text{бII}}}{Z_{\text{эКВ2}}} = \frac{5.5}{1.222} = 4500 \text{ А}$$

6. К-3 нуқтадаги ток:

$$Z_{\text{эКВ3}} = Z_{\text{эКВ2}} + Z_{\text{КЛ}} = 0.144 + j1.213 + 0.02 + j0.003 = 0.164 + j1.216$$

$$|Z_{\text{эКВ3}}| = 1.227$$

$$I_{\text{К-3}} = \frac{I_{\text{бИ}}}{Z_{\text{эКВ3}}} = \frac{5.5}{1.227} = 4481 \text{ А}$$

7.  $U=0.4$  кВ учун ҳисоб номли бирликда олиб борилади.

**а) Система қаршиликларини нисбий бирликдан номли бирликка келтирамиз.**

$$r_{\Sigma 10} = r_{\text{э3}} \cdot \frac{U_{\text{бИ}}^2}{S_{\text{б}}} = 0.164 \cdot \frac{10.5^2}{100} \cdot 10^3 = 180.8 \text{ мОм}$$

$$x_{\Sigma 10} = x_{\text{э3}} \cdot \frac{U_{\text{бИ}}^2}{S_{\text{б}}} = 1.216 \cdot \frac{10.5^2}{100} \cdot 10^3 = 1340.6 \text{ мОм}$$

**б) Система қаршиликларини 0,4 кВ кучланишга ўтказамиз.**

$$r_{\Sigma 0.4} = r_{\Sigma 10} \cdot K_T^2 = 180.8 \cdot \left(\frac{0.4}{10.5}\right)^2 = 0.262 \text{ мОм}$$

$$x_{\Sigma 0.4} = x_{\Sigma 10} \cdot K_T^2 = 1340.6 \cdot \left(\frac{0.4}{10.5}\right)^2 = 1.945 \text{ мОм}$$

**в) Т2 трансформаторининг қаршилигини аниқлаймиз.**

$$r_{\text{T-5}} = \frac{\Delta P_{\text{К}}}{S_{\text{HT}}} \cdot \frac{U_{\text{H}}^2}{S_{\text{HT}}} = \frac{11.6}{1000} \cdot \frac{0.4^2}{1000} = 1.856 \text{ мОм}$$

$$x_{\text{T-5}} = \sqrt{\left(\frac{U_{\text{К}}\%}{100}\right)^2 - \left(\frac{\Delta P_{\text{К}}}{S_{\text{HT}}}\right)^2} \cdot \frac{U_{\text{H}}^2}{S_{\text{HT}}} \cdot 10^6 = \sqrt{\left(\frac{5.5}{100}\right)^2 - \left(\frac{11.6}{1000}\right)^2} \cdot \frac{0.4^2}{1000} \cdot 10^6 = 8.602 \text{ мОм}$$

**8. К-4 нуқтадаги қисқа туташув тоқини ҳисоблаш.**

Реактив қаршиликларнинг йиғиндиси:

$$x_{\Sigma \text{К-4}} = x_{\Sigma 0.4} + x_{\text{T-2}} = 1.945 + 8.602 = 10.547 \text{ мОм}$$

Контактларнинг ўткинчи қаршилиги

$$r_{\text{кон}}=15 \text{ мОм}$$

Актив қаршиликларнинг йиғиндиси:

$$r_{\Sigma K-4} = r_{\Sigma 0,4} + r_{T-5} + r_{\text{кон}} = 0.262 + 1.856 + 15.0 = 17.118 \text{ мОм}$$

$$I_{K-4} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{r_{\Sigma K-4}^2 + x_{\Sigma K-4}^2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{17.118^2 + 10.547^2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20.106} = 11.486 \text{ А}$$

**9.Зарб тоқларини ҳисоблаймиз.**

$$I_3 = K_3 \cdot \sqrt{2} \cdot I_K$$

$K_3$  – зарб тоқи коэффициентлари реактив ва актив қаршиликларнинг нисбатига боғлиқ ҳолда аниқланади.

$$K-1 \text{ нуқтада: } x_{\Sigma 1} / r_{\Sigma 1} = \frac{0.028}{0.027} = 1,04$$

$$K_{31} = 1,05$$

$$K-2 \text{ нуқтада: } x_{\Sigma 2} / r_{\Sigma 2} = \frac{1.213}{0.144} = 8,42$$

$$K_{32} = 1,67$$

$$K-3 \text{ нуқтада: } x_{\Sigma 3} / r_{\Sigma 3} = \frac{1.216}{0.164} = 7,41$$

$$K_{33} = 1,62$$

$$K-4 \text{ нуқта: } x_{\Sigma 4} / r_{\Sigma 4} = \frac{10.547}{17.118} = 0,62$$

$$K_{34} = 1,01$$

$$K-1 \text{ нуқта: } I_{31} = 1,05 \cdot \sqrt{2} \cdot 40012 = 5924 \text{ kA}$$

$$K-2 \text{ нуқта: } I_{32} = 1,67 \cdot \sqrt{2} \cdot 4500 = 10,6 \text{ kA}$$

$$K-3 \text{ нуқта: } I_{33} = 1,62 \cdot \sqrt{2} \cdot 4481 = 10,24 \text{ kA}$$

$$K-4 \text{ нуқта: } I_{p4} = 1,01 \cdot \sqrt{2} \cdot 11486 = 16,36 \text{ kA}$$

**3 – мисол.**

Юқорида келтирилган кабел линиянинг тоқли химоялари хисоблансин.

**Ечиш.** 10 кВ ли кабел линиялар химоғяси МТХ ва ТК дан иборат.

КЛ учун тоқ тарнсформаторлари танлаймиз.

$I_{номГТ} \geq I_{пух}; I_{пух} = 140A$  га тенг бўлгани учун  $I_{номГТ} = 200A$  деб оламиз. Трансформация коэффициенти  $n_{ГТ} = 200/5 = 40$ .

### 1. Носелектив ТК.

$$I_{хл} = K_3 \cdot I_{кз, \max, кз}^{(3)} = 1,2 \cdot 4620 = 5544A$$

$$I_{пу} = K_{сх} \cdot \frac{I_{хл}}{n_{тт}} = 1 \cdot \frac{5544}{40} = 138,6A$$

ТК нинг узунлиги:

$$L_{тк} = \frac{100}{z_{л}} \left( \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{I_{бл}}{I_{хл} \cdot n_{тт}} - z_{маи} \right) = \frac{100}{0,14} \left( \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{5500}{138,6 \cdot 40} - 1,05 \right) < 0;$$

Носелектив ТК сезгир эмас.

### 2. Сабр ваЎтли ТК.

$$I_{хл} = K_3 \cdot I_{кз, \max, аввал}^{(3)} = 1,1 \cdot \frac{11306 \cdot 0,4}{10,5} = 473,8A$$

$$I_{пу} = K_{сх} \cdot \frac{I_{хл}}{n_{тт}} = 1 \cdot \frac{473,8}{40} = 11,8A$$

$$K_{сез} = \frac{I_{кз \min}^2}{I_{пу} \cdot n_{тт}} = \frac{0,87 \cdot 5230}{11,8 \cdot 40} = 9,58 > 1,2$$

ТК сезгир экан.

### 3. МТХ (РТ- 40 ва РВ-200 релелар ёрдамида).

$$I_{хл} = \frac{K_3 \cdot K_{сМЗ}}{K_к} \cdot I_{иш, \max} = \frac{1,2 \cdot 1,5}{0,8} \cdot 136 = 30,6A$$

$$I_{иш, \max} = 136A$$

$$I_{пу} = K_{сх} \cdot \frac{I_{хл}}{n_{тт}} = 1 \cdot \frac{306}{40} = 7,65A$$

$$K_{сез} = \frac{I_{кз \min}^2}{I_{пу} \cdot n_{тт}} = \frac{0,87 \cdot 4620}{7,65 \cdot 40} = 13 > 1,5$$

Резерв зонада:

$$K_{сез} = \frac{I_{к4\min}^2}{I_{pu} \cdot n_{mm}} = \frac{0,87 \cdot 11306}{306} = 1,3 > 1,2$$

Сезгирлик коэффициенти асосий ва резерв зоналарда рухсат этилган даражада.

### Топшириш 1.

1 - жадвалда келтирилган вариантлар учун  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$  нуъталардаги йисса туташув тоқларини қисобланг.

1 – жадвал.

Вар.	$U_1$ кВ	ХЛ	l1 км	$S_H$ (Т1), кВА	$U_2$ кВ	КЛ ААШ <sub>В</sub> -	$S_H$ (Т2) кВА	l2 км	$S_{юк}$ кВА
1	35	АС-95	2	6300	10	35	1000	1	1203
2	35	АС-120	3	6300	10	50	1000	0,04	1150
3	110	АС-150	3	16000	10	35	630	0,4	874
4	110	АС-150	2	16000	10	50	1000	0.25	1281
5	35	АС-70	4	6300	10	35	630	0.35	876
6	35	АС-95	5	6300	10	35	630	0.6	927
7	110	АС-150	5	16000	10	70	1600	0.45	1840
8	220	АСО- 240	6	32000	10	50	1000	0.5	1190
9	220	АСО- 240	5	32000	10	70	1600	0.55	2010
10	110	АС-120	3	16000	10	50	630	0.6	880

Кучланиш  $U_2=10$  кВ ,  $U_3=0.4$  кВ га тенг деб олинсин.

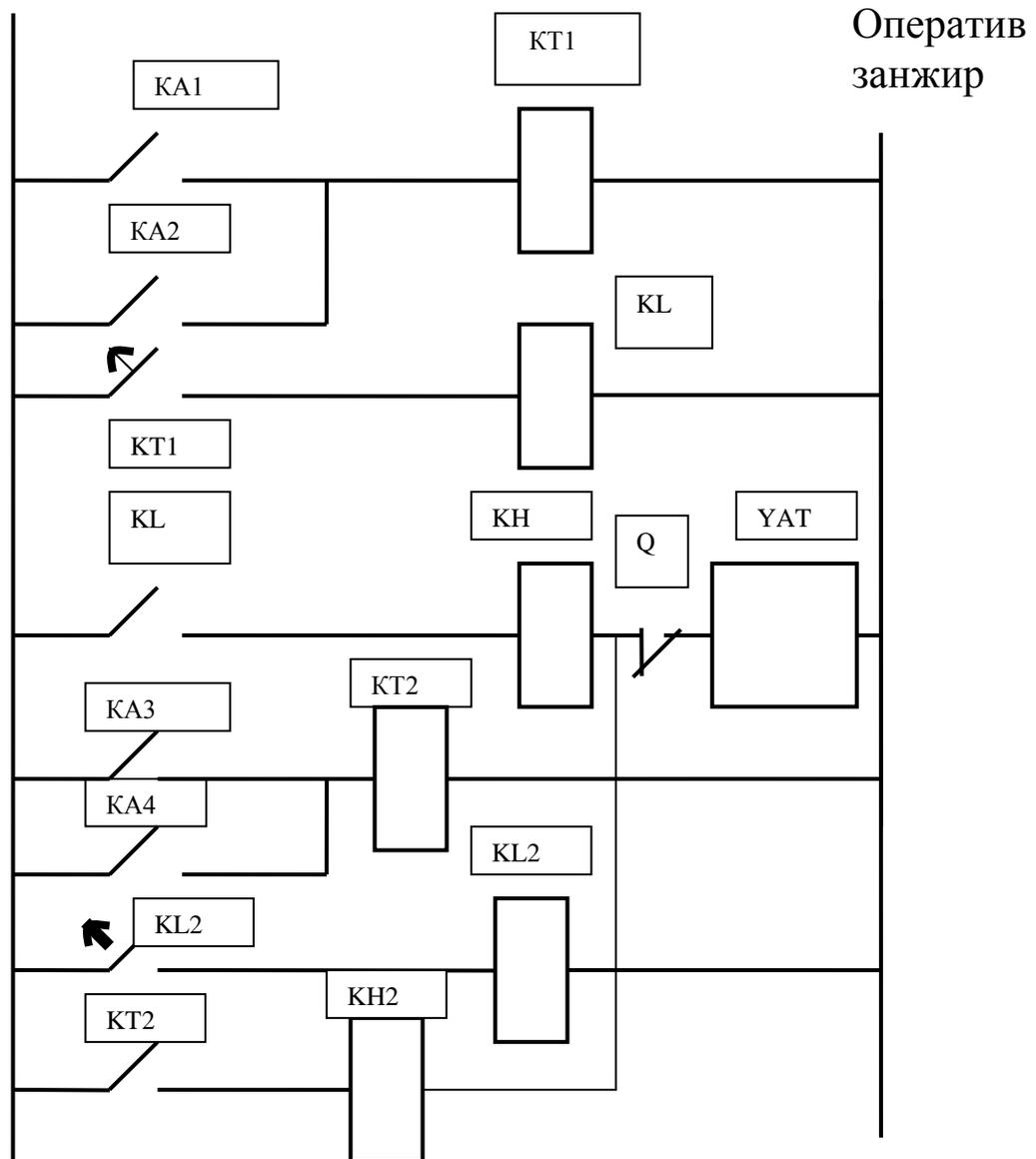
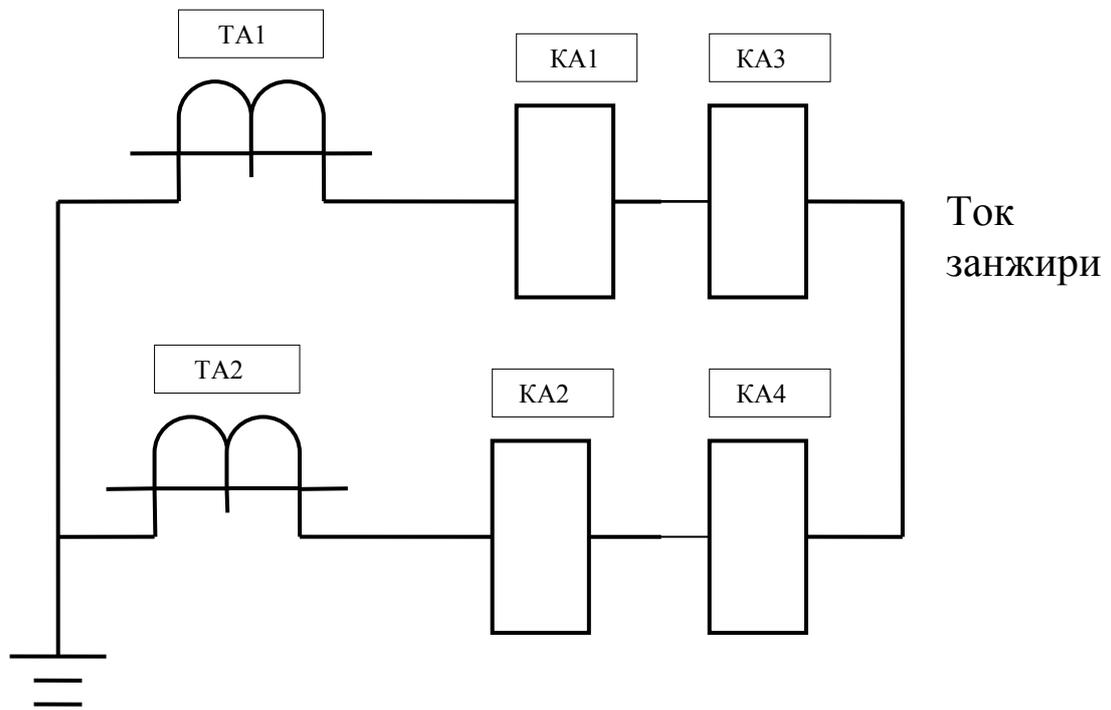
Топшириш 2. 1 – жадвалда кўрсатилган кабел линияларни реле химояси хисоблансин.

**4 - мисол.** Кабел линия реле Кимоясининг уч чизишли схемасини тузинг.

10 кВ ли линиялар бетараф нуштаси изоляция Шилинмаган тармошларда ишлатилади, шунинг учун реле Кимояси 2 фазали (тўлиш бўлмаган юлдуз усулида) схема ёрдамида бажарилади. Кимоянинг ток занжирида ток трансформаторларининг иккиламчи чўлҳамига уланган ток релелари кўрсатилади. Кар бир Кимоя учун алохида релелар ишлатилади. КА1, КА2 – ТК учун, КА3, КА4 эса МТХ учун хизмат Шилади.

Оператив занжир алохида кўрсатилган. Ўчиргичнинг ўчирувчи чўлҳами УАТ иккита Кимоя ёрдамида таъминланади. Кимояда оарлиш релелари КЛ1 ва КЛ2 (ток релелари контактларини Шувватини ошириш учун), ваШт релелари КТ1, КТ2 сабр ваШт Косил Шилиш учун ва кўрсаткич релелари КН1, КН2 (сигнал бериш учун) Шўлланилади.

Ўчиргичнинг блок- контакти Q ўчирувчи чўлҳам УАТ нинг занжирига кетма – кет уланган. Бу чўлҳамдан ошаётган катта токни чеклаш учун хизмат Шилди.



**ТопшириЃ 3. 1** – жадвалдаги 35 кВ ли линияларнинг реле Ѓимоясини Ѓисобланг, уч чизиЃли Ѓимоя схемасини тузинг.

Илова

**2-жадвал**

**10 кВ ли икки чўлЃамли трансформаторлар**

Марка	Кув вати	ЮЃори кучла ниши, кВ	Пастки кучла ниши, кВ	Киска туташув кучланиши, %	Кувват исрофи, кВт	Салт ишлаш токи, %
ТМ-400/10	400	10; 6	0,4; 0,69	4,5	1,05	5,5
ТМ-630/10	630	10; 6	0,4; 0,69	5,5	1,56	7,6
ТМ-1000/10	1000	10	0,4	5,5	2,45	12,2
ТМ-1600/10	1600	10	0,4	5,5	3,3	18
ТМ-2500/10	2500	10	0,4	5,5	4,6	25
ТМ-4000/10	4000	10	0,4	5,5	6,4	33,5
ТМ-6300/10	6300	10	0,4	6,5	9,0	46,5

## 35 кВ ли икки чўлҳамли трансформаторлар

Трансформатор тури	Uк, %	Исроф , кВт		I <sub>0</sub> , %	Габарити, мм		
		P <sub>x</sub>	P <sub>к</sub>		баланд лик	узунлик	Эни
ТМ-4000/35	7,5	6,7	33,5	1,0	3900	3900	3650
ТМ-6300/35	7,5	9,4	46,5	0,9	4050	4300	3700
ТМ-10000/35	7,5	14,5	65,0	0,8	4350	3000	3760
ТД-16000/35	8,0	21,0	90,0	0,6	4860	3950	3970
ТД-40000/35	8,5	36,0	165,0	0,4	5700	5300	4400
ТДЦ-80000/35	9,5	60,0	280,0	0,3	6100	5950	4550
ТМН-2500/110	10,5	6,5	22,0	1,5	4090	5150	3540
ТМН-6300/110	10,5	11,5	48,0	0,8	5150	6080	3170
ТДН-10000/110	10,5	15,5	60,0	0,7	5380	5900	4270
ТДН- 16000/110	10,5	24,0	85,0	0,7	6300	6910	4470
ТРДН- 25000/110	10,5	30,0	120,0	0,7	5820	6580	4650
ТРДН- 32000/110	10,5	40,0	145,0	0,7	-	-	-
ТРДН- 40000/110	10,5	50,0	160,0	0,6 5	6190	6930	4850
ТРДЦН- 63000/110	10,5	70,0	245,0	0,6 0	6500	8300	4400
ТРДЦН- 80000/110	10,5	85,0	310,0	0,6 0	-	-	-
ТРДЦН- 125000/110	10,5	120, 0	410,0	0,5 5	-	-	-

## 4-жадвал

## Ток трансформаторлари

Тип	U <sub>н</sub> , кВ	АниЎлик синфи	I <sub>ном</sub> , А
ТШ-0,5	0,5	0,5/Р	14000
ТНШ-0,66	0,66	3	1600; 2500
ТНШЛ-0,66	0,66	0,5	800; 1000; 1500; 2000; 3000; 4000; 5000
ТШН-0,66	0,66	3 1 0,5 0,5	100; 150; 200; 300; 400; 600; 800; 1000
ТЛМ-6	6	1/Р 0,5/Р	300; 400; 600; 800; 1000; 1500;
ТОЛК-6	6	1	20; 30; 40; 50; 80; 100; 150; 200; 300; 400; 600
ТПЛМ-10	10	Р; 0,5/Р Р/Р	5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400
ТПОЛ-10	10	8; 0,5/Р Р/Р	600; 800; 1000 1500
ТОЛ-10	10	0,5/Р Р/Р	30; 50; 100; 150; 200; 300; 400; 600; 800; 1000; 1500
ТЛ-10	10	0,5/Р 0,5/Р/Р	50; 100; 150; 200; 300; 400; 600; 800; 1000 1500; 2000; 3000
ТПЛ-10К	10	0,5/Р; Р/Р	10; 15; 30; 50; 100; 150; 200; 300; 400; 600; 800; 1000; 1500

**Пўлат – алюмин симлар характеристикаси**

Кесим юзаси, мм <sup>2</sup>	Утказгич маркаси	Рухсат этилган юклама токи, А		таш <sup>Ў</sup> и диаметр, мм	1 км учун актив Ўаршилиқ, Ом/км
		Бино ичкар исида	Бино таш <sup>Ў</sup> ар и сида		
10	АС - 10	84	53	4,4	3,12
16	АС - 16	111	79	5,4	2,06
25	АС – 25	142	109	6,6	1,38
35	АС – 35	175	135	8,4	0,85
50	АС – 50	210	165	9,6	0,65
70	АС – 70	265	210	11,4	0,46
95	АС – 95	330	260	13,5	0,33
120	АС – 120	390	313	15,2	0,27
150	АС – 150	450	365	17	0,21
185	АС – 185	520	430	19	0,17
240	АСО–240	605	505	21,6	0,13
300	АСО – 300	710	600	23,5	0,108
400	АС – 400	830	713	27,2	0,08
500	АС – 500	960	830	30,2	0,065

## СаЉлагичлар характеристикаси

СаЉлагич тури	Номинал токи, А	Эрувчан Ёисмнинг номинал токлари, А	Энг катта ўчирилувчи ток, А	Габарити, мм
ПР-2-15	15	6; 10; 15	8000	171x24,5x33
ПР-2-60	60	15; 20; 25; 35; 45; 60	4500	173x30,5x43
ПР-2-100	100	60; 80; 100	-	247x43x56
ПР-2-200	200	100; 125; 160; 200	11000	296x56x76,5
ПР-2-350	350	200; 225; 260;	13000	346x72x10
ПР-2-600	600	300; 350 350; 430; 500; 600	23000	442x140x154
ПР-2-1000	1000	600; 700; 850; 1000	20000	580x155x154

## 7 -жадвал

## Автомат ўчиргичлар характеристикаси

Тури	Номи -нал токи, А	Кучла ниш , В	Ўутбл ар сони	Устав ка токи, А	Энг катта ўчирилувчи ток, кА		Ўчири ш ваЎти, С
					Ўзгар- мас	Ўзгар увчан	
А3160	50	110, 220	1,2,3	15-50	1,6-3,6	2,5- 4,5	0,025
А3110	100	220	2,3	15-100	5	2,5-10	0,015
А3120	200	220	2,3	15-100	20	18	0,015
А3130	200	220	2,3	100- 200	17-28	14-25	0,015
А3140	600	220	2,3	100- 200	17-28	14-25	0,015
А3710Б - А3740Б	160- 630	440 660	2,3	250- 600 -	25-50 110	32-40 40-60	0,03 -
А3710 Ф- А3730 Ф	160- 630	220 380	2,3	-	25-50	25-50	-

## 8-жадвал

## Кучланиш трансформаторлари

Тури	U <sub>н</sub> , В		S <sub>н</sub> , ВА (аниЎлик синфида)		S <sub>max</sub> , ВА
	ВН	НН	1	0,5	
НОС-0,5	380	100	50	25	100
	500	100	50	25	100
НОМ-6	3000	100	50	30	240
	6000	100	75	50	400
НОМЭ-6	6000	100	75	50	400
НТМК-10	10000	100	200	120	960
НТМИ-10-66	10000	100; 100/3	200	120	960
НОЛ-08-10	10000	100	150	75	640
	11000	100-110			
ЗНОЛ-06-10	$10000/\sqrt{3}$	100/3	150	75	640
	$11000/\sqrt{3}$	100/3-100			
НОМ-15	13800	100	150	75	640
	15750				
	18000				
ЗНОМ-15-63	$6000/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$ $100/\sqrt{3}$	75	50	400
	$10000/\sqrt{3}$		150	75	640
	$13800/\sqrt{3}$				
	$15750/\sqrt{3}$				

## **Фойдаланилган адабиётлар:**

1. Чернобровов Н.В. Релейная защита. Москва. 1983 г.
2. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. Москва. 1992 г.
3. Кривенков В.В., Новелла В.Н. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. Москва. 1981 г.
4. Справочник по электроснабжению пром предприятий. Под.ред Фёдрова А.А. Москва 1996 г.
5. ПУЭ. Россия М.2001 г.
6. Реле қимояси ва автоматикаси фанидан маърузалар матни. ТошДТУ. «Электр таъминоти» кафедраси. 2007 й.