АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ
КОММЕРЦИЯЛЫҚ ЕМЕС АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ
Өндірістік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау кафедрасы

БЕКІТЕМІН
ОӘБ Проректоры
_____
«____» _____ 2016 ж.

ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ РЕЛЕЛІК ҚОРҒАНЫСЫ

курстық жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқау
(05071800 – электр энергетикасы мамандығы үшін)

КЕЛІСІЛДІ

ОӘБ бастығы
_____ МухамеджановаР.Р.
“___”_____2016 ж.

ОӘБ төрағасы

_____ Б.Қ. Көрпенов

“___”_____2015 ж.
Редактор және стандарттау бойынша маман

_____А.Н.Нысанбаева
“___”_____2015 ж.

ӨКЭЖ кафедрасының отырысында
қаралып және бекітілген
№ 1 Хаттама
“_07_”қыркүйек 2016ж
ӨКЭЖ кафедрасының меңгерушісі, т.ғ.к., доценті
_____ О.Н. Ефимова

Құрастырғандар:
ӨКЭЖ кафедрасының т.ғ.к, доценті
_____С.А. Бугубаев
ӨКЭЖ кафедрасының аға оқытушысы
_____Т.Н.Агимов

Алматы 2016 ж.

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

«Өндіріс кәсіпорындарын электрмен жабдықтау» кафедрасы

ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ РЕЛЕЛІК ҚОРҒАНЫСЫ

5В071800 – Электр энергетикасы мамандығы үшін курстық жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқау

Алматы 2016

ҚҰРАУШЫЛАР: С.А. Бугубаев,Т.Н. Агимов. Электр энергетикалық жүйелерінің релелік қорғанысы. 5В071800 – Электр энергетикасы мамандығы үшін курстық жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқау.– Алматы: АЭжБУ, 2016. - 24 б.

Берілген нұсқаулықта курстық жұмысты орындауға арналған алғашқы мәліметтер және әдістемелік нұсқаулықтар, сонымен қатар қажетті әдебиеттер тізімі көрсетілген.

Без. 5, әдеб. көрсеткіші – 7 атау.

Пікір беруші тех.ғылым.канд., доцент Гали Х.О.

«Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2016 ж жоспары бойынша басылады.

© «Алматы энергетика және байланыс университеті» КАЕҚ, 2016 ж.

Мазмұны

Кіріспе..... 3
1 Курстық жұмысқа тапсырма 3
2 Автотрансформатордағы сыртқы қысқа тұйықталудағы резервті қорғанысын есептеуге арналған әдістемелік нұсқау..... 7
2.1 ЖК жағындағы кері реттілік максималды ток қорғаныс есебі..... 9
2.2 АТ ЖК және ТК жағындағы үш фазалы ҚТ дан тіреуіші бар және кернеу бойынша қосылатын максималды ток қорғанысы есебі..... 10
2.3 ТК жағындағы аралас максималды ток қорғанысы..... 12
3 Автотрансформатордың асқын жүктелуінен максималды ток қорғанысының есептелуіне әдістемелік нұсқау..... 13
4 Автотрансформатордың жерге ҚТ дан нөлдік реттілік қорғанысын есептеуге әдістемелік нұсқау..... 13
А қосымшасы..... 18
Б қосымшасы..... 19
В қосымшасы..... 20
Г қосымшасы..... 21
Д қосымшасы..... 22
Е қосымшасы..... 23
Әдебиеттер тізімі..... 24

Кіріспе

Жұмыс жоспарына сәйкес, Электр энергетикалық жүйелердегі релелік қорғаныс және автоматизация тарату тораптардың релелік қорғанысы» пәндерін 5В071800 – Электр энергетикасы мамандығы бойынша оқитын студенттеріне курстық жұмыс қарастырылған, ол пән өткен тармақтарында қарстырылған тақырыптарды пысықтайды.

Курс бойынша экзамен тапсыруға студенттер курстық жұмысты орындап оны сәтті қорғағаннан кейін жіберіледі.

1 Курстық жұмысқа тапсырма

1.1 Тапсырманың нұсқа номерін таңдау екі белгі бойынша іске асады: фамилияның бірінші әрпі және сынақ кітапшасының соңғы саны бойынша таңдалынады.

1.2 13А, 13Б басылымдар [3,4]. РҚ жетекші нұсқаулығына байланысты автотрансформаторда орналасатын резервті қорғаныс тізімін анықтау.

1.3 Жапсарлас жатқан желінің аяғындағы қажетті ҚТ токтарын есептеу және АТ ОК және ТК жағындағы максималды және минималды режимдерде ЖАР (РПН) жағдайын ескере отырып $U_{к.мин}$ шекті кері кернеу сатысында және $U_{к.макс}$ оң сатысында жүйенің максималды және минималды режимдерін ескере отырып ҚТ токтарын есептеу.

1.4 ОК жағындағы жапсарлас жатқан желінің аяғындағы екі фазалы ҚТ тогын минималды режимде ЖАР (РПН) жағдайын ескере отырып нөлдік реттілік кернеуді есептеу.

1.5 АТ ОК жағындағы жапсарлас жатқан желінің аяғындағы бір фазалы ҚТ максималды және минималды режимдерде есептеу.

1.6 Релелік қорғаныстағы тағайыншаманы есептеу кезіндегі ескеретін жағдайлар:

а) АТ нөлдік реттілік қорғанысы (қорғаныс автотрансформатордың жоғары шықпасында орнатылған (жинақталған) ток трансформаторына және ЖК жағында орналасқан кернеу трансформаторына жалғанады);

б) кернеу бойынша минималды қосылған максималды токтық қорғаныс (қорғаныс автотрансформатордың жоғары шықпасында орнатылған (жинақталған) ток трансформаторына және ЖК жағында орналасқан кернеу трансформаторына жалғанады);

в) кернеу бойынша аралас қосылған максималды токтық қорғаныс (қорғаныс автотрансформатордың төменгі шықпасында орнатылған (жинақталған) ток трансформаторына және ТК жағында орналасқан кернеу трансформаторына жалғанады).

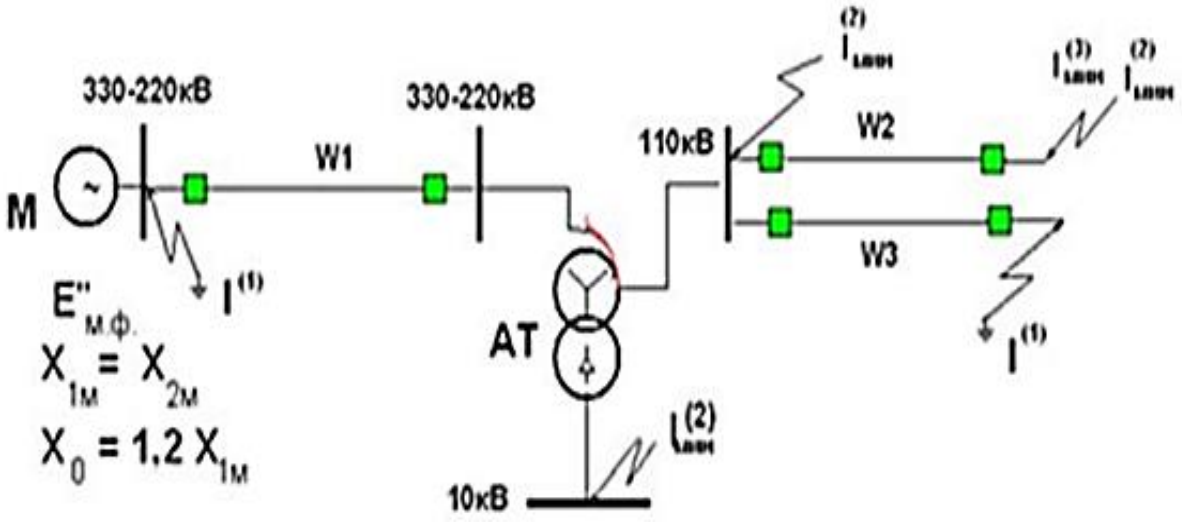
г) АТ барлық жағынан асқын жүктелуден максималды токтық қорғаныс;

д) АТ ОК (110 кВ) жағындағы жерге қысқа тұйықталудан қорғау. Тағайыншамалардың барлық есептерін тек біріншілік шамада орындау керек.

1.7 Курстық жұмыстың түсіндірме жазбашасына А4 форматында есептелінген қорғаныстардың екіншілік оперативті тізбектер сызбасы (А-Е қосымшасына сәйкес) келтірілуі керек. Жүйенің индуктивті кедергісін есептеу кезінде келесі мәндерді аламыз $X_{1м}=X_{2м}$, $X_{0м}=1{,}2\cdot X_{1м}$. Автотрансформатордың индуктивті нөлдік реттілік кедергісін есептеу кезінде келесі мәндерді қабылдаймыз $X_{0В}=X_{1В}$, $X_{0С}=X_{1С}$, $X_{0Н}=X_{1Н}$.

Бір тізбекті желі үшін X_0 мәні кестеде нұсқа бойынша берілген.

Тапсырманың алғашқы мәліметтері 1.1 суреттегі 1.1, 1.2 кестеде келтірілген



1.1 сурет-Қорғанылатын трансформатордың жалғану сұлбасы

1.1 кесте - Алғашқы мәліметтер

Тегінің алғашқы әрпі	А Б В Г Д Е Ж З И К Л М Н									
Сынақ кітапшас-ының соңғы нөмірі	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
АТ номиналды қуаты, кВА	125	200	125	200	200	125	250	125	200	200
АТ ЖК, кВ	330	330	220	220	330	220	220	330	220	220
АТ ОК, кВ	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110

1.1 кестенің соңы

АТ ТК, кВ	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
$E''_{М;Ф}$	$340/\sqrt{3}$	$345/\sqrt{3}$	$230/\sqrt{3}$	$235/\sqrt{3}$	$335/\sqrt{3}$	$238/\sqrt{3}$	$236/\sqrt{3}$	$340/\sqrt{3}$	$230/\sqrt{3}$	$235/\sqrt{3}$
$S''_{кз\ мин}$, кВ	$0,9*10^3$	$1,0*10^3$	$1,1*10^3$	$0,9*10^3$	$0,7*10^3$	$0,8*10^3$	$1,2*10^3$	$1,3*10^3$	$1,6*10^3$	$1,0*10^3$
$S''_{кз\ макс}$, кВ	$1,2*10^3$	$1,2*10^3$	$1,4*10^3$	$1,4*10^3$	$1,3*10^3$	$1,3*10^3$	$1,7*10^3$	$1,8*10^3$	$1,9*10^3$	$1,4*10^3$
АТ ЖК орамындағы $S_{макс\ жүкт}$, кВА	130	220	135	215	225	132	270	132	215	222
АТ ТК орамындағы $S_{макс\ жүкт}$, кВА	15	20	15	20	25	10	25	15	20	15

Тегінің алғашқы әрпі	А Б В Г Д Е Ж З И К Л М Н									
Сынақ кітапшасының соңғы нөмірінің алдынғы саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
W1, W2, W3, үшін $X_{1уд.}$ Ом/км	0, 332	0,35	0,37	0,4	0,38	0,4	0,338	0,335	0,36	0,37
$X_{0уд.}$ бір желі үшін, Ом/км	1,43	1,4	1,3	1,23	1,33	1,38	1,45	1,35	1,42	1,4
Желі ұзындығы W1, км	90	110	140	150	100	170	220	140	150	190
Желі ұзындығы W2, км	40	50	55	70	45	65	75	80	95	100
Желі ұзындығы W3, км	60	80	70	90	60	80	90	100	120	150

1.2 кесте - Алғашқы мәліметтер

Тегінің алғашқы әрпі	О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Э Ю Я									
Сынақ кітапшасының соңғы нөмірі	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
АТ номиналды қуаты, кВА	200	125	200	125	125	250	125	200	250	200
АТ ЖК, кВ	330	330	220	220	330	220	220	330	220	220
АТ ОК, кВ	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
АТ ТК, кВ	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
$E''_{м;ф}$	$345/\sqrt{3}$	$340/\sqrt{3}$	$238/\sqrt{3}$	$235/\sqrt{3}$	$338/\sqrt{3}$	$235/\sqrt{3}$	$236/\sqrt{3}$	$345/\sqrt{3}$	$235/\sqrt{3}$	$230/\sqrt{3}$
$S''_{кз\ мин}$, кВ	$1,1*10^3$	$0,9*10^3$	$1,0*10^3$	$1,1*10^3$	$0,9*10^3$	$0,7*10^3$	$1,1*10^3$	$0,8*10^3$	$1*10^3$	$1,1*10^3$
$S''_{кз\ макс}$, кВ	$1,3*10^3$	$1,1*10^3$	$1,2*10^3$	$1,4*10^3$	$1,3*10^3$	$1,3*10^3$	$1,3*10^3$	$1,3*10^3$	$1,2*10^3$	$1,4*10^3$
АТ ЖК орамындағы $S_{макс\ жүкт}$, кВА	220	130	215	135	130	270	130	220	270	220
АТ ТК орамындағы $S_{макс\ жүкт}$, кВА	15	20	15	20	25	10	25	15	20	15

Тегінің алғашқы әрпі	О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Э Ю Я									
Сынақ кітапшасының соңғы нөмірі	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
W1, W2,W3,желі үшін $X_{1\ уд}$, Ом/км	0, 33	0,352	0,37	0,4	0,37	0,4	0,336	0,335	0,35	0,37
$X_{0уд.}$ бір желі үшін, Ом/км	1,43	1,4	1,3	1,23	1,33	1,38	1,45	1,35	1,42	1,4
Желі ұзындығы W1, км	85	105	135	145	110	165	230	135	155	195

1.2 кестенің соңы

Желі ұзындығы W2, км	45	55	50	65	85	95	75	80	70	60
Желі ұзындығы W3, км	70	85	95	75	110	120	100	120	110	95

2 Автотрансформатордың фаза аралық ҚТ-н резевті қорғауды есептеудің әдістемелік нұсқауы

Үш орамды төмендеткіш АТ сыртқы фаза аралық ҚТ резервті қорғанысы ретінде: ТК жағында – аралас кернеумен қосу арқылы МТҚ; ал АТ ЖК 220/110/6-10-35 кВ – БТҚ және КР МТҚ, және де үш фазалы ҚТ кернеу бойынша қосылатын МТҚ; ал АТ ЖК және ОК 220/110/6-10-35 кВ және 500/220/10 кВ - жағында ДҚ қолданылады. АТ ТК кернеу бойынша аралас қосылатын максималды ток РҚ оның шықпасына жинақталған ТТ-на жалғанады. РҚ бірінші уақыт ұстанымымен ТК жағындағы ажыратқышты өшіруге арналады, ал екінші уақыт ұстанымымен - барлық АТ өшіруге арналған.

НР токтық РҚ ЖК жағына орналастырылады және АТ ЖК втулкасына жинақталған ТТ-нан қоректенеді. Релелік қорғаныс ЖК жағына бағытталған болып орындалады ОК ЭБЖ резевті РҚ бірінші уақыт ұстанымынан ЖК ЭБЖ резевті РҚ уақыт ұстанымы аз деген болжаммен орындалады. Бағытталған қорғаныс сияқты РҚ бірінші уақыт ұстанымымен әрекет етеді, ОК ЭБЖ резевті РҚ уақыт ұстанымы үлкен, шина қосатын немесе секциялық ажыратқыш (болған жағдайда) өшіреді, екіншісімен – АТ ЖК ажыратқышын өшіреді және үшіншісімен – АТ шығыс аралық релесіне әсер етеді. БҚР айналып өтетін бағытталмаған сияқты, РҚ бірінші уақыт ұстанымымен ОК шина қосатын немесе секциялық ажыратқышты өшіреді ал екінші уақыт ұстанымымен АТ ОК ажыратады ал үшіншісімен – АТ РҚ шығыс аралық релесіне әсер етеді. НР бағыттылған токтық РҚ РТФ-8 және РМОП-2М типті НР БҚР сүзгі ток релелері арқылы іске асады. НР МТҚ қосымша үш фазалы ҚТ кезінде бір фазада орындалған минималды кернеумен қосылатын МТҚ қарастырылады [3].

Алмастыру сұлбасын құру үшін автотрансформатордың кедергі жағы есептелінеді. Автотрансформатордың орамдар кедергісі (ЖАҚ ауыстырып қосқыштың жағдайына қарай) реттелетін кернеудің максималды және минималды мәндері анықталады. Алдынала 2.1 кестеден сәйкесті осы типті автотрансформатордың $U_к$ кернеуі және ЖАҚ ауыстырып қосқыштың жағдайына қарай сәйкесті орамдарының:

$U_{кВНотра}$, $U_{кСНмин}$, $U_{кСНорта}$, $U_{кСНмакс}$, $U_{кВСмакс}$, $U_{кВСорта}$, $U_{кВСмин}$ мәндері алынады:

$$U_{к\,В\,мин} = 0{,}5\,(U_{к\,ВН\,орта} + U_{к\,ВС\,мин} - U_{к\,СН\,мин});$$

$$U_{к\,С\,мин} = 0,5\,(U_{к\,ВС\,мин} + U_{к\,СН\,мин} - U_{к\,ВН\,орта});$$

$$U_{к\,Н\,мин} = 0,5\,(U_{к\,ВН\,орта} + U_{к\,СН\,мин} - U_{к\,ВС\,мин}).$$

$U_{кВмакс}$, $U_{кСмакс}$, $U_{кНмакс}$ мәндерін есептеу үшін формулаларға $U_{кВСмакс}$, $U_{кСНмакс}$ мәндері қойылады. $U_к$ есептеу нәтижелері және оған сәйкесті кедергілері 2.2 кестеде көрсетілген.

2.1 кесте

Автотрансформат-ордың типі	Орамдарының номиналды кернеуі			Орам арасындағы U_K кернеуі (ЖАҚ ауыстырып қосқыштың жағдайына қарай) реттелетін кернеудің минималды, орта және максималды мәндері үшін, %								
	ЖК	ОК	ТК	ЖК-ТК			ОК-ТК			ЖК-ОК		
				мин	орта	макс	мин	орта	макс	мин	орта	макс
АТДТЦН-125000/220/110	230	121	6,6 11,0 13,8 38,5	-	31	-	20,3	19,0	20,1	18,9	11,0	6,8
АТДТЦН-200000/220/110	230	121	6,6 11,0 13,8 15,75 38,5	-	32	-	21,5	20,0	21,2	19,4	11,0	6,7
АТДТЦН-250000/220/110	230	121	11,0 13,8 15,75 38,5	-	32	-	23,0	20,0	21,3	20,9	11	7,1
АТДТЦН-125000/330/110	330	115	6,6 11,0 15,75 38,5	-	35	-	29,6	22,0	22,1	10,3	10,0	10,8
АТДТЦН-200000/330/110	330	115	6,6 11,0 15,75 38,5	-	34	-	27,2	22,5	20,3	10,6	10,0	11

2.2 кесте

Автотрансформатора орамы	Жоғары кернеу			Орта кернеу			Төменгі кернеу		
ЖАҚ жағдайы	мин	орта	макс	мин	орта	макс	мин	орта	макс
Қысқа тұйықталу кренеуі, %									
$U_{ср,\,ном}$ келтірілген орамдар кернеуі									

Кернеудің біріншілік мәндерін анықтауға арналған есептік өрнектер:

а) энергия жүйе үшін:

$$X_C = \frac{U_б^2}{S_K},$$

мұнда $S^{//}_{к.мин}$ және $S^{//}_{к.макс}$ – энергия жүйенің минималды және максималды режимдеріндегі мәндері;

б) трансформатор үшін $X_Ж$, $X_О$, $X_Т$:

$$X = \frac{U_K}{100} \cdot \frac{U^2_{орт.ном}}{S_T},$$

$X_Ж$, $X_О$, $X_Т$ үшін $U_К$ ЖАҚ үш жағдайы үшін кестеден алынады;

в) ӘЭЖ үшін:

$$X = X_{меншікті} \cdot L \cdot \frac{U_б^2}{U^2_{орта}}.$$

Ескерту – Есептеулерді қысқарту мақсатында ЖАР барлық жағдайында орта кернеу орамындағы кедергісін есептегенде нөлге тең деп аламыз.

2.1 ЖК жағындағы кері реттілік қорғаныс максималды ток қорғанысын есептеу.

Қорғаныстың біріншілік әсер ету есептік тогын таңдау үшін ОК тораптың кері реттілік тогы бойынша желінің қорғанысын сәйкестендіру болып табылады, ол желі қорғанысының әсер ету тағайыншамасына эквивалентті болу керек. Қабылданған алғашқы мәліметтерде, есептік болып әсер ету тағайыншамасы бар ең қысқа желінің аяғындағы ҚТ табылады:

$$Z_{с.з}^{II} = к_ч \cdot Z_Л = 1{,}25 \cdot Z_Л. \qquad (2.1)$$

Автотрансформатор арқылы өтетін кері реттілік тогы, сәйкестендірілген қорғаныс әрекет ету шегіне жақын жағдайында болады:

$$I_{2АТ.расч} = \frac{U_{ср.ном} \cdot к_{ток}}{2 \cdot \left(x_{С.МАКС} + \frac{x_{АТ.Вср.}}{2} + \frac{x_{АТ.Сср.}}{2} + 1{,}25 \cdot x_{Л.МИН} \right) \cdot \sqrt{3}}, \qquad (2.2)$$

мұнда $K_{ТОК} = \frac{I_{2АТ}}{I_{2Л}} = 1,$ ток таралу коэффициент.

Автотрансформатордың әсер ету тогы келесі формула бойынша анықталады:

$$I_{с.з} = к_{отс} \cdot I_{2АТ.расч}, \qquad (2.3)$$

мұнда $к_{отс}$ = 1,1 – таңдау бойынша реттеу коэффициенті.

Есептік режимдегі екі фазалық ҚТ қорғаныс сезгіштігін анықтаймыз:

а) автотрансформатордың параллельді жұмыс кезіндегі ОК жағындағы ең ұзын желінің аяғындағы ҚТ:

$$к_ч = \frac{I_{2AT}^{(2)}}{I_{2с.зAT}}, \qquad (2.4)$$

мұнда

$$I_{2AT}^{(2)} = \frac{U_{ср.ном} \cdot к_{ток}}{2 \cdot \left(x_{С.МИН} + \frac{x_{AT.Вср.}}{2} + \frac{x_{AT.Сср.}}{2} + 1{,}25 \cdot x_{Л.МАКС} \right) \cdot \sqrt{3}} ;$$

б) автотрансформатордың параллельді жұмыс кезіндегі ОК жағындағы шинадағы ҚТ-да:

$$к_ч = \frac{I_{2AT}^{(2)}}{I_{2с.зAT}}, . \qquad (2.5)$$

мұнда

$$I_{2AT.ОК}^{(2)} = \frac{U_{ср.ном} \cdot к_{ток}}{2 \cdot \left(x_{С.МИН} + \frac{x_{AT.Вср.}}{2} + \frac{x_{AT.Сср.}}{2} \right) \cdot \sqrt{3}} ;$$

в) автотрансформатордың жеке жұмыс кезіндегі НН жағындағы минималды режимдегі шинадағы ҚТ-да:

$$к_ч = \frac{I_{2AT.НН}^{(2)}}{I_{2с.зAT}}, \qquad (2.6)$$

мұнда

$$I_{2AT.ТК}^{(2)} = \frac{U_{ср.ном}}{2 \cdot \left(x_{С.МИН} + x_{AT.В.МАКС} + x_{AT.Н.МАКС} \right) \cdot \sqrt{3}} .$$

2.2 АТ ЖК және ОК жағындағы үш фазалы ҚТ –дан кернеу бойынша қосылатын максималды ток есебі.

Трансформатордың ЖК және ОК жағында аралас максималды ток қорғанысын және ЖК кернеу жағынан кернеу бойынша бұғаттауды

қолданамыз. Осы жағдайда әсер ету тогы келесі өрнек бойынша табылады:

$$\mathrm{I}_{с.з} = \left(\frac{к_{отс}}{к_{В}}\right) \cdot \mathrm{I}_{ном}, \qquad (2.7)$$

мұнда $к_{отс}$=1,2 – таңдау бойынша реттеу коэффициенті;

$к_{в}$=0,85 –РТ-40 релесінің қайту коэффициенті;

$$\mathrm{I}_{ном} = \frac{S_{АТ}}{\sqrt{3} \cdot U_{ВН}},$$

- трансформатордың номиналды тогы,

ал қорғаныс сезгіштігі резервтеу аймағының соңында ҚТ кезінде яғни АТ ОК жағындағы аралас желі соңындағы ҚТ кезіндегі сезгіштік.

$$к_{ч} = \frac{\mathrm{I}^{(2)}_{к.мин}}{\mathrm{I}_{2с.з}}, \qquad (2.8)$$

мұнда $к_{ч}$>1,2.

Автотрансформатордың параллельді жұмыс кезіндегі ОК жағындағы ең ұзын желінің аяғындағы үш фазалы ҚТ келесі өрнекпен анықталады:

$$I^{(2)}_{к.МИН} = \frac{U_{ср.ном}}{\sqrt{3} \cdot \left(x_{С.МИН} + \frac{x_{АТ.В.макс.}}{2} + \frac{x_{АТ.С.макс.}}{2} + 1{,}25 \cdot x_{Л.МАКС} \right)}; \qquad (2.9)$$

$$\mathrm{I}^{2}_{к.мин} = 0{,}87 \cdot \mathrm{I}^{(3)}_{к.мин}.$$

Кернеу әрекет етудің бұғаттау органы симметриялы ҚТ кезіндегі әсерін келесі өрнекпен жуықтап есептейміз:

$$U_{с.з} \le \frac{U_{с.мин}}{к_{в}}, \qquad (2.10)$$

мұнда $к_{в}$=1,2 – минималды кернеу релесінің қайту коэффициенті;

$U_{с.мин}$ – кернеу қалпына келгендегі өздігінен қосылу шартындағы минималды фазааралық кернеуі ($U_{с.мин}$=0,7·$U_{ном}$).

Бұғаттаушы органдардың сезгіштігі, трансформатордың қабылдау жағындағы ҚТ кезіндегі жағдай үшін анықталады, ол жерге бұғаттаушы реле қосылған, яғни . $U^{(3)}_{к.кор}$=0.

Онда

$$\kappa_{чU} = \frac{U_{с.з}}{0} \geq 1{,}5. \qquad (2.11)$$

2.3 ТК жағындағы аралас максималды ток қорғанысының есептелуі.

Қорғаныстың әсер ету тогы автотрансформатордың номиналды тогынан келесі формула арқылы реттелінеді:

$$\mathrm{I}_{с.з} = \left(\frac{\kappa_{отс}}{\kappa_{В}}\right) \cdot \mathrm{I}_{ном.АТ}\,. \qquad (2.12)$$

Фаза аралық кернеуге қосылған бұғаттаушы органның әсер ету келесі өрнек бойынша анықталады:

$$U_{с.з} = \frac{U_{мин}}{\left(\kappa_{з} \cdot \kappa_{в}\right)}, \qquad (2.13)$$

мұнда $U_{мин}$ – сыртқы қысқа тұйықталуды ажыратқаннан кейінгі фаза аралық минималды кернеу ($U_{мин}=0{,}9 \cdot U_{ном}$).

Кері реттілік кернеуге қосылған бұғаттаушы органның әсер ету кернеуі келесі өрнекпен анықталады:

$$U_{с.з} = 0{,}06 \cdot U_{ном}, \qquad (2.14)$$

Автотрансформатордың минималды режимдегі ТК шинасындағы ҚТ қорғаныс сезгіштігі келесідей анықталады:

а) ток органы үшін:

$$\kappa_{ч} = \frac{\mathrm{I}^{(2)}_{к.мин}}{\mathrm{I}_{с.з}}. \qquad (2.15)$$

ТК шинасынтағы ҚТ.

$$I^{(2)}_{к.мин} = \frac{U_{ср.ном}}{2 \cdot \left(x_{С.МИН} + x_{АТ.В.МАКС} + x_{АТ.Н.МАКС}\right)}; \qquad (2.16)$$

б) минималды кернеу органы үшін:

$$\kappa_{чU} = \frac{U_{с.з}}{U_{з.макс}}, \qquad (2.17)$$

мұнда $U_{з.макс}=0$;

кері реттілік кернеу органы үшін:

$$\kappa_{чU2} = \frac{U_{2.з.мин}}{U_{2.с.з}} \geq 1{,}5. \qquad (2.18)$$

мұнда $U_{2з.мин}$=11.

$U_{з.макс}$ және $U_{2з.мин}$ – резервтеу аймағының соңында ҚТ кезіндегі кернеудің есептік мәні.

3 Автотрансформатордың асқын жүктелуінен максималды ток қорғанысын есептеуге әдістемелік нұсқау

Симметриялы асқын жүктелуден максималды токтық қорғаныс токтың бір фазасын қолданып орындалады және уақыт ұстанымымен сигналға әсер етеді.

Қорғаныс РТ-40 типті реле тогымен және сигналға әсер ететін уақыт релесімен орындалады. Қорғаныс жоғарғы және төменгі кернеу жағынан автортрансформатордың бейтарап нүктесі жағындағы орамдар шықпасына жалғанады.

Ток релесі бейтарап нүктенің орамдар шығыс жағына автортрансформатор орамының жалпы орам жағына асқын жүктеме кезіндегі сигнал беруге қажет, асқын жүктелу қуаттың орта кернеуден жағынан берілу кезінде сол сияқты бір уақытта жоғарғы және төменгі кернеу жағынан берілген кезде пайда болады. Осы жағдайда осындай қуат берілісін қарастырамыз.

Қорғаныстың есептік тағайыншамалары.

Қорғаныстың әсер ету тогы келесі өрнекпен табылады:

$$I_{к.мин} = \frac{\kappa_{отс} \cdot I_{ном}}{\kappa_{в}}, \qquad (3.1)$$

мұнда $I_{ном}$ – қорғаныс орнатылған автотрансформатордың орамының номиналды тогы;

$к_{отс}$ –реттеу коэффициенті, ол реле қателігін ескереді, қажетті қор 1,05-ге тең деп қабылданады;

$к_{в}$ – реленің қайту коэффициенті оның мәні 0,85-ке тең деп қабылданады.

Авторансформатор жағынан қорғаныс орнатылған максималды жұмысшы тогы $I_{жұм.мах}$, $I_{ном}$ кішкентай болса оны әсер ету тогын есептеуге қолдануға болады.

4 Автотрансформатордың жерге ҚТ нөлдік реттілік қорғанысының есептелуіне әдістемелік нұсқау

Жерге ҚТ сыртқы резервтік ажыратуға автотрансформатордың ЖК және ТК жағынан шықпаларына жинақталған ток трансформаторынан

қоректенетін нөлдік реттілік қорғанысы қарастырылады.

Екі қорғаныста тораптың жапсарлас жағына орындалады оның сатысы үшке тең олар ЖК және ОК торап желісінің ұқсас қорғаныстармен сәйкестендіру шарттарымен анықталады.

Қорғаныс ПЗ-15 типті релелік қорғаныс қалқанымен орындалады және 220 кВ және 110 кВ жағынан үш түрлі уақыт ұстанымымен шинақосқыш ажыратқышты тізбектей өшіруге бағыттылады және автотрансформатор қорғанысының аралық релесін өшіруге орындалады.

Қорғаныстың есептік тағайыншамалары.

4.1 Әсет ету токтарының бірінші $I^{I}_{0с.з}$ және екінші $I^{II}_{0с.з}$ қорғаныс сатысы келесі шарттар бойынша таңдалынады:

а) бірінші және екінші қорғаныс сатыларымен жапсарлас желілердің жерге қысқа тұйықталуымен сезгіштік бойынша сәйкестендіру келесі өрнекпен анықталынады:

$$I^{I(II)}_{0с.з} \geq \kappa_{отс} \cdot \kappa_{ток} \cdot I^{I(II)}_{0с.з.пред}, \qquad (4.1)$$

мұнда $I^{I(II)}_{0с.з.пред}$ – сәйкестендіру жүргізілетін жапсарлас желінің жерге тұйықталудан қорғанысының сатыларының әсер ету тогы;

$к_{отс}$=1,1 – сәйкестендіру коэффициенті;

$к_{ток}$=1 – сәйкестендіру жүргізілетін қорғаныспен жапсарлас желі тогына қатысты нөлдік реттілік токтардың максималды ток таралу коэффициенті.

Қорғаныстың жерге тұйықталуын сезгіштігін арттыру сапасында тораптың келесі желі бөліктерін бірінші және екінші қорғаныс сатысын өзара сәйкестендіру тиімді, соған сәйкес алдыңғы желінің екінші үшінші қорғаныс сатыларының да сезгіштігін арттыру;

б) толық емес фазалық режимнен қорғау, ол ұзақ толық емес фазалық режимдер алдыңғы желілерде (егер оларда осындай жұмыс режимі қарастырылса) өрнекке сәйкес болады:

$$I^{I(II)}_{0с.з} \geq \kappa_{отс} \cdot \kappa_{ток} \cdot 3I_{0н.рет}, \qquad (4.2)$$

мұнда $3I_{0неп}$ – үш еселік максималды нөлдік реттілік тогы, ұзақ толық емес фазалық режимде пайда болады ол қарастыратылатын қорғаныстың қондырғы жанында пайда болады;

$к_{отс}$ – сәйкестендіру коэффициенті, оның мәні 1,3.

4.2 Қарастырылған жоғары шарттағы $I^{II}_{0с.з}$ екінші сатының әсер ету тогы ток трансформаторының нольдік бейтарап сымында балансты емес сәйкестендіру шарты бойынша тексеріледі:

а) қарастырылатын автотрансформатордың төменгі кернеу жағындағы үш фазаның арасындағы ҚТ, егер қарастырылып отырған екінші саты көп фазалы ҚТ қорғаныстардың уақыт бойынша сәйкестендірілмесе онда:

$$I_{0с.з}^{I(II)} \geq к_{отс} \cdot I_{0,баланс.емес}, \qquad (4.3)$$

мұнда $I_{0нб}$ – үш фаза арасындағы сыртқы ҚТ қалыптасқан режимдегі ток трансформаторының балансты емес тогы;

$к_{отс}$ – сәйкестендіру коэффициенті, оның мәні 1,25;

б) асинхронды жүрістегі тербелісте, қарастырылған сатының уақыт ұстанымы тербелістің ұзақ периодынан аспаса оның шамасын 1,5 (с) тең деп аламыз өрнекте соған сәйкес болады:

$$I_{0с.з}^{I(II)} \succ к_{отс} \cdot I_{0,баланс.емес}, \qquad (4.4)$$

мұнда $I_{0нб}$ – асинхронды жүрістегі тербелісте, ток трансформаторының бейтарап сымында балансты емес тогы.

4.3 Үшінші сатының біріншілік әсер ету тогы $I^{III}_{0с.з}$ ток трансформаторының бейтарап сымында балансты емес тогының сәйкестендіру шартынан таңдалынады:

а) қарастырылатын автотрансформатордың төменгі кернеу жағындағы үш фазаның арасындағы ҚТ, егер қарастырылып отырған үшінші саты көп фазалы ҚТ қорғаныстардың уақыт бойынша сәйкестендірілмесе;

б) өрнекке сәйкес апаттан кейінгі жүктелу режимінде келесі өрнекпен жазамыз

$$I_{0.с.з}^{III} = \frac{к_{отс}}{к_в} \cdot \left(I_{0нб} + 3 \cdot I_{0н.р}\right), \qquad (4.5)$$

мұнда $I_{0нб}$ – апаттан кейінгі жүктелу режиміндегі трансформаторының бейтарап сымындағы балансты емес тогы;

$3 \cdot I_{0н.р.}$ – 1-ші жүйедегі симметриясызбен негізделген, үш еселенген нөлдік реттілік тогы;

$к_{отс}$ сәйкестендіру коэффициенті, оның мәні 1,25;

$к_в$ – қайту коэффициенті, оның мәні 0,8.

Егер үшінші сатының уақыт ұстанымы тербеліс периодының ұзақтығынан аспаса (1,5 с), онда жүктелу режиміндегі асинхронды жүрісте балансты емес токтар мәнін ескеру қажет.

Қолданыс шартында қорғаныстың үшінші сатысы соңғысына сезгіштік бойынша сәйкестендірілуі керек, ол жапсарлас желінің жерге тұйықталудың неғұрлым сезгіз сатыларымен сәйкестендірілуі керек. Алайда айтылған сәйкестендіру тұтынушылардың сенімді электр жабдықталуының оңтайлы кезінде ғана жүргізіледі сол кезде қарстырылған қорғаныстың талап етілетін сенімділігі орындалады.

Балансты емес тогы $I_{0нб}$ келесі өрнекпен болжамдап табылады:

$$I_{0нб} = к_{нб} \cdot I_{есеп}, \qquad (4.6)$$

мұнда $I_{есеп}$ – сыртқы қысқа тұйықталу тогы ол үш фаза арасындағы тербелу кезінде немесе асинхронды кезде немесе сәйкесті апаттан кейінгі жүктелу кезінде пайда болады;

$к_{нб}$ – баланстысемес коэффициенті, оның мәні 0,05.

4.4 Қорғаныстың бірінші екінші және үшінші уақыт ұстанымдары жапсарлас желінің сәйкестендіру шартынан таңдалынады.

Қорғаныстың реле тогының сезгіштік коэффициенті $к_ч$ келесі өрнекпен анықталады:

$$\kappa_ч = \frac{3 \cdot I_{0з}}{I_{0с.з}}, \qquad (4.7)$$

мұнда $3 \cdot I_{0з}$ – есептік нүктедегі бір фазаның жерге металдық ҚТ үш еселенген нөлдік реттілік тогы, бұл осы токтың кіші мәніне шартталған мәні;

$I_{0с\ з}$ – қарастырылған қорғаныс сатысының әсер ету тогы.

Қорғаныстың бірінші және екінші саты сезгіштігін қарастырылып отырғын қосалқы станцияның шинасының жерге тұйықталғанда тексеріледі. Бұл кезде, бірінші саты сезгіштігін, жүйеге бөліну қорғаныс уақытының әсерін қысқарту үшін (секциялар) шина сезгіштігін арттыру қажет. Алайда, бірінші және екінші саты сезгіштігін жарамдығы аралас кернеуге жапсарлас желінің жерге тұйықталу екінші және үшінші сәйкестігі сезгіштігі бойынша бағаланады.

Үшінші саты сезгіштігі жапсарлас желінің қорғанысы жерге қысқы тұйықталумен тексеріледі.

ПУЭ-ге сәйкес ең төмен сезгіштік коэффициентін $к_ч$=1,2 қамтамассыз ету керек.

4.5 ОК жағындағы қорғаныстың әсер ету тогының тағайыншамасының мәнін, болжаммен жақын жердегі ҚТ сезгіштік коэффициенттерімен (ОК шинасындағы ҚТ) және алыс (ең ұзын желідегі ҚТ, каскад) автотрансформатордың параллельді жұмыс кезіндегі резервтеумен тексеруге болады:

$$I^{(1)}_{0с.з} = \frac{3 \cdot I^{(1)}_{0АТ}}{\kappa_ч}, \qquad (4.8)$$

мұнда $к_ч$=1,5 АТ ОК шықпаларындағы ҚТ (жақын резервтеу);

$к_ч$= 1,2 ОК жағындағы неғұрлым ұзақ желінің аяғында ҚТ сезгіштік (алыс резервтеу):

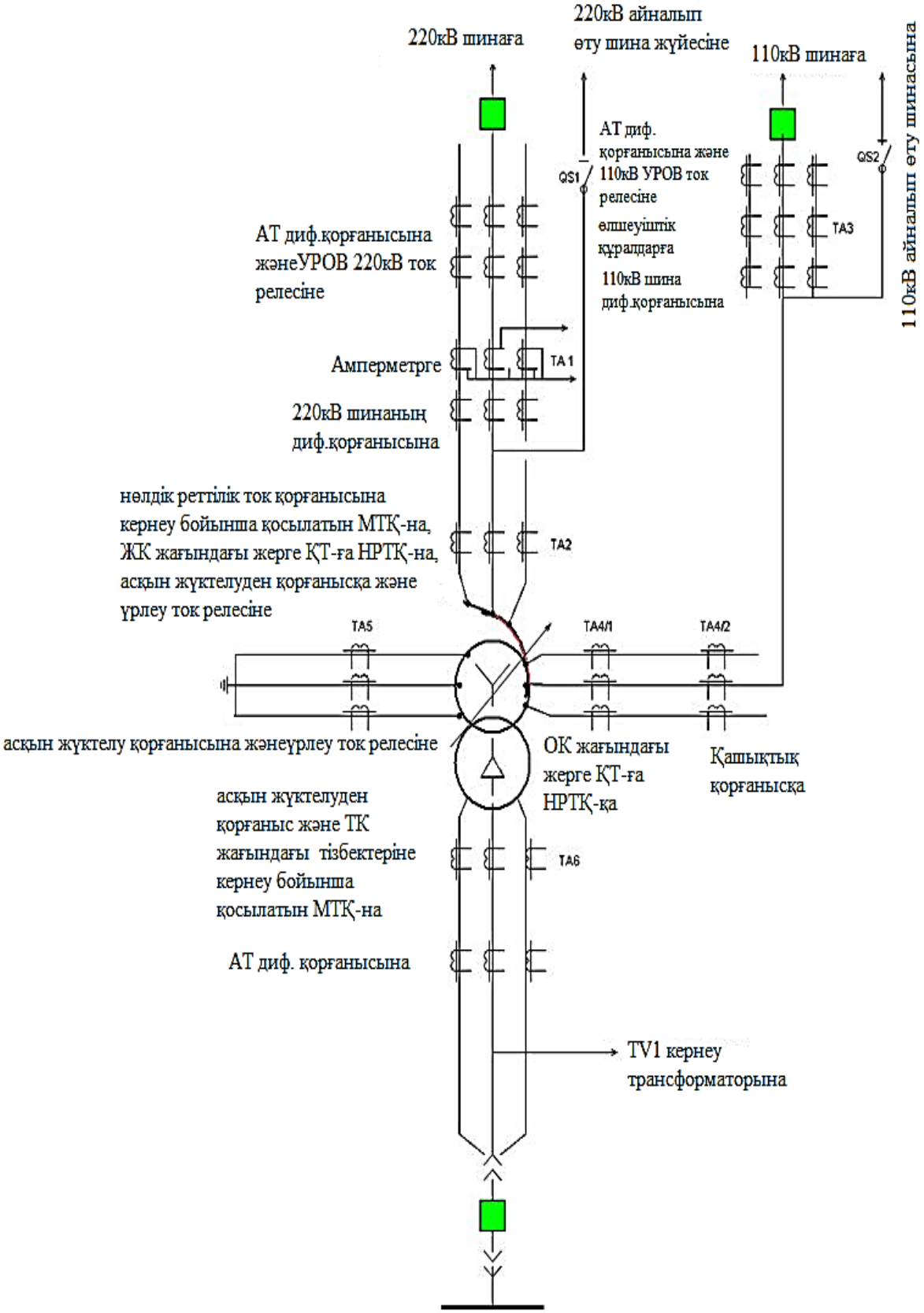
$$I^{(1)}_{0.АТ} = \frac{U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot \left(x_{1.рез} + x_{2рез} + x_{0.рез}\right)}; \qquad (4.9)$$

$$X_{1рез} = X_{1Смин} + X_{1В.АТ.макс} + X_{1С.АТ.макс} + X_{1СН.вл};$$

$$X_{1рез} = X_{2рез};$$

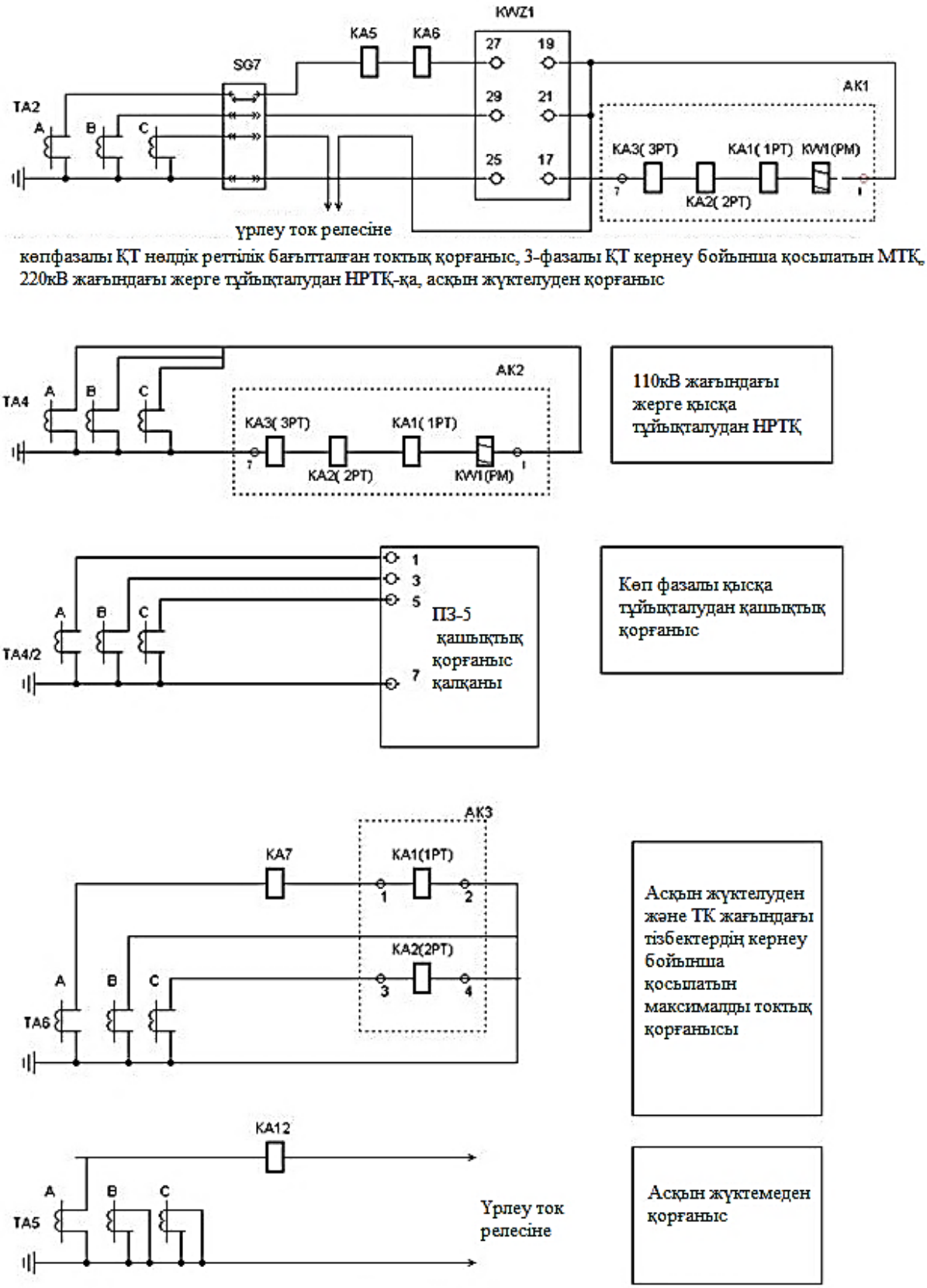
$$X_{0рез} = X_{0.С.мин} + X_{0В.АТ.макс} + X_{0.С.АТ.макс} + X_{0Н.АТ.макс} + X_{0СН.вл}.$$

А қосымшасы



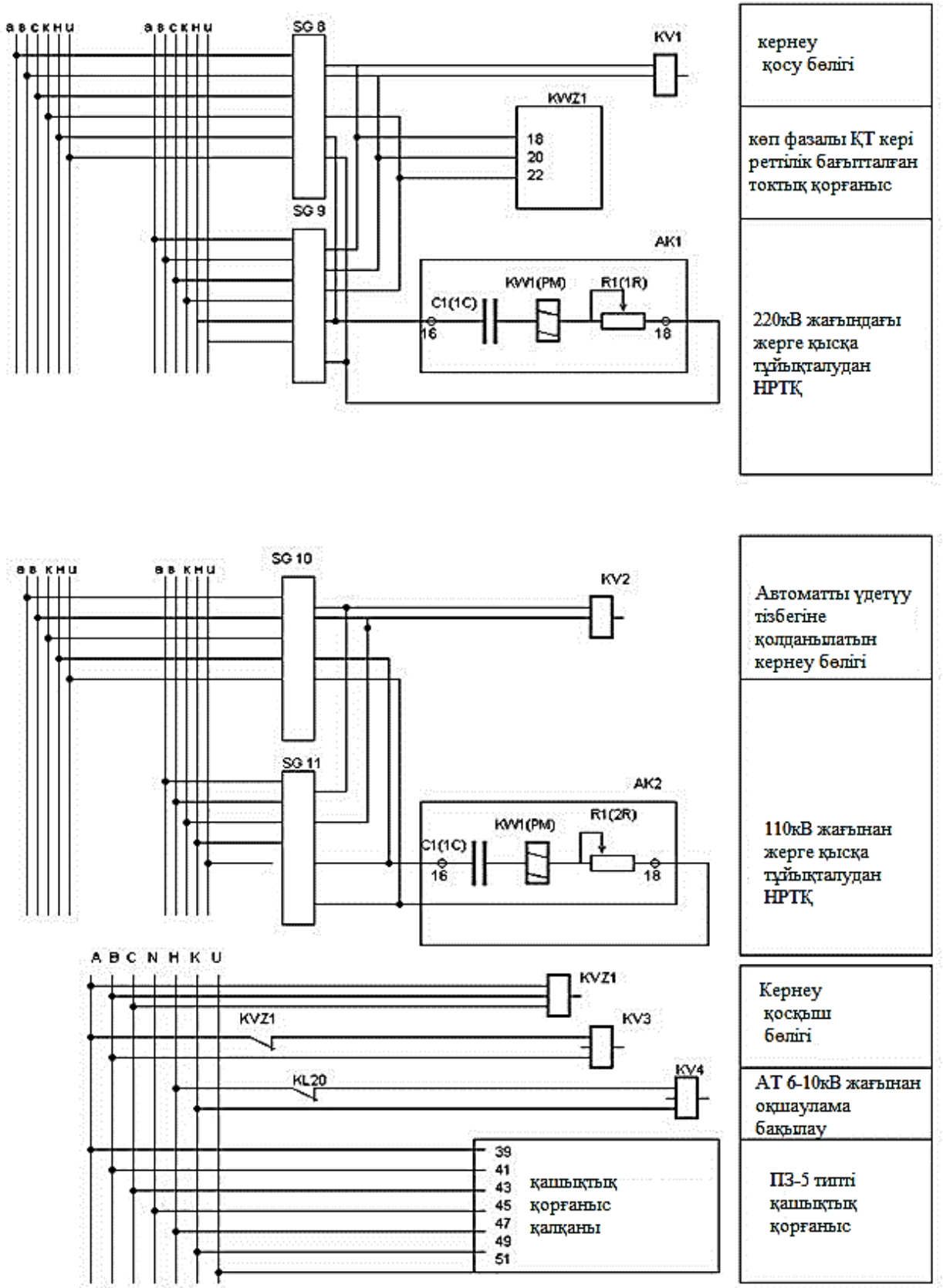
А.1 сурет-АТ негізгі және қосымша қорғанысының комплектісі

Б қосымшасы



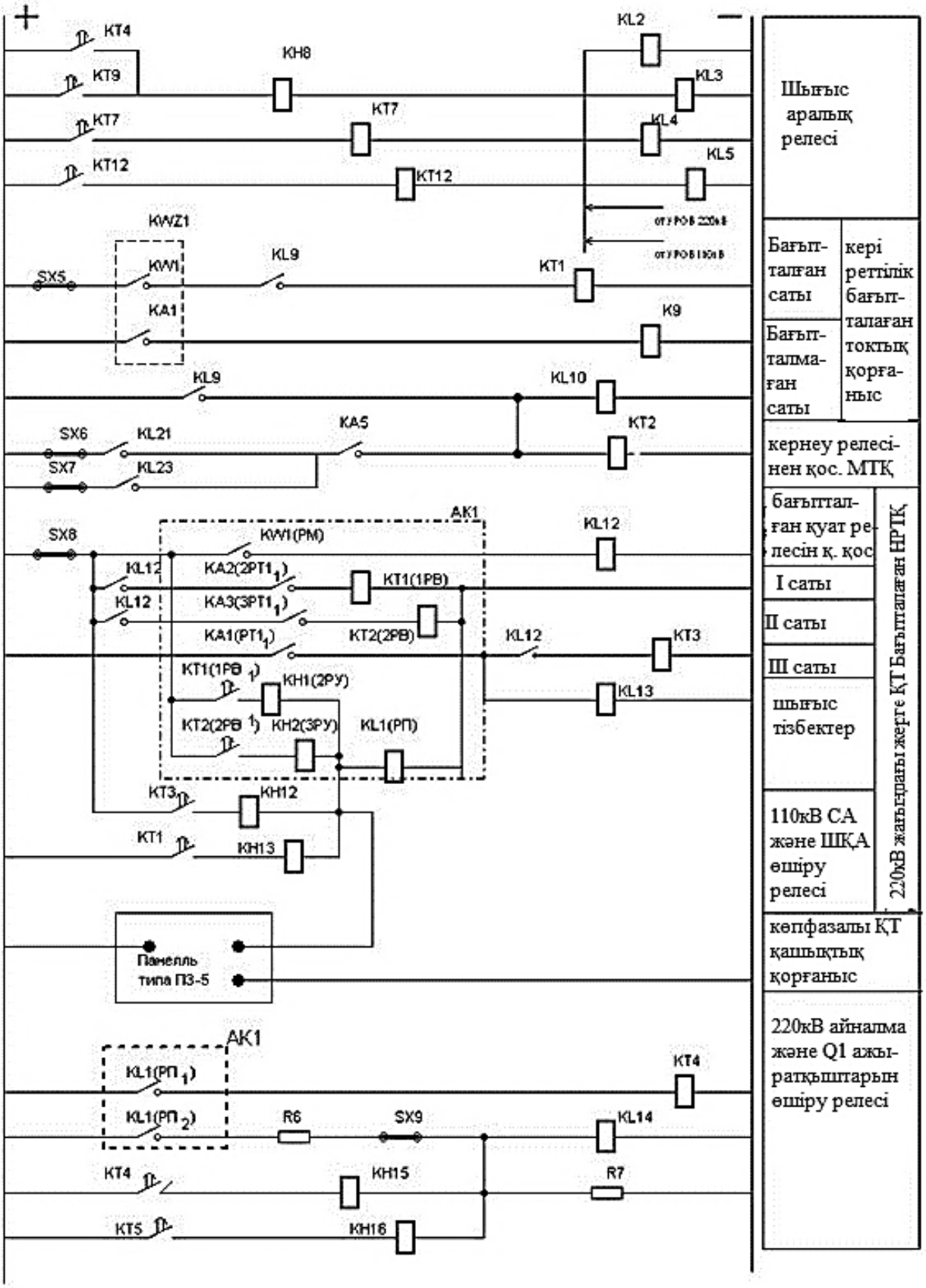
Б.1 сурет-Ток трансформаторының тізбегі

В қосымшасы



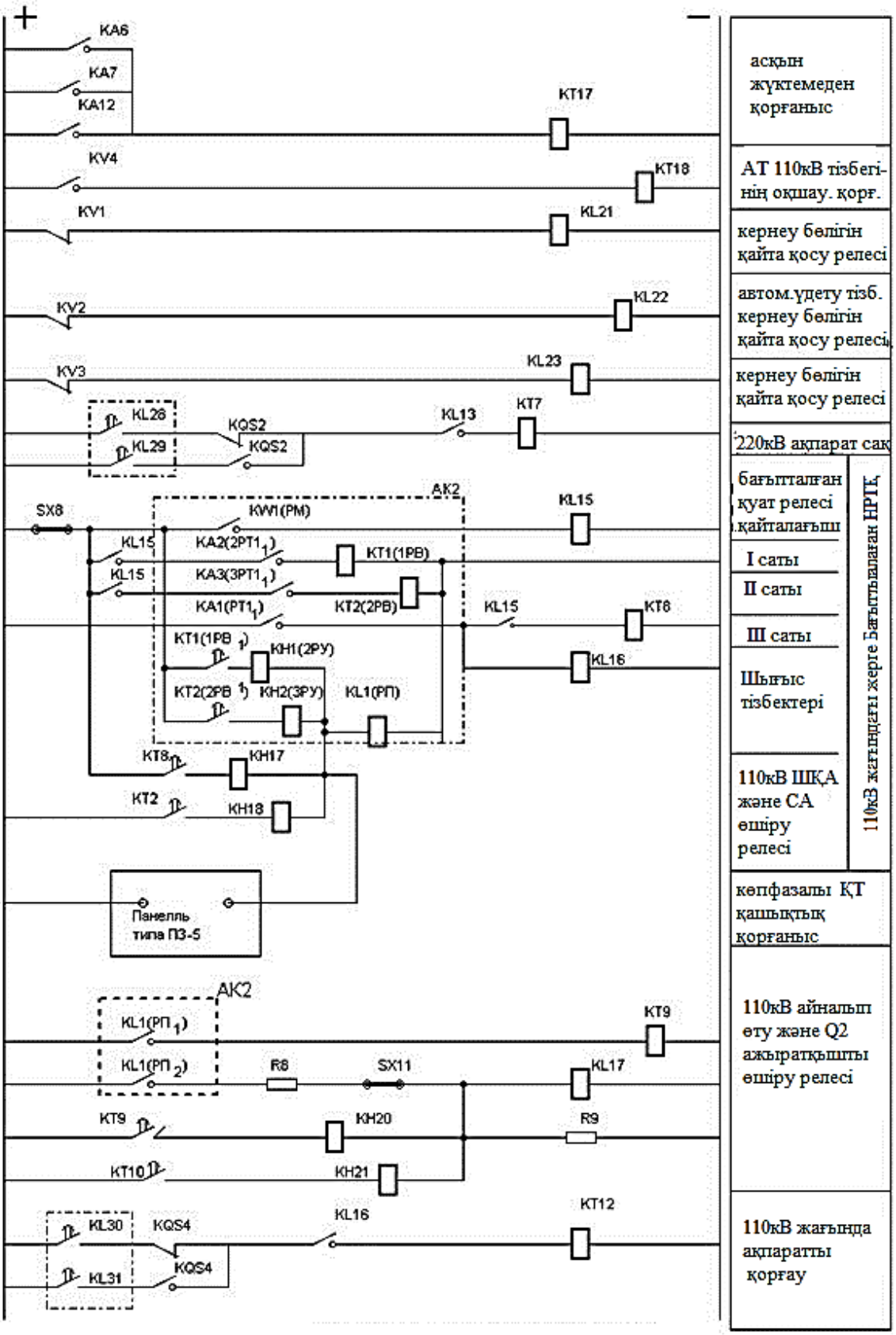
В.1 сурет-Кернеу тізбегі

Г қосымшасы



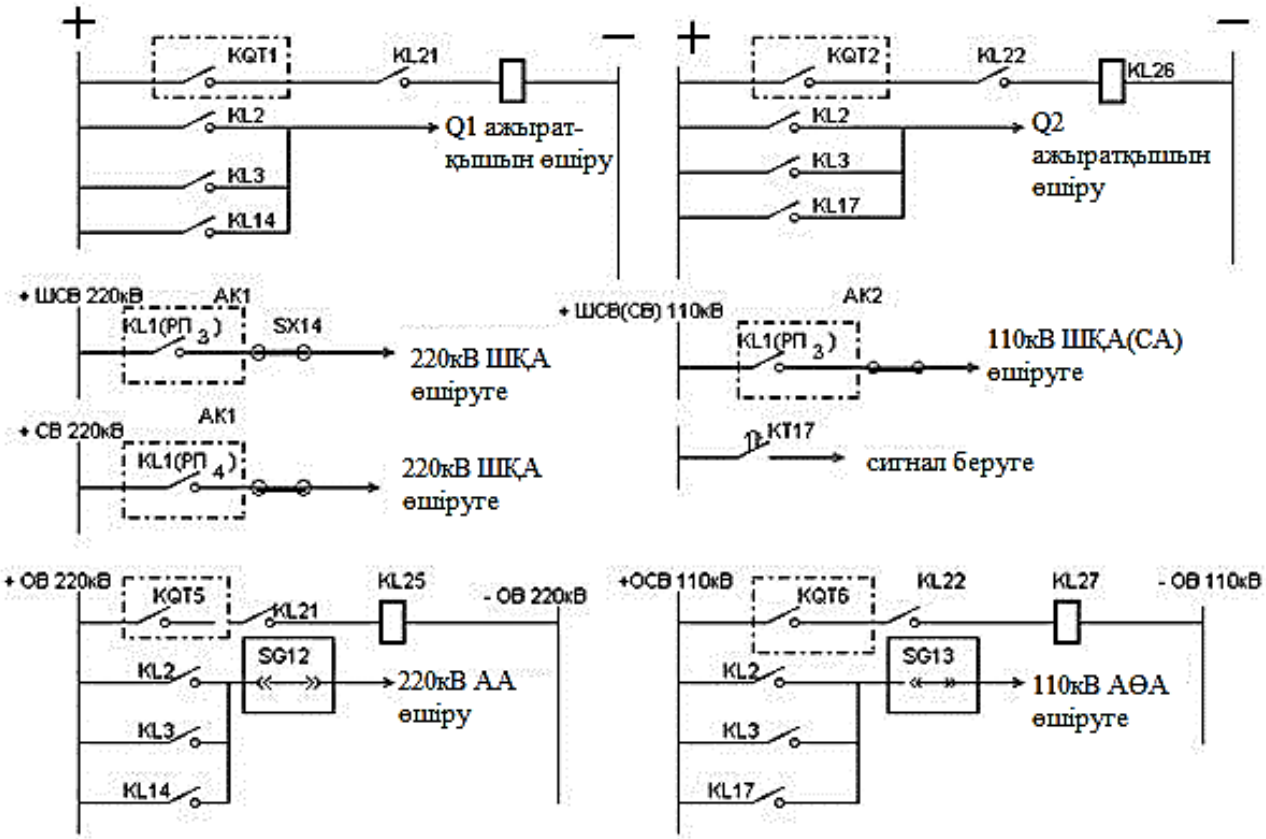
Г.1 сурет-Оперативті ток тізбегі

Д қосымшасы



Д.1 сурет- Оперативті ток тізбектері

Е қосымшасы



Белгіленуі	Атауы	Типі
KA5, KA6, KA7,KA8	ток релесі	РТ-40
KH16-KH26	көрсету релесі	РУ-21
KT17 ; KT18	уақыт релесі	ЭВ -133
KH1-KH15	көрсету релесі	РУ-21
KL1-KL7; KQS2,KQS4	аралық релесі	РП-23
KL8	аралық релесі	РП-252
KL9-KL14	аралық релесі	РП-23
KL15-KL21, KL23	аралық релесі	РП-23
KL24--KL27	аралық релесі	РП-252
KT1-KT3; KT8	уақыт релесі	ЭВ -134
KT4- KT9	уақыт релесі	ЭВ 122
KT5-KT7; KT10-KT12	уақыт релесі	ЭВ -114
KT13 ; KT15	уақыт релесі	ЭВ -132
KV1-KV3	кернеу релесі	РН-54/160
KV4	кернеу релесі	РН-53/60Д
KVZ1	Кернеу релесінің кері реттілік сүзгісі	РНФ-1М
KWZ1	Ток пен қуат релсінің кері реттілік сүзгісі	РМОП-2М
AK1, AK2	Қорғаныс комплектті	К315
	КА1 (1РТ) ток релесі	комплектке кіреді К315 (AK1, AK2)
	КА2 (2РТ) ток релесі	
	КА3 (3РТ) ток релесі	
	KW1(РМ) бағытталаған қуат релесі	
	KT1 (РВ) уақыт релсі	

Ескерту KQT1,KQT2,KQT5,6 "ӨШІРУЛІ" жағдайындағы реле түүйіспелері 220кВ және 110кВ айналып өту ажыратқыштарыQ1 және Q2 түйіспелеріне сәйкес болады

Е.1 сурет-Шығыс реле тізбектері

Әдебиеттер тізімі

1 Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем: Учебное пособие для техникумов.- М.: Энергоатомиздат, 1998. -800 с.

2 Авербух А.М. Релейная защита в задачах с решениями и примерами. - М.: Энергия, 1975. - 416 с.

3 Руководящие указания по релейной защите. Вып. 13А. Релейная защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов ПО -500 кВ: Схемы. -М.: Энергоатомиздат, 1985. - 112 с.

4 Руководящие указания по релейной защите. Вып. 13Б. Релейная защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов ПО-500 кВ: Расчеты. - М.: Энергоатомиздат, 1985.-96 с.

5 Дьяков А.Ф., Платонов В.В. Основы проектирования релейной защиты электроэнергетических систем: Учебное пособие. - М.: Издательство МЭИ, 2000. -248 с.

2016 ж. жиынтық жоспары, рет.__29__

Бугубаев Сулейман Абдуалиевич
Агимов Талгат Нурланович

ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ РЕЛЕЛІК ҚОРҒАНЫСЫ

5В071800 – Электр энергетикасы мамандығы үшін
курстық жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқау

Редактор Қ.С. Телғожаева
Стандарттау бойынша маман Н.К.Молдабекова

_____ басуға қол қойылды
Таралымы _40__ дана.
Көлемі _1.8__ оқу-басп.ә.

Пішіні 60х84 1/16
№1 типографиялық қағаз
Тапсырыс ___Бағасы 905_ тг.

«Алматы энергетика және байланыс университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамының
көшірмелі-көбейткіш бюросы
050013, Алматы, Байтұрсынұлы көшесі, 126