

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

Әлибаев Мейрбек Жумабай угли

110/10 кВ 2х16 МВА қосалқы стансаның релелік қорғанысы және резервті қоректің қосылу автоматикасының логикалық сұлбасын жасау.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5В071800 – Электр энергетикасы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі м.а.

PhD докторы, ассистент

профессор

 Е.А. Сарсенбаев

«21» 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «110/10 кВ 2х16 МВА қосалқы стансаның релелік қорғанысы және резервті қоректің қосылу автоматикасының логикалық сұлбасын жасау»

5В071800 – Электр энергетика мамандығы бойынша

Орындаған

Элибаев М.Ж.

Пікір беруші

АЭЖБУ «Электр машиналар және электржетегі» кафедрасының доценті,
PhD докторы

Ғылыми жетекші

PhD докторы, лектор

 Сарсенбаев Е.А.

 Алмуратова Н.К.

«21» 05 2019 ж.

«21» 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

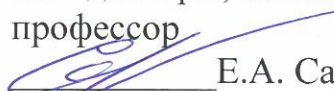
Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

5B071800 – Электр энергетикасы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі м.а.
PhD докторы, ассистент
профессор

 Е.А. Сарсенбаев
«28» 01 2019 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы *Элибаев Мейрбек Жумабай угли*

Тақырыбы: «110/10 кВ 2х16 МВА қосалқы стансаның релелік қорғанысы және резервті қоректің қосылу автоматикасының логикалық сұлбасын жасау»

Университет проректорының 2018ж. «30» қазандағы № 1210-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «21» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістер: Қосалқы станцияның принципалдық схемасы; Күштік қондырғыларының қуаттары;

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Қосалқы станцияның құнын жобалау;

б) Арнайы бөлім. Релелік қорғаныс;

в) Экономикалық бөлім;

г) Электр қауіпсіздік бөлімі;

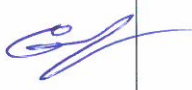



Сызбалық материалдар тізімі Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 16 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Қосалқы станцияның құнын жобалау	10.03.19ж	<i>моғ</i>
Арнайы бөлім. Релелік қорғаныс	17.03.19ж	<i>моғ</i>
Экономикалық бөлім	12.04.19ж	<i>моғ</i>
Электрқауіпсіздік бөлімі	24.04.19ж	<i>моғ</i>

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

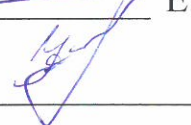
Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Е.А. Сарсенбаев PhD докторы, ассистент профессор	<i>2.05.19</i>	
Арнайы бөлім	Е.А. Сарсенбаев PhD докторы, ассистент профессор	<i>10.05.19</i>	
Электрқауіпсіздік бөлімі	Е.А. Сарсенбаев PhD докторы, ассистент профессор	<i>15.05.19</i>	
Норма бақылау	Н.Е. Балғаев Доктор PhD, сениор-лектор	<i>21.05.2019ж</i>	

Ғылыми жетекші



Е.А. Сарсенбаев

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



М. Элибаев

Күні

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Әлибаев Мейрбек Жумабай угли

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071800 – Электр энергетика мамандығы

Тақырыбы: «110/10кВ 2x16 МВА» қосалқы станцияның релелік қорғанысы және резервті қоректің қосылу автоматикасының логикалық сұлбасын жасау.

Орындалды:

Түсініктеме 77 бет

Дипломдық жұмыста қосалқы станциясының электр бөлігі жасалған.

Дипломдық жұмыстың негізгі бөлімінде қосалқы станцияларға қосқыштар, айырғыштар, трансформаторлар таңдалған, есептемелер жүргізілген. Электр қауіпсіздігі бөлімінде электр қондырғыларына қызмет көрсетудегі электр және өрт қауіпсіздік шаралары қарастырылған.

Арнайы бөлімде 10 кВ желінің 7SJ62 қосымша қорғаныс құрылғысының функциялары қарастырылған.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жұмыс «жақсы» (83 %) бағаға орындалған, ал оның авторы Әлибаев М. 5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін иеленуге лайық деп санаймын.

Рецензент

АЭЖБУ аға оқытушысы

тех.ғыл.канд.



Н.К. Алмуратова

2019 ж.

Ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрлерінің атауы)

Элибаев Мейрбек Жумабай угли

(оқушының аты жөні)

5B071800 – Электр энергетикасы

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы:

Дипломдық жұмыс «110/10 кВ 2x16 МВА қосалқы стансаның релелік қорғанысы және резервті қоректің қосылу автоматикасының логикалық сұлбасын жасау» тақырыбы бойынша орындалған. Жұмыста қосалқы станцияның принципіалдық сұлбасы, күштік қондырғылар және жалғаулық аппараттар таңдалған. Қосалқы станцияның элементтері мен желілерге релелік қорғаныс және автоматика бойынша есептеу жасалған. Қысқа тұйықталуға есептелініп, қосалқы станцияның жабдықтарының қауіпсіздігі қарастырылған..

Еңбек қорғау бөлігінде қосалқы станцияны техникалық қолдану нормалары мен ережелі туралы айтылып, жұмысшылардың қорғаныс құралдары жайлы жіктеліп айтылды.

Дипломдық жұмысты орындау барысында диплом қорғаушы Элибаев Мейрбек Жумабай угли алдына қойылған тапсырмаларды уақытында орындап және теорияда алған білімін нақты есептерді шешу үшін қолдана алатынын көрсете білді.

Жалпы дипломдық жұмысты 95% «өте жақсы» бағалауға, ал диплом қорғаушы Элибаев Мейрбек Жумабай угли 5B071800 мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп санауға болады.

Ғылыми жетекші

Лектор

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)



Сарсенбаев Е.А.

(қолы)

«21» 05 2019 ж.

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Элибаев Мейрбек Жумабайұлы

Название: 110_10 кВ 2х16 МВА қосалқы стансаның релелік қорғанысы және резервті қоректің қосылу автоматикасының логикалық сұлбасын жасау.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:18

Коэффициент подобия 2:2,7

Тревога:321

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

.....

.....

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Элибаев Мейрбек Жумабайұлы

Название: 110_10 кВ 2х16 МВА қосалқы стансаның релелік қорғанысы және резервті қоректің қосылу автоматикасының логикалық сұлбасын жасау.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1: 18

Коэффициент подобия 2: 2,7

Тревога: 321

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
Дата

.....
Подпись Научного руководителя

АНДАТПА

Бұл бітіру жұмысы "110/10 кВ 2х16 МВА қосалқы стансаның релелік қорғанысы және резервті қоректің қосылу автоматикасының логикалық сұлбасын жасау" тақырыбы бойынша орындалған. Осы жұмыста қосалқы стансаның принципіалдық сұлбасы, күштік қондырғылар және жалғаулық аппараттар таңдалынған, қосалқы стансаның элементтеріне релелік қорғаныс қойылымдары есептелінген, резервті қоректің қосылу автоматикасының логикалық сұлбасы жасалынған.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде диспетчерлік қызмет орнындағы жарықтандырудың есептеуі, электр қауіпсіздік және қорғану шаралары жасалған.

Бітіру жұмысының экономикалық бөлімінде қосалқы стансаның қызметінің тиімділігіне есептеу жүргізілді. Жұмыстың техника-экономикалық негіздемесі жобалаудың тиімділігін көрсетеді.

АННОТАЦИЯ

Выпускная работа выполнена на тему "Релейная защита подстанции 110/10кВ 2х16 МВА и разработка логической схемы автоматики включения резервного питания". В работе произведен выбор принципиальной схемы подстанции, силового оборудования и коммутационной аппаратуры, произведен расчет у ставки элементов релейной защиты подстанции, разработка логической схемы автоматики включения резервного питания.

В разделе безопасность жизнедеятельности произведен расчет освещения диспетчерского пункта и обеспечение электробезопасности, меры защиты.

В экономической части выпускной работы произведен расчет эффективности деятельности подстанции. Техничко-экономическое обоснование проекта подтверждает эффективность проектирования.

Annotation

The final work was done on the theme "relay protection of substation 110/10kV 2x16 MVA and the development of a logic circuit of automatic power backup." In the work, the choice of the schematic diagram of the substation, power equipment and switching equipment, the calculation of the rate of the relay protection elements of the substation, the development of a logic circuit of automatic power backup.

In the section life safety calculation of lighting of the control room and ensuring electrical safety, protection measures is made.

In the economic part of the final work the calculation of the efficiency of the substation. Feasibility study of the project confirms the effectiveness of the design.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Қосалқы стансаның электрлік бөлігін жасау бөлім	9
1.1 Қосалқы стансаның бас электрлік сұлбасы	9
1.2 110 кВ кернеуіне келтірілген жүйе элементтерінің кедергілерін анықтау	11
1.3 Қажетті нүктелердегі ҚТ токтарын анықтау	13
1.4 Жабдықтар мен коммутациялық аппараттарды таңдау	16
1.4.1 Ажыратқыштарды таңдау	16
1.4.2 Трансформатордың ЖК (110кВ) ажыратқышты таңдау	18
1.4.3 110 кВ шинадағы секционды ажыратқыш таңдау	20
1.4.4 Трансформатордың ТК (10кВ) ажыратқышты таңдау	21
1.4.5 10 кВ шинадағы секционды ажыратқыш таңдау	23
1.4.6 ТК (10 кВ) шинадағы фидерларға ажыратқыш таңдау	25
1.4.7 Жоғарғы кернеуге айырғышты таңдау	27
1.4.8 Асқын кернеуді шектеушілерді таңдау	28
1.4.9 Тоқ трансформаторларын таңдау	32
1.4.10 Кернеу трансформаторларын таңдау	32
2 Қосалқы станциядағы трансформатордың релелік қорғанысы бөлім	35
2.1 Трансформатордың дифференциалды тоқтық қорғанысын есептеу	35
2.2 Максималды тоқ қорғанысы (МТҚ)	44
2.3 Тоқ үзіндісі	45
2.4 Қуаты 16 МВА 110/10 кВ трансформатордың асқын жүктемеден қорғанысы	46
3 110кВ желі қорғанысы бөлім	47
3.1 Нөлдік ретті тоқтық қорғанысты есептеу	48

3.2 Дистанционды қорғаныс	53
4 Резервті қоректің қосылу автоматикасының логикалық сұлбасын жасау бөлім	58
4.1 Резервті автоматты қосу (АВР) және оның қызметі	58
4.2РАҚ сұлбаларына қойылатын негізгі талаптар	60
5 бөлімАдам өмірінің қауіпсіздігі бөлімі	67
5.1 Еңбек шартын талдау бөлім	67
5.2 Жасанды жарақтандыруды есептеу	68
5.3 Қ.С.қызмет ету кезіндегі қорғану шаралары	70
6 бөлім. Экономикалық бөлім	72
6.1 Жобаның экономикалық бағасы	72
6.2 Қ.С. жаңартуға кететін инвестицияны есептеу	72
6.3 Қ.С. кеңеюіне салынатын инвестициялардың экономикалық және қаржылық тиімділігі	75
Қорытынды	77
Қолданылған әдебиеттер	78

КІРІСПЕ

Бұл дипломдық жұмыста 110/10 кВ «№ 31» қосалқы станциясын жобалау қарастырылған. Осы қосалқы станцияда желінің бөлігі ретінде 10 кВ қосалқы станциялардың талаптарына сәйкес келетін қорғаныш релелік есептеулерді қоса алғанда, жаңа, заманауи жабдықтарды жаңартуға арналған, қазіргі қорғаудың сипаттамаларына байланысты болады. Бұдан басқа, басқару бөлмесіндегі адам өмірінің қауіпсіздігі бөлігінің көздеріне жасанды жарық пен қосалқы станцияға қызмет көрсетуге арналған қорғаныс шараларын және энергия қосалқы станцияларының энергия көздерінің қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.

Сонымен қатар, Экономика департаменті қосалқы станциялар нарығында электр станцияларының техникалық-экономикалық негіздемесін дайындайды.

Ұсынылған диссертация алты бөліктен тұрады. Олардың қысқаша сипаттамасы төменде берілген.

110/10 кВ қосалқы станциясының құрылысы

Бұл бөлімде қосалқы станцияның негізгі схемасы өңделеді. Қосалқы станцияда орнатылған негізгі электр жабдықтары: қосқыштар, айырғыштар, ток және кернеу трансформаторлары.

Қосалқы станцияда 16 МВА 2хТДН-16000/110/10 кернеуі бар екі трансформатор бар, олар реттегішпен жүктеледі. Екі трансформаторды орнату ең алдымен тұтынушының электрмен жабдықтау сенімділігіне байланысты.

2 бөлім. Трансформатордан қорғау

Бұл бөлім трансформатордың базалық және күту трансформаторларын қамтиды. ДЗТ-11 релесімен дифференциалды және газды қорғау негізгі қорғау және т.б. б.

3-бөлім - 110 кВ желісінің релелік қорғанысы

Бұл бөлім 110 кВ желілер үшін негізгі және қосымша қорғауды қамтамасыз етеді. Үш деңгейлі қашықтан қорғау және төрт деңгейлі нөлдік ток қорғау.

4-бөлім Шұғыл электрмен жабдықтауды логикалық автоматтандыру схемасын жасау.

Бұл бөлім сөндіргіш автоматты логикасын және оның қалай жұмыс істейтінін ұсынады.

5-бөлім Адамдық қауіпсіздікті қамтамасыз ету бөлімі

Осы бөлімде сипатталған міндеттерге сәйкес қосалқы станцияда диспетчерлік кеңсенің жасанды жарықтандыру және қосалқы станциялардың жұмыс істеуін қорғау, сондай-ақ электрмен жабдықтаудың электр қауіпсіздігі қамтамасыз етіледі.

6-бөлім. Экономика. Бұл бөлім нарықтағы энергетикалық компаниялардың техникалық-экономикалық негіздемесін қамтиды. Сонымен қатар, қосалқы станцияның модернизациясы тиімділік болып саналады.

1 Электрлік қосалқы станцияны құру

1.1 Станцияның негізгі электрлік схемасы

Бітіру жұмысына берілгендер: Трансформаторлардың (автотрансформатордың) параметрлері:

Екі орамды трансформатор (Т5) : ТМ-2500/110/10 [1]

$S_{\text{НОМ}}=2,5\text{МВА}$; $U_{\text{ВН}}=121\text{кВ}$; $U_{\text{НН}}=10,5\text{кВ}$; $u_{\text{к}}=11\%$; $\Delta U_{\text{pec}} = \pm 16\%$

Екі орамды трансформатор (Т3,Т4) : ТМ-6300/110/10 [1]

$S_{\text{НОМ}}=6,3\text{МВА}$ $U_{\text{ВН}}=121\text{кВ}$ $U_{\text{НН}}=10,5\text{кВ}$ $u_{\text{к}}=11\%$ $\Delta U_{\text{pec}} = \pm 16\%$

Екі орамды трансформатор (Т10) : ТДН–10000/110/10 [1]

$S_{\text{НОМ}}=10\text{МВА}$; $U_{\text{ВН}}=115\text{кВ}$ $U_{\text{НН}}=11\text{кВ}$ $u_{\text{к}}=10,5\%$ $\Delta U_{\text{pec}} = \pm 16\%$

1.1-кесте - Желі параметрлері

№ КЛ		Длина КЛ, км	Худ, Ом/км
1	Қостізбекті	42	0,4
2	Біртізбекті	8	0,4
3	Біртізбекті	8	0,4
4	Біртізбекті	2	0,4
5	Біртізбекті	15	0,4
6	Біртізбекті	8	0,4
7	Біртізбекті	5	0,4
8	Біртізбекті	3	0,4
9	Біртізбекті	7	0,4
10	Біртізбекті	12	0,4
11	Біртізбекті	9	0,4

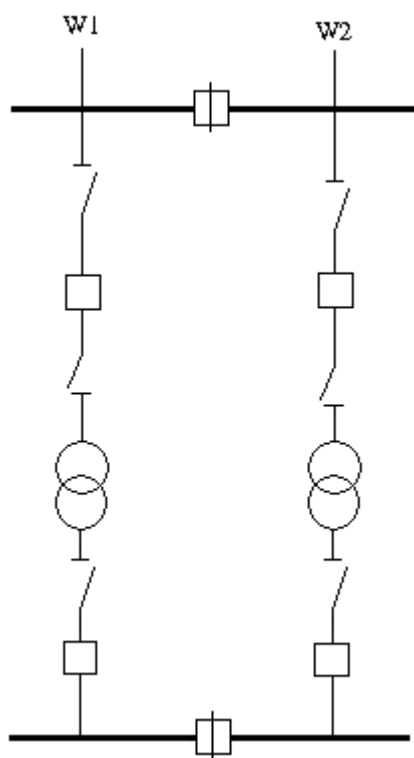
Екі орамды трансформатор (Т6,Т7,Т8,Т9) : ТДН–16000/110/10 [1]

$S_{\text{НОМ}}=16\text{МВА}$; $U_{\text{ВН}}=115\text{кВ}$ $U_{\text{НН}}=11\text{кВ}$ $u_{\text{к}}=10,5\%$ $\Delta U_{\text{pec}} = \pm 16\%$

Үш орамды трансформатор (Т1,Т2,Т11,Т12) : ТДТН-40000/110/35/10, [1].

$$S_{\text{НОМ}}=40\text{MBA} U_{\text{ВН}}=115\text{kB} U_{\text{СН}}=38,5\text{kB} U_{\text{НН}}=11\text{kB} u_{\text{кв}}=10,5\% u_{\text{кс}}=17,5\% \\ u_{\text{кн}}=6,5\%$$

Қосалқы станцияның негізгі схемасы. 35-220 кВт жағындағы бөлшектер төмен болған кезде қосалқы шиналар қосқыштарының саны [3, 5, 440] жоқ, жеңілдетілген схемалар қолданылады. Кейбір электр сөндіргіштерінде жоғары кернеулі ажыратқыштар болмауы мүмкін. Жеңілдетілген схемалар электр жабдықтары мен құрылыс материалдарының құнын азайтады, коммутация шығындарын және жылдамдығын азайтады. Мұндай схемалар қосалқы станцияларда кең таралған.



1.1 - сурет. Қосалқы стансаның құрылымдық сұлбасы

Қазіргі кезде мұндай сулбалар қолданылмайды, себебі апат ықтималдығы жоғары.

1.2 Кернеуі 110 кВ дейінгі жүйенің элементтерінің кедергісін анықтау

Желілік кедергілер келесі формула бойынша есептелінеді:

$$X = x_{\text{yд}} \cdot L \cdot \frac{U_{\text{б}}^2}{U_{\text{ср}}^2}, \text{Ом} \quad (1.1)$$

Екі орамдық трансформаторлардың кедергісі келесі формула бойынша анықталады:

$$X_{mp} = \frac{U_{k\%}}{100} \cdot \frac{U_{cp}^2}{S_{ном\ mp}} \quad (1.2)$$

1.2 - кесте – Желі кедергілері

Желі №	X _ж , Ом
1	16,8
2	3,2
3	3,2
4	0,8
5	6
6	3,2
7	2
8	1,2
9	2,8
10	4,8
11	3,6

Үш орамадық трансформатордың кедергісі келесі формуламенанықталады.

$$X^B_{mp} = \frac{(U^{BC}_{k\%} + U^{BH}_{k\%} - U^{CH}_{k\%})}{100} \cdot \frac{U_{cp}^2}{S_{ном\ mp}} \quad (1.3)$$

$$X^C_{mp} = \frac{(U^{BC}_{k\%} + U^{CH}_{k\%} - U^{BH}_{k\%})}{100} \cdot \frac{U_{cp}^2}{S_{ном\ mp}} \quad (1.4)$$

$$X^C_{mp} = \frac{(U^{BH}_{k\%} + U^{CH}_{k\%} - U^{BC}_{k\%})}{100} \cdot \frac{U_{cp}^2}{S_{ном\ mp}} \quad (1.5)$$

Есептеу нәтижелері:

Екі орамдық трансформаторлар:

1.3 - кесте - Екі орамдық трансформаторларының кедергілері

Трансформатордың түрі	Трансформатор кедергісі $X_{тр}$, Ом
Екі орамды трансформатор (Т5) : ТМ-2500/110/10 [1] $S_{НОМ}=2,5\text{МВА}; U_{ВН}=121\text{кВ}; U_{НН}=10,5\text{кВ}; u_{к}=11\%;$ $\Delta U_{рег} = \pm 16\%$	581,9
Екі орамды трансформатор (Т3,Т4) : ТМ-6300/110/10 [1] $S_{НОМ}=6,3\text{МВА} U_{ВН}=121\text{кВ} U_{НН}=10,5\text{кВ} u_{к}=11\%$ $\Delta U_{рег} = \pm 16\%$	230,913
Екі орамды трансформатор (Т10) : ТДН–10000/110/10 [1] $S_{НОМ}=10\text{МВА}; U_{ВН}=115\text{кВ} U_{НН}=11\text{кВ} u_{к}=10,5\%$ $\Delta U_{рег} = \pm 16\%$	138,862
Екі орамды трансформатор (Т6,Т7,Т8,Т9) : ТДН– 16000/110/10 [1] $S_{НОМ}=16\text{МВА}; U_{ВН}=115\text{кВ} U_{НН}=11\text{кВ} u_{к}=10,5\%$ $\Delta U_{рег} = \pm 16\%$	86,789

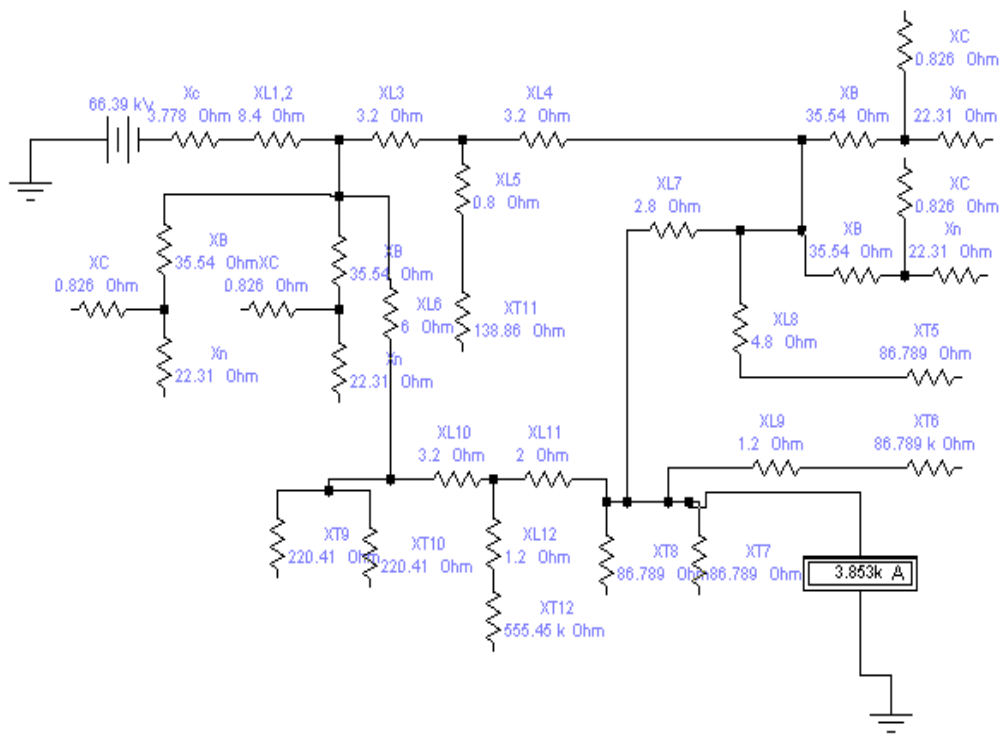
Үш орамды трансформаторлар:

1.4 - кесте - үш орамды трансформаторларлар кедергілері

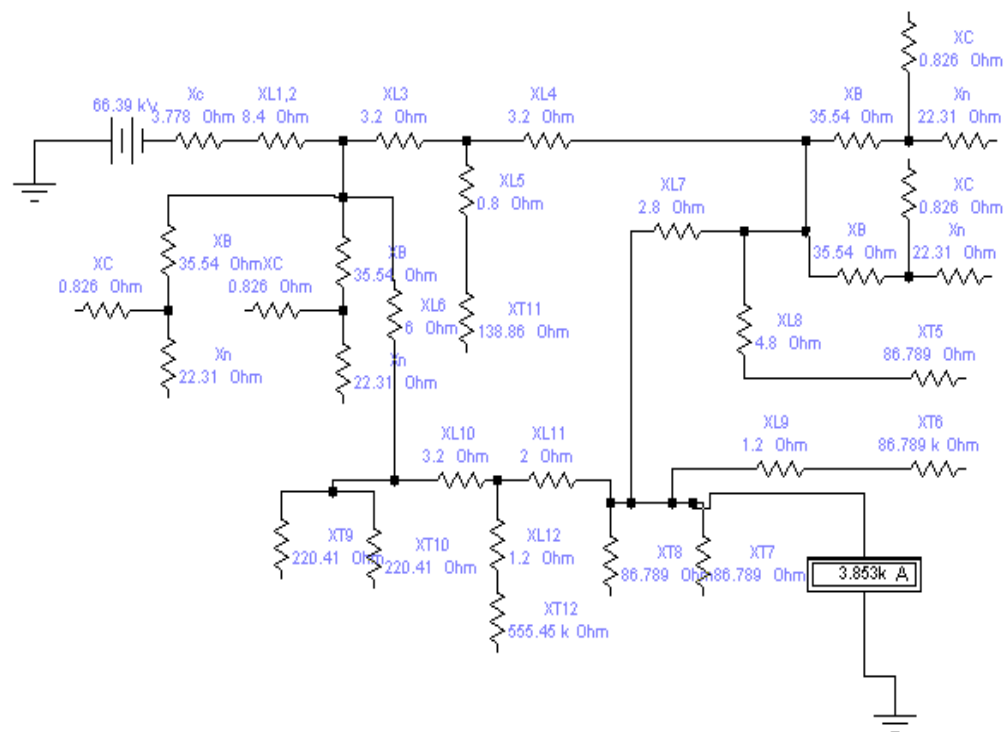
Трансформатордың түрі		
Үш орамды трансформатор (Т1,Т2,Т11,Т12) : ТДТН- 40000/110/35/10, [1] $S_{НОМ}=40\text{МВА} U_{ВН}=115\text{кВ} U_{СН}=38,5\text{кВ} U_{НН}=11\text{кВ} u_{кВ}=10,5\%$ $u_{кС}=17,5\% \quad u_{кН}=6,5\%$		
Трансформатор кедергісі $X_{тр}$, Ом		
$X_{тр}^B$	$X_{тр}^C$	$X_{тр}^H$
35,542	-0,827	22,317

1.3 ҚТ тоқтарын есептеу

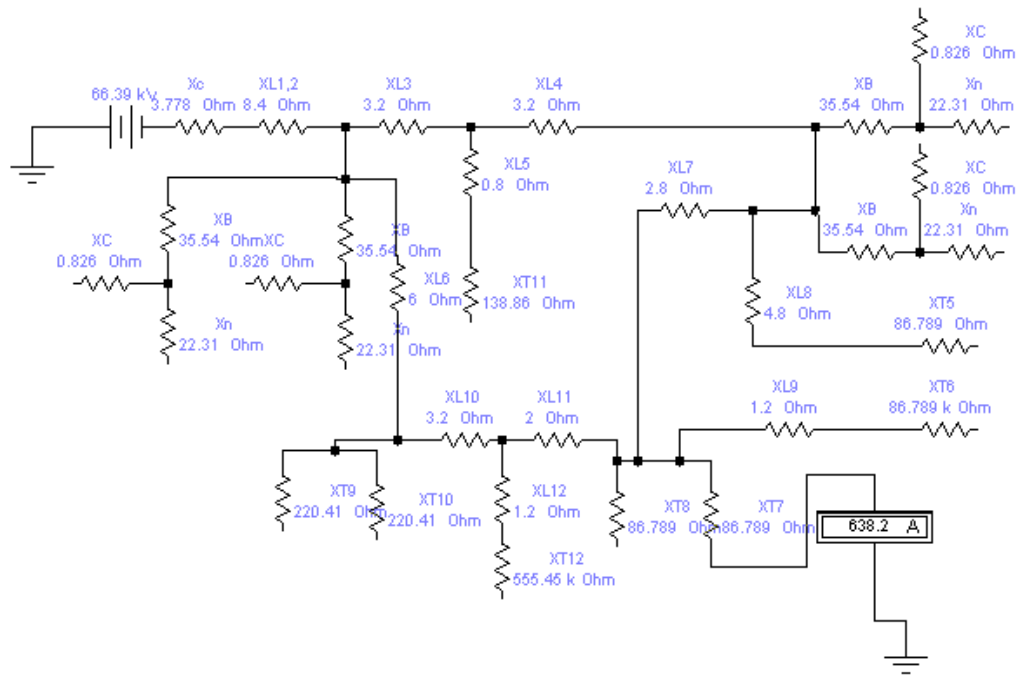
ҚТ тоқтарын есептеу үшін орынбасу сұлбасын жасап, «ELECTRONICS WORKBENCH» бағдарламасымен ағымдағы тоқтарды есептейміз.



1.2 - сурет. Электр сұлбаның максимал режиміндегі 110кВ-тағы ҚТ тоғы

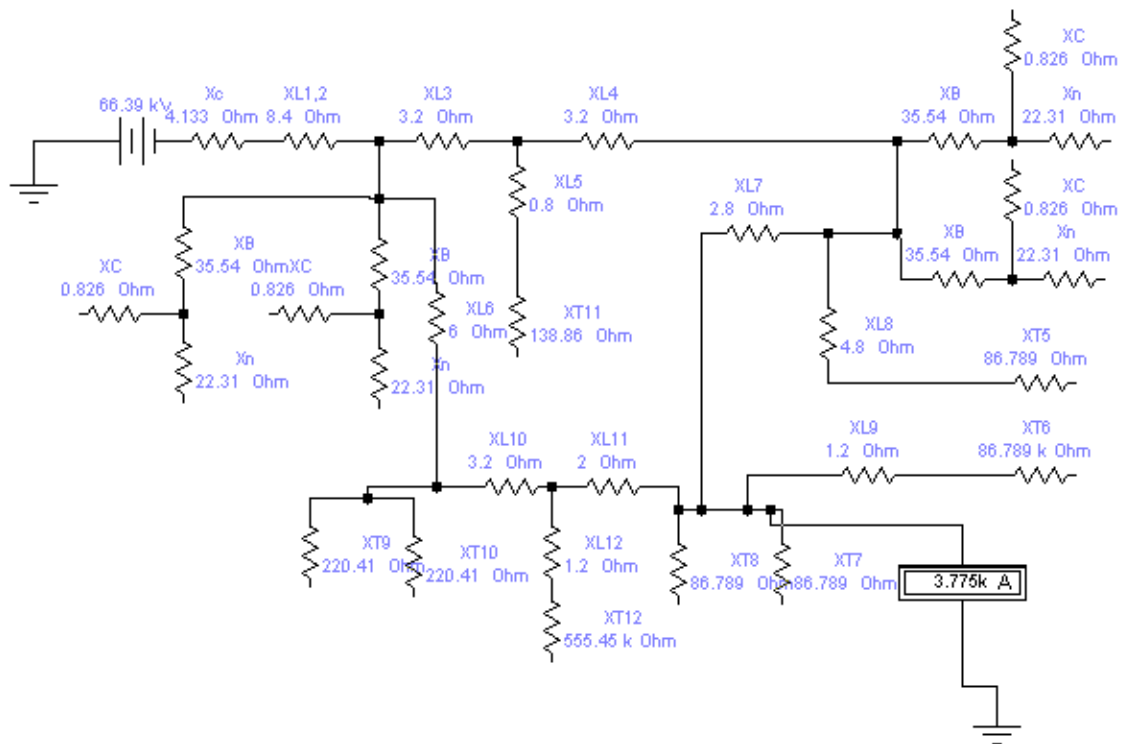


1.3 - сурет. Электр сұлбаның максимал режиміндегі 10кВ-тағы ҚТ тоғы



$$I_{\text{K3}}^{\text{max}} = 638.2 * (110/10) = 7.021 \text{ кА}$$

1.4 - сурет. Электр сұлбаның минимал режиміндегі 110кВ-тағы ҚТ тоғы



1.5 - сурет. Электр сұлбаның минимал режиміндегі 10кВ-тағы ҚТ тоғы

1.4 Құрылғыны таңдау және коммутациялық құрылғылар

1.4.1 Ажыратқыштарды таңдау

МЕМСТ 687-78 –қа сәйкес ажыратқыштар келесі шарттар бойынша таңдаймыз.

$$\begin{aligned}U_{ном} &\geq U_{сети.ном}, \\I_{ном} &\geq I_{ном.расч}, \\k_n \cdot I_{ном} &\geq I_{прод.расч} = I_{раб.нб},\end{aligned}\tag{1.6}$$

мұндағы $U_{ном}$ – ажыратқыштың номинал кернеу;
 $U_{сети.ном}$ – желінің номинал кернеу;
 $I_{ном}$ – ажыратқыштың номинал тог;
 $I_{ном.расч}$ – номинал режимдегі есептік ток;
 k_n – ажыратқыштың мүмкін болатын жүктеменің нормаланған коэффициенті;
 $I_{прод.расч}$ – ағымдық режимдегі есептелетін ток.

Содан кейін ажыратқыштың өшіру мүмкіндігі осы шарт бойынша тексереді.

$$\begin{aligned}I_{вкл} &\geq I_{кз}, \\i_{вкл} &\geq i_{уд} = k_{уд} \cdot I_{кз} \cdot \sqrt{2},\end{aligned}\tag{1.7}$$

мұндағы $I_{вкл}$ – ажыратқыштың номинал қосылу тоғының периодты құраушысының бастапқы әсерлік мәні (номинал қосылу тоғын ҚТ ең үлкен мәнінде ажыратқыштың сенімді өшіру қабілеті деп түсіну керек);

$i_{вкл}$ – номинал қосылу тоғының ең шыңы.

Сонан соң өшірілудің симметриялық тоғы тексерілді:

$$I_{откл.ном} \geq I_{П.т},\tag{1.8}$$

мұндағы $I_{откл.ном}$ – ажыратқыштың номинал өшіру тоғы;

$I_{П.т}$ – ҚТ тоғының периодтары құрамдас (ҚТ-ң бас кезінде ажыратқыш түйіспелерінің тарау тоғы).

ҚТ-ң аперидты құраушы тоғының мүмкін болу ажыратылуы келесі қатынаспен анықталады:

$$\begin{aligned}i_{а.ном} &\geq i_{а.т}, \\i_{а.ном} &= \sqrt{2} \cdot I_{откл.ном} \cdot \frac{\beta_{норм}}{100},\end{aligned}\tag{1.9}$$

мұндағы $i_{а.ном}$ – ажыратудың аперидты құраушы тоғының номинал мәні;

$\beta_{\text{норм}}$ – ажырату тоғындағы аperiodты құраушының нормаланған праценттік бөлігі;

$i_{a\tau}$ – ҚТ тоғының аperiodты құраушысы (ҚТ-ң бастапқы кезінде ажыратқыш доғасөндіргіш түйіспелерінің таралу тоғы).

Егер $I_{\text{откл.ном}} \geq I_{\text{п.т}}$, ал $i_{a\cdot\text{ном}} < i_{a\tau}$, болса, онда жалпы тоқтардың шартты мәндерін салыстыру керек.

$$\sqrt{2} \cdot I_{\text{откл.ном}} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{\text{норм}}}{100}\right) \geq \sqrt{2} \cdot I_{\text{п.т}} + i_{a\tau}, \quad (1.10)$$

Өшірудің есептік уақыты τ немесе $t_{\text{откл}}$ өзіндік өшірілу уақытының қосындысынан қалыптасады: ажыратқыштың өзіндік өшірілу уақыты $t_{\text{с.в.откл}}$ мен негізгі қорғаныстың 0,01-ге тең болатын мүмкін минимал әсер ету уақыты:

$$\begin{aligned} \tau &:= t_{\text{CB}} + t_{\text{3min}}, \\ t_{\text{откл}} &:= t_{\text{p3}} + t_{\text{с.в.откл}}, \end{aligned} \quad (1.11)$$

Ажыратқыштың электродинамикалық тұрақтылығы ҚТ-ң шектік өтпе тоғымен тексеріледі:

$$\begin{aligned} I_{\text{пр.скв}} &\geq I_{\text{кз}}, \\ i_{\text{пр.скв}} &\geq i_{\text{y\theta}}, \end{aligned} \quad (1.12)$$

мұндағы $I_{\text{пр.скв}}$ – шектік өтпе тоғының периодты құраушысының басты әсерлік мәні;

$i_{\text{пр.скв}}$ – шектік өтпе тоғының шыңы.

Термиялық тұрақтылыққа тексеру келесі түрде болады: Егер $t_{\text{откл}} \leq t_{\text{тер}}$ (көп кездесетін жағдай), онда тексеру шарты:

$$I_{\text{мер}}^2 \cdot t_{\text{мер}} \geq B_{\text{к}}, \quad (1.13)$$

мұндағы $I_{\text{тер}}$ – ажыратқыштың термиялық тұрақтылығының номинал тоғы;

$t_{\text{тер}}$ – термиялық тұрақтылығының нормаланған тоғының шектеулі рұқсат етілетін уақыты;

$B_{\text{к}}$ – есептеу бойынша ҚТ тоғының жылулық импульсі.

Негізінен, параметрлерді қалпына келтіру жасалмайды, өйткені көптеген кернеулердегі кернеу сынақ жағдайларына сай келеді. Егер кернеу кернеуі кВ / мс-да тексерілсе, бұл тек ауа ажыратқыштарына қолданылады.

1.4.2 Трансформатордың ЖК (110 кВ) жағындағы ажыратқыштарды таңдау

Трансформатордың ЖК жағындағы ток

$$I_p = \frac{S_{mp}}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{16 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 115} = 80,422 \text{ A.}$$

Осы мәндерге сүйене отырып, SIEMENS сөндіргіштерін 3AP1DT таңдап аламыз.

1.5 - кесте - Ажыратқыш параметрлері

Атауы	3AP1DT
Номинал кернеу, кВ	123
Номинал ток, А	2000
Қ.т. кезіндегі номинал ажырату тогы, кА	40
Номинал қосу тогы, кА	100
Қ.т. номинал ұзақтығы,с	3
Өшіру уақыты,мс	≤ 57

ҚТ-ң соқтық тоғы:

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot k_{y\partial} \cdot I_{кз}, \quad (1.14)$$

мұндағы $k_{y\partial}=1,935$ – соқтық коэффициенті;

$I_{кз}=3,875$ кА – ЖК жағындағы үшфазалы ҚТ тоғы.

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot 1,935 \cdot 3,875 = 10,6 \text{ кА.}$$

τ кезіндегі ҚТ тоғының апериодты құраушысы:

$$\tau := \tau_{с.в.} + \tau_{з.мин} = 0,057 + 0,01 = 0,067 \text{ с;}$$

$$I_{п0вн} = 3,875 \text{ кА; } T_a := 0,15 \text{ с;}$$

$$i_{ат.вн} = \sqrt{2} \cdot I_{п0вн} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}} = \sqrt{2} \cdot 3,875 \cdot e^{\frac{-0,067}{0,15}} = 3,495 \text{ кА}$$

$I_{откл.ном} > I_{п.т.вв}$, $i_{а.ном} > i_{а.т.вв}$ болғандықтан, ажыратқышты өшіру қабілетіне тексеру ҚТ жалпы тоғы бойынша жүзеге асырылады. Өшірудің жалпы тоғы:

$$I_{п.т.вв} := I_{п.0.вв}, \quad (1.15)$$

$$I_{откл.ном} = 40 \text{ кА} > I_{п.т.вв} = 3.875 \text{ кА},$$

$$i_{а,ном} \geq i_{а,т}$$

$$i_{а,ном} = \frac{\sqrt{2} \cdot \beta_H \cdot I_{откл.ном}}{100} = \frac{\sqrt{2} \cdot 20\% \cdot 40}{100} = 11,313 \text{ кА}$$

$t_{откл} = 0,1 + 0,08 = 0,18 \text{ с}$ $t_{тер} = 3 \text{ с}$ болғандықтан, жылулық тұрақтылыққа тексеру мына шартпен орындалады:

$$T_a := 0.15 \text{ с}; \quad t_{откл} := 0.18 \text{ с}; \quad I_{п0вв} = 3.875 \text{ кА}; \quad I_{тер} := 40 \text{ кА};$$

$$B_k = I_{п.0.вв}^2 [t_{откл} + T_a] = 3,875^2 [0,18 + 0,15] = 4.95 \text{ кА}^2 \cdot \text{с},$$

$$I_{мер}^2 \cdot t_{мер} \geq B_k \quad (1.16)$$

$$I_{мер}^2 \cdot t_{мер} = 40^2 \cdot 3 = 4800 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} > B_k = 4.95 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

1.6 - кесте - ЗАРІДТ типті элегазды ажыратқыштың параметрлері

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{ном}, \text{кВ}$	123	$U_{уст.ном}, \text{кВ}$	110
$I_{ном}, \text{А}$	2000	$I_{раб.мах}, \text{А}$	112.46
$i_{дин}, \text{кА}$	40	$i_{уд}, \text{кА}$	10.6
$i_{вкл}, \text{кА}$	100	$i_{уд}, \text{кА}$	10.6
$I_{ном.отк}, \text{кА}$	40	$I_{пт}, I_K^{(3)}, \text{кА}$	3.875
$I_{тер}^2 * t_{тер}, \text{кА}^2$	4800	$B, \text{кА}^2 * \text{с}$	4.95
$i_{а,ном}, \text{кА}$	11,313	$i_{а,т}, \text{кА}$	3,495

Ажыратқыш барлық шарттарды орындайды.

1.4.3 110 кВ шинадағы секциялық ажыратқышты таңдау

Желімен ағатын ток

$$I_p = \frac{S_{жс}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{16 \cdot 10^3 \cdot 0,7 \cdot 2}{\sqrt{3} \cdot 115} = 112,46 \text{ А.}$$

Аппаттық режимдегі ток

$$I_a = 2 \times I_p = 2 \times 112,46 = 224,92 \text{ А.}$$

Осы мәндерге сүйене отырып, SIEMENS компаниясының зауыттары шығаратын ЗАР1DT типті элегазды ажыратқыштарын таңдаймыз.

Ажыратқыштың негізгі параметрлері:

1.7 - кесте - Ажыратқыш параметрлері

Атауы	ЗАР1DT
Номинал кернеу, кВ	123
Номинал ток, А	2000
Қ.т. кезіндегі номинал ажырату тогы, кА	40
Номинал қосу тогы, кА	100
Қ.т. номинал ұзақтығы, с	3
Өшіру уақыты, мс	≤ 57

ҚТ-ң соқтық тоғы:

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot k_{y\partial} \cdot I_{кз}, \quad (1.17)$$

мұндағы $k_{y\partial} = 1,935$ – соқтық коэффициенті;

$I_{кз} = 3,875 \text{ кА}$ – ЖК жағындағы үшфазалы ҚТ тоғы.

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot 1,935 \cdot 3,875 = 10,6 \text{ кА.}$$

τ кезіндегі ҚТ тоғының апериодты құраушысы:

$$\tau := \tau_{с.в.} + \tau_{з.мин} = 0,057 + 0,01 = 0,067 \text{ с}; \quad I_{п0вн} = 3,875 \text{ кА}; \quad T_a := 0,15 \text{ с};$$

$$i_{ат.вн} = \sqrt{2} \cdot I_{п0вн} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}} = \sqrt{2} \cdot 3,875 \cdot e^{\frac{-0,067}{0,15}} = 3,495 \text{ кА}$$

$I_{откл.ном} > I_{п.т.вн}$, $i_{a,ном} > i_{a,т.вн}$ болғандықтан, ажыратқышты өшіру қабілетіне тексеру ҚТ жалпы тоғы бойынша жүзеге асады. Өшірудің жалпы тоғы:

$$I_{п.т.вн} := I_{п.0.вн}, \quad (1.18)$$

$$I_{откл.ном} = 40 \text{ кА} > I_{п.т.вн} = 3,875 \text{ кА},$$

$$i_{a,ном} \geq i_{a,т} \quad i_{a,ном} = \frac{\sqrt{2} \cdot \beta_H \cdot I_{откл.ном}}{100} = \frac{\sqrt{2} \cdot 20\% \cdot 40}{100} = 11,313 \text{ кА}$$

$t_{откл} = 0,1 + 0,08 = 0,18 \text{ с}$ $t_{тер} = 3 \text{ с}$ болғандықтан, жылулық тұрақтылыққа тексеру мына шартпен орындалады:

$$T_a = 0,15 \text{ с}; \quad t_{откл} = 0,18 \text{ с}; \quad I_{п0вн} = 3,875 \text{ кА}; \quad I_{тер} = 40 \text{ кА};$$

$$B_k = I_{п.0.вн}^2 [t_{откл} + T_a] = 3,875^2 [0,18 + 0,15] = 4,95 \text{ кА}^2 \cdot \text{с},$$

$$I_{тер}^2 \cdot t_{тер} \geq B_k \quad I_{тер}^2 \cdot t_{тер} = 40^2 \cdot 3 = 4800 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} > B_k = 4,95 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

1.8-кесте - 3AP1DT типті элегазды ажыратқыштың параметрлері

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{ном}, \text{кВ}$	123	$U_{уст.ном}, \text{кВ}$	110
$I_{ном}, \text{А}$	2000	$I_{раб.мах}, \text{А}$	112,46
$i_{дин}, \text{кА}$	40	$i_{уд}, \text{кА}$	10,6
$i_{вкл}, \text{кА}$	100	$i_{уд}, \text{кА}$	10,6
$I_{ном.отк}, \text{кА}$	40	$I_{пт}, I_K^{(3)}, \text{кА}$	3,875
$I_{тер}^2 \cdot t_{тер}, \text{кА}^2$	4800	$B, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	4,95
$i_{a,ном}, \text{кА}$	11,313	$i_{a,т}, \text{кА}$	3,49

Ажыратқыш барлық жағдайларды орындайды.

1.4.4 Трансформатордың ТК (10 кВ) жағындағы ажыратқыштарды таңдау

Трансформатордың ТК жағындағы ток

$$I_p = \frac{S_{mp}}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{16 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 880,08 \text{ А.}$$

Осы мәндердің функциясы ретінде В-10-31.5 / 3150 вакуумдық ажыратқыштарын таңдаңыз.

Ажыратқыштың негізгі параметрлері:

1.9 - кесте - Ажыратқыш параметрлері

Атауы	ВВ-10-31,5/3150
Номинал кернеу, кВ	10
Номинал ток, А	3150
Қ.т. кезіндегі номинал ажырату тогы, кА	31,5
Номинал қосу тогы, кА	52
Қ.т. номинал ұзақтығы,с	4
Өшіру уақыты,мс	≤40

ҚТ-ң соқтық тоғы:

$$i_{y\delta} = \sqrt{2} \cdot k_{y\delta} \cdot I_{кз}, \quad (1.19)$$

мұндағы $k_{y\delta}=1,935$ – соқтық коэффициенті;

$I_{кз}=7,021$ А – ТК жағындағы үш фазалы ҚТ тоғы.

$$i_{y\delta} = \sqrt{2} \cdot 1,935 \cdot 7,021 = 19,15 \text{ кА}$$

τ кезіндегі ҚТ тоғының аперидоты құраушысы:

$$\tau := \tau_{с.в.} + \tau_{з.мин} = 0,04 + 0,01 = 0,05 \text{ с}; I_{п0вн} = 7,021 \text{ кА}; T_a := 0,15 \text{ с};$$

$$i_{a\tau.вн} = \sqrt{2} \cdot I_{п0вн} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}} = \sqrt{2} \cdot 7,021 \cdot e^{\frac{-0,05}{0,15}} = 7,093 \text{ кА}$$

$I_{откл.ном} > I_{п.т.вв}$, $i_{a.ном} > i_{a\tau.вн}$ болғандықтан, ажыратқышты өшіру қабілетін тексеру ҚТ жалпы тоғы бойынша жүзеге асады. Сөндірудің жалпы тоғы:

$$I_{п.т.вн} := I_{п.0.вн}, \quad (1.20)$$

$$I_{откл.ном} = 31,5 \text{ кА} > I_{п.т.вн} = 7,21 \text{ кА},$$

$$i_{a,ном} \geq i_{a,\tau} \quad (1.21)$$

$$i_{a,ном} = \frac{\sqrt{2} \cdot \beta_H \cdot I_{отк.ном}}{100} = \frac{\sqrt{2} \cdot 20\% \cdot 31.5}{100} = 8.9 \text{ кА}$$

$t_{откл}=0,1+0,05=0,15\text{с}$ $t_{тер}= 4\text{с}$ болғандықтан, жылулық тұрақтылыққа тексеру осы шартпен есептеледі:

$$T_a:=0.15 \text{ с}; \quad t_{откл}:=0.15 \text{ с}; \quad I_{п0вн}=7,021 \text{ кА}; \quad I_{тер}:=31,5 \text{ кА};$$

$$B_{\kappa} = I^2_{п.о.вн} [t_{откл} + T_a] = 7.021^2 [0,15 + 0,15] = 14.78 \text{ кА}^2 \cdot \text{с},$$

$$I^2_{тер} \cdot t_{тер} \geq B_{\kappa} \quad (1.22)$$

$$I^2_{тер} \cdot t_{тер} = 31.5^2 \cdot 4 = 3969 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} > B_{\kappa} = 14.78 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

1.10 - кесте - ВВ-10-31,5/3150 типті вакуумды ажыратқыштың параметрлері

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{ном}, \text{кВ}$	10	$U_{уст.ном}, \text{кВ}$	10
$I_{ном}, \text{А}$	3150	$I_{раб.мах}, \text{А}$	620,15
$i_{дин}, \text{кА}$	31,5	$i_{уд}, \text{кА}$	19,15
$i_{вкл}, \text{кА}$	52	$i_{уд}, \text{кА}$	19,15
$I_{ном.отк}, \text{кА}$	31,5	$I_{нт}, I_K^{(3)}, \text{А}$	7,021
$I_{тер}^2 * t_{тер}, \text{кА}^2$	3969	$B, \text{кА}^2 * \text{с}$	14,78
$i_{a,ном}, \text{кА}$	8,9	$i_{a,\tau}, \text{кА}$	7,093

Ажыратқыш жалпы шарттарды қанағаттандырады.

1.4.5 10 кВ шинадағы секциялық ажыратқышты таңдау

Желімен ағатын тоқ

$$I_p = \frac{S_{тр}}{\sqrt{3} U_H} = \frac{16 * 10^3}{\sqrt{3} * 10,5} * 0,7 = 620.15 \text{ А.}$$

Аппаттық режимдегі ток

$$I_a=2 \times I_p=2 \times 620,15=1240,3 \text{ А.}$$

Осы мәндерге байланысты ВВ-10-31,5 / 3150 түріндегі вакуумды ажыратқыштарды таңдаймыз.

Ажыратқыштың негізгі параметрлері:

1.11-кесте - Ажыратқыш параметрлері

Атауы	ВВ-10-31,5/3150
Номинал кернеу, кВ	10
Номинал ток, А	3150
Қ.т. кезіндегі номинал ажырату тогы, кА	31,5
Номинал қосу тогы, кА	52
Қ.т. номинал ұзақтығы,с	4
Өшіру уақыты,мс	≤40

ҚТ-ң соқтық тоғы:

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot k_{y\partial} \cdot I_{кз}, \quad (1.23)$$

мұндағы $k_{y\partial}=1,935$ – соқтық коэффициенті;

$I_{кз}=7,021 \text{ А}$ – ТК жағындағы үшфазалы ҚТ тоғы.

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot 1,935 \cdot 7,021 = 19,15 \text{ кА.}$$

τ кезіндегі ҚТ тоғының апериодты құраушысы:

$$\tau := \tau_{с.в.} + \tau_{з.мин} = 0,04 + 0,01 = 0,05 \text{ с; } I_{п0вн} = 7,021 \text{ А; } T_a := 0,15 \text{ с;}$$

$$i_{aт.вн} = \sqrt{2} \cdot I_{п0 вн} \cdot e^{\frac{\tau}{T_a}} = \sqrt{2} \cdot 7,021 \cdot e^{\frac{0,05}{0,15}} = 7,093 \text{ кА}$$

$I_{откл.ном} > I_{п.т.вв}$, $i_{a ном} > i_{a.т.вн}$ болғандықтан, айырғыштың өшіру қабілетіне тексеру ҚТ толық тоғы бойынша жүзеге асырылатын болады. Өшірудің толық тоғы:

$$I_{п.т.вн} := I_{п.0.вн}, \quad (1.24)$$

$$I_{откл.ном} = 31,5 \text{ кА} > I_{п.т.вн} = 7,021 \text{ А,}$$

$$i_{a,ном} \geq i_{a,\tau} \quad i_{a,ном} = \frac{\sqrt{2} \cdot \beta_H \cdot I_{отк.ном}}{100} = \frac{\sqrt{2} \cdot 20\% \cdot 31.5}{100} = 8.9 \text{ кА}$$

$t_{откл}=0,1+0,08=0,18\text{с}$ $t_{тер}= 4\text{с}$ болғандықтан, жылулық тұрақтылыққа анықтау осы шарттармен орындайды:

$$T_a:=0.15 \text{ с}; \quad t_{откл}:=0.18 \text{ с}; \quad I_{п0вн}=7,021 \text{ А}; \quad I_{тер}:=31,5 \text{ кА};$$

$$B_k = I_{п.о.вн}^2 [t_{откл} + T_a] = 7.021^2 [0,18 + 0,15] = 16.26 \text{ кА}^2 \cdot \text{с},$$

$$I_{тер}^2 \cdot t_{тер} \geq B_k \quad I_{тер} = 31,5^2 \cdot 4 = 3969 \text{кА}^2 \quad \text{с} > B_k = 16,26 \text{ кА}^2 \quad \text{с}$$

1.12 - кесте - ВВ-10-31,5/3150 типті вакуумды айырғыштардың параметрлері

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{ном}, \text{кВ}$	10	$U_{уст.ном}, \text{кВ}$	10
$I_{ном}, \text{А}$	3150	$I_{раб.мах}, \text{А}$	620,15
$i_{дин}, \text{кА}$	31,5	$i_{уд}, \text{кА}$	19,15
$i_{вкл}, \text{кА}$	52	$i_{уд}, \text{кА}$	19,15
$I_{ном.отк}, \text{кА}$	31,5	$I_{пт}, I_K^{(3)}, \text{кА}$	7,021
$I_{тер}^2 * t_{тер}, \text{кА}^2$	3969	$B, \text{кА}^2 * \text{с}$	16,26
$i_{a,ном}, \text{кА}$	8,9	$i_{a,\tau}, \text{кА}$	7,093

Айырғыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

1.4.6 ТК (10 кВ) шинадағы фидерларға автомат таңдау

Шина фидерларынан ағатын ток

$$I_p = \frac{S_{mp} \cdot 0,7}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot n} = \frac{16 \cdot 10^3 \cdot 0,7}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 16} = 38.49 \text{ А.}$$

мұндағы: n - әрбір құрама шинаға келетін фидер саны.

Осы мәндерге сүйене отырып, SIEMENS шығарған ZAN5 түріндегі вакуумдық айырғыштарды таңдаймыз.

Айырғыштардың негізгі параметрлері:

1.13 - кесте - Айырғыштардың параметрлері

Атауы	ЗАН5
Номинал кернеу, кВ	12
Номинал ток, А	630
Қ.т. кезіндегі номинал ажырату тогы, кА	20
Номинал қосу тогы, кА	52
Қ.т. номинал ұзақтығы,с	3
Өшіру уақыты,мс	≤50

ҚТ-ң соқтық тоғы:

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot k_{y\partial} \cdot I_{кз}, \quad (1.25)$$

мұндағы $k_{y\partial}=1,935$ – соқтық коэффициенті;

$I_{кз}=7,021$ А – ТК жағындағы үшфазалы ҚТ тоғы.

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot 1,935 \cdot 7.021 = 19.15 \text{ кА}$$

τ кезіндегі ҚТ тоғының апериодты құраушысы:

$$\tau := \tau_{с.в.} + \tau_{з.мин} = 0,05 + 0,01 = 0.06\text{с}; \quad I_{п0вн} = 7,021 \text{ кА}; \quad T_a := 0.15\text{с};$$

$$i_{a\tau.вн} = \sqrt{2} \cdot I_{п0вн} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}} = \sqrt{2} \cdot 7.021 \cdot e^{\frac{-0.06}{0.15}} = 6.636 \text{ кА}$$

$I_{откл.ном} > I_{п.т.вв}$, $i_{a,ном} > i_{a,\tau.вн}$ болғандықтан, айырғышты өшіру қабілетіне тексеру ҚТ толық тоғы бойынша жүзеге асырылады. Өшірудің толық тоғы:

$$I_{п.т.вн} := I_{п.0.вн},$$

$$I_{откл.ном} = 20 \text{ кА} > I_{п.т.вн} = 7,021 \text{ кА}, \quad i_{a,ном} \geq i_{a,\tau}$$

$$i_{a,ном} = \frac{\sqrt{2} \cdot \beta_H \cdot I_{откл.ном}}{100} = \frac{\sqrt{2} \cdot 20\% \cdot 25}{100} = 7.07 \text{ кА}$$

$t_{откл} = 0,1 + 0,05 = 0,15\text{с}$ $t_{гер} = 3 \text{ с}$ болғандықтан, жылулық тұрақтылыққа анықтау осы шартпен орындалады:

$$T_a := 0.15 \text{ с}; \quad t_{откл} := 0.15 \text{ с}; \quad I_{п0вн} = 7,021 \text{ кА}; \quad I_{тер} := 20 \text{ кА};$$

$$B_k = I^2_{п.о.вн} [t_{откл} + T_a] = 7.021^2 [0.15 + 0.15] = 14.78 \text{ кА}^2 \cdot \text{с},$$

$$I^2_{тер} \cdot t_{тер} \geq B_k \quad (1.26)$$

$$I^2_{тер} \cdot t_{тер} = 20^2 \cdot 3 = 1200 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} > B_k = 14.78 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

1.14 - кесте - ЗАРІДТ типті элегазды айырғыштардың параметрлері

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{ном}, \text{кВ}$	10	$U_{уст.ном}, \text{кВ}$	10
$I_{ном}, \text{А}$	630	$I_{раб.мах}, \text{А}$	38,49
$i_{дин}, \text{кА}$	20	$i_{уд}, \text{кА}$	19,15
$i_{вкл}, \text{кА}$	52	$i_{уд}, \text{кА}$	19,15
$I_{ном.отк}, \text{кА}$	25	$I_{пт}, I_K^{(3)}, \text{А}$	7,021
$I_{тер}^2 \cdot t_{тер}, \text{кА}^2$	1200	$B, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	14,78
$i_{а,ном}, \text{кА}$	7,07	$i_{а,т}, \text{кА}$	6,636

Айырғыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

1.4.7 Жоғарғы кернеуге айырғышты таңдау

Айырғыштар мына шарттар бойынша таңдалады:

$$\begin{aligned}
 U_{ном} &\geq U_{ном.сети}, \\
 I_{ном} &\geq I_{ном.расч}, \\
 K_{П} \cdot I_{ном} &\geq I_{прод.расч} = I_{раб.ном}, \\
 i_{дин} &\geq i_{уд}, \\
 I^2_{тер} \cdot t_{тер} &\geq B_k \quad \text{при } t_{откл} \geq t_{тер} \quad \text{и} \quad I^2_{тер} \cdot t_{откл} \geq B_k \quad \text{при } t_{откл} \leq t_{тер},
 \end{aligned} \quad (1.27)$$

Әр кернеу деңгейіне сәйкес ажыратқыштарды таңдаңыз:

- 110кВ жоғары кернеуге РГ-110/1000УХЛ1 типті;

- 10кВ төменгі кернеуге РЛНД-1-10/1000-П-УХЛ1 типті.

Әр кернеу көзі үшін таңдалған ажыратқыштар кестеде шарттарға байланысты берілген.

1.15 - кесте - 110кВ жоғарғы кернеуге РГ-110/1000УХЛ1 типті айырғыштың параметрлері

Айырғыштытың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{\text{ном}}$, кВ	110	$U_{\text{уст.ном}}$, кВ	110
$I_{\text{ном}}$, А	1000	$I_{\text{раб.нб}}$, А	112,46
$i_{\text{дин}}$, кА	80	$i_{\text{уд}}$, кА	10,6
$I_{\text{тер}}^2 * t_{\text{тер}}$, кА ²	2976,75	B , кА ² • с	4,95

1.16 - кесте - 10кВ төменгі кернеуге РЛНД-1-10/1000-II-УХЛ1 типті айырғыштың параметрлері

Айырғыштытың параметрлері		Есептелген мәндер	
$U_{\text{ном}}$, кВ	10	$U_{\text{уст.ном}}$, кВ	10
$I_{\text{ном}}$, А	1000	$I_{\text{раб.нб}}$, А	620,15
$i_{\text{дин}}$, кА	85	$i_{\text{уд}}$, кА	19,15
$I_{\text{тер}}^2 * t_{\text{тер}}$, кА ² • с	1128	B , кА ² • с	14,78

1.17 - кесте - 10кВ шинадағы фидерларға РВЗ-10/400 ІУ2 (ХЛ2,ХЛ3)

Айырғыштытың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{\text{ном}}$, кВ	110	$U_{\text{уст.ном}}$, кВ	110
$I_{\text{ном}}$, А	1000	$I_{\text{раб.нб}}$, А	38,49
$i_{\text{дин}}$, кА	80	$i_{\text{уд}}$, кА	19,15
$I_{\text{тер}}^2 * t_{\text{тер}}$, кА ²	2976,75	B , кА ² • с	14,78

Автоматтар барлық шарттарды қанағаттандырады.

1.4.8 Асқын кернеуді шектеулерін таңдау

Қосалқы станция трансформаторын сыртқы және ішкі асқын кернеуден қорғау мақсатында ОПН орнатамыз.

Номиналдық кернеу бойынша

ЖК (110 кВ) жағы: ОПН-II-110/77 УХЛ1;

ТК (10 кВ) жағы: ОПН-II-10/56 УХЛ1.

1.4.9 Тоқ трансформаторларын таңдаймыз

Төмендегі жағдайларда ток трансформаторларын таңдаймыз.

$$\begin{aligned}U_{ном} &\geq U_{сети.ном} \\I_{ном} &\geq I_{норм.расч} \\k_n \cdot I_{ном} &\geq I_{прод.расч} = I_{раб.нб}\end{aligned}\quad (1.28)$$

$$i_{дин} \geq i_{уд} \text{ немесе } \sqrt{2} \cdot I_{1ном} \cdot k_{дин} \geq i_{уд} \quad (1.29)$$

$$I_{тер}^2 \cdot t_{откл} \geq B_k, \text{ немесе } (I_{1ном} \cdot k_{тер})^2 \cdot t_{тер} \geq B_k \quad (1.30)$$

$$Z_{2ном} \geq Z_{2расч} \quad (1.31)$$

мұндағы $K_{дин}$ и $K_{тер}$ — термиялық және динамикалық тұрақтылыққа сәйкес еселігі тоғы;

$Z_{2ном}$ — ТТ-ның екіншілік тізбегіндегі номинал кедергісі, берілген дәлділік классына сәйкес жұмыспен қамтамасыз етеді, Ом;

$Z_{2расч}$ — екіншілік тізбектің есептік кедергісі, Ом.

ТТ дәлдік класс бойынша таңдалған. Егер ТТ қуат өлшегішке орнатылса, дәлдік класы кемінде 0,5 болуы керек. Егер өлшеу құралы ғана қосылған болса, дәлдік класы 1 болса жеткілікті.

Дәлдік классымен алынған мән бойынша ТТ жұмыс істеуі үшін, екіншілік тізбектегі жүктеме номиналдық мәннен аспауы керек, яғни $I_{2ном} = 5$ А.

$$S_2 \approx I_{2ном}^2 \cdot Z_2 \approx 25 \cdot Z_2 \leq S_{2ном} \quad (1.32)$$

ТТ есептемелік жүктемесі $Z_{2расч}$ түйіспелер мен сымдардағы қуат шығынынан, өлшеуіш құралдардың жүктемелерінен құралады трансформатордың екіншілік тізбегіне тізбектей қосылған құрал орамдарының қосынды кедергісі $Z_{\Sigma приб}$, фаза бойынша таралуы және қосылу сулбасына сәйкес өлшенеді. Өлшеуіш құралдардың үшсызықты қосылу сулбасын жию уақытында құралдың жалғану сулбасын есепке алу керек.

Екіншілік тізбек сымның кедергісі жолға қойылған сымның $L_{тр}$ ұзындығынан, қимасынан және ТТ-ң қосылу сулбасына тәуелді

№31 Қосалқы станциясының екіншілік тізбегінде мыс кабель қолданылады ($\rho = 0,0175$ Ом-мм²/м).

1 Сымның қимасын өлшеу дәлдік талаптарына сәйкес таңдаймыз.

ТТ-ның дәлдік классының жұмысын қамтамасыз ету үшін рұқсат етілген жүктеме шартына қарап сымның кедергісі мынадай болады:

$$Z_{пров} \leq Z_{2ном} - Z_{\Sigma приб} - Z_{конт} \quad (1.33)$$

мұндағы $Z_{конт}$ – түйіспелер кедергісі.

$Z_{пров} \approx r_{пров}$. теңсіздігін тексерсек, онда сымның рұқсат етілген қимасы төмендегі өрнектен кем болмау керек, мм²,

$$S = \frac{p \cdot L_{расч}}{r_{пров}} \quad (1.34)$$

мұндағы p – сымның материалының меншікті кедергісі;

$L_{расч}$ - ТТ –ның қосылу сұлбесінен тәуелді сымның есептік ұзындығы.

№31 Қосалқы санциясының 110 кВ желісінің өлшеуіш құралдарына ТТ таңдау

1.18 - кесте - ТТ-ның жүктелуі

Құрал	ҚҰРАЛ ТҮРІ	Ток өлшегіш құралдардағы жүктеме, В*А, фаза бойынша		
		А	В	С
Амперметр	Э-379	0,5	0,5	0,5
Ваттметр	Д-350	0,5	–	0,5
Варметр	Д-345	0,5	-	0,5
Барлығы		1,5	0,5	1,5

$$S_{приб} = 1,5 \text{ В} \cdot \text{А} \quad I_2 = 5 \text{ А}$$

$$R_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2} = \frac{1,5}{5^2} = 0,06 \text{ Ом}$$

5Р;10Р класс дәлдігінде номиналды екіншілік жүктемесі:

$$R_{2НОМ} = \frac{S_{2НОМ.Т.Т.}}{I_2^2} = \frac{30}{5^2} = 1,2 \text{ Ом}$$

Түйіспелердің кедергісін 0,1 Ом деп қабылдап, онда сымның кедергісі:

$$R_{пров} = R_{2НОМ} - R_{приб} - R_{конт} = 1,2 - 0,06 - 0,1 = 1,04 \text{ Ом}$$

ТТ-мен өлшегіш құралдарды қосатын кабельдің ұзындығын $L_{расч} = 75 м$ деп аламыз:

$$S_{ПРОВ.} = \frac{p \cdot L_{расч}}{R_{пров}} = \frac{0,0175 \cdot 75}{1,04} = 1,262 мм^2$$

2,5 мм² қимасымен ККВГ маркалы бақылау кабелін таңдаймыз.

$$R_{ПРОВ.} = \frac{p \cdot L_{расч}}{S_{пров}} = \frac{0,0175 \cdot 75}{2,5} = 0,525 Ом$$

$$U_{ном} = 110 кВ = U_{сети.ном} = 110 кВ$$

$$I_{ном} = 400 А > I_{прод.расч.} = 112,46 А$$

$$i_{дин} = 62 кА > i_{уд} = 10,6 кА$$

$$I_{тер}^2 \cdot t_{откл.} = 588 кА^2 \cdot с > B_k = 4,95 кА^2 \cdot с$$

$$Z_{2НОМ} = 1,2 Ом \geq Z_{2РАСЧ} = 0,685 Ом$$

$$Z_{РАСЧ} = Z_{ПРОВ.} + Z_{\Sigma приб} + Z_{конт} = 0,06 + 0,525 + 0,1 = 0,685 Ом$$

ТФЗМ-110-У1 типті ТТ-ы алынады. 110 кВ трансформаторларының өлшеуіш құралдарына ТТ таңдау.

1.19 - кесте - ТТ-ның жүктелуі

Құрал	ҚҰРАЛ ТҮРІ	Тоқ өлшегіш құралдардағы жүктеме, В*А, фаза бойынша		
		А	В	С
Амперметр	Э-379	0,5	0,5	0,5
Барлығы		0,5	0,5	0,5

$$S_{приб} = 0,5 В \cdot А \quad I_2 := 5 А$$

$$R_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2} = \frac{0,5}{5^2} = 0,02 Ом$$

5Р;10Р класс дәлдігінде номиналды екіншілік жүктемесі:

$$R_{2НОМ} = \frac{S_{2НОМ.Т.Т.}}{I_2^2} = \frac{30}{5^2} = 1,2 Ом$$

Түйіспелердің кедергісін 0,1 Ом деп қабылдап, онда сымның кедергісі:

$$R_{\text{пров}} = R_{2\text{НОМ}} - R_{\text{приб}} - R_{\text{конт}} = 1.2 - 0.02 - 0.1 = 1.08 \text{ Ом}$$

ТТ-мен өлшегіш құралдарды қосатын кабельдің ұзындығын $L_{\text{расч}} = 75 \text{ м}$ деп аламыз:

$$S_{\text{ПРОВ.}} = \frac{P \cdot L_{\text{расч}}}{R_{\text{пров}}} = \frac{0,0175 \cdot 75}{1.08} = 1,215 \text{ мм}^2$$

2,5 мм² қимасымен ККВГ маркалы бақылау кабелін таңдаймыз.

$$R_{\text{ПРОВ.}} = \frac{P \cdot L_{\text{расч}}}{S_{\text{пров}}} = \frac{0,0175 \cdot 75}{2.5} = 0.525 \text{ Ом}$$

$$Z_{\text{РАСЧ}} = Z_{\text{ПРОВ.}} + Z_{\Sigma \text{приб}} + Z_{\text{конт}} = 0,02 + 0,525 + 0,1 = 0,11 \text{ Ом}$$

$$U_{\text{ном}} = 110 \text{ кВ} = U_{\text{сети.ном}} = 110 \text{ кВ}$$

$$I_{\text{ном}} = 200 \text{ А} > I_{\text{прод.расч.}} = 112.46 \text{ А}$$

$$i_{\text{ДИН}} = 62 \text{ кА} > i_{\text{уд}} = 10.6 \text{ кА}$$

$$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{откл.}} = 588 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} > B_{\text{к}} = 4.95 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

$$Z_{2\text{НОМ}} = 1.2 \text{ Ом} \geq Z_{2\text{РАСЧ}} = 0.11 \text{ Ом}$$

ТФЗМ-110-У1 типті ТТ-ы алынады.

1.4.10 Кернеу трансформаторын таңдау

$$\begin{aligned} U_{1\text{ном}} &\geq U_{\text{сети.ном}} \\ S_{2\text{ном}} &\geq S_{2\text{расч}} \end{aligned} \quad (1.35)$$

мұндағы $S_{2\text{НОМ}}$ – берілген дәлдік классының жұмысына сәйкес және КТ-ң екінші тізбегінде пайдаланылатын номинал толық қуат;

$S_{2\text{расч}}$ – екіншілік тізбегінде пайдаланылатын есептік толық қуат.

ҚТ схемасындағы сымның көлденең қимасы механикалық беріктік пен рұқсат етілген кернеумен анықталады. Мыс сымның көлденең қимасы механикалық беріктігімен 2,5 мм-ден аспауы керек.

ҚТ түрін тағайындау арқылы таңдайды. Егер аналогтар ҚТ-мен жұмыс істесе, екі бір фазалы НАМИ ҚТ сериясын қолданған жөн. Бірфазалы үшфазалы СТ-мен салыстырғанда екі бір фазалы айнымалы токтар күшті және олардың рейтингі салыстырмалы түрде төмен. НКФ сериялы ҚТ каскадты кернеуі 110 кВ және одан жоғары. Есептегіш ретінде Alpha A1R-4-AL-C8-T санауыштары пайдаланылды.

№31 Қосалқы станциясының 10кВ-қы құрама шиналарындағы фидерлардың өлшеуіш құралдарына ҚТ таңдау.

1.20 - кесте - ҚТ-ның жүктелуі

Құрал	Құрал түрі	S, В А	Орам а саны	cos φ	sin φ	Құрал саны	Жалпы тұтынатын қуат	
							P,Вт	Q,Вар
Вольтметр	Э-335	2	2	1	0	1	2	-
Ватметр	Д-350	2	2	1	0	1	4	-
Варметр	Д-345	2	2	1	0	1	4	-
Санауыш	A1R-4-AL-C8-T	3.6	2	0.56	0.82	8	16	2.952
Жілік өлшегіш		3	1	1	0	2	6	-
Барлығы тұтынатын қуат							32	2.952
							$S_{2\Sigma\text{ПРИС.}}=32,136 \text{ ВА}$	

$$U_{1\text{ном}} = 10\text{кВ} = U_{\text{сети.ном}} = 10\text{кВ}$$

$$S_{2\text{ном}} = 75\text{ВА} > S_{2\text{расч}} = 32.136\text{ВА}$$

НАМИ-10-66-У3типті кернеу трансформаторын таңдаймыз. 0,5 класс дәлдігінде номиналды екіншілік жүктемесі 75 В-А құрайды, ол есептік жүктемеден жоғары.

№31 Қосалқы станцияның 110 кВ желісінің өлшеуіш құралдарына ҚТ таңдау

1.21 - кесте - КТ-ның жүктелуі

Құрал	ҚҰРАЛ ТҮРІ	S, В А	Орам а саны	cos φ	sin φ	Құра л саны	Жалпы тұтынатын қуат	
							P,Вт	Q,Вар
Вольтметр	Э-335	2	2	1	0	1	2	-
Ватметр	Д-350	2	2	1	0	1	4	-
Варметр	Д-345	2	2	1	0	1	4	-
Санауыш	A1R-4-AL-C8-T	3.6	2	0.56	0.82	1	2	2.952
Барлығы тұтынатын қуат							12	2.952
							$S_{2\Sigma\text{ПРИС.}} = 12,358 \text{ ВА}$	

$$U_{1\text{ном}} = 110\text{кВ} = U_{\text{сети.ном}} = 110\text{кВ}$$

$$S_{2\text{ном}} = 400\text{ВА} > S_{2\text{расч}} = 12.358\text{ВА}$$

НАМИ-110-58 типті кернеу трансформаторын таңдаймыз. 0,5 класс дәлдігінде номиналды екіншілік жүктемесі 400 В-А құрайды, ол есептік жүктемеден асады.

2 Қосалқы станциядағы трансформатордың релелік қорғанысы

2.1 Трансформатордың дифференциалды қорғанысы

Екі орамды тарамдалған Y/Δ-топты төмендеткіш трансформаторларында дифференциалды қорғанысты екі релелі етіп орындайды, себебі Δ-жағындағы екі фазалы ҚТ-ға қорғаныстың сезімталдығы, үш релелі сұлбалардағы сияқты.

РПН-ды трансформатордың дифференциалды қорғанысы сыртқы ҚТ-ың максималды тоқтары кезінде селективті әрекетті және қорғаныс аумағындағы ҚТ және минималды ҚТ тоқтары кезінде ПУЭ бойынша қажетті сезімталдық коэффициентін қамтамасыз етуі керек.

Сенімділікті көтеру үшін бұл қорғаныстар магниттелу тоқтарының жоғарылату уақытында трансформаторының жұмыс тоғынан келтірілуі қажет.

Жоғары қуатты трансформаторлар үшін жартылай өткізгішті сезімталды ДЗТ-типті дифференциалды қорғанысты пайдаланған дұрыс.

РНТ және ДЗТ типті релелі дифференциалды қорғаныстың сезімталдығын көтеру үшін, яғни РПН-ді трансформатордың қорғанысындағы балансируфкаланбаған тоқтарды түсіру үшін, НТТ орамдарын есептеу орташа емес, оптималды кернеу бойынша жасалады.

$$S_{н.тр}=16 \text{ МВА}; \quad U_{к.макс}=11,71 \% ; \quad U_{к.мин}=9,8 \% ;$$

$$P_x=18 \text{ кВт}; \quad P_k=85 \text{ кВт};$$

Дифференциалды қорғаныстың екі релелі сұлбасын қабылдадым. Номиналды біріншілік тоқтарды есептедім:

$$I_{110,ном} = \frac{S_{н.тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 83.98 \text{ А}; \quad (2.1)$$

$$I_{10,ном} = \frac{S_{н.тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 923.78 \text{ А}; \quad (2.2)$$

Трансформатор орамдарының қосылу сұлбасы – Y/Δ, екіншілік тоқтарын фаза бойынша тегістеу үшін тоқ трансформаторының жоғарғы кернеу жағынан қосылу сұлбасын - Δ, ал төменгі кернеу жағынан - Y деп қабылдаймыз, осыған орай:

$$n_{m110,расч} = \frac{I_{110,ном} \cdot k_{сх110}}{5} = \frac{83.98 \cdot \sqrt{3}}{5} = \frac{145.45}{5}; \quad (2.3)$$

$$n_{m10.pasc} = \frac{I_{10.ном} \cdot k_{сх10}}{5} = \frac{923.78 \cdot 1}{5} = \frac{923.78}{5}; \quad (2.4)$$

мұндағы $K_{сх}$ – схема коэффициенті, ЖК үшін $\sqrt{3}$, ал ТК үшін 1-ге тең.

Қорғаныстың сенімділігін көтеру мақсатында ТТ-ың қателігін төмендету үшін n_T -дан жоғары етіп таңдаймыз, осылайша ҚТ тоқтарының қатынасын түсіреміз және трансформатордың рұқсат етілетін асқын жүктемесін шектемейміз. МЕМСТ 7746-95 бойынша ТТ-ы номиналдыдан жоғары үлкен тоқтардың ағуын рұқсат бермейді.

Келесідей қабылдаймыз: $n_{T.110}=200/5$; $n_{T.10}=1000/5$;

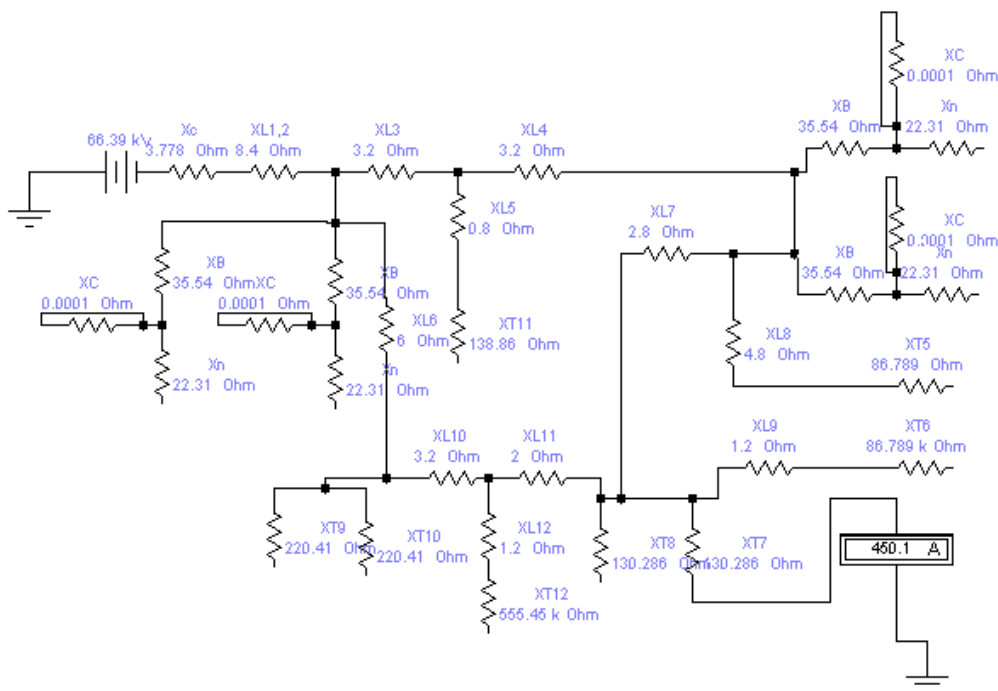
Кәдімгі режимде дифференциалды қорғаныстың теңгермеген токін анықтау үшін сыртқы трансформатор арқылы өтетін максималды токты анықтау қажет. Ағымдағы жүйе ең көп дегенде жүйе болып табылады. Қорғаудың сезгіштік коэффициентін анықтаған кезде 10 кВ-дағы ең аз кернеуді есептеу қажет. Ағымдағы ток - жүйе ең аз режимде болған кезде.

Трансформатордың көрсетілген кедергілері 110кВ кернеуіне сәйкес келтірілген.

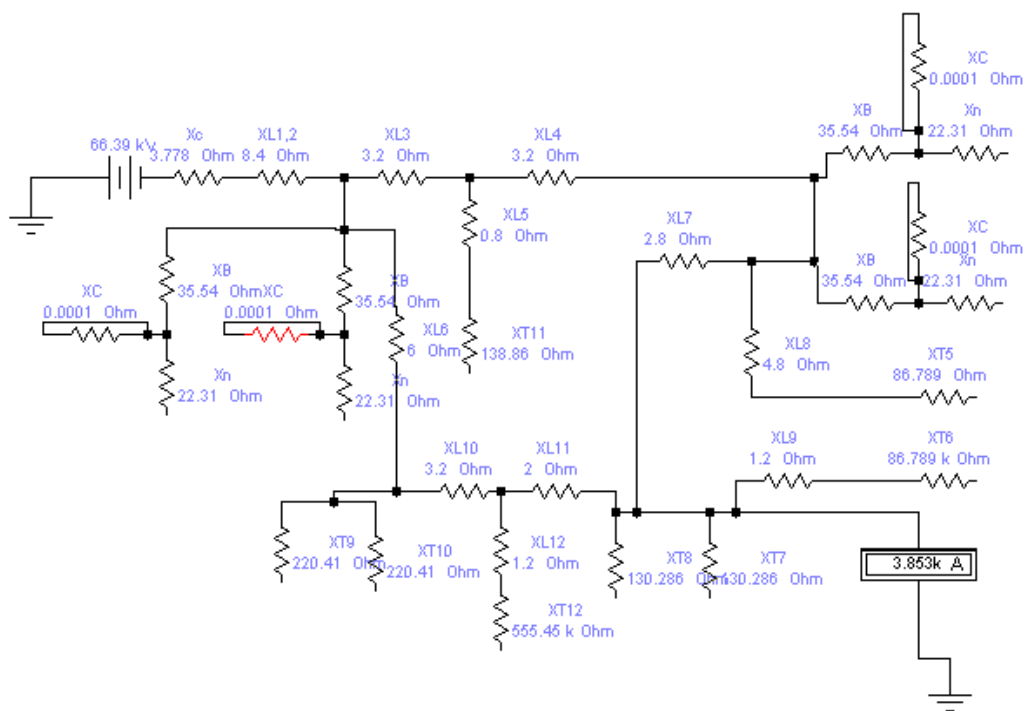
$$\alpha = 1 \pm \Delta U_{pez} = 1 \pm 0,16; \quad \alpha_{макс} = 1 + 0,16 = 1,16; \quad \alpha_{мин} = 1 - 0,16 = 0,84;$$

мұндағы ΔU_{pez} – РПН құрылғысы орнатылған уақтандағы кернеудің миналдыдан максималды көтерілуі.

Жүйе максималды мәнде болғандағы орынбасу сұлбалары

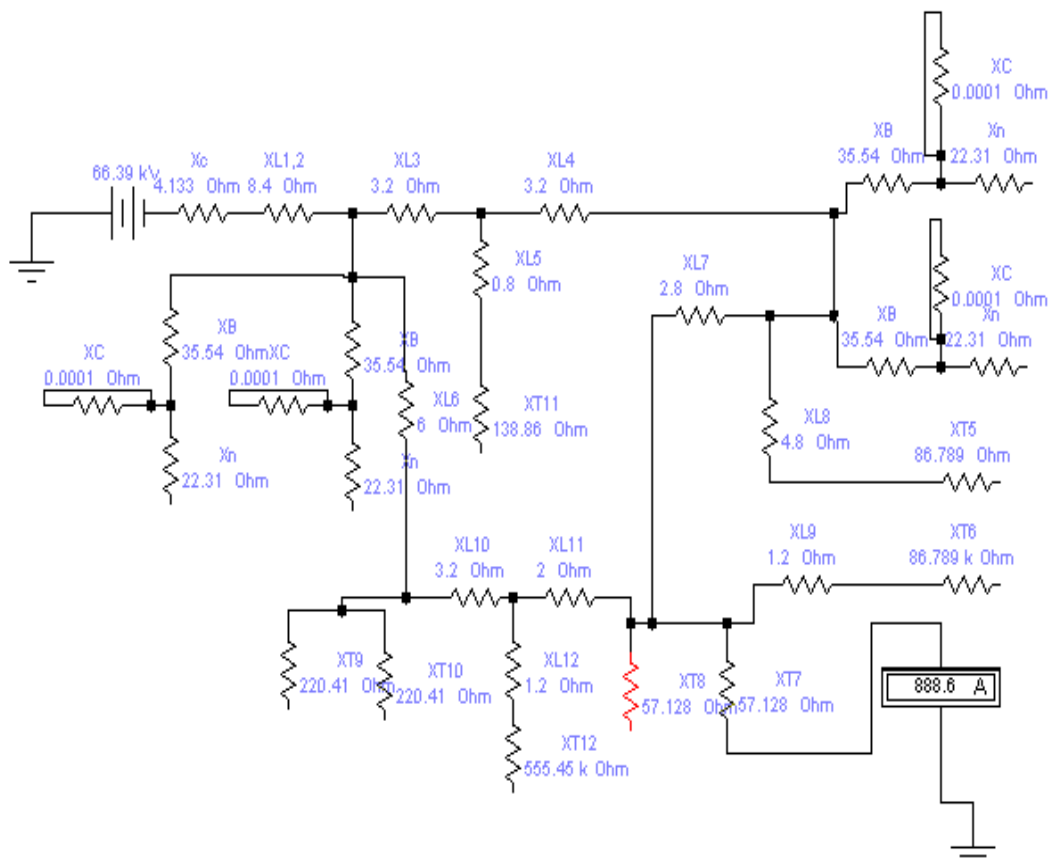


2.1 - сурет. 1-ші нүкте 10 кВ жақтағы максималды ҚТ тоғы

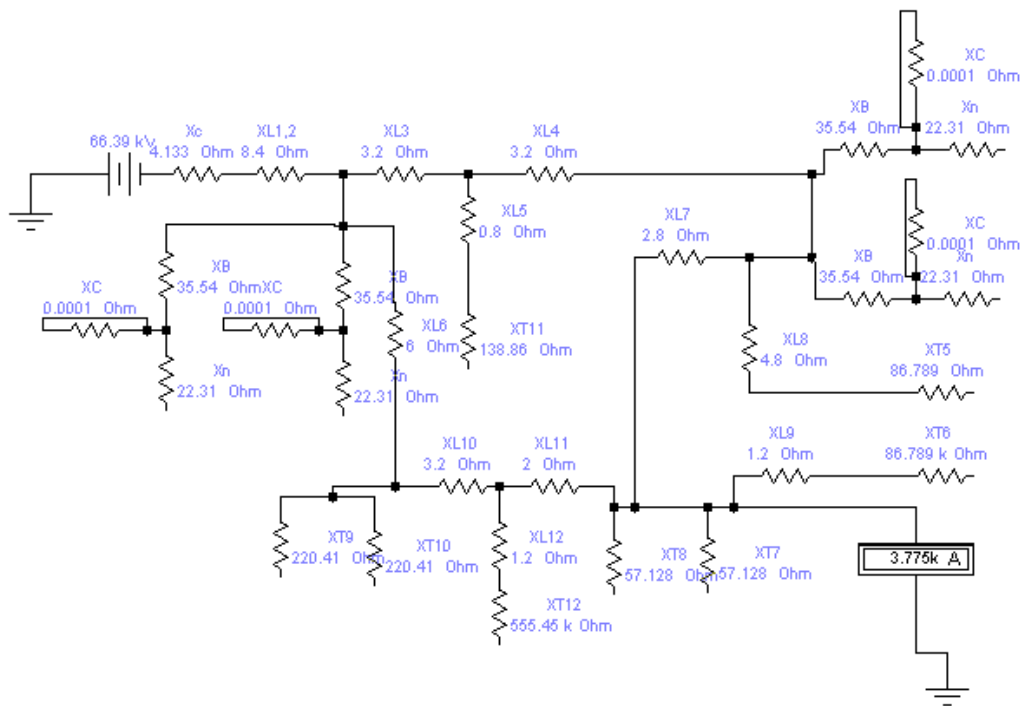


2.2 - сурет. 110 кВ жақтағы максималды ҚТ тоғы

Жүйе минималды мәнде орынбасу сұлбалары



2.3 - сурет. 10 кВ жақтағы минималды ҚТ тоғы



2.4 - сурет. 110 кВ жақтағы минималды ҚТ тоғы

ҚТ тоқтары: 110 кВ-жағында $I_{кз.макс}=3.853$ кА;

$$I_{кз.мин}=3.775 \text{ кА};$$

10 кВ-жағында $I_{кз.макс}=450.1 \cdot 110/10=4.95$ кА;

$$I_{кз.мин}=888.6 \cdot 110/10=9.77 \text{ кА};$$

Егер де оның сезімділігі коэффициенті екіден төмен болса, онда тежелуі бар ДЗТ сериялы релесі бар дифференциалды қорғанысты қолданамыз.

Номиналды екіншілік тоқтар:

$$i_{ном}^B = \frac{I_{110 \text{ ном}} \cdot K_{сх}}{n_{n \ 110}} \quad (2.5)$$

$$i_{ном}^B = \frac{83.98 \cdot \sqrt{3}}{40} = 3.63$$

$$i_{ном}^H = \frac{I_{10 \text{ ном}} \cdot K_{сх}}{n_{n \ 10}} \quad (2.6)$$

$$i_{ном}^H = \frac{923.78 \cdot 1}{200} = 4.618$$

Қосалқы тізбектің негізгі жиегін таңдаймыз: номиналды ток соғұрлым көп, негізгі бөліктің кернеуі $4,618 > 3.63$ төмен.

Бірінші шарт – магниттелу тоғының лақтырысынан құрылым

$$I_{C3} = K_H \cdot I_{ном}^{осн}; \quad (2.7)$$

$$I_{C3} = 1,5 \cdot 923.78 = 1385.67 \text{ A}.$$

мұндағы $K_H = 1,5$ – сенімділік коэффициенті;

$I_{ном}^{осн}$ – негізгі жағының біріншілік номиналды тоғы.

Екінші шарт – теңсіздік тоғынан құрылым

$$I_{C3} = K_H \cdot I_{НБ}. \quad (2.8)$$

мұндағы $K_H = 1,3$ – сенімділік коэффициенті;

$I_{НБ}$ – теңсіздік тоғы.

$I'_{НБ}$ – ток трансформаторының қателігі бойынша теңсіздік тоғының құраушысы;

$I''_{НБ}$ – РПН жұмысы бойынша теңсіздік тоғының құраушысы.

$$I'_{НБ} = \varepsilon \cdot K_A \cdot K_{ОДН} \cdot I_{КЗ\ max}^{осн}; \quad (2.10)$$

$$I'_{НБ} = 0,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 4.95 = 0,495 \text{ кА}.$$

мұндағы $\varepsilon = 0,1$ – ток трансформаторының қателігі,

$K_A = 1$ – апериодикалық құраушысының коэффициенті,

$K_{ОДН} = 1$ – ток трансформаторының біртектілік коэффициенті.

$I_{КЗ\ max}^{осн} = I_{КЗ}^{10}$ – негізгі жағына келтірілген қ.т. тоғы.

$$I''_{НБ} = \Delta U_{РПН} \cdot I_{КЗ\ max}^{осн}. \quad (2.11)$$

мұндағы $\Delta U_{РПН} = 0,16$ – РПН-ді реттеудегі жарты диапазон.

$$I''_{НБ} = 0,16 \cdot 4.95 = 0.792 \text{ кА};$$

$$I_{НБ} = I'_{НБ} + I''_{НБ} = 0,495 + 0,792 = 1,287 \text{ кА}; \quad (2.12)$$

$$I_{C3} = K_H \cdot I_{НБ} = 1,3 \cdot 1,287 = 1673.1 \text{ A}.$$

Екі шарт бойынша үлкен тоқты таңдаймыз: $1673.1A < 1385.67 A$;

$$I_{C3} = 1673.1 A.$$

Сезімталдығын алдын ала тексеру

Сезімталдық коэффициенті

$$K_{\eta} = \frac{i_{p.\min}}{i_{c.p.}}. \quad (2.13)$$

мұндағы $i_{p.\min}$ – трансформатордың арғы жағында, минималды режиміндегі екі фазалы к.т. кезіндегі реле тоғы,
 $i_{c.p.}$ – реленің іске қосылу тоғы.

$$i_{p.\min} = \frac{0,87 \cdot I_{K3 \min}^{осн} \cdot K_{CX}^{осн}}{n_m^{осн}}. \quad (2.14)$$

мұндағы $I_{K3 \min}^{осн}$ – ең төменгі база бойынша көрсетіледі.

$$i_{p.\min} = \frac{0,87 \cdot 9770 \cdot 1}{200} = 42.49 A;$$

$$I_{c.p.} = \frac{I_{C3} \cdot K_{CX}^{осн}}{n_m^{осн}}; \quad (2.15)$$

$$I_{c.p.} = \frac{1673.1 \cdot 1}{200} = 8.36 A;$$

$$K_{\eta} = \frac{i_{p.\min}}{i_{c.p.}} = \frac{42.49}{8.36} = 5.08.$$

$$K_{\eta} = 5.08 > 2.$$

ПУЭ-ға сәйкес сезімталдық коэффициенті 2-ден аз болмауы қажет. Қажет етілетін сезімталдылықты 1,5-ке дейін төмендету рұқсат беріледі, егер ол қорғаныстың өте қиындауымен және трансформатор қуатының 80 МВА-ден кіші болуымен байланысты болса.

ДЗТ-11 ресінің қолданысымен дифференциалды қорғаныстың есптелуі. Қорғаныстың іске қосылу тоғы трансформатордың магниттелу тоғының лақтырысынан құрылым шарты жайлы алынады.

$$I_{C3} = K_H \cdot I_{ном}^{осн}; \quad (2.16)$$

$$I_{C3} = 1,5 \cdot 923,78 = 1385,67 \text{ A.}$$

Реленің іске қосылу тоғы

$$I_{c.p.} = \frac{I_{C3} \cdot K_{CX}^{осн}}{n_m^{осн}} = \frac{1385,67 \cdot 1}{200} = 6,82 \text{ A}$$

Қорғаныстың негізгі жағына қосылған ораманың орам санының есептелінген мәні

$$W_{осн.расч} = \frac{F_{cp}}{i_{cp}} = \frac{100}{6,82} = 14,66 \text{ орам.}$$

Қорғаудың негізгі бөлігіне бекітілген қаптаманың қабылданған мәні

$$W_{осн.} = 14 \text{ орам.}$$

Қорғаныстың негізгі емес жағына жалғанған ораманың орам санының есептелінген мәні

$$W_{неосн.расч} = W_{осн} \cdot \frac{i_{ном}^{осн}}{i_{ном}^{неосн}} = 14 \cdot \frac{4,618}{3,63} = 17,81 \text{ орам.}$$

Қорғаныстың негізгі жағына жалғанған ораманың орам санының қабылданған мәні

$$W_{неосн.} = 17 \text{ орам.}$$

Реле орама орам сандарының есептелінген және қабылданған сандарының айырмасы бойынша теңсіздік тоғының құраушысы

$$I_{нб.расч}^{III} = \frac{W_{неосн.расч} - W_{неосн.}}{W_{неосн.расч}} \cdot I_{КЗ\ max}^{осн}; \quad (2.17)$$

$$I_{нб.расч}^{III} = \frac{17,81 - 17}{17,81} \cdot 4950 = 225,12 \text{ A.}$$

Теңсіздік тоғының толық мәні

$$I_{\text{НБ}} = I'_{\text{НБ}} + I''_{\text{НБ}} + I'''_{\text{НБ}} = 495 + 792 + 225.12 = 1512.12 \text{ А.}$$

Тежеу орамасының орам саны

$$W_T = \frac{K_H \cdot I_{\text{НБ}}^{\text{морм}} \cdot W^{\text{морм}}}{I_{\text{КЗ морм}}^{\text{морм}} \cdot \text{tg}\alpha}; \quad (2.18)$$

мұнда $K_H = 1,5$ – сенімділік коэффициенті,
 $\text{tg}\alpha = 0,75$ – ДЗТ-11 релеснің тежеу сипаттама қисығының бұрыш тангенсі,

$I_{\text{НБ}}^{\text{морм}}$ және $I_{\text{КЗ max}}^{\text{морм}}$ – Қорғаныстың тежеу орамы жалғанатын жағына келтірілген теңсіздік және қ.т. тоқтары,

$W^{\text{морм}}$ – қорғаныстың тежеу орамасы жалғанған жұмыс орамасының орам саны.

Қорғалатын трансформатор екі орамды және жақты қоректенген болғандықтан тежеу орамасы ТК иініне жалғанады, яғни тоқ төменгі кернеу жағынан ағады, бұдан шығатыны:

$$I_{\text{НБ}}^{\text{морм}} = I_{\text{НБ}}^{\text{НН}} - \text{бұл төменгі кернеуге келтірілген теңсіздік тоғы,}$$

егер негізгі жағы ЖК болса, онда

$$I_{\text{НБ}}^{\text{морм}} = I_{\text{НБ}} \cdot \frac{U_{\text{ВН}}}{U_{\text{НН}}}; \quad (2.19)$$

егер негізгі жағы ТК болса, онда

$$I_{\text{НБ}}^{\text{морм}} = I_{\text{НБ}}; \quad (2.20)$$

мұндағы $I_{\text{НБ}}$ – жоғарыда есептелінген теңсіздік тоғы;

$$I_{\text{КЗ max}}^{\text{морм}} = I_{\text{КЗ max}}^{10 \text{ кВ}} - \text{бұл төменгі кернеуге келтірілген қ.т. тоғы;} \quad (2.21)$$

$W^{\text{морм}} = W^{\text{НН}}$ – бұл реленің төменгі кернеу иініне қосылған жұмыс орамы, егер негізгі жағы ЖК болса, онда

$$W^{\text{морм}} = W^{\text{НН}} = W_{\text{неосн. расч}} - \text{орамның есептелінген мәні,} \quad (2.22)$$

егер негізгі жағы ТК болса, онда

$$W^{торм} = W^{HH} = W_{неосн.} \text{ орамның қбылданған мәні} \quad (2.23)$$

Бұл есепте келесідей болады

$$I_{НБ}^{торм} = I_{НБ} = 1512.12 \text{ A};$$

$$I_{КЗ\ max}^{торм} = I_{КЗ\ max}^{10\ кВ} = 4950 \text{ A};$$

$$W^{торм} = W^{HH} = W_{неосн.} = 17 \text{ орам};$$

$$W_T = \frac{K_H \cdot I_{НБ}^{торм} \cdot W^{торм}}{I_{КЗ\ торм}^{торм} \cdot tg\alpha} = \frac{1,5 \cdot 1512.12 \cdot 17}{4950 \cdot 0,75} = 10,38 \text{ орам.}$$

Алынған мәнін жақын мәніне дейін жуықтаймыз

$$W_T = 10 \text{ орам.}$$

Қорғаныстың сезімталдылығын тексеру. Сезімталдық коэффициенті

$$K_{\eta} = \frac{i_{p.\min}}{i_{c.p.}} \quad (2.24)$$

мұндағы $i_{p.\min}$ – трансформатордың арғы жағында, минималды режиміндегі екі фазалы к.т. кезіндегі реле тоғы,
 $i_{c.p.}$ – реленің іске қосылу тоғы.

$$i_{p.\min} = \frac{0,87 \cdot I_{КЗ\ \min}^{осн} \cdot K_{CX}^{осн}}{n_m^{осн}} \quad (2.25)$$

мұндағы $I_{КЗ\ \min}^{осн}$ – негізгі жағына келтірілген минималды қ.т. тоғы.

$$i_{p.\min} = \frac{0,87 \cdot 9770 \cdot 1}{200} = 42.49 \text{ A};$$

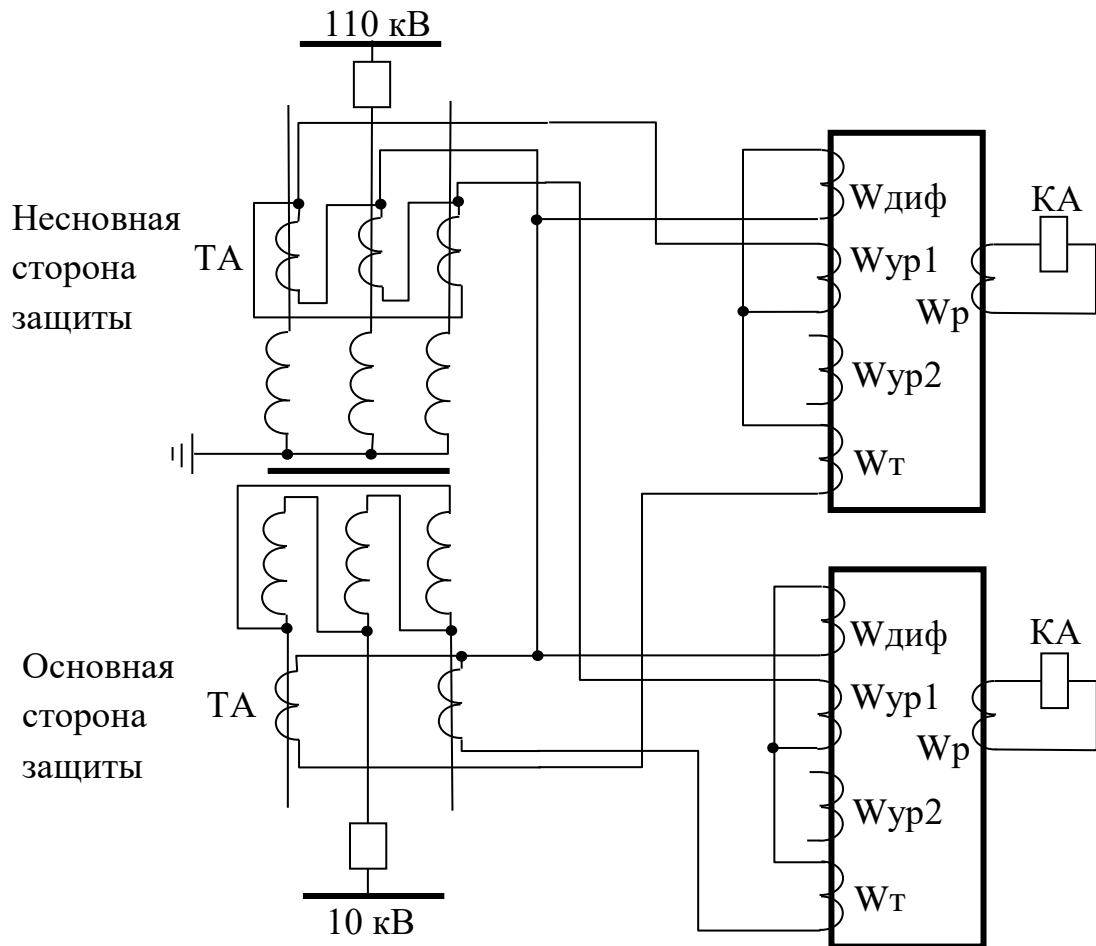
$$I_{c.p.} = \frac{F_{c.p.}}{W_{осн.}}; \quad (2.26)$$

$$I_{c.p.} = \frac{100}{14} = 7.14 \text{ A};$$

$$K_{\text{ч}} = \frac{i_{\text{p.min}}}{i_{\text{с.р.}}} = \frac{42.49}{7.14} = 5.95.$$

$$K_{\text{ч}} = 5,95 > 2.$$

Сезімталдығы қанағатанарлықтай. ДЗТ-11 релесінің жалғану сұлбасы А қосымшасында көрсетілген.



2.5 - сурет. ДЗТ-11 релесінің қосылу сұлбасы; негізгі жағы – ТК; тежеу орамы ТК жағына жалғанған

2.2 Максималды тоқ қорғанысы (МТҚ)

МТҚ іске қосылу тоғы асқын жүктемеден (іске қосылмау) келтірілген шарт бойынша таңдалынады .

$$I_{110ном} = \frac{S_{\text{т.ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{110ном}} = \frac{16000}{(\sqrt{3} \cdot 110)} = 83.98 \text{ A};$$

ТТ-ың бұрыштық ығысуын өтемдеу үшін 110 кВ жағын үшбұрышқа қосамыз, ал 10 кВ жағын-толық емес жұлдызшаға қосамыз, сонда:

$$n_{m110расч} = I_{110ном} \cdot \kappa_{сх110}^{(3)} / 5 = 83.98 \cdot 1 / 5 = 83.98 / 5; \quad (2.27)$$

Келесідей қабылданады:

$$n_{m110расч} = 100 / 5;$$

$$I_{раб.макс} = \frac{S_{нагр}}{\sqrt{3} \cdot U_{110ном}} = \frac{16000}{(\sqrt{3} \cdot 110)} = 83.98 A; \quad (2.28)$$

$$I_{сз} = \frac{k_{отс} \cdot k_{с.з}}{k_{воз}} \cdot I_{раб.макс} = \frac{1,25 \cdot 2,5}{0,85} \cdot 83.98 = 308.75 A; \quad (2.29)$$

мұндағы $K_{с.з} = 2,5$ – толық жүктеменің өзіндік іске қосылу коэффициенті;

$K_{воз} = 0,85$ – реленің қайту коэффициенті.

Уақыт ұстанымы: $\Delta t = 0,7 сек;$ $t = \Delta t + 1,5 = 0,7 + 1,5 = 2,2 сек;$

2.3 Ток үзіндісі

Қорғаныстың іске қосылу тоғы таңдалынады:

а) Трансформатордан кейінгі ҚТ-дың максималды тоғынан келтіріледі:

$$I_{сз} = K_{отс} \cdot I_{КЗ.мах}^{(3)}; \quad (2.30)$$

мұндағы $K_{отс} = 1,25$ – келтіру коэффициенті.

$$I_{сз} = 1,25 \cdot 4,95 = 6.18 кА. \quad (2.31)$$

б) Трансформаторды кернеуге қосқан кезде пайда болатын магниттелу тоғының секіруінен келтіріледі:

$$I_{сз} = K_{отс} \cdot I_{ном.тр}; \quad (2.32)$$

мұндағы $K_{отс} = 4$ – келтіру коэффициенті;

$$I_{ном.тр.} = \frac{S_{т.ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{HH}} = \frac{16000}{(\sqrt{3} \cdot 10)} = 923.78 \text{ A}; \quad (2.33)$$

$$I_{сз} = 4 \cdot 923.78 = 3,695 \text{ кА}$$

$I_{сз} = 3,695 \text{ кА}$ деп қабылданады.

$$n_{10трасч} = 1000/5;$$

$$I_{ср} = I_{сз} \cdot K_{сх} / n_m^{осн.} = 3695 \cdot 1/200 = 18.47 \text{ A}; \quad (2.34)$$

2.4 16 МВА 110/10 кВ трансформаторының асқын жүктемеден қорғанысы

ГОСТ-бойынша екі орамды трансформаторының ТК орамының қуаты ЖК орамының номиналды қуатының 1000%-тең, яғни трансформатордың номиналды қуатының. Екі орамды трансформатордың асқын жүктемеден қорғанысы үшін бұл қорғанысты олардың әрқайсысында орнатқан жеткілікті.

Біріншілік іске қосылу тоғы:

$$I_{с.з.НН} = \frac{k_n \cdot 1 \cdot I_{т.ном}}{k_e \cdot \sqrt{3} \cdot U_{HH}} = \frac{1,05 \cdot 1 \cdot 16000}{0,85 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 1087.37 \text{ A}; \quad (2.35)$$

$$n_{10трасч} = 1000/5;$$

$$I_{ср} = I_{сз} \cdot K_{сх} / n_{Тосн} = 1087.37 \cdot 1 / (1000/5) = 5.436 \text{ A};$$

Уақыт ұстанымы: $t_{ср} = 6 \text{ сек};$

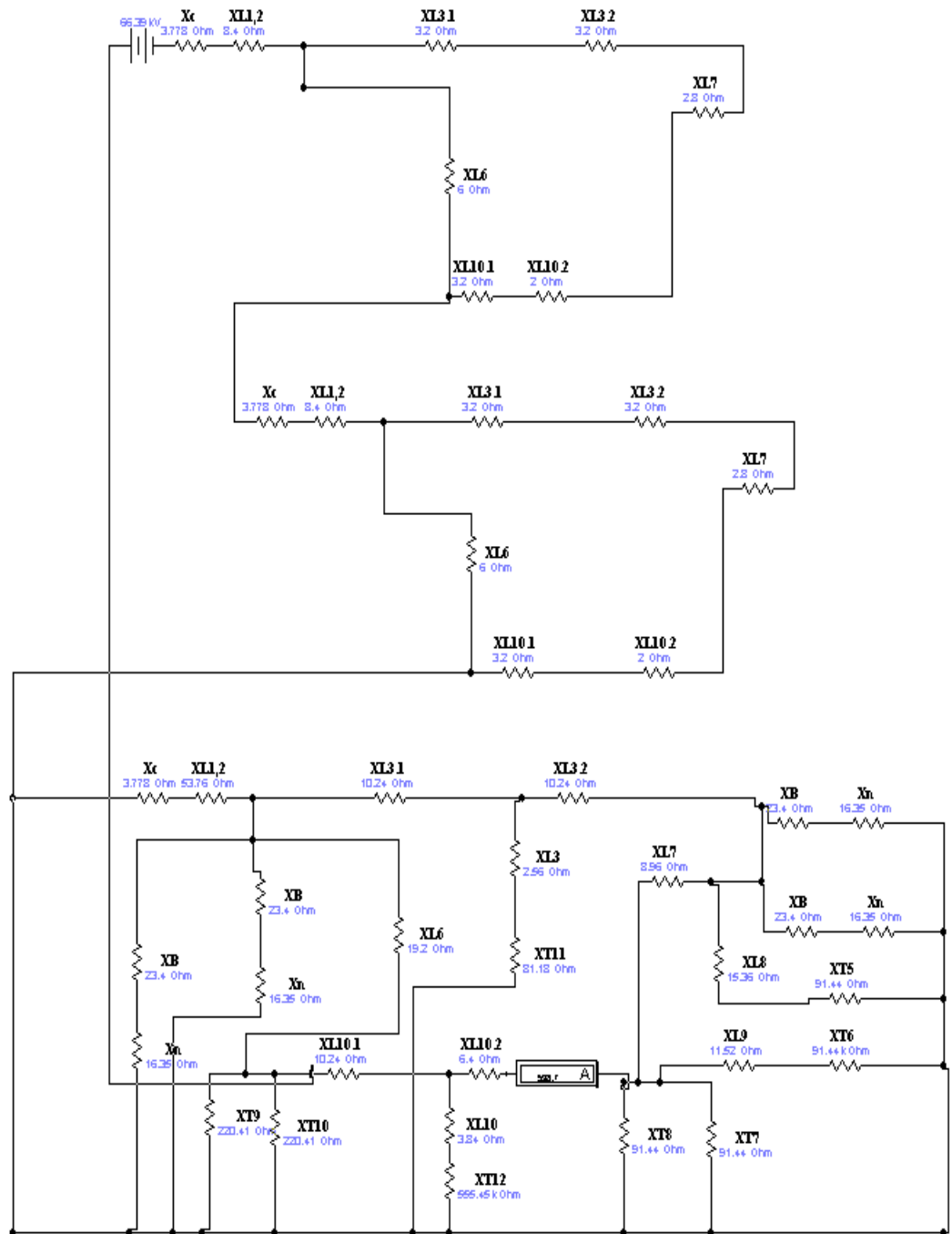
Қызудың алдын алу үшін қуатты трансформаторларды автоматты салқындату жүйесімен қамтамасыз етеді. Себебі трансформатордың қызуы ең үлкен токпен шартталады, онда салқындату релесін ЖК жағына орнатқан дұрыс (коректейтін орамада), ол бойынша екі тарамдалған орамдардың тоқтары ағады, яғни:

$$I_{м.ВН} = I_{мНН} \cdot \quad (2.36)$$

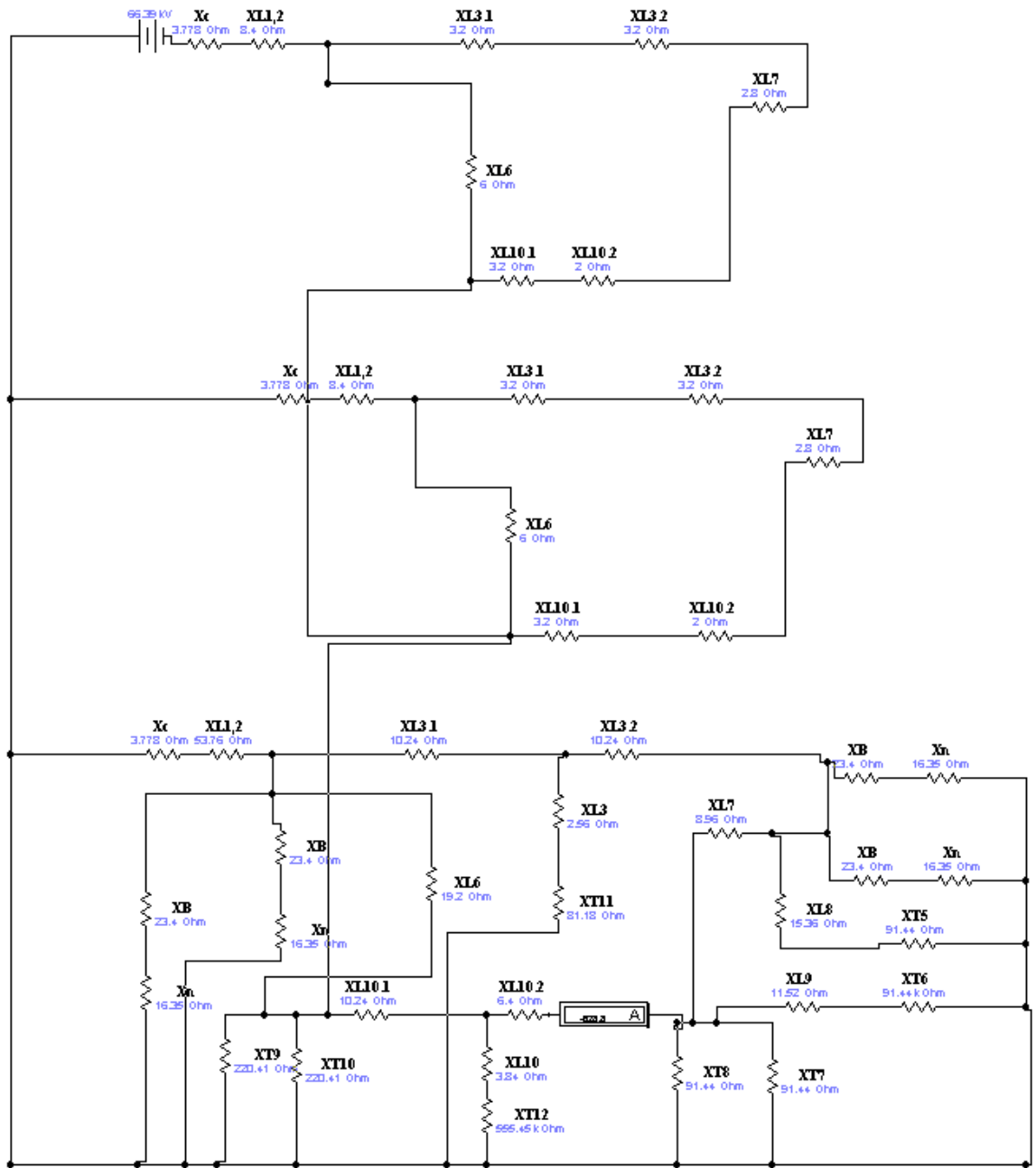
3 110 кВ желі қорғанысы

3.1 Нөлдік ретті тоқтық қорғанысты есептеу

1) Бірінші сатыны есептеу



3.1 - сурет. Бір фазалы жерге қысқа тұйықталу



3.2 - сурет. Екі фазалы жерге қысқа тұйықталу

Моделдеу қорытындысы бойынша $I^{(1,1)}_0 = 628,8\text{A}$ және $I^{(1)}_0 = 598,7\text{A}$. $I^{(1,1)}_0 > I^{(1)}_0$, сондықтан екі фазалы қысқа тұйықталуды аламыз.

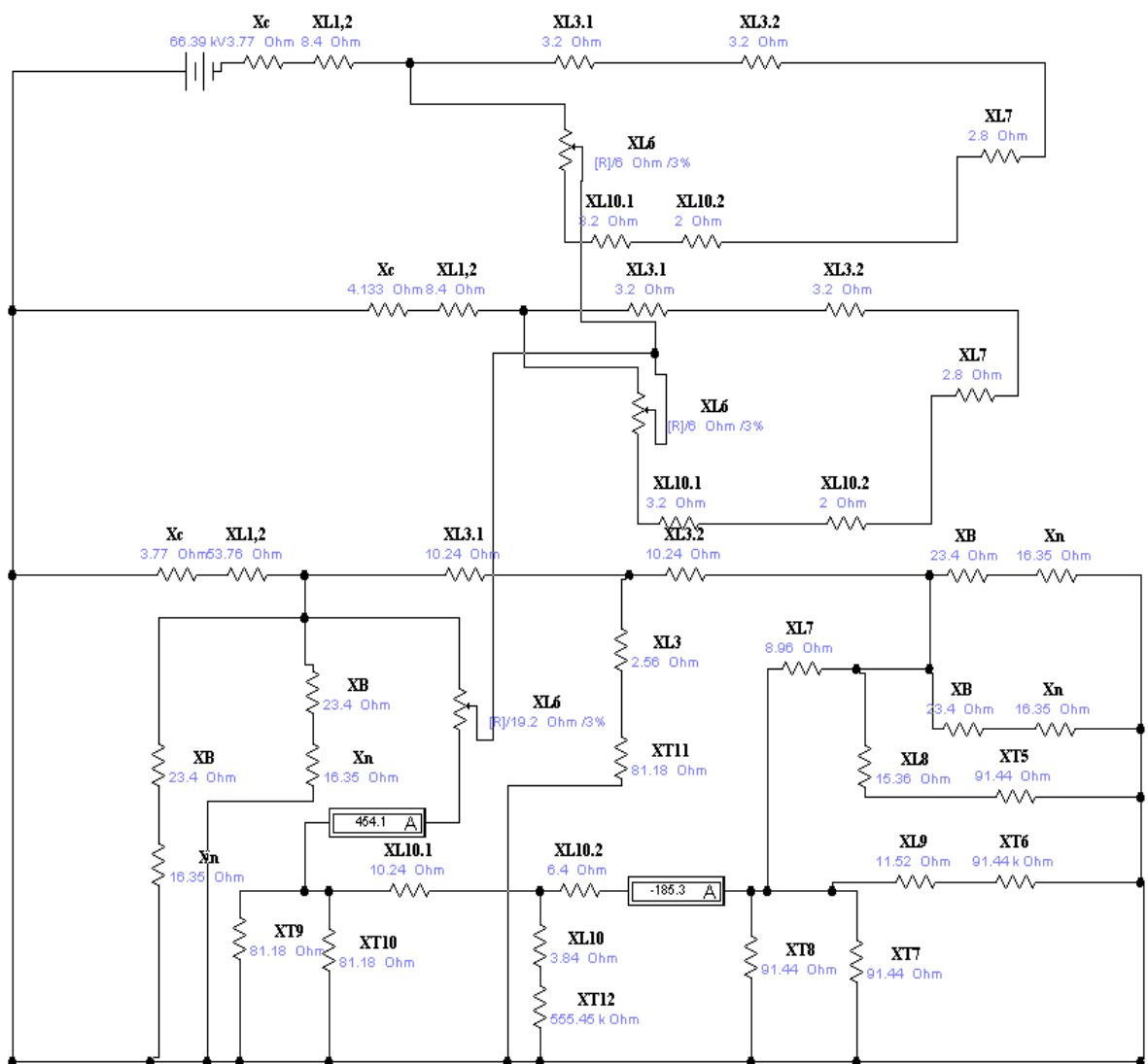
$$I_{Л11}^I = K_H \times 3 \times I_0 = 1,3 \times 3 \times 628,8 = 2452,32\text{ A}$$

2)Екінші сатыны есептеу. Екінші сатыны есептегенде кейінгі жатқан желінің бірінші сатысынан ретелуі керек.

1)6-ші желінің бірінші сатысынан реттеу

Желінің №	Бір фазалы жергеқысқа түйықталуы(А)	Екі фазалы жергеқысқа түйықталуы (А)
6	310	348,9

- a) $I_{Л6}^I = K_H \times 3 \times I_0 = 1,3 \times 3 \times 348,9 = 1360,71A$
- b) Бақылау үшін $\frac{I_{Л6}^I}{3} = 453,57A$ ді аламыз

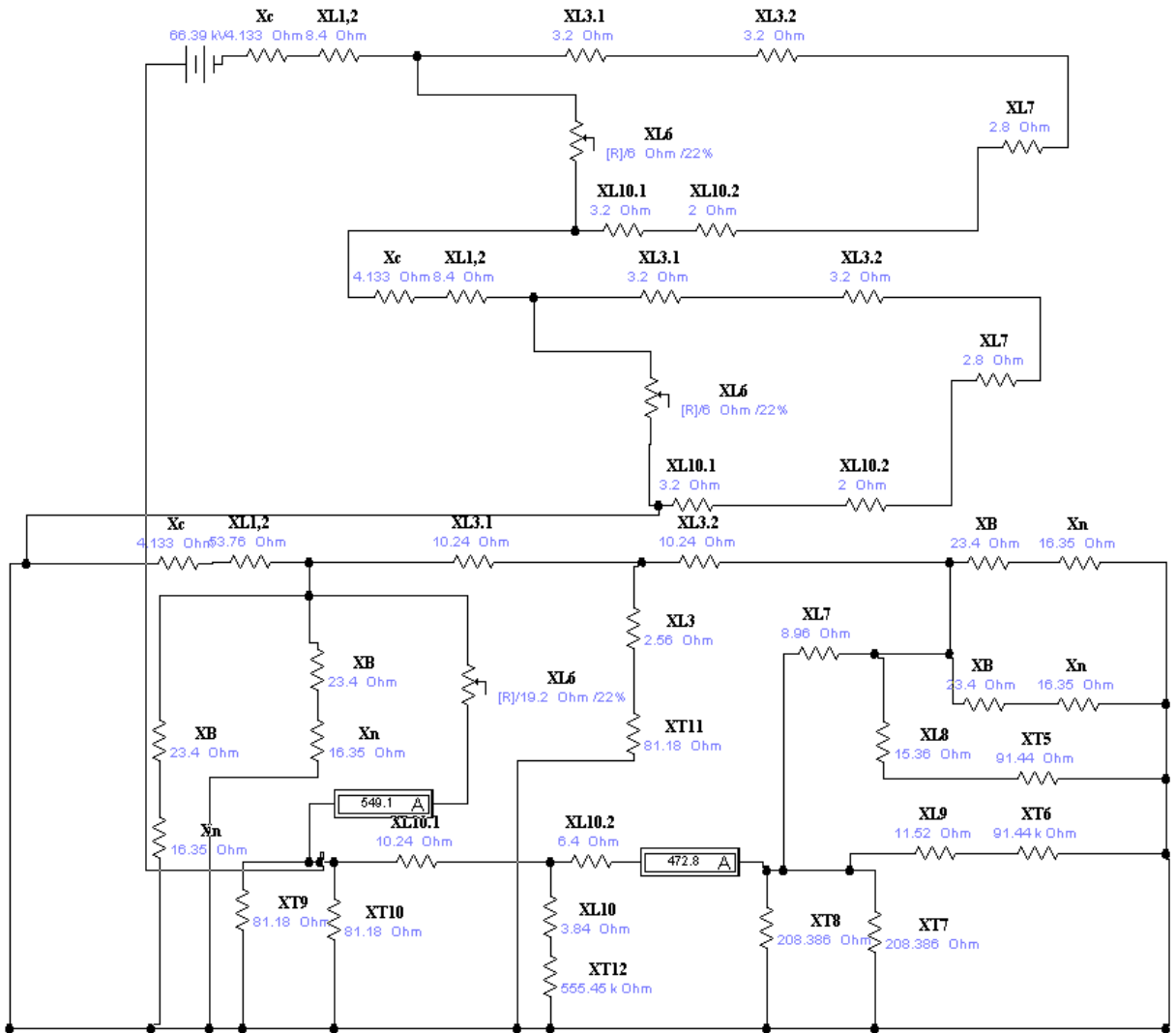


3.3 - сурет - Патонциметрдің қолдануы арқылы екі фазалы ҚТ

$$I_{Л11}^II = K_H \times 3 \times I_0 = 1,3 \times 3 \times 185.3 = 722.67 A.$$

3)Кч-ні есептейміз

Ол үшін жүйені кедергісін минималды қылып, трансформатор РПН-нын (-16) ға келтіреміз:



3.4 - сурет - Патонциметрдің қолдануы арқылы екі фазалы ҚТ

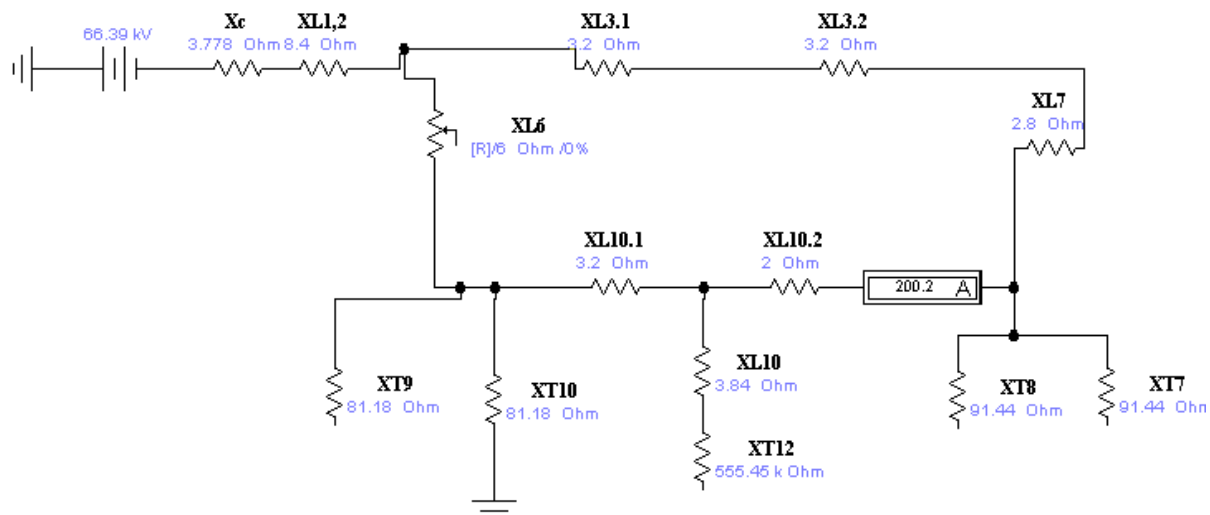
$$I^{(1)}_{0.Л11} = 1418.4$$

$$K_{ч} = 3I^{(1)}_0 / I^{II}_{Л11} = 1418,4 / 722,67 = 1,96 < 1,5$$

Кч- шартты қанағаттандырады 3-ші сатыны есептейміз, Л-10 сенімді қорғайды.

3)3-ші сатыны есептеу

Біздің жағдайымызда қысқа тұйықталу нүктесі трансформатор №10 соңында.



3.5 - сурет – Баланс емес тоғын табуға ҚТ жасаймыз

$$I_{Л11}^{III} = K_H \times I_{НБ} , \quad (3.1)$$

мұндағы $K_H = 1,25$ – сенімділік коэффициенті,
 $I_{НБ}$ – небаланс тоғы.

$$I_{НБ} = I_{кз} \times \epsilon \times K_A \times K_{ОДН} = 200,2 \times 0,1 \times 1 \times 0,5 = 10,01 \text{ А} ,$$

мұндағы $\epsilon = 0,1$ – ток трансформаторының қатесі;
 $K_A = 1$ – апериодикалық құрастырушының коэффициенті;
 $K_{ОДН} = 0,5$ – ток трансформаторының бір типтілік коэффициенті.

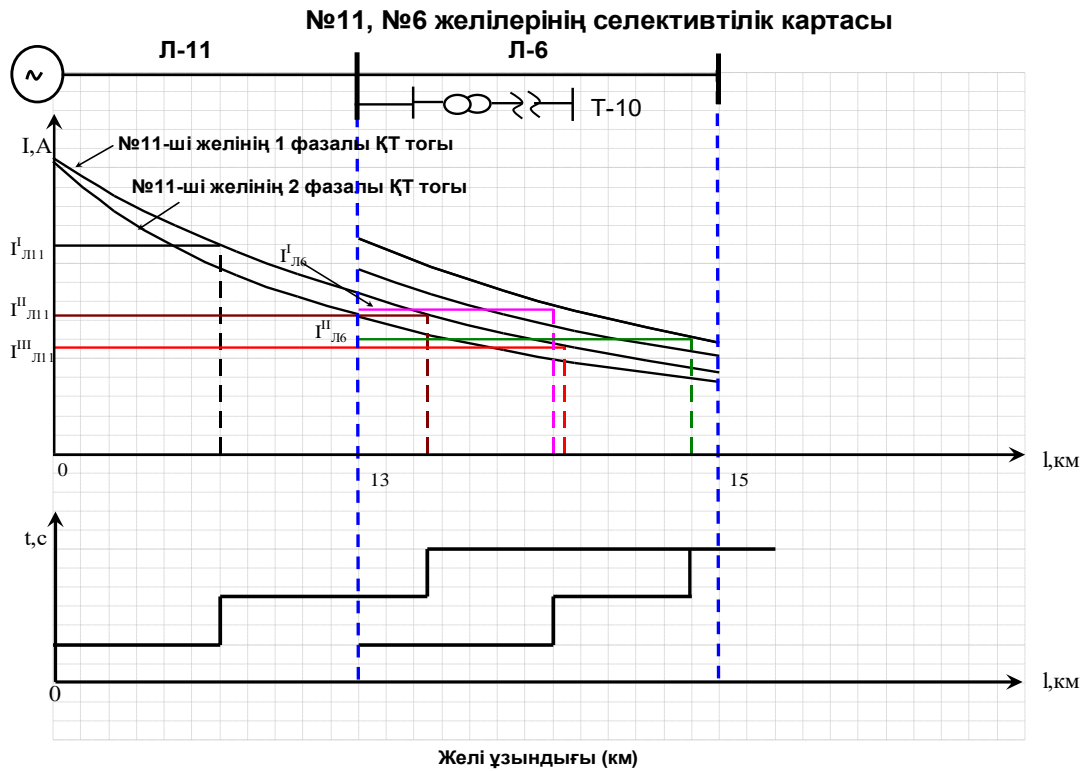
$$I_{Л11}^{III} = K_H \times I_{НБ} = 1,25 \times 10,01 = 12,51 \text{ А}.$$

Сезімділік коэффициенті:

$$K_{ч} = 3I_0^{(1)} / I_{Л11}^{III},$$

$$K_{ч} = 3I_0^{(1)} / I_{Л11}^{III} = 1418,4 / 12,51 = 113,3 > 1,5$$

$K_{ч}$ - шартты қанағаттандыры.



3.6 - сурет. НРТҚ-ның Л11 және Л6 желілеріне байланысты селективті картасы

ТЗНП желіге ток трансформаторларынан жиналған $3I_0$ фильтры арқылы қосылады, сондықтан ТЗНП релесінің іске қосылу уақытының қойылымы екінші ретті токтарда берілуі қажет.

$$i_{C.P.}^I = I_{Л11}^I / n_{ТА} ,$$

мұндағы $n_{ТА}$ – трансформатордың трансформация коэффициенті.

$n_{ТА}$ –ны желінің максималды жұмыс істеу тогы арқылы таңдайды

$$I_{РАБ.МАХ} = 300 \text{ А, тандаймыз } n_{ТА} = 300 / 5 = 60 .$$

$$i_{C.P.}^I = I_{Л11}^I / n_{ТА} = 2452,32 / 60 = 40,87 \text{ А.}$$

$$i_{C.P.}^{II} = I_{Л11}^{II} / n_{ТА} = 722,67 / 60 = 12,04 \text{ А.}$$

$$i_{C.P.}^{III} = I_{Л11}^{III} / n_{ТА} = 12,51 / 60 = 0,2 \text{ А.}$$

3.2 Дистанционды қорғаныс

Дистанционды қорғаныстың есептелуі жалпы келесідей анықтамаға келтірілген:

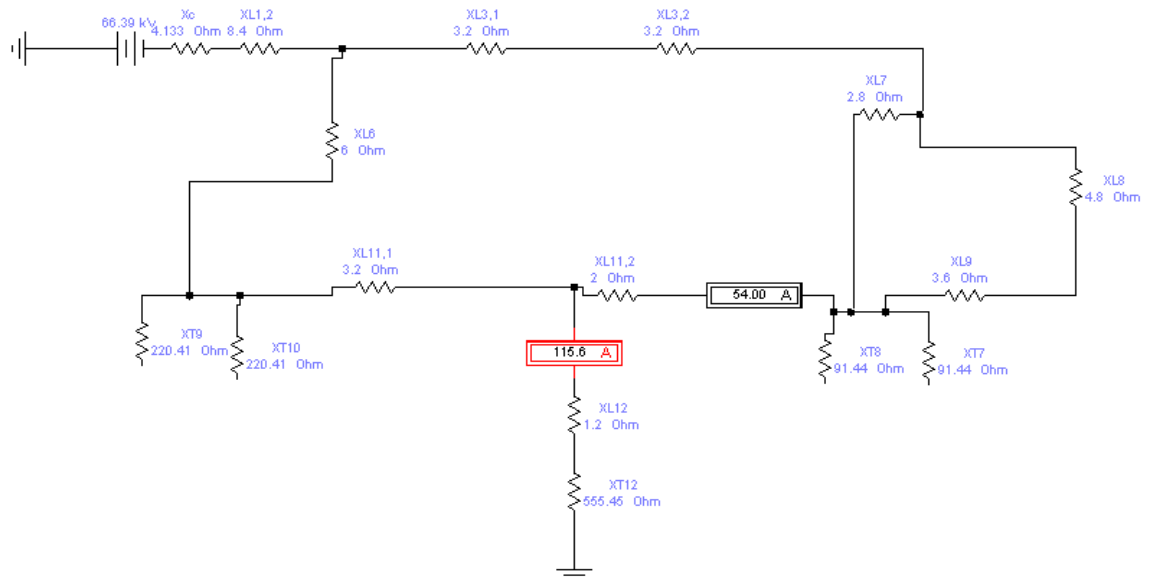
- Қорғаныстың уақыт ұстанымының және жеке сатыларының сезімталдығының іске қосылу кедергілері.
- Қосу органдарының типі мен сезімталдығының іске қосылу параметрлері.
- Энерго жүйеде тербеліс болғанда қорғаныстың тыйым салу құрылғысының типі және сезімталдығының іске қосылу параметрі.

1 – ші саты. Қорғаныстың бірінші аумағының іске қосылуының бірінші ретгі уақыт ұстанымысыз кедергісі келесі өрнек бойынша желінің қарама-қарсы соңындағы маталдық ҚТ-дан орнатылады:

$$а) Z'_{сз.Л11} = 0,85 \cdot Z_{Л11} = 0,85 \cdot 5,2 = 4,42 \text{ Ом};$$

$$б) Z'_{сз.Л11} = 0,85 \cdot (Z_{Л11(38,5\%)} + \frac{Z_{Л12} + Z_{Т12}}{K_{m.mp}}) = 0,85 \cdot (2 + \frac{1,2 + 555,45}{0,46}) = 1030,29 \text{ Ом};$$

$$K_{m.mp} = \frac{I_{Л11}}{I_{mp12}} = \frac{54}{115,6} = 0,46$$



3.7 - сурет. ҚТ нүктесіндегі орынбасу сұлбасы және максималды режимдегі тоқтары

Келесі қорғаныстың 1- ші саты.

$$1.а) Z'_{сз.Л6} = 0,85 \cdot Z_{Л6} = 0,85 \cdot 6 = 5,1 Ом;$$

$$1.б) Z'_{сз.Л6} = 0,85 \cdot Z_{Л11} + 0,66 Z_{Л6} = 0,85 \cdot 5,2 + 0,66 \cdot 6 = 8,38 Ом;$$

2-ші саты. Екі шарт бойынша орындалады.

Бірінші қорғаныстың екінші сатысының бірінші ретті іске қосылу кедергісі $Z''_{сз1}$ сезімталдық бойынша екінші қорғаныстың бірінші сатысымен $Z'_{сз2}$ келісімді болуы қажет. Ол екі шарт бойынша орындалады, сол екі шарттың қайсысы аз болса сол алынады: Олар а) төртінші желінің бірінші сатысы бойынша $Z'_{сз.Л11}$, б) төртінші желідегі отпайка бойынша;

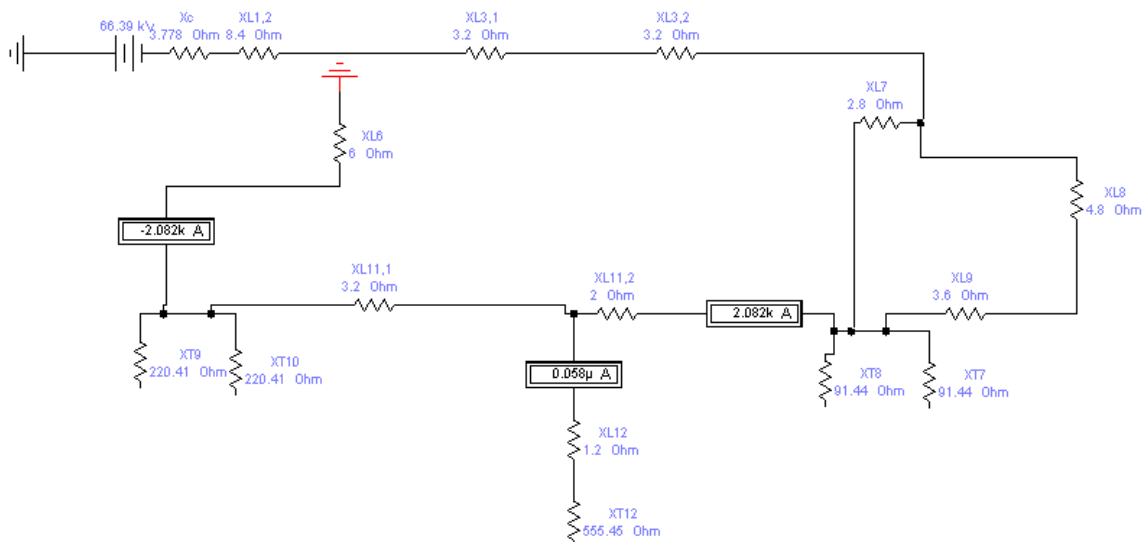
Бірінші қорғаныстың екінші сатысының бірінші ретті іске қосылу кедергісі $Z''_{сз1}$ сезімталдық бойынша төртінші трансформатормен келісімді болуы қажет.

$$Z''_{сз.} = 0,85 \cdot Z_{Л11} + \frac{0,78}{k_{m.мп.}} Z'_{сз.Л6} = 0,85 \cdot 5,2 + \frac{0,78}{1} \cdot 5,1 = 8,39 Ом.;$$

$$k_{m.мп.} = \frac{I_{Л11}}{I_{Л6}} = \frac{2082}{2082} = 1$$

$$Z''_{сз.} = 0,85 \cdot (Z_{Л11} + \frac{Z_{мп.}}{k_{m.мп.}}) = 0,85 \cdot (5,2 + \frac{220,41}{0,3}) = 658,5 Ом.;$$

$$k_{m.мп.} = \frac{I_{Л11}}{I_{мп10.}} = \frac{85,4}{280,4} = 0,3;$$



3.8 - сурет. ҚТ нүктесіндегі орынбасу сұлбасы және максималды режимдегі тоқтары

Сезімталдық коэффициенті:

$$k_{ч.з}^{II} = \frac{Z_{сз.}^{II}}{Z_{Л11}} = \frac{8,39}{5,2} = 1,61;$$

Қабылданған $Z_{сз1}^{II}$ үшін $k_{чз1}^{II} > 1,25$. ПУЭ бойынша бұл коэффициент 1,25-тен аз болмауы қерек. Екінші сатының уақыт ұстанымын селективтілік сатысына тең деп қабылданады, яғни

$$t_{з1}^{II} = \Delta t. \quad \Delta t = 0,5 \text{ сек.}$$

3 - ші саты. Қорғаныстың үшінші сатысын іске асыратын қосқыш релелері жүктеменің жұмыс режиміндегі минималды кедергіден келтірілуі кажет, яғни эксплуатацияда мүмкін болатын шарттардағы максималды жұмыс тоғы $I_{раб.макс.}$ және минималды кернеу $U_{раб.мин.} = (0,9 - 0,95) U_{ном.}$

Тежелген қозғалтқыштардың өзіндік іске қосылу коэффициентін $k_з = 1,5$, сенімділік $k_n = 1,2$ және қайтымдылық коэффициенттерін $k_в = 1,05 - 1,1$ ескеріп, реленің бірінші ретті іске қосу кедергісін келесідей анықталады [3]

$$Z_{сз1}^{III} = \frac{Z_{раб.мин}}{k_n k_з k_в} = \frac{U_{раб.мин}}{\sqrt{3} \cdot k_n k_з k_в \cdot I_{раб.макс} \cos(\varphi_{м.ч} - \varphi_{раб})} \quad (3.2)$$

мұндағы $\varphi_{м.ч} = 75^0$ – сипаттамалары комплекстік жазықтықта координата басы арқылы өтетін шеңбер түрінде болып келетін, бұл қорғаныстың барлық сатыларының бағытталған кедергі релесінің максималды сезімталдық бұрышы;

$I_{раб. макс}$ тоғын жоғары кернеудегі ТТ-ң номинал тоғына тең деп алынады.

Берілген өлшемдерді орнына қойып келесіні анықтаймыз:

$$\begin{aligned} Z_{сз.Л11}^{III} &= \frac{Z_{раб.мин}}{k_n k_з k_в} = \frac{U_{раб.мин}}{\sqrt{3} \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot I_{раб.макс} \cdot \cos(75^0 - 31^0)} = \\ &= \frac{0,9 \cdot 110000}{\sqrt{3} \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 300 \cdot \cos(75^0 - 31^0)} = 406,58 \text{ Ом} \end{aligned}$$

Аралас желінің ақырындағы ҚТ кезіндегі сезімталдық коэффициенті:

$$k_{ч.з}^{III} = \frac{Z_{сз.Л11}^{III}}{Z_{Л11}} = \frac{406,58}{5,2} = 78,18;$$

Резервтеу аймағының соңындағы ҚТ кезінде, яғни ток таратуды ескере отырып сезімталдық коэффициенті келесідей анықтайды [3]

$$k_{т.мин} = \frac{I_{Л11}}{I_{Л6}} = \frac{2060}{2060} = 1 - \text{ток тарату коэффициенті.}$$

$$k_{ч.3}^{III} = \frac{Z_{сз.1}^{III}}{Z_{сз.макс}^{III}} = \frac{Z_{сз.1}^{III}}{[Z_{Л11} + (\frac{Z_{Л6}}{k_{т.мин}})]} = \frac{406,58}{[5,2 + (\frac{6}{1})]} = 36,3;$$

ПУЭ бойынша $k_{ч.3}^{III}$ коэффициенттері сәйекесінше 1,5 және 1,2 шамадан үлкен болуы керек.

Үшінші сатының уақыт ұстанымын қарсы сатылық принцип бойынша екінші қорғанысқа ұқсас уақыт ұстанымы селективтілік сатысына көбірек болады, яғни $t_{32}^{II} = 0.5c\Delta t = 0.5$ сек;

$$t_{3л3}^{III} = t_{32}^{II} + \Delta t = 0.5 + 0.5 = 1 \text{ сек;}$$

$$t_{3л2} = 1,3 \text{ сек;}$$

Реленің іске қосқанда, кедергісі келесі формуламен анықталады

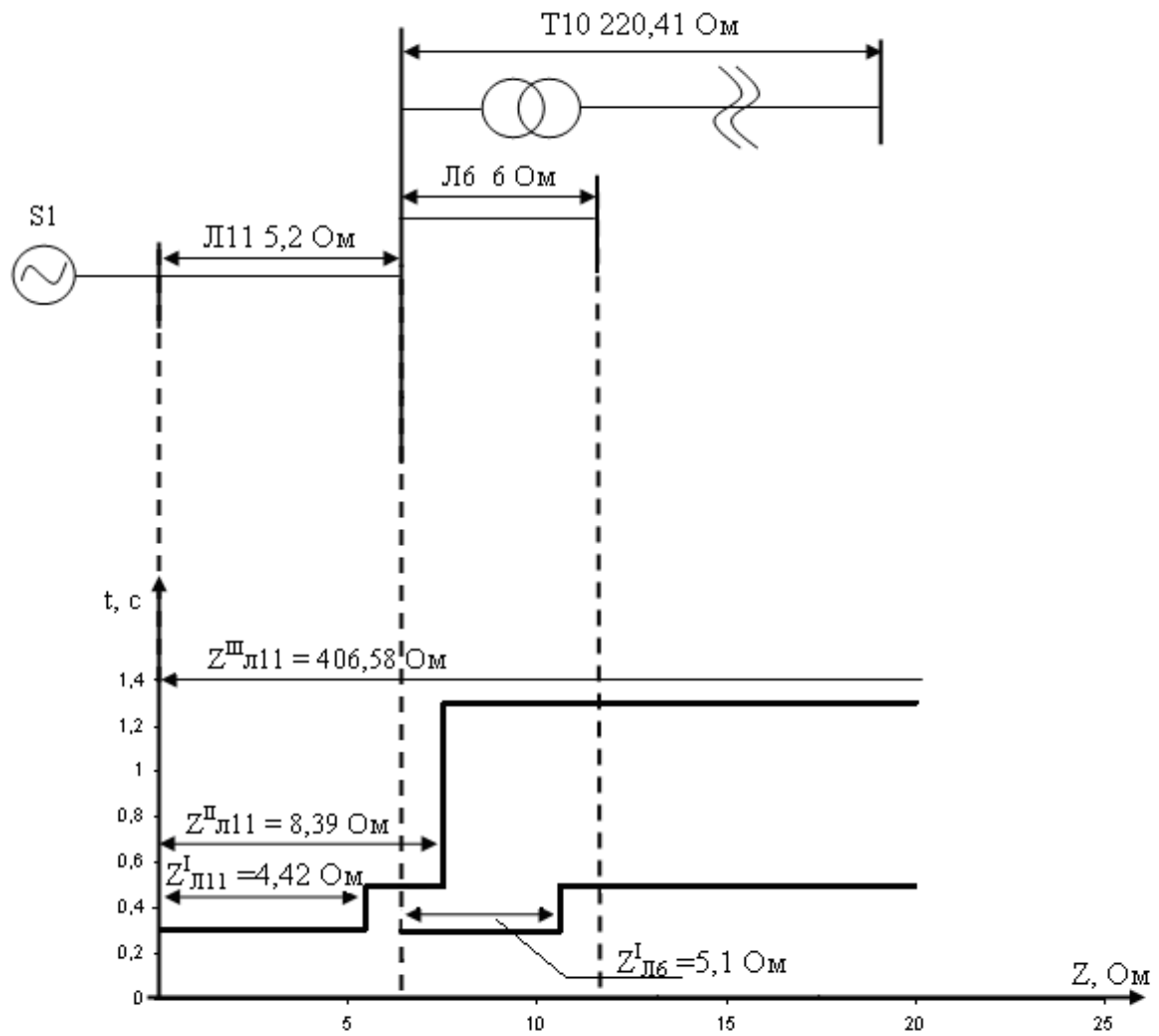
$$Z_{с.р} = Z_{с.з} * n_T / n_H \quad (3.3)$$

$Z_{с.р}$ мәніне қарап каталогтық мәліметтер бойынша реленің қойылымы таңдалынады.

Барлық сатылар үшін $n_T = 300/5$, $n_H = 110/0,1 = 1100$ деп қабылдап $Z_{с.р}$ есептейміз

$$Z_{ср1}^I = 4,42 \cdot \frac{60}{1100} = 0,24 \text{ Ом; } Z_{ср1}^{II} = 8,39 \cdot \frac{60}{1100} = 0,45 \text{ Ом;}$$

$$Z_{ср1}^{III} = 406,58 \cdot \frac{60}{1100} = 22,17 \text{ Ом;}$$



3.9 - сурет. Дистанционды қорғаныстың селективтілік картасы

4 Резервті қоректің қосылу автоматикасының логикалық сұлбасын жасау.

4.1 Резервті автоматтық қосу (ABP) және қызметі

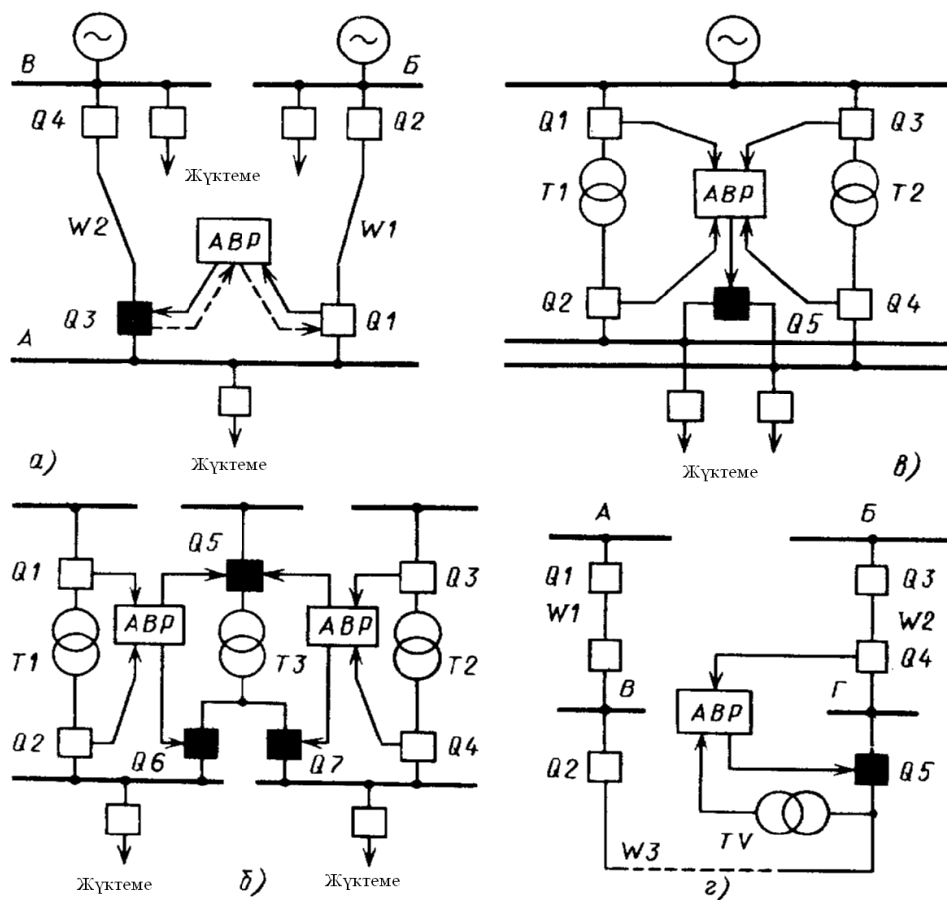
Бір төтенше электрмен жабдықтау жоғалтуға ажыратылған таратқыштың шығу оларды әкелуі емес, өйткені электр схемаларын (сызықтар, трансформаторлар) екі немесе одан да көп көздері адресінен жүзеге асырылады, сол уақытта тұтынушыларды электрмен жабдықтау сенімділігі жоғары дәрежесі. Бұл көпжақты қоректенуінің тұтынушы мен қосалқы станциялар біржақты электр схемасын көптеген басқа да көздерден артықшылықтары қарамастан жұмыс істейді. Электр станцияларының өзін-өзі қамтамасыз ету бөлімдеріне жеке-жеке қолдау көрсетуге болады. көптеген жағдайларда қысқа тұйықталу токтарының мәндері азайту сияқты кем сенімді, бірақ қарапайым электр схемаларын пайдалану, релелік қорғаныш азайту үшін энергиямен жабдықтаудың құнын трансформатордағы, кернеу мен қуат қажетті режимдерін құру артықшылықты ретке келтіру ағады. көптеген жағдайларда электр желілері дамытуға біржақты электр жағдайына, өйткені бұрын орнатылған жабдықтар мен релелік қорғаныс, электр көздерінің орындау ғана параллель алдын алу үшін. Екі негізгі қорғануынның екі жақты немесе бірнеше қуат көздерін бір жақты реттеуі бар тұтынушылар.

Алғашқы схемада бір қуат көзі қосылған және тұтынылған, ал екінші қорек көзі резервте тұратындай ажыратылады. Тиісінше, бірінші және екінші сақтық көшірме деп аталады. (Сурет 4.1.1, а, б). Екінші схемада барлық қуат көздері әдетте біріктіріледі, бірақ арнайы тұтынушылармен жұмыс істейді. Бөлім кез келген бір шеңберде жасалады (4.1.1, с, г).

Бір жақты жинақталудың жетіспеушілігі жұмыс көзінің қасіретпен бөлінуі және зиянды тұтынуға әкеледі. Бұл ақауды сақтандырғышқа немесе желілік ажыратқышқа қуат көзін қосып бірден жоюға болады. Арнайы құрылғылар жиі осы тапсырманы орындау үшін қолданылады. Олар резервтік автоматты іске қосу құрылғылары (AWR) деп аталады. ABP тұтынылған кезде, тұтынушылардың электр қуатын өшіру жиілігі қосалқы қосқыштар қосылып, 0,3-0,8 с дейін болғанда ғана анықталады. Сурет 4.1.1-де AVR функционалдық диаграммалары көрсетілген.

А қосалқы стансасының (4.1-сурет, а) қоректенуі В қосалқы стансасының жұмыстық желісі W1 арқылы орындалады. В қосалқы стансасынан келетін екінші желі резервті болып табылады және кернеумен жүктелген (желінің Q3 ажыратқышы қалыпты ажыратылған). ABP құрылғысымен автоматты түрде W1 желісін ажыратқан кезде Q3 ажыратқышы қосылады да, А қосалқы стансасының тұтынушыларына кернеу қавытадан беріледі. ABP сұлбалары біржақты немесе екіжақты әрекет ете алады. ABP-дің біржақты әрекет еткен кезінде W1 желісі әрқашан жұмыстық түрде, ал W2 желісі – әрқашан резервті

болу керек. АВР-дің екіжақты қоректенуі кезінде осы желілердің кез-келгені жұмыстық немесе резервті болуы мүмкін.



4.1 - сурет. Тұтынушылардың қоректенуінің әр түрлі сұлбаларындағы АВР-дің орындалу принциптері

Әрбір электр станциясының электр қозғалтқыштарының және басқа тұтынушылардың жеке қажеттіліктері әдетте бір трансформатордан бөлінеді (4.1.Т1 және Т2-сурет). Трансформаторларды сөндіргіштермен ажыратқанда, Q5 қосқыштарының бірі және Q6 резервтік трансформаторы (Т1 ажыратылған кезде) немесе Q7 (Т2 ажыратылған кезде) қосылады.

Т1 және Т2 трансформаторлары әртүрлі шиналар жүйесіне қосылған (4.1-сурет, в). Шинаны қосатын ажыратқыш Q5 қалыпты ажыратылған. АВР сұлбаларынан автоматты түрде кез-келген жұмыстық трансформаторлардың апаттық ажыратылған кезінде Q5 ажыратқышы қосылады. Ол қорек көзін жоғалтқан жүктеме шиналарын жұмыс істеп тұрған трансформаторға қосады. Егер бір трансформатордың қуаты қосалқы стансаның барлық жүктемелерін қоректендіруге жетпесе, онда АВР-дің әрекеті кезінде онша жауапты емес тұтынушыларды ажырату шарасын қолдану керек.

В және Г қосалқы стансалары (4.1-сурет, г) радиалды сұлбасы бойынша А және Б қосалқы стансаларынан қоректенеді. W3 желісі В қосалқы стансасы жағынан жүктелген, ал Q5 ажыратқышы қалыпты ажыратылған. W2 желінің апаттық ажыратылу кезінде Г қосалқы стансасында орнатылған АВР құрылғысы Q5 ажыратқышын қосады да, нәтижесінде W3 желісі арқылы қорек Г қосалқы стансасынан В қосалқы стансасына ауысады. Ал W1 желісі ажыратылған кезінде В қосалқы стансасымен бірге W3 желісі де кернеусіз қалады. Кернеу трансформаторларындағы TV кернеудің жоғалуы, сондай-ақ Г қосалқы стансадағы АВР құрылғысының әрекет етуіне алып келеді де, Q5 ажыратқышының қосылуы Г қосалқы стансасынан В қосалқы стансасына кернеу береді.

Қолдану тәжірибесі АВР-дің электрмен жабдықтау сенімділігінің өте тиімді құрылғысы екенін көрсетеді. АВР-дің табыстылығы 90-95% құрайды. Сұлбасының қарапайымдылығы және жоғарғы тиімділігі ретінде АВР-дің электр стансаларында және электр тораптарында кеңінен қолданады.

4.2 АВР сұлбаларына қойылатын негізгі талаптар

АВР құрылғысының барлығы келесі негізгі талаптарды қанағаттандыру керек:

Кез-келген себептерге байланысты тұтынушылар шинасындағы кернеудің жоғалуы кезінде АВР сұлбалары әрекет етуі керек. Сондай-ақ жұмыстық қорек көзіндегі ажыратқыштардың апаттық, қате немесе өз-өзінен өшу кезінде және жұмыстық қорек көзіндегі шинаның кернеуінің жоғалуы кезінде әрекет ету керек. Тұтынушылар шинасында қысқа тұйықталу болған кезде резервтік қорек көзін қосуға рұқсат етіледі.

Тұтынушылардың қоректенуінің ұзақ үзілісінің уақытын азайту үшін резервтік қоректенудің іске қосылуы, жұмыстық көздің ажыратуынан кейін бірден мүмкіндігінше жылдам іске асырылуы қажет.

АВР әрекеті резервтік көздің қалыптастырылмаған қысқа тұйықталуға бірнеше рет қосылуын болдырмау үшін бірретті болуы қажет.

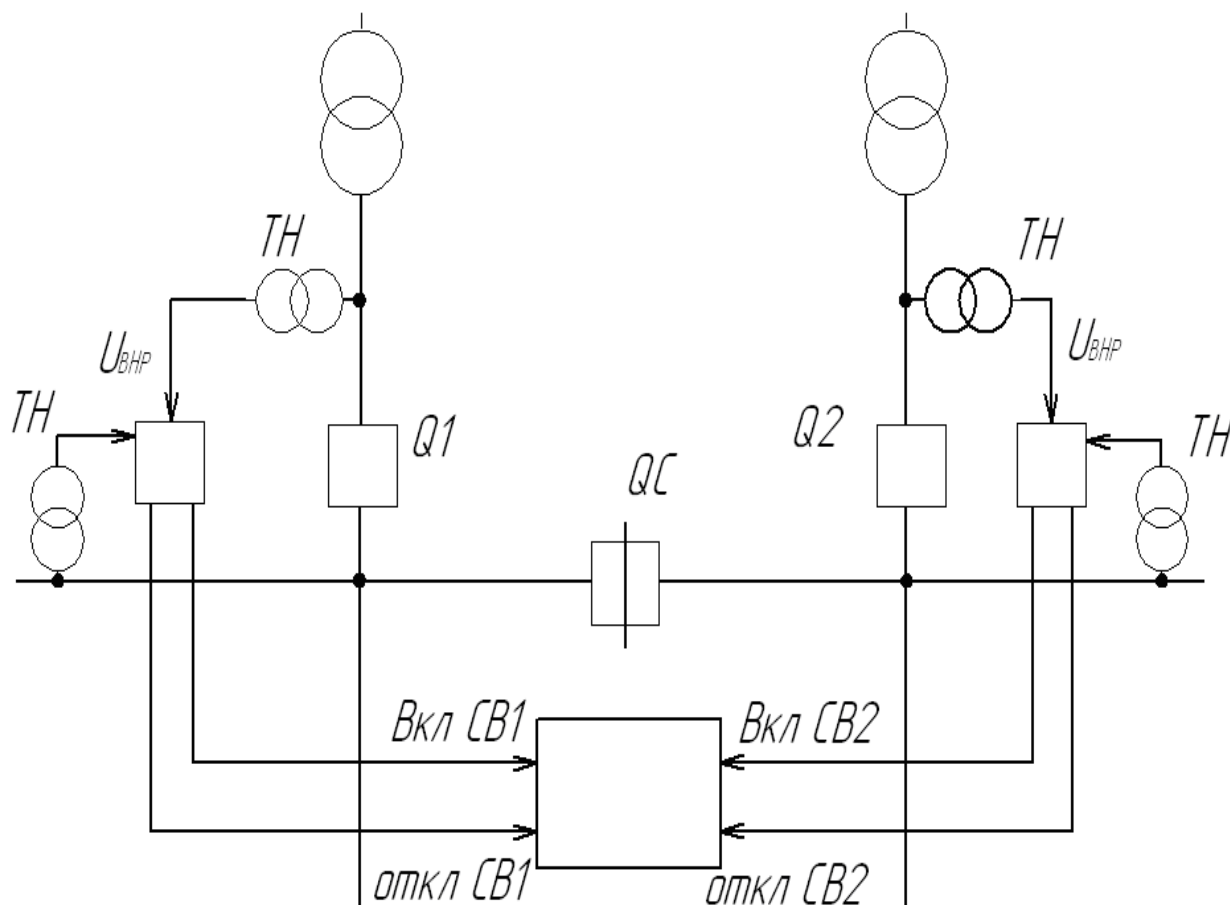
АВР сұлбасы резервтік көздің ажыратылмаған жұмыстық көздегі қысқа тұйықталуға қосылмау үшін жұмыстық көздің ажыратқышының сөндірілуіне дейін іске қосылуға тиіс. Бұл шарттың орындалуы, сондай-ақ жекелеген жағдайларда синхронды емес екі қорек көзінің қосылуын болдырмайды.

АВР, оның ажыратқышының қосылуы жағдайында жұмыс көзін қоректендіретін шиналардағы кернеудің жоғалуы кезінде жұмыс істеу үшін АВР сұлбасы минималды кернеудің арнайы жіберу органдарымен толықтырылуы қажет.

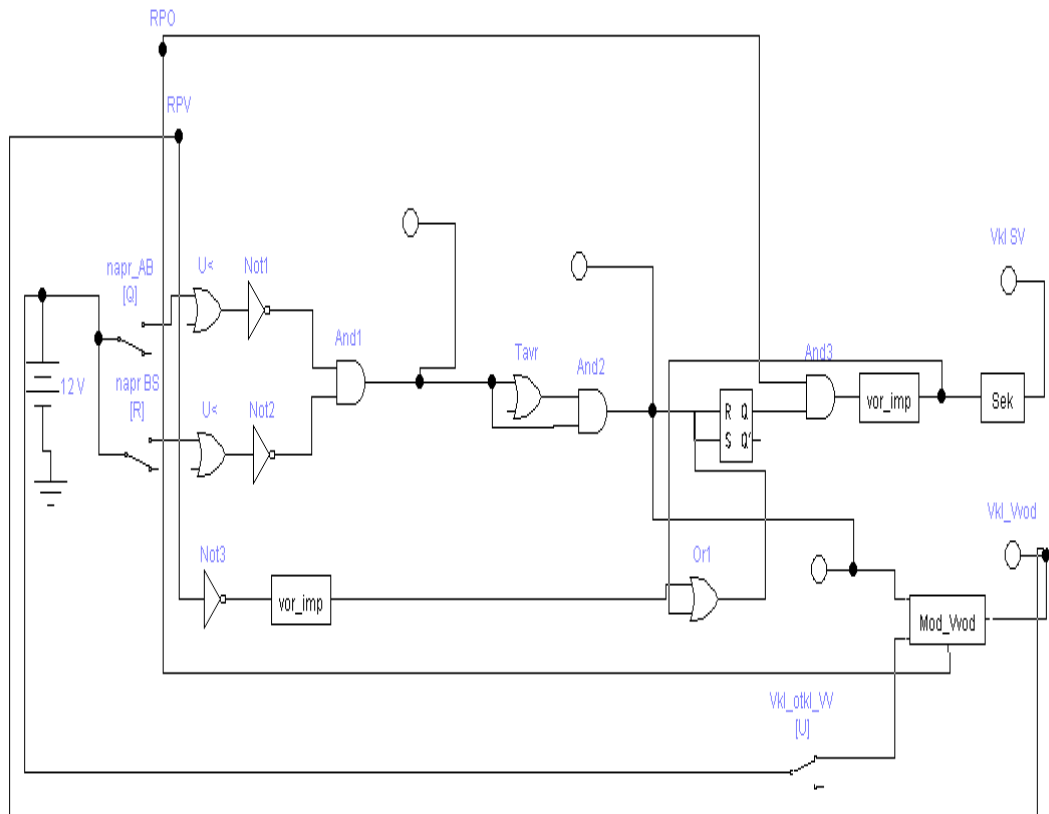
Резервтік көздің қалыптаспаған қысқа тұйықталуға қосылған жағдайында ажыратылуын тездету үшін қоректік көздің АВР-дан кейінгі қорғанысының

әрекетінің жылдамдатылуы қарастырылу керек. Бұл әсіресе қоректенуді жоғалтқан тұтынушылар жүктеменің тасымалдайтын басқа қорек көзіне қосылған кезінде өте маңызды. Бұл жағдайда қысқа тұйықталу тоғын тез арада сөндіру резервтік қорек көзіне қосылған тұтынушылардың қалыпты жұмысының бұзылуының алдын алу үшін қажет.

АВР-дан кейін қалыпты режимді автоматты түрде қайта қалпына келтіруді (ВНР) қамтамасыз етеді. ВНР кіріс ажыратқышқа дейін алынатын $U_{ВНР}$ кернеуі келтірілгенде ғана орындалады. ВНР S50 (АВР блокталуы) және S51 (ВНР блокталуы) бағдарламалық кілттерімен блокталады $U_{ВНР}$ кернеуі қалыпқа келгеннен кейін және ТВНР уақыт ұстанымы өткеннен кейін кіріс ажыратқыштың қосылуына бұйрық береді және 0,5 с өткеннен соң 0,8 с ұзақтықпен секциялы ажыратқышты өшіруге бұйрықты қалыптастырады. Q1 ажыратқышының терминалына "Откл. СВ1" бұйрығы, Q2 ажыратқышының терминалына "Откл. СВ2" бұйрығы беріледі



4.2 - сурет. АВР сұлбасы



4.3 - сурет. Резевті автоматты қосу (ABP) құрылғысының қарапайым сұлбасы

Сұлбаның сипаттамалары. $U <$ кернеу релесінің максимальды әрекеті керек: кернеу

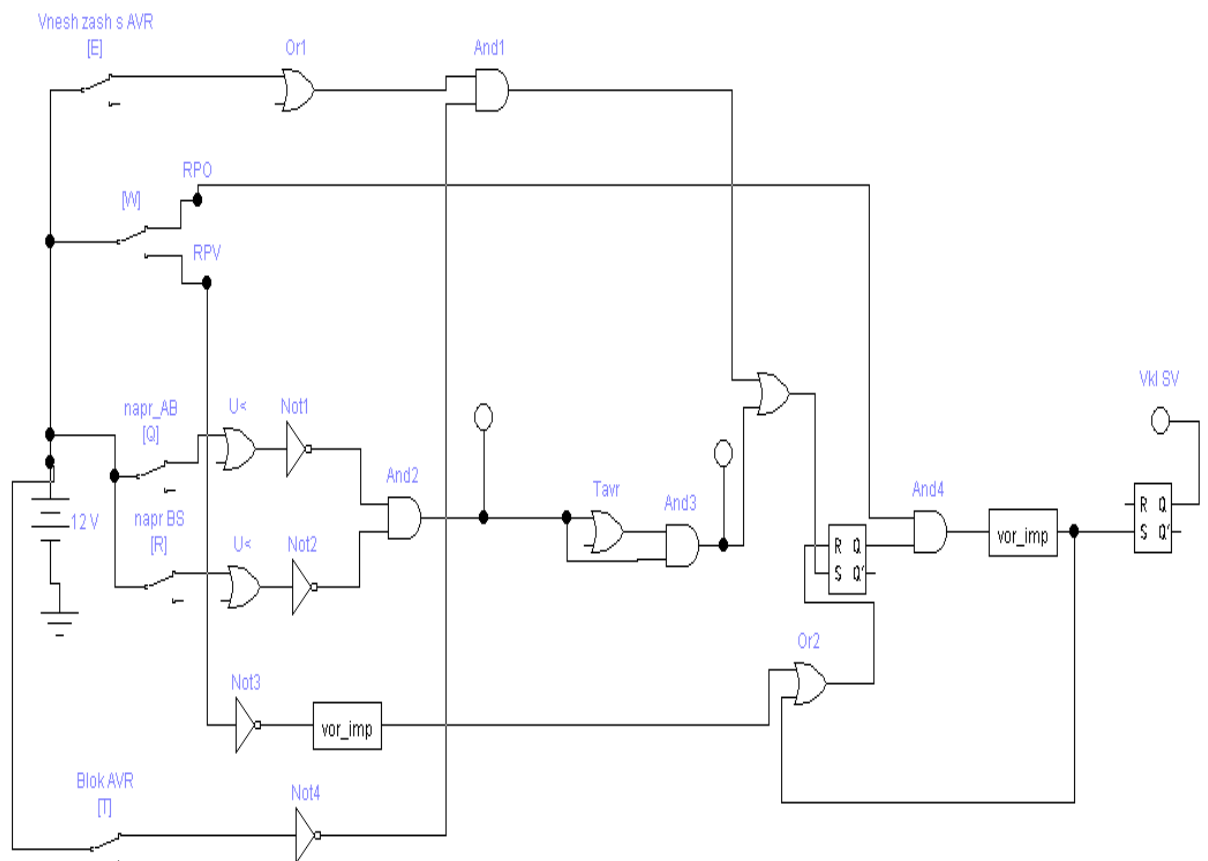
Not1;Not2;Not3- инверсия

And1;And2;And3- логикалық «және» элементі

Or1;Or2;Or3- логикалық «немесе» элементі

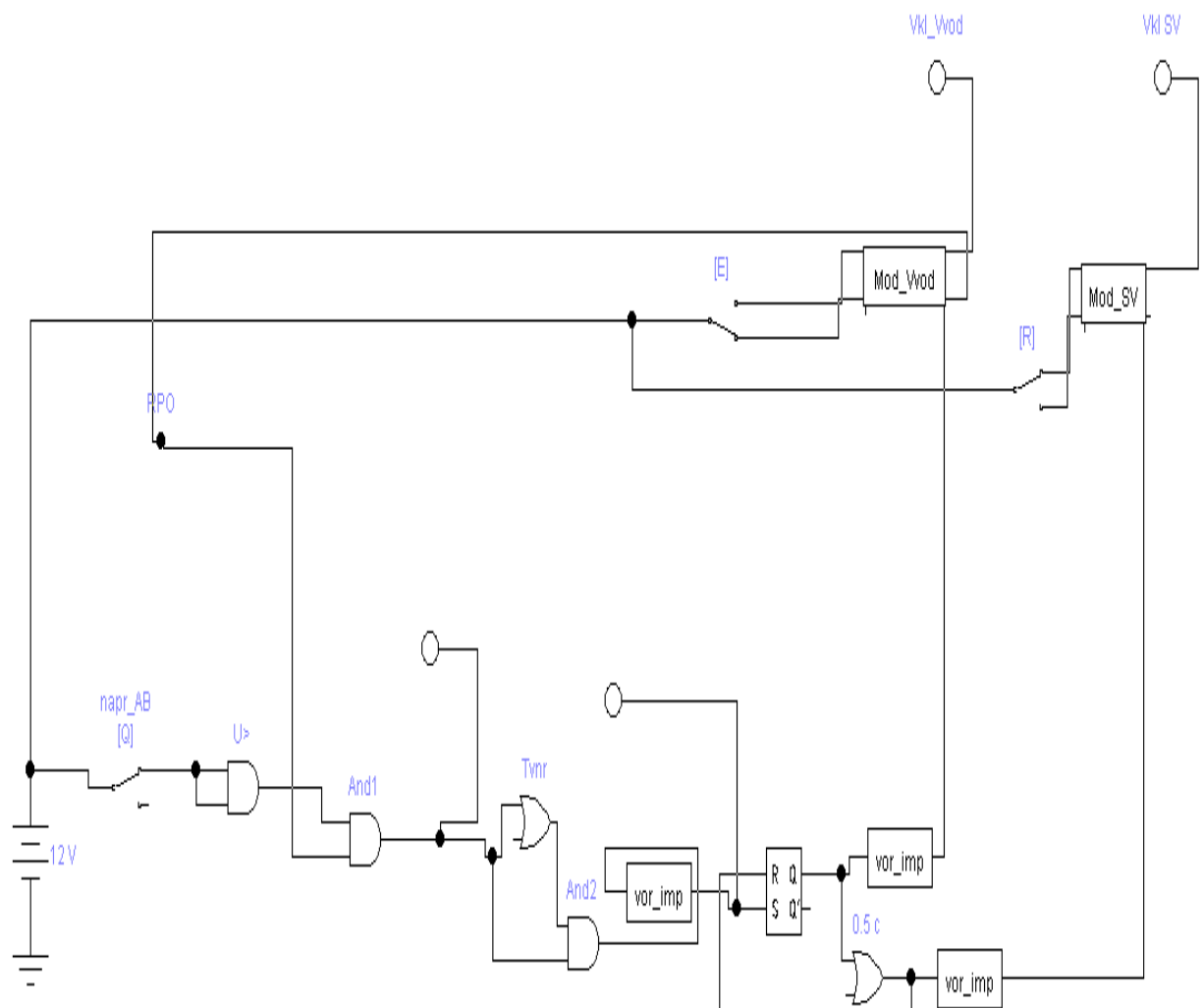
Tavr - РАҚ-дің уақыты

napr_AB –тумблері



4.4 - сурет. РАҚ құрылғысының ішкі қорғанысы және блок РАҚ сұлбасы

Оперативті жұмыс істеген кезде бізге РАҚ құрылғысы қажет емес болады. Сол кезде Блок АВР РАҚ жұмысын блоктайды.

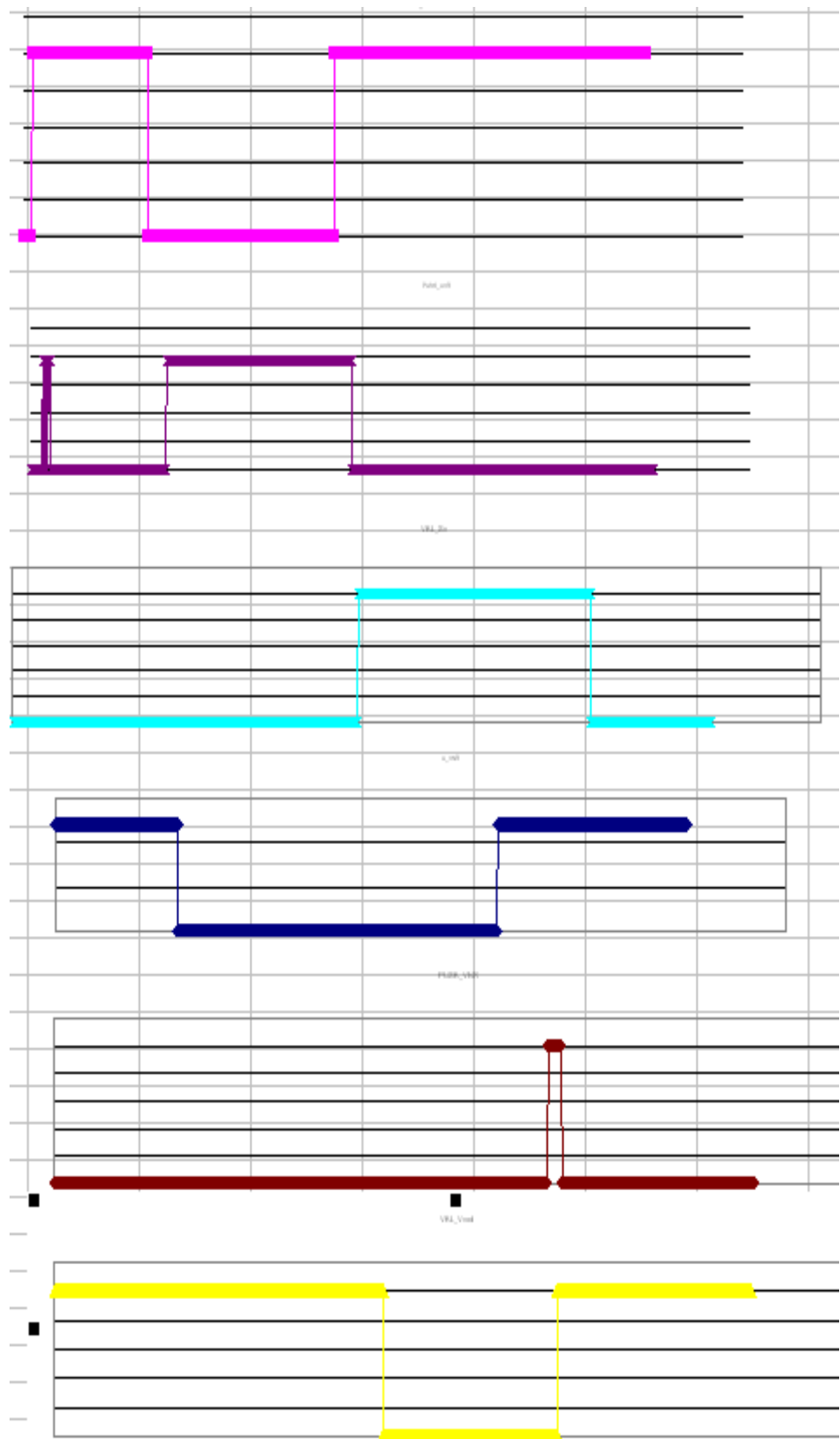


4.5 - сурет. РАҚ құрылғысының қайта қалпына келу (ВНР) сұлбасы

U> кернеу релесінің минимальды әрекеті

Tvrn- ҚҚК (ВНР) уақыты;

0,5с- секционды ажыратқыштың уақыт ұстанымы



4.7- сурет. Регистраторға жасалған жалпы сұлбаның уақыт ұстанымдары

5 Өмір тіршілік қауіпсіздігі

5.1 Еңбек шартын талдау

Бұл бөлім процестің электр қауіпсіздігі мен техникалық жабдықтарды жобалауға немесе пайдалануға байланысты.

110/10 кВ қосалқы станциясы кернеуі төмен. 2 * 16000 МВА қосалқы станциясы TDN-16000/110/10 трансформаторы орнатылған.

110/10 кВ және қосалқы станцияның (станцияның) жобалауы ғимараттарды жобалау кезінде жарылыс, өрт қауіпсіздігі және құрылыс нормалары талаптарына сәйкес жүргізілді. Отқа төзімді блок жобаланған еденде маймен толтырылған күштік трансформатор ретінде жасалған. Өрт сөндіру шарасы ретінде май шұңқырлары мұнайдың ағып кетуіне арналған.

Электромагниттік өрістің биологиялық объектіге әсерін электромагниттік энергияның көлеміне қарай бағалаймыз. Электромагниттік өріс екі өрістен тұрады: электр және магнит. Электр жүйелерінің электр өткізгіштерінде кернеу қолданылған кезде электр өрісі бар, ал ток болған жағдайда магнит өрісі пайда болады.

Электр және магнит өрісі өндіріс жиіліктерімен байланыспайды, сондықтан оларды бөлек қарастыруға болады.

Өндірістік жиілікте магнит өрісінің кернеуінің шекті мәндері кабель бетінде құрылуы мүмкін. Сондықтан электромагниттік өрістің адам ағзасына әсері электр өрісіне байланысты.

Жағымды жұмыс ортасын құру үшін өнеркәсіптік жарықтандыру келесі талаптарға сай болуы керек:

- Жұмыс орнының жарықтандырылуы орындалатын жұмыстардың түріне сәйкес келуі керек.

- Жарықтықты жұмыс станциясы мен қоршаған ортаға біркелкі бөлу керек.

- Жұмыс үстелі анық көлеңкелер болуы керек.

- Жарықтандыру спецификалық композицияны дұрыс түстерге бөлу үшін қажетті болуы керек.

- жарықтандыру жүйесі зиянды факторларды тудырмауы керек, сондай-ақ қуат пен өрт қауіпсіздігін қамтамасыз етуі керек.

Жасанды жарық табиғи жарық болмаған кезде немесе қажетті жарық беру мүмкін болмаған кезде қолданылады. Жасанды жарық келесі жарық көзі арқылы жасалады: жылу лампасы, газ шығатын шам, жалпақ және ұсақ жарық бағыттаушы.

Жасанды жарық оны жасанды жарық жүйесінің түріне қарай бөледі:

- Жергілікті жарық шамдары жұмыс орнында тікелей жиналады.

- бірге таратылады және таратылады;

аралас жалпы және жергілікті жарықтандырудың комбинациясы;

Жасанды жарық мынадай түрде таралады:

- құрылғының күтпеген жұмысы өшірілгенде (жалпы жарықтың 5% -ы);
- барлық үй-жайларда және жұмыс орнында еңбек жағдайында жұмыс істеуге;

- Өмір сүру қаупі бар эвакуациялық жерлерге қолданылады.

Жасанды жарықтандыру SN & E -4-79 сәйкес. Жұмыс орнындағы жасанды жарық жұмыс түріне, жарық көзі мен жарықтандыру жүйесіне байланысты қалыпты болады.

5.2 Жасанды жарықтандыруды есептеу

Қолайлы жұмыс ортасын құру үшін жасанды жарық мынадай талаптарға сай болуы керек:

1) Жұмыс орнында жарықтандыру гигиеналық стандарттарға сай болуы керек.

2) жұмыс орнында және кеңестік кеңістікте жарықтандыру біркелкі бөлінуі керек.

3) жұмыс орнында ешқандай көлеңке болмауы керек, әйтпесе жарық біркелкі бөлінбейді.

4) көру саласында көрініс болмайды (тікелей немесе жанама);

5) дұрыс жарық беру үшін қажетті спектралды мазмұнды қамтамасыз ету;

Біздің жұмыс орнымыз арнайы жүк тасымалдау кеңсесі болғандықтан, өндірісте көлеңке жоқ. Сондай-ақ, ол көлденең бетке біркелкі бөлуді есептейді. Сондықтан бұл әдіс біздің есептегіміздегі жарықтандыруды есептеу үшін пайдаланылады.

Табиғи және аралас жарықта жасанды жарық пен КТЛ жарықтандыру стандарттары 1-кестеде келтірілген.

Мұнда әртүрлі бөлмелерді жарықтандыру және ашық кеңістіктегі электр шамдары, бастама:

Пошта бөлімінің ұзындығы $A = 10$ м; $B = 6$ м; Бөлменің биіктігі $H = 3$ м; Көздің көздері 3 (жоғары дәлдік).

Флуоресцентті лампалардың түрі мұнда түрлі бөлмелерді және ашық кеңістіктерді жарықтандыру үшін қолданылады. Электр қуаты 65 Вт, жарық сәулесі 4650 лм, диаметрі 40 мм және ұзындығы 1,514 м.

Промоутердің тиімді диапазоны келесідей:

$$Z = \lambda \cdot h, \text{ м} \quad (5.1)$$

мұндағы $\lambda = 1.2 \div 1.4$;

h – жұмыс істеу бетіндегі аспанның биіктігі.

$$h = h_p - h_c = 2,45 - 1 = 1,45 \text{ м}$$

мұндағы h_p – еденнен жұмыс істеу бетіне дейінгі биіктік;

h_c – жабын мен лампаның арақашықтығы.

Енді жарықтандырудың тиімді арақашықтығы осымен:

$$Z = \lambda \cdot h = 1.2 \cdot 1.45 = 1.74 \text{ м}$$

Лампалар қатарының санын есептейміз:

$$n = \frac{B}{Z}, \quad (5.2)$$

мұндағы B – бөлменің ені, $B=5$ м;

Z – лампалардың арасындағы қашықтығы, $Z=2.4$ м, осыдан :

$$n = \frac{B}{Z} = \frac{5}{1.74} = 3.44 \approx 3.5;$$

Лампаларды тізбектей үш қатардан қоямыз. Енді лампалардың санын анықтаймыз:

$$N = \frac{E \times K_3 \times S \times Z}{n \times \Phi_L \times \eta}, \quad (5.3)$$

мұндағы E – берілген лампаның ең төменгі жарықтандыруы, бұл ЭВМ – де жұмыс істейтіндерге $E = 300$ лк ;

S – жарықтандыру ауданы, $S=A \times B=10 \times 6=60 \text{ м}^2$;

Z – жарықтану теңсіздік коэффициенті, $Z=1.1$;

η – қолдану коэффициенті;

K_3 – эксплуатация кезінде ескеру мен шамданудың коэффициенті,

$K_3=1.5$;

Φ_L – лампаның жарықтық ағыны, $\Phi_L=4650$ лм;

n – лампа саны.

Бізге қолдану коэффициенті белгісіз, сондықтан оны табу үшін бөлменің индексін анықтаймыз:

$$i = \frac{A \times B}{h \times (A + B)} = \frac{10 \times 6}{2 \times (10 + 6)} = 1.9;$$

Есептеу бөлмесінің шағылу коэффициенті :

Төбенің шағылу коэффициенті $\rho_{\text{ТӨБЕ}} = 70\%$;

қабырғадан шағылу коэффициенті $\rho_{\text{ҚАБ}} = 50\%$;

еденнен шағылу коэффициенті $\rho_{\text{ЕДЕН}} = 30\%$.

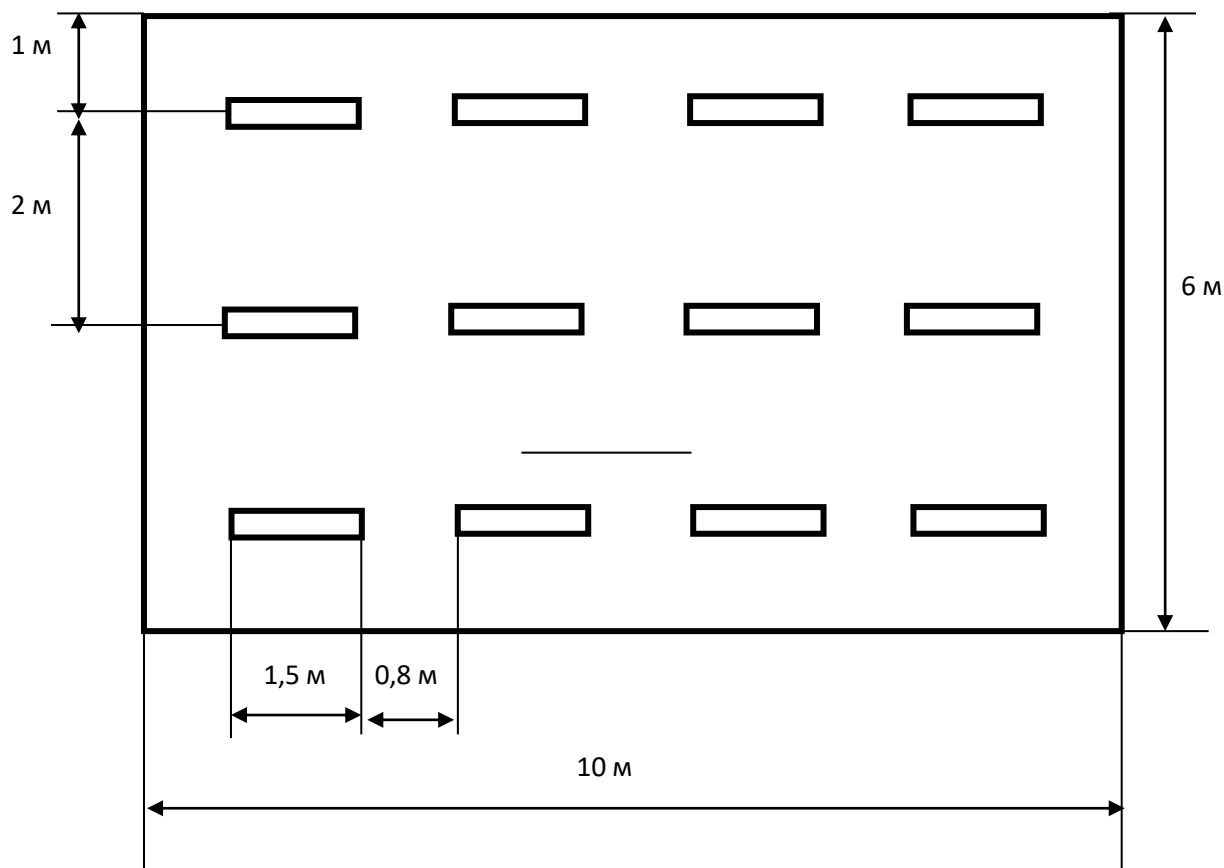
Демек, қолдану коэффициенті $\eta=54\%$.

Осыдан : $N = \frac{E \times K_3 \times S \times Z}{n \times \Phi_L \times \eta} = \frac{300 \times 1.5 \times 60 \times 1.74}{3.5 \times 4650 \times 0.54} = 5.35 \approx 5$;

Сонымен, 12 лампа пайдаланылады.

Шамдар әрқайсысы 4 шаммен 3 қабатқа бөлінген. Лампалар арасындағы қашықтық 2 метр, ал шам мен шам арасындағы қашықтық шамамен 1 метрді құрайды. Шамның ұзындығы 0,8 метр, шамдар арасындағы қашықтық - 0,772 метр. Шамның ұзындығы 1,514 метр.

Жалпы жарықтандыру стандарты 300 л.с. құрайды және салмағы 65 Вт 12 шам. Осындай есептелген жарықтандыру санитарлық талаптарға сай жұмыс жасайды және орындалады. Лампалардың орналасуы 1 – суретте көрсетілген.



5.1- сурет. Диспетчерлік бөлмедегі лампалардың орналасуы

5.3 Қосалқы стансаның қызмет ету кезіндегі қорғану шаралары

Комутациялық аппараттарды жөндемес бұрын мынадай қауіпсіздік шараларын сақтау керек:

1) Оперативті ток тізбегін автоматты ажыратқыштағы қос полюсті балқымалы сақтандырғышты алу.

2) Әуе ажыратқыштары үшін (ашық қосалқы стансасында) пневможетектің жұмысшы құбырына ауа жеткізу жүйесіндегі вентилдерді жабу, ал жабық қосалқы стансасында вентилге « Ашпа! Адамдар жұмыс

істеуде» плакатын ілу қажет .

3) Жүктеме жетегінде ажыратқыштарды жүк міндетті түрде төменгі қалпында, ал құрылғысы деблокталған болуы керек.

4) Егер де жұмыс әуе ажыратқыштарында болса, онда бакқа ауа жеткізу жүйесіндегі вентиль кілтке жабылу керек.

5) Барлық кілттер мен басқыштарға дистанционды басқаруларға «Қоспа! Адамдар жұмыс істеуде» плакатын ілу керек.

6 Экономика

6.1 Жобаның экономикалық бағасы

110/10 кВ қосалқы станциясының құрылысы аяқталғаннан кейін, Алматы қ. 31 станциясының электр желісі жетілдіріледі. Бұл жоба жүктеменің артуына байланысты электр энергиясын осы саладағы тұтынушыларға жеткізу үшін арналған. Есептің негізгі мақсаты - жобаның экономикалық тиімділігін, оның ішінде жобаның инвестициялық тартымдылығын, инвестициялардың табыстылығын, кірістілік мөлшерін және жобаны өзін-өзі ақтауды анықтау.

Тұтынушыларға электр қуатымен қамтамасыз етілудің болмауына байланысты, болашақ СҚ ірі мүмкіндіктерді ұсынады.

Экономикалық және қаржылық көрсеткіштерге байланысты есептік есепті кезең 20 жылды құрайды: Пайдалы қызмет мерзімінің ұзақтығы электр станциясының пайдалы қызмет ету мерзімін, оның пайдалы қызмет мерзімін және пайдалы пайдалану мерзімін қамтиды.

6.2 Қосалқы стансаны жаңартуға кететін инвестицияны есептеу

Қосалқы станция жабдықтары мен жалпы өндірістік шығындар бойынша инвестицияларды есептейміз.

$$I_o = I_o^{пс} + I_{общ} , \quad (6.1)$$

мұндағы I_o - жобаға кететін жиынтық инвестиция, млн. теңге,

$I_o^{пс}$ - қосалқы станса жабдығына кететін инвестиция, млн. теңге,

$I_{общ}$ - жалпы өндірістік шығындар, млн.теңге.

Қосалқы станса жабдығына кететін инвестицияны есептеу.келесі формуламен анықталады:

$$I_o^{пс} = K_{пс} + I_{зп} + I_{мат} , \quad (6.2)$$

$$K_{пс} = K_{об.перв.} + K_{об.втор.} , \quad (6.3)$$

мұндағы $K_{пс}$ - қосалқы стансаға капиталдықсалым, млн. теңге,

$K_{об.перв}$ - қосалқы станса күштік жабдығының құны, млн. теңге,

$K_{об.перв}$ - қосалқы станса төменгі кернеулі жабдығының құны, млн.

Теңге.

Қосалқы стансаның кеңейтілуіне кететін капиталдық салымды анықтайық. Капиталдық салым автотрансформатордың, ажыратқыштардың, айырғыштардың және басқа жабдықтардың құнынан тұрады.

6.1 - кесте - қосалқы стансаға капиталдық салым

Жабдық атауы	саны, бірлік.	Бірлік бағасы, мың теңге	Барлығы
Трансформатор 16000 - 110/10 кВ	2	458400	916800
Ажыратқыш 110 кВ	2	66000	132000
Ажыратқыш 10 кВ	3	8400	25200
Айырғыш 110 кВ бір жерлеуіш пышағы бар	4	3400	13600
Айырғыш 10 кВ бір жерлеуіш пышағы бар	8	440	3520
Ток трансформаторы 110 кВ трансформаторға орнатылған	6	660	3960
Ток трансформаторы 10 кВ шығарылатын	6	560	3360
Кернеу трансформаторы 110 кВ	2	840	1680
Кернеу трансформаторы 10 кВ	4	600	2400
Барлығы			1372520

6.2 - кесте - қосалқы стансаға капиталдық салым (төменгі кернеулі жабдық)

Жабдық атауы	Саны, бірлік	Бірлік бағасы, мың теңге	Барлығы
110 кВ желісінің ШДЭ-2108 РҚ шкафы	1	51000	51000
ШДЭ-2108 Тр. РҚ-ң шкафы	1	73000	73000
Барлығы			124000

Қосалқы станса жабдығына жалпы капиталдық салым келесіні құрайды:

$$K_{\text{ПС}} = 1372520 + 124000 = 1496520 \text{ мың .тг .}$$

Материал шығыны:

$$I_{\text{мат}} = 0,1 \div 0,15 \cdot K_{\text{ПС}} , \quad (6.4)$$

$$I_{\text{мат}} = 0,13 \cdot 1496520 = 194547,6 \text{ мын тг}$$

Еңбекақыға кететін шығын:

$$I_{\text{зп}} = \sum(N_i \cdot \text{ЗП}_i) \cdot 1,215 \cdot m, \quad (6.5)$$

мұндағы N_i - бригададаі-ші разрядты жұмысшы саны;

ЗП_i - і-ші разрядты жұмысшылар жалақысы, мың теңге,

m - құрылыс мерзімі, ай.

Қосалқы стансаны қайта құру үшін келесідей жұмысшылар қажет:

6.3 - кесте - Еңбекақыға кететін шығынды есептеу

Квалификация	Разряд	Саны	ЗП _і , тыс.тг.	ΣЗП, тыс.тг.
Бригадир	V	1	120	120
РҚ ж А қызметінің басқарушысы	V	1	80	80
Монтаждаушы	IV	2	75	150
Дәнекерлеуші	IV	1	70	70
Слесарь	III	2	55	110
Слесарь	IV	1	65	65
Сыпырушы	III	1	40	40
Күзетші	III	1	40	40
Еңбек ақыға кететін шығын				675
Қосалқы станса құрылысын жүргізу мерзімі				12
Барлығы,. тг.				6561

Қосалқы станса жабдығына инвестиция.

$$I_{\text{о}}^{\text{пс}} = 1496520 + 194547,6 + 6561 = 1697629 \text{ мын . тг.}$$

Шамамен қосалқы стансаға кететін жалпы өндірістік шығындар келесі формуламен анықталады:

$$I_{\text{обб}} = 0,2 \div 0,25 \cdot (I_{\text{зп}\Sigma} + I_{\text{ао}\Sigma} + I_{\text{тр}\Sigma}), \quad (6.6)$$

мұндағы $I_{\text{зп}\Sigma}$ - жиынтық еңбек ақы шығыны, млн. теңге,

$I_{\text{ао}\Sigma}$ - жиынтық амортизация, млн. теңге,

$I_{\text{тр}\Sigma}$ - ағымдық жөндеуге жиынтық шығындар, млн.теңге.

Негізгі өндірістік қорлар амортизациясы:

$$I_{\text{ао}} = 0,08 \cdot (K_{\text{пс}} + K_{\text{об}}) , \quad (6.7)$$

мұнда, $K_{\text{об}}$ - қосалқы станса жабдығына қызмет көрсету, тг.

Жабдыққа қызмет көрсетудің:

$$K_{\text{об}} = E_{\text{н}} \cdot K , \quad (6.8)$$

$$K_{\text{об}} = 0,02 \cdot 1496520 = 29930,4 \text{ мын тг.}$$

мұндағы K - қосалқы станса жабдығына капиталдықсалым, млн. теңге,
 $E_{\text{н}}$ - қосалқы станса жабдығына қызмет көрсету шығындары,
 $E_{\text{н}}=20\%$.

Сонда негізгі өндірістік қорлар амортизациясыкелесіні құрайды:

$$I_{\text{ао}} = 0,08 \cdot (1496520 + 29930,4) = 122116 \text{ мын тг.}$$

Ағымдық жөндеуге кеткен жиынтық шығындар:

$$I_{\text{тр}} = 0,1 \div 0,15 \cdot (K_{\text{пс}} + K_{\text{об}}) , \quad (6.9)$$

$$I_{\text{тр}} = 0,1 \cdot (1496520 + 29930,4) = 198438,6 \text{ мын тг.}$$

Қосалқы стансада жалпы өндірістік шығындар:

$$I_{\text{общ}} = 0,2 \cdot (6561 + 122116 + 198438) = 65423,12 \text{ мын .ттг .}$$

Берілген жобаға инвестицияны есептеу.

$$I_{\text{о}} = 1697629 + 65423,12 = 1763052 \text{ млн тг. .}$$

6.3 Қосалқы стансаның кеңеюіне салынатын инвестициялардың экономикалық және қаржылық тиімділігі

ҚС-ң кеңею мерзімі құрылыс нормаларына сәйкес 8 ай деп алынады.
ҚС электр энергия жеткізу бағдарламасы 7.5-кестеде көрсетілген.

6.4 - кесте - ҚС электр энергия жеткізу бағдарламасы

Көрсеткіштер	Құрылыс және орнату жылдары			
	1	2	...	25
Жүктеменің өсу коэффициенті, %		100	...	100
Энергияның торапқа енуі, млн. кВтч		601,57	...	601,57
Энергия шығындары, млн. кВтч:		9,83	...	9,83

Есептік периодтың бесінші жылында ҚС-ң толық дамуы кезінде электр энергияның енуі сәйкесінше 601,57млн. кВтсағ/жылқұрайды. Шығындар 9,83 млн. кВт-сағ/жыл шамасымен бағаланады, ол 2,5 % құрайды.

ҚС-ң кеңею мерзімі құрылыс нормаларына сәйкес 8 ай деп алынады. ҚС электр энергия жеткізу бағдарламасы 7.5-кестеде көрсетілген.

6.5 - кесте - ҚС электр энергия жеткізу бағдарламасы

Көрсеткіштер	Құрылыс және орнату жылдары			
	1	2	...	25
Жүктеменің өсу коэффициенті, %		100	...	100
Энергияның торапқа енуі, млн. кВтч		601,57	...	601,57
Энергия шығындары, млн. кВтч:		9,83	...	9,83

Есептік периодтың бесінші жылында ҚС-ң толық дамуы кезінде электр энергияның енуі сәйкесінше 601,57млн. кВтсағ/жылқұрайды. Шығындар 9,83 млн. кВт-сағ/жыл шамасымен бағаланады, ол 2,5 % құрайды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Аяқтауда біз қысқа тұйықталу токтарын есептеп, токтар үшін негізгі электрлік құрылғыларды таңдадық. Біз қосалқы станциядағы трансформатор үшін дифференциалды және басқа қорғау функцияларын есептеп, тапсырмаларды орнаттық.

Үш сатылы қашықтан қорғаныс және 110 кВ электр беру желілерінің төрт сатылы жүйелі қорғанысы орындалды.

Арнайы секцияда резервтік электрмен жабдықтауды автоматтандырудың логикалық сұлбасын және оның қалай жұмыс істейтінін қарастырдық.

Қысқа тұйықталу токтарының және логика элементтері «ELECTRONICS WORKBENCH» бағдарламасымен есептеледі. Графикалық сызбалар «AutoCad 2006» және «СПЛан 06» бағдарламаларымен орындалды. Жұмыста мен «MS Excel» сияқты бағдарламаларды қолдандым.

Өмір қауіпсіздігі секциясында анықталған міндеттерге сәйкес, қосалқы станцияның жұмысын және қосалқы станцияның электрмен жабдықтаудың электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін диспетчерлік бөлмені жасанды жарықпен қамтамасыз еттік.

Қосалқы станцияларды жаңғыртудың техникалық-экономикалық негіздемесі экономикалық секторда жүзеге асырылды. Ақшаны шығарудың соңғы мерзімі да бағаланды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Справочник по проектированию электроснабжения/Под ред. Ю. Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
- 2 Чернобровов Н. В., Семенов В. А. Релейная защита энергетических систем: Учеб. пособие для техникумов. Часть-1. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.
- 3 Чернобровов Н. В., Семенов В. А. Релейная защита энергетических систем: Учеб. пособие для техникумов. Часть-2. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.
- 4 Беркович М. А. и др. Автоматика энергосистем: Учеб. для техникумов/М. А. Беркович, В. А. Гладышев, В. А. Семенов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 240 с.
- 5 Овчаренко Н. И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем: Учебник для вузов/Под ред. А. Ф. Дьякова. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2000. – 504 с.
- 6 Беркович М.А. и др. Автоматика энергосистем: Учеб. Для техникумов / М.А. Беркович, В.А. Гладышев, В.А. Семенов. – 3-е, перераб. – М.: энергоатомиздат, 1991. – 240 с.
- 7 Инструкция по оперативному обслуживанию противоаварийной автоматики южной зоны ЕЭС Казахстана. – Алматы, 2000.
- 8 Внешнее электроснабжение электрифицируемого участка Чу-Алматы Алматинской железной дороги. ВЛ 220 кВ Чу-Чокпар. Рабочий проект (3489). Противоаварийная автоматика. Пояснительная записка и чертежи 3489-310-16-тІ. – Алматы 1995.
- 9 Дюсебаев М.К., Хакімжанов Т.Е. Адам өмірінің қауіпсіздігінің негізі. Дәрістер конспектісі. – Алматы: АЭЖБИ, 2002.
- 10 Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/Белов С. В., Ильницкая А. В., Козьяков А.Ф. и др.; Под общ. ред. Белова С. В. – М.: Высш. Шк., 1999. – 488 с.
- 11 Райзберг Б.А. Рыночная экономика. – М.: Деловая жизнь, 1995.
- 12 Г.Ж. Даукеев, А.А. Жакупов, К.К. Токтибахиев, Б.И. Тузелбаев. Методология формирования тарифов в секторе электроэнергетики Казахстана: состояние, проблемы, перспективы. - Энергетика и топливные ресурсы Казахстана. – 2000.– №2. – С.17-25
- 13 Закон Республики Казахстан «Об электроэнергетике». // Казахстанская правда, 24 августа 1999.
- 14 М.Сергалиев. Русско-казахский словарь, Орысша-қазақша сөздік: - Алматы: «Сөздік-Словарь», 2001. – 336 с.
- 15 Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздік: Энергетика /жалпы редакциясын басқарған п.ғ.д., профессор А.Қ. Құсайынов – Алматы: Республикалық мемлекеттік Рауан баспасы, 2000 – 320 бет.
- 16 WWW.ENP-ATOM.LESNOY.RU – Каталог выключатели элегазовые.