

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

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

«Энергетика» кафедрасы

Айдарбеков Мурод Серикбайұлы

110/10 кернеулі 2х16 МВА қосалқы стансаның релелік қорғанысы және жоғары жиілікті дифференциалды-фазалық қорғанысының қойылымын есептеу.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071800 – Электр энергетикасы мамандығы

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 кернеулі 2х16 МВА қосалқы стансаның релелік қорғанысы және жоғары жиілікті дифференциалды-фазалық қорғанысының қойылымын есептеу»

5B071800 – Электр энергетика мамандығы бойынша

Орындаған

Айдарбеков М.С.

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 *Айдарбеков Мурод Серикбайұлы*

Тақырыбы *«110/10 кернеулі 2x16 МВА қосалқы стансаның релелік қорғанысы және жоғары жиілікті дифференциалды-фазалық қорғанысының қойылымын есептеу»*

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) Электрқауіпсіздік бөлімі;





Сызбалық материалдар тізімі Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 15 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

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

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

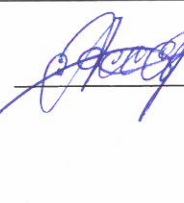
Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Е.А. Сарсенбаев PhD докторы, ассистент профессор	15.04	
Арнайы бөлім	Е.А. Сарсенбаев PhD докторы, ассистент профессор	15.04.19	
Электр қауіптісіздігі	Е.А. Сарсенбаев PhD докторы, ассистент профессор	20.05.19	
Норма бақылау	Н.Е. Балғаев Доктор PhD, сениор-лектор	21.05.2019ж	

Ғылыми жетекші



Е.А. Сарсенбаев

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



М. Айдарбеков

Күні

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс
(жұмыс түрінің атауы)

Айдарбеков Мурод Сурикбайұлы
(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071800 – Электр энергетика мамандығы

Тақырыбы: **110/10 кернеулі 2x16 МВА қосалқы стансаның релелік қорғанысы және жоғары жиілікті дифференциалды-фазалық қорғанысының қойылымын есептеу**

Орындалды:
түсініктеме 74 бет

Дипломдық жұмыста қосалқы станциясының модернизациялау яғни релелік қорғаныстың есептелеуріне негізделген.

Дипломдық жұмыстың негізгі бөлімінде қосалқы станцияларға принципалдық сұлбасы күштік қондырғылар таңдалған, есептемелер жүргізілген. Электр қауіпсіздігі бөлімінде электр қондырғыларына қызмет көрсетудегі электр және өрт қауіпсіздік шаралары қарастырылған.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жұмыс «жақсы» (85 %) бағаға орындалған, ал оның авторы 5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін иеленуге лайық деп санаймын.

Рецензент
АЭЖБУ аға оқытушысы
тех.ғыл.канд.

И.В. Алмуратова



2019 ж.

Ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрлерінің атауы)

Айдарбеков Мүрод Серикбайұлы

(оқушының аты жөні)

5B071800 – Электр энергетикасы

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы:

Дипломдық жұмыс «110/10 кернеулі 2х16 кВ қосалқы станциясында релелік қорғаныс пен жоғары жиілікті дифференциалды-фазалық қорғанысының қойылымын есептеу» тақырыбы бойынша орындалған. Жұмыста қосалқы станцияның принципиалдық 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 Айдарбеков Мүрод Серикбайұлы алдына қойылған тапсырмаларды уақытында орындап және теорияда алған білімін нақты есептерді шешу үшін қолдана алатынын көрсете білді.

Жалпы дипломдық жұмысты 85% «орташа» бағалауға, ал диплом қорғаушы Айдарбеков Мүрод Серикбайұлы 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 » 

2019 ж.

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: Айдарбеков Мурод Серикбайұлы

Название: 110_10 кернеулі 2x16 МВА қосалқы стансаның релелік қорғанысы және жоғары жиілікті дифференциалды-фазалық қорғанысының қойылымын есептеу.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1: 7,3

Коэффициент подобия 2: 0,6

Тревога: 285

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

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: Айдарбеков Мурод Серикбайұлы

Название: 110_10 кернеулі 2x16 МВА қосалқы стансаның релелік қорғанысы және жоғары жиілікті дифференциалды-фазалық қорғанысының қойылымын есептеу.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:7,3

Коэффициент подобия 2:0,6

Тревога:285

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

АҢДАТПА

Берілген бітіру жұмысында "110/10 кернеулі 2x16 МВА қосалқы стансаның релелік қорғанысы және жоғары жиілікті дифференциалды-фазалық қорғанысының қойылымын есептеу" тақырыбы бойынша орындалған. Жобада қосалқы стансаның принципіалдық сұлбасы, күштік қондырғылар және жалғаулық аппараттар таңдалынған. Қосалқы стансаның элементтері мен 110 кВ шығу желілерінің есептелуі жасалынған және дифференциалды-фазалық жоғары жиілікті қорғаныс қарастырылған. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде электр қондырғыларымен жұмыс істеу кезіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету, жарықтандыру, жермен қосу есептелінген.

ANNOTATION

The final work was done on the topic "Relay protection of a substation at 110/10 kV 2x16 MVA and calculation of settings for differential-phase high-frequency protection". The project made the selection of the concept of the substation, the choice of power equipment and the choice of switching equipment. The calculation of the relay protection of the elements of the substation and outgoing lines of 110 kV was made and the differential-phase high-frequency protection was considered. In the section of life safety, the calculation of the grounding device and lighting, ensuring safety when working with electrical installations.

АННОТАЦИЯ

Выпускная работа выполнена на тему "Релейная защита подстанции на 110/10 кВ 2x16 МВА и расчет уставок дифференциально-фазной высокочастотной защиты ". В проекте произведен выбор принципиальной схемы подстанции, выбор силового оборудования и выбор коммутационной аппаратуры. Произведен расчет релейной защиты элементов подстанции и отходящих линий 110 кВ и рассмотрена дифференциально-фазная высокочастотная защита. В разделе безопасность жизнедеятельности произведен расчет заземляющего устройства и освещения, обеспечение безопасности при работе с электроустановками.

МАЗМҰНЫ

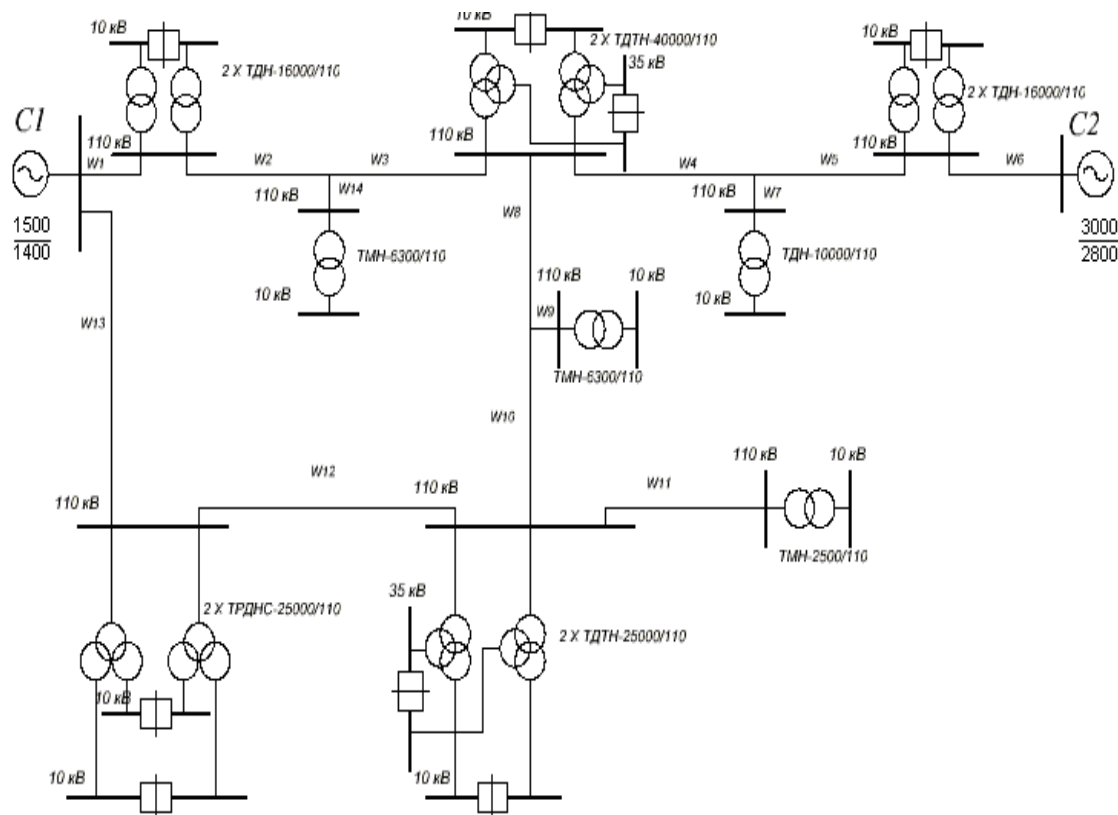
КІРІСПЕ	7
1 110/10 кВ қосалқы стансасының электрлік бөлігін құру	8
1.1 Бітіру жұмысының берілгендері	8
1.2 Элементтер кедергілерінің есебі	10
1.3 Қысқа тұйықталу тоғы	14
1.4 Жоғарғы кернеу 110 кВ-қа ажыратқыштарды талдау	15
1.5 10 кВ шинадағы секциялық ажыратқышты таңдау	21
2 Кернеу трансформаторын таңдау	33
2.1 Қосалқы станциядағы трансформаторлық реле	34
2.2 Трансформатордың дифференциалды қорғанысы	34
2.3 16 МВА 110/10 кВ трансформаторлық тиеуден қорғау	44
3 110 кВ желінің релелік қорғанысы	46
3.1 Үш сатылы нөлдік тізбекті ток есептеу	46
3.2 Үш деңгейлі қашықтықтан қорғау	47
3.3 Қашықтықтан қорғауды есептеу	48
3.4 Екінші сатының кедергісін есептеу	48
3.5 Қашықтықтан қорғаудың қайталама қарсылығын есептеу	54
4 Жоғары жиілікті дифференциалды фазалық қорғауды талдау және есептеу	56
4.1 Фазалардың жоғары жиілікті дифференциалды қорғау қағидасы	56
4.2 Қорғау тиімділігін есептеу	62
5 Электр қауіпсіздігі бөлімі	65
5.1 Электр қондырғыларына арналған сақтық шаралары	65
5.2 Өндірістік жарықтандыру қосалқы станциясын есептеу	68
5.3 Жобаның мақсаты	69
6 Экономика бөлімі	70
6.1 Өндірістік жарықтандыру қосалқы станциясын есептеу	70
6.2 Жобаның мақсаты	70
Қорытынды	73
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	74

КІРІСПЕ

Бұл тезис жобасы 110/10 кВт 2×16 МВА қосалқы станциясында релелік қорғаныс және дифференциалды фазалық қорғауды қамтамасыз етеді. Бұл қосалқы станцияны модернизациялау, яғни релелік қорғаныстың есептеулеріне негізделген жаңа заманауи жабдықты таңдау және дифференциалды фазаның жоғары жиілікті қорғанысын негізгі құрылғы ретінде белгілеу. Сонымен қатар, «Өмір қауіпсіздігі», жерге қосу және жарықтандыру және т.б. секілді электр қондырғыларымен жұмыс істеу кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету, сондай-ақ экономика бөліміндегі қосалқы станцияның нарықтық жағдайында энергетикалық кәсіпорындардың техникалық-экономикалық негіздемесі.

Электрлендіру, яғни электр энергиясын өндіру, бөлу және пайдалану елдегі барлық салалар мен агроөнеркәсіптік салалардың тұрақты жұмыс істеуі мен дамуына және халықтың жайлы өміріне негіз болып табылады. Сенімді, жоғары сапалы және арзан электрмен жабдықтау халық шаруашылығының кез келген саласын, оның ішінде ауыл шаруашылығын электрлендіру үшін негіз болып табылады. Әуе желілері барлық ауылдық елді мекендерді қамтиды. Ауылдық жерлердегі өнеркәсіптік кәсіпорындар мен елді мекендерді электрмен жабдықтау өнеркәсіп пен қалаларды электрмен жабдықтаумен салыстырғанда өз сипаттамаларына ие. Ең бастысы, электр қуатын үлкен алаңдарда шашыраған салыстырмалы төмен қуатты қондырғыларға жеткізу болып табылады.

1 110/10 кВ қосалқы стансасының электрлік бөлігін құру



1.1-сурет - Бас электрлік сұлба

1.1 Бітіру жұмысының берілгендері

1.1-кесте

Жүйе қуаты	$S1^{(3)}_{KT,MAX} = 2800\text{MB-A}$ $S2^{(3)}_{KT,MAX} = 3100\text{MB-A}$	$S^{(3)}_{KT,MIN} = 2500\text{MB-A}$ $S1^{(3)}_{KT,MAX} = 2800\text{MB-A}$
U,кВ	110	

1.2 – кесте - Трансформатор параметрлері

№ ПС	№	Трансформатор типі	S _{НОМ} , МВА	Орам кернеуі, кВ			U _К %		
				ВН	СН	НН	ВН-СН	ВН-НН	СН-НН
1	T1,T2	ТДН-16000/110	16	115	-	11	-	10,5	-
2	T3,T4	ТДТН-40000/110	40	115	38,5	11	10,5	17,5	6,5

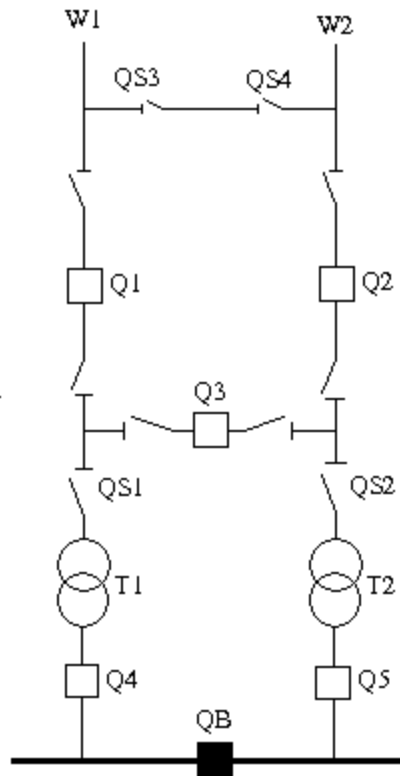
1.2-кестенің жалғасы

3	T5,T6	ТДН-16000/110	16	115	-	11	-	10,5	-
4	T7	ТМН-6300/110	6,3	115	-	11	-	10,5	-
5	T8	ТДН-10000/110	10	115	-	11	-	10,5	-
6	T9	ТМН-6300/110	6,3	115	-	11	-	10,5	-
7	T10	ТМН-2500/110	2,5	115	-	11	-	10,5	-
8	T11,T12	ТРДН-25000/110	25	115		10,5 10,5	-	10,5	30
9	T13,T14	ТДТН-25000/110	25	115	38,5	11	10,5	17,5	6,5

1.3-кесте - Желі параметрлері

№ КЖ		КЖ ұзындығы, км	Худ, Ом/км
1	Біртізбекті	11	0,4
2	Біртізбекті	5	0,4
3	Біртізбекті	12	0,4
4	Біртізбекті	13	0,4
5	Біртізбекті	12	0,4
6	Біртізбекті	31	0,4
7	Біртізбекті	2	0,4
8	Біртізбекті	7	0,4
9	Біртізбекті	3	0,4
10	Біртізбекті	8	0,4
11	Біртізбекті	22	0,4
12	Біртізбекті	16	0,4
13	Біртізбекті	8	0,4
14	Біртізбекті	1	0,4

Егер 10-110 кВ жағындағы элементтер кішкене болса, жеңілдетілген тізбектер, қосалқы шиналарсыз, ажыратқыштардың саны [3, 5, 440]. Кейбір электр сөндіргіштері жоғары кернеу жағына қосылмайды. Жеңілдетілген схемалар электр қондырғыларының, құрылыс материалдарының құнын төмендетеді, коммутация құрылғыларының құнын төмендетеді және оны орнатуды тездетеді. Мұндай схемалар қосалқы станцияларда кең таралған.



1.1.2-сурет - Жоғары кернеуді еңсеру көпірінің қуат жоспары

Мұндай схемалар аварияның ықтималдығы жоғары ықтималдығы жоғары болғандықтан қазіргі уақытта қолданылмайды.

1.2 Элементтің кедергілерінің есебі

Осы энергетикалық жүйеде әр элементтің қарсылығын анықтаңыз. $U_{0с} = 110$ кВ есептеу, салыстырмалы бірліктерде есептелген.

110 кВ:

$S_6 = 1000$ МВА; $U_6 = 115$ кВ;

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_6} = \frac{1000 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 115 \cdot 10^3} = 5,03 \cdot 10^3; \quad (1.1)$$

$$X_6 = \frac{U_6}{\sqrt{3} \cdot I_6} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 5,03 \cdot 10^3} = 13,21; \quad (1.2)$$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_6} = \frac{1000 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 10^3} = 55,05 \cdot 10^3; \quad (1.3)$$

$$X_{\bar{6}} = \frac{U_{\bar{6}}}{\sqrt{3} \cdot I_{\bar{6}}} = \frac{10,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 55,05 \cdot 10^3} = 0,11; \quad (1.4)$$

Жүйе 1

$$S_{\kappa 3 \max} = 1500 \text{ МВА} \quad S_{\kappa 3 \min} = 1400 \text{ МВА}$$

$$X_{c1 \max} = \frac{U_{cp}^2}{S_{\kappa 3}} = \frac{115^2}{1500} = 8,817 \text{ Ом} \quad (1.5)$$

$$X_{c1 \min} = \frac{U_{cp}^2}{S_{\kappa 3}} = \frac{115^2}{1400} = 9,446 \text{ Ом} \quad (1.6)$$

Жүйе 2

$$S_{\kappa 3 \max} = 3000 \text{ МВА} \quad S_{\kappa 3 \min} = 2800 \text{ МВА}$$

$$X_{c2 \max} = \frac{U_{cp}^2}{S_{\kappa 3}} = \frac{115^2}{3000} = 4,408 \text{ Ом} \quad (1.7)$$

$$X_{c2 \min} = \frac{U_{cp}^2}{S_{\kappa 3}} = \frac{115^2}{2800} = 4,723 \text{ Ом} \quad (1.8)$$

$$U_{\bar{6}} = 115 \text{ кВ}$$

$$E_C = \frac{U_{\bar{6}}}{\sqrt{3}} = \frac{115}{\sqrt{3}} = 66,39 \text{ кВ} \quad (1.9)$$

Желі кедергілері 110кВ

$$X_{W1} = X_{y\partial 1} \cdot l_1 \cdot \frac{U_{\bar{6}}^2}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 11 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 4,4 \text{ Ом} \quad (1.10)$$

$$X_{W2} = X_{y\partial 2} \cdot l_2 \cdot \frac{U_{\bar{6}}^2}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 5 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 2 \text{ Ом} \quad (1.11)$$

$$X_{W3} = X_{y\partial 3} \cdot l_3 \cdot \frac{U_{\bar{6}}^2}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 12 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 4,8 \text{ Ом} \quad (1.12)$$

$$X_{W4} = X_{y\partial 4} \cdot l_4 \cdot \frac{U_{\bar{6}}^2}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 13 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 5,2 \text{ Ом} \quad (1.13)$$

$$X_{W5} = X_{y\delta5} \cdot l_5 \cdot \frac{U_{\delta}^2}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 12 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 4,8 \text{ Ом} \quad (1.14)$$

$$X_{W6} = X_{y\delta6} \cdot l_6 \cdot \frac{U_{\delta}^2}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 31 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 12,4 \text{ Ом} \quad (1.15)$$

$$X_{W7} = X_{y\delta7} \cdot l_7 \cdot \frac{U_{\delta}^2}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 2 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 0,8 \text{ Ом} \quad (1.16)$$

$$X_{W8} = X_{y\delta8} \cdot l_8 \cdot \frac{U_{\delta}^2}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 7 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 2,8 \text{ Ом} \quad (1.17)$$

$$X_{W9} = X_{\delta\alpha9} \cdot l_9 \cdot \frac{U_{\delta}^2}{U_{\bar{n}\delta}^2} = 0,4 \cdot 3 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 1,2 \text{ Ом} \quad (1.18)$$

$$X_{W10} = X_{y\delta10} \cdot l_{10} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 8 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 3,2 \text{ Ом} \quad (1.19)$$

$$X_{W11} = X_{y\delta11} \cdot l_{11} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 22 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 8,8 \text{ Ом} \quad (1.20)$$

$$X_{W12} = X_{y\delta12} \cdot l_{12} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 16 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 6,4 \text{ Ом} \quad (1.21)$$

$$X_{W13} = X_{y\delta13} \cdot l_{13} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 8 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 3,2 \text{ Ом} \quad (1.22)$$

$$X_{W14} = X_{y\delta14} \cdot l_{14} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 1 \cdot \frac{115^2}{115^2} = 0,4 \text{ Ом} \quad (1.23)$$

$$\alpha = 1 \pm \Delta U_{pez} = 1 \pm 0,16;$$

$$\alpha_{max} = 1 + 0,16 = 1,16; \quad \alpha_{min} = 1 - 0,16 = 0,84;$$

Трансформатор кедергілері:

ПС-1

$$X_{T1} = X_{T2} = \frac{U_{k\%}}{100} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{S_{н.м}} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{16} = 86,789 \text{ Ом} \quad (1.24)$$

ПС-2

$$X_{T3}^B = X_{T4}^B = \frac{U_{BC} + U_{BH} - U_{CH}}{200} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{S_{н.м}} = \frac{10,5 + 17,5 - 6,5}{200} \cdot \frac{115^2}{40} = 35,542 \text{ Ом} \quad (1.25)$$

$$X_{T3}^C = X_{T4}^C = \frac{U_{BC} + U_{CH} - U_{BH}}{200} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{S_{н.м}} = \frac{10,5 + 6,5 - 17,5}{200} \cdot \frac{115^2}{40} = -0,827 \approx 0 \text{ Ом} \quad (1.26)$$

$$X_{T3}^H = X_{T4}^H = \frac{U_{CH} + U_{BH} - U_{BC}}{200} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{S_{н.м}} = \frac{6,5 + 17,5 - 10,5}{200} \cdot \frac{115^2}{40} = 22,317 \text{ Ом} \quad (1.27)$$

ПС-3

$$X_{T5} = X_{T6} = \frac{U_{k\%}}{100} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{S_{н.м}} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{16} = 86,79 \text{ Ом} \quad (1.28)$$

ПС-4

$$X_{T7} = \frac{U_{k\%}}{100} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{S_{н.м}} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{6,3} = 220,42 \text{ Ом} \quad (1.29)$$

ПС-5

$$X_{T8} = \frac{U_{k\%}}{100} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{S_{н.м}} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{10} = 138,86 \text{ Ом} \quad (1.30)$$

ПС-6

$$X_{T9} = \frac{U_{k\%}}{100} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{S_{н.м}} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{6,3} = 220,42 \text{ Ом} \quad (1.31)$$

ПС-7

$$X_{T10} = \frac{U_{k\%}}{100} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{S_{н.м}} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{2,5} = 555,45 \text{ Ом} \quad (1.32)$$

ПС-8

$$X_{T11}^B = X_{T12}^B = \left(1 - \frac{\kappa_p}{2n}\right) \cdot \frac{U_{k\%}}{100} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{S_{н.м}} = \left(1 - \frac{3,5}{2 \cdot 2}\right) \cdot \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{25} = 6,943 \text{ Ом} \quad (1.33)$$

$$X_{T11}^{H1} = X_{T12}^{H2} = X_{T11}^{H1} = X_{T12}^{H2} = \frac{\kappa_p}{2} \cdot \frac{U_{k\% \max}}{100} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{S_{н.м}} = \frac{3,5}{2} \cdot \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{25} = 97,204 \text{ Ом} \quad (1.34)$$

ПС-9

$$X_{T13}^B = X_{T14}^B = \frac{U_{BC} + U_{BH} - U_{CH}}{200} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{S_{н.м}} = \frac{10,5 + 17,5 - 6,5}{200} \cdot \frac{115^2}{25} = 56,867 \text{ Ом} \quad (1.35)$$

$$X_{T13}^C = X_{T14}^C = \frac{U_{BC} + U_{CH} - U_{BH}}{200} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{S_{н.м}} = \frac{10,5 + 6,5 - 17,5}{200} \cdot \frac{115^2}{25} = -1,323 \approx 0 \text{ Ом} \quad (1.36)$$

$$X_{T13}^H = X_{T14}^H = \frac{U_{CH} + U_{BH} - U_{BC}}{200} \cdot \frac{U_{\delta}^2}{S_{н.м}} = \frac{6,5 + 17,5 - 10,5}{200} \cdot \frac{115^2}{25} = 35,708 \text{ Ом} \quad (1.37)$$

1.3 Қысқа тұйықталу тоғы

Қысқа тұйықталу токтарының есептеуі коммутация құрылғылары, кәбілдер, автобустар және т.б. үшін КТ қосқышын таңдау үшін қажет. СТ ағымдарын есептеу үшін ауыстыру тізбегін саламыз.

Адаптер қазіргі уақытта ағымдағы шот болып табылады.

Содан кейін коммутация операциясы келесі жағдайларда тексеріледі.

$$I_{\text{вкл}} \geq I_{\text{кз}},$$

$$i_{\text{вкл}} \geq i_{\text{уд}} = k_{\text{уд}} \cdot I_{\text{кз}} \cdot \sqrt{2},$$

мұндағы $I_{\text{вкл}}$ номиналды ток тоғының ажыратқышының бастапқы шегі (номиналды қосылу кабелінің максималды мәнін ажыратқыштың сыну қабілеті ретінде түсіну керек);

$i_{\text{вкл}}$ - ең жоғарғы шыңдық түйісу.

Содан кейін симметриялық үзіліс ток тексеріледі:

$$I_{\text{откл.ном}} \geq I_{\text{п.т}},$$

мұндағы $I_{\text{откл.ном}}$ –автоматты ажыратқыштың автоматты ажыратқышы;

$I_{\text{п.т}}$ - бастапқы нүктедегі үзілу контакттарының басында тікелей токтың мерзімді компоненті.

Тұрақты токты анықтауды ажырату төмендегі қатынастар арқылы анықталады:

$$i_{\text{а.ном}} \geq i_{\text{а.т}},$$

$$i_{\text{а.ном}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{откл.ном}} \cdot \frac{\beta_{\text{норм}}}{100},$$

мұндағы $i_{\text{а.ном}}$ –сапаның аперидоттық компонентінің номиналды мәні;

$\beta_{\text{норм}}$ –өшіру токтарының аperiodтық компонентінің нормаланған пайызы;

$i_{\text{ат}}$ -КТ тоғының аperiodты құраушысы (КТ-ң бастапқы кезінде ажыратқыш доғасөндіргіш түйіспелерінің тарау тоғы).

Егер $I_{\text{откл.ном}} > I_{\text{п.т}}$, ал $i_{\text{а.ном}} < i_{\text{ат}}$, Содан кейін толық розеткалардың шартты мәндерін салыстырыңыз.

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

Есептеу уақыты, мысалы, τ немесе қарқынды өзіндік таймердің қосындысы: өшіру уақыты 0,01 және негізгі қорғаныстың ең аз экспозиция уақыты:

$$\tau := t_{\text{CB}} + t_{\text{3min}},$$

$$t_{\text{откл}} := t_{\text{рз}} + t_{\text{с.в.отк}},$$

Коммутатордың электродинамикалық тұрақтылығы ҚТ-нің үстіңгі қабатымен тексеріледі.

$$I_{\text{пр.скв}} \geq I_{\text{кз}},$$

$$i_{\text{пр.скв}} \geq i_{\text{уд}},$$

мұндағы $I_{\text{пр.скв}}$ –Мерзімділіктің мерзімді көлденең компонентінің бастапқы экспозициялық мәні;

$i_{\text{пр.скв}}$ –шекаралық өткелдің ең биік шыңы.

Термиялық тұрақтылықты тексеру келесідей: Егер $t_{\text{откл}} < t_{\text{тер}}$ (көп кездесетін жағдай), күйін тексеріңіз:

$$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}} \geq B_{\text{к}},$$

мұндағы $I_{\text{тер}}$ –коммутатордың жылу кедергісі;

$t_{\text{тер}}$ –қалыпты термиялық тұрақтылықтың шектеулі ұзақтығы;

$B_{\text{к}}$ –есептеу кезінде жылу ток импульстік ток.

Әдетте, параметрлерді қалпына келтіру орындалмайды, өйткені көптеген кернеулердегі кернеу сынақ жағдайларына сәйкес келеді. КВ / мс қалпына келтіру кернеуін тексеру қажет болса, онда бұл тек ауа ажыратқыштар үшін.

1.4 Жоғарғы кернеу 110 кВ-қа ажыратқыштарды талдау

110 кВ-тық электр жеткізу желісі бар сөндіргіштер. Күштік трансформаторларды ажырату кезінде 110 кВ ажыратқышты таңдаймыз.

Қосалқы трансформатордағы қуат екі бөлікке бөлінеді, сондықтан біз апаттық режимде қуат аламыз.

$$I_p = \frac{S_{mp}}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{16 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 115} = 80,327 \text{ А.}$$

Осы мәндерге сүйене отырып, біз SIEMENS өндіретін 3AP1DT автоматты ажыратқыштарын таңдаймыз.

1.4-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

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot k_{y\partial} \cdot I_{кз}$$

мұндағы $k_{y\partial}=1,936$ - қисықтық коэффициенті;
пайыздық = 6,57 кА - ДК жағында үш фазалы айнымалы ток.

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot 1,935 \cdot 6,57 = 17,97 \text{ кА.}$$

Қазіргі тұрақты ток-дің апериодтық компоненті:

$$\tau := \tau_{с.в.} + \tau_{з.мин} = 0,01 + 0,0057 = 0,067 \text{ с}; I_{п0BH} = 6,57 \text{ кА}; T_a := 0,05 \text{ с};$$

$$i_{a\tau.сн} = \sqrt{2} \cdot I_{п0BH} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}} = \sqrt{2} \cdot 6,57 \cdot e^{\frac{-0,067}{0,05}} = 2,43 \text{ кА}$$

$I_{откл.ном} > I_{п.т.вв}$, $i_{a\text{ ном}} > i_{a\tau.сн}$ Айырғыштың толық ток үшін тексерілуі мүмкін. Барлығы:

$$I_{п.т.вв} := I_{п.0.вв},$$

$$I_{откл.ном} = 40 \text{ кА} > I_{п.т.вв} = 6,57 \text{ кА},$$

$$i_{a, \text{НОМ}} \geq i_{a, \tau}$$

$$i_{a, \text{НОМ}} = \frac{\sqrt{2} \cdot \beta_H \cdot I_{\text{ОТК.НОМ}}}{100} = \frac{\sqrt{2} \cdot 20\% \cdot 40}{100} = 11,313 \text{ кА}$$

$t_{\text{откл}}=0,1+0,08=0,18\text{с}$ $t_{\text{тер}}=3$ сыстыққа төзімділік сынағы төмендегідей орындалады:

$$T_a:=0.18 \text{ с}; \quad t_{\text{откл}}:=0.18 \text{ с}; \quad I_{\text{п0вн}}=6,57 \text{ кА}; \quad I_{\text{тер}}:=40 \text{ кА};$$

$$B_{\kappa} = I_{\text{п.о.вн}}^2 [t_{\text{откл}} + T_a] = 6,57^2 \cdot [0,18 + 0,18] = 15,53 \text{ кА}^2 \cdot \text{с},$$

$$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}} \geq B_{\kappa}$$

$$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}} = 40^2 \cdot 3 = 4800 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} > B_{\kappa} = 15,53 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

1.5-кесте - 3AP1DT Сорғыш қондырғысының орнату түрі

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{\text{НОМ}}$, кВ	123	$U_{\text{уст.ном}}$, кВ	110
$I_{\text{НОМ}}$, А	2000	$I_{\text{раб.мах}}$, А	80,327
$i_{\text{дин}}$, кА	40	$i_{\text{уд}}$, кА	17,97
$i_{\text{вкл}}$, кА	100	$i_{\text{уд}}$, кА	17,97
$I_{\text{НОМ.отк}}$, кА	40	$I_{\text{нт}}, I_K^{(3)}$, кА	6,57
$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$, кА ² * с	4800	B , кА ² *с	15,53

Желдеткіш сымдар

$$I_p = \frac{S_{\text{жс}}}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{16 \cdot 10^3 \cdot 0,7 \cdot 2}{\sqrt{3} \cdot 115} = 112,458 \text{ А.}$$

Белсенді ток

$$I_a = 2 \times I_p = 2 \times 112,458 = 224,916 \text{ А.}$$

Осы мәндерге сүйене отырып, біз SIEMENS өндіретін 3AP1DT автоматты ажыратқыштарын таңдаймыз.

Негізгі қосқыш:

1.6-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

Қысқа туйықталуның соқтық тоғы:

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot k_{y\partial} \cdot I_{кз},$$

мұндағы $k_{y\partial}=1,935$ – қисықтық коэффициенті;
 $I_{кз}=6,57\text{A}$ – ЖК жағындаушфазалы ҚТ тоғы.

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot 1,935 \cdot 6,57 = 17,97 \text{ кА}.$$

Қазіргі Турақты токтың апериодтық компоненті:

$$\tau := \tau_{с.в.} + \tau_{з.мин} = 0,01 + 0,057 = 0,067\text{с}; \quad I_{п0вн} = 6,57 \text{ кА}; \quad T_a := 0,05\text{с};$$

$$i_{a\tau.вн} = \sqrt{2} \cdot I_{п0вн} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}} = \sqrt{2} \cdot 6,57 \cdot e^{\frac{-0,067}{0,05}} = 2,43 \text{ кА}$$

$I_{откл.ном} \succ I_{п.т.вн}$, $i_{a,ном} \succ i_{a,\tau}$ Айырғыштың толық ток үшін тексерілуі мүмкін. Барлығы:

$$I_{п.т.вн} := I_{п.0.вн},$$

$$I_{откл.ном} = 40 \text{ кА} > I_{п.т.вн} = 6,57 \text{ кА},$$

$$i_{a,ном} \geq i_{a,\tau}$$

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

$t_{откл} = 0,1 + 0,08 = 0,18\text{с}$ $t_{тер} = 3$ сыстыққа төзімділік сынағы төмендегідей орындалады:

$$T_a := 0,18 \text{ с}; \quad t_{откл} := 0,18 \text{ с}; \quad I_{п0вн} = 6,57 \text{ кА}; \quad I_{тер} := 40 \text{ кА};$$

$$B_k = I_{п.о.вн}^2 [t_{откл} + T_a] = 6.57^2 \cdot [0,18 + 0,18] = 15.53 \text{кА}^2 \cdot \text{с},$$

$$I_{мер}^2 \cdot t_{мер} \geq B_k$$

$$I_{мер}^2 \cdot t_{мер} = 40^2 \cdot 3 = 4800 \text{кА}^2 \cdot \text{с} > B_k = 15.53 \text{кА}^2 \cdot \text{с}$$

1.7-кесте - 3AP1DT типті элегазды ажыратқыштың параметры

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{ном.кВ}$	123	$U_{уст.ном.кВ}$	110
$I_{ном.А}$	2000	$I_{раб.мах.А}$	224,916
$i_{лин.кА}$	40	$i_{ул.кА}$	17,97
$i_{вкл.кА}$	100	$i_{уд.кА}$	17,97
$I_{ном.отк.кА}$	40	$I_{пт. I_K^{(3)}.кА}$	6,57
$I_{тер}^2 \cdot t_{тер.кА}^2 \cdot \text{с}$	4800	$B, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	15,53
$i_{а,ном.кА}$	11,313	$i_{а,т.кА}$	2,43

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

Трансформатор қосалқы станциясында ағымдық

$$I_p = \frac{S_{mp}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{16 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 879,772 \text{ А.}$$

Осы мәндерге сүйене отырып, біз «Нежнетуринский электроэнергия зауыты» ЖАҚ зауыттары шығаратын WBME-10 түріндегі вакуумды ажыратқыштарды таңдаймыз.

1.8-кесте

Атауы	ВБМЭ-10
Негізгі параметрлері	
Номинал кернеу, кВ	10
Ең үлкен жұмыс кернеуі кВ	12
Номиналды жиілігі, Гц	50
Номинал ток, А	1000

Кесте 1.8 жалғасы

Номиналды өшіру тогы, кА	31.5
Қысқа тұйықталу токтарына төзімділікке қойылатын	
Термиялық ток, кА, кем емес	31.5
Термиялық қарсылық ағымы, бар	3
Ағымдағы динамикалық қарсыласудың ең үлкен шегі, кА,	80
Өзіндік өшу уақыты, с	0,06

ҚТ-ң соқтық тоғы:

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot \kappa_{y\partial} \cdot I_{кз}$$

мұндағы $K_{ud} = 1,935$ - рейк коэффициенті;

$P = 10\,236$ А - ДК жағында үш фазалы ток тогы.

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot 1,935 \cdot 10,236 = 28 \text{ кА}.$$

апериодтық DC компоненті:

$$\tau := \tau_{с.в.} + \tau_{з.мин} = 0,01 + 0,06 = 0,07 \text{ с}; I_{п0вн} = 10,236 \text{ кА}; T_a := 0,05 \text{ с};$$

$$i_{a\tau.вн} = \sqrt{2} \cdot I_{п0вн} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}} = \sqrt{2} \cdot 10,236 \cdot e^{\frac{-0,07}{0,05}} = 3,57 \text{ кА}$$

$I_{откл.ном} > I_{п.т.вв}$, $i_{a,ном} > i_{a,\tau.вн}$ Айырғыштың толық ток үшін тексерілуі мүмкін. Барлығы:

$$I_{п.т.вн} := I_{п.0.вн},$$

$$I_{откл.ном} = 31,5 \text{ кА} > I_{п.т.вн} = 10,236 \text{ кА},$$

$$i_{a,ном} \geq i_{a,\tau}$$

$$i_{a,ном} = \frac{\sqrt{2} \cdot \beta_H \cdot I_{откл.ном}}{100} = \frac{\sqrt{2} \cdot 20\% \cdot 31,5}{100} = 8,91 \text{ кА}$$

$t_{откл} = 0,1 + 0,05 = 0,15 \text{ с}$ $t_{гер} = 3$ сыстыққа төзімділік сынағы төмендегідей орындалады:

$$T_a := 0.18 \text{ с}; \quad t_{откл.} := 0.16 \text{ с}; \quad I_{п0вн} = 10,236 \text{ кА}; \quad I_{тер} := 31,5 \text{ кА};$$

$$B_k = I_{п.о.вн}^2 [t_{откл.} + T_a] = 10,236^2 [0,18 + 0,16] = 35,6 \text{ кА}^2 \cdot \text{с},$$

$$I_{тер}^2 \cdot t_{тер} \geq B_k$$

$$I_{тер}^2 \cdot t_{тер} = 31,5^2 \cdot 3 = 3000 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} > B_k = 35,6 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

1.9 - Кесте - ВБМЭ -10 вакуумдық ажыратқыштары

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{ном}$, кВ	10	$U_{уст.ном}$, кВ	10
$I_{ном}$, А	1000	$I_{раб.мах}$, А	879
$i_{лин}$, кА	80	$i_{вл}$, кА	28
$i_{вкл}$, кА	85	$i_{уд}$, кА	28
$I_{ном.отк}$, кА	31,5	$I_{пт}, I_K^{(3)}$, кА	10,236
$I_{тер}^2 \cdot t_{тер}$, кА ²	3000	B , кА ² ·с	35,6

Ажыратқыш барлық жағдайларға жауап береді

1.5 10 кВ шинадағы секциялық ажыратқышты таңдау

Желдеткіш сымдар

$$I_p = \frac{S_{жс}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{16 \cdot 10^3 \cdot 0,7}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 879,772 \text{ А.}$$

Белсенді ток

$$I_a = 2 \times I_p = 2 \times 879,772 = 1760 \text{ А.}$$

Осы мәндерге сүйене отырып, біз «Нижнетурский электрохимия зауыты» ААҚ зауыттары өндіретін MGG-10-4000-45Uz түріндегі қосқыштарды таңдаймыз.

Осы мәндерге сүйене отырып, біз «Нежнетуринский электроэнергия зауыты» ЖАҚ зауыттары шығаратын WBME-10 түріндегі вакуумды ажыратқыштарды таңдаймыз.

$\beta_{норм}$ – өшіру токтарының апериодтық компонентінің нормаланған пайызы;

$i_{ат}$ -КТ тоғының апериодты құраушысы (КТ-ң бастапқы кезінде ажыратқыш доғасөндіргіш түйіспелерінің тарау тоғы).

Егер $I_{откл.ном} > I_{пт}$, ал $i_{а.ном} < i_{ат}$, Содан кейін толық розеткалардың шартты мәндерін салыстырыңыз.

Негізгі қосқыш:

1.10- к е с т е – Ажыратқыш параметрлері

Атауы	МГГ-10-4000-45У3
Негізгі параметрлері	
Номинал кернеу, кВ	10
Ең үлкен жұмыс кернеуі кВ	12
Номиналды жиілігі, Гц	50
Номинал ток, А	4000
Номиналды өшіру тогы, кА	45
Қысқа тұйықталу токтарына төзімділікке қойылатын	
Термиялық ток, кА, кем емес	71
Термиялық қарсылық ағымы, бар	3
Ағымдағы динамикалық қарсыласудың ең үлкен	100
Өзіндік өшу уақыты, с	0,06

ҚТ-ң соқтық тоғ:

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot k_{y\partial} \cdot I_{кз} ,$$

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

$I_{кз}=10,236$ А – ЖК жағында үшфазалы ҚТ тоғы.

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot 1,935 \cdot 10,236 = 28 \text{ кА} .$$

τ кезінде ҚТ тоғының апериодты құраушысы:

$$\tau := \tau_{с.в.} + \tau_{з.мин} = 0,01 + 0,06 = 0,07 \text{ с}; \quad I_{п0вн} = 10,236 \text{ кА}; \quad T_a := 0,05 \text{ с};$$

$$i_{a\tau.вн} = \sqrt{2} \cdot I_{п0вн} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}} = \sqrt{2} \cdot 10,236 \cdot e^{\frac{-0,07}{0,05}} = 3,57 \text{ кА}$$

$I_{откл.ном} \succ I_{п.т.вн}$, $i_{a ном} \succ i_{a\tau.вн}$ Айырғыштың толық ток үшін тексерілуі мүмкін.

Барлығы:

$$I_{п.т.вн} := I_{п.0.вн},$$

$$I_{откл.ном} = 45 \text{ кА} > I_{п.т.вн} = 10,236 \text{ кА},$$

$$i_{a, \text{НОМ}} \geq i_{a, \tau} \quad i_{a, \text{НОМ}} = \frac{\sqrt{2} \cdot \beta_H \cdot I_{\text{ОТК.НОМ}}}{100} = \frac{\sqrt{2} \cdot 20\% \cdot 45}{100} = 12,728 \text{ кА}$$

$t_{\text{откл}}=0,1+0,05=0,15\text{с}$ $t_{\text{тер}}=3$ сыстыққа төзімділік сынағы төмендегідей орындалады:

$$T_a:=0.18 \text{ с}; \quad t_{\text{откл}}:=0.15 \text{ с}; \quad I_{\text{П0ВН}}=10,236 \text{ кА}; \quad I_{\text{тер}}:=71 \text{ кА};$$

$$B_k = I_{\text{П.О.ВН}}^2 [t_{\text{откл}} + T_a] = 10,236^2 [0,18 + 0,15] = 34,57 \text{ кА}^2 \cdot \text{с},$$

$$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}} \geq B_k$$

$$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}} = 71^2 \cdot 3 = 15120 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} > B_k = 34,57 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

1.11 - кесте - Ажыратқыштың параметрлері

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{\text{НОМ}}$, кВ	12	$U_{\text{уст.НОМ}}$, кВ	10
$I_{\text{НОМ}}$, А	4000	$I_{\text{раб.мах}}$, А	1760
$i_{\text{дин}}$, кА	45	$i_{\text{уд}}$, кА	28
$i_{\text{вкл}}$, кА	100	$i_{\text{уд}}$, кА	28
$I_{\text{НОМ.отк}}$, кА	45	$I_{\text{пт}}, I_K^{(3)}$, кА	10,236
$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$, кА ²	4800	B , кА ² ·с	34,57
$i_{a, \text{НОМ}}$, кА	12,728	$i_{a, \tau}$, кА	3,57

Сақтандырғыш барлық жағдайды қанағаттандырады.
Негізгі қосқыш:

1.12 - кесте – Ажыратқыш параметрлері

Атауы	ВБМЭ-10
Номинал кернеу, кВ	10
Номинал ток, А	630
Қ.т. кезіндегі номинал ажырату тогы, кА	20
Номинал қосу тогы, кА	80
Қ.т. номинал ұзақтығы, с	3
Өшіру уақыты, мс	0,06
Термиялық төзімділік тогы, кА	31,5

ҚТ-ң соқтық тоғы:

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot k_{y\partial} \cdot I_{кз},$$

мұнда $k_{y\partial}=1,935$ – қисықтық коэффициенті;

$I_{кз}=10,236$ кА – ЖК жағындағы үшфазалы ҚТ тоғы.

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot 1,935 \cdot 10,236 = 28 \text{ кА}.$$

Қазіргі Турақты тоқтың- апериодтық компоненті:

$$\tau := \tau_{с.в.} + \tau_{з.мин} = 0,01 + 0,06 = 0,07 \text{ с}; I_{п0вн} = 10,236 \text{ кА}; T_a := 0,05 \text{ с};$$

$$i_{a\tau.вн} = \sqrt{2} \cdot I_{п0вн} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}} = \sqrt{2} \cdot 10,236 \cdot e^{\frac{-0,07}{0,05}} = 3,57 \text{ кА}$$

$I_{откл.ном} > I_{п.т.вн}$, $i_{a,ном} > i_{a,\tau}$ Айырғыштың толық ток үшін тексерілуі мүмкін. Барлығы:

$$I_{п.т.вн} := I_{п.0.вн},$$

$$I_{откл.ном} = 20 \text{ кА} > I_{п.т.вн} = 10,236 \text{ кА} \quad i_{a,ном} \geq i_{a,\tau}$$

$$i_{a,ном} = \frac{\sqrt{2} \cdot \beta_H \cdot I_{откл.ном}}{100} = \frac{\sqrt{2} \cdot 20\% \cdot 20}{100} = 5,657 \text{ кА}$$

$t_{откл} = 0,1 + 0,06 = 0,16 \text{ с}$ $t_{тер} = 3$ сыстыққа төзімділік сынағы төмендегідей орындалады:

$$T_a := 0,18 \text{ с}; t_{откл} := 0,16 \text{ с}; I_{п0вн} = 10,236 \text{ кА}; I_{тер} := 31,5 \text{ кА};$$

$$B_K = I_{п.0.вн}^2 [t_{откл} + T_a] = 10,236^2 [0,18 + 0,16] = 35,6 \text{ кА}^2 \cdot \text{с},$$

$$I_{тер}^2 \cdot t_{тер} \geq B_K$$

$$I_{тер}^2 \cdot t_{тер} = 31,5^2 \cdot 3 = 3000 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} > B_K = 35,6 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

1.13-кесте -3AP1DT Сорғыш қондырғысының орнату түрі

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{ном}, кВ$	10	$U_{уст.ном}, кВ$	10
$I_{ном}, А$	630	$I_{раб.мах}, А$	51,32
$i_{дин}, кА$	40	$i_{уд}, кА$	28
$i_{вкл}, кА$	100	$i_{уд}, кА$	28
$I_{ном.отк}, кА$	40	$I_{нт}, I_K^{(3)}, А$	10,236
$I_{тер}^2 * t_{тер}, кА^2 * с$	1200	$B, кА^2 * с$	35,6

Сақтандырғыш барлық жағдайды қанағаттандырады.

1.5.1 Жоғары кернеулі қосқышты таңдау

Дистрибьюторлар келесі шарттар бойынша таңдалады:

$$U_{ном} \geq U_{ном.сети},$$

$$I_{ном} \geq I_{норм.расч},$$

$$K_{II} \cdot I_{ном} \geq I_{прод.расч} = I_{раб.ном},$$

$$i_{дин} \geq i_{уд},$$

$$I_{тер}^2 \cdot t_{тер} \geq B_k \quad \text{при } t_{откл} \geq t_{тер} \quad \text{и} \quad I_{тер}^2 \cdot t_{откл} \geq B_k \quad \text{при } t_{откл} \leq t_{тер},$$

Әр кернеу деңгейіне сәйкес ажыратқыштарды таңдаңыз:

-110 кВ жоғары вольтты РГ-110 / 1000УХЛ1 түрі;

- 10 кВ-тық төмен кернеулі RLND-1-10 / 1000-II-UHL1 түрі.

Әр кернеу көзі үшін таңдалған ажыратқыштар кестеде шарттарға байланысты берілген.

Кесте 1.14 - 110 кВ кернеуде RG-110 / 1000UHL1 типіндегі кернеудің параметрлері

Айырғыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{ном}, кВ$	110	$U_{уст.ном}, кВ$	110
$I_{ном}, А$	1000	$I_{раб.нб}, А$	80,327
$i_{дин}, кА$	80	$i_{уд}, кА$	19,281
$I_{тер}^2 * t_{тер}, кА^2$	2976,75	$B, кА^2 \cdot с$	17,873

Айырғыштар барлық шарттарды қанағаттандырады.

Шектен асқын кернеуін таңдау:

Қосалқы станция трансформаторын сыртқы және ішкі ажыратқыштардан қорғау үшін ОР құрдық.

Номиналды кернеу:

ЖК (110 кВ) жағы: ОПН-II-110/77 УХЛ1;

ТК (10 кВ) жағы: ОПН-II-10/56 УХЛ1.

Шиналарды таңдау:

10,5 кВТ автобус қосылыстарын таңдау

ТР шиналары ток тығыздығына байланысты таңдалмаған, сондықтан рұқсат етілген ток анықтаймыз.

Жүктемелік және композиттік шинадағы максималды ток

$$I_{max} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot 0,95} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,95} = 926,076 \text{ А.}$$

Біз -73 маркалы алюминий шиналарын (Asp. 1) (1x1000) мм², Ideal = 1060 А 1000 мм² аламыз. Температураны түзету коэффициентін ескере отырып 0,94 Қосымша. = 1060 ± 0,94 = 996,4 А > I_{max} = 926,076 А

Жылыту үшін. Ағымдағы жылуды импульстік ток:

$$B_k = I_{кзВН}^2 (t_{отк} + T_a), \quad (1.23)$$

мұндағы t_{отк}=0.19 с; T_a=0.2 с. C=91 А·с^{1/2}/мм² – тұрақты функция.

$$q_{min} = \frac{\sqrt{40.86 \cdot 10^6}}{91} = 70.24 \text{ мм}^2 < 1000 \text{ мм}^2.$$

Механикалық қарсылықты тексеріңіз. Шок ток

$$i_{y.д} = \sqrt{2} \cdot I_{кз} \cdot k_{y.д},$$

мұнда k_{y.д}=1,935 – соққы коэффициенті.

$$i_{y.д} = \sqrt{2} \cdot 10,236 \cdot 1,935 = 28 \text{ кА.}$$

Қарсыласу уақыты W_{y0-y0} = 23.7 см³. Фазалармен өзара әрекеттесу кезінде шиналардағы қысым

$$\sigma_{ф.маx} = 2,2 \cdot \frac{i_y^2 \cdot l^2}{a \cdot W_{y0-y0}} \cdot 10^{-8},$$

мұндағы a = 0,8 м - фазалардың арасындағы қашықтық;

l = 2 м - шиналардың ұзындығы. Сонда

$$\sigma_{\phi.max} = 2,2 \cdot \frac{28^2 \cdot 2^2}{0,8 \cdot 70,24} \cdot 10^{-8} = 1,227 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{расч} = \sigma_{\phi.max} < \sigma_{доп}$$

$$\sigma_{расч} = 4,344 \text{ МПа} < \sigma_{доп} = 40 \text{ МПа}$$

Біріктірілген 110 кВ шиналарды таңдау

$$I_{норм} = \frac{S_{ном.нагр.}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} \text{ А}$$

$$I_{норм} = \frac{2 \cdot 16000 \cdot 0,7}{\sqrt{3} \cdot 115} = 112,458 \text{ А}$$

$$I_{max} = 2 \cdot I_{норм} = 224,916 \text{ А}.$$

АС-95/16, q=95 мм², d=13.5 мм, I_{доп}=330 А.

Жылытқыш әсер тексерілмейді, себебі шиналар жалаң сыммен ашық ауада жасалады.

Кровн шарттарын тексеріңіз. Негізгі сыни кернеу, кВ / см,

$$E_o = 30,3 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{r_o}} \right),$$

мұндағы m = 0.82 - бетінің кедір-бұдырлығының коэффициенті;
r_o - бұл радиус.

$$E_o = 30,3 \cdot 0,82 \cdot \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{0,675}} \right) = 33,888 \text{ кВ / см}$$

Сымның айналасында кернеу

$$E = \frac{0,354 \cdot U}{r_o \cdot \lg \frac{D_{cp}}{r_o}},$$

онда D_c = 1.26D - фазалық токтар арасындағы геометриялық орташа қашықтық.

$$E = \frac{0,354 \cdot 115}{0,675 \cdot \lg \frac{1,26 \cdot 95}{0,675}} = 26,819 \text{ кВ / см.}$$

Тексеру шарты

$$1,07E \leq 0,9E_0$$

$$1,07 \cdot 26,819 = 28,696 \leq 0,9 \cdot 33,888 = 30,499.$$

АС-95/16 кабелі сонымен қатар тәждің астында жұмыс істейді.

Желі сымдарын таңдау

110 кВ қорғалған желі арқылы берілетін жалпы қуаттың мәні:

$$S_{жс110} = S_{тр} \cdot 0,7 = 16 \cdot 0,7 \cdot 2 = 0,0224 \text{ МВА}$$

Желімен ағатын тоқ:

$$I_p = \frac{S_{жс}}{\sqrt{3} \cdot U_H}, \quad (1.32)$$

$$I_p = \frac{16000 \cdot 0,7 \cdot 2}{\sqrt{3} \cdot 115} = 112,458 \text{ А.}$$

Аппаттық режимдегі тоғы:

$$I_a = 2 \times I_p = 2 \times 112,458 = 224,916 \text{ А.}$$

Сымның ағымдағы экономикалық тығыздығының көлденең қимасын анықтаңыз:

$$F = \frac{I_p}{j},$$

мұнда $j=1,4 \text{ А/мм}^2$ токтың экономикалық тығыздығы $T_m=3000-5000\text{с}$ кезіндегі

$$F = \frac{224,916}{1,4} = 160,654 \text{ мм}^2.$$

АС–185/24 $I_{доп}=520$ Кабельді таңдаңыз. Таңдалған кабельді рұқсат етілген ток тексереміз.

Номиналды ток бойынша: $I_{доп}=520 \text{ А} > I_p=112,458 \text{ А}$

Аппаттық режимдегі тоқ: $I_{доп ав}=1,3 \times I_{доп}=1,3 \times 520=676 \text{ А} > I_{ав}=224,916 \text{ А}$

1.5.2 Ток трансформаторларын таңдаймыз

Төмендегі жағдайларда ток трансформаторларын таңдаймыз.

$$\begin{aligned}
U_{\text{ном}} &> U_{\text{ном. уст.}}; \\
I_{\text{ном}} &> I_{\text{раб. нб}}; \\
i_{\text{скв}} &> i_{\text{уд}}; \\
I_{\text{тер}}^2 \cdot I_{\text{тер}} &> B_{\text{к}}. \\
Z_{\text{ном}} &\geq Z_{2\text{расч}}.
\end{aligned}$$

мұнда $K_{\text{дин}}$ және $K_{\text{тер}}$ – ток қатынасының жылулық және динамикалық тұрақтылығы;

$Z_{2\text{ном}}$ – ТТ-ның Қосалқы тізбектегі номиналды кедергі дәлдік класына сәйкес жұмыспен қамтамасыз етеді, Ом;

$Z_{2\text{расч}}$ -Қосалқы тізбектердің жобалық қарсылығы, Ом.

Турақты ток дәлдік класы бойынша таңдалады. Кыска туйықталу көрсеткіштері қуат өлшегішке орнатылса, дәлдік класы кем дегенде 0,5 болуы керек. Егер өлшеу құралы ғана қосылған болса, дәлдік класы жеткілікті.

Тикелей ток үшін дәлдік класы бойынша алынған мән бойынша жұмыс істеу үшін екінші тізбектегі жүктеме номиналды мәннен аспауға тиіс, яғни,

$$\begin{aligned}
I_{2\text{ном}} &= 5 \text{ A} \\
S_2 &\approx I_{2\text{ном}}^2 \cdot Z_2 \approx 25 \cdot Z_2 \leq S_{2\text{ном}}
\end{aligned}$$

$Z_{2\text{расч}}$ ТТ жүк жүктемесі фазалық үлестірім мен фазалық факторға сәйкес трансформатордың қосалқы тізбегіне қосылған контактілер мен сымдардың қуатын, өлшеу құралының жүктемесін, аспаптың тізбектерінің импедансынан тұрады. Өлшеу құралының үшбұрышты қосқышын жинаған кезде аспаптың схема схемасын ескеру қажет.

Қосалқы тізбектің кабельдік кедергісі $L_{\text{тр}}$ ұзындығына, жолға салынған сымның көлденең қимасына және қосылым кабеліне байланысты.

110 кВ екінші схемада пайдаланылатын алюминий кабелі ($\rho=0,028$ Ом-мм²/м).

1. Сымның көлденең қимасын өлшеу дәлдіктің талаптарына сәйкес таңдалады.

Тұрақты дәлдік класының жұмысын қамтамасыз ету үшін рұқсат етілген жүктеме жағдайларына сымның кедергісі төмендегідей:

$$Z_{\text{пров}} \leq Z_{2\text{ном}} - Z_{\Sigma\text{приб}} - Z_{\text{конт}}$$

мұнда $Z_{\text{конт}}$ – түйіспелер кедергісі.

$Z_{\text{пров}} \approx \Gamma_{\text{пров}}$. Егер теңсіздікті анықтасақ, рұқсат етілген сым өлшемі келесіден кем болмауы тиіс, мм²,

$$S = \rho \cdot L_{\text{расч}} / \Gamma_{\text{пров}} \quad (1.29)$$

мұндағы ρ – Сымның материалдың кедергісі;

$L_{расч}$ – ТТ-ның сымның есептік ұзындығы электр схемасына байланысты.

Жеке мұқтаждықтарға келетін энергия әдетте АТ кернеуінің жоғары жағында есептеледі. Дегенмен, жоғары кернеу кернеу жағында орнатылған LVP қажетті метрлік дәлдігін қамтамасыз етпейді, сондықтан ТСС есептегіш есептегіштің орнатылуына мүмкіндік береді. Бұл жағдайда HLR қуатын тұтыну есептелмейді.

Туракты ток таңдалған ажыратқыштарда орнатылмағандықтан, қосалқы станцияда ТФ типті ТФЗМ орнатылады.

1.17-кесте - ТФЗМ-110 У1

ТТ параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{НОМ}$, кВ	110	$U_{уст.ном}$, кВ	110
$I_{НОМ}$, А	400	$I_{раб.мах}$, А	80,327
$I_{СКВ}$, кА	120	$i_{уд}$, кА	19.281
$I_{тер}^2 \cdot I_{тер}$, кА ² ·с	273	B_k , кА ² ·с	17.873

1.18-кесте - ТЛШ-10Б- 4000/5 У1

ТТ параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{НОМ}$, кВ	10	$U_{уст.ном}$, кВ	10
$I_{НОМ}$, А	4000	$I_{раб.мах}$, А	880
$I_{СКВ}$, кА	40	$i_{уд}$, кА	20,77
$I_{тер}^2 \cdot I_{тер}$, кА ² ·с	1328	B_k , кА ² ·с	19,59

1.19-кесте - ТФЗМ-110Б- 1000/5 У1

ТТ параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{НОМ}$, кВ	110	$U_{уст.ном}$, кВ	110
$I_{НОМ}$, А	1000	$I_{раб.мах}$, А	80,327
$I_{СКВ}$, кА	79	$i_{уд}$, кА	20,77
$I_{тер}^2 \cdot I_{тер}$, кА ² ·с	2548	B_k , кА ² ·с	19,59

1.20-кесте - Туракты ток құралы

Құрал	Құрал түрі	Тоқөлшегіш құралдардағы жүктеме, В*А		
Амперметр	Э-665	0,5	0	0,5
Ваттметр	Д-335	0,5	0	0,5

T- фазаға көп жүктелген –А. Және С Осы фазаларға енгізілген жабдықтың жалпы қарсылығы:

$$S_{\text{приб}} := 3 \cdot B \cdot A \quad I_2 := 5 \cdot A$$

$$R_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2}, R_{\text{приб}} = 0,12 \text{ Ом} \quad (1.30)$$

0,5 дәлдік класы бар қайталама жүктеме 0,4 Ом құрайды. Контактінің кедергісін 0,05 ohm кезінде реттеңіз, онда сымның кедергісі:

$$R_{\text{конт}} = 0,05 \text{ Ом}$$

$$R_{2\text{ном}} = 0,4 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{пров}} = R_{2\text{ном}} - R_{\text{приб}} - R_{\text{конт}}$$

$$R_{\text{пров}} = 0,23 \text{ Ом}$$

$L_{\text{Tp}}=35$ алюминий сыммен ұзындығы метрді алып, олардың орналасуын ескере отырып, екі қабатты ескеруіміз керек:

$$L_{\text{mp}} = 35 \text{ м} \quad \rho = 0,028 \text{ Ом} \cdot \frac{\text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$L_{\text{расч}} = L_{\text{mp}} = 35 \text{ м} \quad (1.31)$$

$$S = \frac{\rho \cdot L_{\text{расч}}}{R_{\text{пров}}} = \frac{0,028 \cdot 35}{0,75} = 1,261_2 \text{ мм}^2$$

Көлденең қимада АКРВГ 6 мм² басқару кабелін таңдаңыз. Таңдалған ТТ барлық жағдайларға жауап береді.

1.21 - кесте - ТЛШ-10Б- 4000/5 У1

ТТ параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{\text{ном}}$, кВ	10	$U_{\text{уст.ном}}$, кВ	10
$I_{\text{ном}}$, А	4000	$I_{\text{раб.мах}}$, А	880
$I_{\text{скв}}$, кА	40	$i_{\text{уд}}$, кА	18,816
$I_{\text{тер}}^2 \cdot I_{\text{тер}}$, кА ² ·с	1328	$B_{\text{к}}$, кА ² ·с	16,075

Тұрақты токтың - ең көп жүктелген фазасы - А. А С Осы фазаларға қосылған құрылғының жалпы қарсылығы:

Құрал	Құрал түрі	Токөлшегіш құралдардағы жүктеме, В*А		
Амперметр	Э-665	0,5	0	0,5
Ваттметр	Д-335	0,5	0	0,5

$$S_{\text{приб}} := 3 \cdot B \cdot A \quad I_2 := 5 \cdot A$$

$$R_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2}, R_{\text{приб}} = 0,12 \text{ Ом}$$

0,5 дәлдік класы бар қайталама жүктеме 0,4 Ом құрайды. Контактінің кедергісін 0,05 ohm кезінде реттеңіз, онда сымның кедергісі:

$$R_{\text{конт}} = 0,05 \text{ Ом}$$

$$R_{2\text{ном}} = 0,4 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{пров}} = R_{2\text{ном}} - R_{\text{приб}} - R_{\text{конт}}$$

$$R_{\text{пров}} = 0,23 \text{ Ом}$$

$L_{\text{тр}}=35$ алюминий сыммен ұзындығы метрді алып, олардың орналасуын ескере отырып, екі қабатты ескеруіміз керек:

$$L_{\text{тр}} = 35 \text{ м} \quad \rho = 0,028 \text{ Ом} \cdot \frac{\text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$L_{\text{расч}} = L_{\text{тр}} = 35 \text{ м}$$

$$S = \frac{\rho \cdot L_{\text{расч}}}{R_{\text{пров}}} = \frac{0,028 \cdot 35}{0,75} = 1,261_2 \text{ мм}^2$$

Көлденең қимада АКРВГ 6 мм² басқару кабелін таңдаңыз

Таңдалған Турақты ток барлық шарттарды қанағаттандырады.

Қазіргі заманғы релелік қорғаныс және автоматика құрылғылары кем энергияны пайдаланғандықтан, Турақты ток 10% қателігін тексерудің қажеті жоқ. ДС жүктемесі негізінен байланыстырушы сымдарға төзімді.

2 Кернеу трансформаторын таңдау

$$\begin{aligned} U_{ном} &\geq U_{сети.ном} \\ S_{2ном} &\geq S_{2расч} \end{aligned} \quad (2.1)$$

мұндағы $S_{2ном}$ – номиналды қуаты дәлдік класына сәйкес пайдаланылады және ток трансформаторының қосалқы тізбегінде қолданылады;
 $S_{2расч}$ – қайталама тізбекте қолданылатын есептелген жалпы қуат.

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

Қысқа туйықталу түрін тағайындау арқылы таңдайды. Егер аналогтар КТ-мен жұмыс істесе, екі бір фазалы НАМИ КТ сериясын қолданған жөн. Бірфазалы үшфазалы КТ СТ-мен салыстырғанда екі бір фазалы айнымалы токтар күшті және олардың рейтингі салыстырмалы түрде төмен. НКФ сериялы КТ каскадты кернеуі 110 кВ және одан жоғары. Есептегіш ретінде Альфа А1R-4-AL-C8-T санауыштары пайдаланылды

1.23- к е с т е - Қысқа туйықталуының жүктелуі

Құрал	Құрал түрі	S, ВА	Орам а саны	ccos φ	ssin 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	А1R-4-AL-C8-T	33.6	2	00.56	00.82	8	16	2.952
Жиілік өлшегіш		3	1	1	0	2	6	-
Барлығы тұтынатын қуат							32	2.952
							$S_{2\Sigma\text{ПРИС.}}=32,136$ ВА	

$$\begin{aligned} U_{1ном} &= 10\text{кВ} = U_{сети.ном} = 10\text{кВ} \\ S_{2ном} &= 75\text{ВА} > S_{2расч} = 32.136\text{ВА} \end{aligned}$$

Біз НАМИ-10-66-У3 типіндегі кернеу трансформаторларын таңдаймыз. 0,5 дәлдік класы бар қайталама жүктеме номиналды жүктемесінен жоғары 75 ВА құрайды.

№32 110 кВ қосалқы станциясына трансформаторлық қосалқы станцияны іріктеу.

1.24-кесте - КТ-ның жүктелуі

Құрал	ҚҰРАЛ ТҮРІ	S,В А	Орама саны	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	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	-

2.1 Қосалқы станциядағы трансформаторлық реле

Екі роликте Y/Δ -топты азайту конверсиялау матрицаларында екі дифференциалды қорғаныс релесі бар, өйткені Δ тарапындағы екіфазалы ҚТ-ға жағының сезімталдығы үш релелік схемаға ұқсас.

Трансформатордағы трансформатордың дифференциалды қорғанысы РЖ аймағында ең жоғарғы сезімталдық коэффициенті және ең төменгі қауіпсіздік аймағы үшін максималды сыртқы айнымалы ток розеткасы кезінде селективті жауап беруі керек.

Сенімділікті арттыру үшін бұл қорғаныс құрылғылары трансформатордың жұмыс істеп тұрған токынан магниттелетін токтар көбеюі керек.

Жоғары қуатты трансформаторлар үшін жартылай өткізгіш ДЗТ-түріне сезімтал дифференциалды қорғанысты қолдану қажет.

РНТ және ДЗТ дифференциалдық қорғаныс релесінің сезгіштігін азайту және трансформатордың теңгерілмеген қуат беруін азайту үшін НТТ орамалары орташа оңтайлы кернеумен есептеледі.

2.2 Трансформатордың дифференциалды қорғанысы

$$S_{н.тр}=16 \text{ МВА}; \quad U_{к.макс}=11,71 \%; \quad U_{к.мин}=9,8 \%; \\ P_x=18 \text{ кВт}; \quad P_k=85 \text{ кВт};$$

Мен екі дифференциалды қорғау релесін қабылдаймын. Номиналды басымдықты есептейміз:

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

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

Трансформаторды қосу схемасы Y/Δ болып табылады, Y/Δ- екінші фазаның фазасын түзу үшін ток трансформаторының жоғарғы кернеу кіруі ұсынылады - Δ, ал төменгі кернеу - Y:

Трансформатор орамдарының жалғану сұлбасы – Y/Δ, екіншілік тоқтарын фаза бойынша тегістеу үшін ток трансформаторының жоғарғы кернеу жағынан жалғану сұлбасын - Δ, ал төменгі кернеу жағынан - Y деп қабылдаймыз, сонда:

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

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

мұндағы $K_{сх}$ - ТТ үшін $\sqrt{3}$ және ЖК үшін 1 схемасы

Қорғаныстың сенімділігін арттыру үшін біз ТТ қателігін азайту, трансформатордың рұқсат етілген жүктемесін шектемеу үшін АТ сымдарын кернеуін азайту үшін жоғары кернеу көзін таңдаймыз. ГОСТ 7746-95 сәйкес, тікелей ток жоғары токтар ағымына жол бермейді.

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

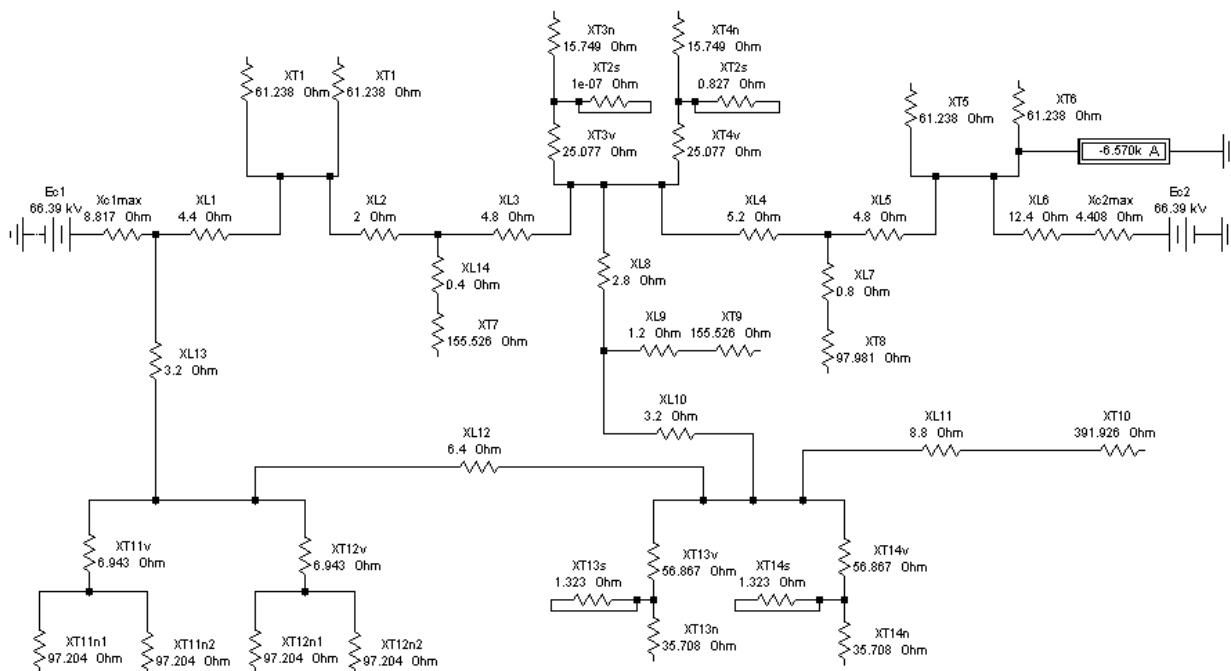
Кәдімгі режимде дифференциалды қорғаныстың теңгермеген токін анықтау үшін сыртқы трансформатор арқылы өтетін максималды токты анықтау қажет. Ағымдағы жүйе ең көп дегенде жүйе болып табылады. Қорғаудың сезгіштік коэффициентін анықтаған кезде 10 кВ-дағы ең аз кернеуді есептеу қажет. Ағымдағы ток - жүйе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

Көрсетілген трансформатордың кедергісі 110 кВ-тықта.

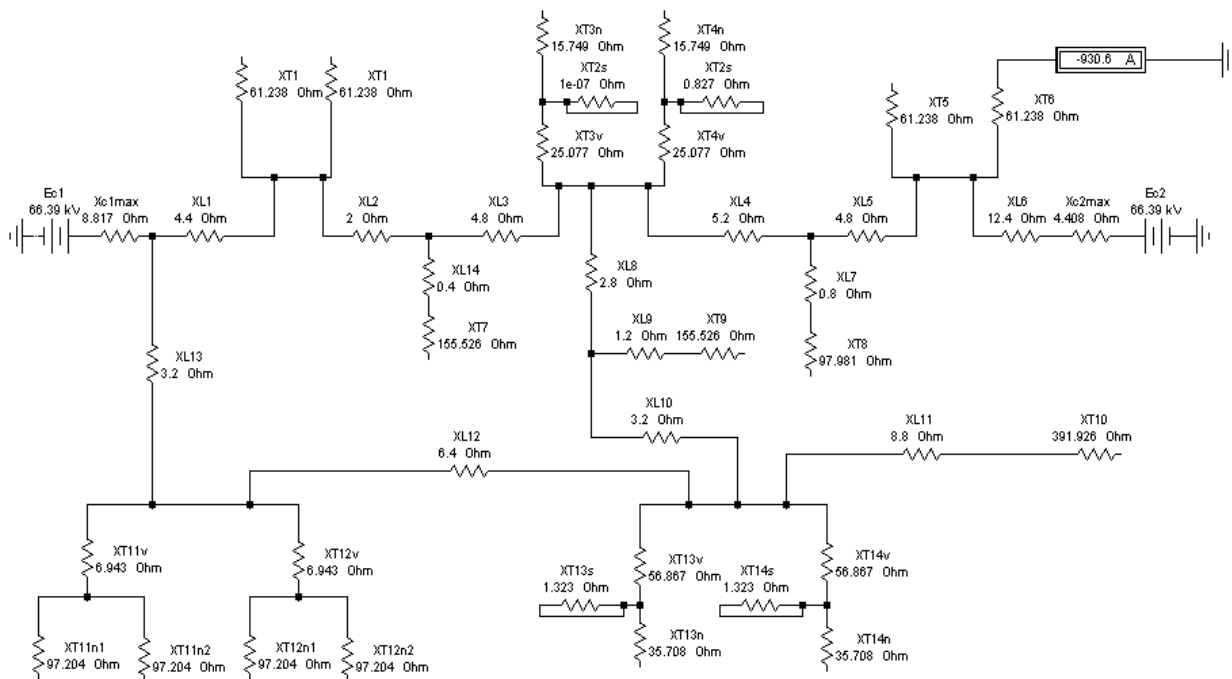
$$\alpha = 1 \pm \Delta U_{рег} = 1 \pm 0,16; \quad \alpha_{макс} = 1 + 0,16 = 1,16; \quad \alpha_{мин} = 1 - 0,16 = 0,84;$$

мұнда $\Delta U_{рег}$ – РПН Құрылғыны орнатқанда минималды кернеуден ең үлкен ауытқу.

Жүйе максималды болған кезде офсет схемалары

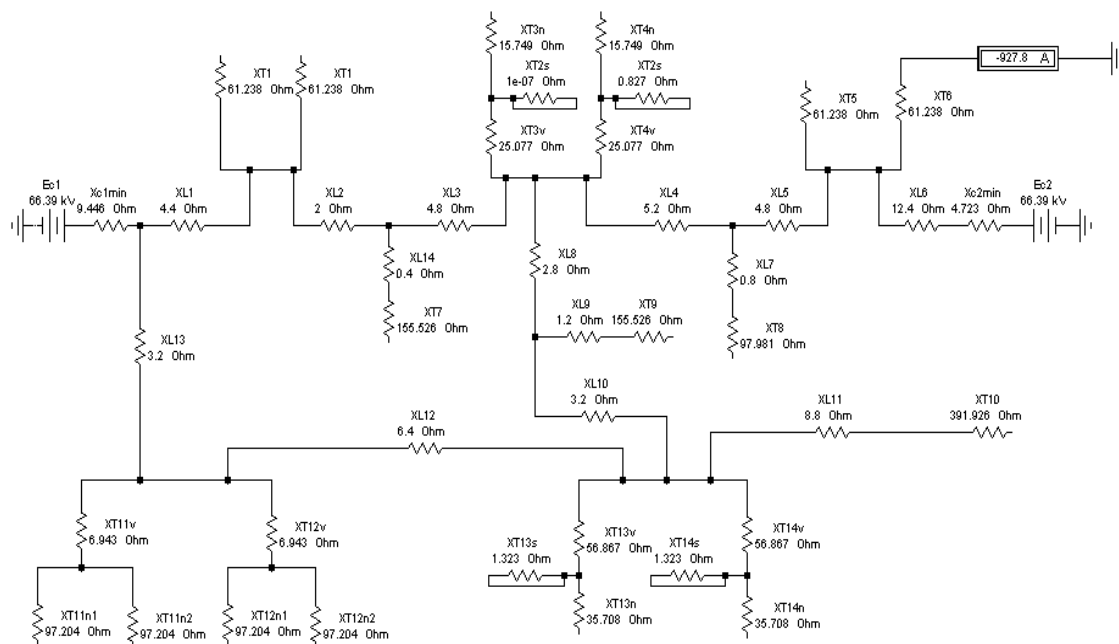


2.2.1-сурет - 110 кВ жағындағы максималды ток

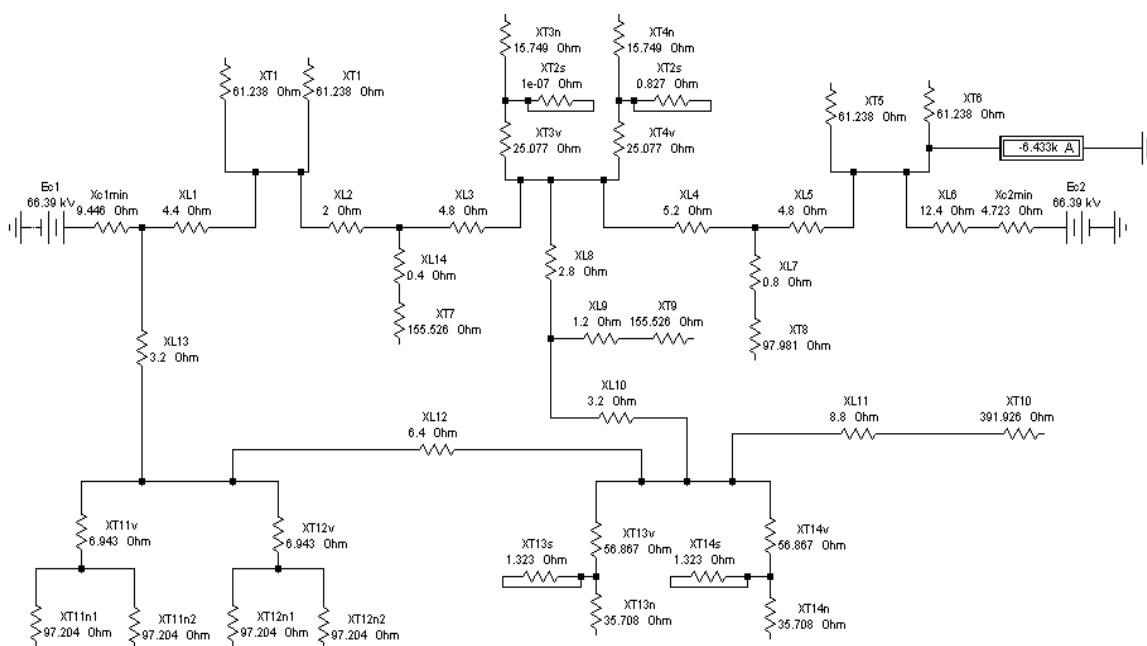


2.2.2-сурет - 10 кВ жағында максималды ток

Жүйе ең аз режимде болған кезде офсет схемалары



2.2.3-сурет - 10 кВт жағында ең аз тұрақты ток



2.2.4-сурет - 110 кВ жағында минималды ток

Қуат сымы: 110 кВ жағы $I_{кз.макс}=6,570$ кА;

$I_{кз.мин}=6,433$ кА;

10 кВ жағында $I_{кз.макс}=473*110/10=5,2$ кА;

$$I_{кз.мин} = 984 \cdot 110 / 10 = 10,82 \text{ кА};$$

Сезімталдық коэффициенті екіден төмен болса, біз ДЗТ сериялы релемен тежеуішпен дифференциалды қорғаныс қолданамыз.

Номиналды қайталама токтар:

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

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

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

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

Қосымша тізбектің негізгі жиегін таңдаңыз: номиналды ток соғұрлым үлкен болса, негізгі бөліктің кернеуі төменірек болады, $4.618 > 3.63$.

Бірінші шарт - магнитизм жарылысының құрылымы.

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

$$I_{сз} = 1,5 \cdot 923.78 = 1385.67 \text{ А}.$$

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

$I_{ном}^{осн}$ – номиналды токтың бастапқы кернеуі.

Екінші шарт - теңсіздік құрылымы.

$$I_{сз} = K_H \cdot I_{нб}. \quad (2.8)$$

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

$I_{нб}$ – теңсіздік тоғы.

$$I_{нб} = I'_{нб} + I''_{нб}. \quad (2.9)$$

мұнда $I'_{нб}$ – ток трансформаторлық қателіктің теңсіздік компоненті;

$I''_{нб}$ – РПН теңсіздік компоненті.

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

$$I'_{НБ} = 0,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 5,2 = 0,52 \text{ кА},$$

мұндағы $\varepsilon = 0,1$ – тоқ трансформаторының қателігі,
 $K_A = 1$ – апериодикалық құраушысының коэффициенті,
 $K_{ОДН} = 1$ – тоқ трансформаторының біртиптілік коэффи,
 $I_{КЗ\ max}^{осн} = I_{КЗ}^{10}$ – негізгі жағына келтірілген қ.т. тоғы.

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

мұнда $\Delta U_{РПН} = 0,16$ – РПН-ді жарты бақылау ауқымы.

$$I''_{НБ} = 0,16 \cdot 5,2 = 0,832 \text{ кА};$$

$$I_{НБ} = I'_{НБ} + I''_{НБ} = 0,52 + 0,832 = 1,352 \text{ кА}; \quad (2.12)$$

$$I_{СЗ} = K_H \cdot I_{НБ} = 1,3 \cdot 1,352 = 1,757,6 \text{ А}.$$

Екі жағдайда біз үлкен қойды таңдаймыз: $1385,67 \text{ А} < 1757,6 \text{ А}$;

$$I_{СЗ} = 1757,6 \text{ А}$$

Дәлдік сезімталдығы.
 Сезімталдық коэффициенті.

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

мұнда $i_{p.\min}$ – трансформатордың екінші жағындаток кезінде екі фазалы айнымалы ток релелік ток,
 $i_{c.p.}$ – реленің іске қосылу тоғы.

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

мұнда $I_{КЗ\ \min}^{осн}$ – Ең аз ұсынылатын минималды қ.т. тоғы.

$$i_{p.\min} = \frac{0,87 \cdot 10240 \cdot 1}{200} = 44,5 \text{ А};$$

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

$$I_{c.p.} = \frac{757,6 \cdot 1}{200} = 3,78 \text{ A};$$

$$K_{\psi} = \frac{i_{p.\min}}{i_{c.p.}} = \frac{44,5}{8,78} = 5,06 \quad (2.16)$$

$$K_{\psi} = 5,06 > 2.$$

Сезімталдық коэффициенті ЖҚҚ-на сәйкес кем дегенде 2 болуы керек. Сезімталдықты 1,5-ке дейін төмендетуге болады, егер оны қорғау өте қиын болса және трансформатордың қуатынан 80 МВА-дан кем болса.

ДЗТ-11 көмегімен дифференциалды қорғаныс. Ағымдағы қорғаныс құрылыста болған кезде ток трансформаторының магнитизмінен туындайды.

$$I_{C3} = K_H \cdot I_{ном}^{осн} \quad (2.17)$$

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

Реле қосыңыз,

$$I_{c.p.} = \frac{I_{C3} \cdot K_{CX}^{осн}}{n_m^{осн}} = \frac{1385,67 \cdot 1}{200} = 6,82 \text{ A} \quad (2.18)$$

Қаптама орамдарының металдық құны негізгі қамту жағына енгізілген.

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

Ораманың қабылданған құны қорғаудың негізгі бөлігіне бекітіледі.

$$W_{осн.} = 14 \text{ орам}.$$

Қорғаныстың маңызды емес жағына бекітілген қаптама бумасының болжамды құны

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

Ораманың қабылданған құны қорғаудың негізгі бөлігіне бекітіледі

$$W_{неосн.} = 17 \text{ орам.}$$

Реле роликтер саны мен роликтер саны арасындағы айырмашылық үшін теңсіздіктің қисық құрамдас бөлігі болып табылады

$$I_{нб.расч}^{III} = \frac{W_{неосн.расч} - W_{неосн.}}{W_{неосн.расч}} \cdot I_{КЗ\ max}^{осн} \quad (2.19)$$

$$I_{нб.расч}^{III} = \frac{17.81 - 17}{17.81} \cdot 5200 = 236,5 \text{ А.}$$

Жалпы теңсіздік мәні

$$I_{НБ} = I'_{НБ} + I''_{НБ} + I'''_{НБ} = 520 + 832 + 236,5 = 1588,5 \text{ А.}$$

Буып-түю тежегішінің саны

$$W_{T} = \frac{K_H \cdot I_{НБ}^{торм} \cdot W^{торм}}{I_{КЗ\ торм}^{торм} \cdot tg\alpha}; \quad (2.20)$$

мұнда $K_H = 1,5$ – сенімділік коэффициенті,

$tg\alpha = 0,75$ – ДЗТ-11 тежеу релелік бұрышының тән тангенс,

$I_{НБ}^{торм}$ және $I_{КЗ\ max}^{торм}$ – Тыйым салуға тыйым салу аймағын қорғау тежегіштері және т.с.с. схемалар,

$W^{торм}$ – тежегіш орамасының қорғанышымен жұмыс орамасындағы роликтер саны.

Қорғаныс трансформаторы екі ораммен толтырылғандықтан және күшті болғандықтан, тежегіш орамасы ТК қиылысына қосылады, яғни ток төменгі кернеу жағынан өтеді:

$I_{НБ}^{торм} = I_{НБ}^{HH}$ – бұл инерция төмен кернеулі ток тудырды егер негізгі бөлігі ЖК болса

$$I_{НБ}^{торм} = I_{НБ} \cdot \frac{U_{ВН}}{U_{НН}};$$

егер негізгі бөлігі көлік құралы болса

$$I_{HB}^{морм} = I_{HB};$$

мұнда I_{HB} – жоғарыда есептелінген теңсіздік тоғы;

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

$W^{морм} = W^{HH}$ – Бұл тіктөртбұрышты төменгі керілуге байланысты жұмыс ролі егер негізгі бөлігі ЖК болса

$W^{морм} = W^{HH} = W_{неосн.расч}$ - орамның есептелінген мәні,
егер негізгі бөлігі көлік құралы болса

$W^{морм} = W^{HH} = W_{неосн.}$ орамның қбылданған мәні
Бұл есепте олар төменде келтірілген

$$I_{HB}^{морм} = I_{HB} = 1588,5\ A;$$

$$I_{КЗ\ max}^{морм} = I_{КЗ\ max}^{10\ кВ} = 5200\ A;$$

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

$$W_T = \frac{K_H \cdot I_{HB}^{морм} \cdot W^{морм}}{I_{КЗ\ морм}^{морм} \cdot tg\alpha} = \frac{1,5 \cdot 1588,5 \cdot 17}{5200 \cdot 0,75} = 10,38\ \text{орам.}$$

Біз ең жақын мәнге жуықтау шамасын аламыз.

$$W_T = 10\ \text{орам.}$$

Қауіпсіздік сезімталдығын тексеріңіз
Сезімталдық коэффициенті

$$K_{\psi} = \frac{i_{p.\min}}{i_{c.p.}}$$

мұндағы $i_{p.\min}$ – трансформатордың екінші жағында екі фазалы айнымалы ток релесі,

$i_{c.p.}$ – реленің іске қосылу тоғы.

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

мұнда $I_{K3 \min}^{осн}$ – Ұсынылған минималды шок.

$$i_{p.\min} = \frac{0,87 \cdot 10240 \cdot 1}{200} = 44,5 \text{ A};$$

$$I_{c.p.} = \frac{F_{c.p.}}{W_{осн.}}$$

$$I_{c.p.} = \frac{100}{14} = 7,14 \text{ A};$$

$$K_{\text{ч}} = \frac{i_{p.\min}}{i_{c.p.}} = \frac{44,5}{7,14} = 6,23.$$

$$K_{\text{ч}} = 6,23 > 2.$$

МТҚ трансформатордың жоғарғы жағында орналасқан, қосымша қорғаныс болып табылады және ҚТ-де уақытша жұмыс істейді.

МТҚ іске қосу ағымды ток күшінің күйіне сәйкес таңдалады (белсендірілмеген).

$$I_{110ном} = \frac{S_{т.ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{110ном}} = \frac{16000}{(\sqrt{3} \cdot 110)} = 83,98 \text{ A};$$

Туракты ток бұрыштық ауыстыруды өтеу үшін біз 110 кВ үшбұрышқа қосамыз және 10 кВ қосамыз:

$$n_{m110расч} = I_{110ном} \cdot K_{сх110}^{(3)} / 5 = 83,98 \cdot 1 / 5 = 83,98 / 5;$$

Біз төмендегілерді қабылдаймыз:

$$n_{m110расч} = 200 / 5;$$

$$I_{\text{раб.макс}} = \frac{S_{нагр}}{\sqrt{3} \cdot U_{110ном}} = \frac{16000}{(\sqrt{3} \cdot 110)} = 83,98 \text{ A};$$

$$I_{сз} = \frac{k_{отс} \cdot k_{с.з}}{k_{воз}} \cdot I_{\text{раб.макс}} = \frac{1,25 \cdot 2,5}{0,85} \cdot 83,98 = 308,75 \text{ A};$$

мұндағы $K_{с.з.} = 2,5$ - өздігінен іске қосу толық жүктемесі коэффициенті;

$K_{\text{воз}} = 0,85$ – қайта іске қосу коэффициенті.

Уақыт принципі: $\Delta t = 0,7 \text{ сек}$; $t = \Delta t + 1,5 = 0,7 + 1,5 = 2,2 \text{ сек}$;

Фрагменттің фрагменттелуі

а) Трансформатордан кейін максималды трансмиттер анықталды:

$$I_{\text{сз}} = K_{\text{отс}} \cdot I_{\text{КЗ макс}}^{(3)}; \quad (2.21)$$

мұнда $K_{\text{отс}} = 1,25$ – келтіру коэффициенті.

$$I_{\text{сз}} = 1,25 \cdot 4,73 = 5,91 \text{ кА}. \quad (2.22)$$

б) Трансформатор кернеуге қосылған кезде пайда болатын магнетизмнің секірісі:

$$I_{\text{сз}} = K_{\text{отс}} \cdot I_{\text{ном.тр.}}; \quad (2.23)$$

мұнда $K_{\text{отс}} = 4$ – келтіру коэффициенті;

$$I_{\text{ном.тр.}} = \frac{S_{\text{т.ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НН}}} = \frac{16000}{(\sqrt{3} \cdot 10)} = 923,78 \text{ А}; \quad (2.24)$$

$$I_{\text{сз}} = 4 \cdot 923,78 = 3,695 \text{ кА}$$

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

$$n_{10\text{тр.расч}} = 1000/5;$$

$$I_{\text{ср}} = I_{\text{сз}} \cdot K_{\text{сх}} / n_{\text{т.очн.}} = 3695 \cdot 1/200 = 18,47 \text{ А}; \quad (2.25)$$

2.3 16 МВА 110/10 кВ трансформаторлық тиеуден қорғау

1 Екі катмарлы трансформатор ТС-ның сыйымдылығы ДК-ның номиналды қуаттылығының 1000% -ын құрайды. номиналды қуат трансформаторы. Екі трансформаторды шамадан жүктеуден қорғау үшін бұл қорғаныс әрқайсысына жарайды.

Тоқтауды бастау:

$$I_{с.з.НН} = \frac{k_n \cdot I_{т.ном}}{k_6 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НН}} = \frac{1,05 \cdot 1 \cdot 16000}{0,85 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 1087,37 \text{ А}; \quad (2.26)$$

$$n_{10трасч} = 1000/5;$$

$$I_{ср} = I_{сз} \cdot K_{сх} / n_{Точн} = 1087,37 \cdot 1 / (1000/5) = 5,436 \text{ А};$$

Уақыт ұстанымы: $t_{ср} = 6$ сек;

2 Жылытудың алдын алу үшін жоғары қуатты трансформаторлар үшін автоматты салқындату жүйесін қамтамасыз етеді. Трансформатордың температурасы максималды тогына орнатылғандықтан, салқындатқыш релені ДК жағына (жеткізу сәресіндегі) орналастырған жөн, онда екі оралған орамның өткізгіштері:

$$I_{м.ВН} = I_{мНН}.$$

Күту өндірісі ГОСТ-11677-93, алайда: Дсалқындату жүйесі үшін бұл сыйымдылық мұнайдың жоғарғы бетіндегі температураға қарамастан трансформатордың номиналды токына тең.

3 110 кВ желінің релелік қорғанысы

3.1 Үш сатылы нөлдік тізбекті ток есептеу

Уақытша позициясыз қорғаныстың бірінші кезеңі $3I_0$ жұмыс жағдайына сәйкес таңдалады, мұнда қорғаныс орны кернеудегі қосалқы станцияның автобусында электрмен жабдықтаудың ең жоғары режимінде жерге қатысты болады.

$$I_{Л5-4}^I = K_H \times 3 \times I_0, I_{Л3-2}^I = K_H \times 3 \times I_0, I_{Л8-10}^I = K_H \times 3 \times I_0 \quad (1.59)$$

мұнда $K_H = 1,3$ – сенімділік коэффициенті.

Екінші саты Л5-4 желісі арқылы аралас қосылыстарды жоғары жылдамдықты қорғауға қосылуы керек, яғни, екі шарт болады:

Л3-2 гидроэлектростанцияның бірінші кезегіне дейін желіні шығарыңыз;

Л8-10 гидроэлектростанцияның бірінші кезегіне дейін желіні шығарыңыз.

Үшінші кезең іргелес қосалқы станцияның төменгі және орта жағындағы тұрақты ток-ға арналған. Сонымен қатар Л5-4 жерлендіру желісі СТ қамтамасыз етіледі.

Жерде СТ-ның екі түрі бар: бірфазалы тұрақты ток және екіфазалы тұрақты ток жері, келесі екі жағдай пайда болады:

$$I_{Л5-4}^I = K_H \times 3 \times I_0^{(1)},$$
$$I_{Л5-4}^I = K_H \times 3 \times I_0^{(1,1)}.$$

Нөлдік нүктелерді табу үшін, біз тренажер арқылы тікелей модельдеу әдісін қолданамыз, сондықтан тақырыптардың ротациялық, кері және нөлдік тізбектерінен тұратын күрделі схемаларды жасау қажет.

Мұнда селективті картада $3I_0$ қисық сызықты ток Л10-8 ағымынан ағып жатқан ток $3I_0$ анықтай алады. Селективтік картаны пайдаланып, барлық кезеңдердің орналасуын анықтай аламыз $3I_0$ қисығын салу үшін СТ нүктелерін Л5-4 сызығының соңынан Л3-2 сызығының соңына және Л8-10 сызығының соңына дейін жылжытамыз.

Ол үшін симуляторда күрделі тізбек жасалады.. Мұнда резисторлар

XL
1 Ohm



орнына Л5-4, Л3-2 және Л8-10 желілерінің кедергілері ретінде

XL

[R]/1 Ohm /50%



потенциометрлер қолданылады. Потенциометрдің орталық нүктесі MVP ретінде пайдаланылады. Диаграмма 3.10-суретте көрсетілген.

		Двухфазное, А		Однофазное				
		Л5-4						
1 ступень		360,5	1405,95	332,6	1297,1			
Кн для 1 ступени	1,3	Л8-10						
умнож 3 фазное	3	720,9	2811,51	720,3	2809,2			
		Л3-2						
		670,5	2614,95	668,3	2606,4			
2 ступень		Л5-4 от Л8-10				Кч система в мин режиме		
Кн для 2 ступени	1,2	171,1	615,96	170	612	Л2-3		
		Л5-4 от Л3-2				371,1	1113,3	1,8074226
		161,2	580,32	161,1	579,96			
минимальные токи		371,1		372,1				
3 ступень								
Кн для 3 ступени	1,25	кз на противоположной ПС				Кч система в мин режиме		
Е	0,1	кз на НН		кз на СН		Л3-2		
Ка	1	488	30,5	728,7	45,544	154,2	462,6	10,157266
Кодн	0,5	кз на отпайке линии Л5-4						
		кз на НН						
		194,7	12,1688					
минимальные токи		154,2		156				

3.2 Үш деңгейлі қашықтықтан қорғау

Қашықтықтан қорғанысты есептеу әдетте келесі түрде анықталады:

1 Жолдағы кедергілер, уақытша жағдайға сезімталдық және қорғаудың жекелеген кезеңдері.

2 Сезімталдық пен қосылу органдарының типін қосу. Қатерлі органдардың түрін және сезімталдық параметрлерін белсендіру.

3 Қуат беру жүйесіндегі қорғаныш кедергі құрылғысының сезімталдықты белсендірудің түрі мен параметрлері.

3.3 Қашықтықтан қорғауды есептеу

Ток ағымдарын есептеу үшін электрлік схемалар әзірленеді және ELECTRONICS WORKBENCH бағдарламасының көмегімен ағымдарды анықтаймыз.

1 – ші саты. Бірінші қорғаныш аймағының бірінші резисторының кедергісі желінің қарама-қарсы жағында сызықтың дайындалған соңында орнатылады:

$$A) \quad Z_{сз.л5-4}^I = 0,85 \cdot (Z_{л5} + \frac{Z_{л4}}{k_{Т.л4-5}}) = 0,85 \cdot (4,8 + \frac{5,2}{1}) = 8,5 \text{ Ом}; \quad (3.1)$$

$$k_{Т.л2-3} = \frac{I_{л5}}{I_{л4}} = \frac{2476}{2476} = 1 \quad (3.1)$$

$$B) \quad Z_{сз.л4-5}^I = 0,85 \cdot (Z_{л5} + \frac{Z_{ом6л7} + Z_{mp.ом6л7}}{k_{m.mp.ом6л7}}) = 0,85 \cdot (4,8 + \frac{0,8 + 154,82}{0,48}) = 279,65 \text{ Ом} \quad (3.2)$$

$$k_{m.mp.ом6} = \frac{I_{л5}}{I_{mp.ом6л8}} = \frac{194,7}{399,6} = 0,48 \text{ ток тарату коэффициенті} \quad (3.3)$$

Біз ең аз тосқауылды таңдаймыз $Z_{сз.л5-4}^I = 8,5 \text{ Ом}$

Бірінші кезең уақытша жағдайсыз жұмыс істейді.

3.4 Екінші сатының кедергісін есептеу

Екінші саты Л5-4 желісінің аралас қосылыстарын жоғары жылдамдықты қорғауға сәйкес келуі керек, яғни үш шарт бар:

- 1) Л3-2 қашықтықтан қорғау сызығының бірінші кезеңі – $Z_{л4-5}^I$,
 - 2) Л8-10 қашықтықтан қорғау сызығының бірінші кезеңі – $Z_{л8-10}^I$,
 - 3) Т3-4 трансформаторлық релелік қорғаныс
- Л3-2 желісінің бірінші фазасының кедергісі біріншіден есептеледі.

$$Z_{сз.л3-2}^I = 0,85 \cdot (Z_{л3} + \frac{Z_{л2}}{K_{mp3-2}}) = 0,85 \cdot (4,8 + \frac{2}{1}) = 5,78 \text{ Ом}; \quad (3.4)$$

$$k_{Т.л4-5} = \frac{I_{л3}}{I_{л2}} = \frac{2264}{2264} = 1$$

$$Z'_{сз.л3-2} = 0,85 \cdot (Z_{л3} + \frac{Z_{ом6.л4} + Z_{mp.ом6л7}}{k_{m.mp.ом6л7}}) = 0,85 \cdot (4,8 + \frac{0,4 + 220,42}{0,41}) = 461,87 \text{ Ом}$$

$$k_{m.mp.ом6л7} = \frac{I_{л3}}{I_{mp.ом6л7}} = \frac{118,5}{287,7} = 0,41$$

Л5-4 желінің екінші кезеңі

$$Z''_{сз.л5-4} = 0,85 \cdot (Z_{л5} + \frac{Z_{л4}}{k_{T.л5-4}}) + 0,78 \cdot (\frac{Z_{л3}}{k_{T.л43}} + \frac{Z'_{сз.л5-4}}{k_{T.л2}} - \frac{Z_{л3}}{k_{T.л3}}) = \quad (3.5)$$

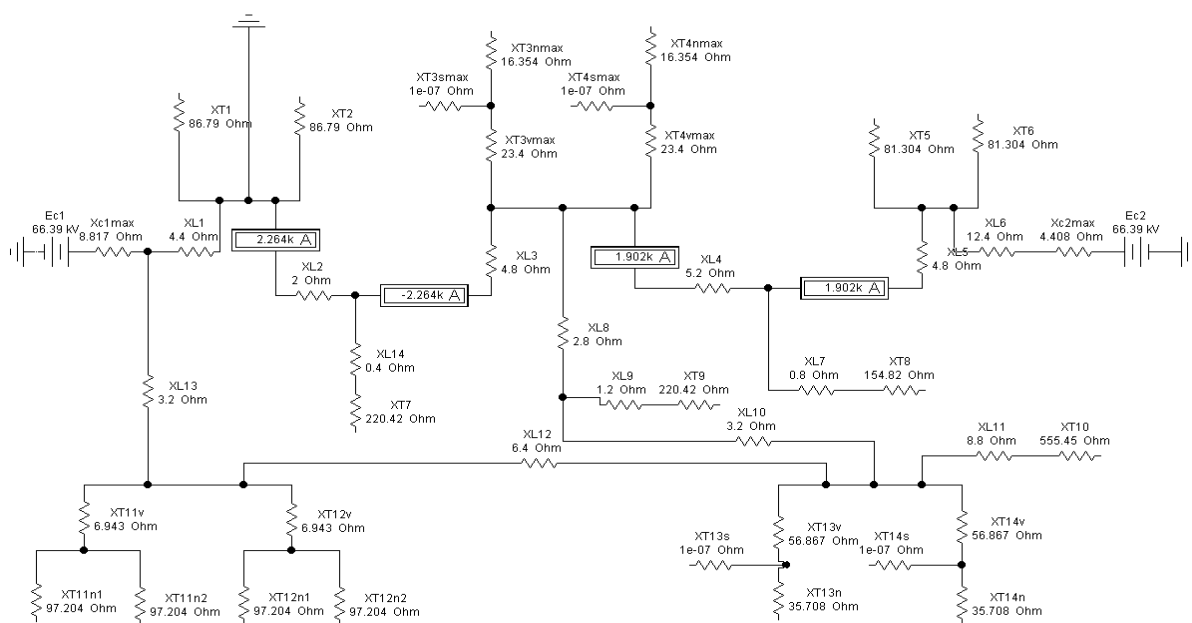
$$= 0,85 \cdot (4,8 + \frac{5,2}{1}) + 0,78 (\frac{4,8}{0,84} + \frac{8,5}{0,84} - \frac{4,8}{0,84}) = 25,3 \text{ Ом}$$

$$k_{T.л5-4} = \frac{I_{л5}}{I_{л4}} = \frac{1902}{1902} = 1$$

$$k_{T.л3} = \frac{I_{л5}}{I_{л3}} = \frac{1902}{2264} = 0,84$$

$$k_{T.л5} = \frac{I_{л2}}{I_{л5}} = \frac{1902}{2264} = 0,84$$

ІЛ5-4 және ІЛ3-2 ағынын анықтау үшін Л5-4 және Л3-2 желілік қорғауыштарында амперметрия саламыз (2-суретті қараңыз).



3.7-сурет

Екінші шарт бойынша L8-10 желісінің бірінші кезеңінің қарсылығын есептеу қажет.

$$Z'_{сз.л8-10} = 0,85 \cdot (Z_{л8} + \frac{z_{10}}{K_{mp8-10}}) = 0,85 \cdot (2,8 + \frac{3,2}{1}) = 5,1 \text{ Ом}; \quad (3.6)$$

$$k_{T.Ė8-10} = \frac{I_{Ė8}}{I_{Ė10}} = \frac{2910}{2910} = 1$$

$$Z'_{сз.л8-10} = 0,85 \cdot (Z_{л8} + \frac{Z_{омв.л9} + Z_{mp.омв.л9}}{k_{m.mp.омв.л9}}) = 0,85 \cdot (2,8 + \frac{1,2 + 220,42}{0,618}) = 307,197 \text{ Ом}$$

$$k_{m.mp.омв} = \frac{I_{л8}}{I_{mp.омв.л9}} = \frac{176,6}{285,7} = 0,618$$

Л5-4 желісінің екінші сатысы

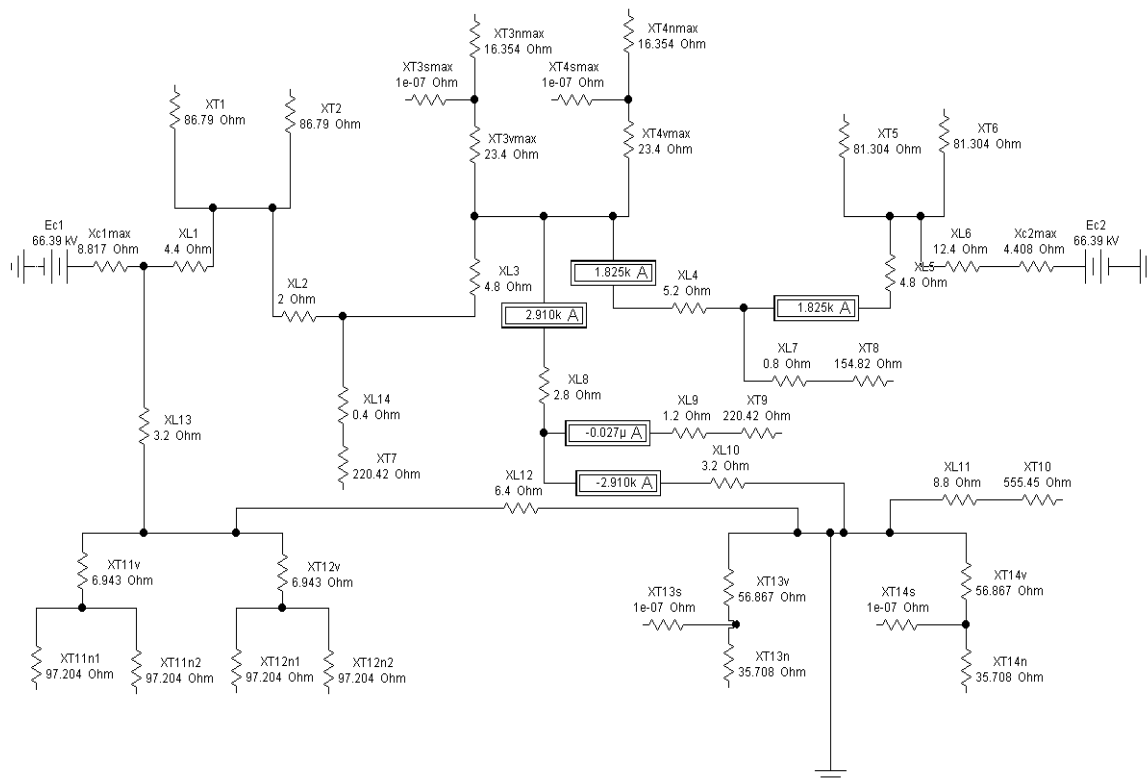
$$\begin{aligned} Z''_{сз.л5-4} &= 0,85 \cdot (Z_{л5} + \frac{Z_{л4}}{k_{T.л5-4}}) + 0,78 \cdot \left(\frac{Z_{л8}}{k_{T.л8}} + \frac{Z'_{сз.л5-4}}{k_{T.л10}} - \frac{Z_{л8}}{k_{T.л10}} \right) = \\ &= 0,85 \cdot (4,8 + \frac{5,2}{1}) + 0,78 \left(\frac{2,8}{0,627} + \frac{8,5}{0,627} - \frac{2,8}{0,627} \right) = 26,04 \text{ Ом} \end{aligned} \quad (3.7)$$

$$k_{T.л2-3} = \frac{I_{л2}}{I_{л3}} = \frac{1825}{1825} = 1$$

$$k_{T.л8} = \frac{I_{л2}}{I_{л8}} = \frac{1825}{2910} = 0,627$$

$$k_{T.л10} = \frac{I_{л2}}{I_{л10}} = \frac{1825}{2910} = 0,627$$

I_{л2-3} және I_{л8-10} ағындарды анықтау үшін симулятор бағдарламасында қажетті тізбекті орнатыңыз - аммиттерді L2-3 және L8-10 қорғау желілерінің орындарына орнатыңыз (3-суретті қараңыз).



3.8-сурет

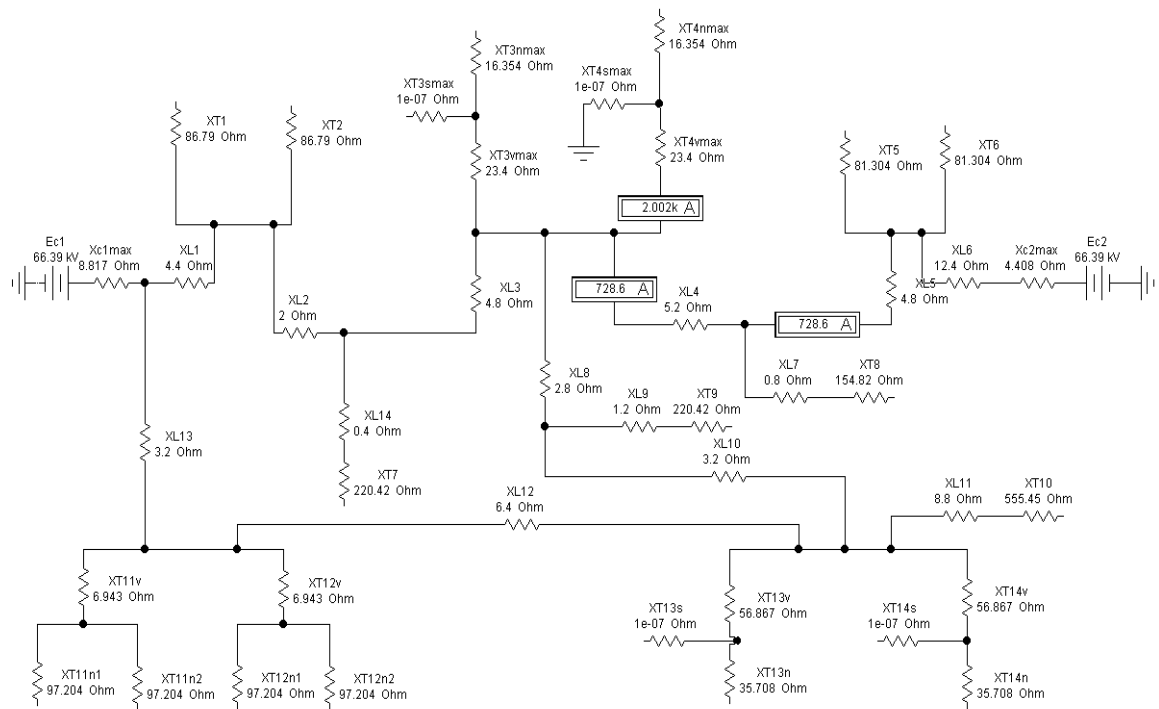
Үшінші келісімшарт бойынша, Л5-4 қорғау сызығының екінші фазасы трансформатор Т3 35 кВ шиналардан кейін шокиреді.

$$Z_{сз.л5-4}^{II} = 0,85 \cdot \left(Z_{Л5} + \frac{Z_{Л4}}{k_{Т.Л5-4}} + \frac{Z_{mp3}}{k_{Т.ТР3}} \right) = 0,85 \cdot \left(4,8 + \frac{5,2}{1} + \frac{23,4 + 0,001}{0,36} \right) = 63,75 \text{ Ом}$$

$$k_{Т.ТР3} = \frac{I_{Л2-3}}{I_{ТР3}} = \frac{728,6}{2002} = 0,36$$

$K_{Т.ТР3}$ ток тарату коэффициенті Т3 трансформаторынан кейін әлеуетті қуат тапшылығының әсерін ескереді.

$I_{Л5-4}$ и $I_{ТР3}$ Тоқтарды анықтау үшін бағдарламада қажетті тізбекті орнатып, Л5-4 желісі және трансформатор Т3 қорғау орны орналасқан амметрлерді орнатамыз (4-суретті қараңыз).



3.9-сурет

Үшінші келісімшарт бойынша, L5-4 қорғаныс желісінің екінші фазасы трансформатор Т3 10 кВ шиналардан кейін шокиреді

$$Z_{сз..л5-4}^{II} = 0,85 \cdot \left(Z_{Л5} + \frac{Z_{Л4}}{k_{Т.Л5-4}} + \frac{Z_{mp3}}{k_{Т.ТP3}} \right) = 0,85 \cdot \left(4,8 + \frac{5,2}{1} + \frac{23,4 + 16,354}{0,36} \right) = 102,36 \text{ Ом}$$

$$k_{Т.ТP3} = \frac{I_{Л5-4}}{I_{ТP3}} = \frac{487,9}{1341} = 0,36$$

$K_{Т.ТP3}$ ағымдық ерекшелігі факторы Т3 трансформаторынан кейін әлеуетті қыздырғыштардың ықтимал әсерлерін ескереді.

I5-4 және ITR3 токтарын анықтау үшін симулятор бағдарламасында қажетті тізбекті орнатып, L5-4 және Т3 трансформаторларының орнында амперметрлер орнатылды.

Біз алынған үш шарттың ең аз кедергісін таңдаймыз.

$$Z_{Л5-4}^{II} = 25,3 \text{ Ом.}$$

2 Л5-4 Екінші кезеңнің желілік сезімталдығының сезімталдығы

$$K_{ч} = Z_{Л5-4}^{II} / Z_{Л5-4} = 25,3 / 10 = 2,53 > 1,25$$

Екінші кезеңнің кедергісі сезімталдыққа қойылатын талаптарға жауап береді.

Екінші кезеңнің уақыт позициясы селективті кезеңге тең деп есептеледі.

$$t_{Л4}^{II} = \Delta t.$$

Ереже бойынша $\Delta t \approx 0,35 \div 0,5$ с.

3.1.1 Үшінші кезеңнің қарсылығын есептеу

$$\begin{aligned} Z_{Л8-10}^{III} &= Z_{РАБ.МІН} / (K_H \times K_{ЗАП} \times K_{ВОЗ}) = \\ &= U_{РАБ.МІН} / (\sqrt{3} \times K_H \times K_{ЗАП} \times K_{ВОЗ} \times I_{РАБ.МАХ} \times \cos(\varphi_{МЧ} - \varphi_{РАБ})) \end{aligned}$$

мұндағы $Z_{РАБ.МІН}$ - ең жоғары деңгейлі жұмыс істейтін қорғаныс релесінің ең төменгі кедергісі, $K_H = 1.2$ сенімділік коэффициенті, $K_{РАБ} = 1.5$ өзіндік конъюгациялық коэффициент, $K_{ВОЗ} = 1.05 \div 1.1$ кері релелік коэффициент, $U_{РАБ.МІН} = (0.9 \div 0.95) \times U_{НОМ}$ - ең төменгі жұмыс кернеуі, $I_{РАБ.МАХ}$ - ең жоғары жұмыс тогы, $\varphi_{МН}$ - қорғаныс релесінің максималды сезімталдықтың бұрышы, $\varphi_{РАБ}$ - ток пен кернеу арасындағы бұрыш.

Қайтару коэффициенті $K_{ВОЗ}$ қашықтықтан қорғауда қолданылатын кедергі релесіне байланысты, бұл $K_{ВОЗ} = 1.05$.

$$\begin{aligned} Z_{Л5-4}^{III} &= Z_{РАБ.МІН} / (K_H \times K_{ЗАП} \times K_{ВОЗ}) = \\ &= U_{РАБ.МІН} / (\sqrt{3} \times K_H \times K_{ЗАП} \times K_{ВОЗ} \times I_{РАБ.МАХ} \times \cos(\varphi_{МЧ} - \varphi_{РАБ})) = \\ &= 0,9 \times 110000 / (\sqrt{3} \times 1,2 \times 1,5 \times 1,05 \times 300 \times \cos(75^0 - 37^0)) = 144,8 \text{ Ом} \end{aligned}$$

Біз үшінші кезеңнің сезімталдығын тексереміз.

Қашықтықтан қорғаудың үшінші кезеңі екі кезеңге бөлінеді:

- 1) қорғалатын желінің соңында,
- 2) Қорғалған аумақтың соңында НҒ, яғни үшінші кезең ең ұзын аралас сызықтың соңында НҒ сезінуі керек.

Бірінші шарт бойынша сезгіштік коэффициенті

$$K_{Ч} = Z_{Л5-4}^{III} / Z_{Л5-4} = 144,8 / 10 = 14,48 > 1,5$$

Үшінші кезеңдегі қарсылық мәні бірінші келісімшарттың сезгіштік талаптарына сәйкес келеді.

Екінші келісімшартқа сәйкес, сезгіштік коэффициенті L3-10 желісінің (17 км) соңында тексеріледі, өйткені ол L8-10 желісінің (15 км)

$$K_{Ч} = Z_{Л5-4}^{III} / Z_{ЗАЩ.МАХ} \geq 1,2 ,$$

мұнда $Z_{ЗАЩ,МАХ}$ ең ұзын араластыру сызығы L11 соңында НҒ қарсыласуының үшінші сатысына шығарылатын максималды мән болып табылады.

$Z_{ЗАЩ,МАХ}$ ұзартудың ағымдағы коэффициентін ескере отырып, қуат жүйесінің ең төменгі режимі үшін есептеледі

$$Z_{ЗАЩ,МАХ} = Z_{Л5-4} + Z_{Л3-2} / K_{Т,МІН} .$$

$I_{Л3-2,МІН}$ и $I_{Л5-4,МІН}$ ағымдарын табу үшін бағдарламашыдағы қажетті тізбекті орнатып, L5-4 және L3-2 желілеріне арналған амперметрді орнатамыз.

$$K_{Т,МІН} = I_{Л5-4,МІН} / I_{Л3-2,МІН} = 191,6 / 224,4 = 0,85$$

$$Z_{ЗАЩ,МАХ} = Z_{Л5-4} + Z_{Л3-2} / K_{Т,МІН} = 10+6,8/0,85 = 18 \text{ Ом}$$

$$K_{ч} = Z_{Л5-4}^{III} / Z_{ЗАЩ,МАХ} = 144,8 / 18 = 8,04 \geq 1,2$$

Үшінші деңгейдегі қарсылық мәні екінші келісімшарттық сезімталдық талаптарын қанағаттандырады.

Үшінші кезеңнің уақытша жағдайы аралас желінің үшінші кезеңіне қарағанда санациялық фазаға байланысты (SMD үшін бірдей). Бірнеше аралас желілер болса, қорғаудың үшінші желісі желіні максималды орындау уақытымен бірге ескереді. L5-4 желісінде L8-10 және L3-2 аралас желілері бар. L3-2 трансформатор ТЗ-мен аяқталады, содан кейін L8 L11 желісіне өтеді және жүйе одан әрі төмен болуы мүмкін, сондықтан L3-2 желісінің үшінші фазасының орналасуы қарсы принцип бойынша көбірек. Уақытша позиция туралы ақпарат жоқ болғандықтан. Сондықтан біз:

$$Л6 \text{ үшінші кезеңнің уақытша жағдайы } t_{Л8-10}^{III} = 0,8 \text{ с ,}$$

$$Л5 \text{ үшінші кезеңнің уақытша жағдайы } t_{Л3-2}^{III} = t_{Л4}^{III} + \Delta t = 0,8 + 0,5=1,3\text{с}$$

$$Л4 \text{ үшінші кезеңнің уақытша жағдайы } t_{Л5-4}^{III} = t_{Л3}^{III} + \Delta t = 1,3 + 0,5=1,8\text{с}$$

3.5 Қашықтықтан қорғаудың қайталама қарсылығын есептеу

Кедергі релесі ток және кернеу трансформаторлары арқылы қорғалған желіге қосылады, сондықтан кедергі релесінің бастапқы релесі қосымша кедергілермен қамтамасыз етілуі керек.

Бірінші кезеңнің қайталама қарсылығы

$$z^I = Z_{Л5-4}^I \times n_{ТА} / n_{TV}$$

онда $n_{ТА}$ және n_{TV} ток және кернеу трансформаторлары үшін тиісті конверсиялық факторлар болып табылады.

$n_{TA} I_{РАВ.МАС} = 300 \text{ А}$, n_{TA} желісінің максималды жұмыс токінде таңдалуы мүмкін $n_{TA} = 600 / 5 = 120$.

110 кВ торабы үшін $n_{TV} = 110000 / 100 = 1100$.

$$z^I = Z_{Л5-4}^I \times n_{TA} / n_{TV} = 8,5 \times 120 / 1100 = 0,92 \text{ Ом.}$$

Екінші сатының екінші ретгі кедергісі

$$z^{II} = Z_{Л5-4}^{II} \times n_{TA} / n_{TV} = 25,3 \times 120 / 1100 = 2,76 \text{ Ом.}$$

Үшінші сатының екінші ретгі кедергісі

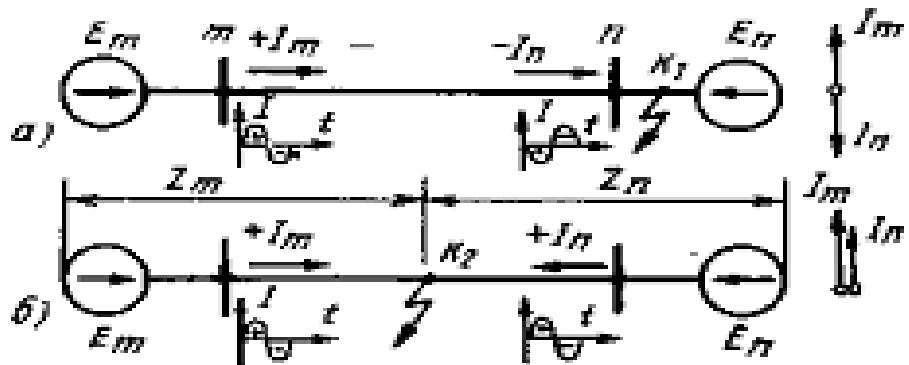
$$z^{III} = Z_{Л5-4}^{III} \times n_{TA} / n_{TV} = 144,8 \times 120 / 1100 = 15,79 \text{ Ом.}$$

4 Жоғары жиілікті дифференциалды фазалық қорғауды талдау және есептеу

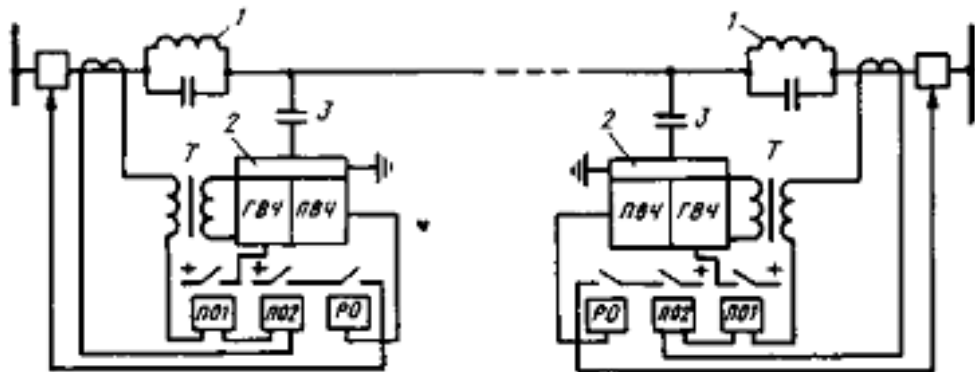
4.1 Фазалардың жоғары жиілікті дифференциалды қорғау қағидасы

Дифференциалдық фазалық ТБЖ (ДФЗ) қорғалатын электр жеткізу желілеріндегі (ЭБЖ) екі фазалы ток салыстыруға негізделген. Шамның автобуспен автобуспен жұмыс істейтінін ескерсек, қорғалған желінің соңында К1 және сымдардың сымдары әртүрлі екенін ескеру керек, сондықтан оларды фазадан тыс деп санауға болады. Егер ҚТ қорғалған желіде болса (13.3, б-тармақты қараңыз), соңында токтар бірдей болса және ҚТ және векторларының жалпы кедергілердің әр түрлі бұрыштарында және сызықтың соңында орын алмаса, фазаға теңестірілуі мүмкін.

Сызықтың соңында фазалық тоқтымен салыстыру арқылы сіз ҚТ -ның орнын анықтай аласыз. Схемадағы фазалық дифференциалды токтардың салыстырылуы ағындарды ЖЖҚ басында және соңында салыстыру арқылы жүзеге асырылады. ЖЖҚ фазалық салыстыру бүйір сигналдары арқылы орындалады. Сығылған схемада ЖЖҚ жұмысын және жұмысын суреттейтін диаграмма 13.4 және 4.1-суретте берілген.



4.1-сурет - Дифференциалды фазалы желел жады жұмысының принципі



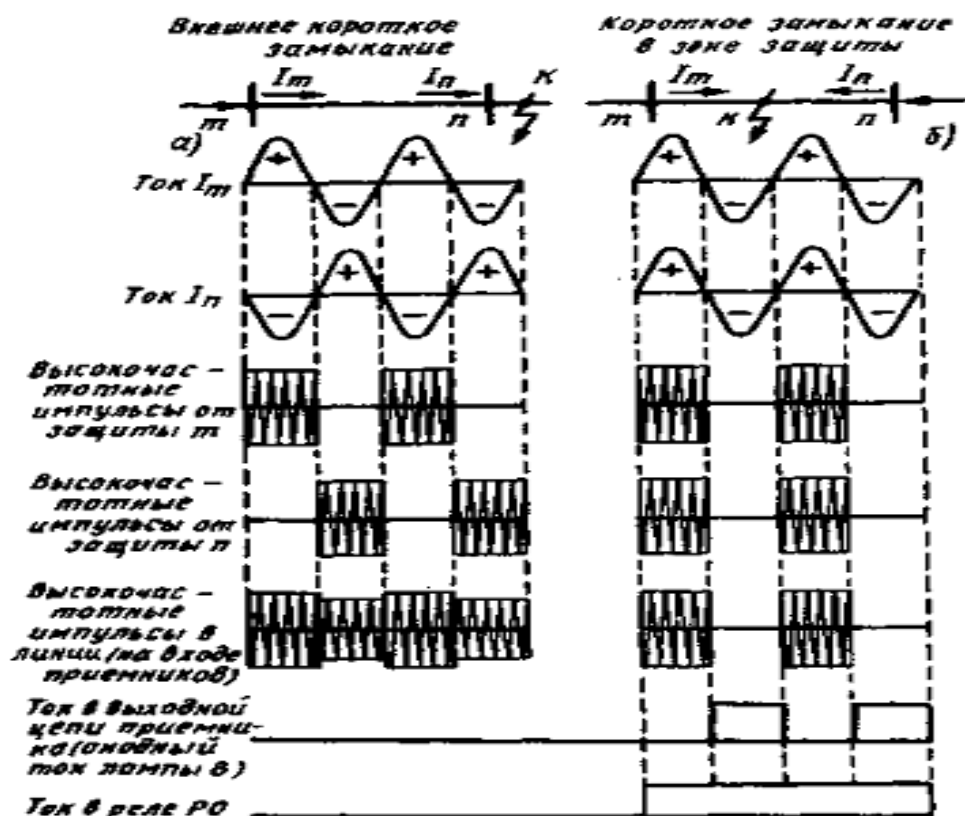
4.2-сурет - ДФЗ қарапайым схемасы

Автономды генератор ГВЧ қабылдағыш таратқышын қамтиды, ол электрмен жабдықтау релесінен тұрады, онда ол ПО және ПО2 релелеріне кіреді, олардың біреуі ПГ шығарылады, екіншісі - сөндіргіш тізбегінің контроллері (ЖЖҚ).

Ж-генератор - арнайы трансформатор арқылы өндіріс кабельдерін басқаратын есте сақтау мүмкіндігі. Генератор қосылса, шығыс сигналы УНФ сигналының жартысына дейін үзіледі және теріс жарты жабылып, олардың берілуін тоқтатады.

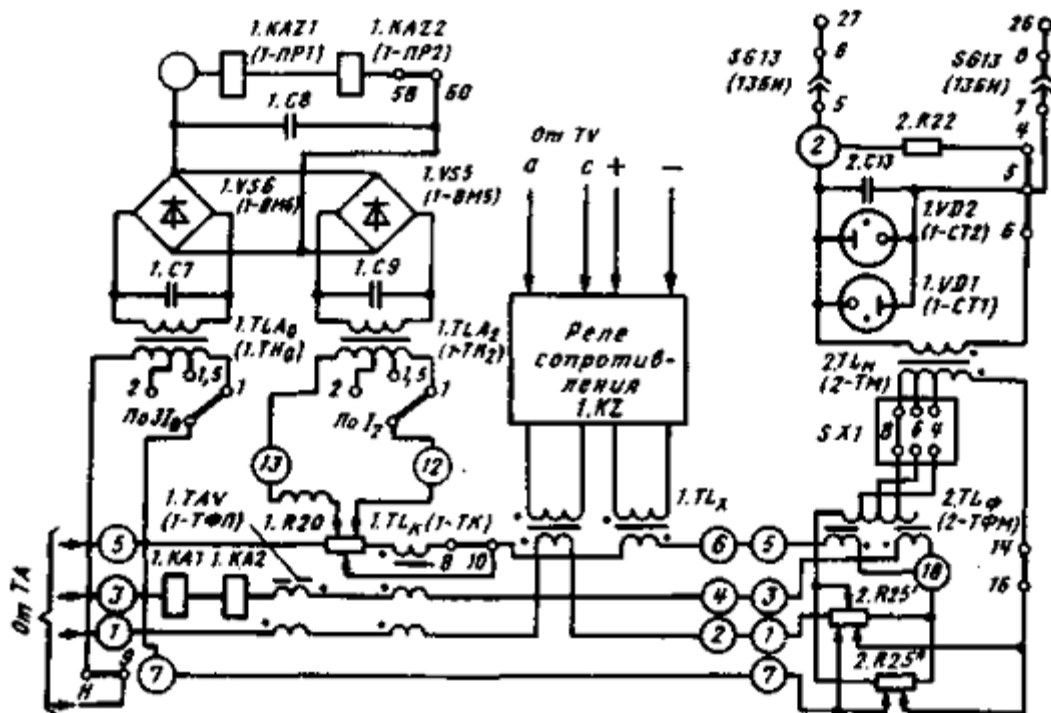
Егер ағымдағы қабылдағыш кіріс тізбегінде жоғары жиілікті болса, шығыс кернеуінің релесі ток нөлге тең болады, ол шығыс сигналы шықпағанда РО релесін шығарады. Сонымен қатар, генераторы оң шеткі жұмыс жиілігінде жұмыс істейді, ал ресиверде сигналы жоқ. Сыртқы қысқа тұйықталу жағдайында фазалық ток токтар ЖЖҚ -дың қарама-қарсы жағында орналасқан, генератор өндіріс циклінің бірінші жартысының соңында жұмыс істейді, ал н келесі жарты кезеңде аяқталады. Жоғары жиілікті электр тогының қуат беру желілері арқылы үнемі ағып кетеді және) ЖЖҚ -тің екі жағын да береді.

Аймақ TD болған кезде (13.5, б), таратқыштың екі ұшындағы таратқыштар бір уақытта жұмыс істейді, өйткені соңында крутящий сымдар үйлестіріледі. Ресиверге арналған жоғары жиілікті сигналдар уақыт интервалында үзіліс жасайды және өндірістік токтың жарты мерзіміне тең болады. РФ болмаған жағдайда, катушкалар осы уақытта жұмыс істей бастайды және қуат жоғалған кезде жабық болады. Ресивердің шығыс схемасында арнайы құрылғыны таратып, релеге жіберілетін бұзылу токі бар. Қуат көзі өшіп, электр желісін өшіреді. Осылайша, электр беру желілерінің екі аясы арасындағы фазалық жылжу,р жоғары жиілікті сигналдардың сипаттамалары анықталады және РО транспондері ресивер арқылы анықталады. Жоғары жиіліктегі қорғаныс принципі бойынша жүктеме мен ауытқулар сезілмейді, өйткені осы режимдегі сызықтың соңындағы сигналдар әртүрлі.



4.3-сурет - Дифференциалды фазалық схема

Дифференциалдық фазалық қорғаудың негізгі элементтері және оны орындау ерекшеліктері. Дифференциалды фазалық қорғаныс мынадай негізгі элементтерден тұрады: таратқыштың қыста және қысқа тұйықталу уақытында РФ-да жұмыс істеуге мүмкіндік беретін ток өткізгіштің ПО1 (1.КА31) және ПО2 (1.КА32); Манипуляция элементі кернеу токтарын бақылайды, кернеу рәміздеріне байланысты және фазалық фазалық токтарға сәйкес, салыстырмалы элемент (2ТМ) арқылы токтарды ажыратуға тырысады. ЖЖҚ жүктемені қабылдамайды, сондықтан ол PD схемасында көп қорғалмайды. Бірақ ол болмаған кезде, тікелей ток берілмейді және электр желілерінің қате эрозиясына әкеледі. Сондықтан ол жүктеме токтарының көмегімен есептелетін барлық тізбектерінде қолданылады. Сыртқы қысқа тұйықталу кезіндегі электр беру желілері арқылы екі таратқышты бір мезгілде беру. Дифференциалдық фазалық қорғаудың ерекшеліктері. Қашықтағы қысқа тұйықталу тізбектері үшін таратқыштар радиожилікті таратқыштарды жібергенде өздерінің сезімталдығымен жұмыс істей алады, бірақ электр желілерінің жағында ғана жұмыс істей алады. Тек осы жағдайда, төменгі жиіліктегі ток үзіледі. Дифференциалды фазалық қорғаныс дұрыс емес. Бұны болдырмау үшін екі жиынтықта орындалады: біреу міндетті, ол радиожилік таратқыштан ажыратылады, ал екіншісі ажыратқышты басқару үшін сезімтал.



Қуат сызықтарының қарама-қарсы жағында орналасқан таратқыштың таратқышы сыртқы қысқа тұйықталу кезіндегі зақымдалуы мүмкін және электр желісіндегі анықталмаған желіге байланысты сымдар қосылуы мүмкін. Демек, радиоқабылдағыштардың қысқа тұйықталуы РО релесінен қысқа болуы керек және тізбек схемасы мен тізбек сөндіргіштің басқару схемасының кешіктіріп басқаруы релеге қарағанда біршама кешіктірілуі керек. Әр фазада токтардың салыстыру дифференциалды фазалық қорғау өте қиын және қымбат. Сүзгі токтарының фазаларын емес, симметриялық компоненттерді салыстыру кезінде қорғаныс өте қарапайым және сенімді, үшфазалы АЦ жүйесін бірфазалы түрде айналдыру. Дифференциалды фазалық қорғау сүзгілерінің орнына біз пропорционалды немесе пропорционалдық токпен бірге келетін біріктірілген сүзгіні пайдаланамыз.

Мұндай сүзгілер дифференциалды фазалардың барлық қысқа тұйықталуының жұмысын қамтамасыз етеді. Қысқаша тізбектер үшін фильтр ағымдары, асимметриялы қысқа тұйықталу тізбектері болған жағдайда болуы мүмкін.

Қорғаныс ДФҚ-201 типті электромеханикалық реле арқылы жүзеге асырылады және 110-220 кВ электр жеткізу желісіндегі барлық қысқа тұйықталу түріндегі негізгі жылдамдықты релелік қорғанысты DFS-2 түрлендіруі болып табылады. DFS жұмыс принципі EPS екі жағында фазалық токтармен салыстыру негізделген. ДФҚ схемасы 13.4-суретте көрсетілгендей үш элементтен тұрады: таратқыш, манипуляция және фазалық салыстыру. Жіберуші орган екі жиыннан тұрады. Біріншісі сезімтал, радиохабар хабарламасын жібереді, екіншісі өшірулі дәйекті жібереді, ал реле РО-ны

басқарады. Ол жоғары жүктеме сезімталдығы мен сезімталдығы бар екі ОР және НР жиынтықтарымен келеді.

Ол үш фазалы қысқа тұйықталу жағдайында бірінші сәтте орын алатын қысқа мерзімді асимметрияны белгілеу үшін тізбегі түрінде жасалады. Блоктау сүзгілерде қолданылатын схема түрінде орындалады.

Үш фазалы қысқа тұйықталу жағдайында контуры қосымша таратқыш релесін де қамтамасыз етеді. Бұл релелер ағымдағы фазаға және тосқауылға ие. Манипуляция элементі токтарына біріктірілген сүзгі арқылы қосылады, ал оның шығаратын кернеуі РЖ генераторының жұмысын бақылайды.

Репитер почта бөлімімен бірге жұмыс істей алады. Жоғары жиіліктегі электронды түтік немесе немесе жартылай өткізгіш элементінде жасалады. Төменде RAM элементтері мен схеманың толық жиынтығы берілген.

Қорғайтын мүше іске қосқышы екі реладан тұрады: 1.KAZ1, 1.KAZ2 және аралық реле 1.KL1, 1.KL2. Аралық релелік және қысқышты бекітуді орындайды. басқару блогы үш релемен басқарылады. Аралық реле 1.KAZ2, 1.KA2, 1.KZ және 2.x KL3 және 2.KL4. Қысқа тұйықталудың барлық түрлері бойынша әрекет ететін 1.KAZ1 және 1.KAZ2 реакторлары реактордың негізгі релесі болып табылады. Оларды ОР және ҚОҚ түзетілген ток сүзгілерінен қуаттайды (13.6-сурет).

Пайдалану үшін 1.KA1, 1.KA2 және 1.KZ қосымша релелер және үш фазалы қысқа тұйықталу қажет. Біз НPS-2 тосқауылы релесін пайдаланамыз, қалааралық тарату тақтасын 1.KZ ауыстырамыз. Сезімталдығы бар болса, орта және қысқа EPS mini-релелерін пайдалануға болады. 1.KA1 және 1.KA2 релесі релесінің түріне жатады. 1.KL1 генераторын іске қосыңыз релесі 2.KL3, 1.KZ релесі және релесі арқылы бақыланады. байланыс релесі тізбектегі 1.KAZ1 релесінің контактілерін блоктауға арналған, және релесіндегі симметриялық қысқа тұйықталу кезінде өрттің өшірілуі үшін, ЖЖҚ кернеуінің сұлбасы зақымдалған болса.

Кернеу тізбегі үзілген кезде, 1.KZ релесінің жауап беру уақыты іске қосылады, содан кейін ЖЖҚ қысқа мерзімде ғана емес, қысқа мерзімді асимметрия кезінде де іске қосылады.

Диаграммада ұсынылған құлып шығу шығуға ықпал етеді. Реле жұмыс істеп тұрғанда, 1.KZ 2.KL3 релесін қосады және уақыт кешігуімен 1.KAZ2.1 жіберуші релелік контактілерді қосады. Сондықтан, құлпы үш фазалы қысқа тұйықталу тізбегінде жұмыс істей алмайды.

Бұл қате ағымдағы кезеңге қосылған 1.KA2 релесінің көмегімен жойылады, мысалы 1.KA1. 1.KA2 релесі үш фазалы қысқа тұйықталу кезінде іске қосылады және 1.KZ2 және 2.KL4.3 контактілерін қоспағанда функциясын іске қосады. Жүктемені шектеу үшін 1.KA2 релелік шегі үлкен, сондықтан 1.KA2 релесі үш фазалы қысқа тұйықталумен жұмыс істейді.

Айнымалы ток тізбектері және ток релесімен бақыланады, ал полярлық релелер түзеткіш арқылы беріледі. Мұндай құрылыс релесі энергияны азырақ қажет етеді және олардың байланыстарында діріл болмайды. Соңғысы реле ағыны сүзгіге көмектеседі.

Бір фазалы қысқа тұйықталу тізбегіндегі 1.KAZ1 және 1.KAZ2 релелеріне және токтарына қосымша, таратқыш қосылулардың сезімталдығын арттырады.

1. TRAD2 релесі екі роликтен тұрады. Бірінші пакет контактілерді жабуға тырысатын 1-кесте, ал екіншісі - тұтқаны жақсартуға арналған тежегіш ролик.

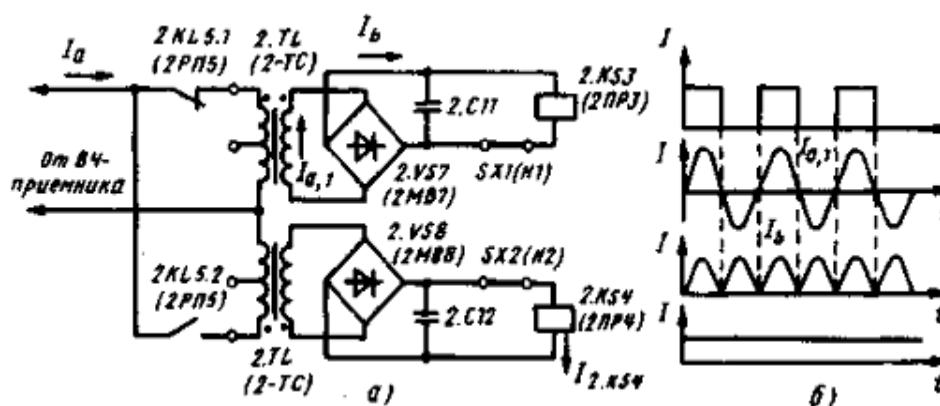
Диаграммада триггер элементінің келесі ерекшеліктері бар: (а) асимметриялы қысқа тұйықталу кезінде қысқа тұйықталу болғанша әрдайым жұмыс істейді. Симметриялы болған кезде, әрекет тек белсендіріледі. Қыста, симметриядағы қысқа тұйықталусысыз, таратқыш тек 0,6 секундқа қосылады. Өшіру тізбегіндегі 1.KZ2 түймелері блокталмайды, сондықтан қате әрекеттерге тыйым салады.

В) таратқыш реле 2.KS4 қарағанда ұзағырақ жұмыс істейді. Сыртқы қысқа тұйықталу жағдайында ажырату реті сигналы бұғатталғанша өшіреді және сыртқы қысқа тұйықталу кезіндегі DFS сенімділігін арттырады.

В) Қысқа тұйықталу кезінде қысқа тұйықталу кезінде қысқа тұйықталу кезіндегі кез келген уақытта 0,12 секундтағы бірінші қысқа тұйықталуды аяқтағаннан кейін ауыстыру.

Д) толық емес фазалық режимде іске қосу блоктары іске қосылуы мүмкін, ал егер токтар белгіленген реле шектеуінен асып кетсе 1.KAZ1 және 1.KAZ2. Алайда, сыртқы қысқа тұйықталу кезінде блокталады.

Фазалық салыстыру. Жоғарыда айтылғандай, релесінің орнына ресивер анодтық токтармен қуат алады және электр қуатының соңында токтардың фазалық айырмашылығын біледі. эстафетасының орнына, суретте көрсетілгендей полярлық реле қолданылады.



Реледегі ағымдағы мән жоғары жиілікті сигналдың ұзақтығына байланысты. УН импульстік токтар арасындағы қысқа интервалдың арқасында ток 2.KS4 релесіне дейін төмендейді. 2.KS4 релесі белсендіріледі. Жоғары жиілікті импульс арасындағы үзілістің ұзақтығы фазалық жылжуға және каскадтың токтарына байланысты және ток бұрышқа байланысты. Функция функциясы фаза деп аталады

4.2 Қорғау тиімділігін есептеу

Екі жолдың соңында трансформатордың ток трансформаторлық коэффициенті

Автобустағы бір фазалы қысқы токтармен кері айналым С1 қосалқы станциясының ең аз ток және С2 максималды жүйесі

$$I_{2к.з.мин}^{(1)} = 754,3 \text{ А.}$$

Екі фазалық жерге тұйықталған жағдайда тікелей және кері токтар жоғарыда көрсетілгендерге тең

$$I_{1к.з.мин}^{(1,1)} = 1624 \text{ А, } I_{2к.з.мин}^{(1,1)} = 935,4 \text{ А.}$$

Ең төменгі шина кернеуі үш фазалы қысқа тұйықталған $I_{к.з}^{(3)} = 2577 \text{ А.}$

1 және 2 ЗРТ жартылай өткізгіштік релелер бастапқы іске қосу уақытының максималды жұмыс тоғы параметріне орнатылады:

$$I_{с.р.н}^{(П)} = \frac{\kappa_n}{\kappa_\epsilon} I_{раб.макс} = \frac{1,1}{0,85} \cdot 200 = 258,82 \text{ А}$$

$I_{раб.макс} = 200 \text{ А}$ - желінің ең көп жұмыс уақыты; - сенімділік

коэффициенті; - дисконттау мөлшерлемесі;

Жартылай өткізгіш реле 2 релесі ЗРТ реттеуіндегі сезгіштік жағдайымен анықталады, ішінара жүктелетін реле 1 және 4РТ бастапқы іске қосу уақыты келесідей анықталады:

$$I_{с.р.н}^{(0)} = \kappa_n I_{с.р.н}^{(n)} = 1,4 \cdot 258,82 = 362,35 \text{ А.}$$

сенімділік коэффициенті;

Қайтарылатын сүзгідегі бірінші ретті теңгерімсіз ток мынадай түрде анықталады:

$$I_{2нб.н} = \kappa_{2нб} I_{раб.макс} = 0,025 \cdot 200 = 5 \text{ А,}$$

мұндағы $\kappa_{2нб} = 0.025$ -небаланстық ток коэффициенті;

Кері ретті тоқтың тағайыншамасы мына формулалармен анықталады:

$$I_{2уст} \geq I_{2рас.в} = \frac{\kappa_3 \kappa_n}{\kappa_\epsilon n_n} (I_{2нб.н} + I_{2несим.н}) = \frac{2 \cdot 1,2}{0,45 \cdot 60} (5 + 15) = 1,7$$

релелік ток релесі бар Release 1PR2 релесін босатыңыз;
 1RP2 релесінің сезімталдығын тексеру үшін өшіріңіз.
 Сезімталдық коэффициенті келесі формула бойынша анықталады

$$K_q = \frac{I_{2к.з.мин}^{(1)}}{I_{2с.р.N_m}} = \frac{754,3}{2 \cdot 40} = 9,4 > 2,$$

сүзгісінің релесі 3о рад сезгіштігін қанағаттандырады.
 Ағымдағы 4RT релесінің сезімталдығын тексеріңіз.

$$K_q = \frac{I_{к.з.мин}^{(3)}}{I_{с.р.п}^{(0)}} = \frac{2577}{258,82} = 9,95 > 2.$$

$$Z_{раб.мин} = \frac{0,9U_{ном}}{\sqrt{3}I_{раб.макс}} = \frac{0,9 \cdot 115000}{\sqrt{3} \cdot 200} = 298,77 \text{ Ом},$$

Бірінші релелік тізбектің 1 кедергісінің кедергісін келесі формулаларға сәйкес анықтаңыз:

$$K_q = \frac{z_{с.р.п}}{z_d} = \frac{289,16}{4,8} = 60,2 > 1,5,$$

- қорғалатын желінің кедергісі;

Тұрақты кедергі релесінің сезімталдығын тексеріңіз:

$$K_q = \frac{I_{к.з.мин}^{(3)}}{I_{р.т.п} n_t} = \frac{2577}{40 \cdot 2,5} = 25,7 > 1,3;$$

1RC релесі үшін дәл ток;
 сүзгіні манипуляция коэффициентін қабылдаймыз;

$$I_{1расч} = I_{1к.з.мин}^{(1,1)} + I_{раб.макс} = 1624 + 200 = 1824 \text{ А.}$$

$$I_{2расч} = I_{2к.з.мин}^{(1,1)} = 935,4 \text{ А.}$$

Нәтиже к мәнін тексеріңіз:

$$\kappa_q = \kappa_n \frac{I_{1расч}}{I_{2расч}} = 1,5 \cdot \frac{1824}{935,4} = 2,92 < 6,$$

$$\kappa = \frac{n_T I_{1мин} + I_{1расч}}{I_{2расч}} = \frac{200 \cdot 0,47 + 1824}{935,4} = 2,05 < 6,$$

$$\kappa = \frac{3(0,92 - \frac{I_{1мин} n_T}{I_{к.з.}^{(3)}})}{f_i} = \frac{3(0,92 - \frac{0,47 \cdot 200}{2620})}{0,2} = 13,26 > 6.$$

$f_i = 0.2$ - Трансформатордың ағымы (салыстырмалы блок).

5 Электр қауіпсіздігі бөлімі

5.1 Электр қондырғыларына арналған сақтық шаралары

Электрқұрылғыларын пайдаланатын персонал ақаулықтар мен ақауларға байланысты атап өтуге болады. Электр қондырғыларын пайдалану кезінде қауіпсіздік кернеу, пайдалану шарттары, қоршаған орта сипаттамалары.

Қауіпсіздік шараларына байланысты электр қондырғылары 1 кВ және 1 кВ-ға бөлінеді.

Көп жағдайларда электр қондырғыларын қолдану қорғаныс құрылғысы орнатылған бөлменің ортасына байланысты. Бұл жағдайлар оқшаулану мен адамның терісіне әсер етеді. Ылғал, улы газдар мен газдар, шаң мен жоғары температура оқшаулау қаупін азайтып, оны зақымдауы мүмкін. Сонымен қатар, адамның терісі ылғал мен жоғары температура әсерінен өткізгіш әсер етеді, осылайша адам ағзасының қарсылығын азайтады және электр тогының соғуы.

Жоғары қауіптілік белгілері:

- 1) Ылғалдың немесе шаңның болуы
- 2) өткізгіш қабаттар
- 3) жоғары ауа температурасы (+ 35 ° C)

Электр тогының соғу қаупі дәрежесіне қарай, орындар келесі сыныптарға бөлінеді: өте қауіпті, өте қауіпті және өте қауіпті.

Тұрақты қызмет көрсету персоналы электр жабдықтарымен қамтамасыз етілген, ал персонал болмаған жағдайда қызмет көрсету персоналы қамтамасыз етеді.

Электр қондырғыларын жөндеу және орнату жұмыстары төрт санатқа бөлінеді:

- 1) кернеу толығымен жойылады
- 2) Кернеу ішінара ажыратылды
- 3) өткізгіштен тыс кернеуді ажыратпасаңыз
- 4) Электрөткізгіштегі кернеуді және оның жанындағы бөліктерді ажыратпаңыз.

Электр қондырғыларындағы жұмыстардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін келесі техникалық шаралар қабылданады:

А) құрылғыны жұмыс орнында өшіріп, қате байланыс пен өзін-өзі белсендіруді болдырмау үшін шаралар қабылдау;

В) жұмыс істейтін зауыттың кернеуінің болмауын тексеру үшін, қоршау мен ілу үшін уақытша плакаттарды орнату;

С) жерге қосу сымын жерге қосу жолына жалғау, өткізгіштің ажыратылған бөліктерін жерге орналастыру және плакаттарға бекіту.

Электрик инженер электр қондырғысын барлық электр қауіпсіздігі шараларына сәйкес ЕНЕА ережелеріне (Электр жабдықтарын орнату ережелеріне) сәйкес орнату керек. ТРЕ (Техникалық қызмет көрсету жөніндегі нұсқаулық) коммутациялық құрылғыларды және электр жабдықтарын тиісті түрде қайта қарастырады. Бұл жағдайда бөлмеге, жарыққа және жерге

тұйықтауға көп көңіл бөлінеді. Мұның барлығы қызметкерлердің қауіпсіздігі үшін.

Жарақаттануды талдай отырып, құрылғының электр тоғына қосылған кезде соққы толқындарының жартысынан астамын көреміз. Электрлік қондырғының қолданыстағы бөліктері туралы айтады. Мысалдар: сымдар, контакторлар және т.б. сіз айта аласыз.

Ток соғудан қорғалған жағдайда сақтандырғышпен, блоктаумен, оқшаулаумен және токтармен байланысу биіктікте пайдаланылмайды.

Қоршаулар, сыртқы қабат, шкаф түрінде және т.б. Мүмкін, олар құрылғының бір бөлігі немесе портативті. Қоршаулар пәтер мен торшаның түрінде жасалады. Оларды арнайы құралдар немесе құрылғылар көмегімен ғана ашуға және жабылуға болады.

Интерклокинг өте қауіпті жағдайларға қатысты. Олар радио мен теледидар жабдығын, сынақ стендтерін және жоғары вольтты кабельдерді оқшаулауды сынау үшін қондырғыларды пайдаланады. Жұмыстың принциптері электрлік және механикалық түрлерге бөлінеді.

Оқшаулау Қазіргі уақытта операциялық және мерзімді оқшаулау жұмыс жағдайына байланысты қолданылады. Адамдардың ұсталмауын қамтамасыз ету үшін оқшау бақылау жасалады. (Қуат желілерінің оқшаулау кедергісі 1 кВ дейін 0,5 мΩ).

Адамдарға қауіп төндірмеу үшін плакаттар орналастырылды: М: «Жоғары кернеу», «Өмірге қауіпті», «Токтату», «Микс, жұмыс адамдар», «Мұнда жұмыс істеу», «Жер байланыстары» және басқалар. пайдаланылады.

Жоғарыда айтылғандай, электр қондырғысының металл қаңқасы ұзақ уақытқа созылған бөліктер деп аталады, олар тығыз болуы мүмкін.

Электр қондырғыларының электрлік емес бөліктерімен байланыста болған кезде, адамдар қорғалған және жерге тұйықталған.

Қорғаныс жерге тұйықтау дегеніміз, электр қондырғыларының арнайы металл бөлшектерін тартуға болатындығын білдіреді. Қорғаныш жерлендіру машина корпусының, аспаптың, электр аспаптарының, металл жақтаудың, рамкалардың, панельдердің және шкафтардың металл корпусына, сондай-ақ металл конвейстерге, электр сымдарының металл бөлшектеріне әкеледі.

Жерге қосудың мақсаты корпус пен жер арасындағы кернеуді төмендету болып табылады, яғни байланыс кернеуі және дене арқылы өтетін багаждың қауіпсіздігі. Жерге қосу құрылғысы жерге тұйықтау және жерлендіру кабельдерінен тұрады. Тауарлар табиғи және жасанды болуы мүмкін.

Табиғи жерге қосылыс ретінде революциялық ток бар ма?

$$U_{ТҚ1} = 110 \text{ кВ}; \quad U_{ЖТК} = 10/0,4 \text{ кВ};$$

$$ТҚ1 \text{ өлшемдері } 34 \times 22 \text{ м}; \quad \rho_{1изм} = 88 \text{ Ом} \cdot \text{м}; \quad \rho_{2изм} = 50 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$d = 0,08 \text{ м}; \quad l = 5 \text{ м}; \quad h_1 = 3,75 \text{ м};$$

IV - климаттық зона; $I_{кз} = 2,055 \text{ кА};$

5.1 – кесте - Электродтың ену тереңдігі - бетіндегі электродқа дейінгі қашықтық; $t_0 = 0,5\text{м}$

Бөлме	Өндірістік орын
Өлшемдері	7,5x6,5x4
Шам саны	6
Көру жұмысының разрыды	V,a
Шағылысу коэффициенті	
$\rho_{ТОБ}$	30
$\rho_{КАБ}$	10
$\rho_{ЕДЕН}$	10

Шешім:

Жасанды жарықтандыру дизайны келесі міндеттерге негізделген:

- жарықтандыру жүйелерін таңдау;
- жарықтандыру түрі;
- жарық көздерін орналастыру;
- жарықтандыру есептеулерін орналастыру және жарықтандыру қондырғыларын анықтау;

Жасанды жарықтандыру коэффициентін есептеңіз.

Жабық тарату жабдығы (АС) тек төменгі кернеу жағында ғана қол жетімді.

Бұл әдіске біз келесі формула бойынша шамның жарық сәулесін есептеудеміз:

$$\Phi = \frac{E \cdot K_z \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta}$$

мұнда E - көрсетілген минималды жарықтандыру; E = 200сағ

Kz үлесі;

S-төбенің аумағы; S = 48,75

Z-жарық коэффициенті; 1.1-1.2

N шамының саны;

- пайдалану нормасы;

Қолдану мөлшерін есептеу үшін бөлме индексін есептеп шығарамыз:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{7,5 \cdot 6,5}{1 \cdot (7,5 + 6,5)} = 0,81$$

мұнда А- бөлме ұзындығы,м

В-бөлме ені,м

h-бөлме биіктігі,м

$$i = 26 = Kz = 1.4 \text{ (1.10 басшылығының кестесі)}$$

Енді шамдарды мына формулаға қою арқылы есептеп шығарамыз:

$$\Phi = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 1,4 \cdot 48,75 \cdot 1,1}{6 \cdot 0,26} = 7565,2$$

Сыйымдылығы 200 Вт, шамдар ағыны 8300 лм болатын шамның ДРЛ түрін таңдаңыз. Бөлмедегі шамдар саны келесі формула бойынша есептеледі

$$N = \frac{E_H \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\Phi \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 1,4 \cdot 48,75 \cdot 1,1}{8300 \cdot 0,26} = 5,45 \approx 6$$

N = 6 бөлмесіндегі шамдардың саны

5.2 Өндірістік жарықтандыру қосалқы станциясын есептеу

Өнеркәсіптегі жасанды жарықтандыру өнімнің сапасына және жарақатына әсер ететін жұмыс көлемін, мидың организмі мен ішкі мүшелерін әсер етеді. Өндірістік жарықтандыру ыңғайлы жұмыс ортасын құру үшін келесі шарттарға сай болуы керек:

Жұмыс орнындағы жарықтандыру HF және PP-4-79 талаптарына сай болуы керек: «Шын және жасанды жарықтандыру. Жалпы ережелер мен шарттар

- жұмыс бетінде және іргелес аумақта жарық біркелкі бөлінуі керек;
- Жұмыс бетінде күтпеген көлеңке болмауы керек.
- Түсті дұрыс бейнелеу үшін жарықтандыру материалы бірдей болуы керек;
- Жарықтандыру жүйесі басқа факторлардың (шу және т.б.) көзі болмауы және өрт функциясы болуы керек.

Төмен жарықта жасанды жарықтандыруды және жарық көздерімен қыздырылған шамдарға, газ шамдарына және т.б. пайдалануға болатын жарықтандыруды қолданамыз.

Жасанды жарықтандыру келесі түрлерге бөлінеді:

- Жергілікті - жұмыс орнында жарықтандыру концентрациясы;
- жалпы, біркелкі және локализацияланған;
- Комбинация - жалпы және жергілікті жарықтандыру.

Жасанды жарықтандыру:

- авариялық жарықтандыру (жалпы жарықтандырудың 5% -на дейін);
- қалыпты жұмыс үшін, барлық жұмыс орындарында және ауданда қажетті жарықтандыру;
- Эвакуация - қауіпті жерлерде қолданылады. ($\geq 0,5$ люкс - ғимаратта жарықтандыру, 0,2 люкс - қосылған).

Жасанды жарықтандыру жарықтандырғыш жүйеге, жарық көзіне байланысты жұмыс орнындағы жұмыс түріне байланысты СНР-РР-4-79 сәйкес реттеледі.

5.3 Жобаның мақсаты

110/10 кВ қосалқы станциясын салу жобасының мақсаты Алматы облысының электр желілерін жетілдіру болып табылады.

Есептің басты мақсаты - жобаның экономикалық тиімділігін анықтау: жобаның инвестициялық тартымдылығын, инвестициялардың кірістілігін, пайда мөлшерін және жобаның өзін-өзі ақтау уақытын анықтау.

6 Экономика бөлімі

6.1 Өндірістік жарықтандыру қосалқы станциясын есептеу

Өнеркәсіптегі жасанды жарықтандыру өнімнің сапасына және жарақатына әсер ететін жұмыс көлемін, мидың организмі мен ішкі мүшелерін әсер етеді. Өндірістік жарықтандыру ыңғайлы жұмыс ортасын құру үшін келесі шарттарға сай болуы керек:

Жұмыс орнындағы жарықтандыру HF және PP-4-79 талаптарына сай болуы керек: «Шын және жасанды жарықтандыру. Жалпы ережелер мен шарттар

- жұмыс бетінде және іргелес аумақта жарық біркелкі бөлінуі керек;
- Жұмыс бетінде күтпеген көлеңке болмауы керек.
- Түсті дұрыс бейнелеу үшін жарықтандыру материалы бірдей болуы керек;
- Жарықтандыру жүйесі басқа факторлардың (шу және т.б.) көзі болмауы және өрт функциясы болуы керек.

Төмен жарықта жасанды жарықтандыруды және жарық көздерімен қыздырылған шамдарға, газ шамдарына және т.б. пайдалануға болатын жарықтандыруды қолданамыз.

Жасанды жарықтандыру келесі түрлерге бөлінеді:

- Жергілікті - жұмыс орнында жарықтандыру концентрациясы;
- жалпы, біркелкі және локализацияланған;
- Комбинация - жалпы және жергілікті жарықтандыру.

Жасанды жарықтандыру:

- авариялық жарықтандыру (жалпы жарықтандырудың 5% -на дейін);
- қалыпты жұмыс үшін, барлық жұмыс орындарында және ауданда қажетті жарықтандыру;
- Эвакуация - қауіпті жерлерде қолданылады. ($\geq 0,5$ люкс - ғимаратта жарықтандыру, $0,2$ люкс - қосылған).

Жасанды жарықтандыру жарықтандырғыш жүйеге, жарық көзіне байланысты жұмыс орнындағы жұмыс түріне байланысты СНР-PP-4-79 сәйкес реттеледі.

6.2 Жобаның мақсаты

110/10 кВ қосалқы станциясын салу жобасының мақсаты Алматы облысының электр желілерін жетілдіру болып табылады.

Есептің басты мақсаты - жобаның экономикалық тиімділігін анықтау: жобаның инвестициялық тартымдылығын, инвестициялардың кірістілігін, пайда мөлшерін және жобаның өзін-өзі ақтау уақытын анықтау.

6. Нарықты талдау.

Болашақта тұтынушыларға электр қуатымен қамтамасыз етілмегендіктен HS-ді жаңғырту үлкен мүмкіндіктер береді:

Есеп беру кезеңінің экономикалық және қаржылық көрсеткіштерін есепке ала отырып, есепті кезең 25 жылды құрайды: энергетикалық объектінің қолданылу мерзімі, уақытша пайдалану мерзімі және әдеттегі пайдалы қызмет мерзімі қамтылған кезең:

Теңгедегі барлық қаржылық-экономикалық көрсеткіштер:

Электр энергиясының тарифтері:

Электр энергетикасы объектілеріндегі өндірістік қызметтің бағалары желіге қосымша электр энергиясын сату есебінен жүзеге асырылады:

Нәтиженің құнын анықтау үшін баға мен тарифтер қолданылады: Біз электр энергиясының бағасына тариф белгілейік:

110/10 кВ қосалқы станция құрылысының негізі

Мұндай қосалқы станция жергілікті электр энергиясын электр желілеріне таратумен, жеткізумен және жеткізумен айналысады.

Зерттеу объектісі	Есептік 2006 ж, млн. кВтсағ	Келер 2010 ж., млн. кВтсағ
Қосалқы станцияның жалпы тұтынуы	1004,1	1405,74

Тауарлар мен қызметтердің түрлері

Компанияның негізгі өнімі - басқа қосалқы станциялардан сатып алынған электр энергиясы. Жөндеу жұмыстарының барлық түрлерін жөндеу және электр жабдықтарын орнату кәсіпорынның қызметкерлерімен жүзеге асырылады.

Қосалқы станцияға қосылған барлық тұтынушылар сату нарығы болып табылады.

Біз электр энергиясын бухгалтерлік есепке алуды және келесі жылы қарастырамыз.

Кесте - 6.1 - Тұтынылған энергияны тұтыну 110/10 вольт

Зерттеу объектісі	Есептік 2006 ж, млн. кВтсағ	Келер 2010 ж., млн. кВтсағ
Қосалқы станцияның жалпы тұтынуы	1004,1	1405,74

Қосалқы станция жабдықтары мен жалпы өндірістік шығындарға инвестицияларды есептейміз.

$$I_o = I_o^{ПС} + I_{общ}$$

мұндағы - жобаға салынған жалпы инвестиция, млн теңге;
- қосалқы станция жабдығына инвестициялар, млн теңге;
- жалпы өндірістік шығындар, млн теңге.
Қосалқы станциялардағы жабдықтарды есептеу.
Келесі формула бойынша анықталады:

$$I_{\text{о}}^{\text{пс}} = K_{\text{пс}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{мат}}$$
$$K_{\text{пс}} = K_{\text{об.перв.}} + K_{\text{об.втор.}}$$

мұндағы $K_{\text{пс}}$ - қосалқы станцияға күрделі салымдар, млн теңге;
 $I_{\text{зп}}$ - Қосалқы станцияның қуатымен жабдықтау құны, млн теңге;
 $I_{\text{мат}}$ - қосалқы станцияның төменгі кернеулі жабдықтардың құны, млн теңге.

Қосалқы станцияларды кеңейтудің күрделі шығындарын анықтаймыз.
Капитал салымы автотрансформатордың, ажыратқыштардың, айырғыштардың және басқа жабдықтардың құнын қамтиды

ҚОРЫТЫНДЫ

Аяқталған жұмыста қысқа тұйықталу токтарын есептеп, токтар үшін негізгі электрлік құрылғыларды таңдадық. Біз қосалқы станцияда орналасқан трансформаторға арналған дифференциалды және басқа қорғанысты есептеу мүмкіндігіне ие болдық және тағайындалған орынды орнаттық.

110 кВ кернеу желілерінің үш сатылы және үш сатылы нөлдік қорғауы орындалды.

Арнайы секцияда біз жоғары жиілікті қорғаудың дифференциалды фазасын қарадық және оны санады.

Қысқа тұйықталған токтар мен логикалық элементтер «ELECTRONICS WORKBENCH» бағдарламасы арқылы есептеледі. Графикалық сызбалар «AutoCad 2007» және «СПЛАН 06» бағдарламалары арқылы жасалады. Жұмыс кезінде MS Excel сияқты бағдарламаларды қолдандым.

«Өмір қауіпсіздігі» бөлімінде көрсетілген міндеттерге сәйкес өндіріс алаңына жасанды жарық көзін ұсындық және электр қондырғыларымен және қосалқы станцияда жерге қосу кезінде қорғаныс шараларын қолдандық.

Қосалқы станцияны жаңғыртудың техникалық-экономикалық негіздемесі экономикалық бөлімде жасалды. Сондай-ақ, шығудың соңғы мерзімі болды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Чернобровов Н. В., Семенов В. А. Релейная защита энергетических систем: Учеб. пособие для техникумов. Часть-1. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.
- 2 Чернобровов Н. В., Семенов В. А. Релейная защита энергетических систем: Учеб. пособие для техникумов. Часть-2. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.
- 3 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.
- 4 Инструкция по оперативному обслуживанию протвоаврийной автоматики южной зоны ЕЭС Казахстана. – Алматы, 2000.
- 5 Дюсебаев М.К., Хакімжанов Т.Е. Адам өмірінің қауіпсіздігінің негізі. Дәрістер конспектісі. – Алматы: АЭЖБИ, 2002.
- 6 Райзберг Б.А. Рыночная экономика. – М.: Деловая жизнь, 1995.
- 7 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
- 8 Закон Республики Казахстан «Об электроэнергетике». // Казахстанская правда, 24 августа 1999.
- 9 Постановление Правительства Республики Казахстан № 1126 от 15 октября 2002 года «Об утверждении Программы совершенствования тарифной политики субъектов естественных монополий на 2002-2004 годы».
- 10 Правила устройства электроустановок. 6-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1986.
- 11 Алексеев О.П., Казанский В.Е., Козис В.Л., Овчеренко Н.И., Сиротский Е.Л. Автоматика электроэнергетических систем: Уч. Пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1981. – 480с.
- 12 Энергетика саласында қолданылатын терминдердің орысша-қазақша сөздігі/Құраст. Бақытжан Тобаяқов, Әділбек Жақып. – Астана: «Фолиант» баспасы, 2005. – 168 бет.
- 13 М.Сергалиев. Русско-казахский словарь, Орысша-қазақша сөздік: - Алматы: «Сөздік-Словарь», 2001. – 336 с.
- 14 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.
- 15 WWW.ENP-ATOM.LESNOY.RU – Каталог выключатели элегазовые