

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Устемирова Салтанат Батыралықызы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «6-35 кВ орташа кернеулі желілердегі максималды тоқтық қорғауды зерттеу»

5B071800 - «Электрэнергетикасы»

Алматы 2022

Энергетика кафедрасы

Допущен к зачету Менеджерушісі
 НАО «КазНТУ им. К.И. Скрябина» доктор, кауым., профессор
 Институт энергетике Е.А. Сарсенбаев
 и машиностроения 05 2022 ж.

Тақырыбы «6-35 кВ орташа кернеулі желілердегі максималды тоқтық қорғауды зерттеу»

5B071800-«Электр энергетикасы»

Орындаган
Пікір беруші
Т.Ғ.Д., профессор

«25» _____ 2015 г. по
управлению
персоналом

М.А.Мустафин

« 25 » _____ 05 2022 ж.

Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю

Исх. № 05 от 25.05.2022 г.

Устемирова С.Б.
Ғылыми жетекші
Техника ғылымдарының магистрі
лектор

Г.Ш.Токпеисова

« 25 » 05 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ

МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

5B071800 – Электр энергетикасы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD докторы, қауым., профессор

Е.А. Сарсенбаев

«2» 04 2022 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы Устемирова Салтанат

Тақырыбы «6-35 кВ орташа кернеулі желілердегі максималды тоқтық қорғауды зерттеу»

Университет ректорының 2022 ж. «22» ақпандағы № 332-б бұйрығымен
бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

Ауданының 10 кВ желілердің екі сатылы ток қорғанысын есептеуге арналған
10кВ электр беріліс желісінің схемасы

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Горизонталь өсті типтегі төмен қуатты ЖЭҚ математикалық моделі
құрылды;

ә) Математикалық модельді әзірлеу және жел қондырғысының
қалақшаларының геометриялық өлшемдерін есептеу;

б) Қазіргі заманғы ЖЭҚ шү деңгейінің жер деңгейіндегі мұнара негізінен
қашықтыққа тәуелділігі есептелді;

в) NORDTANK және MICON жел қондырғысының шүыл сипаттамалары
тұрғызылды;

г) Мұнара негізіндегі дыбыстық қуат деңгейінің әртүрлі фирмалардың жел
электр станциясының қуатына тәуелділігі.

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдар слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 5 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Аналитикалық тұрғыдан, жедел әрекет ететін токтың қорғаныс аймағын анықтау	28.03.22	Ескерту тегі
10кв ӘЖ максималды ток қорғанысын есептеу	12.04.22	Ескерту тегі
10кв әуе желілерінің электрлік принципті екі сатылы ток қорғанысының схемасын әзірлеу	16.05.22.	Ескерту тегі

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойыл ған күні	Қолы
Максималды ток қорғанысы	Техника ғылымдарының магистрі Лектор Г.Ш.Токпеисова	10.05.22	
Шымкент қаласының Сайрам ауданының 10 кв желілердің екі сатылы ток қорғанысын есептеу	Техника ғылымдарының магистрі Лектор Г.Ш.Токпеисова	10.05.22	
10 кВ әуе желісінің ток кескішін есептеу	Техника ғылымдарының магистрі Лектор Г.Ш.Токпеисова	12.05.22	
Норма бақылау	Ә.О.Бердібеков сениор-лектор	25.05.2022	

Ғылыми жетекші _____

Г.Ш.Токпеисова

Тапсырманы орындауға алған білім алушы
Күні

С.Б.Устемирова
« 07 » 02. 2022 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмысты орындау кезінде максималды ток қорғанысының жұмыс принциптерін, желілердің ток қорғанысының параметрлерін есептеу әдістерін, релелік қорғаныс сызықтарының электрлік сызбаларын жобалауды игеру қажет. Жобаланатын құрылғылардың өзара әрекеттесуін мұқият талдау, энергияны өндіру және бөлу технологиясының ерекшеліктерін, жобаланған релелік қорғаныстардың электр қосылыстарының схемаларын, тұтынушылар жұмысының ерекшеліктерін, токтың өлшеу трансформаторларының бастапқы және екінші тізбектеріндегі қалыпты, апаттық және авариядан кейінгі режимдерде болатын физикалық процестерді ескере отырып жүзеге асырылуы мүмкін.

АННОТАЦИЯ

При выполнении дипломной работы необходимо овладеть принципами работы максимальной токовой защиты, методами расчета параметров токовой защиты линий, проектированием электрических схем линий релейной защиты. Тщательный анализ взаимодействия проектируемых устройств может осуществляться с учетом особенностей технологии производства и распределения энергии, схем электрических соединений проектируемых релейных защит, особенностей работы потребителей, физических процессов, протекающих в первичном и вторичном режимах измерительных трансформаторов тока в нормальном, аварийном и послеаварийном режимах.

ANNOTATION

When performing the thesis, it is necessary to master the working principles of maximum current protection, methods for calculating the parameters of current protection of networks, designing circuit diagrams of relay protection lines. A thorough analysis of the interaction of the projected devices can be carried out taking into account the features of energy production and distribution technology, schemes of electrical connections of the projected relay protections, features of the operation of consumers, physical processes occurring in normal, emergency and post-accident modes in the primary and secondary circuits of current measuring Transformers.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Максималды ток қорғанысы	8
1.1	Аналитикалық тұрғыдан, жедел әрекет ететін токтың қорғаныс аймағын анықтау	10
2	Шымкент қаласының Сайрам ауданының 10 кв желілердің екі сатылы ток қорғанысын есептеу	14
2.1	10кв ӘЖ максималды ток қорғанысын есептеу	15
2.2	Қысқа тұйықталу токтарын анықтау	17
2.3	Селективтілік картасын құруды жүзеге асыру	22
3	10 кВ әуе желісінің ток кескішін есептеу	25
3.1	10кв әуе желілерінің электрлік принципті екі сатылы ток қорғанысының схемасын әзірлеу	29
	Қорытынды	31
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	32

КІРІСПЕ

6-35 кВ орташа кернеулі желілердегі максималды тоқтық қорғауды зерттеу үшін біз релелік қорғау, және автоматика құрылғыларының тұрақты қызмет етуінсіз тұтынушыларды сенімді электрмен жабдықтауды қамтамасыз ету мүмкін емес. Қорғаныс құрылғыларының тұрақты жұмыс істеуінің негізі іске қосу тағайыншамаларын есептеу және таңдау кезінде салынады.

Жобаланатын құрылғылардың өзара әрекеттесуін мұқият талдау, энергияны өндіру және бөлу технологиясының ерекшеліктерін, жобаланған релелік қорғаныстардың электр қосылыстарының схемаларын, тұтынушылар жұмысының ерекшеліктерін, тоқтың өлшеу трансформаторларының бастапқы және екінші тізбектеріндегі қалыпты, апаттық және авариядан кейінгі режимдерде болатын физикалық процестерді ескере отырып жүзеге асырылуы мүмкін.

Дипломдық жұмысты орындау кезінде максималды ток қорғанысының жұмыс принциптерін, желілердің ток қорғанысының параметрлерін есептеу әдістерін, релелік қорғаныс сызықтарының электрлік сызбаларын жобалауды игеру қажет.

1 Максималды ток қорғанысы

Қысқа тұйықталудың немесе шамадан тыс жүктеменің пайда болуының негізгі белгісі желідегі токтың ұлғаюы болып табылады. Пайдалану бұл белгінің және негізделген принципі максимальді қорғау, ол келеді жарияланған (срабатывает) ұлғайту кезінде ток тыс белгілі бір маңызы бар. Токтың өсуіне жауап беретін реле ретінде максималды ток релесі қолданылады.

Желілерді қорғау реледе де, микропроцессорлық терминалдың бөлігі ретінде кешен түрінде де орындалуы мүмкін. Қорғаныс желінің қоректендіруші элементтеріне, шығатын желілердің бас учаскесінің басында орнатылуы тиіс. Ток қорғанысы ток кескіші (ТК) және ең жоғары ток қорғанысы (МТЗ) болып бөлінеді.

Желіні қорғау үшін жалпы жағдайда үш сатылы ток қорғанысын қолдануға болады, мұнда:

- 1 кезең (токтық қырқу жедел әрекетті);
- 2 кезең (токтық қырқу уақыт үзілісімен);
- 3 кезең (максималды ток қорғанысы).

Уақыт жылдамдығы бар ток кесу салыстырмалы түрде ұзақ жұмыс уақытына ие емес, ол ұзақ және жақын резервтеуді жүзеге асыра алады, екі жақты қуатты желілерде таңдалады. Алайда, кейбір жағдайларда оның сезімталдығы жеткіліксіз.

Кернеуі 6-10 кВ болатын ауылдық радиалды желілерді қорғау үшін ең көп таралған екі сатылы ток қорғанысы. Мұндай қорғаудың бірінші кезеңі-лезде әрекет ететін ток кесу, ал екіншісі– максималды ток қорғанысы.

Бұл қорғаныс арасындағы басты айырмашылық-әрекеттің селективтілігін қамтамасыз ету әдісі. МТЗ - де селективтілікке ток пен уақыт жылдамдығын таңдау арқылы қол жеткізіледі, ал ағымдағы кесу үшін – тиісті жұмыс тоғын таңдау арқылы. МТЗ токтың өсуіне жауап береді

және зақымдану пайда болғаннан кейін белгілі бір уақыт аралығында осы бөлімді өшіре алады. Осының арқасында қысқа мерзімді жүктеме кезінде жалған қорғаныс іске қосылмайды (мысалы, қуатты электр қозғалтқышын іске қосқан кезде).

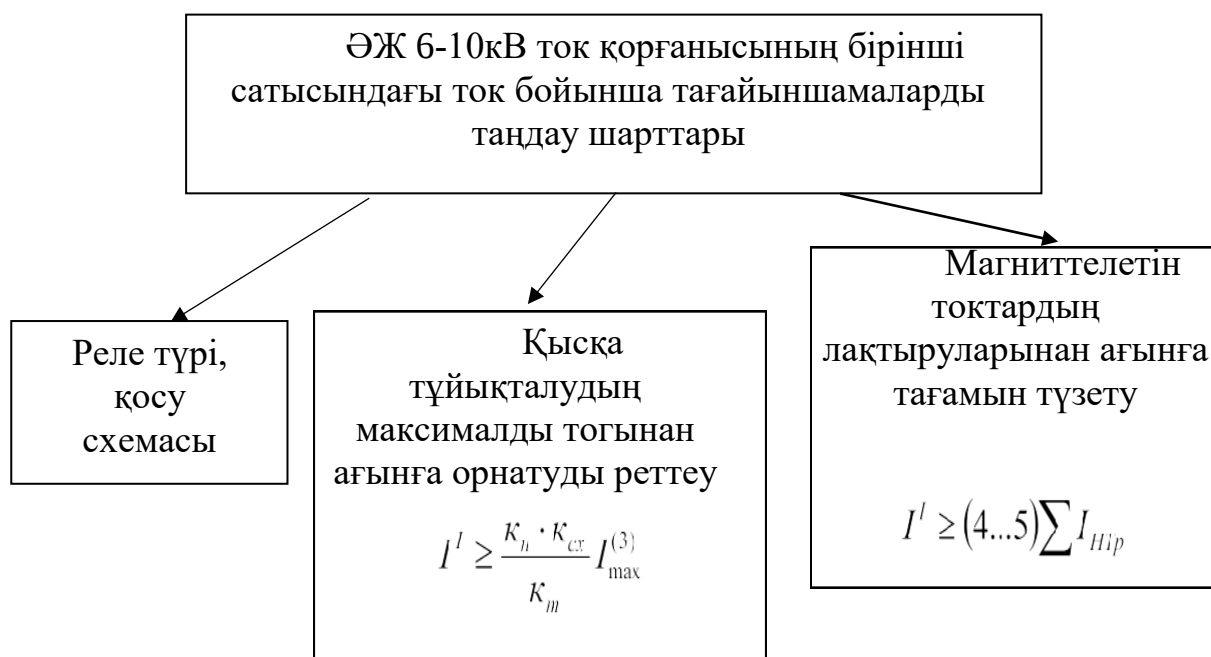
ТО-ның іске қосу тоғы МТЗ-ға қарағанда әлдеқайда көп. Сондықтан, ағымдағы кесулер кейде "өрескел" қорғаныс сатылары деп аталады, ал МТЗ – "сезімтал" саты, ол қысқа тұйықталуды тек қорғалған элементте ғана емес, қажет болған жағдайда іргелес (алдыңғы), "алыс резервтеу" функцияларын орындайды.

Желілердің сатылы ток қорғанысының параметрлерін есептеуді ең сезімтал сатыдан, яғни МТЗ-дан бастау ұсынылады.

Лезде әрекет ететін ток ток кескішінің негізгі артықшылықтары: кез келген қуат көздері бар күрделі конфигурациялы желілердегі селективті әрекет; қосалқы станция шиналарының жанында пайда болатын ең ауыр қысқа тұйықталуларды жылдам ажырату; схеманың қарапайымдылығы.

Ағымдағы кесудің негізгі кемшіліктері: желінің қорғалатын аймағының шамалы ұзындығы, сондай-ақ қорғалатын аймақтың жүйенің жұмыс режиміне және қысқа тұйықталу орнындағы өтпелі кедергіге тәуелділігі.

Әуе желілерінің ток кескіштерді таңдау шарты 1.1-суретте көрсетілген.



1.1-сурет – Кернеуі 6-10кВ әуе желілерінің ток кескіштерді таңдау шарттары

Бірінші сатының іске қосылу тогы (Ток бойынша белгілеу) қорғалатын желінің соңында немесе кесу әрекет етпеуі тиіс алдын ала белгіленген басқа нүктеде зақымданған кезде қысқа тұйықталу тогынан ажыратылады.

Үш фазалы қысқа тұйықталудың максималды тогын есептеу кезінде $KZI_{max}^{(3)}$ есептеу нүктесі желінің іргелес учаскесінің ажыратқышынан немесе желінің бұтақтарындағы әрбір трансформатордан кейін таңдалуы керек.

Қолданылатын реле түріне байланысты k_n -в сенімділік коэффициентін 1-кесте бойынша қабылдау ұсынылады.

Таралу тогы мен ток трансформаторларының реле орамаларына қосылу схемасының k_{cx} схемасының коэффициенті реле орамасы арқылы өтетін токтың ток трансформаторының қайталама орамасы арқылы өтетін токқа қатынасын білдіреді. Үш фазалы қысқа тұйықталу $k_{cx}=1$ кезінде ток трансформаторларын «Толық емес жұлдызға» қосудың ең көп таралған схемасы үшін.

Бірінші саты (лезде әрекет ететін ток кескіші) тез әрекет ететін қорғаныс болғандықтан, оны қорғалған желінің күштік трансформаторлары бір уақытта қосылған кезде магниттеу тогының ықтимал лақтыруларынан $\sum I_{HTr}$ да ажырату керек.

Желілердің ток кескіші үшін сенімділік коэффициенттері 1.1-кестеде көрсетілген.

1.1-кесте - Желілердің ток кескіші үшін сенімділік коэффициенттері

Реле түрі	Кесу үшін k_n сенімділік коэффициентінің мән
Уақыт релесінде әрекет ететін РТ-40 релесі	1,1...1,2
Аралық реле арқылы әрекет ететін РТ-40 релесі	1,2...1,3
Реле түрі РСТ	1,15
Реле РТМ	1,4...1,5
Реле түрі РТ-80	1,5...1,6
Микро процессорлық реле (SEPAМ түрі)	1,1...1,15

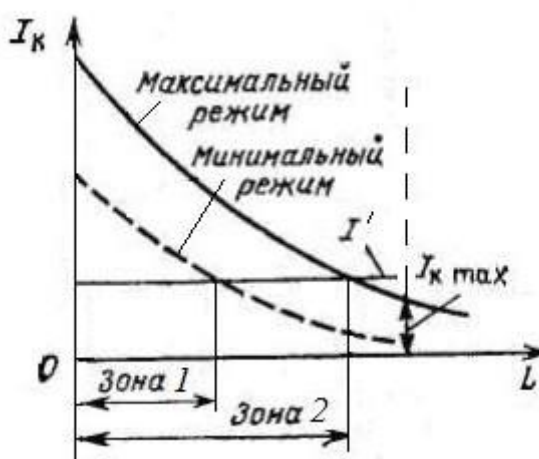
1.1 Аналитикалық тұрғыдан, жедел әрекет ететін токтың қорғаныс аймағын анықтау

X^I_* - барлық қорғалған сызықтың индуктивті кедергісінен салыстырмалы бірліктердегі қорғаныс аймағының ұзындығы; X_L қорғалатын сызықтың индуктивті кедергісі; I_{T0} - токты кесудің іске қосылуының бастапқы тогы; X_c - жүйенің минималды жұмыс режиміндегі индуктивті кедергісі, қорғалған сызық кететін кернеу сатысына әкеледі.

$$X^I = \frac{1}{X_L} \cdot \left(\frac{U_\phi}{I^I} - X_c \right),$$

Ток кескінінің әсер ету аймағын графикалық түрде анықтауға болады, өйткені қорғаныс тогының түзу тогының сызық бойымен қысқа тұйықталу қисықтарымен қиылысу нүктелері ретінде.

ТҚК әрекет ету аймағы желінің тек бір бөлігін ғана қамтиды (3–сурет) және жүйенің жұмыс режиміне байланысты өзгереді (2 –аймақ-максимальді, 1-аймақ-энергия жүйесінің ең аз режимдерінде) 1.2-суретте көрсетілген.



1.2-сурет – Ток кескіштің әсер ету аймағы

Қорғалатын желінің басында және соңында қысқа тұйықталу токтарының мәндеріндегі айырмашылық неғұрлым көп болса (1 сызығының ұзындығы бойымен токтың төмендеу қисығының беріктігі неғұрлым үлкен болса), кесу қорғаныс аймағы соғұрлым үлкен болады, сондықтан салыстырмалы түрде ауыр сызықтарда тиімді болады.

Шектелмеген қуат көздеріне қосылған бір жақты қуат беретін желілерде ағымдағы қиылысулар желінің бүкіл ұзындығының 20-60% – ын қорғауға мүмкіндік береді. Сондықтан, лезде әрекет ететін ағымдағы кесуді жалғыз немесе негізгі қорғаныс желісі ретінде пайдалануға болмайды.

Лезде әсер ететін ток кесіндісінің сезімталдығын бағалау қорғалатын аймақтың ұзындығы бойынша ғана емес, сондай-ақ жағдайдан коэф-фициент-сезімталдық (КЧ) бойынша да жүргізілуі мүмкін

$$K^{IЧ} = \frac{I_{к3min}}{I^I},$$

мұндағы $I_{к3min}$ - қысқа тұйықталу тогы қорғанысты орнату орнында ең аз режимде.

Оқшауланған бейтарап желілер үшін $I_{к3min}$ ретінде қорғаныс қондырғысының орнында екі фазалы қысқа тұйықталу тогын алу керек. Бұл жағдайда сезімталдық коэффициенті кем дегенде $K^I \geq 2/1$. болуы керек.

Қуатты күштік трансформаторларды қоректендіретін қысқа желілерде қорғалатын желінің соңында екі фазалы қысқа тұйықталу тогын алуға рұқсат етіледі. Бұл ретте ТҚК сезімталдық коэффициенті кемінде 1,5 деп қабылданады.

Бұл комбинация, әсіресе АҚҚ құрылғылары болған кезде, желінің кез-келген нүктесінде зақымдануды тез өшіруге мүмкіндік береді, бұл күрделі және қымбат қорғаныстардан бас тартуға мүмкіндік береді.

МТЗ тогы бойынша ставкада мыналар қамтамасыз етілуі тиіс:

- авариялық шамадан тыс жүктемелерден кейін ажыратуға қорғаныстың пысықталмауы;
- ток және уақыт бойынша іс-әрекетті қоректендіретін және кететін элементтердің қорғанысымен келісу;
- негізгі аймақта және резервтеу аймағында ҚТ барлық түрлері кезінде қажетті сезімталдық.

Апаттан кейінгі жүктемелерде қорғауды реттеу үшін оның іске қосу тогын таңдау керек:

- трансформатордан қоректенетін Электр қозғалтқыштарының өзін-өзі іске қосу тогы;

- жұмыс істеп тұрған трансформаторды параллель ажырату кезінде немесе РАҚ әрекеті кезінде шамадан тыс жүктеме тогы, соның нәтижесінде жүктемемен жұмыс істеп тұрған трансформаторға қосымша жүктеме қосылады.

Ток бойынша тағайыншаманы түзету шарттарының есептік көрінісінде (4-сурет) ксз өздігінен іске қосу коэффициенті электр қозғалтқышты өздігінен іске қосу кезінде токтың ұлғаюын ескереді. Ол 1...1,1-ге тең қабылдануы мүмкін, қорғаныс уақыты 0,5 с-ке тең, ал 2-ге тең-аз уақыт аралығында.

1.2-кестеде кернеуі 6-10 кВ желілерді ток қорғанысының екінші сатысы үшін ток бойынша белгіленуден басқа уақыт бойынша (іске қосылу кідірісі) тағайыншаманы анықтайды. Электр қозғалтқышының ток қорғанысының екінші сатысының уақыт кідірісі қорек көзінен ең қашық қорғаныстан бастап келіп түседі. Қорек көзіне жақындаған сайын келесі учаскені қорғау алдыңғы учаскені қорғау уақытына қарағанда селективтілік сатысына уақыт ұстамына ие болуы тиіс.

Кернеуі 6-10кВ желілердің максималды ток қорғанысы үшін сенімділік және қайтару коэффициенттері 1.2-кестеде көрсетілген.

1.2-кесте - Кернеуі 6-10кВ желілердің максималды ток қорғанысы (екінші сатысы) үшін сенімділік және қайтару коэффициенттері

Реле түрі	Кв қайтару коэффициентінің мәні k_e	Сенімділік коэффициентінің мәні k_n
Уақыт релесінде әрекет ететін РТ-40 релесі	0,7	1,3
Аралық реле арқылы әрекет ететін РТ-40 релесі	0,8	1,2
Реле түрі РСТ	0,85	1,2
Реле РТМ	0,8	1,2
Реле түрі РТ-80	0,94	1,1
Микро процессорлық реле (SEPAМ түрі)		

Көрсетілген диапазонның кіші мәнін іске қосылудың тәуелсіз сипаттамалары бар қорғаныстар үшін (РТ-40 типті реле және РСТ), ал үлкендерін іске қосылудың тәуелді сипаттамалары бар қорғаныстар үшін (РТ – 80 типті индукциялық әрекет принципіндегі ток релесі) қабылдау ұсынылады.

Шектес ең жоғары ток қорғаныстары әсерінің селективтілігіне тәуелді қорғаныс сипаттамаларымен келісу кезінде тексеру мынадай ретпен орындалады:

- желілік бөлімдердің конфигурациясы қолданылатын есептеу схемасын жасаңыз, құрылғының сипаттамалары желіге сәйкес келеді;

- $T = f(I)$ координаттарында қорек көзінен ең алыс қорғаныстың қорғаныс сипаттамасын жасайды;

- екі іргелес қорғаныстың бірлескен әрекет ету нүктесінде үш фазалы қысқа тұйықталу тоғын есептеңіз(қысқа тұйықталу нүктесін қорек көзінен ең алыс орнату орнынан алады);

- қысқа тұйықталу тоғының мәнін қашықтан қорғаудың сипаттамасына және ағынға қолданыңыз, ұзақ қорғаудың жұмыс уақытын анықтаңыз. Содан кейін селективтіліктің негізін қосып, қуат көзіне жақын қорғаныс уақытын анықтаңыз;

- табылған координатқа қатысты (I және t) қысқа тұйықталу тоғының мәнінен төмен ток мәндері кезінде қорек көзіне жақын қорғаныстың қорғаныс сипаттамасын жасайды.

Егер осылайша салынған аралас қорғаныстардың қорғаныш сипаттамалары ҚТ-ның жағылған тоғының сол жағына қиылыспаса, онда әрекеттің селективтілігі жеткілікті деп есептеледі. Әйтпесе, аралас қорғаныс әрекеттерінің селективтілігіне қол жеткізу керек

Ең жоғары ток қорғанысының сезімталдығын бағалауды ЭҚЕ / 1 / талаптарына сәйкес мыналар ретінде айқындалатын сезімталдық коэффициентінің көмегімен орындайды:

$$K_{\text{Ч}}^{\text{II}} > \frac{I^{(2)}}{I^{\text{II}}}$$

мұндағы $I^{(2)}$ – ең төменгі ток шабан ҚТ линияны;

I^{II} - максималды ток қорғанысының тоғы.

Негізгі ең жоғары ток қорғанысы үшін сезімталдық коэффициенті (КПЧ) 1,5– тен кем болмауы, ал резервтік ең жоғары ток қорғанысы үшін 1,2-ден кем болмауы тиіс.

Желінің бірқатар тізбектелген бөліктерінде максималды ток қорғанысын қолданған кезде олар сезімталдық коэффициенті қуат көзіне қарай жоғарылайтындай етіп келісіледі.

Қажет болса, максималды ток қорғанысының сезімталдығын келесілер есебінен арттыруға болады:

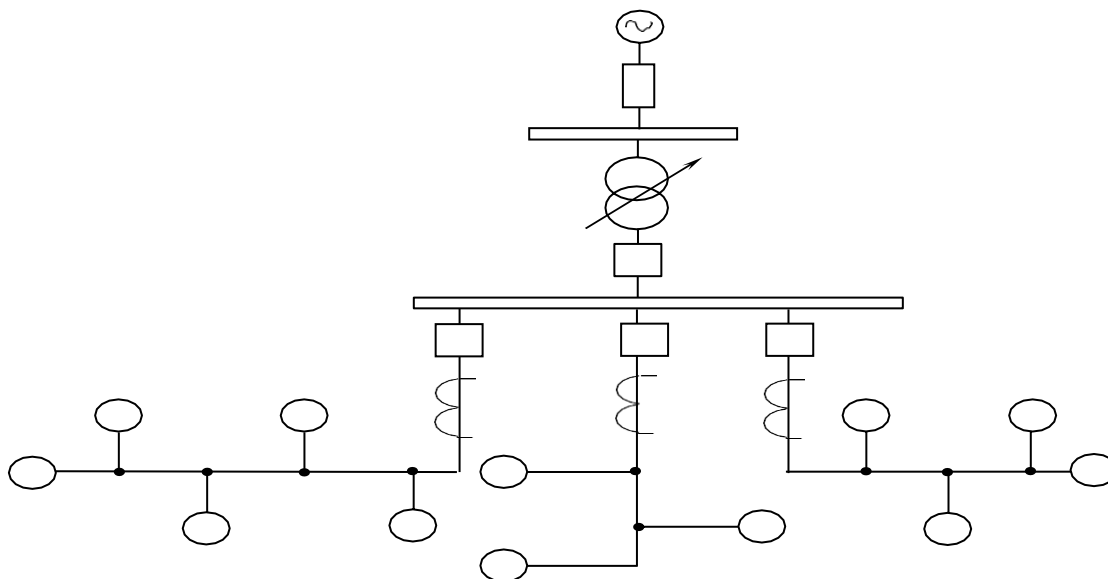
– коэффициентвозвратареленің ұлғаюы (кв);

- максималды жүктеме тоғын азайту

- қысқа тұйықталу нүктесінен қорғаныс орнату орнына дейін сызық учаскесінің кедергісін азайту

2 Шымкент қаласының Сайрам ауданының 10 кВ желілердің екі сатылы ток қорғанысын есептеу

Электр беріліс желісінің схемасы 2.1-суретте көрсетілген.



2.1-сурет– Электр беріліс желісінің схемасы 10 кВ

Кернеулі желілердің қорғанысын есептеуге арналған деректер 2.1-кестеде көрсетілген.

2.1-кесте - 10 кВ кернеулі желілердің қорғанысын есептеуге арналған деректер

	Линия1					Линия2			Линия3			
Номер ТП	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	4
Қуат ТП10 / 0,4 кВ	160	100	63	40	40	250	160	100	250	100	160	63
Коэффициенті ТП жүктеу	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,5	0,6	0,7	0,4	0,7	0,7	0,8
Учаске нөмірі	0-1		1-2	2-3	3-4	0-1		1-2	0-1		1-2	2-3
Желі учаскелерінің ұзындығы, км	7		4	4	3	9		3	8		4	3
Магистральдық учаскенің маркасы, ток кескіші	А-70					АС-50			А-70			

1.ВН жағына келтірілген жүйенің индуктивті кедергісі: $X_{Cmax}=70\text{Ом};$ $X_{Cmin}=130\text{Ом}.$ 1. Тип трансформатора:ТДН–16000/110	3. Қуат трансформаторының қысқа тұйықталу кернеуі: $U_K=10,5\%$.Тип реле: РСТ 4. Оперативный ток: переменный
--	--

2.1 10кВ ӘЖ максималды ток қорғанысын есептеу

Максималды ток қорғанысы, тапсырмаға сәйкес, статикалық РСТ-11 релесінде орындалады.Реле мен ток трансформаторларын қосу схемасы - толық жұлдыз емес.

МТЗ іске қосу тогы желінің жұмыс тогынан ажыратылады. Біз МТЗ іске қосу тогының параметрін/2 өрнегі бойынша есептейміз/:

$$I_{II} > \frac{k_H \cdot k_{CX} \cdot k_{C3} \cdot I_{раб}}{k_B \cdot k_T}$$

мұндағы I_{II} - МТЗ (екінші сатының) іске қосылу тогы,а; k_{C3} – өздігінен іске қосу коэффициенті, электр қозғалтқышы өздігінен іске қосылған кезде токтың ұлғаюын ескереді; k_B – реленің қайтару коэффициенті; $I_{раб}$ – қорғалатын желінің ең жоғары жұмыс тогы, А.

Желінің жұмыс тогын және Ток трансформаторларының өзгеру коэффициентін анықтау үшін біз өрнектегі сызықтардың максималды жұмыс токтарын есептейміз

$$I_{раб} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H},$$

Мұндағы S_p - желінің бас учаскесінің есептік жүктемесі, кВА; U_H - номиналды кернеу, кВ.

Бас учаскедегі есептік жүктемені осы желіден қоректенетін ТП 10/0,4 кВ есептік жүктемелерін қосу жолымен анықтаймыз. Трансформаторлардың номиналды қуаты ТР 10/0, 4 кВ және жүктеме коэффициенттері белгілі болғандықтан,ТР 10/0, 4 кВ есептелген жүктеме /2 ретінде анықталады/:

$$S_{p\text{ ТП}} = S_H \cdot k_3 \cdot k_{II},$$

мұндағы S_H – трансформаторанатп10/0,4 кВ номиналды қуаты; k_3 - ТП10/0,4 кВ трансформатордың жүктеме коэффициенті; k_{II} -жүктемелердің өсу перспективасының коэффициенті.

ТП жүктемесінің сипаты аралас деп есептегенде, 7 есептік жылға жүктемелердің өсу перспективасының коэффициенті $K_{II}=1,4/3$ /кұрайды.

Мысалы,№1 желінің№1 ТП үшін есептелген жүктеме:

$$S_{p\text{ ТП1}} = 160 \cdot 0,6 \cdot 1,4 = 134,4 \text{ кВА.}$$

Басқа ТП үшін есептеу жүктемелері ұқсас түрде анықталады, есептеу нәтижелері 4-кестеде жинақталған.

2.2-кесте - Кернеуі 10кВ желілердің жүктемелерін есептеу

№ВЛ	1					2			3			
№ТП	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	4
$S_n, \text{кВА}$	160	100	63	40	40	250	160	100	250	100	160	63
k_z	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,5	0,6	0,7	0,4	0,7	0,7	0,8
$S_{p\text{ТП}}, \text{кВА}$	134	98	70,6	44,8	44,8	175	134	98	140	98	157	70,56
$\square S$	-	73	52,6	32,2	32,2	-	98,1	73	102,9	73	-	52,6
$S_p, \text{кВА}$	324,4					346,1			385,3			
$I_p, \text{А}$	18,73					19,98			22,25			

Жүктемелерді қосу/3 қосымша ақы бойынша жүзеге асырылады/:

$$S_p = S_{MAX} + \sum \Delta S_i,$$

Мұндағы S_{MAX} - Жиынтықталатын жүктемелердің ең көбі, кВА;

S_i - Қалған жүктемелердің үстеме сомасы, кВА.

Мысалы, бірінші сызық үшін бас бөліктің есептік жүктемесі:

$$S_{p\text{ВЛ№1}} = 134 + \Delta 98 + \Delta 70,6 + \Delta 44,8 + \Delta 44,8 = 134 + 73 + 52,6 + 32,2 + 32,2 = 324,4 \text{ кВА.}$$

Бұл желінің максималды жұмыс тогы

$$I_{\text{рабВЛ№1}} = \frac{324,4}{\sqrt{3} \cdot 10} = 18,73 \text{ А}$$

Қалған желілер үшін жұмыс токтарын есептеу ұқсас жүргізілді, есептеу нәтижелері 4-кестеде келтірілген.

Желілердің жұмыс токтарына сүйене отырып, біз трансформация коэффициенті $K_t = 30/5$ болатын ток трансформаторларын қабылдаймыз

/2 / сәйкес РСТ релесі үшін кв релесінің қайтару коэффициентінің мәні 0,85; кн сенімділік коэффициенті 1,2; ксз өзін-өзі іске қосу коэффициенті

1.Ток трансформаторлары мен реленің "толық емес жұлдызға" қосылу схемасындағы тізбек коэффициенті XX-ке тең

Осыны ескере отырып, МТЗ белгілеу токтары есептелді:

$$\text{№1 желі үшін: } I''_1 \geq \frac{1,2 \cdot 1 \cdot 1}{0,85 \cdot 6} \cdot 18,73 = 4,41 \text{ A}$$

$$\text{№2 желі үшін: } I''_2 \geq \frac{1,2 \cdot 1 \cdot 1}{0,85 \cdot 6} \cdot 19,98 = 4,7 \text{ A}$$

$$\text{№3 желі үшін: } I''_3 \geq \frac{1,2 \cdot 1 \cdot 1}{0,85 \cdot 6} \cdot 22,25 = 5,23 \text{ A}$$

Орнату үшін біз РСТ 11-19 типті релені алдын-ала таңдаймыз, оның іске қосу параметрлерінің шегі 1,5.6,0 а диапазонында; номиналды ток 10А; минималды параметр 0,2 ВА/4/кезінде реле тұтынатын қуат.

2.2 Қысқа тұйықталу токтарын анықтау

Реленің алдыңғы панеліндегі қосқыштардың саны мен орнын анықтаймыз.

№1 желі үшін:

$$\sum N = \frac{4,41}{1,5} - 1 = 1,94,$$

сондықтан көлденең қалыпта 1,6 және 0,4 белгілеріне сәйкес келетін қосқыштарды орнату қажет. Бұл жағдайда реленің іске қосу тогы:

$$I_{C.P.1} = 1,5 \cdot (1 + 2,0) = 4,5A;$$

№2 жолға ұқсас:

$$\sum N = \frac{4,7}{1,5} - 1 = 2,13,$$

сондықтан көлденең қалыпта 1,6 белгілеріне сәйкес келетін қосқыштарды орнату керек; 0,4 және 0,2. Бұл жағдайда реленің іске қосу тогы

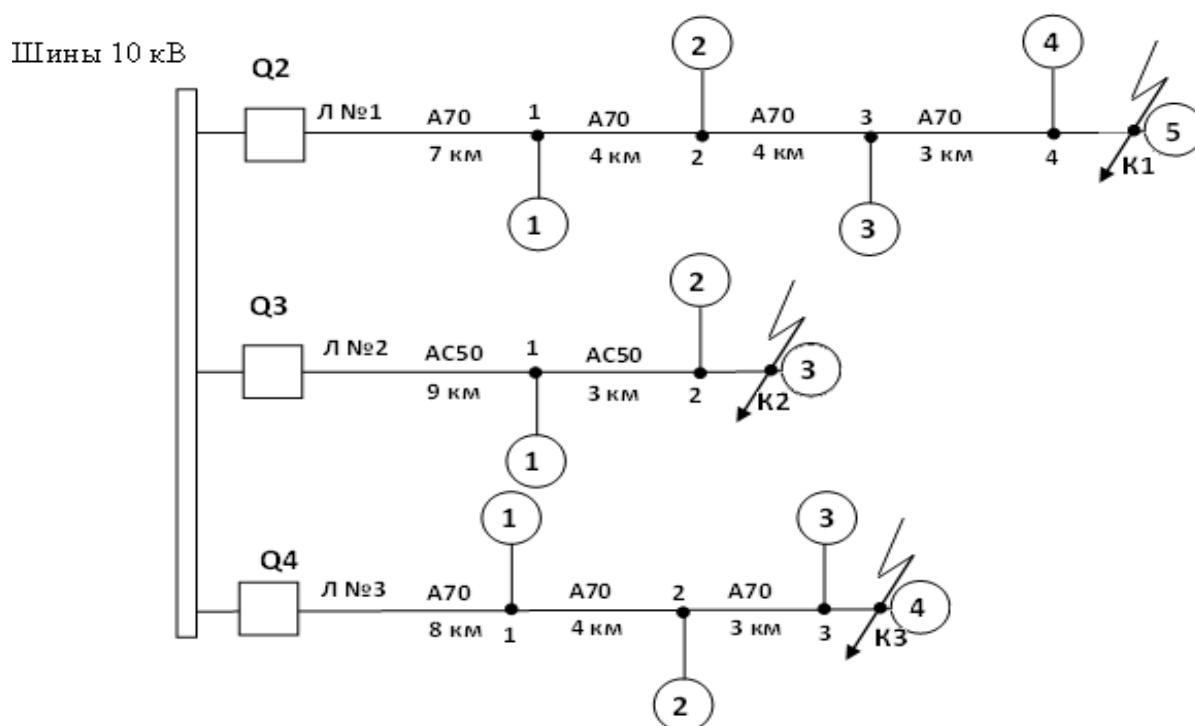
$$I_{C.P.2} = 1,5 \cdot (1 + 2,2) = 4,8A;$$

Негізгі аймақтағы МТЗ сезімталдығын тексеруді талаптарды ескере отырып орындаймыз /1/:

$$k_{\check{q}}^{II} - \frac{0,87 \cdot I^{(3)}}{I_{C.P.I} \cdot K_T} \geq 1$$

Үш фазалы қысқа тұйықталу тогын анықтау үшін біз 10 кВ желінің есептелген тізбектерін жасаймыз және осы токтың мәнін есептеу қажет болатын нүктелерді қолданамыз. Бұл сызықтардың ең үлкен кедергісі бар сызықтардың соңындағы нүктелер болады.

10 кВ желісінің жобалық схемасы 2.2-суретте көрсетілген.



2.2-сурет - Ең аз қысқа тұйықталу токтарын анықтауға арналған 10 кВ желісінің жобалық схемасы

3 фазалық қысқа тұйықталу тогы келесі формула бойынша анықталады:

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot Z_{\text{ЭКВ}}}$$

Мұндағы $Z_{\text{ЭКВ}}$ - Ом нүктесіне дейінгі эквивалентті кедергі:

$$Z_{\text{ЭКВ}} = Z_{\text{Cmin}} + Z_T + Z_L$$

Мұндағы Z_{Cmin} - жүйенің минималды режимдегі кедергісі, 10 кВ кернеуге әкеледі, Ом;

Z_T - қоректендіруші трансформатордың толық кедергісі, Ом;

Z_L - қысқа тұйықталу нүктесі 10 кВ желісінің толық кедергісі,

Ом;

Минималды режимде жүйенің толық қарсылығын $Z_{с min} = x_{с min} = 13$ Ом деп есептей отырып аламыз. 10кВ кернеу сатысына әкелуді ескере отырып, біз болуы

$$Z_{с min} = X_{с min} \cdot \left(\frac{U_{10}}{U_{110}}\right)^2 = 13 \cdot \left(\frac{10}{110}\right)^2 = 0,11 \text{ Ом}$$

Трансформатордың түзу тізбегінің кедергісі:

$$R_T = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_H^2}{S_H^2} \cdot 10^3; \quad X_T = \sqrt{u_{кз}^2 - \left(\frac{\Delta P}{S_H} \cdot U_H\right)^2} \cdot \frac{10 \cdot U_H^2}{S_H};$$

Мұндағы $P_{кз}$ -қысқа тұйықталу шығынының қуаты, кВт; $u_{кз}$ -қысқа тұйықталу кернеуі, %.

ТДН 16000/110 трансформаторының төлқұжат деректері бойынша біз анықтаймыз $\Delta P_{кз}=85\text{кВт}$; $u_{кз}=10,5\%$.

$$R_T = \frac{85 \cdot 10^2}{16000^2} \cdot 10^3 = 0,033 \text{ Ом}; \quad X_T = \sqrt{10,5^2 - \left(\frac{85 \cdot 10}{16000}\right)^2} \cdot \frac{10 \cdot 10^2}{16000} = 0,66 \text{ Ом};$$

Күштік трансформатордың кедергісі:

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} = \sqrt{0,033^2 + 0,66^2} = 0,66 \text{ Ом}$$

Әр сызықтың кедергісі формула бойынша анықталады:

$$Z_L = \sum L_i \cdot \sqrt{r_{oi}^2 + x_{oi}^2};$$

мұндағы L_i -о учаскесінің ұзындығы, км r_{oi} - сәйкесінше I-нің нақты белсенді және индуктивті кедергісі, x_{oi} -сәйкесінше желінің I-ші бөлігінің нақты белсенді және индуктивті кедергісі, Ом / км.

Тапсырма бойынша №1 сызықтың барлығы а 70 маркалы сыммен орындалғаны белгілі, сондықтан қысқа тұйықталу нүктесіне дейінгі сызықтың кедергісі тең болады:

$$Z_L = 18 \cdot \sqrt{0,42^2 + 0,4^2} = 10,44 \text{ Ом}$$

Демек, №1 сызықтың K1 нүктесіндегі 3 фазалық ҚТ-дағы ток (2.2-сурет)

$$I_{K6}^{(3)} = \frac{10 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0,11 + 0,66 + 10,44)^2}} = 515,0 \text{ А}$$

ҚТ-ның басқа нүктелерінде, екінші және үшінші сызықтарда біз токтарды дәл осылай есептейміз және есептеу нәтижелерін 5-кестеге келтіреміз.

№1 желідегі МТЗ сезімталдық коэффициенті

$$K_{\text{ч}}^{\text{II}} = \frac{0,87 \cdot 515}{4,5 \cdot 6} = 16,6 > 1,5$$

№3 желідегі МТЗ сезімталдық коэффициенті

$$K_{\text{ч}}^{\text{II}} = \frac{0,87 \cdot 609,7}{5,25 \cdot 6} = 16,8 > 1,5$$

Демек, барлық сызықтардағы МТЗ сезімталдығы қамтамасыз етіледі. МТЗ іске қосу уақытын табамыз:

$$t_{\text{ср МТЗ}} = t_{\text{ср FU}} + \Delta t$$

қайда $t_{\text{ср FU}}$ -трансформаторды Жоғары кернеу жағынан қорғау үшін орнатылған сақтандырғыштың іске қосылу уақыты, тп10 / 0,4 кВ, с;

Δt -PCT-11 релесімен іріктеу кезеңі, Біз Δt 0,3 с /2/аламыз.

Селективтілікке тексеруді ағымдағы уақытты келісу арқылы жүргіземіз

10 кВ ТП 10/0, 4 кВ, МТЗ жағында орнатылған, желілік ажыратқыштарда және Q1 бас ажыратқышта орнатылған МТЗ сақтандырғыштардың сипаттамалары. 8-суретте шектес қорғаныстарды үйлестіру токтарының мәндерін анықтайтын нүктелер көрсетілген (3 фазалық ҚТ токтары) есептік схема келтірілген.

К4, К5 және К6 нүктелеріндегі үш фазалы қысқа тұйықталу токтары мынадай формула бойынша анықталған:

$$I_{K4}^{(3)} = I_{K5}^{(3)} = I_{K6}^{(3)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(X_T + X_C)^2 + R_T^2}}$$

мұндағы X_T - түзу тізбектегі трансформатордың индуктивті кедергісі, Ом;
 X_C -10кВ кернеуге келтірілген максималды режимдегі жүйенің кедергісі, Ом;

R_T -тікелей тізбектегі трансформатордың белсенді кедергісі, Ом.

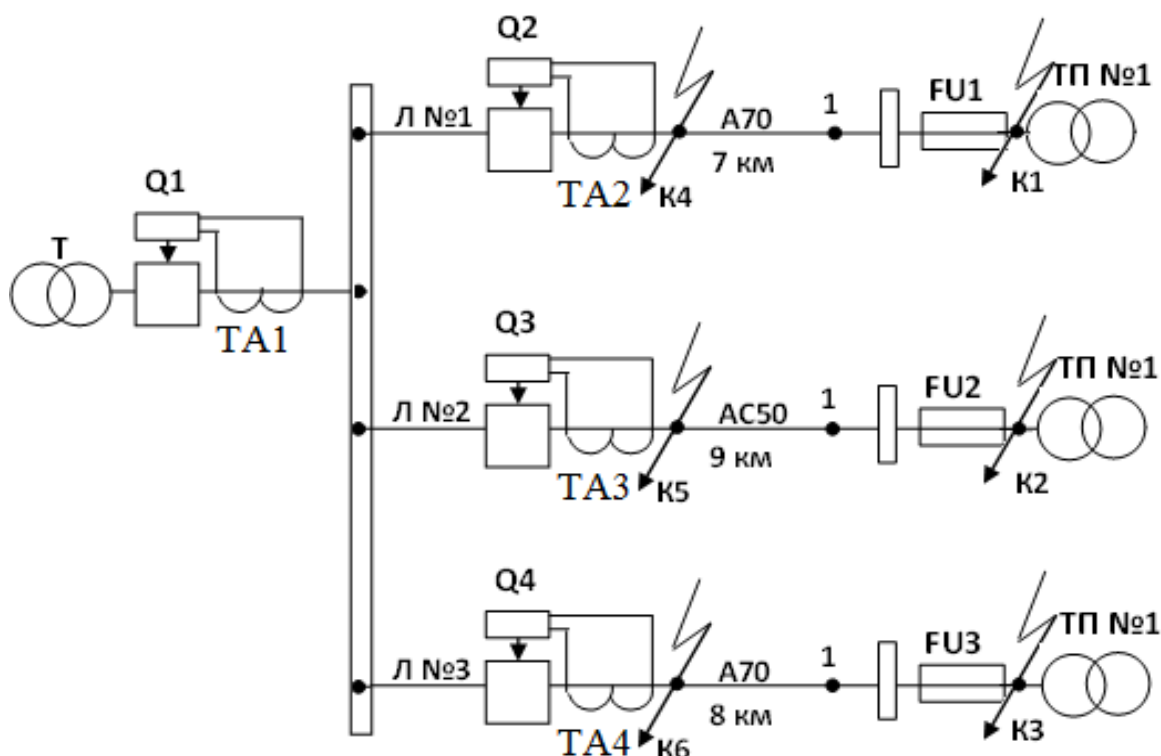
К4, К5 және К6 нүктелерінде анықталған токтарды енгізу ажыратқышына орнатылған МТЗ бар 10 кВ ӘЖ Шығыс желілерінде МТЗ әрекетінің селективтілігін тексеру үшін қолданамыз.

10 кВ кернеуге келтірілген жүйенің кедергісі:

$$X_C = X_{Cmax} \cdot \left(\frac{U_{10}}{U_{110}}\right)^2 = 7 \cdot \frac{10^2}{110^2} = 0,058 \text{ Ом};$$

$$I_{K4}^{(3)} = I_{K5}^{(3)} = I_{K6}^{(3)} = \frac{10 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0,66+0,058)^2 + 0,033^2}} = 8032,6 \text{ А};$$

Аралас қорғаныстарды үйлестіру токтарын анықтауға арналған 10 кВ желісінің жобалық схемасы 2.3-суретте көрсетілген.



2.3-сурет - Аралас қорғаныстарды үйлестіру токтарын анықтауға арналған 10 кВ желісінің жобалық схемасы

K1, K2 және K3 нүктелеріндегі үш фазалы қысқа тұйықталу токтары желінің бірінші бөлігінің кедергісін ескере отырып анықталады. Мысалы, үшін очкик1

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(X_T + X_C + X_L)^2 + (R_T + R_L)^2}}$$

мұндағы X_L - түзу тізбектің индуктивті кедергісі, Ом;

R_L - түзу сызықтың кедергісі, Ом.

K4, K5 және K6 нүктелеріндегі токтарды басында шығарылған ВЛ10кВ орнатылған МТЗ бар КТП 10/0,4 кВ сақтандырғыштары әрекетінің селективтілігін тексеру үшін пайдаланамыз.

K1, K2 және K3 нүктелеріндегі үйлестіру токтарын есептеу кезінде біз 5-кестеден сызық учаскелерінің кедергісін аламыз.

Мысалы, K1 нүктесіндегі № 1 жолда үш фазалы қысқа тұйықталу тогы

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{10 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0,66 + 0,058 + 2,8)^2 + (0,033 + 2,94)^2}}$$

Сол сияқты №2 және №3 сызықтар үшін

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0,66 + 0,058 + 3,6)^2 + (0,033 + 5,43)^2}}$$

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0,66 + 0,058 + 3,2)^2 + (0,033 + 3,36)^2}}$$

ТП1 № 1 желісінде номиналды қуаты 160 кВА трансформатор орнатылған. / 2 / бойынша біз 10-шы өнімді балқытатын кірістірудің номиналды тогын анықтаймыз. $B=20A$. уақытты қолдана отырып, сақтандырғыштың ағымдағы сипаттамасын біз K1 I(3) нүктесінде үш фазалы қысқа тұйықталу тогы кезінде 1252,4 А-ға дейінгі уақытты табамыз.

$t_{cp.FU}=0,005$ с. содан кейін №1 желі үшін МТЗ іске қосу уақыты:

$$t_{cp1}^{II} = 0,005 + 0,4 = 0,41с.$$

Сол сияқты, №2 және №3 сызықтар үшін МТЗ жұмыс уақытын анықтаймыз.

Есептеу нәтижелерін 6-кестеге келтіреміз.

№2 және №3 сызықтар үшін МТЗ жұмыс уақытын анықтау және есептеу 2.4-кестеде көрсетілген.

№ВЛ	$I^{(2)},$ Ki А	I^{II}, A	$K^{II} \eta$	ТП-дағы трансформатордың номиналды қуаты №1, S_H , кВА	Номиналды ағымдағы балқыту кірістіру сақтандырғыш, $I_{H.B.}, A$	$I^{(3)}, A$ Ki	$t_{cp.FU},$ с	$t_{cp.}^{II}, c$
1	448,1	4,4	16,6	160	20	1252,4	0,005	0,41
2	531,6	4,7	18,5	250	31,5	827,2	0,008	0,41
3	530,4	5,2	16,8	250	31,5	1114,5	0,006	0,41

2.4-кесте- МТЗ селективтілігінің сезімталдығын тексеру нәтижелері

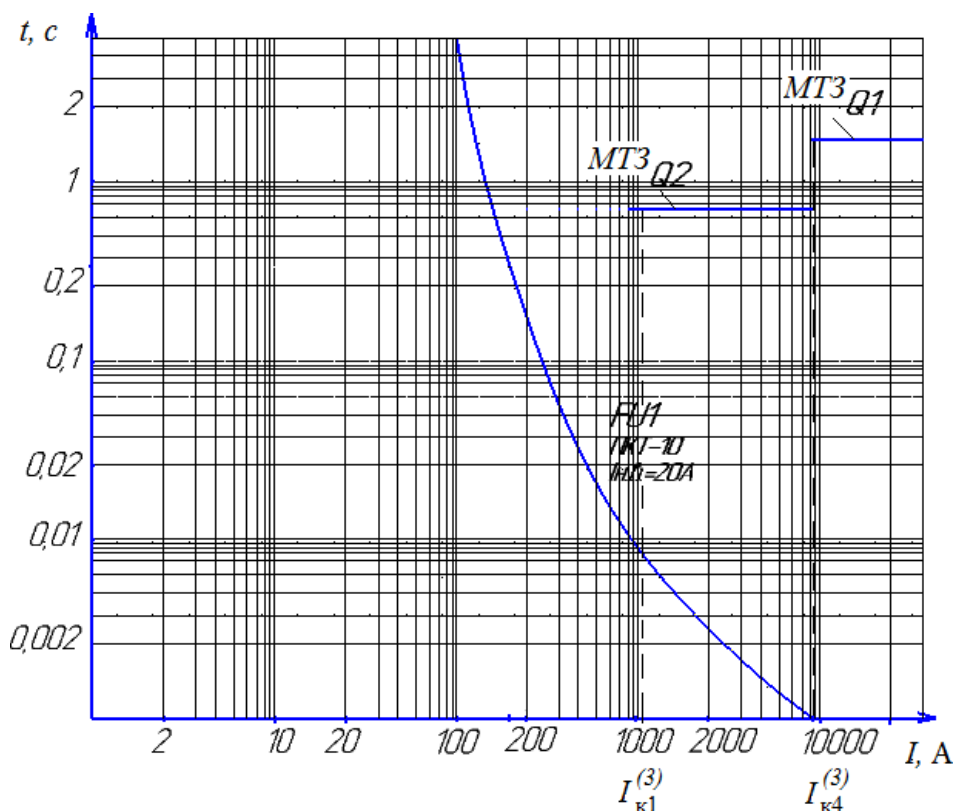
2.3 Селективтілік картасын құруды жүзеге асыру

1) Біз №1 ТП 10кВ жағында орнатылған сақтандырғыштың уақытша сипаттамасын саламыз. Оған 3 фазалық токқа қосамыз К1 нүктесінде қысқа тұйықталу–№1 сызық үшін, К2 нүктесінде– №2 сызық және К3 нүктесі үшін №3 желі үшін.

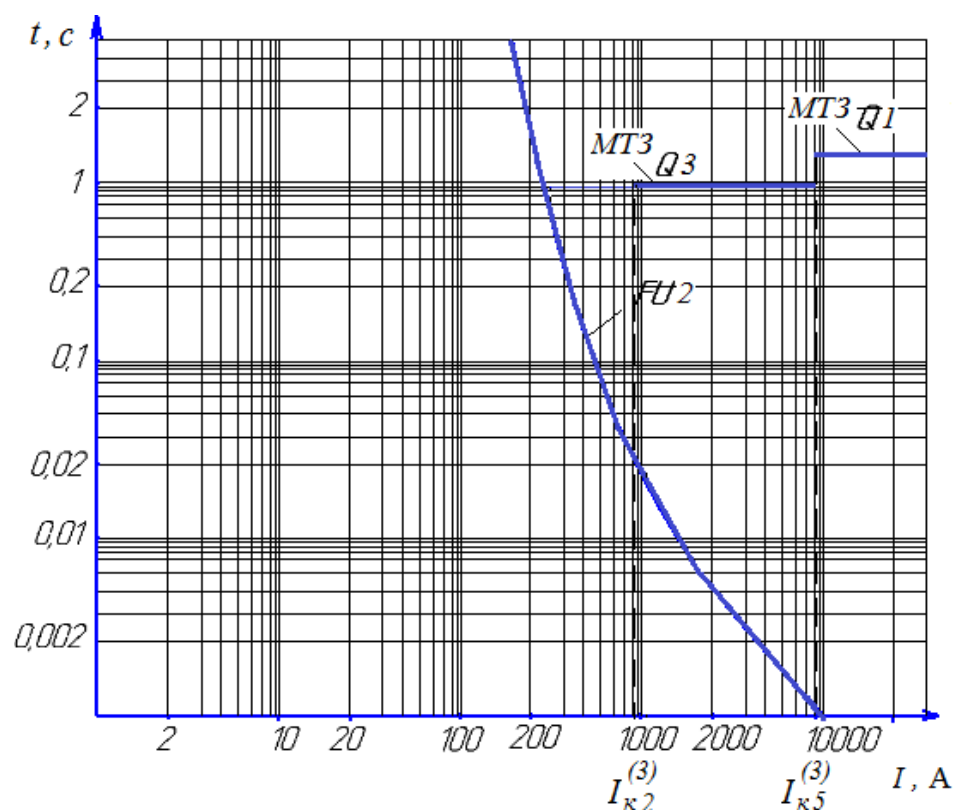
2) Осы ток кезінде сақтандырғыштардың жұмыс уақытын анықтаймыз. Содан кейін, $\Delta t=0,4$ с іріктеу кезеңін қосып, Q2, Q3 және Q4 желілік ажыратқыштардағы МТЗ уақыт жылдамдығын анықтаймыз.

3) Біз сызықтық қосқыштарда МТЗ тәуелсіз сипаттамасын құрамыз, К4, К5 және К6 нүктелеріндегі үш фазалы қысқа тұйықталу тогы кезінде Q2, Q3 және Q4 желілік қосқыштардағы қорғаныс уақытына селективтіліктің қадамын қосамыз және МТЗ бас қосқышының сипаттамасын құрамызq1.

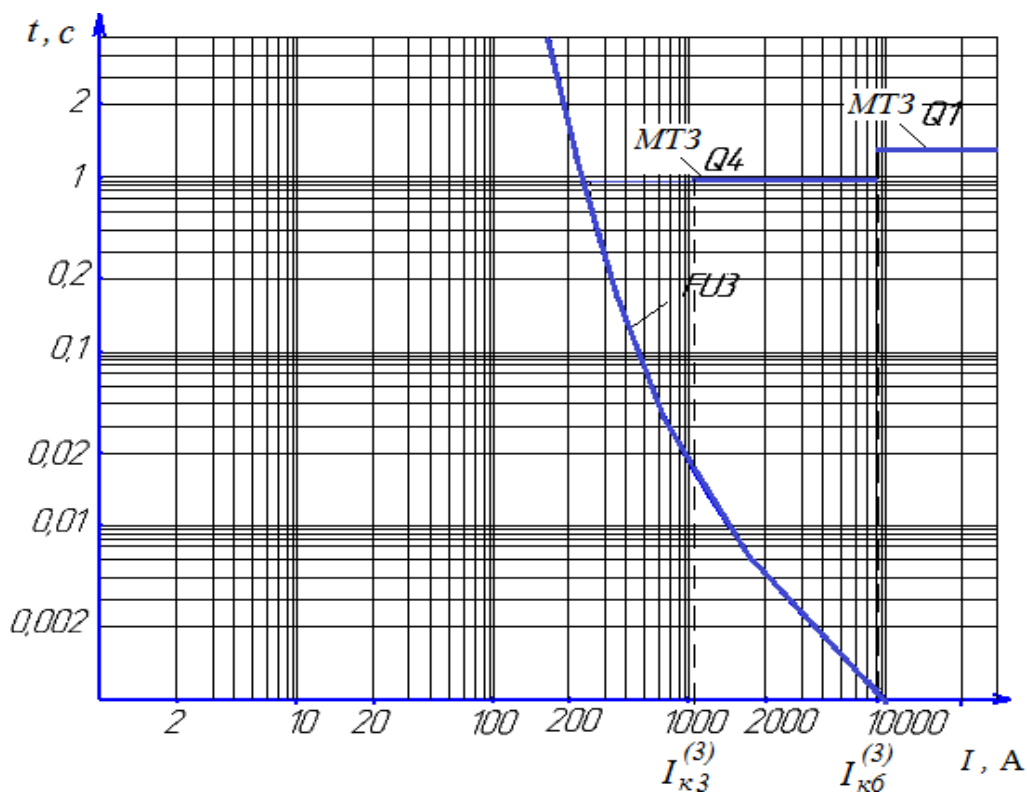
Селективтілік карталары 2.4-2.6 суреттерде келтірілген.



2.4-сурет- №1 желінің ток қорғанысы әрекетінің селективтілігінің картасы



2.5 -сурет- №2 желінің ток қорғанысы әрекетінің селективтілігінің картасы



2.6-сурет - №3 желінің ток қорғанысы әрекетінің селективтілігінің картасы

3 10кВ әуе желісінің ток кескішін есептеу

Лезде әрекет ететін ток ток кескіші -кернеуі 10 кВ радиалды желілердің ток қорғанысының бірінші кезеңі.

$$I^I > \frac{k_n \cdot k_{cx} \cdot I_k^{(3)}}{k_m}$$

$$I^I \geq \frac{(4 \dots 5) \cdot \sum I_{HT}}{k_m}$$

мұндағы I^I -ток ток кескішінің іске қосылу тогы, А;

k_n -реленің сенімділік коэффициенті;

k_{cx} трансформаторлары мен реленің қосылу схемасының коэффициенті; k_m трансформаторларының трансформация коэффициенті;

$I_k^{(3)}$ –үш фазалы қысқа тұйықталудың максималды тогы, А;

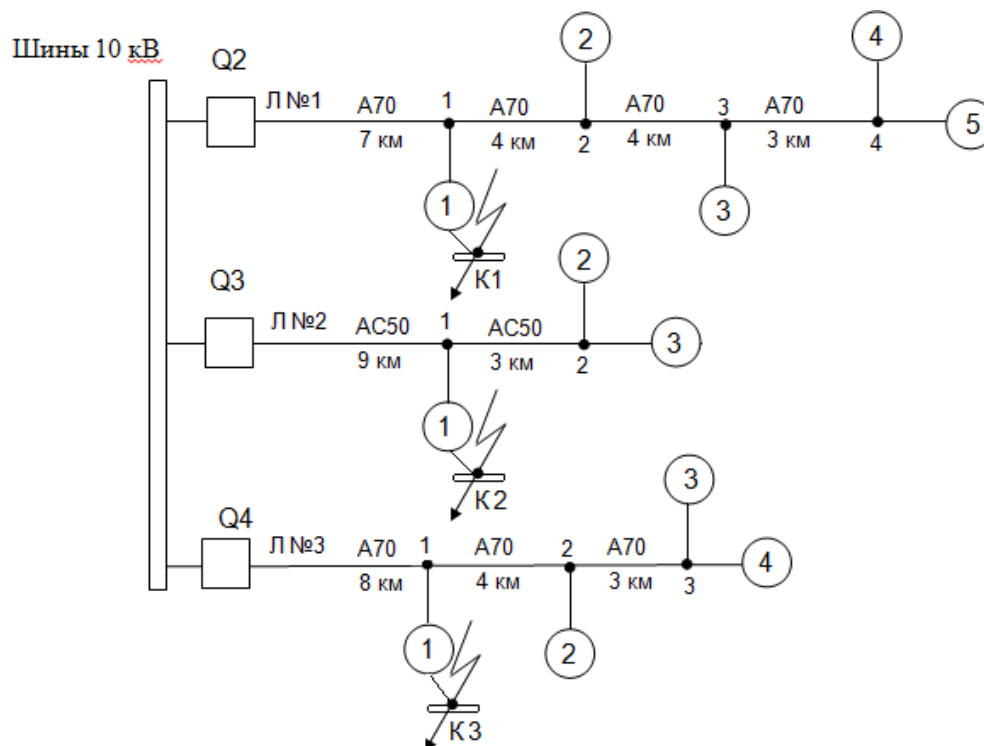
Трансформаторларды магниттеу соққыларының I_{HT} – тогы, А.

Тапсырмаға сәйкес жедел ток айнымалы болғандықтан, біз РСТ 11 сияқты максималды токтың статикалық релесін таңдаймыз. Сенімділік коэффициенті $K_n=1,15/2$ /қабылданады.

K_{cx} схемасының коэффициенті МТЗ $k_{cx}=1$ сияқты.

Желілердің жұмыс тогына сүйене отырып, ток трансформаторларының трансформация коэффициенті $CT=30/5$.

Ток кескішін есептеу кезінде қысқа тұйықталу токтарын анықтауға арналған 3.1-суретте көрсетілген.



3.1-сурет -Ток кескішін есептеу кезінде қысқа тұйықталу токтарын анықтауға арналған 10 кВ желісінің есептік схемасы

Үш фазалы қысқа тұйықталу тогын анықтау үшін біз сызықтардың есептелген сызбаларын жасаймыз және қысқа тұйықталу тогының мәнін есептеу қажет болатын нүктелерді саламыз. Бұл Шығыс желілеріндегі алғашқы трансформаторлардың артындағы нүкте болады. Сызылған нүктелері бар 10 кВ желісінің жобалық схемасы 13-суретте көрсетілген.

№ 1 жолдың учаскесі А 70 маркалы сыммен жасалған, сондықтан ТР 1 қуат трансформаторына дейінгі желінің кедергісі

$$Z_{Л1} = 7 \cdot \sqrt{0,42^2 + 0,4^2} = 4,060\text{м}$$

трансформатордың қысқа тұйықталу кернеуі $u_{кз} = 4,5\% / 2$, содан кейін трансформатордың кедергісі

$$Z_{ТП5} = \frac{4,5}{100} \cdot \frac{10^2}{0,16} = 28,130\text{м}$$

№1 сызықтың К1 нүктесінде 3 фазалық ҚТ кезінде ток беретін қосалқы станциядағы жүйе мен күштік трансформатордың кедергісінің аз болуына байланысты (ри-сунок13 қараңыз) мынадай деп анықтаймыз:

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{10 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot (4,06 + 28,13)} = 179,35\text{А}$$

Басқа нүктелер үшін (К2 К3) біз есептеуді ТП 10/0,4 кВ қуат трансформаторларының қуатын ескере отырып орындаймыз.
ҚТ токтарын есептеу нәтижелері 3.1-кестеде көрсетілген.
Есептеу нәтижелері 3.1-кестеде көрсетілген.

3.1-кесте - Үш фазалы ҚТ токтарын есептеу нәтижелері

Номер ВЛ	№1	№2	№3
Маркапровода	А-50	АС-70	А-70
Сопротивление Z_{0-1} , Ом	4,06	6,51	4,64
Мощность трансформатора, кВА	160	250	250
Сопротивление Z_T , Ом	28,13	18,0	18,0
Ток трехфазного КЗ, А	179,35	235,55	255,01

Әрбір 10кВ желісінің трансформаторларын магниттеу токтарының жиынтық лақтырысын Формула /2 бойынша анықтаймыз/:

$$\sum I_{нт} = \frac{\sum S_H}{\sqrt{3} \cdot U_H}$$

Содан кейін, сәйкесінше №1, №2 және №3 сызықтар үшін

$$\sum I_{нтл1} = \frac{160 + 100 + 63 + 40 \cdot 2}{\sqrt{3} \cdot 10} = 23,3A$$

$$\sum I_{нтл2} = \frac{250 + 160 + 100}{\sqrt{3} \cdot 10} = 29,44A$$

$$\sum I_{нтл3} = \frac{160 + 100 + 63}{\sqrt{3} \cdot 10} = 33,08A$$

Кесу тогын таңдау:

№1 желі үшін

$$I^I \geq \frac{1,15 \cdot 1}{6} \cdot 179,35 \geq 34,4A$$

$$I^I \geq \frac{(4 \dots 5) \cdot 23,3}{6} \geq 15,53 \dots 19,42A$$

№2 желі үшін

$$I^I \geq \frac{1,15 \cdot 1}{6} \cdot 235,55 \geq 45,1A$$

$$I^I \geq \frac{(4 \dots 5) \cdot 29,44}{6} \geq 19,63 \dots 24,53A$$

№3 желі үшін

$$I^I \geq \frac{1,15 \cdot 1}{6} \cdot 255,01 \geq 48,9A$$

Ең үлкен ток бойынша біз реледегі параметрлерді орнатамыз.

Біз РСТ 11-29 релесін қабылдаймыз, оның параметрлері 15.60 а; номиналды ток 16 А; реленің тұтыну қуаты минималды 0,8 ВА/4/.

Қондырғылар (реленің іске қосылу токтары) форм-мулге сәйкес алдыңғы тақтада бар бес ажыратқыштың көмегімен дискретті түрде орнатылады:

$$I_{C.P.} = I_{\min} \cdot (1 + \sum N),$$

мұндағы $I_{\min}$ -ставкадағы токтың минималды мәні, ал

$\sum N$ -реленің алдыңғы тақтасындағы қосқыштардың орналасуымен анықталатын сандардың қосындысы (орнату шкаласы).

Реледегі орнатылған қосқыштардың санын анықтаңыз

$$\sum N = \frac{I_{C.P.} - I_{\min}}{I_{\min}}$$

Содан кейін №1 сызық үшін

$$\sum N = \frac{34.4}{15} - 1 = 1,29,$$

Сондықтан көлденең қалыпта 0,1, 0,4 және 0,8 белгілеріне сәйкес келетін қосқыштарды орнату қажет. Бұл жағдайда токсиндердің құрамы:

$$I_{C.P.} = 15 \cdot (1 + 0,1 + 0,4 + 0,8) = 34,5A.$$

№ 3 желіге ТҚК үшін

$$\sum N = \frac{48.9}{15} - 1 = 2,26$$

Сондықтан көлденең қалыпта 0,1, 0,2, 0,4 және 1,6 белгілеріне сәйкес келетін қосқыштарды орнату қажет. Бұл жағдайда реленің іске қосу тогы

$$I_{C.P.}=15 \cdot (1+0,1+0,2+0,4+1,6)=49,5A.$$

Ток қиылысын әсер ету аймағының сезімталдығы мен шамасына тексеру қажет. Сезімталдық коэффициентін Формула/2 бойынша тексереміз

$$K_q = \frac{I_{Ki}}{I^I} \geq 2,0,$$

мұндағы I_{Ki} – қорғалатын аймақтың соңында екі фазалы қысқа тұйықталу тогы, А.

Мысалы, №1 сызық үшін сезімталдық коэффициенті:

$$k_{чл1} = \frac{448.1}{34.5 \cdot 6} = 2,16$$

демек, берілген сызықтағы ток кескішінің сезімталдығы қамтамасыз етіледі.

Лезде әрекет ететін ток кескішінің әрекет ету аймағын Формула /2 бойынша бағалаймыз/:

$$X^I = \frac{1}{X_L} \cdot \left(\frac{U_\Phi}{I^I} - X_C \right)$$

мұндағы I - барлық қорғалатын сызықтың индуктивті кедергісінен салыстырмалы бірліктердегі қорғау аймағының ұзындығы;

X_L -қорғалған Ом сызығының индуктивті кедергісі;

I^I – ток кескішінің іске қосылуының бастапқы тогы, А;

X_C - жүйенің минималды жұмыс режиміндегі индуктивті кедергісі, Ом.

Қорғалатын сызықтың индуктивті кедергісі келесі жолмен анықталады

5-кесте бойынша учаскелердің ұзындығын қосу. Мысалы, бірінші жолда индуктивті кедергі 7,2 Ом құрайды.

Содан кейін № 1 желідегі ТО қорғау аймағы:

$$X^I = \frac{1}{7,2} \cdot \left(\frac{10 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 34,5 \cdot 6} - 0,11 \right) = 3,86_{o.e.} > 0,2_{o.e.}$$

Осылайша, ағымдағы кесу сызықтың бүкіл ұзындығын қорғауға болады. Сондықтан қорғаудың бұл түрін қосымша қорғаныс ретінде қолданған жөн.

Қалған сызықтар үшін біз қорғаныс аймақтарын тексереміз. №2 желідегі ТҚК қорғау аймағы:

$$X^I = \frac{1}{4,8} \cdot \left(\frac{10 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 45,0 \cdot 6} - 0,11 \right) = 4,43_{o.e.} > 0,2_{o.e.}$$

Екінші сызық салыстырмалы түрде қысқа, сондықтан оны қосымша қорғаныс ретінде қолданған жөн.

№3 желідегі ТҚК қорғау аймағы:

$$X^I = \frac{1}{6,0} \cdot \left(\frac{10 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 49,5 \cdot 6} - 0,11 \right) = 3,22_{o.e.} > 0,2_{o.e.}$$

Үшінші жолда біз оны қосымша қорғаныс ретінде де қолданамыз.

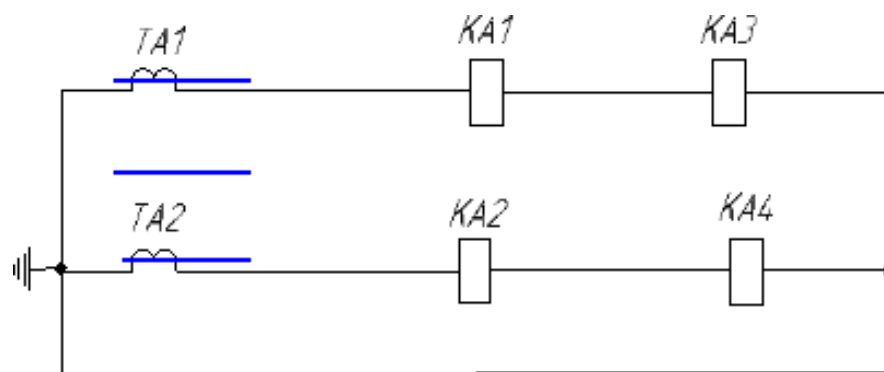
3.1 ӘЖ 10кВ электрлік принципті екі сатылы ток қорғанысының схемасын әзірлеу

Қорғаныс «толық емес жұлдыз» схемасы бойынша жүзеге асырылады. Қорғаныстың ток тізбектерінде РСТ – 11 типті КА1-КА4 ток релесі пайдаланылды. Қорғаныстың бірінші сатысы (КА1, КА2 релесі) уақыт кідіріссіз ток кескіші, ал екіншісі (реле КА3, КА4) - максималды ток қорғанысы болып табылады.

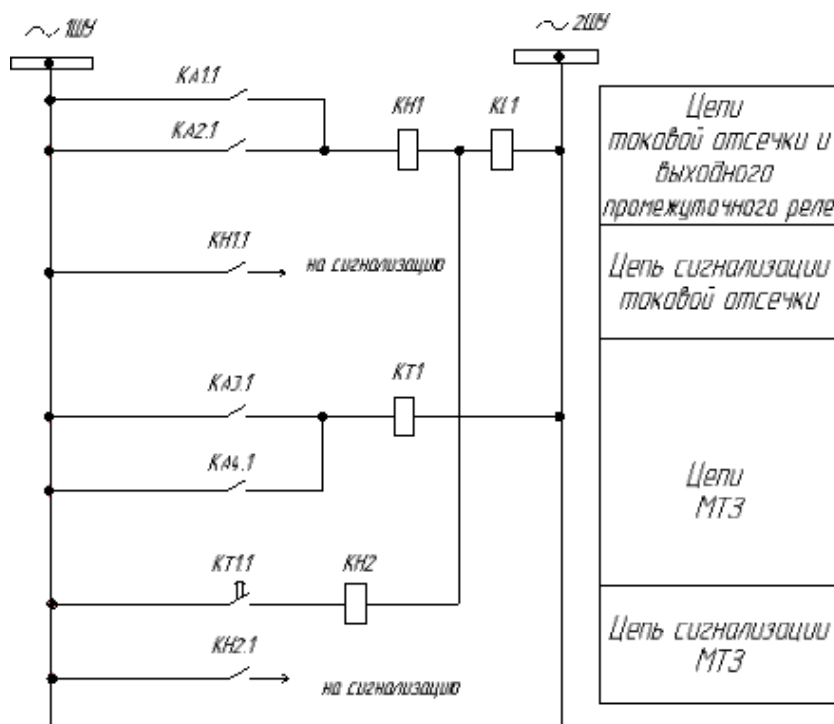
Уақыт релесі КТ1 уақыт релесі арқылы жасалады, ол ретінде РВ-215 типті реле қолданылады. Берілген уақыт ұсталымы өткеннен кейін КТ1.1 уақыт релесінің түйіспесін іске қосады және ажыратқыштың (сұлбада көрсетілген) екі күштік байланыспен байланысатын аралық дәлме-дәл КЛ1 басқару тізбегін жабады.

Электромагниттің әрекетінен кейін ажыратқыштарды өшіру және ажырату, уақытша орналасу кері қайтарылады.

Екі сатылы ток қорғанысының электрлік схемасы 10кВ 3.2-суретте көрсетілген.



а) екі сатылы қорғаныстың ток тізбектері



б) айнымалы жедел тоқты басқару тізбегі

3.2-сурет - МТЗ Электрлік схемалық диаграммасы

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста максималды ток қорғанысы «Толық емес жұлдыз» схемасы бойынша жүзеге асырылады. Қорғаныстың ток тізбектерінде РСТ – 11 типті КА1-КА4 ток релесі пайдаланылды. Қорғаныстың бірінші сатысы(КА1, КА2 релесі) уақыт кідіріссіз ток кескіші, ал екіншісі (релеКА3,КА4) - максималды ток қорғанысы болып табылады.

Уақыт релесі КТ1 уақыт релесі арқылы жасалады, ол ретінде РВ-215 типті реле қолданылады. Берілген уақыт ұсталымы өткеннен кейін КТ1.1 уақыт релесінің түйіспесін іске қосады және ажыратқыштың(сұлбада көрсетілген) екі күштік байланыспен байланысатын аралық дәлме-дәл КЛ1 басқару тізбегін жабады.

Қорғаныс схемасында орамалары аралық реленің қуат тізбегіне қосылған РУ-21 типті kn1 және КN2 көрсеткіш релелері қарастырылған. Кn1 Жарлық релесі КА1, КА2 контактілері бірінші сатылы ток кесуімен жабылған кезде іске қосылады; ал КN2 көрсеткіш релесі – уақыт (екінші сатылы қорғаныс) іске қосылған кезде.

Электромагниттің әрекетінен кейін ажыратқыштарды өшіру және ажырату, уақытша орналасу кері қайтарылады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Правила устройства установок (по состоянию на 1 января 2020 г.): с изменениями и дополнениями. – М.: КНОРУС, 2020. – 488 с.

2 Юндин М.А. Токовая защита электроустановок / М.А. Юндин. – СПб. Издательство «Лань», 2011. – 288с.

3 Юндин М.А. Курсовое и дипломное проектирование по электроснабжению сельского хозяйства / М.А. Юндин, А.М. Королев. – Издательство «Лань», 2011. – 320с.

4 Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения / В.А. Андреев. – М.: Высшая школа, 2006. – 639с.

5 Соловьев А.Л. Методические указания по выбору характеристик и уставок защиты электрооборудования с использованием микропроцессорных терминалов серии S E P A M производства фирмы Шнейдер Электрик. Методические указания с примерами. Часть 1 / А.Л. Соловьев – СПб.: Издательство ПЭИпк, 2005 – 48с

Устемирова Салтанат Батыралықизи

5B071800 - Электр энергетикасы мамандығы бойынша

6-35 кВ орташа кернеулі желілердегі максималды тоқтық қорғауды зерттеу

тақырыбындағы дипломдық жобасына

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

6-35 кВ орташа кернеулі желілердегі максималды тоқтық қорғауды зерттеуде максималды ток қорғанысының жұмыс принциптерін, желілердің ток қорғанысының параметрлерін есептеу әдістерін, релелік қорғаныс сызықтарының электрлік сызбаларын игерілген. Жобаланатын құрылғылардың өзара әрекеттесуін мұқият талданып, энергияны өндіру және бөлу технологиясының ерекшеліктерін, жобаланған релелік қорғаныстардың электр қосылыстарының схемаларын, тұтынушылар жұмысының ерекшеліктерін, токтың өлшеу трансформаторларының бастапқы және екінші тізбектеріндегі қалыпты, апаттық және авариядан кейінгі режимдерде болатын физикалық процестерді ескеріп, жүзеге асырылған.

Қорғаныс схемасында орамалары аралық реленің қуат тізбегіне қосылған RU-21 типті кн1 және KN2 көрсеткіш релелерін қарастырылған.

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылану негізінде Satbayev University – нің «5B071800 -Электр энергетикасы» мамандығы бойынша Устемирова Салтанат аталғыш мамандық бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, ал дипломдық жұмысы 96% (А) бағалауға болады деп санаймын.

Ғылыми жетекші
ҚазҰТЗУ «Энергетика» кафедрасының
лекторы


Г.Ш.Токпеисова
«24» 05 2022 жыл

Устемирова Салтанат Батыралықизи

5B071800 - Электр энергетикасы мамандығы бойынша

6-35 кВ орташа кернеулі желілердегі максималды тоқтық қорғауды зерттеу

тақырыбындағы дипломдық жобасына

СЫН – ПІКІР

6-35 кВ орташа кернеулі желілердегі максималды тоқтық қорғауды зерттеуде максималды ток қорғанысының жұмыс принциптерін, желілердің ток қорғанысының параметрлерін есептеу әдістерін, релелік қорғаныс сызықтарының электрлік сызбаларын игерілген. Жобаланатын құрылғылардың өзара әрекеттесуін мұқият талданып, энергияны өндіру және бөлу технологиясының ерекшеліктерін, жобаланған релелік қорғаныстардың электр қосылыстарының схемаларын, тұтынушылар жұмысының ерекшеліктерін, токтың өлшеу трансформаторларының бастапқы және екінші тізбектеріндегі қалыпты, апаттық және авариядан кейінгі режимдерде болатын физикалық процестерді ескеріп, жүзеге асырылған.

Қорғаныс схемасында орамалары аралық реленің қуат тізбегіне қосылған RU-21 типті kn1 және KN2 көрсеткіш релелерін қарастырылған.

Жоба бойынша ескерту

Дипломдық жұмыс бойынша ерекше ескертулер жоқ. Пайдалаған әдебиеттер тізімі бойынша жаңа мәліметтер пайдаланылуы керек. Оған қарамастан жұмыс толықтай дайын.

Жұмысты бағалау

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылану негізінде Satbayev University – нің «5B071800 -Электр энергетикасы» мамандығы бойынша Устемирова Салтанат аталғыш мамандық бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, ал дипломдық жұмысы 95% (А) бағалауға болады деп санаймын.

Пікір беруші

**АЭжБУ «Электр жетегі және өндірістік құрылғыларды автоматтандыру» кафедрасының
тех.ғылым.докторы, профессор**



«15» 05 2022 жыл

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Устемирова Салтанат Батыралықызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: 6-35 кВ орташа кернеулі желілердегі максималды тоқтық қорғауды зерттеу

Научный руководитель: Гулбаршын Токпеисова

Коэффициент Подобия 1: 1.8

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 43

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- ☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- ☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- ☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- ☐ Обоснование:

Дата
20.05.2022

Заведующий кафедрой Сарсембаев Б.А.


Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Устемирова Салтанат Батыралықызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: 6-35 кВ орташа кернеулі желілердегі максималды тоқтық корғауды зерттеу

Научный руководитель: Гулбаршын Токпеисова

Коэффициент Подобия 1: 1.8

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 43

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование: *Дипломная работа не является плагиатом
допускается к защите*

Дата

 *Токпеисова Г.М.*
проверяющий эксперт