ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Таменеев Ырзахан Куандыкович

Сызықты емес жүктемелерді қоректендіретін 10кВ электр торабының жұмыс режимдерін зерттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6В07101-«Энергетика»

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі
PhD,қауымдастырылғын
профессор
Е.А. Сарсенбаев
«31» 06 2023ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНИТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт энергетики
и машиностроения

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Сызықты емес жүктемелерді қоректендіретін 10кВ электр торабының жұмыс режимдерін зерттеу»

6В07101-«Энергетика» мамандығы бойынша

Орындаған Таменеев Ы.К.

Пікір беруші
«Ғ.Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, техн. ғыл. канд.
_____ Ш.Л. Утешкалиева
(қолы)
«___» _____2023ж.

Ғылыми жетекші
PhD, қауымдастырылған профессор
_____ Н.Е.Балгаев
(қолы)
«31» 05 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

6В07101-«Энергетика»

«БЕКІТЕМІН»
Кафедра меңгерушісі
PhD, қауымдастырылғын профессор
_____Е.А.Сарсенбаев
«16» 01 2023 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Студент *Таменеев Ырзахан Куандыкович*
Тақырыбы:*«Сызықты емес жүктемелерді қоректендіретін 10кВ электр торабының жұмыс режимдерін зерттеу»*
Университеттің академиялық мәселелер бойынша проректорының бұйрығымен бекітілген: *№ 408-п «23» қараша 2022 ж.*
Аяқталған жұмысқа тапсыру мерзімі *«30» мамыр 2023 ж.*
Дипломдық жұмыстың бастапқы берілгендері: Электр торабының желі ұзындықтары: $L_1 = 1{,}15$ км, $L_2 = 1{,}25$ км, $L_3 = 1{,}3$ км, $L_1 = 1{,}35$ км және электр торабының белсенді қуаттары берілді: $P_1 = 0{,}96$ МВт, $P_2 = 0{,}96$ МВт, $P_3 = 1{,}2$ МВт, $P_4 = 1{,}32$ МВт.
Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:
а) 10 кВ электр торабының параметрлерін есептеу;
б) Қосалқы станциялардың негізгі жабдықтарын таңдау және тексеру;
в) MATLAB бағдарламасында ЭЖ-нің моделін құрып, оның режимдерін зерттеу;
Сызбалық материалдар тізімі: *Сызбалық материалдарды слайдтармен дайындау;*
Ұсынылатын негізгі әдебиет: *12 атау*

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
10 кВ электр торабының параметрлерін есептеу	10.02.2023 ж.	шоқ
Қосалқы станциялардың негізгі жабдықтарын таңдау және тексеру	15.03.2023 ж.	шоқ
MATLAB бағдарламасында ЭЖ-нің моделін құрып, оның режимдерін зерттеу	20.05.2023 ж.	шоқ

Аяқталған жұмысқа қойылған
кеңесшілер мен норма бақылаушының
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер	Қол қойылған күні	Қолы
10 кВ электр торабының параметрлерін есептеу	Н.Е.Балгаев, қауымдастырылған профессор	10.02.23ж	
Қосалқы станциялардың негізгі жабдықтарын таңдау және тексеру	Н.Е.Балгаев, қауымдастырылған профессор	15.03.23ж	
MATLAB бағдарламасында ЭЖ-нің моделін құрып, оның режимдерін зерттеу	Н.Е.Балгаев, қауымдастырылған профессор	22.05.23ж	
Норма бақылау	Ә. О. Бердібеков, магистр, аға оқытушы	06.06.2023	

Жоба жетекшісі _____ Н.Е.Балгаев
(колы)

Тапсырманы орындауға алған студент _____ Ы.К.Таменеев
(колы)

Күні «16» 01 2023 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста сызықты емес жүктемелерді қоректендіретін 10кВ электр торабының жұмыс режимдеріне зерттеу жұмыстары жүргізіледі. Зерттеу барысында электр торабына және оның режимдеріне, сонымен қатар сызықты емес жүктемелеріне анықтама беріледі. Сондай-ақ, «MATLAB» қосымшасында моделдеу жұмыстары жүргізіледі. Және де нормалдық, авариялық, уақытша рұқсат етілетен режимдерді моделдеп, кернеу мен тоқтың графигтарын алдым.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе проводятся исследования режимов работы электрической сети 10кВ, питающей нелинейные нагрузки. В ходе исследования определяются электросеть и ее режимы, а также нелинейные нагрузки. Также работы по моделированию ведутся в приложении «MATLAB». И смоделировал нормальные, аварийные, временно допустимые режимы и получил графики напряжения и тока.

ANNOTATION

In this thesis work, research is being carried out on the operating modes of the 10kV electrical network supplying non-linear loads. During the study, the power grid and its modes, as well as non-linear loads, are determined. Also, modeling work is carried out in the MATLAB application. And he modeled normal, emergency, temporarily permissible modes and received voltage and current graphs.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Жалпы ақпарат	8
1.1	Электр желісі электр энергетикалық жүйенің бөлігі ретінде	8
1.2	Электр желілерінің классификациясы	9
1.3	Электр желілеріне қойылатын талаптар	10
1.4	Электр желілерінің жұмыс режимдері	11
2	Желілердегі синусоидалы емес режим мәселесінің өзектілігі	12
2.1	Синусоидалы емес токтар мен кернеулердің теріс салдары	12
3	Электр тораптарын жобалау	16
3.1	Электр беріліс желісінің схемаларын құру нұсқалары	16
3.2	Электр беріліс желісінің номиналды кернеуін таңдау	18
3.3	Қосалқы станцияларда күштік трансформатордың типін таңдау	19
3.4	Трансформаторлардың кедергілерін және шығындарын есептеу	21
4	Тұйықталмаған жүйелерді есептеу	26
4.1	Бірінші тұйықталмаған жүйедегі сымдардың қимасын және параметрлерін есептеу	26
4.2	Бірінші тұйықталмаған жүйе үшін желілерді қуат шығындары	29
4.3	Екінші тұйықталмаған жүйедегі сымдардың қимасын және параметрлерін есептеу	30
4.4	Екінші тұйықталмаған жүйе үшін желілерді қуат шығындары	33
5	ЭЖ-нің режимдерін MATLAB бағдарламасы арқылы зерттеу	35
5.1	MATLAB бағдарламасында жүйенің моделін құру	35
5.2	ЭЖ-нің нормалды жұмыс режимін зерттеу	39
5.3	ЭЖ-нің әр түрлі жүктеме кезіндегі уақытша рұқсат етілетін және авариялық режимдерін зерттеу	41
	Қорытынды	44
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	45

КІРІСПЕ

Дипломдық жұмыста жалпы электр желілеріне ақпарат келтіріледі. Электр желісі негізінде электр өндіру нүктесі мен электр энергиясын тұтыну нүктелерін байланыстырушы маңызды энергетикалық кешен болып табылады. Бұл ретте оның жұмыс режимдеріне зерттеулер жүргізіліп, есептеулер кәсіби тұрғыда жасақталады.

Электр энергетикалық жүйелердің режимдерінің параметрлері тұтынушыларды және тұтынушыларды электр энергиясымен қамтамасыз ететін екі электр желілерінің де жұмысының тиімділігі мен сенімділігін қамтамасыз етуі керек, бұл көбінесе электр энергиясының сапасымен анықталады. Егер электр энергиясының сапасы бұзылса, электр желілерінде энергияның жоғалуы артады, электр жабдықтарының қызмет ету мерзімі қысқарады, өнеркәсіптік кәсіпорындардың технологиялық жабдықтарының өнімділігі төмендейді. Қазіргі уақытта электр энергиясының сапасы саласындағы ең өзекті және ең өткір мәселе синусоидалы емес кернеу болып табылады. Бұл мәселе тек Қазақстан үшін ғана емес, әлемнің барлық елдері үшін де өзекті. Кернеу қисығы пішінінің бұрмалануын тудыратын ток гармоникасының көздері - сызықты емес жүктемелердің саны қарқынды және үздіксіз өсуде. Электр желілеріндегі токтар мен кернеулердің гармоникалық деңгейлері жоғарылап, экономикалық зиян келтіреді.

Электр беріліс желілері – электр жүйесінің бір бөлігі, құрамына қосалқы станциялар және әр түрлі кернеулі кабель және әуе желілері кіреді. Электр желісінің қызметі – электр энергиясын өндіретін жерден тұтынушыларға дейін жеткізу және оны тұтынушылар арасында тарату. Басқа энергия түрлерінен электр энергиясының тиімділігі – оны мыңдаған километр жерге асқан жылдамдықпен жеткізу мүмкінділігінің болуы. Бұл жұмысты энергия жүйесінің негізгі құрамды бөлігі – электр беріліс желілері (ЭБЖ) атқарады.

Энергожүйені жоспарлағанда қосымша күштік тұтынушыларды орнататындай жоспарланып, қуат коэффициенті жүйенің барлық жерінде жоғары деңгейде болып және де жүйеде электр энергия сапасын бақылайтын мүмкіндік болу керек. Осыған байланысты электрмен жабдықтауға төмендегідей талаптар қойылады: қорек көзінің сенімділігі, электр энергиясының сапасы, жекелеген элементтерді сақтау және қорғау. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың электр жабдықтау жүйесін жобалап жасау және қолдануда, электрлік жүктемені анықтау, қосалқы трансформаторлардың қуатын және санын, олардың сақтандырғыштарын таңдау қажет.

1 Жалпы ақпарат

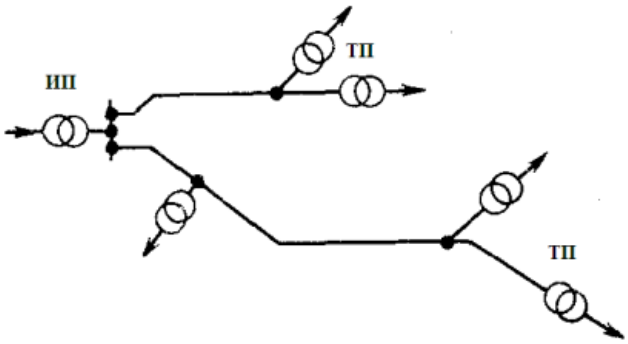
1.1 Электр желісі электр энергетикалық жүйенің бөлігі ретінде

Электр қуатының астында немесе электр жүйесі әдетте энергия жүйесінің электрлік бөлігі ретінде түсіндіріледі. Сонымен бірге энергетикалық жүйе деп энергияның барлық түрлерін алу, түрлендіру, бөлу және пайдалану тізбегіндегі барлық буындардың жиынтығы түсініледі. Сонымен, энергия жүйесі энергия көздерінен, қазандықтардан, турбиналық қондырғылардан, генераторлардан, қазандардан, электр беру желілерінен, трансформаторлардан және электр энергиясын тұтынушылардан тұрады. 1.1-суретте электр желісін қамтитын электр энергия жүйесінің схемасы көрсетілген.

1.1 сурет - Электр энергиясын өндіру, бөлу және тұтыну схемасы

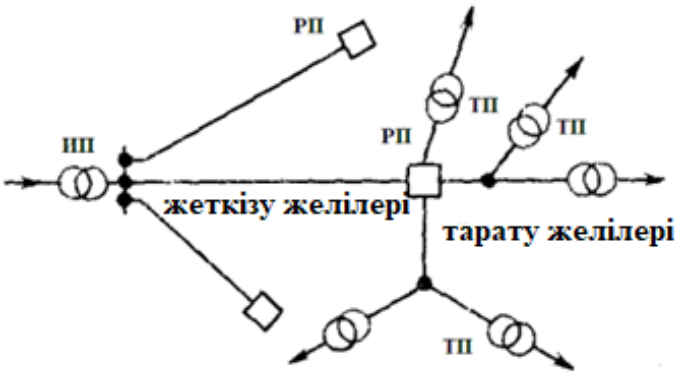
Электр желілері - электр энергиясын беру және тарату үшін арналған электр энергетикалық жүйесінің элементтері. Олар электр беру желілерінен, қосалқы станциялардан, тарату және коммутациялық пункттерден тұрады. Тағайындалуына қарай электр желілері таратушы және қоректендіруші болып бөлінеді.

Таратушы желісі электр қуатын қуат көзінен тұтынушы трансформатор нүктелеріне немесе егер ол төмен кернеу желісі болса, тұтынушылардың өздеріне беретін электр желісі деп аталады. Мұндай электр желісінің схемасы 1.2-суретте көрсетілген.



1.2 сурет - Таратушы электр желісі

Электр энергиясын тарату нүктелеріне немесе қосалқы станцияларға беретін электр желісін қоректендіру электр желілері деп аталады. Электрмен қоректендіру желісінің схемасы 1.3-суретте көрсетілген.



1.3 сурет – Электрмен қоректендіру желісі

1.2 Электр желілерінің классификациясы

Электр желілерін бірқатар көрсеткіштер бойынша жіктеген жөн, олардың негізгілері: конструкциясы, ток түрі, номиналды кернеу, желінің мақсаты, желілік сұлбаның конфигурациясы.

Конструктивті орындалуына сәйкес ауа, кабельдік желілер және ішкі сымдар ерекшеленеді. Әуе желісі - оқшаулағыштардың көмегімен тіректерге жер үстінде ілінетін оқшауланбаған сымдардан жасалған желі. Кабель - өзара және қоршаған ортадан оқшауланған сымдар жүйесі. Кабель арқылы жасалған желілер немесе кабельдік желілер әдетте жерге төселеді. Мұның өз артықшылықтары бар - қауіпсіздік, экспроприацияға қажетті аумақтың қысқаруы, сонымен қатар оның кемшіліктері - жоғары құны, пайдалану және зақымдануды жөндеу қиындығы, өндірістің күрделілігі.

Ток түріне қарай айнымалы және тұрақты ток желілері бөлінеді. Негізгі айнымалы ток желілері үш фазалы болып табылады. Тұрақты ток желілері қазіргі уақытта өнеркәсіптік кәсіпорындардың желілері үшін (мысалы, электролиз цехтарында, алюминий зауыттарында) салыстырмалы түрде сирек қолданылады.

Кернеу бойынша электр желілерін төменгі вольтты (1000 В дейін) және жоғары вольтты (1000 В жоғары) бөлуге болады.

Мақсаты бойынша желілер қоректендіруші және тарату болып бөлінеді. Қоректендіру желісі - электр энергиясын оның ұзындығы бойынша таратпай, электр орталығынан тарату нүктесін немесе қосалқы станцияны қоректендіретін желі. Тарату желісі - бұл бірқатар трансформаторлық қосалқы станцияларды немесе тұтынушылардың электр қондырғыларына кірістерді беретін желі.

Конфигурация бойынша желілік сұлбалар ашық және жабық болып бөлінеді. Ашық контурлы желілерге жүктемелері тек бір жағынан ғана электр

энергиясын қабылдай алатын желілермен құрылған желілер жатады. Жабық желілер тұтынушыларды кем дегенде екі жағынан электр энергиясымен қамтамасыз етуге болатын желілер деп аталады.

1.3 Электр желілеріне қойылатын талаптар

Электр желілері тұтынушыларды сенімді электрмен жабдықтауды және электр энергиясының қажетті мөлшерін қамтамасыз етуі керек. Сонымен қатар желілердің жұмысы ең жоғары тиімділік талаптарына сай болуы керек. Бұл дизайн шарттарына да, жұмыс жағдайларына да қатысты. Желіге қойылатын бес негізгі талап бар:

1) Жұмыс сенімділігі. Тұтынушыларды электрмен жабдықтаудың сенімділігі туралы мәселе желінің барлық дерлік элементтері уақыт өте келе бұзылғандықтан туындайды. Зақым найзағай белсенділігінің жоғарылауымен, желдің жоғарылауымен, ауыр мұз түзілімдерімен және т.б. Электрмен жабдықтаудың сенімділігін арттыру тек зақымдануды және артық желі элементтерін азайту арқылы ғана емес, сонымен қатар экономикалық тұрғыдан негізделген басқа әдістермен де қамтамасыз етілуі мүмкін. Сенімді қоректендіруді жүзеге асыру үшін резервтеуден басқа сенімді релелік қорғаныс және автоматика құрылғылары қажет.

2) Электр энергиясының сапасы. Әрбір тұтынушы жоғары сапалы электр энергиясын алуы керек. Бұл энергия сапасының негізгі көрсеткіштерімен анықталады: кернеу деңгейі; жиілік деңгейі; үш фазалы кернеудің симметриясы және кернеу қисығының пішіні. Электр қабылдағыштары көп заманауи кеңейтілген электр желілеріндегі электр энергиясының сапасы желінің көптеген жағдайларына байланысты. Бұл желінің әртүрлі орындарында іс жүзінде әртүрлі болып шығады, бірақ арнайы құрылғыларды пайдалану арқылы реттеуге болады.

3) Үнемділік. Желінің үнемді болуы үшін желілік тізбектердің ең қолайлы конфигурацияларын, сым қимасының кернеулерін және т.б. таңдау қажет. Сондықтан «түзетілген шығындар» деп аталатын белгіленген критерий бойынша бір-бірімен салыстырылатын бірқатар нұсқалар көрсетілген. Бұл критерий энергия шығындарын, күрделі салымдарды және залалды ескереді. Ең төмен құны бар опция оңтайлы болып табылады.

4) Қауіпсіздік және пайдаланудың қарапайымдылығы. Персоналдың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін Техникалық пайдалану ережелеріне сәйкес жерге тұйықтау, қоршаулар, дабылдар, арнайы киімдер және басқа құрылғылар қолданылады. Қауіпсіздікті қамтамасыз етумен қатар, пайдаланудың қарапайымдылығы да қамтамасыз етілуі керек: әртүрлі коммутациялардың ыңғайлылығы, жөнделетін жабдыққа қол жетімділік, тексеруге жеткілікті өту және т.б.

5) Әрі қарай даму мүмкіндігі. Жүктемелердің ұлғаюына, сондай-ақ жаңа тұтынушылардың үздіксіз пайда болуына байланысты электр желісі үнемі даму және қайта құру жағдайында болады. Желілер мен трансформаторлық қосалқы

станциялар ауыстырылып, қайта құрылуда. Электр желісін түбегейлі қайта құрусыз әрі қарай кеңейтуге болатындай етіп жобалау қажет.

1.4 Электр желілерінің жұмыс режимдері

Электр желілерінің жұмыс режимі желілердің ағымдағы жүктемесі, ток жиілігі, желіге қосылған электр қабылдағыштар мен қуат көздерінің кернеу деңгейі, желінің жерге қатысты кернеуі, бейтарап режимі, көп фазалы кернеу жүйесінің симметриясы, синусоидалы кернеу, өзара және жерге қатысты желілердің оқшаулау кедергісі. Электр желілерінің жұмыс режимдері төрт түрге бөлінеді:

1) Номиналды режим. Бұрын берілген параметрлердің олардың номиналды мәндерінен ауытқуы ұзақ мерзімді рұқсат етілгеннен аспайтын қалыпты режим;
2) Өтпелі процес режим. Олар өтпелі процестерді де (мысалы, көптеген қозғалтқыштардың бір уақытта өздігінен іске қосылуынан туындаған) және жаңа қуат жағдайларындағы тұрақты күй жағдайларын қосады, көбінесе қуаты шектеулі.
3) Авариялық режим. Желі элементтері үшін қауіпті асқын токтармен немесе басқа да жол берілмейтін құбылыстармен сипатталатын авариялық режимдер (мысалы, қысқа тұйықталу, сымның үзілуі); олар, әдетте, өтпелі (тұрақсыз) сипатқа ие;
4) Уақытша рұқсат етілген режим. Бұрын берілген параметрлердің ауытқуларына белгілі бір шектеулі уақыт ішінде желіге және одан қоректенетін қабылдағыштарға елеулі зақым келтірместен рұқсат етілетін уақытша рұқсат етілген режимдер (мысалы, күштік трансформаторлардың жүйелі түрде шамадан тыс жүктелуі);

Электрмен жабдықтау жүйелерін пайдалану кезінде электр қабылдағыштарды сенімді электрмен жабдықтауды қамтамасыз ету үшін бірнеше сағаттан бірнеше күнге дейінгі кезеңдегі электр жабдықтарының қысқа мерзімді шамадан тыс жүктелу режимдерін ескеру қажет. Бұл режимдер электр жабдықтары (желілік, трансформаторлар, шиналар секциялары және т.б.) зақымданған немесе ажыратылған жағдайда орын алады және тіпті жобалау кезінде де алдын ала болжануы керек. Содан кейін жұмыс жағдайында электрмен жабдықтаудың сенімділігі айтарлықтай артады.

Электр жабдығын шамадан тыс жүктеу қажеттілігі тек апаттан кейінгі жағдайларда ғана емес, сонымен қатар ғимараттың электр жүктемесінің жоғарылауы жағдайында да туындайды. Орташа алғанда, әуе және кабельдік желілер 30-35% артық жүктемеге мүмкіндік береді; күштік трансформаторлар үшін, жүйелі шамадан тыс жүктеме оның ұзақтығына байланысты 30%, ал авариялық - 40% немесе одан да көп болуы мүмкін.

2 Желілердегі синусоидалды емес режимдер мәселесінің өзектілігі

Тұтынушыларды электрмен жабдықтаудың сенімділігі мен тиімділігін анықтайтын маңызды мәселелердің бірі – электр энергиясының сапасының проблемасы. Электр жабдықтарының сенімділігі, оның мақсатына сәйкес жұмыс істеуі және қызмет ету мерзімі электр энергиясының сапасына байланысты.

Синусоидалды емес кернеуді сипаттайтын кернеудің гармоникалық құрамдас бөліктерінің коэффициенттері (KU(n) , n - гармоникалық сан) және гармоникалық компоненттердің жиынтық коэффициенті (KU), қоректендіретін электр желілеріндегі стандартты мәндерден айтарлықтай асып түседі. Электрлендірілген темір жолдар, алюминий және металлургия зауыттары және басқа да кәсіпорындар. Синусоидалы емес режимдер желіден синусоидалы емес токты тұтынатын сызықты емес ток-кернеу сипаттамалары бар электр жабдығы бар жүктемелерден туындайды. Желінің элементтері арқылы синусоидалы емес ток өтеді, оларда синусоидалы емес кернеудің төмендеуін тудырады, нәтижесінде желі түйіндеріндегі кернеулер синусоидалы емес болып шығады. Осылайша, электр желісінде ток пен кернеудің гармоникалық құрамдас бөліктері пайда болады (бұдан әрі - ток пен кернеу гармоникасы).

Сызықты емес жүктердің саны адамдар өмірінің барлық салаларында: өндірісте, көлікте, күнделікті өмірде қарқынды және үздіксіз өсуде. Жұмыс принципі бойынша сызықты емес электр жабдықтары үш топқа бөлінеді: ферромагниттік, доғалық және электронды. Ферромагниттік электр жабдығының құрамында негізгі жиілікте (бірінші гармонияда) алынған энергияның 1%-ын басқа гармоникада энергияға айналдыратын ферромагниттік өзектер – қозғалтқыштар, трансформаторлар, генераторлар және т.б. Электр разряды негізінде жұмыс істейтін доғалық электр жабдығы – электр дәнекерлеу аппаратурасы, доғалық балқыту пештері, доғалы сынапты шамдар, люминесцентті лампалар және т.б, бірінші гармоникада алынған энергияның 10%-ын басқа гармоникада энергияға айналдырады. Электрондық жабдық – түзеткіштер мен түрлендіргіштер, бірінші гармоникада алынған электр энергиясының 20-30%-ын басқа гармоникадағы энергияға түрлендіреді. Түзеткіштер кеңінен қолданылады. Олар айнымалы ток жиілігінің жетегінің ажырамас бөлігі, тұрақты ток жетегі, үздіксіз қоректендіру көздері, инверторлар, PLC, түрлендіргіштер, жұмсақ стартер, жоғары жиілікті балқыту пештері және т.б.

2.1 Синусоидалды емес токтар мен кернеулердің теріс салдары

Токтар мен кернеулердің гармоникасы тұтынушылардың жабдықтары мен электр желілеріне зиянды әсер етіп, электр энергиясының қосымша ысыраптарын тудырады, экономикалық зиян келтіреді. Деректері бойынша

гармоникаға байланысты шығындар электр энергиясының сапасыздығынан барлық шығындардың 5,4% құрайды.

Гармоника күштік трансформаторларға кері әсер етеді. Трансформаторлардағы гармоника әсерінен болатын қосымша ысыраптар энергияның айтарлықтай жоғалуына әкелуі мүмкін және трансформаторлардың қызып кетуіне байланысты істен шығуына әкеледі. Кернеу гармоникасы трансформаторларда гистерезис жоғалтуларының және болаттағы құйынды токтармен байланысты жоғалтулардың, сондай-ақ орамдардағы жоғалтулардың өсуін тудырады. Трансформатор орамдары арқылы өтетін синусоидалы емес токтар тері әсерінен және жақындық әсерінен трансформатор орамдарының белсенді кедергісінің жоғарылауын тудырады, бұл қосымша қыздыру мен қуат жоғалтуына әкеледі. Трансформатордың қызмет ету мерзімі оның бөліктерінің қызуына байланысты, ал температура көтерілген сайын ол тез қысқарады. Трансформатор орамаларында құйынды токтардың пайда болуының себебі ток гармоникасы болып табылады, бұл қосымша қуат жоғалтуын және қызып кетуді тудырады. Сызықтық жүктемелер кезінде құйынды ток шығындары жалпы шығындардың шамамен 5% құрайды, ал сызықты емес жүктеме кезінде олар кейде 15–20 есе артады. Гармониялар болған жағдайда, трансформаторлық резервуардың жергілікті қызып кетуі де байқалады, оқшаулаудың қызмет ету мерзімі қысқарады.

Генераторлар мен қозғалтқыштарда синусоидалы емес кернеу жағдайында статор мен ротор орамаларында қосымша шығындар пайда болады. Сондай-ақ статор мен ротордың болатында қосымша жоғалтулар бар. Жалпы кернеудің гармоникалық коэффициентінің 10–15%-ға ұлғаюымен асинхронды электр қозғалтқышының білігінің қуат коэффициенті мен айналу моменті төмендейді. Гармониктер генераторлар мен қозғалтқыштардың жалпы температурасының жоғарылауына, ротордағы жергілікті қызып кетуге және оқшаулаудың қызмет ету мерзімінің қысқаруына әкеледі.

Кабельдерде ток гармоникасы тиімді ток шамасының жоғарылауына байланысты фазада және бейтарап өткізгіштерде қосымша белсенді шығындарды тудырады. Бұл жоғалтулар өткізгіштер мен кабельдердің жұмыс температурасының жоғарылауына әкеледі . Ток гармоникасы кабельді оқшаулаудағы шығындарды арттырады. Гармониктер сонымен қатар EHV желілеріндегі кабельдердің қызып кетуіне және зақымдалуына әкеледі. Синусоидалы емес режимде сымдар мен кабельдердің оқшаулауының қартаюы жоғарылайды. 2,5 жыл жұмыс істегеннен кейін 6–8,5% шегінде кернеу қисығындағы гармоника деңгейінде ағып кету токтары орташа есеппен 36%, 3,5 жылдан кейін кабельдер синусоидалы кернеуде жұмыс істеген кездегіден 43% жоғары болады.

Гармоника жүктеменің реактивті қуатын өтеу үшін қолданылатын конденсаторлық банктердің жұмысына теріс әсер етеді. Синусоидалы емес кернеумен кейбір жағдайларда конденсаторлық банктер ісіну мен жарылыс нәтижесінде өте тез істен шығады. Конденсаторлардың бұзылуының себебі олардың ток гармоникасымен жүйелі түрде шамадан тыс жүктелуі болып

табылады, ол, әдетте, гармоникалардың бірінің жиілігінде желіде резонанстық режим пайда болған кезде пайда болады. Конденсаторлық банктер ұзақ уақыт бойы жұмыс істей алады, егер олар ток гармоникасымен номиналды токтың 30% аспайтын мөлшерде шамадан тыс жүктелсе. Рұқсат етілген кернеу ұлғаюы 10%. Бұл жағдайларда конденсаторлық банктердің ұзақ мерзімді жұмысы кезінде олардың қызмет ету мерзімі қысқарады, өйткені кернеу қисығында гармоникалардың болуы, тіпті рұқсат етілген шектерде де, конденсатор диэлектриктерінің қарқынды қартаю процесіне әкеледі. Ток гармоникасынан туындаған қосымша қыздыру конденсатор банктерінің қызмет ету мерзімін қысқартады. Кернеу гармоникасының болуы жоғары жұмыс температурасында конденсаторлардағы диэлектрлік шығындарды арттырады және олардың жұмыс істеу сенімділігін төмендетеді.

Гармоникалық әсерлер электрлік өлшеу құралдарында өлшеу қателіктерін тудырады. Синусоидалы емес токтар мен кернеулер кезінде электр энергиясын есепке алу елеулі қателіктермен байланысты. Қателер тұтынылған электр энергиясының толық есепке алынбауына әкеледі. Гармоникалық заттардың болуы қуат коэффициентін өлшеудің дәлдігін де төмендетеді. Электр энергиясын есепке алу үшін жиі 50 Гц-тен жоғары жиіліктерде теріс жиілік қатесі бар индукциялық жүйе есептегіштері қолданылады. Кернеу бұрмалануы 7–10% және 5-ші, 7-ші, 11-ші және 13-ші ток гармоникаларының басымдығы бар тиристорлық түрлендіргіштер тұтынатын энергияны өлшеудегі оң қателер 4-6% жетуі мүмкін. Индукциялық өлшеуіштердің қателіктеріне синусоидалы еместік әсері 11 және 13 гармоника жиіліктерінде айқын көрінеді. Синусоидалы емес кернеулер мен токтардағы активті және реактивті энергиялардың индукциялық өлшегіштері арқылы электр энергиясын есепке алудағы қателік 10%-ға жетуі мүмкін. Гармониялар кейбір релелік қорғаныстардың жалған шығуын тудырады, жартылай өткізгіш элементтері бар құрылғыларға айтарлықтай кері әсер етеді. Гармоникалық заттардың болуы қорғаныс құрылғыларының ішкі элементтерін қосымша қыздыру салдарынан сақтандырғыштар мен автоматты ажыратқыштардың негізсіз жұмыс істеуіне әкелуі мүмкін.

Қуат және телекоммуникациялық кабельдер бір-біріне жақын орналасса, электрлік кабельдердегі ток гармоникасының ағымына байланысты телекоммуникация желілерінде кедергілер туындауы мүмкін. Үшке еселік гармоникалар телекоммуникацияға ең үлкен әсер етеді. Гармоникалық сан неғұрлым жоғары болса, соғұрлым телекоммуникациялық кабельдердегі олар тудыратын кедергілердің деңгейі жоғары болады. Кедергінің жоғары мәні бар желіде ток гармоникасының болуы кернеудің бұрмалануының ұлғаюына әкеледі және өту нүктесінің қоректену кернеуінің қисығының нөлдік мәні арқылы жылжуын тудыруы мүмкін. Бұл желідегі шу мен радиокедергілердің деңгейін арттырады. Кернеу мен ток гармоникасы қазіргі заманғы медициналық құрал-жабдықтарды [қолдану нәтижесінде пайда болады, оның құрамына магнитті-резонансты томографтар, ультрадыбыстық аппаратуралар, лазерлік хирургиялық жабдықтар, рентген аппараттары, гамма камералар және

т.б. Кернеу гармоникасы дисплейлерде кескіннің бұрмалануы, мәліметтердің өзгеруі, жабдықты блоктау, басқару және дабыл жүйелеріндегі ақаулар түрінде медициналық жабдықтың жұмысындағы ақауларды тудырады. Электрмен жабдықтау кернеуінде гармоникалардың болуы деректерді өңдеу немесе сақтау кезінде қате нәтижелерге әкелуі мүмкін, бұл медициналық мекемедегі науқастардың денсаулық жағдайын сенімсіз диагностикалауға әкелуі мүмкін.

Жоғарыда аталған салдарлар энергетикалық сектор мен Қазақстан экономикасын дамытудың жаңа бағыттарына байланысты электр энергиясының сапасы саласындағы маңызды мәселелердің бірі ретінде синусоидалы емес режимдерге мұқият назар аударуды талап етеді.

Гармониканың белсенді энергиясы электр жабдықтары мен желілік элементтерде таралады, бұл электр энергиясының жоғалуын тудырады. [26] жұмысында синусоидалы емес режимдерде электр энергиясын жеткізушілер мен тұтынушылардың қаржылық шығындары туралы мәселелер көтерілген. Электр энергиясын есептегіштер тек бірінші гармониканың ғана емес, басқаларының да белсенді энергиясын өлшейді. Осы себепті электр энергиясын жеткізушілер мен тұтынушылар тұтынылған электр энергиясына ақы төлеу кезінде қосымша шығындарға ие болады.

3 Электр тораптарын жобалау

3.1-кесте- Желінің ұзындығы және тораптардың қуатының берілген мәндері

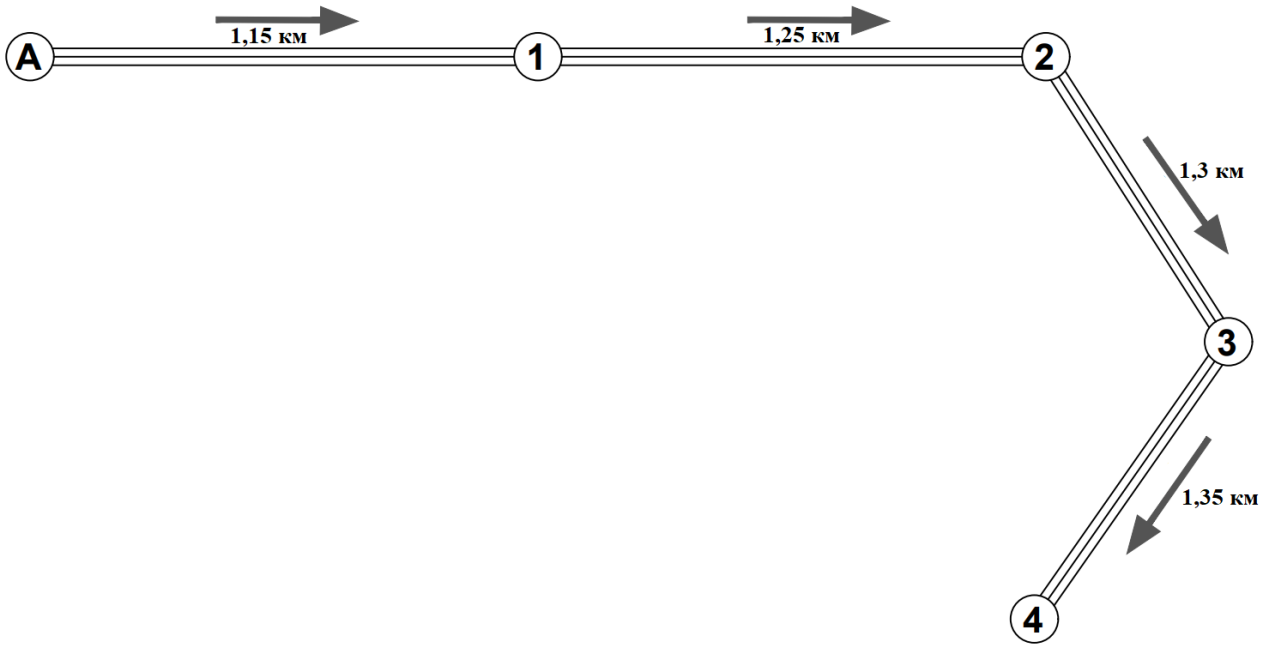
P_1, МВт	P_2, МВт	P_3, МВт	P_4, МВт	L_1, км	L_2, км	L_3, км	L_4, км
0,96	0,96	1,2	1,32	1,15	1,25	1,3	1,35

Қосымша берілген мәндер:

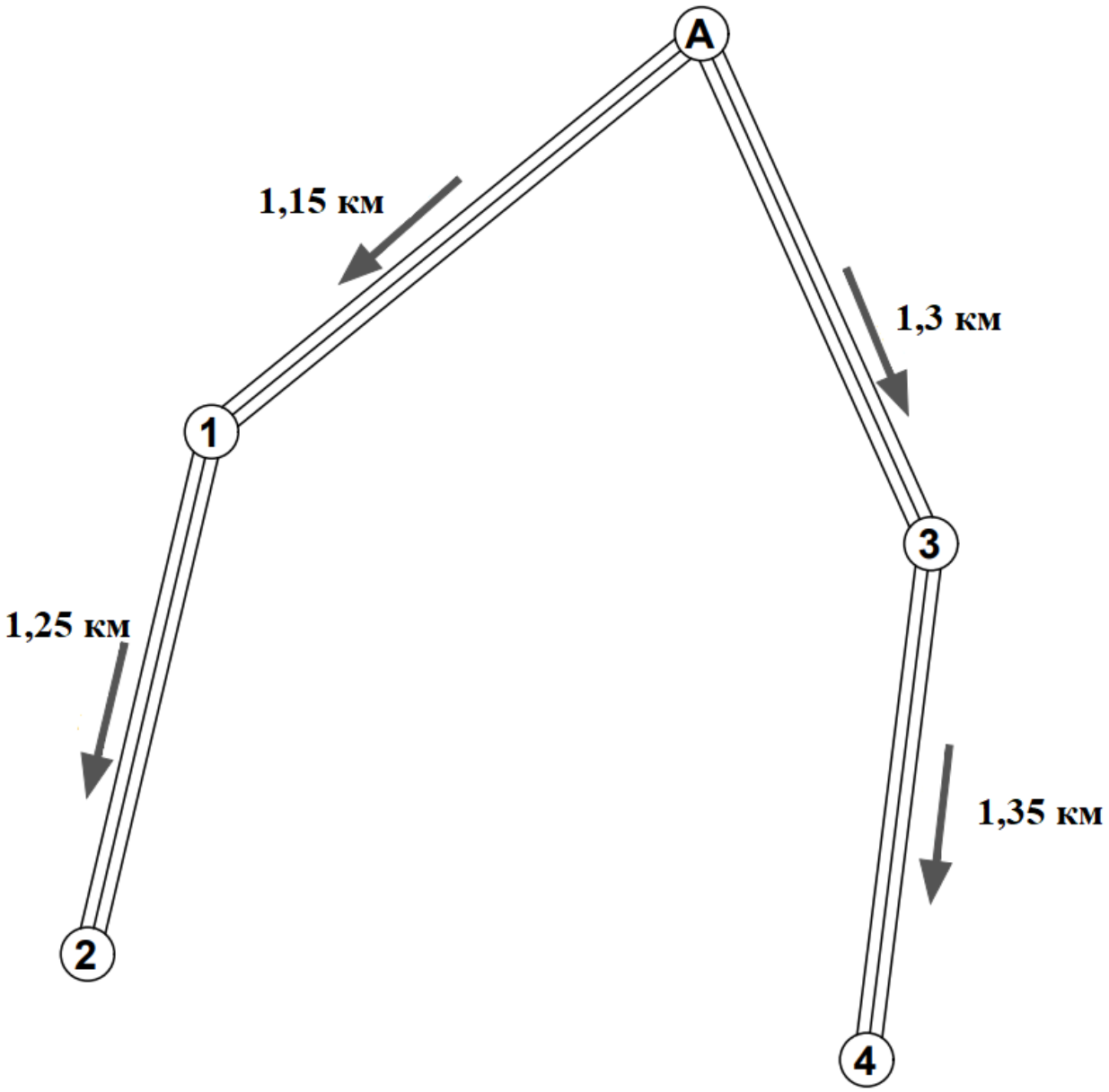
$T_{max} = 3000$ сағ; $cos\varphi = 0{,}8$; $tg\varphi = 0{,}75$; Көктайғақ бойынша I-ші аудан

3.1 Электр беріліс желісінің схемаларын құру нұсқалары

Әртүрлі объектілерінің жұмыс істеу жағдайларының алуан түрлілігі олардың элетрмен жабдықтау схемасының алуан түрлі болуына себепші болады. Тұтынушылардың қоректену схемалары энергия көзінің қашықтығына, берілген ауданның электрэнергетика жабдықтаудың жалпы схемасына, тұтынушылардың территориялық орналасуымен олардың қуатына, сенімділіген қойылатын талаптарға және т.б. тәуелді.



3.1-сурет – Бірінші тұйықталмаған жүйедегі электр беріліс желісінің схемасы



3.2-сурет – Екінші тұйықталмаған жүйедегі электр беріліс желісінің схемасы

Осы курстық жұмыста мен екі схеманы қарастырамын. (3.1-сурет) және (3.2-сурет) екеуіде тұйықталмаған болып келеді. Бізге, экономикалық жағынан тиімді және тұтынушыларға электр қуатын үзіліссіз таратуды қамтамасыз ету, электр энергияны аймақтарға сенімді және тиімді тарату басты мақсат болып келеді. Осыған байланысты бізге ең тиімді сұлба таңдау басты шарттардың біріне кіреді.

3.2 Электр беріліс желісінің номиналды кернеуін таңдау

Желінің номинал кернеуін таңдау күрделі технико-экономикалық есеп болып табылады. Ол көптеген факторларға байланысты. Мысалы, кернеуінің

мәні төмен желі жабдықтарының және құрылыстарының құны аз болады. Кернеудің ұлғаюына байланысты қуат және энергия шығындары азаяды, электрлік желіні дамыту жағдайлары жақсарады. Сол үшін Г.А. Илларионов формуласын қолданамыз.

Г.А. Илларионов формуласы бойынша номиналды кернеуі осы формула бойынша анықталады:

$$U = \sqrt{P \cdot (100 + 15\sqrt{L})}, \text{кВ} \qquad (1.1)$$

мұндағы U-желідегі кернеу, кВ;
l-желінің ұзындығы, км;
P-активті қуат, кВт.

$$U_1 = \sqrt{0{,}96 \cdot (100 + 15\sqrt{1{,}15})} = 10{,}55\text{кВ},$$

$$U_2 = \sqrt{0{,}96 \cdot (100 + 15\sqrt{1{,}25})} = 10{,}58 \text{ кВ},$$

$$U_3 = \sqrt{1{,}2 \cdot (100 + 15\sqrt{1{,}3})} = 11{,}85 \text{ кВ},$$

$$U_4 = \sqrt{1{,}32 \cdot (100 + 15\sqrt{1{,}32})} = 12{,}45 \text{ кВ}.$$

Одан әрі желінің номиналды кернеуін 10 кВ аламыз, кернеуді анықтаған соң, желінің активті және реактивті қуаттарын табамыз, біздің жағдайда активті қуат бізге белгілі

$$Q = P \cdot tg\varphi \text{ , МВар} \qquad (1.3)$$

$$Q_1 = 0{,}96 \cdot 0{,}75 = 0{,}72 \text{ МВАр},$$

$$Q_2 = 0{,}96 \cdot 0{,}75 = 0{,}72 \text{ МВАр},$$

$$Q_3 = 1{,}2 \cdot 0{,}75 = 0{,}9 \text{ МВАр},$$

$$Q_4 = 1{,}32 \cdot 0{,}75 = 0{,}99 \text{ МВАр}.$$

$$S_{\text{н}} = \sqrt{P^2 + Q^2}, \text{ МВА} \qquad (1.4)$$

мұндағы P- активті жүктеме, кВт;
Q – реактивті жүктеме, квар

$$S_1 = \sqrt{0{,}96^2 + 0{,}72^2} = 1{,}2 \text{ МВА},$$

$$S_2 = \sqrt{0{,}96^2 + 0{,}72^2} = 1{,}2 \text{ МВА},$$

$$S_3 = \sqrt{1{,}2^2 + 0{,}9^2} = 1{,}5 \text{ МВА},$$

$$S_4 = \sqrt{1{,}32^2 + 0{,}75^2} = 1{,}65 \text{ МВА}..$$

3.3 Қосалқы станцияларда күштік трансформатордың типін таңдау

Күштік трансформаторлардың типін және қуатын анықтау
Қосалқы станция үшін:

$$S_{\text{тр}} \geq \frac{S_{\text{н}}}{1{,}4}. \qquad (1.5)$$

мұндағы, $S_{\text{н}}$ – толық жүктеме, МВА.

Қосалқы станциялардағы жүктеме мен номиналды кернеу бойынша таңдалады

№1 қосалқы станция үшін

$$S_{\text{тр1}} \geq \frac{1{,}2}{1{,}4} = 0{,}857 \text{ МВА}.$$

3.2- кестеде №1 қосалқы станция үшін таңдалған ТМ – 1000/10 типті трансформатордың параметрлері көрсетілген.

3.2-кесте –ТМ-1000/10 типті трансформатордың параметрлері

$S_{\text{ном}}$, МВА	Орамдағы кернеу, кВ		Активті шығындар, кВт		$I_{x\%}$	$U_{\text{к}}$,%
	ВН	НН	$P_{\text{х}}$	$P_{\text{к}}$		
1	10	0,4	2,45	12,2	1,4	5,5

№2 қосалқы станция үшін

$$S_{\text{тр2}} \geq \frac{1{,}2}{1{,}4} = 0{,}857 \text{ МВА}.$$

№2 қосалқы станция үшін ТМ – 1000/10 типті трансформатор таңдалады. Бұл трансформатордың параметрлері жоғарғы 3.3-кестеде келтірілген.

3.3-кесте –ТМ-1000/10 типті трансформатордың параметрлері

$S_{ном}$, МВА	Орамдағы кернеу, кВ		Активті шығындар, кВт		$I_{х\%}$	$U_к$,%
	ВН	НН	$P_х$	$P_к$		
1	10	0,4	2,45	12,2	1,4	5,5

№3 қосалқы станция үшін

$$S_{тр3} \geq \frac{1,5}{1,4} = 1,07 \text{ МВА}.$$

№3 қосалқы станция үшін ТМ – 1600/10 типті трансформатор таңдалады. Бұл трансформатордың параметрлері жоғарғы 3.4-кестеде келтірілген.

3.4-кесте –ТМ-1600/10 типті трансформатордың параметрлері

$S_{ном}$, МВА	Орамдағы кернеу, кВ		Активті шығындар, кВт		$I_{х\%}$	$U_к$,%
	ВН	НН	$P_х$	$P_к$		
1,6	10	0,69	2,8	18	1,5	5,5

№4 қосалқы станция үшін

$$S_{тр4} \geq \frac{1,65}{1,4} = 1,17 \text{ МВА}.$$

3.5 - кестеде №4 қосалқы станция үшін ТМ-1600/10 таңдалған типті атрансформатордың параметрлері көрсетілген.

3.5-кесте – ТМ-1600/10 типті трансформатордың параметрлері

$S_{ном}$, МВА	Орамдағы кернеу, кВ		Активті шығындар, кВт		$I_{х\%}$	$U_к$,%
	ВН	НН	$P_х$	$P_к$		
1,6	10	0,69	2,8	18	1,5	5,5

3.4 Трансформаторлардың кедергілерін және шығындарын есептеу

Трансформатордың активті меншікті кедергісі:

$$r_{\text{тр}} = \frac{P_{\text{к}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{трн}}^2}\ , \text{Ом} \tag{1.6}$$

мұндағы $U_{\text{н}}$ – желінің номиналды кернеуі, кВ;

$\Delta P к$ – трансформатордың қысқа тұйықталу кезіндегі активті шығын, кВт;

Трансформатордың реактивті меншікті кедергісі:

$$x_{\text{тр}} = \frac{U_{\text{к}} \cdot U^2}{100 \cdot S_{\text{к}}}, \text{Ом} \tag{1.7}$$

$$\Delta Q = \frac{I_x \cdot S_{\text{трн}}}{100}, \text{МВАр} \tag{1.8}$$

мұндағы $\Delta P_{\text{хх}}$ – трансформатордың бос жүріс кезіндегі активті шығын, кВт;

$\Delta Q_{\text{хх}}$ – трансформатордың бос жүріс кезіндегі реактивті шығыны, квар;

$I_{\text{х}}$ – трансфориатордағы бос жүріс тоғы, %.

$$\Delta P_{\text{тр}} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot r_{\text{тр}}, \text{МВт} \tag{1.9}$$

$$\Delta Q_{\text{тр}} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot x_{\text{тр}}, \text{МВАр} \tag{1.10}$$

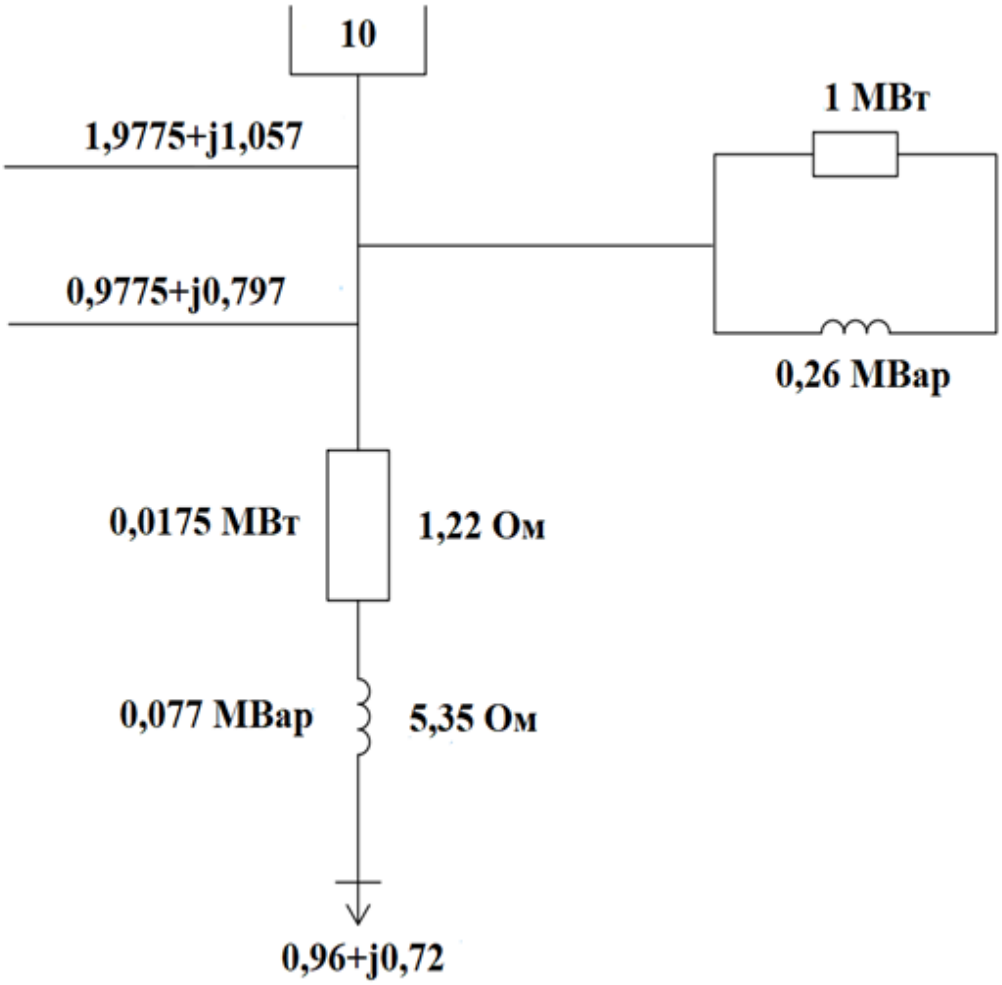
мұндағы $U_{\text{н}}$ – желінің номиналды кернеуі, кВ;

$r_{\text{тр}}$ – трансформатордың активті меншікті кедергісі, Ом;

$x_{\text{тр}}$ – трансфориатордың реактивті меншікті кедергісі, Ом.

№1 қосалқы станция үшін

Трансформатор типі: ТМ-1000/10 екі орамды трансформатордың алмастыру схемасы 3.3 – суретте көрсетілген.



3.3-сурет –Екі орамды трансформатордың алмастыру схемасы

Параметрлері:

$$r_{\text{тр}} = 1{,}22 \text{ Ом},\ \text{x}_{\text{тр}} = 5{,}35 \text{ Ом},$$

$$\Delta P_{\text{тр}} = \frac{0{,}96^2 + 0{,}72^2}{10^2} \cdot 1{,}22 = 0{,}0175 \text{ МВт},$$

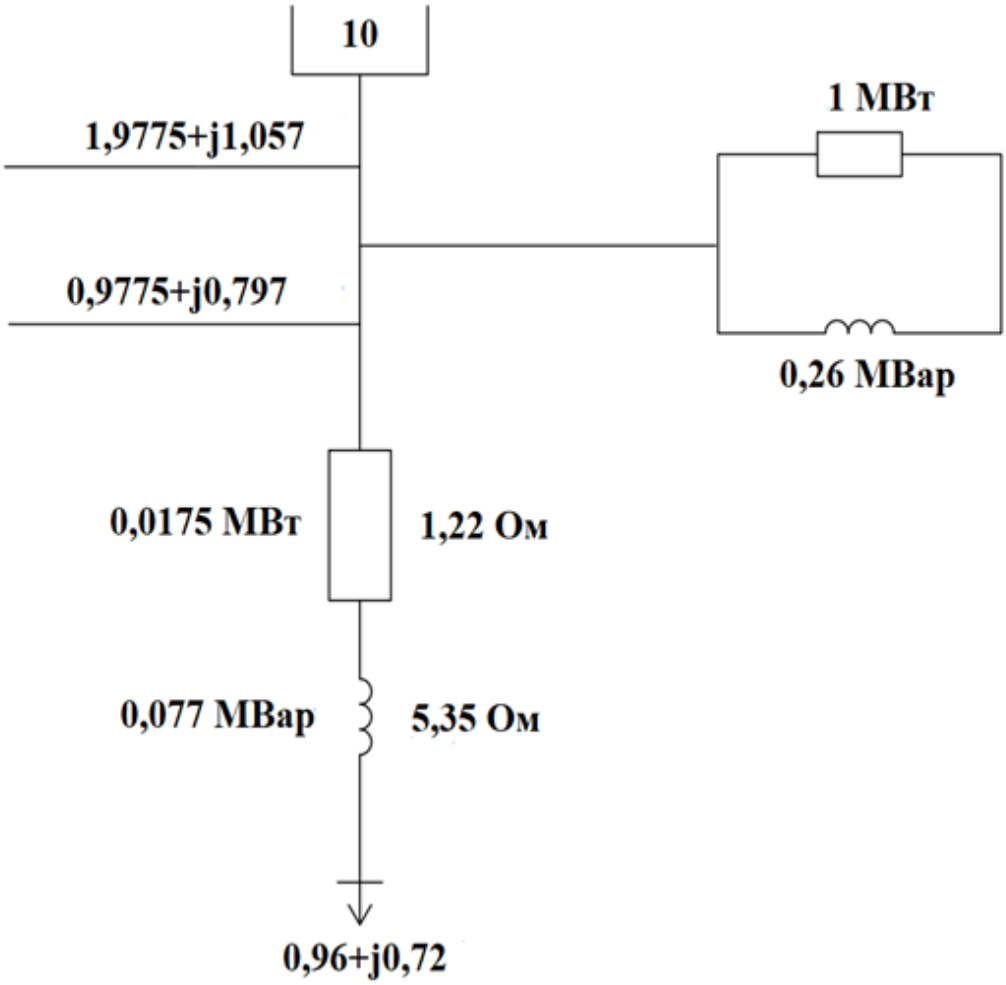
$$\Delta Q_{\text{тр}} = \frac{0{,}96^2 + 0{,}72^2}{10^2} \cdot 5{,}35 = 0{,}077 \text{ МВАр}.$$

$$P_1^{`} + jQ_1^{`} = (0{,}96 + 0{,}0175) + j(0{,}72 + 0{,}077) = 0{,}9775 + j0{,}797,$$

$$P_1 + jQ_1 = (0{,}9775 + 1) + j(0{,}797 + 0{,}26) = 1{,}9775 + j1{,}057.$$

№2 қосалқы станция үшін

Трансформатор типі*:* ТМ-1000/10 екі орамды трасформатордың алмастыру схемасы 3.4 – суретте көрсетілген.



3.4-сурет–Екі орамды трансформатордың алмастыру схемасы

Параметрлері*:*

$$\Delta P_{\text{тр}} = \frac{0{,}96^2 + 0{,}72^2}{10^2} \cdot 1{,}22 = 0{,}0175 \text{ МВт},$$

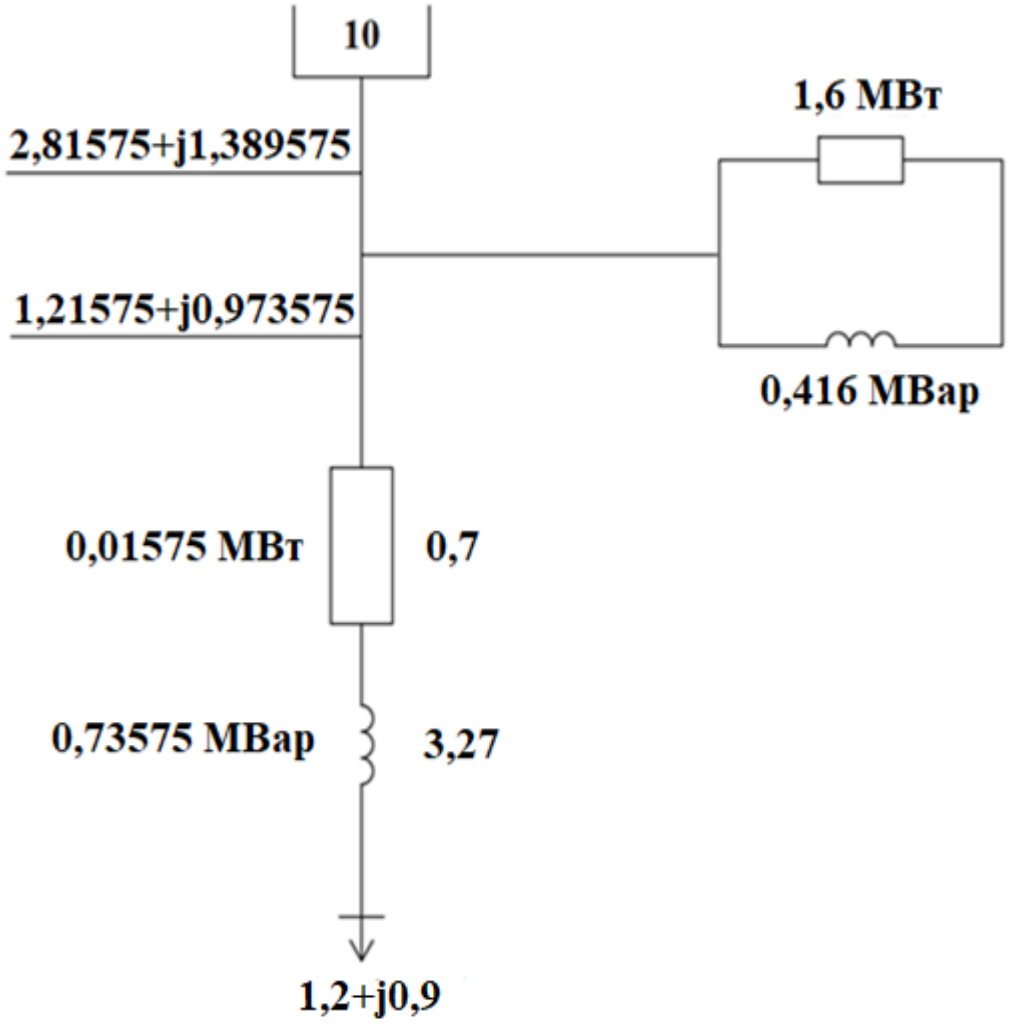
$$\Delta Q_{\text{тр}} = \frac{0{,}96^2 + 0{,}72^2}{10^2} \cdot 5{,}35 = 0{,}077 \text{ МВАр}.$$

$$P_1^{`} + jQ_1^{`} = (0{,}96 + 0{,}0175) + j(0{,}72 + 0{,}077) = 0{,}9775 + j0{,}797,$$

$$P_1 + jQ_1 = (0{,}9775 + 1) + j(0{,}797 + 0{,}26) = 1{,}9775 + j1{,}057.$$

№3 қосалқы станция үшін

Трансформатор типі: ТМ-1600/10 екі орамды трасформатордың алмастыру схемасы 3.5 – суретте көрсетілген.



3.5-сурет–Екі орамды трансформатордың алмастыру схемасы

Параметрлері:

$$\Delta P_{\text{тр}} = \frac{1{,}2^2 + 0{,}9^2}{10^2} \cdot 0{,}7 = 0{,}01575 \text{ МВт},$$

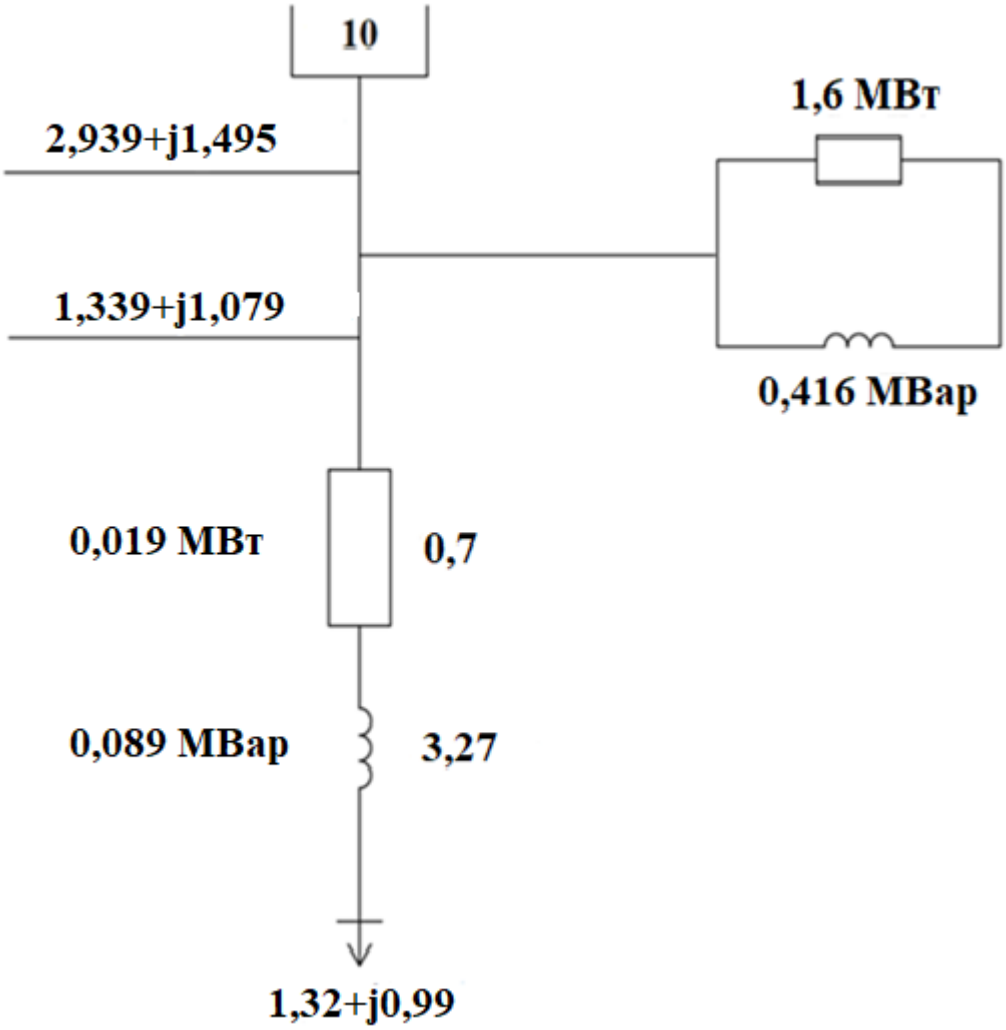
$$\Delta Q_{\text{тр}} = \frac{1{,}2^2 + 0{,}9^2}{10^2} \cdot 3{,}27 = 0{,}73575 \text{ МВАр}.$$

$$P_3^{`} + jQ_3^{`} = (1{,}2 + 0{,}01575) + j(0{,}9 + 0{,}73575) = 1{,}21575 + j0{,}973575,$$

$$P_3 + jQ_3 = (1{,}21575 + 1{,}6) + j(0{,}93575 + 0{,}416) = 2{,}81575 + j1{,}389575.$$

№4 қосалқы станция үшін

Трансформатор типі: ТМ-1600/10 трасформатордың алмастыру схемасы 3.6 – суретте көрсетілген.



3.6-сурет– Екі орамды трансформатордың алмастыру схемасы

Параметрлері:

$$\Delta P_{\text{тр}} = \frac{1{,}32^2 + 0{,}99^2}{10^2} \cdot 0{,}7 = 0{,}019 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_{\text{тр}} = \frac{1{,}32^2 + 0{,}99^2}{10^2} \cdot 3{,}27 = 0{,}089 \text{ МВАр}.$$

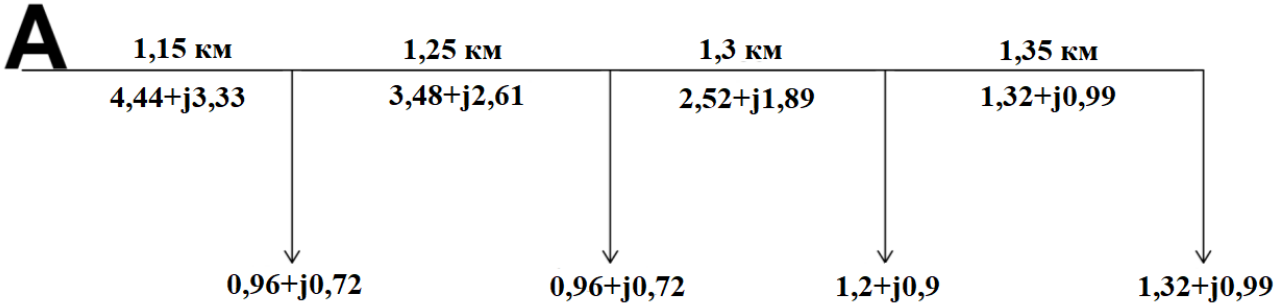
$$P_3^{`} + jQ_3^{`} = (1{,}32 + 0{,}019) + j(0{,}99 + 0{,}089) = 1{,}339 + j1{,}079,$$

$$P_3 + jQ_3 = (1{,}339 + 1{,}6) + j(1{,}079 + 0{,}416) = 2{,}939 + j1{,}495.$$

4 Тұйықталмаған жүйелерді есептеу

4.1 тұйықталмаған жүйедегі сымдардың қимасын және параметрлерін есептеу

Тұйықталмаған жүйенің есептік мәндері



4.1-сурет – Электр беріліс желісінің схемасы

Желінің әрбір учаскесі бойынша токтарды анықтаймыз, ол желінің қуаты мен кернеуі арақатынасы арқылы табылады.

Желілердегі токтар:

$$I_1 = I_{\text{A}-1} = \frac{\sqrt{4{,}44^2 + 3{,}33^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = 0{,}32\ A,$$

$$I_2 = I_{1-2} = \frac{\sqrt{3{,}48^2 + 2{,}61^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = 0{,}25\ A,$$

$$I_3 = I_{2-3} = \frac{\sqrt{2{,}52^2 + 1{,}89^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = 0{,}181\ A,$$

$$I_4 = I_{A-4} = \frac{\sqrt{1{,}32^2 + 0{,}99^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = 0{,}095\ A.$$

Желілердегі есептік ток

$$I_{1p} = I_1 = 0{,}32 \cdot 1{,}05 \cdot 0{,}9 = 0{,}3696\ A,$$

$$I_{2p} = I_2 = 0{,}25 \cdot 1{,}05 \cdot 0{,}9 = 0{,}288\ A,$$

$$I_{3p} = I_3 = 0{,}181 \cdot 1{,}05 \cdot 0{,}9 = 0{,}209\ A,$$

$$I_{4p} = I_4 = 0{,}095 \cdot 1{,}05 \cdot 0{,}9 = 0{,}109\ A.$$

Сонымен болатты алюминилі, яғни ПвВнг(А) маркалы сымды таңдадым, олар төмендегі 4.1 - кестеде көрсетілген.

$$S_{эк1} = \frac{0{,}3696}{1{,}3} = 28{,}4 \text{ мм}^2, \qquad \text{ПвВнг(А)} - \text{ХЛ} - 3\text{х}35/16,$$

$$S_{эк2} = \frac{0{,}288}{1{,}3} = 22{,}1 \text{ мм}^2, \qquad \text{ПвВнг(А)} - \text{ХЛ} - 3\text{х}35/16,$$

$$S_{эк3} = \frac{0{,}209}{1{,}3} = 16 \text{ мм}^2, \qquad \text{ПвВнг(А)} - \text{ХЛ} - 3\text{х}35/16,$$

$$S_{эк4} = \frac{0{,}109}{1{,}3} = 8{,}3 \text{ мм}^2. \qquad \text{ПвВнг(А)} - \text{ХЛ} - 3\text{х}35/16.$$

4.1 -кесте –Таңдалған сымның берілгендері

Желі	Ұзындығы, км	Кернеуі, кВ	Маркасы	Тогы, кА	Ұзақ рұқсат етілген ток, кА
L_1	1,15	10	ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16	0,187	0,450
L_2	1,25	10	ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16	0,095	0,265
L_3	1,3	10	ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16	0,046	0,265
L_4	1,35	10	ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16	0,124	0,330

I_{A-1} участок L_1 желісі:

Сым маркасы: ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16

Параметрлері:

$$r_0 = 0{,}868 \text{ Ом /км},$$

$$R = 0{,}868 \cdot 1{,}15 = 0{,}9982 \text{ Ом},$$

$$x_0 = 0{,}144 \cdot log\left(\frac{500}{0{,}83}\right) + 0{,}0157 = 1{,}31 \text{ Ом/км},$$

$$X = 1{,}31 \cdot 1{,}15 = 1{,}5 \text{ Ом},$$

$$b_0 = \frac{7{,}58 \cdot 10^{-6}}{\lg(500/0{,}83)} = 2{,}72 \cdot 10^{-6} \text{ См/км},$$

$$\text{B} = 2{,}72 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}15 = 3{,}128 \cdot 10^{-6}\text{См},$$

$$Q_c = 10^2 \cdot 3{,}128 \cdot 10^{-6} = 0{,}03128 \text{ МВАр}.$$

I_{1-2} участок үшін L_2 желісі:
Сым маркасы: ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16
Параметрлері:

$$r_0 = 0{,}868 \text{ Ом /км},$$

$$R = 0{,}868 \cdot 1{,}25 = 1{,}085 \text{ Ом},$$

$$x_0 = 1{,}31 \text{ Ом/км},$$

$$X = 1{,}31 \cdot 1{,}25 = 1{,}6375 \text{ Ом},$$

$$\text{B} = 2{,}72 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}25 = 3{,}4 \cdot 10^{-6} \text{См},$$

$$Q_c = 10^2 \cdot 3{,}4 \cdot 10^{-6} = 0{,}034 \text{ МВАр}.$$

I_{2-3} тоғы үшін L3 желісі:
Сым маркасы: ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16
Параметрлері:

$$r_0 = 0{,}868 \text{ Ом /км},$$

$$R = 0{,}868 \cdot 1{,}3 = 1{,}1284 \text{ Ом},$$

$$x_0 = 1{,}31 \text{ Ом/км},$$

$$X = 1{,}31 \cdot 1{,}3 = 1{,}703 \text{ Ом},$$

$$\text{B} = 2{,}72 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}3 = 3{,}536 \cdot 10^{-6} \text{См},$$

$$Q_c = 10^2 \cdot 3{,}536 \cdot 10^{-6} = 0{,}03536 \text{ МВАр}.$$

I_{A-4} тоғы үшін L4 желісі:
Сым маркасы: ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16
Параметрлері:

$$r_0 = 0{,}868 \text{ Ом /км},$$

$$R = 0{,}868 \cdot 1{,}35 = 1{,}1718 \text{ Ом},$$

$$x_0 = 1{,}31 \text{ Ом/км},$$

$$X = 1{,}31 \cdot 1{,}35 = 1{,}7685 \text{ Ом},$$

$$\text{B} = 2{,}72 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}35 = 3{,}672 \cdot 10^{-6} \text{См},$$

$$Q_c = 10^2 \cdot 3{,}672 \cdot 10^{-6} = 0{,}03672 \text{ МВАр}.$$

4.2 Бірінші тұйықталмаған жүйе үшін желілердің қуат шығындары

Электр беріліс желісінің максималды жүктеме кезіндегі алмастыру схемасы 4.2 – суретте көрсетілген.

L_1- желісіндегі шығындар

$$\Delta P = \frac{1{,}32^2 + 0{,}9533^2}{10^2} \cdot 1{,}1718 = 0{,}031 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q = \frac{1{,}32^2 + 0{,}9533^2}{10^2} \cdot 1{,}7685 = 0{,}046 \text{ МВАр}.$$

L_2- желісіндегі шығындар

$$\Delta P = \frac{4{,}161^2 + 2{,}3166^2}{10^2} \cdot 1{,}1284 = 0{,}255 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q = \frac{4{,}161^2 + 2{,}3166^2}{10^2} \cdot 1{,}703 = 0{,}386 \text{ МВАр}.$$

L_3- желісіндегі шығындар

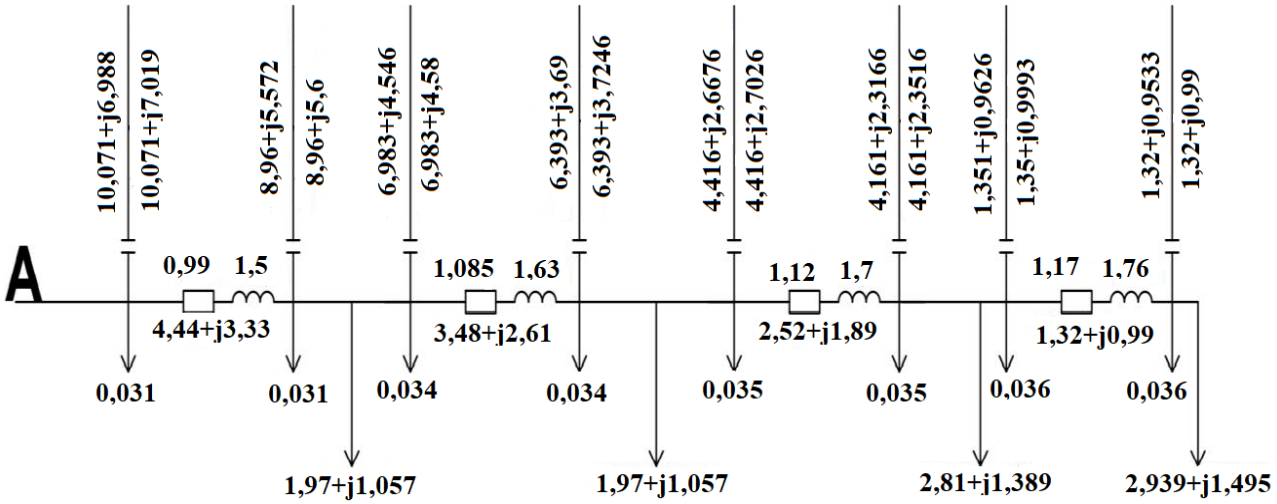
$$\Delta P = \frac{6{,}393^2 + 3{,}96^2}{10^2} \cdot 1{,}085 = 0{,}59 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q = \frac{6{,}393^2 + 3{,}96^2}{10^2} \cdot 1{,}6375 = 0{,}89 \text{ МВАр}.$$

L_4- желісіндегі шығындар

$$\Delta P = \frac{8{,}96^2 + 5{,}572^2}{10^2} \cdot 0{,}9982 = 1{,}111 \text{ МВт},$$

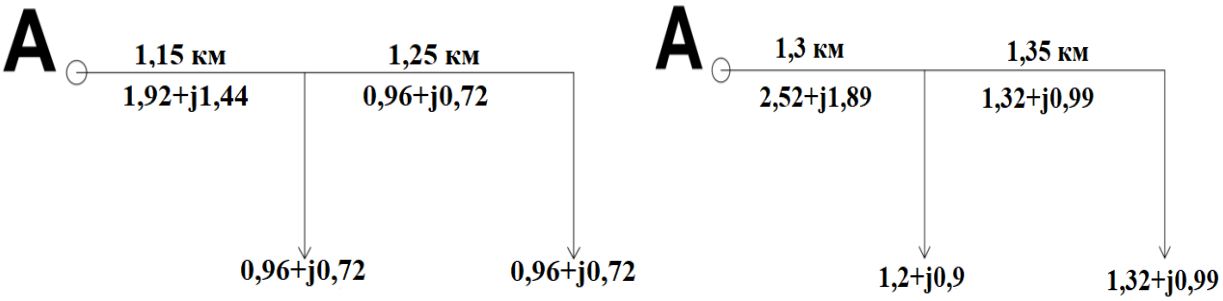
$$\Delta Q = \frac{8{,}96^2 + 5{,}572^2}{10^2} \cdot 1{,}5 = 1{,}417 \text{ МВАр}.$$



4.2-сурет — Электр беріліс желісінің максималды жүктеме кезіндегі алмастыру схемасы

4.3 Екінші тұйықталмаған жүйедегі сымдардың қимасын және параметрлерін есептеу

4.3-суретте желінің әрбір учаскесі бойынша арақашықтығы мен активті және реактивті қуаттары көрсетілген.



4.3 - сурет – Электр беріліс желісінің схемасы

Желінің әрбір учаскесі бойынша токтарды анықтаймыз, ол желінің қуаты мен кернеуі арақатынасы арқылы табылады.

Желілердегі токтар:

$$I_1 = I_{\text{A}-1} = \frac{\sqrt{1{,}92^2 + 1{,}44^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = 0{,}138\ A,$$

$$I_2 = I_{1-2} = \frac{\sqrt{0{,}96^2 + 0{,}72^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = 0{,}069\ A,$$

$$I_3 = I_{2-3} = \frac{\sqrt{2{,}52^2 + 1{,}89^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = 0{,}181\ A,$$

$$I_4 = I_{A-4} = \frac{\sqrt{1{,}32^2 + 0{,}99^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = 0{,}095\ A.$$

Желілердегі есептік ток

$$I_{1p} = I_1 = 0{,}138 \cdot 1{,}05 \cdot 1{,}1 = 0{,}159\ A,$$

$$I_{2p} = I_2 = 0{,}069 \cdot 1{,}05 \cdot 1{,}1 = 0{,}079\ A,$$

$$I_{3p} = I_3 = 0{,}181 \cdot 1{,}05 \cdot 1{,}1 = 0{,}209\ A,$$

$$I_{4p} = I_4 = 0{,}095 \cdot 1{,}05 \cdot 1{,}1 = 0{,}109\ A.$$

Сонымен болатты алюминилі, яғни АС маркалы сымды таңдадым [2], олар төмендегі 4.2 - кестеде көрсетілген.

$$S_{\text{эк1}} = \frac{0{,}159}{1{,}4} = 11{,}35\ \text{мм}^2, \qquad \text{ПвВнг(А)} - \text{ХЛ} - 3\text{x}35/16,$$

$$S_{\text{эк2}} = \frac{0{,}079}{1{,}4} = 5{,}64\ \text{мм}^2, \qquad \text{ПвВнг(А)} - \text{ХЛ} - 3\text{x}35/16,$$

$$S_{\text{эк3}} = \frac{0{,}209}{1{,}4} = 16\ \text{мм}^2, \qquad \text{ПвВнг(А)} - \text{ХЛ} - 3\text{x}35/16$$

$$S_{\text{эк4}} = \frac{0{,}109}{1{,}4} = 8{,}3\ \text{мм}^2, \qquad \text{ПвВнг(А)} - \text{ХЛ} - 3\text{x}35/16.$$

4.2 -кесте – Таңдалған сымның берілгендері

Желі	Ұзындығы, км	Кернеуі, кВ	Маркасы	Тогы, кА	Ұзақ рұқсат етілген ток, кА
L_1	1,15	10	ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16	0,187	0,450
L_2	1,25	10	ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16	0,095	0,265
L_3	1,3	10	ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16	0,046	0,265
L_4	1,35	10	ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16	0,124	0,330

I_{A-1} участок L_1 желісі:

Сым маркасы: ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16

Параметрлері:

$$r_0 = 0{,}868\ \text{Ом /км},$$

$$R = 0{,}868 \cdot 1{,}15 = 0{,}9982 \text{ Ом},$$

$$x_0 = 0{,}144 \cdot log\left(\frac{500}{0{,}83}\right) + 0{,}0157 = 1{,}31 \text{ Ом/км},$$

$$X = 1{,}31 \cdot 1{,}15 = 1{,}5 \text{ Ом},$$

$$b_0 = \frac{7{,}58 \cdot 10^{-6}}{\lg(500/0{,}83)} = 2{,}72 \cdot 10^{-6} \text{ См/км},$$

$$\text{B} = 2{,}72 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}15 = 3{,}128 \cdot 10^{-6}\text{См},$$

$$Q_c = 10^2 \cdot 3{,}128 \cdot 10^{-6} = 0{,}03128 \text{ МВАр}.$$

$I_{1\text{-}2}$ участок үшін L_2 желісі:
Сым маркасы: ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16
Параметрлері:

$$r_0 = 0{,}868 \text{ Ом /км},$$

$$R = 0{,}868 \cdot 1{,}25 = 1{,}085 \text{ Ом},$$

$$x_0 = 1{,}31 \text{ Ом/км},$$

$$X = 1{,}31 \cdot 1{,}25 = 1{,}6375 \text{ Ом},$$

$$\text{B} = 2{,}72 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}25 = 3{,}4 \cdot 10^{-6}\text{См},$$

$$Q_c = 10^2 \cdot 3{,}4 \cdot 10^{-6} = 0{,}034 \text{ МВАр}.$$

$I_{2\text{-}3}$ тоғы үшін L3 желісі:
Сым маркасы: ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16
Параметрлері:

$$r_0 = 0{,}868 \text{ Ом /км},$$

$$R = 0{,}868 \cdot 1{,}3 = 1{,}1284 \text{ Ом},$$

$$x_0 = 1{,}31 \text{ Ом/км},$$

$$X = 1{,}31 \cdot 1{,}3 = 1{,}703 \text{ Ом},$$

$$\text{B} = 2{,}72 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}3 = 3{,}536 \cdot 10^{-6}\text{См},$$

$$Q_c = 10^2 \cdot 3{,}536 \cdot 10^{-6} = 0{,}03536 \text{ МВАр}.$$

$I_{A\text{-}4}$ тоғы үшін L4 желісі:
Сым маркасы: ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16

Параметрлері:

$$r_0 = 0{,}868 \text{ Ом /км},$$

$$R = 0{,}868 \cdot 1{,}35 = 1{,}1718 \text{ Ом},$$

$$x_0 = 1{,}31 \text{ Ом/км},$$

$$X = 1{,}31 \cdot 1{,}35 = 1{,}7685 \text{ Ом},$$

$$\text{B} = 2{,}72 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}35 = 3{,}672 \cdot 10^{-6} \text{См},$$

$$Q_c = 10^2 \cdot 3{,}672 \cdot 10^{-6} = 0{,}03672 \text{ МВАр}.$$

4.4 Бірінші тұйықталмаған жүйе үшін желілердің қуат шығындары

Электр беріліс желісінің максималды жүктеме кезіндегі алмастыру схемасы 4.4 – суретте көрсетілген.

L_1- желісіндегі шығындар

$$\Delta P = \frac{2{,}9515^2 + 1{,}699^2}{10^2} \cdot 0{,}99 = 0{,}114 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q = \frac{2{,}9515^2 + 1{,}699^2}{10^2} \cdot 1{,}5 = 0{,}173 \text{ МВАр}.$$

L_2- желісіндегі шығындар

$$\Delta P = \frac{0{,}96^2 + 0{,}686^2}{10^2} \cdot 1{,}058 = 0{,}014 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q = \frac{0{,}96^2 + 0{,}686^2}{10^2} \cdot 1{,}63 = 0{,}022 \text{ МВАр}.$$

L_3- желісіндегі шығындар

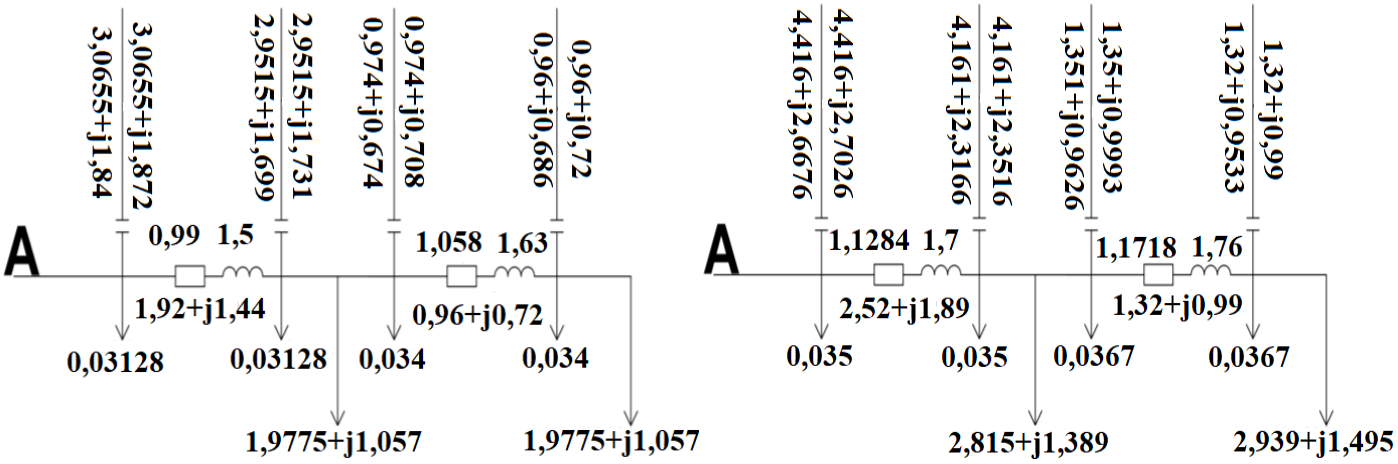
$$\Delta P = \frac{4{,}161^2 + 2{,}3166^2}{10^2} \cdot 1{,}1284 = 0{,}255 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q = \frac{4{,}161^2 + 2{,}3166^2}{10^2} \cdot 1{,}703 = 0{,}386 \text{ МВАр}.$$

L_4- желісіндегі шығындар

$$\Delta P = \frac{1{,}32^2 + 0{,}9533^2}{10^2} \cdot 1{,}1718 = 0{,}031 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q = \frac{1{,}32^2 + 0{,}9533^2}{10^2} \cdot 1{,}7685 = 0{,}046 \text{ МВАр.}$$



4.4 - сурет – Электр беріліс желісінің максималды жүктеме кезіндегі алмастыру схемасы

5 – ЭЖ-нің режимдерін MATLAB бағдарламасы арқылы зерттеу

5.1 MATLAB бағдарламасында жүйенің моделін құру

MATLAB бағдарламасында жүйенің моделін құру үшін ТМ-1000/10, және ТМ-1600/10 трансформаторларының және желі параметрлерін есептеу төменде көрсетілген

№1 қосалқы станция үшін трансформатор параметрлерін есептеу

3,2 кестеде №1 қосалқы станция үшін таңдалған ТМ – 1000/10 типті трансформатордың параметрлері көрсетілген.

$$R_1 = R_2 = \frac{1}{2} * \frac{P_{\text{кз}}}{S_{\text{ном}}}$$

$$R_1 = R_2 = \frac{1}{2} * \frac{12{,}2}{1000} = 0{,}0061 \text{ Ом}$$

$$L_1 = L_2 = \frac{1}{2} * \frac{U_{\text{н}}}{100}$$

$$L_1 = L_2 = \frac{1}{2} * \frac{5{,}5}{100} = 0{,}0275 \text{ Гн}$$

$$R_{\text{м}} = \frac{S_{\text{ном}}}{P_{\text{хх}}}$$

$$R_{\text{м}} = \frac{S_{\text{ном}}}{P_{\text{хх}}} = \frac{1000000}{2450} = 408{,}16 \text{ о.е}$$

$$L_{\text{м}} = \frac{100}{I_{\text{хх}}}$$

$$L_{\text{м}} = \frac{100}{I_{\text{хх}}} = \frac{100}{1{,}4} = 71{,}42 \text{ о.е}$$

№2 қосалқы станция үшін трансформатор параметрлерін есептеу

3,3 кестеде №2 қосалқы станция үшін таңдалған ТМ – 1000/10 типті трансформатордың параметрлері көрсетілген.

$$R_1 = R_2 = \frac{1}{2} * \frac{P_{\text{кз}}}{S_{\text{ном}}}$$

$$R_1 = R_2 = \frac{1}{2} * \frac{12{,}2}{1000} = 0{,}0061 \text{ Ом}$$

$$L_1 = L_2 = \frac{1}{2} * \frac{U_{\text{н}}}{100}$$

$$L_1 = L_2 = \frac{1}{2} * \frac{5{,}5}{100} = 0{,}0275 \text{ Гн}$$

$$R_{м} = \frac{S_{ном}}{P_{хх}}$$

$$R_{м} = \frac{S_{ном}}{P_{хх}} = \frac{1000000}{2450} = 408{,}16 \text{ о.е}$$

$$L_{м} = \frac{100}{I_{хх}}$$

$$L_{м} = \frac{100}{I_{хх}} = \frac{100}{1{,}4} = 71{,}42 \text{ о.е}$$

№3 қосалқы станция үшін трансформатор параметрлерін есептеу

3.4 - кестеде №4 қосалқы станция үшін таңдалған ТМ – 1600/10 типті трансформатордың параметрлері көрсетілген.

$$R_1 = R_2 = \frac{1}{2} * \frac{P_{кз}}{S_{ном}}$$

$$R_1 = R_2 = \frac{1}{2} * \frac{18}{1600} = 0{,}0005625 \text{ Ом}$$

$$L_1 = L_2 = \frac{1}{2} * \frac{U_{н}}{100}$$

$$L_1 = L_2 = \frac{1}{2} * \frac{5{,}5}{100} = 0{,}0275 \text{ Гн}$$

$$R_{м} = \frac{S_{ном}}{P_{хх}}$$

$$R_{м} = \frac{S_{ном}}{P_{хх}} = \frac{1600000}{2800} = 571{,}4 \text{ о.е}$$

$$L_{м} = \frac{100}{I_{хх}}$$

$$L_{м} = \frac{100}{I_{хх}} = \frac{100}{1{,}5} = 6{,}6 \text{ о.е}$$

№4 қосалқы станция үшін трансформатор параметрлерін есептеу

3.5 - кестеде №4 қосалқы станция үшін таңдалған ТМ – 1600/10 типті трансформатордың параметрлері көрсетілген.

$$R_1 = R_2 = \frac{1}{2} * \frac{P_{кз}}{S_{ном}}$$

$$R_1 = R_2 = \frac{1}{2} * \frac{18}{1600} = 0{,}0005625 \text{ Ом}$$

$$L_1 = L_2 = \frac{1}{2} * \frac{U_н}{100}$$

$$L_1 = L_2 = \frac{1}{2} * \frac{5,5}{100} = 0,0275 \text{ Гн}$$

$$R_м = \frac{S_{ном}}{P_{хх}}$$

$$R_м = \frac{S_{ном}}{P_{хх}} = \frac{1600000}{2800} = 571,4 \text{ о.е}$$

$$L_м = \frac{100}{I_{хх}}$$

$$L_м = \frac{100}{I_{хх}} = \frac{100}{1,5} = 6,6 \text{ о.е}$$

4.1 - кестеде №1-2-3-4 қосалқы станциялар үшін таңдалған ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16 типті сымдардың параметрлері көрсетілген.

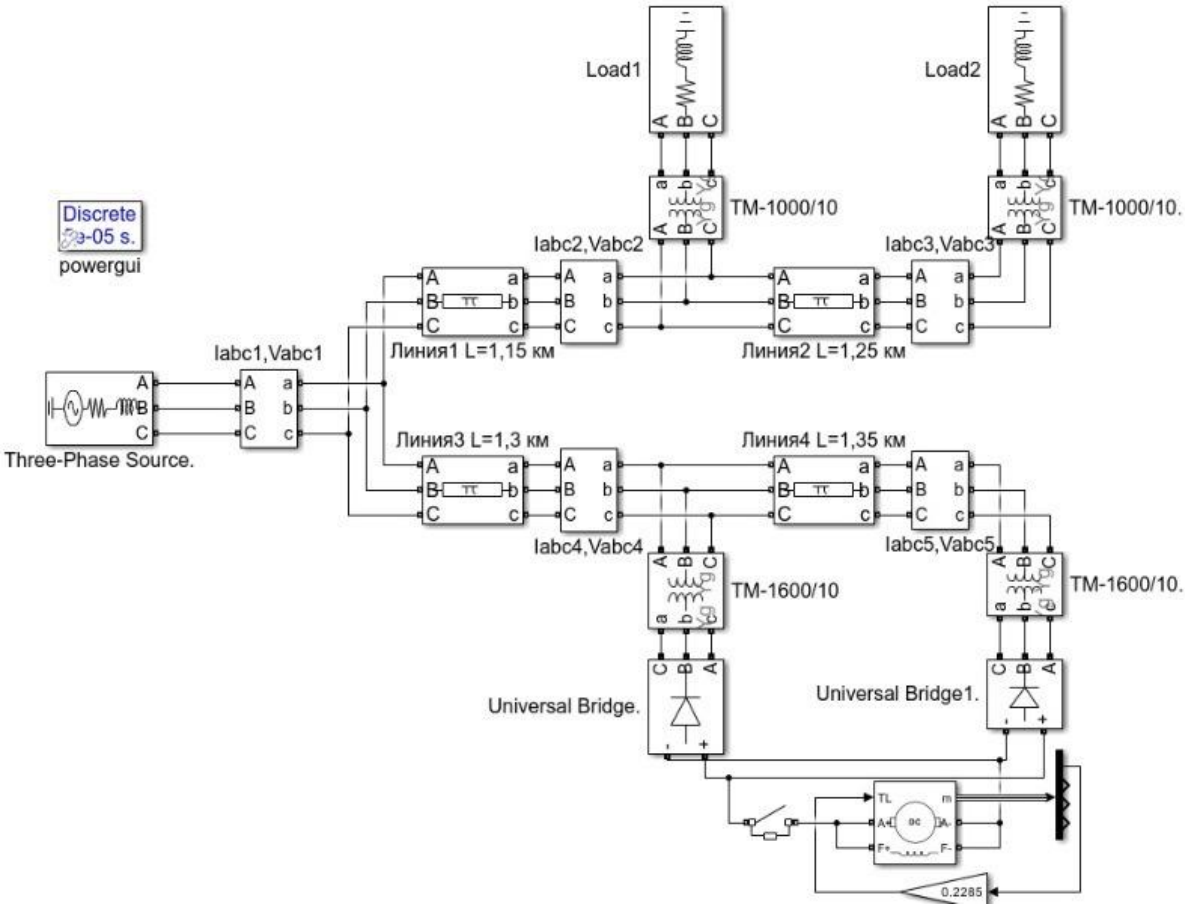
$$x_0 = \omega \cdot l_0 => l_0 = \frac{x_0}{\omega}$$

$$l_0 = \frac{1,31}{3,14} = 0,417 \ (1,251)$$

$$b_0 = \omega \cdot C_0 => C_0 = \frac{b_0}{\omega}$$

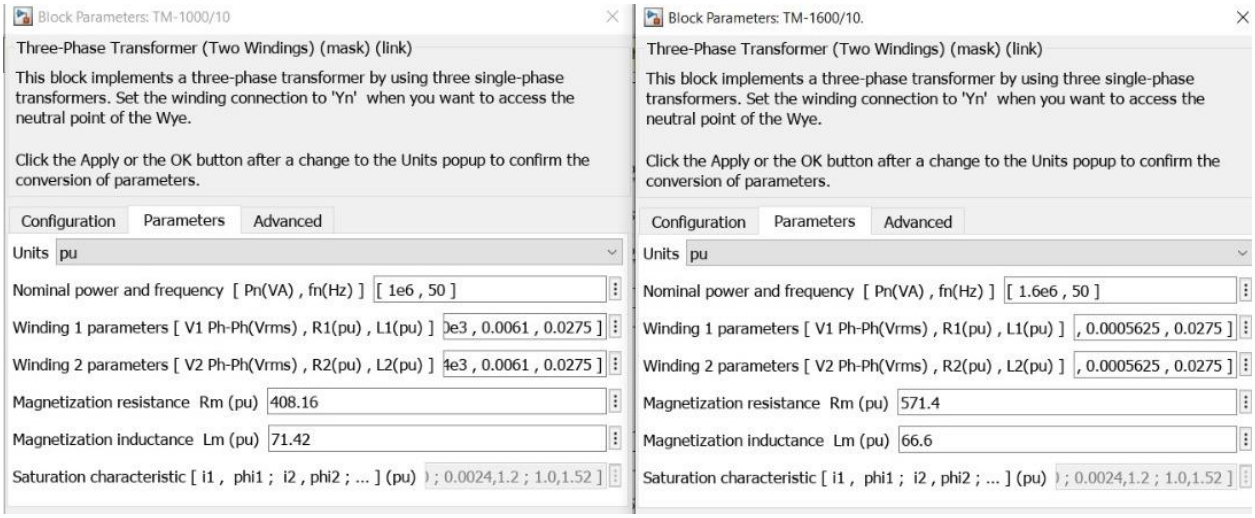
$$C_0 = \frac{2,72 \cdot 10^{-4}}{3,14} = 8,66 \cdot 10^{-7} \ (2,598 \cdot 10^{-6})$$

$$r_0 = 0,863 \cdot 3 = 2,604$$



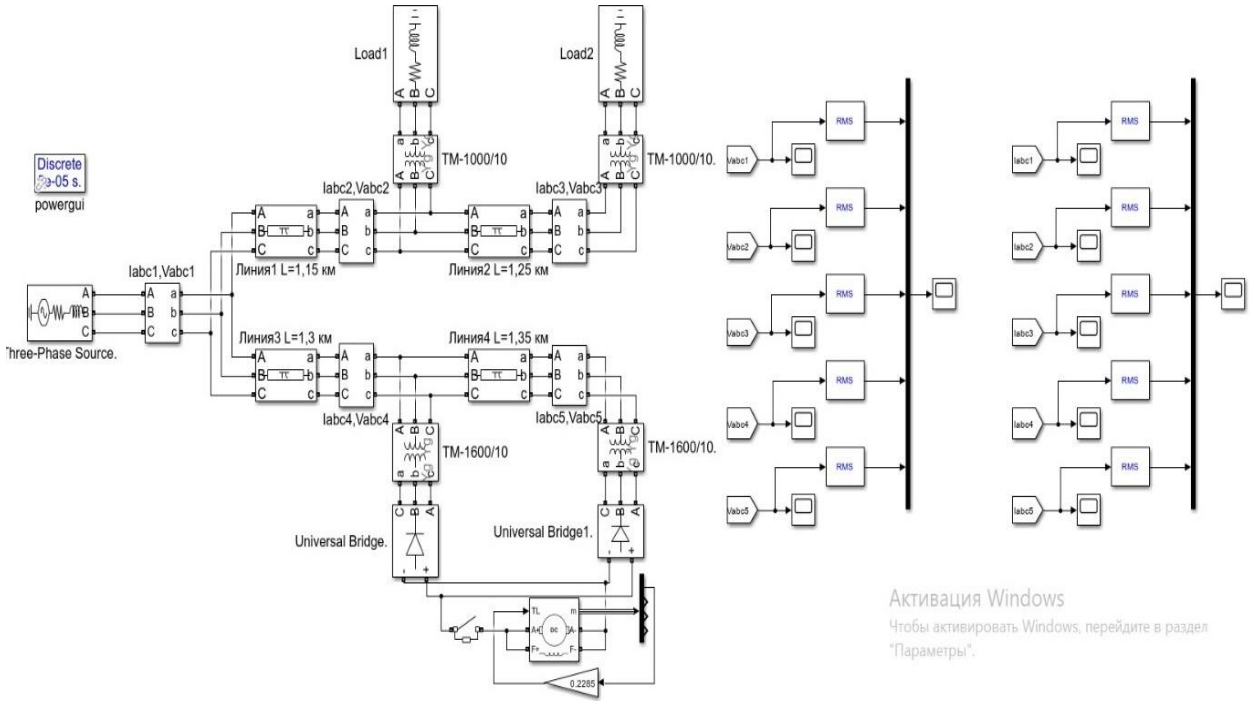
5.1-сурет – ЭЖ-нің MATLAB бағдарламасындағы схемасы

Бұл схемада мен 10 кВ кернеу беретін қорек көзін, 4 желі, 4 трансформатор және осы қондырғылар өлшейтін аспаптарды қолдандым. Қосымша бұл схемада 4-5 желіге жалғанған түзеткіш арқылы қорек алып тұрған машина және қосып ажыратқыш кілт қолданылды.

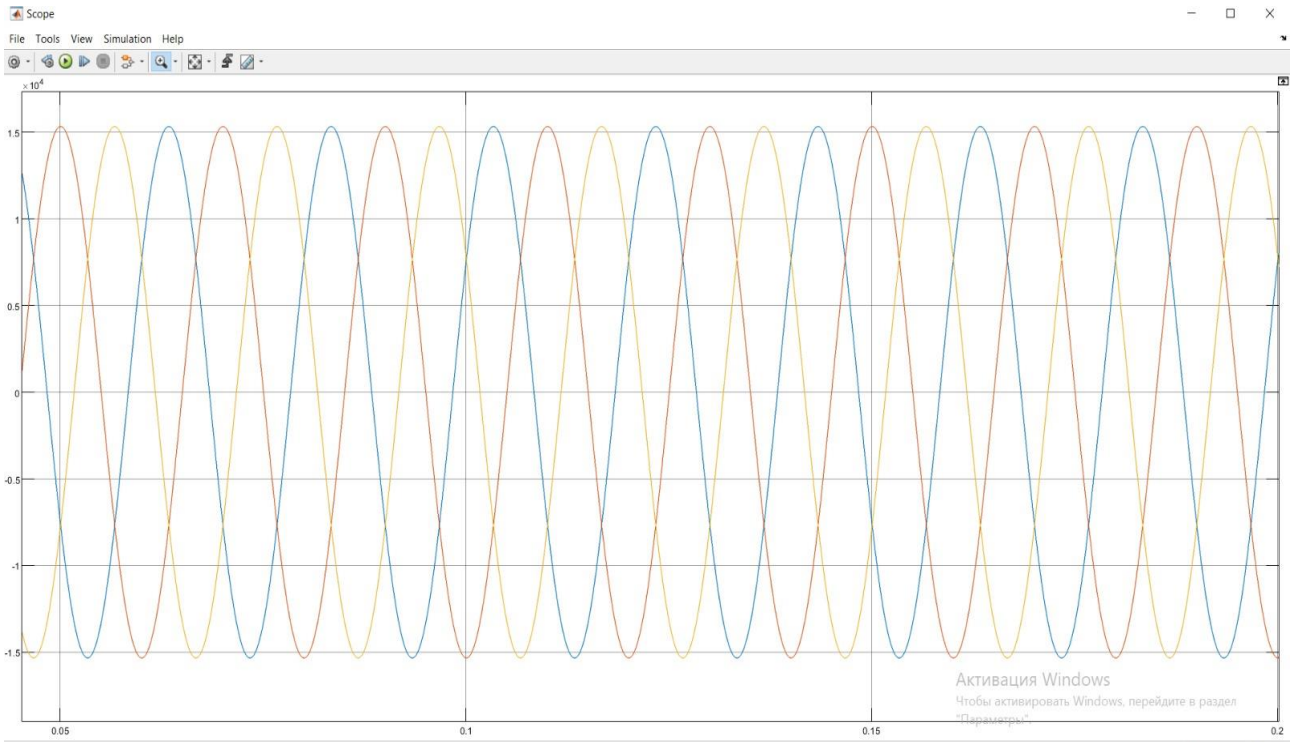


5.2-сурет – ТМ-1000/10 және ТМ-1600/10 трансформаторлардың параметрлері

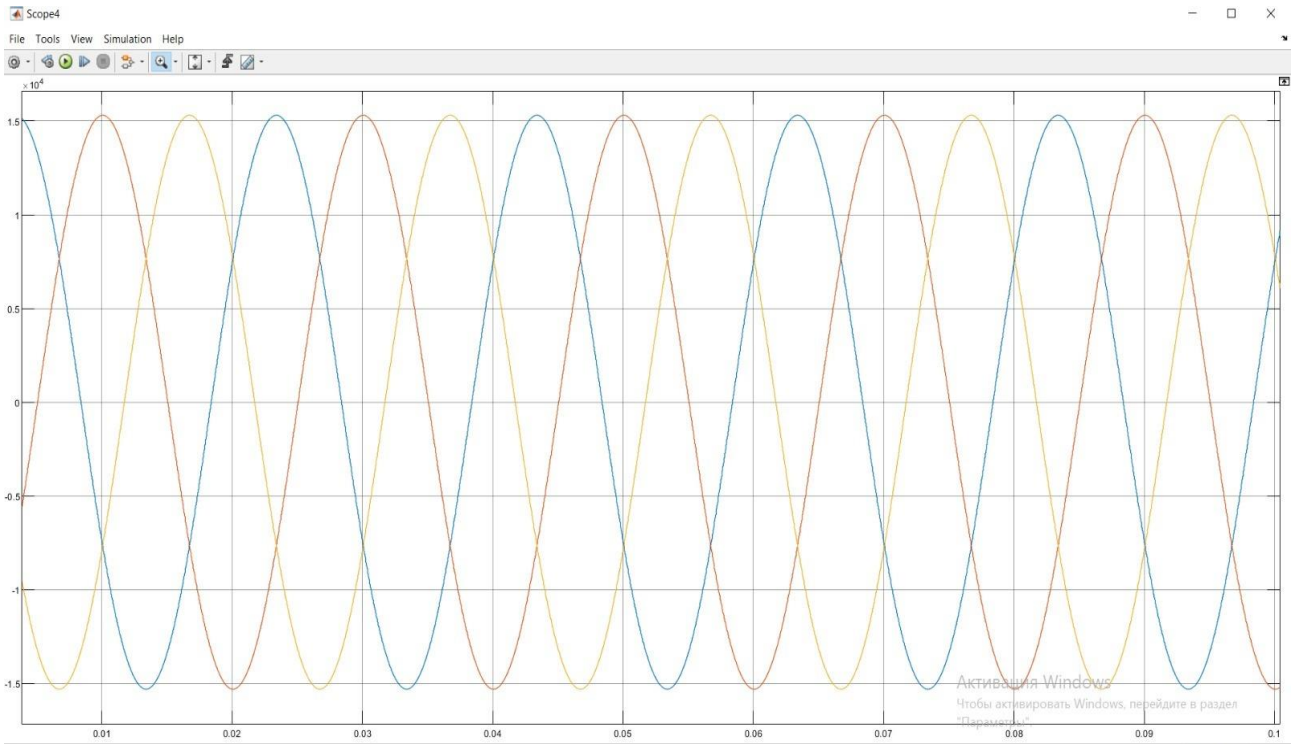
5.2 ЭЖ-нің нормаланған жұмыс режимін зерттеу



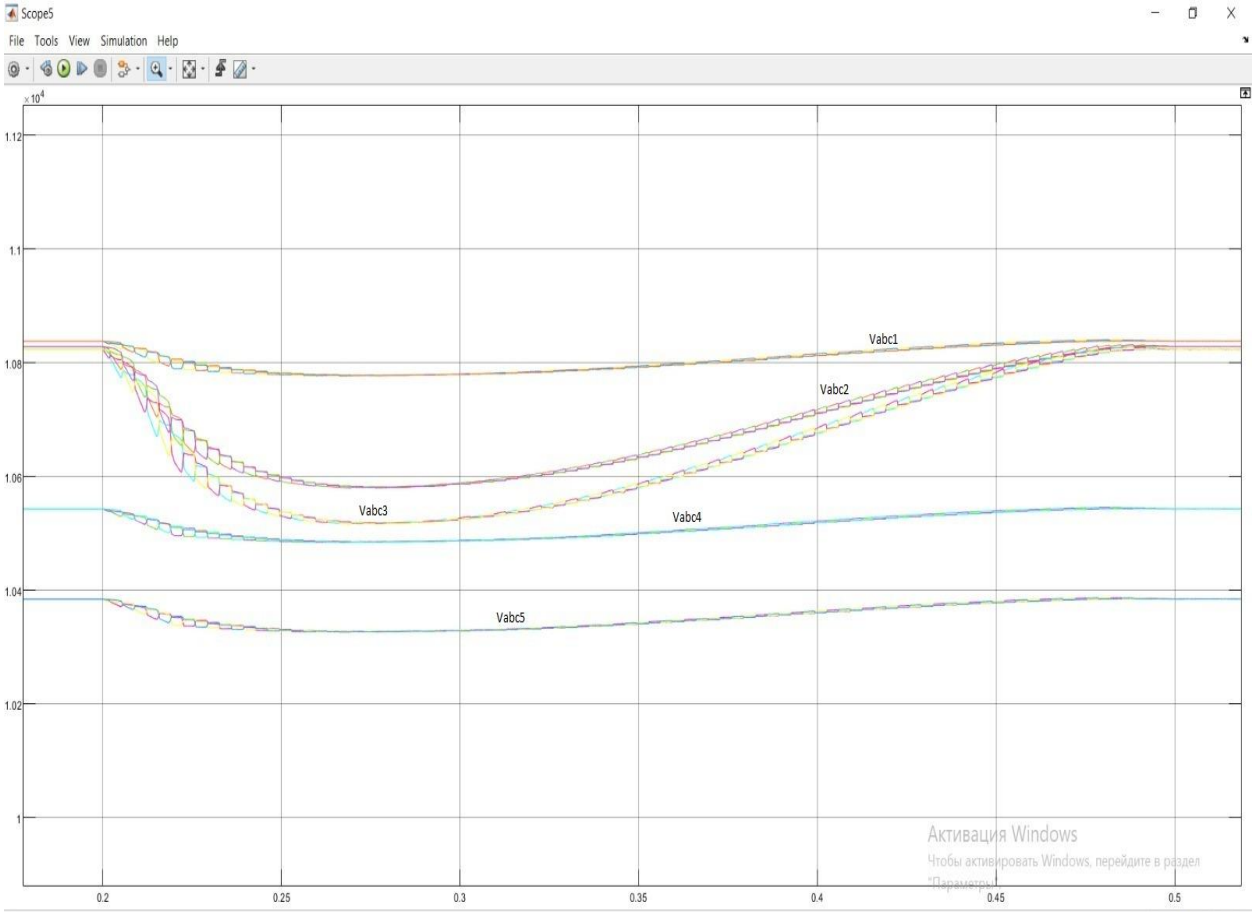
5.3-сурет – ЭЖ-нің номиналды жұмыс режимінің моделі



5.4-сурет – ЭЖ-нің номиналды жұмыс режимі кезіндегі желі басындағы кернеу графигі



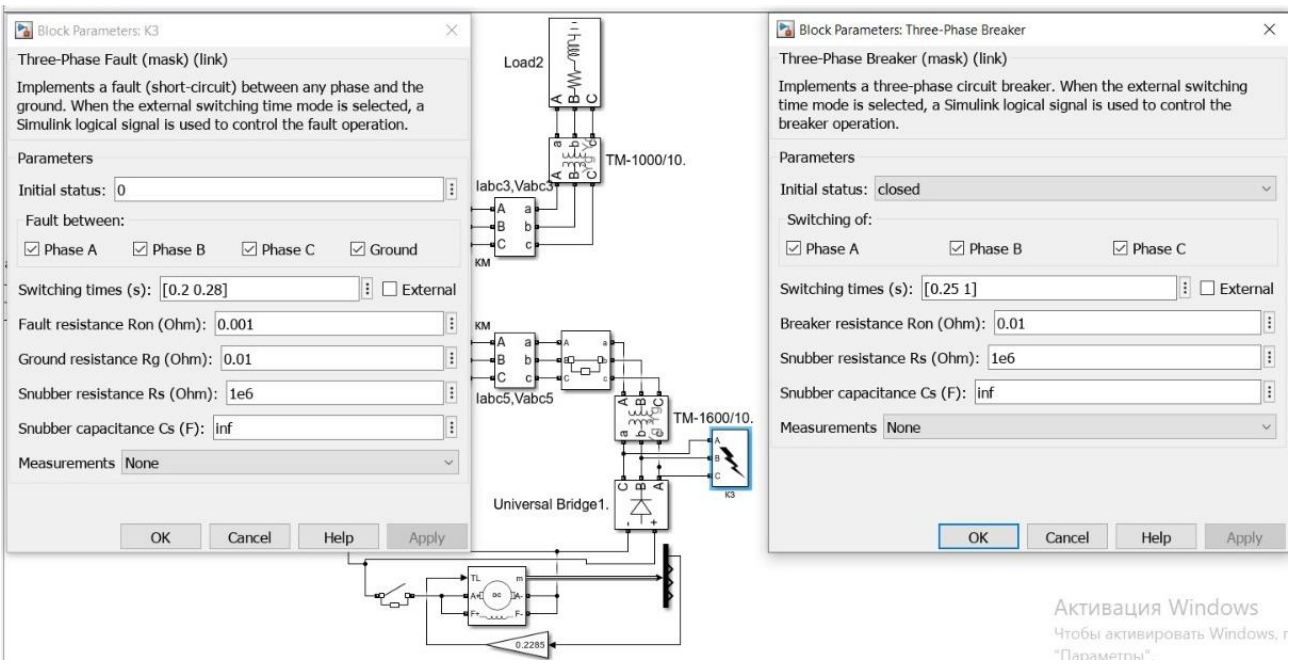
5.5-сурет – ЭЖ-нің номиналды жұмыс режимі кезіндегі желінің сонындағы кернеу графигі



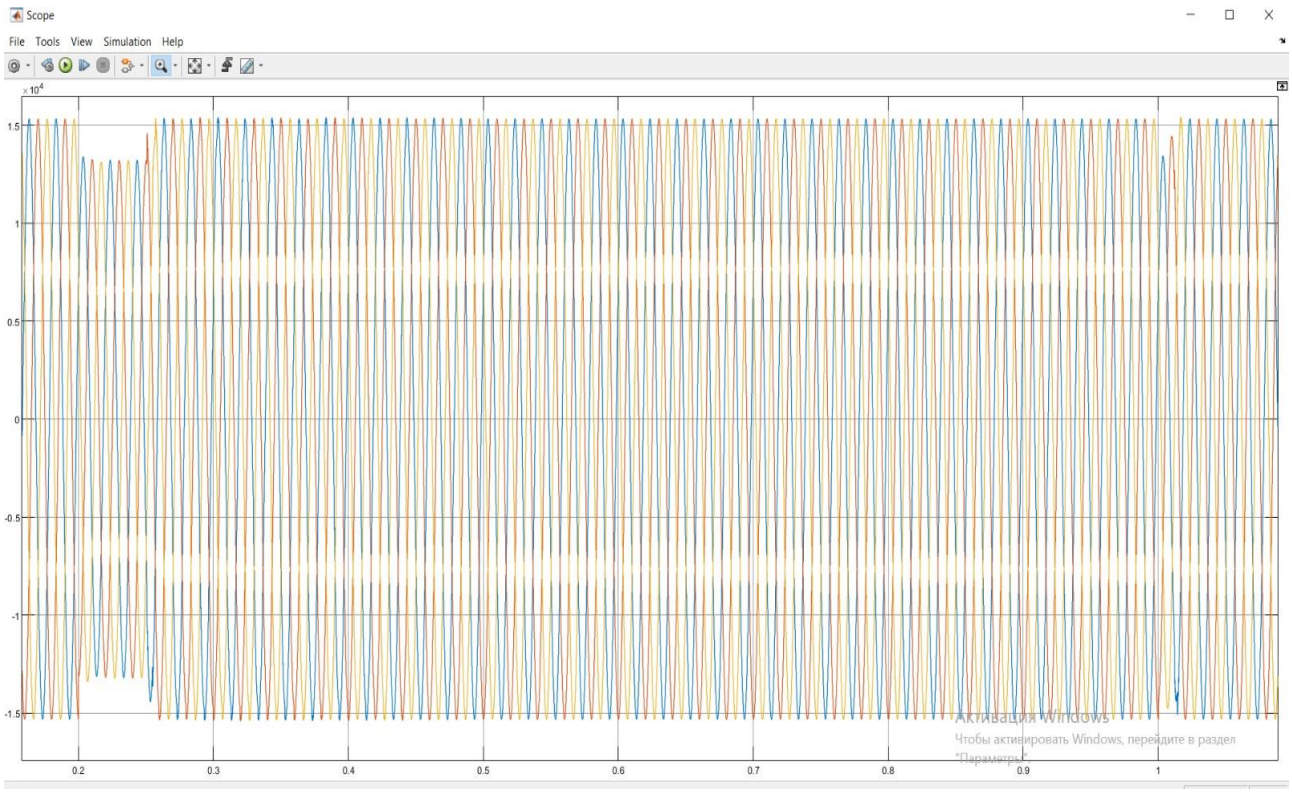
5.6-сурет – ЭЖ-нің номиналды жұмыс режимі кезіндегі желінің жалпы кернеу графигі

Мынды көріп тұрғанымыздай 4-5 желілерде кернеудің төмегндеуі байқалады, бұл жағдайға себеп, мұнда 4-5 желіге жалғанған түзеткіш арқылы қорек алып тұрған машинаның әсерінен өтпелі просец режимінде байқауға болады.

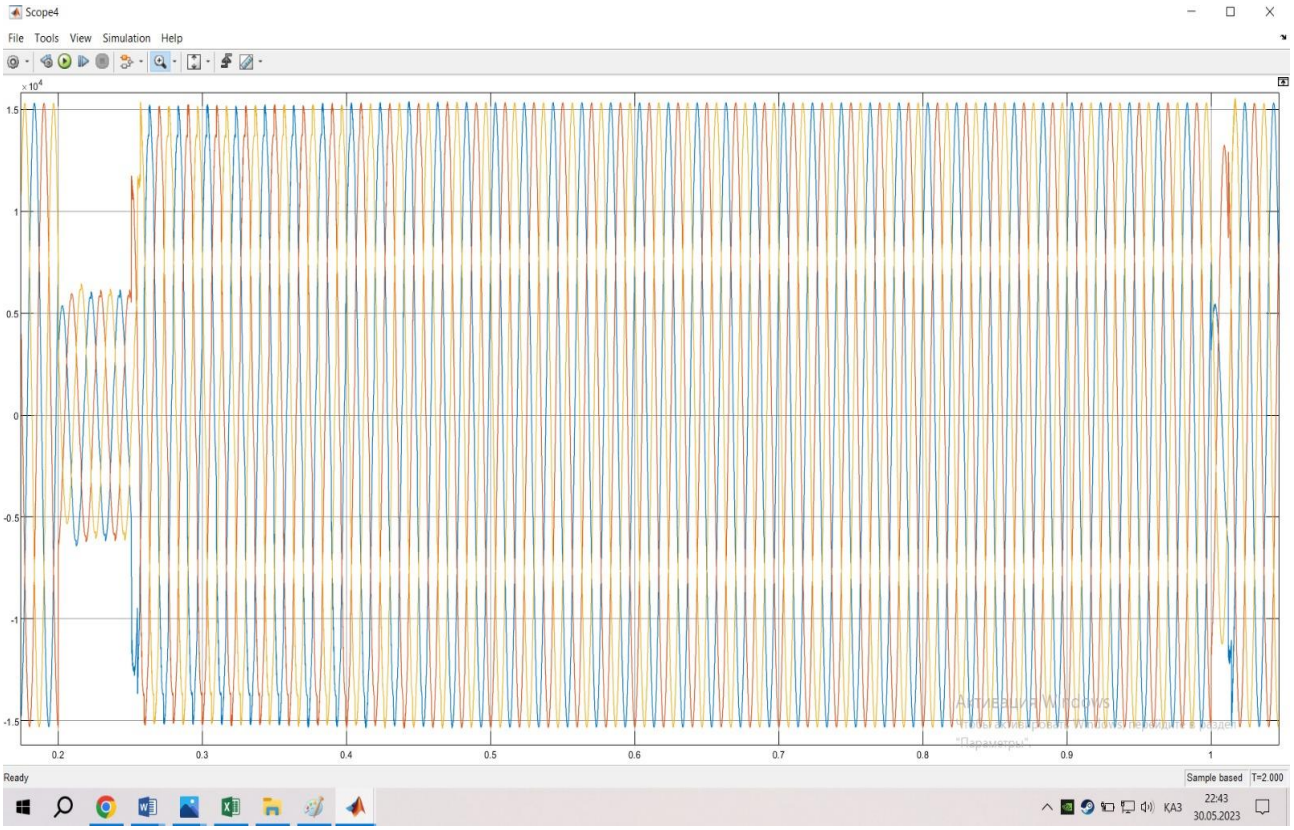
5.3 ЭЖ-нің жүктеме кезіндегі уақытша рұқсат етілетін және авариялық режимдерін зерттеу



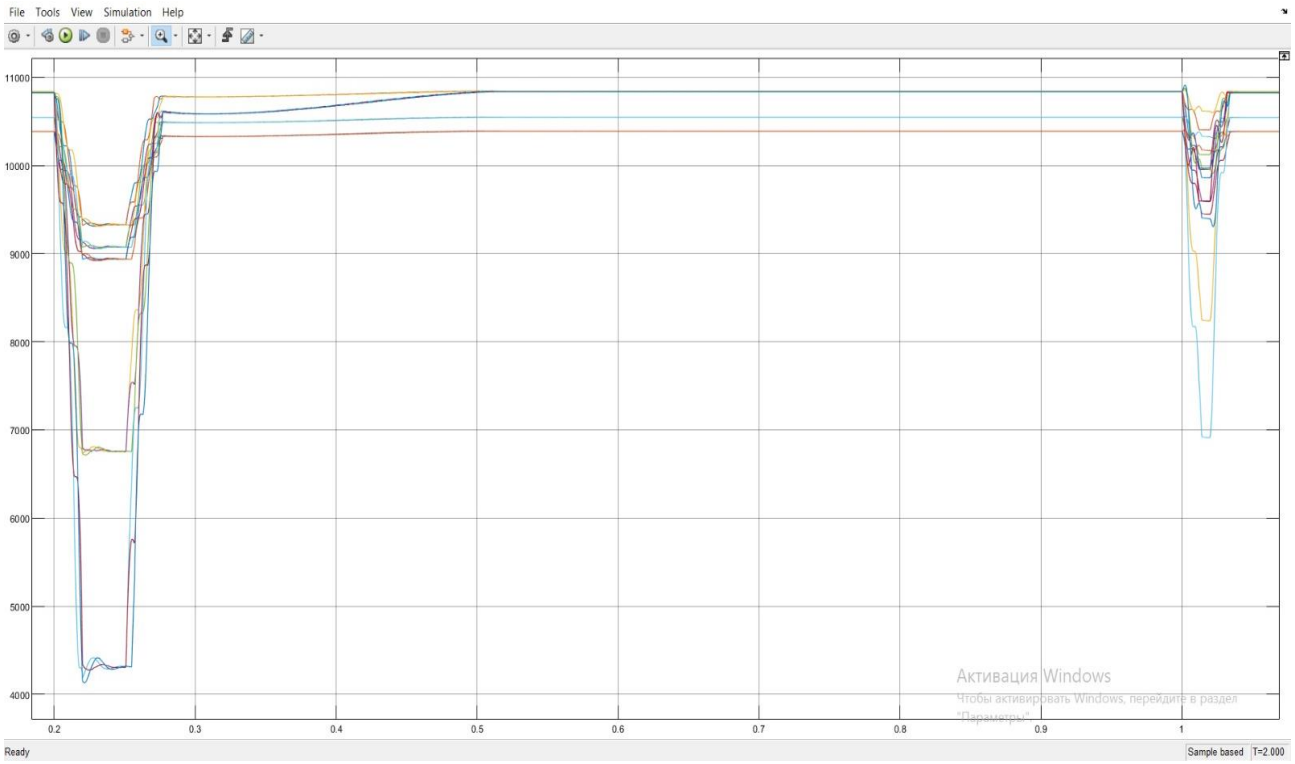
5.7-сурет – ЭЖ-не қосылу уақыты 0,25-ден 1 секундқа тең ажыратқыш арқылы қосылған жүктеме, және жүктемеден кейін қысқаша тұйықталу блогы қосылған



5.8-сурет – ЭЖ-нің уақытша рұқсат етілетін және авариялық жұмыс режимдері кезіндегі желінің басындағы кернеу графигі



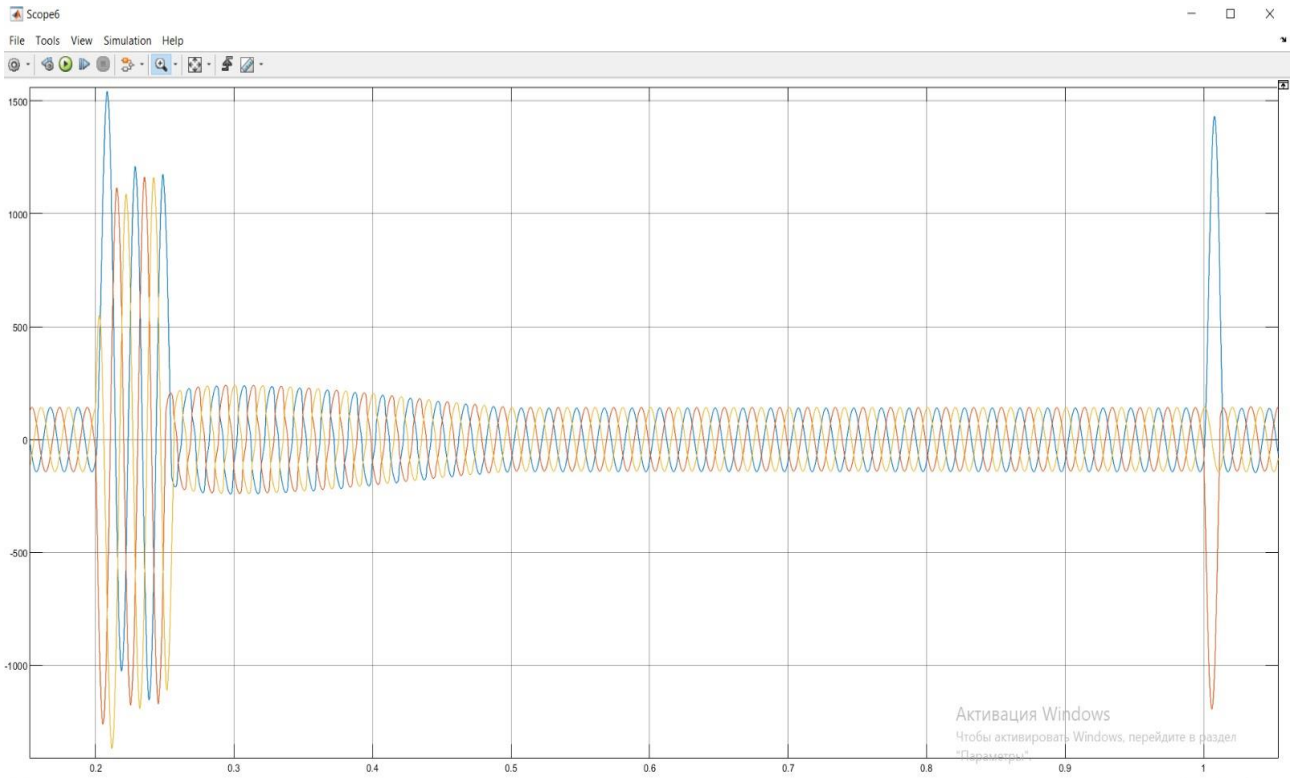
5.9-сурет – ЭЖ-нің уақытша рұқсат етілетін және авариялық жұмыс режимдері кезіндегі желінің соңындағы кернеу графигі



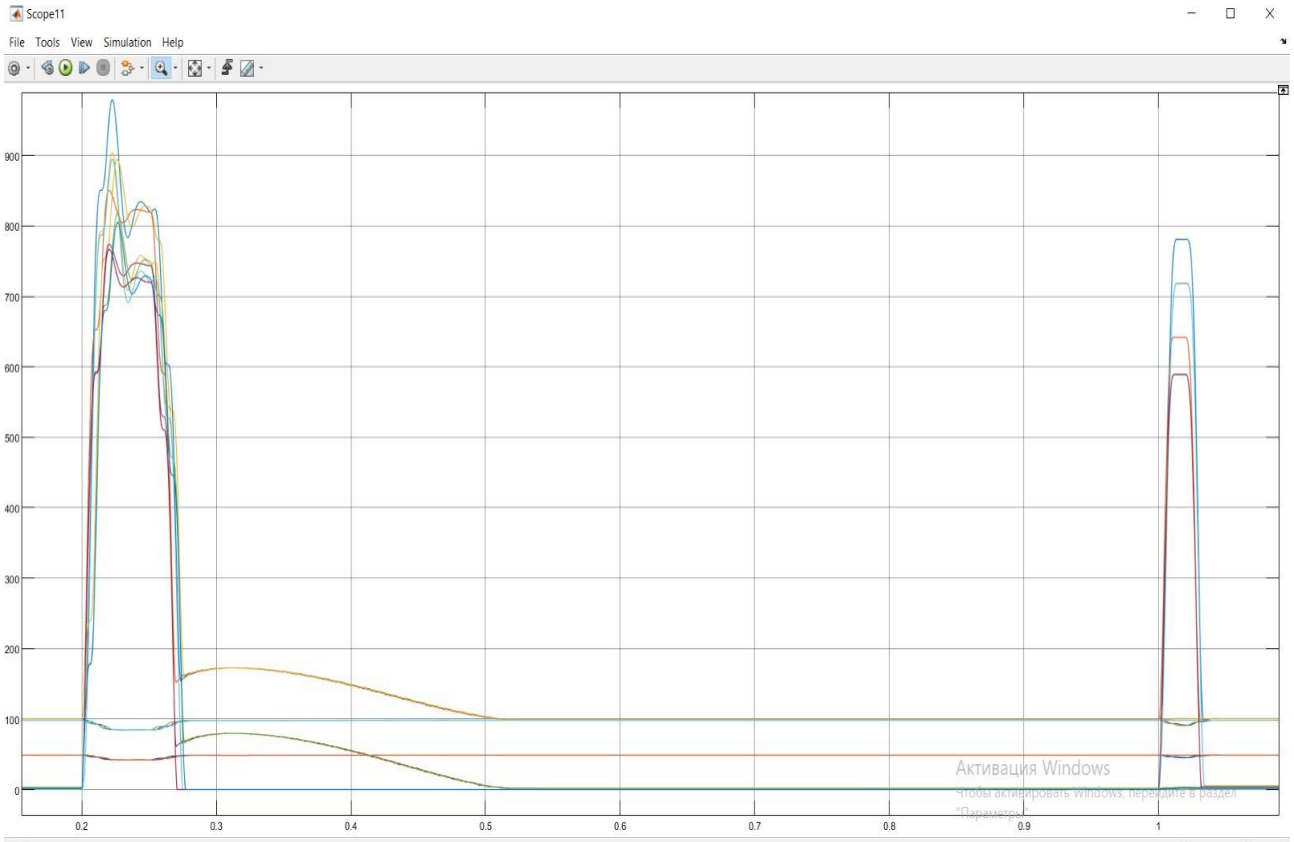
5.10-сурет – ЭЖ-нің уақытша рұқсат етілетін және авариялық жұмыс режимдері кезіндегі желінің жалпы кернеу графигі

Бұл режимдерді зерттеу барысында кернеудің 2 жерден төмендеуін байқаймыз. 1 орында кернеудің төмендеуі қысқаша тұйықталідың әсерінен орын алып отыр, ҚТ болу уақыты 0,2-0,28с. Одан кейін ажыратқыш 0,25с бастап жұмысын бастаған кезде уақытша рұқсат етілетін режим жүзеге асырылады, ал ажыратқыштың сөну уақыты 1с моментінде қайта қосылды, сол кезде кішкене кернеу ауытқуын бақылауға болады.

1. ҚТ болған кезде кернеу номиналды көрсеткішінен 39% ға дейін түсіп кетті.
2. Ал ажыратқыш сөнген кезде 64% ға дейін түсті.



5.11-сурет – ЭЖ-нің уақытша рұқсат етілетін және авариялық жұмыс режимдері кезіндегі желінің басындағы тоқ графигі



5.12-сурет – ЭЖ-нің уақытша рұқсат етілетін және авариялық жұмыс режимдері кезіндегі желінің жалпы тоқ графигі

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыста сызықты емес жүктемелерді қоректендіретін 10кВ электр торабының жұмыс режимдері зерттелді. Зерттеу кезінде сызықты емес жүктемелерге анықтама беріліп сараланды. Сондай-ақ, синусоидалы емес токтар мен кернеулердің теріс салдары зерделенді.

Есептеу бөлімінде электр торабын жобалау барысында кернеуі 10 кВ қосалқы станцияларды қарастырдым. Жобалау кезінде қосалқы станциялардағы трансформаторлардың ТМ-1000/10 және ТМ-1600/10, түрлерін таңдап, участоктар бойынша активті және реактивті қуат шығындарына есептеулер жүргізіліп, жүктеме түйіндерінде кернеу шығындары есептелінді. Одан соң желілердің есептік токтары анықталып, соған байланысты ПвВнг(А) – ХЛ – 3х35/16 сым маркаласын таңдадым. Желінің максималды жүктеме кезіндегі қуатты шығындарын есептедім. 10 кВ кернеулі торапта қысқа тұйықталу токтары есептелінді.

Есептік жұмыстарымда қоса отырып MATLAB бағдарламасы арқылы нормаланған, авариялық және уақытша рұқсат етілетін режимдерді зерттедім. Режимдерді зеттеуді екінші тұйықталмаған жүйесін қолдандым. Онда 4 трансформатор және 2 қарапайым жүктеме, 2 сызықтық емес жүктемелерді алдым. Ойымды қортындылай келе, бүкіл режимдер жақсы жұмысын атқарып қанағаттандырарлық нәтиже ала алдым.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Проектирование электрических сетей : учеб. пособие / С.С. Ананичева, Е.Н. Котова.— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 164 с

2 Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. М.: Норматика, 2016. 464 с.

3 Ананичева С.С., Мезенцев П.Е. Модели развития электроэнергетических систем : учебное пособие. Екатеринбург : Изд-во Урал.ун-та, 2013. 147 с.

4 Герасименко А.А., Федин В.Т. Передача и распределение электрической энергии : учеб. пособие. 3-е изд.М. : КНОРУС, 2012. 648 с.

5 Карапетян И.Г., Файбисович Д.Л., Шапиро И.М. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д.Л. Файбисовича.М. : НЦ ЭНАС, 2012. 376 с

6 Проектирование систем электрификации: Учебное пособие для выполнения курсового проекта по дисциплине «Проектирование систем электрификации» / С. Н. Антонов – Ставрополь: «АГРУС», 2015 – 92 с.

7 Оржанова Ж.К., Тергеусизова М.А. Проектирование электрических сетей и систем. Конспект лекций для студентов специальности – 5В071800 – Электроэнергетика. - Алматы: АУЭС, 2015 - 78с.

8 Проектирование электропередач, сетей и систем : практикум к курсовой работе / сост. А. Л. Плиско. – Ульяновск : УлГТУ, 2016. – 29 с.

9 Проектирование подстанции: учебное пособие для выполнения карового проекта по дисциплине «Электрические станции и подстанции» / А.В. Ефанов– Ставрополь: АГРУС, 2014-70 с

10. Инструкция по проектированию городских электрических сетей. РД 34.20.185-94. Мин. топлива и энергетики РФ. Российское АО Энергетики и электрификации “ЕЭС РОССИИ”. -М.: Энергоатомиздат, 2005.

11. Инструкция по эксплуатации кабелей с изоляцией из сшитого полиэтиленаина переменное напряжение 10, 20, 35 кВ. изд. 1.- ОАО «Электрокабель» Кольчугинский завод».

12. СТ КазНИТУ-09-2023. Общие требование к построению изложениям, оформлению и содержанию текстового и графического материала. Работы учебные. Алматы: КазНИТУ имени К.И.Сатпаева, 2023. – 47 с.

Таменеев Ырзахан Куандыковичтың

6В07101 – Энергетика білім беру бағдарламасы бойынша

«Сызықты емес жүктемелерді коректендіретін 10 кВ электр торабының жұмыс режимдерін зерттеу»

тақырыбында орындаған

дипломдық жұмысына

СЫН-ПІКІР

Студент Таменеев Ы.К. дипломдық жұмыста сызықты емес жүктемелерді коректендіретін 10 кВ электр торабының әртүрлі жұмыс режимдерін зерттеген. Жұмысты есептеу барысында қосалқы станциялар үшін трансформаторлар таңдалып, участоктар бойынша активті және реактивті қуат шығындарына есептеулер жүргізген. Жүктеме түйіндерінде кернеу шығындары есептелген. Одан соң желілердің есептік токтары анықталып, соған байланысты сым маркалары таңдалған. MATLAB бағдарламасында электр торабының моделі құрылып, оның әртүрлі режимдердегі жұмысы зерттелген.

ЖОБА БОЙЫНША ЕСКЕРТУ

Жұмысқа кемшілік ретінде: Электр торабының жұмыс режимдерін зерттегенде бір ғана сызықты емес жүктеме қарастырылған.

ЖҰМЫСТЫ БАҒАЛАУ

Жоғарыда айтылғандарды қорыта келе, Таменеев Ырзахан Куандыковичтың дипломдық жұмысын «жақсы» (85 балл) бағаға бағалап, ал авторды – 6В07101 – Энергетика білім беру бағдарламасы бойынша «техника және технологиялар бакалавры» академиялық дәрежесіне лайық деп санаймын.

Сын-пікір беруші
«Ғ.Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, техн. ғыл. канд.

_____ Ш.Л. Утешкалиева

«07» маусым 2023 ж.

Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю
Салтанғазиева
қызметі
«07» 06 2023 ж.
Персоналды басқару жөніндегі бөлім
Отдел по управлению персоналом

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И.СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

Таменеев Ырзахан Куандыковичтың

6В07101 – Энергетика ББ бойынша

«Сызықты емес жүктемелерді қоректендіретін 10 кВ электр торабының жұмыс режимдерін зерттеу»
тақырыбындағы **дипломдық жұмысына**

ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыста сызықты емес жүктемелерді қоректендіретін 10 кВ электр торабының жұмыс режимдері зерттелген.

Дипломдық жұмыстың негізгі бөлімінде берілген тапсырмаға сәйкес әуе желілерін жобалау үшін есептеулер жүргізіліп, қосалқы станциялардың негізгі электр жабдықтары таңдалған. Тұйықталған және тұйықталмаған схема бойынша электр жүйені қоректендіру әуе желілерінің параметрлері есептелген және желілерде болатын қуат шығындары анықталған. Электр желілерінің жұмыс режимдерін зерттеу үшін MATLAB бағдарламасында электрлік жүйенің моделі құрылған. Модельде сызықты емес жүктеме ретінде тұрақты ток машинасын үш фазалы түзеткіш арқылы қоректендіру жүйесі қолданылған.

Бітіруші Таменеев Ы.К. дипломдық жұмысын графикке сәйкес толық орындап, жұмысты дайындау кезінде өзін сауатты, өздігінше қажетті материалдар мен әдебиеттерді іздей алатын, ынталы білім алушы ретінде көрсете білді.

Дипломдық жұмыс қойылатын талаптарға сәйкес келеді және мемлекеттік аттестациялық комиссияның отырысында қорғауға жіберіледі. Ал жұмыстың авторы, **Таменеев Ырзахан Куандыкович** 6В07101 «Энергетика» білім беру бағдарламасы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне лайықты және дипломдық жұмысы - «өте жақсы» 90 бағаға бағаланады.

Ғылыми жетекші
Қауымдастырылған профессор, PhD

_____ **Балгаев Н.Е.**

«31» мамыр 2023 ж.

ҚазҰТЗУ 706-16 Ү. Ғылыми жетекшінің пікірі

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Таменеев Ырзахан Куандыкович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Сызықты емес жүктемелерді қоректендіретін 10кВ электр торабының жұмыс режимдері зерттеу

Научный руководитель: Нуржан Балгаев

Коэффициент Подобия 1: 15.2

Коэффициент Подобия 2: 5.7

Микропробелы: 102

Знаки из здругих алфавитов: 27

Интервалы: 0

Белые Знаки: 1

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:

2023-06-07

Дата

Заведующий кафедрой Энергетики

Сарсембаев Е.А.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Таменеев Ырзахан Куандыкович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Сызықты емес жүктемелерді қоректендіретін 10кВ электр торабының жұмыс режимдері зерттеу

Научный руководитель: Нуржан Балгаев

Коэффициент Подобия 1: 15.2

Коэффициент Подобия 2: 5.7

Микропробелы: 102

Знаки из здругих алфавитов: 27

Интервалы: 0

Белые Знаки: 1

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:

2023-06-07

Дата

Нуржан Балгаев

проверяющий эксперт