

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Мұхабай Әділет Талғатұлы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Электр комплексінің орталықтандырылған сенімділігін
дифференциалды қорғау арқылы арттыру»

5B071800-«Электр энергетикасы»

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Энергетика және машина жасау институты
Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі
ДПУЩЕН К. А. ҚАЗИТЕ
PHD докторы, қауым., профессор
Е.А. Сарсенбаев
Институт энергетика
и машиностроения
« 05 » 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Электр комплексінің орталықтандырылған сенімділігін
дифференциалды қорғау арқылы арттыру»

5В071800-«Электр энергетикасы»

Орындаған

Мұхабай Ә.Т.

Пікір беруші
т.ғ.д., профессор

Ғылыми жетекші
Лектор

М.А. Мустафин

Г.Ш. Токпенсова

« 05 » 2022 ж.

« 05 » 2022 ж.



Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю
« 05 » 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

«01» 01 2022 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Мухабай Әділет

Тақырыбы «Электр комплексінің орталықтандырылған сенімділігін дифференциалды қорғау арқылы арттыру»

Университет ректорының 2021 ж. «24» желтоқсанындағы № 489-ПӨ бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «17» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

Электр комплексінің орталықтандырылған жүйелеріне сенімділігін дифференциалды қорғау арқылы арттыру.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Электр комплексінің орталықтандырылған жүйелеріне талдау;

ә) ЭТК ОДК және олардың элементтерін ұйымдастырудың қағидаты;

б) Үе желісі элементтерінің сенімділігі.

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдар слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 9 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Электр комплексінің орталықтандырылған жүйелеріне талдау	18.04.22	Ескерту жоқ <i>[Signature]</i>
ЭТК ОДҚ және олардың элементтерін ұйымдастырудың кагидаты	16.05.22	Ескерту жоқ <i>[Signature]</i>

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Электр комплексінің орталықтандырылған жүйелеріне талдау	Техника ғылымдарының магистрі, лектор Г.Ш.Токпеисова	10.05.22	<i>[Signature]</i>
Электр комплексінің орталықтандырылған жүйелеріне сенімділігін дифференциалды қорғау арқылы арттыру	Техника ғылымдарының магистрі, лектор Г.Ш.Токпеисова	10.05.22	<i>[Signature]</i>
ЭТК-ны электр электроникасының элементтерімен қорғау үшін дифференциалды принципті қолдану мүмкіндіктері	Техника ғылымдарының магистрі, лектор Г.Ш.Токпеисова	12.05.22	<i>[Signature]</i>
Норма бақылау	Ә.О.Бердібеков сеңior-лектор	13.05.2022	<i>[Signature]</i>

Ғылыми жетекші _____ *[Signature]* Г.Ш.Токпеисова

(Қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ *[Signature]* Ә.Т.Мұхабай
Күні «07» 02 2022 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыста ЭТК қорғаудың сенімділігі мен тиімділігін арттыру үшін алғаш рет қос жазу әдісімен біріктірілген дифференциалды принципке негізделген орталықтандырылған қорғаныс алгоритмдері ұсынылады.

Орталықтандырылған қорғауды енгізу перспективасына қарамастан, жаңа алгоритмдерді әзірлеуге жеткіліксіз көңіл бөлінеді. ОДҚ ұйымдастыру үшін қорғау элементтері жай-күйінің әрбір өзгерісі жалпы теңгерімді қамтамасыз ете отырып, кемінде екі есептік нүктеде көрініс табатын тәсіл болып табылатын қосарланған жазу әдісін қолданған орынды.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе для повышения надежности и эффективности защиты ЭТК впервые предложены алгоритмы централизованной защиты, основанные на дифференциальном принципе, объединенном методом двойной записи.

Несмотря на перспективу внедрения централизованной защиты, разработке новых алгоритмов уделяется недостаточное внимание. Для организации ЦБД целесообразно использовать метод двойной записи, который представляет собой способ, при котором каждое изменение состояния элементов защиты отражается не менее чем в двух расчетных точках, обеспечивая общий баланс.

ANNOTATION

In the thesis, for the first time, centralized protection algorithms based on the differential principle, combined with the double-write method, are proposed to increase the reliability and effectiveness of ETC protection.

Despite the prospect of introducing centralized protection, insufficient attention is paid to the development of new algorithms. For the organization of the central bank, it is advisable to use the method of double recording, which is an approach in which each change in the state of the protective elements is reflected at at least two accounting points, ensuring a general balance.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Нысан туралы жалпы мағлұматтар	8
1.1	Электр тораптарын жобалау және электр энергиясының шығынын есептеу	9
2	Кернеуі 110кВ желіні жобалау	31
3	Электр комплексінің орталықтандырылған жүйелеріне талдау	32
3.1	Электр комплексінің орталықтандырылған жүйелеріне сенімділігін дифференциалды қорғау арқылы арттыру	34
4	ЭТК ОДҚ және олардың элементтерін ұйымдастырудың қағидаты	37
4.1	ЭТК-ны электр электроникасының элементтерімен қорғау үшін дифференциалды принципті қолдану мүмкіндіктері	48
4.2	ЭТК-ны электр электроникасының элементтерімен қорғау үшін дифференциалды принципті қолдану мүмкіндіктері	49
	Қорытынды	50
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	51

КІРІСПЕ

Электротехникалық кешендер (ЭТК) - бұл өндіруге, түрлендіруге, жинақтауға, электр энергияны тасымалдауға арналған құрылғылар, электр энергиясын тарату және тұтыну. ЭТК-да авариялық істен шығулар, іркілістер сөзсіз орын алады және тиісінше ЭТК-ны қорғау қажеттілігі туындайды.

Барлық кернеу кластарының электр желілерінде ескірген электромеханикалық реледен микропроцессорлық қорғаныс құрылғыларына ауысу жалғасуда, бірақ дәстүрлі орталықтандырылмаған архитектура сақталады. Балама тәсіл қорғанысты орталықтандырылған түрде салумен байланысты, бұл жабдыққа да, пайдалануға да шығындарды азайтуға, сондай-ақ қорғаныстың сенімділігі мен селективтілігін арттыруға мүмкіндік береді. Орталықтандырылған жүйені қолдану соңғы жылдары дамып келе жатқан терминалдар арасындағы байланыс арналарын ақпараттық желіге біріктіру арқылы мүмкін болды. Орталықтандырылған жүйені ұйымдастыру кезінде деректерді беру арналарын резервтеуді ескере отырып, ақпарат жиналады. Қорғаныс құрылғысы шешім қабылдағаннан кейін. ЭТК элементтерінің ажыратқыштарына басқару командаларын беру болжанады.

Жоғары сезімталдыққа, жылдамдыққа және селективтілікке ие қорғаныс ретінде төмендегілерге негізделген қорғаныстарды қолданған жөн дифференциалды принцип бойынша (дифференциалды қорғаныс). Дифференциалды қорғауды ұйымдастыруда байланыс арналарын кеңінен қолдану орталықтандырылған дифференциалды қорғауды (ОДҚ) құру мүмкіндігіне әкеледі. Алайда, токтар мен кернеулерді өлшеу, сондай-ақ электр желісінің көптеген элементтерінен ақпарат жинау ОДС жұмысының сенімділігіне әсер етуі мүмкін. Сонымен қатар, қорғаныс жүйесі электр желісінің көп бөлігін қамтыса, оның жұмысы бұзылған жағдайда соғұрлым көп зиян келтіріледі.

1 Нысан туралы жалпы мағлұматтар

ЖШС «Оңтүстік Жарық Транзит» 2001 жылы құрылған, меншік формасы жекеменшік негізгі берілгендердің көрсеткіштері 1-ші кестеде келтірілген. ЖШС «Оңтүстік Жарық Транзит» электр желіні бөліп тұратын ол ВЛ 10-0.4 кВ 13 ҚС-дан қоректенеді КРЭК ЖШС «Оңтүстік Жарық Транзит»-тің электр энергиясын қамтамасыздандырады. Қс 110/35/10 КРЭК және ҚС 35/10 қоректену тізімі 2-ші кестеде келтірілген. ЖШС «Оңтүстік Жарық Транзит» электр желісі жалпы аралығы 10 кВ – 540 км; 0,4 кВ-413,38 км, қоректі қамтамасыздандыру негізінде қорғасын зауыты, ауыл шаруашылық, тұрмыстық қолданушылар, «Электраппарат зауыты», жол басқармасы, автобазалар, минералды су және алкагольді емес сусындарды шығару кәсіпорын, горводоканал т.б. Қазіргі уақытта қолданушылардың жалпы жүктемесі 3-3.5 МВт құрайды, 2001 жылы ЖШС «Оңтүстік Жарық Транзит» жылдық энерго қолданушылары 21.979 млн.кВт*сағ құрайды. 2013 жылы энергия қолдану 40-42 млн.кВт*сағ –қа өседі деп күтілуде.

Қарастырылып отырған аймақта әр түрлі ірі экономикалық нысандарының салынуына байланысты желілердегі жүктеме көлемі ұлғайып отыр. Сондықтанда желілерді дамыту мәселесі туындайды.

Бұл мәселе электр тұтынушылар санының көптігінен және олардың ауқымды территорияда орналасуы салдарынан айтарлықтай күрделі болып тұр. Тораптың сұлбесі тұтынушылар жүктемесінің өзгеруі салдарынан пайда болатын таратылатын қуаттың әр түрлі тораптағы режимдеріне, сонымен қатар тораптың жекелеген элементтерінің асқын жүктемелік және апаттық өшірілуіне бейім болатындай етіп жобалау қажет. Бұл орайда электр тораптарын салу барысында пайда болатын құрылыс шығырдарын төмендетуге тырысу керек, яғни ең тиімді шешім қабылдауды қамтамасыз ету керек.

1964-1970 жж электрлік желінің 10-0.4 кВ негізгі көлемі 1964-1970 жылы шыққан, трансформаторлар қуаты 25-630 кВА –ден сыртқы ажыратқыш қондырғы 10 кВ жалпы приборлар саны 7542 дана, үш фазалы санауыштар 447 дана барлығы индукционды, орнату жылы 1962-ден 1980 жылға дейін, СА4У, И672 түрі, бір фазалы түрі СО 505, СО6106 орнату жылы 1999-2000 жж. ТТ ток өлшеуіш трансформаторлар, ТН трансформаторлардың кернеуінің дәлдігі 0,5. Жан-жақта 0,4 кВ ТП 10/0,4 үшфазалы индукционды санағыштар дәлдігі -2 орналастырылған, барлық ТП ай сайын тіркеу жасалады.

Қарастырылған аудандағы тораптарды дамыту келесі техникалық бағыттарды болжайды:

- кез-келген тұтынушыны кез-келген тоқ көзінен электрмен қамтамасыз ету мүмкіндігі тууы үшін шаруашылық саласында желілерді әрі қарай дамыту. Егер 110 кВ желіні бір жақты магистральдар мен әр түрлі желі тораптарынан келіп түскен қуатты автоматты түрде енгізетін 110 кВ-тық өзара қорландыратын жолдар құраса онда бұл шарт орындалған болар еді;

- тораптарды тиімді пайдалану қажет. Ол үшін ең маңыздысы – тораптардағы электр энергияның шығындарын айтарлықтай азайту.

1.1 Электр тораптарын жобалау және электр энергиясының шығынын есептеу

Электр тораптарындағы электр энергиясы шығындарын азайту-электр энергиясын сақтау шараларының жалпы кешенінің маңызды құраушысы болып табылады. Электр энергиясы-өнімнің белгілі бөлігін жұмсау арқылы тасымалданатын жалғыз өнім түрі, сондықтан электр энергиясын жеткізген кезде оның шығындарынан құтылу мүмкін емес, міндет олардың тиімді деңгейін анықтап, фактылық шығындарды осы деңгейде ұстау. Шығындар деңгейі оларды азайту үшін жүргізілетін шаралар тиімділігімен емес, нақты елде болатын электр энергиясын өндіру мен тарату жағдайымен анықталады. Мысалы, жақын жатқан тұтынушыларды жабдықтайтын салыстырмалы аз қуатты электр станцияларында энергия өндіру тораптарындағы шығындарды азайтуға алып келеді.

2 Кернеуі 110кВ желіні жобалау

2.1-кесте-де жобаның есептеудің берілгендері көрсетілген.

2.1-кесте- Жобаны есептеудің берілгендері

Активті қуаттар, МВт	P=30;
ЭБЖ-ң ұзындығы, км	L1=25;
Максималды жұмыс уақыты, сағ	Tмакс=5000
Қуат коэффициенті	cos=0.8
Максимум коэффициенті	Km=0.8
Берілген кернеулер, кВ	Uн=110; Uмакс=1.1Uн; Uмин=Uн
Минималды қуат, МВт	0.3Sмакс
Мүзға байланысты аудан	2-ші аудан

2.1.1 Электр беріліс желісінің номиналды кернеуін таңдау

Желі линиясының номинал кернеуін таңдау күрделі технико-экономикалық есеп болып табылады. Ол көптеген факторларға байланысты. Мысалы, кернеуінің мәні төмен линияның 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.

1) Илларионов формуласы бойынша

$$U = \frac{S}{\sqrt{\frac{500}{l} + \frac{2500}{P}}}; \quad (2.1)$$

$$U = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{25} + \frac{2500}{30}}} = 98.42 \text{кВ}$$

мұндағы: l-желі ұзындығы,км;

P-активті қуат,МВт,

S-қосалқы станцияның қуаты,МВА.

Номиналды кернеу ретінде $U=110\text{кВ}$ таңдадым

2) Кернеуді таңдағаннан соң, желінің активті және реактивті қуаттарын табамыз, біздің жағдайда активті қуат бізге белгілі

$$S = P + jQ, \text{МВА} \quad (2.2)$$

Осы формула арқылы реактив қуатты табамыз:

$$Q = P \cdot \text{tg}\varphi, \text{МВАр} \quad (2.3)$$

Реактивті қуаттарын $\text{tg}\varphi$ арқылы табамыз:

$$\text{tg}\varphi = \frac{\sqrt{1 - \cos^2\varphi}}{\cos\varphi}; \quad (2.4)$$

$$\text{tg}\varphi = \frac{\sqrt{1 - 0,8^2}}{0,8} = 0,75$$

$$Q_2 = 30 \cdot 0,75 = 22.5 \text{квар}$$

3) Реактивті жүктемелер белгілі болғаннан кейін, толық жүктемелерді есептейміз:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}; \quad (2.5)$$

$$S_2 = \sqrt{30^2 + 22.5^2} = 37.5 \text{МВА}$$

2.1.2 Күштік трансформаторлардың қуатын, типін және санын анықтау

1) Трансформатордың орамасындағы шығындарын анықтау

$$S_{\text{тpн}} \geq \frac{S_{\text{нH}}}{2 \cdot K_{\text{жс}}} = \frac{S_{\text{нH}}}{1.4} \quad (2.6)$$

мұндағы, S_{H} – толық жүктеме.

$$S_{2\text{H}} = \sqrt{P_2^2 + Q_2^2} = \sqrt{30^2 + 22.5^2} = 37.5 \text{МВА}$$

$$S_{nH} = \sqrt{P_n^2 + Q_n^2} \quad (2.7)$$

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

$$S_{од1} \geq \frac{S_{2H}}{1,4} = \frac{37,5}{1,4} = 26,5 \text{ MVA}$$

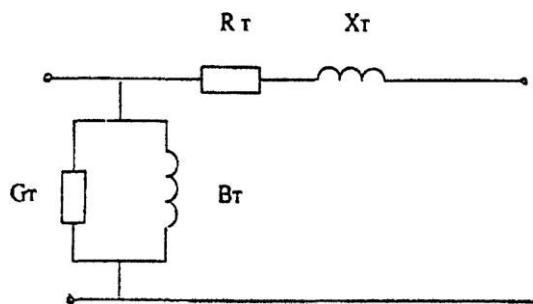
мұндағы, $S_{тр}$ – трансформатордың қуаты, MVA.

Есептелген қуатына байланысты әр қайсысы бөлек жұмыс режиміне арналған ТДН-40000/110 типті 2 трансформатор таңдалынып алынды, номиналдық берілгендері 2.2-кестеде көрсетілген.

2.2-кесте-ТДН-40000/110 типті трансформатордың паспорттық берілгендері

$S_{ном},$ MVA	Орамдағы кернеу, кВ		Активті шығындар, кВт		$U_{к\%}$	$I_{x\%}$	Кедергілер, Ом		Реактивті шығын, квар
	ВН	НН	P_x	P_k			$R_{тр}$	$X_{тр}$	
40	121	10,5	50	160	10,5	0,65	1,46	88,4	260

- 2) Активті және реактивті шығындарды анықтаймыз (2.2-суретте екі орамды трансформатордың алмастыру сұлбасы келтірілген)



2.2-сурет-Трансформатордың алмастыру сұлбасы

$$\Delta P_{mp2} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{ном}^2} \cdot r_{mpn} \quad (2.8)$$

$$\Delta Q_{mpn} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{ном}^2} \cdot x_{mpn} \quad (2.9)$$

$$\Delta P_{mp2} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{ном}^2} \cdot r_{mp2} = \frac{30^2 + 22.5^2}{110^2} \cdot 1.46 = 0.17 \text{ МВт}$$

$$\Delta Q_{mp2} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{ном}^2} \cdot x_{mp2} = \frac{30^2 + 22.5^2}{110^2} \cdot 88.4 = 10.27 \text{ Мвар},$$

мұндағы Р және Q активті және реактивті қуат;

$U_{ном}$ – желінің номиналды кернеуі, кВ;

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

$x_{тр}$ – трансформатордың реактивті меншікті кедергісі, Ом.

3) Бос жүріс шығындарын анықтау

$$\Delta P_{xx} = \Delta P_x \cdot 2 \quad (2.10)$$

$$\Delta Q_{xx} = \frac{I_{x\%} \cdot S_{\delta\delta}}{100} \cdot 2, \quad (2.11)$$

мұндағы ΔP_{xx} – трансформатордың бос жүріс кезіндегі активті шығын, кВт;

ΔQ_{xx} – трансформатордың бос жүріс кезіндегі реактивті шығыны, квар;

I_x – трансформатордағы бос жүріс тоғы, %.

$$\Delta P_{xx} = \Delta P_x \cdot 2 = 50 \cdot 2 = 100 \text{ кВт} = 0,1 \text{ МВт}$$

$$\Delta Q_{xx} = \frac{I_{x\%} \cdot S_{mp}}{100} \cdot 2 = \frac{0,65 \cdot 30}{100} \cdot 2 = 0,39 \text{ Мвар}$$

$$S_{ec.n} = S_{nH} + \Delta S_{Tn} + \Delta S_{xn} - jQ_c^H - jQ_n^K,$$

мұндағы S_{ec} – есептік толық қуат, МВА;

S_x – трансформатордың бос жүріс кезіндегі толық активті және реактивті шығын, МВА;

jQ_c^H – желінің бас кезіндегі зарядтық қуат, Мвар;

jQ_n^K – желінің соңындағы зарядтық қуат, Мвар.

$$S_{ec2} = 30 + j22.5 + 0,5(0.17 + j10.27) + 2(0,05 + j0,260) - j0.82 - j0.33 = \\ = 30.185 + j27.01MBA$$

Трансформатордың толық қуат шығынын анықтадық:

$$\Delta S_{T2} = 0.17 + j10.27MBA$$

2.1.3 Желідегі қуат ағынын есептеу

$$S_A = \frac{(S_2) \cdot l_2}{l_{жалты}}, \quad (2.12)$$

мұндағы l – желінің ұзындығы, км.

$$S_A = \frac{(30 + j22.5) \cdot 25}{25} = 30 + j22.5$$

$$S_A = S_2$$

2.1.4 Сымдардың қимасын таңдау

Токтарды анықтаймыз

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot 2} \quad (2.15)$$

$$I_1 = \frac{37.05 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 110 \cdot 2} = 197A$$

Токтың экономикалық тығыздығына байланысты қиманы анықтаймыз

$$S_{эк} = \frac{I}{j_{эк}}; \quad (2.16)$$

мұндағы $j_{эк}$ – токтың экономикалық тығыздығы, $j_{эк}=1,2$ А/мм, [1].

$S_{эк}$ – сымның қимасы, мм²;

I – есептік ток, А.

$$S_{эк1} = \frac{197}{1.2} = 164мм^2$$

Есептелген қимаға байланысты алюминий - болат сымын АСК185/24 таңдаймыз, [1].

Сымдардың параметрлерің есептеу үшін мына берілгендерді [1] әдебиеттен аламыз

$$r_0 = 0,157 \text{ Ом / км}$$

$$b_0 = 2,7 \cdot 10^{-6} \text{ См / км}$$

$$x_0 = 0,4 \text{ Ом / км}$$

мұндағы, r_0 – меншікті активті кедергі, Ом/км;
 x_0 – меншікті реактивті кедергі, Ом/км;
 b_0 – меншікті реактивті өткізгіштік, См/км;

2) Желінің параметрлерін анықтаймыз

$$R_n = r_0 \cdot l; \quad (2.17)$$

$$X_n = x_0 \cdot l; \quad (2.18)$$

$$B_n = b_0 \cdot l \quad (2.19)$$

$$Q_{cn}^k = \frac{1}{2} \cdot U_{ном}^2 \cdot B_n, \quad (2.20)$$

мұндағы R – активті кедергі, Ом;
 X – реактивті кедергі, Ом;
 B – реактивті өткізгіштік, См;
 Q_c^k – желінің соңындағы зарядтық қуат, МВар.

$$Q_{C12}^k = \frac{1}{2} \cdot U_{ном}^2 \cdot B_{12} = \frac{1}{2} \cdot 110^2 \cdot 1,35 \cdot 10^{-4} = 0,82 \text{ Мвар}$$

2.1.5 Максималды жүктеме кезінде қуатты есептеу
 2.3- суретте ЭБЖ-ң алмастыру сұлбасы көрсетілген.

$$S_n^k = S_n - jQ_{cn}^k \quad (2.21)$$

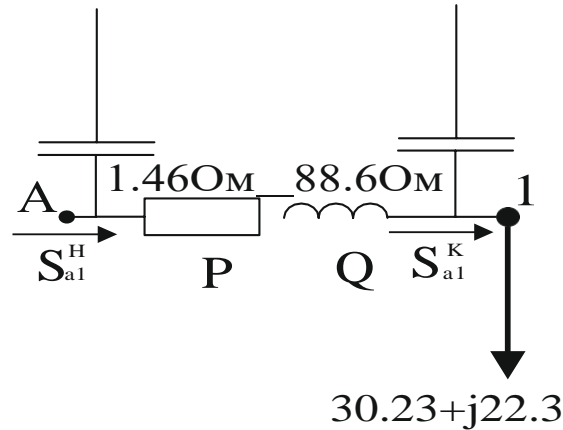
$$S_{12}^k = S_1 - jQ_{C12}^k = 30 + j22,5 - j0,82 = 30 + j21,68 \text{ МВА}$$

$$\Delta S_n = \frac{P_n^2 + Q_n^2}{U_{iii}^2} \cdot (R_n + X_n) \quad (2.22)$$

$$\Delta S_{12} = \frac{30^2 + 22.5^2}{110^2} \cdot (1.96 + j5) = 0,23 + j0,58 \text{ MVA}$$

$$S_n^i = S_n^e + \Delta S_n \quad (2.23)$$

$$S_{12}^H = S_{12}^K + \Delta S_{12} = 30 + j21.68 + 0,23 + j0,58 = 30.23 + j22.3 \text{ MVA}$$



2.2- сурет-ЭТ-ң алмастыру сұлбасы (максималды режим үшін)

2.1.6 Минималды режим кезінде қуатты есептеу

2.3- суретте ЭБЖ-ң алмастыру сұлбасы көрсетілген.

1) Қосалқы станцияның трансформаторын минималды режим кезінде есептеу

$$P_{\min} = 30\%$$

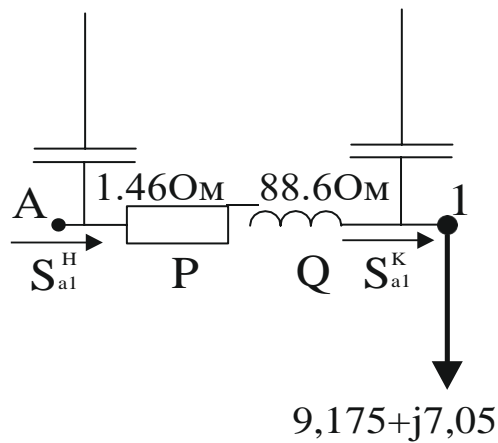
$$P + jQ = 0,3(30 + j22.5) = 9 + j6,75$$

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot r_{mp} = \frac{9^2 + j6.75^2}{110^2} \cdot 1.46 = 0,015 \text{ MВт}$$

$$\Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot x_{mp} = \frac{9^2 + j6.75^2}{110^2} \cdot 38.4 = 0.4 \text{ Мвар}$$

$$S_{\text{анәі}} = (P + \Delta P) + j(Q + \Delta Q) = (9 + 0.015) + j(6.75 + 0.4) = 9.015 + j6.79$$

$$S_{\text{анәі.дө}} = (P + \Delta P_k) + j(Q + \Delta Q_x) = (9.015 + 0,16) + j(6.79 + 0,26) = 9.175 + j7.05$$



2.3- сурет-ЭТ-ң алмастыру сұлбасы (минималды режим үшін)

2.1.7 Апаттық режимі кезінде қуатты есептеу

2.4- суретте ЭБЖ-ң алмастыру сұлбасы көрсетілген.

$$S_n^K = S_n - jQ_{cn}^K$$

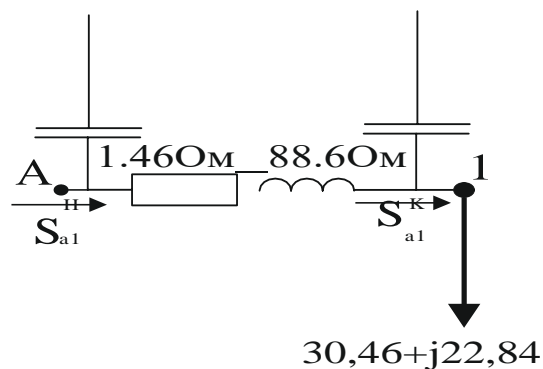
$$S_{A2}^K = S_1 - jQ_{C12}^K = 30 + j22.5 - j0.82 = 30 + j21.68$$

$$\Delta S_n = \frac{P^2 + Q^2}{U_{iii}^2} \cdot (R_n + X_n)$$

$$\Delta S_{A2} = \frac{(30^2 + 22.5^2) \cdot 2}{110^2} \cdot (1.96 + j5) = 0,46 + j1,16 \text{ MVA}$$

$$S_n^i = S_n^e + \Delta S_n$$

$$S_{A2}^H = S_{A2}^K + \Delta S_{A12} = 30 + j21.68 + 0,46 + j1,16 = 30,46 + j22,84 \text{ MVA}$$



2.4- сурет-ЭТ-ң алмастыру сұлбасы (апаттық режим үшін)

Апаттық режим кезіндегі кернеу шығынын есептейміз

$$U_{\max} = 121 \text{ кВ}$$

$$\Delta U_i^H = \frac{P_i^H \cdot R_i + jQ_i^H \cdot X_i}{U_{\text{шнн.}}} \quad (2.24)$$

$$\delta U_i^H = \frac{P_i^H \cdot X_i - jQ_i^H \cdot R_i}{U_{\text{шнн.}}} \quad (2.25)$$

$$U_i = U_{\text{шнн.}} - \Delta U_i^H - j\delta U_i^H \quad (2.26)$$

$$\Delta U_{12}^H = \frac{P_{12}^H \cdot R_{12} + jQ_{12}^H \cdot X_{12}}{U_{\text{шнн.}}} = \frac{30.46 \cdot 1.96 + 22.84 \cdot 5}{121} = 1.43 \text{ кВ}$$

$$\delta U_{12}^H = \frac{P_{12}^H \cdot X_{12} - jQ_{12}^H \cdot R_{12}}{U_{\text{шнн.}}} = \frac{30.46 \cdot 1.96 - 22.84 \cdot 5}{121} = 0.45 \text{ кВ}$$

$$U_{12} = U_{\text{шнн.}} - \Delta U_{12}^H - j\delta U_{12}^H = 121 - 1.43 - j0.45 = 119.57 - j0.45 \text{ кВ}$$

$$U_2 = \sqrt{119.57^2 + 0.45^2} = 119.57 \text{ кВ}$$

Есептеулерден көріп отырғандай, егер де авариялық жағдайлар орын алса, онда кернеу шығыны өте үлкен болмайды яғни өткізгішті қайта таңдаудың қажеті жоқ.

2.1.8 Кернеуді реттеу жабдықтарын таңдау

Максимал жүктеме кезінде керекті кернеу номиналды кернеуден 5 % жоғары болу керек. Мысалы $U_{ж} = 10,6$ кВ делік. Шынайы кернеу төмен, сол үшін біз кернеуді көтеру үшін қажетті жабдықты қолданамыз. Бұл жағдайда жүктеме кезіндегі кернеуді реттеуді қолданамыз (РПН).

$$U = U_2 \cdot \frac{U \%}{100\%} = 119.9 \cdot \frac{1.78}{100} = 2.12 \text{ кВ} \quad (2.27)$$

$$U_{\text{отв}} = U_2 \cdot \frac{U_{\text{нн}}}{U_{\text{ж}}} = 119.9 \cdot \frac{10.5}{10.7} = 117.65 \text{ кВ} \quad (2.28)$$

2.1.9 Технико-экономикалық есептеулер

Таңдалынған АСК 185/24 маркалы сым үшін;

Сымның бағасы - 900000 тг/км;

Ажыратқыштың бағасы - 600000 тг/дана.

$$K_{л} = \sum K_0 \cdot l = 900000 \cdot 25 = 22,5 \text{ млн. тг} \quad (2.29)$$

мұндағы $K_{л1}$ -желінің толық құны;
 K_0 -желінің құны, тг;
 l -желінің ұзындығы, км.

Келесі формула арқылы желі объектілеріне кететін күрделі салымдарды есептейміз:

$$K_{ПС} = 2 \cdot 600000 = 1200000 \text{ тг} \quad (2.30)$$

Желіні жөндеуге және қызмет етуге, амортизацияға кететін толық жылдық шығындарды келесідей есептейміз:

$$I_{л} = K_{л} \cdot \frac{\alpha_{anc} + \alpha_{psc} + \alpha_{onc}}{100} = \frac{2,8}{100} \cdot 22500000 = 630000 \text{ тг} \quad (2.31)$$

мұндағы $\alpha_{ал}=2,4$;
 $\alpha_{рл}+\alpha_{ол}=0,4$.

Желідегі электр энергия шығындарын компенсациялауға кететін шығындарды келесі формула арқылы есептейміз:

$$I_{ПС} = K_{ПС} \cdot \frac{\alpha_{anc} + \alpha_{psc} + \alpha_{onc}}{100} = \frac{1200000 \cdot 9,4}{100} = 112800 \text{ тг} \quad (2.32)$$

мұндағы $\alpha_{апс}=6,4\%$;
 $\alpha_{рпс}+\alpha_{опс}=3\%$.

$$\tau_{\max} = (0,124 + \frac{5000}{10000}) \cdot 8760 = 5466.24 \text{ сағ} \quad (2.33)$$

Электрэнергияның жылдық шығынын келесідей формуламен есептейміз:

$$\Delta W = \Delta P \cdot \tau = 0.87 \cdot 5466.24 = 4358.1 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} \quad (2.34)$$

$$I_{\Delta W} = 1,2 \cdot \Delta P = 1,2 \cdot 0.87 = 1.05 \text{ млн. тг} \quad (2.35)$$

1 жылдық келтірілген шығындарды есептейміз:

$$3 = P_H \cdot K + I = 0,12 \cdot 26700000 + 742800 = 3.94 \cdot 10^6 \text{ тг} \quad (2.36)$$

2.1.10 Механикалық есептеулер

2.1.10.1 Сымдар мен тіректердің механикалық есептеулері

Екі тізбекті, кернеуі 110кВ ЭБЖ-сі үшін АУ – 110 – 2С темірден жасалған, еркін тұратын, анкерлік-бұрыштық және аралық тірек ретінде П – 110 – 2 маркалы, темір бетонды, еркін тұратын аралық тірек таңдадым. Механикалық есептеуді П – 110 -2 тірегі мен АСК – 185/24 сымдары үшін жүргіздім. Техникалық сипаттамалары 2.3-кестеде берілген.

2.3-кесте- АСК-150/24 үшін механикалық сипаттамасы

Параметрлер	Өткізгіш	Өзекше	Сым
Қимасы мм	187	24,2	211,2
Диаметр мм	-	6,3	18.9
Салмағы кг	515	190	705

1) меншікті механикалық жүктемені есептейміз

$$\gamma_1 = 9,81 \cdot \frac{G_0}{F} \quad (2.37)$$

мұндағы F – сым қимасы, мм;

γ_1 - сымның өз салмағынан пайда болатын механикалық әсер;

G_0 – сымның салмағы, кг/м.

$$\gamma_1 = 9,81 \cdot \frac{705}{211,2} = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ Н / м}^2$$

мұнда S_A = өткізгіш қимасы, 150мм^2 ;

S_C = өзекше қимасы, $24,2\text{мм}^2$.

3) мұзқату жиналу салмағынан уақытша әрекет етуші жүктеме:

$$\gamma_2 = 27,74 \cdot \frac{b(b + d_n)}{S_A + S_C} \cdot 10^{-3}, \quad (2.38)$$

мұндағы γ_2 - мұздан пайда болатын механикалық әсер.

$$b = b_{\text{норматив.}} \cdot k_b^d \cdot k_b^h, \quad (2.39)$$

мұндағы k_b^d – түзету коэффициенті (10мм сымның диаметрін ескере отырып);

k_b^h – келтірілген сымдар жүйесінің ауырлық центріне орналасу биіктігін ескергендегі айырмашылық кезіндегі түзету коэффициенті.

Түзету коэффициентін аппроксимациялаушы формулаларымен есептейміз:

$$k_b^d = \frac{0,83}{\sqrt[4]{0,1 \cdot d_n}} + 0,17 \quad (2.40)$$

$$k_b^d = \frac{0,83}{\sqrt[4]{0,1 \cdot 18,9}} + 0,17 = 0,88$$

$$k_b^h = (\lg \sqrt{7 \cdot h_{ym}^*})^2 \quad (2.41)$$

Барлық сымдардың келтірілген ауырлық орталығы:

$$h_{ym}^* = \frac{\sum_{i=1}^n (h_{ym}) \cdot i}{n} \quad (2.42)$$

$$h_{ym}^* = \frac{2[8,7 + (8,7 + 3) + (8,7 + 3)] + (3 + 1,35)}{2 \cdot 3} = 11,43 \text{ м}$$

$$k_b^h = (\lg \sqrt{7 \cdot 11,43})^2 = 0,91$$

$$h_{ym}^{nn} = h_r^n + \frac{[f]}{3}, \quad (2.43)$$

мұндағы h_r – нормаланған габарит. 110кВ үшін – 7м;
 f –тіректің белгілі конструктивті өлшемі бойынша анықталатын, сымның үлкен рұқсат етілетін іліну бойы.

$$f = H - h_{\bar{A}} - h_n - \lambda - h_T \quad (2.44)$$

$$f = 13,5 - 7 - 1,35 = 5,15 \text{ м}$$

астыңғы сым

$$h_{ym}^{nn} = 7 + \frac{[5,15]}{3} = 8,7 \text{ м}$$

Мұз цилиндрінің қабырғасының есептік қалыңдығы

$$b = 20 \cdot 0,88 \cdot 0,91 = 16 \text{ см}$$

Меншікті жүктеме:

$$\gamma_2 = 27,74 \frac{16(16+18.9)}{211.2} \cdot 10^{-3} = 7.3 \cdot 10^{-2} \text{ H / (м} \cdot \text{мм}^2)$$

3) сымның өзіндік салмағынан және мұзқату салмағынан суммалық вертикаль меншікті жүктеме:

$$\gamma_3 = \gamma_1 + \gamma_2 \quad (2.45)$$

$$\gamma_3 = 3,3 + 7,3 = 10,6 \cdot 10^{-2} \text{ H / (м} \cdot \text{мм}^2)$$

4) тайғақтан бос, жел қысымынан сымға уақытша әрекет ететін горизонталь жүктеме:

$$\gamma_4 = \alpha \cdot C_x \cdot k^h \cdot \frac{Q_n \cdot d_n}{S_A + S_n} \cdot \sin^2 \varphi \cdot 10^{-3}, \quad (2.46)$$

мұндағы C_x – аэродинамикалық коэффициенті, $d > 20$ мм болғандықтан ол - 1,1-ге тең;

k_Q^h – коэффициент, аралық ұзындыққа қатынасы ($250 < 1$).

$$\alpha = \frac{0,9}{\sqrt[4]{0,1 \cdot Q_n - 1,7}} + 0,1 \quad (2.47)$$

мұндағы $Q_n = 500 \text{ H/м}^2$.

$$\alpha = \frac{0,9}{\sqrt[4]{0,1 \cdot 500 - 1,7}} + 0,1 = 0,44.$$

Меншікті жүктеме:

$$\gamma_4 = 0,44 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot \frac{500 \cdot 18.9}{211.2} \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 2.17 \cdot 10^{-2} \text{ H / (м} \cdot \text{мм}^2)$$

5) тайғақпен жабылған, жел қысымынан сымға уақытша әрекет ететін горизонталь жүктеме

$$\gamma_5 = \alpha \cdot C_x \cdot k_Q^h \cdot \frac{0,25 \cdot Q_n \cdot (d_n \cdot 2b)}{S_A + S_n} \cdot 10^{-3} \quad (2.48)$$

$$\gamma_5 = 0,44 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot \frac{0,25 \cdot 500 \cdot (18.9 + 2 \cdot 16)}{211.2} \cdot 10^{-3} = 1.46 \cdot 10^{-2} \text{ H / (м} \cdot \text{мм}^2)$$

б) сымның өз салмағынан және жел қысымынан нәтижелік меншікті жүктеме:

$$\gamma_6 = \sqrt{(\gamma_1^2 + \gamma_4^2)} \quad (2.49)$$

$$\gamma_6 = \sqrt{(3,3^2 + 2,17^2)} = 3,95 \cdot 10^{-2}$$

7) сым салмағынан, тайғақ салмағынан және жел қысымынан нәтижелік меншікті жүктеме:

$$\gamma_7 = \sqrt{(\gamma_3^2 + \gamma_5^2)} \quad (2.50)$$

$$\gamma_7 = \sqrt{(10,6^2 + 1,46^2)} = 10,7 \cdot 10^{-2}$$

2.1.10.2 Оқшауламалардың механикалық есептеулері

ПС6–А маркалы оқшаулама таңдалынып алынды, $U_n=110\text{кВ}$, оқшаулама (гирлянда) саны 7, салмағы 36кг, ұзындығы 1,35м.

Нормативті жүктеменің керекті қор коэффициентіне көбейту арқылы анықтаймыз. Ең үлкен механикалық жүктеме режимі

$$2,7 \cdot (n_\phi \cdot \gamma_{нб} \cdot S \cdot Q_n + G_p),$$

мұндағы n_ϕ – фазадағы сымдар саны;

γ_ϕ – сымның меншікті жүктемесі, $\text{Н}/(\text{м} \cdot \text{мм}^2)$;

$\gamma_{нб}$ – сымның меншікті жүктемесі, $\text{Н}/(\text{м} \cdot \text{мм}^2)$;

G_p – оқшаулама салмағы.

$$2,7 \cdot (n_\phi \cdot \gamma_{нб} \cdot S \cdot l_{вес} + G_r) = 2,7 \cdot (2 \cdot 0,107 \cdot 250 \cdot 211,2 + 353) = 31461\text{Н}$$

Орташа эксплуатациондық режим:

$$5,0 \cdot (n_\phi \cdot \gamma_1 \cdot S \cdot Q_n + G_p),$$

$$5 \cdot (n_\phi \cdot \gamma_1 \cdot S \cdot l_{вес} + G_r) = 5 \cdot (0,33 \cdot 0,107 \cdot 250 \cdot 211,2 + 353) = 19189\text{Н}$$

П – 110 – 2 аралық тірегіне мына берілгендер сәйкес келеді:

$$l_{вес} = 250\text{м}$$

$$G_r = m \cdot g = 36 \cdot 9,8 = 353\text{Н}$$

АСК – 185/24 маркалы сым үшін

$$\gamma_{нб} = 0,107\text{Н}/(\text{м} \cdot \text{мм}^2)$$

$$\gamma_1 = 0,33H / (m \cdot mm^2)$$

Нормативті жүктеменің геометриялық қосынды күші

$$1,8 \cdot (n_\phi \cdot \gamma_1 \cdot S \cdot Q_n / 2 + G_p)^2 + (0,4 \cdot T_{нб})^2,$$

$$1,8 \cdot \sqrt{(n_\phi \cdot \gamma_1 \cdot S \cdot l_{вс} / 2 + G_r)^2 + (K_{рд} \cdot T_{нб})^2} =$$

$$= 1,8 \cdot \sqrt{(2 \cdot 0,033 \cdot 211,2 \cdot 250 / 2 + 353)^2 + (0,4 \cdot 62937,6)^2} = 45838,5H$$

мұндағы $K_{рд}$ – редуция коэффициенті; $K_{рд}=0,4$.

$$T_{нб} = n_\phi \cdot G_{нб} \cdot S = 2 \cdot 149 \cdot 211,2 = 62937,6$$

2.1.10.3 Критикалық ұзындықты есептеу

$[y]_{нб}=130,2$ Н/мм² – сымның ең үлкен механикалық жүктемесі кезінде;
 $[y]_{(-)} = [y]_{нб}=130,2$ Н/мм² ауаның ең кіші температурасы кезіндегі;
 $[y]_{сэ}=77,5$ Н/мм² – орта жылдық температура;
 $\theta_r = -5$ сымдағы ауа температурасы;
 $Q_{сг}=+10C$ $\theta_{(-)}=-25C$

Критикалық ұзындықты анықтаған кезде белгілі тәртіппен есептеу керек, артық есептеуді жүргізбеу үшін.

а) Берілген формула бойынша сымның жағдайын есептейміз, $l \rightarrow 0$ $[y]_{сэ}^2$ серпімділігі кезінде, γ_1 , $\theta_{(-)}$, $[y]_{(-)}$ белгілі болған кезде:

$$\sigma_{сэ}^{(2)} = [\sigma]_{(-)} + \alpha E (\theta_{(-)} - Q_{сэ}) \quad (2.51)$$

$$\sigma_{сэ}^{(2)} = 130,2 + 18,3 \cdot 0,089 (-25 - 10) = 73,2$$

$[y]_{сэ}^{(2)}$ мен $[y]_{сэ}$ бір-бірімен тексереміз. Егер $[y]_{сэ}^{(2)} > [y]_{сэ}$ болса, онда $l_{крl}$ жорамал мәнде болады, себебі $y_{сэ}=f(l_i)$ қатынасы берілген мәндер бойынша $[y]_{сэ}$ -мен қиылыспайды. Осыған байланысты $l_{крl}$ есептемейміз. Ал, $[y]_{сэ}^{(2)} < [y]_{сэ}$ болса, онда $l_{крl}$ есептейміз.

$$\sigma_{сэ}^{(2)} < [\sigma]_{сэ}$$

$$l_{крl} 73,2 < 77,5$$

$$l_{крl} = \frac{4,9[\sigma]_{(-)}}{\gamma_1} \cdot \sqrt{\frac{[\sigma]_{(-)} - [\sigma]_{сэ} + \alpha E (\theta_{(-)} - Q_{сэ})}{(1 - [\sigma]_{(-)}^2) / [\sigma]_{сэ}^2 \cdot E}} \quad (2.52)$$

$$l_{кр1} = \frac{4,9 \cdot 130,2}{3,2 \cdot 10^{-2}} \cdot \sqrt{\frac{130,2 - 77,5 + 18,3 \cdot 0,089(25 - 10)}{(1 - 130,2^2) / 77,5 \cdot 0,089}} = 82 \text{ м}$$

б) Берілген формула бойынша сымның жағдайын есептейміз, $l \rightarrow \infty$ $[y]_{сэ}^{(3)}$ серпімділігі кезінде, $\gamma_{нб}$, $\theta_{г}$, $[y]_{нб}$ белгілі болған кезде және де $y_{сэ}^{(1)} = [y]_{нб} + \beta E(\theta_{г} - \theta_{сг})$ кезде:

$$\sigma_{сэ}^{(3)} = [\sigma]_{нб} \cdot \frac{\gamma_1}{\gamma_{нб}} \quad (2.53)$$

$$\sigma_{сэ}^{(3)} = 130,2 \cdot \frac{3,2}{11,3} = 36 \text{ Н / мм}^2$$

$[y]_{сэ}^{(3)}$ пен $[y]_{сэ}$ бір-бірімен тексереміз. Егер $[y]_{сэ}^{(1)} > [y]_{сэ}$ мен $[y]_{сэ}^{(3)} > [y]_{сэ}$ болса, онда $l_{кр3}$ жорамал мәнді есептеуге болады. Егер де $[y]_{сэ}^{(3)} < [y]_{сэ}$ және де қосымша $[y]_{сэ}^{(1)} > [y]_{сэ}$ болса, онда $l_{кр3}$ есептейміз.

$$\sigma_{сэ}^{(3)} < [\sigma]_{сэ}$$

$$36 < 77,5$$

$$\sigma_{сэ}^{(2)} = [\sigma]_{(-)} + \alpha E(\theta_{г} - Q_{сэ}) > [\sigma]_{сэ} \quad (2.54)$$

$$\sigma_{сэ}^{(2)} = 130,2 + 1,83 \cdot 0,089(-5 - 10) = 127,7 > 77,5$$

$$l_{кр3} = \frac{4,9[\sigma]_{(-)}}{\gamma_1} \cdot \sqrt{\frac{[\sigma]_{(-)} - [\sigma]_{сэ} + \alpha E(\theta_{(-)} - Q_{сэ})}{\frac{\nu_{нб}^2}{\nu^2} - [\sigma]_{(-)}^2 / [\sigma]_{сэ}^2 \cdot E}} \quad (2.55)$$

$$l_{кр3} = \frac{4,9 \cdot 130,2}{3,2 \cdot 10^{-2}} \cdot \sqrt{\frac{130,2 - 77,5 + 18,3 \cdot 0,089(-5 + 25)}{\left(\frac{11,3^2 \cdot 10^{-2}}{3,2^2 \cdot 10^{-2}} - 130,2^2\right) / 77,5 \cdot 0,089}} = 37 \text{ м}$$

Егер, $l_{кр1} < l_{кр3}$ болса, онда $l_{кр2}$ есептеудің қажеті жоқ.

$$37 < 77,5$$

2.1.11 Қысқа тұйықталу тоғын есептеу

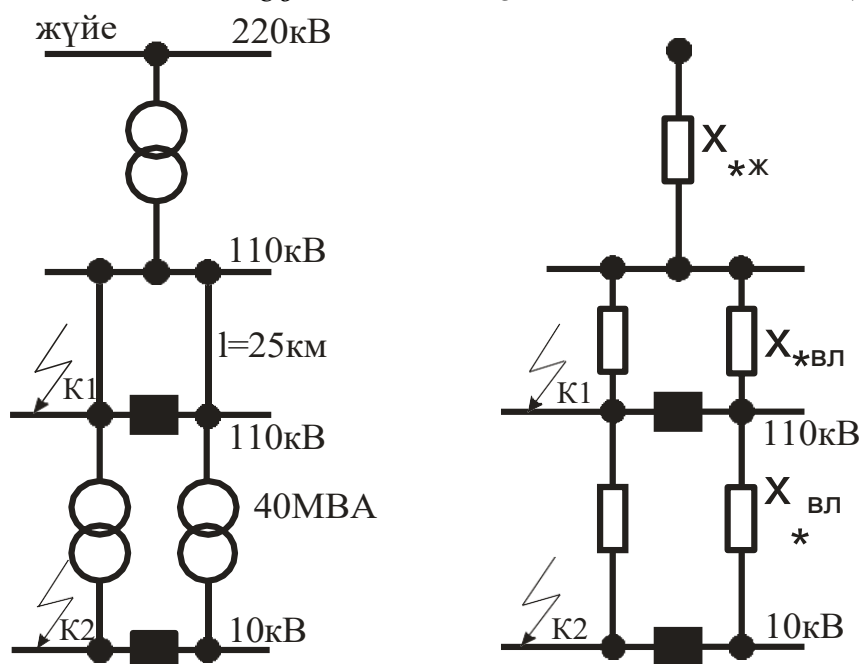
2.5-суретте электрмен жабдықтаудың алмастыру сұлбасы көрсетілген. Есептеулерді салыстырмалы бірлікте жүргіземіз. Базистік қуатты $Sб=100\text{MBA}$ тең деп қабылдаймыз.

Жүйенің кедергісі

$$X_{*Жүйе} = \frac{Sб}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_{отк}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 110 \cdot 50} = 0,01 \quad (2.56)$$

Әуе беріліс желісінің кедергісі

$$X_{*Әбж} = x_0 \cdot l \cdot \frac{Sб}{Uб^2} = 0,4 \cdot 25 \cdot \frac{100}{115^2} = 0,08 \quad (2.57)$$



2.5-сурет-Электрмен жабдықтаудың алмастыру сұлбасы

Трансформатордың кедергісі

$$X_{*mp} = \frac{U_n}{100} \cdot \frac{Sб}{S_{нmp}} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{100}{40} = 0,26 \quad (2.58)$$

K1 нүктесіндегі нәтижелік кедергі

$$X_{PEЗK1} = 0,01 + 0,08 = 0,09$$

K2 нүктесіндегі нәтижелік кедергі

$$X_{PEЗK2} = 0,09 + 0,26 = 0,035$$

Базистік K1 нүктесіндегі қысқа тұйықталу тогы

$$I_{Бк1} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 115} = 0,5кА$$

Базистік К2 нүктесіндегі қысқа тұйықталу тогы

$$I_{Бк2} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,5кА$$

К1 нүктесіндегі қысқа тұйықталу тогы

$$I_{КЗК1} = \frac{0,5}{0,09} = 5,6кА$$

К2 нүктесіндегі қысқа тұйықталу тогы

$$I_{КЗК2} = \frac{5,5}{0,35} = 15,72кА$$

К1 нүктесіндегі соққы тогы

$$i_{сок1} = 5,6 \cdot \sqrt{2} \cdot 1,8 = 14,3кА$$

К2 нүктесіндегі соққы тогы

$$i_{сок2} = 15,72 \cdot \sqrt{2} \cdot 1,8 = 40кА$$

2.1.12 Кернеуі 110 және 10кВ электрлік аппараттар таңдау және тексеру.

Жоғары кернеулі ажыратқыштар электр қондырғылардағы негізгі коммутациялық аппараттардың бірі. Ажыратқыштың негізгі атқаратын жұмысы – электр тізбегіндегі жүкті кез-келген режимде қосу немесе ажырату (қалыпты режим, апаттық режим, қ.т тоғынан ажырату, т.б.). Ажыратқышты номинал кернеу бойынша, номинал тоқ бойынша, қысқа тұйықталу тоғының жылулық импульсі бойынша таңдаймыз. Күштік трансформаторға ажыратқыш таңдаймыз. Ол үшін трансформатордың ВН және НН жағындағы номиналды тоғын табамыз:

$$I_{НОМ1} = \frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 210А$$

$$I_{НОМ2} = \frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 2312А$$

Таңдалған аппараттардың сипаттамалары 2.4-2.5 кестелерде берілген.

2.4– Кесте- U=110 кВ ажыратқыш пен айырғыштың сипаттамалары

Таңдау шарттары	Есептік берілгендер	Каталогтағы берілгендер	
		Ажыратқыш ВГБ-110-2000	Айырғыш РНД(3)-110/1000
1. $U_{уст} \leq U_n$	$U_{уст} = 110 \text{ кВ}$	$U_n = 110 \text{ кВ}$	$U_n = 110 \text{ кВ}$
2. $I_{раб.макс} \leq I_n$	$I_{раб.макс} = 210 \text{ А}$	$I_n = 2000 \text{ А}$	$I_n = 1000 \text{ А}$
3. $I_{к.з} \leq I_{отк.н}$	$I_{к.з} = 5,6 \text{ кА}$	$I_{отк.н} = 40 \text{ кА}$	-
4. $i_y \leq i_{нр.с}$	$i_y = 14,3 \text{ кА}$	$i_{нр.с} = 102 \text{ кА}$	$i_{нр.с} = 80 \text{ кА}$
5. $B_k \leq I_T^2 \cdot t_T$	$B_k = 5 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_T^2 \cdot t_T = 40^2 \cdot 5 = 8800 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_T^2 \cdot t_T = 2800 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$

2.5– Кесте- U=10 кВ ажыратқыш пен айырғыштың сипаттамалары

Таңдау шарттары	Есептік берілгендер	Каталогтағы берілгендер	
		Ажыратқыш ВЭ-10-3150	Айырғыш РВФ-10-4000
1. $U_{уст} \leq U_n$	$U_{уст} = 10 \text{ кВ}$	$U_n = 10 \text{ кВ}$	$U_n = 10 \text{ кВ}$
2. $I_{раб.макс} \leq I_n$	$I_{раб.макс} = 2312 \text{ А}$	$I_n = 3150 \text{ А}$	$I_n = 4000 \text{ А}$
3. $I_{к.з} \leq I_{отк.н}$	$I_{к.з} = 15,72 \text{ кА}$	$I_{отк.н} = 31,5 \text{ кА}$	-
4. $i_y \leq i_{нр.с}$	$i_y = 40 \text{ кА}$	$i_{нр.с} = 80 \text{ кА}$	$i_{нр.с} = 200 \text{ кА}$
5. $B_k \leq I_T^2 \cdot t_T$	$B_k = 82 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_T^2 \cdot t_T = 31,5^2 \cdot 4 = 3969 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_T^2 \cdot t_T = 36000 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$

2.4-2.5 кестелерден көрініп тұр: таңдалған ажыратқыш пен айырғыштар қысқа тұйықталу режимінің параметрлеріне қанағаттандырады.

2.1.12 Өшегіш ток және кернеу трансформаторларының таңдау

2.6-кесте- Ток трансформаторларының құрылғыларын таңдау

Аспап	Түрі	Қоректенетін қуат	cos φ	Құрылғылар саны	Ортақ қоректенетін қуат	
					P, Вт	Q, Вар
Санауыш	САЗУ	2,5	0,38	1	0,95	2,31
Ваттметр	Д335	0,5	1	1	0,5	-
Варметр	Д335	0,5	1	1	0,5	-
Амперметр	Э335	0,5	1	1	0,5	-
Барлығы:				6	2,45	2,31

Аспаптардың толық қуаты:

$$S = \sqrt{2,45^2 + 2,31^2} = 3,15 \text{ ВА}$$

Басты кабельді таңдау үшін, міндетті түрде желінің сыртқы кедергісін табу керек:

$$Z_{\Pi} = Z_{\text{құрыл}} + Z_{\partial} + Z_{\text{басты}}, \text{ Ом}, \quad (2.59)$$

мұндағы $Z_{\partial} = 1,2 \text{ Ом}$ – жалғастыру сымдарының кедергісі;

$Z_{\text{конт}} = 0,1 \text{ Ом}$ – контакт кедергілері;

$Z_{\text{приб}}$ - ретімен қосылған реленің және құрылғылардың ортақ кедергісі:

$$Z_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_{\text{ном}}^2}, \text{ Ом}, \quad (2.60)$$

мұндағы $S_{\text{приб}} = 3,15 \text{ ВА}$ құрылғылардың ортақ қуаты;

$I_{\text{ном}} = 5 \text{ А}$ - ток трансформаторының екінші орамдағы номиналды тоғы.

$$Z_{\text{приб}} = \frac{3,15}{5^2} = 0,126 \text{ Ом}$$

$$Z_{\Pi} = 0,126 + 1,2 + 0,1 = 1,426, \text{ Ом}$$

Сымның қимасы:

$$S_{\text{пров}} = \frac{\rho \cdot l_{\text{расч}}}{Z_{\Pi}}, \text{ мм}^2, \quad (2.61)$$

мұндағы $\rho = 0,031$ – алюминий сымның салыстырмалы кедергісі;

$l_{\text{расч}} = 150 \text{ м}$ – қосу сымдардың қосынды ұзындығы.

$$S_{\text{пров}} = \frac{0,031 \cdot 150}{1,426} = 3,26 \text{ мм}^2$$

Ток трансформаторларының сипаттамалары 2.7-2.8 кестелерде берілген.

2.7-кесте- 110кВ ток трансформаторын таңдау

Таңдау шарттары	Есептік берілгендер	Каталогтағы берілгендер	Ескерту
		ТФНД-110-600	
1. $U_{\text{уст}} \leq U_n$	$U_{\text{уст}} = 115 \text{ кВ}$	$U_n = 110 \text{ кВ}$	дәлдік класы-0,5
2. $I_{\text{раб.макс}} \leq I_n$	$I_{\text{раб.макс}} = 210 \text{ А}$	$I_n = 600 \text{ А}$	$z_{2н} = 1,2 \text{ Ом}$
3. $i_y \leq k_{\sqrt{f}} \cdot 2 \cdot I_n$	$i_y = 14,3 \text{ кА}$	$75 \sqrt{f} \cdot 2 \cdot 1 = 102 \text{ кА}$	$I_{н2} = 5 \text{ А}$
4. $B_{\kappa} \leq (k_T \cdot I_n)^2 \cdot t_T$	$B_{\kappa} = 5 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$(k_T \cdot I_n)^2 \cdot t_T = (30 \cdot 0,6)^2 \cdot 4 = 1296 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	ТФНД – фарфорлы қақпақтағы тіреулер

2.8-кесте- 10 кВ ток трансформаторын таңдау

Таңдау шарттары	Есептік берілгендер	Каталогтағы берілгендер	Ескерту
		ТПШЛ-10-4000-0,5/Р	
1. $U_{\text{уст}} \leq U_n$	$U_{\text{уст}} = 6,3 \text{ кВ}$	$U_n = 10 \text{ кВ}$	дәлдік класы -0,5
2. $I_{\text{раб.макс}} \leq I_n$	$I_{\text{раб.макс}} = 2406 \text{ А}$	$I_n = 4000 \text{ А}$	$z_{2н} = 0,8 \text{ Ом}$
3. $i_y \leq k_{\delta} \cdot 2 \cdot I_n$	$i_y = 40 \text{ кА}$	тексерілмейді	$I_{н2} = 5 \text{ А}$
4. $B_{\kappa} \leq (k_T \cdot I_n)^2 \cdot t_T$	$B_{\kappa} = 412 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$(k_T \cdot I_n)_2 \cdot t_T = (70 \cdot 5)_2 \cdot 1 = 24500 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	Құйылған оқшауламалы шина

2.9 кестеде өлшеуіш кернеу трансформаторлардың екіншілік орамына қосылатын жүктемелердің сипаттамалары берілген.

2.9-кесте- 10-110 кВ кернеу трансформаторлардың жүктемесі

Құрылғы	Типі	Қоректенетін қуат	cos φ	Құрылғылар саны	Ортақ қоректенетін қуат	
					P, Вт	Q, Вар
Санауыш	САЗУ	1,75	0,38	10	17,5	42,6
Ваттметр	Д772	10	1	2	20	-
Вольтметр	Э762	9	1	4	36	-
Жиілік өлшегіш	Д762	8	1	3	24	-
Тіркеуіш вольтметр	Н376	8	1	2	16	-
Тіркеуіш жиілік өлшегіш	Н378	2,5	1	2	5	-
Барлығы:				23	118,5	42,6

Құрылғылардың толық қуаты мына формула арқылы анықтаймын

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}, \text{ВА} \quad (2.62)$$

$$S = \sqrt{118,5^2 + 42,6^2} = 126 \text{ ВА}$$

Есептелген қуатқа сәйкес 110кВ кернеуі үшін НКФ-100-58 өлшегіш трансформаторды, ал 10кВ кернеу үшін – НТМИ-10-66 трансформаторын таңдаймыз. Дәлдік класы - 0,5; номиналды қуаты - $S_{m.n} = 400 \text{ ВА}$.

Бес стерженьді, үш орамды НТМИ-10-66 трансформаторын таңдау арқылы, өлшеуіш құралдарын қосып қана қоймай 10кВ оқшауланған аумақты үнемі қадағалап отырамыз.

3 Электр комплексінің орталықтандырылған жүйелеріне талдау

3.1 Электр комплексінің орталықтандырылған жүйелеріне сенімділігін дифференциалды қорғау арқылы арттыру

Дипломдық жұмыстың негізгі міндеттері: электротехникалық кешендердің дифференциалды қорғанысының сенімділігін арттыру мен орындаудың қолданыстағы әдістеріне және олардың элементтеріне талдау жасалынуы тиіс. ЭТК ОДҚ жұмыс істеуінің негізгі қағидаттары мен алгоритмдерін әзірленуі арқылы, қуатты электроника элементтері бар ЭТК үшін ОДҚ қолдану ерекшеліктерін зерттеу қажет.

Электр техникалық кешендердің элементтерін қорғауды құру үшін дифференциалды принцип пен қосарланған жазу әдісін біріктіру ұсынылды.

ЭТК тоқтық дифференциалды қорғанысын орталықтандырылған орындау үшін ток трансформаторлары (ТТ) мен байланыс арналарының жарамдылығын тексеру мүмкіндіктерімен ерекшеленетін жабдықты бақылаудың жаңа әдістері ұсынылған. Марков тізбектерінің әдістерін және Рунге-Кутта дифференциалдық теңдеулерін шешуді қолдана отырып, ЭҚК орталықтандырылған сандық қорғаудың сенімділік параметрлерін бағалаудың сандық әдістері ұсынылған, бұл бағаланатын қорғаныс схемасының күрделілігіне шектеулерді алып тастауға мүмкіндік береді. Дифференциалды қорғаудың дамыған әдістерін жұмыс қабілеттілігіне зерттеуге, сондай-ақ сенімділік пен тиімділік көрсеткіштерін бағалауға мүмкіндік беретін ЭҚК модельдері құрылуы тиіс.

Әзірленген дифференциалды қорғаныс алгоритмдерін қолдану ЭТК қорғаныс жүйесінің сенімділігін арттырады және жабдықтың құнын төмендетеді. Заманауи перспективалық қорғаныс кешендерін, мысалы, сандық қосалқы станцияларды жобалау кезінде сенімділік параметрлерін бағалау әдістері ұсынылған.

Имитациялық модельдеу кезінде алынған мәліметтердің сандық есептеулермен, сондай-ақ осы салада басқа авторлар алған белгілі нәтижелермен сәйкес келуімен расталады. Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер. ЭТК ОДҚ жұмыс істеу алгоритмдері және қос жазу әдісін қолданумен олардың элементтері. Марков тізбектерінің әдістері мен Рунге-Кутта дифференциалдық теңдеулерін шешу негізінде ЭТК қорғаудың сенімділігін сандық бағалау нәтижелері.

Электр электроникасының элементтерін, сондай-ақ тұрақты және айнымалы токтың аралас электр желілерін пайдалана отырып, ЭҚК дифференциалды қорғанысының техникалық шешімдері. Қос жазу әдісін қолдана отырып, орталықтандырылған дифференциалды қорғаудың жұмыс параметрлерін есептеу әдісі.

ЭТК ОДҚ іске асыру бойынша заманауи техникалық шешімдерге талдау жасалған. Қазіргі заманғы электр техникалық кешендер үшін, атап айтқанда, таратылған генерация қондырғылары бар өнеркәсіптік кәсіпорындар желілері

үшін қорғауды ұйымдастырудың ең прогрессивті әдісі орталықтандырылған тәсілді қолдану болып табылады. Байланыс желілері арқылы бір-бірімен өзара іс-қимыл жасайтын бөлінген дифференциалды қорғаныстардан тұратын интеграцияланған қорғаныс болып табылатын қорғау құрылғыларын қолдану перспективасы анықталды.

3.1 - кесте – ОДҚ іске асыру әдістерін салыстырмалы талдау нәтижелері

Салыстырмалы талдаудың белгісі	Дифференциалды сақина әдісі	Көп зоналық дифференциалды қорғау	Теллежден теоремасын қолдану	Көпшекті желілердің дифференциалдық қорғанысы	Шиналарды дифференциалды қорғау
Конфигурацияны ауыстыру кезінде параметрлерді автоматты түрде қайтақуру	Жоқ	Бар	Жоқ	Талап етілмейді	Талап етілмейді
Ток трансформаторларының немесе байланыс арналарының ақаулығы кезінде қорғау аймағын кеңейту	Жоқ	Жоқ	Бар	Талап етілмейді	Талап етілмейді
Қолданылатын алгоритмдерді техникалық іскеасырудың қолжетімділігі	Жоқ	Бар	Бар	Бар	Бар
Негізгі қорғаныс ретінде пайдалану	Жоқ	Жоқ	Жоқ	Жоқ	Жоқ
Ажыратқыштың істен шығуын резервтеу құрылғысын ұйымдастыру	Жоқ	Бар	Жоқ	Бар	Бар

3.1 - Кесте -де ЭТК ОДҚ іске асыру бойынша қазіргі заманғы техникалық шешімдердің салыстырмалы талдауы келтірілген. Қарастырылған ОДҚ-ның ешқайсысы зияткерлік электр желілеріне қойылатын қажетті талаптардың толық кешенін қанағаттандырмайтыны атап өтілді.

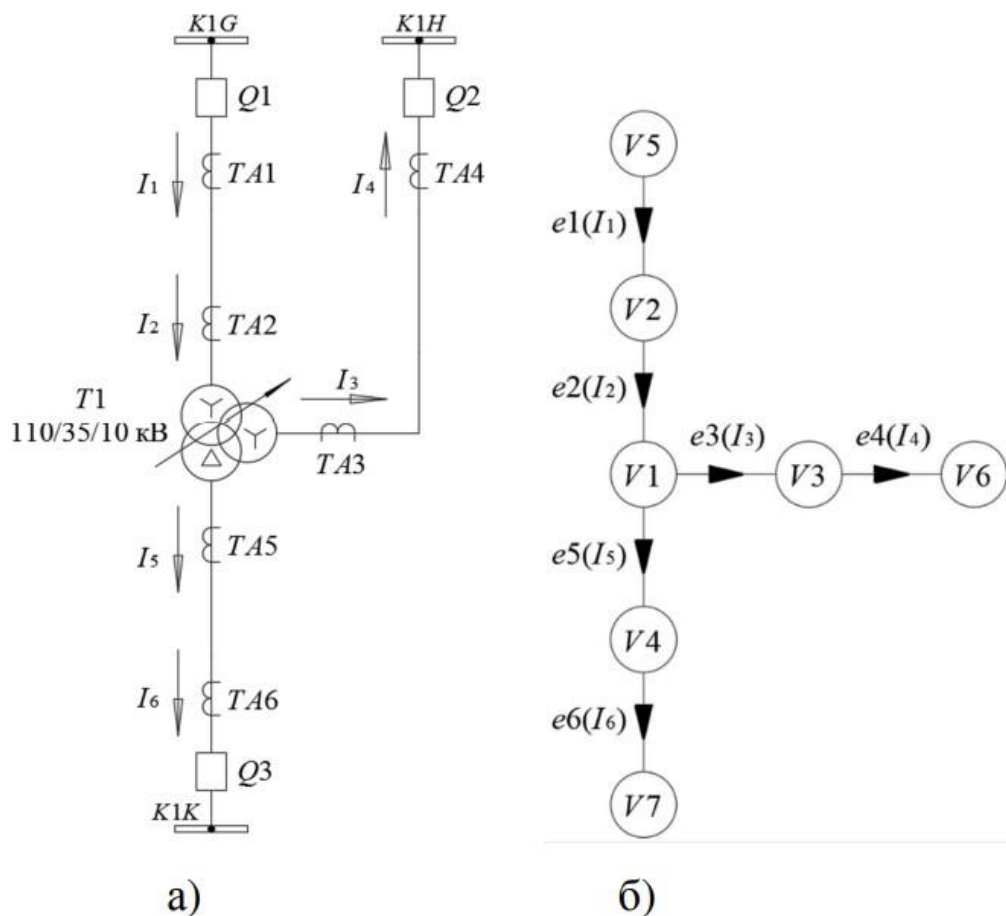
ОДҚ сенімділігін сандық бағалауды Марков тізбектері әдісін қолдана отырып және сенімділік көрсеткіштерін, мысалы, дайын болмау коэффициенті және жұмыс істемеу ықтималдығы (ВБР) есептеу арқылы орындау ұсынылады. Істен шығу және қалпына келтіру ағыны Пуассоновский сәтсіздіктер мен қалпына келтіру уақыты арасындағы уақытты бөлудің экспоненциалды заңымен қабылдайды, ал қорғаныс жарамдылығын тексеру арасындағы уақыт кезеңі 6-8 жыл болып таңдалады.

Іске қосылудың сенімділігі мен қорғаныстың жұмыс істемеуінің сенімділігі бар. Талданатын ОДҚ ерекшеліктерін ескере отырып, есептеулер жұмыс істеудегі істен шығудың екі тобы үшін жүргізілді: жалған іске қосылу (қорғалатын объектіде қысқа тұйықталу (ҚТ) болмаған кезде – кезекшілік режимі) және іске қосылудан бас тарту (қорғалатын объектіде бүліну кезінде). Шамадан тыс іске қосылулар (сыртқы қысқа тұйықталу режимі) ескерілмеген, мысалы бұл оқиғалар жеке қорғаныс элементтерінің ақауларын талдау кезінде ғана қарастырылуы керек (мысалы, электромеханикалық элементтік базадағы қорғаныс үшін), ал орталықтандырылған қорғаныс үшін сенімділік көрсеткіштері тұтастай құрылғы үшін бірдей қабылданады. Ұқсас тәсіл бірқатар шетелдік жұмыстарда да қолданылады, бірақ сенімділік көрсеткіштерін есептеу әдістерімен ерекшеленеді.

4 ЭТК ОДҚ және олардың элементтерін ұйымдастырудың қағидаты

ЭТК ОДҚ және олардың элементтерін ұйымдастырудың жаңа қағидаты, оның ішінде қосарланған жазу әдісін қолдану ұсынылады. Трансформатор мен 110, 35 және 10 кВ қосалқы станциялардың іргелес шиналарын қамтитын ЭТК қарастырылды. ТТ орнату орындарын, сондай-ақ болжамды бағыты бар тармақтарда өтетін токтарды көрсететін бір сызықты схема а суретте көрсетілген.

Сызбаға (а сурет) бағанға (б сурет) сәйкес келеді. V1 – V7 бағанының шыңдары шиналар, трансформатор, трансформатор терминалдары мен қосалқы станция шиналары арасындағы шиналарға арналған. E1 – e6 доғалары сәйкесінше ТТ және қосқыштардың тармақтарын белгілейді.



а) бір сызықты схема; б) алмасу сұлбасы

4.1 – сурет-Электр техникалық кешен сызбасы

V_k графигінің әр шыңы $MV_k = (mvk_{ij}) P \times 2$ өлшемімен ұсынылған, мұндағы р-графиктің шыңдарының санына сәйкес келетін матрицалардың саны. mvk_{ij} матрицасының элементтері, V_k шыңдары шарттарға сәйкес келеді:

$$mvk_{ij} \begin{cases} I_q \text{ егер } V_k \text{ және } V_i \text{ төбелері іргелес және } e_q \text{ доғасы, } I_q \text{ салмағымен} \\ \quad V_i V_k \text{ дан бағытталған } j = 1 \text{ үшін} \\ I_q \text{ егер } V_k \text{ және } V_i \text{ төбелері және } e_q \text{ доғасы, } I_q \text{ салмағымен} \\ \quad V_i V_k \text{ дан бағытталған } j = 2 \text{ үшін} \\ 0, \text{ егер } V_i \text{ және } V_k \text{ төбелері іргелес емес} \end{cases} \quad (2.1)$$

Схема (а-сурет) және график (б-сурет) үшін келесі ток матрицалары тән

$$MV1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ I_2 & 0 \\ 0 & I_3 \\ 0 & I_5 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}; MV2 = \begin{bmatrix} 0 & I_2 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ I_1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}; MV3 = \begin{bmatrix} I_3 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & I_4 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}; MV4 = \begin{bmatrix} I_5 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & I_6 \end{bmatrix}; \quad (2.2)$$

$$MV5 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & I_1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}; MV6 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ I_4 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}; MV7 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ I_6 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Әрбір тізбектегі токтардың өзгеруін (а-сурет), кем дегенде екі MV_k матрицасында бекітуден тұратын қос жазбаны қолдану өзара байланысты қамтамасыз етеді графиктің шыңдары арасында матрицалық қатынастарды бір $STEM$ -ге біріктіруге мүмкіндік береді. Қос жазу әдісімен бақылау операцияларын енгізу мүмкіндігі әр түрлі матрицалар үшін доғаның әр салмағының мәнін екі рет жазу арқылы өлшенген токтар туралы ақпараттың дұрыстығын тексеру жүзеге асырылады.

Зақымдалған элементті орталықтандырылған қорғаныспен анықтау үшін токтарды әр қорғаныс аймағы үшін дифференциалды принцип бойынша салыстыру жүргізіледі. Зақым болмаған кезде тиісті түйінге кіретін және шығатын SMV токтарының қосындысы нөлге тең болады. SMV токтарының қосындысы нөлге тең емес, қысқа тұйықталудың болуын көрсетеді. Қорғау элементтері (4.1 – сурет) - трансформатор, ошиновка (V_1, V_2, V_3 және V_4 шыңдары) болып табылатын $P > 1$ дәрежесі бар графаның барлық шыңдары үшін дұрыс бекіту.

ТТ дұрыс жұмыс істемегенде, екі матрицадағы кіріс және шығыс токтардың қосындысы бұзылады, бірақ бүкіл желінің жалпы дифференциалды тогы нөлге тең болады. ҚТ болған кезде және барлық желі үшін токтардың сомасы нөлге тең болған кезде ТТ ақаулығы анықталады. ТТ денсаулығын бақылау үшін арнайы sum матрицасы жасалады:

$$SUM = [1 \ 1 \ 1 \ 1] \times \begin{bmatrix} I_2 - I_3 - I_5 \\ I_1 - I_2 \\ I_3 - I_4 \\ I_5 - I_6 \end{bmatrix} = I_1 - I_4 - I_6 \quad (2.3)$$

ОДҚ жұмыс істеу режимдерінің белгілері 2-кестеде келтірілген.

4.1 - кесте - ЭТК ОДҚ жұмыс істеу режимдерінің белгілері

Матрицалық операцияның нәтижесі					Дифференциалды қорғаныс режимдерінің белгілері	Қорғаныс әрекеті
SMV 1	SMV 2	SMV 3	SM V 4	SUM		
0	0	0	0	0	ҚТ жоқ, ТТ жарамды	Әрекет етпейді
≠0	0	0	0	≠0	V1-дегі ҚТ (трансформатордың ішінде)	Зақымдануды өшіру
0	≠0	0	0	≠0	V2 қысқа тұйықталу (ВН Т1 және К1G қорытындылары арасындағы шиналау)	Зақымдануды өшіру
0	0	≠0	0	≠0	V3 ҚТ (СН Т1 және К1Н қорытындылары арасындағы шиналау)	Зақымдануды өшіру
0	0	0	≠0	≠0	V4 ҚТ (Н Т1 және К1К қорытындылары арасындағы шиналау)	Зақымдануды өшіру
≠0	≠0	0	0	0	V1 және V2 үшін жалпы ТА2 ақаулы	Дабыл
≠0	0	≠0	0	0	V1 және V3 үшін жалпы ТА3 ақаулы	Дабыл
≠0	0	0	≠0	0	V1 және V4 үшін жалпы ТА5 ақаулы	Дабыл
0	≠0	≠0	0	0	V2 және V5 үшін жалпы ТА1 ақаулы	Дабыл
0	0	0	0	0	V3 және V6 үшін жалпы ТА4 ақаулы	Дабыл
0	0	≠0	≠0	0	V4 және V7 үшін жалпы ТА6 ақаулы	Дабыл
0	≠0	0	0	0	ТА2 және ТА3 ақаулары	Дабыл
0	≠0	≠0	≠0	0	ТА2 және ТА5 ақаулары	Дабыл
0	0	≠0	≠0	0	ТА3 және ТА5 ақаулары	Дабыл

Жұмысқа қабілеттілігін бағалау үшін қолданылуына эксперименттік тексеру жүргізілді PSCAD бағдарламалық кешенін қолдана отырып, қарастырылып отырған CDZ (4.1-сурет) .Осылайша, токтардың қатынасына, сондай-ақ матрицалардағы операциялардың нәтижелеріне байланысты қорғаудың сенімді жұмысын жүзеге асыруға болады. Бұл суретте әрбір учаскедегі зақымданулар кезінде қорғау әрекеті ғана қамтамасыз етілмейді, сонымен қатар ТТ зақымданулары кезінде оның шамадан тыс іске қосылуын болдырмайды.

Диссертациялық жұмыста сенімділіктің сандық бағасы бар әртүрлі ЭТК қалқандары үшін орталықтандырылған іске асыру мысалдары қарастырылған. Ұсынылған техникалық шешімдердің экономикалық тиімділігін бағалау үшін орнатылатын терминалдардың саны да ескерілді. Қорғау нұсқаларын талдау нәтижелері 4.2-кестеде келтірілген.

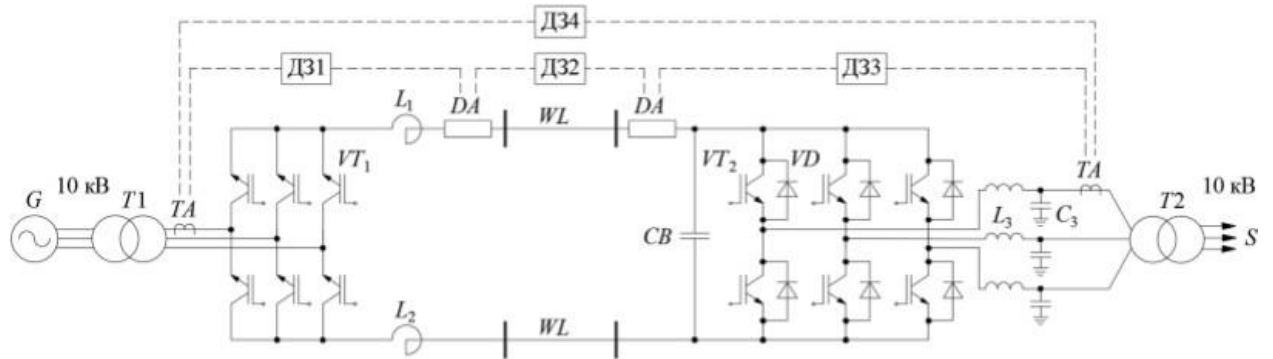
4.2 - кесте - типтік шешімдермен салыстырғанда ұсынылатын ОДК нұсқасының сенімділік көрсеткіштерін талдау нәтижесі

ЭТК	Режимдегі сенімділік көрсеткіштері		Үнемділік көрсеткіштері
	кезекшілік	ақауларымен	
6-35 кВ тарату желілері	төмен	жоғары	төмен
6-35 кВ ауылдық желілер	жоғары	жоғары	жоғары
Сандық ПС	жоғары	төмен	төмен
110-220 кВ шиналар	жоғары	жоғары	жоғары
110-220 кВ шиналары бар 110-220 кВ ЭЖЖ кабельдік кіру	жоғары	жоғары	жоғары
Параллель желілер	жоғары	жоғары	жоғары
Симметриялық компоненттер мен қос жазу әдістерінің тіркесімі	жоғары	жоғары	төмен

Дипломдық жұмыстың мәтінінде келтірілген сенімділік көрсеткіштерін есептеу нәтижелерін сандық талдау мынаны көрсетеді: - дамыған қорғаныс көп жағдайда сенімділік көрсеткіштері бойынша стандартты техникалық шешімдерден асып түседі. Кезекшілік режимінде дайын болмау функциясы бойынша 2,8 есеге дейін және ВБР бойынша 2 есеге дейін, қорғалатын объектіде екі көрсеткіш бойынша 1,2 есеге дейін зақымданған кезде; - орталықтандырылған қорғаудың екі терминалынан: негізгі және резервтік қорғаныстан тұратын жүйе қорғауды енгізу жөніндегі неғұрлым перспективалы шешім болып табылады; - кейбір ЭТК үшін терминалдардың қажетті санын 2,5 есеге дейін қысқартуға байланысты әзірленген тәсіл экономикалық тұрғыдан тиімді болуы мүмкін.

4.1 ЭТК-ны электр электроникасының элементтерімен қорғау үшін дифференциалды принципті қолдану мүмкіндіктері

4.2 - суретте көрсетілген тұрақты токты (PPT) беру үшін дифференциалды қорғаныстың жұмыс істеу ерекшеліктері талданады. Схема G айнымалы кернеу көзінен, VT1 тұрақты ток түзеткішінен, WL тұрақты ток желісінен, vt2 инверторынан, s жүктемесінен тұрады. Клапан түрлендіргіштері ретінде IGBT транзисторлары қолданылады.



4.2 – сурет-Қорғаныс бөлімдері бар тұрақты ток беру

Дифференциалды қорғаныстың төрт аймағы бөлінді: түзеткіш түрлендіргіш қосалқы станция (1), тұрақты ток ЭБЖ (Д32), инверторлық түрлендіргіш қосалқы станция (Д33), ППТ (Д34).

«Айнымалы ток – тұрақты» және «Тұрақты ток – айнымалы» түрлендірулері бар учаскелердің дифференциалды тогын анықтау үшін үш тәсіл ұсынылады

4.3 - кесте - Д31 учаскесі үшін дифференциалды токты анықтау

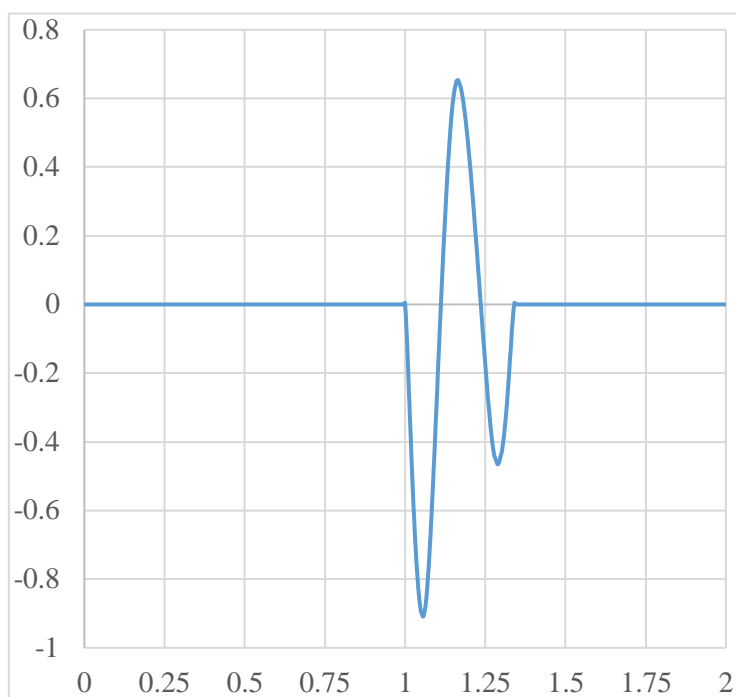
Әдіс	Есептеу өрнегі
Ағымдағы мәндердегі дифференциалды токты есептеу	$I_{diff} = I_1 - \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot I_d$ <p>I_d-түзеткіштің оң полюсінің тогы; I_1-түзеткіштің кіріс тогы</p>
Лездік мәндердегі дифференциалды токты есептеу	$i_{diff} = \max[i_{1A} , i_{1B} , i_{1C}] - i_d$ <p>i_{1A} , i_{1B} , i_{1C}-түзеткіштің кірісіндегі токтар i_d – түзеткіштің оң полюсінің тогы.</p>

4.3-кестенің жалғасы

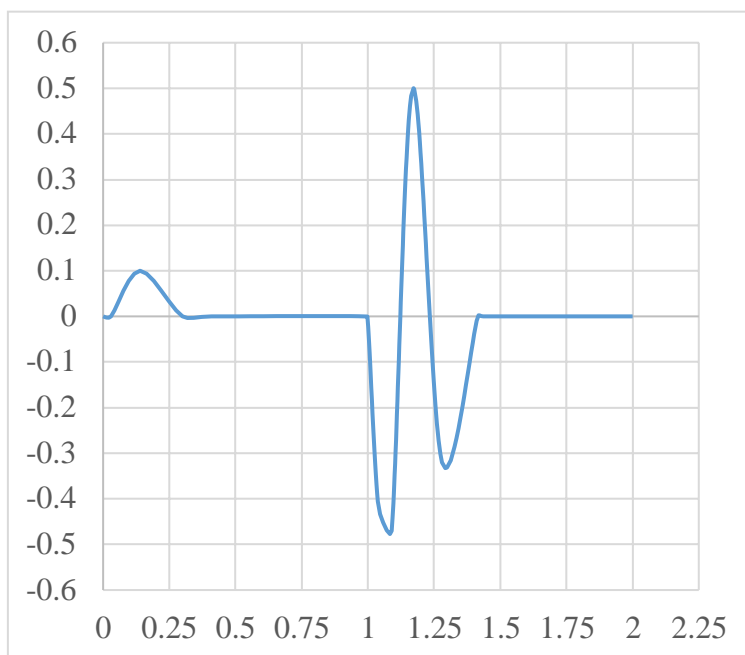
Әдіс	Есептеу өрнегі
Телледжен теоремасына сәйкес дифференциалды қуатты есептеу	$P_{diff} = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2} - P_2$ <p>P_1, Q_1 – түзеткіштің кіріс қуаты; P_2 – шығу қуаты.</p>

Қорғаудың тиімділігін бағалау үшін әртүрлі төтенше жағдайларда PSCAD бағдарламалық жасақтамасын қолдана отырып модельдеу жүргізілді. 3, 4-суреттерде түзеткіште ҚТ кезінде Д31 және Д32 учаскелері үшін бастапқы дифференциалды токтардың (қуаттардың) осциллограммалары ұсынылған. Қысқа тұйықталу 1 с уақыт кезінде пайда болады және 0,3 с жалғасады, қысқа тұйықталу тогы болған кезде қорғаныс аймағында дифференциалды ток пайда болады.

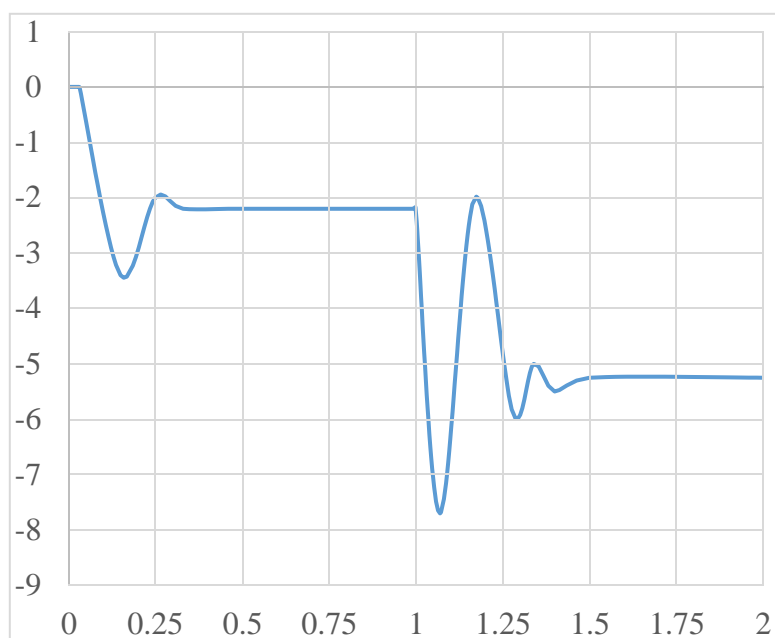
Қысқа тұйықталу кезінде қорғаныс аймағынан тыс дифференциалды ток жоқ немесе оның мәні шамалы. Модельдеу нәтижелері бойынша әртүрлі учаскелердегі қорғаныс сезімталдығын бағалау жүргізілді (4.4-кесте).



a)



б)



в)

а) лездік мәндер; б) қолданыстағы мәндер; в) қуат

4.3 – сурет-Түзеткіште ҚТ кезінде ДЗ1 учаскесі үшін дифференциалды токтың осциллограммалары

4.4 - кесте - дифференциалды қорғаныстың сезімталдығын бағалау

Принцип	Түзеткіш (Д31)	ЭБЖ ЖМ (Д32)	Инвертор (Д33)	ППТ(Д34)
Лездік мәндер	қорғаныс сезімтал	қорғаныс сезімтал	қорғаныс сезімтал емес	қорғаныс сезімтал емес
Қолданыстағы мәндер	қорғаныс сезімтал	қорғаныс сезімтал	қорғаныс сезімтал емес	қорғаныс сезімтал емес
Дифф. қуат	қорғаныс сезімтал емес	қорғаныс сезімтал емес	қорғаныс сезімтал емес	қорғаныс сезімтал емес

Қорғаныс жұмысын модельдеу және талдау нәтижелері келесі қорытындыларды тұжырымдауға мүмкіндік берді:

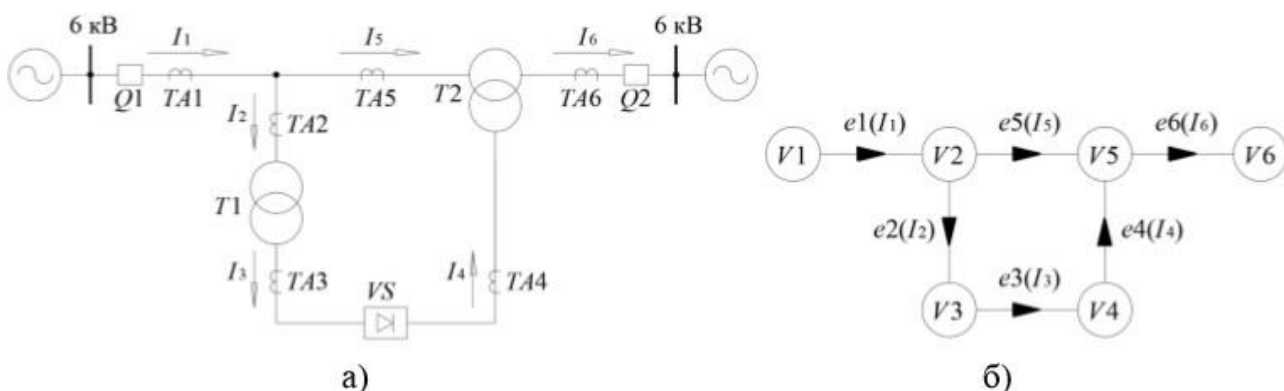
1 Барлық учаскелерде дифференциалды қуат принципі бойынша жұмыс істейтін қорғаныстың төмен сезімталдығы байқалды, сезімталдық коэффициенті 1,25 мәнінен аспады.

2 Түзеткіш пен ПТ ЭБЖ учаскесінде дифференциалды ток қорғанысы қорғаныс аймағындағы қысқа тұйықталу токтарына сезімтал және сыртқы қысқа тұйықталуларға жауап бермейді.

3 Ағымдағы дифференциалды қорғаныс инвертор мен ППТ учаскелерінде схемада конденсатордың болуына байланысты тиімсіз.

Дипломдық жұмыста тиристорлы вольтқайтқыш құрылғыны (ТРВДН) қорғау үшін қос жазу әдісін қолдана отырып ОДҚ енгізу мүмкіндігі зерттелді. 4.4-суретте ОДҚ ұйымдастыруға арналған бір сызықты схема және бір бағытты график, ал 4.5 -кестеде қорғаудың жұмыс істеу белгілері көрсетілген.

Сенімділік көрсеткіштерінің есептік мәндерін талдау (4.4 - сурет) сенімділік көрсеткіштері (ББЖ, дайын болмау функциясы) бойынша кезекшілік режимінде 3-4 есеге дейін бөлінген қорғанысы бар жүйеден асып түсетінін көрсетеді. Сондай-ақ, ОДҚ іске асыру үшін техникалық шешімдер зерттелді. ОДҚтерминалдары үшін талап етілетін саны 2(8 орнына) құрайды және әзірленген қорғауды енгізудің экономикалық орындылығын куәландырады.

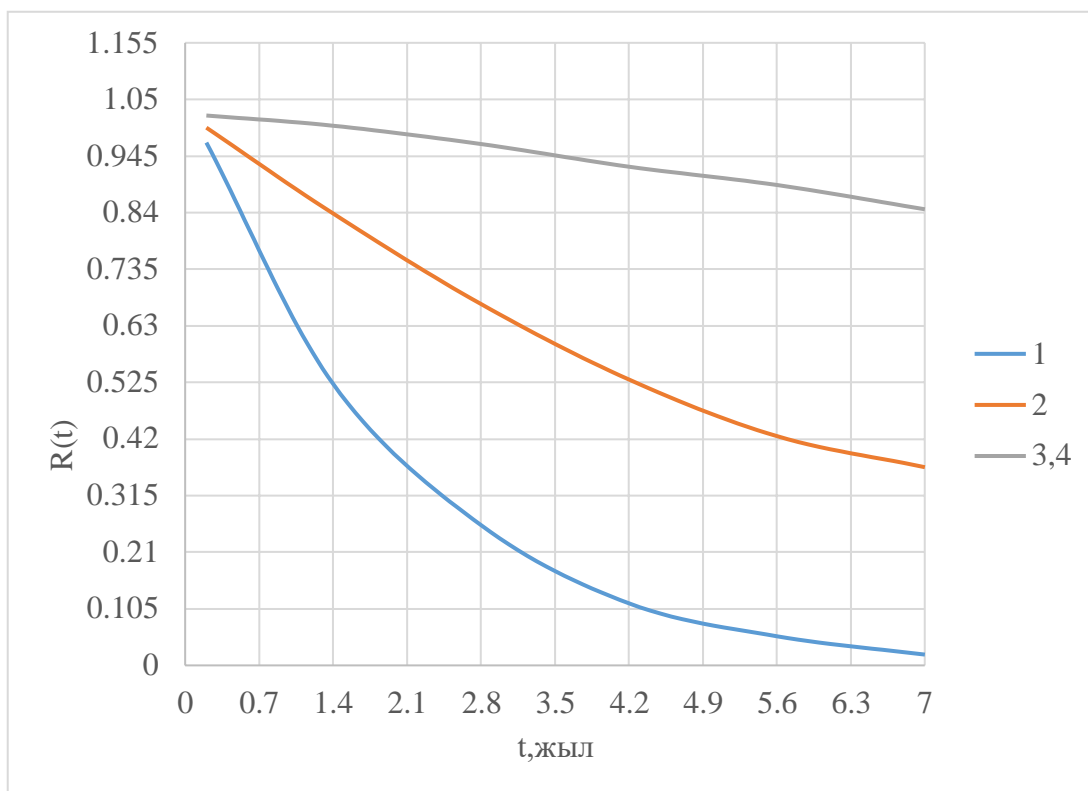


4.4 – сурет-ОДҚ ұйымдастыруға арналған бір сызықты схема және бір бағытты график

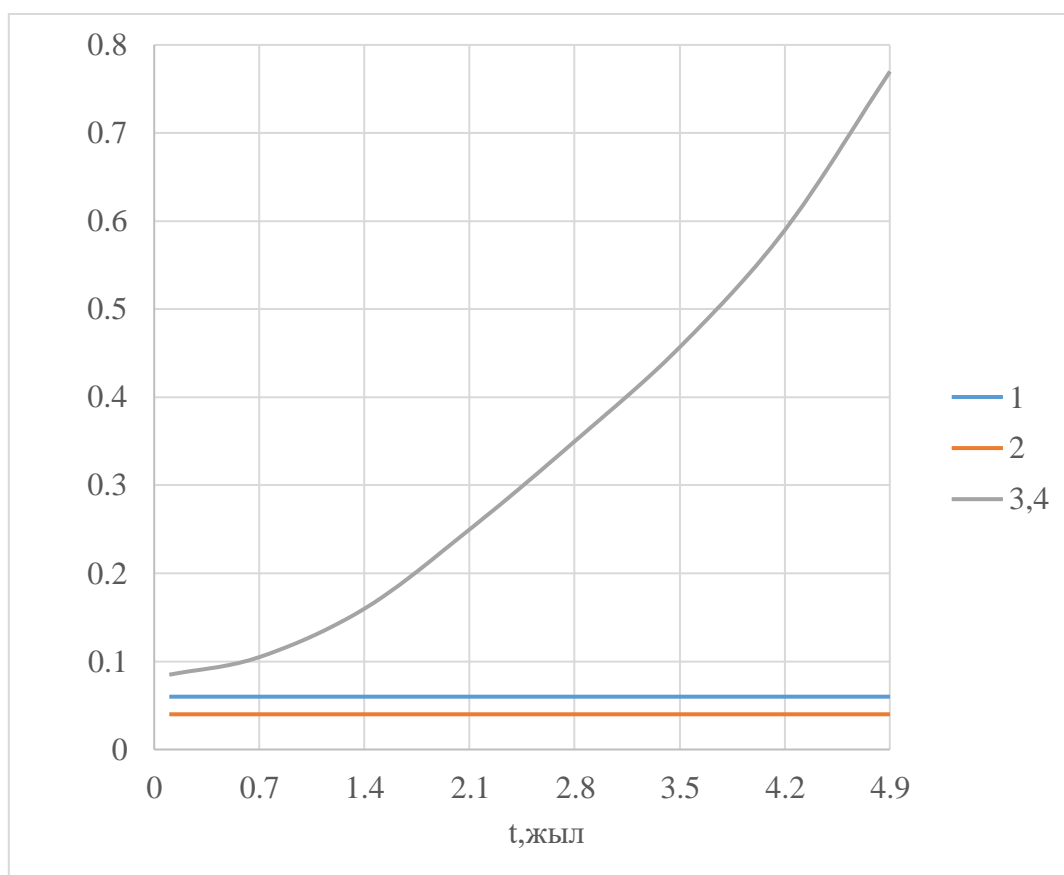
4.5 - кесте - ТРВДН (тиристорный регулятор вольтодобавочного напряжения) дифференциалды қорғанысының жұмыс істеу белгілері

Матрицалық операцияның нәтижесі					Дифференциалды қорғаудың жұмыс істеу белгілері
SMV 2	SMV 3	SMV 4	SMV 5	SUM	
0	0	0	0	0	ҚТ жоқ, ТТ жарамды.
≠0	0	0	0	≠0	V2-дегі қысқа тұйықталу тогы (6 кВ шиналау).
0	≠0	0	0	≠0	V3-тегі қысқа тұйықталу тогы (шунттық трансформатор).
0	0	≠0	0	≠0	V4-тегі қысқа тұйықталу тогы (тиристор коммутаторлары).
0	0	0	≠0	≠0	V5-тегі қысқа тұйықталу тогы (сериялық трансформатор).
≠0	≠0	0	0	0	Ақаулы ТА2
0	≠0	≠0	0	0	Ақаулы ТА3
0	0	≠0	≠0	0	Ақаулы ТА4
≠0	0	0	≠0	0	Ақаулы ТА5
0	≠0	≠0	0	≠0	ТТ біреуі ақаулы: Т1 немесе ТА6

a)



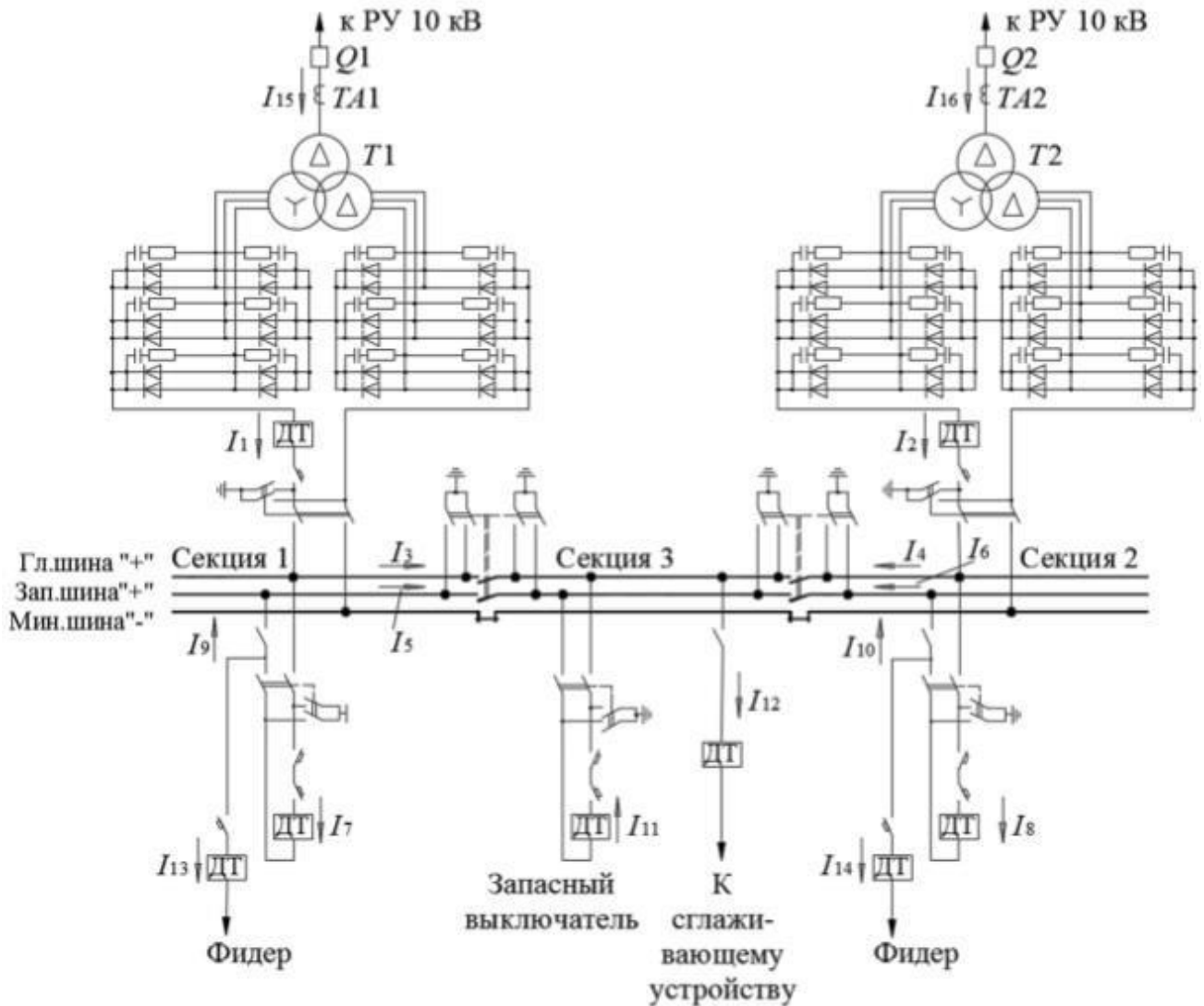
б)



$q(t)$ дайын болмау функциялары (а) және ВБР $R(t)$ (б): 1 - бөлінген жүйе, кезекшілік режимі; 2 – ОДҚ, кезекшілік режимі; 3 - бөлінген жүйе, зақымдану режимі; 4-ОДҚ, зақымдану режимі

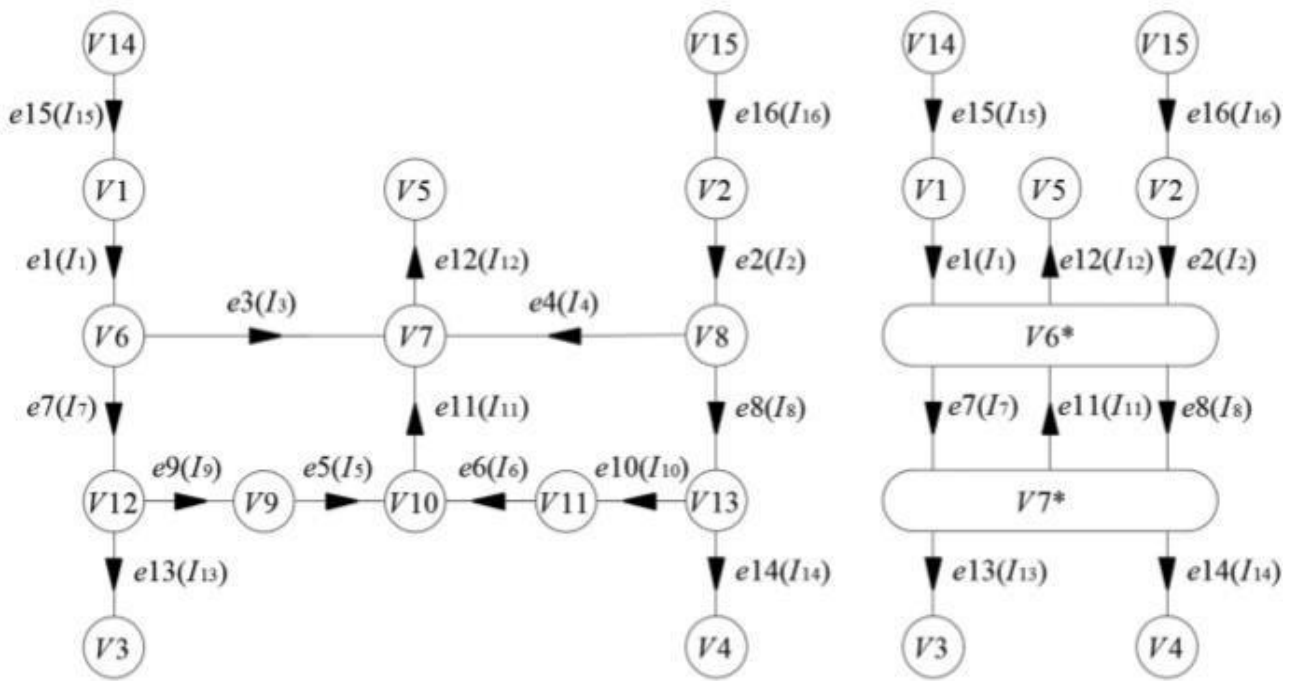
4.5 – сурет

Тұрақты тоқтың тарту қосалқы станцияларын қорғау үшін ЦДЗ қолдану мүмкіндігі зерттелді. Бір сызықты схема 4.6-суретте көрсетілген. Схема үшін (4.6 - сурет) бір бағытты бағанның құрылысы орындалады (4.7а-сурет).



4.6 – сурет-3,3 кВ тарту құрылғысының сұлбасы

Ажыратқыштардың жағдайын ескере отырып, схеманың топологиясына сүйене отырып, қорғаныс аймағы анықталды, сонымен қатар графиктің жаңа формасына көшу жүзеге асырылды (4.7-сурет).



а)

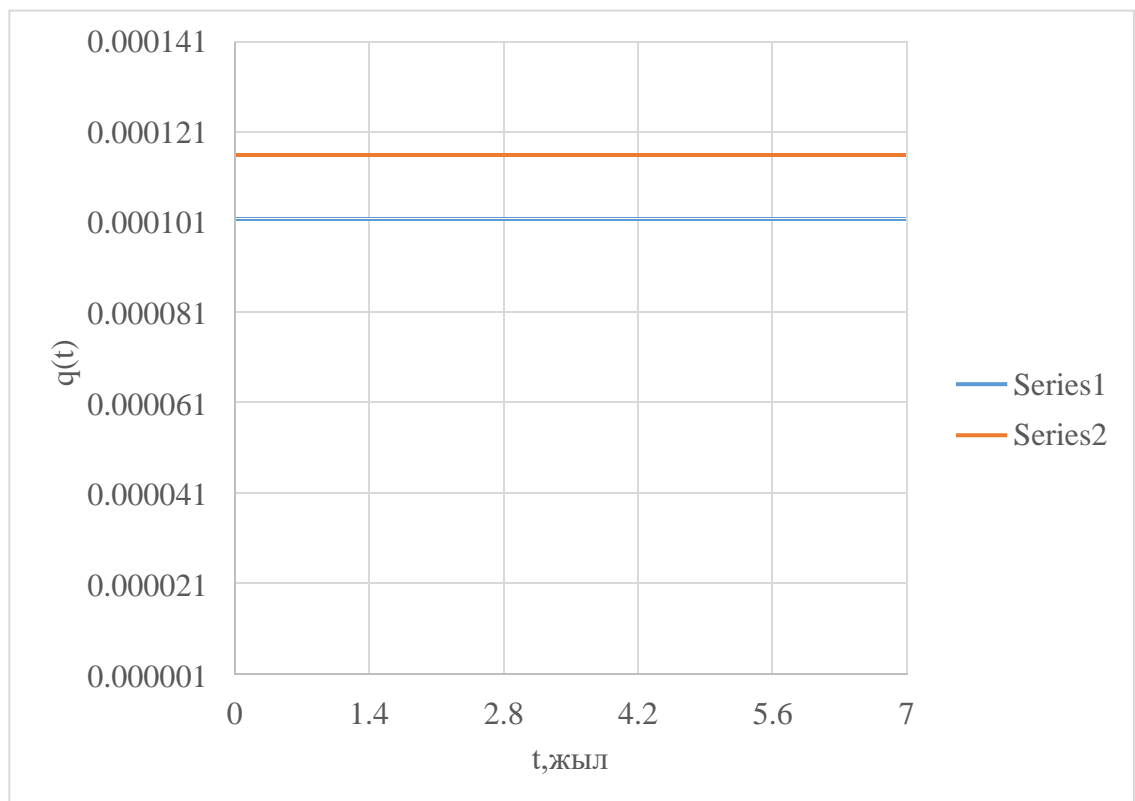
б)

а) бастапқы баған; б) есептеулерді талдаудың қорытынды бағаны

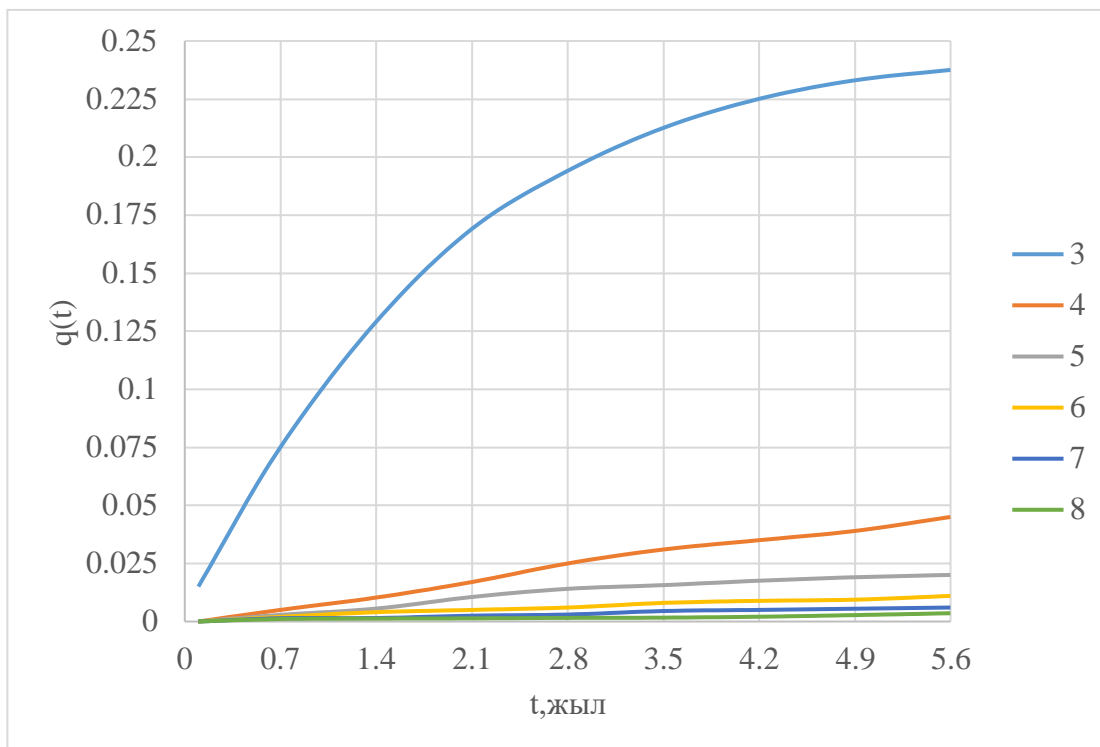
4.7 – сурет-Бір бағытты бағандар

ОДҚ сенімділік көрсеткіштері бойынша зақымданулар режимінде орташа алғанда 5 есеге дейін қорғаудың үлгілік жүйесінен асып түсетінін көрсетеді.

а)

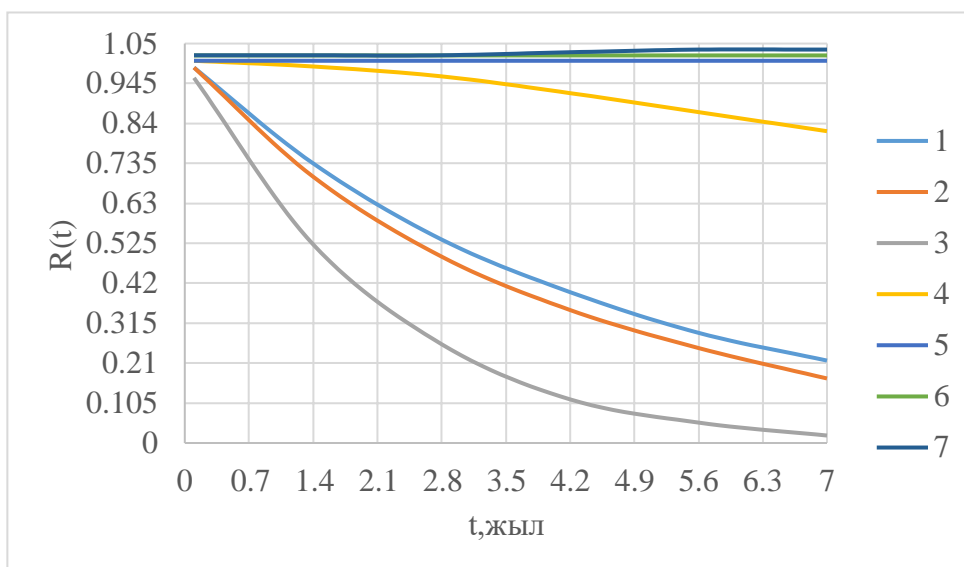


б)



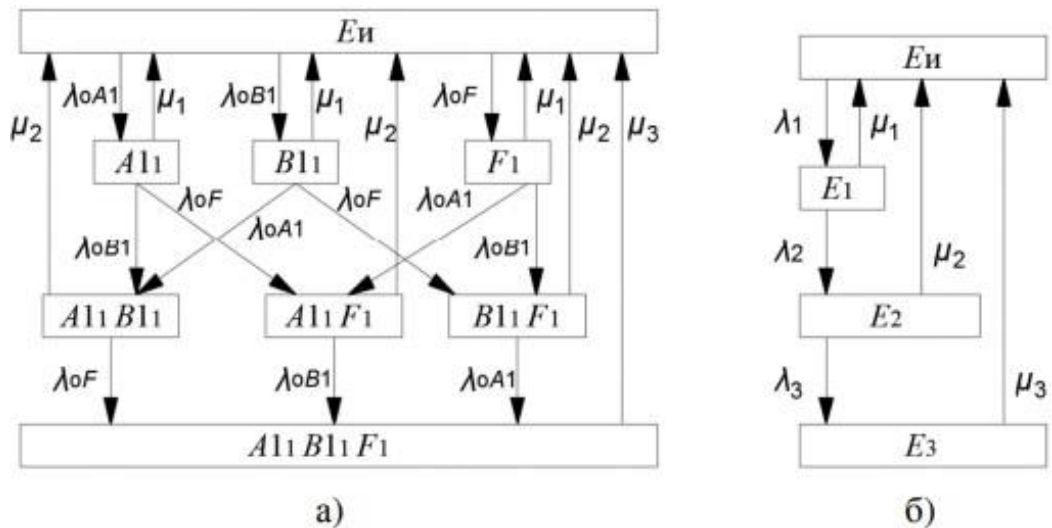
Кезекшілік(а) және зақымдану (б) режиміндегі $q(t)$ дайын болмау функциялары: 1 - үлгілік схема; 2 –ОДҚ; 3 – трансформатордағы үлгілік схема, ҚТ; 4 – ОДҚ, трансформатордағы ҚТ; 5 – түзеткіштегі үлгілік схема, КЗ; 6- ОДҚ, Түзеткіште ҚТ; 7 – үлгілік схема, шиналарда ҚТ 3,3 кВ; 8-ОДҚ, шиналарда ҚТ 3,3 кВ

4.8 – сурет



ВБР $R(t)$ функциясы: 1 – үлгілік схема, кезекшілік режимі; 2 – ОДҚ, зақымдану режимі; 3 – трансформатордағы үлгілік схема, ҚТ; 4 – ОДҚ, трансформатордағы ҚТ; 5-түзеткіштегі үлгілік схема, ҚТ; 6-ОДҚ, түзеткіштегі ҚТ; 7 - үлгілік схема, 3,3 кВ шиналардағы ҚТ; 8-ОДҚ, 3,3 кВ шиналардағы ҚТ

4.9 – сурет



а) бастапқы; б) түрлендірілген

4.10 – сурет-Күйлер мен өтулердің графигі

Рунге–Кутта түрлендірілген әдісі заманауи бағдарламалық кешендердің көмегімен итерациялық рәсімдер бойынша сенімділік көрсеткіштерін есептеуді және төртінші ретке дейінгі дәлдікті қамтамасыз етеді, сондай-ақ электр механикалық қорғаныстарды талдау кезінде бұрын қолданылған көлемді талдамалық есептеулерден бас тартуға мүмкіндік береді. Осылайша, оның Марков тізбектерінің аппаратымен үйлесуі инженерлік тапсырмалар үшін қажетті дәлдікпен сенімділік көрсеткіштерін есептеу жағдайында графиктерді қолдана отырып, ЭҚК қорғау жүйесін сипаттаудың күрделілігіне шектеулерді алып тастайды.

4.2 Орталық жүйенің жұмыс параметрлерін есептеу және есептеудің жетілдірілген принципі ұсынылған

Бұл тәсілдің артықшылығы-сандық есептеулерді азайту және нәтижесінде қате ықтималдығын азайту. Ұсынылатын параметрлердің ең аз саны (4.6-кесте) және тиісті тежеу сипаттамасын қалыптастырумен ҚҚТ элементтері үшін бірыңғай тәсіл қолданылады. Орталықтандырылған қорғаудың сенімділігін сандық бағалау мәселесін шешу кезінде күйлер мен өтулердің күрделі бағандары қалыптастырылады. Олар екіден көп белгісіз дифференциалдық теңдеулер жүйесімен сипатталады, олардың нақты шешімін табу өте күрделі міндет болып табылады. ДУ жүйесін шешу үшін Рунге-Кутта әдісін қолдану ұсынылады, бұл күрделі қорғаныс схемалары үшін сенімділік есептеулерін жеңілдетусіз жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

4.6 - кесте - ЭТК элементтерін қорғауға арналған есептік өрнектер

Параметр	Есептеу формуласы (мәні)		
	Шиналар	Трансформатор	Желі
$I_{ДТО}$	$I_{ДТО} = 0,68 \cdot I_{max} \cdot I_{КЗ}$	$I_{ДТО} = 0,54 \cdot I_{max} \cdot I_{КЗ}$	$I_{ДТО} = 0,62 \cdot I_{max} \cdot I_{КЗ}$
$I_{ДЗТ.НАЧ}$	$I_{ДЗТ.НАЧ} = 1,2 \cdot I_{раб}$	$I_{ДЗТ.НАЧ} = 0,3 \cdot I_{раб}$	$I_{ДЗТ.НАЧ} = 0,4 \cdot I_{раб}$
$I_{н.т.1}$	$I_{н.т.1} = I_{раб} \cdot \left(1 + \frac{1,05}{K_{T1}}\right)$	$I_{н.т.1} = 0,5 \cdot I_{раб}$	$I_{н.т.1} = 0,59 \cdot I_{раб}$
$I_{н.т.2}$	$I_{н.т.2} = I_{н.т.1}$	$I_{н.т.2} = 1,5 \cdot I_{раб}$	$I_{н.т.2} = 4 \cdot I_{раб}$
K_{T1}	$K_{T1} = \frac{0,68 \cdot I_{maxКЗ} - 0,15 \cdot I_{раб}}{I_{maxКЗ} - I_{раб}}$	0.53	0.68
K_{T2}	$K_{T2} = K_{T1}$	$K_{T2} = \frac{0,54 \cdot I_{maxКЗ} - 0,65}{0,875 I_{maxКЗ} - 1,5 I_{раб}}$	1.02
$K_{ч}$	$K_{ч} = 0,8 \cdot \frac{I_{minКЗ}}{I_{раб}} \geq 2$	$K_{ч} = 3 \cdot \frac{I_{minКЗ}}{I_{раб}} \geq 2$	$K_{ч} = 2,5 \cdot \frac{I_{minКЗ}}{I_{раб}} \geq 1,5$
$I_{контр}$	$I_{контр} = 0,21 \cdot I_{раб}$		

ҚОРЫТЫНДЫ

ЭТК ОДҚ іске асырудың қазіргі заманғы әдістерін талдау нәтижесінде қорғауды ұйымдастырудың қазіргі нұсқаларының ешқайсысы қазіргі заманғы қорғау құралдарына қойылатын қажетті талаптардың толық кешенін қанағаттандырмайтыны анықталды.

ЭТК және олардың элементтерін қосарланған жазу әдісін қолдана отырып орталықтандырылған қорғау әдістері әзірленді және патенттермен қорғалған, оларды енгізу кезінде жүйені ұйымдастырудың дәстүрлі схемасымен салыстырғанда сенімділік орта есеппен 1,5 есе артады. Оң экономикалық әсерге терминалдардың талап етілетін санын орта есеппен 2,5 есе қысқарту арқылы қол жеткізіледі.

Марков тізбектерінің әдісіне және Рунге-Кутта дифференциалдық теңдеулерін шешуге негізделген сенімділікті бағалау әдістемесі жетілдірілді, бұл инженерлік есептер үшін қажетті дәлдікпен сенімділік көрсеткіштерін есептеу жағдайында графиктерді қолдана отырып, ЭТК қорғаныс жүйесін сипаттаудың күрделілігіне шектеулерді алып тастауға мүмкіндік береді.

PSCAD бағдарламалық кешеніндегі модельдеу арқылы электр электроникасының элементтері бар ұсынылған ОДҚ ЭТК өнімділігі расталды. Телледжен теоремасын ОДҚ іске асыру кезінде қолдану төмен сезімталдықты көрсетті, сезімталдық коэффициенті 1,25-тен аспады.

ВБР-ді (Вероятность безотказной работы) Бас тартусыз жұмыс істеу ықтималдығын арттыруға және кезекшілік режимінде қорғаудың дәстүрлі нұсқаларын қолданумен салыстырғанда дайын болмау функциясын 3-4 есе азайтуға мүмкіндік беретін ТРВДН үшін ОДҚ әдісі жасалды. Терминалдардың қажетті саны 8 орнына 2 құрады, бұл осы шешімді енгізудің экономикалық орындылығын көрсетеді.

Зақымдану режимінде сенімділік көрсеткіштері бойынша орташа есеппен 5 есеге дейін қорғаудың типтік жүйесінен асып түсетін тұрақты токтың тартқыш қосалқы станцияларын орталықтандырылған қорғау әдісі әзірленді.

ПАЙДАЛАНЫЛГАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Куликов, А. Л. Централизованная дифференциальная защита распределительных сельских сетей 6-35 кВ с применением метода двойной записи / А.Л. Куликов, В. Ю. Вуколов, А.А. Колесников // Вестник НГИЭИ. – 2017. – №2 (69). – С. 71-81.
- 2 Куликов, А. Л. Дифференциальная защита шин 110-220 кВ с применением метода двойной записи / А.Л. Куликов, В. Ю. Вуколов, А.А. Колесников, М.В. Шарыгин // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2017. – № 11-12. – С. 21-31.
- 3 Куликов, А. Л. Дифференциальная защита участка сети, состоящего из кабельных заходов линий электропередачи в КРУЭ 110 -220 кВ и шин 110 -220 кВ, с применением метода двойной записи / А.Л. Куликов, В. Ю. Вуколов, А.А. Колесников, М.Д. Обалин // Электрические станции. – 2018. – №1 (1038). – С. 40-51.
- 4 Куликов, А. Л. Централизованная дифференциальная защита цифровой подстанции с применением метода двойной записи / А.Л. Куликов, В. Ю. Вуколов, А.А. Колесников // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2018. – № 2. – С. 31-40.
- 5 Вуколов, В. Ю. Управление конфигурацией распределительных электрических сетей 6-35 кВ / В. Ю. Вуколов, А.А. Колесников, Е. Р. Пнев, Б. В. Папков // Электричество. – 2019. – №2. – С. 10-17.
- 6 Куликов, А. Л. Дифференциальная защита системы тиристорного регулятора напряжения с применением метода двойной записи/ А.Л. Куликов, Е. Н. Соснина, А.А. Колесников, Е. В. Крюков // Промышленная энергетика. – 2019. (В печати) 19 В изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus:
- 7 Kulikov, A. Increase the reliability of operation of differential protection due to the use of the method of double entry / A. Kulikov, V. Vukolov, B. Papkov, A. Kolesnikov // Methodological Problems in Reliability Study of Large Energy Systems (RSES 2017). – 2017 – № 25. DOI: 10.1051/e3sconf/20172503008.
- 8 Kulikov, A. Combination Of The Methods Of Symmetrical Components And Double Entry To Increase The Reliability Of Digital Differential Relay Protection / A. Kulikov, B. Papkov, A. Kolesnikov, V. Vukolov // International Conference Green Energy and Smart Grids (GESG 2018). – 2018 – № 5. DOI: 10.1051/e3sconf/20186902016.
- 9 Vukolov, V. Configuration management of electricity distribution grids 6-35 kV according to the criteria of reliability / V. Vukolov, B. Papkov, E. Pnev, A. Kolesnikov // Rudenko International Conference "Methodological problems in reliability study of large energy systems" (RSES 2018). – 2018 – № 58. DOI: 10.1051/e3sconf/20185802017.

Мұхабай Әділет Талғатулы

5B071800 - Электр энергетикасы мамандығы бойынша

Электр комплексінің орталықтандырылған сенімділігін дифференциалды қорғау арқылы арттыру

тақырыбындағы дипломдық жобасына

СЫН – ПІКІР

Бұл дипломдық жұмысының зерттеу нысаны ретінде ЖШС «Оңтүстік Жарық Танзит» жауапкершілігі шектеулі серіктестігіне қарасты КРЭК компанияның 110/35/10 кВ қосалқы станциясы алынды. Наминалды кернеу ретінде $U=110$ кВ таңдалған. Есептелген қуатына байланысты әр қайсысы бөлек жұмыс режиміне арналған ТДН-40000/110 типті 2 трансформатор таңдалып алыныпты. Қысқа тұйықталу тоғы есептелінге. Дәлдік класы-0,5, наминалды қуаты - $S_{т.н} = 400$ ВА.

ЭТК ОДҚ іске асырудың қазіргі заманғы әдістерін талдау нәтижесінде қорғауды ұйымдастырудың қазіргі нұсқаларының ешқайсысы қазіргі заманғы қорғау құралдарына қойылатын қажетті талаптардың толық кешенін қанағаттандырмайтыны анықталды.

Жоба бойынша ескерту

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 Мұхабай Әділет аталғыш мамандық бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, ал дипломдық жұмысы 90%(А) бағалауға болады деп санаймын.

Пікір беруші

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

М.А.Мустафин



Қоптанбаны растаймын «25» 05 2022 жыл
Подпись, заверяю

«25» 05 2022 ж.

Ф КазННТУ 706-17. Рецензия

Мұхабай Әділет Талғатулы

5B071800 - Электр энергетикасы мамандығы бойынша

Электр комплексінің орталықтандырылған сенімділігін дифференциалды
қорғау арқылы арттыру

тақырыбындағы дипломдық жобасына

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Бұл дипломдық жұмысының зерттеу нысаны ретінде ЖШС «Оңтүстік Жарық Танзит» жауапкершілігі шектеулі серіктестігіне қарасты КРЭК компанияның 110/35/10 кВ қосалқы станциясы алынды. Наминалды кернеу ретінде $U=110$ кВ таңдалған. Есептелген қуатына байланысты әр қайсысы бөлек жұмыс режиміне арналған ТДН-40000/110 типті 2 трансформатор таңдалып алыныпты. Қысқа тұйықталу тоғы есептелінге. Дәлдік класы-0,5, наминалды қуаты - $S_{т.н} = 400$ ВА.

ЭТК ОДҚ іске асырудың қазіргі заманғы әдістерін талдау нәтижесінде қорғауды ұйымдастырудың қазіргі нұсқаларының ешқайсысы қазіргі заманғы қорғау құралдарына қойылатын қажетті талаптардың толық кешенін қанағаттандырмайтыны анықталды.

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылану негізінде Satbayev University – нің «5B071800-Электр энергетикасы» мамандығы бойынша Мұхабай Әділет аталғыш мамандық бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, ал дипломдық жұмысы 92%(А) бағалауға болады деп санаймын.

Ғылыми жетекші
ҚазҰТЗУ «Энергетика» кафедрасының
лекторы


Г.Ш.Токпеисова
«23» 05 2022 жыл

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Мұхабай Әділет Талғатұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Электр комплексінің орталықтандырылған сенімділігін дифференциалды қорғау арқылы арттыру

Научный руководитель: Гулбаршын Токпенсова

Коэффициент Подобия 1: 12.4

Коэффициент Подобия 2: 4.6

Микропробелы: 337

Знаки из других алфавитов: 237

Интервалы: 298

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

Г.М. Токпенсова
Г.М.
проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Мұхабай Әділет Талғатұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Электр комплексінің орталықтандырылған сенімділігін дифференциалды корғау арқылы арттыру

Научный руководитель: Гулбаршын Токпенсова

Коэффициент Подобия 1: 12.4

Коэффициент Подобия 2: 4.6

Микровробелы: 337

Знаки из других алфавитов: 237

Интервалы: 298

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:

Документ к защите

Дата 25.05.2022

Заведующий кафедрой Сағсинабаев С.А.

