

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Өндірістік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

доцент, т.ғ.к. Бакенов К.А.

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« » 2014 ж.

(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: 110/10/10 кВ 2x25 МВА №203 қосымша
стационарлық желілік қорғалма

5B071800 – Электр энергетикасы мамандығы бойынша
Орындаған Старбаев Еркін РЗК 10-01
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші _____
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша:

ата оқатушы Түлегенова С.К.
ТМ (ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні) 20 14 ж.
(қолы) «26» 05

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Т.Т.К., А.А.А. Оқоев, Ақматаев Р.С.
А.А.А. (ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні) 20 14 ж.
(қолы) «28» 05

Есептеу техникасын қолдану бойынша :

ата оқатушы Арастайов Н
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні) 20 _____ ж.
(қолы) « »

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні) 20 _____ ж.
(қолы) « »

Мөлшер бақылаушы:

ата оқатушы Асанова К.М.
К.М.А. (ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні) 20 14 ж.
(қолы) «2» 06

Пікір жазушы :

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні) 20 _____ ж.
(қолы) « »

Алматы 2014

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетикасы факультеті
5B071800 – Электр энергетикасы мамандығы
Өндірістік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Отарбаев Еркін Мұстафаұлы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы 110/10/10 кВ 2x25 МВА қосалқа
станицаның желілік қорғалма
ректордың «24» қыркүйек № 115 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « » 20 ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Қосалқа станицада екі фазада тармақталған
110/10/10 кВ 2 трансформатор бар. Қуаты 25 МВА,
жобалда керілеу жүйеде 6 жемі, төмені керілеу
жүйеде 12 фидер.

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

1. 110/10/10 кВ қосалқа станицаның энергия бөлінісін жасау;
2. Трансформатор қорғалма түрлері;
3. Трансформатордағы ток қорғалма;
4. Жемі қорғалма;
5. Әкімшілік қорғалма;
6. Энергиямен бөлініс.

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Бағ электрлік сүйбе және оның оған бағу сүйбесі;
2. Қосымша атақсамау принципіндегі электрлік сүйбесі;
3. Трансформатор қорғашы;
4. Жемі қорғашы;
5. Көп реттік ток қорғашысының және дистанциялық қорғашысының селентивтілік картасы.

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Рожкова Л.Д, Корнеева Л.К, Зирнова Т.В.
Электроснабжение электрических станций и подстанций
4-е изд, стр 11: Академия, 2007 - 448 с.
2. Дюсбаев М.К. Хакимжанов Т.В. Адам өмірінің
қауіпсіздігінің келірі. Доктор көрсетісі - Алматы:
АЭЖБ, 2004.
3. Ходкин Р.Х. Электр станциялары үшін қосымша
станциялар (сүйбе) Алматы: "Толған" Ғылыми
орталығы, 2002. 312 бет

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Жокем бөлім	Тулганова С.К.	21.04. - 26.05.14	Тулганова
Өмір тіршілік қауіпсіздігі	Мутамшева Р.С.	29.05.14	Мутамшева

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	110/10/10 кВ қосалқа станса иону электрлік бөлімі жасау және электр қабаттарынан таңдау.		орындауда.
2.	Қосалқа стансасында трансформатордағы дифференциалдық қорғаныс жасау және трансформатордағы қаздақ қорғаныс жасау.		орындауда.
3.	Трансформатордағы резервтік және максимумда ток қорғаныс әзірлеу.		орындауда.
4.	Трансформатордағы қаздақ қорғанысқа түсініктеме беру.		орындауда.
5.	Жеңіл қорғаныс және дифференциалдық қорғаныс есептеу.		орындауда.
6.	Түрлілік қауіпсіздігінде еңбек шарттары таңдау.		орындауда.
7.	Экономикалық бөлімінде қосалқа станса құрамынан кететін шығын есептеу.		орындауда.

Тапсырманың берілген уақыты «01» қазан 2014 ж.

Кафедра меңгерушісі

(қолы)

(Бакенов К.А.)

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі

(қолы)

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент

(қолы)

(аты -жөні)

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему “Релейная защита подстанции 110/10/10 кВ 2x25 МВА и сделать логическую схему защиты 10 кВ двигателя”. В проекте произведен выбор принципиальной схемы подстанции, силового оборудования и коммутационной аппаратуры, произведен расчет уставки элементов релейной защиты подстанции.

В разделе безопасности жизнедеятельности были рассчитаны и приведены меры безопасности от электрического заряда и уровень шума.

В экономической части рассчитана дипломного проекта технико-экономическая целесообразность строительство подстанции и возможная прибыль.

Аңдатпа

Дипломдық жобада «110/10/10 кВ 2x25 МВА қосалқы стансаның релелік қорғанысы және 10 кВ қозғалтқыштың қорғанысының логикалық сұлбасын жасау». Дипломдық жобамда сәйкесінше берілген тапсырма бойынша қосалқы станцияның принципалды сұлба құрылып, күштік қондырғыларды тандап, жалғаулық аппараттарды қондырдым және қосалқы станцияның параметрлеріне релелік қорғаныс қойылымдары есептелінген.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде электр зарядының адамға әсерін және одан қорғану шараларын қарастырдым, желдеткіштің құрылымы мен қосалқы станцияда орналасу ерекшелігін қарастырдым.

Дипломдық жобаның экономикалық бөлімінде қосалқы стансаның жалпы шығындары есептелінген және оны салғандағы әкелетін пайданы таптым.

Summary

The degree project is executed on the subject "Relay Protection of Substation of 110/10/10 KV 2x25 MVA and to make the Logical Scheme of Protection of 10 KV of the Engine". In the project the choice of the schematic diagram of substation, the power equipment and the switching equipment is made, settled an invoice a setting of elements of relay protection of substation.

Security measures were calculated and given in the section of health and safety from an electric charge and noise level.

In economic part technical and economic expediency construction of substation and possible profit is calculated the degree project.

Мазмұны

Кіріспе	9	
1 110/35/10 кВ қосалқы стансаның электрлік бөлігін жасау		10
1.1 Стансаның бас электрлік сұлбасы		10
1.2 Жүйе элементтерінің кедергілерін анықтау		11
1.3 ҚТ токтарын анықтау		14
1.4 Жабдықтар мен коммутациялық аппараттарды таңдау		19
1.4.1 Ажыратқыштарды таңдау		20
1.4.2 Жоғарғы кернеуге айырғышты таңдау		26
1.4.3 Асқын кернеуді шектеушілерді таңдау		28
1.4.4 Тоқ трансформаторларын таңдау		29
1.4.5 Кернеу трансформаторларын таңдау		33
1.4.6 Шиналарды таңдау		35
2 Қосалқы станциядағы трансформатордың релелік қорғанысы		38
2.1 Негізгі жағдайы		38
2.2 Трансформатордың дифференциалды тоқты «SIEMENS» фирмасыны. 7UT613 типтегі сандық релелік терминалымен қорғау		39
2.3 110 кВ желінің максималды тоқ қорғанысы (МТҮ)		50
2.4 Максимал тоқ қорғанысы		51
2.5 Асқын жүктемеден қорғау		52
3 Желі қорғанысы		58
3.1 Желінің қорғанысы		58
3.2 110кВ желі қорғанысы		58
3.3 Дистанционды қорғаныс		62
3.3.1 7SA632 терминалының дистанциондық қорғанысының қолдану Аймағы		62
3.3.2 Құрылғыдағы қызмет етулер көлемі		63
3.3.4 Дистанциондық қорғаныс		64
3.3.5 Бірінші сатыны есептеу		64
3.3.6 Екінші сатыны есептеу		65
3.3.7 Үшінші сатыны есептеу		66
3.4 Төрт сатылы нөл реттік тоқ қорғанысын (НРТҚ) есептеу		69
3.4.1 Бірінші сатыны есептеу		69

Кіріспе

Энергия жүйесінің электрлік бөлігінде электр стансасы, қосалқы станса және электр жеткізу желілерінің электр жабдықтарының зақымдануы мен қалыпсыз жұмыс режимі орын алуы мүмкін.

Зақымдану деп айтарлықтай апаттық токтың пайда болып, ЭС, ҚС шиналарында кернеудің терең түсуін айтуға болады. Бұл ток үлкен көлемде жылу бөліп, өзі жүрген жердегі электр жабдықтарын қиратады.

Кернеудің түсуі электр энергиясын тұтынушылардың қалыпты жұмыс режимін, сондай-ақ энергожүйе электр стансаларының параллельді жұмыс істеу тұрақтылығын бұзады.

Әдетте қалыпты режимдер кернеудің, токтың және жиіліктің рұқсат етілген мәнінен ауытқуына әкеліп соғады. Кернеу мен жиіліктің түсуі тұтынушылардың қалыпты режимін өзгерту қаупін тудырады, ал кернеу мен токтың жоғарылауы ЭЖЖ мен электр жабдықтарының зақымдалуын тудырады.

Зақымдалу орнында қирауды барынша азайтып, жүйенің зақымдалмаған бөлігін қалпында сақтап қалу үшін сол орынды тез анықтап, зақымдалмаған жүйе бөлігінен бөліп алу қажет.

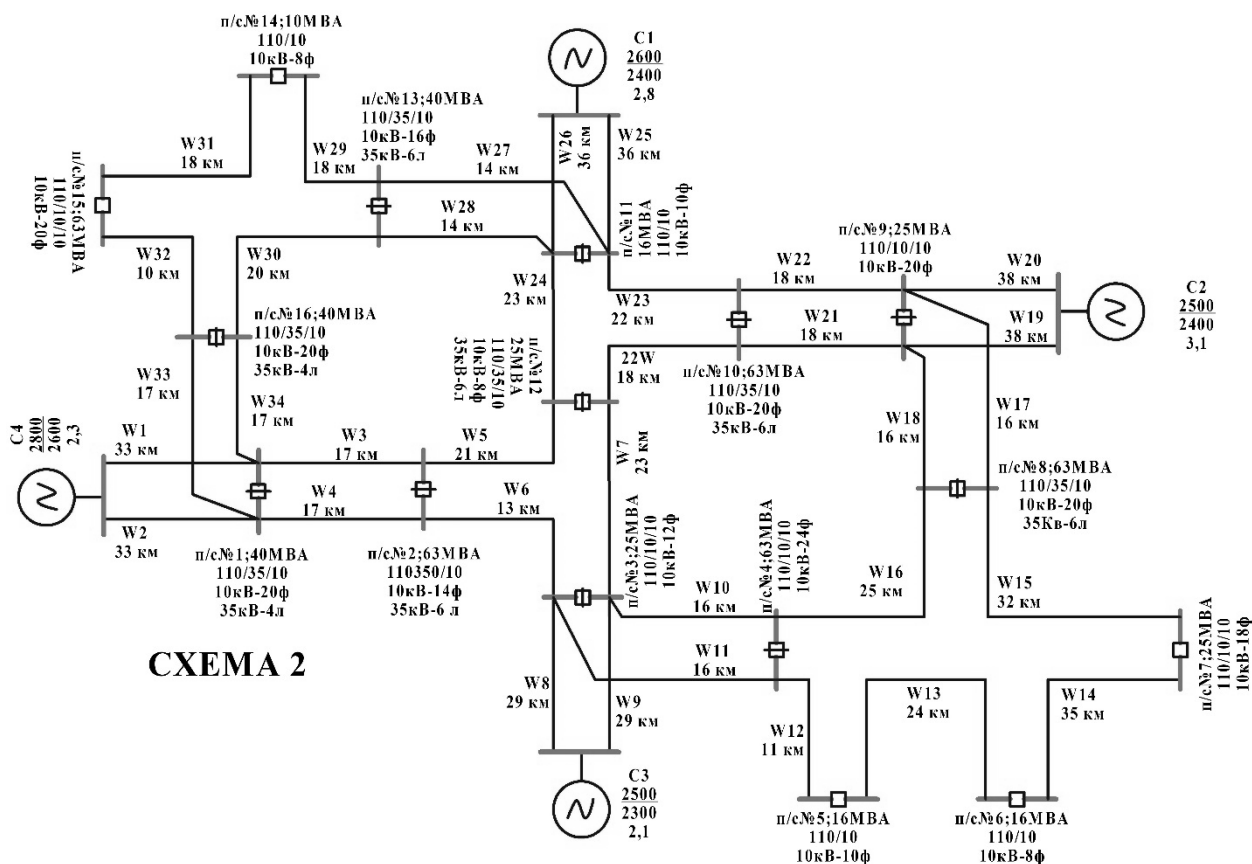
Оны орындайтын релелік қорғаныс болып табылады. Ол энергожүйенің барлық элементтерінің қалпын үздіксіз бақылап, пайда болған зақымдану мен қалыпсыз режимдерге жылдам әрекет етіп отырады.

Бұл бітіру жұмысында «110/10/10 кВ 2х25 МВА қосалқы стансаның релелік қорғанысы» қарастырылған. Қосалқы стансада орнатылатын негізгі электр жабдықтары: ажыратқыштар, айырғыштар, асқын кернеуді шектеуіштер, ток және кернеу трансформаторлары, шиналар таңдалды. Сонымен қатар қосалқы стансаға қазіргі заман талаптарына сай Siemens, Mitsubishi Electric секілді фирмаларың жабдықтарын таңдап, соның негізінде релелік қорғаныс есептеулерін келтірілді.

Сондай-ақ ұсынылып отырған бітіру жұмысында электр стансасының құрылғылар мен жабдықтарын таңдап, олардың тиімділігін, сенімділігін қарастыратын боламыз. Ал арнайы бөлімде қосалқы стансаның орталық сигнализациясының терминалын бағдарламалау қарастырылған. Бұдан басқа экономикалық, өміртіршілік қауіпсіздігі сияқты бөлімдерден тұратын бұл бітіру жұмысы міндетті талаптарға сай.

110/10/10 кВ қосалқы стансасының электрлік бөлігін жасау

1.1 Бастапқы берілгендрі



Сурет 1.1- Стансаның бас электрлік сұлбасы

Қосалқы станса №3. Екі орамды 110/10/10 трансформатор, номинал қуаты 2x25, 10 кВ-12 ф. Қорғалатын желі W7.

Бітіру жұмысына бастапқы берілгендері:

С-1 қорек жүйесі: $S_{кз\ max} = 2600\ \text{МВА}$; $S_{кз\ min} = 2400\ \text{МВА}$; $U_o = 115\ \text{кВ}$;

С-2 қорек жүйесі: $S_{кз\ max} = 2500\ \text{МВА}$; $S_{кз\ min} = 2400\ \text{МВА}$;

С-3 қорек жүйесі: $S_{кз\ max} = 2500\ \text{МВА}$; $S_{кз\ min} = 2300\ \text{МВА}$;

С-4 қорек жүйесі: $S_{кз\ max} = 2800\ \text{МВА}$; $S_{кз\ min} = 2600\ \text{МВА}$.

Трансформаторлардың параметрлері:

Үш орамды трансформатор (№8, №10): ТДТН - 63/110/35/10. $S_{ном} = 63\ \text{МВА}$; $U_{вн} = 115\ \text{кВ}$; $U_{сн} = 38,5\ \text{кВ}$; $U_{нн} = 11\ \text{кВ}$; $\Delta U_{рег} = \pm 16\%$.

Кесте 1.1 – Трансформатор параметрлері

ЖК-ТК			ОК-ТК			ЖК-ОК		
мин	ор	макс	мин	ор	макс	мин	ор	макс
17,14	17,5	19,20	-	7	-	10,1	10,5	10,9

Үш орамды трансформатор (№12): ТДТН - 25/110/35/10. $S_{\text{НОМ}}=25$ МВА;
 $U_{\text{ВН}}=115$ кВ; $U_{\text{СН}}=38,5$ кВ; $U_{\text{НН}}=11$ кВ; $\Delta U_{\text{рег}} = \pm 16\%$.

Кесте 1.2 – Трансформатор параметрлері

ЖК-ТК			ОК-ТК			ЖК-ОК		
мин	ор	макс	мин	ор	макс	мин	ор	макс
17,47	17,5	19,5	-	6,5	-	9,99	10,5	11,86

Екі орамды трансформатор (№3,№9): ТРДН - 25/110/10/10. $S_{\text{НОМ}}=25$ МВА; $U_{\text{ВН}}=115$ кВ; $U_{\text{НН}}=10,5$ кВ; $U_{\text{НН}}=10,5$ кВ; $\Delta U_{\text{рег}} = \pm 16\%$.

Екі орамды трансформатор (№4): ТРДН - 63/110/10/10. $S_{\text{НОМ}}=63$ МВА; $U_{\text{ВН}}=115$ кВ; $U_{\text{НН}}=10,5$ кВ; $U_{\text{НН}}=10,5$ кВ; $\Delta U_{\text{рег}} = \pm 16\%$.

Желі параметрлері 1.3- кестеде көрсетілген.

1.2 Жүйе элементтерінің кедергілерін анықтау

Желілердің кедергілері келесі формуламен анықталады:

$$X = x_{\text{менш}} \cdot L \cdot \frac{U_0^2}{U_{\text{орт}}^2}, \quad (1.1)$$

Барлық желінің меншікті кедергісін 0,4 Ом/км деп аламыз.

Кесте 1.3 - Желі параметрлері мен кедергілері

№ КЖ	КЖ ұзындығы, км	Худ, Ом/км	Желі кедергісі, Ом
1	2	3	4
1	33	0,4	13,2
2	33	0,4	13,2
3	17	0,4	6,8
4	17	0,4	6,8
5	21	0,4	8,4
6	13	0,4	5,2
7	23	0,4	9,2
8	29	0,4	11,6
9	29	0,4	11,6
10	16	0,4	6,4

Кесте 1.3 - жалғасы

1	2	3	4
11	16	0,4	6,4
12	11	0,4	4,4
13	24	0,4	9,6
14	35	0,4	14
15	32	0,4	12,8
16	25	0,4	10
17	16	0,4	6,4
18	16	0,4	6,4
19	38	0,4	15,2
20	38	0,4	15,2
21	18	0,4	7,2
22	18	0,4	7,2
23	22	0,4	8,8
24	23	0,4	9,2
25	36	0,4	14,4
26	36	0,4	14,4
27	14	0,4	5,6
28	14	0,4	5,6
29	18	0,4	7,2
30	20	0,4	8
31	18	0,4	7,2
32	10	0,4	4
33	17	0,4	6,8
34	17	0,4	6,8
35	18	0,4	7,2

Екі орамды трансформатордың кедергісі келесі формуламен анықталады:

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

$$X_{mpBH} = \frac{1,75 \cdot U_{k\%}}{100} \cdot \frac{U_{opt}^2}{S_{ном\ mp}}; \quad (1.3)$$

$$X_{mpHH} = \frac{0,125 \cdot U_{k\%}}{100} \cdot \frac{U_{opt}^2}{S_{ном\ mp}}; \quad (1.4)$$

Үш орамды трансформатордың кедергісі келесі формуламен анықталады:

$$X_{mp}^B = \frac{0,5 \cdot (U_{k\%}^{BC} + U_{k\%}^{BH} - U_{k\%}^{CH})}{100} \cdot \frac{U_{cp}^2}{S_{ном\ mp}}; \quad (1.5)$$

$$X_{mp}^C = \frac{0,5 \cdot (U_{k\%}^{BC} + U_{k\%}^{CH} - U_{k\%}^{BH})}{100} \cdot \frac{U_{cp}^2}{S_{ном\ mp}}; \quad (1.6)$$

$$X_{mp}^A = \frac{0,5 \cdot (U_{k\%}^{BH} + U_{k\%}^{CH} - U_{k\%}^{BC})}{100} \cdot \frac{U_{cp}^2}{S_{ном\ mp}}. \quad (1.7)$$

Есептеу нәтижелері 1.4 және 1.5 кестелерінде көрсетілген.

Кесте 1.4 – Әртүрлі режимдегі үш орамды трансформатордың кедергісі

№ПС	Типі	Xвмакс	Xсмакс	Xнмакс	Xвмин	Xсмин	Xнмин
8,10	ТДТН- 25000/110/35/10	24,25	0	16,06	21,24	0	14,74
12	ТДТН- 63000/110/35/10	65,75	0	37,4	55,44	0	36,98

Кесте 1.5 - Екі орамды трансформаторлардың кедергілері

№ПС	Типі	X _{ТМАКС} , Ом	X _{ТМИН} , Ом
3,9	ТРДН–25000/110/10/10	63	52,05
4	ТРДЦН–16000/110/10/10	24,98	22,75

Жүйе кедергілері келесідей анықталады:

$$X_{жс\ max} = \frac{U_{opt}^2}{S_{кт\ max}}; \quad (1.8)$$

$$E_{жс} = \frac{U_{\delta}}{\sqrt{3}}; \quad (1.9)$$

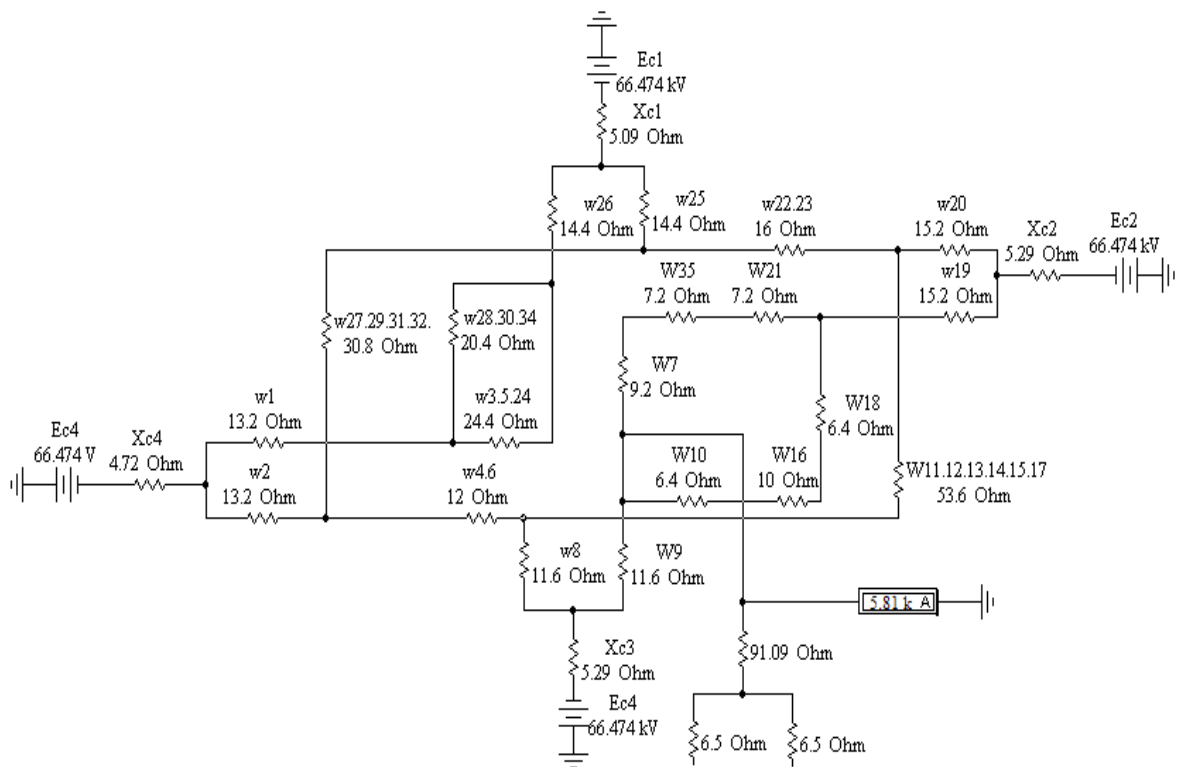
$$E_{\deltaжс} = \frac{E_{*(НОМ)} U_{\delta}}{\sqrt{3}}. \quad (1.10)$$

Кесте 1.6 – Максимал және минимал режимдегі жүйе кедергілері мен фазалық кернеуліктері

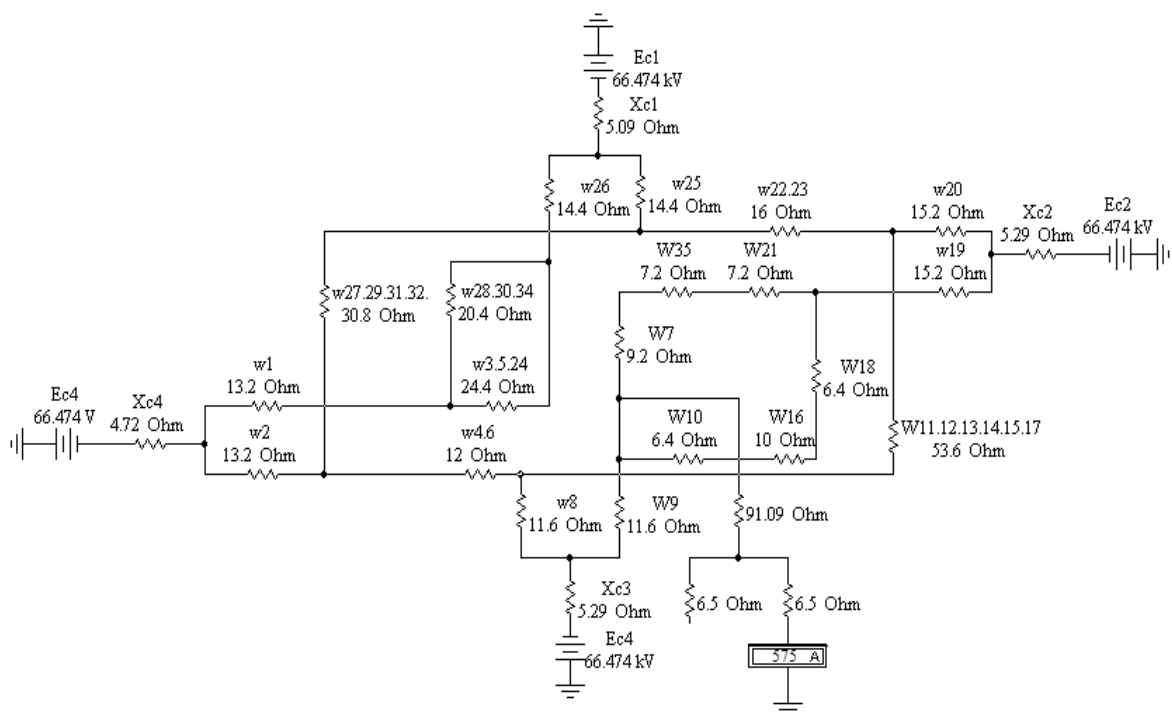
Жүйе №	$U_{орт} = U_6$, кВ	$S_{ҚТmax}$, МВА	$S_{ҚТmin}$, МВА	$E_{ж}$, кВ	$X_{жmax}$, Ом	$X_{жmin}$, Ом
1	115	2600	2400	66,474	5,09	5,51
2	115	2500	2400	66,474	5,29	5,51
3	115	2500	2300	66,474	5,29	5,75
4	115	2800	2600	66,474	4,72	5,09

1.3 Қысқы тұйықталу тоқтары

ҚТ тоқтарын есептеу үшін орынбасу сұлбасын құрастырамыз және "ELECTRONICS WORKBENCH" бағдарламасының көмегімен тоқтарды анықтаймыз. ҚТ тоқтары 1.2 және 1.3 суреттерде көрсетілген.



Сурет 1.2 – Электр сұлбаның максимал режиміндегі 110кВ-тағы ҚТ тоғы



Сурет 1.3 – Электр сұлбаның максимал режиміндегі 10кВ-тағы ҚТ тоғы

№1 трансформатордың №2 трансформатор арасында қысқа тұйықталу айырмашылығы көп емес. Сондықтан ол жағдайды есептеуді қажет етпейді.

1.4 Жабдықтар мен коммутациялық аппараттарды таңдау

1.4.1 Ажыратқыштарды таңдау шарттары

$$U_{ном} \geq U_{сети.ном};$$

$$I_{ном} \geq I_{ном.расч};$$

$$k_n \cdot I_{ном} \geq I_{прод.расч} = I_{раб.нб},$$

мұндағы $U_{ном}$ – ажыратқыштың номинал кернеуі;

$U_{сети.ном}$ – желінің номинал кернеуі;

$I_{ном}$ – ажыратқыштың номинал тоғы;

$I_{ном.расч}$ – номинал режимдегі есептік ток;

k_n – ажыратқыштың мүмкін болатын жүктеменің нормаланған коэффициенті;

$I_{прод.расч}$ – ағымдық режимдегі есептелетін ток.

Осыдан кейін ажыратқыштың өшіру қабілеті мына шарт бойынша тексеріледі.

$$I_{вкл} \geq I_{П,О};$$

$$i_{вкл} \geq i_{уд} = k_{уд} \cdot I_{П,О} \cdot \sqrt{2}, \quad (1.11)$$

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

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

Содан соң өшірілудің симметриялық тоғы тексеріледі:

$$I_{откл.ном} \geq I_{П,τ},$$

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

$I_{П,τ}$ – ҚТ тоғының периодты құраушысы (ҚТ-ң бастапқы кезінде ажыратқыш түйіспелерінің тарау тоғы).

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

$$i_{а.ном} \geq i_{а.τ};$$

$$i_{а.ном} = \sqrt{2} \cdot I_{откл.ном} \cdot \frac{\beta_{норм}}{100}, \quad (1.12)$$

мұндағы $i_{а.ном}$ – ажыратылудың аperiodты құраушы тоғының номинал мәні;

$\beta_{норм}$ – ажыратылу тоғындағы аperiodты құраушының нормаланған пайыздық бөлігі;

$i_{а.τ}$ – ҚТ тоғының аperiodты құраушысы (ҚТ-ң бастапқы кезінде ажыратқыш доғасөндіргіш түйіспелерінің тарау тоғы).

Егер $I_{откл.ном} \geq I_{П,τ}$, ал $i_{а.ном} < i_{а.τ}$ болса, онда толық токтардың шартты мәндерін салыстыру керек..

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

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

$$\tau = t_{CB} + t_{3min}; \quad (1.13)$$

$$t_{откл} := t_{P3} + t_{с.в.откл}. \quad (1.14)$$

Ажыратқыштың электродинамикалық тұрақтылығы ҚТ-ң шектік өтпе тоғымен тексеріледі:

$$I_{нр.скв} \geq I_{П.0};$$

$$i_{нр.скв} \geq i_{уд},$$

мұндағы $I_{нр.скв}$ – шектік өтпе тоғының периодты құраушысының бастапқы әсерлік мәні;

$i_{нр.скв}$ – шектік өтпе тоғының ең шыңы.

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

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

мұндағы $I_{мер}$ – ажыратқыштың термиялық тұрақтылығының номинал тогы;

$t_{мер}$ – термиялық тұрақтылығының нормаланған тоғының шектеулі рұқсат етілетін уақыты;

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

Әдетте, ажыратқыштың қайта қалпына келу параметрлері бойынша тексеру жүргізілмейді, өйткені энергожүйелердің көпшілігінде ажыратқыштың түйіспелеріндегі қайта қалпына келу кернеуі сынақ шарттарына сәйкес келеді. Қайта қалпына келу кернеуінің жылдамдығын кВ/мкс тексеру қажеттілігі туындайтын болса, онда ол тек әуелік ажыратқыштар үшін іске асырылады.

110 кВ кернеу жағына ажыратқышты таңдау:

Трансформатордың ЖК жағындағы ток:

$$I_P = \frac{2 \cdot S_{mp}}{\sqrt{3} \cdot U_H}; \quad (1.15)$$

$$I_P = \frac{2 \cdot 25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 262,7 \text{ A}$$

Шыққан мәнге қарап мен 4 шетелдік компанияның ажыратқыштарын тандауыма болады. Олар: “Siemens” 3AP1DT-145/EK, “Mitsubishi Electric” 100-SFMT-40E, “ABB” 121PM40-20B және “ТавридаЭлектрик” ВВ/TEL. Осылардың ішінен мен “ABB” маркасының 121PM40-20B типті элегазды ажыратқышын тандадым. Өйткені, бұл компания өндіретін ажыратқыштар ұзақ мерзімді уақытқа, сонымен қатар кез-келген климаттық құбылыстарға өте төзімді әрі шыдамды. “ABB” серіппелі жетек механизмдерін үлкен сенімділікті қамтамасыз ету барысында ұзақ жылғы тәжірибеге ие. Осы артықшылығына байланысты мен “ABB” фирмасының өнімін тандадым және болашақта басқа да электржабдықтарды осы компанияның өнімдерінен таңдайтын боламын. Және бұл ажыратқыштың номиналды мәндері менің апаттық режимдегі есептік мәндерінен екі есе үлкен. Ажыратқыштың параметрлері 1.7-ші кестеде көрсетілген. [Ә7,2б.]

Кесте 1.7– Ажыратқыштың параметрлері

Атауы	121PM40-20B
Номинал кернеу, кВ	121
Номинал ток, А	2000
Қ.т. кезіндегі номинал ажырату тогы, кА	40
Номинал қосу тогы, кА	100
Термиялық тұрақтылық тогы, кА	40
Қ.т. номинал ұзақтығы, с	3
Өшіру уақыты, с	0,057
Апериодты құр. нормаланған бөлігі, %	20

Сөндірудің есептік уақыты: $\tau = 0,01 + t_{c.в.откл} = 0,01 + 0,057 = 0,067 \text{ с}$

ҚТ соққы тоғы:

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot k_{y\partial} \cdot I_{K3}, \quad (1.16)$$

мұндағы $k_{y\partial} = 1,8$ – соқтық коэффициенті;

$I_{K3} = 4,11 \text{ кА}$ – ЖК жағындағы үшфазалы ҚТ тоғы.

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 4,11 = 10,43 \text{ кА}$$

$$i_{a\tau.вн} = \sqrt{2} \cdot I_{КЗ} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}} \quad (1.17)$$

мұндағы $T_a = 0,06$ с – ауысым уақыты.

$$i_{a\tau.вн} = \sqrt{2} \cdot 4,11 \cdot e^{\frac{-0,067}{0,06}} = 1,80 \text{ кА}$$

$I_{откл.ном} > I_{кз.вн}$ болғандықтан, ажыратқышты сөндіру қабілетіне тексеру ҚТ толық тоғы бойынша жүзеге асады. Сөндірудің толық тоғы:

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

$$I_{откл.ном} = 40 \text{ кА} > I_{п.т.вн} = 4,11 \text{ кА}, \quad (1.19)$$

$$i_{a,ном} \geq i_{a,\tau}, \quad (1.20)$$

$$i_{a,ном} = \frac{\sqrt{2} \cdot \beta_H \cdot I_{откл.ном}}{100}, \quad (1.21)$$

$$i_{a,ном} = \frac{\sqrt{2} \cdot 20\% \cdot 40}{100} = 11,28 \text{ кА}.$$

$t_{откл} = 0,157$, $t_{тер} = 3$ с болғандықтан, жылулық тұрақтылыққа тексеру мына шартпен орындалады: $T_a = 0,06$ с; $t_{откл} = 0,157$ с; $I_{КЗ} = 4,11$ кА; $I_{тер} = 40$ кА.

$$B_{\kappa} = I_{КЗ}^2 [t_{откл} + T_a] \quad (1.22)$$

$$B_{\kappa} = 4,11^2 \cdot [0,157 + 0,06] = 3,66 \text{ кА}^2 \cdot \text{с},$$

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

$$40^2 \cdot 3 = 4800 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} > 3,66 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

Кесте 1.8 – “ABB” маркасының 121PM40-20B типті элегазды ажыратқыштың параметрлері

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{\text{НОМ}}$, кВ	121	$U_{\text{УСТ.НОМ}}$, кВ	110
$I_{\text{НОМ}}$, А	2000	$I_{\text{РАБ.НБ}}$, А	263,15
$i_{\text{ДИН}}$, кА	100	$i_{\text{УД}}$, кА	10,43
$i_{\text{А.НОМ}}$, кА	11,28	$i_{\text{А.Т}}$, кА	1,80
$I_{\text{ОТК}}$, кА	40	$I_{\text{КЗ}}$, кА	4,11
$I_{\text{ТЕР}}^2 t_{\text{ТЕР}}$, кА ² с	4800	B , кА ² ·с	3,66

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.
110 кВ шинадағы секциялық ажыратқышты таңдау

Желімен ағатын ток

$$I_P = \frac{S_{\text{ЖС}}}{\sqrt{3} \cdot U_H} \quad (1.23)$$

$$I_P = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 131,37 \text{ А}$$

Аппаттық режимдегі ток

$$I_a = 2 \cdot I_P \quad (1.24)$$

$$I_a = 2 \cdot 131,37 = 262,74 \text{ А}$$

Шыққан мәнге карап мен 4 шетелдік компанияның ажыратқыштарын таңдауыма болады. Олар: “Siemens” 3AP1DT-145/EK, “Mitsubishi Electric” 100-SFMT-40E, “ABB” 121PM40-20B және “ТавридаЭлектрик” ВВ/TEL. Осылардың ішінен мен “ABB” маркасының 121PM40-20B типті элегазды ажыратқышын таңдадым. Өйткені, бұл компания өндіретін ажыратқыштар ұзақ мерзімді уақытқа, сонымен қатар кез-келген климаттық құбылыстарға өте төзімді әрі шыдамды. “ABB” серіппелі жетек механизмдерін үлкен сенімділікті қамтамасыз ету барысында ұзақ жылғы тәжірибеге ие. Осы артықшылығына байланысты мен “ABB” фирмасының өнімін таңдадым және болашақта басқа да электржабдықтарды осы компанияның өнімдерінен таңдайтын боламын. Және бұл ажыратқыштың номиналды мәндері менің апаттық режимдегі есептік мәндерінен екі есе үлкен. Ажыратқыш параметрі 1.9 –шы кестеде көрсетілген. [Ә7,2б.]

Кесте 1.9 – “ABB” маркасының 121PM40-20В типті секциондық ажыратқыш параметрлері

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{\text{НОМ}}$, кВ	121	$U_{\text{УСТ.НОМ}}$, кВ	110
$I_{\text{НОМ}}$, А	1200	$I_{\text{а}}$, А	263,15
$i_{\text{ДИН}}$, кА	100	$i_{\text{УД}}$, кА	10,43
$i_{\text{а,НОМ}}$, кА	11,28	$i_{\text{а,τ}}$, кА	1,80
$I_{\text{отк}}$, кА	40	$I_{\text{кз}}$, кА	4,11
$I_{\text{тер}}^2 t_{\text{тер}}$, кА ² ·с	4800	B , кА ² ·с	3,66

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.
110 кВ шинадағы желіге ажыратқышты таңдау.

Желімен ағатын ток:

$$I_P = \frac{S_{\text{жс}}}{\sqrt{3} \cdot U_H}; \quad (1.25)$$

$$I_P = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 131,37 \text{ А.}$$

Аппаттық режимдегі ток:

$$I_a = 2 \cdot I_P \quad (1.26)$$

$$I_a = 2 \cdot 131,37 = 262,74 \text{ А}$$

Шыққан мәнге карап мен 4 шетелдік компанияның ажыратқыштарын таңдауыма болады. Олар: “Siemens” 3AP1DT-145/EK, “Mitsubishi Electric” 100-SFMT-40E, “ABB” 121PM40-20B және “ТавридаЭлектрик” ВВ/TEL. Осылардың ішінен мен “ABB” маркасының 121PM40-20В типті элегазды ажыратқышын таңдадым. Өйткені, бұл компания өндіретін ажыратқыштар ұзақ мерзімді уақытқа, сонымен қатар кез-келген климаттық құбылыстарға өте төзімді әрі шыдамды. “ABB” серіппелі жетек механизмдерін үлкен сенімділікті қамтамасыз ету барысында ұзақ жылғы тәжірибеге ие. Осы артықшылығына байланысты мен “ABB” фирмасының өнімін таңдадым және болашақта басқа да электржабдықтарды осы компанияның өнімдерінен таңдайтын боламын. Және бұл ажыратқыштың номиналды мәндері менің апаттық режимдегі есептік мәндерінен екі есе үлкен. Ажыратқыш параметрі 1.10 –шы кестеде көрсетілген. [Ә7,2б.]

Кесте 1.10 – “ABB” маркасының 121PM40-20B типті ажыратқыш тың параметрлері

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{\text{НОМ}}$, кВ	121	$U_{\text{УСТ.НОМ}}$, кВ	110
$I_{\text{НОМ}}$, А	2000	$I_{\text{ав}}$, А	263,15
$i_{\text{дин}}$, кА	100	$i_{\text{уд}}$, кА	10,43
$i_{\text{а,ном}}$, кА	11,28	$i_{\text{а,т}}$, кА	1,80
$I_{\text{отк}}$, кА	40	$I_{\text{кз}}$, кА	4,11
$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$, кА ² ·с	4800	B , кА ² ·с	3,66

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.
110 кВ шинадағы айналып өту ажыратқышты таңдау.

Желімен ағатын тоқ:

$$I_p = \frac{S_{\text{жс}}}{\sqrt{3} \cdot U_H} \quad (1.27)$$

$$I_p = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 131,37 \text{ А}$$

Аппаттық режимдегі тоқ:

$$I_a = 2 \cdot I_p \quad (1.28)$$

$$I_a = 2 \cdot 131,37 = 262,74 \text{ А}$$

Шыққан мәнге карап мен 4 шетелдік компанияның ажыратқыштарын тандауыма болады. Олар: “Siemens” 3AP1DT-145/EK, “Mitsubishi Electric” 100-SFMT-40E, “ABB” 121PM40-20B және “ТавридаЭлектрик” ВВ/TEL. Осылардың ішінен мен “ABB” маркасының 121PM40-20B типті элегазды ажыратқышын таңдадым. Өйткені, бұл компания өндіретін ажыратқыштар ұзақ мерзімді уақытқа, сонымен қатар кез-келген климаттық құбылыстарға өте төзімді әрі шыдамды. “ABB” серіппелі жетек механизмдерін үлкен сенімділікті қамтамасыз ету барысында ұзақ жылғы тәжірибеге ие. Осы артықшылығына байланысты мен “ABB” фирмасының өнімін таңдадым және болашақта басқа да электржабдықтарды осы компанияның өнімдерінен таңдайтын боламын. Және бұл ажыратқыштың номиналды мәндері менің апаттық режимдегі есептік мәндерінен екі есе үлкен. Ажыратқыш параметрі 1.11 –ші кестеде көрсетілген. [Ә7,2б.]

Кесте 1.11– “АВВ” маркасының 121PM40-20В типті айналып өту ажыратқыш параметрлері

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{\text{НОМ}}$, кВ	121	$U_{\text{УСТ.НОМ}}$, кВ	110
$I_{\text{НОМ}}$, А	2000	$I_{\text{ав}}$, А	263,15
$i_{\text{дин}}$, кА	100	$i_{\text{уд}}$, кА	10,43
$i_{\text{а,ном}}$, кА	11,28	$i_{\text{а,т}}$, кА	1,80
$I_{\text{отк}}$, кА	40	$I_{\text{кз}}$, кА	4,11
$I_{\text{тер}}^2 t_{\text{тер}}$, кА ² с	4800	B , кА ² с	3,66

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

Трансформатордың ТК (10 кВ) жағындағы ажыратқыштарды таңдау

Трансформатордың ТК жағындағы ток:

$$I_p = \frac{S_{\text{тр}}}{\sqrt{3} \cdot U_n}; \quad (1.29)$$

$$I_p = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10} = 1443,42 \text{ А.}$$

Шыққан мәнге қарап мына ажыратқыштарды таңдаса болады: “Siemens” 3АН5 135-2, “АВВ” VD4 12, “Таврида Электрик” ВВ/TEL-10-20/1600 У2. Осы ажыратқыштардың ішінен мен “АВВ” фирмасының VD4 12 типті вакуумды ажыратқыштарын таңдаймын. Себебі, бұл ажыратқыштар өте үлкен эксплуатациялық сенімділік пен ұзақ мерзімді шыдамдылыққа ие. Сонымен қатар оның жетегі өте төзімді және көп жөндеуді қажет етпейді. Бұл ажыратқыштың құрылысы өте ыңғайлы және қолайлы, жеңіл салмаққа ие. Ажыратқыш параметрі 1.12 –ші кестеде көрсетілген. [Ә 5, 6 б.]

Кесте 1.12 – Ажыратқыш параметрлері

Атауы	VD4 12
Номинал кернеу, кВ	10
Номинал ток, А	2000
Қ.т. кезіндегі номинал ажырату тогы, кА	20
Номинал қосу тогы, кА	50
Термиялық тұрақтылық тоғы, кА	20
Қ.т. номинал ұзақтығы, с	3
Өшіру уақыты, с	0,045
Апериодты құр.нормаланған бөлігі, %	30

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot k_{y\partial} \cdot I_{K3} \quad (1.30)$$

мұндағы $k_{y\partial}=1,8$ – соқтық коэффициенті;

$I_{K3}=596,5$ кА – ОК жағындағы үшфазалы ҚТ тоғы.

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 596,5 = 1,514 \text{ кА}$$

$\tau = 0,01 + t_{C.E.откл} = 0,08$ с, $t_{откл} = \tau$ кезіндегі ҚТ тоғының апериодты құраушысы: $I_{K3}=596,5$ кА; $T_a = 0,08$ с;

$$i_{a\tau.ch} = \sqrt{2} \cdot I_{K3} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}} \quad (1.31)$$

$$i_{a\tau.ch} = \sqrt{2} \cdot 596,5 \cdot e^{\frac{-0,055}{0,06}} = 1,170 \text{ кА}$$

$I_{откл.ном} > I_{п.т.вв}$, $i_{a,ном} > i_{a,\tau}$ болғандықтан, ажыратқышты сөндіру қабілетіне тексеру ҚТ толық тоғы бойынша жүзеге асады. Сөндірудің толық тоғы:

$$I_{п.т.вв} = I_{п.0.вв} \quad (1.32)$$

$$I_{откл.ном} = 20 \text{ кА} > I_{K3} = 1,170 \text{ кА}, \quad (1.33)$$

$$i_{a,ном} \geq i_{a,\tau}$$

$$i_{a,ном} = \frac{\sqrt{2} \cdot \beta_H \cdot I_{откл.ном}}{100} \quad (1.34)$$

$$i_{a,ном} = \frac{\sqrt{2} \cdot 30\% \cdot 20}{100} = 8,46 \text{ кА}$$

$t_{откл} = 0,17$ с, $t_{тер} = 3$ с болғандықтан, жылулық тұрақтылыққа тексеру мына шартпен орындалады: $T_a = 0,06$ с; $t_{откл} = 0,17$ с; $I_{K3} = 596,5$ А; $I_{тер} = 20$ кА;

$$B_k = I_{K3}^2 [t_{откл} + T_a] \quad (1.35)$$

$$B_k = 596,5^2 \cdot [0,145 + 0,06] = 81,84 \text{ А}^2 \cdot \text{с},$$

$$I_{тер}^2 \cdot t_{тер} \geq B_k;$$

$$64^2 \cdot 3 = 16380 \text{кА}^2 \cdot \text{с} > 81,84 \text{А}^2 \cdot \text{с}$$

Кесте 1.13– “ABB” фирмасының VD4 12 типті вакуумды ажыратқыш параметрлері

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{\text{ном}}$, кВ	10	$U_{\text{уст.ном}}$, кВ	10
$I_{\text{ном}}$, А	2000	$I_{\text{раб.мах}}$, А	1443,42
$i_{\text{дин}}$, кА	50	$i_{\text{уд}}$, кА	1,513
$I_{\text{ном.отк}}$, кА	20	$I_K^{(3)}$, кА	0,596
$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$, кА ² ·с	1200	B , кА ² ·с	0,488
$i_{\text{а,ном}}$, кА	8,46	$i_{\text{а,t}}$, кА	0,546

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.
10 кВ шинадағы секциялық ажыратқышты таңдау

$$I_p = \frac{S_{\text{жс}}}{\sqrt{3} \cdot U_n} \quad (1.36)$$

$$I_p = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10} = 1443,42 \text{ А.}$$

Аппаттық режимдегі ток

$$I_a = I_p \quad (1.37)$$

$$I_a = 1443,42 \text{ А}$$

Шыққан мәнге қарап мына ажыратқыштарды таңдаса болады: “Siemens” 3АН5 135-2, “ABB” VD4 12, “Таврида Электрик” ВВ/TEL-10-20/1600 У2. Осы ажыратқыштардың ішінен мен “ABB” фирмасының VD4 12 типті вакуумды ажыратқыштарын таңдаймын. Себебі, бұл ажыратқыштар өте үлкен эксплуатациялық сенімділік пен ұзақ мерзімді шыдамдылыққа ие. Сонымен қатар оның жетегі өте төзімді және көп жөндеуді қажет етпейді. Бұл ажыратқыштың құрылысы өте ыңғайлы және қолайлы, жеңіл салмаққа ие. Ажыратқыш параметрі 1.14 –ші кестеде көрсетілген. [Ә 5, 6 б.]

Кесте 1.14 – “ABB” фирмасының VD4 12 типті вакуумды ажыратқыштың параметрлері

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{\text{ном}}$, кВ	10	$U_{\text{уст.ном}}$, кВ	10
$I_{\text{ном}}$, А	2000	$I_{\text{раб.мах}}$, А	1443,42
$i_{\text{дин}}$, кА	50	$i_{\text{уд}}$, кА	1,513
$I_{\text{ном.отк}}$, кА	200	$I_K^{(3)}$, кА	0,596
$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$, кА ²	1200	B , кА ² ·с	0,488
$i_{\text{а,ном}}$, кА	8,46	$i_{\text{а,t}}$, кА	0,546

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.
10 кВ шинадағы желіге ажыратқышты таңдау.

$$S_{\text{ж}} = \frac{S_{\text{ТР}}}{(12)/2} = \frac{25}{6} = 4,17 \text{ МВА}. \quad (1.38)$$

Желімен ағатын ток:

$$I_P = \frac{S_{\text{жс}}}{\sqrt{3} \cdot U_H}. \quad (1.39)$$

$$I_P = \frac{4,17 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10} = 240,762 \text{ А}.$$

Аппаттық режимдегі ток:

$$I_a = I_P \quad (1.40)$$

$$I_a = 240,762 \text{ А}$$

Шыққан мәнге қарап мына ажыратқыштарды таңдаса болады: “Siemens” ЗАН5 135-2, “ABB” VD4 12, “Таврида Электрик” ВВ/TEL-10-20/1600 У2. Осы ажыратқыштардың ішінен мен “ABB” фирмасының VD4 12 типті вакуумды ажыратқыштарын таңдаймын. Себебі, бұл ажыратқыштар өте үлкен эксплуатациялық сенімділік пен ұзақ мерзімді шыдамдылыққа ие. Сонымен қатар оның жетегі өте төзімді және көп жөндеуді қажет етпейді. Ажыратқыш параметрі 1.15 –ші кестеде көрсетілген. [Ә5, 6 б.]

Кесте 1.15 – “ABB” фирмасының VD4 12 типті вакуумды ажыратқыш параметрлері

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{\text{ном}}$, кВ	10	$U_{\text{уст.ном}}$, кВ	10
$I_{\text{ном}}$, А	2000	$I_{\text{раб.мах}}$, А	240,762
$i_{\text{дин}}$, кА	50	$i_{\text{уд}}$, кА	1,513
$I_{\text{ном.отк}}$, кА	20	$I_{\text{кз}}$, кА	0,596
$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$, кА ²	1200	B , кА ² ·с	0,488
$i_{\text{а,ном}}$, кА	8,46	$i_{\text{а,т}}$, кА	0,546

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.
10 кВ шинадағы обходной ажыратқышты таңдау.
Желімен ағатын ток:

$$I_P = \frac{S_{\text{жс}}}{\sqrt{3} \cdot U_H} \quad (1.41)$$

$$I_P = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10} = 1443,42 \text{ А.}$$

Аппаттық режимдегі ток:

$$I_a = I_P \quad (1.42)$$

$$I_a = 1443,42 \text{ А}$$

Кесте 1.16 – “ABB” фирмасының VD4 12 типті вакуумды ажыратқыш параметрлері

Ажыратқыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{\text{ном}}$, кВ	10	$U_{\text{уст.ном}}$, кВ	10
$I_{\text{ном}}$, А	1600	$I_{\text{раб.мах}}$, А	
$i_{\text{дин}}$, кА	51	$i_{\text{уд}}$, кА	1,513
$I_{\text{ном.отк}}$, кА	170	$I_{\text{кз}}$, кА	0,596
$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$, кА ²	63	B , кА ² ·с	0,488
$i_{\text{а,ном}}$, кА	10	$i_{\text{а,т}}$, кА	0,546

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.
Жоғарғы кернеуге айырғышты таңдау.
Айырғыштар мына шарттар бойынша таңдалады:

$$U_{\text{ном}} \geq U_{\text{ном.сети}}$$

$$I_{ном} \geq I_{норм.расч},$$

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

$$i_{дин} \geq i_{уд},$$

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

Әрбір кернеу сатысына сәйкес айырғыштарды таңдаймыз:
110 кВ жоғарғы кернеуге РНДЗ-1-110/1000У1 типті;
10 кВ төменгі кернеуге РОН-10/5000У2 типті.

Кесте 1.17 - 110 кВ жоғарғы кернеуге РНДЗ-1-110/1000У1 типті

Айырғыштың параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{ном}, \text{кВ}$	110	$U_{уст.ном}, \text{кВ}$	110
$I_{ном}, \text{А}$	1000	$I_{раб.мах}, \text{А}$	262,74
$i_{дин}, \text{кА}$	80	$i_{уд}, \text{кА}$	10,43
$I_{тер}^2 \cdot t_{тер}, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	1200	$B, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	3,66

Айырғыштар барлық шарттарды қанағаттандырады.

Асқын кернеуді шектеушілерді таңдау.

Қосалқы станса трансформаторын сыртқы және ішкі асқын кернеулерден қорғау мақсатында ОПН орнатамыз.

Номиналдық кернеу бойынша:

- жоғарғы жағында ОПН-II-110/70 УХЛ1;
- төменгі жағында ОПН-II-10 УХЛ1.

Ток трансформаторларын таңдау.

Келесі шарттар бойынша ток трансформаторларын таңдаймыз:

$$U_{ном} \geq U_{сети.ном},$$

$$I_{ном} \geq I_{норм.расч},$$

$$k_n \cdot I_{ном} \geq I_{прод.расч} = I_{раб.нб},$$

$$i_{дин} \geq i_{уд} \text{ немесе } \sqrt{2} \cdot I_{ном} \cdot k_{дин} \geq i_{уд},$$

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

$$Z_{2ном} \geq Z_{2расч},$$

мұндағы $k_{дин}$ және $k_{тер}$ – термиялық және динамикалық тұрақтылыққа сәйкес біркелкілік тогы;

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

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

ТТ дәлдік классын тағайындалуына сәйкес таңдалады. Егер ТТ-на электр энергиясының есептемелік счетчиктер орнатылса, онда оның дәлдік классы 0,5-тен кем болмау керек. Ал тек щитты өлшегіш құрал қосылатын болса, онда дәлдік классы 1 болса жеткілікті.

Дәлдік классымен алынған мән бойынша ТТ жұмыс істеуі үшін, екіншілік тізбектегі жүктеме номиналдық мәннен аспауы керек, яғни

$$I_{2ном} = 5A,$$

$$S_2 \approx I_{2ном}^2 \cdot Z_2 \approx 25 \cdot Z_2 \leq S_{2ном}$$

ТТ есептемелік жүктемесі $Z_{2расч}$ түйіспелер мен сымдардағы қуат шығынынан, өлшеуіш құралдардың жүктемелерінен құралады трансформатордың екіншілік тізбегіне тізбектей қосылған құрал орамдарының қосынды кедергісі $Z_{\sum приб}$, фаза бойынша таралу және қосылу сұлбасына сәйкес есептейді. Өлшеуіш құралдардың үшсызықты қосылу сұлбасын құрастыру кезінде құралдың жалғану сұлбасын есепке алу қажет.

Екіншілік тізбек сымның кедергісі жолға орнатылған сымның $L_{тр}$ ұзындығынан, қимасынан және ТТ-ң қосылу сұлбасына тәуелді.

110 кВ Қ/Ст-ның екіншілік тізбегінде мыс кабель қолданылады ($\rho=0,028$ Ом-мм²/м). Сымның қимасын өлшеу дәлдік талаптарына сәйкес таңдайды.

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

$$Z_{пров} \leq Z_{2ном} - Z_{\sum приб} - Z_{конт.}$$

мұндағы $Z_{конт.}$ – түйіспелер кедергісі.

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

$$S = \frac{\rho \cdot L_{расч}}{r_{пров}} \quad (1.43)$$

мұндағы ρ – сымның материалының меншікті кедергісі;

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

110 кВ жағында ТТ-н таңдау:

Мұнда мен Санағыш Самарий СЕ302- S33 санағышын таңдадым. Өйткені оның параметрі маған берілген шарттарға сәйкес келеді. Санағыш параметрлері 1.17-ші кестеде көрсетілген. [Ә24, 1 б.]

Кесте 1.18 – Есептегіш құралдар

Құрал	Құрал түрі	Ток өлшегіш құралдардағы жүктеме, В*А, фаза бойынша		
		А	В	С
Амперметр	Э-665.1	0,5	0,5	0,5
Санағыш	СЕ302-S33	0,1	0,1	0,1
Барлығы		0,6	0,6	0,6

0,5 класс дәлдігінде номиналды екіншілік жүктемесі 1,2 Ом құрайды. Түйіспелердің кедергісін 0,05 Ом деп қабылдап, онда сымның кедергісі:

$$R_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_{2ном}^2} = \frac{0,6}{25} = 0,024, \quad (1.44)$$

$$R_{пров} = R_{2ном} - R_{приб} - R_{конт.}, \quad (1.45)$$

$$R_{пров} = 1,2 - 0,024 - 0,05 = 1,126 \text{ Ом}.$$

Мысты өзекшесі бар біріктірілетін сымның ұзындығын $L_{тр} = 25$ метр деп қабылдап, екі фазаға ТТ орналасуын ескеріп, олардың қимасын анықтаймыз:

$$S = \frac{\rho \cdot L_{расч}}{R_{пров}}; \quad (1.46)$$

$$S = \frac{0,028 \cdot 25}{1,126} = 0,91 \text{ мм}^2.$$

2,5 мм² қимасымен КРВГ маркалы бақылау кабелін таңдаймыз. Осы мәндерге карап ТВ-110/150/5 типті ТТ таңдаймыз. ТТ параметрі 1.18-ші кестеде көрсетілген. [Ә24, 1 б.]

Кесте 1.19 – ТВ – 110/400/5

ТТ параметрлері		Есептелген мәндері	
U _{НОМ} , кВ	110	U _{уст.НОМ} , кВ	110
I _{НОМ} , А	400	I _{раб.мах} , А	263,25
I _{СКВ} , кА	62	i _{уд} , кА	10,43
I _{тер} ² ·I _{тер} , кА ² ·с	432	В _к , кА ² ·с	3,66

10 кВ жағында ТТ-н таңдау:

Мұнда мен Санағыш Самарий СЕ302- S33 санағышын таңдадым. Өйткені оның параметрі маған берілген шарттарға сәйкес келеді. Санағыш параметрлері 1.19-ші кестеде көрсетілген. [Ә24, 1 б.]

Кесте 1.20 – Ток өлшегіш құралдардағы жүктеме

Құрал	Құрал түрі	Ток өлшегіш құралдардағы жүктеме, В*А, фаза бойынша		
		А	В	С
Амперметр көрсеткіші	Э-665	0,5	0,5	0,5
Санағыш Самарий	СЕ302-S33	2,1	2,1	2,1
Барлығы		2,6	2,6	2,6

ТТ- көбірек жүктелген фазасы – А. Осы фазаға қосылған құралдың жалпы кедергісі:

$$S_{приб} = 2,6ВА; I_2 = 5А;$$

$$S_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2}; \quad (1.47)$$

$$R_{приб} = 0,104 \text{ Ом}.$$

0,5 класс дәлдігінде номиналды екіншілік жүктемесі 0,8 Ом құрайды. Түйіспелердің кедергісін 0,05 Ом деп қабылдап, онда сымның кедергісі:

$$R_{2ном} = 0,8 \text{ Ом}; R_{конт} = 0,05 \text{ Ом};$$

$$R_{пров} = R_{2ном} - R_{приб} - R_{конт} ; \quad (1.48)$$

$$R_{пров} = 0,49 \text{ Ом}.$$

Мыс өзекшесі бар біріктірілетін сымның ұзындығын $L_{Тр}=30$ метр деп қабылдап, екі фазаға ТТ орналасуын ескеріп, олардың қимасын анықтаймыз (ТТ мен құралдың жалғануы- жұлдызша):

$$L_{расч.} = L_{тр} = 30 \text{ м};$$

(1.49)

$$S = \frac{\rho \cdot L_{расч.}}{R_{пров}} = 1,714 \text{ мм}^2.$$

Табылған қима бойынша $2,5 \text{ мм}^2$ қималы МКРВГ маркалы бақылау кабелін таңдаймыз. Осы мәндерге карап АВВ ВВ103 типті ТТ таңдаймыз. ТТ параметрі 1.20-шы кестеде көрсетілген. [Ә24, 1 б.]

Кесте 1.21 – АВВ ВВ103 параметрлері:

ТТ параметрлері		Есептелген мәндері	
$U_{ном}, \text{кВ}$	10	$U_{уст.ном}, \text{кВ}$	10
$I_{ном}, \text{А}$	4000	$I_{раб.мах}, \text{А}$	3641,61
$I_{скв}, \text{кА}$	100	$i_{уд}, \text{кА}$	1,522
$I_{тер}^2 \cdot I_{тер}, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	3675	$B_{к}, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	0,268

1.4.5 Кернеулік трансформаторларды (КТ) таңдау
Келесі шарттар бойынша таңдалады:

1. $U_{1ном} \geq U_{сети.ном}$;
2. $S_{ном} \geq S_{2расч.}$;
3. дәлдік класы бойынша;
4. құрылымы және қосылу сұлбасы бойынша.

мұндағы $S_{2\text{ном}}$ – берілген дәлдік классының жұмысына сәйкес және КТ-н екіншілік тізбегінде пайдаланылатын номинал толық қуат; $S_{2\text{расч}}$ - екіншілік тізбегінде пайдаланылатын есептік толық қуат.

КТ-н тізбегіндегі сымның қимасы механикалық беріктік және рұқсат етілетін кернеу шығынынан анықталады. Бұндайда алюминді сымның қимасы механикалық беріктік шарты бойынша $2,5 \text{ мм}^2$ аспауы керек.

КТ типі оның тағайындамасымен таңдалынады. Егер КТ-нан есептік счетчиктер қорек көзін алатын болса, онда екі бірфазалық НАМИ серилы КТ-н қолдану тиімді. Жалғыз үшфазалы КТ-на қарағанда, екі бірфазалық КТ қуатты болып келеді, және де бағалары шамалас. 110 кВ және одан жоғары кернеуде НКФ сериялы каскадты КТ қолданады.

Мен санағыш ретінде Меркурий компаниясының 231 АТ санағышын таңдадым. Өйткені бұл санағыш параметрлері тиімді болып келеді. КТ параметрі 1.21-ші кестеде көрсетілген. [Ә24, 1 б.]

Кесте 1.22 – Есептегіш құралдар

Құрал	Құрал түрі	$P_{\text{общ.}}$ Вт	Q_{Σ} вар
2V	Ц-301/1	3	-
Счетчик Меркурий	231АТ	0,5×4	1,5×4
Барлығы		5	6

Есептік екіншілік жүктеме:

$$S_{2p} = \sqrt{P^2 + Q^2}; \quad (1.50)$$

$$S_{2p} = \sqrt{5^2 + 6^2} = 7.8 \text{ ВА}.$$

110 кВ шинада КТ таңдау
НКФ-110-58 типті КТ таңдаймыз
КТ-на қосылатын құралдар.

- вольтметр тіркеуші
- есептік счетчик

0,5 класс дәлдігінде номиналды екіншілік жүктемесі 400 В*А құрайды, ол есептік жүктемеден неғұрлым жоғары.

10 кВ шинада КТ

Санағышты мен трансформатор кірісіне және секциондық жеріне орнатамын. Трансформатор жоғары төменгі жалғанған желілер саны 7, сонын әрқайсысына счетчик орнатамын. Сонда төменгі жағына толық 9 счетчик орнатамын. Мен санағыш ретінде Меркурий компаниясының 231 АТ санағышын таңдадым. Өйткені бұл санағыш параметрлері тиімді болып келеді. КТ параметрі 1.22-ші кестеде көрсетілген.

Кесте 1.23 - Есептегіш құралдар

Құрал	Құрал түрі	$P_{\text{общ.}}$ Вт	Q_{Σ} вар
Вольтметр	Ц-301/1	3	-
Счетчик Ртуть	231АТ	$0,5 \times 9$	$1,5 \times 9$
Барлығы		7,5	13,5

Есептік екіншілік жүктеме:

$$S_{2p} = \sqrt{P^2 + Q^2} ; \quad (1.51)$$

$$S_{2p} = \sqrt{7,5^2 + 13,5^2} = 15,44 \text{ ВА} .$$

2 Трансформатордың қорғаныстары

2.1 Негізгі жағдайы

Қарастырып отырған менің қосалқы стансамда 2 трансформатор орналасқан. ТДН-25000/110/10/10 типті екіорамды трансформатор қуаты 2x25 МВА. Мен “АВВ” фирмасының терминалдарын қосалқы стансамдағы трансформаторларды қорғау үшін қолданамын. RET 670 дифференциалды қорғанысы кернеудің деңгейлерінің трансформаторларындағы қысқа тұйықталудан қорғайтын жылдам және селективті қорғаныс болып табылады.

Негізгі жағдайы

ПУЭ талаптары бойынша барлық қондырғылар релелік қорғаныс құрылғыларымен жабдықталуы тиіс. Олар арналған: ажыратқыш көмегімен бүлінген элементті қалғанынан, яғни бүлінбеген энергожүйе бөлігінен автоматты түрде сөндіру.

Энергожүйедегі элементтің қауіпті, яғни қалыпты емес жұмыс істеу режиміне оның релелік қорғанысы сигналға немесе істе қалған элементтің бүлінуге алып келмейтіндей сөндіруге әрекет жасау.

ПУЭ-ға сәйкес жоғарғы кернеуі 110 кВ трансформатордың релелік қорғанысы келесідей бүлінулер мен қалыпты емес жұмыс істеуінен қарастырылуы тиіс:

- орамы мен шықпаларындағы көпфазды тұйықталу;
- нейтралы жерге тұйықталған жүйелерге қосылған орамы мен шықпаларындағы бірфазды жерге тұйықталу;
- орам арасындағы тұйықталу;
- сыртқы ҚТ туындаған орамдағы тоқтар;
- жүктемеден туындаған орамдағы тоқтар;
- май деңгейінің төмендеуі;
- магнит өткізгіштіктің «өртеуі».

Жоғарыдағыны ескере отырып және соған сәйкес жобаланатын қосалқы станцияның трансформаторына келесідей қорғаныстар қарастырылады.

Негізгі қорғаныс ретінде:

трансформатордың дифференциалдық қорғанысы –трансформатордың орамы мен шықпаларындағы барлық түрдегі ҚТ қорғау;

газдық қорғаныс –трансформатордың бағының ішіндегі ҚТ қорғау, яғни газдың бөліну нәтижесінде;

Қосымша қорғаныс ретінде:

трансформатордың жоғарғы және төменгі кернеу орамдарын жүктемеден қорғайтын бірфазды максималды тоқ қорғанысы;

жоғарғы және орта кернеудегі жерге ҚТ қорғайтын екі сатылы нөл ретті тоқтық қорғаныс;

сыртқы ҚТ қорғайтын бағытталған кері ретті тоқ қорғанысы және үшфазды ҚТ қорғайтын кернеу түсумен максималды тоқ қорғанысы.

2.2 RET 670 дифференциалды қорғаныстардың функциялау принциптары және негізгі сипаттамалары

Қолданылуы

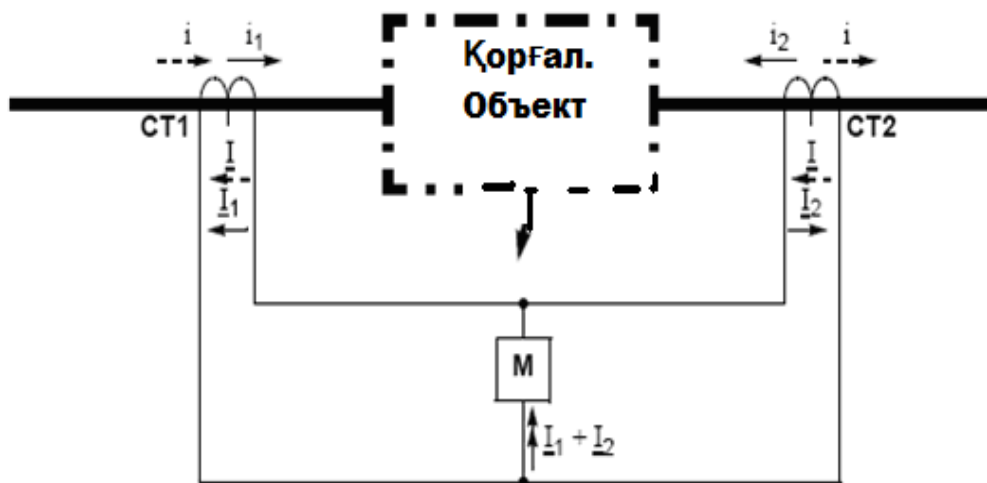
RET 670 сандық дифференциалды қорғанысы кернеудің барлық деңгейлерінің трансформаторларындағы қысқа тұйықталулардан қорғайтын жылдам және селективті қорғаныс болып табылады. Терминалды трансформатордың қорғанысы ретінде қолдану кезінде құрылғы, әдетте күштік трансформатордың жоғарғы және төменгі кернеуі жағында орналасқан тоқ трансформаторларының шығыстарына қосылады. Фазалар ығысуы және трансформаторлар орамаларының қосылуынан пайда болатын тоқтардың өзара қосылуы (сцепление) құрылғыда есептік алгоритмдер көмегімен өңделеді.

Бейтараптың жермен тұйықталу шарттары қолданушының талабы бойынша бейімделеді, олар есептеулер алгоритмінде автоматты түрде есепке алынады. Бейтарабы жерге тұйықталған трансформаторды қорғаған кезде бейтарап пен жер арасында ағатын тоқ өзгертіліп, жерге тұйықталудан қорғайтын жоғары жиілікті қорғаныста қолданыла алады. Қосымша тоқ бойынша жоғары сезімталдықты кіріс орнатылған. Ол, мысалы трансформатор немесе реактор бөлігінен аздаған тоқтарды үлкен кедергілер мәніндегі зақымдалулар кезіндегі жағдайлардың өзінде де анықтау үшін пайдаланылады.

Құрылғының қорғалынатын объектілерінің барлық типтері үшін уақыт ұстанымы бар максималды тоқ қорғанысы функциялары бар. Бұл функциялар кез-келген жақ үшін қолданылады. Асқын жүктемеден жылулық қорғау кез-келген машина түрін қорғау үшін тиімді. Ол май температурасын өлшеуге, сыртқы термодатчикті қолдану барысында қайнау нүктесі және ескіру жылдамдығын бағалауға арналған функциямен толықтырыла алады.

Дифференциалды қорғаныстың негізгі жағдайлары:

Өлшенеті мәндердің қалыптасуы дифференциалды қорғанысты қолданудан тәуелді. Бұл бөлімде қорғалынатын объектінің типінен тәуелсіз дифференциалды қорғаныстың жалпы жұмыс әдісі сипатталады. Суреттер бір желілі сұлбалар үшін келтірілген. Дифференциалды қорғаныс тоқтарды салыстыруға негізделген. Яғни қалыпты жұмыс кезінде қорғалынатын объектінің екі жартылары бойынша бірдей тоқ ағады (2.1-сурет, үзікті сызық). Бұл тоқ қарастырылатын аумақтың бір жағына ағып кіреді және басқа жағынан ағып шығады. Тоқтардың айырымы берілген аумақта зақымдалудың нақты индикаторы болып табылады. Егер трансформация коэффициенттері бірдей болса, онда қорғалынатын объектінің шеттері бойынша орналасқан ТТ-ың екіншілік орамдары СТ1 және СТ2 екіншілік тұйықталған тізбекке біріктірілуі мүмкін, бұл тізбекпен екіншілік тоқ ағады; электрлік баланс нүктесінде қосылған өлшеуіш элементі қалыпты жұмыс кезінде нөл көрсетеді.



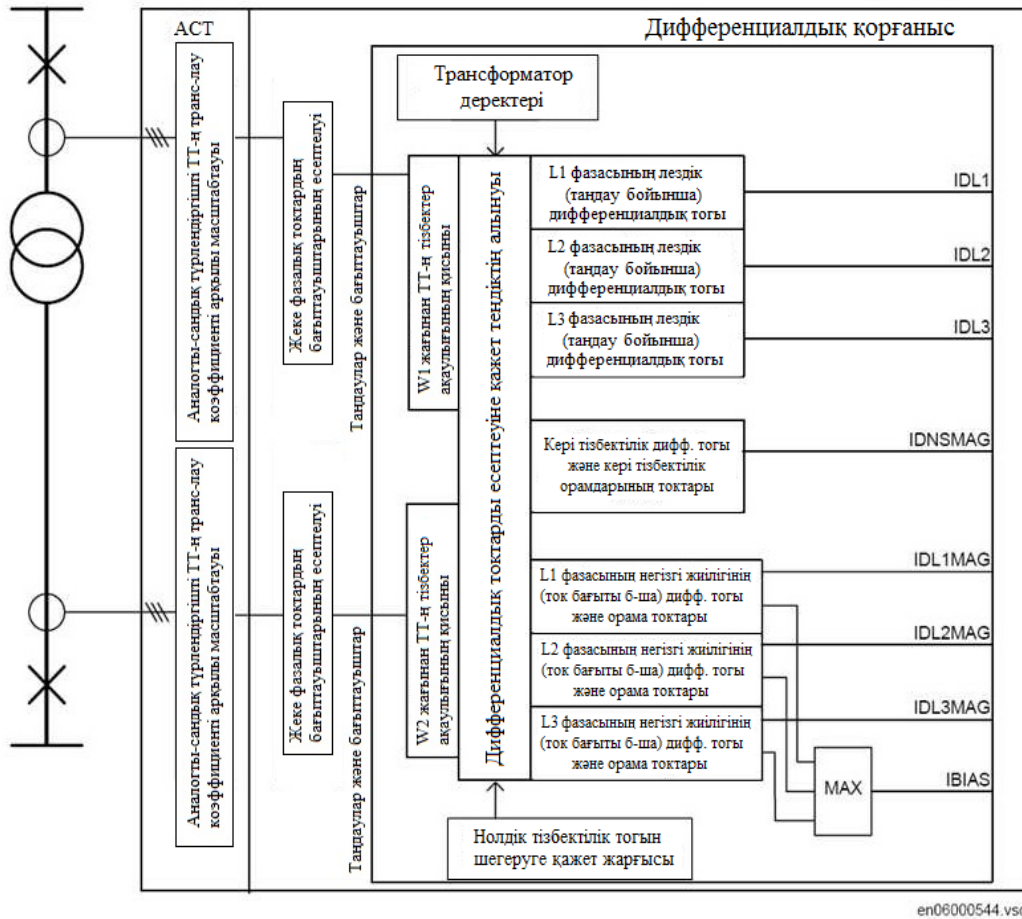
Сурет 2.1 – Екі жақты аймақ үшін дифференциалды қорғаныстың әрекетінің негізгі принципі

Тоқ трансформаторларымен шектелген аумақта зақымдалу пайда болған кезде $i_1 + i_2$ зақымдалу тоқтарына пропорционалды $I_1 + I_2$ тоғы, М өлшеуіш элементі арқылы ағады. Нәтижесінде 2.2-суретінде көрсетілген қарапайым тізбек қорғаныстың сенімді істен шығаруын қамтамасыз етеді.

Қорғалынатын аумақта үлкен тоқтың ағуын қамтамасыз ететін сыртқы зақымдалу пайда болғандағы тежеу тоғы, қанығу кезіндегі СТ1 және СТ2 тоқ трансформаторларының магнитті сипаттамаларындағы айырмашылық М өлшеуіш элементі арқылы үлкен тоқтың ағуын тудыруы мүмкін

RET670 терминалының дифференциалды қорғанысының алгоритмдері бірінші реттік ток мәнімен есептейді. Осы мақсатпен қорғаныстық ТТ трансформация коэффициенті есебімен аналогты-сандық түрлендіруді масштабтау жүзеге асады. Бұдан кейін Фурье дискретті түрлендіру (ФДТ) базасында негізгі жиіліктегі кешенді (бағыттаушы) токтарды есептеу жүреді. RET670 терминалының жадына қорғаныс трансформаторының негізгі техникалық параметрлері енгізілу керек: номиналды кернеу және орамдардың номиналды тоқтары, сонымен қатар орамдардың қосылу схемалары (толығырақ «Уставки» кестесінде).

Дифференциалды қорғаныс токтарды салыстыруға негізделген. Яғни қалыпты жұмыс кезінде қорғалынатын объектінің екі жартылары бойынша бірдей ток ағады.

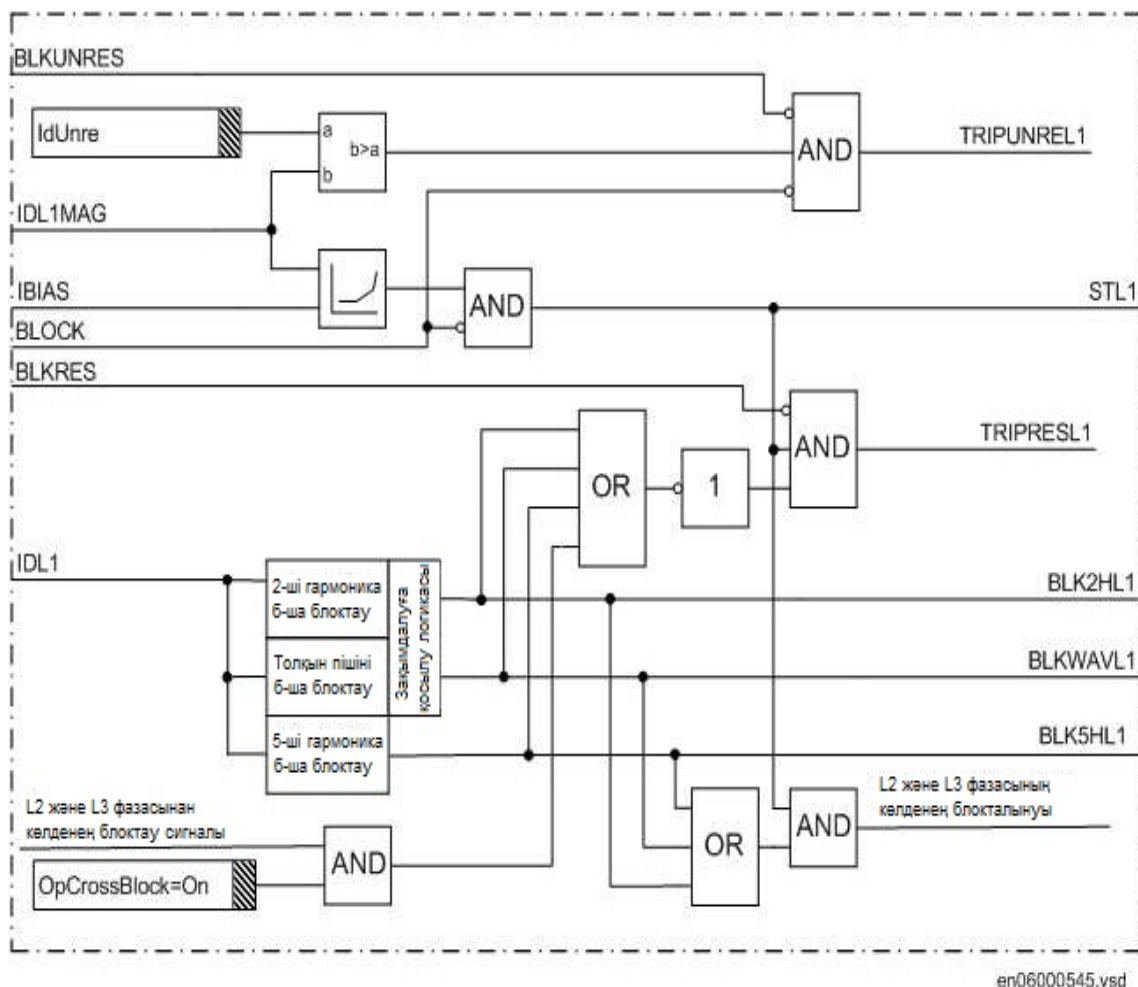


Сурет 2.2 – Трансформатордың дифференциалды қорғанысының өлшенген токтарын өңдеу

Гармоникті тежеу

Жүктелген трансформаторды және шунттайтын реакторларды кернеудегі шинаға қосқан кезде үлкен магниттелу тоғы пайда болуы мүмкін (тоқ секіруі). Бұл тоқ секірулері бір соңнан қорек кезіндегі зақымдалу сияқты дифференциалды шамаларды тудырады. Кернеуді арттырғанда немесе жиілікті төмендеткендегі магниттелу тоқтарынан пайда болатын дифференциалды шамалар, трансформаторды параллель жұмысқа қосқанда немесе күштік трансформаторды артық секіру тоғының шамасы қысқа тұйықталу кезінде болмайтын екіншілік гармониктің құраушыларымен сипатталады. Егер екінші гармониктің құраушысы таңдалынған шеттік шамадан артық болса, онда дифференциалды сатыға тиым салынады. Тиым салуды іске асыру үшін екінші гармониктен басқа гармониктер таңдалынуы мүмкін, мысалы үшінші немесе бесінші трансформатордың темірінің артық қоздырылуы тақ гармониктердің болуымен сипатталады. Түрлендіргіш трансформаторда ішкі зақымдалу кезінде тақ гармониктер болмайды. Санды сүзбелер дифференциалды тоқтардың Фурье талдауын қамтамасыз ету үшін пайдаланады.

Дифференциалды қорғаныс гармоникті құраушылар орнатылған шамадан асқан кезде анықталады. Сүзбенің алгоритмдері динамикалық шарттарда тұрақтандыру үшін қосымша өлшеулер керек болмайтындай етіп орындалған. Гармоникті тежеу фаза бойынша орындалса да, қорғаныс толық үш фазасымен әрекет етеді, сондықтан секіру тоғы тек бір фазада болуы мүмкін.



Сурет 2.3 – Трансформатордың L1 фазасының дифференциалды қорғанысының ықшамдалған логикалық сұлбасы

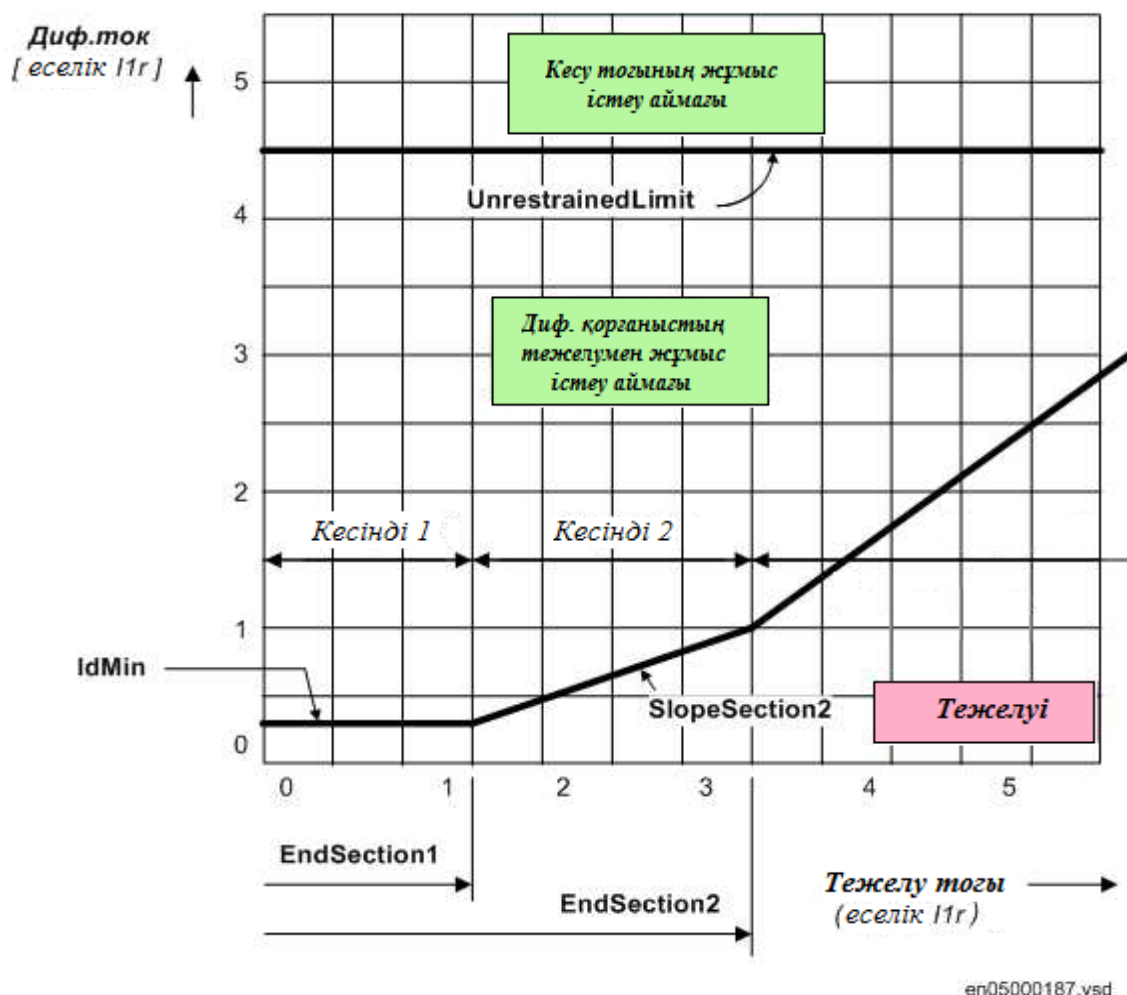
Ықшамдалған функционалды сұлба (2.3-сурет) дифференциалды үзіндіні (IdUnre) және тежеуіші бар сезімтал мүшені қосады. Дифференциалды үзіндінің (ДҮ) қызметі дифференциалды токтың негізгі гармоникасына базаланады. ДҮ қолдану үлкен еселі ҚТ тоғы кездесетін қорғалатын аймақта PDIF, 87Т-ның тезәрекеттік және функционалдығының сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Тежелу сипаттамасы шығу блогының сигналы (STL1) іске қосу сигналы ретінде, және де AND (И) логикасы арқылы сөндіруге (TRIPSEL1) әрекет етеді.

Тежелу сипаттамасы (2.4-сурет) негізгі гармоникалар дифференциалдық және тежелу токтары базасында құрылады. Ол салыстырмалы бірліктерде беріліп және түзу сызықтық үш кесіндіден тұрады.

-біріншісі (көлденең) - EndSection1 тежелу тогына дейін;

-екіншісі (қисық) - EndSection2 тежелу тогына дейін.



Сурет 2.4 – Тежелу сипаттамасы

Тежеуішті тоқ барлық үш фаза үшін де бірдей болып табылады.

Тежеуішті ток ретінде барлық жағынан және барлық дифференциалды қорғаныс фазалар жағынан келтірілген ток қабылданады.

Қорғаныс трансформаторының әр жағы үшін ток кешенінің кері тізбектелуі де есептелінеді.

Базисті жағы үшін бірінші реттік ток мәнін есептеу барысында қорғаныс трансформаторының жоғары кернеу жағы қолданылады.

Дифференциалды ток екі әдіспен есептеледі:

а) тез есептік мәндерінің (отсчетов) қосындысы ретінде;

б) қорғаныс трансформаторының барлық жағы үшін есептік токтарының кешендерінің қосындысы ретінде;

Бұл екі жағдайда да шартты оң бағытта көрсетілген токтар қорғаныс аймағының ішіне кіреді.

2.3 Трансформатордың дифференциалдық қорғанысының есептелуі

Трансформатордың параметрлері. ТРДН-25000/110/10/10
 $S=25000$ кВА; $U_{НОМ\ ВН}=110$ кВ; $U_{НОМ\ НН}=10.5$ кВ; РПН: $\pm 8 \times 2\%$;
 Ормаларының байланыс тобы: $Y_n/Y/D-0-11$.

Микропроцесорлық қорғаныстық құрылғыларды қолданғанда программаның көмегімен трансформатордың екіншілік тоқтарын фаза бойынша бірдей етуге болады.

Құрылғының іске қосылу сипаттамасы үш бөліктен тұрады.
 Бірінші бөліктің параметрлерін таңдау

$$I_{CP} \geq k_H \cdot I_{НОМ}, \quad (2.1)$$

мұндағы $k_H=0,2$.

$$I_{НОМ} = S_{НОМ} / (\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}), \quad (2.2)$$

$$I_{НОМ} = 25 / (\sqrt{3} \cdot 110) = 131,37 \text{ А},$$

$$I_{CP} \geq 0,2 \cdot 131,37 = 26,27 \text{ А}.$$

Шыққан мәнді жуықтаймыз ($I_{d>}=70$ А).

Екінші бөліктің параметрлерін таңдау

$$I_{раб.макс.} = 2 \cdot I_{НОМ}, \quad (2.3)$$

$$I_{раб.макс.} = 2 \cdot 131,37 = 262,74.$$

$$I_{нб.расч1.} = K_A \cdot K_{одн} \cdot \varepsilon \cdot I_{раб.макс.} + \Delta U \cdot I_{раб.макс.}, \quad (2.4)$$

$$I_{нб.расч1.} = 1 \cdot 1 \cdot 0,05 \cdot 262,74 + 0,16 \cdot 262,74 = 55,175 \text{ А}.$$

$$I_{торм.макс1} = 0,5 \cdot (I_{раб.макс} + I_{раб.макс}), \quad (2.5)$$

$$I_{торм.макс1} = 0,5 \cdot (262,74 + 262,74) = 262,74 \text{ А}.$$

$$m1 = \frac{K_{отс} \cdot I_{нб.расч1} - I_{ср.}}{I_{торм.макс} - 0,5 \cdot I_{ср.}}, \quad (2.6)$$

$$m1 = \frac{1,5 \cdot 55,175 - 70}{262,74 - 0,5 \cdot 70} = 0,05.$$

Жуықтап алатын болсақ $m1=0,05$.

Үшінші бөліктің параметрлерін таңдау

$$I_{кз.макс} = 4,11 \text{ А.}$$

$$I_{нб.расч.2} = K_A \cdot K_{одн} \cdot \varepsilon \cdot I_{к макс} + \Delta U \cdot I_{к макс}, \quad (2.7)$$

$$I_{нб.расч.2} = 1 \cdot 1 \cdot 0,1 \cdot 4111 + 0,16 \cdot 4111 = 1068 \text{ А.}$$

$$I_{торм.макс2} = 0,5 \cdot (I_{к макс} + I_{к макс}), \quad (2.8)$$

$$I_{торм.макс2} = 0,5 \cdot (4111 + 4111) = 4111 \text{ А.}$$

$$m2 = \frac{K_{отс} \cdot I_{нб.расч2} - I_{ср.} (1 - 0,5 \cdot m1) - I_{торм.макс1} \cdot m1}{I_{торм.макс2} - I_{торм.макс1}} \quad (2.9)$$

$$m2 = \frac{1,5 \cdot 1068 - 70 \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,05) - 262,74 \cdot 0,05}{4111 - 262,74} = 0,395.$$

Жуықтап алатын болсақ $m2=0,4$.

2.4 АВВ фирмасы RET 670 типінің параметрленуі

Параметрлену арнайы РСМ 600 программасы арқылы жүзеге асады. Жобаның құрылымын компьютерлік баңдарламада құрып аламыз. Параметрлену арнайы РСМ 600 программасы арқылы жүзеге асады. Проектің құрамының сұлбасы Қосымша А, сурет А20 көрсетілген.

REF 615 РННРТОС1 типінің параметрлері Қосымша А, кесте А1 көрсетілген.

3 Трансформаторлардың резервті қорғанысы

3.1 REF 615 қорғанысы

Құрылғы бағытталған және бағытталмаған максималды тоқ қорғанысын және асқын жүктемеден қорғауды, бағытталған және бағытталмаған жерге тұйықталу қорғанысын қаматсыз етеді. Трансформатордың резервті қорғанысы ретінде алғашқы екі қорғанысты қолданамыз.

Стандартты конфигурацияда А мен В бағытталған жерге тұйықталу қорғанысын көрсетеді. Егер фидерлерде фазалық тоқ трансформаторы болса осы қорғанысты қолданса болады.

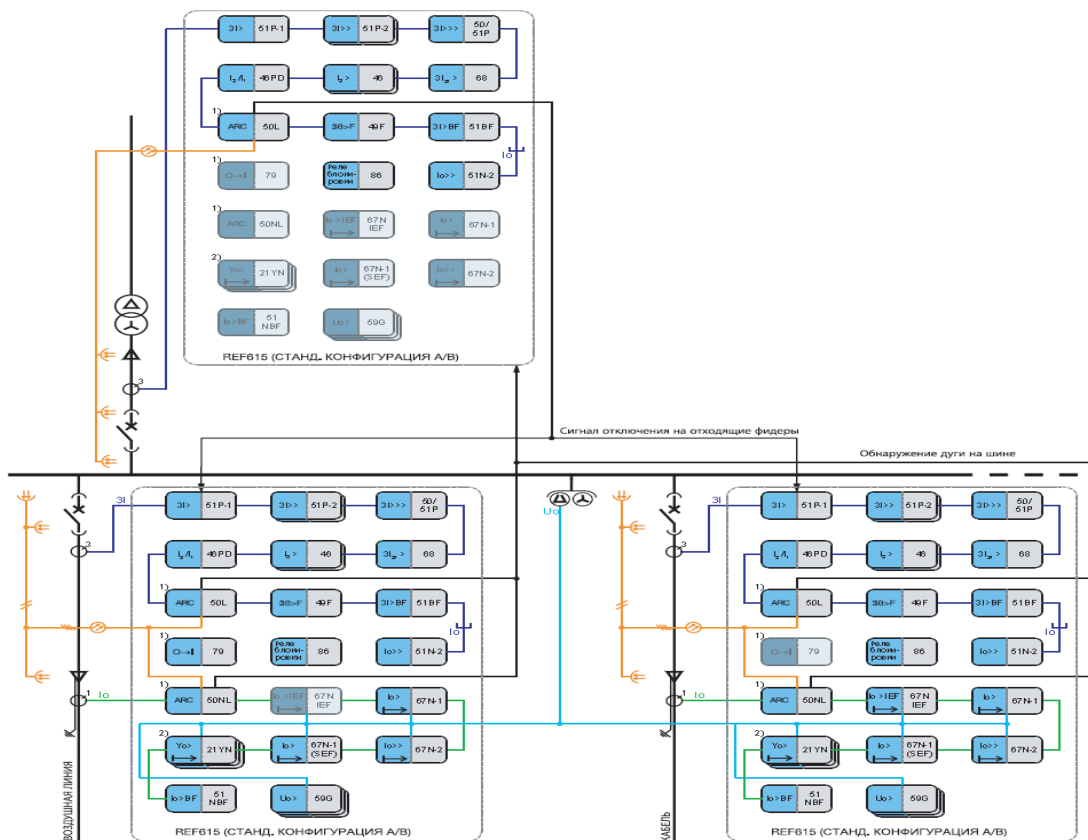
Стандартты конфигурацияда С мен D бағытталмаған жерге тұйықталу қорғанысын көрсетеді. Ол да А мен В сияқты қолданыстарға ие.

Стандартты конфигурацияда Е мен F жерге тұйықталу қорғанысын және фазалық кернеу мен нейтрал кернеуінің өлшемін көрсетеді.

G стандартты конфигурациясы нөл реттік тоқтың стандартты кірісін ($3I_0$) көрсетеді.

H стандартты конфигурациясы бағытталмаған максималды тоқ қорғанысын және бағытталмаған жерге тұйықталу қорғанысын көрсетеді.

J стандартты конфигурациясы бағытталған максималды тоқ қорғанысын және бағытталған жерге тұйықталу қорғанысын көрсетеді.



Сурет 3.1 – REF615 қолдану мысалы

3.2 Максимал тоқ қорғанысыны(МТҚ)

МТҚ трансформатордың жоғарғы кернеу жағына қойылады, ол қосымша қорғаныс болып саналады, ҚТ болғанда уақыт ұстанымымен іске қосылады. МТҚ іске қосылу тоғы:

$$I_{C3} = \frac{K_{OTC} K_{C3}}{K_{BO3}} I_{PAБ.MAKC} \quad (3.1)$$

мұндағы $I_{PAБ.MAKC}$ – трансформатордың максимал тоғы
 $K_{C3} = 2,5$ – жалпылама жүктеменің өзіндік іске қосылу коэффициенті;

$K_{OTC} = 1,1$ – цифрлық терминалдар үшін

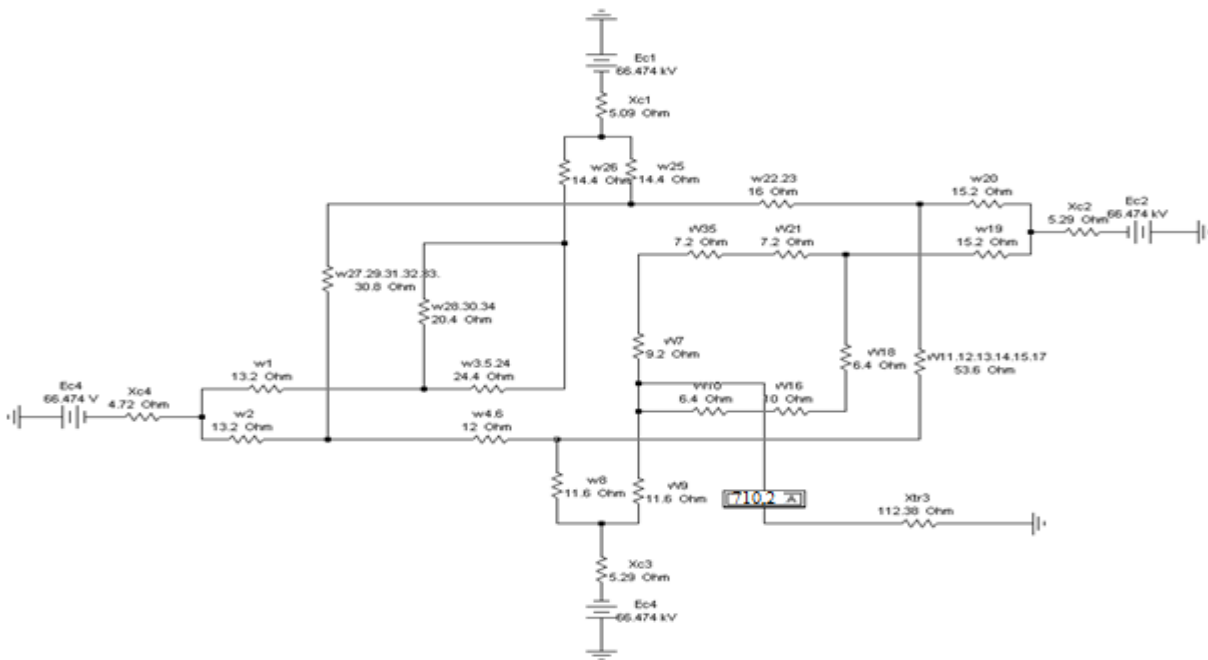
$K_{BO3} = 0,95$ – реленің қайту коэффициенті (цифрлық терминалдар)

Трансформатордағы максимал жұмыс тоғын келесідей табамыз:

$$I_{HOM.TP} = \frac{S_{HOM.TP}}{\sqrt{3} \cdot U_{HOM.TP}} = \frac{25 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 110 \cdot 10^3} = 131,22 \text{ A}, \quad (3.2)$$

$$I_{PAБ.MAKC} = I_{HOM.TP} = 131,22 = 131,22 \text{ A}, \quad (3.3)$$

$$I_{C3} = \frac{1,1 \cdot 2,5}{0,95} \cdot 131,22 = 397,85 \text{ A}.$$



Сурет 2.7-Минимал режимдегі ТЗ трансформаторындағы ҚТ тоғы.

Реленің іске қосылу тоғы:

$$I_{CP} = \frac{I_{C3}}{K_T} \kappa_{CX} = \frac{397,85}{25} \cdot 1 = 15,91 A . \quad (3.5)$$

мұндағы K_T -тоқ трансформаторының трансформация коэффициенті
110кВ кернеудегі трансформатордың трансформация коэффициенті $K_T = 25$;

Сезімталдыққа тексеру:

Әдетте сезімталдық коэффициентін тексергенде екі фазалық ҚТ мәні алынады, екі фазалық ҚТ тоғын үш фазалық ҚТ мәнін 0,87ге көбейтіп табамыз.

$$K_q = \frac{0,87 \cdot I_{K..МИН}}{I_{C3}} = \frac{0,87 \cdot 710,2}{397,85} = 1,55 > 1,5 . \quad (3.6)$$

10кВ кернеудегі фидерлерде МТҚ уақыт ұстанымы қойылған, трансформатордағы МТҚ уақыт ұстанымын 10 кВ фидерлердегі МТҚ уақыт ұстанымынан реттейміз.

$$t_{MTK} = t_{MTK\text{фидер}} + \Delta t = 1 + 0,3 = 1,3 \text{ с.}$$

3.3 Асқын жүктемеден қорғау

Асқын жүктемеден қорғау трансформатордың бір фазасына орнатылады, себебі асқын жүктеме тоқтары симметриялы болып келеді. Қорғаныстың іске қосылу тоғы трансформатордың номинал тоғындағы қайту релесі шартынан алынады:

$$I_{C3} = \frac{K_{OTC}}{K_{BO3}} I_{НОМ.ТР} = \frac{1,05}{0,95} \cdot 131,22 = 145 \text{ А.} \quad (3.7)$$

мұндағы $K_{OTC} = 1,05$ - цифрлық терминалдар үшін
 $K_{BO3} = 0,95$ - реленің қайту коэффициенті (цифрлық терминалдар)

Реленің іске қосылу тоғы:

$$I_{CP} = \frac{I_{C3}}{K_T} \kappa_{CX} = \frac{145}{30} \cdot 1 = 4,8 A . \quad (3.8)$$

мұндағы K_T -тоқ трансформаторының трансформация коэффициенті
110кВ кернеудегі трансформатордың трансформация коэффициенті $K_T = 30$

$K_{cx}=1$ -сұлба коэффициенті

Әдетте асқын жүктемеден қорғаныстың уақыт ұстанымы басқа қорғаныстардан үлкен болады, ол сигналға әсер етеді.

$$t_{аж} = t_{мтк} + \Delta t = 1,3 + 0,3 = 1,6 \text{ с.}$$

3.4 АВВ фирмасы REF 615 типінің параметрленуі

REF 615 РННРТОС1 типінің параметрлері Қосымша А, кесте А2 көрсетілген.

Проектің құрамының сұлбасы Қосымша А, сурет А21 көрсетілген.

4 Трансформаторлардың газдық қорғанысы

4.1 Газдық қорғаныстың жұмыс істеу принципі және оны тағайындалуы

Біздің елдің энергетикасы жоғары қарқынмен өсіп келеді. Техникалық прогресті анықтаушы ретінде ол болашақта алдыңғы қатарда дамитындығы қаралуда. Өз алдына электр желілері арқылы байланысқан көптеген электр стансалары мен қосалқы стансалардан құралған энергетикалық жүйелері дамып, оның параллельді жұмысына бірігеді; таяу уақытта еліміздің оқшауланған энергетикалық жүйелері жұмыс істемейтін болады.

Энергетикалық жүйенің негізгі мақсаты – тұтынушыларды электр энергиясымен үзіліссіз қамтамасыз ету, ол энергетикалық жүйелердің барлық элементтерін, әсіресе негізгі элементтерінің тек қана сенімді жұмысын қамтамасыз етеді. Энергожүйенің негізгі элементтеріне күштік трансформаторлар мен автотрансформаторлар жатады, сондықтан да олардың сенімді жұмыс істеуі өте маңызды.

Трансформаторлар мен автотрансформаторлардың түрлі релелік қорғаныстары бүліну немесе қалыпсыз режим кезінде өшіруге не сигнал беруге әрекет ету керек. Іс жүзінде қолданылатын ережелер бойынша жоғарғы орамды 35 кВ кернеу, қуаты 6300 кВА және одан жоғары сыртқа орналастырылатын май толтырылған трансформаторлар газдық қорғаныспен жабдықталады. Егер кіші қуатты трансформаторлар панажайдың ішінде орналастырылған болса, газдық қорғаныспен жабдықтауға да болады. Егер 1000-4000 кВА қуатты трансформаторларда тез әрекет етуші қорғаныстар (дифференциалды, тоқкесер немесе Іс аспай әсер ететін максималды ток қорғанысы) болмаса, онда газдық қорғаныспен жабдықтау қарастырылады.

Қазіргі уақытта энергожүйелерде 10 мыңнан астам түрлері пайдаланылуда. РГЧЗ-66 газдық релесі және олардың саны тез қарқынмен өсуде. Газдық қорғаныс осы релемен орта есеппен алғанда 82-85% жағдайында ғана дұрыс жұмыс істейді. Олардың дұрыс атқарылмаған жұмысының жартысынан көбі қорғаныстың өзінің кемшіліктерінен емес, монтаждау мен пайдалану кезінде болған кемшіліктерінен болып отыр, сондықтан қорғаныстың монтаждауы мен пайдаланылуына аса көңіл бөлу қажет. Газ қорғанысын монтаждау мен пайдалану талаптары орындалған энергетикалық жүйелерде дұрыс жұмыс атқарылу пайызы (95-97%) өсуде.

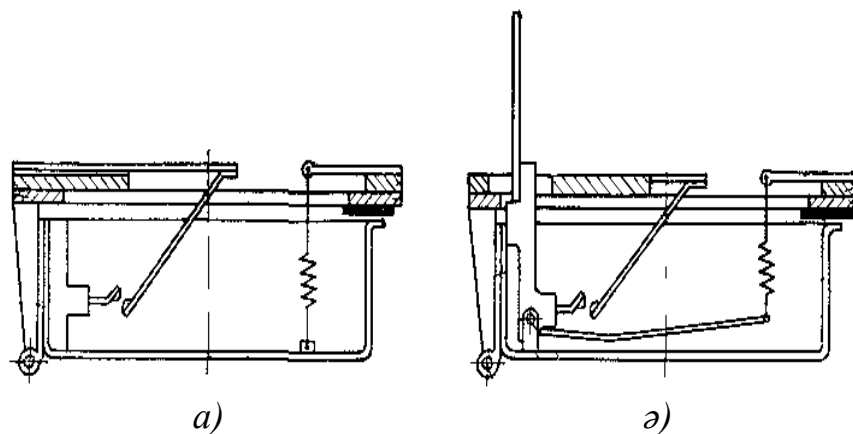
Трансформаторлардың, автотрансформаторлардың және реакторлардың май жүйесі ұқсас орындалған және электр аппараттарында ішкі зақымдану ағыны тез өтеді. Сондықтан да төменде трансформаторлардың май жүйесінің құрылғысын қарастырамыз. Газдық қорғаныс май толтырылған ұлғайтқыш бакта орналастырылған трансформаторларда, автотрансформаторларда, реакторларда және басқа да электр аппараттарда қолданылады; ол трансформатордың бағының ішіндегі барлық зақымдануларға: газдардың бөлінуінің пайда болуы, май ағынының үдеуі немесе газдың майлы

қоспаларының бактан ұлғайтқышқа, сондай-ақ майдың деңгейінің төмендеуіне әсер етеді. Трансформатордың кейбір қауіпті зақымдануларында газдық қорғаныс қана әрекет етеді. Сол уақытта трансформатордың “электрлік” қорғаныстары (дифференциалдық, максималды ток қорғанысы және т.б.) әсер етпейді. Трансформатордың мұндай зақымдануларына орамдардың орамалық тұйықталуы, болат магнит өткізгішіндегі өрт, кейбір ауыстырып қосқыш тармақтарының ақаулылықтары және басқа да зақымданулар жатады.

Бүліну пайда болуының басында орамалық тұйықталу тоқтарының немесе ораманың корпусқа тұйықталу тоқтары аз кезінде газдық қорғаныстың істеуі маңызды жағдай болып табылады, сондықтан трансформатордың зақымдануына газдық қорғаныс бөгет болады және көп жағдайда оның жөндеу көлемін қысқартады. Трансформатордың жоғарыда қарастырылған зақымдануларынан басқа, біртіндеп пайда болатын әртүрлі фазада орамдар арасындағы тұйықталулар болуы мүмкін. Қысқа тұйықталу болған кезінде бүкіл трансформатор мен тұйықталған орамалардың теңселу нәтижесінде, кейбір бөліктері арқылы бактан ұлғайтқыштан май (немесе газбен араласқан май) құйылады. Фаза аралық тұйықталу кезінде трансформатордың дифференциалдық қорғанысы мен газдық қорғанысы бір уақытта жұмыс атқарады. Дифференциалдық қорғаныс жоғарыда қарастырылған бүлінулер кезінде жұмыс істемейді, себебі олардың ток тізбектерінде өзгеріс болмайды.

Реледе бір-бірінен тәуелсіз жұмыс істейтін екі элемент бар (4.1-сурет): жоғарғы элемент – белгі беруші, төменгі – сөндіруші. Әр элементтің өз түйіспесі бар. Реле майға толған кезінде, екі элементтің түйіспелері ажыратылып, қалқып жүрген күйде болады.

Трансформатор зақымдалған кезінде кішігірім газтектеспен жетектеледі, осы кезде газдың асқын ағыны ұлғайтқышқа өтеді; осы кезде газ майды ығыстырып, газ релесінің корпусының жоғарғы жағына жиналады. Май деңгейінің белгілі төмендеуі кезінде реленің жоғарғы белгі беруші элементі енді майда болмайды және белгі беруші түйіспелерін тұйықтап, ауырлық күші әсерінен төмендейді. Белгі беруші элемент осыған сәйкес жұмыс істейді.



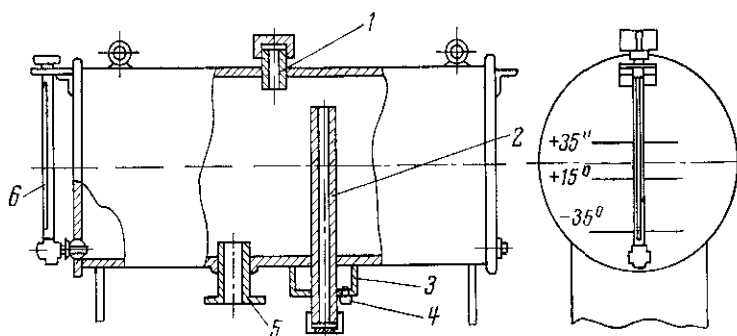
Сурет 4.1 – РГЧЗ-66 газдық релесінің элементтері

Бактан майдың жылыстауынан немесе май температурасының қатты түсіп кетуінен реледегі май деңгейі төмендейді. Егер май деңгейі рұқсат етілген мәннен аз болған жағдайда, белгі беруші элемент жұмыс істейді, өйткені өз уақытында май толық құйылмаған. Сипатталған жағдайда сөндіруші элемент майдың ішінде тұрып, жұмысын атқармайды. Трансформатордың маңызды бүлінулері кезінде құйынды газдың пайда болу әсерінен ұлғайтқышқа май лақтырылады (немесе газбен араласқан май), сол себептен сөндіруші элемент релесі май ағынының әсерінен бұрылады және оның түйіспелері тұйықталады. Май деңгейінің біртіндеп төмендеуі әсерінен ең алдымен белгі беруші элемент, содан кейін сөндіруші элемент майсыз қалады. Трансформатордың бүлінулерінің түрлеріне байланысты белгі беруші және сөндіруші элементтерінің релелері тізбектей және бір уақытта жұмыс істеу мүмкіндігі бар.

Трансформатордың май жүйесінің құрылғысы

Трансформатордың ішкі бөлігі трансформаторлық май толтырылған бакта орналасқан. Ол трансформатордың орамалары мен магнит өткізгіштері үшін салқындату жүйесінің қызметін атқарады, сонымен қатар орамалардың оқшаулау деңгейін көтереді. Ұлғайтқыштың көмегі арқылы бакты үнемі маймен толтыруды қамтамасыз етеді. Ұлғайтқыш трансформатордың “тыныс алуына” мүмкіндік жасайды. Бактағы май көлемінің ұлғаюы кезінде (жүктеме көбейді және қоршаған орта ауасының температурасы жоғарылады) оның ұлғайтқыштағы деңгейі көтеріледі, ал көлемі азайғанда май деңгейі төмендейді. Ұлғайтқыштағы ауаның маймен жанасуының шағын беті, майдың ылғалдану мен тотығу деңгейін төмендетеді, яғни ол да трансформатордың сенімді жұмыс істеуі үшін қажет. Ұлғайтқыш көлемі (4.2-сурет) мынандай болу керек, яғни жазда істеп тұрған трансформатордың максималды температурасы кезінде де, сондай-ақ қыста ажыратылған трансформатордың минималды температурасы кезінде де ұлғайтқышта үнемі май болуы тиіс.

Ұлғайтқыштағы май деңгейін бақылау үшін металды шыны түтікше бейнесі іспеттес, ұлғайтқыштың торцпен бірлескен, 6 май көрсеткіш әйнегі қызмет етеді.



Сурет 4.2– Трансформатордың ұлғайтқышы

МЕМСТ 11677-65[14] бойынша пайдалануға берілген трансформаторларда шынының май көрсеткіші жанындағы ұлғайтқыштың торцтық бөлігіне бояумен анықтап, үш бақылау сызықтары белгіленеді. Олар майдың температурасымен сәйкес -45°C , $+15^{\circ}\text{C}$ және $+40^{\circ}\text{C}$ (ескі МЕМСТ 401-41[15] бойынша пайдаланылған трансформаторлар үшін -35°C , $+15^{\circ}\text{C}$ және $+35^{\circ}\text{C}$).

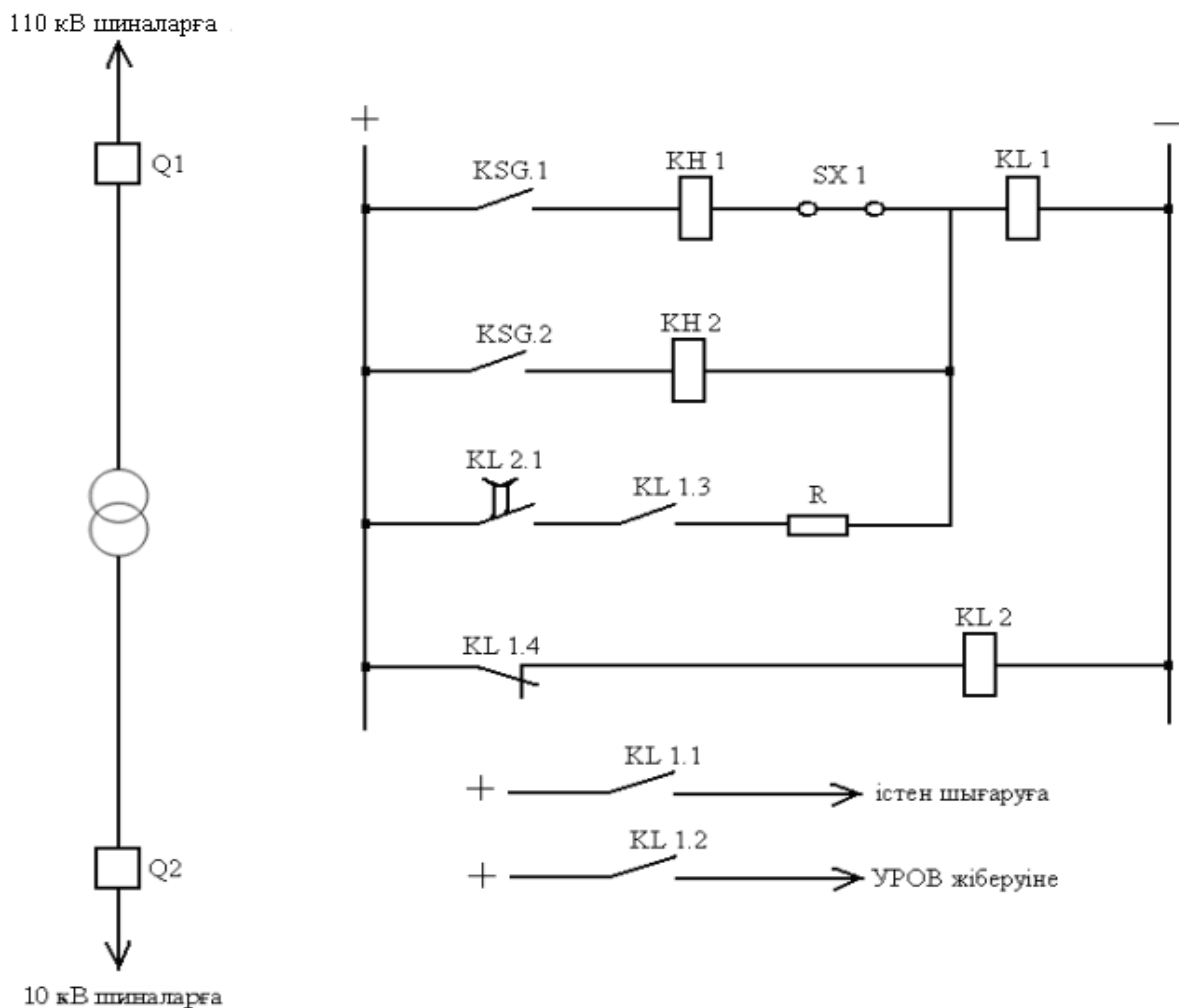
Жаңа қуатты трансформаторларда май көрсеткіш шыны орнына бағыт беруші май көрсеткіштері бар. Ұлғайтқыштағы қалқыманың қалпы рычагты жүйелер арқылы ұлғайтқыштың сыртқы бөлігінде орналасқан бағыттаушы аспаптар арқылы беріледі.

Трансформатордың ұлғайтқышы мен бакты қосатын түтікше сымдарында газдық реле, ал құбырды бекіндіру үшін реле мен ұлғайтқыш арасында кран (вентиль) орналасқан. Құбырды бекіндіру жөндеу немесе басқа жұмыстар кезінде бакты ұлғайтқыштан бөлу үшін керек болады. Ұлғайтқыштың жоғарғы бөлігі майға толтырылмаған, сондықтан түтікше 2 көмегі арқылы қоршаған ортамен байланыста болып, жабық металдық тор арқылы ұлғайтқышқа ауа кіреді. Кейде осы түтікшені “тыныс алушы” деп те атайды. Ұлғайтқыштың жоғарғы бөлігінде таза май құйып отыру үшін 1 саңылау бар. Ұлғайтқыштың түбінде грязевик бар. Ол қожбен бірге ылғал мен лас май жиналатын саңылау болып табылады. Тығынды 4 бұрап шығарғаннан кейін грязевиктің тесігі арқылы ылғал мен лас май төгіледі. Ұлғайтқышқа атмосфера арқылы ластанған ылғал мен май трансформаторға ұлғайтқыш арқылы түспеу үшін 5 құбырдың соңы ұлғайтқыш пен трансформатор бағын қосатын ұлғайтқыштың түбінен жоғарырақ болу керек, өйткені ол таза май қабатында орналасқан.

Газдық қорғаныстың принципіалды сұлбасы

Трансформатордың газдық қорғанысының оперативті тұрақты ток көзінде орындалаған принципіалды сұлбасы 4.3 - суретте келтірілген.

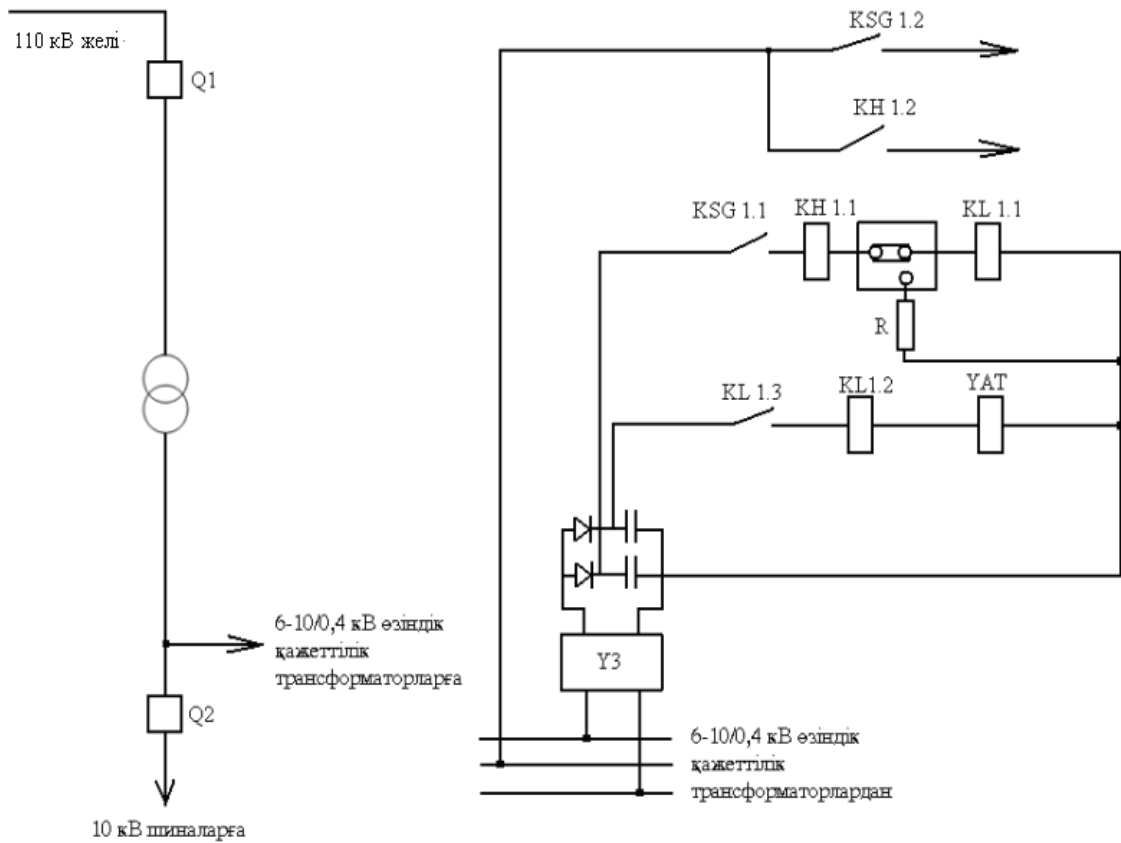
Трансформатордың қорек көзі жағынан жалғанған жағдайында, бөліктеуіш пен қысқа тұйықтауыштың көмегі арқылы трансформатордың газдық қорғанысы қысқа тұйықтауыштың қосылуына әсер етеді. Осыдан кейін желі қорғанысы жұмыс істейді және қорек көзі жағынан желінің ажыратқыштары өшіріледі. Жоғарыда айтылғандай, газдық реленің РГ сөндіруші түйіспесі май ағының немесе газбен араласқан май қоспасының әсерінен дірілдеуі мүмкін. Сондықтан, ереже бойынша тізбектелген орамдары бар өзін өзі ұстап тұратын аралық реле РП қолданылады. Өзін өзі ұстап тұру В1 және В2 ажыратқыштарының өшірілуінен кейін автоматты түрде алынып тасталынады. Газдық қорғаныстың оперативті ток тізбектері өшіру әрекетімен байланысты трансформатордың қорек көзі жағынан В1 ажыратқышының сақтандырғышы арқылы беріледі. В1 және В2 ажыратқыштарының өшіру тізбектері аралық реле РП түйіспелеріне бөлінген және олар В1 ажыратқышының сақтандырғышы арқылы қоректенеді.



Сурет 4.3 – Трансформатордың газдық қорғанысының оперативті тұрақты ток көзінде орындалаған принципіалды сұлбасы

Реленің РГ белгі беруші түйіспелері бөлек сақтандырғыш арқылы қоректенеді; олар В1 ажыратқышынан В2 сигнал беру үшін қосылған күйде тәуелсіз жұмыс істеуі керек, мысалы, бак ағысының пайда болуы немесе басқа себептерден реледен РГ майдың кетуі кезінде. Бір фазалық трансформаторлардың үш топтық қорғанысы кезінде әр қайсысына газдық реле қойылады және ортақ шығыстық аралық реле арқылы трансформаторлардың топтық өшірілуіне әсер етеді.

Тупіктік қосалқы стансасындағы трансформатордың газдық қорғанысының оперативті айнымалы ток көзінде орындалаған принципіалды сұлбасы 4.3.2-суретте келтірілген; оперативті ток көзі ретінде әдетте өлшеуіш кернеу трансформаторлары немесе қорек көзіне зарядтаушы құрылғы УЗ қосылған конденсатор батареялары қолданылады. Газдық қорғаныс қысқа тұйықтауыштың КЗ қосылуына әсер етеді, содан кейін бас учаскеде желі қорғанысы өшіріледі. Желінің қосылуы кезінде бірнеше тармақталған қосалқы стансалардың соңғылары бөліктеуіш көмегімен желілерге қосылады.



Сурет 4.4 – Трансформатордың газдық қорғанысының оперативті айнымалы ток көзінде (тупіктік қосалқы станса) орындалаған принципіалды сұлбасы

Трансформатордың қорек көзі жағынан жалғанған жағдайында, бөліктеуіш пен қысқа тұйықтауыштың көмегі арқылы трансформатордың газдық қорғанысы қысқа тұйықтауыштың қосылуына әсер етеді. Осыдан кейін желі қорғанысы жұмыс істейді және қорек көзі жағынан желінің ажыратқыштары өшіріледі. Қысқа тұйықтағыш арқылы жерге тұйықталу тогы ағып кеткеннен кейін зақымдалған трансформатордың бөліктеуіші сөндіріледі, яғни желінің ажыратқышы өшірілгеннен кейін. Ары қарай желі АПВ құрылғысы арқылы қосылады да, осы желіге қосылған басқа қосалқы стансалардың қоректенуі қайта қалпына келеді. Сонымен газдық қорғаныстағы трансформатор бағының ішінде болатын барлық бүлінулердің іске қосылуын, жоғарғы сезімталдық, тез арада іске қосылу артықшылықтарына, оның тізбектерінің қарапайым орындалуын қосамыз. Бірақ газдық қорғаныстағы трансформатор бағының сыртында болатын бүлінулердің іске қосылмауы, ажыратқыштар арасындағы бүлінулердің жалғыз ғана қорғанысы болу мүмкіндігі емес екендігіне алып келеді. Іс жүзіндегі ережелер бойынша газдық қорғаныстың сөндіруші элементі трансформатордың өшірілуі кезінде қосылуы қажет.

5 Желі қорғанысы

5.1 Желінің қорғанысы

ПУЭ талаптары бойынша барлық қондырғылар релелік қорғаныс құрылғыларымен жабдықталуы тиіс. Олар арналған:

ажыратқыш көмегімен бүлінген элементті қалғанынан, яғни бүлінбеген энергожүйе бөлігінен автоматты түрде сөндіру. Егер (нейтралы тұйықталмаған тораптардағы жерге тұйықталу) бүліну электр жүйелердің жұмысын бұзбаса, онда релелік қорғаныс тек сигналға жіберілуі рұқсат етіледі.

энергожүйедегі элементтің қауіпті, яғни қалыпты емес жұмыс істеу режиміне оның релелік қорғанысы сигналға немесе істе қалған элементтің бүлінуге алып келмейтіндей сөндіруге әрекет жасау.

5.2 110 кВ желі қорғанысы

110-500 кВ - ғы тораптардағы желі үшін жерден тұйықталған және көпфазалы ҚТ –дан РҚ құрылғылары орнатылуы қажет.

Асинхронды жүріс немесе тербеліс болатын жағдайда қорғаныстың артық істеп кетуіне тыйым салатын РҚ құрылысымен жабдықталуы қажет.

110-220 кВ желілер үшін негізгі қорғанысты қарастырған кезде бірінші кезекте энергожүйесі жұмысының тұрақтылығын сақтау талабын ескеру қажет. Тұрақтылықты есептегенде басқа қатаң талаптар көрсетілмесе үш фазалы ҚТ кезінде электростасасы мен к/ст-ның шиналарындағы қалдық кернеу $0,6-0,7U_{ном}$ –төмен деп қабылданып уақыт ұстамынсыз өшіріледі.

110-220 кВ –ты желі үшін негізгі қорғаныс ретінде дистанциалық және нөлдік бағытталған ток қорғанысын аламыз, бұлар сезімталдық шарты бойынша тиімді.

5.3 Дистанционды қорғаныс

REL 670 терминалының дистанциондық қорғанысының қолдану аймағы

Интеллектуалды электронды құрылғы (ИЭК) REL670 мониторинг, қолданылуы оңай, функционалды, ауалық және кабельдік линияны максималды сенімді қорғанысты қамтамасыз етеді. Жоғары өнімділігі екісымдық, параллельдік және тізбектелген компенсеруші линияларды дистанциондық қорғаныспен қамтамасыз ете алады. Құрылғының функционалдылығы әрбір қорғанысқа өзінділік ерекше талаптары сәйкес жауап бере алады. Құрылғы желі қорғанысы үшін қажетті қызметті іске асырады және сол себепті жан жақты қолдануды рұқсат етеді.

Дистанциондық қорғаныстың REL 670 сандық микропроцессорлық құрылғысы шкаф құрамында берілген өзгерістермен немесе арнайы бір іске өзгертілген бола алады. Құрылғы берілген энергожүйеге байланысты жеңіл

бейімделе алады. Ол жоғары сезімталдық пен линия соңындағы байланысқа қойылатын талабы аз. Алты группалық бес аймағын өлшеу және қондыру бір-бірінен тәуелсіз орындалып барлық линияларда сенімділікті арттырады. Тораптық нейтрал жермен қосылуы, өтемделуі немесе оқшаулануы мүмкін.

Қорғаныстың қызметі құрылғының негізгі қызметі дистанционды өлшеу әдісімен қысқа тұйықталу жеріне дейінгі аралықты анықтау болып табылады. Бұл дистанционды өлшеу аспаптары көп жүйелі болып табылады, әсіресе аралас көп фазалы зақымданулар үшін. Іске қосылудың әртүрлі әдістері құрылғыны тораптағы әртүрлі жағдайларға және пайдаланушылардың әр келкі сұранымдарына бейімдеуге мүмкіндік береді.

REL 670 құрылғысында өзгермелі кіріс шығыстары бар. Олар қатарынан бірнеше алгоритмдермен, объектілермен, интегралдық және таратылған архитектурамен жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Осылайша, REL670 қосалқы стансаны сенімділік және функционалдық жағын арттыратын құрылғы болып табылады.

Құрылғыдағы қызмет етулер көлемі

Дистанциондық қорғаныстың REL670 сандық микропроцессорлық құрылғысы келесі қызметтерді іске асырады. Ең қажетті қорғаныс функциялары:

Дистанциондық қорғаныс:

5 аймақтық, толық схемалық жылдам іске асатын дистанциалық қорғаныс, сонымен қатар жүктеме режиміне байланысты импедансты полигональды характеристикасын немесе шеңбер характеристикасын логикалық түрде қолдану;

логикалық түрде фазаны таңдау және логикалық түрде зақымданған жерде қосылу;

таңдау бойынша «алдыға», «артқа» бағытталған немесе бағытталмаған алты дистанциалық сатылар, сатылардың біреуі аралық аумақ ретінде пайдаланауы мүмкін;

іске қосылудың полигональды сипаттамасы арқасында торап шарттарына оптималды бейімделуі;

энергожүйеде тербелістерді анықтау және оларды блоктау;

логикалық түрде зақымдалған фазаны анықтау;

әр фаза бойынша істен шығаруы мүмкін;

тербелісті анықтаудың бапталынатын бағдарламасы бар;

тораптағы тербеліс кезінде дистанциалық қорғаныстан берілетін команда бойынша қажетсіз істен шығарулардың алдын алу;

асинхронды режим кезінде істен шығаруға параметрлерді қосымша баптау.

T-образдық фидерлердің қосылысын жоғарыимпеданстық дифференциалдық қорғаныс.

Токтық қорғаныстар:

Жылдам әрекет етуші фаздық максималды ток қорғанысы (МТЗ) және нөлдік тізбектегі МТЗ;

Төрт сатылы бағытталған фаздық МТЗ және нөлдік тізбектегі МТЗ тәуелсіз және керібайланысты іске асу характеристикасымен;

Төрт сатылы бағытталған фаздық кері тізбектелген МТЗ;

Логикалық схема байланысымен бағытталған нөлдік тізбектелген МТЗ;

Жерден қысқа тұйықталудан сезімталды бағытталған қорғаныс;

Фаза үзілуінен қорғаныс;

Жылулық асқын кернеуден қорғаныс.

Басқару функциялары:

8 немесе 15 аппараттарды басқару;

Бірнеше резервтілік нұсқалар;

Автоматты қайта қосу;

Селекторлы қозғалтқыш 32 өзгерісімен.

Дистанциалық қорғаныс

Дистанциалық қорғаныс құрылғының негізгі функциясы болып табылады. Ол өлшемдердің жоғарғы деңгейлі дәлдігімен, тораптағы әртүрлі жағдайларға икемді бейімделумен сипатталады және бірқатар қосымша функцияналды мүмкіндіктері бар.

Көп бұрышты іске қосылу сипаттамасы бар дистанциалық қорғаныс.

Функцияның түсіндірмесі жұмыстық көпбұрыш.

Әр дистанциалық зона үшін сәйкес зона сипаттамасын көрсететін жұмыстық көпбұрыш анықталады. Әр зақымдалған контур үшін барлығы 5 тәуелсіз зонасы және қосымша бір күйге келтірілген зонасы болады. Бұл жағдайда бірінші зонаның көпбұрышы (“алға” бағытталған зона ретінде) сұр түспен ерекшеленген. Үшінші зона “артқа” бағытталған зона ретінде келтірілген.

Көпбұрыш жалпы жағдайда R және X осьтері бар параллелограмммен, сондай-ақ φ иілу бұрышынан беріледі.

R last және last параметрлері бар жүктеме секторы көпбұрыштан жүктеме импедансының ауданы бөліп шығарады. Осьтер әр зона үшін индивидуалы түрде (жеке) беріле алады. Желі, R last, last мәндері барлық зоналар үшін ортақ беріледі. Параллелограмм R-X координаталар жүйесіне қатысты симметриялы. Бағыт сипаттамасы қажетті квадрантта іске қосылу ауданын шектейді.

R ось бойынша кесінді фаза аралық ҚТ үшін бір жақтан және жерге ҚТ үшін екінші тоқтан жерге ҚТ кезінде активті кедергі бойынша үлкен қор алу үшін беріле алады.

Z1 бірінші зонасы үшін қосымша екі жақты қоректенетін желідегі ҚТ жағдайында ЖӘНЕ/НЕМЕСЕ бұрышының аутқуы садарынан ҚТ кедергісін өлшеуінің төмендеуінен сатының іске қосылуының алдын алатын аудан болады. Z1 және одан жоғары зоналар үшін бұл аудан болмайды.

Дистанциалық қорғаныста келесі сатылар (аймақтар) бар:

Тәуелсіз сатылар:

Бірінші саты $R(Z1)$, $X(Z1)$ (тез әрекет етеді), уақыт бойынша ұстанымы бар T1POL (бір фазалы ҚТ кезінде) немесе T1MHRPOL (көп фазалы ҚТ кезінде);

Екінші саты (резервті) $R(Z2)$ $X(Z2)$ $Z2$, уақыт бойынша ұстанымы бар T2POL (бір фазалы ҚТ кезінде) немесе T2MHRPOL (көп фазалы ҚТ кезінде);

Үшінші саты (резервті) $R(Z3)$, $X(Z3)$ $Z3$, уақыт бойынша ұстанымы бар T3;

Төртінші саты (резервті) $R(Z4)$, $X(Z4)$ $Z4$, уақыт бойынша ұстанымы бар T4;

Тәуелді саты (басқарылатын):

$R(Z1B)$, $X(Z1B)$ $Z1B$ аралық саты, уақыт бойынша ұстанымы бар T1B1POL (бір фазалы ҚТ кезінде) немесе T1BMHRPOL (көп фазалы ҚТ кезінде).

Бірінші сатыны есептеу

Дистанциондық қорғаныстардың есептеулерінде толық кедергі Z алынады, бірақ бұл есептеуде толық кедергінің орнына реактивті кедергі X -ті колданамыз, өйткені кернеуі 1000В-тан асатын желілерде активті кедергі реактивті кедергіден едәуір аз.

Бірінші сатының кедергісі қарама-қарсы жатқан қосалқы стансаның шинасындағы 3-фазалық ҚТ-дан реттеу(қайтару) арқылы таңдалады, біздің жағдайда ҚТ есептелмей-ақ Л3 желісінің кедергісі алынады.

$$Z'_{Л7} = Z7 / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \cdot Z_{Л7} = 0,85 \cdot 9,2 = 7,82 \text{ Ом} \quad (5.1)$$

Бұл жерде $\beta = 0,05$ -кернеу трансформаторлары мен кедергі релелерінің қателіктерін ескеретін коэффициент, $\delta = 0,1$ - электрлік шамалардың біріншілік есептік қателіктерін ескеретін коэффициент.

Бірінші саты уақыт ұстанымынсыз іске қосылады.

Екінші сатыны есептеу

Екінші саты көршілес желілердің тез іске қосылатын қорғаныстарымен шатаспауы керек, демек келесідей екі шарт бар:

- 1) Л7 желісінің дистанциондық қорғаныстың бірінші сатысы;
- 2) 2-қосалқы стансасының трансформаторының релелік қорғанысы.

Бірінші шарт бойынша Л7 желісінің бірінші сатысын есептеу қажет

$$Z'_{Л35} = Z_{Л35} / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \cdot Z_{Л35} = 0,85 \cdot 7,2 = 6,12 \text{ Ом}; \quad (5.2)$$

Л5 желісінің екінші сатысы

$$Z''_{Л7} = (Z_{Л7} + (1 - \alpha) \cdot Z'_{Л35} / K_{Т.7}) / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \cdot Z_{Л7} + 0,66 \cdot Z_{Л35} / K_{Т.35} \cdot (5.3)$$

Бұл жерде $\alpha = 0,1$ - ток трансформаторларының қателігін ескеретін коэффициент;

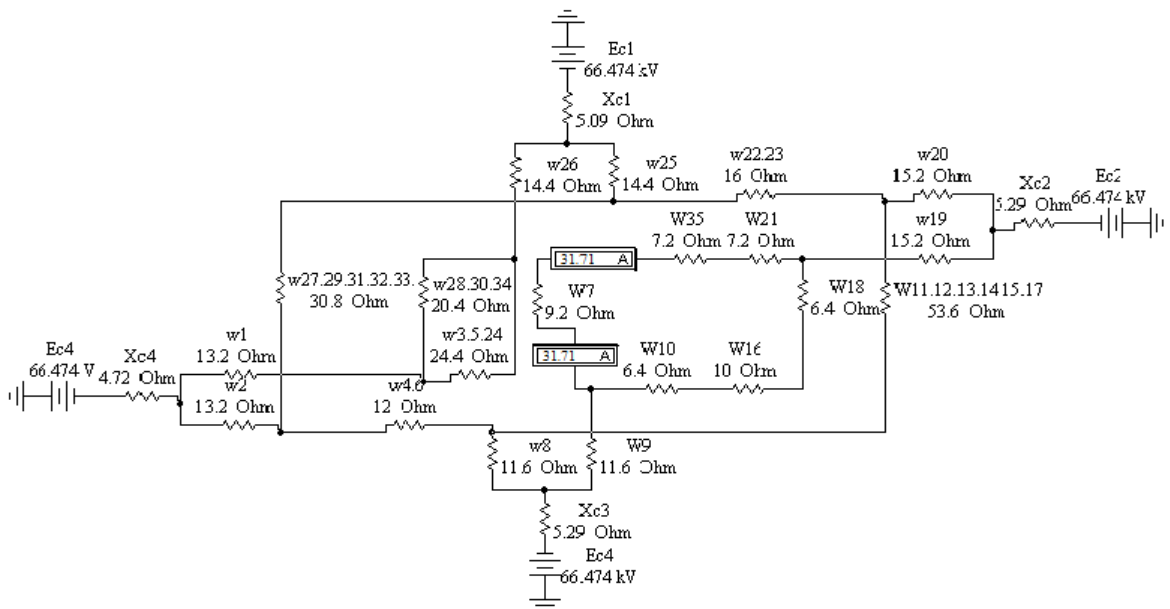
$K_{T.7}$ - токтаралу коэффициент.

$K_{T.7}$ токтаралу коэффициенті көршілес Л7 желісіндегі ҚТ кезіндегі мүмкін болатын қоректенуді ескереді.

$$K_{T.7} = I_7 / I_{35} . \quad (5.4)$$

Бұл жерде I_1 және I_3 - Л35 және Л7 желілерінің қорғаныс комплекттерінен өтетін ҚТ токтары, ҚТ Л5 желісінің соңында максималды режимде.

I_1 және I_3 токтарын табу үшін керекті сұлбаны симулятор программасында құрастырамыз, Л35 және Л7 желілерінің қорғаныс орындарына амперметрді орнатамыз.



Сурет 5.1- Дистационды қорғаныста Л5 желісіндегі ҚТ

$$K_{T.35} = I_7 / I_{35} = 31.71 / 31.71 = 1. \quad (5.5)$$

$$Z_{Л7}^{11} = (Z_{Л7} + (1 - \alpha) \cdot Z_{Л35}^I / K_{T.35}) / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \cdot Z_{Л7} + 0,66 \cdot Z_{Л35} / K_{T.35} = 0,85 \cdot 9,2 + 0,66 \cdot 7,2 / 1 = 12,572 \text{ Ом}. \quad (5.6)$$

Екінші шарт бойынша Л35 желісінің қорғанысының екінші сатысы Т10 трансформаторының соңында 10кВ-тық шинадағы ҚТ-дан реттейміз:

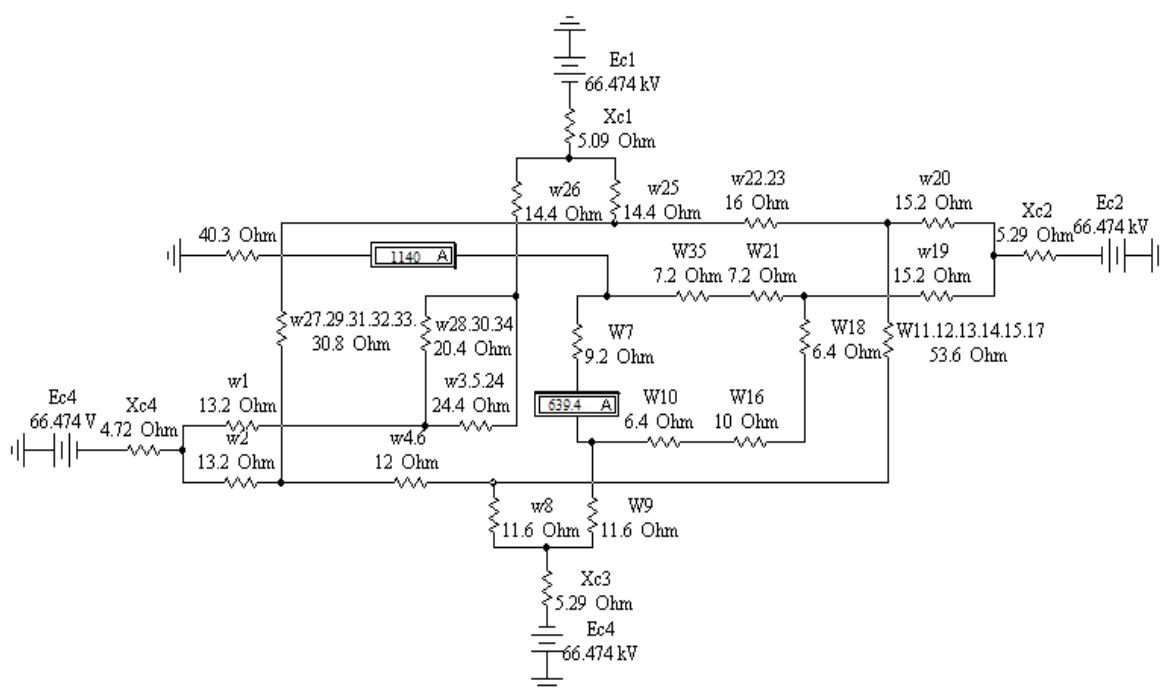
$$Z_{Л7}^{II} = (Z_{Л7} + Z_{ТП12}^I / K_{T.ТП12}) / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \cdot (Z_{Л7} + Z_{ТП12} / K_{T.ТП12}). \quad (5.7)$$

$K_{T.TP10}$ токтаралу коэффициенті көршілес қосалқы стансадағы трансформаторының соңындағы ҚТ кезіндегі мүмкін болатын қоректенуді ескереді.

$$K_{T.TP12} = I_7 / I_{TP12} \cdot \quad (5.8)$$

Бұл жерде I_1 және I_{TP3} - Л35 және TP10 трансформаторының қорғаныс комплекттерінен өтетін ҚТ тоқтары, ҚТ Л7 желісінің соңында максималды режимде.

I_{35} және I_{TP10} тоқтарын табу үшін керекті сұлбаны симулятор программасында құрастырамыз, Л35 және TP10 трансформаторының қорғаныс орындарына амперметрді орнатамыз.



Сурет 5.2- Дистационды қорғаныста Т10 трансформаторындағы ҚТ

$$K_{T.TP2} = I_{35} / I_{TP10} = 281,2 / 531,6 = 0,53 \quad (5.9)$$

$$Z_{Л7}'' = (Z_{Л7} + Z_{TP35}' / K_{T.TP12}) / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \cdot (Z_{Л7} + Z_{TP35}' / K_{T.TP12}) = 0,85 \cdot (9,2 + 103,15 / 0,53) = 173,25 \text{ Ом}$$

Екі шарттан ең кішісін таңдаймыз

$$Z_{Л7}'' = 12,572 \text{ Ом.}$$

Л3 желісінің қорғанысының екінші сатысының сезімталдылық коэффициентін тексереміз

$$K_{\psi} = Z_{Л7}^{II} / Z_{Л7} = 12,572 / 9,2 = 1,4 > 1,25. \quad (5.10)$$

Сезімталдылық шарты қанағаттандырылды.

Екінші сатының уақыт ұстанымын селективтілік сатысына тең деп қабылдаймыз, яғни

$$t_{ЗЛ7}^{II} = \Delta t; \quad \Delta t = 0,5 \text{ сек.}$$

Үшінші сатыны есептеу

Қорғаныстың үшінші сатысын іске асыратын қосқыш релелері жүктеменің жұмыс режиміндегі минималды кедергіден орнатылуы керек, яғни эксплуатацияда мүмкін болатын шарттардағы максималды жұмыс тогы $I_{\text{раб.макс.}}$ және минималды кернеу $U_{\text{раб.мин.}} = (0,9 - 0,95) U_{\text{ном.}}$

Тежелген қозғалтқыштардың өзіндік іске қосылу коэффициентін $k_3 = 1,5$, сенімділік $k_H = 1,2$ және қайтымдылық коэффициенттерін $k_B = 1,05 - 1,1$ ескеріп, реленің бірінші ретті іске қосу кедергісін келесідей анықтаймыз:

$$Z_{Л7}^{III} = \frac{U_{\text{раб.мин}}}{\sqrt{3} K_H K_3 K_B I_{\text{раб.макс}} \cos(\varphi_{\text{м.ч.}} - \varphi_{\text{раб}})}. \quad (5.11)$$

мұнда $\varphi_{\text{м.ч.}} = 75^0$ - максималды сезу бұрышы .

$$\cos \varphi_{\text{раб}} = 0,8, \quad \arccos 0,8 = 36,8^0$$

$$Z_{Л7h}^{III} = \frac{0,9 \cdot 110 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 263 \cdot \cos(75^0 - 36,8^0)} = 139,81 \text{ Ом.}$$

Үшінші сатының сезімталдық коэффициентін тексеру.

Дистанциондық қорғаныстың үшінші сатысыны келесі екі шарт бойынша есептейміз:

- 1) Қорғалатын желінің соңындағы ҚТ,
- 2) Резервтелетін зонаның соңындағы ҚТ, әсіресе үшінші саты көршілес жатқан ең ұзын желінің соңындағы ҚТ-ды сенімді сезу керек.

Сезімталдылық коэффициенті бірінші шарт бойынша:

$$. K_{\psi} = Z_{Л7}^{III} / Z_{Л7} = 139,81 / 9,2 = 15,2 > 1,25. \quad (5.12)$$

Үшінші сатының мәні бірінші шарттың талаптарына сәйкес келеді.

Екінші шарт бойынша сезімталдылық коэффициенті ЛБ желісінің соңындағы ҚТ арқылы есептеледі.

$$K_{\text{ч}} = Z_{\text{Л7}}^{\text{II}} / Z_{\text{защ.мак.}} \geq 1,2. \quad (5.13)$$

Бұл жерде $Z_{\text{защ.мак.}}$ - ең ұзын желі Л7 соңындағы ҚТ кезіндегі үшінші саты релесіне жалғанатын максималды мән.

$Z_{\text{защ.мак.}}$ энергожүйенің минималды режимінде токтаралу коэффициентін ескере отырып есептелінеді.

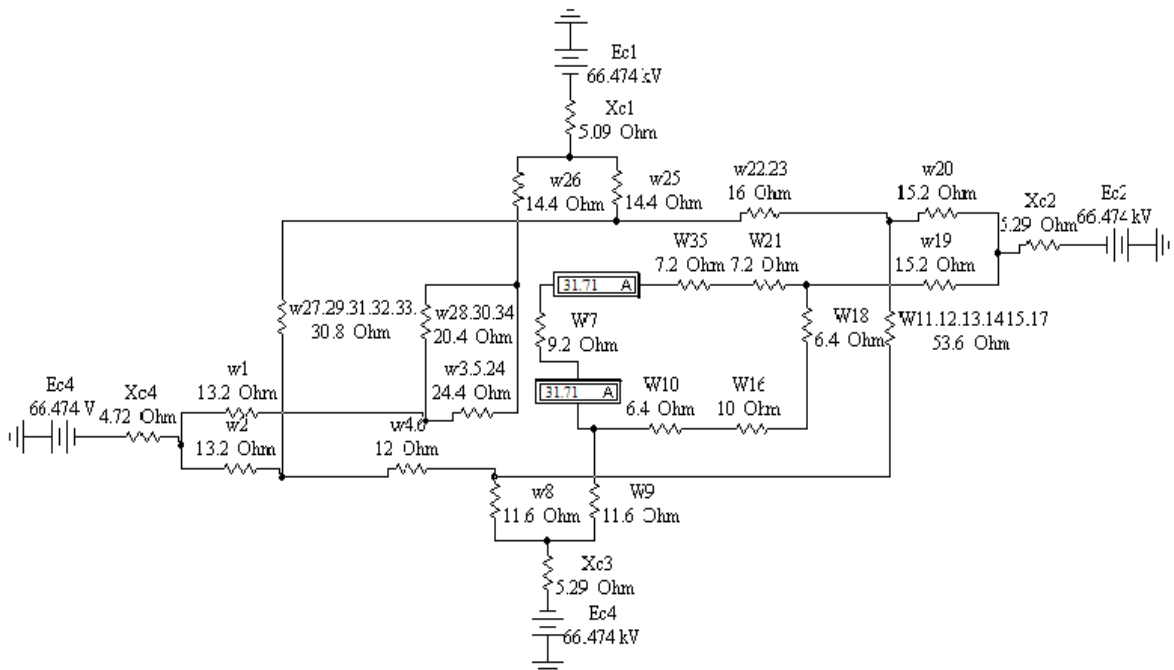
$$Z_{\text{защ.мак.}} = Z_{\text{Л35}} + Z_{\text{Л7}} / K_{\text{T.MIN}}. \quad (5.14)$$

$K_{\text{T.MIN}}$ токтаралу коэффициенті көршілес желі Л6-дағы ҚТ кезіндегі мүмкін болатын қоректенуді ескереді.

$$K_{\text{T.MIN}} = I_{1.MIN} / I_{\text{Л3.МИН}}. \quad (5.15)$$

Бұл жерде $I_{1.MIN}$ және $I_{\text{Л3.МИН}}$ - Л35 және Л7 желілері қорғаныс комплектінен ағып өтетін ҚТ тогы, энергожүйенің минималды режим кезіндегі ҚТ нүктесі Л7 желісінің соңында.

$I_{1.MIN}$ және $I_{\text{Л3.МИН}}$ токтарын табу үшін керекті сұлбаны симулятор программасында құрастырамыз, Л35 және Л7 желілерінің қорғаныс орындарына амперметрді орнатамыз.



Сурет 5.3- Дистанционды қорғаныста Л7 желісіндегі ҚТ

$$K_{\text{T.MIN}} = I_{1.MIN} / I_{\text{Л3.МИН}} = 31,71 / 31,71 = 1$$

$$Z_{\text{защ.мак.}} = Z_{\text{Л35}} + Z_{\text{Л7}} / K_{\text{T.MIN}} = 7,2 + 9,2/1 = 16,4 \text{ Ом}$$

$$K_{\text{ч}} = Z_{\text{Л35}}^{\text{III}} / Z_{\text{защ.мак.}} = 139,81 / 16,4 = 8,53 \geq 1,2$$

Үшінші сатының кедергісінің мәні екінші шарт бойынша сезімталдылықты қанағаттандырады.

Үшінші сатының уақыт ұстанымын карсы-сатылы принцип бойынша(МТҚ сияқты) көршілес желінің үшінші сатысының уақыт ұстанымынан жоғарырақ алынады.Егерде көршілес желілер көп болса олардың арасындағы үшінші сатысы ең үлкен іске қосылу уақытқа ие болғаны алынады.

Төртінші сатыны есептеу

Төртінші сатыны есептеу үшін негізгі қорғалатын желінің артындағы ең қысқа желіні пайдаланамыз. Л22 төртінші сатысы келесі формула арқылы анықталады:

$$Z_{\text{Л22}}^{\text{IV}} = \frac{Z_{\text{Л22}}^{\text{I}}}{K_{\text{H}}} = \frac{0,85 \cdot 12,8}{1,2} = 9,07 \text{ Ом}; \quad (5.16)$$

$$K_{\text{ч}} = Z_{\text{Л22}}^{\text{IV}} / Z_{\text{Л22}} = 9,07 / 6 = 1,5 > 1,25. \quad (5.17)$$

Л7-тің үшінші сатысының уақыт ұстанымы $t_{\text{Л7}}^{\text{III}} = 0,8 \text{ с}$

Л6-тің үшінші сатысының уақыт ұстанымы $t_{\text{Л6}}^{\text{III}} = t_{\text{Л7}}^{\text{III}} + \Delta t = 0,8 + 0,5 = 1,3 \text{ с}$

Л5-тің үшінші сатысының уақыт ұстанымы $t_{\text{Л5}}^{\text{III}} = t_{\text{Л6}}^{\text{III}} + \Delta t = 1,3 + 0,5 = 1,8 \text{ с}$

$$Z_{\text{cp}} = Z_{\text{сз}} \cdot n_{\text{T}} / n_{\text{H}} \quad (5.18)$$

Z_{cp} мәніне қарап каталогтық мәліметтер бойынша реленің қойылымы таңдалынады.

Барлық сатылар үшін $n_{\text{T}}=200/5=40$, $n_{\text{H}}=110000/100=1100$ деп қабылдап Z_{cp} есептейміз

$$Z^{\text{I}} = 6,12 \cdot \frac{40}{1100} = 0,222 \text{ Ом};$$

$$Z^{\text{II}} = 11,98 \cdot \frac{40}{1100} = 0,44 \text{ Ом};$$

$$Z^{\text{III}} = 203,56 \cdot \frac{40}{1100} = 7,4 \text{ Ом};$$

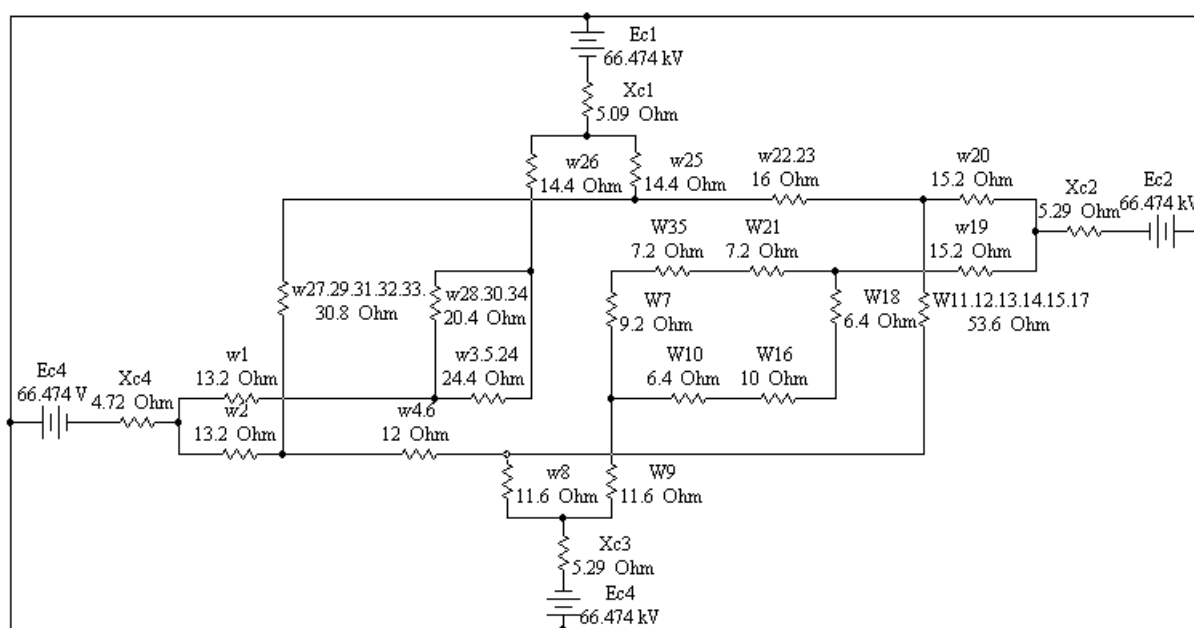
ДҚ-тың селективтілік картасы А1 форматтағы 5-ші сызда көрсетілген.

5.4 АBB фирмасы REL 670 типінің параметрленуі

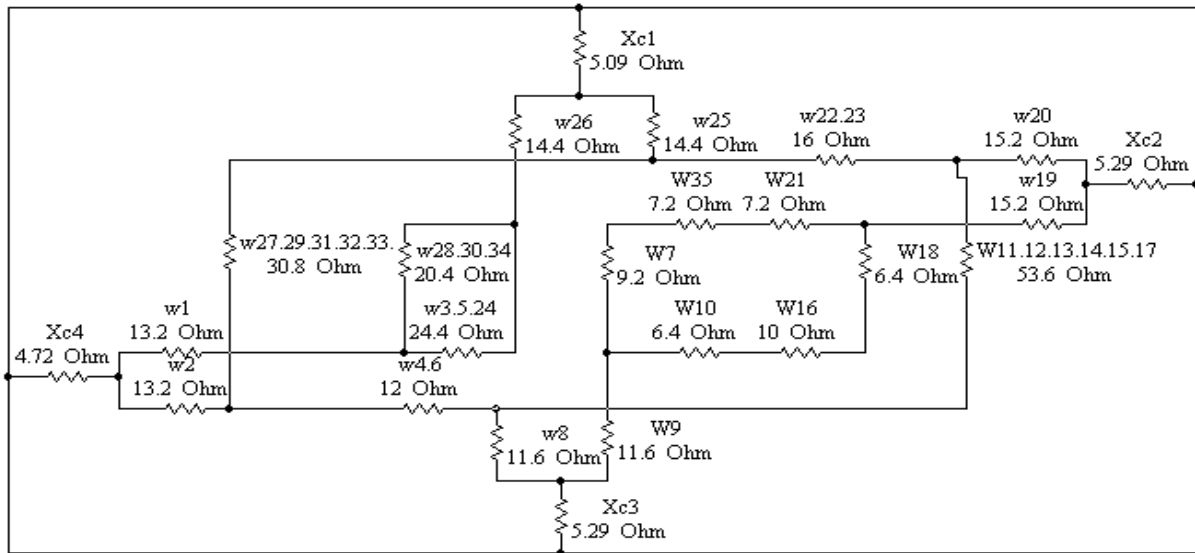
Параметрлену арнайы РСМ 600 программасы арқылы жүзеге асады. Проекттің құрамының сұлбасы Қосымша А, сурет А22 көрсетілген. REL 670 ZMQPDIS:1 типінің параметрлері Қосымша А, кесте А3 көрсетілген.

5.5 Төрт сатылы нөл реттік тоқ қорғанысын (НРТҚ) есептеу

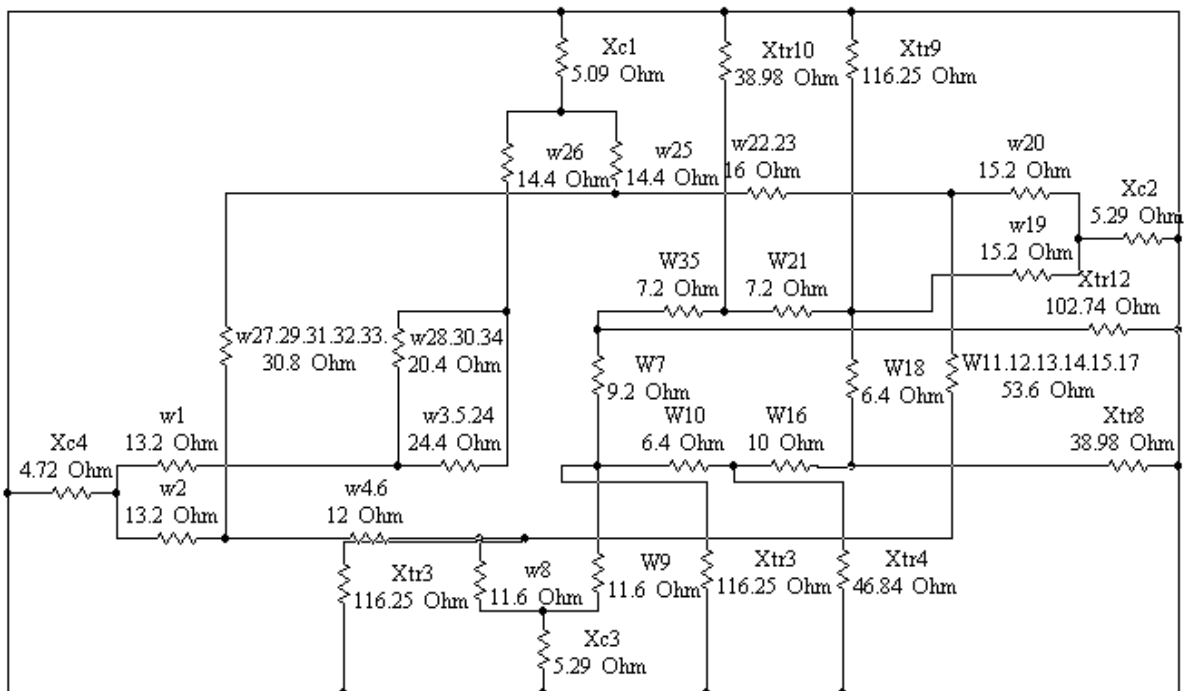
НРТҚ $3I_0$ тогы бойынша есептелінеді, ал нөл реттілік токтарды есептеу үшін бір фазалы және екі фазалы жерге ҚТ комплексті сұлбаларын пайдалану керек. Комплекстік сұлбалар тура, кері және нөлдік реттіліктердің орынбасу сұлбаларын қамтиды және "ELECTRONICS WORKBENCH" бағдарламасының көмегімен токтарды анықтаймыз.



Сурет 5.4 - Максимал режимдегі тура ретті орынбасу сұлбасы



Сурет 5.5 - Максимал режимдегі кері ретті орынбасу сұлбасы



Сурет 5.6 - Максималды режимдегі нөл ретті орынбасу сұлбасы

НРТҚ бірінші сатысын есептеу

Уақыт ұстанымынсыз іске қосылатын бірінші сатысы қарсыдағы қосалқы стансаның шинасында энергожүйенің максималды режимінде ҚТ болған кезде қорғаныс орнатылатын жерден өтетін ток $3I_0$ шарты бойынша таңдалады.

$$I_{л9}^I = K_H \cdot 3 \cdot I_0, \quad (5.19)$$

Бұл жерде $K_H = 1,3$ - сенімділік коэффициенті.

Жерге ҚТ-дың екі түрі бар: бір фазалы жерге ҚТ және екі фазалы жерге ҚТ, яғни екі шарт орын алады.

$$I_{Л9}^I = K_H \cdot 3 \cdot I_0^{(1)}, \quad (5.20)$$

$$I_{Л9}^I = K_H \cdot 3 \cdot I_0^{(1.1)}. \quad (5.21)$$

Нөлдік токтарды анықтау үшін симмулятор-программасында тура модельдеу әдісін пайдаланамыз. Тура, кері және нөл реттіліктерден тұратын комплексті сұлбаларды тұрғызу қажет. Амперметр нөл реттілік сұлбада қорғаныстың қойылатын жерінде орнатылады.

Комплексті сұлбаларды құрастырғанда келесіге көңіл бөлу қажет:

а) реттіліктердің орынбасу сұлбаларының бас нүктесі ретінде қуат өндірушілерді біріктіретін нейтраль болып табылады, ал нөл реттілікте оған тағы трансформаторлардың кедергілері қосылады;

ә) сұлбаның соңғы нүктесі болып ҚТ нүктесі болады.

22 желісінің соңындағы бір фазалы қысқа тұйықталу тоғының сұлбасы Қосымша А, сурет А1 көрсетілген.

22 желісінің соңындағы екі фазалы қысқа тұйықталу тоғының сұлбасы Қосымша А, сурет А2 көрсетілген.

Модельдеу нәтижелері:

$$I_0^{(1)} = -598.2 \text{ A},$$

$$I_0^{(1.1)} = 606.4 \text{ A}.$$

Егерде теріс сан шығатын болса оның модулі алынады. Екі шарттан ең үлкен I_0 ток алынады және бұл мән үшін іске қосылу тогы есептелінеді.

$$I_{Л7}^I = K_H \cdot 3 \cdot I_0 = 1,3 \cdot 3 \cdot 606.4 = 2365 \text{ A},$$

$$t_{Л7}^I = 0 \text{ с}.$$

Екінші сатыны есептеу

Екінші сатының іске қосылу тогын мына шарт бойынша анықтаймыз:

Екінші сатыны келесі қорғаныстың I сатысының іске қосылу тоғынан келтіріп аламыз:

Қорғалынып жатқан желіден кейін орналасқан желінің қ.т. болғанда қорғаныстан өтетін үш еселенген нөл реттік токтан аламыз:

$$I_{Л7}'' = K_H \cdot 3 \cdot I_0,$$

мұндағы $K_H = 1,2$ – сенімділік коэффициенті.

7 желіні үшке бөлгендегі мәнімен сәйкестендіріп 35 желінің мәнін аламыз. Ол үшін 35 желінің қысқа тұйықталу тоқтары есептейміз.

$I_{Л35}^I$ тура $I_{Л7}^I$ сияқты анықталады, программа-симулятордағы комплексті сұлбаны суреттерде көрсетеміз.

35 желісінің соңындағы бір фазалы қысқа тұйықталу тоғының сұлбасы Қосымша А, сурет А3 көрсетілген.

35 желісінің соңындағы екі фазалы қысқа тұйықталу тоғының сұлбасы Қосымша А, сурет А4 көрсетілген.

Модельдеу нәтижелері:

$$I_0^{(1)} = -443.2 \text{ A},$$

$$I_0^{(1.1)} = 473 \text{ A}.$$



Екі шарттан ең үлкен I_0 ток алынады және бұл мән үшін іске қосылу тогы есептелінеді.

$$I_{Л35}^I = K_H \cdot 3 \cdot I_0 = 1,3 \cdot 3 \cdot 473 = 1844,7 \text{ A}.$$

Бөлгендегі мәні:

$$I_{35}^I = 1844,7 / 3 = 614,9 \text{ A}.$$

Л35 желісінің қорғанысының бірінші сатысының соңында ҚТ кезіндегі Л35 желісінің қорғанысы орнатылған жеріндегі ағып өтетін $3I_0$ тогын модельдеу арқылы анықтауға болады.

Ол үшін симмулятор-программасында комплексті сұлба салынады. Сонымен қатар Л35 желісінің кедергісінің орнындағы резистор  жеріне патенциометр  орнатамыз. Потенциометрдің ортаңғы нүктесі қозғалмалы ҚТ нүктесі ретінде пайдаланылады. Л6 желісінің басынан бастап бірінші сатының соңына дейін кедергіні ауыстырып отырамыз. Потенциометрдің кедергісін ауыстыру арқылы Л35 желісінің басында орнатылған амперметрдегі көрсеткіш қадағаланып отырады. Потенциометрдің ортаңғы нүктесі Л35 желісінің бірінші сатының соңына жеткенде амперметрдегі көрсеткіш $I_{Л35}^I / 3$ мәнін көрсету керек. Осыдан кейін барып Л7 желісінің басында орнатылған амперметрдегі көрсеткішті байқауға болады, бұл ізденілген ток I_0 болады. Ары қарай $I_{Л7}''$ есептелінеді.

35 желісінің соңындағы бір фазалы потенциометрлі қысқа тұйықталу тоғының сұлбасы Қосымша А, сурет А5.

35 желісінің соңындағы екі фазалы потенциометрлі қысқа тұйықталу тоғының сұлбасы Қосымша А, сурет А6.

Модельдеу нәтижелері:

$$I_0^{(1)} = -445,2 \text{ A},$$

$$I_0^{(1.1)} = 444,8 \text{ A},$$

$$I_{Л7}'' = K_H \cdot 3 \cdot I_0 = 1,2 \cdot 3 \cdot 445,2 = 1602,72 \text{ A}.$$

Екінші сатының сезімталдығын тексереміз

НРТҚ екінші сатысының сезімталдығын энергожүйенің минималды режимінде қорғалатын желінің соңындағы екі фазалы ҚТ арқылы тексереміз.

Сезімталдық коэффициенті

$$K_q = 3 \cdot I_0^{(1)} / I_{Л7}'' \geq 1,2.$$

$3 \cdot I_0^{(1)}$ -Л7 желісінің соңында ҚТ кезінде Л7 желісінің қорғаныс комплектінен өтетін ток.

22 желісінің соңындағы бір фазалы минималды режимдегі қысқа тұйықталу тоғының сұлбасы Қосымша А, сурет А7.

Бұл ток модельдеу арқылы комплекстік сұлбадан табылады. Өлшеулер нәтижесі:

$$I_{0Л7}^{(1)} = 601,4 \text{ A},$$

$$K_q = 3 \cdot I_{0Л7}^{(1)} / I_{Л7}'' = 3 \cdot 601,4 / 1602,72 = 1,13 < 1,2.$$

Сезімталдық шарты қанағаттанбады.

$$t_{Л7}'' = \Delta t = 0,3 \text{ c}.$$

Үшінші саты тура екінші сияқты есептелінеді, бірақ үшінші сатыны көршілес желінің екінші сатысынан реттейміз. Ол үшін көршілес желінің екінші сатысын есептейік.

21 желісінің соңындағы бір фазалы қысқа тұйықталу тоғының сұлбасы Қосымша А, сурет А8 көрсетілген.

21 желісінің соңындағы екі фазалы қысқа тұйықталу тоғының сұлбасы Қосымша А, сурет А9 көрсетілген.

Модельдеу нәтижелері:

$$I_0^{(1)} = -567,8 \text{ A},$$

$$I_0^{(1,1)} = 580,4 \text{ A},$$

$$I_{Л21}^I = K_H \cdot 3 \cdot I_0 = 1,3 \cdot 3 \cdot 680,4 = 2263,56 \text{ A}.$$

Бөлгендегі мәні:

$$I_{21}^I = 2263,56 / 3 = 754,52 \text{ A}.$$

21 желісінің соңындағы бір фазалы потенциометрлі қысқа тұйықталу тоғының сұлбасы Қосымша А, сурет А10.

21 желісінің соңындағы екі фазалы потенциометрлі қысқа тұйықталу тоғының сұлбасы Қосымша А, сурет А11.

Модельдеу нәтижелері:

$$I_0^{(1)} = -340,3 \text{ A},$$

$$I_0^{(1,1)} = 339,3 \text{ A},$$

$$I_{Л35}^{II} = K_H \cdot 3 \cdot I_0 = 1,2 \cdot 3 \cdot 340,3 = 1225,1 \text{ A}.$$

Бөлгендегі мәні:

$$I_{Л35}^{II} / 3 = 408,4 \text{ A}.$$

Бұл мән арқылы Л7 желісінен ағып өтетін токты табамыз:

35 желісінің соңындағы бір фазалы потенциометрлі қысқа тұйықталу тоғының сұлбасы Қосымша А, сурет А12.

35 желісінің соңындағы екі фазалы потенциометрлі қысқа тұйықталу тоғының сұлбасы Қосымша А, сурет А13.

Модельдеу нәтижелері:

$$I_0^{(1)} = 286 \text{ A},$$

$$I_0^{(1,1)} = -285 \text{ A},$$

$$I_{Л7}^{III} = K_H \cdot 3 \cdot I_0 = 1,2 \cdot 3 \cdot 286 = 1030 \text{ A}.$$

Сезімталдық коэффициенті:

$$K_q = 3 \cdot I_0^{(1)} / I_{Л7}^m = 3 \cdot 601,4 / 1030 = 1,75 > 1,2 ,$$

Сезімталдық шарты қанағатталды.

$$t_{Л7}^m = t_{Л7}^n + \Delta t = 0,6c .$$

Төртінші сатыны есептеу

Төртінші сатының іске қосылу тогын I_{C3}^{IV} сыртқы үш фазалы қысқа тұйықталу кезіндегі ТТ-ң нөлдік сымындағы балансталмаған тогынан орнатуымыз керек. Бұл анықтама әдетте трансформатордың төменгі жағындағы Қ.Т. кезінде небаланс тогынан орнатуға сәйкес келеді.

$$I_{НБ} = K_H \cdot K_{ОДН} \cdot \xi \cdot I_{К.МАКС}^{(3)}$$

мұндағы $K_H = 1,2$ - реледегі қателікті және қажетті қорды ескеретін ретеу коэффициенті.

$K_{ОДН} = 1$ – ток трансформаторларының біркелкілік коэффициенті;

$I_{рас} = I_{к.макс}^{(3)}$ – желінің екі соңына қосылатын қосалқы станцияның трансформаторларынан кейінгі үш фазалық ҚТ-ның есептік тогы:

$\xi = 0,1$ -ток трансформаторының қателігі.

Трансформатордың Т12 төменгі жағындағы үш фазалы қысқа тұйықталу тогын анықтау сұлбасы Қосымша А, сурет А14.

$$I_{НБ} = 1 \cdot 0,1 \cdot 0,5 \cdot 390,7 = 19,535 \text{ А},$$

$$I_{Л7}^{IV} = K_H \cdot I_{НБ} = 1,25 \cdot 19,535 = 24,42 \text{ А}.$$

Сезімталдық коэффициентін анықтаймыз:

Негізгі қорғаныс желісінің сезімталдық коэффициентін:

$$K_q^{IV} = \frac{3I_{0.Л.МИН}^1}{I_{Л7}^{IV}} . \quad (5.23)$$

$I_{Л7}^{IV}$ - резервтелетін соңында бір фазалық ҚТ кезіндегі қорғаныс комплектінен ағатын ток.

Төртінші саты көршілес желілердің соңында орын алатын жерге ҚТ-лардың барлығын сезуі қажет.

$$K_q^{IV} = \frac{3 \cdot 601,4}{24,42} = 73,88 > 1,5.$$

Сезімталдық шартты қанағаттандырады.

Төртінші сатының уақыт ұстанымын карсы-сатылы принцип бойынша(МТҚ сияқты) көршілес желінің үшінші сатысының уақыт ұстанымынан жоғарырақ алынады.Егерде көршілес желілер көп болса олардың арасындағы үшінші сатысы ең үлкен іске қосылу уақытқа иесі алынады.

Л21-дың резервті сатысының уақыт ұстанымы $t_{Л21}^P = 0,8$.

Л35-нің резервті сатысының уақыт ұстанымы:

$$t_{Л35}^P = t_{Л3}^P + \Delta t = 0,8 + 0,5 = 1,3,$$

Л7-ның резервті сатысының уақыт ұстанымы:

$$t_{Л7}^P = t_{Л5}^P + \Delta t = 1,3 + 0,5 = 1,8,$$

НРТҚ сатылары үшін реленің іске қосылу тоқтарын есептеу

НРТҚ желіге тоқ трансформаторларынан құрастырылған $3I_0$ фильтр арқылы қосылады.Сондықтан НРТҚ сатыларының іске қосылу тоқтары екіншілік токтарда берілуі қажет.

$$i_{CP}^1 = I_{Л7}^1 / n_{ТА} \quad (5.24)$$

Бұл жерде $n_{ТА}$ - ток трансформаторларының трансформациялау коэффициенті: $n_{ТА} = 400/5 = 80$.

НРТҚ-ның селективтілік картасы А1 форматтағы 1-ші сызбада көрсетілген.

5.6 АВВ фирмасы REL 670 типінің параметрленуі

Параметрлену арнайы РСМ 600 программасы арқылы жүзеге асады REL 670 EF4PTOC типінің параметрлері Қосымша А, кесте А4 көрсетілген. Проектің құрамының сұлбасы Қосымша А, сурет А15 көрсетілген.

6 Тіршілік қауіпсіздігі

6.1 Еңбек шарттарын талдау

110/10/10 қосалқы станциясының еңбек шарттарын талдау.

Бұл дипломдық жұмысымдағы №3-қосалқы стансасы Республикамыздың оңтүстік бөлігінде, яғни Ленгер қаласында орналасқан. Қосалқы станса қаланың сырт жағында, яғни жергілікті тұрғындарға кедергі жасамайды және оған арнайы шарттар қойылады. Қосалқы стансада үш фазалық ТРДН-25000/110/10/10 екі орамды тармақталған трансформатор орнатылған. Өзіндік қажеттілікке қорек ететін 10/0,4 кВ-ты трансформатор бар.

Еңбек шарттары адамның денсаулығын және жұмыс қабілетін анықтайды. Жұмыс шартының жағдайы өндірістік факторлардың болуымен анықталады.

Қосалқы стансада көптеген факторлар бар. Физикалық өндіріс факторларына: қозғалмалы механизмдер, өндіріс жабдықтарының қозғалатын бөліктері, орын ауыстыратын бұйымдар, жұмыс орнының орналасуының жерден айтарлықтай биіктіктегі өткір жиектері, жоғары шандылық және ауаның газдануы; жабдықтар беттерінің, ауаның температурасының жоғарылауы; шу деңгейінің жоғарылауы, діріл.

Еңбек шартын талдау қосалқы стансадағы факторларын зерттеудің барлық кешенін болжайды. Әр әсер ету параметрін өлшеу әдісі сәйкес нормативті құжаттармен және әр түрлі әдістермен, мысалы практикаға пайдалы дәлдікпен дерексіз сандарда көрсетілген мәндерді қолдана отырып, эксперттік (мамандық) әдіспен айтылады. Мұнда шарттың әр элементі оның түріне және жұмыс істеп тұрған адамға әсер ету уақытындағы қандай да бір балл санымен бағаланады. Осы қосалқы станцияда 6 қызметкер жұмыс істейді. Олар: қосалқы стансадағы басшы, аға электрмеханик, электромеханик және электромонтерлер. Біздің қосалқы станса заманауи электр қондырғыларымен жабдықталғандықтан, ол көп адам санын қажет етпейді және ондағы жұмыс ауырлығы жеңіл болып саналады. Жұмысшылар 12 сағат жұмыс жасайтын болады.

Кесте 6.1 – Жұмыс категориясы

Жұмыс категориясы	Категория	Адам организмінің энергия шығыны, Ккал/сағ.	Жұмыс сипаттамасы
Жеңіл физикалық жұмыс I а	I а	138-172	Жұмыс отыру күйінде өтеді

Жұмыс орнындағы нормаланған климаттық параметрлер 2 – кестеде келтірілген.

Кесте 6.2– Температураның, ылғалдылық пен ауа қозғалысының нормалары МЕСТ 12.1.055.88ССБТ.

Жұмыс мезгілі	Ауа температура, °С	Салыстырмалы ауа ылғалдылығы, %	Ауа қозғалысының жылдамдығы, $\frac{м}{с}$
Суық	22 - 24	40–60	0,1
Жылы	23 - 25	30–50	0,2

Біздің қосалқы стансаның жарықтану түрі аралас болады, яғни табиғи және жасанды жарықты пайдаланамыз. Себебі қосалқы стансамыздың айырғыштары, ажыратқыштары, трансформаторлары ашық жерде орналасқан, ал тарату құрылғы ұяшықтары және басқару орындары жабық бөлмеде орналасады. Ашық тарату құрылғылары күндіз күн жарығымен жарықталып, түнде 4 ДРЛ шамдарымен жарықтанатын болады. Ал жабық тарату құрылғыларының жарықтануына келетін болсақ, оларды күндіз де түнде де люминесценттік лампалар жарықтандыратын болады.

Өрт қауіпсіздігі Қазақстан Республикасында белгіленген талаптарына сәйкес жасалынатын болады. Өртсөндіргіштер қызметкерлерге көрнекті және оңай жетімді жерде орналасуы тиіс. Және апаттық жағдайда тез арада бөлмеден шығу жолдары көрсетілген бөлме схамасы болуы керек.

Электр қауіпсіздігі дегеніміз – ол, электромагниттік өрістің, статикалық электрленудің, электрлік доға мен электр тоғының зиянды және қауіпті әсерінен адамдарды қорғауды қамтамасыз ететін ұйымдастырылған және техникалық жұмыстар мен шаралардың жүйесі.

Егер адамның екі нүктесі арасында потенциалдар айырмасы болса, онда адам денесі арқылы электр тоғы жүреді. Адам бір уақытта жанасқан екі нүктелік тоқ тізбегі арасындағы кернеу -жанасу кернеуі деп аталады.

Дене арқылы жүретін электр тоқ адамға жылулық, биологиялық және электролиттік әсер етеді.

Тоқтың жылулық әсері электр энергиясының жылуға айналуында сезіледі және ол терінің, тканның және қан тамырларының қызуын тудырады.

Тоқтың биологиялық әсері тоқтың бұлшық еттер арқылы жүруінде оның қысқаруын тудырады.

Тоқтың электролиттік әсері қан құрамының өзгеруіне алып келеді.

Электр тоғына түсіп қалғанда төмендегі зақымдалулар болуы мүмкін:

күйіп қалу, терінің металдануы, электр белгілері, электроофтальмия, электр соққысы, механикалық зақымдалулар:

Электр доғасының әсері нәтижесінде пайда болатын күйік өте қауіпті болып табылады, өйткені оның температурасы $+3000-5000^{\circ}\text{C}$ аралығында болады;

терінің металдануы электр тоғының әсерінен металдың майда бөлікшелері теріге сіңуі нәтижесінде болады. Соның нәтижесінде терінің электр өтімділігі жоғарылайды, яғни оның кедергісі күрт төмендейді.

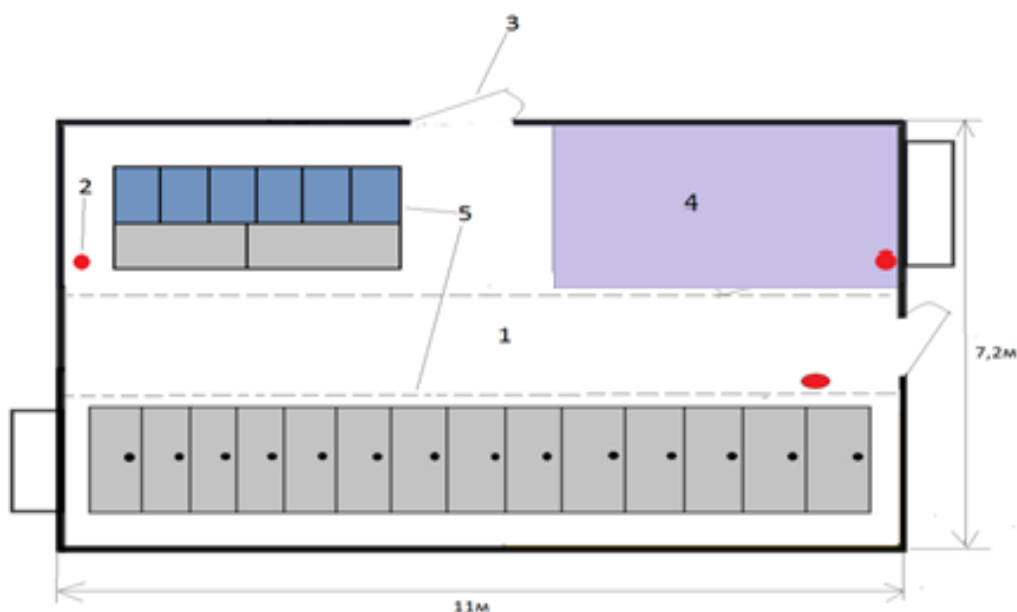
Электр белгілері деп, ток жүретін бөліктермен тығыз байланыста болғанда, яғни оны қысып ұстағанда теріде сұр немесе ақшыл – сары түсті дақтың қалуын айтамыз.

Электроофтальмия дегенде электр доғасының ультрафиолеттік сәулесі әсерінен көздің сыртқы қабатының зақымдалуын түсінеміз.

Электр соққысы болғанда, адам организмі жалпы зақымданады, яғни нерв және жүрек тамырларының бұзылуы, бұлшық еттерінің тырысуы пайда болады.

Механикалық зақымдалулар (тканның бөлшектенуі, сынықтар) адам бұлшық еттерінің тырысуы және де электр тоғының әсерінен төбеден құлау нәтижесінде болады.

Шу және дірілмен күресуді өнеркәсіпті, жұмыс орнын, жабдықтарды жобалау барысында қарастыру керек. Бұл үшін ұйымдастырушылық, техникалық және медико-профилактикалық шаралар қолданылады. Ұйымдастырушылық шараларға өндірістік бөлімдердің, жабдықтар мен жұмыс орындарының рационалды орналастыру, жұмысшылардың еңбегі мен дем алысын үнемі бақылау, жабдықтарды және санитарлық-гигиеналық талаптарға сай емес жұмыс орындарын қолдануды шектеу. Біздің қосалқы стансамыздағы жабық тарату құрылғысында шудың көзі электронды аппараттарды қызуынан сақтайтын желдеткіштерден болуы мүмкін. Оның шу нормадағы талаптарға сай келеді және уақытылы шаң тозаңнан тазартылып тұрады. Ал ашық тарату құрылғысында шу көзі трансформатор болады. Қосалқы станса жаңадан және де соңғы техникалармен қамтамасыз етілгендіктен трансформатор барлық талаптарға еркін жауап бере алады.



Сурет 6.1 Қ.С. жоспары.

6.2 Есептеулер

Қорғаныс жерге тұйықталуды есептеу.

Қорғаныс жерге тұйықталудың кедергісін есептеу бұрыштама болаттан жасалған вертикаль электродтардың көмегімен жүргізіледі. Вертикаль электрод ұзындығы- L , бұрыштама ені - b . Жерге тұйықтағыш тереңдігі- t_0 . Олар өзара сызықтама болат арқылы жалғанады. Барлық өлшем бірліктер СИ жүйесіне келтірілген.

Максимал рұқсат етілген жерге тұйықтағыштың кедергі мәндері есептеуде берілген.

Берілгені: $L=4,5$ м; $b=0,075$ м; $a=4,5$ м; $b_{п}=0,07$ м; $\rho=120$ Ом*м; $R=12$ Ом; $t_0=0,75$ м.

Шешуі:

1. Жерге тұйықтағыш бір электродтың ағын тоғына қарсы кедергісі жоғарыда айтылған шарттарға сай мына формуламен анықталады:

$$R_3 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \left(\ln\left(\frac{2 \cdot L}{d}\right) + \frac{1}{2} \ln\left(\frac{4 \cdot t + L}{4 \cdot t - L}\right) \right). \quad (6.1)$$

мұндағы: ρ - топырақтың меншікті кедергісі, Ом * м;

L – вертикаль электрод ұзындығы, м;

$d = 0,95b$ - ені b бұрыштама үшін, м ;

t – жер бетінен жерге тұйықтағыш ортасына дейінгі ара қашықтық, м.

$$t=t_0+L/2, \text{ м}, t=3 \text{ м}, d=0,071 \text{ м}, R_3=22,253 \text{ Ом}.$$

2. Вертикаль электродтар саны мына формуламен анықталады:

$$n_B = \frac{R_3}{\eta_B \cdot R}. \quad (6.2)$$

мұндағы η_B - вертикаль тұйықтағыштарды қолдану коэффициенті;

a – тұйықтағыштар арақашықтығы;

L – тұйықтағыш ұзындығы;

$$a/L=1; \eta_B=0,85; n_B=2,182; n_B=2.$$

3. Вертикаль электродтарды қосатын горизонталь сызықтың ұзындығын есептеу бір қатарға тізіліп орнатылған вертикаль электродтар):

$$L_{\Pi} = (n_B - 1), \quad (6.3)$$

$$L_{\Pi}=1 \text{ м}.$$

4. Горизонталь сызықтың ағын тоғына қарсы кедергісі мына формуламен анықталады:

$$R_{\Pi} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L_{\Pi}} \ln\left(\frac{L_{\Pi}^2}{0.5 \cdot b_{\Pi} \cdot t_0}\right). \quad (6.4)$$

$$R_{\Pi}=69,53 \text{ Ом}$$

мұндағы: b_{Π} – сызық ені, t_0 – топыраққа кіру тереңдігі.

5. Жерге тұйықтағыштар жүйесінің ағын тоғына қарсы жалпы кедергісі мына формуламен анықталады:

$$R_0 = \frac{R_3 \cdot R_{\Pi}}{R_3 \cdot \eta_B + R_{\Pi} \cdot \eta_B \cdot n_B}; \quad (6.5)$$

$$R_0=11,07 \text{ Ом}.$$

6. Алынған R_0 нәтижені МЕСТ белгілеген R мәнімен салыстыру қажет. Егер ол МЕСТ белгілеген мәннен артық болмаса, онда есептеу дұрыс жүргізілген, ал олай болмаса есептеуді қайта жүргізу керек, вертикаль электродтар санын үлкейту және соған қатысты қолдану коэффициентін өзгерту арқылы. Есептеуді $R_0 < R$ теңсіздігі орындалғанға дейін қайталау керек. Осылай вертикаль электродтар саны мен қолдану коэффициентінің оптималды арақатынасын алуымыз керек.

6.3. Кондиционерлеу және ауаны жаңарту жүйелерін есептеу

Жұмыс бөлмесінде белсенді вентиляция жүйесі бар. Жұмыс бөлмесін талдау барысында жұмыс аумағының қалыпты микроклиматтық шарттарын міндетті түрде қарастыру қажет. Мұндай әмбебап жүйе ретінде автономдық кондиционерлер болып табылады. Кондиционерді орнату алдында арнайы есептеулер жасау керек. Сол есептеулердің қорытындысымен сипаттамасы және талаптарына сай кондиционер таңдалады. Бөлмені кондиционерлеу төменде келтірілген.

Офис бөлмесін винтеляциялауға арнайы винтеляция каналдарын қолданады, бұл каналды ғимаратты салып жатқанда жасайды және жазғы уақытта терезе ашық болғанын ескереді. Жылдың жылы мезгілінде, офистағы температураның нормадан артуы 4.1-кестесінде көрсетілген, ал оптимальді микроклиматты ұстау үшін, бұл жағдайда кондиционерді қолданамыз. Әдеттегі офистағы микроклимат оператордың жұмыс істеу қабілетіне әсер етеді, егер офистағы микроклиматымыз жақсы болса, онда оператордың жұмыс істеу қабілеті арта түседі. Соған орай, микроклиматты жақсы дәрежеде ұстау үшін, біз кондиционер орнатуымыз қажет.

Төменде жұмыс бөлмесіндегі, кондиционерлеу жүйесінің есептеуі көрсетілген. Кондиционерлеу бөлмедегі лайықты климатты ұстап тұрады және берілген нормаларды қанағаттандырады.

Бөлмеге келетін ауаны $L_k, \frac{M^3}{c}$ формуласымен анықтаймыз:

$$L_{пр} = \frac{Q_{АШЖ}}{c \cdot p_{пр} \cdot (t_{ВЫГ} - t_{пр})} \quad (6.6)$$

Осындағы $Q_{АШЖ}$ артық шығындалатын жылу, $\frac{кДж}{c}$; c - ауаның үлесті жылусиымдылығы, тұрақты түпкілікті қысымға тең $c=1 \frac{кДж}{кг \cdot ^\circ C}$; $p_{пр}$ - бөлмеге келетін ауаның тығыздығы, тең $1,2 \frac{кг}{M^3}$; $t_{ВЫГ}$ - бөлмеден ауа температурасының шығуы және жұмыс істеу зонасынан, $^\circ C$; $t_{пр}$ - келетін ауа температурасы, $^\circ C$.

Бөлмеден шығатын ауаның температурсы $t_{ШТГ}$, $^\circ C$, осы формуламен анықталады:

$$t_{ШТГ} = t_{ЖЗ} + \Delta t \cdot (h_{СТ} - z) \quad (6.7)$$

осында: $t_{ЖЗ}$ - жұмыс істеу зонасындағы температура, осы берілген нормадан аспауы ($t_{ЖЗ} \leq t_{ДОП}$), $^\circ C$;

h_{CT} – еденмен центрге дейінгі сорып алатын тесігі (кондиционер), м;

H -жұмыс зонасының биіктігі, м.

Осыған орай есептелу жылу мезгіліне арналған, сонда температура $t_{жз} = 22^{\circ}C$.

Кондиционердің үшкі жағы, осындай биіктікте: $h_{CT} = 2,5$ м.

$$t_{выт} = 22 + 1,2 \cdot (2,5 - 3)^{\circ}C.$$

Келетін ауаның температурасы $t_{пр}$ бар жылудың артықшылығына $5-7^{\circ}C$ төменде жұмыс істеу орнының:

$$t_{пр} = 22 - 7 = 15^{\circ}C.$$

Артық бөлінетін және шығатын жылу $Q_{ашж}$ табамыз, бөлмедегі жылу балансына сүйене отырып осы:

$$Q_{ашж} = \sum Q - \sum Q_{шы}. \quad (6.8)$$

осында : $\sum Q$ - бөлмеге келетін жылудың суммарлы саны.

Басты жылудың бөліну көзі болып, шамдар есептеледі және адамдар т.б. Тағыда, осыған орай есептеуде біз күн радиациясынан түсетін жылуды ескеруіміз қажет. Осы бөлмедегі дербес компьютерлерді және электр құрылғыларын ескермеуімізге болады. Осыдан біз бөлмеге бөлінетін жасанды жарықты, адамдардан , күн радиациясы арқылы келу жылу саннын есептейміз және терезеден келетін жылуды.

Жасанды жарықтан бөлінетін жылуымыз Q_2 , есептейміз, практикалық күйдегі шығатын энергияны, сонғы есепте төменде көрсетілген формуламен есептейміз:

$$Q_2 = 1000 \cdot N. \quad (6.9)$$

Осында N – шамдардан шығатын қуат кВт .

$$Q_2 = 1000 \cdot 0,28 \cdot 4 = 1120 \text{ кВт} .$$

Адамдардан шығатын жылу Q_3 төмендегі формуламен анықтаймыз:

$$Q_3 = n \cdot q_ч. \quad (6.10)$$

осында: n – жұмыс атқаратын адамдар саны; $q_{\text{ч}}$ - жылу саны, бір адамнан бөлінетін, 6.3- кестесінде көрсетілген.

Кесте 6.3 – Жылу саны, бір адамнан бөлінетін, жұмыс істеу категориясына байланысты және осы жұмыс зонадағы температураға байланысты.

Жұмыс категориясы	Жылу, Вт			
	Толық		Ашық	
	егер 100°C	егер 350°C	егер 100°C	егер 350°C
Жеңіл	180°C	145°C	150°C	100°C

$$Q_3 = 3 \cdot 145 = 435 \text{ Вт.}$$

Жылу саны, күн радиациясынан бөлмеге келетін $Q_{\text{кун,рад}}$, осы формуламен анықталады:

$$Q_{\text{кун,рад}} = F_{\text{ост}} \cdot q_{\text{ост}} \cdot A_{\text{ост}}. \quad (6.11)$$

Жабылған жағдай үшін:

$$Q_{\text{ж,рад}} = F_n \cdot q_n \cdot k_n. \quad (6.12)$$

Осында $F_{\text{ост}}$ және F_n - жабылатын беттің ауданы, м^2 ; $q_{\text{ост}}$ және q_n - жылу келетін 1 м^2 беткі шыныдан және беткі қабаттан, егер жылу өткізу коэффициенті, тең болса $1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$; $A_{\text{ост}}$ – шыналу коэффициенті; k_n – қабатқа жылу берілу коэффициенті, $1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$.

Осы мән $q_{\text{ост}}$ тәуелділікке және географиялық қабаттың орнына терезенің және шамның 70–210 аралығындағы мәндерді қабылдайды, ал коэффициент $A_{\text{ост}}$ тәуекел шынының түріне және оның күнге қарсы қорғаныс құрлымына байланысты – осы шекте 0,25–1,25, жылу келудің орташа мәні, ол күннен келетін радиацияға, қандай қабаттардан өтетінін ескеріп отырылады.

$$F_{\text{ост}} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 2 = 3,6 \text{ м}^2.$$

Жұмыс істеу орнының терезесі солтүстікке қарай бағытталған, соған орай оның мәні $q_{\text{ост}}$ тең $140 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot A_{\text{ост}} = 0,35$;

$$Q_{\text{ост.рад}} = 3,6 \cdot 140 \cdot 0,35 = 176,4 \text{ Вт.}$$

Жылу келудің орташа мәні географиялық ұзындығын ескеріп және қабатын қарастырсақ тең $Q_{\text{п.рад}} = 18 \text{ Вт.}$

Бөлмедегі жылудың жоғалуы $Q_{\text{ух}}$, кВт есіктен және қабырғадан, терезені формула арқылы бағалайды:

$$Q_{\text{ух}} = \frac{\lambda \cdot S \cdot (t_{\text{выт}} - t_{\text{пр}})}{\delta}. \quad (6.13)$$

осында: λ - қабырғаның жылу өткіздігіштігі, $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$;

S – аудан, м^2 ; δ - қабырғаның қалыңдығы, м.

Жұмыс істеу орнының қабырғасы ауыр бетоннан жасалған М600, жылу өткізгіштігі тең $12 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$. Қабырға қалыңдығы $\delta = 0,5 \text{ м}$

$$Q_{\text{ух}} = \frac{1,2 \cdot 24 \cdot (21,4 - 15)}{0,5} = 368,64 \text{ Вт.}$$

Бөлмеге келетін жылудың суммарлы санын есептейік:

$$\sum Q = Q_2 + Q_3 + Q_{\text{ост.рад}} + Q_{\text{п.р.п}} ; \quad (6.14)$$

$$\sum Q = 1120 + 435 + 176,4 + 18 = 1749,4 \text{ кВт.}$$

Сонда есептеуіміз жаздың жылу мезгіліне келеді және осыдан бөлінетін жазғы жылуымыз:

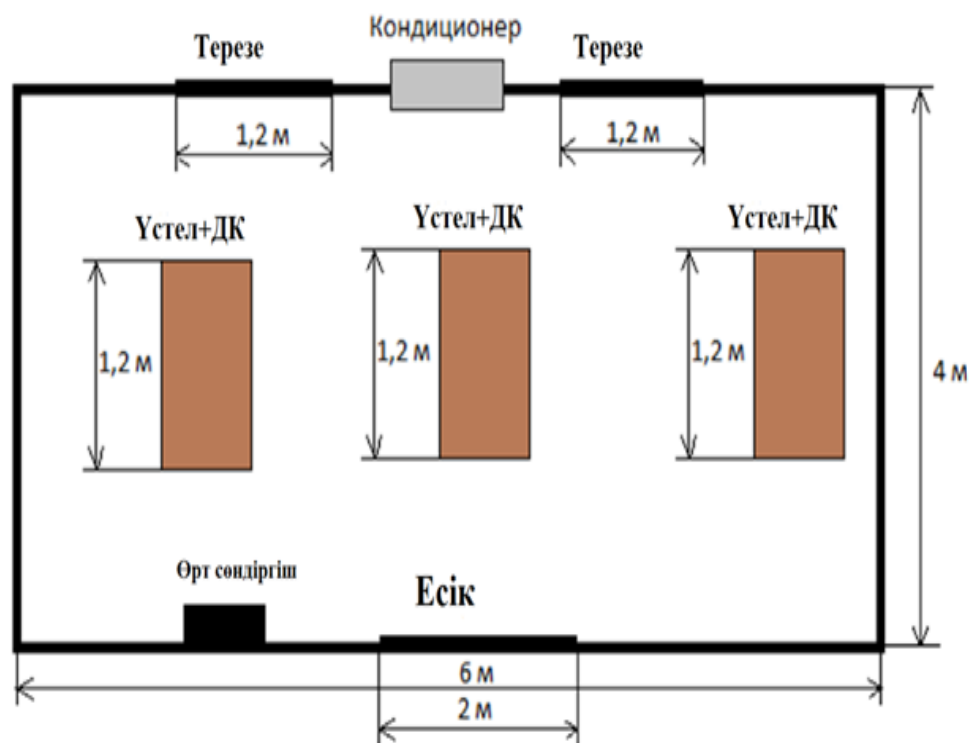
$$Q_{\text{изб}} = 1749,4 \text{ кВт.}$$

Бөлмеге келетін ауаны есептейік:

$$L_{\text{пр}} = \frac{1749,4}{1 \cdot 1,2 \cdot (21,4 - 15)} = 227,8 \frac{\text{м}^3}{\text{сағ}}.$$

Кесте 6.4 - DELONGHI (Италия) фирмасының қабырғалы СР сериясының 280/1/50 кондиционерінің техникалық сипаттамалары:

Түрі	индустриялық моноблок кондиционер
Номиналды суық өндірілімдігі Вт	2350
Номиналды қажет ететін қуаты Вт	9400
Ауаның шығыны (min-max) м3/сағ	200-230



Сурет 6.2 Бөлме жоспары.

6.4 Вентиляцияны есептеу

Жалпы айырбастау орындарын салыстыра отырып, мынадай өлшемдер алдым.

Бөлменің өлшемдері келесі: Ұзындығы $L = 11$ м, ені $B = 7,2$ м, биіктігі $H = 3,5$ м. Бөлме ішінде 3 компьютер және 1 терезе, 1 өрт сөндіргіш бар, 1 кондиционер бар. Бөлмеде 3 адам жұмыс істейді.

МЕСТ 12.1.005–88 стандартына байланысты ССБТ "Жұмыс аумағының ауасы, жалпы санитарлық гигиеналық талаптар", бөлмедегі жұмысшылардың жұмыс істеу категориясы 1а жеңіл физикалық жұмыс категориясына жатады, өйткені құрылғыны аралықтан компьютер арқылы басқару болады. Адам организмiне жұмыс категориясы бойынша энергия шығару.

Жылы не суық ауа адамдардан тыс бағытында, жылыту жүйесі және кондиционерлеу жүйесі орнатылуы тиісті. Өндірісте динамикалық климатты белгілі деңгей ауысуымен бірге жасауды ұсынады. Ауа температурасы беттің нобайлы бейнесі және адам басының деңгейінде бір-бірімен 5 градустан ажыратылуы болдырмауға керек. Вентиляция жүйесінің характеристикасын сипаттайтын басты параметрлері, еселік ауа алмасуы болады, ол деген ауаның бөлмедегі қаншы рет ауысқаны.

Ауа асуының еселегін 6 м x 4 м x 3 м бір терезесімен бар бөлмені есептейік, терезенің өлшемдері 2 м x 1 м болып келеді. Бөлмеде төрт адам жұмыс істейді. 5.6-кестедегі көрсетілген электржабдығықтарды қолданамыз.

Кесте 6.4 – Қолданылатын электржабдығықтар

Атауы	Саны (дана)	Қолданылатын қуат, Вт
Дербес компьютер	3	600
Тоқтаусыз қоректендірі көзі	3	700

Ауа асуының еселегін мына формула бойынша есептейміз:

$$K = \pm \frac{V_{\text{вент}}}{V_{\text{бл}}} . \quad (6.15)$$

мұнда, $V_{\text{вент}}$ – бөлмеге берілетін ауа көлемі, м³;

$V_{\text{бл}}$ – бөлме көлемі, м³.

Ауысуға керекті ауа көлемін $V_{\text{вент}}$ жылулық тепе-теңдік балансы арқылы анықтаймыз.

$$V_{\text{вент}} = \frac{3600 \cdot Q_{\text{аж}}}{C \cdot (t_{\text{кт}} - t_{\text{кл}}) \cdot Y} . \quad (6.16)$$

Мұнда: $Q_{\text{аж}}$ – артық жылу, Вт;

$C = 1000$ – ауаның сыбағалы жылуөткізгіштілігі, Дж/кг·К;

$Y = 1.2$ – ауаның тығыздығы, кг/м³.

Тыс кететін ауаның температурасы мына формула бойынша есептелінеді:

$$t_{\text{кт}} = t_{\text{км}} + (H - 2) \cdot t . \quad (6.17)$$

мұнда t – бөлменің 1 метр биікке температуның өзгеруі, 1 ден 5 градусқа дейін мәндерін алады.

$t_{\text{км}}$ – жұмыс орындағы температурасы, 23 градусқа тең.

H – бөлменің биіктігі, 3 метрге тең.

$t_{\text{кл}}$ – келетін ауаның температурасы, 18 градусқа тең.

Артық жылуды мына формула бойынша есептейміз:

$$Q_{аж} = Q_{аж1} + Q_{аж2} + Q_{аж3}. \quad (6.18)$$

Мұнда: $Q_{аж1}$ – электржабдықтардан және жарықтандырудан артық жылу, Вт;

$Q_{аж2}$ – күннің сәулесінен келген жылу, Вт;

$Q_{аж3}$ – адамның жылу беруі, Вт.

Электржабдықтардан және жарықтандырудан артық жылуың мына формула бойынша есептейміз:

$$Q_{аж1} = E \cdot P. \quad (6.19)$$

мұнда: E – жылу бұру энергиясының шығын коэффициенті;

P – электр жабдықтар қуаты, Вт.

Электрэнергияның шығыны коэффициенті келесі мәндерді қабылдайды:

$$P = P_{дана} \cdot K. \quad (6.20)$$

Мұнда: $P_{дана}$ – бір дана жабдықтың қуат өлшемі, Вт; K – жабдықтардың сан данасы.

$$P_{жарықтандыру} = 200 \cdot 4 = 800 \text{ Вт},$$

$$P_{компьютеры және т.б.} = 600 \cdot 4 + 700 \cdot 4 = 5200 \text{ Вт},$$

$$Q_{аж1} = 0.55 \cdot 800 + 0.4 \cdot 5200 = 2520 \text{ Вт}.$$

Жасанды жарықтандырудан артық жылуын келесі формула бойынша есептейміз:

$$Q_{аж3} = m \cdot S \cdot k \cdot Q_T. \quad (6.21)$$

мұнда: m – терезе саны;

S – бір терезенің ауданы, m^2 ;

k - әйнектеуді ескеретін коэффициент. Екі қабатты әйнектеудің коэффициенті: $k = 0.8$;

Q_T – терезеден жылу келуі, 127 Вт/м тең.

$$Q_{аж2} = 1 \cdot 2 \cdot 0.8 \cdot 127 = 203 \text{ Вт}.$$

Адамның жылу беруің келесі формула бойынша есептейміз:

$$Q_{аж3} = n \cdot q. \quad (6.22)$$

мұнда q –бір адамның жылуы бөлгіштігі, 80 Вт/ад тең; n – адам саны, 4 тең.

$$Q_{аж3} = 4 \cdot 80 = 320 \text{ Вт},$$

$$Q_{аж} = 2520 + 203 + 320 = 3043 \text{ Вт},$$

$$V_{вент} = \frac{3600 \cdot 3043}{1000 \cdot (25 - 18) \cdot 1,2} = 1304,14,$$

$$K = \pm \frac{V_{вент}}{V_{бл}} = \pm \frac{1304,14}{(6 * 4 * 3)} = \pm 18,11.$$

Демек, оптималды шартты тудыру үшін ауаны кондиционерлеуін жаса жүзеге асыру керек, ол деген бөлменің сыртында ауаның өзгеруіне және бөлменің ішінде өзгеруіне қармастан белгілі бір нұсқаудың шарты бойынша (берілген температура, ылғалдылық, ауаның ауысуы) автоматты түрде ауаны сақтандыруды айтады.

7 Экономикалық бөлім

7.1 Жалпы бөлім

Экономикалық бөлімнің мақсаты №3 қосалқы станса салудағы экономикалық тиімділіктің есептік мәндерін көрсету.

Салынып жатқан қосалқы станса Алматы қаласында орналасады. Қосалқы станса тұрғын үйлер секторынан тыс аумақта орналастыру көзделіп отыр. Оның электр тарату желілерін темірбетон тіректерден салу арқылы максималды эксплуатациялық шығындарды азайту жобалануда.

Қосалқы станса құрамына 110/10/10 кВ қуаттары 25 МВА екі трансформатор, ашық тарату құрылғылары, комплектілі тарату құрылғылары және ортақ қосалқы станса басқару ғимараты кіреді.

Электр энергиясының тарифі

Есептік тариф - инвестициялық бағдарламаның техникалық-экономикалық негіздемесінде айқындалған және тиісті топ үшін бекітілген шекті тарифтен асатын энергия өндіруші ұйым үшін электр энергиясына арналған босату тарифінің (бағасының) ең жоғары шамасы;

Жеке тариф - инвестициялық бағдарламаны іске асыруды жүзеге асыратын энергия өндіруші ұйым үшін бекітілген, тиісті топ үшін бекітілген шекті тарифтен асатын, электр энергиясына арналған босату тарифінің (бағасының) ең жоғары шамасы; жүйелік авария - Қазақстан Республикасының біртұтас электр энергетикасы жүйесінің тұрақтылығын жоғалтуға және оны бөліктерге бөлуге әкеп соққан электр энергетикасы объектілері жұмысы режимдерінің авариялық бұзылысы;

Елбасы Нұрсұлтан Назарбаев Қазақстан халқына арнаған жолдауларында үнем мәселесіне үлкен көңіл бөліп келеді. «Электр энергиясын барлық жерде бірдей үнемдеуге біздің кәсіпорындарымыз бен азаматтарымыз әлі кірісе қойған жоқ. Арзан энергияның сарқыла бастағанын ашық айтуға тиіспіз. Аз төлегіміз келсе, көп үнемдеу керек. Бұл әркімнің өз қамы болуы қажет» деп атап көрсеткен болатын. Президент оңтүстік өңірлерде энергия тапшылығы проблемасын шешу үшін Үкіметке үстіміздегі жылы 1320 мегаватт, құны 2,3 миллиард доллар тұратын Балқаш ЖЭС-інің бірінші модулінің құрылысын бастауды қамтамасыз етуді тапсырды. Сонда энергетикалық тәуелділіктен құтылып, көптеген мәселелер шешілетін болады. Бүгінде отын-энергетика ресурстарын тиімді пайдалану мемлекеттік саясаттың негізгі принциптерінің біріне айналып отыр.

Қосалқы стансаның сату көлемі, тауар сапасы, баға деңгейі және орташа табысы бойынша бәсекеге қабілетті болуы тиіс және бұл басты көрсеткіш болып саналады. Электр энергиясының тарифі Алматыда орнатылған тарифпен бірдей болады.

«АлматыЭнергоСбыт» ЖШС 2013 жылдың 1 қаңтарынан бастап, Алматы облысы өңірі мен Алматы қаласын электр энергиясымен қамтамасыз етіп отырған энергия өндіруші ұйымдар электр энергиясына босату бағасын

өзгертіп отырғанын хабарлайды. Электр энергиясы құны Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2009 жылдың 25 наурызынан № 392 «Шекті тарифтерді бекіту туралы» Қаулысына сәйкес өсіп отыр:

«Алматы электр станциялары» АҚ (5%-дық) 7,4 теңгеден 7,8 дейін.

«Солтүстік энергия көздері» (12%-дық) 6,50 теңгеден 7,30 дейін.

Электр энергиясына босату тарифінің негізгі құраушы бөлігі оның «АлматыЭнергоСбыт» ЖШС-дегі құны екенін ескере отырып, Алматы қаласы бойынша, ҚР Табиғи монополияларды реттеу Агенттігінің департаменті Алматы қ. мен Алматы облысы өңіріндегі тұтынушылар үшін экономикалық есепке негізделген тарифті (ҚҚС-ын есептемегенде 13,56 теңге) мақұлдады. Осындай өзгертулерді ескере отырып, 2013 жылдың 10 қаңтарынан бастап, Алматы қ. мен Алматы облысы өңіріндегі тұтынушылар үшін электр қуатына босату тарифінің деңгейі 5,9 %-ға ҚҚС-ын есептемегенде 12,80 теңгеден 13,56 теңгеге дейін (ҚҚС-ын есептегенде 14,34 теңгеден 15,19 теңгеге дейін) өседі.

Өндіріс жоспары

№3 қосалқы стансаның құрылыстық нормативтерге сәйкес 12 ай ішінде салынып бітеді.

Қосалқы стансаның жүктелу коэффициенті $K_3=0,7$, қуат коэффициенті $\cos\alpha=0,8$, өзіндік мұқтаждық трансформаторлардың қуаттарының 10 пайызын құрайды, жобаланып отырған қосалқы стансаның максималды жүктелу уақыты 5000 сағат.

Ұйымдастыру жоспары

Қосалқы станса жаңа, автоматтандырылған электр қондырғыларымен жабдықталған, электр тоғымен жұмыс істеу барысында жоғары сенімділікті қамтамасыз етеді.

Қосалқы стансаның қондырғы бөлігіндегі ремонтты, яғни арматураларды орнату және тоқ сымдарын жалғау жұмыстарын, кәсіпорын қызметкерлері іске асырады. Осындай жөндеу жұмыстарын арнайы мамандырылған жұмысшылар атқарады.

Кредитті проценті бойынша төлеу, жылдық табыстың 11% алынады. Процент бойынша кредитті, Қазақстанның Халық банкіне төленеді.

7.2 Энергетикалық нысанның техника-экономикалық көрсеткіштерін есептеу

Қосалқы стансаның элементтерінің едәуір физикалық және моральдық тозуы зардапқа әкеледі. Бұл зардап электр тоғымен жабдықтаудың жиі бұзылуы және электр энергиясының толығымен жіберілмеуі түрінде болуы мүмкін.

Осыдан былай қосалқы стансаны пайдалану мүмкіндігі төмендейді. Бұл оның қайта қалпына келтіру мен жөндеу жұмыстарына кеткен шығындардың өсуіне байланысты болады.

Жобада қосалқы стансаның ажыратқыштарын майды аз қолданатын немесе элегазды ажыратқыштармен алмастыру нұсқалары қарастырылған.

Жобадағы салыстырылып отырған екі нұсқа да шамамен бірдей деңгейдегі сенімділікті көрсетеді. Сондықтан да тұтынушыларға электр энергиясының жіберілмей қалуынан болған мұнан арғы нұқсан ескерілмейді. Бұдан басқа электр тораптарының қажеттілігіне қажетті ақша бір уақытта салынады. Жылдық ұстанымдарды тұрақты деп санаймыз.

Электр стансасының модернизациялануына кететін капиталдық салымды анықтайық.

Қосалқы стансаға қажетті барлық қаржы салымдары бойынша есептеулер 7.1-кестеге енгізіледі.

Кесте 7.1 – Нысанға салынатын қаржы

ТҚ немесе жабдық	Жабдық саны	Бір жабдықтың құны,	Жалпы құны, млн.тенге.
Ажыратқыш 110 кВ	10	10	100
Ажыратқыш 10 кВ	18	3,7	66,6
Айырғыш 110 кВ	2	1,2	2,4
Айырғыш 10 кВ	2	0,95	1,9
Трансформатордың РҚЖА	2	10,5	21
Желінің РҚЖА 110кВ	4	17	68
Желінің РҚЖА 10 кВ	12	11	132
Трансформатор	2	65	130
КТҚ 10 кВ	1	9,2	9,2
Барлығы:			531,1

Электр энергиясын тасымалдау желілері бойынша барлық қажетті қаржы салымдарды есептеулер 7.2-ші кестеге енгізіледі.

Кесте 7.2 - Желіге кететін қаржы

Желі	Желі саны	Жалпы желінің ұзындығы, км	Бір км желінің құны, млн.теңге.	Желінің жалпы құны, млн.теңге (жөндеу базасы мен бейтарап желінің құны)
110 кВ	6	63	4,45	280,35
10 кВ	20	150	1,9	285
Барлығы:				565,35

Инвестициялық жоспар

110/10/10 кВ 2x25 МВА № 3 қосалқы стансасының релелік қорғанысы және автоматты іске қосылу резерві қарастырылған. Бұл қосалқы станса 4 энергия жүйесінен қоректенеді. Төменгі кернеу жағынан 12 фидер шығып жатыр. Осы нұсқаға қажетті инвестицияны анықтаймыз. Инвестиция мөлшері желінің құны мен қосалқы стансаның жабдықтарының құнының қосындысынан табылады:

$$\Sigma K = K_0 + K_c + K_m + K_{пр}, \quad (7.1)$$

$$K_0 = 531,1 + 565,35 = 1096,45 \text{ млн.тг.}$$

$$K = (1096,45 \cdot 100) / 73 = 1502 \text{ млн.тг.}$$

Құрылыс жұмыстарына кететін қаражат:

$$K_c = (1502 \cdot 14) / 100 = 210,28 \text{ млн.тг.}$$

Монтаждау және іске қосу, баптау жұмыстарына кететін қаражат:

$$K_m = (1502 \cdot 7) / 100 = 105,14 \text{ млн.тг.}$$

Басқа да шығындарға кететін қаражат:

$$K_{пр} = (1502 \cdot 6) / 100 = 90,12 \text{ млн.тг.}$$

$$\Sigma K = 1096,45 + 210,28 + 105,14 + 90,12 = 1502 \text{ млн.тг.}$$

Зауыттың қосалқы стансасында қуаты 25 МВА екі трансформатор орнатылған. Сонда толық қуатымыз $S = 50 \text{ МВА}$ болады. $\cos\phi = 0,8$ деп аламыз. Сонда:

$$P=S \cdot \cos \varphi, \quad (7.2)$$

$$P=50 \cdot 0,8=40 \text{ МВт},$$

мұндағы $\cos \varphi$ – активті қуат коэффициенті.

Келісімді қуат W – энергожабдықтау құрылымымен келісілген максималды жүктеме кезіндегі абоненттің есептік сағаттық қуаты.

Трансформатор үш ауысымдық режимде жұмыс істейді. Сондықтан трансформаторлардың максимум қолдану сағат саны $T_m=(4800-6000)$. Максимумды қолдану уақыты $T_m=5000$ сағат деп таңдадым. Осыдан:

$$W=P \cdot T_m, \quad (7.3)$$

$$W=40 \cdot 5000=200000 \text{ мың кВт сағ.}$$

Кәсіпорын шығындарына кіргізілетін амортизациялық аударылымдардың сомасы әртүрлі әдістермен анықталуы мүмкін. Негізгі қорлардың амортизациясы.«Амортизация» термині тікелей мағынада негізгі қорлардың өлімі жоқтығын, олардың тозуды толтыру, қалыптасу мүмкіндіктерін білдіреді.Амортизация процесі негізгі қорлардың қызмет ету уақыты ішінде өзінің құнын бөлектеп шығарылатын өнімге ауыстыруын және тұтынылған негізгі қорларды өтеу үшін осы құнның келесі пайдалануын айтамыз.Негізгі қорлардың ауыстырылған өнім құрамындағы құны өндіріс сферасынан кетіп айналу сферасына түседі.Өнімді шығарғаннан кейін сәйкесінше негізгі қор құнына ауыстырылған ақша бөлігі амортизациялық қорға түседі, онда толық мөлшерге дейін негізінде бастапқы құнына сәйкес жиналады (тозған негізгі қорларды шегергенде). Бұл амортизациялық қор (жиналған ақша сомасы) тозған негізгі қорлар орнына жаңа негізгі қорлардың заттық элементтерін сатып алуға пайдаланылады, яғни негізгі қорлардың қайта қалыптасуы жүреді.Амортизацияның негізгі функциялары – қайта өндірісті қамтамасыз ету, негізгі қорлардың есебі және қайта қалыптасуы.Одан басқа анықталған деңгейде негізгі қорларды толық пайдалануын қарастырып ынталандырушы функцияны да орындайды: құрал-жабдықтың функционирлеу мезгіл қанша ұзақ болса, сонша көп өнім шығарылады және сонша тез негізгі қорлардың құны ауыстырылады.Шаруашылық практикада амортизацияны есептеу үшін амортизациялық аударымдар қолданылады, яғни аударылған құнның ақшалай көрінісі.Амортизациялық аударымдар өнімнің, жұмыстың, қызмет көрсетулердің өзіндік құнын құрайтын негізгі бір элементтері болып табылады. Амортизациялық аударымдардың сомасын көтеру немесе төмендету өндірісте шығындардың, қосылған жылдық табыстың мөлшерінің бұзылуына, сәйкесінше салық салуда қайшылықтарға алып

келеді. Амортизацияның объективті негізі болып өндірістік процесте және бағаның қалыптасуында еңбек құралдарының қатысу ерекшеліктері табылады. Осыдан негізгі қорлардың жұмыс уақытының ұзақтығы олардың құны бір өндірістік циклда өнімге түгел емес бөлшектен ауыстырылады, олардың физикалық және моральдық тозу шамасына байланысты. Амортизация өнім құнының бір бөлігі есебінде бірнеше кезеңдерден өтеді: бітпеген өндіріс элементі ретінде, дайын және шығарылған өнім ретінде. Бітпеген өндіріс және дайын өнім кезеңдерінде оның қозғалысы айналым құралдарының аванс беруін қажет етеді. Амортизациялық аударымдар шығып кеткен негізгі қорларды қайта өндіруге бағытталады. Сондықтан функционируінің барлық кезеңіндегі амортизациялық аударымдар оның бастапқы құнына тең болуы керек, олардың жоюдан түскен таза түсімінен басқа. Өнімге ауыстырылған құн көлемі келесіндей анықталады; біріншіден негізгі қорлардың бастапқы құнымен, бастапқы құн қанша жоғары болса, сонша негізгі қорлар құнының ауыстырылатын бөлігі көп болады. Екіншіден, бұл мөлшер негізгі қорлар түрімен анықталады, мысалға: өнеркәсіпте ғимараттардың нормативті қызмет ету уақыты 30-50 жыл (өндіріс спецификасына байланысты), ал машиндердің және құрал-жабдықтардың қызмет ету уақыты – 3-15, 15-20 жылға дейін. Үшіншіден, өнімге ауыстырылатын негізгі қорлар құнының мөлшері өндіріс спецификасының саласымен де шартталған: бір салаларда өнеркәсіптік өнім өндірісіне шығын амортизация үлесі өнеркәсіптердегі орташадан жоғары, бірінде төмен болады. Амортизациялық аударымдардың көлемі норма амортизациясы бойынша негізгі қорлардың бастапқы құнынан олардың жұмыс уақытының мөлшерін есептеумен анықталады.

Егер жаңадан өндірілген өнімнің құнына біртекті берілетін негізгі қорлардың құнына тең болу шартынан шығатын болсақ, онда төмендегідей анықтауға болады:

$$Z_{amp} = K \cdot \frac{h_0}{100} \quad (7.4)$$

мұндағы Z_{amp} – амортизациялық аударылымдар сомасы, млн теңге;

K – негізгі қорлар құны, млн теңге;

h_0 – амортизациялық аударылымдар нормасы, %.

$$Z_{amp} = \frac{6 \cdot 1502}{100} = 90,12 \text{ млн. теңге}$$

Амортизациялық аударымдар нормасын 6% деп қабылдаймыз.

Амортизациялық аударылымдар нормасы негізгі қорлардың нысандарының әрқайсысы үшін олардың нормативтік қызмет ету мерзімдеріне байланысты орнатылады.

Негізгі қорлардың нысанның амортизацияланып бітпеген бөлігінің құны тозу мен моральдық тозу салдарынан нысан нормативтік мерзімнен ерте істен шығарылып тасталған кезде пайда болады. Ликвидациялық құн өндірістен шығарылатын нысанның оны сатып жібергеннен түскен қаржыны білдіреді.

Өндірістің тиімділігі негізгі қорлардың ғылыми-техникалық деңгейіне байланысты ғана емес, сонымен қатар ғылым мен техниканың қазіргі заманғы жетістіктеріне сәйкестігі және оларды өндірістік үрдісте толық қуатында пайдалануына да байланысты болады.

Эксплуатациялық шығындарды анықтайық. Амортизация жұмыстарына кеткен шығындарды есептейік.

Электр қондырғыларының физикалық немесе моральді тозуына байланысты олардың тозуына кеткен шығындардың орнын толтыру үшін электр қондырғыларының құнының бөлігінен ақша бөлінеді. Бұл бөлінетін ақша амортизациялық шығын деп аталады. Ол барлық шығынның 51%-ын құрайды.

Өнім өндіру жоспарларын орындаудың, оның өзіндік құнын азайтудың, пайданы өсірудің қажетті шарты кәсіпорынды шикізатпен және қажетті ассортименттегі және сападағы материалдармен толық және уақытында қамтамасыз ету болып саналады. Кәсіпорынның материалдық ресурстарға мұқтаждығын өсіру экстенсивті жолмен (материалдар мен энергияның көп мөлшерін сатып алу және дайындау) немесе интенсивті (күшейту) жолмен (өнім өндіру процессінде қолда бар запастарды неғұрлым үнемді пайдалану) қанағаттандырылуы мүмкін. Бірінші жол материалдық шығындардың өнім бірлігіне арналған үлестік өсіміне әкеліп соқтырады, алайда оның өзіндік құны бұл жағдайда өндіріс көлемін ұлғайту және тұрақты шығындардың үлесін азайту есебінен төмендейді. Екінші жол меншікті материалдық шығындарды қысқартуды және өнім бірлігінің өзіндік құнын арзандатуды қамтамасыз етеді. Шикізатты және энергияны үнемді пайдаланудың өндірісті ұлғайтумен маңызы бірдей. Қорытынды көрсеткіштерге материалдық шығындардың бір рубліне шаққандағы пайдасы, материалдың тиімділігі, материалдық сыйымдылығын, өндіріс көлемінің өсу қарқыны мен өнімнің өзіндік құнындағы материалдық шығынының ара қатынас коэффициенті, материалдарды пайдалану коэффициенті жатады. Ағымдағы жөндеу әкімшілік шығыстар (мысалы, компьютерді, көлікті немесе есікті жөндеу) тәрізді 7210 жатады. Егер ағымдағы жөндеу шығындары табыс табумен байланысты болса, онда табысты неден табады, кәсіпорын қызметіне (техникалық қызмет көрсету, жабдықтарды жөндеу, құрастыру немесе бөлшектеу жұмыстары) қатысты немесе негізгі құрал-жабдықтардың ағымдағы жөндеуіне кететін шығындар. Бұл жағдайда оларды өзіндік құнға салу керек.

Шығынның қалған 49%-ын келесілер құрайды:

Әр ай сайын немесе әр тоқсан сайын барлық бөлімдерде кеңсе тауарларының қажеттілігі туындайды. Кеңсе шығындары осы қажеттіліктерді қосып шығу арқылы анықталады;

Құрылғыларды тексеру.

Жұмыс және бастапқы эталондарды тексеру тиіс. Келісімшартқа сай бұл іспен арнайы ұйымдар айналысады;

Экология бойынша шығындар.

Бұл шығындар компания көлігінің жанар-жағармай материалдарын қолданудан атмосфераға зиянды заттектердің шығарылу, қоршаған ортаны қатты-тұрмыстық қалдықтармен ластау және т.б. шығындарды қамтиды;

Еңбекақы төлеу.

Өнеркәсіптік және әкімшілік қызметкерлер еңбекақысын төлеуден құралады;

Бөлме, монтер пунктін жылыту, барлық ғимараттарды, кәсіпорын бөлмелерін, жөндеу базаларын және т.б. жарықтандыру шаруашылық қажеттіліктеріне жатады.

Шығынның қалған 49%-ын келесідей табамыз:

$$Z_{дон} = Z_{амп} \cdot \frac{49}{51} = \frac{90,12 \cdot 49}{51} = 86,59 \text{ млн тенге} \quad (7.5)$$

Сонда толық шығын келесідей болады:

$$Z_{пол} = Z_{амп} + Z_{дон}, \quad (7.6)$$

$$Z_{пол} = 90,12 + 86,59 = 176,71 \text{ млн тенге}$$

Осыдан өзіндік құнды табуға болады:

$$S = \frac{Z_{пол}}{W}, \quad (7.7)$$

$$S = \frac{176,71}{200} = 0,88 \frac{\text{тенге}}{\text{кВт} \cdot \text{сағ}}$$

Өзіндік құнға тағы 11% қосамыз, өйкені табыс ескерілуі керек. Ол келесідей анықталады:

$$S_{ПС} = S \cdot 1,1 = 0,88 \cdot 1,1 = 0,97 \frac{\text{теңге}}{\text{кВт} \cdot \text{сағ}} \quad (7.8)$$

Жылдық кірісті анықтаймыз. Қосалқы станса арқылы кірістік налогты 20% құрайды деп аламыз:

$$\sum \Pi_z = W_{\text{год}} \cdot 0,1 \cdot S_{ПС} \cdot 0,8, \quad (7.9)$$

$$\sum \Pi_z = 200 \cdot 0,1 \cdot 0,97 \cdot 0,8 = 15,52 \text{ млн.тг.}$$

Алматы қаласындағы электр энергиясы 2014 жылдың наурыз айындағы тарифіне сәйкес 16,21 теңге/кВт·сағ құрайды. Қосалқы стансаның баға түрлену механизімін және оның құрамаларын қарастырайық:

- электр стансасынан электр энергияны сатып алу (7,4 теңге/кВт·сағ);
- КЕГОК ҰЭТ тарифі (1,4 теңге/кВт·сағ);
- «АЖК» тарифі (5 теңге/кВт·сағ);
- «А.Ж.О» ЖШС жеке тарифі (0,763 теңге/кВт·сағ).

Сол кезде қосалқы стансаның электр энергиясының өзіндік құны 14,56 теңге/кВт·сағ құрайды. Электр энергияны тұтынушыларға 16,21 теңге/кВт·сағ бағасымен сатқан кезде, ЖШС 1,65 теңге/кВт·сағ көлемінде кіріс алады.

Кіріс салығын есептеген кездегі берілген түрдегі жылдық кіріс келесіні құрайды:

$$\sum \Pi_{\text{кп}} = W_{\text{год}} \cdot 1,65 \cdot 0,8 = 200 \cdot 1,65 \cdot 0,8 = 264 \text{ млн теңге.} \quad (7.10)$$

Өнеркәсіптің екі түрінен де алынған суммалық кірісі келесіні құрайды:

$$\sum \Pi = \sum \Pi_{\text{кп}} + \sum \Pi_{\text{Г}} = 264 + 15,52 = 279,52 \text{ млн теңге.} \quad (7.11)$$

NPV анықтау (таза әдеттегі құн)

Берілген әдіс келесіден тұрады:

1. Керекті шығын бағасы анықталады, яғни берілген жоба үшін неше қаражат керек екені анықталады.

2. Жобадан келешекте түсетін ақшалай түсілімдердің қазіргі бағасы есептелінеді. Әр жылдағы табыс CF (кэш-флоу) қазіргі уақытта беріледі.

$$PV = \sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n}, \quad (7.12)$$

мұндағы: CF – жыл сайынғы ақшалай түсім;

n – жобаны тарату жылдары;

r – банктің пайыздық қойылымы.

Берілген шығын бағасы (I_0) берілген табыс бағасымен салыстырылады. Олардың айырымы жобаның таза әдеттегі құнының бағасын береді.

Берілген жобаны тұтастай инвестициялауды бағалауды таза әдеттегі құн (NPV) әдісімен жүргіземіз. Инвестиция анализінің осы әдісі инвестициялаушы жобаны ұсыну нәтижесінде фирманың құндылығының өсу шамасын көрсетеді, ол екі сілтемеден тұрады:

- 1) Кез-келген өнеркәсіп өзінің нарықтық құнының өсуіне ұмтылады;
- 2) Әр түрлі уақыттағы шығындардың біркелкі емес құны болады.

NPV анықтау үшін жобаның әр жылдағы қаржы ағынының шамасын сараптау керек, сосын оларды уақыт бойынша теңестіру үшін жалпы бөлімге келтіру керек. Яғни NPV – жобаны тарату барысында туындайтын ақша түсімдерінің қосындысы мен осы жобаны тарату үшін қажетті барлық шығындардың қосындысы арасындағы айырмашылық.

Таза келтірілген құн келесідей анықталады:

$$NPV = \sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0, \quad (7.13)$$

мұндағы; CF – жыл сайынғы ақшалай түсім;

n – жобаны тарату жылдары;

I_0 – толық қосынды инвестиция;

r – банктің пайыздық қойымы.

Ақша ағымы келесі формуламен анықталады:

$$CF = \Pi_q + I_{ao}, \quad (7.14)$$

мұндағы: Π_q - таза кіріс, млн.тенге;

I_{ao} – амортизациялық аударымдар, млн.тенге.

$$CF = 279,52 + 90,12 = 370 \text{ млн.тенге,}$$

$$PV = 370 \cdot 0,917 = 339,3 \text{ млн.тенге,}$$

$$NPV = -1502 + 339,3 = -1162,7 \text{ млн.тенге}$$

Кесте 7.3 – Берілген нұсқа үшін NPV есебінің нәтижесі

Жылдар	CF, млн теңге	$1/(1+i)^n$	NPV, млн теңге
0	0	1	-1502
1	370	0,917	-1162,7
2	370	0,842	-851,16
3	370	0,772	-565,52
4	370	0,658	-322,06
5	370	0,596	-101,54
6	370	0,543	99,37
7	370	0,49	280,67

Есептеулер бойынша біздің салған инвестиция 5 жылдан кейін бізге пайда алып келеді.

$$PV=370 \cdot (0,917+0,842+0,772+0,658+0,596)=1400,45 \text{ млн.}$$

Егер: $PI > 1$, онда жобаны қабылдау керек; $PI < 1$, онда қабылдаудың қажеті жоқ; $PI = 1$, жоба пайда да және шығында әкелмейді. Рентабелділік индексі таза дисконтталған құннан айырмашылығы салыстырмалы көрсеткіш болып саналады. Жобаларды таңдауда, егер олардың NPV бірдей болған кезде PI қарап таңдауға болады.

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{PV / (1+i)^t}{K_0} = \frac{1400,45 / 0,596}{1502} = 1,56. \quad (7.15)$$

PP анықтау (орнын толтыру мерзімі)

Бұл әдіс бастапқы инвестиция сомасын төлеу үшін қажет мерзімді анықтау болып табылады. Орнын толтыру (PP) есебінің алгоритмі инвестициядан жекеленген кірісті бірдей таратумен тәуелді болады. Егер кіріс бірдей болса, онда төлеу мерзімі бір уақыттағы шығынды жылдық кіріс шамасына бөлу арқылы есептеледі.

$$PP = \frac{\sum K}{CF}, \quad (7.16)$$

$$PP = \frac{1502}{370} = 4 \text{ жыл}$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Бітіру жұмысында қосалқы станциясының релелік қорғанысы мен автоматты резервті қосылуының логикалық сұлбасын жасау. Дипломдық жобада қысқа тұйықталу тоқтарын есептеп, алынған тоқтар бойынша негізгі электр құрылғыларын таңдадым. Қосалқы станцияда орналасқан трансформатордың дифференциалды қорғанысын есептедім. Сонымен қатар трансформатордың тоқ үзіндісі, максималды тоқ қорғанысы есептедім.

110 кВ кернеулі желілердің үш сатылы дистанционды және үш сатылы нөл реттік қорғанысының есептері жүргізілді.

Кернеуі 110 кВ желіге НРТҚ сезімділігіне зерттеу жүргізілді.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде электрқауіпсіздігі есептелді.

Бітіру жұмысының экономикалық бөлімінде қосалқы станцияның электр энергиясын жеткізу қызметі қарастырылды. Бітіру жұмысында келесі бағдарламаларды қолдандым:

1. ElectronicsWorkbench

а) Қондырғылар таңдау үшін қ.т.тоқтарын өлшеу үшін

б) НРТҚ-ғы қ.т.тоқтарын өлшеу үшін

в) Дистанционды қорғаныстағы тоқ таралу коэффициентін анықтау үшін

г) Дифференциалды қорғаныстағы қ.т. тоқтарын өлшеу үшін

2. А1 форматта бес сызба жұмысын орындау үшін AutoCad бағдарламасын қолдандым.

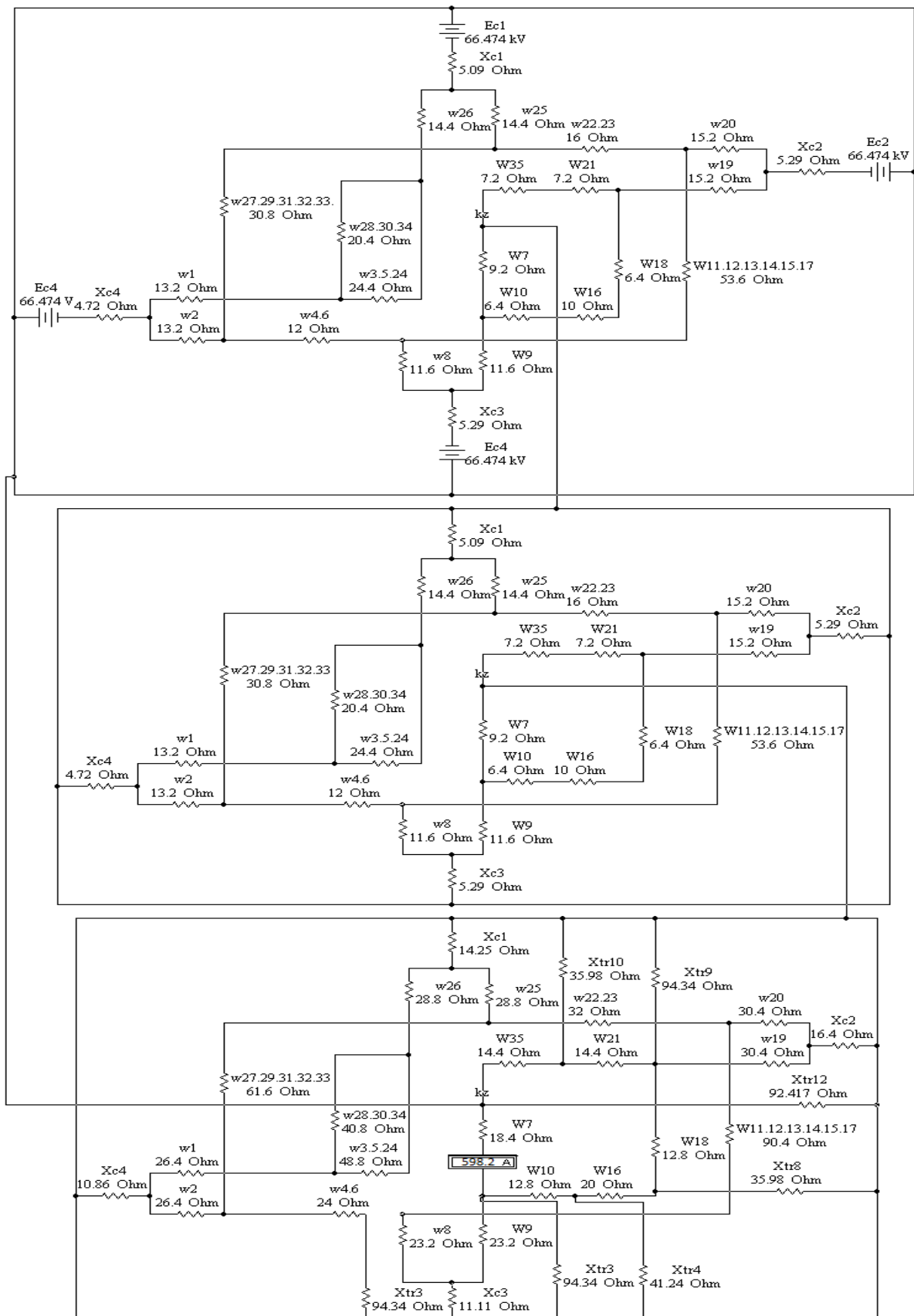
3. Есептеу формулаларын жазу үшін MathCad бағдарламасын қолдандық.

4. Селективтік карталарды жасау үшін Excel бағдарламасын пайдаландым.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

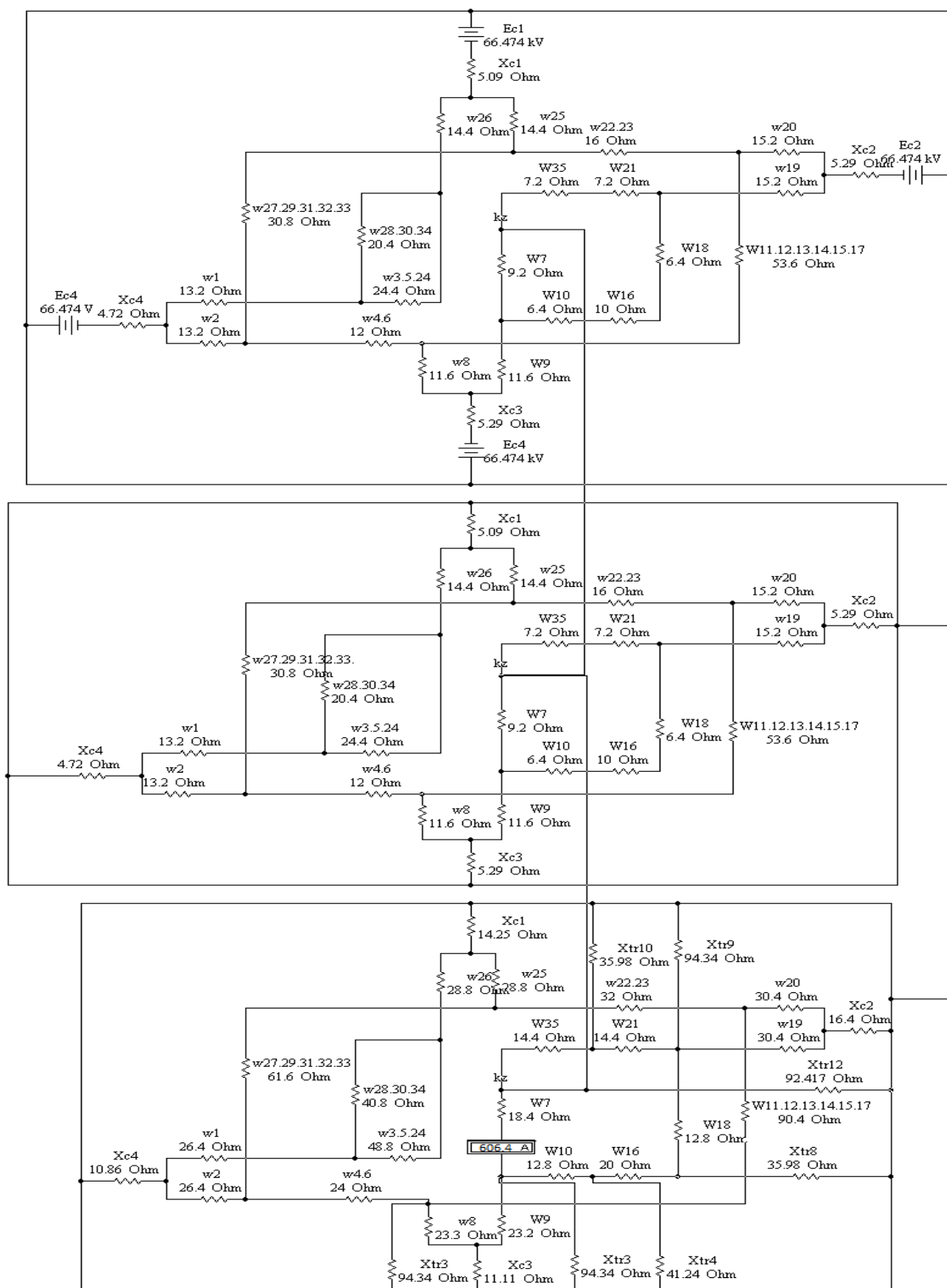
1. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.
2. Неклепаев Б. Н., Крючков И. П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
3. Справочник по проектированию элетроснабжения/Под ред. Ю. Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
4. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2 т. Т. 1. Элетроснабжение/Под общ. ред. А. А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 568 с.
5. Руководство по эксплуатации - Цифровой блок релейной защиты типа БМРЗ-100- ДИВГ.648228.024 РЭ
6. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: в 2 т./Под общ. ред. А. А. Федорова. Т. 2. Элетрооборудование. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 592 с.
7. Электрическая часть электростанций. Под ред. С. В. Усова. Учебник для вузов. – Л., «Энергия», 1977.
8. Чернобровов Н. В., Семенов В. А. Релейная защита энергетических систем: Учеб. пособие для техникумов. Часть-1. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.
9. Чернобровов Н. В., Семенов В. А. Релейная защита энергетических систем: Учеб. пособие для техникумов. Часть-2. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.
10. Федосеев А. М., Федосеев М. А. Релейная защита электро-энергетических систем: Учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 528 с.
11. Авербух А. М. Релейная защита в задачах с решениями и примерами. – Л., «Энергия», 1975.
12. Шабад М. А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1985. – 296 с.
13. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 11. Расчеты токов короткого замыкания для релейной защиты и системной автоматики в сетях 110 – 750 кВ. – М.: Энергия, 1979. – 152 с.
14. Хожин Г.Х. Электр станциялары мен қосалқы станциялар (Оқулық) Алматы: «Ғылым» ғылыми орталығы, 2002.-312 б.
15. Дюсебаев М.К., Хакімжанов Т.Е. Адам өмірінің қауіпсіздігінің негізі. Дәрістер конспектсі. – Алматы: АЭЖБИ, 2004

Қосымша А



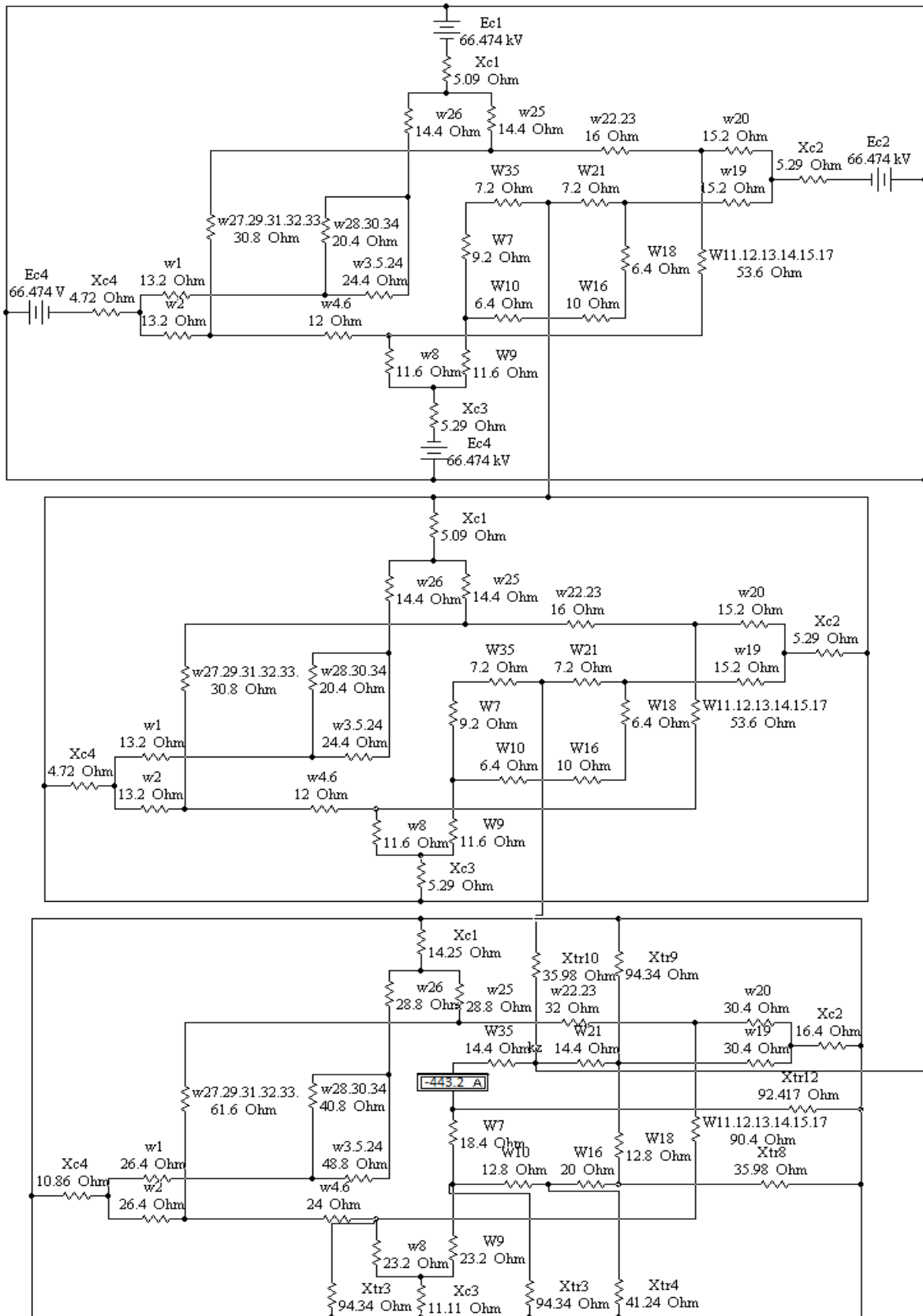
Сурет А1 – Л7 желісінің соңындағы нөл реттік бір фазалы ҚТ.

Қосымша А жалғасы



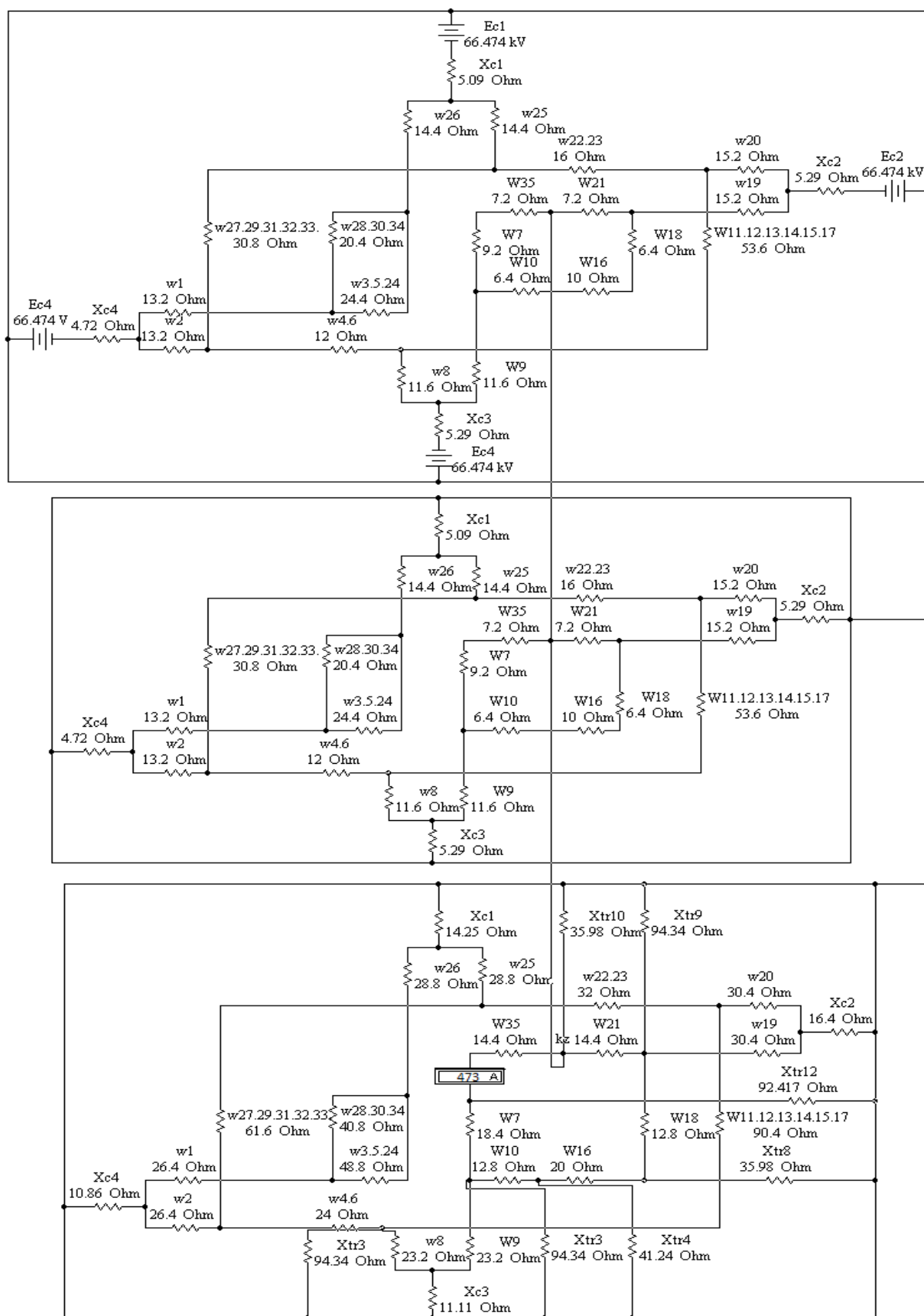
Сурет А2 – Л7 желісінің соңындағы нөл реттік екі фазалы ҚТ.

Қосымша А жалғасы



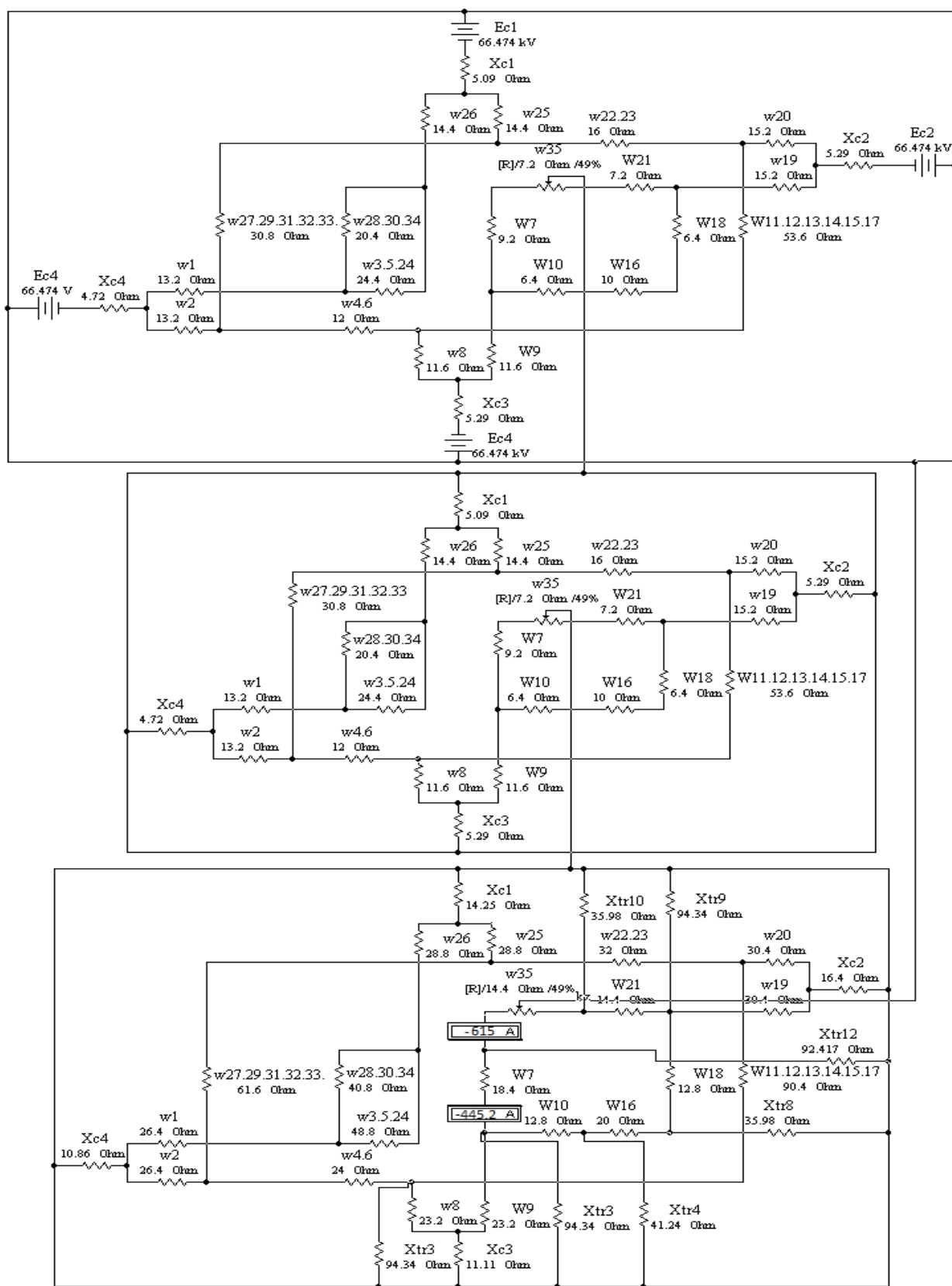
Сурет А3 – Л35 желісінің соңындағы нөл реттік бір фазалы ҚТ.

Қосымша А жалғасы



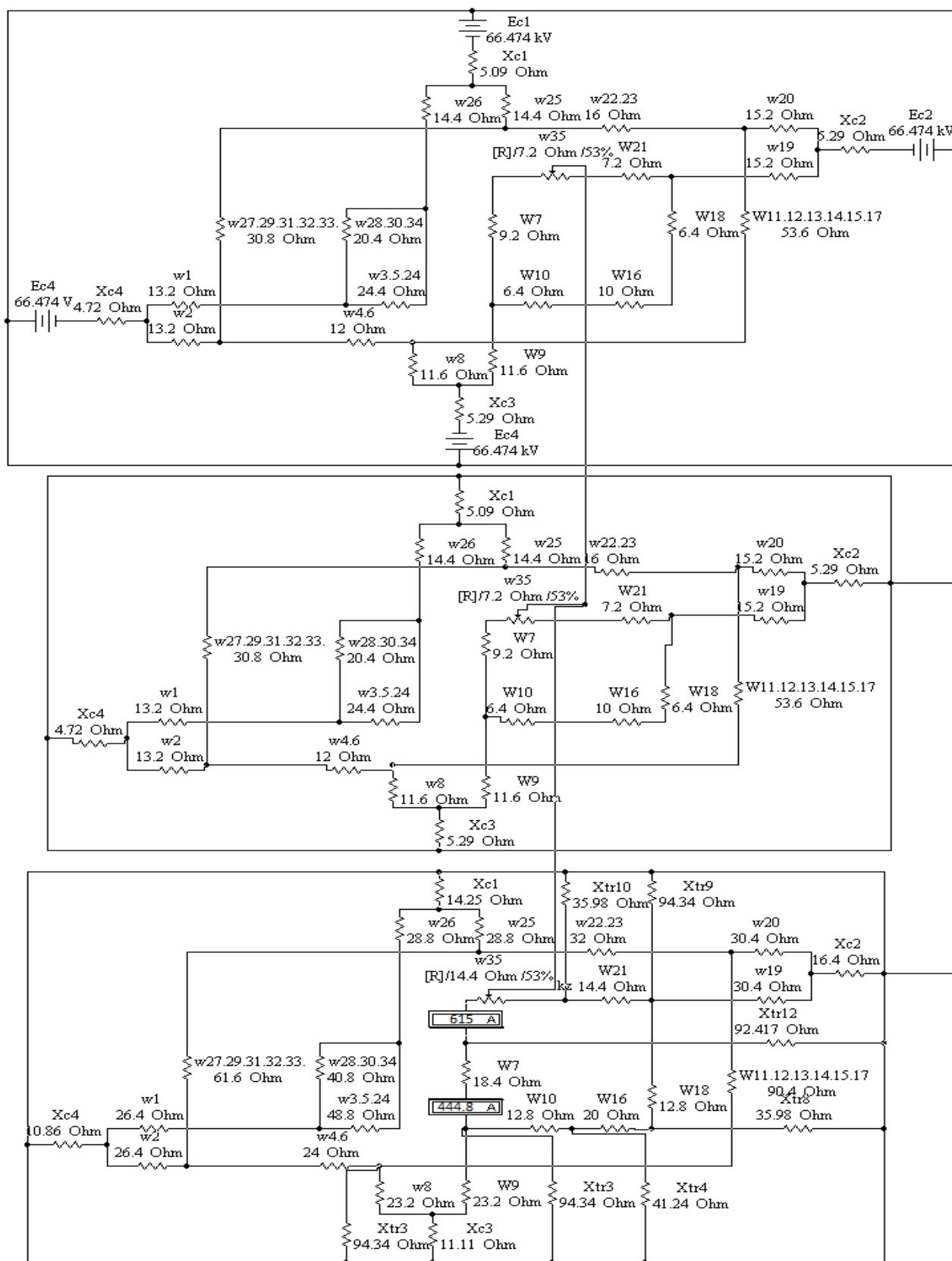
Сурет А4 – Л35 желісінің соңындағы нөл реттік екі фазалы ҚТ

Қосымша А жалғасы



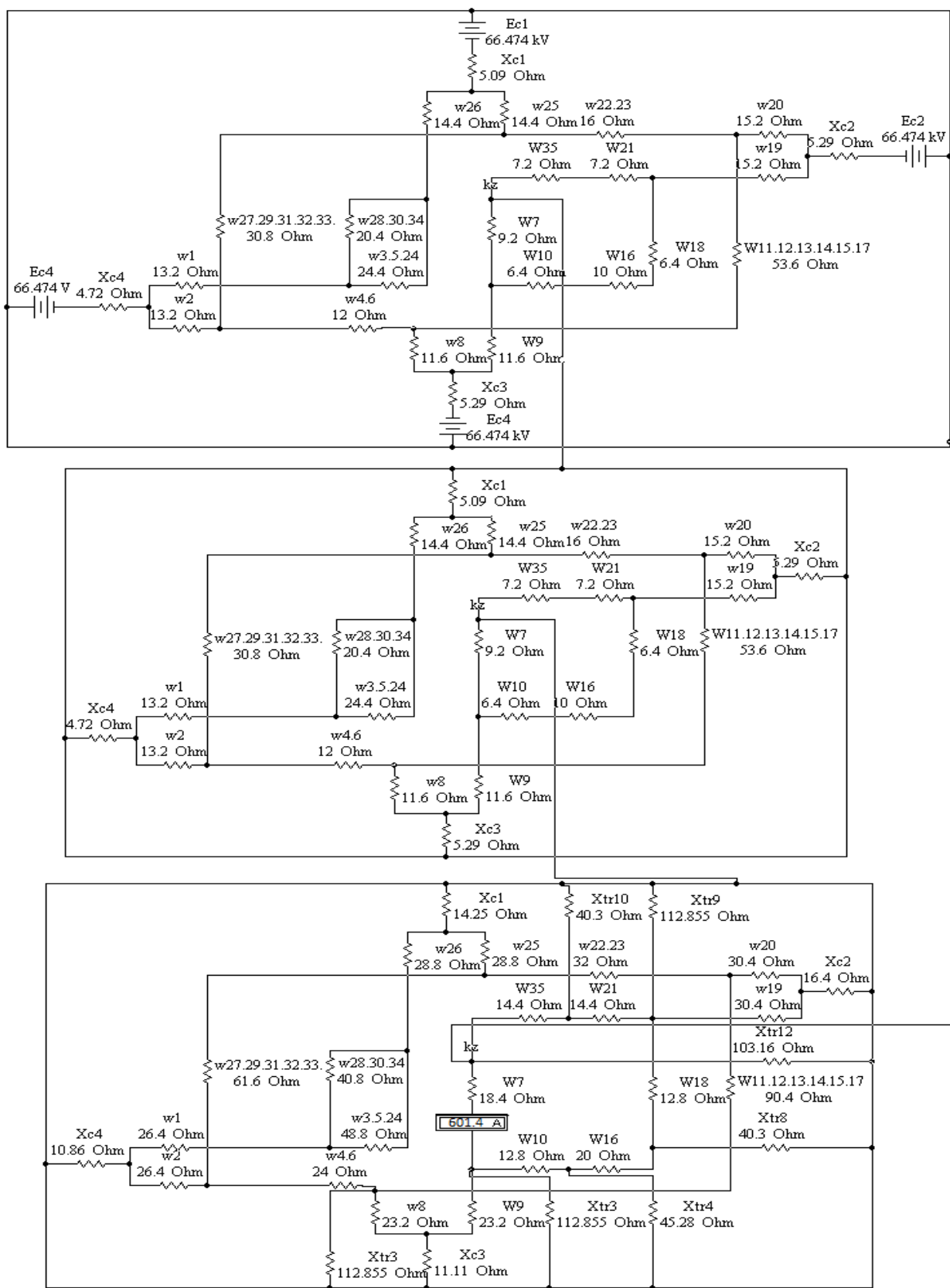
Сурет А5 – Л35 желісінің соңындағы бір фазалы потенциометрлі ҚТ.

Қосымша А жалғасы



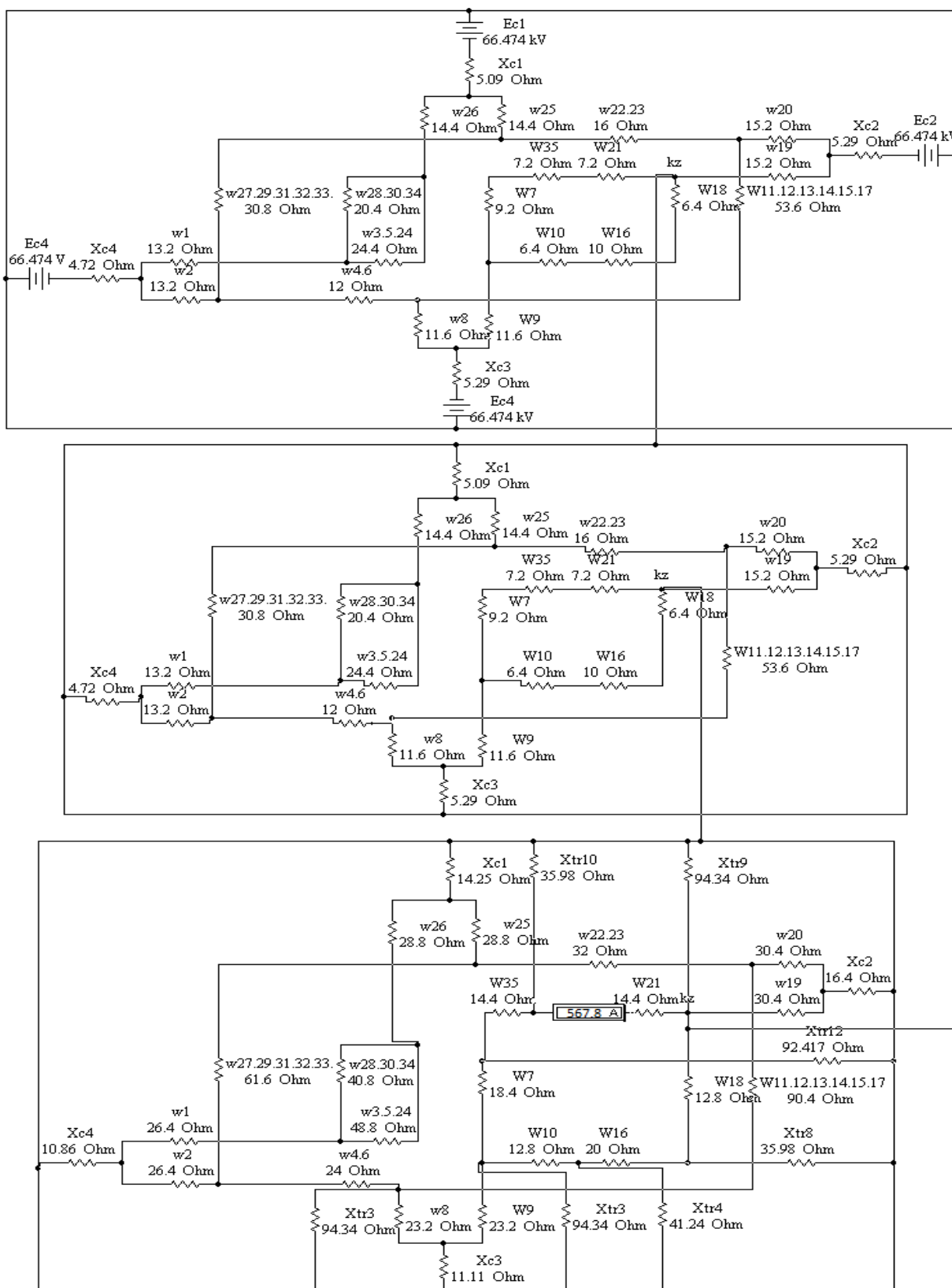
Сурет А6 – Л35 желісінің соңындағы екі фазалы потенциометрлі ҚТ.

Қосымша А жалғасы



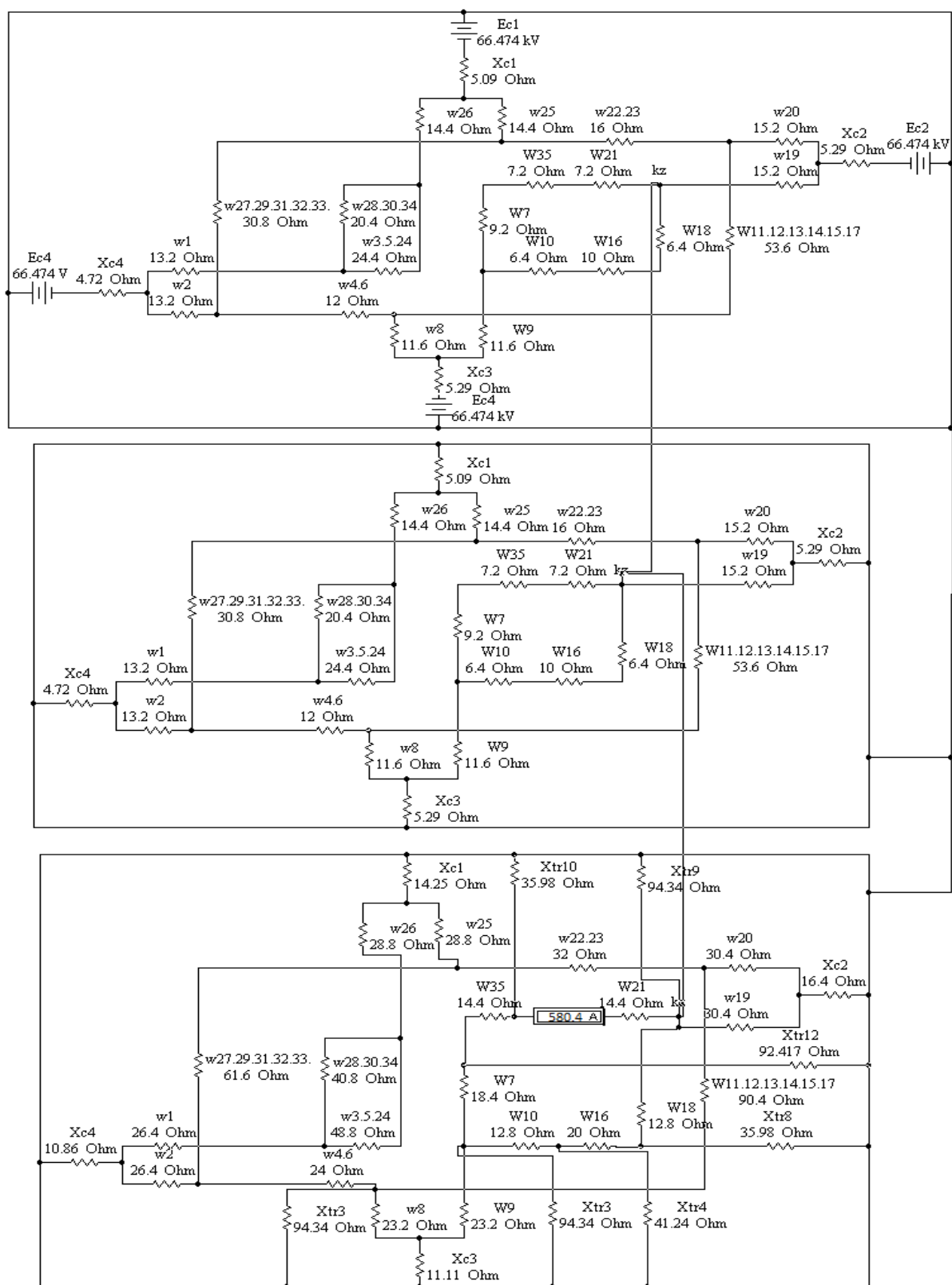
Сурет А7 – Л22 желісінің соғындағы бір фазалы минималды режимдегі ҚТ.

Қосымша А жалғасы



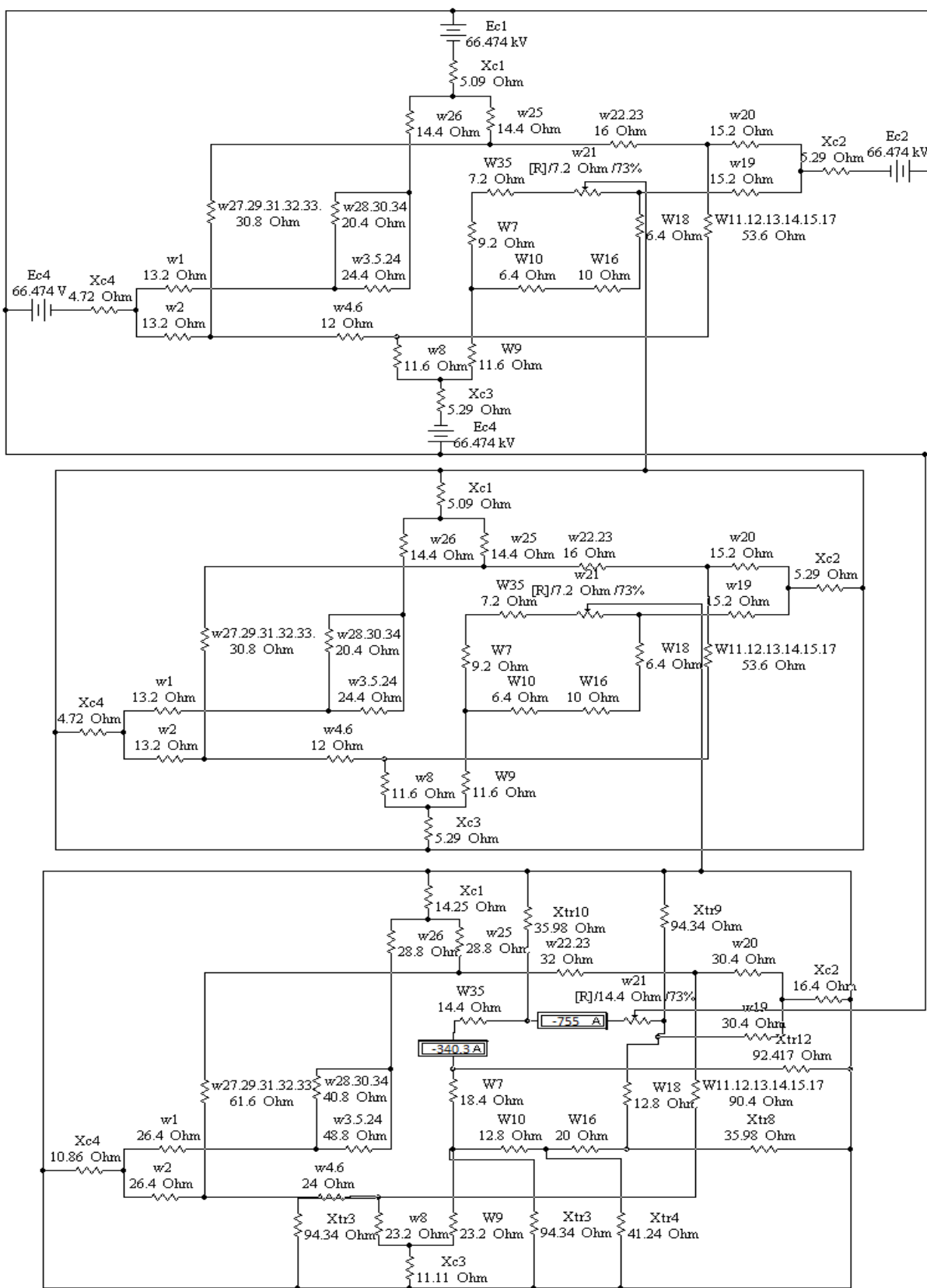
Сурет А8 – Л21 желісінің соңындағы нөл реттік бір фазалы ҚТ.

Қосымша А жалғасы



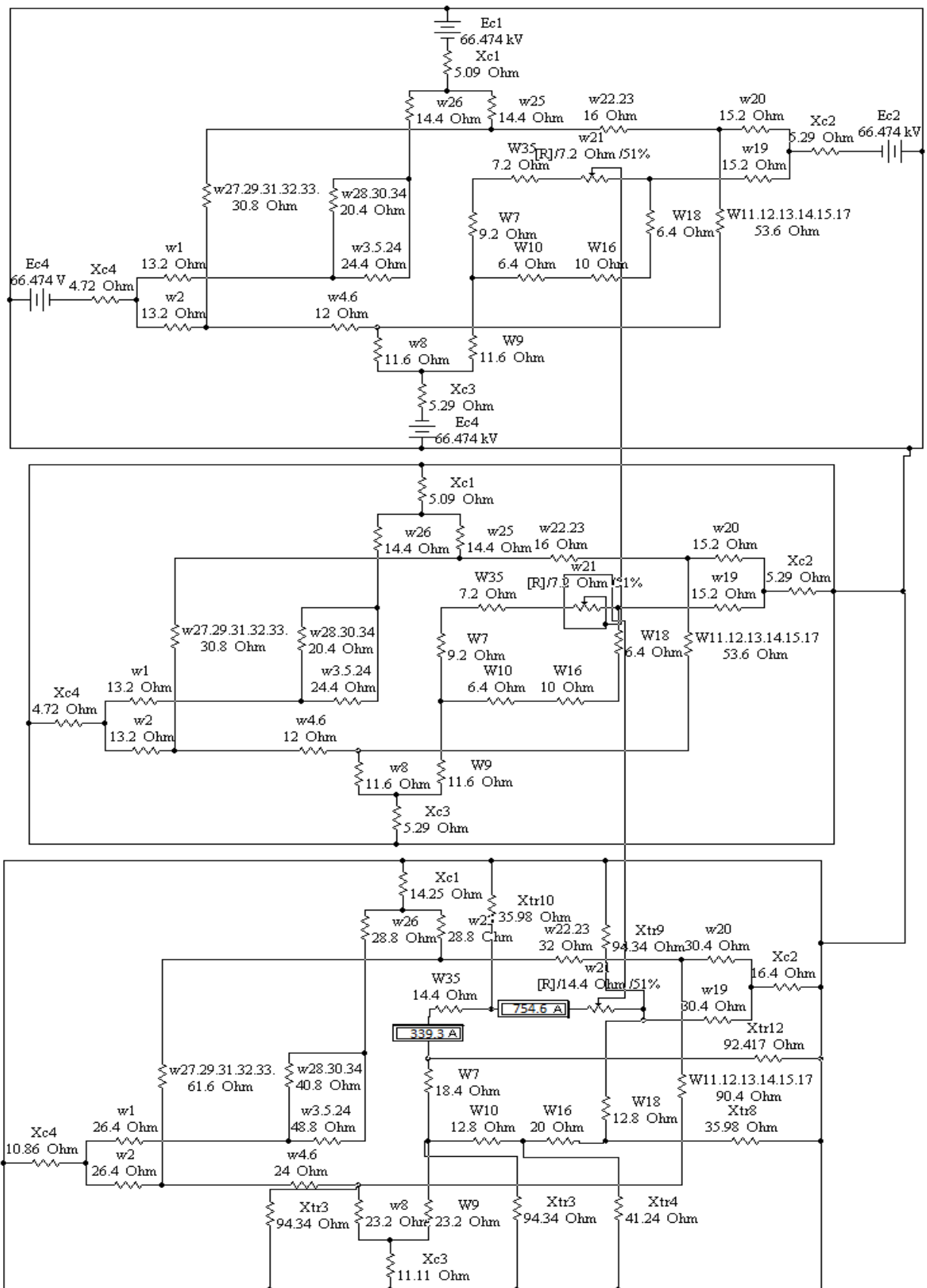
Сурет А9 – Л21 желісінің соңындағы нөл реттік екі фазалы ҚТ.

Қосымша А жалғасы



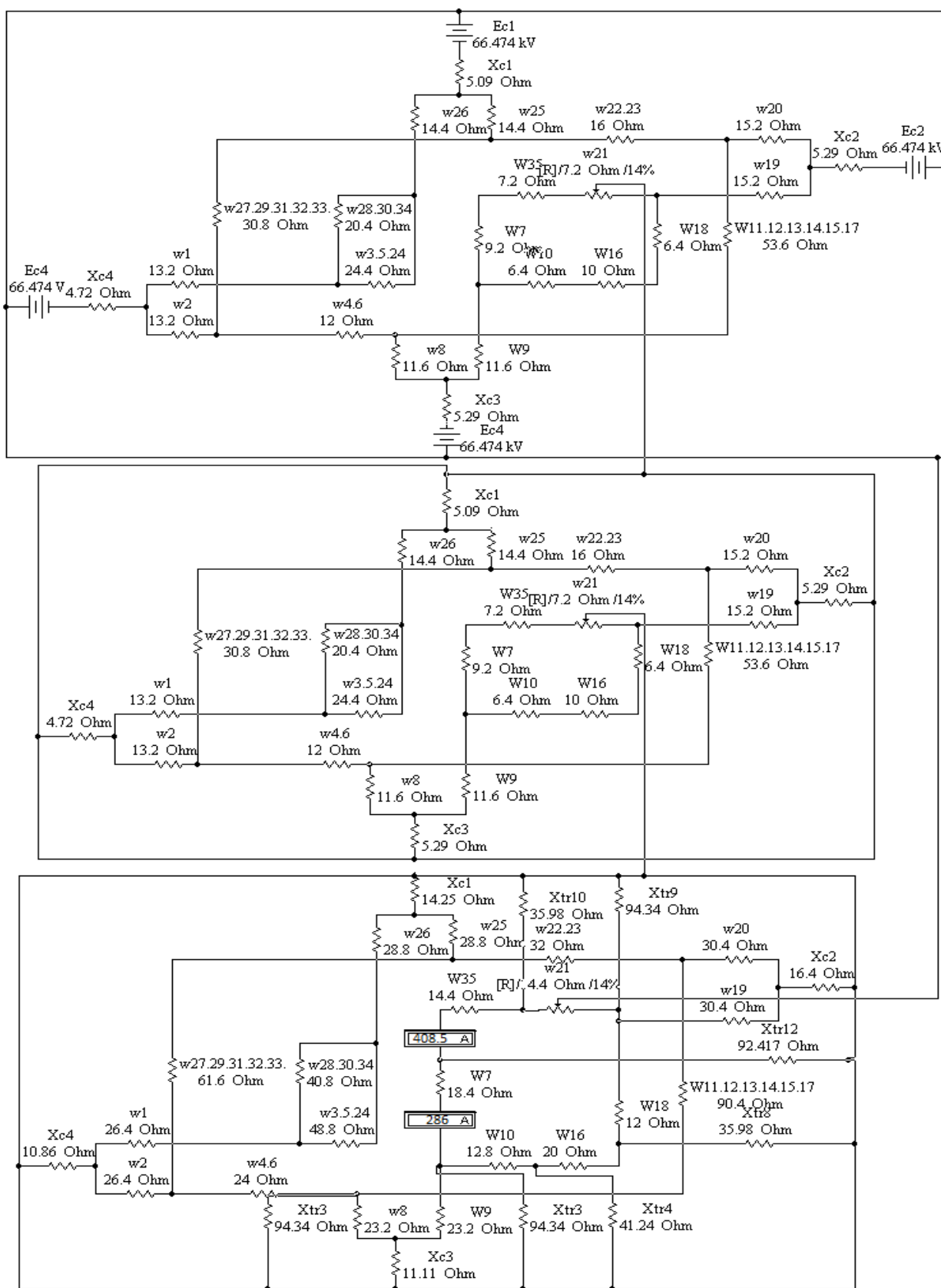
Сурет А10 –Л21 желісінің соңындағы бір фазалы потенциометрлі ҚТ.

Қосымша А жалғасы



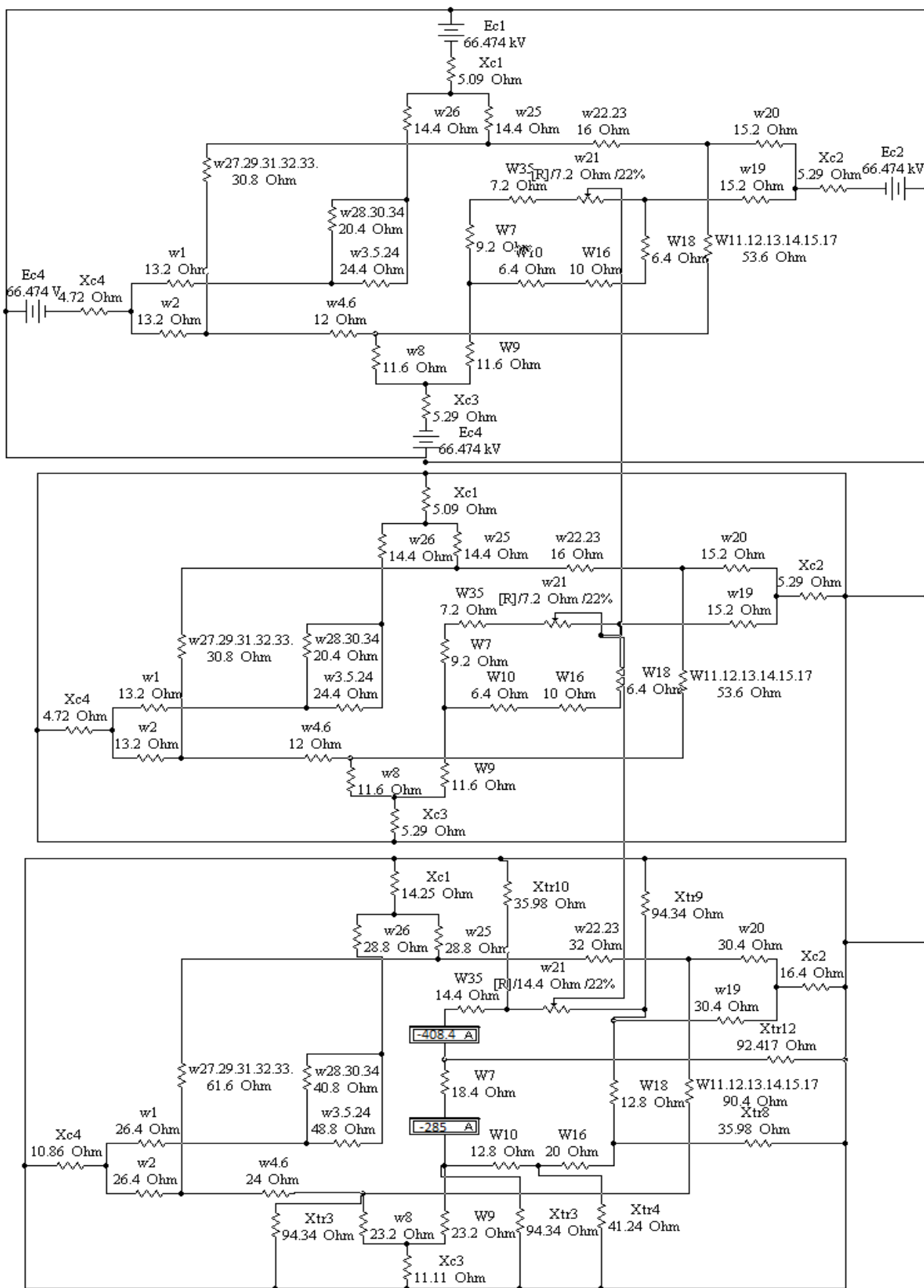
Сурет А11 – Л21 желісінің соңындағы екі фазалы потенциометрлі ҚТ.

Қосымша А жалғасы



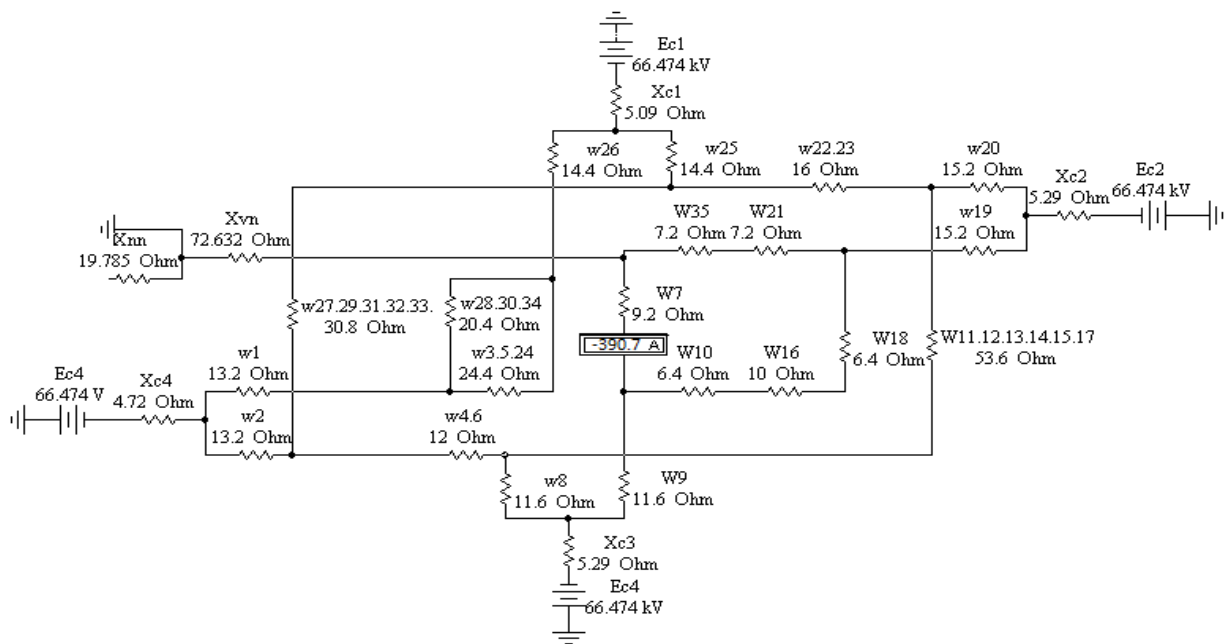
Сурет А12 – Л35 желісінің соңындағы нөл реттік бір фазалы ҚТ.

Қосымша А жалғасы



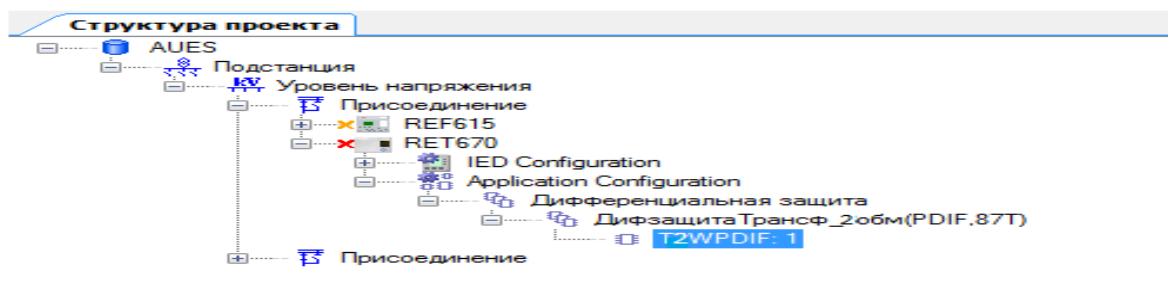
Сурет А13 – Л35 желісінің соңындағы нөл реттік екі фазалы ҚТ

Қосымша А жалғасы



Сурет А14- Трансформатордың Т12 төменгі жағындағы үш фазалы ҚТ.

Қосымша А жалғасы



Сурет А 20–Жоба құрамы

А1 кесте – RET 670 T3WPDIF типінің параметрлері

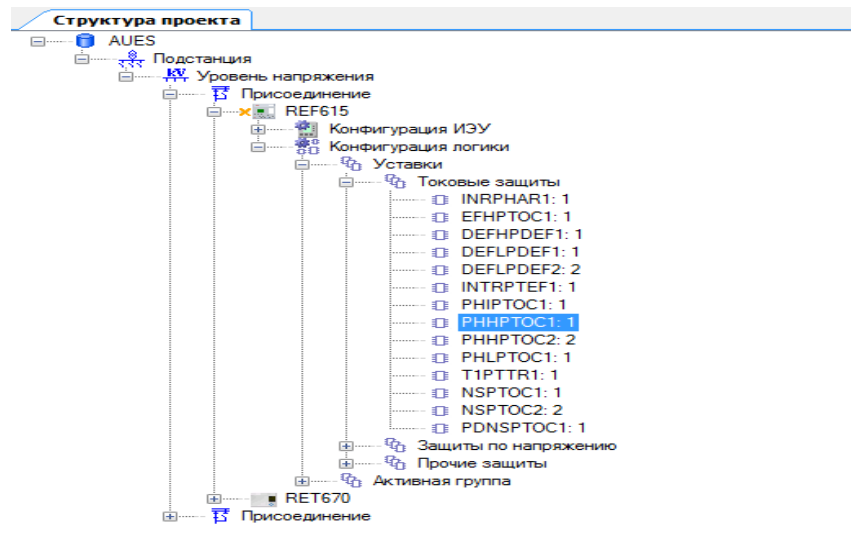
Тағайындаманың аты	Тағайындама диапазоны		Тағайындаманы таңдау	Тағайындамаға түсініктеме
	мин	Макс		
1	2		3	4
RatedVoltageW1	0,05	2000,00	110,00	Трансформатордың жоғары жағындағы номиналды кернеу, кВ
RatedVoltageW2	0,05	2000,00	10,00	Трансформатордың төменгі жағындағы номиналды кернеу, кВ
RatedCurrentW1	1	99999	84,1	Трансформатордың жоғары жағындағы номиналды ток, А
RatedCurrentW2	1	99999	924,856	Трансформатордың төменгі жағындағы номиналды ток, А
ConnectTypeW1	-	-	Жұлдызша (Y)	Жоғары жағындағы байланыс сұлбасы
ConnectTypeW2	-	-	Үшбұрыш (D)	Төменгі жағындағы байланыс сұлбасы
ClockNumberW2	0[0 град]	11[+30 град]	0[0 град]	W2 мен W1 арасындағы фазалық ығысу
ZSCurrSubtrW1	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Выкл (өшіру)	W1 жағы үшін нөл реттік токтың есептік кірісі/шығысы
ZSCurrSubtrW2	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Выкл (өшіру)	W3 жағы үшін нөл реттік токтың есептік кірісі/шығысы

А1 кестенің жалғасы

1	2		3	4
TconfligForW1	Нет (жоқ)	Да (иа)	Да (иа)	W1 орамасы үшін ток трансформаторының 2 кірісі (Т-тәріздес конфигурация)
CT1RatingW1	1	99999	200	Ток трансформаторының бірінші реттік тоғы, А Т-тәріз. 1 иығы
CT2RatingW1	1	99999	200	Ток трансформаторының бірінші реттік тоғы, А Т-тәріз. 2 иығы
TconfligForW2	Нет (жоқ)	Да (иа)	Да (иа)	W2 орамасы үшін ток трансформаторының 2 кірісі (Т-тәріздес конфигурация)
CT1RatingW2	1	99999	1250	Ток трансформаторының бірінші реттік тоғы, А Т-тәріз. 1 иығы
CT2RatingW2	1	99999	1250	Ток трансформаторының бірінші реттік тоғы, А Т-тәріз. 2 иығы
Operation	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Вкл (қосу)	Активизация
SOTFMode	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Вкл (қосу)	Зақымдалуға арналған қосылу функциясының жұмыс режимі
IDiffAlarm	0,05	1	0,21	Дифференциалдық токтың деңгейі (W1 орамасындағы номиналды токтың % бөлігі)
tAlarmDelay	0,00	60,00	10,00	Бүкіл 3 фазадағы дифференциалдық токтың өсуін көрсететін сигналдың уақыт ұстанымы, сек

А1 кестенің жалғасы

1	2		3	4
IdMin	0,05	0,60	0,23	Дифференциалдық тоқтың минималды деңгейі (W1 орамасындағы номиналды тоқтың % бөлігі) сипаттаманың бірінші бөлігінде
IdUnre	1,00	50,00	10,00	Орнатылған мән
CrossBlockEn	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Выкл (өшіру)	Фаза арасындағы кросс-логиканың активизациясы
NegSegDiffEn	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Выкл (өшіру)	Кері тізбек бойынша диф қорғаныстың активизациясы



Сурет А21 – Жоба құрамы

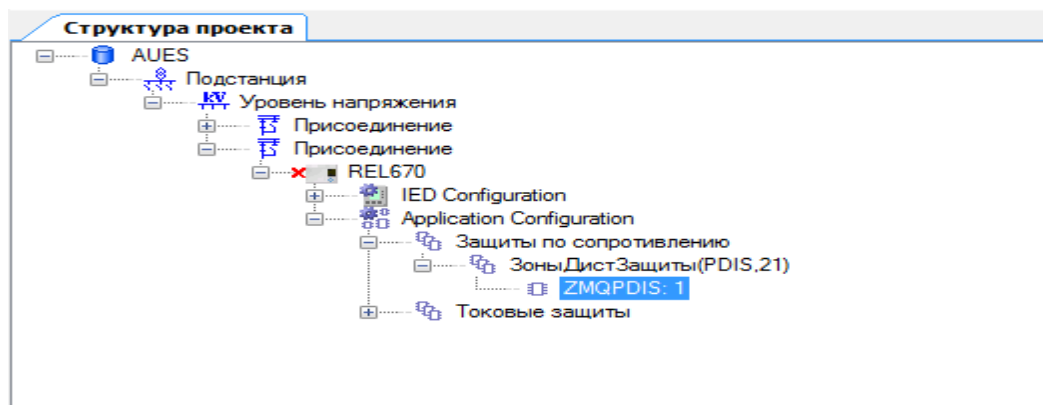
А2 кесте – REF 615 РННРТОС1 типінің параметрлері

Тағайындаманың аты	Тағайындама диапазоны		Тағайындаманы таңдау	Тағайындамаға түсініктеме
	Min	Max		
1	2		3	4
Активизация	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Вкл (қосу)	Программаны қосу

А2 кестенің жалғасы

1	2		3	4
Количество фаз	1	3	3	Фаза саны
Мин время срабат	20	60000	1300	Минималды қосылу уақыты, мс
Время возврата	0	60000	1000	Қайту үшін уақыт ұстанымы, мс
Режим измерения	-	-	Фурье	Өлшеу режимін таңдау
Параметры кривой А	0,0086	120,00 00	28,2000	Программалау қисығы үшін А параметрі, орнатылған мән
Параметры кривой В	0,0000	0,7120	0,1217	Программалау қисығы үшін В параметрі, орнатылған мән
Параметры кривой С	0,02	2,00	2,00	Программалау қисығы үшін С параметрі, орнатылған мән
Параметры кривой D	0,46	30,00	29,10	Программалау қисығы үшін D параметрі, орнатылған мән
Параметры кривой E	0,0	1,0	1,0	Программалау қисығы үшін E параметрі, орнатылған мән
Пусковое значение	0,10	40,00	3,62	Іске қосу мәні, xI_n
Множитель Пуск Знач	0,8	10,0	1,0	Іске қосу мәнінің масштабтық мәні, орнатылған мән
Множитель времени	0,05	15,00	1,00	Уақытша коэффициент, орнатылған мән
Время срабатывания	40	20000 0	1600	Қосылу үшін кететін уақыт ұстанымы, мс
Тип кривой срабат.	-	-	МЭК независима я	Уақыт ұстанымының қисығын таңдау типі

Қосымша А жалғасы



Сурет А22 – Жоба құрамы

Кесте А3 – REL 670 ZMQPDIS:1 типінің параметрлері

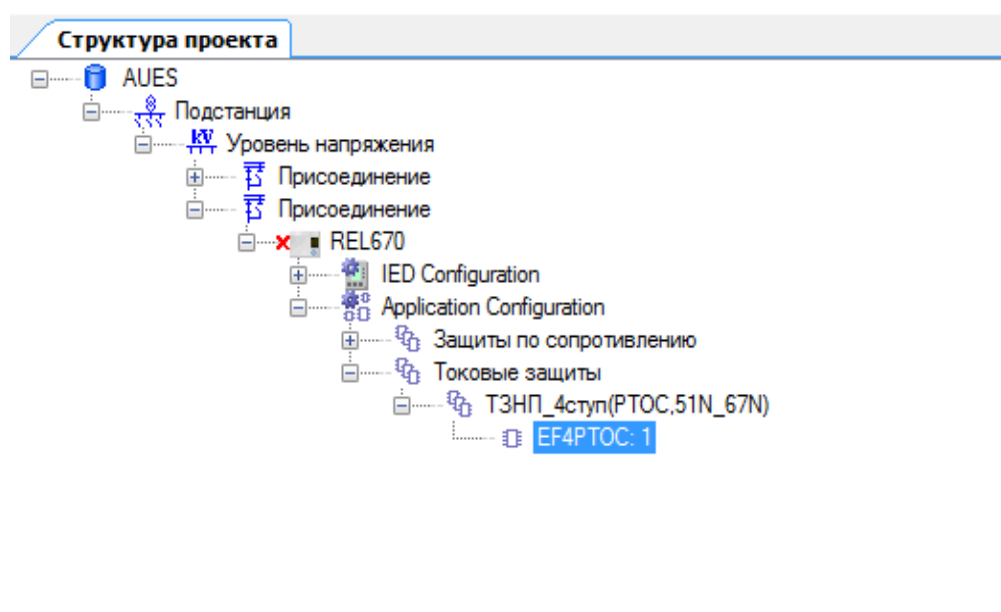
ZMQPDIS:1 1-ші сатының параметрленуі				
Тағайындаманың аты	Тағайындама диапазоны		Тағайындаманы таңдау	Тағайындамаға түсініктеме
	Min	Max		
1	2		3	4
Operation	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Вкл (қосу)	Активизация
IBase	1	99999	84,05	Базистік тоқ (номиналды тоқ), А
UBase	0,05	2000,00	110,00	Базистік кернеу (номиналды кернеу), кВ
OperationDir	-	-	Прямое (тура)	Бағытталу режимі
X1	0,10	3000,00	5,1	Реактивті кедергі бойынша қамту аймағы (бірінші саты), Ом
R1	0,01	1000,00	0,00	Активті кедергі бойынша қамту аймағы (бірінші саты),
OperationPP	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Вкл (қосу)	Фаза-фаза контур активизациясы
Timer tPP	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Вкл (қосу)	Фазаарлық қ.т. қорғаныс зонасының таймерінің активизациясы

А3 кестенің жалғасы

1	2		3	4
tPP	0,00	60,00	0,00	Өшірудің уақыт ұстанымы, с
OperationPE	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Выкл (өшіру)	Фаза-жер контурының активизациясы
ZMQPDIS:1 2-ші сатының параметрленуі				
Operation	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Вкл (қосу)	Активизация
IBase	1	99999	84,1	Базистік ток (номиналды ток), А
UBase	0,05	2000,00	110,00	Базистік кернеу (номиналды кернеу), кВ
OperationDir	-	-	Обратное (кері)	Бағытталу режимі
X2	0,10	3000,00	9,6	Реактивті кедергі бойынша қамту аймағы (екінші саты), Ом
R2	0,01	1000,00	0,00	Активті кедергі бойынша қамту аймағы (екінші саты), Ом
OperationPP	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Вкл (қосу)	Фаза-фаза контур активизациясы
Timer tPP	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Вкл (қосу)	Фазаарлық қ.т. қорғаныс зонасының таймерінің активизациясы
tPP	0,00	60,00	0,50	Өшірудің уақыт ұстанымы, с
OperationPE	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Выкл (өшіру)	Фаза-жер контурының активизациясы
ZMQPDIS:1 3-ші сатының параметрленуі				
Operation	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Вкл (қосу)	Активизация
IBase	1	99999	84,1	Базистік ток (номиналды ток), А
UBase	0,05	2000,00	110,00	Базистік кернеу (номиналды кернеу),

А3 кестенің жалғасы

1	2		3	4
OperationDir	-	-	Прямое (тура)	Бағытталу режимі
X3	0,10	3000,00	218,66	Реактивті кедергі бойынша қамту аймағы (үшінші саты), Ом
R3	0,01	1000,00	0,00	Активті кедергі бойынша қамту аймағы (үшінші саты), Ом
OperationPP	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Вкл (қосу)	Фаза-фаза контур активизациясы
Timer tPP	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Вкл (қосу)	Фазаарлық қ.т. қорғаныс зонасының таймерінің активизациясы
tPP	0,00	60,00	1,5	Өшірудің уақыт ұстанымы, с
OperationPE	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Выкл (өшіру)	Фаза-жер контурының активизациясы



Сурет А23 –Жоба құрамы

Кесте А4 – REL 670 EF4PTOC типінің параметрлері

Барлық сатыларға ортақ				
Тағайындаманың аты	Тағайындама диапазоны		Тағайындаманы таңдау	Тағайындамаға түсініктеме
	Min	Max		
1	2		3	4
Operation	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Вкл (қосу)	Активизация
IBase	1	99999	84,1	Базистік ток (номиналды ток), А
UBase	0,05	2000,00	110,00	Базистік кернеу (номиналды кернеу), А
AngleRCA	-180	180	65	Реленің сипаттамалық бұрышы, deg (орнатылған мән)
polMethod	-	-	По Напряжению	Поляризация типі (орнатылған мән)
BlkParTransf	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Вкл (қосу)	Трансформаторлардың параллель жұмыс істеу кезінде қоғаныстық логиканың қосылуы
UseStartValue	IN>1	IN>4	IN>4	Трансформаторлардың параллель жұмыс істеу кезінде қоғаныстың ток бойынша орнатылған мәні
SOTF	Выкл (өшіру)	Вкл (қосу)	Выкл (өшіру)	SOTF логикасының жұмыс режимі
EF4PTOC:1 1-ші сатының параметрлері				
DirMode1	-	-	Прямое (тура)	1-ші сатының бағытталу режимі
Characterist1	-	-	ANSI независимая	Ток-уақыттық сипаттаманың типі
IN1>	1	2500	34,05	Нөл реттік ток бойынша қосылудың орнатылған мәні, %IB
t1	0,000	60,000	0,000	1-ші сатының тәуелсіз уақыт ұстанымы, с
k1	0,05	999,00	0,05	Орнатылған мән

А4 кестенің жалғасы

1	2		3	4
IMin1	1,00	10000,00	2795,13	1-ші сатының минималды тоғы, %IB
t1Min	0,000	60,000	0,000	1-ші сатының инверстік сипаттамасының минималды қосылу уақыты, с
IN1Mult	1,0	10,0	2,0	Көбейту коэффициенті (орнатылған мән)
RestTypeCrv1	-	-	Мгновенный	1-ші сатының қайту қисығының типі (орнатылған мағына)
tReset1	0,000	60,000	0,020	1-ші сатының қайту уақыт ұстанымы, с
EF4PTOC:1 2-ші сатының параметрлері				
DirMode2	-	-	Прямое (тура)	2-ші сатының бағытталу режимі
Characterist2	-	-	ANSI независимая	Тоқ-уақыттық сипаттаманың типі
IN2>	1	2500	25,03	Нөл реттік тоқ бойынша қосылудың орнатылған мәні, %IB
t2	0,000	60,000	0,300	2-ші сатының тәуелсіз уақыт ұстанымы, с
k2	0,05	999,00	0,05	Орнатылған мән
IMin2	1,00	10000,00	2002,32	2-ші сатының минималды тоғы, %IB
t2Min	0,000	60,000	0,300	2-ші сатының инверстік сипаттамасының минималды қосылу уақыты, с
IN2Mult	1,0	10,0	2,0	Көбейту коэффициенті (орнатылған мән)
RestTypeCrv2	-	-	Мгновенный	2-ші сатының қайту қисығының типі (орнатылған мағына)
tReset2	0,000	60,000	0,020	2-ші сатының қайту

А4 кестенің жалғасы

1	2	3	4	
			уақыт ұстанымы, с	
EF4PTOC:1 3-ші сатының параметрлері				
DirMode3	-	-	Прямое (тура)	3-ші сатының бағытталу режимі
Characterist3	-	-	ANSI независимая	Тоқ-уақыттық сипаттаманың типі
IN3>	1	2500	16,542	Нөл реттік тоқ бойынша қосылудың орнатылған мәні, %IB
t3	0,000	60,000	0,600	3-ші сатының тәуелсіз уақыт ұстанымы, с
k3	0,05	999,00	0,05	Орнатылған мән
IMin3	1,00	10000,00	1323,36	3-ші сатының минималды тоғы, %IB
t3Min	0,000	60,000	0,600	3-ші сатының инверстік сипаттамасының минималды қосылу уақыты, с
IN3Mult	1,0	10,0	2,0	Көбейту коэффициенті (орнатылған мән)
RestTypeCrv3	-	-	Мгновенный	3-ші сатының қайту қисығының типі (орнатылған мағына)
tReset3	0,000	60,000	0,020	3-ші сатының қайту уақыт ұстанымы, с
EF4PTOC:1 4-ші сатының параметрлері				
DirMode4	-	-	Прямое (тура)	4-ші сатының бағытталу режимі
Characterist4	-	-	ANSI	Тоқ-уақыттық сипаттаманың типі
IN4>	0,1	2500	0,396	Нөл реттік тоқ бойынша қосылудың орнатылған мәні, %IB
t4	0,000	60,000	2,300	4-ші сатының тәуелсіз уақыт ұстанымы, с

А4 кестенің жалғасы

1	1		1	1
k4	0,05	999,00	0,05	Орнатылған мән
I _{Min4}	1,00	10000,00	31,74	4-ші сатының минималды тоғы, %ІВ
t _{4Min}	0,000	60,000	0,55	4-ші сатының инверстік сипаттамасының минималды қосылу уақыты, с
I _{N4Mult}	1,0	10,0	2,0	Көбейту коэффициенті (орнатылған мән)
t _{Reset4}	0,000	60,000	0,020	4-ші сатының қайту уақыт ұстанымы, с