

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: 110/35/10кВ 2х25 МВА х 7 қосалғы  
стансаның релейлік қорғанысқа тәуір автоматтық  
қосымша қосудың логикалық сұлбасын жасау

5B071800 – Электр энергетикасы мамандығы бойынша:

Орындаған Әсетбаев Нұрсұлтан Қодтасалдыұлы РЗК-102  
(аты-жөні) (тобы)

Жетекші Атисбаев С.А.  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Рецензентер:

Экономиканың бөлім бойынша:  
аға оқытушы Түргелова С.К.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
Тү « 14 » 05 20 14 ж.  
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:  
аға оқытушы Әбдікереметов Р.С.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
Ә « 28 » 05 20 14 ж.  
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша:  
аға оқытушы Ароштанов Н.М.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ ж.  
(қолы)

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

Монитор бақылаушы:  
аға оқытушы Жанова Г.М.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
Р « 2 » 06 20 14 ж.  
(қолы)

Ізкір жазушы:  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ ж.  
(қолы)

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетикасы факультеті  
5B071800 – Электр энергетикасы мамандығы  
Өндiретiк кәсiпорландырды электрмен жабдықтау кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Аты: Досұлаев Нұрсұлтан Қодталаевұлы  
(аты - жөні)

Тапсырма тақырыбы: 110/35/10 кВ 2х25 МВА и 7 қосалқос стансаның реліс қорғаныс  
реакторын «Э» қызуымен № 115 бұйрығы бойынша бекітілген.

Тапсырманы орындау мерзімі: «  » 20 ж.

Жобаға бастанғы деректер (тапсырылған жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

и 7 қосалқос стансада қуаты 25 МВА қим орнында 110/35/10 кВ емс трансформатор орналасқан. 110 кВ шинада 6 темс келеді, ал 10 кВ-та 8 фидер орналасқан. Реліс қорғаныс та-сайтың темс көлемі 18. Оның меншікті ке-дергісі 4,8 Ом/км, ұзындығы 72 км.

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

1. 110/35/10 кВ қосалқос стансаның 7-электрлік бөлігін жасау
2. Қосалқос стансадағы трансформатордың реліс қорғаныс
3. Темс қорғаныс
4. Олар тиімділік қауіпсіздігі бөлімі
5. Экономикалық бөлім.

с) ақпараттардың (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету)

1. Энергетиканың бас электрік, тура, кері және қол ретті аймақтары схемалары.
2. Қосалпа стансалық принципі бойынша электрік схемасы.
3. Трансформатордың қорғалысы.
4. Темі қорғалысы.
5. НРТК және ДК селективтілік қорғалысы, ДК қолшо-нақша схематикасы.
6. Автоматты қайта қосу логикасы.

г) біті қарнылатын әдебиеттер

1. Правила устройства электроустановок Республика Казахстан, Алматы, 2017.
2. Гловинский В.Р., Пономарев Ч.А. Современное средства релейной защиты и автоматизации электросетей 3-9 электроныя версия 2003.
3. Роткина Л.Д., Корнеев Л.К., Таркыза Р.В. Электрооборудование электрических станций и подстанций - 4-е изд. степ. М. Академия 2007-448 с.

д) бағынышты бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

| бөлімшелер              | кеңесші        | мерзімі          | қолы     |
|-------------------------|----------------|------------------|----------|
| Электр энергиясы        | Туркешова С.С. | 21.04 - 14.05.14 | ТК       |
| Электр энергиясы бөлімі | Мурташев Р.С.  | 28.05.14         | Мурташев |
| Металлші                | Атқабайев С.А. |                  |          |
| Е.Т.К.                  | Аростанов Н.Н. |                  |          |
|                         |                |                  |          |
|                         |                |                  |          |



## **Аңдатпа**

Бұл дипломдық жобада «110/35/10 кВ 2х25 МВА қосалқы стансаның релелік қорғанысы және 10 кВ қозғалтқыштың қорғанысының логикалық сұлбасын жасау». Осы жобада қосалқы стансаның принципіалдық сұлбасы күштік қондырғылар және жалғаулық аппараттар таңдалынған қосалқы стансаның элементтеріне релелік қорғаныс қойылымдары есептелінген.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде электр зарядының адамға әсерін және одан қорғану шараларын қарастырдым шудың деңгейін есептедім.

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

## **Аннотация**

Дипломный проект выполнен на тему “Релейная защита подстанции 110/35/10 кВ 2х25 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.

## **Annotation**

The degree project is executed on the subject "Relay Protection of Substation of 110/35/10 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   | 7  |
| 1 110/35/10 кВ қосалқы стансаның электрлік бөлігін жасау          | 8  |
| 1.1 Стансаның бас электрлік сұлбасы                               | 8  |
| 1.2 Жүйе элементтерінің кедергілерін анықтау                      | 9  |
| 1.3 ҚТ токтарын анықтау   | 12 |
| 1.4 Жабдықтар мен коммутациялық аппараттарды таңдау               | 14 |
| 1.5 Ажыратқыштарды таңдау   | 14 |
| 1.6 Жоғарғы кернеуге айырғышты таңдау                             | 31 |
| 1.7 Асқын кернеуді шектеушілерді таңдау                           | 32 |
| 1.8 Тоқ трансформаторларын таңдау                                 | 32 |
| 1.9 Кернеу трансформаторларын таңдау                              | 36 |
| 1.10 Шиналарды таңдау   | 38 |
| 2 Қосалқы станциядағы трансформатордың релелік қорғанысы          | 40 |
| 2.1 Негізгі жағдайы   | 40 |
| 2.2 Трансформатордың дифференциалды тоқты «SIEMENS» фирмасыны.    |    |
| 7UT613 типтегі сандық релелік терминалымен қорғау                 | 41 |
| 2.3 110 кВ желінің максималды тоқ қорғанысы (МТҮ)                 | 42 |
| 2.4 Максимал тоқ қорғанысы  | 43 |
| 2.5 Асқын жүктемеден қорғау                                       | 45 |
| 3 Желі қорғанысы  | 50 |
| 3.1 Желінің қорғанысы   | 50 |
| 3.2 110кВ желі қорғанысы  | 50 |
| 3.3 Дистанционды қорғаныс   | 50 |
| 3.4 7SA632 терминалының дистанциондық қорғанысының қолдану аймағы | 50 |
| 3.5 Құрылығандағы қызмет етулер көлемі                            | 51 |
| 3.6 Дистанциондық қорғаныс  | 54 |
| 3.7 Бірінші сатыны есептеу  | 55 |
| 3.8 Екінші сатыны есептеу   | 55 |
| 3.9 Үшінші сатыны есептеу   | 58 |
| 3.10 Төрт сатылы нөл реттік тоқ қорғанысын (НРТҚ) есептеу         | 62 |
| 3.11 Бірінші сатыны есептеу                                       | 62 |
| 3.12 Екінші сатыны есептеу  | 63 |
| 3.13 Үшінші сатыны есептеу  | 65 |
| 4 Өміртіршілік қауіпсіздігі                                       | 68 |
| 4.1 Еңбек шарттарын талдау  | 68 |
| 4.2 Жасанды жарықтандыру жүйесін есептеу                          | 70 |
| 4.3 Табиғи жарықтандыру жүйесін есептеу                           | 73 |
| 4.4 Қосалқы стансадағы шудың деңгейіне акустикалық есеп жүргізу   | 76 |
| 5 Экономикалық бөлім  | 86 |
| Қорытынды   | 88 |
| Қысқартулар тізімі  | 89 |
| Қолданылған әдебиеттер тізімі                                     | 90 |
| Қосымша А   | 92 |

## 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.

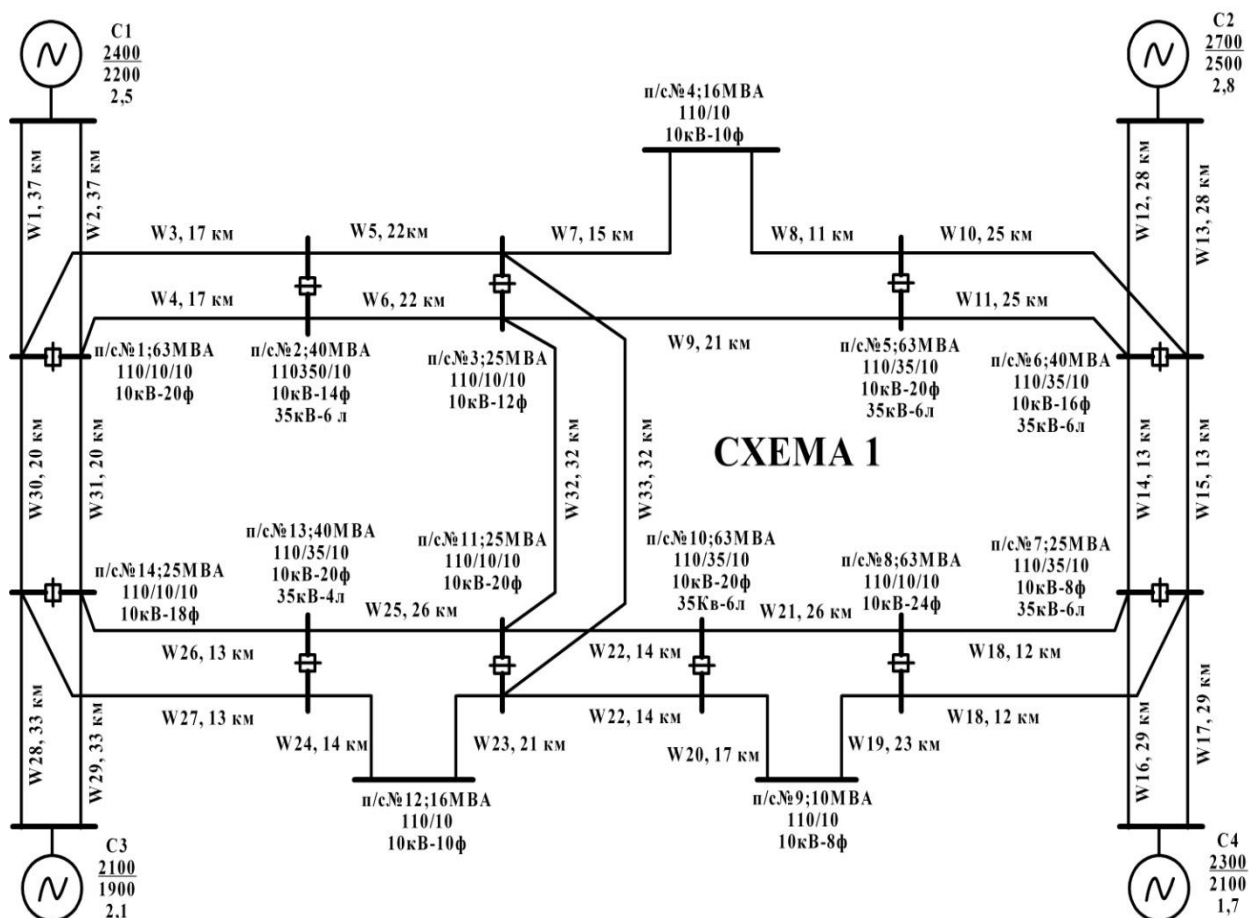
Оны орындайтын релелік қорғаныс болып табылады. Ол энергожүйенің барлық элементтерінің қалпын үздіксіз бақылап пайда болған зақымдану мен қалыпсыз режимдерге жылдам әрекет етіп отырады.

Бұл бітіру жұмысында «110/35/10 кВ 2x25 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.

# 1 110/35/10 кВ қосалқы стансасының электрлік бөлігін жасау

## 1.1 Бастапқы берілгендері



Сурет 1.1- Стансаның бас электрлік сұлбасы

Бітіру жұмысына бастапқы берілгендері:

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

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

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

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

*Трансформаторлардың параметрлері:*

Үш орамды трансформатор (қосалқы станса №6) (Т1Т2): ТДТН - 40/110/35/10  $S_{ном} = 40$  МВА;  $U_{ВН} = 115$  кВ;  $U_{СН} = 385$  кВ;  $U_{НН} = 11$  кВ;  $\Delta U_{рег} = \pm 16\%$

Кесте 1.1 – Трансформатор орамдарының қ.т. кернеуі

| ВН-НН |     |      | СН-НН |    |      | ВН-СН |     |      |
|-------|-----|------|-------|----|------|-------|-----|------|
| мин   | ор  | Макс | мин   | ор | макс | мин   | Ор  | макс |
| 1704  | 175 | 1929 | -     | 65 | -    | 952   | 105 | 1156 |



Үш орамды трансформатор (қосалқы станса №7): ТДТН - 25/110/35/10  
 $S_{\text{НОМ}}=25 \text{ МВА}; U_{\text{ВН}}=115 \text{ кВ}; U_{\text{СН}}=385 \text{ кВ}; U_{\text{НН}}=11 \text{ кВ} \Delta U_{\text{рег}} = \pm 16\%$

Кесте 1.2 – Трансформатор орамдарының қ.т. кернеуі

| ВН-НН |     |      | СН-НН |    |      | ВН-СН |     |      |
|-------|-----|------|-------|----|------|-------|-----|------|
| мин   | ор  | макс | мин   | ор | макс | мин   | ор  | макс |
| 1747  | 175 | 195  | -     | 65 | -    | 999   | 105 | 1186 |

Үш орамды трансформатор (қосалқы станса №5 №10): ТДТН - 63/110/35/10;  $S_{\text{НОМ}}=63 \text{ МВА}; U_{\text{ВН}}=115 \text{ кВ}; U_{\text{СН}}=385 \text{ кВ}; U_{\text{НН}}=11 \text{ кВ} \Delta U_{\text{рег}} = \pm 16\%$  .

Кесте 1.3 – Трансформатор орамдарының қ.т. кернеуі

| ВН-НН |     |      | СН-НН |    |      | ВН-СН |     |      |
|-------|-----|------|-------|----|------|-------|-----|------|
| мин   | ор  | макс | мин   | ор | макс | мин   | ор  | макс |
| 174   | 175 | 1920 | -     | 7  | -    | 101   | 105 | 109  |

Трансформатор (қосалқы станса №3 №11): ТДН-25/110/10/10  $S_{\text{НОМ}}=25 \text{ МВА}; U_{\text{ВН}}=115 \text{ кВ}; U_{\text{НН}}=11 \text{ кВ}; \Delta U_{\text{рег}} = \pm 16\%$  ;  $U_{\text{КМИН}}=984\%$  ;  $U_{\text{КМАКС}}=1172\%$  .

Желі параметрлері 1.4 – кестеде көрсетілген.

## 1.2 Жүйе элементтерінің кедергілерін анықтау

Желілердің кедергілері келесі формуламен анықталады:

$$X = x_{\text{желі}} \cdot L \cdot \frac{U_{\text{о}}^2}{U_{\text{орт}}^2} \text{ Ом} \quad (1.1)$$

Барлық желінің меншікті кедергісін 04 Ом/км-ге тең деп аламыз.

Кесте 1.4 - Желі параметрлері мен кедергілері

| № КЖ | КЖ ұзындығы км | Худ Ом/км | Желі кедергісі Ом |
|------|----------------|-----------|-------------------|
| 1    | 2              | 3         | 4                 |
| 1    | 37             | 04        | 148               |
| 2    | 37             | 04        | 148               |
| 3    | 17             | 04        | 68                |
| 4    | 17             | 04        | 68                |
| 5    | 22             | 04        | 88                |
| 6    | 22             | 04        | 88                |

1.4-кестенің жалғасы

| 1  | 2  | 3  | 4   |
|----|----|----|-----|
| 7  | 15 | 04 | 6   |
| 8  | 11 | 04 | 44  |
| 9  | 21 | 04 | 84  |
| 10 | 25 | 04 | 10  |
| 11 | 25 | 04 | 10  |
| 12 | 28 | 04 | 112 |
| 13 | 28 | 04 | 112 |
| 14 | 13 | 04 | 52  |
| 15 | 13 | 04 | 52  |
| 16 | 29 | 04 | 116 |
| 17 | 29 | 04 | 116 |
| 18 | 12 | 04 | 48  |
| 19 | 23 | 04 | 92  |
| 20 | 17 | 04 | 68  |
| 21 | 26 | 04 | 104 |
| 22 | 14 | 04 | 56  |
| 23 | 21 | 04 | 84  |
| 24 | 14 | 04 | 56  |
| 25 | 26 | 04 | 104 |
| 26 | 13 | 04 | 52  |
| 27 | 13 | 04 | 52  |
| 28 | 33 | 04 | 132 |
| 29 | 33 | 04 | 132 |
| 30 | 20 | 04 | 8   |
| 31 | 20 | 04 | 8   |
| 32 | 32 | 04 | 128 |
| 33 | 32 | 04 | 128 |
| 34 | 12 | 04 | 48  |
| 35 | 14 | 04 | 56  |

Екі орамды трансформатордың кедергісі келесі формуламен анықталады:

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

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

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

Үш орамды трансформатордың кедергісі келесі формуламен анықталады:

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

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

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

Есептеу нәтижелері 1.5 және 1.6 кестелерінде көрсетілген

Кесте 1.5 – Максимал және минимал режимдегі үш орамды трансформатордың кедергісі

| № ҚС    | Типі               | X <sub>вmax</sub> | X <sub>сmax</sub> | X <sub>нmax</sub> | X <sub>вmin</sub> | X <sub>сmin</sub> | X <sub>нmin</sub> |
|---------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 6       | ТДТН- 40/110/35/10 | 51                | 0                 | 1278              | 4391              | 0                 | 1243              |
| 7       | ТДТН- 25/110/35/10 | 8295              | 0                 | 2021              | 7263              | 0                 | 19785             |
| 5<br>10 | ТДТН- 63/110/35/10 | 25558             | 0                 | 14936             | 21055             | 0                 | 14715             |

Кесте 1.6 – Максимал және минимал режимдегі екі орамды ширалған (расщепленный) трансформатордың кедергісі

| №ҚС | Типі               | X <sub>вmax</sub> | X <sub>н12max</sub> | X <sub>вmin</sub> | X <sub>н12min</sub> |
|-----|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| 11  | ТРДН- 25/110/10/10 | 775               | 1085                | 651               | 1243                |

Жүйе кедергілері келесідей анықталады:

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

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

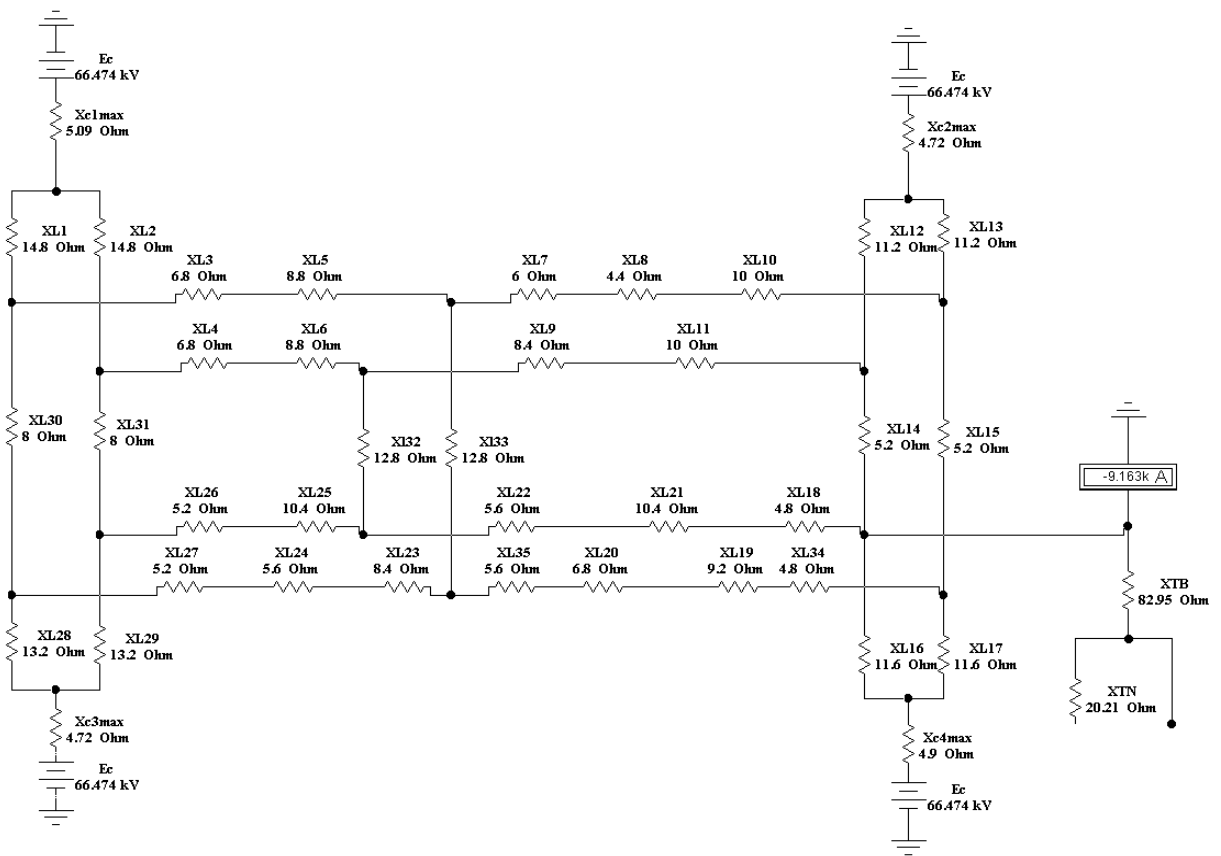
$$E_{сжс} = \frac{E_{*(НОМ)} U_{\delta}}{\sqrt{3}}. \quad (1.10)$$

Кесте 1.7 – Максимал режимдегі жүйе кедергілері мен фазалық кернеуліктері

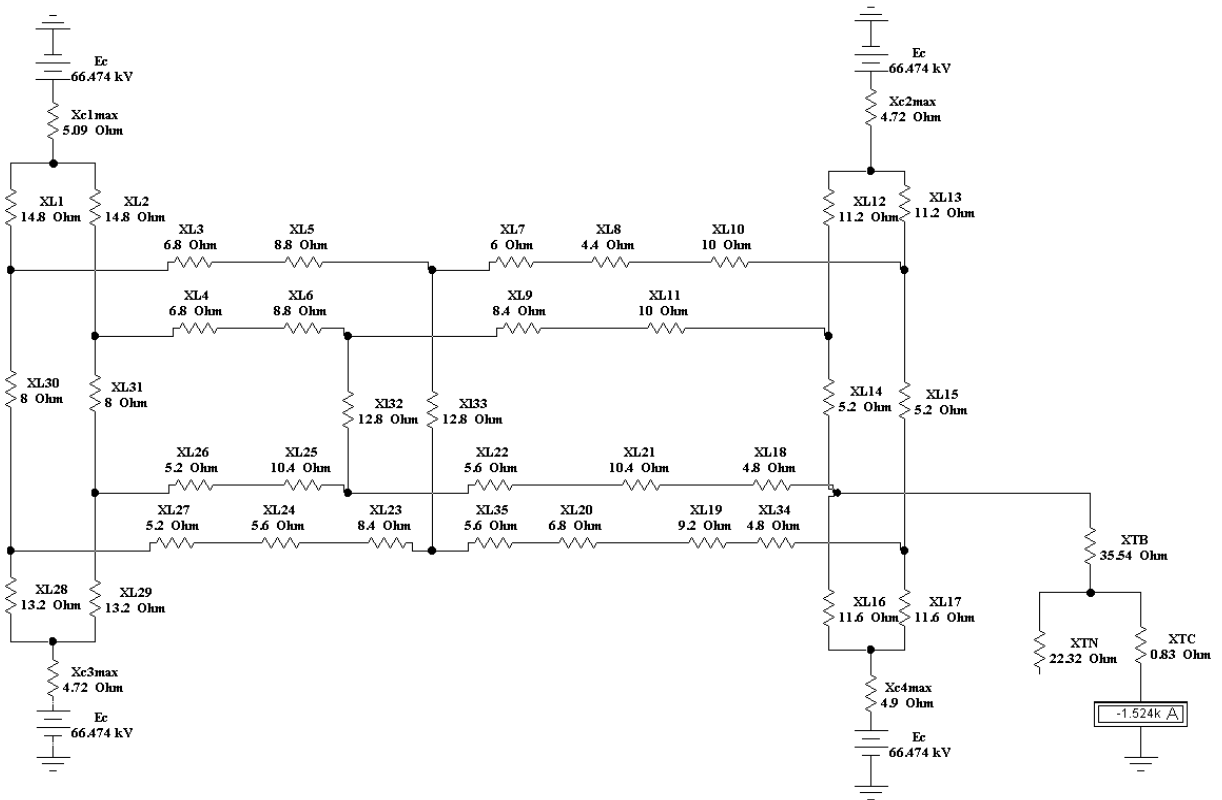
| Жүйе № | $U_{орт} = U_{\delta}$ кВ | $S_{КТmax}$<br>МВА | $S_{КТmin}$<br>МВА | $E_{ж}$ кВ | $X_{жmax}$<br>Ом | $X_{жmin}$<br>Ом |
|--------|---------------------------|--------------------|--------------------|------------|------------------|------------------|
| 1      | 115                       | 2400               | 2200               | 66474      | 551              | 601              |
| 2      | 115                       | 2700               | 2500               | 66474      | 49               | 529              |
| 3      | 115                       | 2100               | 1900               | 66474      | 63               | 696              |
| 4      | 115                       | 2300               | 2100               | 66474      | 575              | 63               |

### 1.3 Қысқы тұйықталу тоқтары

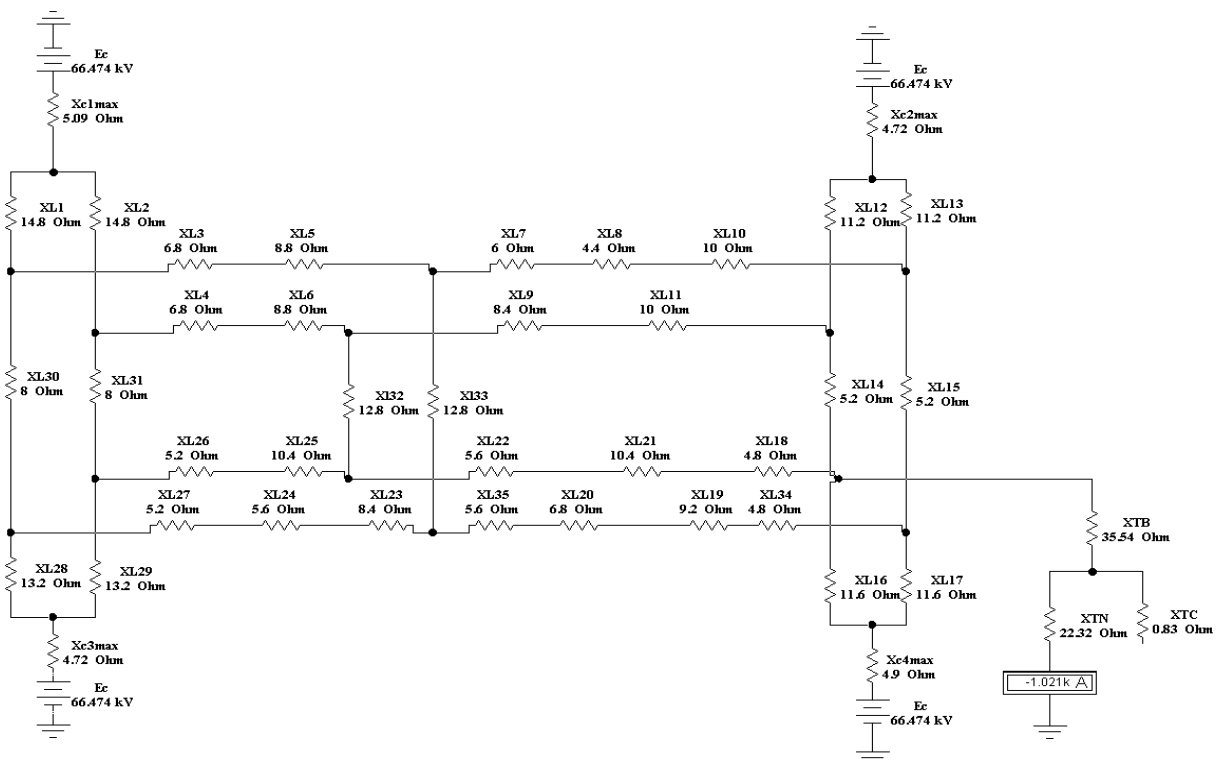
ҚТ тоқтарын есептеу үшін орынбасу сұлбасын құрастырамыз және "ELECTRONICS WORKBENCH" бағдарламасының көмегімен тоқтарды анықтаймыз.



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



Сурет 1.3 – Электр сұлбаның орташа режиміндегі 35кВ-тағы ҚТ тоғы



Сурет 1.4 – Электр сұлбаның орташа 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

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 тоқ;

$k_n$  – ажыратқыштың мүмкін болатын жүктеменің нормаланған коэффициенті;

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

Осыдан кейін ажыратқыштың өшіру қабілеті мына шарт бойынша тексеріледі.

$$I_{вкл} \geq I_{П.О};$$

$$i_{вкл} \geq i_{уд} = k_{уд} \cdot I_{П.О} \cdot \sqrt{2},$$

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:  $I_{откл.ном} \geq I_{П.т}$ ,

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

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

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

$$i_{a.ном} \geq i_{a.\tau}; \quad (1.11)$$

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

мұндағы  $i_{a.ном}$  – ажыратылудың аperiодты құраушы тоғының номинал мәні;

$\beta_{норм}$  – ажыратылу тоғындағы аperiодты құраушының нормаланған пайыздық бөлігі;  $i_{a.\tau}$  – ҚТ тоғының аperiодты құраушысы (ҚТ-ң бастапқы кезінде ажыратқыш доғасөндiргiш түйiспелерiнiң тарау тоғы).

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

$$\sqrt{2} \cdot I_{откл.ном} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{норм}}{100}\right) \geq \sqrt{2} \cdot I_{П.\tau} + i_{a.\tau}. \quad (1.12)$$

Сөндiрудiң есептiк уақыты  $\tau$  немесе  $t_{откл}$  өзiндiк өшiрiлу уақытының қосындысынан құралады: ажыратқыштың өзiндiк өшiрiлу уақыты  $t_{с.в.откл}$  мен негiзгi қорғаныстың 001-ге тең болатын мүмкiн 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 шектiк өтпе тоғымен тексерiледi:

$$I_{пр.скв} \geq I_{П.0}; \quad (1.15)$$

$$i_{пр.скв} \geq i_{уд}, \quad (1.16)$$

мұндағы  $I_{пр.с}$  – шектiк өтпе тоғының периодты құраушысының бастапқы әсерлiк мәні;

$i_{пр.скв}$  – шектiк өтпе тоғының ең шыңы.

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

$$I_{тер}^2 \cdot t_{тер} \geq B_{\kappa}, \quad (1.17)$$

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

$t_{тер}$  – термиялық тұрақтылығының нормаланған тогының шектеулі рұқсат етілетін уақыты;

$B_{\kappa}$  – есептеу бойынша ҚТ тогының 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.

## 1.5 Трансформатордың ЖК (110 кВ) жағындағы ажыратқыштарды таңдау есебі

Трансформатордың ЖК жағындағы ток:

$$I_P = \frac{2 \cdot S_{mp}}{\sqrt{3} \cdot U_H}; \quad (1.18)$$

$$I_P = \frac{2 \cdot 25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 262,43 A.$$

Осы мәнге қарап мен “Siemens” маркасының 3AP1 DT типті элегазды ажыратқыштарын таңдаймын. Себебі бұл ажыратқыш басқаларына қарағанда өте жоғары эксплуатациялық сипаттамаларға ие. Менің ҚС-ма ол өте тиімді. Тағы бір артықшылығы оның номиналды мәні менің есептік мәндерімнен 2 есе үлкен. Бұл айырмашылық маған болашақта керек. Себебі менің ҚС-да болашақта қуат екі есе өседі сол кезде маған жаңа ажыратқыш таңдау қажет болмайды.

Кесте 1.8 – Ажыратқыштың параметрлері

| U <sub>ном</sub> кВ; | I <sub>ном</sub> А | I <sub>откл.ном</sub> кА | I <sub>дин</sub> кА | t <sub>с.в.откл</sub> с | β <sub>норм</sub> % | t <sub>тер</sub> сек; | I <sub>тер</sub> кА |
|----------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| 123                  | 1200               | 40                       | 100                 | 0057                    | 20                  | 3                     | 40                  |



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

ҚТ соққы тоғы:

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot \kappa_{y\partial} \cdot I_{K3} \quad (1.19)$$

мұндағы  $\kappa_{y\partial} = 18$  – соқтық коэффициенті;

$I_{K3} = 9163 \text{ кА}$  – ЖК жағындағы үшфазалы ҚТ тоғы.

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 9,163 = 23,325 \text{ кА};$$

$$I_{K3} = 9163 \text{ кА}; \quad T_a = 006 \text{ с};$$

$$i_{a\tau.вн} = \sqrt{2} \cdot I_{K3} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}}; \quad (1.20)$$

$$i_{a\tau.вн} = \sqrt{2} \cdot 9,163 \cdot e^{\frac{-0,067}{0,06}} = 4,242 \text{ кА}.$$

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

$$I_{п.т.вн} = I_{п.0.вн};$$

$$I_{откл.ном} = 40 \text{ кА} > I_{п.т.вн} = 9163 \text{ кА};$$

$$i_{a,ном} \geq i_{a,\tau};$$

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

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

$t_{откл} = 0157 \text{ с}$ ,  $t_{тер} = 3 \text{ с}$  болғандықтан жылулық тұрақтылыққа тексеру мына шартпен орындалады:  $T_a = 006 \text{ с}$ ;  $t_{откл} = 0157 \text{ с}$ ;  $I_{K3} = 9163 \text{ кА}$ ;  $I_{тер} = 40 \text{ кА}$ ;

$$B_k = I_{K3}^2 [t_{откл} + T_a]; \quad (1.22)$$

$$B_k = 9,163^2 \cdot [0,157 + 0,06] = 18,22 \text{кА}^2 \cdot \text{с};$$

$$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}} \geq B_k; \quad (1.23)$$

$$40^2 \cdot 3 = 4800 \text{кА}^2 \cdot \text{с} > 18,22 \text{кА}^2 \cdot \text{с}.$$

Кесте 1.9 – “Siemens” маркасының 3AP1 DT типті элегазды ажыратқыштың параметрлері

| Ажыратқыштың параметрлері                                   |      | Есептелген мәндері      |       |
|---|------|-------------------------|-------|
| $U_{\text{ном}}$ кВ   | 123  | $U_{\text{уст.ном}}$ кВ | 110   |
| $I_{\text{ном}}$ А  | 1200 | $I_{\text{раб.макс}}$ А | 26243 |
| $i_{\text{дин}}$ кА   | 100  | $i_{\text{уд}}$ кА      | 23325 |
| $i_{\text{а,ном}}$ кА                                       | 1128 | $i_{\text{а,т}}$ кА     | 4242  |
| $I_{\text{отк}}$ кА   | 40   | $I_{\text{кз}}$ кА      | 9163  |
| $I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$ кА <sup>2</sup> · с | 4800 | $B$ кА <sup>2</sup> · с | 1822  |

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

2-трансформатор үшін де осы ажыратқышты таңдаймыз өйткені оның мәндері 1-трансформатордан аз ғана кіші.

*110 кВ шинадағы секциялық ажыратқышты таңдау.*

Желімен ағатын ток:

$$I_p = \frac{S_{\text{жс}}}{\sqrt{3} \cdot U_H}; \quad (1.24)$$

$$I_p = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 131,22 \text{А}.$$

Аппаттық режимдегі ток:

$$I_a = 2 \cdot I_p; \quad (1.25)$$

$$I_a = 2 \cdot 131,22 = 262,44 \text{А}.$$

Осы мәнге қарап мен “Siemens” маркасының 3AP1 DT типті элегазды ажыратқыштарын таңдаймын. Себебі бұл ажыратқыш басқаларына қарағанда өте жоғары эксплуатациялық сипаттамаларға ие. Менің ҚС-ма ол өте тиімді.

Себебі менің ҚС-да болашақта қуат екі есе өседі сол кезде маған жаңа ажыратқыш таңдау қажет болмайды.

Кесте 1.10 – “Siemens” маркасының 3AP1 DT типті секциялық ажыратқыштың параметрлері

| Ажыратқыштың параметрлері                                   |      | Есептелген мәндері      |       |
|---|------|-------------------------|-------|
| $U_{\text{НОМ}}$ кВ   | 123  | $U_{\text{уст.НОМ}}$ кВ | 110   |
| $I_{\text{НОМ}}$ А  | 1200 | $I_{\text{ав}}$ А       | 26244 |
| $i_{\text{дин}}$ кА   | 100  | $i_{\text{уд}}$ кА      | 23325 |
| $i_{\text{а,НОМ}}$ кА                                       | 1128 | $i_{\text{а,τ}}$ кА     | 4242  |
| $I_{\text{отк}}$ кА   | 40   | $I_{\text{кз}}$ кА      | 9163  |
| $I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$ кА <sup>2</sup> · с | 4800 | $B$ кА <sup>2</sup> · с | 1822  |

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

2-трансформатор үшін де осы ажыратқышты таңдаймыз өйткені оның мәндері 1-трансформатордан аз ғана кіші.

*110 кВ шинадағы желіге ажыратқышты таңдау.*

Желімен ағатын ток:

$$I_p = \frac{S_{\text{жс}}}{\sqrt{3} \cdot U_H}; \quad (1.26)$$

$$I_p = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 131,22 \text{ А}.$$

Аппаттық режимдегі ток:

$$I_a = 2 \cdot I_p; \quad (1.27)$$

$$I_a = 2 \cdot 131,22 = 262,44 \text{ А}.$$

Осы мәнге қарап мен “Siemens” маркасының 3AP1 DT типті элегазды ажыратқыштарын таңдаймын. Себебі бұл ажыратқыш басқаларына қарағанда өте жоғары эксплуатациялық сипаттамаларға ие. Менің ҚС-ма ол өте тиімді. Себебі менің ҚС-да болашақта қуат екі есе өседі сол кезде маған жаңа ажыратқыш таңдау қажет болмайды.

Кесте 1.11 – “Siemens” маркасының 3AP1 DT типті секциялық ажыратқыштың параметрлері

| Ажыратқыштың параметрлері                                   |      | Есептелген мәндері      |       |
|---|------|-------------------------|-------|
| $U_{\text{НОМ}}$ кВ   | 123  | $U_{\text{уст.НОМ}}$ кВ | 110   |
| $I_{\text{НОМ}}$ А  | 1200 | $I_{\text{ав}}$ А       | 26244 |
| $i_{\text{дин}}$ кА   | 100  | $i_{\text{уд}}$ кА      | 23325 |
| $i_{\text{а,НОМ}}$ кА                                       | 1128 | $i_{\text{а,т}}$ кА     | 4242  |
| $I_{\text{отк}}$ кА   | 40   | $I_{\text{кз}}$ кА      | 9163  |
| $I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$ кА <sup>2</sup> · с | 4800 | $B$ кА <sup>2</sup> · с | 1822  |

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

2-трансформатор үшін де осы ажыратқышты таңдаймыз өйткені оның мәндері 1-трансформатордан аз ғана кіші.

*110 кВ шинадағы обходной ажыратқышты таңдау.*

Желімен ағатын ток:

$$I_P = \frac{S_{\text{эс}}}{\sqrt{3} \cdot U_H}; \quad (1.28)$$

$$I_P = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 131,22 \text{ А}.$$

Аппаттық режимдегі ток:

$$I_a = 2 \cdot I_P; \quad (1.29)$$

$$I_a = 2 \cdot 13122 = 26244 \text{ А}.$$

Осы мәнге қарап мен “Siemens” маркасының 3AP1 DT типті элегазды ажыратқыштарын таңдаймын. Себебі бұл ажыратқыш басқаларына қарағанда өте жоғары эксплуатациялық сипаттамаларға ие. Менің ҚС-ма ол өте тиімді. Себебі менің ҚС-да болашақта қуат екі есе өседі сол кезде маған жаңа ажыратқыш таңдау қажет болмайды.

Кесте 1.12 – “Siemens” маркасының 3AP1 DT типті секциялық ажыратқыштың параметрлері

| Ажыратқыштың параметрлері                                   |      | Есептелген мәндері      |       |
|---|------|-------------------------|-------|
| $U_{\text{ном}}$ кВ   | 123  | $U_{\text{уст.ном}}$ кВ | 110   |
| $I_{\text{ном}}$ А  | 1200 | $I_{\text{ав}}$ А       | 26244 |
| $i_{\text{дин}}$ кА   | 100  | $i_{\text{уд}}$ кА      | 23325 |
| $i_{\text{а.ном}}$ кА                                       | 1128 | $i_{\text{а.т}}$ кА     | 4242  |
| $I_{\text{отк}}$ кА   | 40   | $I_{\text{кз}}$ кА      | 9163  |
| $I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$ кА <sup>2</sup> · с | 4800 | $B$ кА <sup>2</sup> · с | 1822  |

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

2-трансформатор үшін де осы ажыратқышты таңдаймыз өйткені оның мәндері 1-трансформатордан аз ғана кіші.

*Трансформатордың ОК (35 кВ) жағындағы ажыратқыштарды таңдау*

Трансформатордың ОК жағындағы ток:

$$I_p = \frac{S_{\text{тр}}}{\sqrt{3} \cdot U_H}; \quad (1.30)$$

$$I_p = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 35} = 412,39 \text{ А.}$$

Шыққан мәнге қарап мен “Siemens” фирмасының 3АН4 305-2 типті вакуумды ажыратқыштарын таңдаймын. Себебі бұл ажыратқыш басқаларына қарағанда ұзақ мерзімде жұмыс істей алады. Және бұл ажыратқыш техбайқауды қажет етпейді. Егер техбайқау қажет болмаса онда ол дегеніміз қаражат шығыны аз болады. Бұл ажыратқыштың тағы бір артықшылығы ол кез келген климатқа төзімді.

Кесте 1.13 - Ажыратқыш параметрлері

|  |            |
|--|------------|
| Атауы                                  | 3АН4 305-2 |
| Номинал кернеу кВ                      | 36         |
| Номинал ток А                          | 1250       |
| Қ.т. кезіндегі номинал ажырату тогы кА | 315        |
| Номинал қосу тогы кА                   | 625        |
| Термиялық тұрақтылық тогы кА           | 354        |
| Қ.т. номинал ұзақтығы с                | 3          |
| Өшіру уақыты с                         | 005        |
| Апериодты құр.нормаланған бөлігі %     | 36         |

ҚТ-ң соқтық тоғы:

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot \kappa_{y\partial} \cdot I_{K3} \quad (1.31)$$

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

$I_{K3}=1524$  кА – ОК жағындағы үшфазалы ҚТ тоғы.

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 1,524 = 3,88 \text{ кА}.$$

$\tau = 0,01 + t_{C.E.откл} = 0,06$  с,  $t_{откл}=\tau$  кезіндегі ҚТ тоғының аперодты құраушысы:  $I_{K3}=1524$  кА;  $T_a = 0,06$ с;

$$i_{a\tau.сн} = \sqrt{2} \cdot I_{K3} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}}; \quad (1.32)$$

$$i_{a\tau.сн} = \sqrt{2} \cdot 1,524 \cdot e^{\frac{-0,06}{0,06}} = 0,793 \text{ кА}.$$

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

$$I_{п.т.вв} = I_{п.0.вв}; \quad (1.33)$$

$$I_{откл.ном}=315 \text{ кА} > I_{п.т.вв}=1524 \text{ кА}; \quad (1.34)$$

$$i_{a,ном} \geq i_{a,\tau}; \quad (1.35)$$

$$i_{a,ном} = \frac{\sqrt{2} \cdot \beta_H \cdot I_{откл.ном}}{100}; \quad (1.36)$$

$$i_{a,ном} = \frac{\sqrt{2} \cdot 30\% \cdot 31,5}{100} = 13,36 \text{ кА}. \quad (1.37)$$

$t_{откл}=0,15$ с  $t_{тер} = 3$  с болғандықтан жылулық тұрақтылыққа тексеру мына шартпен орындалады:  $T_a = 0,06$  с;  $t_{откл} = 0,15$  с;  $I_{K3}=1524$ кА;  $I_{тер}=354$  кА;

$$B_k = I_{K3}^2 [t_{откл} + T_a]; \quad (1.38)$$

$$B_k = 1,524^2 \cdot [0,15 + 0,06] = 0,488 \text{ кА}^2 \cdot \text{с};$$

$$35,4^2 \cdot 3 = 3759,5 \text{кА}^2 \cdot \text{с} > 0,488 \text{кА}^2 \cdot \text{с}. \quad (1.39)$$

Кесте 1.14 – “Siemens” фирмасының ЗАН4 305-2 типті вакуумды ажыратқыштың параметрлері

| Ажыратқыштың параметрлері                                  |       | Есептелген мәндері      |       |
|--|-------|-------------------------|-------|
| $U_{\text{ном}}$ кВ  | 36    | $U_{\text{уст.ном}}$ кВ | 35    |
| $I_{\text{ном}}$ А   | 1250  | $I_{\text{раб.мах}}$ А  | 41239 |
| $i_{\text{дин}}$ кА  | 625   | $i_{\text{уд}}$ кА      | 388   |
| $I_{\text{ном.отк}}$ кА                                    | 315   | $I_{\text{к}}^{(3)}$ кА | 1524  |
| $I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$ кА <sup>2</sup> *с | 37595 | $B$ кА <sup>2</sup> *с  | 0488  |
| $i_{\text{аном}}$ кА                                       | 1336  | $i_{\text{ат}}$ кА      | 0793  |

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

2-трансформатор үшін де осы ажыратқышты таңдаймыз өйткені оның мәндері 1-трансформатордан аз ғана кіші.

*35 кВ шинадағы секциялық ажыратқышты таңдау.*

Желімен ағатын ток:

$$I_P = \frac{S_{\text{жс}}}{\sqrt{3} \cdot U_n}; \quad (1.40)$$

$$I_P = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 35} = 412,39 \text{ А.}$$

Аппаттық режимдегі ток:

$$I_a = I_p; \quad (1.41)$$

$$I_a = 41239 \text{ А.}$$

Шыққан мәнге қарап мен “Siemens” фирмасының ЗАН4 305-2 типті вакуумды ажыратқыштарын таңдаймын. Себебі бұл ажыратқыш басқаларына қарағанда ұзақ мерзімде жұмыс істей алады. Және бұл ажыратқыш техбайқауды қажет етпейді. Егер техбайқау қажет болмаса онда ол дегеніміз қаражат шығыны аз болады. Бұл ажыратқыштың тағы бір артықшылығы ол кез келген климатқа төзімді.

Кесте 1.15 – “Siemens” фирмасының 3АН4 305-2 типті вакуумды ажыратқыштың параметрлері

| Ажыратқыштың параметрлері                                  |       | Есептелген мәндері      |       |
|--|-------|-------------------------|-------|
| $U_{\text{НОМ}}$ кВ  | 36    | $U_{\text{уст.ном}}$ кВ | 35    |
| $I_{\text{НОМ}}$ А   | 1250  | $I_{\text{раб.мах}}$ А  | 41239 |
| $i_{\text{дин}}$ кА  | 625   | $i_{\text{уд}}$ кА      | 388   |
| $I_{\text{НОМ.отк}}$ кА                                    | 315   | $I_{\text{к}}^{(3)}$ кА | 1524  |
| $I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$ кА <sup>2</sup> *с | 37595 | $B$ кА <sup>2</sup> ·с  | 0488  |
| $i_{\text{аном}}$ кА                                       | 1336  | $i_{\text{ат}}$ кА      | 0793  |

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

2-трансформатор үшін де осы ажыратқышты таңдаймыз өйткені оның мәндері 1-трансформатордан аз ғана кіші.

*35 кВ шинадағы желіге ажыратқышты таңдау.*

Желімен ағатын тоқ:

$$I_P = \frac{S_{\text{жс}}}{\sqrt{3} \cdot U_H}; \quad (1.42)$$

$$I_P = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 35} = 412,39 \text{ А.}$$

Аппаттық режимдегі тоқ:

$$I_a = I_p; \quad (1.43)$$

$$I_a = 41239 \text{ А.}$$

Шыққан мәнге қарап мен “Siemens” фирмасының 3АН4 305-2 типті вакуумды ажыратқыштарын таңдаймыз. Себебі бұл ажыратқыш басқаларына қарағанда ұзақ мерзімде жұмыс істей алады. Және бұл ажыратқыш техбайқауды қажет етпейді. Егер техбайқау қажет болмаса онда ол дегеніміз қаражат шығыны аз болады. Бұл ажыратқыштың тағы бір артықшылығы ол кез келген климатқа төзімді.



Кесте 1.16– “Siemens” фирмасының 3АН4 305-2 типті вакуумды ажыратқыш-тың параметрлері

| Ажыратқыштың параметрлері                                  |       | Есептелген мәндері      |       |
|--|-------|-------------------------|-------|
| $U_{\text{ном}}$ кВ  | 36    | $U_{\text{уст.ном}}$ кВ | 35    |
| $I_{\text{ном}}$ А   | 1250  | $I_{\text{раб.мах}}$ А  | 41239 |
| $i_{\text{дин}}$ кА  | 625   | $i_{\text{уд}}$ кА      | 388   |
| $I_{\text{ном.отк}}$ кА                                    | 315   | $I_K^{(3)}$ кА          | 1524  |
| $I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$ кА <sup>2</sup> *с | 37595 | $B$ кА <sup>2</sup> *с  | 0488  |
| $i_{\text{аном}}$ кА                                       | 1336  | $i_{\text{ат}}$ кА      | 0793  |

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.  
35 кВ шинадағы обходной ажыратқышты таңдау.  
Желімен ағатын тоқ:

$$I_P = \frac{S_{\text{жс}}}{\sqrt{3} \cdot U_H}; \quad (1.44)$$

$$I_P = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 35} = 412,39 \text{ А.}$$

Аппаттық режимдегі тоқ:

$$I_a = I_P; \quad (1.45)$$

$$I_a = 41239 \text{ А.}$$

Шыққан мәнге қарап мен “Siemens” фирмасының 3АН4 305-типті вакуумды ажыратқыштарын таңдаймыз. Себебі бұл ажыратқыш басқаларына қарағанда ұзақ мерзімде жұмыс істей алады. Және бұл ажыратқыш техбайқауды қажет етпейді. Егер техбайқау қажет болмаса онда ол дегеніміз қаражат шығыны аз болады. Бұл ажыратқыштың тағы бір артықшылығы ол кез келген климатқа төзімді.

Кесте 1.17 – “Siemens” фирмасының 3АН4 305-2 типті вакуумды ажыратқыш-тың параметрлері

| Ажыратқыштың параметрлері                                  |       | Есептелген мәндері      |       |
|--|-------|-------------------------|-------|
| $U_{\text{ном}}$ кВ  | 36    | $U_{\text{уст.ном}}$ кВ | 35    |
| $I_{\text{ном}}$ А   | 1250  | $I_{\text{раб.мах}}$ А  | 41239 |
| $i_{\text{дин}}$ кА  | 625   | $i_{\text{уд}}$ кА      | 388   |
| $I_{\text{ном.отк}}$ кА                                    | 315   | $I_K^{(3)}$ кА          | 1524  |
| $I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$ кА <sup>2</sup> *с | 37595 | $B$ кА <sup>2</sup> *с  | 0488  |
| $i_{\text{аном}}$ кА                                       | 1336  | $i_{\text{ат}}$ кА      | 0793  |

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

2-трансформатор үшін де осы ажыратқышты таңдаймыз өйткені оның мәндері 1-трансформатордан аз ғана кіші.

*Трансформатордың ТК (10 кВ) жағындағы ажыратқыштарды таңдау*

Трансформатордың ТК жағындағы ток:

$$I_P = \frac{S_{mp}}{\sqrt{3} \cdot U_n}; \quad (1.46)$$

$$I_P = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10} = 1443,38 A.$$

Берілген мәнге қарап мен “Siemens” фирмасының 3АН2 116-4 типті вакуумды ажыратқыштарын таңдаймыз. Өйткені бұл ажыратқыш өте жиі кездесетін коммутацияларға төзімді және оның приводы ешқандай жөндеуді қажет етпейді. Бірнеше коммутациядан кейін де оның техникалық сипаттамалары рұқсат етілген мәннен аспайды. Басқа артықшылығы оның вакуумдық камерасын тек 30 мың коммутациядан кейін ауыстырса болады. Басқа ажыратқыштарда бұл көрсеткіш 15-20 мың.

Кесте 1.18 – Ажыратқыш параметрлері

|  |            |
|--|------------|
| Атауы                                  | 3АН2 116-4 |
| Номинал кернеу кВ                      | 12         |
| Номинал ток А                          | 2000       |
| Қ.т. кезіндегі номинал ажырату тогы кА | 40         |
| Номинал қосу тогы кА                   | 100        |
| Термиялық тұрақтылық тогы кА           | 63         |
| Қ.т. номинал ұзақтығы с                | 3          |
| Өшіру уақыты с                         | 006        |
| Апериодты құр. нормаланған бөлігі %    | 36         |

ҚТ-ң соқтық тоғы:

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot k_{y\partial} \cdot I_{кз} \quad (1.47)$$

мұндағы  $k_{y\partial}=18$  – соқтық коэффициенті;

$I_{кз}=1021$  кА – ТК жағындағы үшфазалы ҚТ тоғы.

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 1,021 = 2,6 кА.$$

$\tau = 0,01 + t_{C.E.откл} = 0,07c$ ,  $t_{откл} = \tau$ ,  $\tau$  кезіндегі ҚТ тоғының аperiodты құраушысы:  $I_{КЗ}=1021$  кА;  $T_a = 006c$ ;

$$i_{a\tau.HH} = \sqrt{2} \cdot I_{КЗ} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_a}}; \quad (1.48)$$

$$i_{a\tau.HH} = \sqrt{2} \cdot 1,021 \cdot e^{\frac{-0,07}{0,06}} = 0,45кА.$$

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

$$I_{п.т.вв} = I_{п.0.вв}; \quad (1.49)$$

$$I_{откл.ном} = 40 кА > I_{п.т.вв} = 1021 кА; \quad (1.50)$$

$$i_{a,ном} \geq i_{a,\tau}; \quad (1.51)$$

$$i_{a,ном} = \frac{\sqrt{2} \cdot \beta_H \cdot I_{откл.ном}}{100}; \quad (1.52)$$

$$i_{a,ном} = \frac{\sqrt{2} \cdot 30\% \cdot 40}{100} = 16,97 кА; \quad (1.53)$$

$t_{откл}=017c$   $t_{тер}=3$  с болғандықтан жылулық тұрақтылыққа тексеру мына шартпен орындалады:  $T_a = 006$  с;  $t_{откл} = 017c$ ;  $I_{КЗ}=1021кА$ ;  $I_{тер}=64$  кА;

$$B_K = I_{КЗ}^2 \cdot [t_{откл} + T_a]; \quad (1.54)$$

$$B_K = 1,021^2 \cdot [0,17 + 0,06] = 0,24кА^2 \cdot c;$$

$$I_{тер}^2 \cdot t_{тер} \geq B_K; \quad (1.55)$$

$$64^2 \cdot 4 = 16380кА^2 \cdot c > B_K = 0,24кА^2 \cdot c.$$

Кесте 1.19– “Siemens” фирмасының 3АН2 116-4 типті вакуумды ажыратқыш параметрлері

| Ажыратқыштың параметрлері                               |       | Есептелген мәндері      |        |
|---|-------|-------------------------|--------|
| $U_{\text{ном}}$ кВ                                     | 12    | $U_{\text{уст.ном}}$ кВ | 10     |
| $I_{\text{ном}}$ А                                      | 2000  | $I_{\text{раб.мах}}$ А  | 144338 |
| $i_{\text{дин}}$ кА                                     | 64    | $i_{\text{уд}}$ кА      | 26     |
| $I_{\text{ном.отк}}$ кА                                 | 63    | $I_{\text{кз}}$ кА      | 1021   |
| $I_{\text{тер}}^2 * t_{\text{тер}}$ кА <sup>2</sup> * с | 16380 | $B$ кА <sup>2</sup> * с | 024    |
| $i_{\text{аном}}$ кА                                    | 1697  | $i_{\text{ат}}$ кА      | 045    |

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

2-трансформатор үшін де осы ажыратқышты таңдаймыз өйткені оның мәндері 1-трансформатордан аз ғана кіші.

*10 кВ шинадағы секциялық ажыратқышты таңдау.*

Желімен ағатын ток:

$$I_p = \frac{S_{mp}}{\sqrt{3} \cdot U_H}; \quad (1.56)$$

$$I_p = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10} = 1443,38 \text{ А.}$$

Аппаттық режимдегі ток:

$$I_a = I_p; \quad (1.57)$$

$$I_a = 144338 \text{ А.}$$

Берілген мәнге қарап мен “Siemens” фирмасының 3АН2 116-4 типті вакуумды ажыратқыштарын таңдаймыз. Өйткені бұл ажыратқыш өте жиі кездесетін коммутацияларға төзімді және оның приводы ешқандай жөндеуді қажет етпейді. Бірнеше коммутациядан кейін де оның техникалық сипаттамалары рұқсат етілген мәннен аспайды. Басқа артықшылығы оның вакуумдық камерасын тек 30 мың коммутациядан кейін ауыстырса болады. Басқа ажыратқыштарда бұл көрсеткіш 15-20 мың.

Кесте 1.20 – “Siemens” фирмасының 3АН2 116-4 типті вакуумды ажыратқыштың параметрлері

| Ажыратқыштың параметрлері  |       | Есептелген мәндері      |        |
|--|-------|-------------------------|--------|
| U <sub>НОМ</sub> кВ  | 12    | U <sub>уст.НОМ</sub> кВ | 10     |
| I <sub>НОМ</sub> А   | 2000  | I <sub>раб.мах</sub> А  | 144338 |
| i <sub>дин</sub> кА  | 64    | i <sub>уд</sub> кА      | 26     |
| I <sub>НОМ.отк</sub> кА  | 63    | I <sub>кз</sub> кА      | 1021   |
| I <sub>тер</sub> <sup>2</sup> * t <sub>тер</sub> кА <sup>2</sup> * с | 16380 | В кА <sup>2</sup> * с   | 024    |
| i <sub>аном</sub> кА   | 1697  | i <sub>ат</sub> кА      | 045    |

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

2-трансформатор үшін де осы ажыратқышты таңдаймыз өйткені оның мәндері 1-трансформатордан аз ғана кіші.

*10 кВ шинадағы желіге ажыратқышты таңдау.*

Желімен ағатын тоқ:

$$I_p = \frac{S_{жс}}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10} = 1443,38 \text{ А.} \quad (1.58)$$

Аппаттық режимдегі тоқ:

$$I_a = I_p ; \quad (1.59)$$

$$I_a = 144338 = \text{А.}$$

Берілген мәнге қарап мен “Siemens” фирмасының 3АН2 116-4 типті вакуумды ажыратқыштарын таңдаймыз. Өйткені бұл ажыратқыш өте жиі кездесетін коммутацияларға төзімді және оның приводы ешқандай жөндеуді қажет етпейді. Бірнеше коммутациядан кейін де оның техникалық сипаттамалары рұқсат етілген мәннен аспайды. Басқа артықшылығы оның вакуумдық камерасын тек 30 мың коммутациядан кейін ауыстырса болады. Басқа ажыратқыштарда бұл көрсеткіш 15-20 мың.

Кесте 1.21 – “Siemens” фирмасының 3АН2 116-4 типті вакуумды ажыратқыштың параметрлері

| Ажыратқыштың параметрлері  |       | Есептелген мәндері      |        |
|--|-------|-------------------------|--------|
| U <sub>НОМ</sub> кВ  | 12    | U <sub>уст.НОМ</sub> кВ | 10     |
| I <sub>НОМ</sub> А   | 2000  | I <sub>раб.мах</sub> А  | 144338 |
| i <sub>дин</sub> кА  | 64    | i <sub>уд</sub> кА      | 26     |
| I <sub>НОМ.отк</sub> кА  | 63    | I <sub>кз</sub> кА      | 1021   |
| I <sub>тер</sub> <sup>2</sup> * t <sub>тер</sub> кА <sup>2</sup> * с | 16380 | В кА <sup>2</sup> * с   | 024    |
| i <sub>аном</sub> кА   | 1697  | i <sub>ат</sub> кА      | 045    |

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

2-трансформатор үшін де осы ажыратқышты таңдаймыз өйткені оның мәндері 1-трансформатордан аз ғана кіші.

*10 кВ шинадағы обходной ажыратқышты таңдау.*

Желімен ағатын ток:

$$I_p = \frac{S_{mp}}{\sqrt{3} \cdot U_H}; \quad (1.60)$$

$$I_p = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10} = 1443,38 \text{ A}.$$

Аппаттық режимдегі ток:

$$I_a = I_p; \quad (1.61)$$

$$I_a = 144338 \text{ A}.$$

Берілген мәнге қарап мен “Siemens” фирмасының 3АН2 116-4 типті вакуумды ажыратқыштарын таңдаймыз. Өйткені бұл ажыратқыш өте жиі кездесетін коммутацияларға төзімді және оның приводы ешқандай жөндеуді қажет етпейді. Бірнеше коммутациядан кейін де оның техникалық сипаттамалары рұқсат етілген мәннен аспайды. Басқа артықшылығы оның вакуумдық камерасын тек 30 мың коммутациядан кейін ауыстырса болады. Басқа ажыратқыштарда бұл көрсеткіш 15-20 мың.

Кесте 1.22 – “Siemens” фирмасының 3АН2 116-4 типті вакуумды ажыратқыштың параметрлері

| Ажыратқыштың параметрлері                 |       | Есептелген мәндері      |        |
|---|-------|-------------------------|--------|
| $U_{ном}$ кВ                              | 12    | $U_{уст.ном}$ кВ        | 10     |
| $I_{ном}$ А                               | 2000  | $I_{раб.мах}$ А         | 144338 |
| $i_{дин}$ кА                              | 64    | $i_{уд}$ кА             | 26     |
| $I_{ном.отк}$ кА                          | 63    | $I_{кз}$ кА             | 1021   |
| $I_{тер}^2 * t_{тер}$ кА <sup>2</sup> * с | 16380 | $B$ кА <sup>2</sup> * с | 024    |
| $i_{аном}$ кА                             | 1697  | $i_{ат}$ кА             | 045    |

Ажыратқыш барлық шарттарды қанағаттандырады.

2-трансформатор үшін де осы ажыратқышты таңдаймыз өйткені оның мәндері 1-трансформатордан аз ғана кіші.

## 1.6 Жоғарғы кернеуге айырғышты таңдау

Айырғыштар мына шарттар бойынша таңдалады:

$$U_{\text{ном}} \geq U_{\text{ном.сети}}; \quad I_{\text{ном}} \geq I_{\text{ном.расч}};$$

$$K_{\text{П}} \cdot I_{\text{ном}} \geq I_{\text{прод.расч}} = I_{\text{раб.ном}}; \quad i_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд}};$$

$$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}} \geq B_{\text{к}} \quad \text{при } t_{\text{откл}} \geq t_{\text{тер}} \quad \text{и} \quad I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{откл}} \geq B_{\text{к}} \quad \text{при } t_{\text{откл}} \leq t_{\text{тер}}.$$

Әрбір кернеу сатысына сәйкес айырғыштарды таңдаймыз:

— 110 кВ жоғарғы кернеуге РНДЗ-1-110/1000У1 типті;

— 35 кВ жоғарғы кернеуге РНДЗ-1-35-2000У1 типті;

— 10 кВ төменгі кернеуге РОН-10/5000У2 типті.

Кесте 1.23 – 110 кВ жоғарғы кернеуге РНДЗ-1-110/1000У1 типті

| Айырғыштытың параметрлері                                   |       | Есептелген мәндері                 |       |
|---|-------|------------------------------------|-------|
| $U_{\text{ном}}$ кВ   | 110   | $U_{\text{уст.ном}}$ кВ            | 110   |
| $I_{\text{ном}}$ А  | 1000  | $I_{\text{раб.мах}}$ А             | 26244 |
| $i_{\text{дин}}$ кА   | 80    | $i_{\text{уд}}$ кА                 | 23325 |
| $I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$ кА <sup>2</sup> · с | 99225 | $B_{\text{к}}$ кА <sup>2</sup> · с | 1822  |

Кесте 1.24 – 35 кВ жоғарғы кернеуге РНДЗ-1-35/1000У1 типті

| Айырғыштытың параметрлері                                   |      | Есептелген мәндері                 |       |
|---|------|------------------------------------|-------|
| $U_{\text{ном}}$ кВ   | 35   | $U_{\text{уст.ном}}$ кВ            | 35    |
| $I_{\text{ном}}$ А  | 1000 | $I_{\text{раб.мах}}$ А             | 41239 |
| $i_{\text{дин}}$ кА   | 63   | $i_{\text{уд}}$ кА                 | 388   |
| $I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$ кА <sup>2</sup> · с | 625  | $B_{\text{к}}$ кА <sup>2</sup> · с | 0488  |

Кесте 1.25 – 10 кВ төменгі кернеуге РОН-10/5000У2 типті

| Айырғыштытың параметрлері                                   |      | Есептелген мәндері                 |        |
|---|------|------------------------------------|--------|
| $U_{\text{ном}}$ кВ   | 10   | $U_{\text{уст.ном}}$ кВ            | 10     |
| $I_{\text{ном}}$ А  | 5000 | $I_{\text{раб.нб}}$ кА             | 144338 |
| $i_{\text{дин}}$ кА   | 180  | $i_{\text{уд}}$ кА                 | 26     |
| $I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$ кА <sup>2</sup> · с | 5041 | $B_{\text{к}}$ кА <sup>2</sup> · с | 024    |

Айырғыштар барлық шарттарды қанағаттандырады.

## 1.7 Асқын кернеуді шектеушілерді таңдау

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

Номиналдық кернеу бойынша:

Жоғарғы жағында ЗЕР2 192 – 2PL3

Ортанғы жағында ЗЕР4 Q96 – 2PL3

Төменгі жағында ЗЕК5 100 – QBA.

## 1.8 Ток трансформаторларын таңдау

Келесі шарттар бойынша ток трансформаторларын таңдаймыз:

$$U_{ном} \geq U_{сети.ном};$$

$$I_{ном} \geq I_{норм.расч};$$

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

$$i_{дин} \geq i_{уд} \text{ немесе } \sqrt{2} \cdot I_{1ном} \cdot k_{дин} \geq i_{уд};$$

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

$$Z_{2ном} \geq Z_{2расч}$$

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 05-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

$$I_{2ном} = 5A;$$

$$S_2 \approx I_{2ном}^2 \cdot Z_2 \approx 25 \cdot Z_2 \leq S_{2ном}. \quad (1.62)$$

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 ( $\rho=0028$  Ом-мм<sup>2</sup>/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:

$$Z_{пров} \leq Z_{2ном} - Z_{\sum_{приб}} - Z_{конт.} \quad (1.63)$$

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

$Z_{пров} \approx r_{пров}$  теңсіздігін тексерсек онда сымның рұқсат етілген қимасы төмендегі өрнектен кем болмау керек мм<sup>2</sup>

$$S = \frac{\rho \cdot L_{расч}}{r_{пров}} \quad (1.64)$$

мұндағы  $\rho$  – сымның материалының меншікті кедергісі;

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

110 кВ жағында ТТ-н таңдау

Кесте 1.26 – Есептегіш құралдар

| Құрал                | Құрал түрі   | Ток өлшегіш құралдардағы жүктеме В*А фаза бойынша |    |    |
|----------------------|--------------|---|----|----|
|                      |              | А   | В  | С  |
| Амперметр көрсеткіші | Э-665.1      | 05  | 05 | 05 |
| Санағыш ЕвроАльфа    | EA05RAL-C -4 | 01  | 01 | 01 |
| Барлығы              |              | 06  | 06 | 06 |

05 класс дәлдігінде номиналды екіншілік жүктемесі 12 Ом құрайды. Түйіспелердің кедергісін 005 Ом деп қабылдап онда сымның кедергісі:

$$R_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_{2ном}^2} = \frac{0,6}{25} = 0,024 ; \quad (1.65)$$

$$R_{\text{пров}} = R_{2\text{ном}} - R_{\text{приб}} - R_{\text{конт.}} ; \quad (1.66)$$

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

Мысты өзекшесі бар біріктірілетін сымның ұзындығын  $L_{\text{тр}} = 25$  метр деп қабылдап екі фазаға ТТ орналасуын ескеріп олардың қимасын анықтаймыз:  $L_{\text{тр}} = 25 \text{ м}$ ;  $\rho = 0,035 \text{ Ом} \cdot \frac{\text{мм}^2}{\text{м}}$ ;  $L_{\text{расч.}} = L_{\text{тр}} = 25 \text{ м}$ ;

$$S = \frac{\rho \cdot L_{\text{расч.}}}{R_{\text{пров}}} ; \quad (1.67)$$

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

25 мм<sup>2</sup> қимасымен КРВГ маркалы бақылау кабелін таңдаймыз.

Кесте 1.27 – ТВ – 110/150/5

| ТТ параметрлері  |     | Есептелген мәндері                 |       |
|--|-----|------------------------------------|-------|
| U <sub>ном</sub> кВ  | 110 | U <sub>уст.ном</sub> кВ            | 110   |
| I <sub>ном</sub> А   | 400 | I <sub>раб.мах</sub> А             | 2621  |
| I <sub>скв</sub> кА  | 62  | i <sub>уд</sub> кА                 | 23325 |
| I <sub>тер</sub> <sup>2</sup> · I <sub>тер</sub> кА <sup>2</sup> · с | 432 | B <sub>к</sub> кА <sup>2</sup> · с | 1822  |

Кесте 1.28 – 35 кВ жағында ТТ-н таңдау:

| Құрал                | Құрал түрі   | Ток өлшегіш құралдардағы жүктеме В*А фаза бойынша |    |    |
|----------------------|--------------|---|----|----|
|                      |              | А   | В  | С  |
| Амперметр көрсеткіші | Э-665        | 05  | 05 | 05 |
| Санағыш ЕвроАльфа    | EA05RAL-C -4 | 01  | 01 | 01 |
| Барлығы              |              | 06  | 06 | 06 |

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

$$S_{\text{приб}} = 0,6 \text{ ВА} ; I_2 = 5 \text{ А} ;$$

$$R_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2}; \quad (1.68)$$

$$R_{\text{приб}} = 0,024 \text{ Ом}.$$

05 класс дәлдігінде номиналды екіншілік жүктемесі 12 Ом құрайды. Түйіспелердің кедергісін 005 Ом деп қабылдап онда сымның кедергісі:

$$R_{2\text{ном}} = 1,2 \text{ Ом}; R_{\text{конт}} = 0,05 \text{ Ом};$$

$$R_{\text{пров}} = R_{2\text{ном}} - R_{\text{приб}} - R_{\text{конт}}; \quad (1.69)$$

$$R_{\text{пров}} = 1,126 \text{ Ом}.$$

Мыс өзекшесі бар біріктірілетін сымның ұзындығын  $L_{\text{тр}} = 25 \text{ м}$  метр деп қабылдап екі фазаға ТТ орналасуын ескеріп олардың қимасын анықтаймыз (ТТ мен құралдың жалғануы - жұлдызша):  $L_{\text{тр}} = 25 \text{ м};$

$$\rho = 0,035 \text{ Ом} \cdot \frac{\text{мм}^2}{\text{м}}; L_{\text{расч}} = L_{\text{тр}} = 25 \text{ м}; S = \frac{\rho \cdot L_{\text{расч}}}{R_{\text{пров}}} = 0,89 \text{ мм}^2.$$

Табылған қима бойынша  $25 \text{ мм}^2$  қималы КРВГ маркалы бақылау кабелін таңдаймыз.

Кесте 1.29 – ТФЗМ-35Б-ІУ1

| ТТ параметрлері  |      | Есептелген мәндері                |       |
|--|------|-----------------------------------|-------|
| $U_{\text{ном}}$ кВ  | 35   | $U_{\text{уст.ном}}$ кВ           | 35    |
| $I_{\text{ном}}$ А   | 600  | $I_{\text{раб.мах}}$ А            | 41239 |
| $I_{\text{скв}}$ кА  | 125  | $i_{\text{уд}}$ кА                | 388   |
| $I_{\text{тер}}^2 \cdot I_{\text{тер}}$ кА <sup>2</sup> ·с | 7203 | $B_{\text{к}}$ кА <sup>2</sup> ·с | 0488  |

10 кВ жағында ТТ-н таңдау

Кесте 1.30 – Ток өлшегіш құралдардағы жүктеме

| Құрал                | Құрал түрі   | Ток өлшегіш құралдардағы жүктеме<br>В*А фаза бойынша |    |    |
|----------------------|--------------|--|----|----|
|                      |              | А  | В  | С  |
| Амперметр көрсеткіші | Э-665        | 05   | 05 | 05 |
| Санағыш ЕвроАльфа    | ЕА05RAL-C -4 | 21   | 21 | 21 |
| Барлығы              |              | 26   | 26 | 26 |

ТТ- көбірек жүктелген фазасы – А. Осы фазаға қосылған құралдың жалпы кедергісі:  $S_{\text{приб}} = 2,6 \text{ ВА}; I_2 = 5 \text{ А};$

$$S_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2}; \quad (1.70)$$

$$R_{\text{приб}} = 0,104 \text{ Ом}.$$

05 класс дәлдігінде номиналды екіншілік жүктемесі 08 Ом құрайды. Түйіспелердің кедергісін 005 Ом деп қабылдап онда сымның кедергісі:

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

$$R_{\text{пров}} = R_{2\text{ном}} - R_{\text{приб}} - R_{\text{конт}}; \quad (1.71)$$

$$R_{\text{пров}} = 0,49 \text{ Ом}.$$

Мыс өзекшесі бар біріктірілетін сымның ұзындығын  $L_{\text{Тр}}=30$  метр деп қабылдап екі фазаға ТТ орналасуын ескеріп олардың қимасын анықтаймыз (ТТ мен құралдың жалғануы- жұлдызша):  $L_{\text{тр}} = 30 \text{ м}; \rho = 0,035 \text{ Ом} \cdot \frac{\text{мм}^2}{\text{м}};$

$$L_{\text{расч}} = L_{\text{тр}} = 30 \text{ м}; S = \frac{\rho \cdot L_{\text{расч}}}{R_{\text{пров}}} = 1,714 \text{ мм}^2.$$

Табылған қима бойынша  $25 \text{ мм}^2$  қималы МКРВГ маркалы бақылау кабелін таңдаймыз.

Кесте 1.29 – ТВТ- 10 параметрлері:

| ТТ параметрлері  |      | Есептелген мәндері                |        |
|--|------|-----------------------------------|--------|
| $U_{\text{ном}}$ кВ  | 10   | $U_{\text{уст.ном}}$ кВ           | 10     |
| $I_{\text{ном}}$ А   | 5000 | $I_{\text{раб.мах}}$ А            | 144338 |
| $I_{\text{скв}}$ кА  | 100  | $i_{\text{уд}}$ кА                | 26     |
| $I_{\text{тер}}^2 \cdot I_{\text{тер}}$ кА <sup>2</sup> ·с | 3675 | $B_{\text{к}}$ кА <sup>2</sup> ·с | 024    |

## 1.9 Кернеулік трансформаторларды (КТ) таңдау

Келесі шарттар бойынша таңдалады:

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

мұндағы  $S_{ном}$  – берілген дәлдік классының жұмысына сәйкес және КТ-ң екіншілік тізбегінде пайдаланылатын номинал толық қуат;

$S_{2расч}$  - екіншілік тізбегінде пайдаланылатын есептік толық қуат.

КТ-ң тізбегіндегі сымның қимасы механикалық беріктік және рұқсат етілетін кернеу шығынынан анықталады. Бұндайда алюминді сымның қимасы механикалық беріктік шарты бойынша  $25 \text{ мм}^2$  аспауы керек.

КТ типі оның тағайындамасымен таңдалынады. Егер КТ-нан есептік счетчиктер қорек көзін алатын болса онда екі бірфазалық НАМИ сериялы 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.

Кесте 1.30 – Есептегіш құралдар

| Құрал       | Құрал түрі   | $P_{общ.}$ Вт | $Q_{\Sigma}$ Вар |
|-------------|--------------|---------------|------------------|
| 2V          | Ц-301/1      | 3             | 3                |
| Счетчик СЭТ | СЭТ-4ТМ.02.0 | 0.8           | 1.5              |
| Барлығы     |              | 6.8           | 1.5              |

Есептік екіншілік жүктеме:

$$S_{2p} = \sqrt{P^2 + Q^2}; \quad (1.72)$$

$$S_{2p} = \sqrt{6.8^2 + 1.5^2} = 6,96 \text{ ВА}.$$

*110 кВ шинада КТ таңдау*

НКФ-110-58 типті КТ таңдаймыз

КТ-на қосылатын құралдар.

- вольтметр тіркеуші
- есептік счетчик

05 класс дәлдігінде номиналды екіншілік жүктемесі 400 В\*А құрайды ол есептік жүктемеден неғұрлым жоғары.

*35 кВ шинада КТ:*

ЗНОМ-35 типті

Кесте 1.31 – Есептегіш құралдар

| Құрал       | Құрал түрі   | $P_{общ.}$ Вт | $Q_{\Sigma}$ Вар |
|-------------|--------------|---------------|------------------|
| Вольтметр   | Ц-301/1      | 3             | -                |
| Счетчик СЭТ | СЭТ-4ТМ.02.0 | 0.8           | 1.5              |
| Барлығы     |              | 6.8           | 1.5              |

Есептік екіншілік жүктеме:

$$S_{2p} = \sqrt{P^2 + Q^2}; \quad (1.72)$$

$$S_{2p} = \sqrt{6.8^2 + 1.5^2} = 6,96 \text{ВА}.$$

10 кВ шинада КТ таңдау  
НОМ-10-66 типті КТ таңдаймыз

Кесте 1.32 – Есептегіш құралдар

| Құрал       | Құрал түрі   | P <sub>общ.</sub> Вт | Q <sub>Σ.</sub> Вар |
|-------------|--------------|----------------------|---------------------|
| Вольтметр   | Ц-301/1      | 3                    | -                   |
| Счетчик СЭТ | СЭТ-4ТМ.02.0 | 0.8                  | 1.5                 |
| Барлығы     |              | 6.8                  | 1.5                 |

Есептік екіншілік жүктеме:

$$S_{2p} = \sqrt{P^2 + Q^2}; \quad (1.72)$$

$$S_{2p} = \sqrt{6.8^2 + 1.5^2} = 6,96 \text{ВА}.$$

### 1.10 Шиналарды таңдау

Шиналардың қимасы қызу бойынша (рұқсат етілетін ток бойынша) таңдалынады. Бұл кезде тек қалыпты ғана емес сонымен қатар апаттан кейінгі режимдер де ескеріледі және де жөндеу уақытындағы режим және шиналар секциялары арасында токтардың бірқалыпсыз таралу мүмкіндігі.

Таңдау шарты:

$$I_{\max} \leq I_{\text{доп}},$$

мұндағы  $I_{\text{доп}}$  – ( $\theta_{0.\text{НОМ}}=25^{\circ}\text{C}$ ) кестелерде қабылданғаннан ауа температураларын ескеріп таңдалынған қималы шинадағы рұқсат етілетін ток;

$$I_{доп} = I_{доп.ном} \cdot \sqrt{\frac{\theta_{доп} - \theta_0}{\theta_{доп} - \theta_{0.ном}}} \quad (1.73)$$

Боялған шиналар үшін  $\theta_{0.доп}=70^{\circ}\text{C}$ ;  $\theta_{0.ном}=25^{\circ}\text{C}$  болса онда

$$I_{доп} = I_{доп.ном} \cdot \sqrt{\frac{70 - 25}{45}} = I_{доп.ном} \cdot 1$$

мұндағы  $I_{доп.ном}$  – ауа температурасы;

$\theta_{0.ном}=25^{\circ}\text{C}$  болғандағы рұқсат етілетін ток;

$\theta_0$  – ауаның нақты температурасы;

$\theta_{доп}$  – жалғасымды режимнің рұқсат етілетін қызу температурасы (ПУЭ бойынша шиналар үшін  $+70^{\circ}\text{C}$ ).

*110 кВ кернеудегі шинаны таңдау.*

Ұзақтық режимнің есептік тоғын анықтаймыз:

$$I_{.ном.тр} = \frac{S_{н.тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} ; \quad (1.74)$$

$$I_{.ном.тр} = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 131,22 \text{ A};$$

$$I_{\max} = 1,35 \cdot I_{.ном.тр} ; \quad (1.75)$$

$$I_{\max} = 1,35 \cdot 131,22 = 177,147 \text{ A}.$$

POWERDUCT маркалы бір жолақты алюминді шинаны таңдаймыз  $45 \times 6 \text{ мм}^2$ ;  $I_{доп}=400 \text{ A}$ .

*35 кВ-ты ортаңғы кернеу жағына шина таңдау.*

Ұзақтық режимнің есептік тоғын анықтаймыз:

$$I_p = \frac{S_{тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} ; \quad (1.76)$$

$$I_p = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 35} = 577,35 \text{ A};$$

$$I_{\max} = 1,35 \cdot I_p; \quad (1.77)$$

$$I_{\max}=135 \cdot 57735=77942 \text{ A.}$$

POWERDUCT маркалы бір жолақты алюминді шинаны таңдаймыз  
75x6 мм<sup>2</sup>; I<sub>доп</sub>=800 А.

*10 кВ кернеудегі шинаны таңдау.*

Ұзақтық режимнің есептік тоғын анықтаймыз:

$$I_{\text{н.т.р}} = \frac{S_{\text{н.т.р}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н.т.р}}}; \quad (1.78)$$

$$I_{\text{н.т.р}} = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 1443,38 \text{ A};$$

$$I_{\max} = 1,35 \cdot I_{\text{н.т.р}}; \quad (1.79)$$

$$I_{\max} = 1,35 \cdot 1443,38 = 1948,56 \text{ A.}$$

POWERDUCT маркалы үш жолақты алюминді шинаны таңдаймыз  
165x6 мм<sup>2</sup>; I<sub>доп</sub>=1600 А.



## 2 Трансформатордың қорғаныстары

### 2.1 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. 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.

ПУЭ-ға сәйкес жоғарғы кернеуі 220 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 «өртенуі».

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 Трасформатордың дифференциалды тоқты «SIEMENS» фирмасыны. 7UT613 типтегі сандық релелік терминалымен қорғау**

### **2.2.1 Қолданылуы**

7UT613 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.

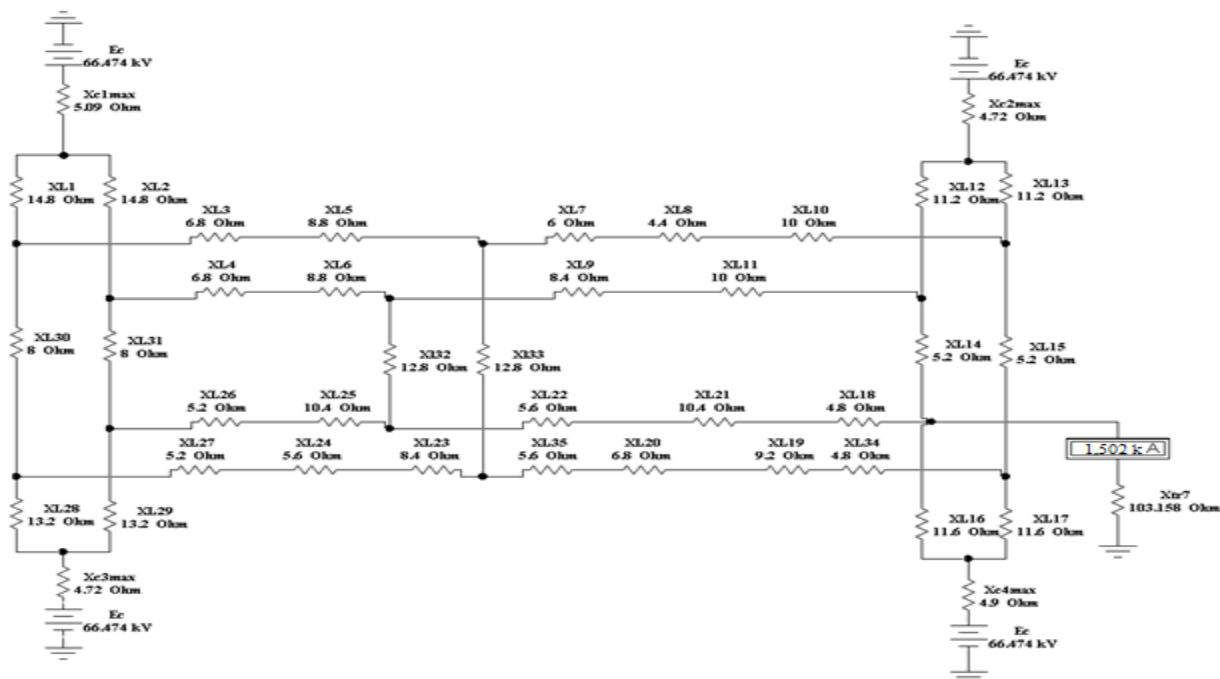
Балансталмаған жүктеме қорғанысы симметриялы емес тоқтарды анықтауға мүмкіндік береді. Оның көмегімен фазааралық зақымдалулар мен кері реттік тоқтарды анықтауға болады. Ажыратқыштың жұмыс жасаудан бас тартуынан қорғанысы оған ажырату командасы берілгеннен кейінгі әрекетін тексереді. Ол қорғалатын объектінің кез-келген жағына қосылуы мүмкін.

## **2.3 Максималды тоқ үзіндісі(МТҮ)**

Қорғаныстың іске қосылу тоғы:

$$I_{C3} = K_{OTC} \cdot I_{кмакс}^3 \cdot \quad (2.1)$$

Мұндағы  $\kappa_{отс} = 11-13$  – ҚТ тоқтарын есептелуінің қателіктерін реле қателігін біріншілік және екіншілік тоқтардағы аperiодикалық құраушылардың және қажетті қордың әсерін ескеретін реттеу коэффициенті.



Сурет 2.6 – Т7 трансформатордағы максималды ҚТ тоғы.

$$I_{C3} = \kappa_{отс} \cdot I_{кmax}^{(3)} = 1,1 \cdot 1502 = 1652,2 \text{ A.}$$

Реленің іске қосылу тоғы:

$$I_{CP} = \frac{I_{C3}}{K_T} \kappa_{CX} = \frac{1652,2}{80} \cdot 1 = 20,65 \text{ A}$$

мұндағы  $K_T$  -тоқ трансформаторының трансформация коэффициенті  
 $K_T=80$  – 110кВ кернеудегі трансформатордың трансформация коэффициенті  
 $\kappa_{CX}=1$  – сұлба коэффициенті

Максимал тоқ үзіндісін сезімталдыққа тексермейміз.

Максимал тоқ үзіндісінің (МТҮ)уақыт ұстанымын нөлге тең деп аламыз:  $t_{MTY}=0c$

## 2.4 Максимал тоқ қорғанысыны(МТҚ)

МТҚ трансформатордың жоғарғы кернеу жағына қойыладыол қосымша қорғаныс болып саналадыҚТ болғанда уақыт ұстанымымен іске қосылады. МТҚ іске қосылу тоғы:

$$I_{C3} = \frac{K_{отс} K_{C3}}{K_{BO3}} I_{РАБ.МАКС} \quad (2.2)$$

мұндағы  $I_{РАБ.МАКС}$  – трансформатордың максимал тоғы  
 $K_{C3} = 25$  – жалпылама жүктеменің өзіндік іске қосылу коэффициенті;

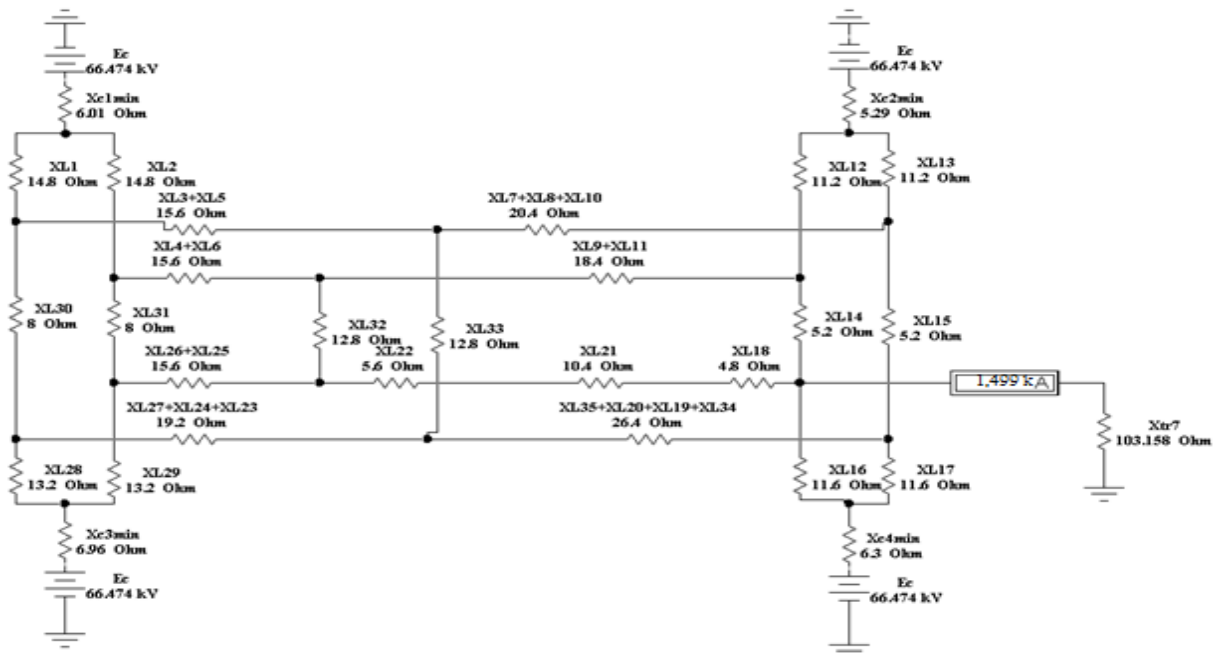
$K_{отс} = 11$  – цифрлық терминалдар үшін  
 $K_{BO3} = 095$  – реленің қайту коэффициенті (цифрлық терминалдар үшін).

Трансформатордағы максимал жұмыс тоғын келесідей табамыз:

$$I_{НОМ.ТР} = \frac{S_{НОМ.ТР}}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ.ТР}} = \frac{25 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 110 \cdot 10^3} = 131,22 \text{ А}; \quad (2.3)$$

$$I_{РАБ.МАКС} = 2 \cdot I_{НОМ.ТР} = 2 \cdot 131,22 = 262,44 \text{ А}; \quad (2.4)$$

$$I_{C3} = \frac{1,1 \cdot 2,5}{0,95} \cdot 262,44 = 759,695 \text{ А}.$$



Сурет 2.7 - Минимал режимдегі Т2 трансформаторындағы ҚТ тоғы.

Реленің іске қосылу тоғы:

$$I_{CP} = \frac{I_{C3}}{K_T} K_{CX} = \frac{759,695}{80} \cdot 1 = 9,5 \text{ А}$$

мұндағы  $K_T$  -тоқ трансформаторының трансформация коэффициенті  
 $K_T=80$  – 110кВ кернеудегі трансформатордың трансформация коэффициенті  
 $K_{CX}=1$ -сұлба коэффициенті  
 Сезімталдыққа тексеру:

$$K_q = \frac{0,87 \cdot I_{K..МИН}}{I_{C3}} = \frac{0,87 \cdot 1499}{759,695} = 1,72 > 1,5 .$$

Әдетте сезімталдық коэффициентін тексергенде екі фазалық ҚТ мәні алынады екі фазалық ҚТ тоғын үш фазалық ҚТ мәнін 087ге көбейтіп табамыз. Сезімталдылық шарты қанағаттандырылды.

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

$$t_{МТҚ} = t_{МТҚ\text{фидер}} + \Delta t = 1 + 03 = 13\text{с}$$

## 2.5 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:

$$I_{C3} = \frac{K_{OTC}}{K_{BO3}} I_{НОМ.ТР} = \frac{1,05}{0,95} \cdot 131,22 = 151,92 \text{ А} \quad (2.5)$$

мұндағы  $K_{OTC}=105$ - цифрлық терминалдар үшін  
 $K_{BO3}=095$ -реленің қайту коэффициенті(цифрлық терминалдар үшін)

Реленің іске қосылу тоғы:

$$I_{CP} = \frac{I_{C3}}{K_T} K_{CX} = \frac{151,92}{30} \cdot 1 = 5,064 \text{ А}$$

мұндағы  $K_T$  -тоқ трансформаторының трансформация коэффициенті;  
 $K_T=30$  – 110кВ кернеудегі трансформатордың трансформация коэффициенті;  
 $K_{CX}=1$  – сұлба коэффициенті.

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

$$t_{аж} = t_{МТК} + \Delta t = 13 + 03 = 16с.$$

К е с т е 2.1 – SIPROTEC фирмасы 7UT613 типінің параметрлері

| Адресі | Тағайыншаданың аты | Тағайын дамала диапазоны  | Тағайындаманы таңдау | Түсініктеме  |
|--------|--------------------|---|----------------------|--|
| 1      | 2                  | 3   | 4                    | 5  |
| 103    | Grp Chge OPTION    | Disabled (Қосуды)<br>Enabled (Өшірулі)  | Disabled             | Тағайыншама тобының өзгеруі                          |
| 105    | PROT. OBJECT       | 3 phase Transformer(3 фазалы трансформатор)<br>1 phase Transformer(1 фазалы трансформатор )<br>Autotransformer (Автотрансформатор)<br>Generator/Motor (Генератор/Мотор)<br>3 phase Busbar (3 фазалы шина)<br>1 phase Busbar (1 фазалы шина) | 3 phase Transformer  | Қорғалатын нысана                                    |
| 112    | DIFF. PROT.        | Disabled (Өшіру)<br>Enabled (Қосу)  | Enabled              | Дифференциалды қорғаныс                              |
| 120    | UNBALANCE LOAD     | Disabled (Өшіру)<br>Definite time only (тек қана тәуелсіз уақыт ұстанымына)<br>Time Overcurrent Curve IEC(IEC стандарты бойынша қисық уақыт ұстанымы)<br>Time Overcurrent Curve ANSI (ANSI стандарты бойынша қисық уақыт ұстанымы)          | Disabled             | Симметриялы емес жүктемеден қорғау (кері тізбектеме) |
| 142    | THERM . VERLOAD    | Disabled (Өшіру) using a thermal replica (С исп. Термич. Харак)<br>according IEC 354 (IEC 354 стандартына байланысты)   | according IEC 354    | Термиялық жүктемеден қорғау                          |

|     |                 |         |   |             |
|-----|-----------------|---------|---|-------------|
| 213 | NUMBER OF SIDES | 2 3 4 5 | 3 | Жақтар саны |
|-----|-----------------|---------|---|-------------|

2.1-кестенің жалғасы

| 1   | 2               | 3   | 4                      | 5  |
|-----|-----------------|---|------------------------|--|
| 270 | Rated Frequency | 50 Hz<br>60 Hz<br>167 Hz  | 50 Hz                  | Номиналды жиілік                             |
| 271 | PRASE SEQ.      | L1 L2 L3<br>L1 L3 L2  | L1 L2 L3               | Реттік фаза                                  |
| 276 | TEMP. UNIT      | Degree Celsius (Цельсий градусы)<br>Degree Fahrenheit (Фаренгейт градусы) | Degree Celsius         | Температураны өлшейтін ұяшық                 |
| 311 | UN-PRI SIDE 1   | 0.4..800.0 kV   | 110.0 kV               | 1-жағындағы бірінші реттік кернеуі           |
| 313 | STARP NT SIDE 1 | Solid Earthed (Тура тұйықталған)<br>Isolated (Оқшауланған)                | Solid Earthed          | 1-жақтың неитралі                            |
| 314 | CONNECTION S1   | Y (Wye) (Звезда)<br>D(Delta)(Треугольник)<br>Z (Zig-Zag) (Зигзаг)         | Y (Wye)                | Трансформатордың жалғану орамасы 1-жақ       |
| 321 | UN-PRI SIDE 2   | 0.4..800.0 kV   | 10 kV                  | Біріншілік ном. кернеуі 2-жақ                |
| 323 | STARP NT SIDE 2 | Solid Earthed (Тура тұйықталған)<br>Isolated (Оқшауланған)                | Isolated (Оқшауланған) | Бейтарап жағы 2                              |
| 324 | CONNECTION      | Y (Wye) (Жұлдызша)<br>D (Delta) (Үшбұрышша)<br>Z (Zig-Zag) (Зигзаг)       | D(Delta) (Үшбұрышша)   | Трансформатордың жалғану орамасы 2-жақ       |
| 331 | UN-PRI SIDE 3   | 0.4..800.0 kV   | 35 kV                  | Біріншілік ном. кернеуі 3-жақ                |
| 333 | STARP NT        | Solid Earthed (Тура тұйықталған)<br>Isolated (Оқшауланған)                | Isolated               | Бейтарап жағы 3                              |
| 334 | CONNECTION S3   | Y (Wye) (Жұлдызша)<br>D (Delta) (Үшбұрышша)<br>Z (Zig-Zag) (Зигзаг)       | Y (Wye)                | Трансформатордың орамасы 3 жағында жалғанған |
| 511 | STRPNT          | YES (Ия)<br>NO (Жоқ)  | YES (Ия)               | Нысанаға бағ.бетарап ТТ өлшеуіш жағы         |

|     |                 |             |       |  |
|-----|-----------------|-------------|-------|--|
| 512 | IN-PRI<br>CT M1 | 1..100000 A | 400 A | ТТ 1ші өзг.<br>жағдайда ном.<br>біріншілік ток |
|-----|-----------------|-------------|-------|--|

2.1-кестенің жалғасы

| 1   | 2                     | 3                    | 4        | 5  |
|-----|-----------------------|----------------------|----------|--|
| 513 | IN-SEC<br>CT M1       | 1A<br>5A             | 5A       | ТТ 1ші<br>өзгертілген<br>жағдайда<br>номиналды<br>екіншілік ток            |
| 521 | STRPNT<br>->OBJ<br>M2 | YES (ДА)<br>NO (НЕТ) | NO (НЕТ) | Бейтарап ТТ 2<br>ші өзгертілген<br>жағдайда<br>нысана<br>бағытында         |
| 522 | IN-PRI<br>CT M2       | 1..100000 A          | 1500 A   | ТТ 2ші<br>өзгертілген<br>жағдайда<br>номиналды<br>біріншілік ток           |
| 523 | IN-SEC<br>CT M2       | 1A<br>5A             | 5A       | Номиналды<br>екіншілік ток<br>ТТ 2<br>өзгертілген<br>тұрғыда               |
| 531 | STRPNT<br>->OBJ<br>M3 | YES(ДА)<br>NO(НЕТ)   | NO(НЕТ)  | Бейтарап ТТ 3<br>өзгертілген<br>тұрғыда в напр.<br>Объектке<br>бағытталуда |
| 532 | IN-PRI<br>CT M3       | 1...100000A          | 5000A    | Номиналды<br>біріншілік ток<br>ТТ 3<br>өзгертілген<br>тұрғыда              |
| 533 | IN-SEC<br>CT M3       | 1A<br>5A             | 5A       | Номиналды<br>екіншілік ток<br>ТТ 3<br>өзгертілген<br>тұрғыда               |



|     |                 |                  |    |                                       |
|-----|-----------------|------------------|----|---------------------------------------|
| 563 | IN-SEC<br>CT I1 | 1A<br>5A<br>0.1A | 5A | Номинальный<br>вторичный ток<br>ТТ I1 |
| 573 | IN-SEC<br>CT I2 | 1A<br>5A<br>0.1A | 5A | Номинальный<br>вторичный ток<br>ТТ I2 |

2.1-кестенің соңы

| 1         | 2                      | 3  | 4            | 5   |
|-----------|------------------------|--|--------------|---|
| 583       | IN-SEC<br>CT I3        | 1A<br>5A<br>0.1A   | 5A           | Номинальный<br>вторичный ток<br>ТТ I3                             |
| 1201      | DIFF.PR<br>OT.         | OFF (ҚОСЫЛМАҒАН)<br>ON (ҚОСЫЛҒАН)<br>Block relay for trip<br>Comand (реленің ажыратуға<br>беретін бұйрығын блок-у) | ON           | Дефференциал<br>дық қорғаныс                                      |
| 1205      | INC.CH<br>AR.STA<br>RT | OFF (ҚОСЫЛМАҒАН)<br>OF<br>(ҚОСЫЛҒАН)   | ON           | Пусктың<br>ажыратылу<br>кезіндегі<br>характерстекан<br>ың өсуі    |
| 1207      | RESTR<br>n.HAR<br>M    | OFF (ҚОСЫЛМАҒАН)<br>3 Harmonic(3 Гармоника)<br>5 Harmonic(3 Гармоика)  | OFF          | n-нші<br>гармониканың<br>тежеуі                                   |
| 1221      | I-DIFF>                | 0.05..2.00 I/InO   | 02           | Дифф. Токтың<br>іске қосылу<br>өлшемі                             |
| 1226<br>A | T I-<br>DIFF>          | 0.00..60.00 sec; ∞   | 0.00 sec     | TI-DIFF> уақыт<br>ұстанымы  |
| 2001      | PHASE<br>O/C           | ON (ҚОСУ)<br>OFF (ӨШІРУ)<br>Block realy for<br>Trip commands   | ON<br>(ҚОСУ) | Уақыт ұстаны-<br>мы б/ша фаза-<br>лық максимал-<br>ды ток қорғ-сы |
| 2011      | I>>                    | 0.10..35.00A;  | 2.00A        | I>> Іске қосылу   |
| 2013      | T I>>                  | 0.00..60 sec   | 0.00 sec     | T I>> уақыт<br>ұстанымы   |
| 2014      | I>                     | 01-35A   | 1.00A        | МТҚ іске қосу<br>тоғы   |
| 1271      | HARMO<br>NIC           | 10..80 %   | 15 %         | 2-ші гармоника<br>бойынша<br>дифференциялд<br>ық қорғанысы        |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|

### **3 Желі қорғанысы**

#### **3.1 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.

#### **3.2 110 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 қ/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 дистанционды және нөлдік бағытталған ток қорғанысын аламыз бұлар сезімталдық шарты бойынша тиімді.

#### **3.3 Дистанционды қорғаныс**

### 3.3.1 7SA600 терминалының дистанциондық қорғанысының қолдану аймағы

Дистанциондық қорғаныстың SIPROTEC 7SA6 сандық микропроцессорлық құрылғысы кез-келген кернеулі радиалды және аралас тораптардағы бір жақты және көп жақты қоректенетін әуелі және кабельді желілердің селективті және тез әрекетті қорғаныс орындауға арналған. Тораптық нейтрал жермен қосылуы өтемделуі немесе оқшаулануы мүмкін. Құрылғы желі қорғанысы үшін қажетті қызметті іске асырады және сол себепті жан жақты қолдануды рұқсат етеді. Құрылғы барлық түрдегі өтімді қорғаныс қондырғылары үшін желілер трансформаторлар генераторлар және барлық кернеу деңгейіндегі жинақтық шиналар үшін сатылы (уақыт бойынша) резервті қорғаныс ретінде қолданылуы 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. Екіншілік тізбектерде ақау пайда болған жағдайда өлшенетін кернеу жоғалып кеткен кезде (мысалы сақтандырғыштың немесе кернеу трансформаторының қорғаныс автоматы істен шыққанда) құрылғы автоматты түрде сатылы максималды тоқ қорғанысының қызметін пайдаланып өлшенетін кернеу қалыпқа келгенше апаттық режимге ауыстырылады. Тоқтан тәуелсіз үш саты (IMZ) және тоқтан тәуелді (AMZ) бір саты бар ол үшін бірнеше іске қосылу сипаттамалары бар.

Жоғарыда айтылған қызметтерден басқа құрылғы басқа да қорғаныс қызметтерін іске асырады мысалы жерге қысқа тұйықталуды анықтау (нейтралы оқшауланған желілер үшін) жоғарғы және төменгі кернеуден көп сатылы қорғаныс күштік ажыратқыштың іске қосылмауынан қорғаныс қуат тербелуінің әсерінен қорғау және де асқын жүктемеден жылулық қорғаныс. Қысқа тұйықталудан кейін зақымдалу орнын тез анықтау үшін құрылғыға зақымдалу орның анықтағыш енгізілген ол жерде параллельді желілерден әсер ету өтемделуі мүмкін.

### 3.3.2 Құрылғыдағы қызмет етулер көлемі

Дистанциондық қорғаныстың SIPROTEC 7SA6 сандық микропроцессорлық құрылғысы келесі қызметтерді іске асырады:

*Дистанциондық қорғаныс:*

- нейтралы оқшауланған немесе жерге қосылған тораптарда қысқа тұйықталудың барлық түрінен қорғаныс;
- үлкен жүктемені ұзын желілерде қысқа тұйықталу режимінен жүктеменің режимді сенімді ажырату;
- аз жүктеменің режимде жоғарғы сезімталдық жүктеменің секіруі және қуат тербілістері кезінде қызмет етудің жоғарғы тұрақтылығы;

- іске қосылудың полигоналды сипаттамасы арқасында торап шарттарына оптималды бейімделуі;
- дистанционды сатылар үшін алты жүелі өлшеуіш аспаптары;
- таңдау бойынша «алдаға» «артқа» бағытталған немесе бағытталмаған алты дистанционды сатылар сатылардың біреуі аралық аумақ ретінде пайданауы мүмкін;
- дистанционды аумақтар үшін тоғыз уақыт ұстаным сатылар;
- зақымдалмаған фазалардың және алдыңғы режим кернеулерін пайдаланып бағытты анықтау мұның арқасында бағытты анықтау қызметінің шексіз динамикалық сезімталдығына және сыйымдылықты кернеу трансформаторларының өтпелі процессінен тәуелсіздігіне қол жеткізіледі;
- тоқ трансформаторлары қаныққан кездегі қызмет етудің тұрақтылығы;
- параллельді желілердің әсері өтемделуі мүмкін;
- командалардың қалыптасуының минималды уақыты - 17мсек ( $f=50\text{Гц}$  кезінде) немесе 15мсек ( $f=60\text{Гц}$  кезінде);
- әр фаза бойынша істен шығаруы мүмкін;
- қысқа тұйықталуға қосқан кезде ұстанымсыз істен шығаруды орындау мүмкін;

*Тербелістерді өңдеу (кедергі бойынша іске қосылу кезінде теңдеу бойынша):*

- $dz/dt$  көмегімен тербелісті анықтау жылдамдықты үш өлшеуіш жүйемен өлшеу;
- жиіліктің минималды ажыратылуымен 7 Гц-тен артық емес тербелісті анықтау;
- функция АПВ-ың бір фазалы циклы кезінде де белсенді;
- тербелісті анықтаудың бапталынатын бағдарламасы бар;
- тораптағы тербеліс кезінде дистанционды қорғаныстан берілетін команда бойынша қажетсіз істен шығарулардың алдын алу;
- асинхронды режим кезінде істен шығаруға параметрлерді қосымша баптау;

*Жерге қысқа тұйықталудан қорғаныс:*

- тоқтан үш тәуелсіз сатысы (ИМЗ) және тоқтан тәуелді бір сатысы (АМЗ) бар бағытталған сатылы максималды қорғаныс;
- АМЗ –сатылар үшін әртүрлі іске қосылу сипаттамаларын таңдауға мүмкіндік бар;
- АМЗ –саты қайтадан бапталынуы мүмкін және төртінші тәуелсіз саты ретінде пайдалануы мүмкін;
- МТҚ-ың жоғары сезімталдығы;
- тоқ трансформаторлары қаныққан кезде балансталмаған тоқтан фазалы тоқты тұрақтандыру;
- екінші гармониканы бағалау негізінде қосылған кезде тоқтың секіруінен тұрақтандыру;
- нөл ретті кернеуден тәуелді уақытпен істен шығарылатын жерге қысқа тұйықталудан қорғаныс;

- әр саты бағытталған немесе бағытталмаған сияқты етіп бапталынуы мүмкін;

- желінң нөлді тоғының және трансформаторының нейтралының тоғының көмегімен нөл реттік құраушылар бойынша бағытты анықтау;

- кез-келген саты үшін қысқа тұйықталуға қосқан кезде ұстанмсыз істен шығару мүмкіндігі бар.

*Апаттық резервтік сатылы тоқ қорғанысы:*

- таңдау бойынша өлшенетін кернеу жоғалып кеткенде апаттық қызмет сияқты пайдаланылады немесе өлшенетін кернеуден тәуелсіз әрекет ететін резервті қорғаныс сияқты;

- максимум екі тәуелсіз саты (ИМЗ) бар және бір саты тоқтан тәуелді;

- фазалардың фазалы тоқтар және нөл ретті реттері үшін АМЗ сатысы;

- АМЗ қорғанысы үшін іске қосылудың әр түрлі сипамаларын таңдау мүмкіндігі бар;

- тыйым салу мүмкіндіктері бар мысалы кез-келген саты үшін кері бағыт кезінде тыйым салу;

- ҚТ-ға қосқан кезде кез-келген сатыға ұстанымсыз істен шығару мүмкін;

- қосылудың соңындағы зақымдалудан қорғаныс.

*Пайдаланумен бағдарламаланатын логикалық функциялар:*

- пайдаланушымен таңдалынған логикалық функцияларды іске асыру үшін ішкі және сыртқы сигналдарды еркін бағдарламалау байланыстары;

- жалпы пайдаланылатын логикалық функциялар;

- локальды және алыстағы өлшенетін шамалардың индикациясы олардың модульдерін және фаза жағдайларын көрсетуі бар.

*Командаларды өңдеу:*

- қосылып ажыратылатын құрылғыларды басқару кнопкалары арқылы қолмен қосу және ажырату жүйелік интерфейс арқылы (мысалы SICAM немесе LSA) немесе басқаратын интерфейс арқылы (жеке компьютер немесе DIGSI 4 бағдарламасы көмегімен) бағдарламаланатын функционалды клавишалар көмегімен;

- күштік ажыратқыштың блок-түйіспелері арқылы ажыратқыштың күйі туралы кері мәліметтердің қалыптасуы;

- ажыратқыштың дайындығын бақылау және ауысып-қосу амалдарына тыйым салуды бақылау;

*Басқару функциялары:*

- өлшеудің ішкі тізбектерін коректік кернеу тізбектерін бақылаудың сонымен қатар бағдарламалық және аппараттық қамтамасыз ету арқасында құрылғының жоғары дайындығы;

- қосындыны және симметриялы бақылау аспаптарымен тоқ және кернеу трансформаторларының екіншілік тізбектерін бақылау;

- істен шығару тізбектерін бақылау;

- жүктеменің толық кедергісін қуат бағытын және фазалардың кезектілігінің тізбектігін бақылау;

- байланыстың санды арналарындағы сигналды жіберуді бақылау.

*Қосымша функциялары:*

- нақты уақытты тіркеуі бар соңғы 8 зақымдаулар үшін мәліметтерді жинақтағыш;

- максималды 8 жерге тұйықтаулар үшін ҚТ-ды протоколдау;

- істен шығару статистикасы құрылғыдан келіп түскен қосу және ажыратуға берілетін командаларды санау сонымен қатар ҚТ туралы ақпаратты протоколдау және істен шыққан ҚТ-у тоқтарының мәндерін жинақтау.

### 3.3.4 Дистанциондық қорғаныс

Дистанциондық 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 дистанциондық қорғаныс.

Функцияның түсіндірмесі жұмыстық көпбұрыш.

Әр дистанционды зона үшін сәйкес зона сипаттамасын көрсететін жұмыстық көпбұрыш анықталады. Әр зақымдалған контур үшін барлығы 5 тәуелсіз зонасы және қосымша бір күйге келтірілген зонасы болады 2.4-суретте осындай көпбұрыштың мысалы келтірілген. 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  $\varphi$  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 ауткуы садарынан ҚТ кедергісін өлшеуінің төмендеуінен сатының іске қосылуының алдын алатын аудан болады.  $Z1$  және одан жоғары зоналар үшін бұл аудан болмайды.

Дистанционады қорғаныста келесі сатылар (аймақтар) бар:

*Тәуелсіз сатылар:*

- Бірінші саты  $R(Z1)$   $X(Z1)$  (тез әрекет етеді) уақыт бойынша ұстанымы бар T11POL (бір фазалы ҚТ кезінде) немесе T1MENRPOL (көп фазалы ҚТ кезінде);

- Екінші саты (резервті)  $R(Z2)$   $X(Z2)$   $Z2$  уақыт бойынша ұстанымы бар T21POL (бір фазалы ҚТ кезінде) немесе T2MENRPOL (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;

- Бесінші саты (резервті)  $R(Z5)$  (“алға”) және  $X(Z5)$  (“артқа”)  $Z5$  уақыт бойынша ұстанымы бар T5.

*Тәуелді саты (басқарылатын):*

$R(Z1B)$   $X(Z1B)$   $Z1B$  аралық саты уақыт бойынша ұстанымы бар T1B1POL (бір фазалы ҚТ кезінде) немесе T1BMENRPOL (көп фазалы ҚТ кезінде).

### 3.3.5 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 Л18 желісінің кедергісі алынады.

$$Z'_{Л18} = Z_{Л18} / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \cdot Z_{Л18} = 0,85 \cdot 4,8 = 4,08 \text{ Ом} \quad (3.1)$$

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.\

### 3.3.6 Екінші сатыны есептеу

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

1) Л21 желісінің дистанциондық қорғаныстың бірінші сатысы;

2) 7-қосалқы стансасының трансформаторының релелік қорғанысы.

Бірінші шарт бойынша Л21 желісінің бірінші сатысын есептеу қажет

$$Z'_{Л21} = \frac{Z_{Л21}}{1 + \beta + \delta} = 0,85 \cdot Z_{Л21} = 0,85 \cdot 10,4 = 8,84 \text{ Ом.}$$

Л18 желісінің екінші сатысы

$$Z_{Л18}'' = (Z_{Л18} + (1 - \alpha) \cdot Z_{Л21}' / K_{T.21}) / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \cdot Z_{Л18} + 0,66 \cdot Z_{Л21}' / K_{T.21}$$

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

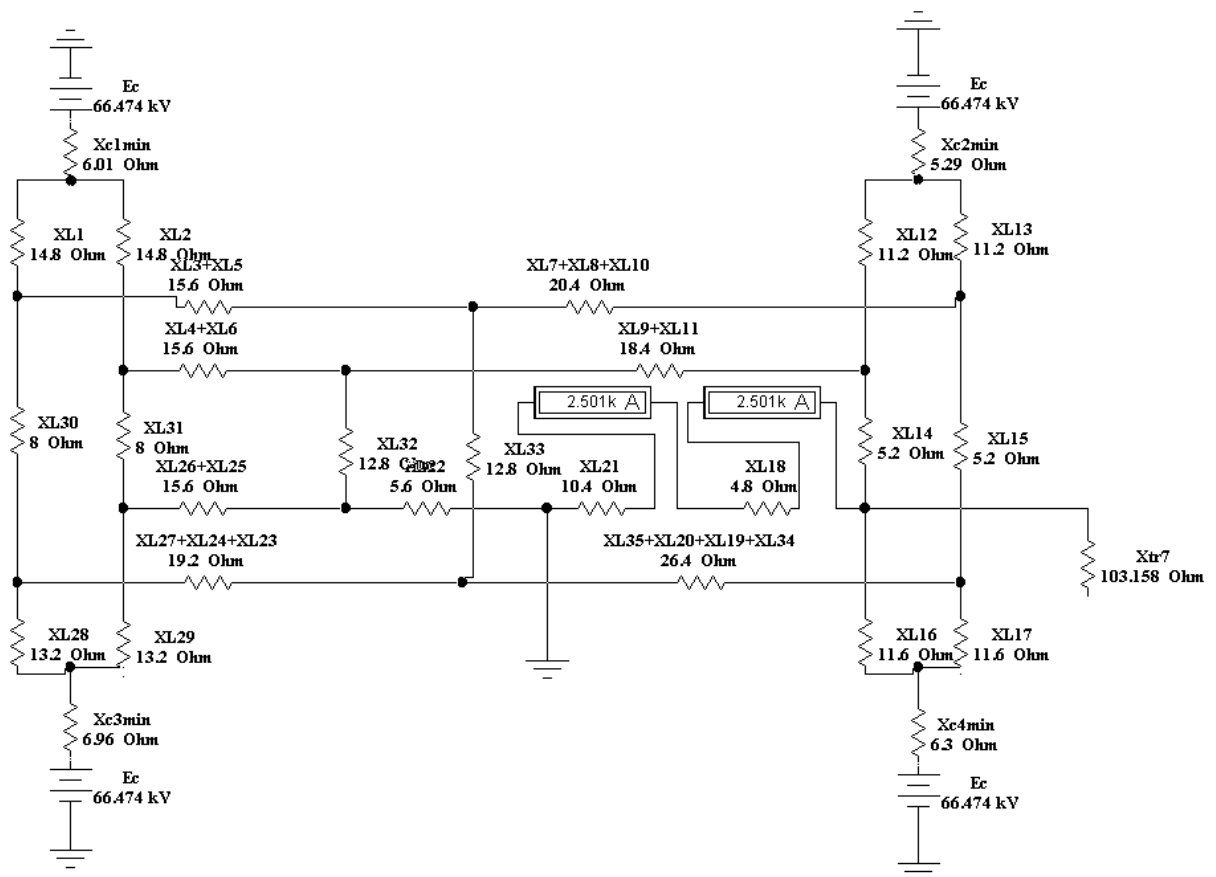
$K_{T.5}$  - токтаралу коэффициент.

$K_{T.5}$  токтаралу коэффициенті көршілес Л21 желісіндегі ҚТ кезіндегі мүмкін болатын қоректенуді ескереді.

$$K_{T.21} = I_1 / I_3$$

бұл жерде  $I_1$  және  $I_3$  - Л18 және Л21 желілерінің қорғаныс комплекттерінен өтетін ҚТ токтары ҚТ Л21 желісінің соңында максималды режимде.

$I_1$  және  $I_3$  токтарын табу үшін керекті сұлбаны симулятор программасында құрастырамыз Л18 және Л21 желілерінің қорғаныс орындарына амперметрді орнатамыз.



Сурет 3.1 – Дистанционды қорғаныста Л21 желісіндегі ҚТ

$$K_{T.21} = I_1 / I_3 = 2,501 / 2,501 = 1;$$



$$Z_{Л18}^{II} = (Z_{Л18} + (1 - \alpha) \cdot Z_{Л21}^I / K_{T.Л21}) / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \cdot Z_{Л18} + 0,66 \cdot Z_{Л21} / K_{T.Л21} = 0,85 \cdot 4,8 + 0,66 \cdot 10,4 / 1 = 10,944 \text{ Ом.}$$

Екінші шарт бойынша Л18 желісінің қорғанысының екінші сатысы Т7 трансформаторының соңында 10кВ-тық шинадағы ҚТ-дан реттейміз:

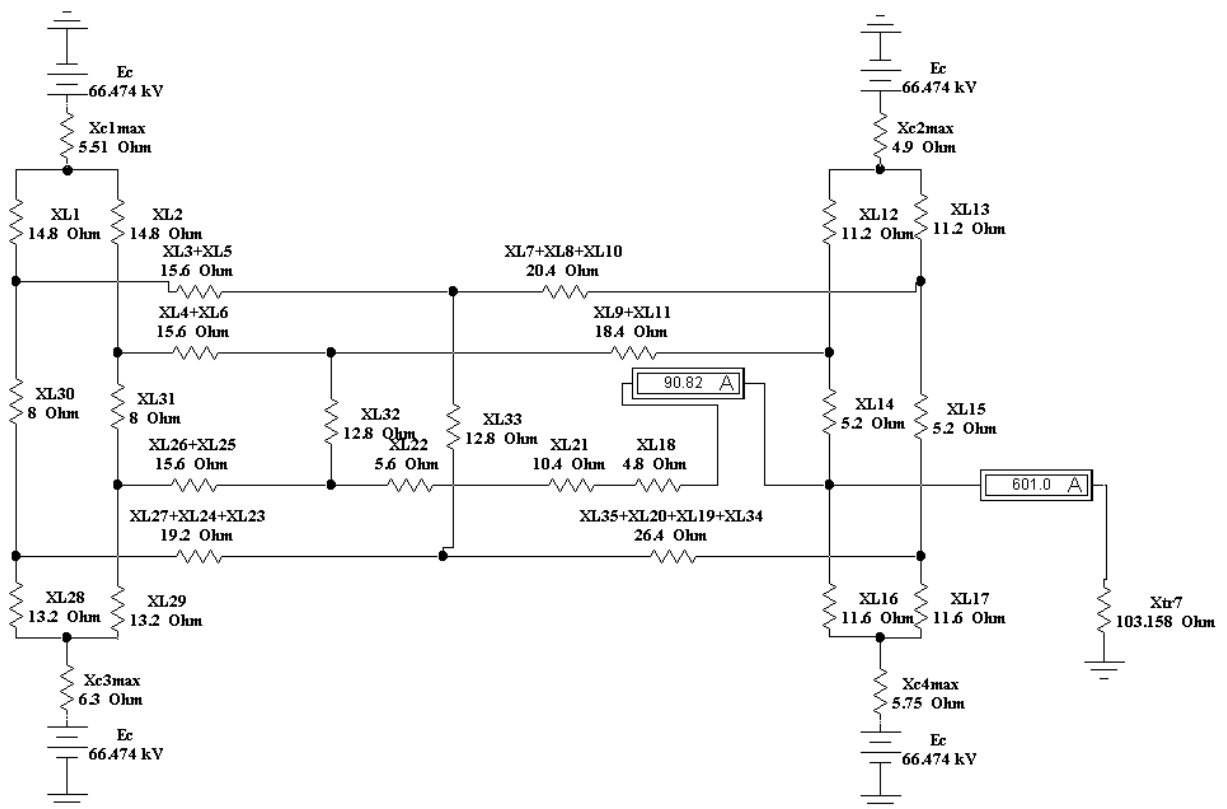
$$Z_{Л18}^{II} = (Z_{Л18} + Z_{TP7}^I / K_{T.TP7}) / (1 + \beta + \delta) = 0,85 \cdot (Z_{Л18} + Z_{TP7} / K_{T.TP7}).$$

$K_{T.TP3}$  токтаралу коэффициенті көршілес қосалқы стансадағы трансформаторының соңындағы ҚТ кезіндегі мүмкін болатын қоректенуді ескереді.

$$K_{T.TP7} = I_1 / I_{TP7}$$

Бұл жерде  $I_1$  және  $I_{TP7}$  - Л18 және TP7 трансформаторының қорғаныс комплекттерінен өтетін ҚТ тоқтары ҚТ Л21 желісінің соңында максималды режимде.

$I_1$  және  $I_{TP7}$  тоқтарын табу үшін керекті сұлбаны симулятор программасында құрастырамыз Л18 және TP7 трансформаторының қорғаныс орындарына амперметрді орнатамыз.



Сурет 3.2- Дистационды қорғаныста Т7 трансформаторындағы ҚТ

$$K_{T.TP7} = I_1 / I_{TP7} = 90,82 / 601 = 0,15 ;$$

$$Z_{Л18}'' = 0,85 \cdot (Z_{Л18} + Z_{TP7} / K_{T.TP7}) = 0,85 \cdot (4,8 + 103,158 / 0,15) = 588,642 \text{ Ом.}$$

Екі шарттан ең кішісін таңдаймыз:

$$Z_{Л18}'' = 10,944 \text{ Ом.}$$

Л18 желісінің қорғанысының екінші сатысының сезімталдылық коэффициентін тексереміз

$$K_q = Z_{Л18}'' / Z_{Л18} = 10,944 / 4,8 = 2,28 > 1,25 .$$

Сезімталдылық шарты қанағаттандырылды.

Екінші сатының уақыт ұстанымын селективтілік сатысына тең деп қабылдаймыз яғни  $t_{зл5}'' = \Delta t$ ;  $\Delta t = 05 \text{ сек.}$

### 3.3.7 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  $I_{раб.макс.}$  және минималды кернеу  $U_{раб.мин.} = (09 - 095) U_{ном.}$

Тежелген қозғалтқыштардың өзіндік іске қосылу коэффициентін  $k_3 = 15$  сенімділік  $k_H = 12$  және қайтымдылық коэффициенттерін  $k_B = 105 - 11$  ескеріп реленің бірінші ретті іске қосу кедергісін келесідей анықтаймыз:

$$Z_{Л15}''' = \frac{U_{раб.мин}}{\sqrt{3} K_H K_3 K_6 I_{раб.макс} \cos(\varphi_{м.ч.} - \varphi_{раб})} \quad (3.2)$$

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

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

$$Z_{Л18}''' = \frac{0,9 \cdot 110 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 262,44 \cdot \cos(75^0 - 36,8^0)} = 139,97 \text{ Ом.}$$

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

$$K_{\text{ч}} = Z_{\text{Л18}}^{\text{III}} / Z_{\text{Л18}} = 139,97 / 4,8 = 29,16 > 1,25.$$

Үшінші сатының мәні бірінші шарттың талаптарына сәйкес келеді.

Екінші шарт бойынша сезімталдылық коэффициенті Л21 желісінің соңындағы ҚТ арқылы есептеледі.

$$K_{\text{ч}} = Z_{\text{Л18}}^{\text{II}} / Z_{\text{защ.мак.}} \geq 1,2$$

Бұл жерде  $Z_{\text{защ.мак.}}$  - ең ұзын желі Л21 соңындағы ҚТ кезіндегі үшінші саты релесіне жалғанатын максималды мән.

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

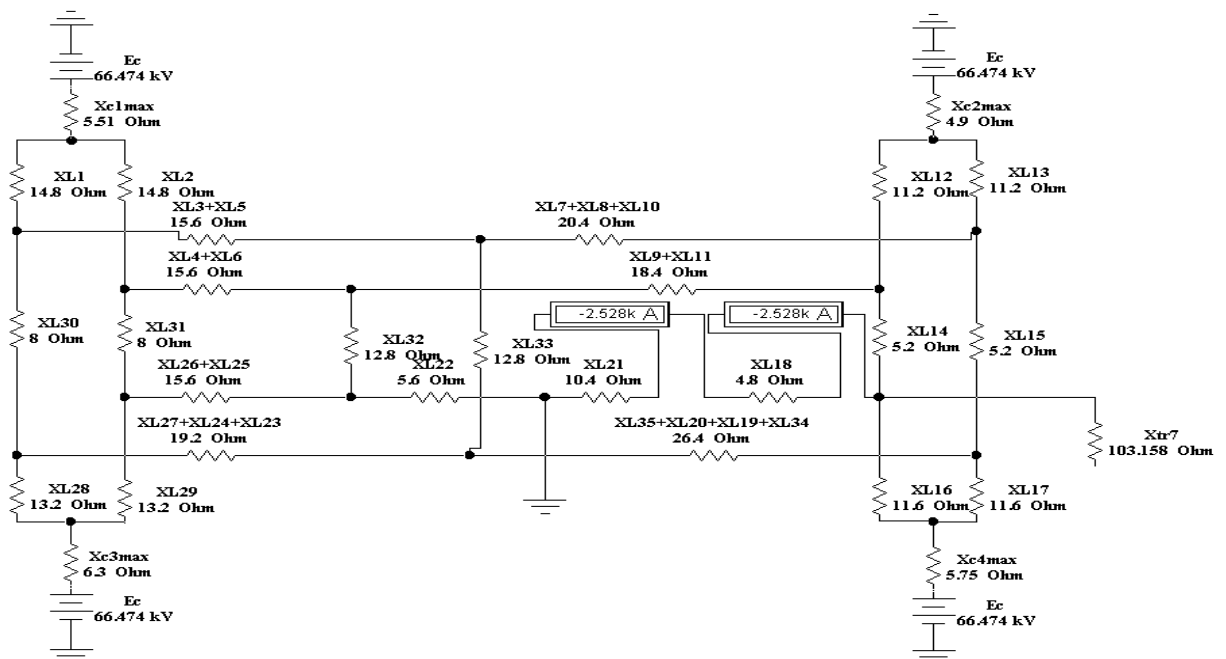
$$Z_{\text{защ.мак.}} = Z_{\text{Л18}} + Z_{\text{Л21}} / K_{\text{T.MIN}}$$

$K_{\text{T.MIN}}$  токтаралу коэффициенті көршілес желі Л21-дегі ҚТ кезіндегі мүмкін болатын қоректенуді ескереді.

$$K_{\text{T.MIN}} = I_{1.MIN} / I_{\text{Л18}.MIN}$$

бұл жерде  $I_{1.MIN}$  және  $I_{\text{Л18}.MIN}$  - Л18 және Л21 желілері қорғаныс комплектінен ағып өтетін ҚТ тогы энергожүйенің минималды режим кезіндегі ҚТ нүктесі Л21 желісінің соңында.

$I_{1.MIN}$  және  $I_{\text{Л21}.MIN}$  токтарын табу үшін керекті сұлбаны симулятор программасында құрастырамыз Л18 және Л21 желілерінің қорғаныс орындарына амперметрді орнатамыз.



Сурет 3.3 – Дистанционды қорғаныста Л6 желісіндегі ҚТ

$$K_{T.MIN} = I_{1.MIN} / I_{Л18.MIN} = 2,528 / 2,528 = 1;$$

$$Z_{защ.мак.} = Z_{Л18} + Z_{Л21} / K_{T.MIN} = 4,8 + 10,4 / 1 = 15,2 \text{ Ом};$$

$$K_{\psi} = Z_{Л18}^{III} / Z_{защ.мак.} = 139,97 / 15,2 = 9,21 \geq 1,2.$$

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.

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

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

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

Реленің іске қосылу кедергісі келесі формуламен анықталады:

$$Z_{cp} = Z_{c3} \cdot n_T / n_H . \quad (3.3)$$

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

Барлық сатылар үшін  $n_T = 200 / 5 = 40$   $n_H = 110000 / 100 = 1100$  деп қабылдап  $Z_{cp}$  есептейміз.

$$Z' = 4,08 \cdot \frac{40}{1100} = 0,148 \text{ Ом};$$

$$Z'' = 10,944 \cdot \frac{40}{1100} = 0,398 \text{ Ом};$$

$$Z''' = 139,97 \cdot \frac{40}{1100} = 5,09 \text{ Ом}.$$

ДҚ-тың селективтілік картасы А1 форматтағы 1-ші сызбада көрсетілген.

Кесте 3.1 - SIPROTEC фирмасы 7UT613 типінің параметрлері

| Адрес<br>i | Параметрі | С | Тағайындамалар<br>варианты | Берілген<br>Тағайын | Түсіндірмелер |
|------------|-----------|---|----------------------------|---------------------|---------------|
|            |           |   |                            |                     |               |

|      |                          |   |                          |      |   |
|------|--------------------------|---|--------------------------|------|---|
|      |                          |   |                          | дама |   |
| 1    | 2                        | 3 | 4                        | 5    | 6   |
| 1201 | FCT Distance<br>(Ф-я ДЗ) |   | ON (ҚОСУ)<br>OFF (ӨШІРУ) | ON   | Дистанционды қорғаныс қосулы (ON) өшірулі (OFF) |

### 3.1-кестенің жалғасы

| 1    | 2   | 3      | 4  | 5                 | 6   |
|------|---|--------|--|-------------------|---|
| 1210 | Start Timers<br>(Таймерлер қосу)          |        | on Dis. Pickup<br>(при Сраб.ДЗ)<br>on Zone Pickup  | on Dis.<br>Pickup | Сатылардың уақыт кідірісінің қосылу шарты       |
| 1211 | Distance Angle<br>(УголНаклДистЗащ)       |        | 30 .. 90 °   | 75 °              | ДҚ сипаттамасының көлбеулік бұрышы              |
| 1244 | $\phi$ load (Ø-E)<br>( $\phi$ нагр (Ø-E)) |        | 20 .. 60 °<br>Arccos08+5 <sup>0</sup>  | 368 °             | Угол сектора нагрузки (фаза-фаза)               |
| 1306 | T1-multi-phase<br>(Т1-многофаз)           |        | 0.00 .. 30.00 sec<br>(с); ∞  | 0.00 sec          | Уақыт ұстанымы Т1 ступени Z1 при многофазных КЗ |
| 1316 | T2-multi-phase<br>(Т2-многофаз)           |        | 0.00 .. 30.00 sec<br>(с); ∞  | 0.50 sec          | Уақыт ұстанымы Т2 ступени Z1 при многофазных КЗ |
| 1325 | T3 DELAY<br>(Т3 ЗАДЕРЖКА)                 |        | 0.00 .. 30.00 sec<br>(с); ∞  | 1.80 sec          | Уақыт ұстанымы Т3 ступени Z3                    |
| 1335 | T4 DELAY<br>(Т4 ЗАДЕРЖКА)                 |        | 0.00 .. 30.00 sec<br>(с); ∞  | 0.30 sec          | Уақыт ұстанымы Т4 ступени Z4                    |
| 1301 | Op. mode Z1<br>(Раб.реж Ст1)              |        | forward (алға)<br>reverse (артқа)<br>non-directional<br>(бағытсыз)<br>Inactive Неактив.) | Forward           | Z1 сатысының жұмыс режимі                       |
| 1303 | X(Z1)<br>(X(Ст1))                         | 5<br>A | 5A 0.010 ..<br>120.000 Ω (Ом)  | 0185 Ω            | Реактивті кедергі X(Z1)                         |

|      |                                 |  |   |         |   |
|------|---------------------------------|--|---|---------|---|
|      |                                 |  |   |         |   |
| 1307 | Zone Reduction<br>(ПонижениеСт) |  | 0 .. 45 °   | 0 °     | Угол скоса<br>көпбұрыш<br>(комп. Нагр.) |
| 1311 | Op. mode Z2<br>(Раб.реж Ст2)    |  | forward (алға)<br>reverse (артқа)<br>non-directional (<br>бағытсыз) | forward | Жұмыс режимі<br>ступени Z2              |

### 3.1-кестенің соңы

| 1    | 2                            | 3      | 4   | 5       | 6                            |
|------|------------------------------|--------|---|---------|------------------------------|
| 1313 | X(Z2) (X(Ст2))               | 5<br>A | 0.010 .. 120.000 Ω<br>(Ом)  | 044 Ω   | Реактивті<br>кедергі X(Z2)   |
| 1321 | Op. mode Z3<br>(Раб.реж Ст3) |        | forward (алға)<br>reverse (артқа)<br>non-directional<br>(бағытсыз)<br>Inactive<br>(Неактив.)  | Forward | Z3 сатысының<br>жұмыс режимі |
| 1323 | X(Z3) (X(Ст3))               | 5<br>A | 0.010 .. 120.000 Ω<br>(Ом)  | 66 Ω    | Реактивті<br>кедергі X(Z3)   |
| 1331 | Op. mode Z4<br>Раб.реж Ст4)  |        | forward (алға)<br>reverse (артқа)<br>non-directional (<br>бағытсыз)<br>Inactive<br>(Неактив.) | reverse | Z4 сатысының<br>жұмыс режимі |
| 1333 | X(Z4) (X(Ст4))               | 5<br>A | 0.010 .. 120.000 Ω<br>(Ом)<br>Z1дің 10%-ын<br>аламыз  | 00185 Ω | Реактивті<br>кедергі X(Z4)   |

### 3.4 Төрт сатылы нөл реттік тоқ қорғанысын (НРТҚ) есептеу

НРТҚ  $3I_0$  тогы бойынша есептелінедіал нөл реттілік токтарды есептеу үшін бір фазалы және екі фазалы жерге ҚТ комплексті сұлбаларын пайдалану керек.Комплекстік сұлбалар туракері және нөлдік реттіліктердің орынбасу сұлбаларын камтиды және "ELECTRONICS WORKBENCH" бағдарламасының көмегімен токтарды анықтаймыз(Қосымша А 123-суреттер).

### 3.4.1 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.

$$I_{Л18}^I = K_H \cdot 3 \cdot I_0$$

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

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

$$I_{Л18}^I = K_H \cdot 3 \cdot I_0^{(1)};$$

$$I_{Л18}^I = K_H \cdot 3 \cdot I_0^{(1,1)}.$$

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. нөл реттілікте оған тағы трансформаторлардың кедергілері қосылады;

ә) сұлбаның соңғы нүктесі болып ҚТ нүктесі болады

А қосымшаның 45-суреттерінен келесі мәндерді аламыз:

$$I_{Л18}^{(1)} = -8993 \text{ A}; I_{Л18}^{(11)} = 9522 \text{ A}.$$

Егерде теріс сан шығатын болса оның модулі алынады.

Екі шарттан ең үлкен  $I_0$  ток алынады және бұл мән үшін іске қосылу тогы есептелінеді.  $t_{Л18}^I = 0 \text{ с}$ .

$$I_{Л18}^I = K_H \cdot 3 \cdot I_0 = 1,3 \cdot 3 \cdot 952,2 = 3713,58 \text{ A};$$

### 3.4.2 Екінші сатыны есептеу

Екінші сатының іске қосылу тогын мына шарт бойынша анықтаймыз:

Екінші сатыны келесі қорғаныстың I сатысының іске қосылу тогынан келтіріп аламыз.

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

$$I_{Л18}^{II} = K_H \cdot 3 \cdot I_0$$

бұл жерде  $K_H = 1,2$  - сенімділік коэффициенті.

18 желіні үшке бөлгендегі мәнімен сәйкестендіріп 21 желінің мәнін аламыз. Ол үшін 22 желінің қысқа тұйықталу тоқтары есептейміз.

$I_{Л22}^I$  тура  $I_{Л18}^I$  сияқты анықталады программа-симулятордағы комплексті сұлбаны суреттерде көрсетеміз (қосымша А 67-суреттер).

$$I_{Л21}^{(1)} = -6217 \text{ А. } I_{Л21}^{(11)} = 6503 \text{ А.}$$

Егерде теріс сан шығатын болса оның модулі алынады.


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

$$I_{Л21}^I = K_H \cdot 3 \cdot I_0 = 1,3 \cdot 3 \cdot 650,3 = 2536,17 \text{ А.}$$

Бөлгендегі мәні:

$$I_{21}^I = 2536,17 / 3 = 845,39 \text{ А.}$$

Л21 желісінің қорғанысының бірінші сатысының соңында ҚТ кезіндегі Л18 желісінің қорғанысы орнатылған жеріндегі ағып өтетін  $3I_0$  тогын модельдеу арқылы анықтауға болады.

Ол үшін симмулятор-программасында комплексті сұлба салынады. Сонымен қатар Л21 желісінің кедергісінің орнындағы резистор 1 k Ohm [R]/1 k Ohm /50% жеріне патенциометр  орнатамыз. Потенциометрдің ортаңғы нүктесі қозғалмалы ҚТ нүктесі ретінде пайдаланылады. Л21 желісінің басынан бастап бірінші сатының соңына дейін кедергіні ауыстырып отырамыз. Потенциометрдің кедергісін ауыстыру арқылы Л21 желісінің басында орнатылған амперметрдегі көрсеткіш қадағаланып отырады. Потенциометрдің ортаңғы нүктесі Л21 желісінің бірінші сатының соңына жеткенде амперметрдегі көрсеткіш  $I_{Л21}^I / 3$  мәнін көрсету керек. Осыдан кейін барып Л18 желісінің басында орнатылған амперметрдегі көрсеткішті байқауға болады бұл ізденілген ток  $I_0$  болады. Ары қарай  $I_{Л18}^II$  есептелінеді.

А қосымшаның 45-суреттерінен келесі мәндерді аламыз:

$$I_{Л18}^{(1)} = -4195 \text{ А; } I_{Л18}^{(11)} = 4218 \text{ А;}$$

$$I_{Л18}^{II} = K_H \cdot 3 \cdot I_0 = 1,2 \cdot 3 \cdot 421,8 = 1518,48 \text{ А.}$$

Екінші сатының сезімталдығын тексереміз

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

Сезімталдық коэффициенті



$$K_q = 3 \cdot I_0^{(1)} / I_{Л18}'' \geq 1,2;$$

мұндағы  $3 \cdot I_0^{(1)}$  - Л18 желісінің соңында ҚТ кезінде Л18 желісінің қорғаныс комплектінен өтетін ток. А қосымшаның 10-суретінен келесі мәнді аламыз:

$$I_{Л18}^{(1)} = -9019 \text{ А.}$$

$$K_q = 3 \cdot I_0^{(1)} / I_{Л18}'' = 3 \cdot 901,9 / 1518,48 = 1,78 > 1,2.$$

Сезімталдық шарты қанағаттанды

$$t_{Л20}'' = \Delta t = 0,3 \text{ с.}$$

### 3.5.4 Үшінші сатыны есептеу

Үшінші сатының іске қосылу тогын  $I_{СЗ}'''$  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.

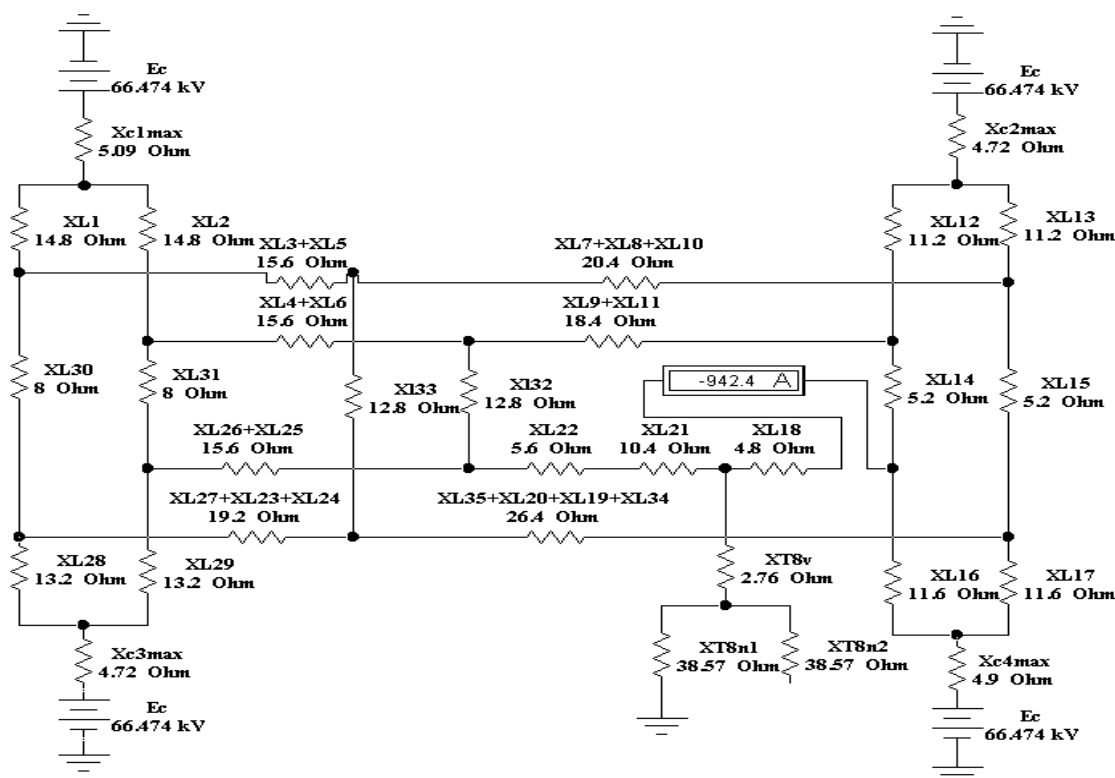
$$I_{НБ} = K_H \cdot K_{ОДН} \cdot \xi \cdot I_{К.МАКС}^{(3)}. \quad (3.4)$$

мұндағы  $K_H = 1,2$  – реледегі қателікті және қажетті қорды ескеретін реттеу 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.



Сурет 3.4 - Үш фазалы қ.т.т.

$$I_{HB} = 1 \cdot 0,1 \cdot 0,5 \cdot 942,4 = 47,12 \text{ А};$$

$$I_{Л18}^{III} = K_H \cdot I_{HB} = 1,25 \cdot 47,12 = 58,9 \text{ А}.$$

Сезімталдық коэффициентін анықтаймыз:

$$K_q^{III} = \frac{3I_{0Л.МИН}^I}{I_{Л18}^{III}}.$$

$I_{Л18}^{IV}$  - резервтелетін соңында бір фазалық ҚТ кезіндегі қорғаныс комплектінен ағатын тоқ.

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

$$K_q^{III} = \frac{3 \cdot 901,9}{58,9} = 45,94 > 1,5.$$

Сезімталдық шартты қанағаттандырады.

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

Л18-дың резервті сатысының уақыт ұстанымы  $t_{Л18}^P = 0,8$ .

Л21-нің резервті сатысының уақыт ұстанымы  $t_{Л21}^P = t_{Л18}^P + \Delta t = 0,8 + 0,5 = 1,3$ .

Л22-ның резервті сатысының уақыт ұстанымы  $t_{Л22}^P = t_{Л21}^P + \Delta t = 1,3 + 0,5 = 1,8$ .

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 тоқтарда берілуі қажет.

$$i_{CP}^I = I_{Л5}^I / n_{ТА}$$

Бұл жерде  $n_{ТА}$  - ток трансформаторларының трансформациялау коэффициенті  $n_{ТА} = 200/5 = 40$ .

$$i_{CP}^I = I_{Л5}^I / n_{ТА} = 6715,8 / 40 = 167,895 \text{ А};$$

$$i_{CP}^{II} = I_{Л5}^{II} / n_{ТА} = 4773,6 / 40 = 119,34 \text{ А};$$

$$i_{CP}^{IV} = I_{Л5}^{IV} / n_{ТА} = 286,1875 / 40 = 7,154 \text{ А}.$$

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

Кесте 3.2 – SIPROTEC фирмасы 7UT613 типінің параметрлері

| Адрес | Тағайыншаманың аты                  | Тағайыншама диапазоны  | Тағайы шаманы таңдау | Түсініктем е            |
|-------|-------------------------------------|--|----------------------|-------------------------|
| 3101  | НРТҚ                                | Қосулы<br>Өшірулі  | Қосулы               | Жерге ҚТ-дан қорғау     |
| 3110  | Op. mode 310>>><br>(Раб.реж 310>>>) | forward (алға)<br>reverse (артқа)<br>non-directional (бағытсыз)<br>Inactive (Неактив.) | forward              | Жұмыс режимі            |
| 3111  | 310>>> (310>>>)                     | 025-125 А  | 4717А                | 310>>> іске қосу тоғы   |
| 3112  | T 310>>> (T 310>>>)                 | 0-30с  | 0с                   | T 310>>> Уақыт ұстанымы |
| 3120  | Op. mode 310>>><br>(Раб.реж 310>>>) | forward (алға)<br>reverse (артқа)<br>non-directional (бағытсыз)<br>Inactive (Неактив.) | forward              | Жұмыс режимі            |
| 3121  | 310>> (310>>)                       | 025-125 А  | 322А                 | 310>> іске қосу тоғы    |
| 3122  | T 310>> (T 310>>)                   | 0-30с  | 03с                  | T 310>> Уақыт           |

|      |                                     |  |         | ұстанымы                             |
|------|-------------------------------------|--|---------|--------------------------------------|
| 3130 | Op. mode 310><br>(Раб.реж 310>)     | forward (алға)<br>reverse (артқа)<br>non-directional (бағытсыз)<br>Inactive (Неактив.) | forward | Жұмыс<br>режімі                      |
| 3131 | 310>                                | 025-125 А  | 282А    | 310> іске<br>қосу тоғы               |
| 3132 | T 310> (T 310>)                     | 0-30с  | 06с     | T 310><br>Уақыт<br>ұстанымы          |
| 3140 | Op. mode 310p<br>(Раб.реж 310p)     | forward (алға)<br>reverse (артқа)<br>non-directional (бағытсыз)<br>Inactive (Неактив.) | forward | Жұмыс<br>режімі                      |
| 3141 | 310p PICKUP<br>(310p CPAБ)          | 025-125 А  | 09А     | 310p іске<br>қосу тоғы               |
| 3142 | 310p MinT-DELAY<br>(310p МинЗадВрм) | 0-30с  | 23с     | НРТҚ<br>минимал<br>уақыт<br>ұстанымы |

#### **4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі бойынша табиғи және жасанды жарықтандыру жүйелерін есептеу**

##### **4.1 Еңбек шарттарын талдау**

Бұл дипломдық жұмысымдағы №7-қосалқы станциясы республикамыздың оңтүстік-шығыс өңірінде Алматы қаласында орналасқан. Қосалқы станция қалалық жерде болған соң жергілікті тұрғындарға кедергі жасамайтын арнайы шарттар қойылады. Қосалқы станцияда үш фазалық ТДТН-25000/110/35/10 үш орамды трансформатор орналасады. Өзіндік қажеттілікке қорек ететін 10/04 кВ-ты трансформатор бар.

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

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

Еңбек шартын талдау қосалқы станциядағы факторларды зерттеуді жан-жақты қарастырады. Әр әсер етуші параметрді 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 станцияның басшысы аға электрмеханик электромеханик және электромонтерлер. Біздің қосалқы станция қазіргі заманғы электр қондырғыларымен жабдықталғандықтан ол көп адам санын қажет етпейді және ондағы жұмыс ауырлығы жеңіл болып саналады. Жұмысшылар 1 сменада 12 сағат жұмыс жасайтын болады.

#### Микроклимат

Қосалқы станция еліміздің оңтүстік өңірінде орналасқан. Алматы климаты континенттік. Ең ыстық айлар – Шілде Тамыз. Ең суық ай – Қаңтар. Орташа жылдық температурасы 10°C кұрайды қаңтардың орташа температурасы шамамен -4.7°C ал шілдеде +23.8°C. Үсіктер қараша айында басталып сәуірде аяқталады. Қатты аяздар 67 күн болады — желтоқсаның 19-і басталып ақпанның 23-і аяқталады. Ыстық күндер температурасы 30°C дейін – 36 күн болады. Жылда 600-650 мм жауын-шашын болады. 15 күн Алматыда жиі-жиі жел соғады (15 м/с). 50-70 күн тұман болады. Алматыда қыс мезгілінде жаңбыр жаууы мүмкін.

#### Табиғи және жасанды жарықтандыру

Біздің қосалқы станцияның жарықтану түрі табиғи және жасанды жарықты пайдаланады. Себебі қосалқы станциямыздың 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 және электр қауіпсіздігі

Өрт қауіпсіздігі Қазақстан Республикасында белгіленген талаптарына сәйкес орындалған. 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 күйігі электр тоғының жылулық әсерінде пайда болады.

Электр доғасының әсері нәтижесінде пайда болатын күйік өте қауіпті болып табылады өйткені оның температурасы  $+3000-6000^{\circ}\text{C}$  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 тоқ 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 көздері

Шу деп түрлі жиіліктегі және қуатты дыбыстардың шым-шытырық қозғалысын айтады. Дыбыс үнемі газды сұйық және нығыз толқын түрінде тараған тербелмелі қозғалыстан тұрады. Газды сұйық немесе нығыз орта болғанда ғана дыбыс адамдардың құлағына естіледі. 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 4.1 Бөлме жоспары

#### 4.2 Жасанды жарықтандыру жүйесін есептеу

Жұмыс орнын жарықтандыру – қолайлы еңбек жағдайларын жасаудың маңызды факторы. Табиғи жарық ( күн сәулесі ) тәуліктің күндізгі уақыты және ол ғимараттардың терезе шатыр ойықтарынан түседі. Жасанды жарық үшін жасанды сәуле шығаратын қондырғылар пайдаланылады. Жасанды жарық түнгі еңбекті күндізгі еңбекке жақындату үшін аса қажетті фактор болып табылады. Жарықтың жеткіліксіз жағдайы адам ағзасына ынталылық сезімін азайтады.

Қосалқы станса бөлмесіне жасанды жарықтандыруды жүргізу үшін пайдалану коэффициенті тәсілі арқылы есеп жүргіземіз. Жалпы есептеудің екі тәсілі бар: пайдалану коэффициент тәсілі және нүктелік тәсіл. Пайдалану коэффициент тәсілі арқылы жатық беттерді біркелкі жалпы жарықтандыруды есептейді. Нүктелік әдіс арқылы жалпы локалды және жалпы біркелкі жарықтандыруды есептейді.

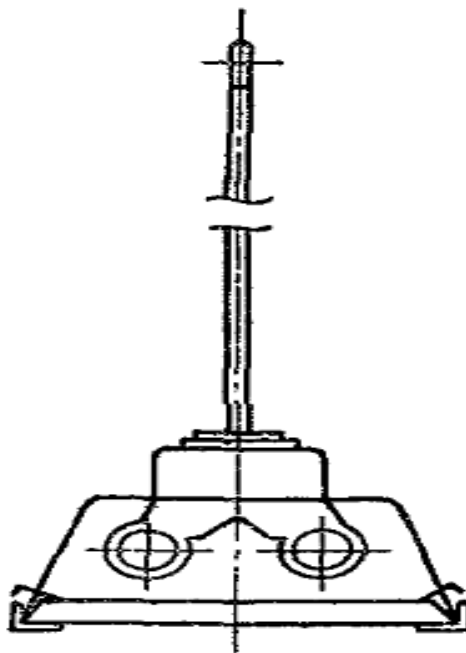
Жасанды жарықтандыру өндірісте адамдардың моральды және физикалық жағдайына еңбек өнімділігіне өнім сапасына еңбек қарқындылығына үлкен ықпалын тигізеді.

Кесте 4.1 – Берілгені

| Бөлме                  | Қосалқы станция |
|------------------------|-----------------|
| Өлшемі                 | 10x6x4          |
| Шам түрі               | ЛСП01           |
| Шам саны               | 6               |
| Көру жұмысының разряды | IV в            |
| Шағылу коэффициенттері |                 |
| $\rho_{\text{пот}}$    | 50              |
| $\rho_{\text{ст}}$     | 50              |
| $\rho_{\text{пол}}$    | 10              |

Пайдалану коэффициент тәсілі

Қарастырылатын тәсіл есептік бетке түсетін жарықтық ағын қатынасына тең  $\eta$  коэффициент мәнін анықтау болып табылады.



Сурет 4.2 ЛСП01-2x58 типті люминесценттік лампасы

Практикада  $\eta$  шамасын бөлменің геометриялық көрсеткіштерін (бөлме көрсеткіші  $i$  оның оптикалық сипаттамаларымен (төбенің қабырғаның еденнің шағылу коэффициентімен  $\rho_{\text{пот}}$   $\rho_{\text{ст}}$   $\rho_{\text{пол}}$ ) байланыстыратын кестеден анықтайды

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot Z}{N \cdot \eta}, \text{ лк} \quad (4.1)$$



мұнда E- минималды жарықтандыру;

$K_3$ - қор коэффициенті;  $K_3=15$ ; (Ә. 2 1.10-кесте)

S-жарық түсетін аудан $m^2$ ;  $S=A*B=75*6=45m^2$ ;

Z- жарық бірқалыпсыз коэффициенті;  $Z=1.1 \div 1.2$ ;

N- жарық шам саны;

$\eta$ -жарық ағынын пайдалану коэффициенті: оны жұмыс орнының индексі арқылы табамыз.

$$i = \frac{S}{Nec \cdot (A + B)} \quad (4.2)$$

мұнда АВ- жұмыс орнының ұзындығы мен енім.

h- жұмыс орны бетінен жарық шамының аспа биіктігі м;

$H_{ec}=H-(h_{ш}+h_{ec})$

$H_{ec}$  – жұмыс кеңістігінен шамдалдың іліну м.

H – бөлме биіктігі м.

$h_{ш}$  – шамдалдың іліну биіктігі м.

$h_{ec}$ - еденнен жұмыс істеу кеңістігіне дейінгі м.

Менің таңдауым бойынша  $h_{шбер}=0$  м  $h_{ед}=0$  м.

$h_{ш} = h_{шбер} + h_{ед} = 0 + 0 = 0$  м  $h_{шбер}$  – шамдалдың биіктігі м

$h_{ед}$  – еденнен биіктік м

$H_{ec}=4-(0+0)=4$  м.

$$i = \frac{45}{3,4 \cdot (7,5 + 6)} = 0,98$$

бұдан  $\eta=0,40$  тең (Кнорринг.табл.5-18. 143-бет).

Бір шам үшін жарық ағыны:

$$\Phi_{л} = \frac{400 \cdot 45 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{6 \cdot 0,4} = 12375 \text{ лм} .$$

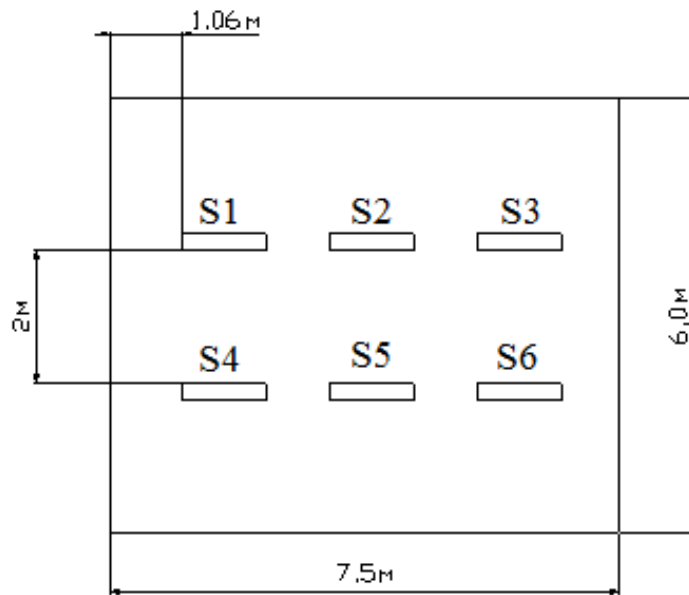
Шамның жарық ағынының ауытқуы -10...+20% пайыз аралығында болуы керек. Сол себепті ауытқуды есептейміз:

$$\frac{\Phi - \Phi_{л}}{\Phi_{л}} \cdot 100\% = \frac{12700 - 12375}{12700} \cdot 100\% = 2,6\% .$$

$\Phi=12375$  лм болғандықтан оған жақын мәнді аламыз ол  $\Phi=12700$  лм. ЛСП01-2x58 люминесценттік лампасын қоямыз. Қателік  $-10 \leq \Delta F \leq 20$  интервал арасында жатқасын жарықтану жақсы болады.

Жарық шамның санын анықтаймыз:

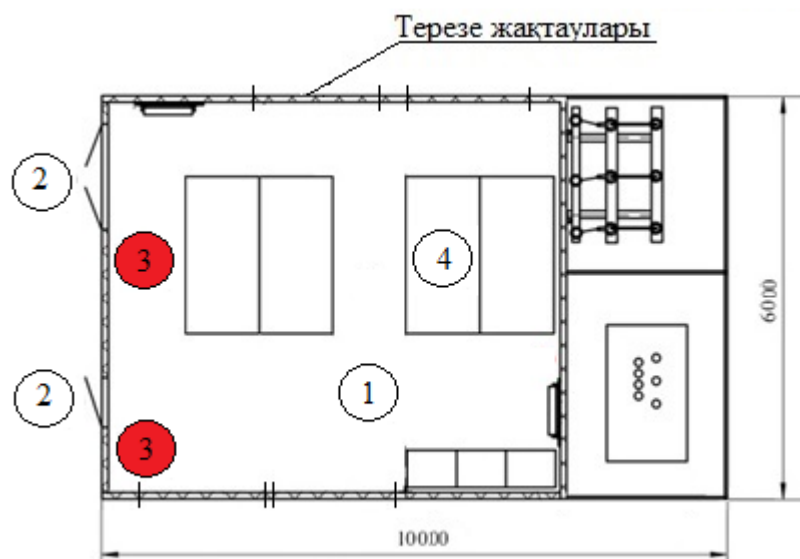
$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{F \cdot \eta} = \frac{400 \cdot 45 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{12700 \cdot 0,4} = 5,85 \approx 6 \text{ дана.} \quad (4.3)$$



Сурет 4.3 Жарық шамдарын орналастыру сұлбасы.

#### 4.3 Табиғи жарықтандыру жүйесін есептеу

Әрдайым адамдар жұмыс істеп жүретін бөлме табиғи жарықталған болу керек. Жаңа бөлмелерді жобалау ескілерін қайта ретке келтіру кезінде табиғи жарықтандыруды есептеу үшін: СНиП РК 2.04-05-2002 "Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования." – талаптарына сай нормаланған КЕО мәндерімен қамтамасыз ететін жарық сәулелері өту жолдарының ауданын анықтау қажет.



Сурет 4.4 - Бөлменің терезе орналасатын жері көрсетілген жоспары

Есептеуді ең алдымен бүйірлік және төбеден жарықтандыру кезінде жарық сәулелері өту жолдарының ауданын келесі формулалар арқылы табу бойынша бастаймыз:

Бүйірден жарықтандыру кезінде:

$$100 \cdot \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_H \cdot K_3 \cdot \eta_0}{\tau_0 \cdot r_1} \cdot K_{30}. \quad (4.4)$$

Төбеден жарықтандыру кезінде:

$$100 \cdot \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_H \cdot K_3 \cdot \eta_\phi}{\tau_0 \cdot r_2 \cdot K_\phi} \quad (4.5)$$

мұндағы  $S_0$  - бүйірлік жарықтандыру кезіндегі жарық сәулесі өту жолдары  $m^2$

$S_n$  - бөлме еденінің ауданы  $m^2$

$e_H$  - нормаланған КЕО мәні :  $e_H = 1,5\%$

$K_3$  - қосалқы коэффициенті 3.11 кестесі бойынша таңдайды

("Методические указания для выполнению расчетов по безопасности жизнедеятельности" - келесіде де осы кітаптан алынған ақпаратпен есептеулер жүргіздім);

$\eta_0$  - терезелердің жарық сипаттамасы 3.2 кестесі бойынша таңдайды;

$$S_n = 7,5 \cdot 6 = 45 \text{ м}^2;$$

$$K_3 = 1,4; \eta_0 = 17; r_1 = 1,2; K_{30} = 1;$$

$$S_0 = \frac{e_H \cdot K_3 \cdot \eta_0 \cdot S_n}{\tau_0 \cdot r_1 \cdot 100} \cdot K_{30} = \frac{1,2 \cdot 1,4 \cdot 17 \cdot 45}{0,448 \cdot 1,2 \cdot 100} \cdot 1 = 24 \text{ м}^2$$

$\tau_0$  - жалпы жарық өткізу коэффициенті келесі формуламен табылады:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 \quad (4.6)$$

мұнда  $\tau_1, \tau_2, \tau_4$  -коэффициенттерін сәйкесінше 3.3; 3.4; 3.6-кестелерінен аламыз;

$r_1$  - бөлменің төбесі және жерге төселген қабаттан жарықтың шағылуының арқасында бүйірлік жарықтандыру кезінде КЕО мәнінің өсуін есепке алатын коэффициент 3.9-кестесінен аламыз;

$K_{30}$  - қарсылас орналасқан ғимараттардың салдарынан терезелерге көлеңке түсуді есепке алатын коэффициент 3.8-кестеден аламыз;

$S_{\phi}$  - төбеден жарықтандыру кезіндегі жарық өту жолдарының аудандары  $m^2$

$\eta_{\phi}$  - шамның немесе жарық өту жолының түсетін аумағының жарық сипаттамасы 3.10-кестесінен аламыз;

$r_2$  - бөлменің төбесінен жарықтың шағылуының арқасында төбелік жарықтандыру кезінде КЕО мәнінің өсуін есепке алатын коэффициент 3.11-кестесінен аламыз.

$$\tau_3 = 1 \quad \tau_5 = 1;$$

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 = 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,448;$$

$K_{\phi}$  - шамның түрін есепке алатын коэффициент 3.7-кестеден аламыз;

$$e_N = e_H \cdot m_N \quad (4.7)$$

мұнда  $e_N$  - нормаланған КЕО мәні

$m_N$  - жарық климатының коэффициенті 3.1-кестеден аламыз;

$$e_N = e_H \cdot m_N = 1,5 \cdot 0,8 = 1,2.$$

Сонымен қабырғадағы терезеден қажетті жарық өту жолының ауданы  $S_0 = 24m^2$ . Мен бұл жерге өлшемі 3x2 м болатын терезенің төртеуін алдым сонда:

$$S_0 = 3 \cdot 2 \cdot 4 = 24m^2.$$

#### **4.4. Қосалқы стансадағы шудың деңгейіне акустикалық есеп жүргізу.**

*Шудан қорғау. Шудың адам организміне әсері*

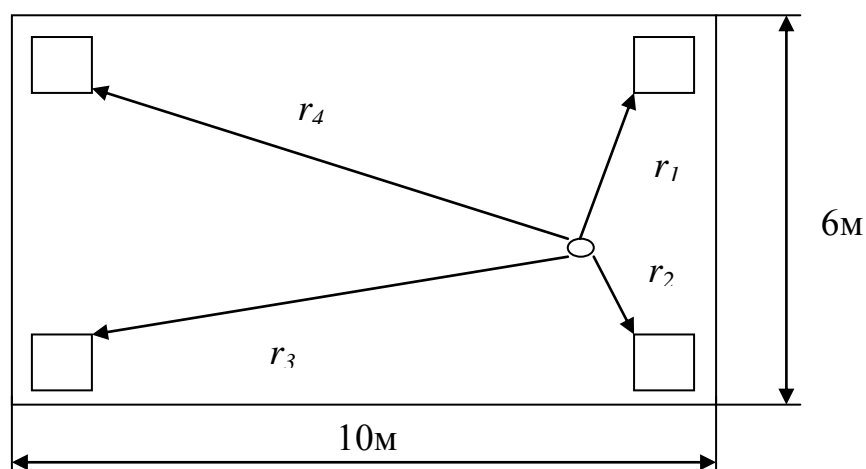
Шудың адам организміне ұзақ уақыт әсер етуі бірнеше қолайсыз жағдайлардың пайда болуына әкеледі: көру есту мүшелерінің жұмысы төмендеп қан қысымы көтеріледі.

Шумен күресудегі ең негізгі шаралары бұл – үш негізгі бағытта жүзеге асырылатын техникалық шаралар:

- шудың пайда болу себебін немесе оның көзінің шуын азайту шаралары;
- беру жолдарының шуын азайту;
- қосалқы стансадағы жұмысшыларды қорғау.

Шуды азайтудың негізгі құралы бұл – шуды көп шығаратын технологиялық құбылыстарды аз шулы немесе мүлде шу шығармайтын құбылыстарға ауыстыру.

Қосалқы станциялардағы шу көзі ретінде релелік шкафтар қарастырылады. Шу көзі мен есептік нүкте орналасуы 5.5-суретте көрсетілген. Есептік шу көзі 4 нүкте. Бірінші шу көзі есептік нүктеден 2м қашықтықта орналасқан екінші шу көзі нүктеден 15м қашықтықта орналасқан үшінші шу көзі нүктеден 4 м қашықтықта орналасқан төртінші шу көзі нүктеден 6 м қашықтықта орналасқан. Бөлме көлемі  $60 \text{ м}^3$  шу көзінің ең үлкен ұзындығы  $l_{\text{max}} = 15 \text{ м}$  В/С қатынасы – 06.



4.5 сурет - Шу көзінің орналасу схемасы.

Кесте 4.1 - Шу көзінің дыбыс қуатының деңгейі

| Өлшемі дБ | Октавты жолағының ортагеометриялық жиілігі Гц |     |     |     |      |      |      |      |
|-----------|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|
|           | 63  | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| $L_p$     | 99  | 92  | 86  | 83  | 80   | 78   | 76   | 74   |

Шу көздері еден бетінде орналасқандықтан:

$$S = \pi \cdot r^2 \text{ м}^2; \quad (4.8)$$

$$S_1 = 314 \cdot 2^2 = 1256 \text{ м}^2;$$

$$S_2 = 314 \cdot 15^2 = 706 \text{ м}^2;$$

$$S_3 = 314 \cdot 4^2 = 5024 \text{ м}^2;$$

$$S_4 = 314 \cdot 6^2 = 11304 \text{ м}^2.$$

Егер  $\frac{r_1}{l_{\max}} = \frac{2}{1,5} = 1,33$  онда  $\chi=1,5$ ;  $\frac{r_2}{l_{\max}} = \frac{1,5}{1,5} = 1$  онда  $\chi=2$ ;

$$\frac{r_3}{l_{\max}} = \frac{4}{1,5} = 2,67 \text{ онда } \chi=1; \quad \frac{r_4}{l_{\max}} = \frac{6}{1,5} = 4 \text{ онда } \chi=1.$$

мұнда  $\Psi$  –  $V/S_{\text{огр}}$  қатынасынан сызбақтан анықталатын қоршау беттерін есепке алатын еселеуіш біздің жағдайда  $V/S_{\text{огр}} = 0.6$  болғанда  $\Psi = 0,63$ ;

$B$  – бөлме тұрақтысы  $\text{м}^2$ :

$$B = B_{1000} \cdot \mu \tag{4.9}$$

мұндағы  $B_{1000}$  – 1000Гц ортагеометриялық жиіліктегі бөлменің түрі мен көлеміне байланысты бөлме тұрақтысы  $\text{м}^2$ .

$\mu$  - жиіліктік көбейткіш.

Біздің бөлmemіз үшін:

$$B_{1000} = \frac{V}{20} \tag{4.10}$$

мұндағы:  $V$  – бөлме көлемі.

$$B_{1000} = \frac{60}{20} = 3.$$

Кесте 4.2 – Жиіліктік көбейткіштің мәні

|           |      |     |      |      |      |       |       |      |
|-----------|------|-----|------|------|------|-------|-------|------|
| f Гц      | 63   | 125 | 250  | 500  | 1000 | 2000  | 4000  | 8000 |
| $V < 200$ | 08   | 075 | 07   | 08   | 1    | 14    | 18    | 2.5  |
| $V$       | 5.76 | 5.4 | 5.04 | 5.76 | 7.2  | 10.08 | 12.96 | 18   |

$$\Delta i = 10^{0,1 \cdot Lp_i} \tag{4.11}$$

мұндағы  $L_{p_i}$  – шу көзінің тудыратын дыбыстық қуатының деңгейі дБ

Кесте 4.3 – Дыбыстық қысымның деңгейі

|              |                   |                   |                 |                 |                |                 |                 |                 |
|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| f Гц         | 63                | 125               | 250             | 500             | 1000           | 2000            | 4000            | 8000            |
| $L_{p_i}$ дБ | 100               | 103               | 99              | 95              | 97             | 98              | 85              | 82              |
| $\Delta_i$   | $1 \cdot 10^{10}$ | $2 \cdot 10^{10}$ | $79 \cdot 10^9$ | $32 \cdot 10^9$ | $5 \cdot 10^9$ | $63 \cdot 10^9$ | $32 \cdot 10^8$ | $16 \cdot 10^8$ |

Әрі қарай алынған мәндердің көмегімен есептік нүктедегі дыбыстық қысымның деңгейін анықтаймыз:

$$L = 10 \lg \left( \sum_{i=1}^m \frac{\Delta_i \cdot K_i \cdot \Phi_i}{S_i} + \frac{4\Psi}{B} \cdot \sum_{i=1}^n \Delta_i \right); \quad (4.12)$$

$$L = 10 \cdot \lg \left( \frac{1 \cdot 10^{10} \cdot 1,5 \cdot 1}{12,56} + \frac{4 \cdot 0,67}{5,76} \cdot 1 \cdot 10^{10} \cdot 1 \right) = 98.$$

Кесте 4.4 - 1-ші нүкте үшін дыбыстық қысым деңгейі

| f Гц | $\Delta_i$  | L     |
|------|-------------|-------|
| 63   | 10000000000 | 98    |
| 125  | 19952623150 | 10089 |
| 250  | 7943282347  | 9714  |
| 500  | 316227660   | 8267  |
| 1000 | 5011872336  | 9392  |
| 2000 | 6309573445  | 9386  |
| 4000 | 316227766   | 8014  |
| 8000 | 158493192   | 6629  |

Кесте 4.5 - 2-ші нүкте үшін дыбыстық қысым деңгейі

| f Гц | $\Delta_i$  | L     |
|------|-------------|-------|
| 63   | 10000000000 | 99    |
| 125  | 19952623150 | 10191 |
| 250  | 7943282347  | 9810  |
| 500  | 316227660   | 8373  |
| 1000 | 5011872336  | 9516  |

|      |            |      |
|------|------------|------|
| 2000 | 6309573445 | 9538 |
| 4000 | 316227766  | 8189 |
| 8000 | 158493192  | 6834 |

Кесте 4.6 - 3-ші нүкте үшін дыбыстық қысым деңгейі

| f Гц | $\Delta_i$  | L     |
|------|-------------|-------|
| 63   | 10000000000 | 97    |
| 125  | 19952623150 | 10013 |
| 250  | 7943282347  | 9642  |
| 500  | 316227660   | 8186  |
| 1000 | 5011872336  | 9293  |
| 2000 | 6309573445  | 9256  |
| 4000 | 316227766   | 7855  |
| 8000 | 158493192   | 6427  |

Кесте 4.7 - 4-ші нүкте үшін дыбыстық қысым деңгейі

| f Гц | $\Delta_i$  | L     |
|------|-------------|-------|
| 63   | 10000000000 | 97    |
| 125  | 19952623150 | 10003 |
| 250  | 7943282347  | 9633  |
| 500  | 316227660   | 8176  |
| 1000 | 5011872336  | 9281  |
| 2000 | 6309573445  | 9239  |
| 4000 | 316227766   | 7834  |
| 8000 | 158493192   | 6398  |

Қосалқы стансадағы шу деңгейдің қосындысын есептеу.

$$L_1 = 97 \text{ дБ}; L_2 = 99 \text{ дБ}; L_3 = 97 \text{ дБ}; L_4 = 97 \text{ дБ}.$$

$L_1$  мен  $L_2$  қосамыз. Айырмасы 1 дБ 25 дБ қосылады:

$$L_{\text{сум1}} = 99 + 2,5 = 101,5 \text{ дБ}.$$

$L_{\text{сум1}}$  мен  $L_3$  қосамыз. Айырмасы 45 дБ 12 дБ қосылады:

$$L_{\text{сум2}} = 101,5 + 1,2 = 102,7 \text{ дБ}.$$



$L_{\text{сум}2}$  мен  $L_3$  қосамыз. Айырмасы 57 дБ 11 дБ қосылады:

$$L_{\text{сум}3} = 102,7 + 1,1 = 103,8 \text{ дБ.}$$

## 5. Экономикалық бөлім

### 110/10 кВ «Қосалқы станса № 7» салуды технико-экономикалық негіздеу

#### 5.1 Жобаны жасаудың мақсаты.

1. 110/10 кВ «Қосалқы станса № 7» салудың экономикалық жағынан заманауи техникалық базада құру тиімді екенін дәлелдеу;
2. Қосалқы станса Республикамыздың оңтүстігінде орналастыру сол аймаққа сенімді әрі сапалы электр энергиясын жеткізу;
3. Қосалқы стансаның сату көлемі тауар сапасы баға деңгейі және орташа табысы бойынша бәсекеге қабілетті болуы тиіс.

Қосалқы стансаны тұрғын үйлер қоныстанған аумағынан алыс аймаққа орналастыру және оның электр энергиясын тасымалдау желілерінің тіректерін темірбетоннан жасау арқылы оның эксплуатациялық шығынын азайту көзделіп отыр. Өз тұтынушыларын толығымен электр энергиясымен кез-келген жағдайда қамтамасыз ету қиын болатындықтан келешекте қосалқы стансаны жахандандыру(модернизация) көлемін кеңейту және үлкен кернеудегі ЭБЖ-мен байланыстыру жобасы қаралатын болады. Қосалқы стансаның басты қызметі – тұтынушыларды электр энергиясымен сенімді және үздіксіз қамтамасыз ету.

Қосалқы стансаны модернизациялаудың арқасында келесідей мақсаттарға қол жеткізіледі:

1. Электр энергиясымен қамтамасыз ету сенімділігін және тұтынушыларға көрсетілетін қызметтің сапасын арттыру;
2. Электр қондырғыларды заманауи жаңа технологиямен жабдықтау және жөндеуге кететін шығындар көлемін азайту;
3. Тасымалдау барысында электр энергиясының шығынын мейлінше азайту үшін 220 кВ желілерді 500кВ-тық желілермен алмастыру;
4. Қосалқы стансалар санын көбейту және өзара стансалар арақашықтықтарын азайту;

#### *Нарықты талдау*

Республикамыздың Оңтүстік бөлігі электр энергиясына тапшы аймақ болып табылады. Ал солтүстік бөлігі керісінше электр энергиясы үлкен көлемде артығымен өндіріледі. Оңтүстік бөлік өз қажеттілігін Орта Азия елдерінен электр энергиясын импорттау арқылы жабады. Басқа елге бағыныштылықты жою үшін Солтүстік электр жүйелерінен Оңтүстік электр жүйелеріне қарай ЭБЖ тарту жобасын қарастырылу көзделуде.

Сонымен қатар тұтынушылардың санын арттыруына байланысты қосалқы стансаны болашақта жаңарту тиімді.

Қаржылық-экономикалық бағаның барлық көрсеткіштері теңгемен алынған.

### *Электр энергиясының тарифі*

Алматы қаласындағы электр энергиясы 2014 жылдың қаңтар айындағы тарифіне сәйкес 1621 теңге/кВт·сағ құрайды. Қосалқы стансаның баға түрлену механизімін және оның құрамаларын қарастырайық:

- электр стансасынан электр энергияны сатып алу (637 теңге/кВт·сағ);
- КЕГОК ҰЭТ тарифі (19 теңге/кВт·сағ);
- «АЖК» тарифі (527 теңге/кВт·сағ);
- «Б&К» АҚ жеке тарифі (07591 теңге/кВт·сағ).

### *Өндіріс жоспары*

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

Қосалқы стансаның жүктелу коэффициенті  $K_3=07$  қуат коэффициенті  $\cos\alpha=08$  өзіндік мұқтаждық трансформаторлардың қуаттарының 10 пайызын құрайды жобаланып отырған қосалқы стансаның максималды жүктелу уақыты 5500 сағат.

### *Ұйымдастыру жоспары*

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

Электр энергиясы кәсіпорынның негізгі тауары болып табылады. Электр қондырғыларын орнату жөндеу тексеру және ремонтты яғни арматураларды орнату және тоқ сымдарын жалғау жұмыстарын кәсіпорын қызметкерлері яғни арнайы мамандырылған жұмысшылар іске асырады.

### *Заңдық жоспар*

Энергетикалық объектідегі эксплуатациялық ремонт және құрылыс жұмыстарын жасау үшін потенциалдық инвесторлар көмегі керек болады.

Қазақстанның "БТА" банкінен 10% бар несие алынады.

### *Экологиялық ақпарат*

Қосалқы станса экологиялық жағдайы бойынша барлық санитарлық талаптарға сай келеді.

### *Инвестициялық жоспар*

110/35/10 кВ 2x25 МВА №7 қосалқы стансасының релелік қорғанысы және автоматты іске қосылу резерві қарастырылған. Бұл қосалқы станса төрт энергия жүйесінен қоректенеді және төменгі кернеу жағынан жергілікті тұтынушыларға 8 фидер шығып жатыр. Осы нұсқаға қажетті инвестицияны анықтаймыз. 2014 жылы 1 МВА энергия құны шамамен 355 млн.тенге құрайды. Сондықтан қуаты 50 МВА болатын қосалқы стансаның құны:

$$K = S \cdot C_{\text{мва}}, \text{ млн ш. б.}$$

мұндағы S – екі трансформатордың толық қуаты МВА;

$C_{\text{МВА}}$  – 1 МВА энергия құны ш.б.

$$K = 50 \cdot 35,5 = 1775 \text{ млн.тенге.}$$

$$\Sigma K = K_0 + K_c + K_m + K_{пр} \quad (5.1)$$

мұндағы  $K_0$  - қондырғылар сатып алуға кететін ақша жұмсау қаражаты  $\Sigma K$ -ның 53 %-ын құрайды;

$K_c$  - құрылыс жұмыстарына кететін ақша жұмсау қаражаты  $\Sigma K$ -ның 30 %-ын құрайды;

$K_m$  - монтаждау және іске қосу баптау жұмыстарына кететін ақша жұмсау қаражаты  $\Sigma K$ -ның 11 %-ын құрайды;

$K_{пр}$  - басқа да шығындарға кететін ақша жұмсау қаражаты  $\Sigma K$ -ның 6%-ын құрайды.

Қондырғылар сатып алуға кететін қаражат

$$K_0 = (1775 \cdot 53) / 100 = 94075 \text{ млн.тг.}$$

Бұл мәнді (6.1) формулаға қойып есептесек

$$\Sigma K = 94075 + 5325 + 19525 + 1065 = 1775 \text{ млн.тг.}$$

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

$$P = S \cdot \cos \varphi, \text{ MBm};$$

$$P = 50 \cdot 0,8 = 40 \text{ MBm},$$

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

Максимумды қолдану уақыты  $T_m = 5500$  сағат. Осыдан:

$$W = P \cdot T_m, \text{ мың кВт} \cdot \text{сағ};$$

$$W = 40 \cdot 5500 = 220000 \text{ мың кВт} \cdot \text{сағ.}$$

Кәсіпорын шығындарына кіргізілетін амортизациялық аударылымдардың сомасы әртүрлі әдістермен анықталуы мүмкін. Егер жаңадан өндірілген өнімнің құнына біртекті берілетін негізгі қорлардың құнына тең болу шартынан шығатын болсақ онда төмендегідей анықтауға болады:

$$Z_{амп} = K \cdot \frac{h_0}{100} \quad (5.2)$$

мұндағы  $Z_{амр}$  – амортизациялық аударылымдар сомасы млн теңге;  
 $K$  – негізгі қорлар құны млн теңге;  
 $h_0$  – амортизациялық аударымдар нормасы %.  
Амортизациялық аударымдар нормасын 6% деп қабылдаймыз.

$$Z_{амр} = 1775 \cdot \frac{6}{100} = 106,5 \text{ млн теңге.}$$

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

Кәсіпорынның кейбір негізгі қорларына амортизациялық аударылымдар нормасы келтіріледі.

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 негізі 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 56%-ын құрайды.

Шығынның қалған 44%-ын келесілер құрайды:

1. Иссапар шығындары.

Иссапар шығындары дұрыс толтырылған құжаттарға сай жол жүру тәуліктік және пәтер шығындарынан тұрады;

2. Кеңсе шығындары.

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

3. Еңбек қорғанысы.

Еңбек қорғанысының талаптарына байланысты кез-келген компанияда арнайы жұмыс киімдері аяқ-киімдері комплектілері болуы тиіс. Қажетті заттардың барлығын штаттық мамандықтар мен санына байланысты сатып алады;

4. Құрылғыларды тексеру.

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

5. Баспа шығындары.

Бұл шығындар әр түрлі есеп беру және күнде қолданатын бланктарды (журналдар карточкалар ведомость актілер нұсқаулар ережелер сұранымдар) сатып алудан құралады;

6. 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;

7. Кадрларды дайындау.

Компания жұмысшылары біліктілікті көтеру үшін баратын ұйымдармен келісімшартқа тұруға кететін шығындардан құралады;

8. Сәтсіз оқиғалардан сақтандыру.

Қазақстан Республикасында сақтандыру міндетті болып табылады. Бұл жерде тек сақтандыру түрін таңдау керек;

9. Еңбекақы төлеу.

Өнеркәсіптік және әкімшілік қызметкерлер еңбекақысын төлеуден құралады;

10. Байланыс қызметін көрсету.

Бұл шығындарға телефон үшін абоненттік төлем қалааралық және халықаралық төлемдер жоғары жиілікті байланыс төлемдері кіреді;

11. Коммуналдық қызмет көрсету.

Бұл шығындар салқын су мен канализация қоқыс лақтыру жылу энергиясының бағаларын қамтиды;

12. Банк қызметі.

Барлық банктар өз қызметі үшін белгіленген пайыз мөлшерінде айналым сомасынан комиссиялық (еңбекақы іссапар есептік қағаздарен операциялар) төлемдер алады;

13. Есептеу және ұйымдастыру техникасының материалдары.

Картридж барабан тонер қосалқы бөлшектерді сатып алу кіреді;

14. Техникалық шығындардың орнын толтыруға қажет энергия.

Электр энергиясын тарату кезінде оның шығындалуы шарасыз сол себепті оны сметада есептейді;

15. Шаруашылыққа қажет энергия.

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

Шығынның қалған 44%-ын келесідей табамыз:

$$Z_{доп} = Z_{амр} \cdot \frac{56}{44} = \frac{106,5 \cdot 56}{44} = 135,545 \text{ млн тенге.}$$

Сонда толық шығын келесідей болады:

$$Z_{пол} = Z_{амр} + Z_{доп}, \text{ млн тенге;}$$

$$Z_{пол} = 106,5 + 135,545 = 242,045 \text{ млн тенге.}$$

Осыдан өзіндік құнды табуға болады:

$$S = \frac{Z_{пол}}{W}, \frac{\text{тенге}}{\text{кВт} \cdot \text{саг}};$$

$$S = \frac{242,045}{220} = 1,1 \approx 1 \frac{\text{тенге}}{\text{кВт} \cdot \text{саг}}.$$

Өзіндік құнға тағы 10% қосамыз өйткені табыс ескерілуі керек. Ол келесідей анықталады:

$$S = S \cdot 1,1 = 1 \cdot 1,1 = 1,1 \frac{\text{тенге}}{\text{кВт} \cdot \text{саг}}.$$

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

$$\sum \Pi_{г} = W_{год} \cdot 0,1 \cdot S_{ПС} \cdot 0,8 \text{ млн тенге;}$$

$$\sum \Pi_{г} = 220 \cdot 0,1 \cdot 1,1 \cdot 0,8 = 1936 \text{ млн тенге.}$$

Алматы қаласындағы электр энергиясы 2014 жылдың қаңтар айындағы тарифіне сәйкес 1621 теңге/кВт·сағ құрайды. Қосалқы стансаның баға түрлену механизмі және оның құрамаларын қарастырайық:

- электр стансасынан электр энергияны сатып алу (637 теңге/кВт·сағ);
- КЕГОК ҰЭТ тарифі (19 теңге/кВт·сағ);
- «АЖК» тарифі (527 теңге/кВт·сағ);
- «Б&К» АҚ жеке тарифі (07591 теңге/кВт·сағ).

Электр энергияны тұтынушыларға 1621 теңге/кВт·сағ бағасымен сатқан кезде АҚ 19109 теңге/кВт·сағ көлемінде кіріс алады.

Кіріс салығын есептеген кездегі берілген түрдегі жылдық кіріс келесіні құрайды:

$$\sum \Pi_{\text{кп}} = W_{\text{год}} \cdot 19109 \cdot 08 = 220 \cdot 19109 \cdot 08 = 33632 \text{ млн теңге.}$$

Өнеркәсіптің екі түрінен де алынған суммалық кірісі келесіні құрайды:

$$\sum \Pi = \sum \Pi_{\text{кп}} + \sum \Pi_{\text{г}} = 3363184 + 1936 = 35568 \text{ млн теңге.}$$

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.

$$PV = \sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n}, \quad (5.5)$$

мұндағы CF – жыл сайынғы ақшалай түсім;

n – жобаны тарату жылдары;

r – банктің пайыздық қойымы.

Берілген шығын бағасы ( $I_0$ ) берілген табыс бағасымен салыстырылынады. 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:

$$NPV = \sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0, \quad (5.6)$$

мұндағы CF – жыл сайынғы ақшалай түсім;  
 n – жобаны тарату жылдары;  
 I<sub>0</sub> – толық қосынды инвестиция;  
 r = 10% – банктің пайыздық қойымы.

Ақша ағымы келесі формуламен анықталады:

$$CF = \Pi_{\text{ч}} + I_{\text{ао}} \quad (5.7)$$

мұндағы Π<sub>ч</sub> - таза кіріс млн.тенге;  
 I<sub>ао</sub> – амортизациялық аударымдар млн.тенге.

$$CF = 355,6784 \cdot 10^6 + 106,5 \cdot 10^6 = 462,18 \text{ млн. тенге};$$

$$PV = 462,18 \cdot 0,91 = 420,584 \text{ млн.тенге};$$

$$NPV = -1775 + 420,584 = -1354,42 \text{ млн.тенге}.$$

К е с т е 5.1 - Берілген нұсқа үшін NPV есебінің нәтижесі

| Жылдар | CF<br>млн теңге | 1/(1+r) <sup>n</sup> | NPV<br>млн теңге |
|--------|-----------------|----------------------|------------------|
| 0      | 1775            | 1                    | -1775            |
| 1      | 46218           | 091                  | -135442          |
| 2      | 46218           | 083                  | -97081           |
| 3      | 46218           | 075                  | -624175          |
| 4      | 46218           | 068                  | -309893          |
| 5      | 46218           | 062                  | -2334            |
| 6      | 46218           | 056                  | 235481           |

Есептеулер бойынша біздің салған инвестиция 6 жылдан кейін бізге пайда алып келеді.

$$PV = 462,18 \cdot 0,91 + 462,18 \cdot 0,83 + 462,18 \cdot 0,75 + 462,18 \cdot 0,68 + \\ + 462,18 \cdot 0,62 + 462,18 \cdot 0,56 = 2010,483 \text{ млн.тенге.}$$

Рентабелділік индексі - profitability index (PI) – таза дисконтталған пайданы инвестицияға бөлу арқылы анықталады.

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.

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{PV / (1+r)^t}{K} = \frac{2010,483 / 0,56}{1775} = 2,02.$$

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.

$$PP = \frac{I_0}{CF}; \quad (5.8)$$

$$PP = \frac{1775}{462,18} = 3,84 \text{ жыл.}$$

## 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 тоқ үзіндісі максималды тоқ қорғанысы және дифференциалды қорғанысын 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 қосалқы станциядағы жалпы мәліметтер яғни орналасу аймағы қызметкерлер саны олардың жұмыс уақыты құрылыстың орналасуы жарықтандыру жүйелері және адам қауіпсіздігіне байланысты ақпараттар жазылған.

Жасанды жарықтандыру өндірісте адамдардың моральды және физикалық жағдайына еңбек өнімділігіне өнім сапасына еңбек қарқындылығына үлкен ықпалын тигізеді. Жасанды және табиғи жарықтандыру жүйесін қорытындылай келе жұмыс орнын жарықтандыру – қолайлы еңбек жағдайларын жасаумен бірге маңызды фактор болып табылады. Жасанды жарық үшін жасанды сәуле шығаратын қондырғылар пайдаланылатыны және ол түнгі еңбекті күндізгі еңбекке жақындату үшін аса қажетті фактор екені белгілі болды.

Шуды есептеу барысында мен дыбыс қысымының суммарлық деңгейінің рұқсат етілген деңгейден үлкен екенін көрдім. Оны төмендету үшін келесі іс-шараларды жасау керек:

- а) бөлменің жобасын жасағанда дыбыс оқшауламаларды қолдану керек;
- б) қондырғыларды оқшаулағыш материалдармен оқшаулау керек;
- г) аэродинамикалық шуды төмендету үшін дыбыс бастырушыларды қолдану керек.

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 картасын жасау үшін Excel бағдарламасын пайдаландым.

## Қысқартулар тізімі

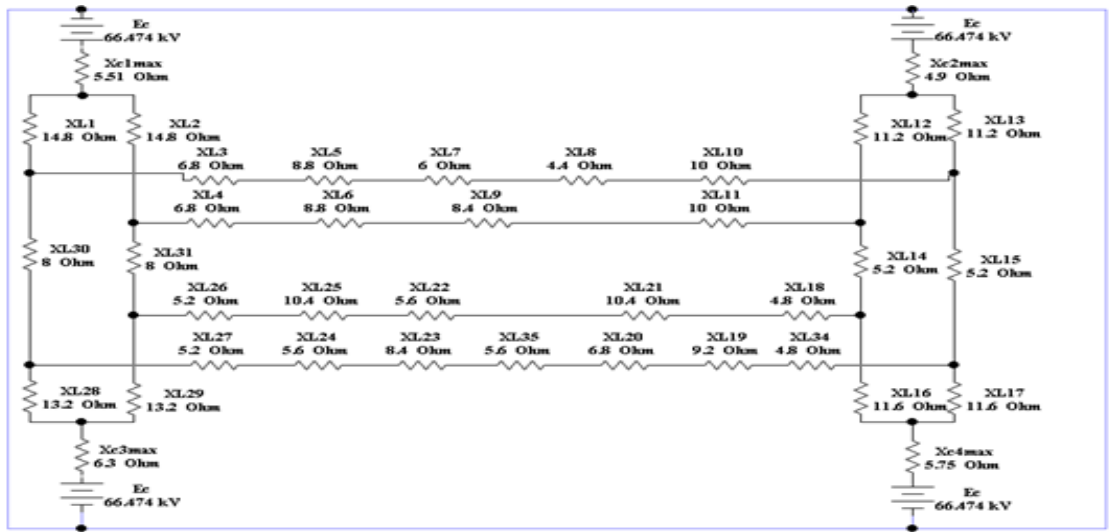
| Қысқарту | Толық атауы                                       |
|----------|---|
| ҚТ       | Қысқа тұйықталу                                   |
| ЖК       | Жоғары кернеу                                     |
| ОК       | Орта кернеу                                       |
| ТК       | Төмен кернеу                                      |
| ЖЭС      | Жылу электр стансасы                              |
| СЭС      | Су электр стансасы                                |
| ҚС       | Қосалқы станса                                    |
| ААҚ      | Ашық акционерлік қоғам                            |
| ТТ       | Ток трансформаторы                                |
| КТ       | Кернеу трансформаторы                             |
| ЭҚКЕ     | Электр қондырғыларын құру ережелері               |
| АРҚ      | Автоматты резервті қосу                           |
| АҚҚ      | Автоматтық қайталап қосу                          |
| АІҚРҚ    | Ажыратқыштың іске қосылмауын резервтейтін құрылғы |
| НРТҚ     | Нөлдік реттік ток қорғанысы                       |
| МТҚ      | Максимал ток қорғанысы                            |
| АТ       | Автотрансформатор                                 |
| РҚ       | Релелік қорғаныс                                  |
| ДҚ       | Дистанционды қорғаныс                             |
| ХЭҚ      | Халықаралық энергетикалық қауымдастық             |
| РАҚ      | Резервті автоматты қосылу                         |

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

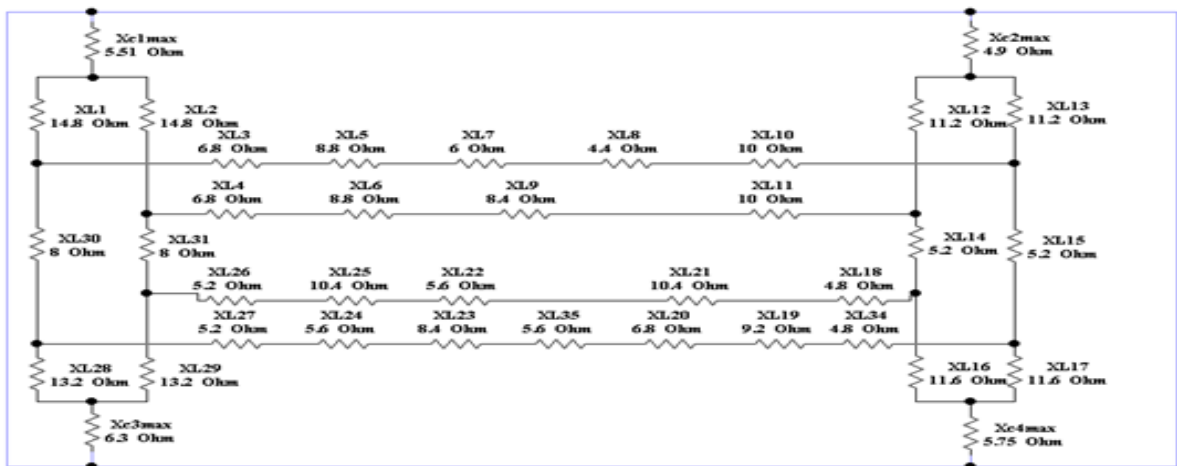
1. Рожкова Л. Д. Козулин В. С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат 1987. – 648 с.
2. Неклепаев Б. Н. Крючков И. П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: 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. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 13Б. Релейная защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов 110 – 500 кВ: Расчеты. – М.: Энергоатомиздат 1985. – 96 с.
15. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 2. Ступенчатая токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю линий 110 – 220 кВ. М. – Л. Госэнергоиздат 1961.–64 с.

16. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 3. Защита шин 6–220 кВ. станций и подстанций М.–Л. Госэнергоиздат 1961.
17. Беркович М. А. и др. Автоматика энергосистем: Учеб. для техникумов/М. А. Беркович В. А. Гладышев В. А. Семенов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат 1991. – 240 с.
18. Овчаренко Н. И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем: Учебник для вузов/Под ред. А. Ф. Дьякова. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС 2000. – 504 с.
19. Беркович М.А. и др. Автоматика энергосистем: Учеб. Для техникумов / М.А. Беркович В.А. Гладышев В.А. Семенов. – 3-е перераб. – М.: энергоатомиздат 1991. – 240 с.
20. Инструкция по оперативному обслуживанию протвоаврийной автоматики южной зоны ЕЭС Казахстана. – Алматы 2000.
21. Внешнее электроснабжение электрифицируемого участка Чу-Алматы Алматинской железной дороги. ВЛ 220 кВ Чу-Чокпар. Рабочий проект (3489). Противоаварийная автоматика. Пояснительная записка и чертежи 3489-310-16-тІ. – Алматы 1995.
22. Папаев С. Т. Охрана труда: Учебное пособие. – М.: Издательство стандартов 1988. – 240 с.
23. Дюсебаев М.К. Хакімжанов Т.Е. Адам өмірінің қауіпсіздігінің негізі. Дәрістер конспектсі. – Алматы: АЭЖБИ 2002.
24. Сулиева Н.Г. Сухарев В.Г. "Безопасность жизнедеятельности. Защита от производственного шума" – Методические указания к выполнению дипломного проекта. – А 1995.
25. СНИП 11-12-77. Защита от шума. - М 1978№
26. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. /6-е изд. перераб. и доп./ - М.: Энергоатомиздат 1985.
27. Князевский Б.А. Охрана труда. /2-е изд. перераб. и доп./ - М.: Высш. Школа 1982.
28. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/Белов С. В. Ильницкая А. В. Козьяков А.Ф. и др.; Под общ. ред. Белова С. В. – М.: Высш. Шк. 1999. – 488 с.
29. Райзберг Б.А. Рыночная экономика. – М.: Деловая жизнь 1995.
30. Г.Ж. Даукеев А.А. Жакупов К.К. Токтибахиев Б.И. Тузелбаев Методология формирования тарифов в секторе электроэнергетики Казахстана: состояние проблемы перспективы. - Энергетика и топливные ресурсы Казахстана. – 2000.– №2. – С.17-25
31. Закон Республики Казахстан «Об электроэнергетике». // Казахстанская правда 24 августа 1999.
32. Постановление Правительства Республики Казахстан № 1126 от 15 октября 2002 года «Об утверждении Программы совершенствования тарифной политики субъектов естественных монополий на 2002-2004 годы». Правила устройства электроустановок. 6-е изд. М.: Энергоатомиздат 1986.

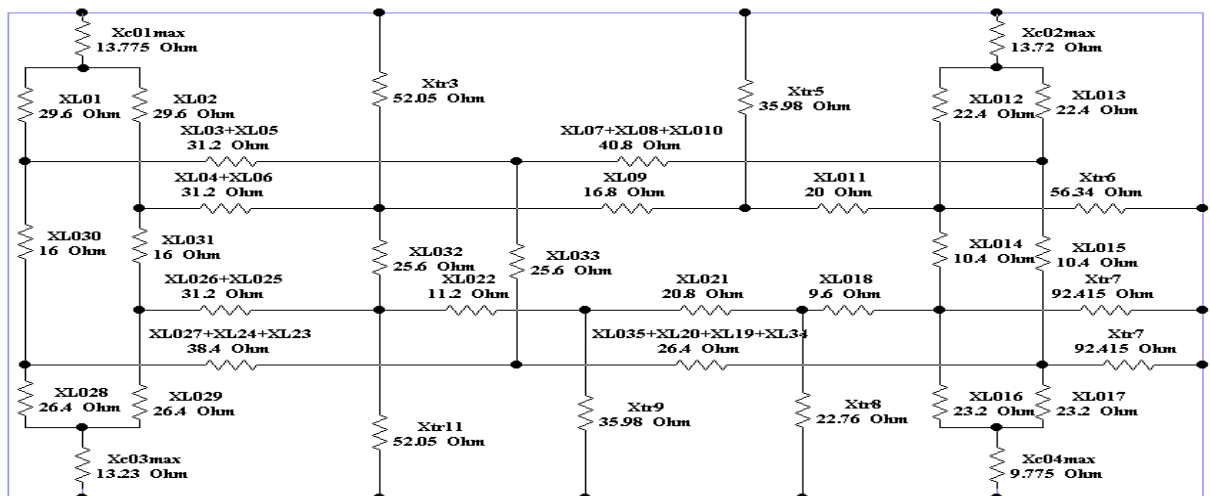
## Қосымша А



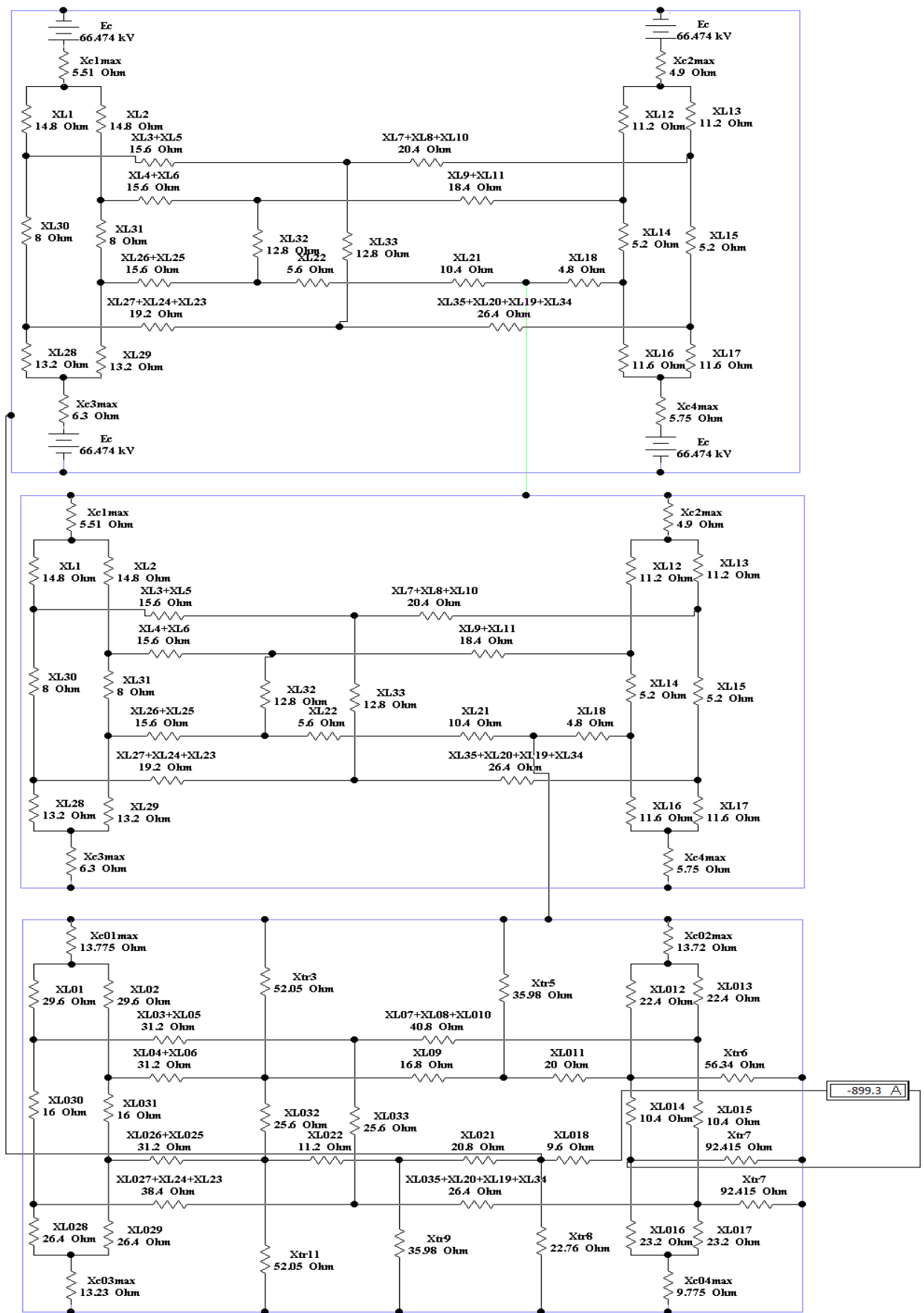
Сурет 1 - Максимал режимдегі тура ретті орынбасу сұлбасы



Сурет 2 - Максимал режимдегі кері ретті орынбасу сұлбасы

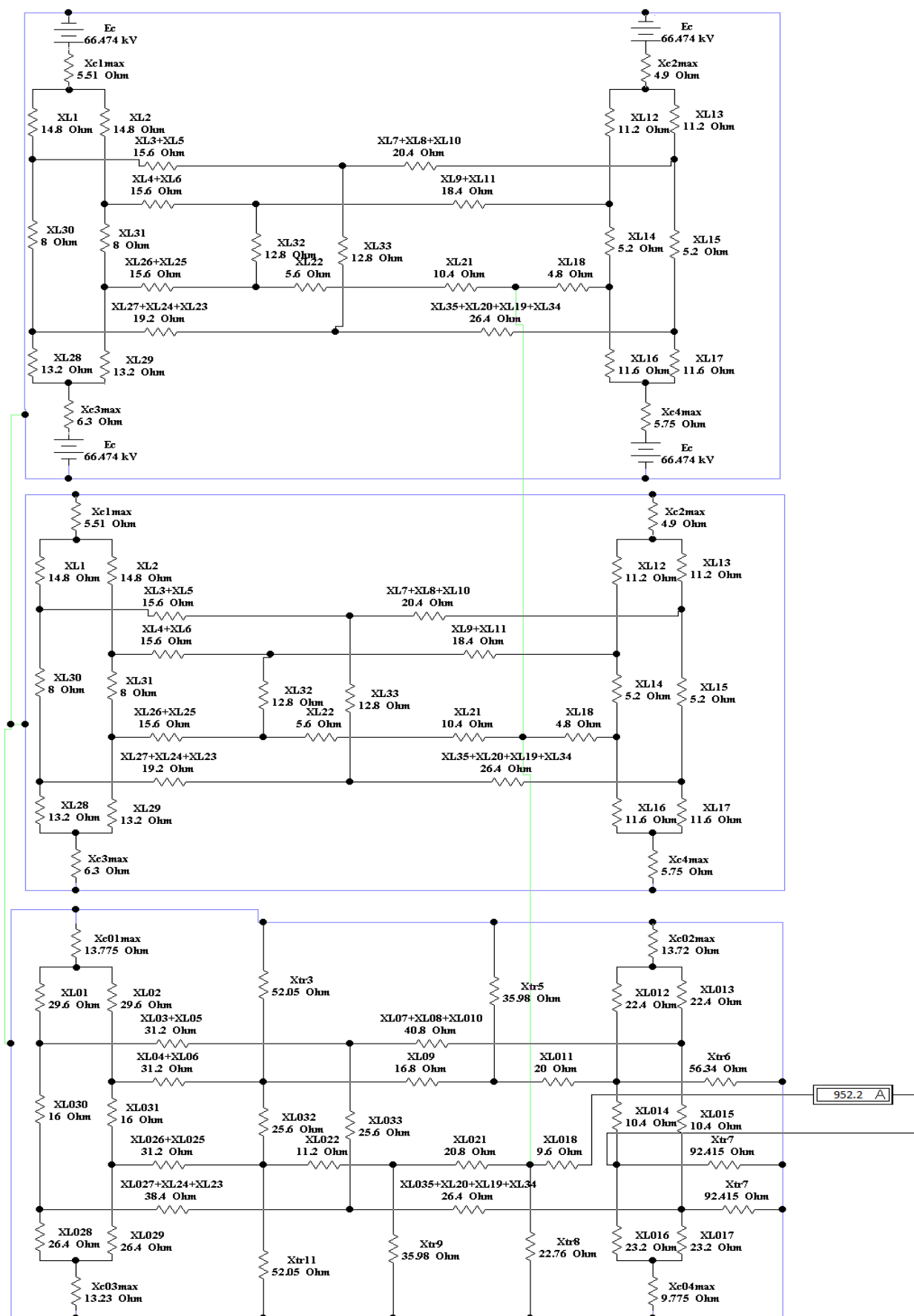


Сурет 3 - Максималды режимдегі нөл ретті орынбасу сұлбасы

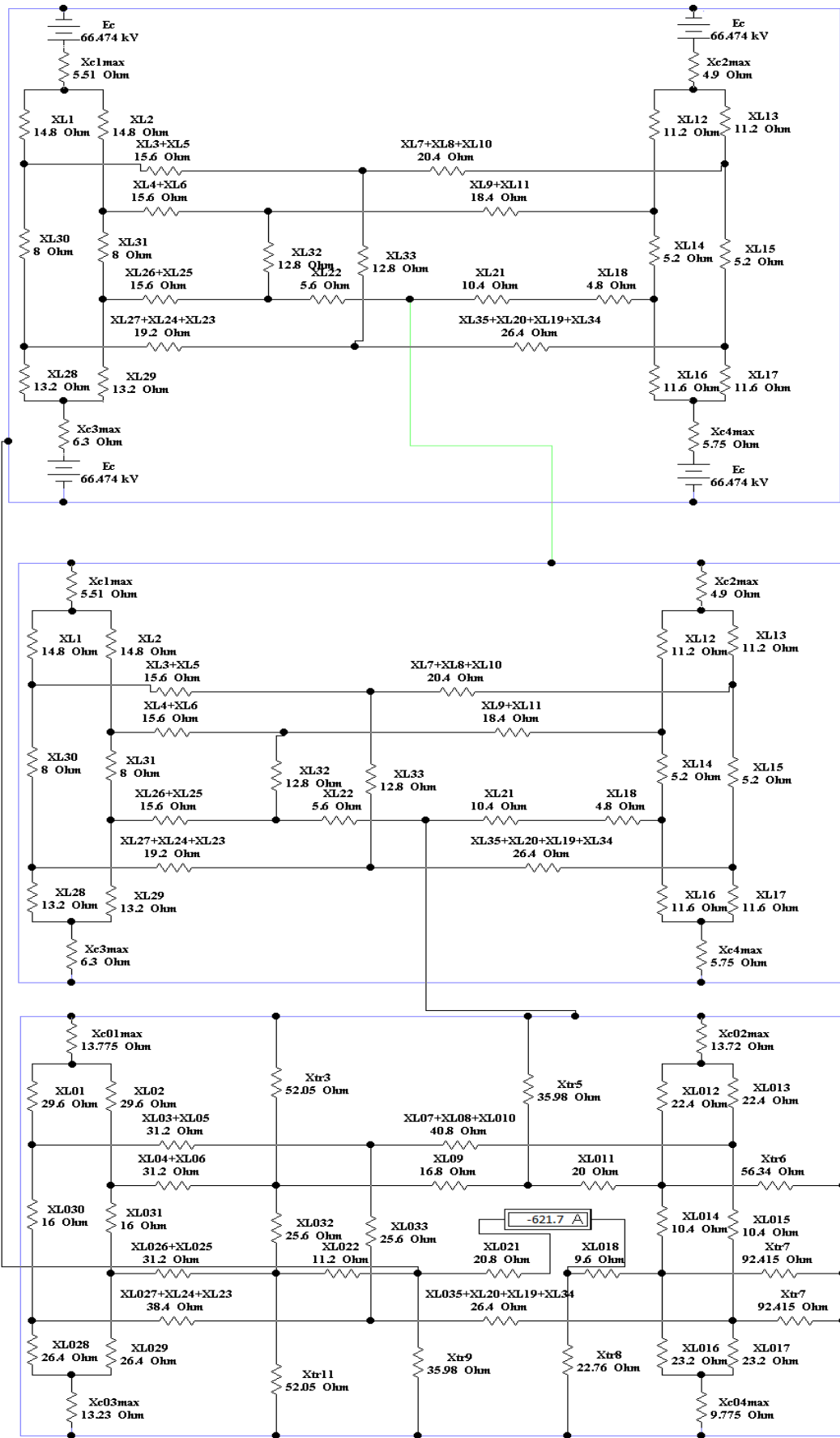


Сурет 4 - Л18-дегі бірфазалы қ.т.т.

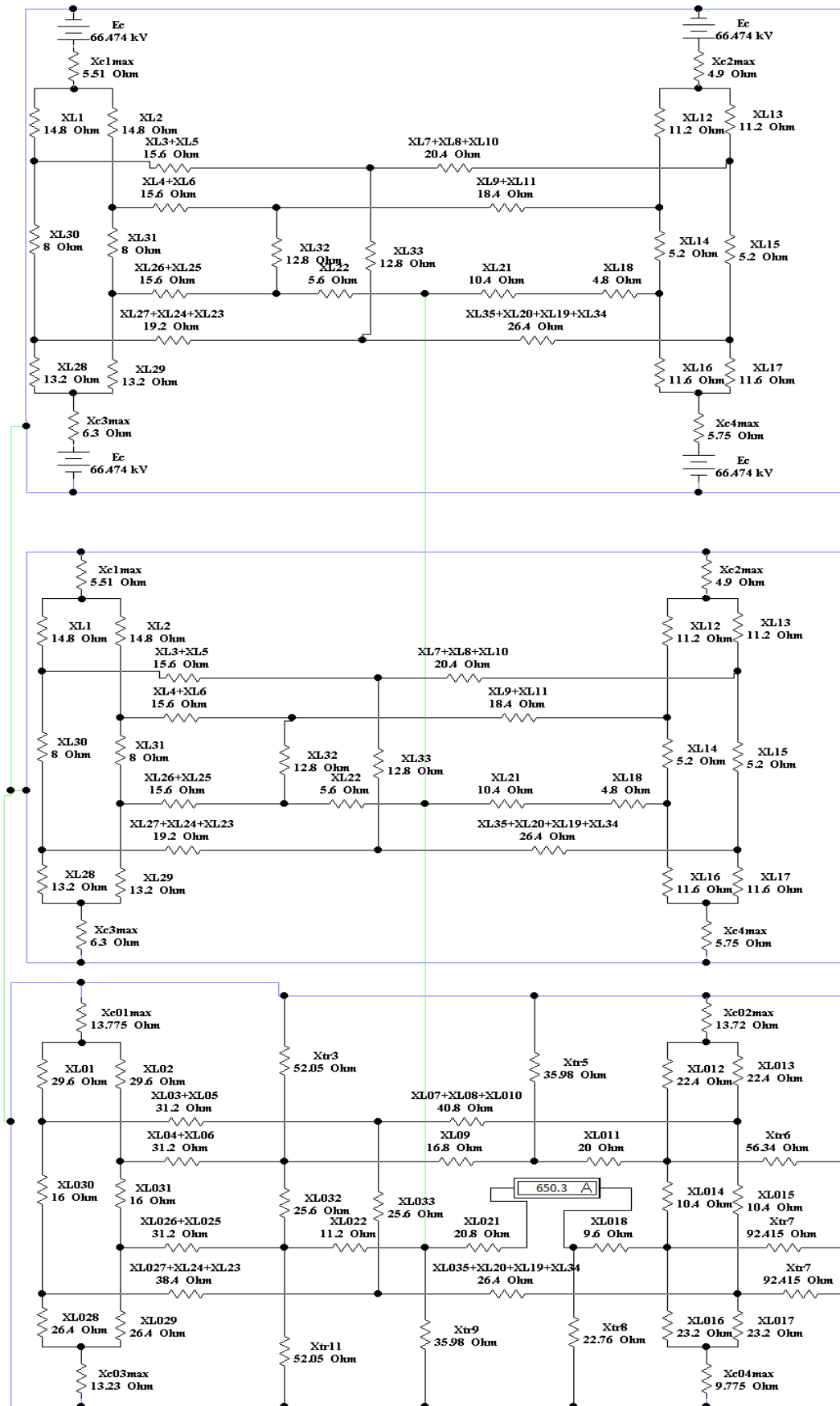




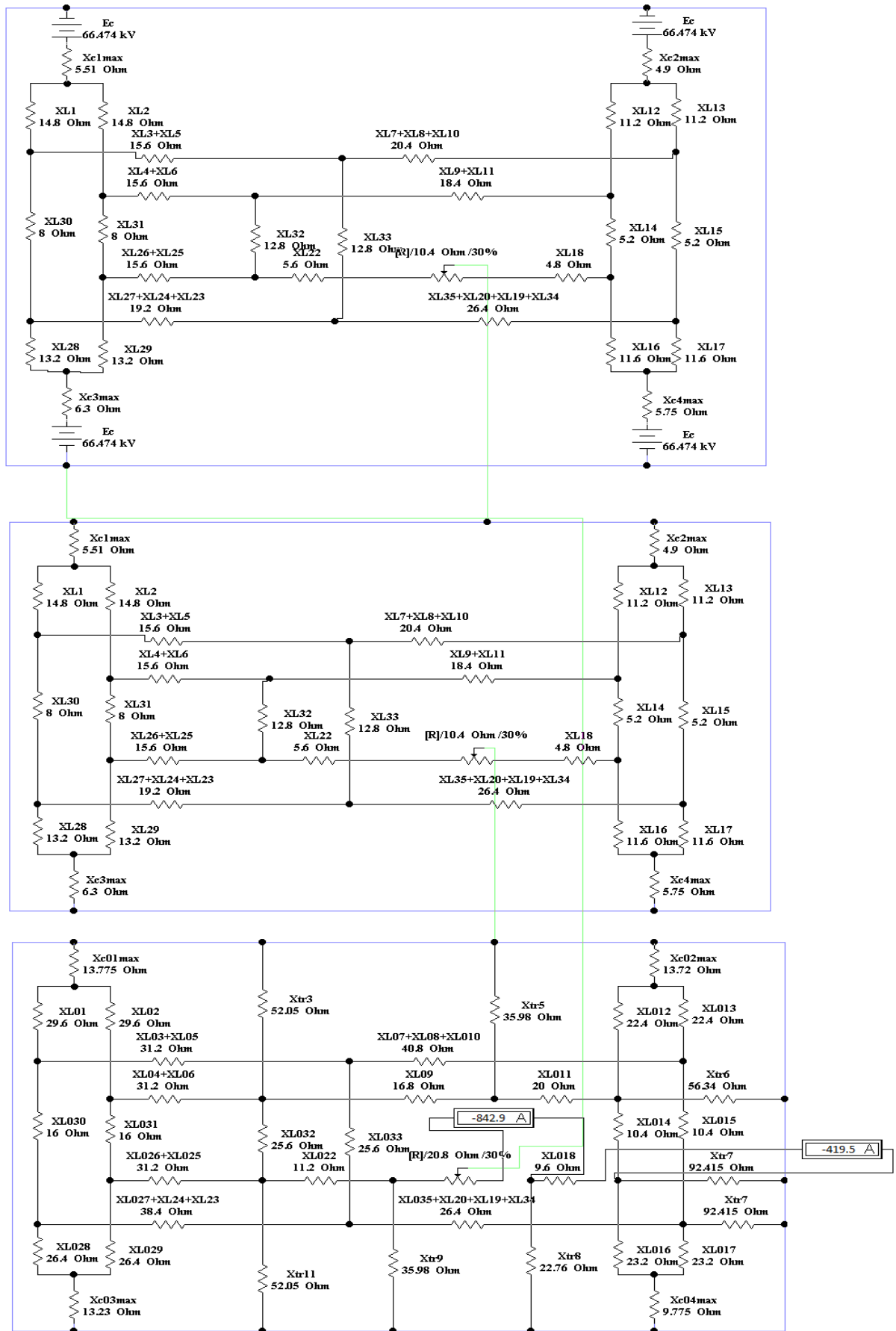
Сурет 5 – Л18-дегі екі фазалы қ.т.т.



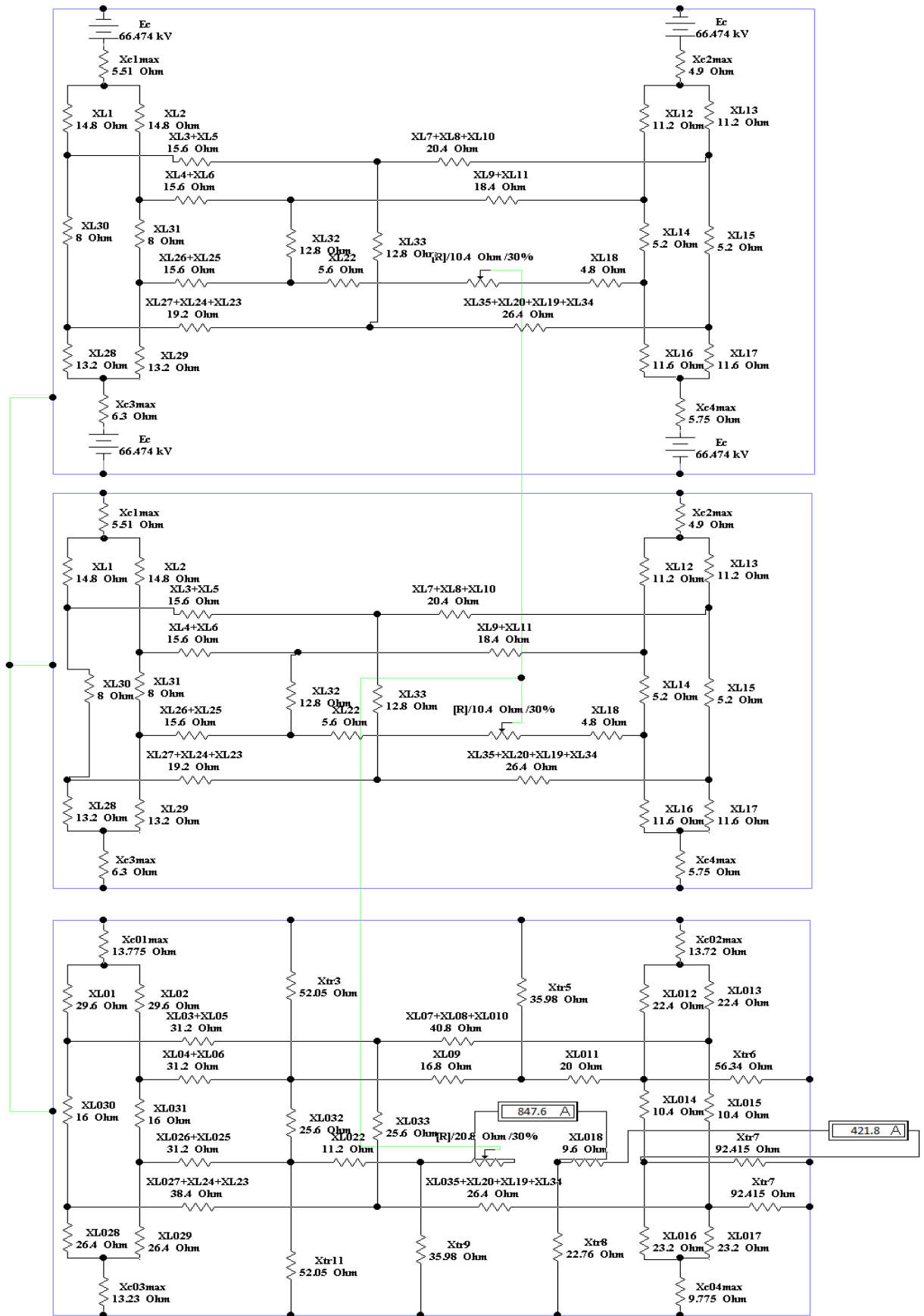
Сурет 6 – Л21-дегі бірфазалы қ.т.т.



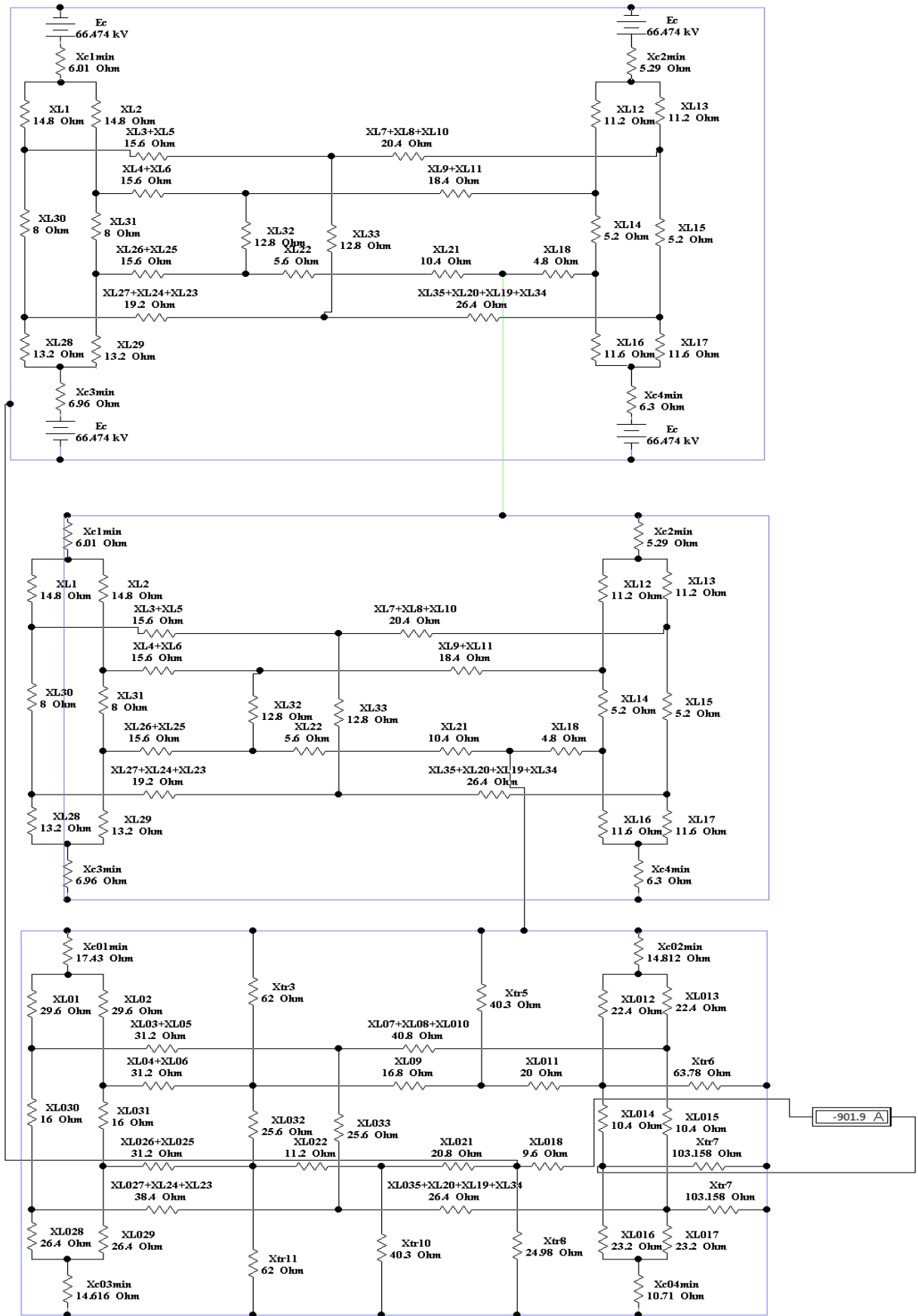
Сурет 7 – Л21-дегі екіфазалы қ.т.т.



Сурет 8 – Л18-дегі бірфазалы қ.т.т.(потенциометр)



Сурет 9 – Л18-дегі екіфазалы қ.т.т.(потенциометр)



Сурет 10 – Л18-дегі бірфазалы Қ.Т.Т.