К.И.СКРЯБИН АТЫНДАГЫ
КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК АЙЫЛ-ЧАРБА УНИВЕРСИТЕТИ

Б.Н. ЕЛЬЦИН АТЫНДАГЫ
КЫРГЫЗ-РОССИЯ СЛАВЯН УНИВЕРСИТЕТИ

Диссертациялык кеңеш Д.05.16.536

Кол жазманын негизинде
УДК 621.316.1

Сариев Бактыбек Имангазиевич

0,4 КВ БӨЛҮШТҮРГҮЧ ТАРМАГЫНДАГЫ СИММЕТРИЯЛООЧУ ОРНОТМОНУ ИШТЕП ЧЫГУУ

05.20.02 - Электртехнологиялары жана айыл чарбасындагы электр жабдуулары

техника илимдеринин кандидаты илимий даражасын изденүүгө

АВТОРЕФЕРАТ

Бишкек – 2018 ж.

Диссертациялык иш И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетте аткарылган.

Илимий жетекчи **техника илимдеринин кандидаты, доцент**
Суеркулов Манас Асанбекович

Расмий оппоненттер: техника илимдеринин доктору, профессор
Алдибеков Исабай Танирбергенович
техника илимдеринин кандидаты, доцент
Гусаров Валентин Александрович

Жетектөөчү мекеме: айыл чарбаны механизалиялоо жана электрилештирүү Казак илимий-изилдөө институту, (Казахстан Республикасы, 050005, Алмата шаары, Райымбек проспекти, 312)

Диссертацияны коргоо 2018-жылдын 18-май айында саат 14:00 К.И. Скрябин атындагы Кыргыз мамлекеттик айыл-чарба университети жана Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян университетинин алдындагы Д.05.16.536 Диссертациялык кенештин жыйынында 720005, Бишкек шаары, Медеров көчөсү 68. Тел. +996312 545210, 540548. Факс +996312 545210, e- mail: knau-info@mail.ru. дареги боюнча өтөт.

Диссертациялык иш менен К.И. Скрябин атындагы Кыргыз мамлекеттик айыл-чарба университетинин китепканасында жана www.knau.kg сайтында таанышса болот.

05.16.536 Диссертациялык советтин

илимий катчысы, к.т.н. Б.С. Токтоналиев

ДИССЕРТАЦИЯЛЫК ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Иштин актуалдуулугу: 2008-2010 жылдагы КР Улуттук энергетика программасына, ошондой эле 2025-ж. чейинки отун-энергетика өндүрүү стратегиясында көрсөтүлгөндөй энергияны үнөмдөө тармагын мамлекеттик башкарууну жана өндүрүүнүн эң негизги багыты болуп электроэнергетика тутумунда (ЭЭТ), электр тармактарындагы (ЭТ) электрэнергиясынын (ЭЭ) ысырабын азайтуу жана алардын сапатын жакшыртуу үчүн топтолгон маселелерди чечүү үчүн болуп көрсөтүлгөн.

Чыңалууну 0,4 кВ болгон ЭТ электр шаймандардын кыскычтарында чыңалуунун бузулушун жана ЭТ ЭЭ, ысырабынын жогорулуташынын негизги себептери болуп, симметриясыздык жана чыңалуунун синусоидасынын түзүлүшүнүн бузулуш жана ушунун негизиниде кубаттуулук коэффициентинин cos(φ) төмөндөгүчө алынып келет.

Бул бузулуштар ЭШ туура иштешине терс таасир берет (муздаткыч, телевизор, электр шаймандары ж.б.) электр эсептегичтеринин өлчөөсүнүн катаалыгы 33 % жетет. Терс таасирдин негизинде каптамалар (изоляция) жешилип, бузулушуна алып келет.

0,4 кВ тармагындагы бир фазалуу чукул туташуу тогу трансформатор аркылуу узак мөөнөттө агып өткөндө трансформатор бузулуп, иштен чыгышы мүмкүн. Бул токтун мааниси жумушчу тогунун чоңдугуна чейин жетет. Бул ток өзгөчө айыл чарба ЭТ көп болот.

Туура эмес тандалган кошуп ажыратуучу аспаптар бул токту сезбейт, өз убагында өчүрө албай калат.

Чет мамлекеттин ЭТ чыңалууга тийиштүү деңгээлде кармап турушу үчүн нөл удаалаштык боюнча аз каршылыктуу трансформатор колдонулат, анын оромосу нөл чекиттүү жылдызча, жана жылдызча нөл өткөрүчтүү иймек түрүндө кошулат. Ошондой эле ар бир фазаны өз алдынча башкарууда колдонулат.

Бирок, бул ыкмалар КР ЭТ колдонууга мүмкүн эмес. Биздин мамлекетибиздеги ЭТ чыңалуунун теңдешсиздиги төмөндөгүчө:

1. 0,4 кВ ЭТ өтө узун мунун 70 % төмөнкү чыңалуудагы өткөргүчтөр түзөт жана алар аба чубалгысын аркылуу аткарылат. Ушунун негизинде нөл удаалаштыктардын каршылыгы түз жана тескерии удаалаштыктардын каршылыктарынан 4 эсе көп.

2. Бул тармактарда дайыма жана мүмкүнчүлүк симметриясыздык, токтордун фазалар боюнча теңдешсиздектердин негизги себеби, фазаларга бирдей эмес ЭШ кошуу жана кокустуктан чен сандардын өзгөрүүлөрү болот.

3. ЭШ мүнөздөмөсүнүн түз эмес сызыкта өзгөрүшүү жогорку жыштыктагы гармониканын пайда болушуна алып келет (3, 5, 7, 9 ж.б.). Булардын серпимдик мааниси негизги гармониканын серпимдик маанисинен 3-4 % жогору болот. Нөл удаалаштыгын түзгөн үчүнчү гармониканын серпилишинин мааниси негизги гармониканын маанисинен 12% дан жогору болот. $K_{нс}$ ГОСТ 32144-2013 көрсөтүлгөн чектелген маанисинен көп болот.

4. Ал эми төмөнкү чыңалуудагы (ТЧ) электр тармагынын долбоорун түзүүдө фазалар бирдей деп «тендеш» деп алынат. Бирок нөл удаалашты түзгөн чыңалууну өзгөрүшү эске алынбайт.

5. Узак мөөнөттөгү 0,4 кВ ЭТ иш жүзүндө пайдаланууда, уюуштуруу техникалык ыкмалар фазалардын теңдешсиздигин толук жоюу мүмкүнчүлүгү аз экенин тастыкталды. Демек, ЭТ күчтөө керек бул болсо кеткен каражаттардын чыгымына алып келет, же нөл жана тескери удаалаштык токторун азайтуу керек.

Ошонун 0,4 кВ ЭТ кВ ЭТ да ЭЭ сапаттарын жакшыртуу үчүн жигердүү симметриялоочу орнотмолорду түзүү теориясын өркүндөтүп жана аларды пайдалануу зарылчылыгы келип чыгат.

Ушул суроолорду чечүү бул диссертациялык иштин негизги максаты.

Диссертациялык иштин темасынын артыкчылыктуу илимий багыттар менен байланышы: «Түндүкэлектр» ААК менен 2012-ж. 16.07. №581 д/440 келишим түзүлгөн. Бул келишимдин негизинде аткарылган «Повышение эффективности распределительных электрических сетей и режимов работы их элементов» аттуу илимий-изилдөө иштин алкагында диссертация ишке аткарылган.

Иштин максаты. 0,4 кВ бөлүштүрүүчү тармактарда (БТ) симметриялык орнотмону колдонуу менен чыңалуунун симметриясыздыгын азайтып ЭЭ сапатын жогорулатуу.

Диссертациялык иште максатка жетүү үчүн төмөнкү маселелер чечилген:

1. 0,4 кВ БТда чыңалуунун симметриясыздыгынын көрсөткүчтөрүнүн баалоо математикалык моделин иштеп чыгуу;

2. 0,4 кВ БТ симметриялоочу орнотмонун компьютердик моделин түзүү;

3. симметриялоочу орнотмону иштеп чыгуу жана 0,4 кВ БТ да колдонуу.

Илимий жаңылыгы:

1. 0,4 кВ БТда чыңалуунун симметриясыздыгынын көрсөткүчтөрүнүн балоо үчүн математикалык модел түзүлгөн;

2. көрсөтүлгөн ыкманын негизинде 0,4 кВ БТ симметрияло орнотмонун компьютердик модели иштелип чыккан.

Иш жүзүндөгү баалуулугу:

1. 0,4 кВ ЭТдагы чыңалуунун симметриясыздык көрсөткүчтөрүн баалоо алгоритми иштелип чыккан;

2. 0,4 кВ БТ симметриялоо орнотмонун компьютердик модели иштелип чыккан.

3. 0,4 кВ БТда чыңалууну симметриялоочу орнотмоно иштелип чыккан.

Техникалык чечимдердин жаңылыгы жана баалуулугу киргизүү акттар жана КР Мамлекеттик патент кызматында катталган пайдалуу моделге патент № 187 2014-ж. 27.06. «Устройство для автоматического переключения однофазных потребителей» жана ЭЭМ программасы үчүн күбөлүк № 271 2013-ж. 21.05. «Управляющая программа устройства «Симметрирующее устройство для однофазных потребителей в распределительных электрических сетях 0,4 кВ» тастыкталган.

Экономикалык баалуулугунан алынган натыйжа.

Илимий изилдөөнүн натыйжасынан 0,4 кВ айылдык бөлүштүрүүчү тармактарында симметриясыз токтор жана чыңалуулар кыйла мүнөздүү байкалат, ошондой эле тармакта кубаттуулуктун жоголушунун жогорулашы жана электрэнергиянын сапатынын төмөндөшү бирден бир себеби болуп келүүдө.

Иштелип чыккан орнотмо 0,4 кВ БТ симметриясыздыкты төмөндөтүп тармактарда кубаттуулуктун жана энергиянын жоготуусун 30…50% азайтууга мүмкүнчүлүк берет.

Коргоого төмөнкүлөр сунушталат:

1. 0,4 кВ ЭТ чыңалуунун симметриясыздыгынын көрсөткүчтөрүн баалоо ыкмасы;
2. 0,4 кВ БТ симметриялоо орнотмонун компьютердик модели;
3. Комьютердик моделдин негизинде иштелип чыккан симметриялоочу орнотмо.

Изилдөөнүн жыйынтыгын иш жүзүндө талкуулоо

Жумуштун иш жүзүндө текшерилиши. Негизги жыйынтыктары төмөнкү көрсөтүлгөн жерлерде баяндалды жана талкууланды: И. Раззаков атындагы КМТУдагы 2011 ж. 22-23 сентябрда жүргүзүлгөн “Электр менен жабдуу” кафедрасынын түзүлгөнүнүн 40 жыл жана МЭИ-КГТУ факультетинин түзүлүшүнө арналган “Электркоопсуздугу жана энерго-жигирдүүлүк абалы жана көйгөйлөрү” арналган илимий-техникалык конференцияда. Ошондой эле КМТУнун “Электр менен жабдуу” кафедрасында жана Мамлекеттик изилдөө университетинде «Москва энергетика институту» баяндалган.

Жарыялоо:

Диссертациялык иштин материалдары боюнча 7 илимий иш жарыяланды, алардын ичинен 2 илимий жекече макала РИНЦке кирген чет мамлекеттик басылмаларда, КР пайдалуу программасына болгон 2 күбөлүк жана пайдалуу модельге 1 патент.

Диссертациянын түзүлүшү жана көлөмү:

Диссертация киришүүдөн, 4 бөлүмдөн, корутундудан, 75 аталыштан түзүлгөн пайдаланган адабият тизмегинен жана 4 тиркемеден турат. Диссертациялык иш компьютерге терилген 130 беттен, 24 сүрөттөн, 12 таблицадан турат.

ИШТИН НЕГИЗГИ МААНИСИ

Киришүү. Жалпы мүнөздөмө, жумуштун актуалдуулугун негиздөө, иштин максаты, изилдөөсүнүн негизги маселеси.

Маселерин түзүү, алардын практикалык баалуугу жана талкууланган жыйынтыктар келтириш.

Биринчи бөлүк. 0,4 кВ ЭТгы заманбап учурдагы симметриясыздыктын көйгөйлүү маселеси, үч фазалуу ЭТ чыңалуунун симметриясыздыктын деңгээлин аныктоочу ыкмаларды жалпылоо жана иш жүзүндө колдонулуп жаткан симметриялоочу орнотмолорду билүү. Чыңалуунун симметриясыздыгынын деңгээлин баалоо үчүн төмөнкү чыңалуудагы

шиналарда атайын өлчөөлөр жүргүзүгөн. Эсептөөлөрдүн негизинде аныкталынган тескери удаалаштыктын коэффициенти 5% ашат. Өлчөөнүн негизинде аныкталынган тескери удаалаштыктын коэффициенти кээ бир фазаларда 6,5% ашат. Бирок, жүргүзүлгөн өлчөөнүн жыйынтыгы симметриясыздык коэффициенти 0,3% төмөндөшүнүн бир да учуру кезиккен жок. Тескери жана түз удаалаштыктын чыңалууларынын ортосундагы бурчтун статистикалык изилдөөсү бул чоңдуктун өзгөчөлүгүн көрсөттү. Көп жерлерде жүргүзүлгөн изилдөөнүн негизинде байкалуучу чоңдуктарды чарчы квадраттынын мааниси четтеши анча чоң эместигин көрсөттү, б.а. a= 4....15° бул болсо ЭТ симметриясыздыктын дайыма болоорун билдирет: ушунун негизинде симметриялоо электр жүктөрүн фазаларга салыштырма туура бөлүштүрүү же симметриялоочу орнотмону кошуу керектигин билдирет.

Симметриясыздыктын ЭШ берген таасиринин негизинде, симметриясыздык кубаттуулуктун ысырабынын өсүшүнө жана каптамардын жешилишинин негизги болоору аныкталды. Симметриясыздыктан түзүлгөн ысырап кошумча 25 % түзөт, ал эми симметриялык чектелген маанисинен ашпаганда кээ бир ЭШ каптамасынын жешилиши 2 же андан да көп болот. Бул жакта негизги көңүл чыңалуунун симметриялык бөлүктөрүн эсептөөгө болжолдук ыкмалар каралган.

ГОСТ 32144-2013 көрсөтүлгөн симметриялык түз U_1 (1) жана тескери U_2 (2) удаалаштыктарын так ыкма менен аныктоо.

$$U_1 = \sqrt{\frac{1}{12}\left[\left(\sqrt{3}U_{BA} + \sqrt{4U_{CB}^2 - \left(\frac{U_{CB}^2 - U_{AC}^2}{U_{BA}} + U_{BA}\right)^2}\right)^2 + \left(\frac{U_{CB}^2 - U_{AC}^2}{U_{BA}}\right)^2\right]} \quad (1)$$

$$U_2 = \sqrt{\frac{1}{12}\left[\left(\sqrt{3}U_{BA} + \sqrt{4U_{CB}^2 - \left(\frac{U_{CB}^2 - U_{AC}^2}{U_{BA}} + U_{BA}\right)^2}\right)^2 + \left(\frac{U_{CB}^2 - U_{AC}^2}{U_{BA}}\right)^2\right]} \quad (2)$$

Симметриясыздык коэффициенттинин маанисин мөөнөтү 3 секундага барабар болгон Т интервалында орточо N байкоо жыйынтыгынын негизинде аныкталган

$$K_{2U} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} K_{2Ui}^2}{N}} \quad (3)$$

Ошондуктан симметриясыздык коэффициент көп көлөмдөгүү баштоонуну негизинде аныкталынат. Инженердик эсептөөлөрдө болжолдук ыкма колдонулат

$$U_1 = \frac{1}{3}\left(U_{AB} + U_{BC} + U_{CA}\right), \quad (4)$$

$$U_2 = 0,62(U_{НБ} - U_{НМ}), \quad (5)$$

Мында $U_{НБ}$ жана $U_{НМ}$ - фаза аралык чыңалуунун эң чоң (б), эң кичине (м) маанилери.

Окумуштуу Ю.С. Железкодон

$$U_2 = \frac{\sqrt{2}}{3}\sqrt{(U_{BC} - U_{CA})^2 + (U_{CA} - U_{AB})^2 + (U_{AB} - U_{BC})^2} \quad (6)$$

ал эми окумуштуу И.В. Жежеленкодон

$$U_2 = \frac{2}{3}\sqrt{(\Delta U_{BC} - \Delta U_{CA})^2 + \Delta U_{BC}\Delta U_{CA}} \quad (7)$$

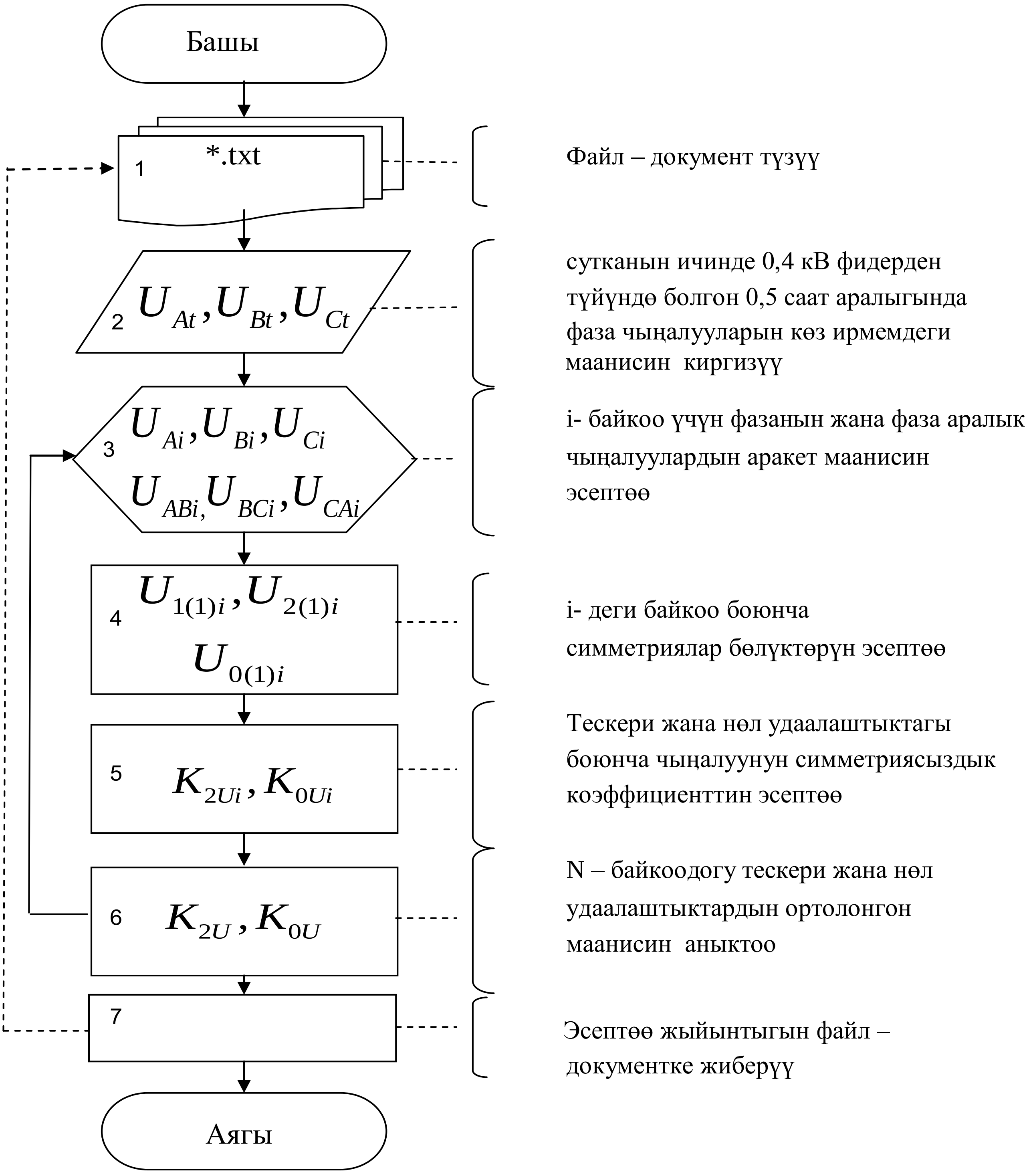
мында $\Delta U_{BC} = U_{BC} - U_{AB}; \Delta U_{CA} = U_{CA} - U_{AB}$.

Бул теңдемелерди тандасак теңдеме (7), (6) теңдемени өзгөртүп түзүлгөнү байкалат. Симметриясыздык коэффициенттери бөлгөндүк ыкмалар менен эсептөөлөр ГОСТ 32144-2013 корсөтүлгөн маанисинен бир канча эсе көп. Бул теңдемелердин колдонуу менен эсептөөлөрдү жүргүзгөндө эң көп бөлүк теңдемелер (4), (6) болуп эсептелинет. ГОСТ 32144-2013 коэффициенти чектелген мааниси 2 жана 4% барабар. Жөнөкөй өлчөөчү аспаптарды түзгөндө ушул кедерги маанилерин ашышын билдирүүчү алгоритмди колдонуу.

Бул болсо өлчөөчү чоңдуктун чектелген маанилерин ашуусун аныктоого өбөлгө түзөт. Бир сутканын ичинде ГОСТ 1309-97 симметриялык коэффициенти чектелген маанилеринен ашуусу 1 саат 12 минуттан ашпаш керек. Номограммды анализдөөдө (С. Гауффе, Т.П. Губенко, И.И. Иванова ж.б.) симметриялык бөлүктөрүн жана симметриясыздык коэффициенти аппракцимациясы ыкмасы симметриясыздык коэффициенти 2 жана 4% ашып келүүсүн аныктоого болот. Ал эми пайдаланып жаткан симметриялык орнотмолорду (СО) жалпылоодо төмөнкүнү билдирүүдө. Бул СО симметриясыздык себеп болуп түзүлгөн тескери жана нөл удаалаштыктын токторун жоюу негизинде иштеши. Бул СО негизги жетишсиз жагы: көптөрү жөнгө симметриялоо үчүн колдонулушу (спорттук көпүрөсү), ал эми штейнметцинин түзмөгү белгилүүнү гана колдонулушу; түзмөктөгү сыйымдуулуктардын жогорку нарктуулугу, пайдалануу жана жөнгө салуу татаалдыгы, сыймдуулукту кээ бир иштөө тартибинде терс таасир бериши (штейнемецтин түзмөгүндө), ордун ишенимдүү иштешин бирден бир төмөндөтүүнүн себеби механикалык каражаттар менен башкаруу жана жөнгө салуу жана аларга кеткен каражаттардын көлөмдүүлүгү (айлануу магнит талаасы бар трансформатор). Азыркы учурдагы окуу китептеринде келтирилген чыңалуунун симметриясыздык деңгээлин эсептөөчү ыкмаларды жана СО жалпылоо жаны эсептөө ыкманын жана жигердүү СО иштеп чыгаруу зарылчылыгына түрткү берди. Анализдөө негизинде бир фазалуу ЭШ үчүн СО түзүү келечектүү экенин көрсөтүү.

Экинчи бөлүк. Симметриясыздыкка баа берүү үчүн инженер менен ыкмаларды түзүү шарттарын камтыган. ГОСТ 32144-2013 көрсөтүлгөн

симметриялык түзүлүшү ыкмасын (СТЫ) колдонуу каралган. ЭТдагы берилген фазалык чыңалуунун аракеттик маанисинин негизинде симметриялык түзүлүштү аныктоо ыкмасы жана аны программалоо ишке ашкан (сүрөт 1).



Сүрөт 1. Симметриясыз үч фазалуу нөл өткөзгүчү бар чыңалуунун чен сандарын аныктоону нөл – түзүлүшүнүн алгоритми

Программалоонун негизинде салыштырма бирдикте симметриялык түзүлүштүн таблицасы түзүлгөн. Бул болсо үч фазалуу тармактагы ченөөнүн

негизинде ыкчам чыңалуунун симметрисыздыгын (ЧС) деңгээлин билүүгө мүмкүнчүлүк берет. Симметриялык түзүлүштүн таблицасынын (СТТ) өзгөчөлүгү болуп, симметриялык түзүлүштү, тескери удаалаштыктын коэффициенти жана түз жана тескери удаалаштыктын чыңалуулардын ортосундагы бурчтарды камтыйт. Ошондой эле нөл удаалаштыктын коэффициентин аныктоону жеңилдетет. Муну төмөнкү теңдеме менен аныктоого болот.

Иштелип чыккан симметриялык түзүлүштүн таблицасынын өзгөчөлүгү, ыкма өлчөнгөн фазалык чыңалууну анализдөө жана анализденүүчү чоңдуктарды $\Delta t = T/4$ интервал аралыгында 4 үлгүнү тандап алуу болуп эсептелинет, мында Т-мезгил.

4 үлгүнү тандоо ыкмасы асинхрондуу, тандоолор анализденүүчү белгинин көз ирмемдик маанисинен көз карандысыз алышат жана кийинки катнашка берилет:

$$U = 0,25[(u_1 + u_2 - u_3 - u_4)^2 + (u_1 - u_2 - u_3 + u_4)^2]^{0,5}$$

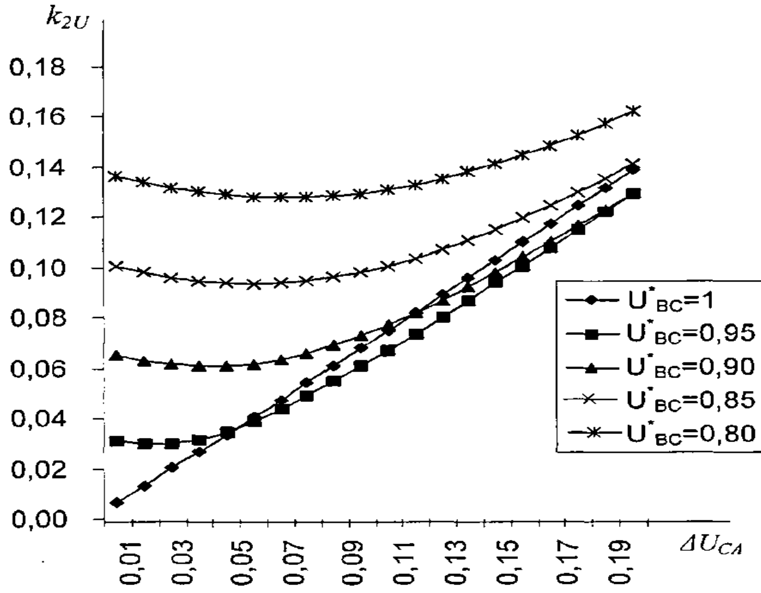
же болбосо чыңалуунун тандалышы ар бир мезгилдин төрттөн бир бөлүгү үчүн алынат, б.а. ωΔ=90°, мындан кийин жаңыланган формуланы алабыз:

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{u_1^2 + u_2^2}$$

мында u_1, u_2, u_3 жана u_4— чыңалуунун көз ирмемдик маанилеринин тандалышы.

Фидердин чекиттериндеги симметриясыздыкты баалоо келтирилген ыкмасы таблица түрүндө көрсөтүлгөн, жана ал чыңалуунун сапатын жогорулатуу менен нөлдүк өткөргүчү бар тармактарда ЭЭ жоголушун азайтуу боюнча иш чараларды иштеп чыгууга өбөлгө түзөт.

Программанын иштөөсү жыйынтыгынын негизинде чыңалууну терс жана нөл удаалаштыктарынын коэффициенттеринин көз карандылыгын издөө жана симметриялык түзүлүштөрдүн фазалык катнаштарын аныктоо бериштерин алууга болот. Симметриясыздыктын коэффициенти үч нерсеге көз каранды $k_{2U} = f\left(\Delta U^*_{AB}, \Delta U^*_{BC}, \Delta U^*_{CA}\right)$. Базистик бирдик үчүн эң чоң фаза аралык чыңалуу алынса (мисалы, U_{AB}), калган эки чыңалуу ушуга салыштырмалуу аныкталынган. Бул болсо эки чоңдукка көз карандылык түздү $k_{2U} = f\left(\Delta U^*_{BC}, \Delta U^*_{CA}\right)$ демек, бул эмпирикалык көз карандыны издөөнү жеңилдетет. Бул көз карандылык чийме $K^{(i)}_{2U} = f\left(\Delta U^*_{CA}\right)$ 2 сүрөттө көрсөтүлгөн.



Сүрөт 2. Тескери удаалаштык коэффициентин K_{2U} ΔU_{CA} четтешин U_{BC} ар кандай маанидеги көз карандылыгы

Мында $\Delta U^*_{CA} = 1 - \Delta U^*_{CA}$ -ΔU^*_{CA} эң чоң мааниси. Жогорку теңдеме симметриясыздык коэффициентинин ΔU^*_{BC} ар кандай маанисине туура келгендигин көрсөтөт.

$k^{(i)}_{2U} = f\left(\Delta U^*_{CA}\right)$ анализдөө көрсөтүү, керектүү көз карандылыкты төмөнкү функция менен жетиштүү жазса болот:

$$k_{2U} = \sqrt{A \cdot \Delta U^2_{CA} + B \cdot \Delta U_{CA} + C}\,, \qquad (9)$$

Ошондой эле симметриясыздык коэффициентинин аппраксимиялык функциясын менен өз ара байланышкан фаза аралык чыңалуулардын катнашы боюнча көз каранды болгон бир канча мааниси аныкталды.

Бардык фаза аралык чыңалуулардын катнашын эске алуучу бир эмпирикалык көз карандылыкты түзүү болду. Жалпы чен сандар фаза A, B, C ны өз алдынча функциялар α, β жана γ менен алмаштыруу өзгөрмөлүү чоңдук ΔU^*_{BC} болгон көз карандылыгы төмөнкү теңдеме менен аныкталынат:

$$k_{2U} = \sqrt{\alpha \cdot \Delta U^2_{CA} + \beta \cdot \Delta U_{CA} + \gamma} \qquad (10)$$

Функциялар α, β жана γ 2 даражадагы полином менен аппраксимациялоо жалпы түзүлүштөгү теңдемени алууга болот

$$k_{2U} = \sqrt{8.6 \cdot \Delta U^2_{BC} \cdot \Delta U^2_{CA} + 0,451 \cdot \left(\Delta U^2_{BC} + \Delta U^2_{CA}\right) - 0.44 \cdot \Delta U_{BC} \cdot \Delta U_{CA}} \qquad (11)$$

Ушул жол менен оң жана тескери удаалаштыктардын чыңалууларынын көз карандылыгын, ошондой эле алардын арасындагы фазанын жылышын аныктоого болот:

$$U_1 = 0,04 \cdot \Delta U_{BC} \cdot \Delta U_{CA} + 0,31 \cdot \left(\Delta U_{CA} + \Delta U_{BC}\right) + 0,341 \qquad (12)$$

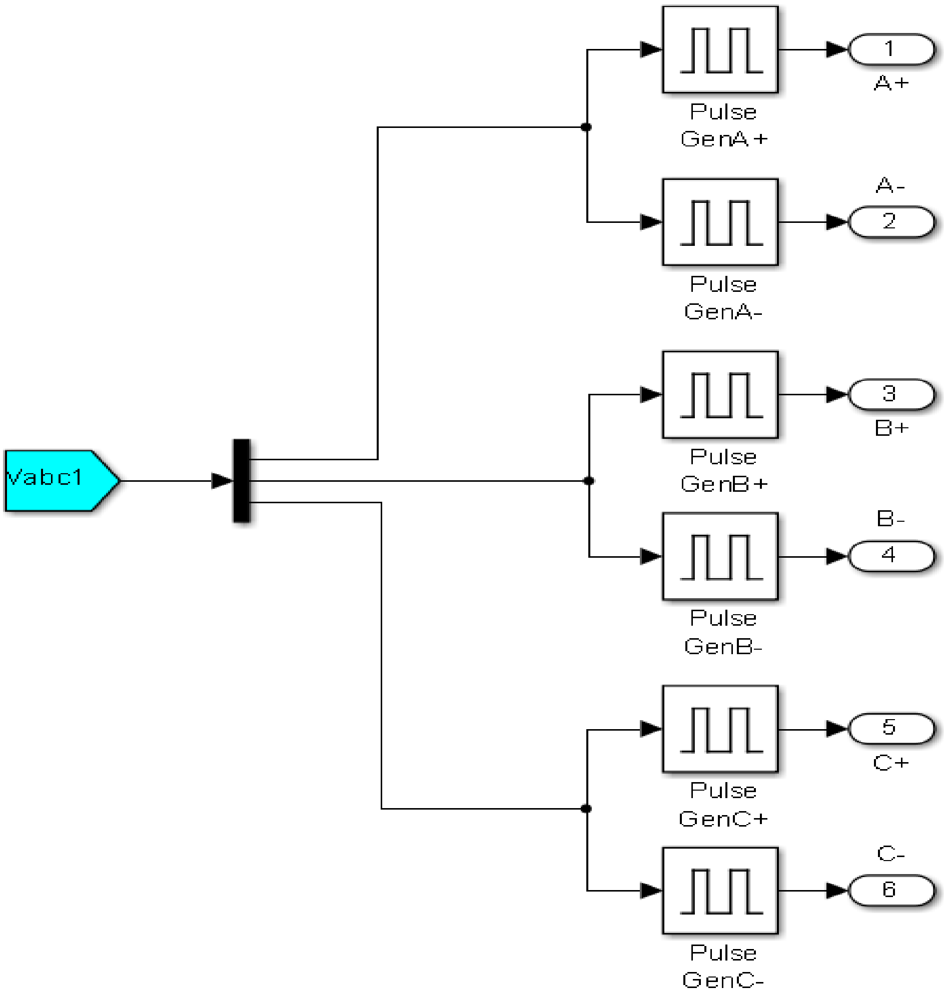
$$U_2 = \sqrt{2,5 \cdot \Delta U_{BC}^2 \cdot \Delta U_{CA}^2 + 0,44 \cdot \left(\Delta U_{BC}^2 + \Delta U_{CA}^2\right) - 0,44 \cdot \Delta U_{BC} \cdot \Delta U_{CA}} \qquad (13)$$

Экинчи болүктө келтирилген бардык көз карандылыктар үчүн базисдин чыңалуу кайра үч фаза аралык чыңалуунун бири боло алат теңдемелердеги чыңалуу (түз жана тескери удаалаштардын чыңалуусунун ортосундагы бурчтун жылышын аныктоо теңдемесинен башка) теңдеменин ичинде орун алмашуусу мүмкүн.

Бул шарттарды иш жүзүнө ашыруу симметриялыкты текшерүү үчүн жөнөкөй өлчөөчү аспаптарды түзсө болот. Бул реалдык убакытта иштейт жана тескери удаалаштык коэффициенти жогорудагы кедерген ашаа убактысын өлчөйт.

Үчүнчү бөлүк. СО компьютерде моделдөөдө белгилүү болгон программа Matlab жазалган. Бул болсо татаал объект моделди түзүүгө шарт түзөт. Түзүлгөн моделди трансформациялык жол татаалдык даражасына жараша өнүктүрсө болот, анткени кээ бир бөлөк модулдарды түзүү жалпы түзүлүштү бузбай эле аткарылат.

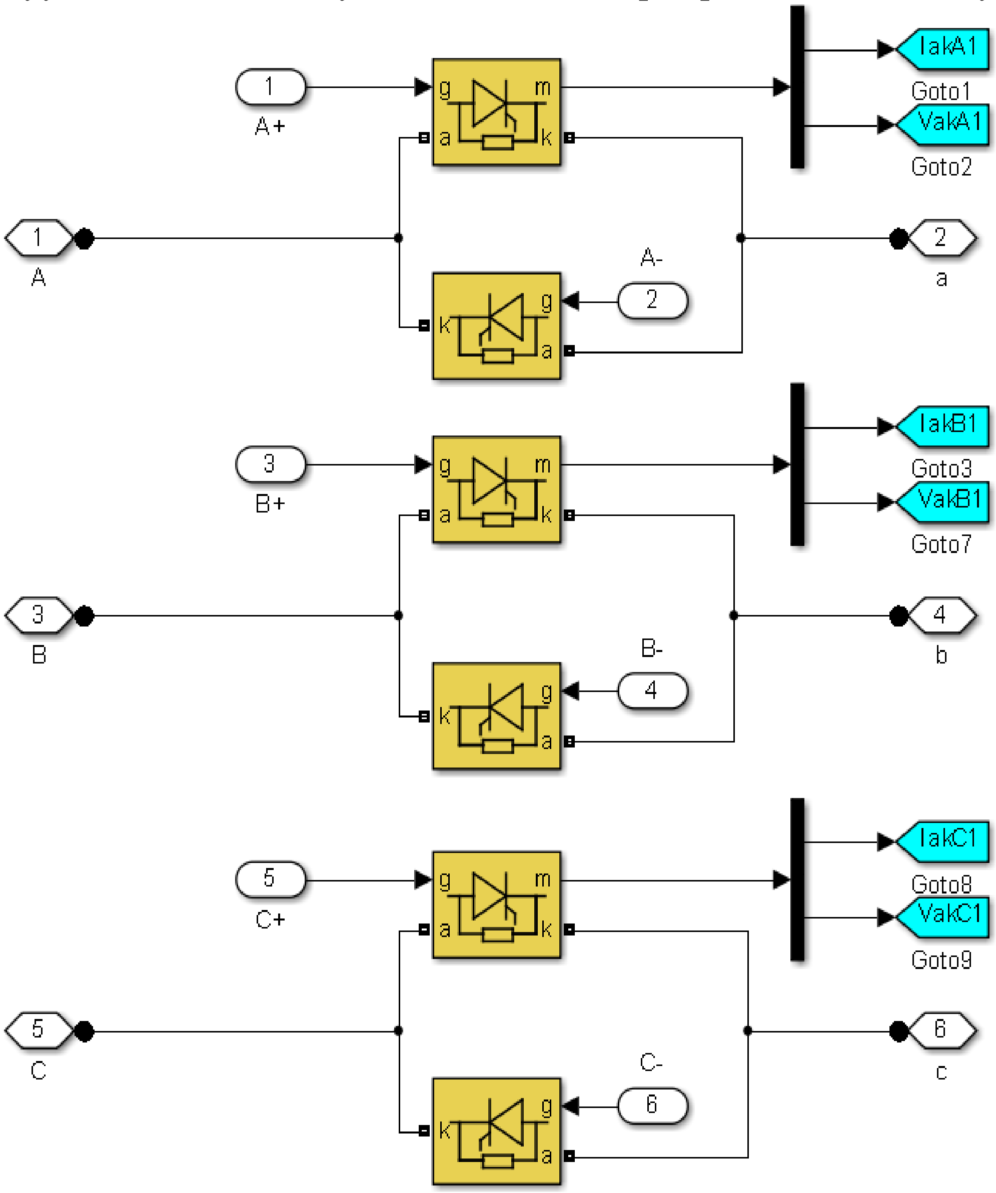
Карала турган СО башкарылуучу бөлүктөн (ББ) (сүрөт 3) жана кошуп ажыратуучу тутумдан (КАТ) турат (сүрөт 4).



Сүрөт 3. СО башкаруу бөлүгү

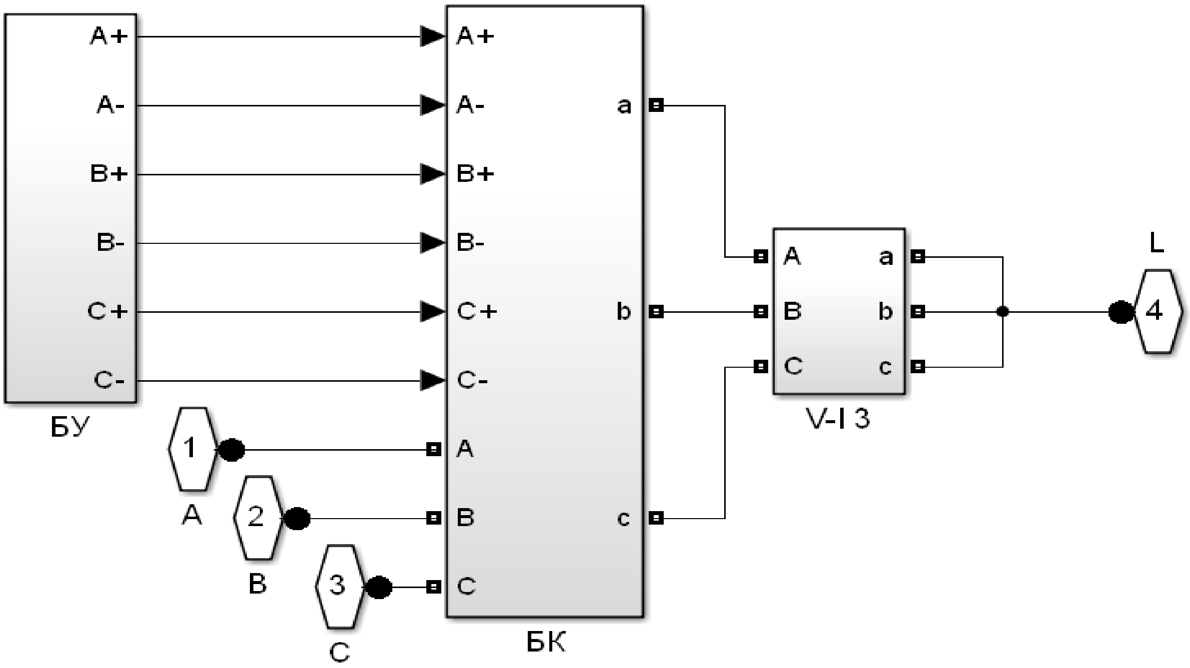
Башкаруучу бөлүк төмөнкү жумушту аткарат: бардык үч фазанын чыңалуусун ар бир 1 мс өлчөйт, аларды коюлган мааниси менен салыштырат, керектүү эң ыңгайлуу фазаны аныктайт, КАТ кайсы кошуп ажыратуучу бөлүгүн ачкычын берет.

Түзүлүүчү СО модулу белгилүү чен сандар берилген ЭЭ сапатын жогоруулатууга багытталган. Бул СО 0,4 кВ электр тармагында колдонулат.



Сүрөт 4. СО кошуп ажыратуучу тутуму.

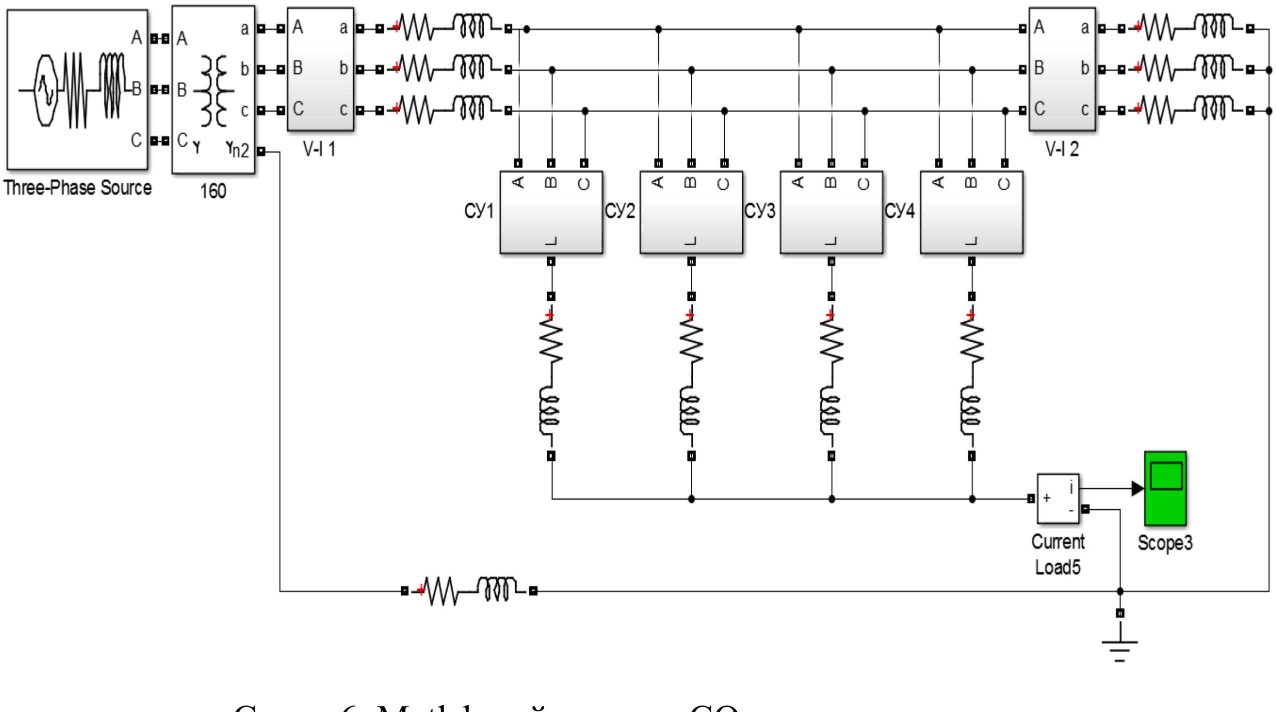
СО жалпыланган модели төмөнкүлүрдү камтыйт: бөлөк болгон түтүмду бириктирүү, башкаруу бөлүгүн, берилген элементтери белгилүү чен сандарынын, алардын бири-бирине байланышын, булар Simulink. Чарасында ишке ашырылса, бул үчүн стандартын китепкана Block Library жана кошумча китепкана SimPowerSystems түзүлгөн модель объектинин эң керектүү кубулуштарын эске алат. Түзүлгөн жалпыланган модел сүрөт 5 берилген.



Сүрөт 5. Matlab чөйрөсүндө СО моделинин түзмөгү.

Түзүлгөн СО жалпыланган моделинде төмөнкүлөрдү бириктирет, бөлүктөрдү бириктирүүчү, башкаруу бөлүгүн, берилген чен сандары белгилүү болгон элементтер жана өз байланышы.

Бул электротехникалык түзүлүштү имитациялык моделине багытталган. Диссертацияда мунун толук мааниси фазалык өзгөчүлүктөрдү эске алуу жана математикалык тил менен жазылышы берилген жалпыланган модель сүрөт 6 берилген.

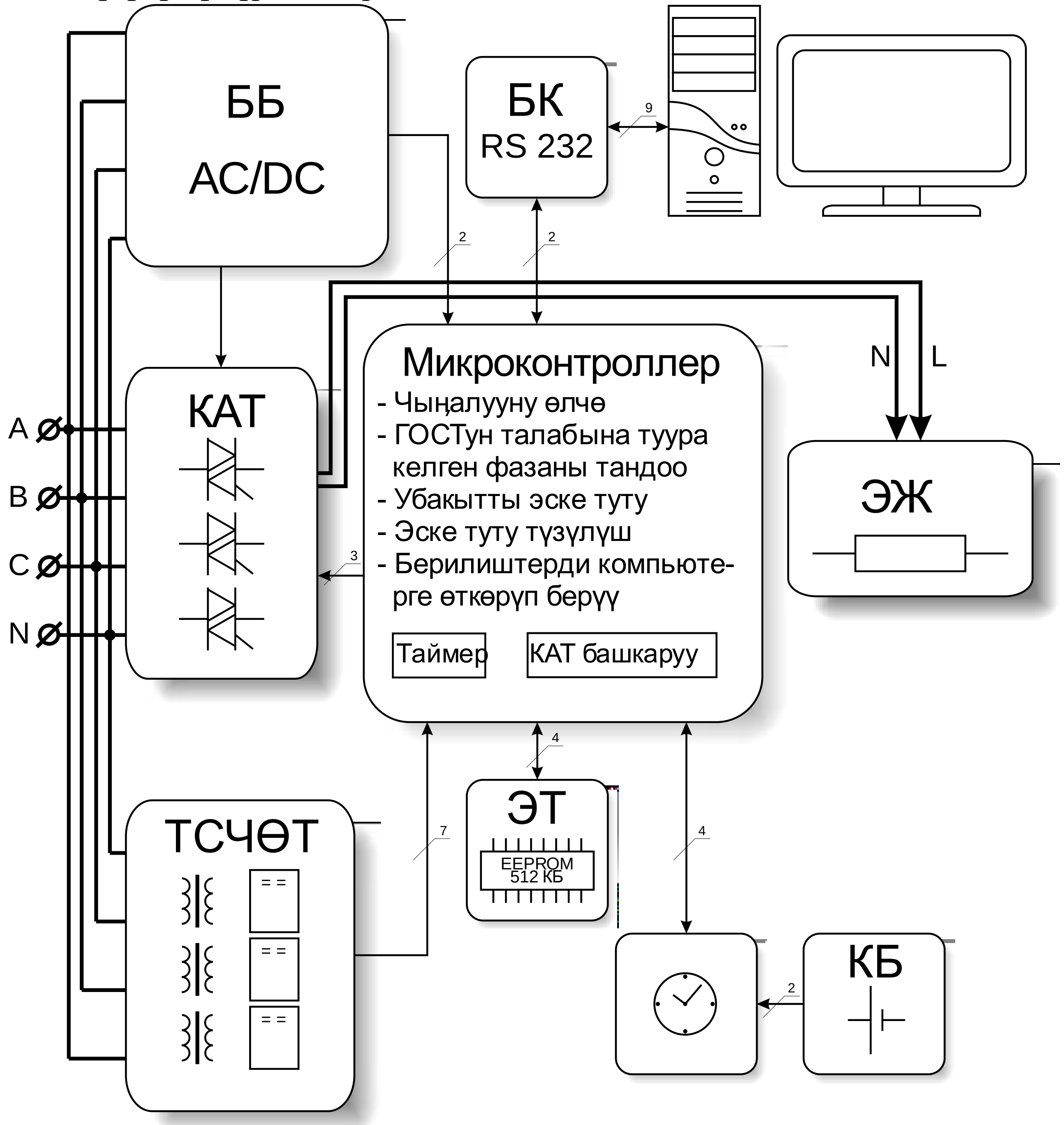


Сүрөт 6. Matlab чөйрөсүндө СО жалпыланган модели.

Төртүнчү бөлүк. ГОСТ 32144-2013 талабын аткарыш үчүн симметриясыздыктын төмөндөшүн билиш үчүн өлчөө жолу менен алынган берилиштерди талдоо керек. СО жигердүүлүгүн жогорулатуу, жою жана ылдамдатуу үчүн симметриялык бөлүктөр алгоритми түзүлдү.

Тастыктыгын жогорулатуу үчүн микроконтролду колдонуу ыңгайлуу экендигин көрсөтүү. Бул үчүн атайын программа иштелип чыккан.

Түзүлүшү сүрөт 7 берилген.



Сүрөт 7. 0,4 кВ тармагындагы СО чиймесинин түзүлүшү.

СО нөл өткөргүчү бар А, В, С өткүргүчтүү өзгөрмөлүү ток колдонулат.

- Келген ар фазанын чыңалуусунун деңгээли 0…380В;
- Чыңалуунун түзүлүшү синусоидалдык гармониканын коэффициенти 10% ашпайт;

- Туура иштеп жатканда фазалардын айырмасы 120 ±5^0;
- Орнотмо өзгөрмөлүү бир фазалуу болот;
- Чыккан чыңалуунун деңгээли 160-265 В;
- Өткөн токтун эң чоң мааниси 40А чейин;
- Чыңалуунун түзүлүшү синусоидалдык;
- Гармониканын коэффициенти 10% чейин.

Эгерде калаган чыңалуу 160 В төмөндөсө же 265 В жогорулап кетсе ЭШ өчүрүлүш керек, себеби тиричилик ЭШ бузулушу мүмкүн.

Орнотмо келген чыңалууну үч фазалуу чыңалууну жана чыккан бир фазалуу чыңалууну 0 дон 540 В чейин өлчөйт (көз ирмемдик мааниси). Өлчөө токту ± 1 В, өлчөө мөөнөтү 1 мс орнотмо өлчөө мөөнөтү 1 мс болуп чыккан бир фазалуу тармактык тогунун күчүн 0 дон – 60 А чейин ±1 А токту өлчөйт.

Келген тармактык чыңалуусу 80 В тон 242 В го чейин болуп чыңалууну четтеши +10% болсо, келген чыңалуусу сапаттуу деп эсептелинет.

Башкаруу бөлүк өзгөрмөнүн үч фазалуу чыңалууга кошулгандан баштап иштей баштайт. Орнотмо келген чыңалуунун каалаган фазасына кошсо болот.

Чыңалуу келгенде ичине орнотулган микроконтроллер иштей баштайт жана анын андан ары иштеп башкаруу бөлүктөгү программаныны иштеши менен аныкталынат.

ББ ишке киргенде төмөнкү иштер аткарылат:

- 1 мс аралыгында өлчөйт. Келген үч фазалуу чыңалуусун өлчөйт, аны берилген чыңалуу менен салыштырат жана эң ыңгайлуу фазаны алат;
- тармак менен синхрондоштуру жана чыңалууну өзгөртүүчү тутум (ТмСжЧӨТ) аркылуу, аны ББ берет жана тармактын чыңалуусу менен асинхрондоштурулат. КАТ кезектүү ачкычына белги берет.

-накта учурдагы убакытты, күндү белгилейт жана келген чыңалуунун мааниси тандалган фазага көз каранды эмес бөлүктө эске тутат (ЭТ). Анын эске тутуу көлөмү 512 kb.

- убакыты, күндү белгилөөчү бөлүк кошумча булактан (КБ) азыктанат, компьютердин талабы боюнча байланыш каналы (БК) аркылуу кайра кошуучу жазуучу журналдан программасы «COM port» аркылуу компьтердин эске тутуусуна берилет. Андан кийин аныкталган маалымат кайра иштелип чыгарылат. Бул максатта аспапта RS232 чыгуучу аспап каралган. Эгерде бардык үч фазада чыңалуу 160-265 В ашып кетсе, анда ЭШ өчүрүлүшү керек.

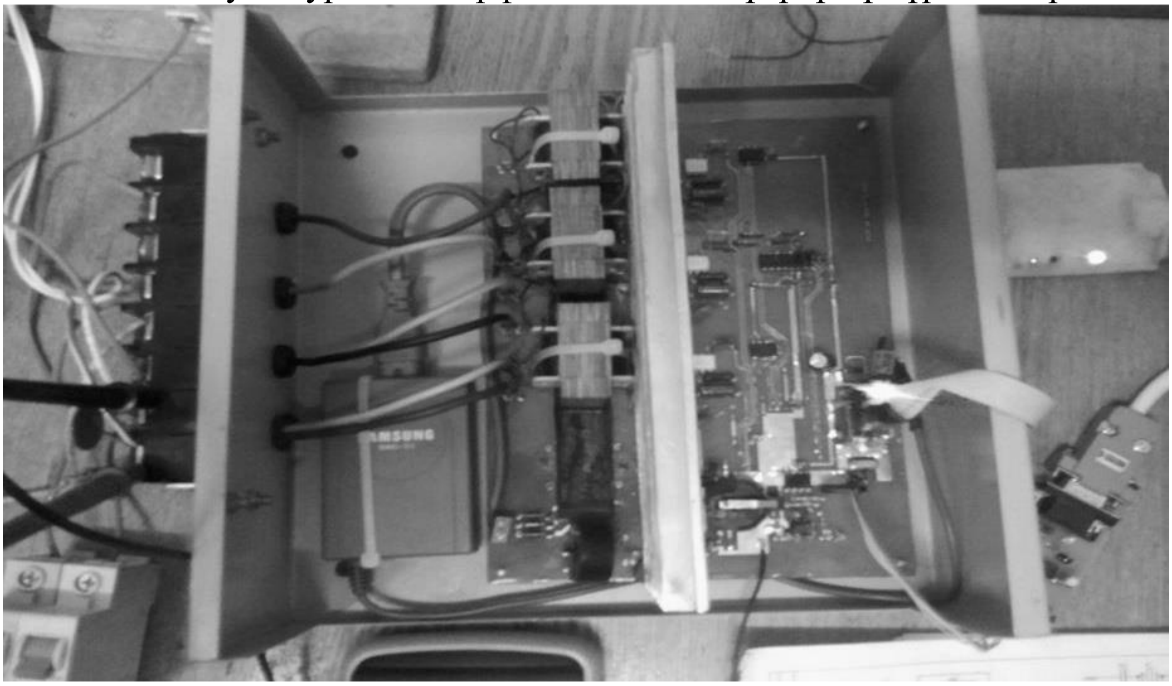
Эгерде тез өзгөрсө анда 1 сек ичиндеги чыңалуунун орточо мааниси аныкталынат жана анык мааниси чектен ашпаса ЭШ өчүрүлбөйт. Убакыттын өтүшү менен чыңалуу калыбына келсе, анда өчүрүлгөн ЭШ кайра кошулат.

Эгерде толук ЭШ маани чегинен ашса анда ЭШ өчүрүлөт. Убакытты созуу 10 сек. Андан кийин ЭШ кайра кошулат.

Эгерде токтун эң чоң мааниси өзгөрбөсө, анда ЭШ 100сек өчүрүлөт. Бул убакыт өткөндөн кийин ЭШ кайра кошулат. Көп элементтердин иштөө мөөнөтү 20000 сааттан кем эмес. Элементтер 24 саат үзгүлтүксүз иштеши керек. Сунушталган СО бөлөктөргө салыштырмалуу төмөндөгүдөй артыкчылыгы бар: Фазалардын жүгүн жогорку тактыкта жана жогорку

талапта симметрияны түзүү, бир фазалуу ЭШ тез кайра кошуу, жогорулатылган ишенимдүү иштеши, көлөмү кичине жана пайдаланууда машакатты түзбөйт.

ЭТ колдонула турган интерфейстин ички түзүлүшү сүрөт 8 берилген.



Сүрөт 8. Интерфейстин ички бөлүгү.

ЭЭ сапатын жогорулатуучу СО башкаруу, анализ кылыш үчүн Com port программасы колдонулат. Программдык тутум өлчөөнүн жыйынтыгын Excel ге берет. Программанын кээ бир бөлүгү диссертацияда берилген өлчөөнү аспапка жүктөө жана эске тутулган чыгарыш үчүн программа RS232 COM-порт аркылуу жана (bluetooth) радио канал байланышы менен ишке ашырылат.

Аспаптан алынган өлчөө жыйынтыгы программа «Com port toolkit» абоненнтеги чыңалуунун сапаттарын аныктайт, б.а:

1 ЭШ бир фазадан экинчи фазага качан кошулду;

2 кайра кошуу учурда А, В, С фазаларында чыңалуунун деңгээли кандай экендиги «Com port» чыгарып Excel ге чыгырып берет.

Со кайра кошулуу журналы таблицада көрсөтүлгөн.

Таблица 1 - СО кайра кошулуу журналы

U_A	U_B	U_C	**Кайсы фаза**	**күн**	**ай**	**жыл**	**саат**	**мин.**	**сек.**
0	173	0	B	22	1	13	16	19	2
222	173	0	A	22	1	13	16	21	40
8,2	0	208	C	22	1	13	16	21	45
215	0	208	A	22	1	13	16	21	46
188	0	208	C	22	1	13	16	21	47
221	0	208	A	22	1	13	16	21	49
245	0	208	C	22	1	13	16	21	49
216	0	208	A	22	1	13	16	21	50

177	0	206	C	22	1	13	16	21	50
0	174	207	C	22	1	13	16	21	53
0	171	0	B	22	1	13	16	21	53
208	173	0	A	22	1	13	16	21	54
0	0	207	C	22	1	13	16	21	55
212	171	0	A	22	1	13	16	21	56

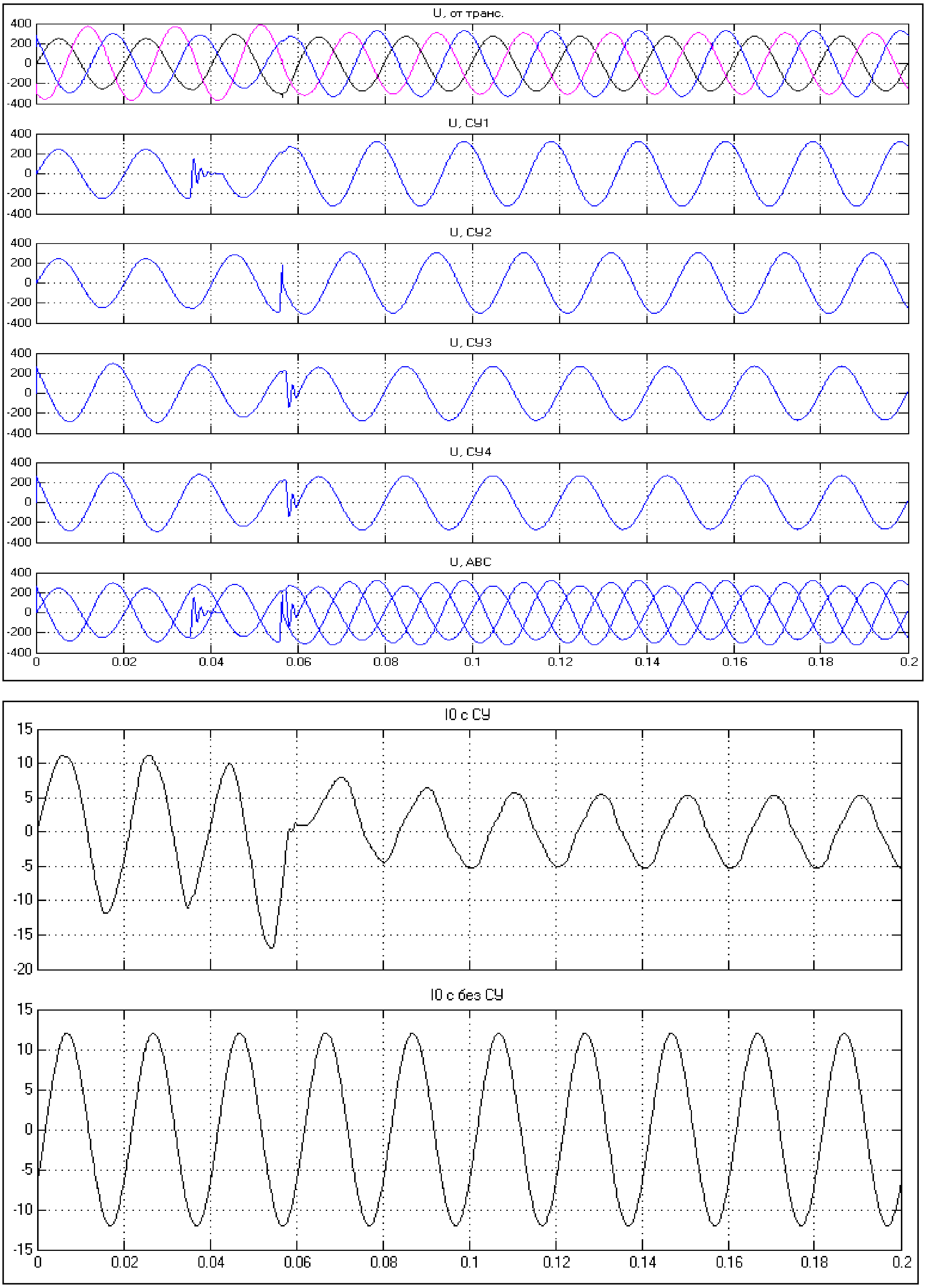
Алынган жыйынтыктын негизинде 0,4 кВ ЭТ симметриялоочу орнотмонун үлгүсү түзүлгөн. Ал сүрөт 9 берилген.

Түзүлгөн СО «Түндүкэлектр» ААК 0,4 кВ ЭТ пайдаланып жатат, ошондой эле И. Раззаков атындагы КМТУнун «Электр менен жабдуу» кафедрасынын окуу процестеринде колдонуулууда, ошондой эле диссертацияга алынган жыйынтыктар курстук жана дипломдук долбоорлордо пайдаланып жатат.

Алынган жыйынтыктардын ишенимдүүлүгү эсептөө, иммитациянын, тажрыйбанын негизинде алынган сандар «Түндүкэлектро» ААКнун ЭТ алынган сандардын бири-бирине туура келгендиги далилденип турат.

Сүрөт 9. 0,4 кВ БТ симметриялоочу орнотмо.

СО менен СОсуз ченөөнүн тыянагы 10 сүрөттө көрсөтүлгөн.



Сүрөт 10. СО менен жана СОсуз тыянак

ЖЫЙЫНТЫКТОО

Диссертациялык жумуштарды аткарууда негизги жыйынтыктар:

1. 0,4 кВ БТ изилдөөдө чыңалуунун симметриясыздыгы тармакта туруктуу фактор экендиги далилденди. Айрым учурларда, симметриясыздыктын деңгээли чектелген маанилеринен 2,5-3 эсе жогорулаган. Жеткиликтүү ыкмаларды жана симметриялоо аспаптарды анализдөөдө, биздин көз караш боюнча симметриялоочу орнотмолордун арасынан бир фазалуу жүктөрдү фазалар боюнча бөлүштүрүү ыкамасы болуп эсептелинет.

2. Эсептөөнүн көлөмүн азайткан жана чыңалууну өлчөө баштапкы жыйынтыктары катары колдонулган фидердеги өлчөнгөн чыңалуу боюнча, 0,4 кВ ЭТ чыңалуунун симметриясыздыгынын көрсөткүчтөрүн баалоо ыкмасы иштелип чыкты.

3. СО компьютердик модели иштелип чыккан, ЭЭ сапатын жогорулатууга алып келет. СО ишке ашырууну ар кандай кичи бөлүктөрдү бириктирүү менен бүтүн тутумду түзүү, башкаруу бөлүгү, элементтердин берилген чен сандары жана алардын байланыштары Simulink чөйрөсүндө ишке ашырылган.

4. СО үлгүсү түзүлгөн жана тажрыйба жүргүзүү жыйынтыгы симметриялык түзүлүштүн алгоритимин эсептөө тактыгын жогорулатууга жана кайра кошуу убактысын азайтат.

5. «Түндүкэлектр» ААК менен 2012-ж. 16.07. №581 д/440 келишим түзүлгөн. Бул келишимдин негизинде «Повышение эффективности распределительных электрических сетей и режимов работы их элементов» аттуу илимий-изилдөө иши аткарылган. ИИИ жыйынтыгы боюнча, 0,4 кВ айылдык бөлүштүрүүчү тармактар токтун жана чыңалуунун симметриясыздыгы менен мүнөздөлүнөт. Симметриясыздык тармакта электрэнергиясынын сапатынын төмөндөшүнө жана кубаттуулуктун ысырабынын көбөйүшүнө алып келет. Симметриялуу режимге караганда токтун симметриясыздыгы кубаттуулуктун жана энергиянын жоголушун 30…50% жогорулаткандыгы үчүн, 0,4 кВ БТ симметриясыздыкты азайтуу боюнча орнотмо киргизилди.

ЖАРЫЯЛАНГАН ИШТЕРДИН ТИЗМЕГИ

1. **Сариев, Б.И.** Методика расчета потерь электроэнергии в сетях 0,38 кВ по измеренным напряжениям на участках фидера [Текст] / Б.И. Сариев // Известия КГТУ и. И. Раззакова № 23, Бишкек: 2011.- С.38-42.

2. **Сариев, Б.И.** Методика оценки параметров несимметрии напряжений в сетях 0,38 кВ по измеренным напряжениям на участках фидера [Текст] / Б.И. Сариев // Известия КГТУ И. И.Раззакова № 23, Бишкек: КГТУ, 2011.- С. 103-106.

3. **Свидельство** 271 Кыргызской Республики, Симметрирующее устройство для однофазных потребителей в распределительных электрических сетях 0,4 кВ [Текст] / Б.И. Сариев, Х.Т. Касмамбетов;№ 20130008.6; заявл. 08.05.2013; опубл. 31.07.2013, Бюл. № 7(172).- 2 с.

4. **Свидетельство** 272 Кыргызской Республики, Трехфазный преобразователь напряжения со стабилизацией выходных параметров однофазной сети переменного тока [Текст] / Х.Т. Касмамбетов, Б.И. Сариев; № 20130009.6; заявл. 17.05.2013; опубл. 31.07.2013, Бюл. № 7(172).- 2 с.

5. **Патент** 187 Кыргызской Республики, МПК H02J/ 26. Устройство для автоматического переключения однофазных потребителей [Текст] / Б.И. Сариев, Х.Т. Касмамбетов, М.А.Суеркулов,З.Э. Абдиева; № 2014004.2; заявл. 27.06.2014; опубл. 31.07.2015, Бюл. № 7(196).- 15 с.

6. **Сариев, Б.И.** Перспективы энергетической стратегии КР и роль подготовки кадров для успешной ее реализации [Текст] / Б.И. Сариев, В.М. Касымова, З.Э. Абдиева, Р.Б. Куржумбаева, Х.Т. Касманбетов, // Международный научно-исследовательский журнал - № 7-3 (61), -Екатеринбург: 2017. С. 41-44

7. **Сариев, Б.И.** Влияние несимметрии напряжения на потери электроэнергии в системах электроснабжения [Текст] / Б.И. Сариев, З.Э. Абдиева, Р.Б. Куржумбаева, Х.Т. Касманбетов // Научно-технический журнал «Автоматика и программная инженерия» Новосибирский институт программных систем, - Новосибирск 2017. - №2 (20) С. 46-51

Сариев Бактыбек Имангазиевичтин 05.20.02 – Айыл чарба электрдик технологиялар жана жабдуулар адистиги боюнча техника илиминин кандидаты окумуштуулук даражасы үчүн изилдеген “0,4 кВ бөлүштүргүч тармагындагы симметриялоочу орнотмону иштеп чыгуу” деген темадагы диссертациясына

КОРУТУНДУ

Негизги сөздөр: симметриясыздык, симметриялоо, симметриялык бөлүк, түз, тескери жана нөл удаалаштыктары, кедерги мааниси.

Иш 0,4 кВ бөлүштүргүч тармагындагы чыңалуунун симметриялоочу түзүлүшүн иштеп чыгууга арналган.

Иштин максаты: 0,4 кВ бөлүштүрүүчү тармактарда симметриялык орнотмону колдонуу менен чыңалуунун симметриясыздыгын азайтып ЭЭ сапатын жогорулатуу.

Иштин жыйынтыгы: 0,4 кВ бөлүштүрүү тармагындагы чыңалуу несимметриясынын параметрлерин баалоонун математикалык моделдерин түзүү; 0,4кВ бөлүштүрүү тармагындагы симметрлөөчү түзүлүштүн компьютердик моделин түзүү; 0,4кВ бөлүштүргүч электр тармактарындагы бир фазалуу керектөөчүлөрдү симметрлөө үчүн симметриялоочу түзүлүштү иштеп чыгуу болуп саналат. Булардын мурункулары менен салыштырганда төмөнкүдөй артыкчылыктарга ээ болот: тармактагы фазалардын жүктөлгөндүгүн аныктоонун жогорку тактыгы жана ошону менен режимди симметрлөөнүн жогорку тактыгы, бир фазалуу керектөөчүлөрдү которуп кошуу процессинин тездиги, эксплуатация процессинде түзүлүштүн иштөөсүнүн жогорку ишенимдүүлүгү жана аз салмактуулук көрсөткүчтөр.

Алынган жыйынтыктар: 0,4кВ бөлүштүргүч тармактарында чыңалууну симметрлөөдө кеңири колдонсо болот, натыйжада электр тармактары менен электр энергиясын керектөөчүлөрдүн электромагниттик бирдиктүүлүгү сакталган учурда ГОСТ 32144-2013 тарабынан бекитилген чекке чейин ПКЭни тез арада жөнгө салуу мүмкүнчүлүгүн камсыз кылат.

РЕЗЮМЕ

диссертации Сариева Бактыбека Имангазиевича на тему «Разработка симметрирующего устройства в распределительных сетях 0,4 кВ» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве

Ключевые слова: несимметрия, симметрия, симметричные составляющие, прямая, обратная, нулевая и последовательсности, пороговое значение.

Работа посвящена разработке устройства симметрирования напряжения в распределительных сетях 0,4 кВ.

Цель работы: повышение качества электроэнергии путем снижения несимметрии напряжений с помощью симметрирующего устройства в распределительных сетях 0,4 кВ.

Результаты работы: создана математическая модель оценки параметров несимметрии напряжений в распределительных сетях 0,4 кВ; создана компьютерная модель симметрирующего устройства в распределительных сетях 0,4; разработано симметрирующее устройство для симметрирования однофазных потребителей в распределительных электрических сетях 0,4 кВ, обеспечивает следующие преимущества: высокую точность определения загруженности фаз сети и тем самым высокую точность симметрирования режима, быстродействие процесса переключения однофазных потребителей, повышенную надежность в работе устройства в процессе эксплуатации и достаточно малые весогабаритные показатели.

Полученные результаты могут быть широко использованы при симметрировании напряжения в распределительных сетях 0,4 кВ, что обеспечивает возможность проведения оперативной регулировки ПКЭ до норм, установленных ГОСТ 32144-2013, при соблюдении которых обеспечивается электромагнитная совместимость электрических сетей и потребителей электрической энергии.

SUMMERY

Sariev Baktybek`s theses on a subject: « Development of a balancing device in 0.4 kV distribution networks » on a degree of Candidate of Technical Sciences in the specialty 05.20.02- Electrotechnologies and electrical equipment in agriculture.

Keywords: asymmetry, symmetry, symmetric components, direct, inverse, zero and succession, threshold values.

Research object: The work is devoted to the development of a voltage balancing device in 0.4 kV distribution networks.

Research objective: development of a methodology and a comparative evaluation of the asymmetry parameters of voltages in 0.4 kV networks and the development of a voltage balancing device in 0.4 kV networks.

The creation of a mathematical model for estimating the asymmetry parameters of voltages in 0.4 kV distribution networks; creation of a computer model of a symmetrical device in distribution networks 0.4; the development of a symmetrical device for the symmetrization of single-phase consumers in 0.4 kV distribution networks in comparison with existing ones provides the following advantages: high accuracy in determining the network phase load and, thus, high accuracy of the symmetry of the regime, the speed of the switching process of single-phase consumers , increased reliability in the operation of the device in the process of operation and sufficiently small weight dimensions.

The obtained results can be widely used for voltage symmetry in 0.4 kV distribution networks, which makes it possible to carry out the operational adjustment of the SCE to the standards established by GOST 32144-2013, with observance of which electromagnetic compatibility of electrical networks and electric consumers energy.