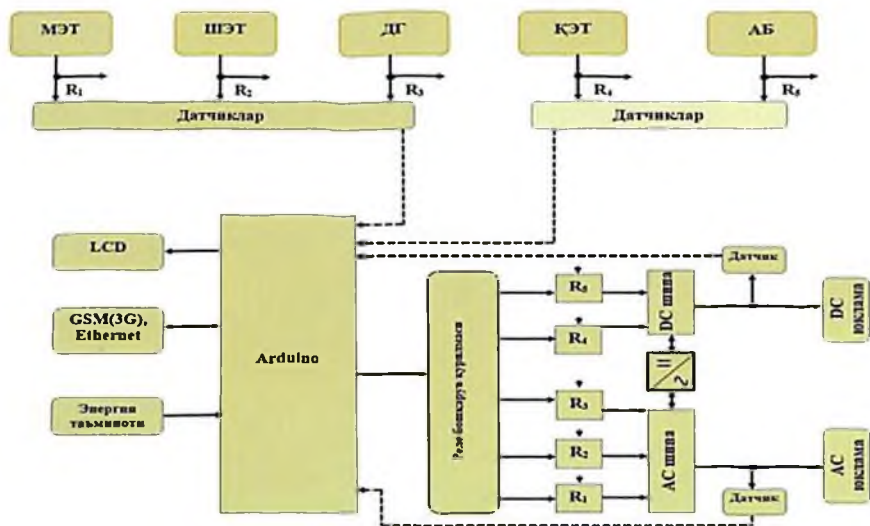


621.31
C52

И. Х. СИДДИКОВ, Х. Э. ХУЖАМатов
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ВА
АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ
ОБЪЕКТЛАРИНИНГ ЭНЕРГИЯ
ТАЪМИНОТИ МАНБАЛАРИ ВА
УЛАРНИ БОШҚАРУВИ



**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АХБОРОТ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВА КОММУНИКАЦИЯЛАРИНИ
РИВОЖЛАНТИРИШ ВАЗИРЛИГИ**

**МУҲАММАД АЛ-ХОРАЗМИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ
АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

И.Х. СИДДИКОВ, Х.Э. ХУЖАМАТОВ

**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ВА АХБОРОТ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ОБЪЕКТЛАРИНИНГ ЭНЕРГИЯ
ТАЪМИНОТИ МАНБАЛАРИ ВА УЛАРНИ БОШҚАРУВИ**

ТОШКЕНТ – 2021

УДК: 621.326

ББК: 621.398:007(075)

И.Х. Сиддиков, Х.Э. Хужаматов. Телекоммуникация ва ахборот технологиялари объектларининг энергия таъминоти манбалари ва уларни бошқаруви. (Монография). –Т.: «Nohol Print» ОК, 2021. – 136 бет.

ISBN 978–9943–7028–7–5

Монографияда телекоммуникация ва ахборот технологиялари объектларининг энергия таъминоти манбалари бошқарув ва назорат қурилмалари учун сигналларни ўзгартириш талабларидан келиб чиққан ҳолда, энергия таъминоти манбаларини бошқариш, мониторинг қилиш, энергияни режалаштириш ва манбаларни бошқарувини таъминловчи микроконтроллерлар учун бошқариш алгоритми, дастурий таъминотлари ва техник ечимларини ишлаб чиқишга бағишланган.

Монография техника олий ўқув юртлари талабалари, профессор-ўқитувчилар, докторантлар ва тадқиқотчилар учун мўлжалланган.

УДК: 621.326

ББК: 621.398:007(075)

Тақризчилар :

- Д.А.Давронбеков** – Муҳаммад ал-Ҳоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети “Мобил алоқа технологиялари” кафедраси профессори, т.ф.д.;
- И.У.Рахмонов** – И.Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети “Электр таъминоти” кафедраси мудири, PhD.

ISBN 978–9943–7028–7–5

© «Nohol Print» ОК nashriyoti, 2021.

КИРИШ

Жаҳонда телекоммуникация ва ахборот технологиялари тизимларини узлуксиз хизмат кўрсатишини таъминлашда уларнинг турли энергия таъминоти манбаларини қатъий алгоритм ва дастурий таъминотлар асосида бошқариш қурилмаларини такомиллаштиришга катта эътибор қаратилмоқда. Ушбу йўналишда, жумладан телекоммуникация тизимларини энергия билан таъминлашда барқарорлик, ишончлилиқ, турғунлик параметрларига боғлиқ бўлган энергия таъминотининг бошқариш алгоритм ва дастурий таъминоти, техник ҳамда ахборот-ўлчов воситаларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу борада ривожланган мамлакатларда, жумладан АҚШ, Буюк Британия, Германия, Дания, Голландия, Япония, Хитой ва Россияда қуёш, аккумулятор батареялари, дизель (газ) ва шамол генераторлари каби энергия манбаларининг бошқариш тизимларини ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланмоқда.

Телекоммуникация тизимларини турли манбалар орқали энергия таъминоти узлуксизлигини таъминловчи бошқарув воситалари ҳамда тизимларини такомиллаштиришга қаратилган қатор илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Ушбу соҳада, жумладан Smart Grid тизимларида, истеъмолчи ҳамда бошқарув ва назорат қурилмалари учун сигналларни ўзгартириш талабларидан келиб чиққан ҳолда, энергия таъминоти манбаларини бошқариш, мониторинг қилиш, энергияни режалаштириш ва манбаларни бошқарувини таъминловчи микроконтроллерлар учун бошқариш алгоритми, дастурий таъминотлари ва техник ечимларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Шу билан бирга IoT технологияси асосида телекоммуникация тизимларининг энергия таъминоти манбаларини бошқарув жараёнининг масофавий мониторинг қурилмасини ишлаб чиқиш долзарб ҳисобланмоқда.

Республикамизда телекоммуникация ва ахборот технологиялари соҳасини янада такомиллаштиришга, телекоммуникация тизимлари гибрид энергия таъминот манбаларини бошқарув тизимларини ишлаб чиқишга қаратилган кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... иқтисодиёт,

ижтимоий соҳа, бошқарув тизимига ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш, ... иқтисодиётда энергия ва ресурслар сарфини камайтириш, ... ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш» вазифалари белгиланган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш, жумладан телекоммуникация тизимлари гибрид энергия таъминот манбаларининг бошқариш жараёни имитацион моделини яратиш, бошқарувнинг адаптив жараёнини амалга оширишда қарор қабул қилишга тегишли бўлган бошқарув сигналларини шакллантирувчи ахборот-ўлчов воситаларини ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарув жараёнларини ташкил этиш таъминоти, уларда қўлланилаётган турли физик табиатли сигнал датчиклари (ўлчанаётган физик катталиқ (электр ток, кучланиш ва б.) ни узатиш, унга ишлов бериш ва қайд қилиш учун сигналга (электр сигнал) айлантириб берадиган восита) асосида узлуксиз ва ишончли энергия таъминоти муаммолари ечими, ток қийматига мос келувчи кучланиш кўринишдаги сигналларни қабул қилиш, ишлов бериш ва узатиш жараёнлари тадқиқи бўйича кенг қамровли илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Олиб борилган таҳлил натижалари шуни кўрсатдики, телекоммуникация тизимларининг энергия таъминоти манбаларини бошқарувида замонавий техника ва технологияларни комплекс қўллаш, бошқарув ва мониторинг учун зарурий сигналларни шакллантириш жараёнларини моделлаштириш ва алгоритмлаш, манбалар имкониятини аниқлаш датчикларини тузилмавий ва параметрик лойиҳалаш, уларнинг янги туркумларини ишлаб чиқиш ва амалиётга жорий этиш масалалари етарли даражада ўрганилмаган.

I БОБ. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТИЗИМЛАРИ ЭНЕРГИЯ ТАЪМИНОТИ МАНБАЛАРИ, УЛАРНИНГ БОШҚАРУВ ТИЗИМИ ДАТЧИК ВА ВОСИТАЛАРИ ТАҲЛИЛИ

§1.1. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминот манбаларини таҳлили

Ўзбекистон Республикасининг телекоммуникация тармоқлари давлатимизнинг барча иқтисодий секторларини барқарор ривожланиши учун хизмат қиладиган асосий тизимлардан бири ҳисобланади. Замонавий телекоммуникация тизимлари ҳар қандай масофага, берилган сифатли параметрлари билан, турли хабарларни узатишни таъминловчи турли хил техник воситаларнинг мураккаб мажмуасидан иборат [1, 2 -4].

Ҳозирги вақтга келиб янги рақамли автоматик телефон станциялари, мобил алоқа, кўп каналли зичлаштириш, маълумотларни узатиш тизимлари ва бошқа хизматлар жорий этилган бўлиб, ахборотларни узатиш ернинг сунъий йўлдошлари орқали амалга оширилмоқда. Ҳозирги кунда Ўзбекистон Республикасида ҳалқаро, ҳудудий, шаҳар ва қишлоқ телекоммуникация тармоқлари тўлиқ даражада рақамлаштирилган [2, 3, 93].

Шундан келиб чиқиб телекоммуникация тизимларининг замонавий электрон қурилмалари электр таъминоти манбаларига қатъий талабларни қўймоқда. Электр таъминоти манбалари алоқа қурилмаларини сифатли ва ишончли электр энергияси билан таъминлайдиган электр энергия датчикларининг турли қурилмаларини ўзига бирлаштиради. Компьютер тизимлари, ўлчов асбоблари, телекоммуникация қурилмалари ва тизимларининг таркибий қисми ҳисобланган электр таъминоти манбалари уларнинг ишлаш ишончилигини, материаллар сарфини ва бошқа қатор техник иқтисодий кўрсаткичларини белгилайди [2, 14, 15].

Телекоммуникация қурилмаларининг иш сифати кўп жиҳатдан электр энергияси манбаларининг ишончилиги орқали аниқланади. Электр таъминоти манбаи таъминот тармоғидаги авария ҳолатида ҳам алоқа қурилмаларининг узлуксиз ишлашини талаб этади [2, 8, 9].

Мамлакатнинг узоқ аҳоли пунктларини телекоммуникация тармоқлари, мобиль алоқа ва Интернет тармоғини билан

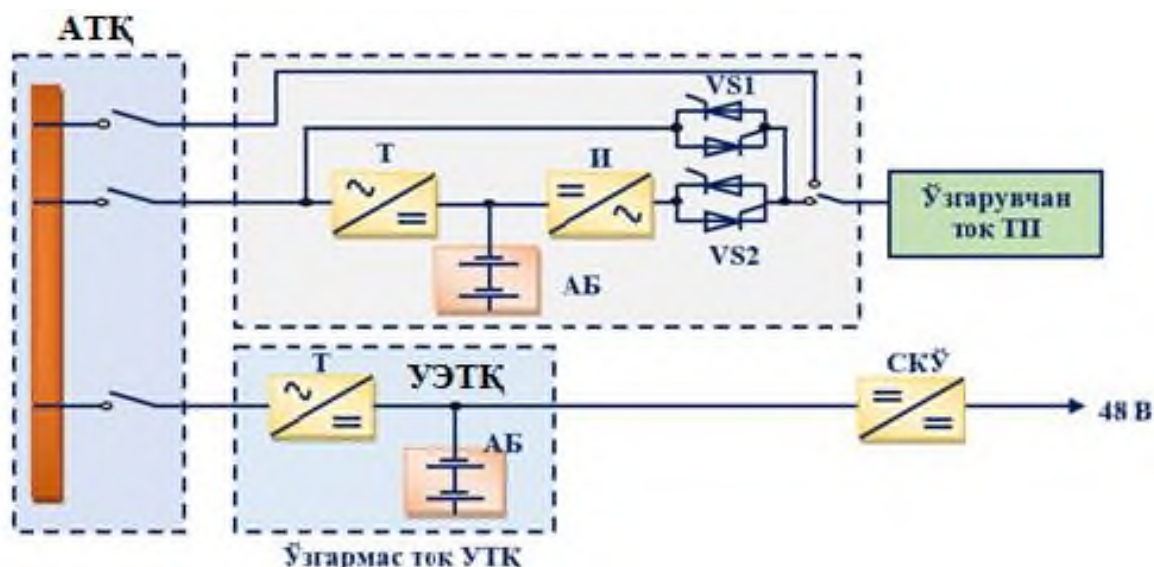
таъминлашда асосий муаммолардан бири бўлган узлуксиз энергия таъминоти хозирда долзарблигича қолмоқда [2, 5, 7, 13, 15, 16]. Телекоммуникация воситаларини энергия таъминоти қурилмаларининг ягона электралоқа тармоғи талабларининг яхлитлиги, ишлаш барқарорлиги ва хавфсизлигини таъминлаш мақсадида Ўзбекистон Республикасининг О`з DSt 3055:2016 «Телекоммуникациялар тармоқлари. Муассасавий АТСлар. Умумий техник талаблар ва назорат қилиш усуллари» давлат стандарти ишлаб чиқилган ва амалда жорий этилмоқда [3].

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти таркибига узлуксиз ўзгармас ва ўзгарувчан ток энергия таъминоти, кучланиш датчиклари ва стабилизаторлар, коммутацион қурилмалар, электр энергия таъминоти қурилмаларини ўзаро боғлайдиган токни тақсимлаш тармоқлари киради [2, 4, 5].

Телекоммуникация тизимларининг энергия таъминоти таркиби оддий ва авария режимларида ишлашга мўлжалланган бўлишини талаб этади. Оддий ишлаш режимида телекоммуникация қурилмаларига ўрнатилган меъёрларга мос келувчи сифатли электр энергия берилади, бунда энергия таъминлаш тизимлари қурилмалари хизмат кўрсатувчи шахснинг иштирокисиз ишлайди. Авария режимида эса телекоммуникация қурилмалари учун ўрнатилаган талабдаги сифатли электр энергия кафолатланмаганлиги сабабли, хизмат кўрсатувчи персоналнинг иштироки талаб этилади. Ишлаш жараёнида қайта тикланмайдиган шикастланишга (масалан, аккумулятор батареяларини рухсат этилган даражадан паст разрядланиши ёки меъёридан ортиқ зарядланиш) ёки хавфсизлик талабларини бузилишига мойил бўлган қурилмаларни автоматик узишни амалга ошириш керак бўлади [1-4, 8, 9].

Телекоммуникация объектлари энергия таъминоти тизимининг (ЭТТ) ўзгарувчан ток (АС) ва ўзгармас кучланишли (DC) (-48 В) электр энергиясини узлуксиз таъминланишини талаб қиладиган функционал тузилиш схемаси 1.1- расмда келтирилган. Ўзгарувчан ва ўзгамас ток манбаи таркибига тўғрилагич (Т), инвертор (И), аккумулятор батареяси (АБ) ва узлуксиз энергия таъминоти қурилмасини (УЭТҚ) ўзгарувчан ток тармоғига улаш ва аксинча қайта улаш қурилмаси киради. Ўзгарувчан ток юкламалари УЭТҚга тақсимлаш панели (ТП) орқали уланади. УЭТҚнинг ўзи

автоматик узгич орқали телекоммуникация объектнинг электр қурилмаларини асосий тақсимлаш қутисига (АТҚ) улайди [1, 4, 6].



1.1- расм. Телекоммуникация объектлари ЭТТнинг функционал тузилиш схемаси

Телекоммуникация объектларининг ЭТТи ўзгармас токининг асосий элементлари тўғрилаш қурилмаси ва унинг чиқишига уланган АБдан иборат бўлади. – 48, 60 В кучланишли электр энергиясини талаб қиладиган телекоммуникация қурилмаси стабиллайдиган кучланиш ўзгарткичи (СКЎ) орқали уланади [1 - 9].

Телекоммуникация воситаларининг электр энергия таъминоти қурилмаларига ташқи ЭТТлари манбаларидан энергия берилса, уларнинг кириш параметрлари 1.1-жадвалда келтирилган талабларга мос келадиган меъёрларда ишлаши талаб этилади.

1.1-жадвал

Телекоммуникация объектлари ташқи энергия таъминоти манбаларининг параметрлари

Катталик ва параметрнинг номи	Чегаравий оғиш
Номинал кучланиш, $U_{ном}$, В	220/380 (230/400)
Номинал частота, Гц	50
Кучланишнинг номинал қийматдан ўрнатилган оғиши, %, дан катта эмас	+10 -15

Кучланишнинг ўтиш оғиши, %, дан катта эмас	±40
Кучланишнинг ўтиш оғиши давомийлиги, с, дан катта эмас	3
Вақтинчалик кучланишнинг йўқолиши, мс, дан катта эмас	10
Частотанинг номинал қийматдан ўрнатилган оғиши, %, дан катта эмас	±5
Кучланиш эгрилиги синусоидаллигининг бузилиш коэффициенти, %, дан катта эмас	10
Кучланишнинг нобаланслиги коэффициенти, %, дан катта эмас	5
Кучланиш импульси: Импульсли кучланиш, В, дан катта эмас Импульснинг давомийлиги (0,5 амплитуда даражасида), мкс, дан катта эмас	1,8 $U_{ном}$ 1300
Кучланиш импульси: Импульсли кучланиш, В, дан катта эмас Импульснинг давомийлиги, мкс, дан катта эмас	2000 50

Барча ўзгармас ток УЭТҚларининг чиқишида электр энергия сифатини таъминлаш керак бўлади, уларнинг параметрлари, шунингдек чиқишдаги 12, 24, 48 ва 60 номинал қийматлари сифат кўрсаткичлари 1.2-жадвалда келтирилган [1, 2].

1.2-жадвал

Телекоммуникация объектлари узлуксиз ўзгармас ток энергияси таъминоти манбаларининг параметрлари

Параметрнинг номи	Чегаравий оғиш
Номинал кучланиш, $U_{ном}$, В	12, 24, 48 ёки 60
Кучланишнинг номинал қийматдан ўрнатилган оғиши, В, дан катта эмас:	
12	+3 -2
24	+4 -3,6
48	+9

	-7,5
Параметрнинг номи	Чегаравий оғиш
Гармоник ташкил этувчилар кучланишлари пульсацияларининг таъсир этувчи қиймати, мВ, дан катта эмас: 300 Гцгача частоталар дивазонида 300 дан 150 кГцгача	50 7
25 дан 150 кГцгача частоталар дивазонида гармоник ташкил этувчилар йиғиндиси кучланишлари пульсацияларининг таъсир этувчи қиймати, мВ, дан катта эмас	50
Пульсациянинг психофотриқ қиймати, мВ, дан катта эмас	2
аккумуляторлар батареясининг уланиши нуқтасидаги кучланишнинг ўрнатилган оғиши, %, дан катта эмас	±1
Юкламанинг 5 дан 100 %гача номинал қийматидан сакрашсимон ўзгаришида кучланишнинг ўтиш оғиши, %, дан катта эмас	±20
Ўтиш жараёни вақти, с, дан катта эмас	0,1

Ўзгарувчан ток қурилмалари нозизиқли истеъмол токи амплитуда коэффициенти 2,5 дан кам бўлмаган юклама билан, шунингдек қувват коэффициенти 0,8...1,0 чегараларда ўзгариши мумкин бўлган индуктив ёки сиғим характердаги юклама билан ишлашга мўлжалланаган бўлиш керак [3, 6].

Ўзгарувчан ток УЭТҚ чиқишидаги параметрлар эса 1.3-жадвалда келтирилган талабларга мос келадиган электр энергия сифатини таъминлаши талаб этилади [1, 2].

1.3-жадвал

Телекоммуникация объектлари узлуксиз ўзгарувчан ток энергияси таъминоти манбаларининг параметрлари

Параметрнинг номи	Чегаравий оғиш
Номинал кучланиш, $U_{ном}$, В	220/380 (230/400)
Номинал частота, Гц	50

Параметрнинг номи	Чегаравий оғиш
Кучланишнинг номинал қийматдан ўрнатилган оғиши, %, дан катта эмас:	
10 до 100%гача қувватда симметрик юклама ўзгарганида	±5,0
10 до 100%гача қувват диапазонидаги ўзгармас симметрик юкламада	±1,0
Симметрик юклама ўзгарганида кучланишнинг ўтиш оғиши:	
100% қувватда, %, дан катта эмас	±20
кучланишнинг қайта тикланиши вақти, с, дан катта эмас	3
50% қувватда, %, дан катта эмас	±10
кучланишнинг қайта тикланиши вақти, с, дан катта эмас	2
Параметрнинг номи	Чегаравий оғиш
10 до 100%гача қувват диапазонидаги ўзгармас симметрик юкламада частотанинг номинал қийматдан ўрнатилган оғиши, %, дан катта эмас	±1,0
100% қувватдаги симметрик юкламанинг ўзгаришида частотанинг ўтиш оғиши, %, дан катта эмас	
частотанинг қайта тикланиши вақти, с, дан катта эмас	±10 5
Кучланиш эгрилиги синусоидаллигининг бузилиш коэффициенти, %, дан катта эмас	10
Кучланишнинг нобаланслиги коэффициенти, %, дан катта эмас	10

Ўзгарувчан ва ўзгармас ток узлуксиз электр энергияси таъминоти қурилмалари учун қатор техник талаблар мавжуд бўлиб, уларга қурилмаларнинг электромагнит адаптивлиги, ишончлилиги ва хавфсизлиги, шунингдек иқлим омиллари таъсири талабларини ўз ичига олади.

Марказлашган энергия таъминот манбаи.
Телекоммуникация қурилмаларини белгиланган режимларида

нормал ишлашини таъминлаш учун, бирламчи электр таъминоти тармоғига улаш ва унинг ўзгарувчан кучланишини турли меъёрлардаги ўзгарувчан ёки ўзгармас ток кучланишларига ўзгартириб берадиган иккиламчи электр таъминоти манбалари орқали амалга оширилади [1, 2].

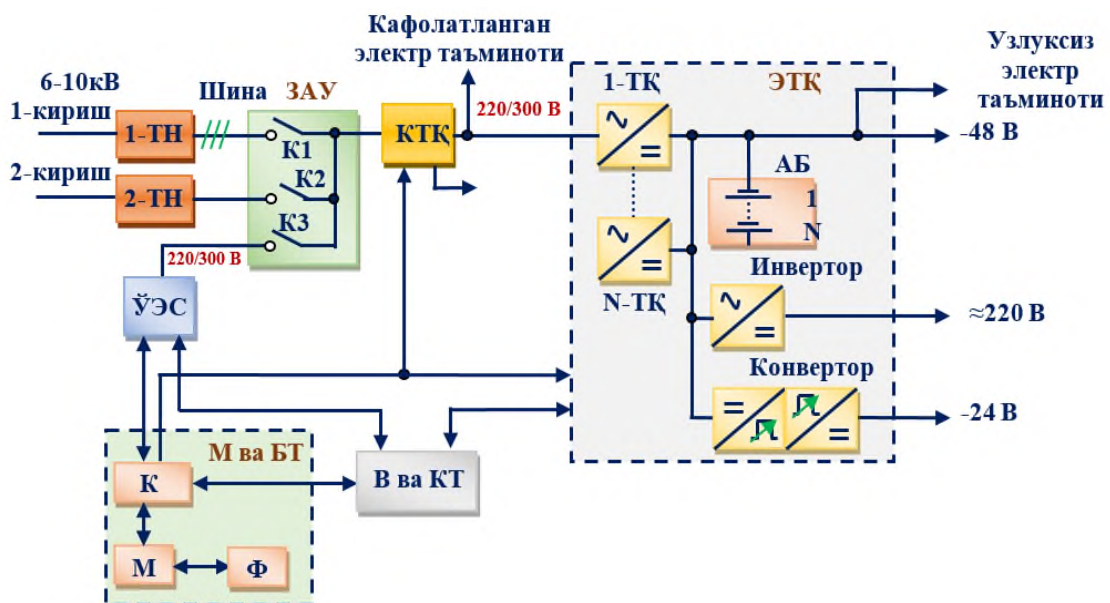
Телекоммуникация қурилмаларини марказлашган энергия таъминотини тузилиш схемаси 1.2- расмда келтирилган [1, 4].

Тузилиш схема қуйидаги қурилмаларни ўз ичига олади:

1) трансформатор нимстанциялари (1-ТН ва 2-ТН); 2) ўз электр станцияси (ЎЭС); 3) захирани автоматик улаш (ЗАУ) қурилмаси; 4) ўзгарувчан ток киритиш-тақсимлаш қутиси (КТҚ); 5) электр таъминоти қурилмаси (ЭТҚ); 6) вентиляция ва кондиционерлаш тизими (В ва КТ); 7) ёритиш электр тармоғи; 8) мониторинг ва бошқариш тизими (М ва БТ).

Захиранинг автоматик улаш (ЗАУ) қурилмаси 1-киришдаги энергия таъминоти узилиб, ҳамда 1-киришда кучланиш бўлмаганида 2-киришдаги (захира) юкларни таъминлайдиган электр таъминоти манбаларини уланишини бошқаради [2, 4, 8, 9].

Ҳар иккала киришда кучланиш бўлмаганида захира энергия таъминоти манбасини улаш амалга оширилади. Телекоммуникация ва ахборот технологиялари корхоналарида узлуксиз энергия таъминоти учун захира энергия таъминоти манбаси сифатида дизел генераторлари (ДГ) ва ўз электр станциялари ишлатилади [1 - 9].

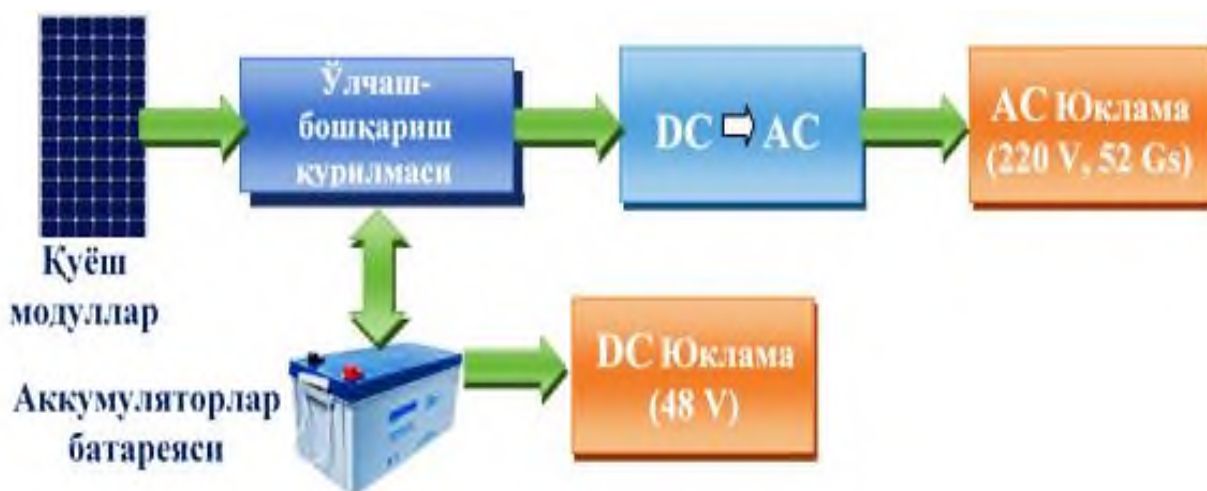


1.2- расм. Телекоммуникация қурилмаларини марказлашган энергия таъминоти тузилиш схемаси

Мониторинг ва бошқариш тизими (М ва БТ) ЭТТнинг ҳолатини масофадан назорат қилиш ва бошқаришни амалга оширади. Бошқариш тизими билан бундай алоқа имконияти ҳаражатларни, фойдаланиш ва хизмат кўрсатишдаги кечикишларни камайтиради [1, 4, 8].

Қуёш энергия таъминот манбаи. Қуёш энергия таъминоти манбаси қуёшдан келаётган ёруғлик энергиясини электр энергиясига ўзгартиради [19]. Қуёш энергия таъминоти манбалари томонидан ишлаб чиқилган энергия телекоммуникация қурилмаларини энергия билан таъминлаш билан бир қаторда аккумулятор батареяларини ҳам зарядлайди. Ўлчаш бошқариш қурилмаси ёрдамида аккумуляторнинг заряд ва разряд жараёнлари назорат қилиб турилади. Ўзгарувчан ток истемол қиладиган телекоммуникация қурилмалари инвертор орқали ва ўзгармас ток истемол қиладигани тўғридан-тўғри аккумулятор батареяларига уланади [5, 7, 80, 83].

Қуёш энергия таъминоти тизимлари учта асосий On-grid, Off-grid ва Hybrid турларига бўлинади. Ҳозирга кунда Республика телекоммуникация тизимлари энергия таъминотида On-grid, Off-grid ва Hybrid турларидага қуёш энергия таъминоти манбалари кенг қўлланиб келинмоқда. Off-grid туридаги энергия таъминоти манбаларининг тузилиш схемаси 1.3-расмда келтирилган [7, 52].

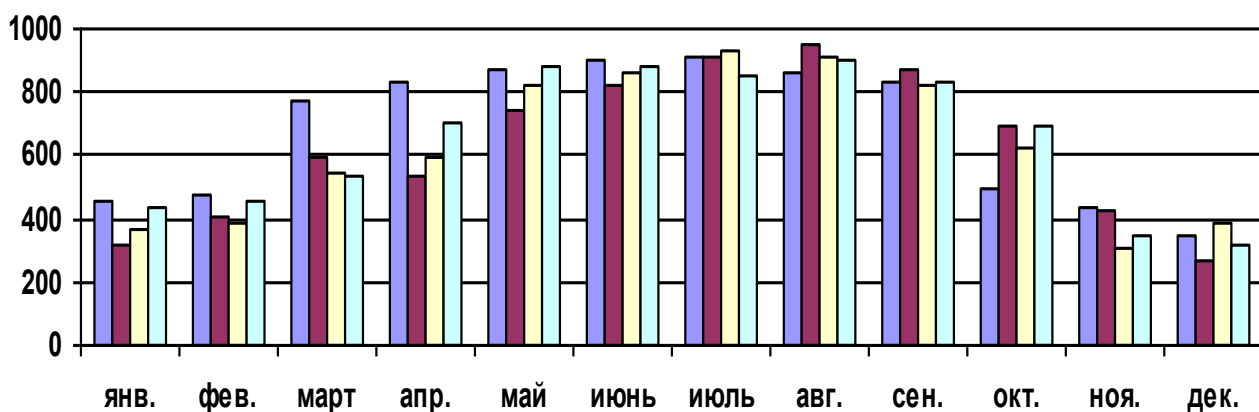


1.3-расм. Off-grid туридаги қуёш энергия таъминоти манбаси тузилиши

бу ерда DC→AC ўзгармас токни ўзгарувчан токга ўзгартирувчи инвертор; DC юклама (48, 60 V) - телекоммуникация қурилмаларини ўзгармас ток юкламаси; AC юклама (220 V, 50 Gs) -

телекоммуникация қурилмаларини ўзгарувчан ток юкламаси.

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминотида илмий изланишлар Off-grid туридаги қуёш энергия таъминоти манбаларини ойлар кесимида ишлаб чиқарган энергиясининг миқдори 1.4- расмда келтирилган.



1.4-расм. Телекоммуникация тизимлари қуёш манбалари томонидан ишлаб чиқарилган энергия гистограммаси

Йилнинг апрель-сентябр ойларида бошқа ойларга нисбатан қуёш энергия таъминоти манбаларидан фойдаланиш самарали ҳисобланиб, йилнинг бошқа ойларида телекоммуникация қурилмаларини узлуксиз энергия билан таъминлашда ойларга нисбатан 2-3 марта кўпроқ қуёш энергия таъминоти манбаларини ишлатишни талаб этади. Бу эса ўз навбатида техник сарф ҳаражатларни ортиши ҳамда қурилмаларни узлуксиз ишлашини таъминлай олмаслигига олиб келади [5, 7, 13-18].

Шамол энергия таъминот манбаи. Республикамизнинг географик жойлашиши ва атмосферанинг ер усти қатламида бўлиб ўтадиган мураккаб иқлим жараёнлари туфайли шамол энергияси мавсумий характерга эга ҳисобланади. Республика бўйича шамол оқимининг ўртача солиштирма қуввати $84,0 \text{ Вт/м}^2$ га тенг, бўлиб ушбу кўрсаткич Андижон вилоятида $20,0 \text{ Вт/м}^2$ дан Навоий вилоятида $104,0 \text{ Вт/м}^2$ гача ўзгаради [11, 12, 13].

Ўзбекистон Республикасининг 2017 - 2021 йилларга мўлжалланган энергетик дастурида қайта тикланувчан энергия манбалари ресурслари аниқланган ва улардан фойдаланишда Ўзбекистон иқлим шароитидаги станцияларда шамолнинг тезлиги

йилига 2,22 млн т.н.эни ташкил этади ва шамол энергияси айланма потенциалини аниқлайди [11, 12, 14, 16].

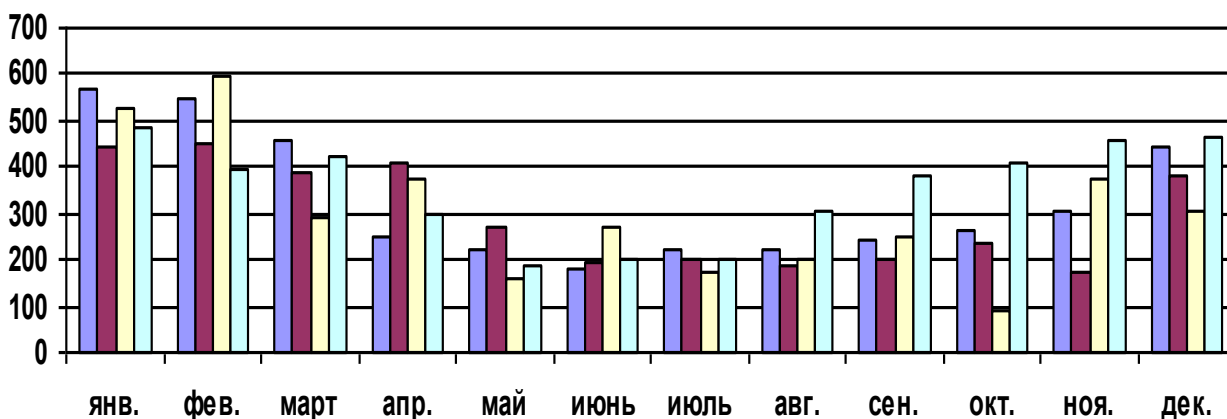
Телекоммуникация тизимлари энергия таъминотида ишлатилаётган автоном шамол энергия таъминоти манбаларининг тузилиш схемаси 1.5-расмда келтирилган.



1.5-расм. Шамол энергия таъминоти манбаининг тузилиш схемаси

Шамол энергия таъминоти манбаларидан аралаш ҳамда автоном шаклда фойдаланиш мумкин. 1.5-расмда келтирилган автоном шамол энергия таъминоти манбаси шамол энергиясини электр энергиясига ўзгартиради [5, 67 -75, 102,].

Автоном қуёш энергия таъминоти манбалари орқали йилларнинг ойлари кесимида ишлаб чиқарган энергиясининг миқдори 1.6- расмда келтирилган.



1.6- расм. Телекоммуникация тизимлари шамол манбалари томонидан ишлаб чиқарилган энергия гистограммаси

Республикамиз ҳудудларида йилнинг январ, феврал, март, апрел ҳамда октябр, ноябр ва декабр ойларида нисбатан шамол бошқа манбаларидан фойдаланиш самарали ҳисобланиб, йилнинг ойларида телекоммуникация қурилмаларини узлуксиз энергия билан таъминлашда бошқа ойларга нисбатан 2-3 марта кўпроқ шамол манбаларини ишлатишни талаб этади.

Дизель - генераторли энергия таъминот манбаи. Автоном энергия таъминотини узлуксиз ишлаши учун электр станциялар бозорининг унча катта бўлмаган улушини дизель генераторлари эгалламоқда [13, 15, 20].

Дизелли генераторлар орасида ўрта қувватли агрегатлар кенг қўлланиб, уларнинг фойдали иш коэффиценти 35% гачани ташкил этади (турбо ҳайдаш ишлатилганида 44% гача етади). Дизел генераторлар паст айланишли ҳисобланиб ва двигател валидаги катта айлантириш даражаси билан характерланади. Дизел генераторларнинг мажбурий ўт олдиришли двигателлардан фарқли равишда қўшимча афзалликларидан бири бу ишлаш учун электр токини талаб қилмаслигидир. Корхоналар одатда қурилмаларнинг ишлаш ишончилигини ошириш учун авария энергия таъминоти тизимини қуришда дизель-генератор станцияси (ДГС) ва ўзағрувчан ток статик СБЭПни инобатга олиши керак [13, 15].

Шундай қилиб, республикамизнинг географик иқлимидан келиб чиққан ҳолада, қуёш ва шамол энергия таъминот манбалари орқали телекоммуникация тизимларини узлуксиз энергия билан таъминлашда асосий масалалардан бири бу қуёш ва шамол энергия таъминоти манбалари тизимини комплекс тадқиқ қилиш, йилнинг фасллари ва ойлари бўйича энергияга эҳтиёжини режалаштириш ва параметрларини оптималлаштириш масаласи ҳисобланади.

Энергия таъминоти тизимларининг ўзига хос хусусиятлари. Ўзгармас ва ўзағрувчан ток энергиясини улуксиз берилишини талаб қиладиган телекоммуникация қурилмалари энергия таъминотида қиммат элемент ҳисобланадиган аккумулятор батареяларига эга бўлиш зарурати вужудга келади. Шунинг учун ҳозирги вақтда алоқа объектларида инверторлар тизими билан жихозланган ўзгармас ток УЭТҚлари кенг қўлланилади. Инверторлар тизими таркибига кучланиши синусоидал шаклдаги бир фазали ўзағрувчан токни ишлаб чиқарадиган инверторлар, статик байпас, инверторлар тизимига хизмат кўрсатиш байпаси ва тақсимлаш қурилмаси киради [1, 4, 6, 8].

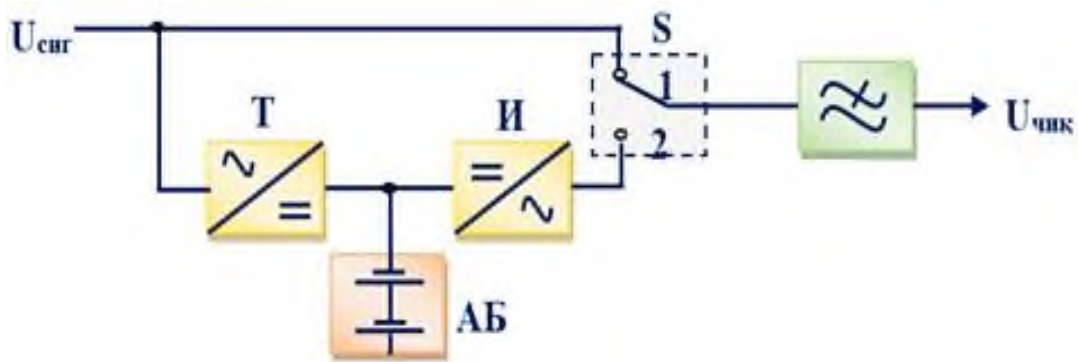
Бунда бошқариш схемаси муҳим восита бўлиб, у алоҳида инверторлар чиқиш кучланишларининг частоталарини ўзгарувчан ток тармоғи частотаси билан ўзаро синхронлашни таъминлайди, бу қурилмаларнинг энергия таъминотини узлуксиз равишда инверторлардан тармоққа ва тескари ўтказишни таъминлашга имкон беради [1, 4].

Узлуксиз ўзгармас ток энергия таъминоти тизими деганда ўзгармас ток энергиясини алоқа қурилмаларига ишончли ва узлуксиз берилишини таъминлаш мақсадида бирлаштирилган ЭТТ, УЭТҚ ва токни тақсимлаш тармоқлари кўзда тутилади [1, 3, 4]. Бундай тизимларининг юқори ишончилиги зарур аккумуляторлар захирасининг қўлланиши, элементларнинг ишончилиги ҳамда УЭТҚдаги кўп сонли модуллар ва уларни “тезкор” алмаштирилиши ҳисобига таъминланади [6, 8].

Ўзбекистон Республикаси давлат стандарти бўйича телекоммуникация тизимлари электр таъминотида узлуксиз зарядланадиган аккумулятор батареяларига эга ўзгармас ток УЭТҚлари - буфер ЭТТлар кенг қўлланилади [3]. Бундай УЭТҚларнинг (буфер тизимларнинг) ўзига хос хусусияти тўғрилагичлар, аккумулятор батареялари ва юклама чиқиш учларини битта нуқтага бирлаштириш ҳисобланади [1, 8, 9].

Телекоммуникация қурилмалари комплексига ўзгарувчан ток электр энергияси асосида ишлайдиган қурилмалар ҳам киради. Ўзгарувчан ток тармоқларининг нисбатан паст ишончилиги ва сифат даражасининг Ўзбекистон Республикаси давлат стандарти талабларини қониқтирмаслиги ўзгарувчан ток тармоғидан тўғридан-тўғри компьютерлар ва серверларнинг электр таъминотини амалга ошириш имконини бермайди. Бу ҳолда одатда кафолатланган ёки узлуксиз ўзгарувчан ток энергия таъминоти қурилмалари қўлланилади. Ҳозирги вақтда икки турдаги «off-line» ва «on-line» тизимлар кенг қўлланилмоқда [1, 2, 3, 5, 8].

«Off-line» тизими қурилмасининг функционал схемаси 1.7-расмда келтирилган. Тизимнинг нормал ишлаш режимида алоқа тизими электр юкласини ($U_{\text{сиг}} \rightarrow U_{\text{чик}}$) ўзгарувчан ток тармоғидан силлиқловчи филтр орқали олади (коммутация қурилмасининг S қайта улагичи 1-ҳолатда бўлганида), Т тўғрилаш қурилмаси эса аккумулятор батареяларининг узлуксиз зарядланишини таъминлайди.



1.7- расм. «Off-line» тизими қурилмасининг функционал схемаси

Бунда, тармоқдаги энергия сифати ёмонлашганда аккумулятор батареялари орқали энергия билан таъминлаш амалга оширилади, бу эса ўз навбатида унинг хизмат муддатини кескин камайтиради. Бундай кафолатланган таъминот қурилмасининг (КТҚ) афзаллиги унинг оддийлиги ва нархининг пастлиги ҳисобланади [1, 3, 4, 6, 8].

§1.2. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларининг бошқарув усулларини таҳлили

Сўнги йилларда Республикамизнинг телекоммуникация тизимларини узлуксиз энергия таъминоти билан таъминлаш учун қайта тикланувчи энергия манбалари (ҚТЭМ) асосидаги энергетик тизимларни қўллаш бўйича кўп сонли ишланмалар ишлаб чиқилмоқда [5, 7, 13-19, 77, 80, 83]. Ушбу ишланмалар асосидаги энергия таъминоти манбалари марказлашган энергия таъминотидан узоқда ёки қурилиши қийин бўлган ҳудудларда жойлашган телекоммуникация тизимларини, масалан, алоқа базавий станциялари, гидрометеорологик станциялар, истеъмол қуввати унча катта бўлмаган объектлар ва бошқа соҳаларнинг автоном энергия таъминотида кенг қўлланилмоқда [5, 7, 67-75, 80, 83].

Телекоммуникация тизимлари учун энергия таъминоти яхши хусусиятларни ўз ичига олган бўлиб, қурилмаларни 1кВт дан бир неча юзлаб киловатгача қувватли энергия билан таъминлаш имконини беради. Энергия таъминотидан энергия истеъмоли унча катта бўлмаган тизимларда (марказлашган энергия таъминоти - (МЭТ)) ва автоном электр энергия таъминотига асосланган энергетик тизимларда фойдаланиш мумкин. Бундан ташқари энергия таъминоти манбаларидан қурилмаларни энергия билан таъминлаш билан бир қаторда, марказлашган энергия таъминоти

тармоқларидаги аварияли узилишларда захира энергия таъминоти вазибаларини бажаришда ҳам фойдаланиш мумкин [5, 13, 15, 67, 70, 80, 83].

Энергия таъминоти манбаи ўз ичига, марказлашган энергия таъминоти ва бир неча турдаги қайта тикланувчи энергия манбаларини (қуёш энергия таъминоти (ҚЭТ), мини-ГЭС, шамол энергия таъминоти (ШЭТ) ва энергияни йиғиш аккумулятор батареялари - (АБ)) олади.

Энергия таъминоти манбалари таркибига юқорида кўрсатилганлардан ташқари иссиқлик энергия манбалари (биогаз қурилмалари, қуёш иссиқлик коллекторлари) ва авария жараёнларида захира таъминоти сифатида фойдаланиладиган органик ёнилғили манбалар (дизель-генераторлар - (ДГ)) киради. Энергия таъминот манбалари технологик конфигурациялари бўйича тармоқдаги кучланишлари ўзгармас, ўзгарувчан ёки аралаш ток линиялари турларига таснифланиши мумкин [5, 15, 18, 80, 83]. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминотининг ўзгармас ток схемаси 1.8- расмда келтирилган.



1.8- расм. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминотининг ўзгармас ток схемаси

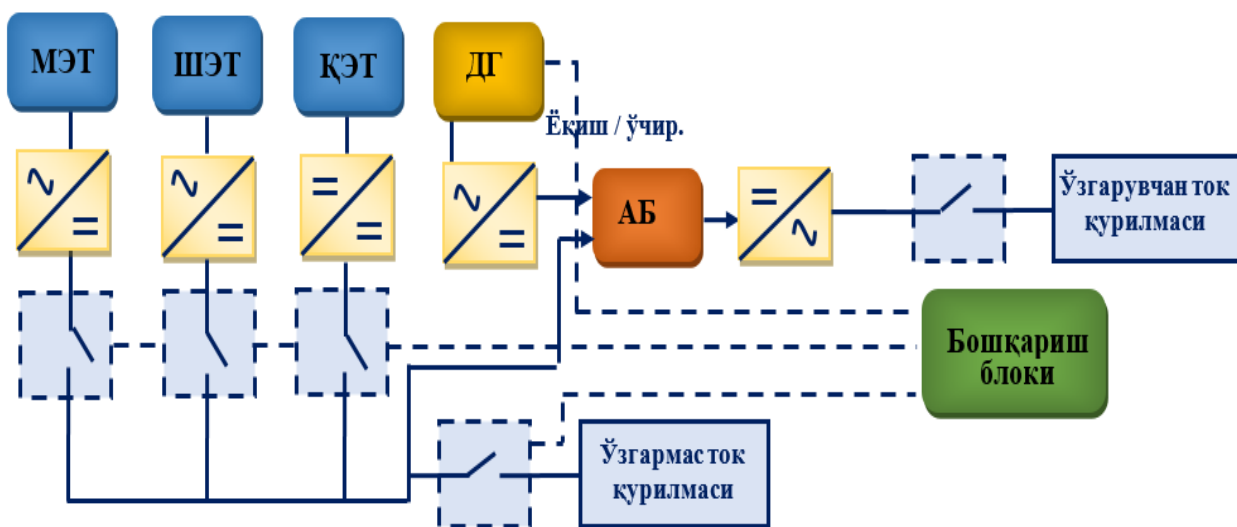
1.8 - расмдан кўриниб турибдики, электр энергияни ишлаб чиқарувчи манбаларнинг барча компонентлари ўзгармас ток линиялари билан ўзаро боғланган бўлиб, улар орқали аккумулятор батареялари зарядланади. АБни ишлаш муддатларини узайтириш учун ўта зарядланиш ёки тўлиқ зарядсизланишдан химояловчи назоратчига ёки микропроцессорлар блокига (МПБ) эга бўлиш керак.

Бунда линияларнинг бир-бири билан мослигини таъминлаш мақсадида, ўзгарувчан ток манбалари (МЭТ, ШЭТ, ДГ) кучланишлари конверторлар ёрдамида ўзгармас токка ўзгартирилади. Агар телекоммуникация тизимлари қурилмалари ўзгармас токни истеъмол қилса, у ҳолда қурилмага ўзгармас ток узатилади. Агар қурилмалар ўзгарувчан ток истеъмолини талаб қилса, у ҳолда қурилмалар инвертор орқали электр энергия билан таъминланади.

Схемага биноан асосий кучланиш манбалари ўзгарувчан ток линияси билан тўғридан-тўғри ёки қурилмалар талаб қиладиган даражадаги ўзгарувчан ток қийматини таъминлаш учун қўшимча конверторлар орқали уланиши мумкин.

Ҳар иккала ҳолларда ҳам икки йўналишли инвертор аккумуляторларни зарядлашни ҳамда аккумуляторлардан ўзгарувчан ток қурилмаларини энергия билан таъминлашни назорат қилади. Энергия манбаларини лойиҳалаштириш ва ишлатишдаги энг муҳим муаммолардан бири, бу қайта тикланувчи энергия манбалари ишлаб чиқарадиган қувват қийматини доимий ўзгарувчанлик муаммоси ҳисобланади [5, 15, 16-19, 21, 67, 77, 80, 83].

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбалари ўзига ҳос ишлаш хусусиятларидан келиб чиқиб, кетма-кет, қайта уланадиган ва параллел тизимларга таснифланади (1.9- расм) [5, 15, 67, 79, 83].

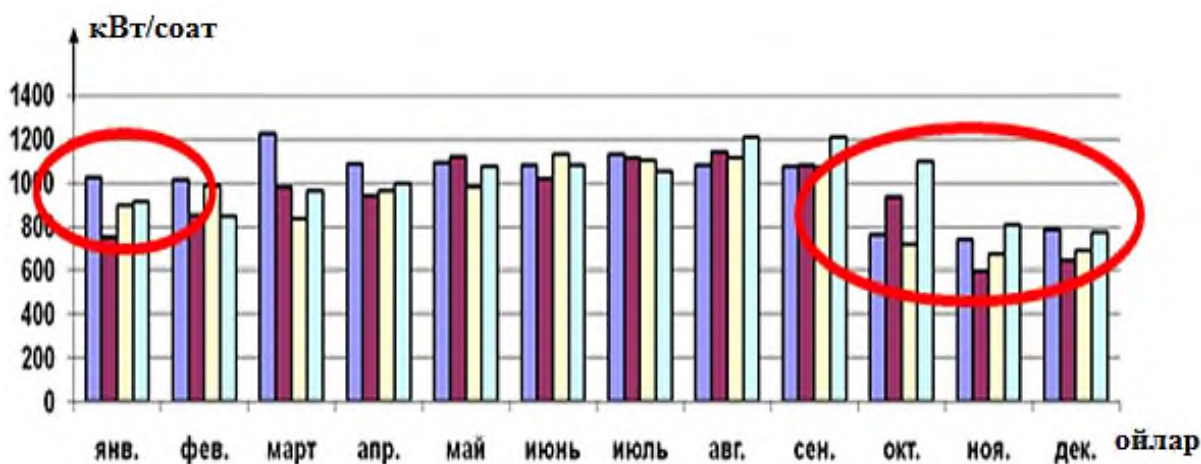


1.9- расм. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларининг кетма - кет уланиш схемаси

1.9-расмдаги кетма-кет уланиш схемасида аккумуляторлар куёш электр станциялари орқали ёки ўзгармас ток ДГлари ёрдамида энергия билан таъминланади. Электр энергияси аккумуляторлардан ўзгарувчан ток қурилмаларига инвертор орқали узатилади.

Бу тизимда аккумуляторларнинг зарядланиши контроллер орқали назорат қилинади ҳамда ДГларни ёқиш ва ўчириш қўл орқали ёки автоматик бошқариш датчики ёрдамида амалга оширилиши мумкин. Тизимнинг кетма-кет уланиш схемаси бошқаларига нисбатан оддий бўлганлиги сабабли бугунги кунда кенг қўлланилмоқда.

Телекоммуникация тизимларидаги мавжуд энергия таъминоти манбаларининг ишлаб чиқарган энергияси миқдори 1.10-расмда келтирилган. Илмий изланишлар натижаларидан кўриниб турибдики автоном энергия манбаларидан фойдаланилганда ҳамда узлуксиз энергия билан таъминлашда йилнинг фаслларини инобатга олган ҳолда бир қанча муаммоларга дуч келинади [5, 15, 13].



1.10-расм. Телекоммуникация тизимлари куёш-шамол энергия таъминоти манбалари томонидан ишлаб чиқарилган энергия гистограммаси

Тахлиллардан кўриниб турибдики, ШЭС, ҚЭС ёки АБлардан фойдаланганда, фақатгина энергия ўзгарткич ва электр токи параметрларини стандарт қийматларга ўзгартириш қурилмаларини ўз ичига олган минимал таркибли электр энерия манбалари схемаларидан фойдаланиш истеъмолчини сифатли ва кафолатлаган ўзгармас электр токи билан таъминлай олмайди. Автоном

истемолчини узлуксиз ва сифатли энергия билан таъминлаш учун бирламчи энергия манбаи сифатида қайта тикланувчи энергия таъминоти ва АБ энергиясидан фойдаланадиган энергетик комплекс тизимлар ёки бошқариладиган энергия таъминоти манбаларининг қўлланиши масаланинг асосий ечими ҳисобланади [13, 15, 26, 29].

Ҳозирда телекоммуникация қурилмаларини узлуксиз ва сифатли энергия билан таъминлаш учун электр тармоқлари Smart Grid (Ақлли тармоқ) тизимларига ўзгартирилмоқда. Бу эса ўз навбатида кўплаб муаммоларни ечилишига, хусусан бир томонлама ахборот тизими, энергия сарфи назорати, ортиб бораётган энергия талаби, ишончлилик ва хавсизликни таъминлашга олиб келади. Smart Grid тизимлари энергия таъминоти манбалари мониторинги, ишлаш жараёни таҳлили, энергияни режалаштириш ва манбаларни истемолчи талабларига боғлиқ ҳолда бошқариш каби имкониятларни тақдим этади. Smart Grid тизимларида келтирилган вазифаларни бажариш, қурилмаларни бир-бири билан боғланишни автоматлаштириш, тармоқ функцияларини қўллаб-қуватлаш маълумотларни узатиш ва қайта ишлаш IoT технологиялари асосида амалга оширилади.

IoT технологияси асосида (сенсорлар, микроконтроллер, активатор, ақилли ҳисоблагичлар) телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларининг бошқарув тизимини ташкил қилиш билан бирга, энергия манбаини доимий мониторинг қилиш, энергияни тежаш ва масофадан туриб турли вазифаларни бажариш, масалан, носоз ҳолга келган жиҳозни тармоқдан узиш ёки қўшиш, авария ҳолатларида тегишли идораларга ўз вақтида хабар бериш, энергия ресурси тугаб қолганида қурилмаларни энг кам энергия сарфлаш ҳолатига ўтказиш чора тадбирларини амалга ошириш мумкин.

Ананавий ва ақилли (Smart Grids) тармоқларни асосий вазифаларини солиштирма таҳлили 1.4- жадвалда келтирилган.

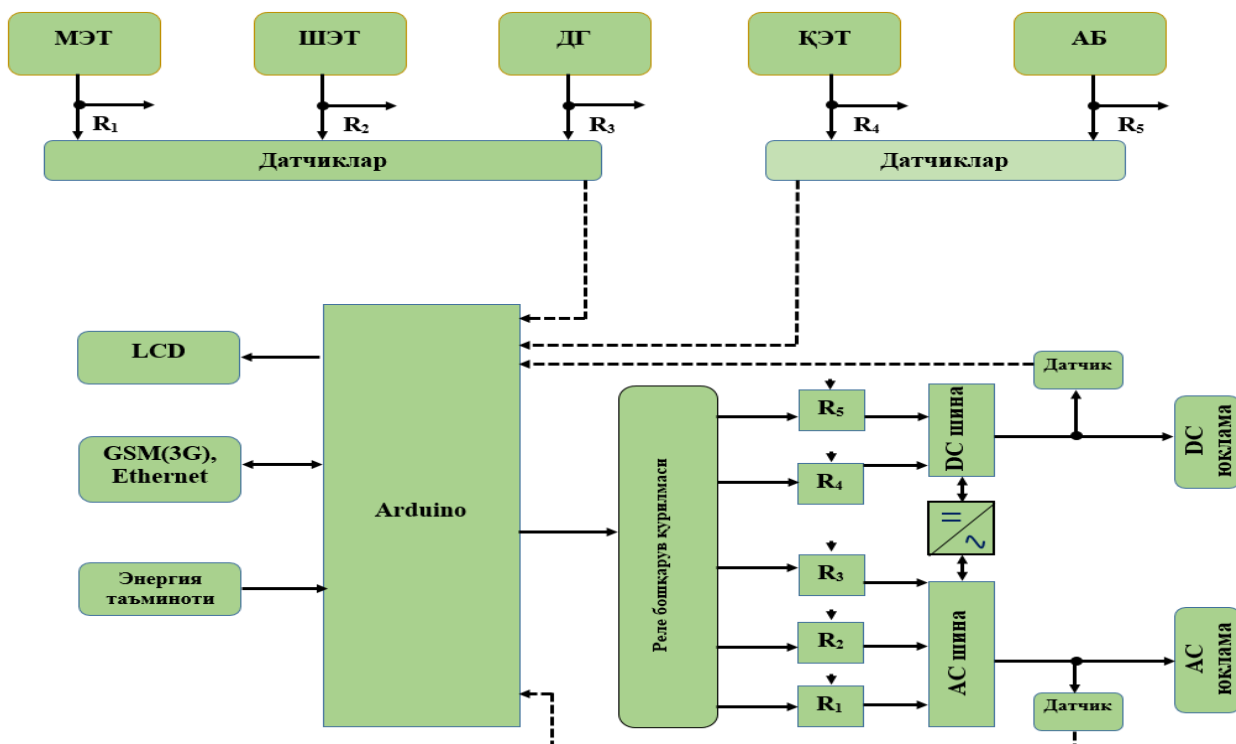
1.4-жадвал.

Ананавий тармоқ	Ақлли тармоқ (Smart Grids)
Бир томонлама алоқа	Икки томонлама алоқа
Ишлаб чиқариш	Ишлаб чиқариш тақсимланган

марказлашган	
Радиал тузилиш асосида	Тўрли тузилиш асосида
Аварияга реакция	Жараёнинг суръатида реакция
Рад этишгача қурилманинг ишлаши	Қурилманинг ҳаётини узайтирадиган ўз-ўзини мониторинг қилиш ва ўз-ўзини диагностика қилиш
Қўлда қайта тиклаш	Автоматик қайта тиклаш – “ўз-ўзини тузатадиган тармоқлар”
Тизим аварияларига учраши	Адаптив ҳимоялаш ва тармоқни бўлиш автоматикаси
Тармоқни қўлда ва қайд этилган ажратиш	Адаптив ажратиш
Жойда қурилмаларни текшириш	Қурилмаларни олисдан мониторинг қилиш
Ўта катта тоқларни чекланган назорат қилиш	Ўта катта тоқларни бошқариш
Истеъмолчи учун нар ҳақида мумкин бўлмайдиган ва жуда кечикадиган маълумотлар	Реал вақтдаги нарх

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини истеъмолчининг эҳтиёжига боғлиқ равишда бошқарувини контроллерли бошқариш блоки (КББ) ёрдамида амалга ошириш Smart Grid тизимларидаги муаммолар ечими ҳисобланади. Бунда ҳар бир энергия манбаидаги чиқиш кучланиши ҳамда манбадан оқиб ўтаётган тоқлар тўғрисидаги маълумотлар КББга узлуксиз узатиб турилиши таълаб этилади. Телекоммуникация қурилмаларининг энергия эҳтиёжи тўғрисидаги маълумотларни КББга узлуксиз келиб туриши ҳамда ишлаб чиқарилган энергия ва истеъмолдаги энергия бир-бири билан солиштирилиб қиёслаш натижасида манбалардан фойдаланишнинг бошқарув жараёнлари амалга оширилади. Манбаларни қайси бирини узиш ёки улаш ишончлилик, тезкорлик, аниқлилик ва

узлуксиз ишлаш мезонлари асосида амалга оширилади ва унинг тузилиш схемаси 1.11-расмда келтирилган.



1.11-расм. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларининг Arduino микроконтроллери асосидаги бошқарув блоки диаграммаси

Энергия таъминоти манбаларини бошқарув жараёнини амалга ошириш учун КББни таҳлил қилиш, КББга ток қийматига мос келувчи сигнал берувчи датчикларни танлаш, бошқариш жараёнини тадқиқ қилиш ва алгоритмларини ишлаб чиқиш ҳамда IoT технологияси асосида энергия таъминоти манбаларини бошқарувини масофадан мониторинг қилиш талаб этилади.

Микроконтроллерли бошқарув блоки қуйидаги қурилмалардан таркиб топади [10, 37, 52]:

- Бошқарув контроллери - Arduino Uno;
- Тармоқ интерфейси (Arduino Ethernet модул ёки Arduino GSM (2G/3G) модул);
- Релелар - 30A Relay;
- Реле бошқарув қурилмаси;
- Дисплей - 16x2 LCD ;
- Датчиклар.

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларининг бошқарувини ҳамда бошқарув жараёнини мониторингини реал вақт давомида амалга ошириш учун Arduino микроконтроллеридан фойдаланилади.

Бу ерда манбалардаги датчиклар кучланиш бўйича ахборот-ўлчовни ҳамда қурилмалардаги датчиклар эса юклама токи бўйича ахборот-ўлчовни амалга ошириб ахборотларни реал вақт давомида КББга узатиб туради. КББ олинган ахборотга ишлов бериб юклама ва манбалардаги датчиклардан олинган ахборотларни солиштириб бошқарув жараёнини амалга оширади. Реле бошқарув қурилмаси КББдан олинган буйруғ бўйича мос манбани реле орқали юкламага улаб беради. Дисплей манбалар ҳамда юкламалардаги кучланишлар қийматини доимий равишда акс эттириб, уларни мониторинг қилиш имконини беради. Тармоқ интерфейси (Arduino Ethernet модул ёки Arduino GSM (2G/3G) модул) КББдан олинган маълумотларни интернет тармоғи орқали мониторинг тизимига доимий равишда узатиб туради [10, 37, 52].

§1.3. Энергия таъминот манбалари бошқарувининг воситаларини таҳлили

Энергия таъминоти манбаларини бошқарув тизимларида сигнални қабул қилиш, қайта ишлаш ва манбаларни бошқаришда микроконтроллерни тезкорлиги, ишончлилиги, қўлланиш соҳаси, имконияти, афзаллиги ва камчиликларини таҳлил қилиш ҳамда самарали турини танлаш талаб этилади.

Микроконтроллерда олдиндан дастурлаштирилган вазифаларни бажариш ва қўшимча аппарат воситалари билан ишлашда юқори имкониятлиги туфайли улардан кичик компьютер сифатида фойдаланиш мумкин. Микроконтроллер ҳажми ва вазни жиҳатидан кичик бўлган интеграл схемалардан (IC) ташкил топган бўлиб, автоматлаштирилган интеллектуал бошқарув ва мониторинг жараёнларида кенг қўлланиб келинмоқда. Микроконтроллер бир вақтнинг ўзида энергия таъминоти манбаларини ҳам бошқариш ҳам мониторинг қилиш имкониятига эгадир. Микроконтроллер бажариладиган дастурни сақлаш хотирасига ҳамда бошқа қурилмалар билан боғланиш учун кириш-чиқиш портларига эга бўлиб, улардан бирон бир датчик ҳолатини билиш ёки бирор воситани бошқариш учун фойдаланади.

Одатда микроконтроллерлар “In System Programmable” (“Тизимда дастурлаш”) деб номланиб, микроконтроллерни фойдаланилаётган жойни ўзида дастурлаш ва қайта дастурлаш имконияти мавжуд [10, 37, 52].

Электрон бошқариш қурилмаларида кенг қўлланилаётган AVR, ARM, 8051 ва PIC туридаги микроконтроллерларни таҳлил қилиб, бошқарув ва масофали мониторинг тизимларига мос келадиган турини танлаш тадқиқотнинг асосий вазифаларидан бири ҳисобланади. Ушбу микроконтроллерлар бир-биридан асосан вазифаси, архитектураси, тезкорлиги ҳамда дастурлаш иловалари билан фарқ қилади [10, 37, 52].

8051 микроконтроллери 128 байтли RAM, 4 Кбайтли ROM, 2 Timer, 1 кетма-кет порт ва 4 та умумий портга эга бўлиб, улар “Чипдаги тизим” деб аталади. 8051нинг марказий процессор қурилмаси (CPU - central processing unit) 8 битли бўлиб, 8 битли маълумот учун ишлайди. Маълумотлар блоки 8 битдан катта бўлганда марказий процессор осон ишлаши учун улар қисмларга ажралиши керак. Бу разрядлар сони билан ифодаланади [10, 37].

8051 микроконтроллерида энергияни таъминотини бошқаришда, сенсорли экранларни бошқаришда, автомобиль қурилмаларида ва тиббиёт асбобларида кенг қўлланилиб келинмоқда ҳамда унинг асосий параметрлари 1.1- жадвалда келтирилган [10, 37].

PIC микроконтроллери қулай дастурлаш муҳитига эга бўлиб, бошқа периферик қурилмалар билан осон интерфейсли боғланади. PIC микроконтроллери доимий хотира (RAM), тезкор хотира (ROM), марказий процессор (CPU), вақт ҳисоблагичи (TIMER) ва ҳисоблагичлардан (COUNTER) иборат бўлган интеграл микросхема ҳисобланади. PIC микроконтроллери аналог-рақамли ўзгарткич (ADC-analog to digital convertor) ҳамда рақамли-аналог ўзгарткич (DAC-digital to analog convertor) лардан иборат. PIC микроконтроллери қўшимча қурилмалар билан боғланиш учун CAN, SPI, UART каби портларни ўз ичига олади. Ушбу микроконтроллерни асосий тавсифи 1.1-жадвалда келтирилган.

AVR микроконтроллери қулай интерфейс ва тузилишга эга бўлганлиги учун электроника соҳасида ўз ўрнини мустаҳкам эгаллаган, унинг асосий тавсифи 1.2-жадвалда келтирилган. AVR микроконтроллери қуйидаги учта турдан иборат [10, 37, 52]:

TinyAVR: - кичикрок хотира, ўзчамлари кичик ва содда дастурлар учун мос келади;

MegaAVR: - катта хотирага эга (256 Кбайтгача), ички қурилмалари сони кўпроқ бўлиб, мураккаб дастурларга мўлжалланган;

XmegaAVR: - катта дастур хотирасига эга бўлиб, юқори тезликни талаб қиладиган муракаб иловалар ҳамда бошқарув учун ишлатилади.

ARM микроконтроллери (Advanced RISC Machines) марказий процессорлар оиласига мансуб бўлиб, RISC (буйруқлар тўплами қисқартирилган компьютер) архитектураси асосида яратилган. ARM 32 ва 64 разрядли кўп ядроли RISC процессорлардан ташкил топган. RISC процессорлари бир сонияда миллионлаб амалларни (MIPS - million instructions per second) бажариш учун юқори тезликда ишлай олади ҳамда бир вақтнинг ўзида буйруқларнинг кўп сонли турларини бажариш имкониятига эга ҳисобланади [10, 37, 52].

ARM процессорлари смартфонлар, планшетлар, мултимедияли плеерлар, мобиль ва бошқа электрон қурилмаларда кенг қўлланиб келинмоқда. Процессорда буйруқларни камайтирилиши сабабли, уларда кичрайтирилган хажмни таъминлаш учун транзисторли интеграл схемалар нисбатан кам қўлланилади. ARM процессорлар кичик ўлчамга эга эканлиги ва энергия исътемоли камлиги сабабли микроэлектроника қурилмаларига мос келади. ARM туридаги микроконтроллер тавсифи 1.5-жадвалда келтирилган [10, 37, 52].

1.5-жадвал.

Микроконтроллерларни нисбий баҳолаш жадвали

№	Номи/имкониятлари	8051	PIC	AVR	ARM
1	Шинанинг кенглиги	8-бит	8/16/32-бит	8/32-бит	32/64-бит
2	Алоқа протоколлари	UART, USART, SPI, I2C	UART, USART, LIN, CAN, Ethernet, SPI, I2C	UART, USART, SPI, I2C, CAN, USB, Ethernet	UART, USART, LIN, I2C, SPI, CAN, USB, Ethernet, I2S,

					DSP, SAI, IrDA
3	Тезлик	12 такт/команд а цикли	4 такт/команд а цикли	1 такт/команд а цикли	1 такт/команда цикли
4	Хотира	ROM, SRAM, FLASH	SRAM, FLASH	Flash, SRAM, EEPROM	Flash, SDRAM, EEPROM
5	Стандарт архитектура си	CLSC	Қисман RISC	RISC	RISC
6	Хотира архитектура си	Фон- Нейман архитектура си	Гарвард архитектура си	Модификац ия-ланган	Модификац ия-ланган Гарвард архитектура си
7	Кувват истеъмоли	Ўртача	Паст	Паст	Паст
8	Оилалари	8051 вариантлари	PIC16, PIC17, PIC18, PIC24, PIC32	ATiny, Atmega, Xmega	ARMv4, 5, 6, 7
9	Нархи	Жуда арзон	Ўртача	Ўртача	Арзон
10	Машхур микронтр ол-лерлар	AT89C51, P89v51	PIC18fXX8, PIC16f88X, PIC32MXX	Atmega 8, 16, 32, Arduino Community	LPC2148, ARM Cortex- M0 to ARM Cortex-M7

Жадвалдаги нисбий баҳолаш таҳлилларидан шуни хулоса қилиш мумкинки, энергия таъминоти манбаларини бошқаруви ҳамда бошқарув жараёнини масофали мониторингида AVR микроконтроллерининг Arduino тури барча талабларни тўлиқ қониқтиради [10, 37, 52].

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарувда ҳамда бошқарув жараёни мониторингида сигнални қабул қилиш, қайта ишлаш ва бошқариш учун Arduino Unoда очиқ кодли микроконтроллер платформаси сифатиди Atmega 328P микроконтроллери ишлатилади. Бошқарув ҳамда бошқарув жараёни мониторингида қўлланувчи Atmega 328P

микроконтроллерининг тавсифлари алоҳида аҳамиятга эга бўлиб, унинг тавсилотлари 1.6-жадвалда келтирилган.

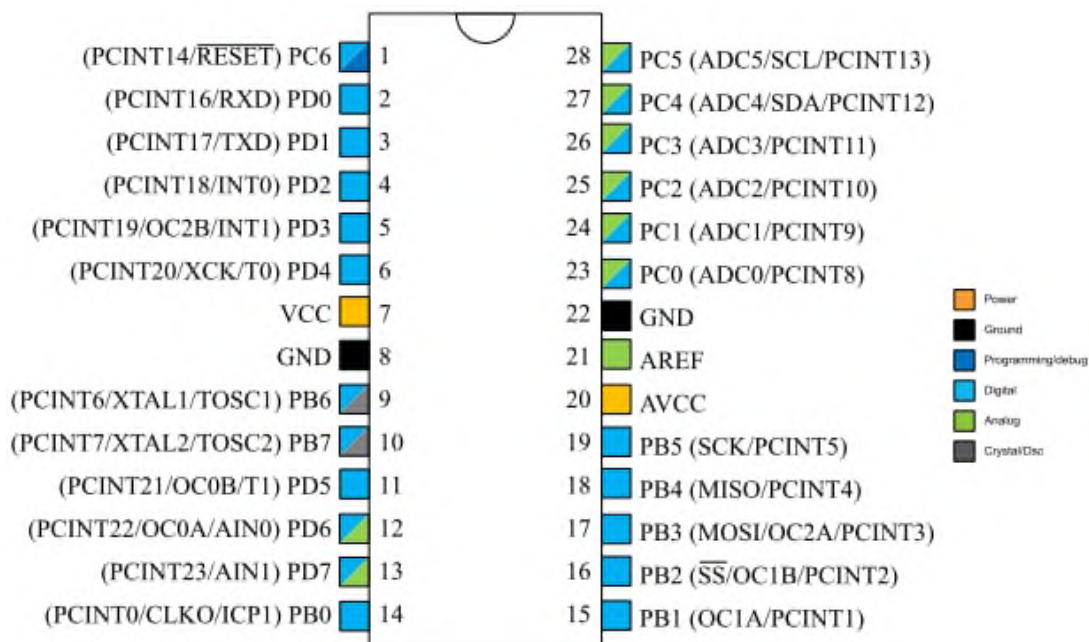
1.6-жадвал

Atmega 328P микроконтроллерининг турли тавсифлари.

Микроконтроллер	ATmega328
Ишлаш кучланиши	5V
Кириш кучланиши	7-12V
Кириш кучланиши (аналог)	6-20V
Рақамли I/O портлар	14 (6-пин PWM)
Аналог кириш портлари	6
Ҳар бир I/O пин учун домий ток	40 mA
3.3V пин учун домий ток	50 mA
Флеш хотираси	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Генератор частотаси	16 MHz
Узунлиги	68.6 mm
Кенглиги	53.4 mm
Оғирлиги	25 g

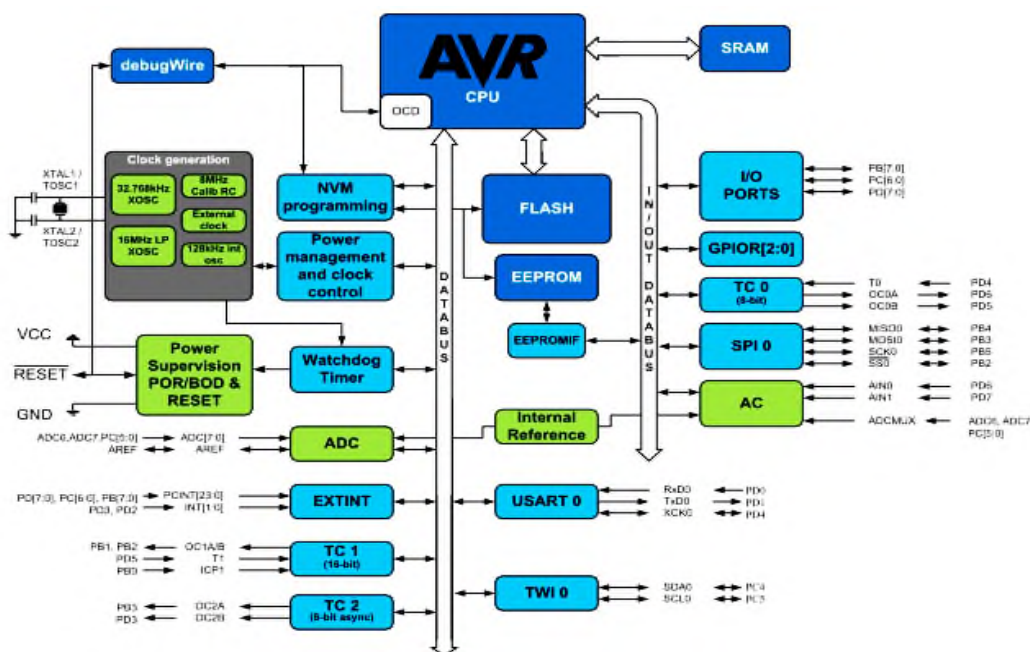
Atmega 328P микроконтроллер портларининг тавсифи 1.12-расмда келтирилган бўлиб, улар бир неча турга бўлинади:

- Қувват манбаи уланадиган портлар;
- Дастурлаш, қайта юклаш портлари;
- Аналог портлар;
- Рақамли портлоар;
- Сигнал генератори порти.



1.12-расм. Atmega 328P микроконтроллерининг портлар тавсифи.

Atmega 328P микроконтроллерининг ички тузулиши бир қанча блоклардан ташкил топган ва улар ўзаро маълумотлар шинаси билан боғланади ва унинг тузулиши 1.13-расмда келтирилган. Блок схемадан кўришиб турибдики ҳар бир порт алоҳида блок орқали микроконтроллернинг марказий процессори билан боғланган. Микроконтроллер унга юкланган дастурни ўз хотирасида сақлайди ва портларни шу дастур асосида бошқаради [10, 37, 52].



1.13-расм. Atmega 328P микроконтроллерининг тузулиш схемаси

Atmega 328P микроконтроллерининг компонентлари 1.14-расмда келтирилган.



1.14-расм. Arduino Унонинг қурилмалари

Энергия таъминоти манбалари бошқаруви ҳамда бошқарув жараёни мониторингида қўлланувчи Arduino Uno микроконтроллерни афзалликлари:

- нархи нисбатан арзон;
- IDEдан фойдаланиш (Integrated Development Environment) оддий ва текин, кўплаб онлайн қўлланма ва бепул маълумотлар мавжуд;
- Windows, Linux va Macintosh каби платформаларда ишлайди;
- очик кодли дастурий таъминотга эга;
- қурилмалар билан боғланиш учун Gps, Wifi, Zigbee каби технологияларга эга.

Arduino Uno микроконтроллери USB кабел ёки 6 ва 20 В кучланишга эга баттарейалар ёки ўзгармас ток адаптери орқали энергия билан таъминланади [10, 37, 52].

Arduino Ethernet модули энергия таъминоти манбаларини мослашувчан бошқарувини масофадан мониторинг қилишда Arduino микроконтроллерининг интернетга уланиш ва маълумотларни узатиш учун хизмат қилади [10, 37, 52].

Ушбу тармоқ модули Arduino платасига бириктирилган бўлиб, RJ-45 коннектори ва кабел ёрдамида тармоққа уланади ва бу порт орқали “булут” технологиясига маълумотларни узатиши ёки ундан

қабул қилиши мумкин. У тармоқ IP манзилини тақдим этувчи Wiznet W5100 ethernet протоколидан иборат. Ethernet кутубхонасининг мавжудлиги интернетга уланиш, дастур ёзиш ва уни Arduino микроконтроллерига юклаш имконини беради. Шунингдек, у тармоқ орқали ўтувчи маълумотларни сақловчи SD локал хотира қурилмасига ҳам эга. Модуль ва Arduino ўртасида алоқа ICSP сарлавҳаси ва 10, 11, 12, 13-пинлар орқали амалга оширилади. 10-пин W5100 ни 4-пин эса SD хотирани танлаш учун хизмат қилади [10, 37, 52].

Arduino GSM (2G/3G) модули энергия таъминоти манбаларини мослашувчан бошқаруви мониторингида қўлланувчи юқори самарали SIM5216E модулига асосланган.

SIM5216 кенг частота диапазонинига эга бўлган HSDPA, WCDMA, GSM, GPRS, EDGE протоколларига эга бўлиб, унда маълумотларни юклаб олишда 3.6 Мбит/с гача узатиш тезлигига эга бўлган HSDPA модули мавжуд. 3G модули мобил тармоқларнинг учинчи авлоди алоқаси учун қўлланилади ва у AT буйруқлари орақли бошқарилади шунингдек, у Arduino учун тўлиқ мос келади [10, 37, 52].

§1.4. Бошқарувда энергия манбалари катталики ва параметрларини аниқлаш датчиклари

Телекоммуникация тизимларини узлуксиз ва ишончли энергия таъминоти билан таъминлаш учун нафақат қувват манбаларини тўғри танлаш, балки уларни бошқариш тизимлари датчики ва қурилмаларининг ишончли ишлашини таъминлаш ҳамда реал вақт давомида мониторинг қилиш талаб этилади. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларни IoT технологияси асосида бошқариш ва масофадан мониторинг қилишда электр энергия токини турли физик табиатдаги сигналлар кўринишига ўзгартириш жараёнларини бажаришга ихтисослашган датчиклардан фойдаланилади [22, 29-57, 60, 62].

Бошқарув ва IoT технологияси асосида масофадан мониторинг қилишда, энергия таъминоти манбаларининг асосий катталиги – электр токини ўзгариши тўғрисидаги сигнални олиш электромагнит, электродинамик ва бошқа физик ҳодисалар асосида амалга оширилади. Ҳозирги вақтда Smart Grid тизимларида IoT асосида масофадан мониторинг ва бошқарув учун бирламчи ток

қийматини кучланиш кўринишдаги чиқиш сигналига ўзгартиришда электромагнит датчиклар бошқа турдагиларга нисбатан кенгрок қўлланилмоқда [29, 30, 31, 32, 33].

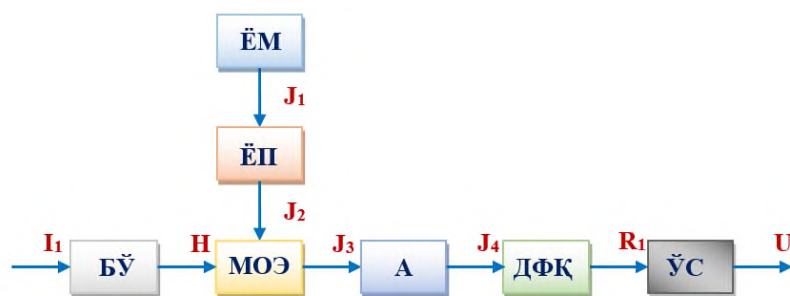
Энергия таъминоти манбаларини бошқариш ва масофали мониторинг қилишда датчикларнинг самарали турларини танлаш учун мавжуд бирламчи ток датчикларининг ишлаш тамойилларини атрофлича кўриб чиқишни талаб этади.

Оптик толали датчиклар. Ҳозирги вақтда токни ўзгартириш учун оптик толали датчиклар ишлатилмоқда, бу техника хавфсизлиги ва ҳалақитбардошлик нуқтаи назаридан афзалрок ҳисобланади [29, 34]. Оптик толали датчиклар тавсифларининг ностабиллиги туфайли аналог сигналларни бундай линиялар бўйича тўғридан-тўғри узатиш кичик хатоликларга эришишга имкон бермайди, шунинг учун турли модуляциялаш усуллари ишлатилади [29, 35, 36].

Датчикдан (сиғимли ёки резистив) маълумот аналог кучланишли частотага [29, 35, 36] ёки давомийлиги бўйича модуляцияланган импульсларга [29] ўзгартирадиган модуляторга берилади. Ёруғликни нурлантирадиган диод ва фотодиод ўзаро оптик толали ўтказгич билан уланган бўлади. Кучайтиргич фотодиоднинг чиқишида пайдо бўладиган импульсларни кучайтиради, демодулятор эса дастлабки сигналнинг шаклини тиклайди. Шунингдек аналог кучланишни рақамли шаклга ўзгартириш ва уни ЭҲМга чиқариш учун оптик канал бўйича бошқариш марказига узатиш ҳам қўлланилади [29].

Ўзгартириш хатоликларини баҳолашда ривожланган давлатларда (Япония, Германия) $t_n=50$ Гц саноат частотали 500 кВ кучланишгача электр тармоқларда $\pm 0,3$ % хатоликка эга бўлган ток датчиклари ишлатилади [29]. Токни ўлчашда асосан Фарадейнинг магнит-оптик усули ишлатилади [29, 38, 39, 40, 41]. Магнит-оптик ток датчикининг тузилиш схемаси 1.15- расмда келтирилган [29, 31].

Оптик толали датчиклардан фойдаланиш гальваник ажратишдан ташқари, зарурат бўлганида датчикнинг паст вольтли ва юқори вольтли қисмларини сезиларли масофаларга (100 - 200 м) ажратишга имкон беради.



1.15- расм. Оптик толали ток датчикнинг тузилиш схемаси

бу ерда БЎ - бирламчи ўзгарткич; ЁМ - ёруғлик манбаи; ЁП - ёруғлик поляризатори; МОЭ - магнитооптик элемент; А - анализатор; ДФҚ - датчикнинг фотоқабулагичи; ЎС - ўлчаш схемаси.

Ёруғлик векторининг тебранишлари турли йўналишларда бўлиб, ўтадиган табиий ёруғлик манбаидан (ЁМ) чизиқли қутбластиришни, яъни маълум ўқ бўйлаб тебранишларни тартибластиришни амалга ошириш учун поляризаторга берилади (1.15- расм). Кейин ёруғлик тўлқини қутбластириш текислигини буриши мумкин бўлган модда- магнитооптик элементдан (МОЭ) ўтади. МОЭ индукцияси ўлчаниши зарур бўладиган ток бирламчи датчик (БЎ) магнит майдонида жойлашади. Магнит-оптик ўлчов датчиклар ёрдамида токни ўлчашда токни магнит индукциясига ўзгартириш зарур бўлади [29, 35, 36].

Магнитооптик ўлчов датчик йиғиладиган тузилмали БФ1320 шишаси берк ёруғлик ўтказгичига эга, бу ток ўтказгични узмасдан қурилмаларни монтаж қилишга имкон беради. Берк оптик контурдан фойдаланиш ташқи магнит майдонларнинг таъсирини камайтиришга имкон беради, лекин бунда ўлчанадиган токнинг сезиларли магнит таъсир этувчи кучи туфайли компенсацион усулдан фойдаланишдаги қийинчиликлардан иборат бўлган камчилик вужудга келади, бу магнит майдон ферромагнит концентраторларсиз мумкин бўлмайди. Шунинг учун датчикнинг қўшимча вақт ва ҳарорат хатоликлари пайдо бўлади [29, 40].

Оптик толали ток датчикларнинг ишлаши электр токини контактсиз оптик усулда ўлчашга асосланган. Кварц оптик ёруғлик ўтказгичидаги Фарадей магнит-оптик усули ишлатади. Ортогонал айланма қутбластиришли иккита ёруғлик тўлқинлари махсус ёруғлик ўтказгичидан кўп ўрамли контурга киритилади, контурнинг ичида токни ўтказгич жойлаштирилади. Агар

Ўтказгичда ток бўлмаса, ёруғлик тўлқинлари толали контур бўйича бир хил фазавий тезликда тарқалади ва контурнинг чиқишига нолга тенг нисбий фазалар фарқи билан келади. Ўтказгичда электр токи бўлганида ёруғлик ўтказгичи оқиб ўтаётган токнинг бўйлама магнит майдонида бўлиб қолади. Бунда ёруғлик ўтказгичининг оптик хоссалари ўзгаради ва контурдаги ёруғлик тўлқинларини тарқалиш тезлиги турлича бўлиб қолади. Мас равишда, контурдан чиқишдаги тўлқинлар орасида вақт бўйича кечикиш ва узунлик бўйича нисбийлик вужудга келади, бу ҳолда фазавий сурилиш ва электр токи қийматининг муносабати оддий формула орқали ифодаланади [29, 38].

Ўлчанадиган токнинг магнит майдони индукциялайдиган ёруғлик тўлқинлари орасидаги фазавий сурилиш сезгир элементдан боғланиш кабелли линия бўйича электрон-оптик ишлов бериш блокига узатилади.

Ҳар бир электрон-оптик ток ўлчагич оптик модуль ва электрон модулдан ташкил топади. Электрон модулнинг асос қисми сигналлар процессори ёрдамида электр токининг қиймати ҳисобланадиган оптик сигналнинг гармоник компонентларини дастлабки ўлчашни таъминлайдиган синхрон рақамли детекторларнинг тўртта каналлари ҳисобланади [29, 31, 33].

Электромеханик датчиклар. Исталган электромеханик датчиклар ҳар бири ўзгартириш занжирида ўз элементар вазифасини бажарадиган қатор функционал ўзгарткичлардан ташкил топади. Энг оддий тўғридан-тўғри ўзгартиришли электромеханик ўлчаш асбоби (вольтметр, амперметр) учта асосий ўзгарткичлар - ўзгартириш занжири (ЎЗ), ўлчаш механизми (ЎМ) ва санок қурилмасидан ташкил топган.

Магнит-электрик асбобларнинг юқори сезгирлиги ва аниқлиги, кичик энергия истеъмоли ва бошқа ижобий хоссалари уларни бошқа электромеханик асбоблардан афзаллигини кўрсатади. Улардан ўзгарувчан ток тармоқларида ўлчашлар учун фойдаланиш масаласи датчиклар ёрдамида ўзгарувчан токни ўзгармас токка ўзгартириш йўли билан ечилган [29, 43, 45].

Электромеханик ток датчикларида (ЭМД) ҳаракатланувчи қисмни ҳаракатлантириш учун ўлчанадиган токни ғалтак ва ферромагнит материаллардан тайёрланган бир ёки бир неча ўзақлардан ташкил топган тизимнинг магнит майдони энергияси ишлатилади. ЭМДнинг учта тури, яъни текис ғалтакли, думалок

ғалтакли ва берк магнит ўтказгичли тузилмалари кенг қўлланилади. Кўрсаткичли ўзак спиралли пружина ва тинчлантиргичнинг ҳаракатланувчи қисми билан танячларга маҳкамланади. ЭМДда тинчлантиргичлар ҳаволи, суяқликли ёки магнит-индукцион бўлиши мумкин [29, 42, 43, 44, 45, 61].

Авзалликлари: тузилманинг оддийлиги, арзонлиги, нисбатан юқори аниқлиги билан ва ишончлилик, ўта юкланиш қобилияти, ўзгармас ва ўзгарувчан ток занжирларида ишлаш имконияти, 1,0, 1,5, 2,5 аниқлик синфлари; 45 Гц ...10 кГц частоталар диапазони; 0,5...300 А (тўғри уланишда) ва ўлчаш ток трансформатори (ЎТТ) билан 20 000 Агача ток бўйича ўлчаш дпазони; 1,5 ... 60 В (тўғри уланишда) ва ўлчаш кучланиш трансформатори (ЎКТ) билан 6000 В Агача кучланиш бўйича ўлчаш дпазони [29, 43, 44, 46, 59, 78].

Камчиликлари: юқори энергия истеъмоли, унча юқори бўлмаган сезгирлик, нотекис шкала, ЭМТЎнинг кўрсатишларига ташқи магнит ва ҳарорат майдонларининг, таъминот кучланиши честоасининг таъсири.

Индукцион датчиклар. Индукцион ток датчиклари (ИТД) $I_{\text{экир}}$ (кириш токи) ўлчанадиган ток занжирига уланади. ИТДнинг хатоликлари юклама номинал юкламадан 25%гача камайганда ҳам ўрнатилган чегараларда қолиши керак, у 2,5 дан 100 ВАгача ўзгаради [30 - 34].

Ўлчанадиган ток қийматлари диапазони етарлича кенг, бинобарин, юқори чегара 40 кА токка мос келади [29, 47], иккиламчи ток эса одатда 1 ёки 5 Ани ташкил этади. Вазифасига мувофиқ ток трансформаторлари (ТТ) (0,66...750) кВ кучланишларда ишлатилади [29, 48, 49, 50, 51]. Бунда юқори вольтли занжирларга уланадиган токларни ўлчаш учун ИТД сезиларли ҳажмга ва вазнга эга бўлади, уларнинг баландлиги 5 метрдан ортади, вазни эса 5 тга етади.

Индукцион ток датчикларида айланадиган электромагнит майдон ғалтакларнинг алоҳида жойлашишига эга бўлади, бу айлантирувчи моментни вужудга келишини келтириб чиқаради. Спиралли токсиз пружиналар ёрдамида қарши турувчи ҳолат ҳосил қилинади ва бунда ўлчанадиган катталиқни ҳаракатланувчи тизимнинг оғишига пропорционаллиги таъминланади.

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқаруви ҳамда масофадан мониторинг қилишни амалга оширишда ўтказилган таҳлиллар асосида шуни хулоса

қилиш мумкинки, бу жараёнларда оддий тузилмага эга, сезгирлиги, тезкорлиги ва ишончлилиги юқори бўлган, қўлланиш соҳасини чеклайдиган мураккаб ўлчаш қисмига эга бўлмаган ва бирламчи кириш токи қийматини номиналликда иккиламчи кучланиш кўринишдаги чиқиш сигналига электромагнит ва магнит-гальваник датчиклардан фойдаланиш самарали ҳисобланади [41-46].

Ҳозирги кунда ўзгармас ва ўзгарувчан ток датчиклари мавжуд бўлсада, лекин телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарувида ўзгармас ва ўзгарувчан тоқлар датчикларининг оптимал турини танлашда уларнинг авзалликлари ва камчиликларини кўриб чиқиш ҳамда уларни ишлаб чиқиш ва бошқариш тизимида қўлланиш истиқболларини баҳолаш талаб этилади. Ток датчикларини нисбий баҳолаш 1.7- жадвалда келтирилган.

1.7- жадвал

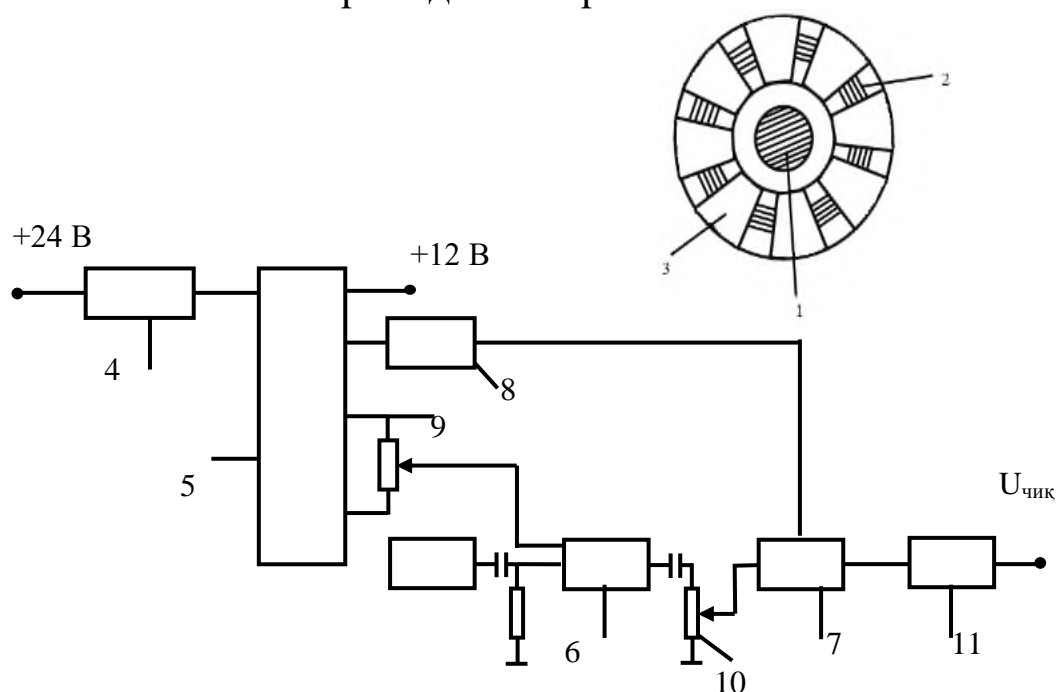
Ток датчикларини нисбий баҳолаш жадвали

№	Тури	Ўлчаш чегараси	Хатолиги	Авзалликлари	Камчиликлари
1	Электро механик	0-1000 А	5 %	Тузилманинг оддийлиги	Ҳаракатланувчи қисмнинг мавжудлиги
2	Магнито модуляцион	0-30 кА	0,2 - 0,5 %	Ишонччилик, хизмат кўрсатишнинг оддийлиги	Катта ҳажм-вазн кўрсаткичлари
3	Резистив	0-10 кА	0,2 - 0,5 %	Тузилманинг оддийлиги	Занжирларни узилишлари зарурати
4	Магнито резонансли	0-10 кА	0,01 - 0,03 %	Юқори аниқлик	Манбада занжирларни узилишлари зарурати
5	Ток трансформатори	0-150 кА	0,2 - 0,5 %	Ишонччилик, хизмат кўрсатишнинг оддийлиги	Катта ҳажм-вазн кўрсаткичлари
6	Магнито гальваник	0-200 кА	0,1 - 0,5 %	Юқори аниқлик ва сезгирлик	Конструктив ва схематик мураккаблик
7	Магнито оптик	0-200	0,05 - 0,1	Юқори вольтли	Тузилма ва

		кА	%	линиялрда кўллаш имконияти	ўлчаш схемасининг мураккаблиги
8	Ток қийматини кучланиш кўринишдаги чиқиш сигналига электромагнит ўзгартирувчи датчик	0-300 А	0,2 - 0,5 %	Тузилма ва тайёрлаш технологиясининг оддийлиги, ишончилиқ, тежамкорлик	Ташқи магнит майдонлар ва ҳароратнинг таъсири

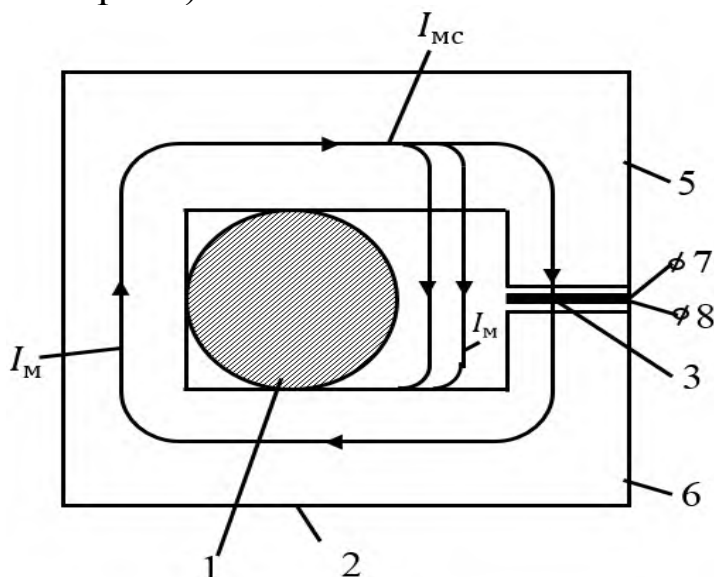
Датчикнинг электр таъминоти 4 - кучланиш стабилизаторидан 24 В кучланиш билан амалга оширилади ва 12 кГц частотада ишлайдиган 5 - кучланиш датчикига берилади. 5 чиқишида ± 12 В ўзгармас кучланиш шакллантирилади. Магнит-гальваник датчикларда унча катта бўлмаган ҳажм ва вазндан ташқари, уларнинг афзаллиги юқори тезкорлиги ҳисобланади, бу улардан телекоммуникация тизимларида энергия таъминоти манбаларини бошқариш ҳамда масофадан мониторинг қилишда ўзгармас токни ўзгартириш учун фойдаланишга имкон беради.

Холл эффекти асосидаги магнит-гальваник ток датчикнинг тузилиш схемаси 1.16- расмда келтирилган.



1.16- расм. Холл эффекти асосидаги магнит-гальваник ток датчикнинг тузилиш схемаси (2 - Холл датчиги; 3 - магнит ўтказгич тўплами; 1 - ток ўтказгич)

Ток қийматини кучланиш кўринишдаги чиқиш сигналига ўзгартирувчи датчикнинг сезгир элементи (ясси ўлчаш чўлғами) ва изоляцияон пластинкаси магнит ўтказгичи тирқишида жойлашган тури телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарувида қўйилган талабларни тўлиқ кониктиради (1.17- расм).



1.17- расм. Ток қийматини кучланиш кўринишдаги чиқиш сигналига электромагнит датчикнинг тузилмаси

бу ерда 1 - ток ўтказгич; 2 - магнит ўтказгич; 3 - сезгир элемент; 4, 5 ва 6 -қўшимча ўзаклар (ҚЎ); 7, 8 - сезгир элементлар чиқишларини белгилайди.

Шундай қилиб, электромагнит ток датчиклар тузилмаларининг дастлабки таҳлили ва уларнинг 1.3-жадвалда келтирилган имкониятларини нисбий баҳолаш шуни кўрсатдики, телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқариш учун тузилма ва уни тайёрлаш технологиясининг оддийлиги, юқори ишончлилиги ва тежамкорлиги туфайли ток қийматини кучланиш кўринишдаги чиқиш сигналига датчик энг истиқболли ҳисобланади.

Биринчи боб бўйича хулосалар

1. Телекоммуникация тизимларининг мавжуд энергия таъминот манбаларининг таҳлили кўрсатдики, манбаларнинг бошқаруви географик иқлим шароитларини инобатга олиш, қуёш

ва шамол энергия манбаларидан ҳамда дизель, аккумулятор батареялари ва марказлашган энергия таъминотидан равишда фойдаланишни таъминлаш, узлуксиз ўзгармас ва ўзгарувчан токни истеъмолчиларга тегишли асосда етказиб бериш талабаларини тўлиқ қаноатлантиришини таъминлаш бўйича тадқиқотлар ўтказишни талаб қилади.

2. Smart Grid тизимларида энергия таъминоти манбаларини бошқариш, мониторинг қилиш, энергияни режалаштириш ва манбаларни истеъмолчи талабларига боғлиқ равишда бошқарувини таъминловчи микроконтроллерларнинг турлари таҳлил қилинди. Микроконтроллерларнинг AVR, 8051, PIC, ARM архитектуралари характеристикалар таҳлил қилиниб, энергия таъминот тизимини бошқаришда қўлланиладиган микроконтроллерли бошқарув блоки учун AVR оиласидаги ATmega328P микроконтроллерининг талабларга мос келиши исботланди.

3. Телекоммуникация тизимларининг энергия таъминоти манбаларини бошқариш ва ҳар бир манбадан олинаётган электр энергияси қийматини ўлчаш учун фойдаланиладиган токни сигнал кўринишдаги чиқиш кучланишига ўзгартирувчи электромагнит датчиклар таҳлил қилинди ҳамда энергия таъминоти манбаларини бошқариш ва назорат қилиш элементлари учун сигналларни ўзгартириш ва ягона кўринишдаги чиқиш сигналини шакллантиришда юқори аниқлик, сезгирлик, тезкорлик ва ишончлилиқни таъминлаш талабаларини бажарилиши асосий танлов кўрсаткичлар сифатида белгиланди.

4. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарувида қўлланилаётган микроконтроллернинг талабаларидан келиб чиқиб, меъёрланган 20 В иккиламчи кучланиш ва 0,1 А иккиламчи ток кўринишидаги сигнални таъминловчи сезгир элемент юқори самарали эканлиги ва ушбу датчиклар истиқболли эканлиги исботланди.

II БОБ. ЭНЕРГИЯ ТАЪМИНОТИ МАНБАЛАРИНИНГ БОШҚАРУВ ТИЗИМИ ДАТЧИКЛАРИНИ МОДЕЛЛАРИ

§2.1. Бошқарув тизими воситаларининг тузилишлари ва уларни моделлаштириш тамойиллари

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарув ҳамда мониторинг қилишда бирламчи юклама токи қийматини кучланиш кўринишдаги чиқиш сигналига электромагнит ўзгарткич (датчик) ва қурилмаларини таҳлил қилиш ва моделлаштиришнинг услубий асосини функционал-тузилмавий ёндашиш ташкил этади. Унинг асосида тузилманинг элемент ва қурилмаларини ва ўзгартириш функцияларини ўзаро алоқасини акс эттирадиган датчикнинг морфологик тузилмасини қуриш мумкин [29-34, 85]. Энергия таъминоти манбаларини бошқариш ҳамда масофадан мониторинг қилишда қўлланиладиган датчикларни тузилмавий лойиҳалаштириш учун морфологик тузилмаси асос бўлиб хизмат қилади. Морфологик тузилмани қуришда датчикларни ишлаб чиқишнинг техник-экологик имкониятлари, долзарблиги ва иқтисодий самарадорлиги нуқтаи назаридан уларнинг мавжуд тузилмаларини ўрганишни ва таҳлил қилишни талаб этади [30, 31, 85].

Датчик функциялари расман-мантиқий тавсифи бешта компонентдан иборат бўлиб, уларни қуйидагича ифодалаш мумкин [29]:

$$F = \langle D, P, H, S, U \rangle, \quad (2.1)$$

бу ерда: D - датчикни қуриш тамойили; P - назорат қилинадиган объект; H - назорат қилинадиган электр токининг бошланғич ва якуний қийматлари; S - датчикни ишлаш тамойили; U - датчикни ишлашида атроф-муҳит шароитлари.

Датчикнинг тузилмаларини расман-мантиқий тавсифлаш учун қуйидаги элементларни ажратиш керак бўлади:

$T\check{U}$ - ток ўтказгич; $M\check{U}$ - магнит ўтказгич; $C\check{Э}$ - сезгир элемент; $K\check{У}$ - қўшимча ўзак; $A\check{У}C$ - ахборот-ўлчов схемаси; МББ - микроконтроллерли бошқариш блоки.

Датчик элементлари тўплами қуйидгича ифодаланади [29]:

$$\{ЭТ\} = \{T\check{У}, M\check{У}, C\check{Э}, K\check{У}, A\check{У}C, МББ\}, \quad (2.2)$$

Датчикнинг ҳар бир элементи куйидаги тўпламлар орқали тавсифланади [29]:

$$\{T\check{Y}\} = \{DT\check{Y}, KCT\check{Y}, PT\check{Y}, K\check{Y}T\check{Y}, KK\check{Y}T\check{Y}\}, \quad (2.3)$$

бу ерда: $DT\check{Y}$ - думалоқ ток ўтказгич; $KCT\check{Y}$ - кўп симли ток ўтказгич; $PT\check{Y}$ - пластинали ток ўтказгич; $K\check{Y}T\check{Y}$ - кўп ўрамли ток ўтказгич; $KK\check{Y}T\check{Y}$ - кўп қатламли ток ўтказгич.

$$\{M\check{Y}\} = \{PC, D, Y, EC, ШС\dots\}, \quad (2.4)$$

бу ерда: PC - П-симон; D - думалоқ; Y - учбурчакли; EC - Е-симон; $ШС$ - Ш-симон магнит ўтказгич.

$$\{C\check{E}\} = \{TB, K, Y, D, H\dots\}, \quad (2.5)$$

бу ерда: TB - тўғри бурчакли; K - квадрат; Y - учбурчакли; D - думалоқ; H - ночизиқли сезгир элемент.

$$\{A\check{Y}C\} = \{OK, KBB, AP\check{Y}\dots\}, \quad (2.6)$$

бу ерда: OK - операцион кучайтиргич; KBB - контроллерли бошқариш блоки; $AP\check{Y}$ - аналог-рақамли ўзгарткич.

$$\{K\check{Y}\} = \{TB, K, \check{E}C, D\dots\} \quad (2.7)$$

бу ерда: TB - тўғри бурчакли; K - квадратли; $\check{E}C$ - ёйсимон; D - думалоқ магнит ўзак.

Юқорида кўриб чиқилган тузилмавий лойиҳалаштириш ҳамда турли муаллифлар томонидан ишлаб чиқилган датчиклар тузилмалари ва функционал вазифалари бир биридан турли ҳиллиги билан фарқ қилади [32, 33].

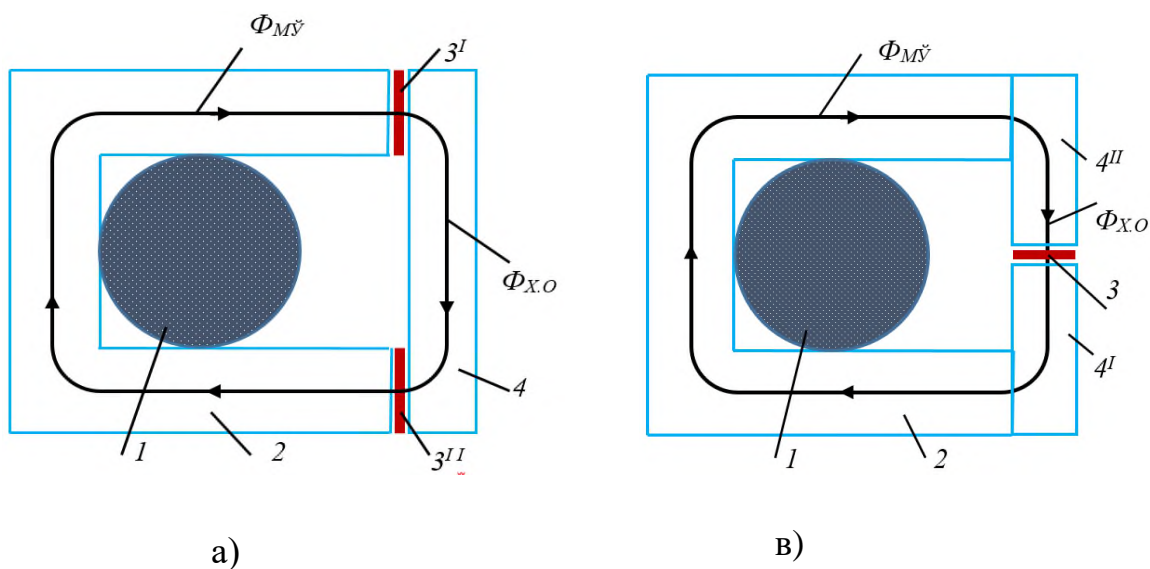
Датчикнинг кўрсатилган $M\check{Y}$ тузилма турлари ҳамда унда қўлланган бир ҳил элементлар 2.1 - расмда келтирилган. Булар 1 - ток ўтказгич, 2 - П-симон $M\check{Y}$ ва 3 - сезгир элемент. Датчикларнинг уч фазали умумий магнит ўзакка эга бўлаган турлари (2.1а- расм [90], 2.1в- расм [91] ва 2.1с- расм [92]) расмларда ўз аксини топган [29].

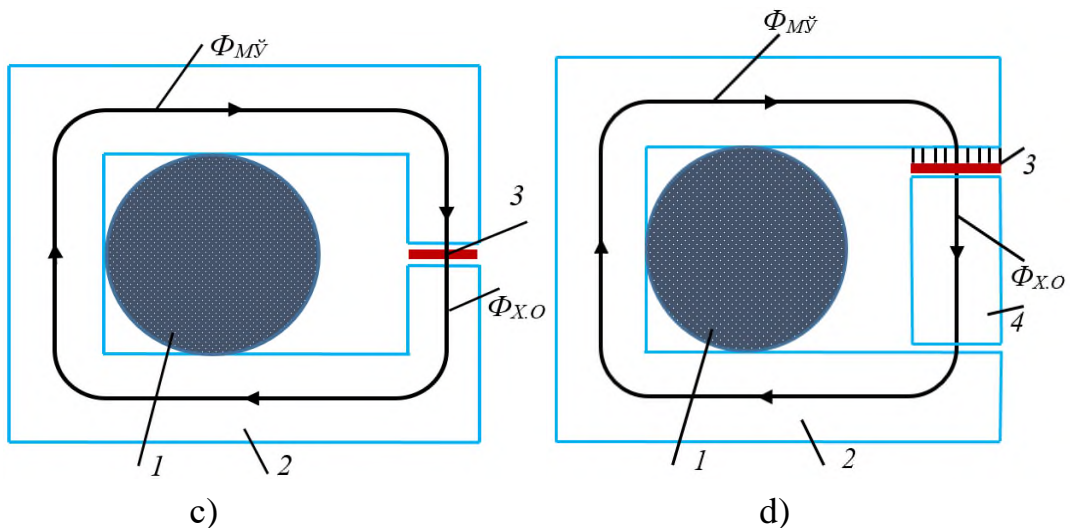
Лекин бу тузилмалар бир биридан сезиларли фарқларга эга бўлиб, фарқларини аниқроқ билиш учун бир неча ҳил датчикларнинг тузилмаларида таҳлиллар олиб боришни талаб этади.

2.1а- расмда келтирилган биринчи тузилмада магнит ўзак бўйича (2) ҳаракатланувчи магнит оқимни самарали туташтириш учун қўшимча магнит ўтказгичига (4) эга, 2 - МЎучлари ва 4 - қўшимча ўзак орасидаги ҳаво оралиғига эса иккита - СЭлар (ясси ўлчов чўлғами) 3^I - ва 3^{II} ўрнатилган. Датчикнинг бу тузилмасида магнит оқимининг $\Phi_{x.o}$ қисми ҳаво оралиғи орқали туташиб, магнит оқим ҳаво оралиғи орқали СЭ ни кесиб ўтадиганлиги сабабли $\Phi_{x.o}$ нинг қийматини камайишига ва натижада эса сезгирлик камайишига олиб келади.

Датчик тузилмасининг иккинчи тури 2.1в - расмда кўрсатилган. У биринчисидан фарқли иккита 4^I - ва 4^{II} - қўшимча ўзакларга эга бўлиб, улар орасидаги ҳаво оралиғига 3 - СЭ ўрнатилган, бунда 4^I - ва 4^{II} - ўзаклар 2- МЎ учларига зич тиралган.

Бу тузилмада ҳам $\Phi_{x.o}$ магнит оқими ҳаво оралиғини кесиб ўтгани сабабли камаяди ва бу ўз навбатида юқорида кўрилгандек сезгирликни пасайишига сабаб бўлади. 2.1.а - ва 2.1.в - расмларда келтирилган тузилмалардан шуни ҳулоса қилиш мумкинки, бу тузилмаларда сезгирлик пасайганлиги сабабли ҚЎнинг ўрнатилиши самарасиз ҳисобланади.





2.1- расм. Жамланган параметрли моделга кирадиган датчигининг МЎ тузилмалари

бу ерда: 1 - ток ўтказгич (ТЎ); 2 - магнит ўтказгич (МЎ); 3-, 3^I-, 3^{II}- сезгир элемент (СЭ); 4-, 4^I-, 4^{II}- қўшимча ўзақлар (ҚЎ).

Бундан ташқари ҚЎни МЎга аниқ маҳкамлашда датчикнинг сезгирлиги ва аниқлигига сезиларли таъсир этмаслиги учун сезгир элемент жойлашган ҳаво оралиғи ўз геометрик ўлчамларини ўзгартирмасликни талаб этади. Келтирилган талабларни ушбу тузилмаларда амалга ошириш бироз мураккаблик туғдиради.

Датчикнинг сезгир элементи битта ҳаво оралиғига эга бўлган МЎ тузилмаси 2.1.с - расмда келтирилган. Бу тузилмада сезгир элемент ва МЎ орасида ҳаво оралиғи катта бўлганлиги сабабли сезгирлик жуда паст бўлади. МЎдаги ҳаво оралиғининг кичик қисмига сезгир элементни ўрнатиб ишлатилса, катта қисмини эса ҚЎ билан алмаштирилса, у ҳолда юқори сезгирликка эга бўлган янги 2.1.д- расмдаги МЎ тузилмасини ҳосил қиламиз. Бу тузилма самарали ҳисобланиб, унинг барча тавсифларини тадқиқ қилиш имконини беради [86, 93].

2.1- расмда кўрсатилган тузилмалар деярли бир хил МЎга эга ва улардаги $\Phi_{MŸ}$ магнит оқимлари Ом қонунига ўхшаш ифодага мувофиқ аниқланади [29, 34, 89]:

$$\Phi_{MŸ} = \frac{U_{\mu}}{\sum R_{\mu}}, \quad (2.8)$$

бу ерда: U_{μ} - МЎ асосидаги магнит кучланиши; $\sum R_{\mu}$ - датчикнинг магнит занжиридаги йиғинди магнит қаршилик.

2.1.a- расмда келтирилган тузилма учун қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$\sum R_{M1} = R_{M\check{Y}1} + R_{MX.O}^I + R_{MX.O}^{II} + R_{M\check{Y}2} \quad (2.9)$$

бу ерда: $R_{M\check{Y}1}$ - М \check{Y} пўлатининг магнит қаршилиги; $R_{MX.O}^I$, $R_{MX.O}^{II}$ - ҳаво ораликларининг магнит қаршиликлари; $R_{M\check{Y}2}$ - ўзакларнинг магнит қаршилиги.

2.1.в- расмда келтирилган тузилма учун қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$\sum R_{M2} = R_{M\check{Y}} + R_{K\check{Y}}^I + R_{K\check{Y}}^{II} + R_{MX.O} \quad (2.10)$$

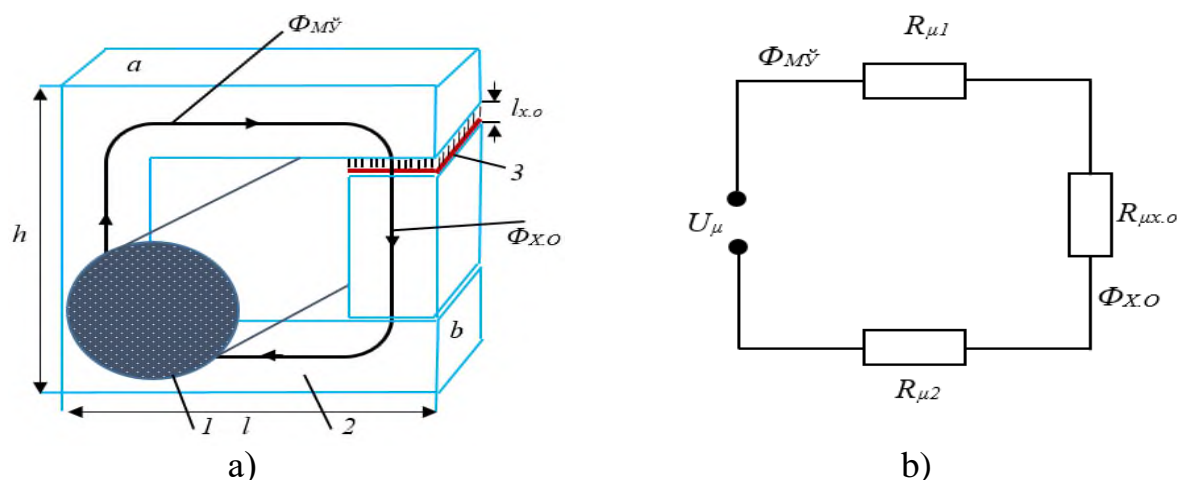
бу ерда: $R_{M\check{Y}}$ - М \check{Y} пўлатининг магнит қаршилиги; $R_{K\check{Y}}^I$, $R_{K\check{Y}}^{II}$ - қўшимча ўзакнинг магнит қаршилиги; $R_{MX.O}$ - ҳаво ораликларининг магнит қаршилиги.

2.1.с- расмда келтирилган тузилма учун қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$\sum R_{M3} = R_{M\check{Y}} + R_{MX.O} \quad (2.11)$$

бу ерда: $R_{M\check{Y}}$ - М \check{Y} пўлатининг магнит қаршилиги; $R_{MX.O}$ - ҳаво ораликларининг магнит қаршилиги.

Юқорида келтирилган тузилмаларнинг энг самарали деб ҳисобланган турининг физик модели ва эквивалент схемаси 2.2-расмда келтирилган.



2.2- расм. Жамланган параметрли датчигининг физик модели (a) ва эквивалент схемаси (b)

бу ерда: 1 - ток ўтказгич; 2 - магнит ўтказгич; 3 - сезгир элемент; a, b - МЎ қалинлиги ва кенглиги; l, h - магнит ўтказгичнинг узунлиги ва баландлиги; $l_{x.o}$ - ҳаво тирқишининг узунлиги; $R_{\mu x.o}$ - ҳаво тирқишининг магнит қаршилиги; $R_{\mu 1}$ ва $R_{\mu 2}$ - МЎ юқори ва пастки стерженларнинг магнит қаршиликлари; $\Phi_{M\check{y}}$, $\Phi_{x.o}$ - МЎ пўлати ва ҳаво тирқиши орқали магнит оқимлари.

Таҳлиллар шуни кўрсатдики, датчикнинг барча тузилмаларда $R_{M\check{y}} \ll R_{MX.O}$ бўлганлиги сабабли асосий аниқловчи ролни $R_{MX.O}$ ўйнайди. Датчикнинг бу тузилмасида ҳаво оралиғининг $S_{x.o}$ юзаси сезгир элементнинг $S_{c\check{c}}$ ва МЎ кесимининг $S_{M\check{y}}$ юзасига тенг бўлиши керак [29]:

$$S_{x.o} = S_{c\check{c}} = S_{M\check{y}} \quad (2.12)$$

$R_{MX.O}$ қаршилиқни ҳаво оралиғининг жамланган магнит қаршилиги деб қарашимиз мумкин ва бу $\Phi_{M\check{y}}$ магнит оқимини ҳисоблаш учун (2.13) формуладан фойдаланиш имконини беради. Бунда $\Phi_{M\check{y}}$ магнит ўзакнинг магнит оқими ҳаво тирқиши орқали ўтган магнит оқимига тенг, яъни $\Phi_{M\check{y}} = \Phi_{x.o}$ бўлади [29, 30, 86].

2.2.a - расмда кўриб чиқиладиган тузилманинг асосий физик модели тасвирланган бўлиб, унинг учун эквивалент схема (2.2.в-расм) асосида $\Phi_{M\check{y}}$ магнит оқимининг қийматини аниқлаш мақсадида жамланган параметрли магнит занжирлар магнит оқими учун қуйидаги формулани ёзиш мумкин [29]:

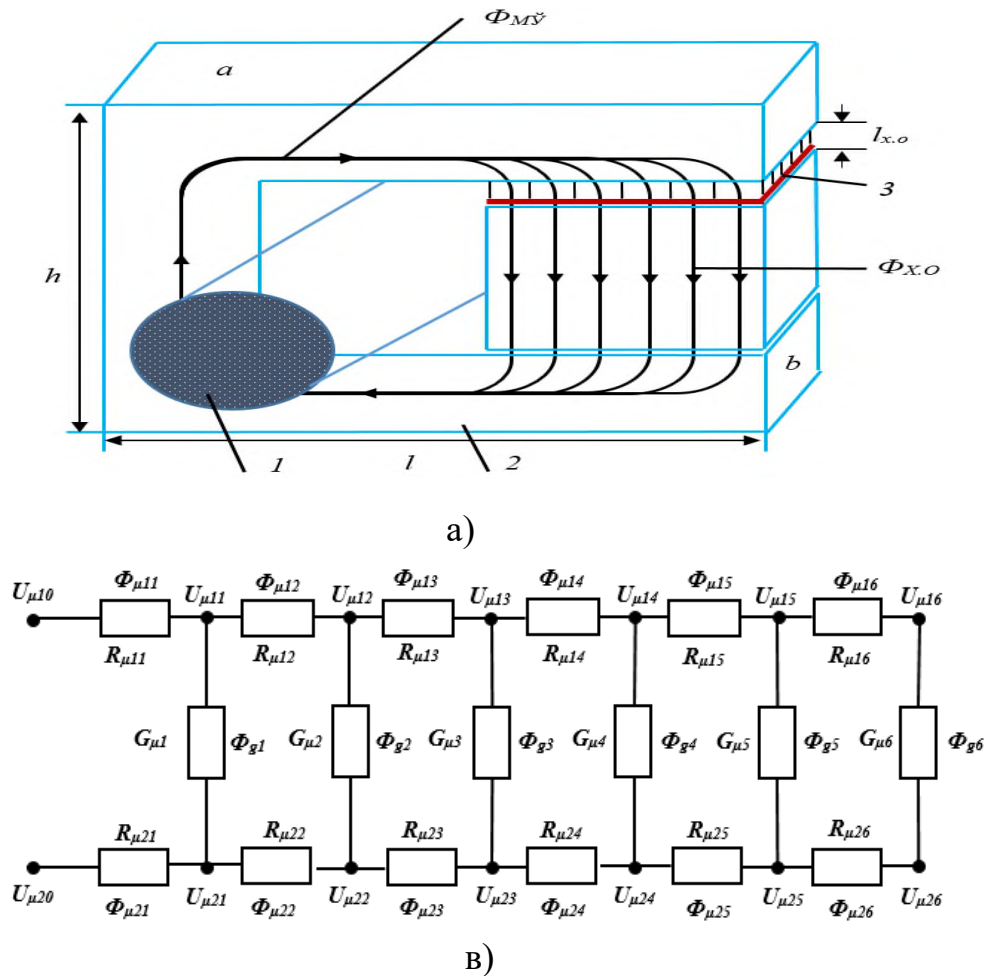
$$\Phi_{M\check{y}} = \frac{U_{M\check{y}}}{\sum R_M + R_{MX.O}} = \frac{I_{\check{c}1} \cdot w_{\check{c}C}}{\sum \frac{l_{\check{c}y\check{c}l}}{\mu \mu_0 S_{M\check{y}}} + \frac{l_{x.o}}{\mu_0 S_{c\check{c}}}}, \quad (2.13)$$

бу ерда: $I_{\check{c}1}$ - 1- ток ўтказгичдаги электр токи; $w_{\check{c}C}$ - сезувчи элемент симларининг ўрамлар сони ($w_{\check{c}C}=1$); $l_{\check{c}y\check{c}l}$ - МЎ пўлат қисмининг узунлиги; $l_{x.o}$ - ҳаво оралиғининг узунлиги; μ_0 - ҳавонинг магнит сингдирувчанлиги $1,256 \cdot 10^{-6}$ [Гн/м]; μ - пўлатнинг нисбий магнит сингдирувчанлиги; $S_{M\check{y}}$ - МЎ кесими юзаси; $S_{c\check{c}}$ - сезгир элемент юзаси; $\sum R_M$ - магнит ўзакнинг йиғинди қаршилиги.

$$\sum R_M = R_{M1} + R_{M2} \quad (2.14)$$

Умуман олганда, датчикларнинг жамланган параметрли эмас, балки асосан кўп ҳолларда тақсимланган параметрли магнит

занжирларини кўрсатиш керак бўлади. Бундан тақсимланган параметрли датчикларнинг параметрлари (солиштирма магнит ўтказувчанлиги ва қаршилиги) уларнинг ишлаш принципида сезиларли рол ўйнайдиган датчиклар ҳисобланади. 2.3– расмда кўрсатилганидек тақсимланган магнит параметрли датчикларга параллел стерженга эга бўлган П–симон кўринишдаги магнит ўтказгичларнинг тузилмаларини киритиш мумкин [29, 30, 81, 82, 88].



2.3- расм. Тақсимланган параметрли датчикнинг асосий физик модели (а) ва эквивалент схемаси (в)

бу ерда: 1- ток ўтказгич; 2- магнит ўзак–магнит ўзгартириш занжири; 3- сезгир элемент; a , b - магнит ўзакнинг қалинлиги ва кенглиги; l , h - ўтказгичнинг магнит занжирини узунлиги ва баландлиги; $l_{x.o.}$ - ҳаво оралиғининг узунлиги; $G_{\mu 1} - G_{\mu 6}$ - ҳаво оралиқнинг магнит қаршилиги; $R_{\mu 11}, -R_{\mu 21}$ -магнит ўзак юқори ва пастки стерженларининг магнит қаршиликлари; $\Phi_{Mÿ}$, $\Phi_{\mu 11}$, $\Phi_{\mu 21}$, $\Phi_{x.o.}$, Φ_{g1} -магнит ўзак пўлати ва ҳаво оралиғи орқали оқувчи магнит оқимлар; $U_{\mu 10}-U_{\mu 1n}-U_{\mu 20}-U_{\mu 2n}$ - магнит юритувчи кучлар.

2.3-расмда келтирилган датчик тузилмаларидаги МЎ турлари куйидаги асосий элементларга эга: 1- ток ўтказгич, узайтирилган параллел стерженлар 3- текис ўлчаш чўлғамлари жойлашган ҳаво тирқишини ҳосил қиладиган П- симон МЎ.

Жамланган парметрли датчикларни таҳлиliga асосланган ҳолда, тақсимланган парметрли датчикларда ҳам иккита қўшимча изоляция ва магнит ўзакларининг бўлиши кўрсатилган тузилмалар оптимал ҳисобланмайди, ва бу уларнинг тузилмаларини мураккаблаштириб, сезгир элемент ҳолатини етарлича катъий маҳкамламайди [29, 81, 82].

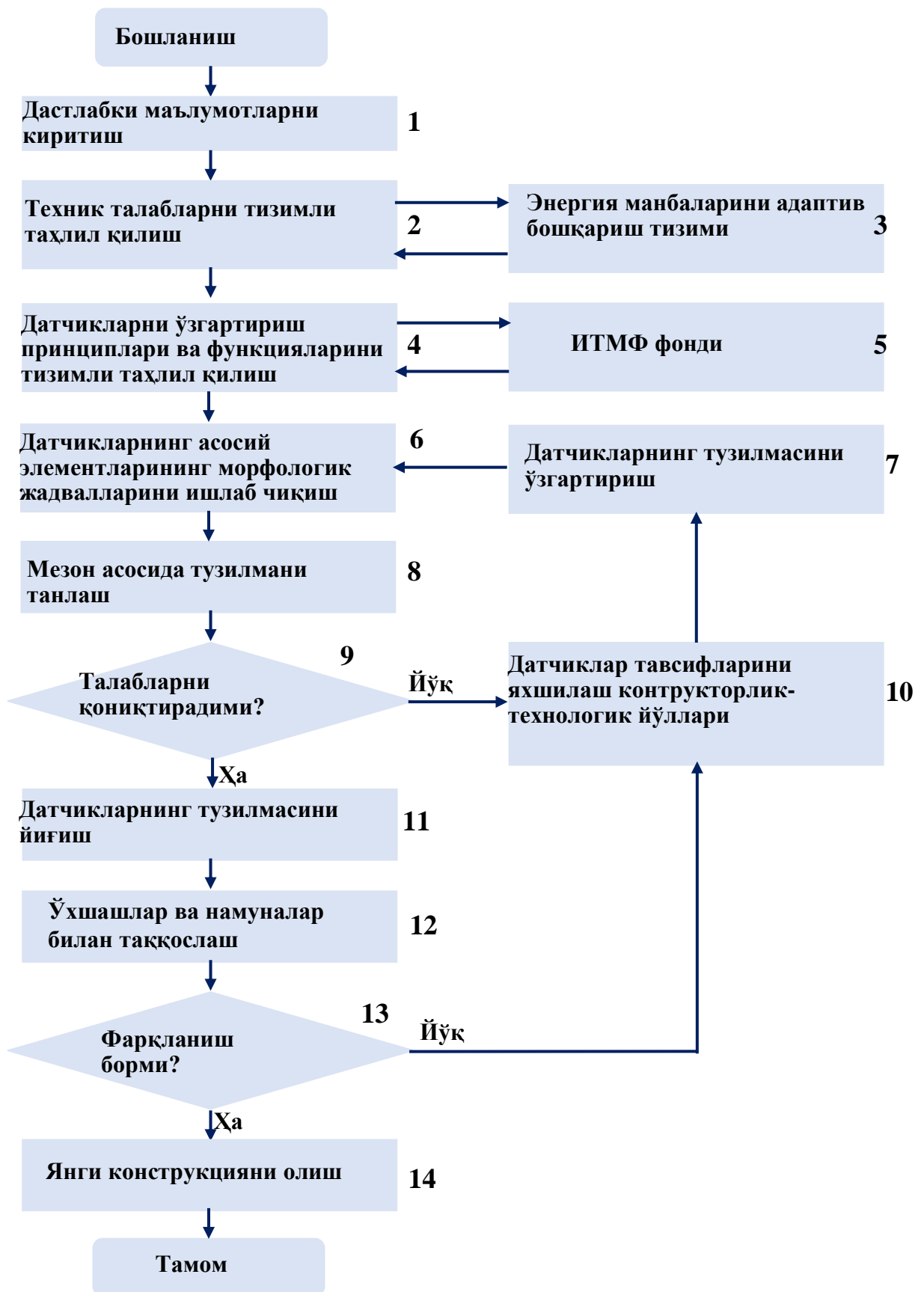
2.3-расмда келтирилган датчикнинг тақсимланган парметрли тузилмаси физик модели ва эквивалент схемаси энг оптимал ҳисобланиб, унда 2- МЎ ўзаклари стерженлари орасида сезгир элементни жойлаштириш учун юқори стержень ва қўшимча ўзак орасидаги ҳаво тирқиши тор қилинган ва бу тузилма оддийроқ, ишончлироқ ва технологик самаралироқ ишлашига олиб келади.

Тадқиқотларни тақсимланган парметрлари оптимал вариант ҳисобланган 2.3- расмда келтирилган МЎли датчиклар асосида ўтказиш талаб этилади. Кўриб чиқилган тузилмаларнинг 2.3-расмда келтирилган физик модель асосида ўзгартириш принципини кўриб чиқамиз. Датчикнинг 1-ток ўзагидан ток оқиб ўтганда 2-МЎда U_{μ} магнит ҳаракатлантирувчи куч ҳамда умумий ҳолда уч ўлчамли (X, Y, Z) магнит оқим вужудга келади. Лекин параллел стерженлари битта X координата бўйлаб чўзилган 2- МЎ тузилмаси туфайли иккита ўтказишли магнит линияси ҳосил бўлади, у бўйлаб $\Phi_{M\ddot{u}}$ магнит оқими ҳаво оралиғи зонасида X координата бўйлаб тарқалиши билан ҳаво тирқиши майдонига перпендикуляр узлуксиз тармоқланади. $\Phi_{M\ddot{u}}$ магнит оқим перпендикуляр тармоқлангандан сўнг Φ_{XO} сезгир элементни кесиб ўтади ва МЎнинг пастки стержинида $\Phi_{M\ddot{u}}$ магнит оқимнинг магнит занжирини туташтиради. $\Phi_{M\ddot{u}}$ магнит оқими X координата бўйлаб тарқалади ва Φ_{XO} 3- ясси ўлчаш чўлғамини (сезгир элементни) кесиб ўтиши билан кўндаланг оқим кўринишида узлуксиз тармоқланиши сабабли битта элементли датчикнинг магнит оқимини таҳлил қилиш масаласи X координата бўйича бир ўлчамли магнит оқимга келтириш мумкин бўлади. Бунда тарқалган магнит парметрлар G_{μ} - ҳаво оралиғи узунлиги бирлигига мос келувчи солиштирма магнит ўтказувчанлик ҳамда R_{μ} - МЎ пўлати бирлигига мос келувчи

солиштирма магнит қаршилик орқали $\Phi_{M\dot{y}}$ ва $\Phi_{X.O}$ тарқалган магнит оқимлари топилади [29, 81, 82].

Бошқарув тизими датчикларини қуриш тузилмасини танлаш. Датчикнинг тузилмасини танлаш асосий мезонлардан бўлган юқори сезгирлик, аниқлик ва тезкорликни таъминлаш кўрсаткичлари бўйича амалга оширилади. Датчик тузилмасини танлаш алгоритмининг блок-схемаси 2.4-расмда келтирилган. Дастлабки маълумотлар (1-блок) ва бошқарув тизими талаблари бўйича шакллантирилган блок (2-блок) техник талабларни ўз ичига олади. 4-блокда датчик принциплари ва ўзгартириш функцияларини систематик таҳлил қилиш амалга оширилади, бунинг учун илмий-техник маълумотлар фондига (ИТМФ) мурожат қилинади (5-блок). 6-блокда датчикнинг асосий элементлари морфологик жадваллари ишлаб чиқилади ва мезонлар асосида тузилмалар танланади (8-блок) [29].

9-блокда танланган вариантни талабларга мос келишини текшириш амалга оширилади ва мос келганда датчик тузилмасини йиғишга ўтилади. Агар талабларни қониқтирмаса, у ҳолда датчик тавсифларини яхшилаш конструкторлик-технологик йўллар (10-блок) қўлланади ва датчик тузилмаси ўзгартирилади (7-блок). 12-блокда олинган тузилмани ўхшашлар ва намуналар (прототиплари) билан таққослаш амалга оширилади. Агар фарқ бўлмаса (13-блок), у ҳолда конструкторлик-технологик йўлларни (10-блок) қўллаш ва датчик тузилмасини ўзгартириш билан (7-блок) маълум тузилмалардан фарқланишга эришилади ва патент билан химояланиши мумкин бўлган янги датчик тузилмаси олинади [29].



2.4-расм. Датчик тузилмасини танлаш алгоритмининг блок-схемаси

Янги датчик тузилмаси барча замонавий талабларни қониқтириши керак. Таклиф этиладиган датчик тузилмаси сезгир элементлари етарлича тадқиқ қилинмаган ва ишлаб чиқилмаганида, у ҳолда датчик қуриш тамойиллари батафсил тадқиқ қилиш зарур бўлар эди.

Бу жараёни амалга ошириш учун, морфологик матрицалар усулини ишлатишга имкон берадиган датчик тузилмасини танлаш алгоритмининг блок-схемаси ишлаб чиқилган (2.4- расм).

Тадқиқот доирасида датчик элементлари учун морфологик матрицалар ишлаб чиқилган ва улар 2.1-2.3 жадвалларда келтирилган келтирилган. Бунда:

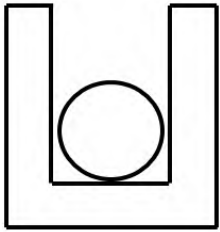
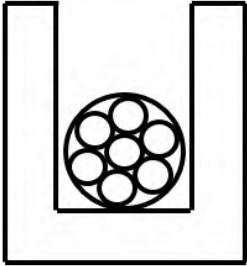
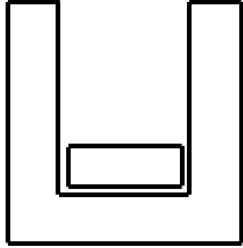
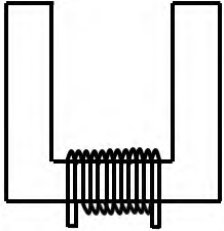
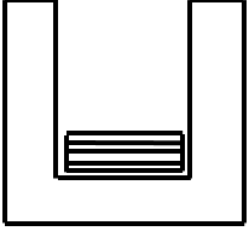
П-симон МЎ асосида жойлашган ток ўтказгичнинг 1.1. - думалок; 1.2. - кўп симли; 1.3. - пластина; 1.4. - кўп ўрамли; 1.5. - кўп қатламли пластина кўринишидаги тузилмалари вариантлари 2.1- жадвалда келтирилган [29].

Уч фазали ток ўтказгичларни жойлаштириш учун П-симон элементларни ишлатадиган умумий МЎларнинг 2.1.- тўғри бурчакли; 2.2. - думалок; 2.3. - учбурчакли; 2.4. - Е-симон; 2.5. - изоляцион асосдаги учта П-симон турлари 2.2- жадвал келтирилган [29].

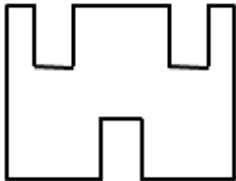
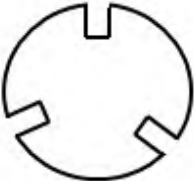
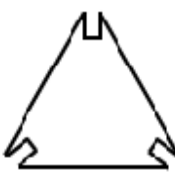

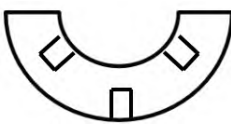
Сезгир элементларнинг 3.1.- тўғри бурчакли; 3.2.-квадратли; 3.3.-учбурчакли; 3.4.-думалок; 3.5.-ночизиқли (функционал) турлари 2.3- жадвал келтирилган.

Сезгир элементни жойлаштириш учун П-симон магнит ўтказгичлардаги кўшимча ўзакларнинг 4.1.-стержень учларидаги битта тўғри бурчакли; 4.2.- стержень учларидаги иккита тўғри бурчакли; 4.3.- параллел стерженлар орасидаги битта қисқа ўзакли; 4.4.-параллел стерженлар орасидаги иккитта тўғри бурчакли ўзакли; 4.5.-узун параллел стерженлар орасидаги битта узун тўғри бурчакли ўзакли шакллари 2.4- жадвалда келтирилган.

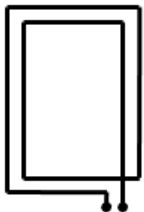
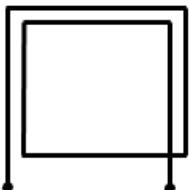


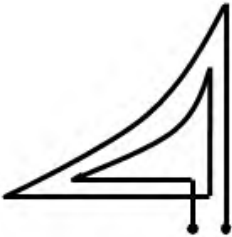
Датчикнинг элементлари учун морфологик матрицаси

Датчикнинг элементлари учун морфологик матрицаси							
Ток ўтказгичи П-симон МЎ асосида жойлашганда							
1.1. Думалоқ ток ўтказгичи		1.2. Кўп симли ток ўтказгичи		1.3. Пластинали ток ўтказгичи			
	2	1		1	1		
	1	2		2	2		
	1	3		2	3		
	1	4		2	4		
	1	5		2	5		
	1	6		2	6		
	1	7		2	7		
	1	8		2	8		
	1	9		2	9		
	2	10		2	10		
				3	1		
				3	2		
				3	3		
				3	4		
				3	5		
				3	6		
				3	7		
				3	8		
				3	9		
				3	10		
1.4. Кўп ўрамли ток ўтказгичи		1.5. Кўп қатламли пластинали ток ўтказгичи		Сифат мезонлари			
	4	1		5	1	Сезгирлик	1
	5	2		4	2	Нарх	2
	4	3		5	3	Ишончлилик	3
	4	4		5	4	Хатолик	4
	4	5		5	5	Ночизиклилик	5
	4	6		5	6	Кириш бўйича диапазон	6
	4	7		5	7	ВТда йўқотишлар	7
	4	8		5	8	Тезкорлик	8
	4	9		5	9	Экологиклик	9
	4	10		5	10	Вазни	10

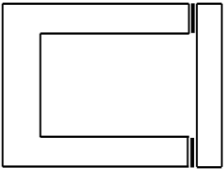
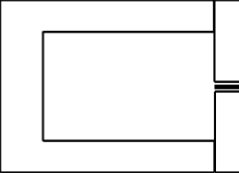
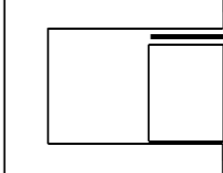
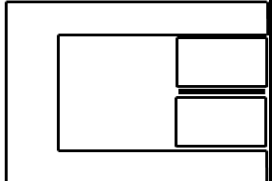
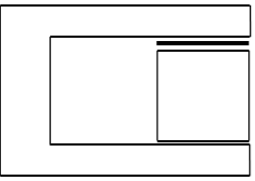
Датчикнинг элементлари учун морфологик матрицаси

Датчикнинг элементлари учун морфологик матрица									
Уч фазали ток ўтказгичларини жойлаштириш учун П-симон элементларни ишлатадиган умумий МЎ турлари									
1.1. Тўғри бурчакли			1.2. Думалок			1.3. Учбурчакли			
	2	1		3	1		4	1	
	2	2		3	2		4	2	
	2	3		3	3		4	3	
	2	4		3	4		4	4	
	2	5		3	5		4	5	
	2	6		3	6		4	6	
	2	7		3	7		4	7	
	2	8		3	8		4	8	
	2	9		3	9		4	9	
	2	10		3	10		4	10	
2.4. Е - симон			2.5.Изоляцион асосдаги учта П-симон			Сифат мезонлари			
	5	1		1	1	Сезгирлик	1		
	5	2		1	2	Нарх	2		
	5	3		1	3	Ишонччилик	3		
	5	4		1	4	Хатолик	4		
	5	5		1	5	Ночизиқчилик	5		
	5	6		1	6	Кириш бўйича диапазон	6		
	5	7		1	7	ВТда йўқотишлар	7		
	5	8		1	8	Тезкорлик	8		
	5	9		1	9	Экологиклик	9		
	5	10		1	10	Вазни	10		

Датчикнинг элементлари учун морфологик матрица

Датчикнинг элементлари учун морфологик матрица									
Сезгир элемент (Ясси ўлчаш чўлғам)ларининг турлари									
3.1. Тўғри бурчакли			3.2. Квадратли			3.3. Учбурчакли			
	1	1		2	1		4	1	
	1	2		2	2		4	2	
	1	3		2	3		4	3	
	1	4		2	4		4	4	
	1	5		2	5		4	5	
	1	6		2	6		4	6	
	1	7		2	7		4	7	
	1	8		2	8		4	8	
	1	9		2	9		4	9	
	1	10		2	10		4	10	
3.4. Думалок			3.5. Ночизиқли (функционал)			Сифат мезонлари			
	3	1		5	1	Сезгирлик	1		
	3	2		5	2	Нарх	2		
	3	3		5	3	Ишончлилик	3		
	3	4		5	4	Хатолик	4		
	3	5		5	5	Ночизиқлилик	5		
	3	6		5	6	Кириш бўйича диапазон	6		
	3	7		5	7	ВТда йўқотишлар	7		
	3	8		5	8	Тезкорлик	8		
	3	9		5	9	Экологиклик	9		
	3	10		5	10	Вазни	10		

Датчикнинг элементлари учун морфологик матрица

Датчикнинг элементлари учун морфологик матрица							
Сезгир элементни жойлаштириш учун П-симон магнит ўтказгичлардаги қўшимча ўзакларнинг шакллари							
4.1. Стержень учларидаги битта тўғри бурчакли		4.2. Стержень учларидаги иккитта тўғри бурчакли		4.3. Параллел стерженлар орасидаги битта қисқа ўзак			
	4	1		5	1		
	4	2		5	2		
	4	3		5	3		
	4	4		5	4		
	4	5		5	5		
	4	6		5	6		
	4	7		5	7		
	4	8		5	8		
	4	9		5	9		
	4	10		5	10		
					1	1	
					1	2	
					1	3	
					1	4	
					1	5	
					1	6	
					1	7	
					1	8	
					1	9	
					1	10	
4.4. Параллел стерженлар орасидаги иккита тўғри бурчакли ўзак		4.5. Узун тўғри бурчакли стерженлар орасидаги битта узун тўғри бурчакли ўзак		Сифат мезонлари			
	3	1		2	1	Сезгирлик	1
	3	2		2	2	Нарх	2
	3	3		2	3	Ишончилилик	3
	3	4		2	4	Хатолик	4
	3	5		2	5	Ночизиқлилилик	5
	3	6		2	6	Кириш бўйича диапазон	6
	3	7		2	7	ВТда йўқотишлар	7
	3	8		2	8	Тезкорлик	8
	3	9		2	9	Экологиклик	9
	3	10		2	10	Вазни	10

Келтирилган морфологик матрицалар мос асосий элементлар ва ўзаро реал уланишлар вариантларини янги датчикларни синтез қилишга ўтишга имкон беради. Морфологик матрицалардаги элементларнинг барча варинатлари мос патентлар ва илмий ишлардан олинган [90-93].

Барча элементлар сифат кўрсаткичлари бўйича (сезгирлик, нарх, ишончлилик, хатолик ва бошқалар) даражалаштирилган. Тузилмаларнинг умумий сони 625 хил вариантни ташкил этади. Тузилмавий лойиҳалаштириш асосида 1.1 - 2.5 - 3.1 - 4.3 датчик тузилмаси вариантлари танланган.

§2.2. Сигнал ўзгартириш датчикларининг моделлари ва уларни тадқиқот алгоритми

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларининг электр токи катталигини унификацияланган иккиламчи кучланиш кўринишидаги чиқиш сигналига ўзгартиришнинг мураккаб занжири моделини қуриш ва тадқиқ қилиш қуйидаги алгоритм асосида амалга оширилади [29, 88]:

1. Токни кучланиш кўринишидаги чиқиш сигналига ўзгартириш занжирининг мураккаб тузилмаси $\Phi_{\mu i, j}$ магнит оқимининг магнит ўзакда, ҳаво оралиқларида, қўшимча ўзаклардаги тарқалишини элементар бўлақлар оралиғида ўзгармаслик тамойили бўйича қисмларга бўлинади.

2. Ўзгартириш занжирининг бўйлама ва кўндаланг бўлақлар учун қуйидаги параметрлари аниқланади:

$$R_{\mu i, j} = \rho l_{\mu i, j} / F_{i, j} \quad (2.15)$$

бу ерда: $R_{\mu i, j}$ - i, j - магнит ўзгартириш бўлагининг қаршилиги; $\rho = l / \mu$ - магнит ўтказгич материалининг солиштирама қаршилиги; μ - магнит ўтказгич материалининг магнит сингдирувчанлиги; $l_{\mu i, j}$ - i, j - ўзгартириш занжири бўлагининг узунлиги; $F_{i, j}$ - i, j - ўзгартириш занжири бўлагининг юзаси.

$$G_{\mu i, j} = R_{x, o \mu i, j}^{-1} = \mu_0 \frac{F_{i, j}}{l_{x, o i, j}}, \quad (2.16)$$

бу ерда: $G_{\mu i, j}$ - ҳаво оралиғининг магнит ўтказувчанлиги; $R_{x, o \mu i, j} = l_{x, o \mu i, j} / \mu_0 F_{i, j}$ - i, j - ҳаво оралиқ бўлагининг магнит қаршилиги;

$l_{x.o\mu i,j}$ - магнит занжири i, j - ҳаво оралиғининг узунлиги.

3. Ҳар бир бўйлама ва кўндаланг бўлақларда, яъни i, j - оралиқлардаги ўтказувчанлик қуйидаги ифодалар орқали аниқланади:

$$G_{\mu i,j} = R_{\mu 0 i,j}^{-1}, \quad (2.17)$$

бу ерда: $i=1 \div n$ - бўйлама бўлақлар сони; $j=1 \div m$ - кўндаланг бўлақлар сони; $R_{\mu i,j}$ - i, j - оралиқларнинг магнит қаршилиги; $G_{\mu i,j}$ - i, j - ҳаво оралиқларнинг магнит ўтказувчанлиги.

4. Жамланган ёки тақсимланган параметрли датчикларни граф модели i, j тугунлари сони тадқиқот аниқлигидан келиб чиққан ҳолда белгиланади (n, m - моделнинг бўйлама ва кўндаланг тугунлар сони, жамланган параметрли моделда $i=1$ ва $j=1$, тақсимланган параметрли моделда $i=n$ ва $j=m$). Граф моделда тугунлар ўзгартириш занжирининг дастлабки тузилишига мувофиқ тармоқлар кўринишдаги боғламалар билан ўзаро уланади.

5. Моделнинг тадқиқотга ажратиб олинган қисми ($i=1 \div n, j=1 \div m$) учун $W_{i,j}$ узатиш функцияси ёзилади:

$$W_{i,j} = \frac{G_{\Sigma \mu i,j}}{R_{\Sigma \mu i,j} + G_{\Sigma \mu i,j}}, \quad (2.18)$$

бу ерда: $G_{\Sigma i,j}$ - кириш катталигидан чиқиш катталигигача бўлган ўзгартириш бўлақларининг ўтказувчанликлари йиғиндиси; $R_{\Sigma i,j}$ - кириш катталигидан чиқиш катталигигача бўлган ўзгартириш бўлақларининг қаршиликлари йиғиндиси.

6. Моделга берилувчи катталиқларнинг қийматлари ($I_{\text{экир}}$ - телекоммуникация тизимларида манбалардан истеъмолчиларга берилаётган электр токи) мос тугунга белгиланади. Ўзгартириш занжири граф моделларини қуришда уларнинг асосий элементлари бўлиб: таъсир ($U_{i,j}$), реакция ($I_{i,j}$) ва заряд ($Q_{i,j}$) қабул қилинади.

7. Бирламчи токни иккиламчи сигнал кўринишдаги кучланишга ўзгартириш занжирининг моделини тузишнинг асосий тамойиллари қабул қилинади:

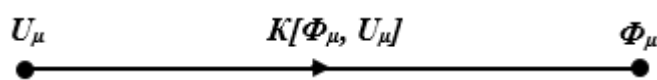
- ўзгартириш занжири Δl ва $\Delta l_{x.o}$ узунликлардаги i, j элементар бўлақларга бўлинади;

- $R_{\mu i,j}$ ва $G_{\mu i,j}$ параметрлар ўзгартириш занжирининг Δl ва $\Delta l_{x.o}$

оралиқлари чегараларида бир текис тарқалган деб қабул қилинади. Тадқиқ қилишда $R_{\mu i, j}$ ва $G_{\mu i, j}$ параметрлар ўзгартириш занжирининг оралиқлар чегараларида сакрашсимон ўзгариши мумкин;

$\Phi_{M\check{y}i, j}$ ва $\Phi_{X.Oi, j}$ оқимлар ва $U_{\mu i, j}$ ва $U_{Gi, j}$ тугунларнинг м.ю.к лари ўзгартириш граф модели негизида датчикнинг ишлаш тамойилини белгилловчи физик-техник эффектлар (ФТЭ) ва параметрлар асосида ҳисобланади.

Жамланган магнит катталик ва параметрли датчик тузилмаларида ФТЭ аниқловчи ўринга эга бўлиб, датчик магнит занжирининг магнит оқими ва м.ю.к. орасидаги ўзаро алоқанинг граф модели 2.5- расмда келтирилган.



2.5- расм. Жамланган магнит катталик ва параметрли датчик тузилмалари магнит занжири магнит оқими ва м.ю.к. орасидаги ўзаро алоқа граф модели

бу ерда: U_{μ} - магнит юритувчи куч; Φ_{μ} - магнит оқим; $K[U_{\mu}, \Phi_{\mu}]$ - магнит оқим ҳамда магнит юритувчи орасидаги ўзаро алоқа коэффициентлари.

Келтирилган граф модели учун Φ_{μ} магнит оқим ва $I_{\text{Э1}}$ бирламчи ток орасидаги математик ифода қуйидаги боғлиқлик асосида характерланади:

$$\Phi_{.mg} = K[\Phi_{\mu}, U_{\mu}] \cdot G_{.m} \cdot \omega \cdot I_{\text{Э1}}, \quad (2.19)$$

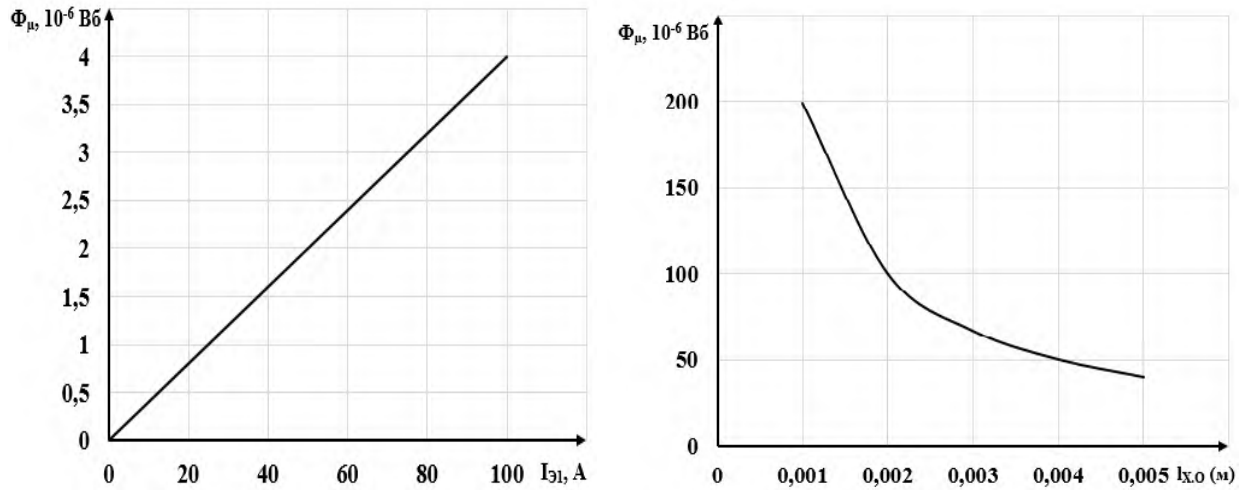
$\Phi_{\mu g} = \Phi_{\mu}(0)$ магнит оқимни ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича амалга оширилади:

$$\Phi_{\mu}(0) = \frac{I_{\text{Э1}} \cdot w_1}{\sum \frac{l_{M\check{y}}}{\mu\mu_0 S_{M\check{y}}} + \sum \frac{l_{x.o}}{\mu_0 S_{x.o}}}, \quad (2.20)$$

бу ерда: $I_{\text{Э1}}$ - ток ўтказгичидаги ток; $w_1 = l$; $l_{M\check{y}}$ - Мўнинг узунлиги; $l_{x.o}$ - ҳаво ораллиғининг узунлиги; $\mu\mu_0$ - нисбий ва абсолют магнит сингдирувчанлик; $S_{M\check{y}}$ ва $S_{x.o}$ - магнит ўзак ва ҳаво ораллиқларнинг кўндаланг кесим юзаси.

$$S_{M\check{y}} = S_{x.o} = S_{C\text{Э}} = a \cdot b \quad (2.21)$$

2.6-расмда $(1,0-4) \cdot 10^{-2}$ Тл қийматли жамланган параметрли моделга кирувчи датчикнинг МҰ кесимидаги индукция учун Φ_μ магнит оқимининг ток ўтказгичдаги $I_{\mathcal{E}I}$ ток қийматларига ва ҳаво оралиғининг $l_{X.O}$ қийматларига боғлиқлик графиклари келтирилган.



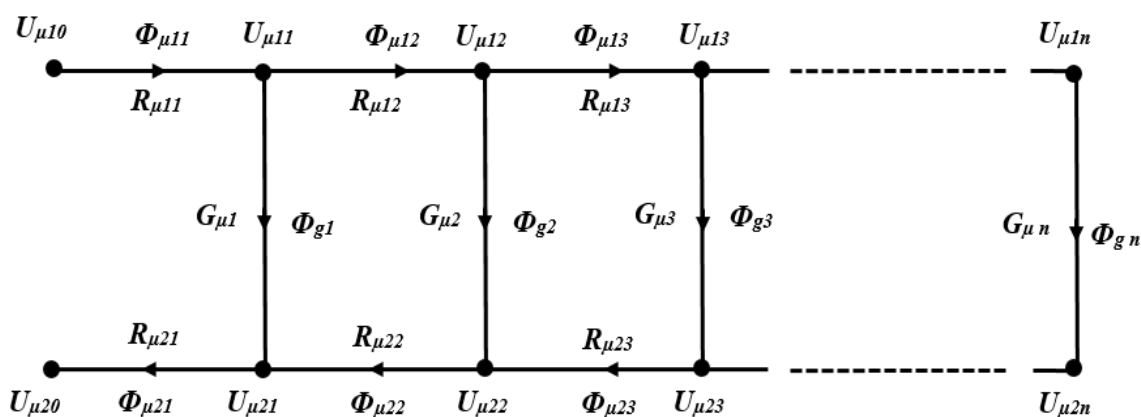
2.6- расм. Жамланган параметрли датчик магнит оқимининг бирламчи ток қиймати ва ҳаво оралиғининг қалинлигига боғлиқлик графиги

$$I_{1A} = 100 \text{ А}; \delta = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}; a = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}; b = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Кириш токини магнит оқимига $\Phi_\mu = f(I_{\mathcal{E}I})$ боғлиқлиги, $I_{\mathcal{E}I}$ токни бутун ўлчаш дивазонида чизиқли бўлади. Магнит оқимни ҳаво орлиғи қалинлигига боғлиқлиги $\Phi_\mu = f(l_{X.O})$ хусусий характерга эга бўлиб, Φ_μ магнит оқими ҳаво тирқиши қалинлиги қийматига сезиларли боғлиқ.

$\Phi_\mu(0)$ магнит оқими ҳаво оралиғи орқали ўтади ва X координата бўйича МҰ ўзунлиги ва ҳаво оралиғи бўйлаб тарқалади ҳамда $\Phi_{mg}(x)$ м.ю.к.га ўзгартирилади, унинг қиймати тақсимланган магнит параметрларнинг узунлик бирлигига солиштирма қийматларини ҳисобга олиш билан аниқланади.

Тақсимланган катталиқ ва параметрли магнит ўзгартириш занжири магнит оқими ва м.ю.к. орасидаги ўзаро алоқанинг граф модели 2.7- расмда келтирилган.



2.7-расм. Тақсимланган магнит катталиқ ва параметрли датчик магнит занжири магнит оқими ва м.ю.к. орасидаги ўзаро алоқанинг граф модели

Магнит ўзгартириш граф моделининг (2.7-расм) тегишли нуқталари учун магнит юритувчи кучларни қийматларини аниқлаш имконини берувчи тенгламалар қуйидаги ифодаларда келтирилган:

$$\frac{U_{\mu 10} - U_{\mu 11}}{R_{\mu 11}} - \frac{U_{\mu 11} - U_{\mu 12}}{R_{\mu 12}} - U_{\mu 11} G_{\mu 1} = 0;$$

$$\frac{U_{\mu 11} - U_{\mu 12}}{R_{\mu 12}} - \frac{U_{\mu 12} - U_{\mu 13}}{R_{\mu 13}} - U_{\mu 12} G_{\mu 2} = 0;$$

$$\frac{U_{\mu 12} - U_{\mu 13}}{R_{\mu 13}} - \frac{U_{\mu 13} - U_{\mu 14}}{R_{\mu 14}} - U_{\mu 13} G_{\mu 3} = 0;$$

$$\frac{U_{\mu 13} - U_{\mu 14}}{R_{\mu 14}} - \frac{U_{\mu 14} - U_{\mu 15}}{R_{\mu 15}} - U_{\mu 14} G_{\mu 4} = 0;$$

$$\frac{U_{\mu 14} - U_{\mu 15}}{R_{\mu 15}} - \frac{U_{\mu 15} - U_{\mu 16}}{R_{\mu 16}} - U_{\mu 15} G_{\mu 5} = 0;$$

$$\frac{U_{\mu 15} - U_{\mu 16}}{R_{\mu 16}} - U_{\mu 16} G_{\mu 6} = 0.$$

(2.22)

$\Phi_{\mu}(x)$ тақсимланган магнит оқимини граф модели асосида магнит линиялари сифатида ҳисоблаш усули: Ўзгартириш занжирининг математик моделини қуриш учун тугунлардаги кучланишлар усулидан фойдаланилади. 2.7-расмда тасвирланган модель тугунларига қўлланган тенгламалар тизими қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$U_{\mu 11}(2 + G_{\mu}R_{\mu}) - U_{\mu 12} = U_{\mu 10};$$

$$U_{\mu 11} + U_{\mu 12}(-2 - G_{\mu}R_{\mu}) + U_{\mu 13} = 0;$$

$$U_{\mu 12} + U_{\mu 13}(-2 - G_{\mu}R_{\mu}) + U_{\mu 14} = 0;$$

$$U_{\mu 13} + U_{\mu 14}(-2 - G_{\mu}R_{\mu}) + U_{\mu 15} = 0; \quad (2.23)$$

$$U_{\mu 14} + U_{\mu 15}(-2 - G_{\mu}R_{\mu}) + U_{\mu 16} = 0;$$

$$U_{\mu 15} + U_{\mu 16}(-1 - G_{\mu}R_{\mu}) = 0.$$

$$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & A_{14} & A_{15} & A_{16} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & A_{24} & A_{25} & A_{26} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} & A_{34} & A_{35} & A_{36} \\ A_{41} & A_{42} & A_{43} & A_{44} & A_{45} & A_{46} \\ A_{51} & A_{52} & A_{53} & A_{54} & A_{55} & A_{56} \\ A_{61} & A_{62} & A_{63} & A_{64} & A_{65} & A_{66} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} U_{\mu 1} \\ U_{\mu 2} \\ U_{\mu 3} \\ U_{\mu 4} \\ U_{\mu 5} \\ U_{\mu 6} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_{\mu 0} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2.24)$$

$$A_{11} = 2 + G_{\mu}R_{\mu};$$

$$A_{21} = 1;$$

$$A_{31} = 0;$$

$$A_{12} = -1;$$

$$A_{22} = -2 - G_{\mu}R_{\mu};$$

$$A_{32} = 1;$$

$$A_{13} = 0;$$

$$A_{23} = 1;$$

$$A_{33} = -2 - G_{\mu}R_{\mu};$$

$$A_{14} = 0;$$

$$A_{24} = 0;$$

$$A_{34} = 1;$$

$$A_{15} = 0;$$

$$A_{25} = 0;$$

$$A_{35} = 0;$$

$$A_{16} = 0.$$

$$A_{26} = 0.$$

$$A_{36} = 0.$$

$$A_{41} = 0;$$

$$A_{51} = 0;$$

$$A_{61} = 0;$$

$$A_{42} = 0;$$

$$A_{52} = 0;$$

$$A_{62} = 0;$$

$$A_{43} = 1;$$

$$A_{53} = 0;$$

$$A_{63} = 0;$$

$$A_{44} = -2 - G_{\mu}R_{\mu};$$

$$A_{54} = 1;$$

$$A_{64} = 0;$$

$$A_{45} = 1;$$

$$A_{55} = -2 - G_{\mu}R_{\mu};$$

$$A_{65} = 1;$$

$$A_{46} = 0.$$

$$A_{56} = 1.$$

$$A_{66} = -1 - G_{\mu}R_{\mu}.$$

Келтирилган математик тавсиф элементларидан кўриниб турибдики, матрицадаги моделнинг диагонал жойлашган элементлари қолган элементлардан катта қийматларга эга, шунинг учун бу шакллантирилган моделни ҳисоблаш жараёнини тўғри аниқланишни таъминлайди.

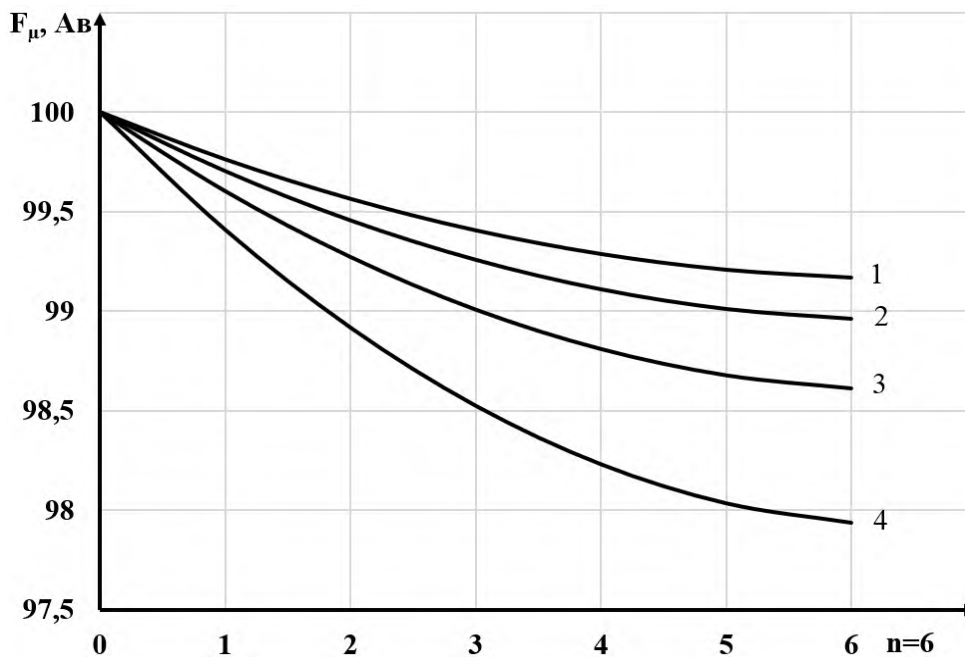
$U_{\mu 10} = K_{IF} \cdot I_{\text{экв}} = 100 \text{ Aв}$, $l=0,04 \text{ м}$, $a=b=0,04 \text{ м}$, $\mu=4000 \text{ Гн/м}$,
 $\mu_0=1,25 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/м}$, $R_{\mu 11}=R_{\mu 12}=R_{\mu 13}=R_{\mu 14}=R_{\mu 15}=R_{\mu 16}$ параметрларини
хисоблаш асосида тугунлар М.Ю.Кларининг куйидаги қийматлари
олинди:

$$G_{\mu 1} = G_{\mu 2} = G_{\mu 3} = G_{\mu 4} = G_{\mu 5} = G_{\mu 6} = G_{\mu} = \frac{\mu_0 \cdot b \cdot l_{\text{с.з}}}{\delta_{\text{с.з}}} = \frac{1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 0,04 \cdot 0,02}{0,005} = 0,0000002 \text{ Ом}$$

$$U_{\mu 10} = K_{IF} \cdot I_{\text{экс}} = 100 \text{ Aв}; U_{\mu 11} = 99,7 \text{ Aв}; U_{\mu 12} = 99,45 \text{ Aв};$$

$$U_{\mu 13} = 99,25 \text{ Aв}; U_{\mu 14} = 99,1 \text{ Aв}; U_{\mu 15} = 99,0 \text{ Aв}; U_{\mu 16} = 98,95 \text{ Aв}.$$

Тақсимланган параметрли датчикнинг магнит юритувчи кучини $U_{\mu}=f(n)$ граф модели бўлаклари сонига боғлиқлик графиги 2.8-расмда келтирилган.

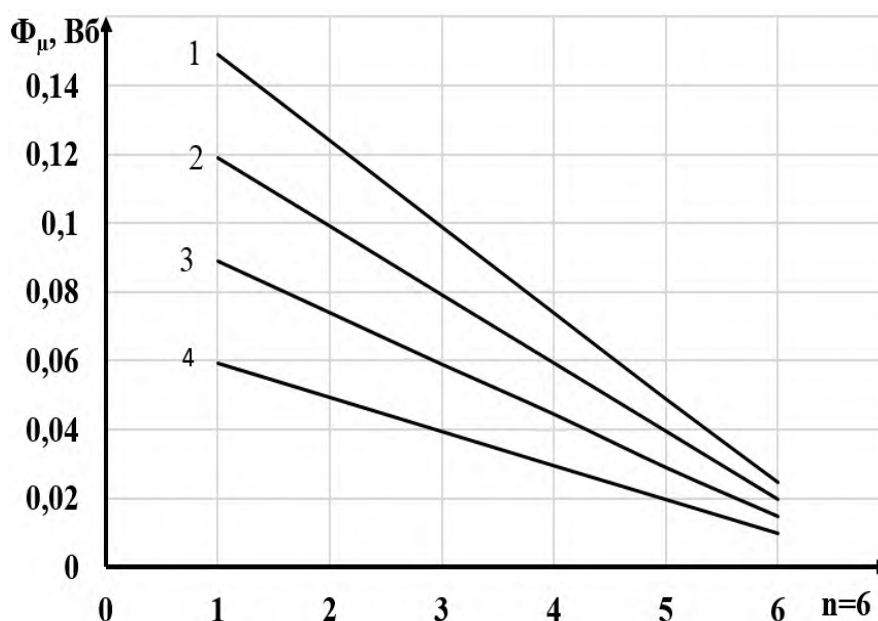


2.8- расм. Тақсимланган параметрли датчикнинг магнит юритувчи кучини граф модели бўлаклари сонига боғлиқлик графиги

бу ерда 1 - 50 мм, 2 - 40 мм, 3 - 30 мм, 4 - 20 мм датчикнинг геометрик ўлчамлари.

$$\begin{aligned}
\Phi_{\mu 11} &= \frac{U_{\mu 10} - U_{\mu 11}}{R_{\mu 11}} = \frac{100 - 99.7}{2500} = 0.12mVb; \\
\Phi_{\mu 12} &= \frac{U_{\mu 11} - U_{\mu 12}}{R_{\mu 12}} = \frac{99.7 - 99.45}{2500} = 0.1mVb; \\
\Phi_{\mu 13} &= \frac{U_{\mu 12} - U_{\mu 13}}{R_{\mu 13}} = \frac{99.45 - 99.25}{2500} = 0.08mVb; \\
\Phi_{\mu 14} &= \frac{U_{\mu 13} - U_{\mu 14}}{R_{\mu 14}} = \frac{99.25 - 99.1}{2500} = 0.06mVb; \\
\Phi_{\mu 15} &= \frac{U_{\mu 14} - U_{\mu 15}}{R_{\mu 15}} = \frac{99.1 - 99.0}{2500} = 0.04mVb; \\
\Phi_{\mu 16} &= \frac{U_{\mu 15} - U_{\mu 16}}{R_{\mu 16}} = \frac{99.0 - 98.95}{2500} = 0.02mVb;
\end{aligned} \tag{2.25}$$

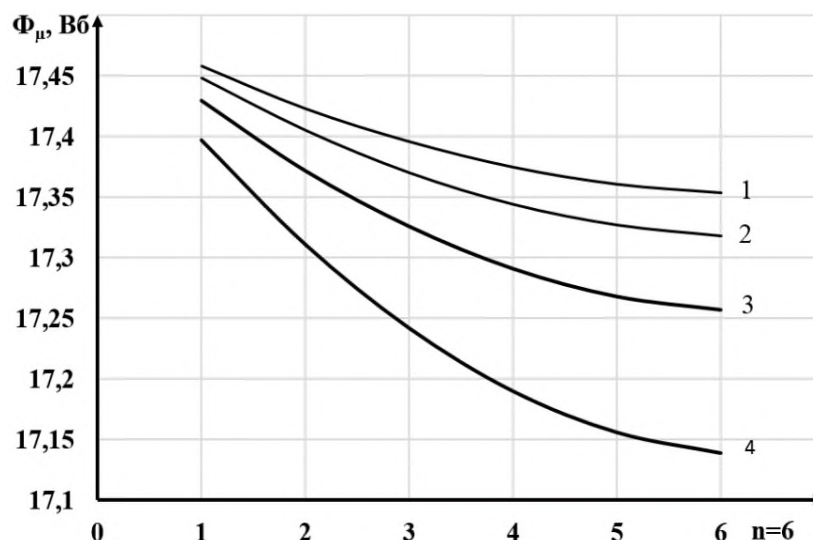
Тақсимланган параметрли датчикнинг магнит ўзаги орқали ўтган магнит оқимининг $\Phi_{\mu} = f(n)$ граф модели бўлаклари сонига боғлиқлик графиги 2.9-расмда келтирилган.



2.9- расм. Тақсимланган параметрли датчикнинг магнит ўзаги орқали ўтган магнит оқимининг граф модели бўлаклари сонига боғлиқлик графиги

Тақсимланган параметрли датчикнинг ҳаво оралиғи орқали ўтган магнит оқимининг $\Phi_{\mu} = f(n)$ граф модели бўлаклари сонига боғлиқлик графиги 2.10-расмда келтирилган.

$$\begin{aligned}
\Phi_{g1} &= U_{\mu11} \cdot G_{\mu1} = 99.7 \cdot 0.0000002 = 19.94 \text{ mkVb}; \\
\Phi_{g2} &= U_{\mu12} \cdot G_{\mu2} = 99.45 \cdot 0.0000002 = 19.89 \text{ mkVb}; \\
\Phi_{g3} &= U_{\mu13} \cdot G_{\mu3} = 99.25 \cdot 0.0000002 = 19.85 \text{ mkVb}; \\
\Phi_{g4} &= U_{\mu14} \cdot G_{\mu4} = 99.1 \cdot 0.0000002 = 19.82 \text{ mkVb}; \\
\Phi_{g5} &= U_{\mu15} \cdot G_{\mu5} = 99 \cdot 0.0000002 = 19.8 \text{ mkVb}; \\
\Phi_{g6} &= U_{\mu6} \cdot G_{\mu16} = 98.95 \cdot 0.0000002 = 19.79 \text{ mkVb};
\end{aligned}
\tag{2.26}$$



2.10- расм. Тақсимланган параметрли датчикнинг ҳаво оралиғи орқали ўтган магнит оқимининг граф модели бўлаклари сонига боғлиқлик графиги

Тақсимланган магнит занжир датчиклари учун ишлаб чиқилган тадқиқот модели ва амалий ҳисоблашларга асосланиб, турли ҳилдаги электромагнит датчикларни тадқиқ қилишда тақсимланган параметрли электр занжирлар назарияси аппаратида фойдаланиш самарали ва қулай ҳисобланади.

Граф моделининг бўлақлар сони $n=6$ тенг бўлганда (2.10-расм: $((17,47-17,35)/17,47)100\%=0,68\%$) датчик тузилишининг геометрик ўлчамларини тақсимланган параметрли граф модели магнит оқими миқдорининг аниқлигини 0,68 - 1,55 % гача оширишга эришилди.

Олиб борилган граф ва математик ҳисоблашлар бошқарувда сезгирлик, тезкорлик, ишончлилик бўйича тақсимланган параметрли датчиклар телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарувининг талабларини тўлиқ қаноатлантиради.

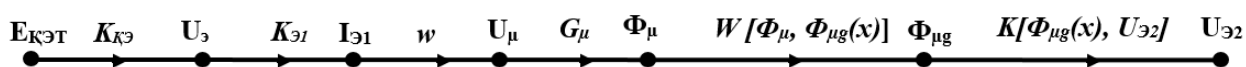
§2.3. Сигналлар шакллантирувчи физик-техник эффектлар ва уларни моделлаштириш

Телекоммуникация тизимларида энергия таъминоти манбаларида ток қийматини кучланиш кўринишдаги бошқариладиган чиқиш сигналига ўзгартириш занжирлари, тузилмалари ва ўзаро алоқаларни моделлаштириш ва қуриш тамойилларини таҳлил қилишда, датчикнинг физика-техник эффектни тадқиқ қилишни талаб этади. Ток қийматини кучланиш кўринишдаги сигналга ўзгартириш занжирини моделини қуриш алгоритми асосида датчикнинг тузилмаси модели қурилади. Ҳар хил турдаги физик табиатли ўзгартириш занжирлар тузилмаси ва элементлар катталиклари орасидаги ўзаро алоқа, энергия таъминотини бошқариш жараёнига мос келади, бунда бошқариладиган манба сифатида телекоммуникация тизимлари энергия таъминотидаги турли энергия манбалари қаралади.

Энергия таъминоти манбаларида қўлланилган эффектларни ҳар бирини моделлаштириш жараёнига батафсил тўхталиб ўтамиз [32]:

1. Қуёш энергия таъминоти манбаи асосида энергияни ўзгартириш жараёнини моделлаштириш [29, 32]:

ФТЭ параметрик тузилиш схемаси асосида, ёруғлик оқимини электр катталikka ўзгартириш, уларни ўзаро боғланиш тузилмаси ва жараёнининг графли модели, яъни ёруғлик оқими катталикларни кучланиш кўринишидаги чиқиш сигналига ўзгартириш жараёнларининг граф модели ишлаб чиқилган ва 2.11-расмда келтирилган.



2.11- расм. Ёруғлик оқимини физик-техник эффектлари асосида катталикларни кучланиш кўринишидаги чиқиш сигналига ўзгартириш жараёнларининг граф модели

бу ерда: $E_{KЭТ}$ -қуёш энергия манбалари; $K_{КЭ}$ -қуёш энергиясини электр кучланишга ўзгартириш занжирлараро боғланиш коэффициенти; $U_{Э}$ -электр кучланиш; $K_{Э1}$ -ҚЭТ манбаси электр кучланишни бирламчи электр токига ўзгартириш коэффициенти; w -чўлғамлар сони; $G_{μ}$ -магнит ўтказувчанлик $K[Φ_{μg}(x), U_{Э2}]$ -магнит оқим ва датчикнинг чиқиш кучланиши орасидаги занжирлараро

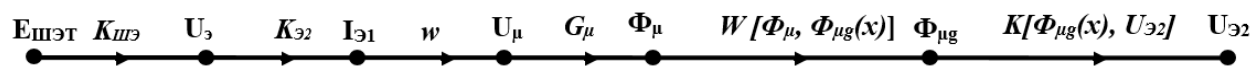
боғланиш коэффициентлари; $W_{\mu}[\Phi_{\mu}, \Phi_{\mu g}(x)]$ -таксимланган параметрли магнит ўзгартириш занжирини узатиш функцияси.

Келтирилган граф модели учун ёруғлик оқими ва датчик чиқиш кучланиши кўринишидаги сигнал орасидаги боғлиқликнинг математик ифодаси куйдагича аниқланади:

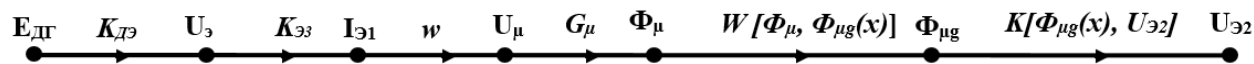
$$U_{\varepsilon 2} = K [\Phi_{\mu g}(x), U_{\varepsilon 2}] \cdot W [\Phi_{\mu}, \Phi_{\mu g}(x)] \cdot G_M \cdot w \cdot K_{\varepsilon 1} \cdot K_{K\varepsilon} \cdot E_{K\varepsilon T} \quad (2.27)$$

2. Шамол энергия таъминоти ҳамда дизель генератори асосида энергияни ўзгартириш жараёнини моделлаштириш:

ФТЭ параметрик тузилиш схемаси асосида, механик энергияни электр катталиққа ўзгартириш, катталиқларнинг ўзаро боғлиқлик тузилмаси ва жараёнининг графли модели, яъни механик энергия катталиқларини кучланиш кўринишидаги чиқиш сигналига ўзгартириш жараёнларининг граф модели 2.12-расмда ишлаб чиқилган:



а)



б)

2.12- расм. Механик энергияни (а-ШЭТ, б-ДГ) физик-техник эффектлари асосида катталиқларни кучланиш кўринишидаги чиқиш сигналига ўзгартириш жараёнларининг граф модели

бу ерда: $E_{ШЭТ}$, $E_{ДГ}$ -шамол ва дизель генераторли энергия манбалари; $K_{ШЭ}$, $K_{ДЭ}$ -шамол ҳамда дизель энергиясини электр кучланишга ўзгартириш занжирлараро боғланиш коэффициенти; $K_{\varepsilon 2}$, $K_{\varepsilon 3}$ -ШЭТ ва ДГ манбаси электр кучланишни бирламчи электр токига ўзгартириш коэффициенти.

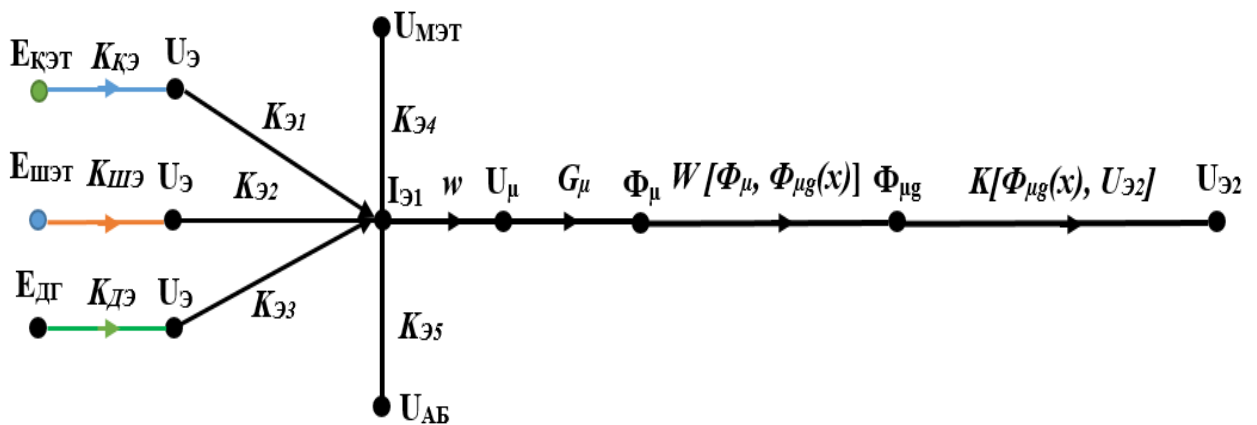
Келтирилган граф модели учун механик энергия (шамол ва дизел энергия таъминоти) ва датчикнинг чиқиш кучланиши кўринишидаги сигнал орасидаги боғлиқликнинг математик ифодаси куйдагича ифодаланиди:

$$U_{\varepsilon 2} = K [\Phi_{\mu g}(x), U_{\varepsilon 2}] \cdot W [\Phi_{\mu}, \Phi_{\mu g}(x)] \cdot G_M \cdot w \cdot K_{\varepsilon 2} \cdot K_{ШЭ} \cdot E_{ШЭТ} \quad (2.28)$$

$$U_{\varepsilon 2} = K [\Phi_{\mu g}(x), U_{\varepsilon 2}] \cdot W [\Phi_{\mu}, \Phi_{\mu g}(x)] \cdot G_M \cdot w \cdot K_{\varepsilon 3} \cdot K_{\varepsilon 4} \cdot E_{\text{ДГ}} \quad (2.29)$$

Юқоридаги жараёнлардан кўриниб турибдики, берилган кириш катталиклари ва ўзгартириш элементларида энергияни ўзгартириш жараёни тузилмаларини қуриш ва уларнинг барча бошқариш мумкин бўлган вариантларини аниқлаш учун, қайси турдаги ФТЭлар қўлланиши кераклигини билиш талаб этилади. Агар жараёнларнинг оралиқ алоқа табиати берилган бўлса, яъни ФТЭ, у ҳолда графли модель тузилмасида датчикни ўзгартириш принципи, алоқаси ва ишлатилган тузилмаларини ҳисобга олиш билан қурилади. Бунда маълумотларни умумлашган графли модел кўринишда ўзгартириш кетма-кетлигини қуриш орқали бошқарув жараёнини ташкил этиши мумкин бўлади [32].

Энергия ишлаб чиқариш ва бошқарув физик-техник эффектлари асосида катталикларни кучланиш кўринишидаги чиқиш сигналига ўзгартириш жараёнларининг граф модели 2.13-расмда тасвирланган.

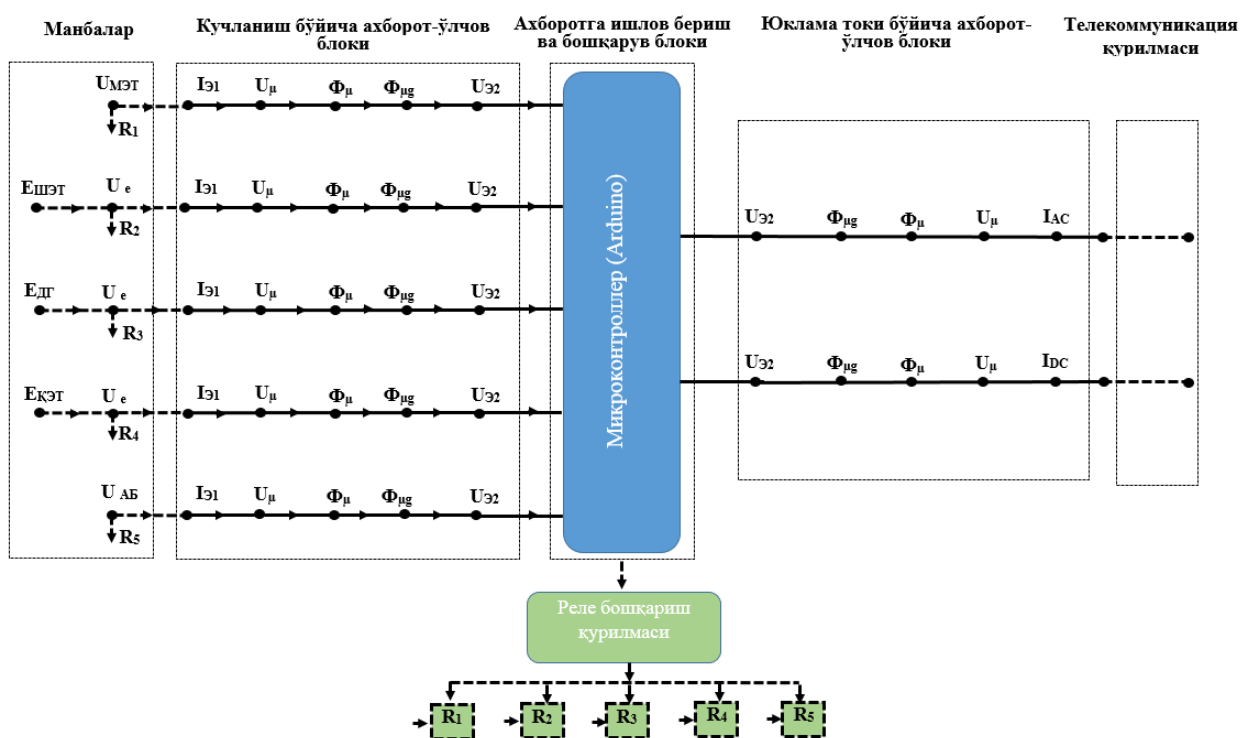


2.13-расм. Энергия ишлаб чиқариш ва бошқарув физик-техник эффектлари асосида катталикларни кучланиш кўринишидаги чиқиш сигналига ўзгартириш жараёнларининг граф модели

бу ерда: $E_{\text{КЭТ}}$, $E_{\text{ШЭТ}}$, $E_{\text{ДГ}}$ - қуёш, шамол ва дизель генератор э.ю.к.лари; $K_{\text{КЭ}}$, $K_{\text{ШЭ}}$, $K_{\text{ДЭ}}$ - қуёш, шамол ва дизель генератор э.ю.к.ни электр кучланишга ўзгартириш занжирлараро боғланиш коэффициенти; $U_{\text{АБ}}$ - аккумулятор батареясидаги электр кучланиш; $U_{\text{МЭТ}}$ - марказлашган манбалардаги кучланиши; $K_{\varepsilon 1} - K_{\varepsilon 5}$ - манба электр кучланишини бирламчи электр токга (кириш токига) ўзгартириш коэффициенти; w - чўлғамлар сони; G_M - магнит ўтказувчанлик; $K[\Phi_{\mu g}(x), U_{\varepsilon 2}]$ - магнит оқим ва датчикнинг чиқиш кучланиши орасидаги занжирлараро боғланиш коэффициенти;

$W_{\mu}[\Phi_{\mu}, \Phi_{\mu g}(x)]$ -тарқалган параметрли магнит ўзгартириш занжирини узатиш функцияси.

Энергия истеъмоли талабаларига мос равишда телекоммуникация объектларини энергия билан таъминлаш энергия манбаларини бошқариш тизими орқали амалга оширилади. КББ ахборот-ўлчов блокларидан (датчиклар) реал вақт режимида келаётган манбалар имконияти ва истеъмол меъёри тўғрисидаги ахборотларга таянган ҳолда бошқарув бўйича қарор қабул қилади (2.14-расм).



2.14-расм. Энергия манбаларини бошқариш тизими тузилиши

Бунда талаб этилаётган энергияни манбалардан телекоммуникация қурилмасигача узлуксиз равишда етказиб бериш жараёни бошқариш “кучланиш бўйича ахборот-ўлчов блоки” ва “юклама токи бўйича ахборот-ўлчов блокларидан” олинган ахборотларга мос равишда “ахборотга ишлов бериш ва бошқарув блоки” томонидан бажарилади.

Граф модель асосида энергия таъминоти манбалари физик катталиклари ва датчикнинг чиқиш кучланиши кўринишидаги сигнали орасидаги боғлиқлик қуйидаги кўринишда математик ифодаланади:

$$U_{\text{э2}} = W(V_1(K_{\text{э4}} \cdot U_{\text{МЭТ}}), V_2(K_{\text{э1}} \cdot K_{\text{кэ}} \cdot E_{\text{КЭТ}}), V_3(K_{\text{э2}} \cdot K_{\text{мэ}} \cdot E_{\text{ШЭТ}}), V_4(K_{\text{э3}} \cdot K_{\text{мэ}} \cdot E_{\text{ДГ}}), V_5(K_{\text{э5}} \cdot U_{\text{АБ}})), \quad (2.30)$$

бу ерда: $W=W_{\mu}[\Phi_{\mu}, \Phi_{\mu g}(x)] \cdot K[\Phi_{\mu g}(x), U_{\text{э2}}] \cdot G_{\mu} \cdot w$ - датчик занжирунинг узатиш функцияси; $V_1(G \cdot U_{\text{МЭТ}})$, $V_2(K_{\text{э1}} \cdot K_{\text{кэ}} \cdot E_{\text{КЭТ}})$, $V_3(K_{\text{э2}} \cdot K_{\text{ШЭ}} \cdot E_{\text{ШЭТ}})$, $V_4(K_{\text{э3}} \cdot K_{\text{ДЭ}} \cdot E_{\text{ДГ}})$ ва $V_5(K_{\text{э4}} \cdot K_{\text{АЭ}} \cdot E_{\text{АБ}})$ - мос равишда бошқарувда қуёш, шамол, дизель генератори ва аккумулятор энергия таъминоти манбасини бошқарув блоки томонидан уланиш эҳтимоллиги.

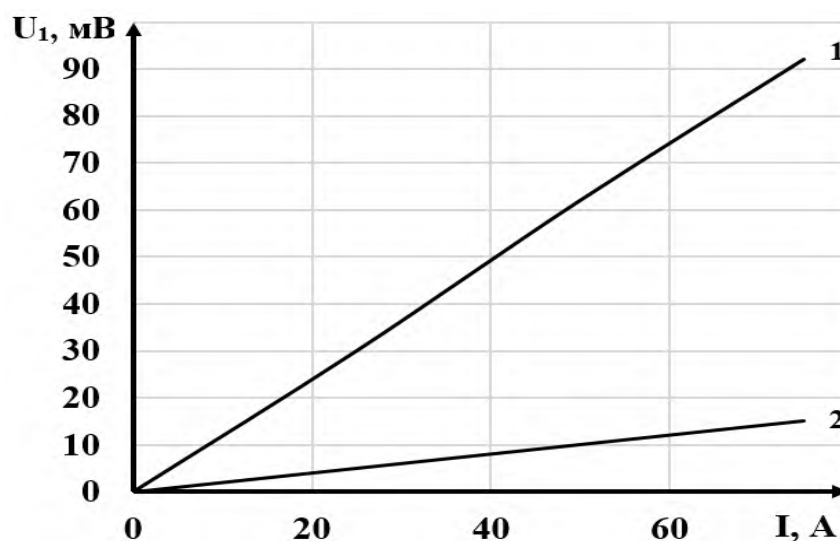
Хусусий ҳолда телекоммуникация тизимининг асосий манбаси сифатида марказлашган энергия таъминоти қўлланилганда 2.13-расмда келтирилган граф модели ва ифода (2.30) асосидаги кучланиш кўринишдаги чиқиш сигналени аналитик ифодаси куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$U_{\text{э2}} = W(V_1(G \cdot U_{\text{МЭТ}})) = 4,44 \cdot f \cdot w_{\text{КТ}} \cdot \frac{I_{\text{э1}} \cdot w_{\text{СЭ}}}{\frac{\sum l_{\text{Пўл}}}{\mu \cdot S_{\text{Мў}}} + \frac{\sum l_{\text{Х.О}}}{\mu_0 S_{\text{СЭ}}}}, \quad (2.31)$$

бу ерда: $I_{\text{э1}}$ - ўтказгич бирламчи чулғамидан оқаётган электр токи; $w_{\text{КТ}}$ - қўзғатиш чулғами ($w_{\text{КТ}}=1$); f - частота; $w_{\text{СЭ}}$ - сезувчи элемент симининг ўрамлар сони ($w_{\text{СЭ}}=1-20$); $l_{\text{Пўл}}$ - магнит ўзак пўлат қисмининг узунлиги; $l_{\text{Х.О}}$ - ҳаво оралиғининг узунлиги; $S_{\text{Мў}}$ - магнит ўзакнинг кесими юзаси; $S_{\text{СЭ}}$ - сезувчи элемент юзаси.

Энергия етказувчи манбаларнинг имкониятлари ўзгаргарганда, телекоммуникация объектлари фаолиятига таъсир этмаган ҳолда энергия билан таъминлашни бошқа манбаларга ўтказишда ахборот-ўлчов блоки сезгирлигига қўйиладиган талабалар датчикнинг асосий кўрсаткичларидан бири ҳисобланади.

Датчикнинг граф (2.13-расм) ва аналитик (2.31) модели асосида олиб борилган тадқиқотлар натижалари 2.14-расмда келтирилган.



2.15-расм. Датчикнинг граф ва аналитик моделлари асосида олиб борилган тадқиқотлар натижалари (1- $l_{x.o}=0,002$; 2- $l_{x.o}=0,04$)

Датчикнинг сезгирлиги 2.14-расмнинг 1- ва 2-графикларига асосан қуйидагича аниқланади:

$$K_1 = 1,2 \frac{mB}{A}; \quad K_2 = 0,2 \frac{mB}{A}. \quad (2.32)$$

K_1 ва K_2 миқдорлар геометрик ўлчамларидан бўлган ҳаво оралиғига боғлиқ равишда датчик сезгирлигини 6 мартабагача орттириш имкони мавжуд эканини кўрсатди. Граф модель физик ўзгартириш жараёнларида яққолликни таъминлаш ҳамда қиймат ва параметрлар орасидаги мураккаб боғлиқликларни юқори даражада формаллаштириш асосида тадқиқотлар олиб бориш имконини беради.

Иккинчи боб бўйича хулосалар

1. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарувининг жамланган ва тақсимланган параметрли датчикларини магнит занжирларида ҳосил қилинувчи ишчи магнит оқимларининг тарқалишини тадқиқ этишни таъминловчи модель яратилди ҳамда у асосида кучланиш кўринишидаги чиқиш сигнали қийматларини аниқлаш усули такомиллаштирилди.

Датчик элементлари морфологик матрицалари асосида ўхшаш ва намуна элементлар имкониятларини ҳисобга олувчи, конструктив элементларни танлаш имкон берувчи датчик

элементининг рационал тузилмасини танлаш алгоритми такомиллаштирилди.

2. Чиқиш кучланишининг $U_{\text{эчик}}$ қийматининг магнит оқимни сезгир элементлар юзасини кесиб ўтишининг перпендикулярлик ва бир текисда тарқалишлик талабларига асосан телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқаруви датчикининг рационал тмагнит юритувчи куч ва магнит оқим катталиклари ва параметрлари аниқланди.

3. Бошқарув датчигида қўлланилган физик-техник эффектлар асосида магнит тизимнинг катталикларини кучланиш кўринишидаги чиқиш сигналига ўзгартириш жараёнининг граф модели ишлаб чиқилди. Тақсимланган параметрли модель асосида датчик магнит тузилмасидаги магнит оқим катталигини сезгир элемент ҳаво оралиғига боғлиқлигини аниқлаган ҳолда датчик сезгирлик коэффицентини 6 баробаргача ошириш мумкинлиги исботланди.

4. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқаруви талабларига мос келувчи датчикнинг геометрик ўлчамларини магнит оқимиға боғлиқлиги тадқиқ қилинди ва унинг тақсимланган параметрли моделини қўллаш асосида магнит оқим тарқалишини хисоблаш аниқлигини 0,68 - 1,55 % гача оширишга эришилди.

III БОБ. БОШҚАРУВ ТИЗИМИ ДАТЧИКИНИНГ ТАВСИФЛАРИ ВА СИГНАЛ ВОСИТАЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШ

Тадқиқотнинг II-бобида тақдим этилган материаллардан кўришиб турибдики, телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарув тизимида датчикларнинг тавсифлари алоҳида ўрнига эга. Бунда датчикнинг асосий тадқиқ қилинадиган тавсифларига статик, динамик тавсифлари, сезгирлик ва хатолик манбалари киради [34, 47, 76].

Физик ва математик моделлардан олинган маълумотлар асосида, датчикнинг статик тавсифларини тадқиқ қилишда датчик магнит занжирларининг тақсимланган параметрли моделлари асосида сигнални ўзгартириш жараёнлари амалга оширилади. Токнинг қийматини кучланиш кўринишдаги чиқиш сигнаliga ўзгартирадиган датчикларнинг статик тавсифларини таҳлил қилишда сигнал кўринишдаги чиқиш кучланишини $U_{\text{чиқ}}$ кириш фаза токига $I_{\text{эл}}$, сезгир элементнинг кесими $S_{\text{СЭ}}$ юзасига, сезгир элементнинг $w_{\text{СЭ}}$ ўрамлари сонига, шунингдек ҳаво орлиғи $l_{\text{х.о}}$ баландлигининг турли ўзгариш дивазонларига ва магнит ўзакнинг турли параметрларига боғлиқлигини аниқлаш талаб этилади [29, 30, 33, 64].

§3.1. Бошқарув тизими датчикининг статик ва динамик тавсифлари

Умумий ҳолда бошқарув тизимларида тақсимланган параметрли модел асосидаги энергия манбалари ҳолатларини аниқлаш датчигининг статик тавсифлари граф модели қуйидагича кўринишдаги ифода орқали аниқланади [29, 30, 34]:

$$U_{\text{Э2}} = K[\Phi_{\mu\text{г}}(x), U_{\text{Э2}}] \cdot W[\Phi_{\mu}(0), \Phi_{\mu\text{г}}] \cdot G_{\mu\text{г}} w_1 I_{\text{Э1}} \quad (3.1)$$

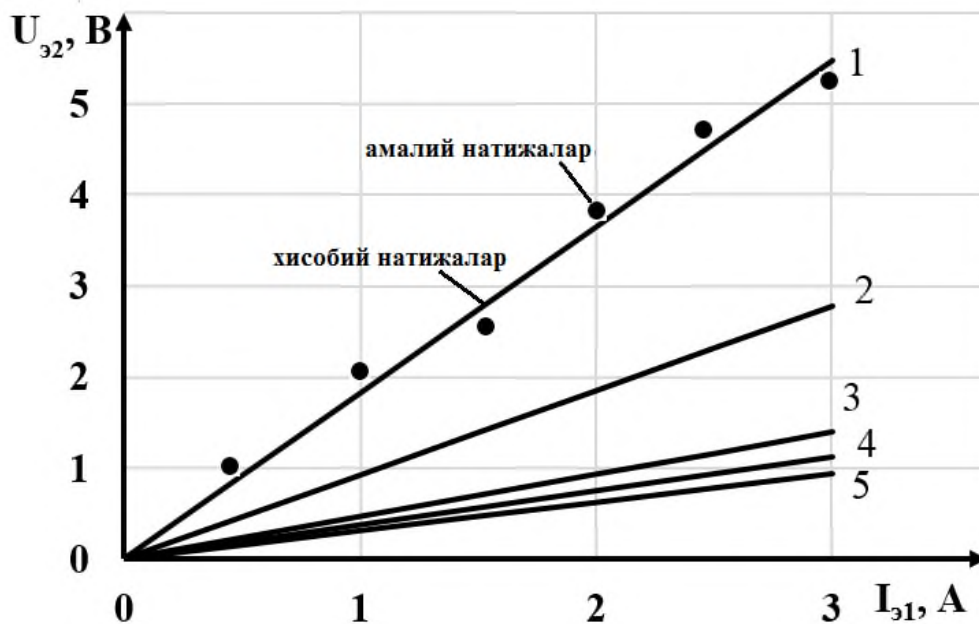
Бунда асосан ўзгарувчан параметрлар ва катталиклар сифатида ўзгарткич ҳаво орлиғи $l_{\text{х.о}}$ баландлиги, геометрик ўлчамлари (кенглик, баландлик), магнит материалларининг магнит сингдирувчанлиги, сезгир элементнинг ўрамлари сони ва бошқалар ишлатилади.

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқаришда $K[\Phi_{\mu g}(x), U_{\varepsilon 2}]$ ва $W[\Phi_{\mu}(0), \Phi_{\mu g}]$ ўзгартириш коэффициентларидан нормал физик катталикларга ўтишда датчикнинг статик тавсифи куйидаги кўринишда ифодаланади:

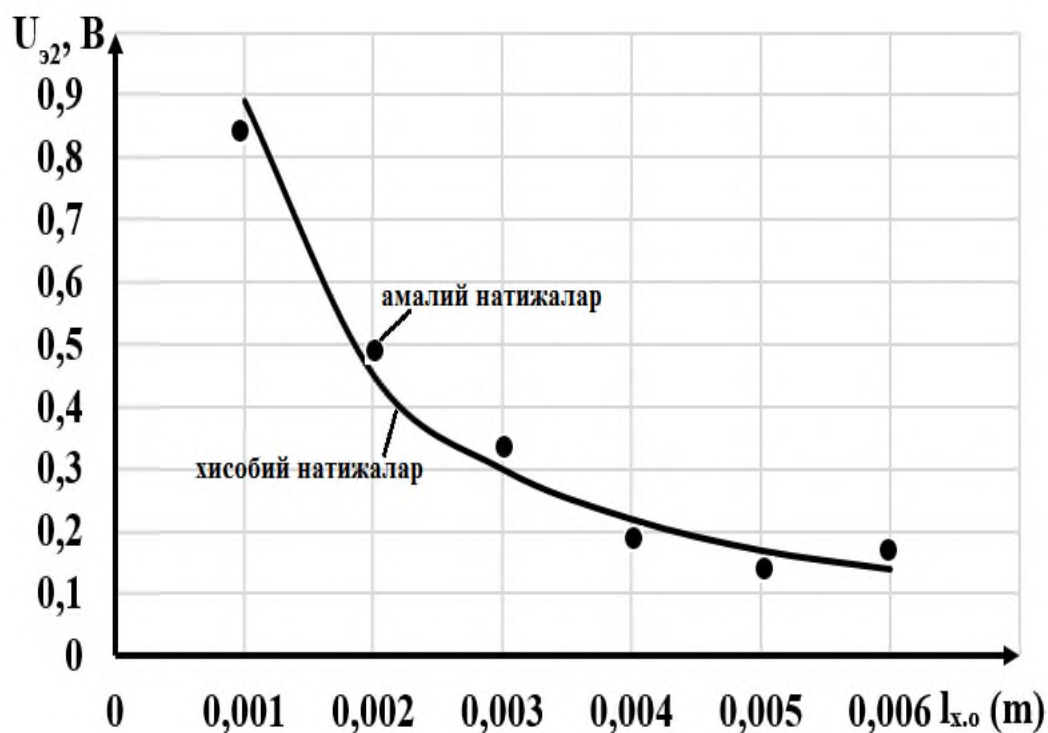
$$U_{\varepsilon 2} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot I_{\varepsilon 1} \cdot w_{ov} \cdot w_{nuo} \cdot \int_0^{l_{x.o}} \Phi_{\mu g}(x) \cdot dx \quad (3.2)$$

бу ерда: f - бирламчи ток частотаси; $I_{\varepsilon 1}$ - бирламчи кириш ток қиймати; $w_{C\varepsilon}$ - сезгир элементнинг ўрамлар сони; w_{ov} - бирламчи элементнинг ўрамлар сони; $l_{x.o}$ - ҳаво оралиғининг баландлиги; $\Phi_{\mu g}(x)$ - магнит оқим.

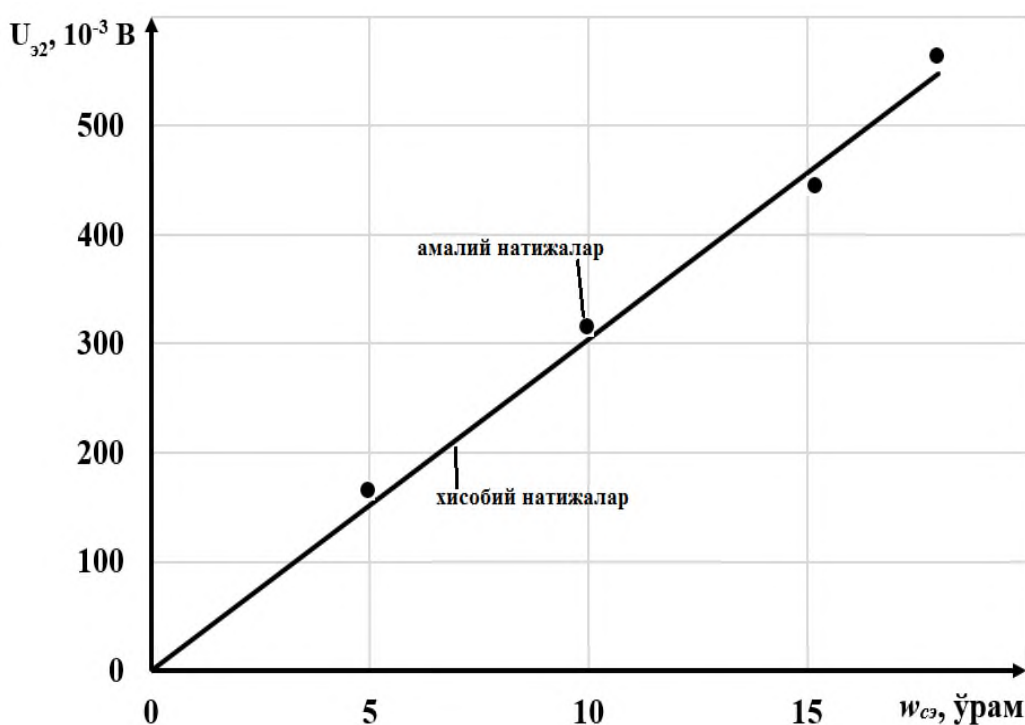
Ҳисоблаш ва экспериментал тадқиқотлар асосида график кўринишда олинган бошқарув тизими тақсимланган параметрли П-симон магнит ўзак асосидаги датчикнинг статик тавсифлари 3.1-3.4-расмларда келтирилган.



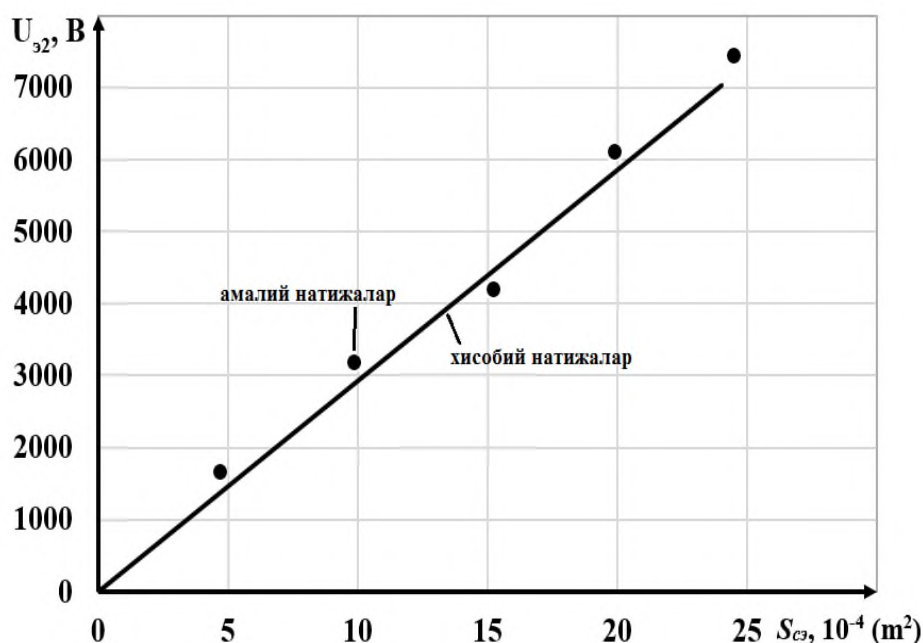
3.1- расм. Датчик кириш токини ҳаво оралиғи баланлигининг турли қийматлари бўйича чиқиш кучланишига $U_{\varepsilon 2}$ боғлиқлиги статик тавсифи



3.2- расм. Датчикнинг $l_{x.o}$ ҳаво оралиғи баландлигини чиқиш кучланишга $U_{эчиқ}$ боғлиқлигини статик тавсифи



3.3- расм. Датчикнинг сезгир элементи $w_{сэ}$ ўрамлар сонини кучланиш $U_{эчиқ}$ кўринишдаги чиқиш сигналига боғлиқлиги статик тавсифи



3.4- расм. Датчикнинг сезгир элементи кесими юзасини $S_{CЭ}$ кучланиш $U_{эчик}$ кўринишдаги чиқиш сигналига боғлиқлигини статик тавсифи

Тақсимланган параметрли моделларнинг ҳисоблаш натижаларидан (3.1-3.4- расмлар) шуларни хулоса қилиш мумкинки, $l_{x.o}$ ҳаво орлиғининг қиймати ортганида кучланиш кўринишдаги $U_{эчик}$ чиқиш сигнали қиймати кескин камаяди, сезгир элементлар ўрамлари сонини ортиши чиқиш сигнали қийматини ўзгаришига равон таъсир қилади, сезгир элементлар кесимининг ўзгариши эса сигнал кўринишдаги чиқиш кучланишини чизиқли ўзгаришини таъминлайди. Тақсимланган параметрли моделларнинг ҳисоблаш натижаларидан шуни кўриш мумкинки, сезгир элементнинг ўрамлар сони $w_{CЭ} = 15-16$ ўрамлар сонига тенг бўлганда, ҳаво оралиғининг баландлиги $0,002 - 0,003$ м бўлганда чиқиш сигнали рационал қийматга эга бўлади.

Датчикнинг динамик тавсифи. Датчикнинг динамик тавсифи уларнинг асосий тавсифларидан бири ҳисобланиб, $U_{эчик}$ чиқиш сигналининг вақт бўйича ўзгарадиган катталиклари ва параметрларига - электр тармоқнинг $I_{э1}$ бирламчи токига, ташқи таъсир этувчи катталиклари ва бошқа таъсирларга боғлиқлигини аниқлайди.

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқаришда энергия манбалари ҳолатларини аниқлаш датчигининг динамик тавсифларини таҳлил қилиш датчик

элементларининг узатиш функциялари асосида амалга оширилади ва датчикнинг операторли шаклда берилган динамик ишлаш режимлари аниқланади. Умумий кўринишда датчикда бирламчи токни сигналга ўзгартириш занжирининг узатиш функциясини қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин [29]:

$$W_{\text{ЭМЎ}}(p) = W_{I_{\text{Э1}}}(P) \cdot W_{M\ddot{Y}}(P) \cdot W_{C\text{Э}}(P) \quad (3.3)$$

бу ерда: $W_{I_{\text{Э1}}}(p)$ - $I_{\text{Э1}}$ ток ўтказгич занжирининг узатиш функцияси; $W_{M\ddot{Y}}(P)$ - $M\ddot{Y}$ занжирининг узатиш функцияси; $W_{C\text{Э}}(P)$ - сезгир элементнинг узатиш функцияси; $p=2\pi f$ - оператор (динамик жараёнларни тадқиқ этиш катталиги).

Бошқарув тизими датчикига $I_{\text{Э1}}$ ток таъсир этганида бутун занжирнинг реакцияси асосан сезгир элементнинг динамик $L_{C\text{Э}}$ (сезгир элементнинг индуктивлиги) ва $R_{C\text{Э}}$ (сезгир элементнинг қаршилиги) электр параметрлар орқали аниқланади [29, 30, 33].

Юқорида баён этилганларни инобатга олган ҳолда, датчикнинг динамик тавсифи қуйидаги формула кўринишида ифодаланади [29, 30, 33, 34]:

$$W_{\text{ЭМЎ}}(P) = K[\Phi_{\mu\text{г}}(x), U_{\text{Э2}}] \cdot W[\Phi_{\mu}(0), \Phi_{\mu\text{г}}] \cdot G_{\text{ТМ}} \cdot w_1 \frac{1}{1 + \frac{L_{C\text{Э}}}{R_{C\text{Э}} \cdot P}} \quad (3.4)$$

ёки

$$W_{\text{ЭМЎ}}(P) = \frac{K_{\Sigma}}{1 + T_{C\text{Э}} \cdot P} \quad (3.5)$$

бу ерда: K_{Σ} - датчикнинг сезгирлиги; $T_{C\text{Э}}=L_{C\text{Э}}/R_{C\text{Э}}$ - сезгир элементларнинг вақт доимийси; $L_{C\text{Э}}$ - сезгир элементнинг индуктивлиги; $R_{C\text{Э}}$ - сезгир элементнинг қаршилиги.

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарувида датчикнинг динамик тавсифи, электр параметрлар ва катталикларни назорат қилиш тизимидан фойдаланиш нуқтаи назаридан, ҳам метрологик тавсифларни баҳолаш ва ҳам бирламчи уч фазали токнинг носимметриясини электр сигналга (чиқиш кучланишига) ўзгартириш учун назарий ва амалий аҳамиятга эга ҳисобланади [3, 27, 76].

Юқорида баён этилган динамик тавсифларни тадқиқ қилишда асосий қийинчилик шундан иборатки, унда турли физик табиатдаги занжирлар - электр, магнит, иссиқлик ва бошқа занжирлар қатнашади.

Датчикнинг динамик хоссалари тузилиш схемаси орқали нафақат чиқиш сигналини кириш сигнали билан боғлайдиган, балки тақсимланган параметрлар характери билан аниқланади. Аёнки, ишлатиш жараёнида датчик параметрларининг ўзгармас эмаслигини ҳисобга олиб, бу параметрларнинг ўзгариш характери - унинг динамик хоссаларини тубдан ўзгартириш мумкин бўлган моментлар ҳисобланади [29, 47].

Датчикнинг динамик тавсифларини тадқиқ қилишда бирламчи ток бирламчи чўлғамдан оқиб ўтиш вақти бўйича ўзгаради. Уларнинг ўзаро алоқаси кўп жиҳатдан тўйинишда яққол нозичли характерга эга бўлган МҰ материалининг магнитланиш эгрилиги орқали аниқланади, у ҳолда электромагнит ўзгартириш занжирига характерли бўлган бирламчи чўлғамдаги кучланишнинг синусоидал ўзгаришида бошқа катталиклар юқори гармоник ташкил этувчиларга эга бўлган носинусоидал сигнал бўлиб қолади. Лекин, агар датчик ўзгартириш магнит занжирининг ишлаш режими қатор ҳолларда уюрмавий тоқларни камайтириш ва қайта магнитлаш учун (улар индукциянинг квадратига тўғри пропорционал) мақсадга мувофиқ бўлган тўйиниш ҳолатига етмаса, у ҳолда B индукция ва H кучланганлик орасидаги боғлиқликни чизикли ҳисоблаш мумкин. У ҳолда датчикнинг ўзгартириш электромагнит занжирининг жараёнлари ва тавсифларини аниқлайдиган асосий катталиклар устида синусоидал катталиклар сифатида амалларни бажариш мумкин бўлади [29, 47, 48].

Ўзгартириш электромагнит занжирининг бирламчи чўлғамга кучланиш берилганида у орқали катта бошланғич $I_{x.o}$ ҳаво тирқиши туфайли сезиларли I_n ишга тушириш токи оқиб ўтади. $I_{x.o}$ ҳаво тирқиши ортганида токнинг ортиши ўзгарувчан токни ўзгартириш электромагнит занжирининг тавсифида акс этмай қолмайди. Бирламчи чўлғамнинг актив электр қаршилиги ва ундаги кучланишнинг тушиши ҳисобга олинмаса, у ҳолда бирламчи чўлғамга қўйилган кучланиш қарама-қарши Э.Ю.К билан тўлиқ мувозанатланади. Масалан берилган тақсимот тавсифси бўйича аниқланиши мумкин бўлган Φ_m оқим маълум бўлса, у ҳолда

Ўзгартириш электромагнит занжирининг иккиламчи чўлғами ўрамларининг зарур сони қуйидагига тенг бўлади [29, 47]:

$$w_{CЭ} = \frac{U_{Э2} \cdot \left(\frac{\sum l_{Пўл}}{\mu \cdot S_{MЎ}} + \frac{\sum l_{X.O}}{\mu_0 S_{CЭ}} \right)}{4,44 \cdot f \cdot w_{КТ} \cdot I_{Э1}}, \quad (3.6)$$

бу ерда: $U_{Э2}$ - датчикнинг чиқиш кучланиши.

Қаралаётган шартларда Φ_m магнит оқим электромагнит тақсимот занжирининг ҳаво тирқишига боғлиқ бўлади. Агар бу бутун оқим ишчи ҳаво тирқиши орқали туташганда эди, у ҳолда у ҳосил қиладиган электромагнит оқим ҳам ҳаво тирқишининг қийматига боғлиқ бўлар эди. Ҳақиқатда бундай бўлмайди. $l_{x.o}$ ҳаво тирқиши ва унинг магнит қаршилигининг ўзгариши йиғинди оқимнинг Φ_σ сочилишига ва Φ_δ ишчи тирқишга қайта тақсимланишига олиб келади, чунки сочилиш оқимлари учун магнит қаршилиқ ўзгармас қолади. $l_{x.o}$ ишчи тирқиш ва унинг магнит қаршилиги қанчалик катта бўлса, магнит оқимининг шунчалик катта қисми сочилишга тармоқланади, Φ_δ ишчи оқим ва чиқиш сигнали эса камаяди [29, 30, 33, 34].

Ўзгарувчан токни ўзгартириш электромагнит занжирининг векторлар диаграммасини қуриш учун горизонтал бўйича Φ оқим векторини қўямиз. У чўлғамда ҳосил қиладиган электр юритувчи куч вектори фаза бўйича 90^0 га ортда қолади. Актив магнит қаршилиқда магнит потенциалнинг тушиши вектори (Φ_{RM}) йўналиш бўйича Φ оқим вектори билан мос тушади, реактив магнит қаршилиқда магнит потенциалнинг тушиши вектори (Φ_{XM}) эса унга перпендикуляр бўлади. Биргаликда улар чўлғамнинг $I\omega$ м.ю.к. вектори ва чўлғамдаги I ток векторининг йўналишини аниқлайди. Φ магнит оқим чўлғамнинг $I\omega$ м.ю.к. векторидан X_M реактив магнит қаршилиқ туфайли фаза бўйича φ_m бурчакка ортда қолади.

Ўзгарадиган Φ магнит оқим чўлғамда Е м.ю.к.ни ҳосил қиладди. Ўзгартириш электромагнит занжири чўлғамининг индуктив электр қаршилигига боғлиқ бўлган қарама-қарши электр юритувчи куч (-Е) чўлғамнинг актив $R_Э$ электр қаршилигидаги кучланишнинг $IR_Э$ тушиши билан бирга диаграммада чўлғамнинг U кучланиш вектори ҳолатини аниқлайди. $IR_Э$ ва I векторлар йўналиш бўйича мос

тушади. Чўлғамдаги I ток U кучланишдан фаза бўйича $\varphi_{\text{Э}}$ бурчакка ортда қолади.

Ҳаво тирқишидаги $\Phi_{\delta} = \Phi_m \sin \omega t$ синусоидал оқим асосида аниқланадиган магнит юритувчи куч қуйидагига тенг бўлади [29, 47]:

$$F_{\mu} = \frac{\Phi_m}{\mu_0 S} \sin \omega t, \quad (3.7)$$

бу ерда: Φ_{μ} - магнит оқим, Вб; S - юза, м^2 ; $\mu_0 = 1,25 \cdot 10^{-6}$ Г/м.

Ўзгарувчан ток уланганида электромагнит ғалтак орқали оширилган ишга тушириш тоқлари оқиб ўтади, бу истеъмол қувватини оширади ва датчик электромагнит чўлғамидаги мис сарфини ортишига олиб келади. Ўзгарувчан токда ўртача электромагнит куч қуйидагига тенг бўлади:

$$F_{\mu \text{ ўр}} = \frac{1}{2} \left(\frac{\Phi_M^2}{2\mu_0 S} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{B_M^2 S}{2\mu_0} \right), \quad (3.8)$$

бу ерда: B_M - индукциянинг амплитуда қиймати.

Тадқиқотларни атрофлича ўтказиш учун бирламчи чўлғам - $I_{\text{Э}}$ тоқли ўтказгични энергия манбаига уланиш жараёнини кўриб чиқамиз. Энергия таъминоти манбаларни бошқарув тизими датчикларининг тузилмалари, бирламчи чўлғамларнинг жойлашиши, Мўларнинг шакллари ва сезгир элемент - иккиламчи чўлғамнинг ўрамлари сони ва параметрлари асосида чиқиш кучланишлари тенгламасини қуйидгича тузамиз:

$$U_{\text{Эчик}}(t) = -R_{\text{ЭСЭ}} \cdot i_{\text{Эчик}}(t) - L_{\text{ЭСЭ}} \frac{di_{\text{Эчик}}(t)}{dt} \quad (3.9)$$

бу ерда: $R_{\text{ЭСЭ}}$, $L_{\text{ЭСЭ}}$, - датчик чўлғамларининг актив қаршилиги ва индуктивлиги; $i_{\text{Эчик}}(t)$ - датчик иккиламчи чўлғамидаги ток.

Датчикнинг динамик тавсифларини тадқиқ қилиш магнит оқимилар Φ асосида амалга оширилади ва қуйидагича ифодаланади:

$$\frac{d\Phi}{dt} + R_s \cdot \Phi \cdot L_s = \left(\frac{U_m}{w_1} \right) \cdot \sin(\omega t + \psi) \quad (3.10)$$

бу ерда: w_1 - датчик бирламчи чўлғамининг ўрамлари сони.

Бу тенглама $t = 0$ бўлганда R_s электр қаршилик ва L_s индуктивликлар - параметрларнинг ўзгасмаслиги шартида ечилади, бу ерда $\Phi_{\text{кол}}$ – қолдиқ магнит оқими ва $\omega = 2\pi f$ – бурчак частотаси.

Ўзгартириш занжири магнит оқимиға нисбатан қуйидаги тенгламага эга бўламиз:

$$\Phi_{\mu} = \Phi_n + \Phi_a \quad (3.11)$$

бу ерда: Φ_{np} - магнит оқимининг периодик (даврий) ташкил этувчиси; Φ_a - магнит оқимининг аперодик (эркин) ташкил этувчиси.

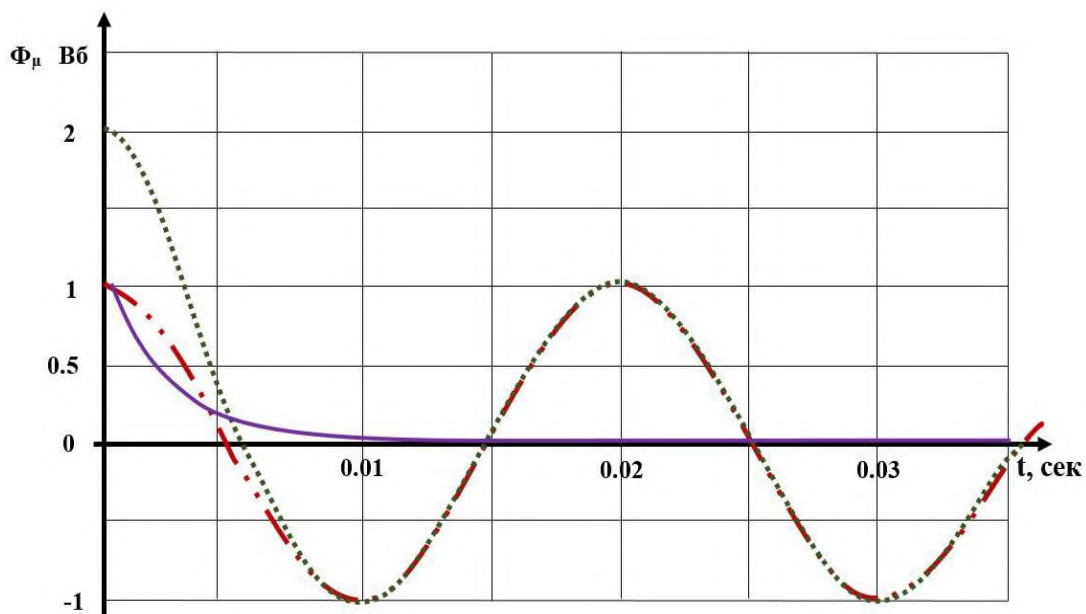
Датчикнинг динамик тавсифида магнит оқимларни аниқлаш учун ифода қуйидагича ёзилади [29]:

$$\Phi = \Phi_{\text{макс}} \left(e^{-\frac{Rt}{L}} - \cos(\omega t) \right) \pm \Phi_{\text{кол}} \cdot e^{-\frac{Rt}{L}} \quad (3.12)$$

бу ерда: R - актив қаршилик; L - реактив қаршилик; $\Phi_{\text{макс}}$ - максимал магнит оқим; $\Phi_{\text{кол}}$ - қолдиқ магнит оқим.

Датчикдаги ток бирламчи чўлғамларидан оқиб ўтадиган электр юктамаларға уланганида ўтиш режимида магнит оқими оний қийматларининг бундай ортишлари – датчикларнинг бирламчи чўлғамлари орқали оқиб ўтадиган нормал тоқларни кўп мартаға ошириши мумкин бўлган магнитловчи тоқнинг кескин ортишини пайдо бўлишиға олиб келади.

Актив қаршиликнинг бўлиши юқори частотали тебранишларнинг сўнишиға олиб келади ва ток эгрилиги $u(t)$ кучланишға нисбатан фазалар бўйича илгарилаб кетадиган φ силжиши ўрнатилган синусоидал характерға эга бўлади. Агар электр тармоғи индуктивликсиз ($L_s = 0$) бўлганида, у ҳолда тоқнинг бошланғич кескин ортиши кузатилар эди, шундан бошлаб ток аста-секин ўрнатиладиган синусоидал қийматға яқинлашар эди.



3.5- расм. Датчиклардан ток оқиб ўтган ҳолатда тизимдаги магнит оқимларнинг ўзгариш графиги

Бошқарув тизимида манба ҳолатини аниқлаш датчикининг динамик режимини тавсифлайдиган юқорида келтирилган (3.5) формула асосида датчикнинг ўзгартириш магнит занжиридаги магнит оқимнинг вақт бўйича ўзагриши боғлиқлик графиги аниқлаймиз.

Магнит оқимнинг ўзгариши графиги асосида (3.5 - расм) шуни хулоса қилиш мумкинки, датчикларнинг ўзгартириш магнит тизимида ўрнатилган режимда электр юклама бирламчи чўлғамларини магнит ўтказгичнинг стерженлари орасидан ўтадиган ток датчикига улаш ўртача 0,03 - 0,04 секундларда амалга оширилади.

§3.2. Датчикнинг ишончлилиги

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарувда датчикларнинг ишончлилиги сифат кўрсаткичларидан бири бўлиб, унинг ҳисоблаш усуллари асосий масалалардан бири ҳисобланади. Бошқарув тизими датчикининг ишончлилигини ҳисоблаш принципал асослар бўйича элементли (аппаратуралар) ва функционал (параметрик) турларга бўлинади.

Мақсадли вазифаси бўйича лойиҳалаш (башаротловчи), синаш ҳамда ишлатиш босқичларида (қайд этувчи) датчикнинг ишончлилигини элементли ва функционал ҳисоблашларга

ажратилади. Хараактери бўйича ҳисобга олинадиган рад этишлар (тўсатдан, тўлик) ва рад этишлар тавсифлари (тўсатдан, аста-секин, тўлик, қисман, қисқа туташув, узилиш, ўчиш ва ҳ.к.) ҳисобга олинадиган ишончилиликка бўлинади.

Датчикнинг элемент ишончилиги

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарувида датчикнинг элементар ишончилигини ҳисоблаш учун, элементларининг иш қобилияти ҳолатлари эҳтимолликлари инобатга олинади [29]

Датчик элементларининг барча бўлиши мумкин бўлган иш қобилиятлари ҳолатларининг эҳтимолликларини қўшиб чиқиш билан унинг элементларини иш қобилияти ишончлик эҳтимоли қуйидаги ифода орқали ҳисобланади [29]:

$$P_3 = P_1 + P_2 + P_3 + P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 - P_1 \cdot P_2 - P_1 \cdot P_3 - P_2 \cdot P_3 \quad (3.13)$$

бу ерда: P_1 – бирламчи чўлғам иш қобилият ишончилиги; P_2 – магнит ўзак иш қобилияти ишончилиги; P_3 – сезгир элемент иш қобилияти ишончилиги.

Датчик асосий элементларининг (бирламчи чўлғам, МЎ, СЭ) иш қобилияти мос равишда $P_1=0.99$; $P_2=0.99$; $P_3=0.99$ ларга тенг бўлади [126]:

У ҳолда датчикнинг элементар иш қобилияти ишончилилик эҳтимоллиги қуйидагига тенг бўлади:

$$P_3 = 0.99 + 0.99 + 0.99 + 0.99 \cdot 0.99 \cdot 0.99 - 0.99 \cdot 0.99 - 0.99 \cdot 0.99 - 0.99 \cdot 0.99 = 0.99 \quad (3.14)$$

Датчикнинг функционал ишончилиги

Бошқарув тизимида датчикнинг функционал ишончилигини асосий ишончиликларидан бири бўлиб уни ҳисоблашни талаб этади. Датчикнинг функционал ишончилигини ҳисоблашда, датчикда бажариладиган электр занжирнинг кириш токни $I_{экир}$ чиқиш кучланишга $U_{эчик}$ ўзгартириш жараёнини таҳлил қилиш билан амалга оширилади. Датчикнинг функционал ишончилиги қуйидаги кетма-кетликда ҳисобланади:

- чиқиш кучланиш $U_{эчик}$ функциянинг кўриниши шакллантирилади, яъни датчик тузилмаларида қўлланилган турли

физик табиатдаги катталиклар орасида боғлиқлик ўрнатувчи кириш токни $I_{экир}$ чиқиш кучланишга $U_{э2}$ ўзгартириш тенгламаси ёзилади:

$$U_{эчик} = K_{μэ} \cdot T_{μ} \cdot П_{μ} \cdot K_{эм} \cdot T_{экир} \cdot П_{экир} \cdot I_{экир} \quad (3.15)$$

бу ерда: $T_{экир}П_{экир}$ – бирламчи чўлғам – кўзғатиш чўлғами ишончли ишлашини ҳарактерловчи кўрсаткич; $T_{μ}П_{μ}$ – Мўнинг ишончли ишлашини ҳарактерловчи кўрсаткич; $T_{экир}П_{экир}$ – СЭнинг ишончли ишлашини ҳарактерловчи кўрсаткич; $K_{μэ}$ - Мўни бирламчи чулғам билан электромагнит алоқасини узилишини ҳарактерловчи коэффициент; $K_{эм}$ бирламчи чулғам билан Мўнинг электромагнит алоқасини узилишини ҳарактерловчи коэффициент.

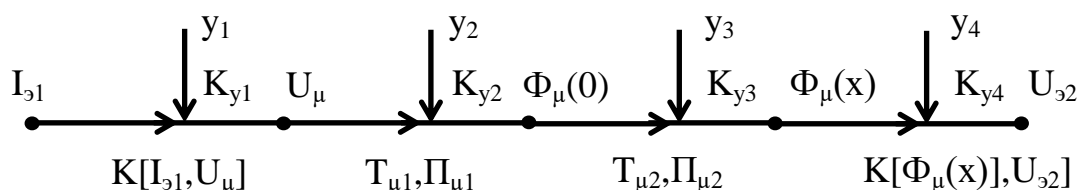
- кириш токни $I_{экир}$ чиқш кучланишга $U_{эчик}$ ўзгартириш тенгламасини таҳлил қилиш асосида датчикнинг ишончилигини ҳисоблаш тузилиш схемаси тузилади ва датчикнинг тўлиқ рад этишлари билан шартланадиган ишончилилик (P_1) ҳисобланади. Датчик учун (3.23) тенгламани таҳлил қилиш бирламчи чўлғам – кўзғатиш чўлғамининг узилиши - $T_{экир}П_{экир}=0$, Мўнинг ишдан чиқиши (шикастланиши) - $T_{μ}П_{μ}=0$, СЭнинг узилиши - $T_{экир}П_{экир}=0$, Мўнинг бирламчи ток билан алоқасини узилиши - $K_{μэ} = 0$, $K_{эм} = 0$ датчикнинг тўлиқ рад этишига олиб келишини ўрнатишга имкон берди. $P_{ф}=0,98$ функционал рад этишлар ҳисобга олинганида энергия таъминоти манбаларини бошқарув тизими датчикининг умумий ишончилиги қуйидагини ташкил этади;

$$P_{ум} = P_{ф} \cdot P_{э} = 0.98 \cdot 0.99 = 0.97 \quad (3.16)$$

Фавқулотдаги холатларни инобатга олганда (стандарт бўйича унинг қиймати $P_{ф}=0,98$ ни ташкил этади) телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларининг бошқаруви датчикининг умумий ишончилилик даражаси $0,97$ миқдордаги кўрсаткичга эга бўлиб, у қўйилган талабларга ($0,95$ дан кам бўлмаганлик) тўла жавоб беради.

§3.3. Датчикнинг метрологик тавсифи

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқариш датчигининг хатоликларини таҳлил қилиш ва баҳолаш учун 3.6- расмда тасвирланган датчикнинг битта фаза токи учун хатоликлари умумлаштирилган графли моделидан фойдаланамиз [29].



3.6- расм. Энергия таъминоти манбаларининг бошқарув тизими датчигининг умумлаштирилган графли модели

Датчикнинг кириш занжири I_{31} , U_{μ} нимграфда берилган бўлиб, унда I_{31} (I_A) фаза токи U_{μ} магнит юритувчи кучга ўзгартирилади, бу $K [I_{31}, U_{\mu}]$ занжирлараро алоқа коэффиценти орқали акс этади. U_{μ} $\Phi(0)$ занжирида U_{μ} магнит юритувчи куч $\Phi_{\mu}(0)$ магнит оқимига ўзгартирилади, унинг $T_{\mu 1}, \Pi_{\mu 1}$ схематик функцияси занжирнинг тузилмасини акс эттиради [29].

1-Мўда $\Phi_{\mu}(0)$ магнит оқими умумий ҳолда x координата бўйлаб, Мў бўйлаб $x=0$ дан x гача тарқалади ва $\Phi_{\mu}(x)$ қийматга эга бўлади. $\Phi_{\mu}(x)$ U_{32} занжирда $\Phi_{\mu}(x)$ оқимни U_{32} кучланишга ўзгартириш бўлиб ўтади, бу $K[\Phi_{\mu}(x), U_{32}]$ занжирлараро алоқа коэффиценти орқали акс этади.

Ахборот графли моделга ўзгартиришларнинг бир хил эмаслигини ҳисобга оладиган y_1, y_2, y_3, y_4 таъсир этувчи мустақил ўзгарувчилар киритилган $I_{31}, U_{\mu}; U_{\mu}, \Phi_{\mu}(0); \Phi_{\mu}(0), \Phi_{\mu}(x); \Phi_{\mu}(x), U_{32}$. y_1, y_2, y_3, y_4 таъсир этувчи мустақил ўзгарувчиларнинг мос ўзгартириш занжирлари билан алоқалари $K_{y1}, K_{y2}, K_{y3}, K_{y4}$ коэффицентлар орқали акс эттирилади.

Датчикнинг хатоликларини таҳлил қилиш ва баҳолаш учун 3.6- расмда келтирилган ахборот графли модели билан бирга ўлчаш қурилмалари ахборот назарияси қоидаларидан фойдаланиш жуда самарали бўлади [29, 58].

Ўлчаш қурилмалари ахборот назариясига мувофиқ датчикнинг хатолиги илмий жиҳатдан $\Delta_{\mathcal{S}}$ энтропияли хатолик қиймати орқали аниқланади, $K_{\mathcal{S}}$ энтропия коэффицентлари эса алоҳида

элементлар хатоликлар эҳтимолликларининг зичлиги, тақсимоти, қонуни турига боғлиқ бўлди. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарувида датчикнинг σ_{Σ} ўртача квадратик хатолиги қуйидаги ифода орқали аниқланади [29]:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_n^2} \quad (3.17)$$

бу ерда: σ_1^2 , σ_2^2 , σ_n^2 - алоҳида элементларнинг ўртача квадратик хатоликлари.

K_{Δ} ва σ_{Σ} хатоликларнинг қийматлари маълум бўлганида Δ_{Δ} энтропияли хатолик қиймати қуйидаги ифодадан аниқланади [29]:

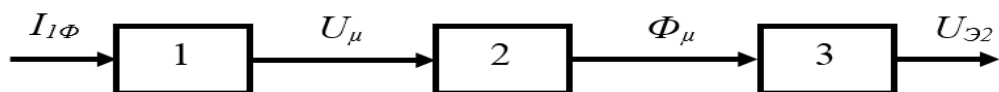
$$\Delta_{\Delta} = K_{\Delta} \cdot \sigma_{\Sigma} \quad (3.18)$$

Ахборот графли моделга мувофиқ йиғинди хатоликнинг ташкил этувчилари $I_{\Delta 1}$, U_{μ} ; U_{μ} , $\Phi_{\mu}(0)$; $\Phi_{\mu}(0)$, $\Phi_{\mu}(x)$; $\Phi_{\mu}(x)$, $U_{\Delta 2}$ занжирларидаги хатоликлар ҳисобланади [29, 30].

Датчик кириш занжиридаги хатоликлар манбалари турли омиллар - ҳарорат, намлик, ташқи магнит майдонлар ва бошқа омилларнинг таъсирида $I_{\Delta 1}$ ток, $\omega_{\Delta 1}$ частотанинг ўзгаришлари, K [$I_{\Delta 1}$, U_{μ}] занжирлараро алоқа коэффициентларининг ўзгаришлари, шунингдек ток ўтказгичлари ва қўзғатиш чўлғамлари материалларининг физик хоссаларини ўзгариши ҳисобланади [30].

Энергия таъминоти манбаларини бошқарув тизими датчигининг функционал схемаси қуйидагича кўринишга эга (3.7-расм):

1- блокда $I_{1\phi}$ фаза токини U_{μ} магнит юритувчи кучга ўзгартириш бўлиб ўтади, 2- блокда U_{μ} магнит юритувчи куч мос МЎда Φ_{μ} магнит оқимини вужудга келтиради, 3- блокда текис ўлчаш чўлғамининг ўйикда жойлашиши туфайли ясси ўлчаш чўлғамнинг чиқишида $U_{\Delta 2}$ чиқиш электр юритувчи кучи индукцияланади [29].



3.7- расм. Энергия таъминоти манбаларини бошқарув тизими датчигининг функционал схемаси

Датчикнинг йиғинди хатолигини баҳолаш учун 1, 2- ва 3- блоклариди вужудга келадиган хатоликларни алоҳида баҳолаймиз. 1. $I_{\Sigma I} \rightarrow U_{\mu}$ ўзгартириш хатолигини, яъни $\delta_1=0,2$ ($\pm 0,2\%$ - бирламчи номинал қийматдан) - чегаравий миқдори, 2. $U_{\mu} \rightarrow \Phi_{\mu}$, яъни $\delta_2=0,1$ ва 3. $\Phi_{\mu} \rightarrow U_{\Sigma 2}$, яъни $\delta_3=0,1$ бўлган паст миқдорлари асосида аниқланади [29]:

$$\delta_{\Sigma} = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2} = \sqrt{0,2^2 + 0,1^2 + 0,1^2} = 0,24 \quad (3.19)$$

Хатоликларнинг барча ташкил этувчиларини аддитив ва мультипликатив хатоликларга бўламиз ва уларнинг пайдо бўлиш эҳтимоллигининг тақсимот қонунига мувофиқ уларнинг ўртача квадратик оғиши топилади.

Юқорида кўрсатилгани, ишга мувофиқ γ_{Σ} энтропияли хатолик қуйидагига тенг бўлади [29]:

$$\gamma_{\Sigma} = K_{\Sigma} \cdot \sigma_{\Sigma} \quad (3.20)$$

бу ерда K_{Σ} - хатоликлар тақсимоти қонунига боғлиқ бўлган датчик элементининг энтропияли коэффициенти; σ_{Σ} - элементнинг йиғинди ўртача квадратик оғиши (хатолиги).

1-блокдаги хатоликлар тақсимоти қонунини $K_{\Sigma 1}=2,07$ энтропия коэффициентли нормал тақсимот деб қабул қилиш мумкин. Бу ердан σ_1 ўртача квадратик оғиш қуйидагига тенг бўлади [29]:

$$\sigma_1 = \frac{\gamma_1}{K_{\Sigma 1}} = \frac{0,2}{2,07} = 0,097\% \quad (3.21)$$

Шунга ўхшаш 2- блок учун хатоликларнинг нормал тақсимот қонунида $K_{\Sigma 2}=2,07$ қийматга эга бўламиз [29]:

$$\sigma_2 = \frac{\gamma_2}{K_{\Sigma 2}} = 0,048\% \quad (3.22)$$

Шу тарзда $K_{\Sigma 3}=2,07$ оламиз[29, 30]:

$$\sigma_3 = \frac{\gamma_3}{K_{\Sigma 3}} = 0,048\% \quad (3.23)$$

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарув датчигининг аддитив хатоликлари учта σ_1 , σ_2 ва σ_3 ташкил этувчилардан ҳосил бўлади ва қуйидаги қийматни ташкил этади:

$$\sigma_{a\Sigma} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2} = \sqrt{0,097^2 + 0,048^2 + 0,048^2} = 0,118 \quad (3.24)$$

Хатоликлар ташкил этувчиларининг энтропияли коэффициентлари бир хил $K_{\Sigma 1}=K_{\Sigma 2}=K_{\Sigma 3}=2,07$ ва шунинг учун δ_{Σ} йиғиндининг энтропияли коэффициенти ҳам $K_{\Sigma}=2,07$ қийматга тенг бўлади. Бу ердан аддитив хатоликнинг энтропияли қиймати қуйидагини ташкил этади:

$$\gamma_{\Sigma a} = 2,07 \cdot 0,118 = 0.244 \quad (3.25)$$

Мультипликатив хатоликларни қўшиб чиқишга ўтиш билан қуйидаги қоидаларни қабул қиламиз:

1) ҳарорат МЎнинг магнит қаршилигига таъсир қилади ва таъсир даражасини қуйидаги коэффициент орқали баҳолаш мумкин [29, 30]:

$$K_{\Sigma M\ddot{y}} = \frac{0,05\%}{10^0 K} \quad (3.26)$$

2) ҳарорат СЭнинг электр қаршилигига таъсир қилади ва таъсир даражасини қуйидаги коэффициент орқали баҳолаш мумкин [29, 30]:

$$K_{\Sigma T\ddot{y}ч} = \frac{0,05\%}{10^0 K} \quad (3.27)$$

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарув датчик тузилмасида МЎ ва сезгир элемент

доимо бир ҳароратда бўлади ва уларни ҳарорат бўйича хатоликлари ўзаро қатъий корреляцияланган ва алгебраик қўшилиши керак. Ҳароратнинг датчикка таъсири умумий коэффиценти қуйидагига тенг бўлади [29, 30]:

$$K_{T\Sigma} = \frac{0,1\%}{10^0 K} \quad (3.28)$$

Датчик одатда $(25 \pm 15)^0$ С ҳарорат шароитларида ишлайди ва барча ҳароратлар тенг эҳтимолликли ҳисобланади. Мультипликатив хатолик қуйидагига тенг бўлади:

$$\gamma_M = \frac{0,1 \cdot 15}{10} = 0,15\% \quad (3.29)$$

$$\sigma_M = \frac{\gamma_M}{K_{\Sigma M}} = \frac{0,15}{2,07} = 0,072 \quad (3.30)$$

Натижада, датчик хатоликлар диапазонининг охирида, аддитив ва мультипликатив хатоликларни қуйидаги кўринишдаги мустақил хатоликларни қўшиб чиқиш қоидалари асосида аниқлаймиз:

$$\sigma_K = \sqrt{\sigma_a + \sigma_M} = \sqrt{0,118^2 + 0,072^2} = 0,14 \quad (3.31)$$

Қўшиб чиқиладиган хатоликларнинг энтропияли хатоликлари бир хил ва етарлича юқори - $K_{\Sigma a} = 2,07$ ва $K_{\Sigma M} = 2,07$, шунинг учун натижавий тақсимот $K_k = 2,07$ қийматли нормал тақсимотга тенг бўлади.

Бу ердан телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқариш датчиги хатолигининг энтропияли қиймати шкаланинг охирида қуйидагига тенг бўлади:

$$\gamma_K = K_K \cdot \delta_K = 2,07 \cdot 0,14 = 0,28 \quad (3.32)$$

Датчиклар учун хатоликнинг энтропия оғиш қиймати қуйидаги формула асосида аниқланади:

$$\Delta = \delta_{\Sigma} \cdot K_{\Sigma} = 0,24 \cdot 2,07 = 0,49 \quad (3.33)$$

Ҳисоблашлар ва экспериментлар натижасида, токни кучланишга ўзгартириш электромагнит датчикининг энтропия

хатолиги $\Delta=0,49\%$, датчик аниқлигининг меъёрлаштириладиган қийматини эса стандартда кўзда тутилган сонлар қаторидан танлаш мумкин. Қаралаётган датчик учун аниқлик синфи захира билан $0,5\%$ ни ташкил этади.

§3.4. Сигнал ўзгартириш воситасини параметрик лойиҳалаш

Бошқарув тизими датчигини лойиҳалаштиришдаги асосий вазифа, қўйилган талабларни қониқтирадиган ва қабул қилинган мезон нуқтаи назаридан энг яхши асосий тавсифларни олиш ҳисобланади. Датчикни лойиҳалаштиришда бирламчи токни ўзгартириш диапазони $(0\div 100 \text{ А})$, сезгирлик $(0.5\div 2 \text{ В/А})$, ишончлилиқ (0.95) , тезкорлик (0.1 сек) ва аниқлик $(\div 0.5\%)$ мезонлари талабаларини таъминлаш мураккаб масалалардан ҳисобланади [29, 32, 63].

Датчикни параметрик лойиҳалаштириш натижасида Мўнинг $a_{\text{ОПТ}}$ кенглиги ва $b_{\text{ОПТ}}$ баландлиги, $l_{x.o \text{ ОПТ}}$ ҳаво оралиғининг баландлиги, $S_{\text{СЭ ОПТ}}$ сезгир элементнинг кесим юзаси, сезгир элементнинг $w_{\text{СЭОПТ}}$ ўрамлар сони, $\mu_{\text{ОПТ}}$ пўлатнинг магнит сингдирувчанлигига мос келувчи қийматларни топиш зарур бўлади, улар умумий датчикнинг параметрларини (\bar{a}) ташкил этади [29]:

$$\bar{a} = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\} \quad (3.34)$$

бу ерда: $a_1=a_{\text{ОПТ}}$; $a_2=b_{\text{ОПТ}}$; $a_3=l_{x.o \text{ ОПТ}}$; $a_4=S_{\text{СЭ ОПТ}}$; $a_5=w_{\text{СЭОПТ}}$; $a_6=\mu_{\text{ОПТ}}$.

Тадқиқотлар натижасида $I(\bar{a})$ белгиланган мезондаги рационал қийматларга эришиладиган датчикнинг параметрлари топилиши зарур, яъни

$$I(\bar{a}) = \text{opt}I(\bar{a}) \quad (\bar{a}) \in D\bar{a}, \quad (3.35)$$

бу ерда: $\text{opt}I(\bar{a})$ - $I(\bar{a})$ рационал қиймати; $D\bar{a}$ - рухсат этиладиган қийматлар миқдори.

Лойиҳалаштириш жараёнида кириш $I_{1\phi}$ токининг ўзгартириш диапазони $(0\div 1000 \text{ А})$ доирасида датчик ўз функцияларини бажариши ва яроқли қолишини ҳисобга олиш зарур бўлади [29]:

$$I_{1\phi} \in (I_{1\phi\text{МИН}}, I_{1\phi\text{МАХ}}) \quad (3.36)$$

Датчикни сезгирлик, аниқлик ва тезкорлик параметрлари бўйича лойиҳалаштиришнинг асосий масалаларни кўриб чиқамиз. Сезгирлик мезони бўйича датчикни лойиҳалаштириш масаласи куйидагича тавсифланади ва танланган тузилма бўйича куйидаги статик тавсифга эга бўламиз [29]:

$$U_{\text{чик}} = 2 \pi f w_{\text{СЭ}} S_{\text{СЭ}} w_{\text{кир}} \mu_0 \mu \frac{1}{l_{\text{нўл}} + \mu l_{\text{х.о}}} I_{1\phi} \quad (3.37)$$

Юқоридаги ифодани лойиҳалаштириш бўйича куйидаги кўринишда ифодалаш мумкин:

$$U_{\text{чик}} = f[I_{1\phi}, \bar{a}(\bar{y})], I_{1\phi} \in [I_{1\phi\text{МИН}}, I_{1\phi\text{МАХ}}], \bar{a}(\bar{y}) \in D\bar{a}, \quad (3.38)$$

бу ерда: $\bar{a} = (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6)$ - параметрлар вертикал вектори;
 $\bar{y} = \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6\}$ - таъсир этувчи параметрлар вектори.

Оптималь лойиҳалаштириш талаблари бажарилиши учун $\bar{a} = (\bar{y}) \in D\bar{a}$ параметрларнинг оптималь векторини топиш талаб этилади.

$$I[\bar{a}(\bar{y})] = \text{opt}I[\bar{a}(\bar{y}), I_{1\phi}], D\bar{a} = \{\bar{a} : b_i \leq a_i \leq c_i, a_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n\} \quad (3.39)$$

Датчик сезгирлигини ошириш масаласи реал тавсифни чизикли ўзгартиришга боғлиқ равишда аппроксимациялаш йўли билан ҳал этилади [29]:

$$U_{\text{чик}} = A I_{1\phi} + B \quad (3.40)$$

Квадратик интеграл яқинлик мезонидан фойдаланилганда функция куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\text{Мин}I = \int_{I_{1\phi\text{МИН}}}^{I_{1\phi\text{МАКС}}} \{U_{\text{чик}}(I_{1\phi}) - A I_{1\phi} - B\} dI_{1\phi} \quad (3.41)$$

Бу масалани ечиш билан куйидаги қийматларни топамиз:

$$A = A[I_{1\phi}, \bar{a}(\bar{y})],$$

$$B = B[I_{1\phi}, \bar{a}(\bar{y})] \quad (3.42)$$

$$\bar{a} \in D\bar{a}$$

Датчик сезгирлигини ошириш масаласини ечиш учун

$$\text{Макс } A[I_{1\phi}, \bar{a}(\bar{y})] \quad \bar{a} \in D\bar{a}, \quad I_{1\phi} \in (I_{1\phi\text{МИН}}, I_{1\phi\text{МАХ}}) \quad (3.43)$$

бўлишини таъминлайдиган $\bar{a}(\bar{y}) = a(\bar{y})$ векторнинг оптимал қийматларини топиш зарур бўлади.

Энг кам квадратик фарқлар усули орқали тадқиқот натижасида қуйидаги датчик параметрларини оламиз:

$$\begin{aligned} a_1 = 0,04 & \quad a_2 = 0,04 & \quad a_3 = 0,002 \\ a_4 = 0,0016 & \quad a_5 = 15 & \quad a_6 = 4000 \end{aligned} \quad (3.44)$$

$\Delta_{\text{Э}}$ энтропияли хатолик асосида датчикнинг аниқлигини ошириш учун аниқлик бўйича оптималлаштириш масаласи δ_{Σ} ташкил этувчиларини минималлаштириш йўли билан ҳал этилади, айнан:

$$\delta_{w_{\text{сэ}}}, \delta_{s_{\text{сэ}}}, \delta_{x.o} \dots \quad (3.45)$$

У ҳолда

$$\Delta_{\text{Э}} = K_{\text{Э}} \cdot \delta_{\text{Э}} = K_{\text{Э}} \cdot \sqrt{\delta_{w_{\text{сэ}}}^2 + \delta_{s_{\text{сэ}}}^2 + \delta_{x.o}^2 + \dots} \quad (3.46)$$

Масала ечилади

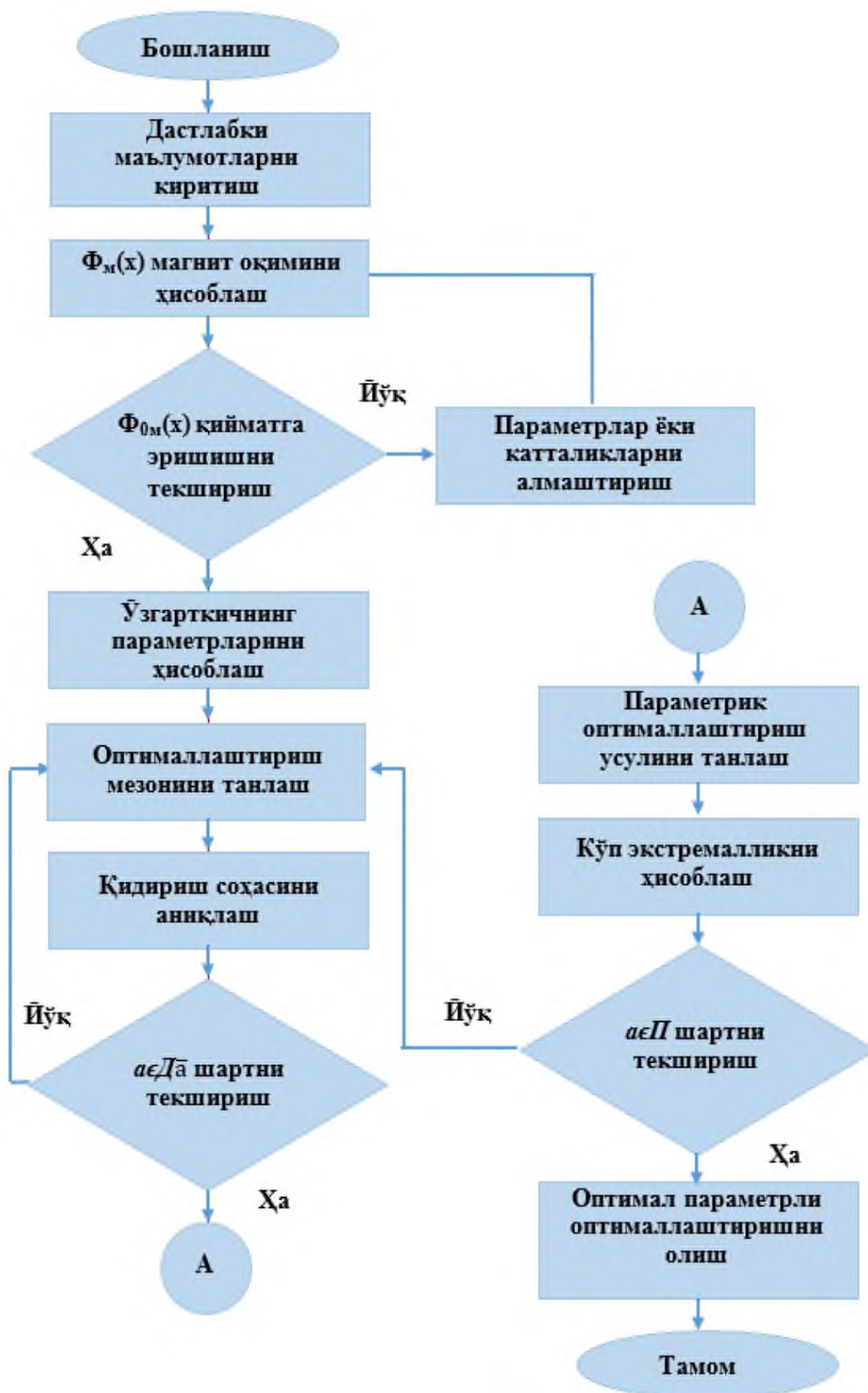
$$I[I_{1\phi}, \bar{a}(\bar{y})] = \text{Мин} \Delta_{\text{Э}}[I_{1\phi}, \bar{a}(\bar{y})] \quad (3.47)$$

$$I_{1\phi} \in (I_{1\phi\text{МИН}}, I_{1\phi\text{МАХ}}), \quad \bar{a} \in D\bar{a} \quad (3.48)$$

Датчик тезкорлигини ошириш $T_{\text{сэ}}$ вақт доимийсининг минимумини топиш билан ҳал этилиши мумкин:

$$I[I_{1\phi}, \bar{a}(\bar{y})] = \text{Мин } T_{\text{сэ}}[I_{1\phi}, \bar{a}(\bar{y})], \quad I_{1\phi} \in (I_{1\phi\text{МИН}}, I_{1\phi\text{МАХ}}), \quad \bar{a} \in D\bar{a} \quad (3.49)$$

Энергия таъминоти манбаларини бошқарув тизими датчигининг параметрларини ҳисоблаш ва такомиллаштириш 3.8-расмда келтирилган алгоритм блок-схемаси бўйича бажарилади.



3.8 - расм. Датчикнинг параметрларини ҳисоблаш ва такомиллаштириш алгоритми блок-схемаси

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарув датчикларини лойиҳалаштиришнинг услубий асосини функционал-тузилмавий ёндашиш ташкил этади. У энергия таъминоти манбаларининг ишлаш режимларини бошқаришнинг аниқланган қуриш тамойиллари ва уларнинг асосий тавсифларига асосланади.

Айнан телекоммуникация тизимларида энергия таъминоти манбаларини бошқарув датчикларини функционал-тузилмавий ташкил этиш асосида асосий тавсифлар (ўзгартириш функциялари) ва манбалар тузилмалари элементлари орасидаги ўзаро боғлиқликни мос акс эттирадиган энергия таъминоти манбаларининг морфологик тузилмаларини қуриш мумкин.

Бошқарув жараёнини қуриш тамойиллари ва техник ишлатилишининг кўплиги кўп вариантли лойиҳалаштиришни, яъни энергия таъминоти манбалари бошқарув тизими датчикининг тузилмасини танлаш муқобил мажмуини кўриб чиқишни талаб этади. Айнан энергия таъминотининг муқобил вариантлари тўпламини шакллантириш ва сифат мезонлари асосида энг яхши вариантни танлаш манбаларнинг оптимал ишлаш режимларини тузилмавий синтез қилиш масаласини ташкил этади.

Шундан келиб чиқиб, энергия таъминотини манбаларини бошқарув тизими датчигини қуриш масаласи датчикни рационал тузилмаси ва параметрларини танлашдан иборат.

Энергия таъминоти манбалари танланганидан кейин энергия таъминоти манбалари томонидан микропроцессорлар блоклари ва бошқариш элементларига замонавий талабларни тўлиқроқ қониқтириш мақсадида оптимал бошқариш катталикларини танлашга ўтиш амалга оширилади.

Электр қабуллагичлар томонидан қўйиладиган барча талабларга жавоб берадиган бошқариш оптимал тузилмасини танлаш учун юқорида кўрсатилган асосий манбаларнинг банкни ишлаб чиқиш зарур ва бу ҳолда аниқ бир элементни ва бутун тизимни танлаш элементларни банкдан танлаш ва танланган оптимал элементлар асосида бошқаришни йиғишга келиши мумкин.

Электр энергиясини ишлаб чиқариш, узатиш, тақсимлаш ва истеъмоли жараёнларини бошқариш ва мониторинг вақтида манбалар ҳолатларини аниқлаш датчикларининг эксплуатацион кўрсаткичлари катта аҳамиятга эга, чунки номувофиқ бошқариш сезиларли иқтисодий зарарга ҳамда телекоммуникация

тизимларини узлуксиз ишламаслигига олиб келади.

Электр энергияси манбаларини бошқарувининг аниқлиги ва самарадорлигини таъминлайдиган комплекс ёндашишни ишлаб чиқиш, уларнинг эксплуатацион имкониятларини ошириш, тузилмани соддалаштириш, ҳажм ва вазн кўрсаткичларини камайтириш, тайёрлаш технологиясини яхшилаш, ўлчаш жараёнларининг контактсизлигини таъминлаш, замонавий бирламчи датчикларнинг қўлланиши асосида токни ўзгартириш электр истеъмолини бошқаришнинг долзарб масалалари ҳисобланади. Бошқариш датчиклари бунда ахборот-ўлчаш ва бошқариш тизимларининг асосий элементлари ҳисобланиши билан энергия тизимининг техник ва иқтисодий кўрсаткичларини деярли тўлиқ аниқлайди [29, 35, 36, 40, 50].

Учинчи боб бўйича хулосалар

1. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларининг бошқарув тизими датчикининг тавсифларини тадқиқ қилишни таъминловчи граф модели қурилди ва у асосда датчик сезгир элементи 0,002-0,003 м миқдордаги ҳаво оралиғида жойлаштирилганда ҳамда иккиламчи чулғам ўрамлар сони 15-16 га тенг бўлганда чиқиш кучланишининг меёрий қиймати (20 В) таъминланди.

2. Бошқарув тизими динамик таснифлари датчикнинг магнит тузилмасидаги оқимнинг ўзгариши асосида белгиланиб, бирламчи ток юкламага берилган муддатдан то иккиламчи кучланиш ўзининг турғун ҳолатига 0,03-0,04 сек. вақт оралиғида эришди, ушбу миқдор руҳсат этилган 0,2 сек. қийматдан кичик эканлиги ва датчик юқори тезликга эгаллиги асосланди.

3. Бошқарув датчик хатоликларини ҳисоблаш, таҳлиллаш ва баҳолашнинг умумлаштирилган граф модели қурилди, у асосда датчикнинг нормал тарқалишдаги энтропия хатолик коэффициенти $K_{\varepsilon}=2.07$ га тенг, бунда умумий йиғинди хатолик: $\Delta=0,49$ %ни ва амалий тадқиқотлардаги хатолик: $\Delta=0,5$ %ни ташкил этиши аниқланди.

4. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқаруви датчикининг умумий ишончлилик даражаси 0,97 миқдордаги кўрсаткичга эга бўлиб, у қўйилган талабларга (0,95 дан кам бўлмаганлик) тўла жавоб беради.

5. Датчик хатоликлари **тавсифланган**, унга мувофиқ асосий ва қўшимча хатоликлар аниқловчи ҳисобланади, асосий гуруҳга услубий, инструментал ва эксплуатацион хатоликлар, қўшима гуруҳга ички, ташқи ва режимли хатоликлар киради.

IV - БОБ. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТИЗИМЛАРИ ЭНЕРГИЯ ТАЪМИНОТИ МАНБАЛАРИНИНГ БОШҚАРУВИНИ ЛОЙИХАЛАШ ВА АМАЛИЁТДА ҚЎЛЛАШ

§4.1. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқаруви алгоритми

Қайта тикланувчан энергия таъминоти манбаларини (ҚЭТМ) телекоммуникация тизимларининг марказлаштирилган электр тармоғига интеграциялашда электр энергиясини ишлаб чиқариш, узатиш, сақлаш ва истеъмол режимларини мувофиқлаштириш учун электр параметрлари қийматларини мониторинг қилиш талаб этилади. Бунинг учун истеъмолчиларнинг тақсимлаш қурилмалари шиналарига керакли датчиклар ўрнатилади ва уларнинг чиқиш сигналлари бошқарув тизимига берилади [7, 13, 21, 77].

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти учун қувват баланси тенгламаси жорий ҳолатда қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$P_{МЭТ}(t) + P_{КЭС}(t) + P_{ШЭС}(t) + P_{ДГ}(t) + P_{АБ}(t) = P_{Ю}(t) \quad (4.1)$$

бу ерда: $P_{МЭТ}(t)$ - марказлаштирилган энергия тизими ишлаб чиқарадиган жорий қувват қиймати; $P_{КЭС}(t)$ - қуёш энергияси манбалари асосидаги энергия тизимлари ишлаб чиқарадиган жорий қувват қиймати; $P_{ШЭС}(t)$ - шамол энергияси манбалари асосидаги энергия тизимлари ишлаб чиқарадиган жорий қувват қиймати; $P_{ДГ}(t)$ - дизель генераторлар асосидаги энергия тизимлари ишлаб чиқарадиган жорий қувват қиймати; $P_{АБ}(t)$ - электр энергияси тўплагичлари зарядининг (разрядининг) жорий қувват қиймати; $P_{Ю}(t)$ - юкламанинг жорий қувват қиймати.

Энергия таъминоти манбалари ҳар бир элементининг жорий қувват қиймати асосий электр параметрлар орқали аниқланади [7, 13, 16 21, 77]:

$$P_k(t) = u_k(t) \cdot i_k(t) \quad (4.2)$$

бу ерда: $u_k(t)$ - тақсимлаш қурилмаси шинасидаги оний кучланиш; $i_k(t)$ - юклама токининг оний қиймати.

У ҳолда энергия таъминоти қувват баланси тенгламаси куйидаги кўринишга эга бўлади:

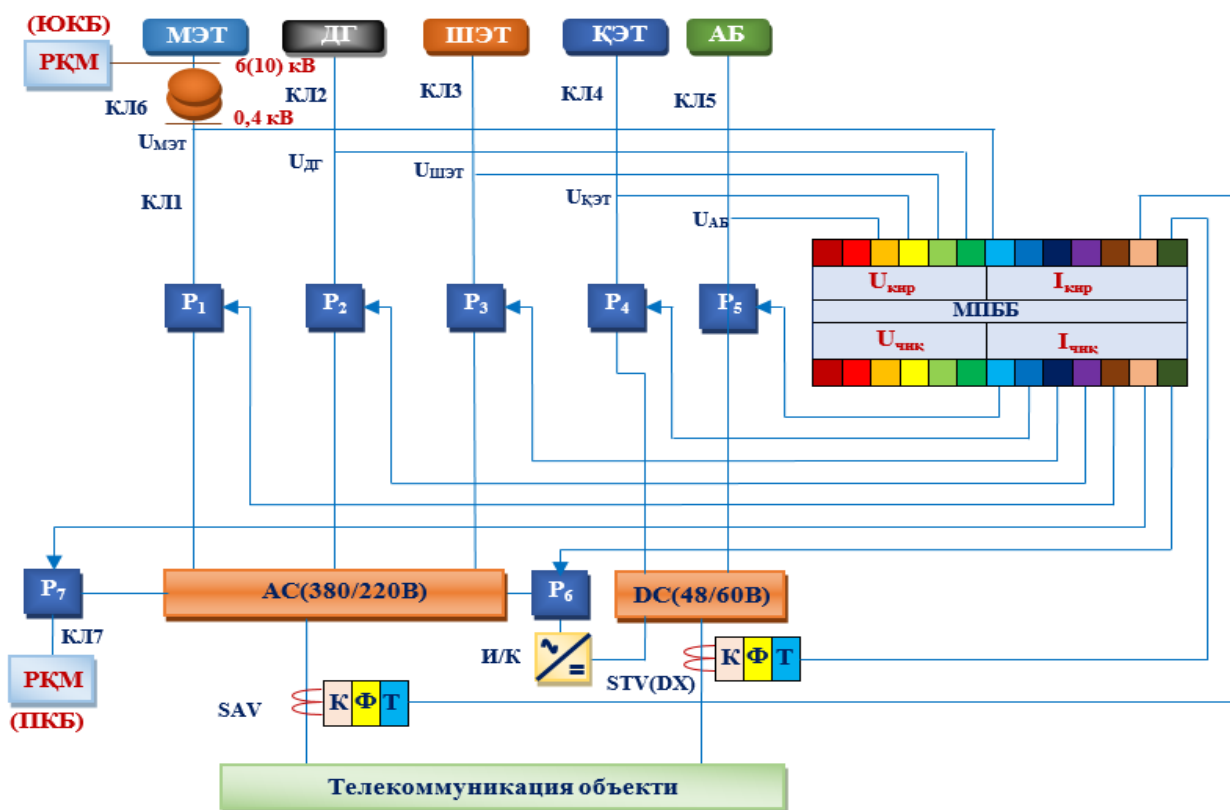
$$u_k(t) \cdot i_k^{MЭТ} + u_k(t) \cdot i_k^{KЭТ} + u_k(t) \cdot i_k^{ШЭТ} + u_k(t) \cdot i_k^{ДТ} \pm u_k(t) \cdot i_k^{АБ} = u_k(t) \cdot i_k^{IO} \quad (4.3)$$

Юқоридаги ифода орқали энергия таъминоти манбалари шиналаридаги датчик ёрдамида токни ва энергия таъминоти қуввати сарфини назорат қилиш ҳамда бошқариш мумкин. Бошқариш масаласи микропроцессорли бошқарув технологиялар (МКББ Arduino) асосида амалга оширилади [13, 16, 21, 25, 66, 94, 95, 96, 97, 98, 99].

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини истеъмолчи юклама токига боғлиқ равишда бошқариш схемаси 4.1 - расмда келтирилган.

МКББ Arduino технологияларининг жорий этилиши телекоммуникация тизимларида қайта тикланувчан энергия манбаларини интеграциялашда энергия таъминоти ишончлилиги ва сифатини ошириш ҳисобига зарарни камайтиришга имкон беради. Бу технология электр энергиясининг рационал истеъмоли, энергия таъминотидаги узилишларни қисқартириш мақсадига йўналтирилган. Бу технологиядан фойдаланишдаги оперативлик ва реакциянинг активлиги талаб қилинаётган сифатни белгилайди [7, 13, 66, 77 100].

Замонавий автоматлаштириш воситаларидан иборат телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти таркибига турли хилдаги энергия манбаларининг самарадорлигини бошқаришга йўналтирилган тизимлар киради. Шундан келиб чиқиб тадқиқот доирасида шу каби тизимнинг ишлаш алгоритмини ишлаб чиқиш амалга оширилган [13, 23, 25, 65, 66, 101].



4.1- расм. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини истеъмолчи юклама токига боғлиқ равишда бошқариш схемаси

бу ерда: P_1 - P_7 - релелар; $КЛ_1$ - $КЛ_7$ - кабел линиялари; РҚМ - реактив қувват манбаи; $U_{МЭТ}$, $U_{ДГ}$, $U_{ШЭТ}$, $U_{ҚЭТ}$ ва $U_{АБ}$ - марказлашган, дизель генератор, шамол энергия таъминоти, қуёш энергия таъминоти ва аккумулятор батареялардаги кучланишлар; И/К - инвертор-конвертор; SAV - токни кучланишга ўзгартирувчи датчик; SAV(DX) - токни кучланишга ўзгартирувчи датчик (Холл эффекти асосида).

Бошқариш алгоритмини тавсифлаш ҳамда қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги комплексларни телекоммуникация тизимларида самарали ишлаши учун қуйидаги белгилашларни киритамиз:

$P_{ҚЭТ}$ - қуёш энергияси манбалари жорий вақт momentiда ҳосил қиладиган қувват; $P_{ШЭТ}$ - шамол энергияси манбалари жорий вақт momentiда ҳосил қиладиган қувват; $P_{Ю}$ - жорий вақт momentiда зарур бўладиган қувват; P_3 - электр энергияси заряд тўплагичлари учун жорий вақт momentiдаги қувват; $P_{ЗНЗ}$ - қайта тикланувчан энергия манбаларидан электр энергияси тўплагичларини зарядлаш

учун жорий вақт momentiдаги бўлиши мумкин қувват; P_B - балласт жорий вақт momentiда истеъмол қиладиган қувват; $P_{ЭТ}$ - электр энергияси тўплагичлари жорий вақт momentiда бериши керак бўладиган қувват; $P_{РЭТ}$ - электр энергияси тўплагичлари жорий вақт momentiда бера оладиган қувват; $K=1$ - энергия тизими (марказлаштирилган тармоқ) узилганида қайта улагичнинг ҳолати; $K=1$ - энергия тизими (марказлаштирилган тармоқ) уланганида қайта улагичнинг ҳолати; $P_{ЭС}$ - юкламани жорий вақт momentiда камраб олиш учун зарур бўладиган энергия тизимидаги қувват.

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини истеъмолчи юклама токига боғлиқ равишда бошқариш алгоритмининг блок-схемаси 4.2- расмда келтирилган.

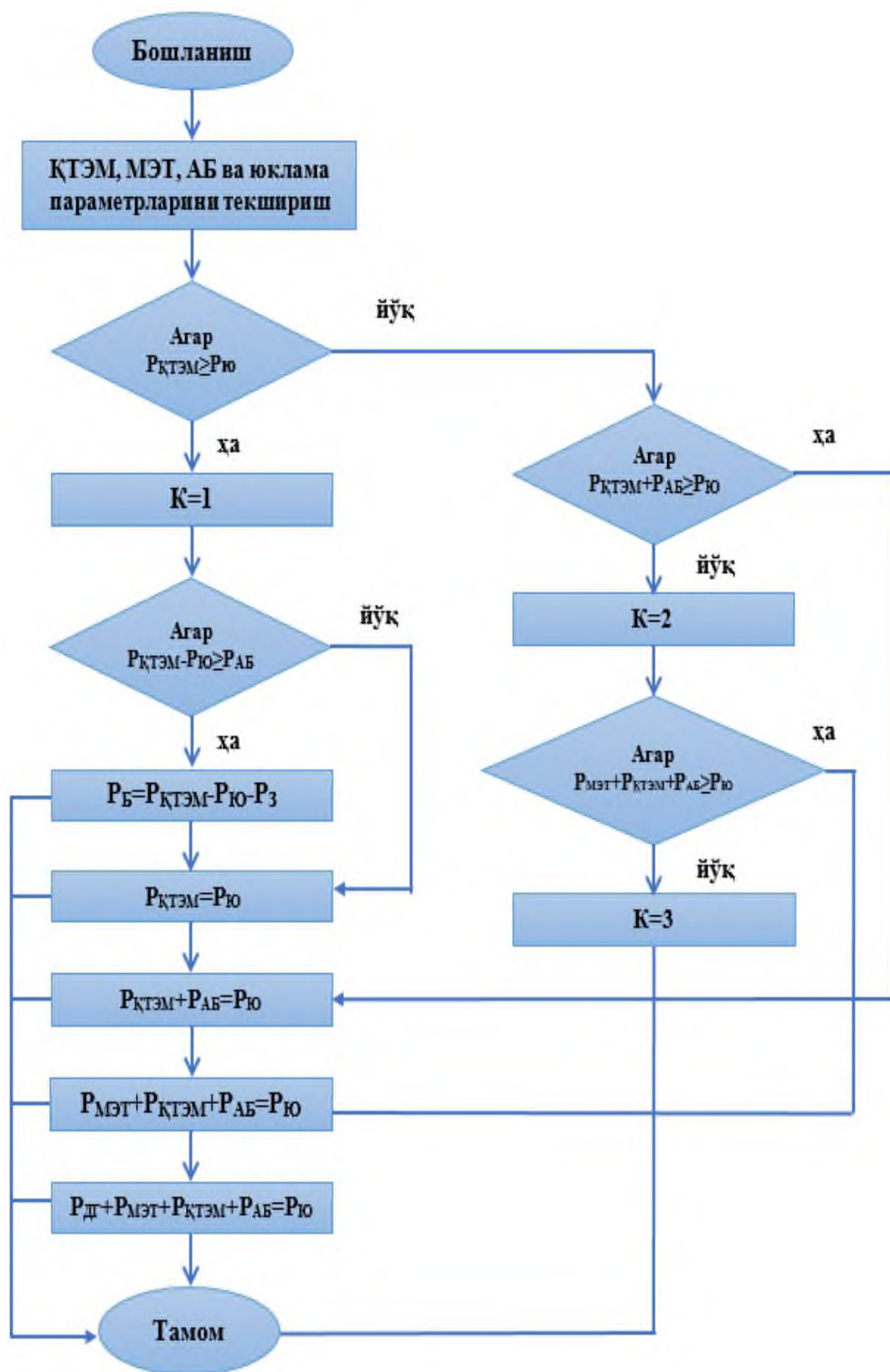
Блок-схемага биноан бошқариш, асосий параметрлар - жорий вақт momentiда зарур бўладиган юклама қуввати ($P_{Ю}$), қайта тикланувчан энергия манбаларидаги энергетик қурилмаларда ишлаб чиқариладиган қувватлар ($P_{КТЭМ}$), жорий вақт momentiда электр энергияси тўплагичларини зрядлаш учун зарур бўладиган қувватни (P_3) аниқлашдан бошланади.

Таъкидлаш зарурки, аккумуляторлар батареялари ва сифим тўплагичлардан комплекс фойдаланиш ҳисобига электр энергияси тўплагичлари ҳам буфер, ҳам циклли режимда ишлатилиши мумкин. Электр энергияси тўплагичлари тўлиқ зарядланганида ($P_3=0$) қайта тикланувчан энергия манбалари билан электр энергияси тўплагичларини зарядлаш учун жорий вақт momentiдаги қувват ($P_{РЭТ}$) ҳар бир циклнинг бошланишида нолга тенг.

Кейин қайта тикланувчан энергия манбаларидаги энергетик қурилмалардан келадиган қувват ва истеъмолчиларнинг талаб қилинадиган юкламасини камраб олиш учун зарур бўладиган қувватни таққослаш бўлиб ўтади [13, 21, 24, 25, 66, 77, 87, 101].

Агар $P_{КТЭМ} \geq P_{Ю}$ бўлса, у ҳолда бошқариш тизимига марказлаштирилган энергия тизимига уланиш заруратининг йўқлиги ҳақида сигнал берилади ($K=1$).

Агар энергия тизими уланган бўлса, у ҳолда қайта улагич ўз ҳолатини узишга ўзгартиради. Агар энергия тизими узилган бўлса, у ҳолда жорий ҳолатни текшириш бўлиб ўтади ва қайта улагич ўз ҳолатини ўзгартирмайди [13, 25, 66, 77].



4.2- расм. Телекоммуникация тизимлар энергия таъминоти манбаларини истемолчи юклама токига боғлиқ равишда бошқариш алгоритмининг блок-схемаси

Кейин $P_{КТЭМ}$ ва $P_{Ю}$ орасидаги фарқ қиймати текширилади. Агар бу қиймат электр энергияси тўплагичларини зарядлаш учун зарур бўладиган қувватдан катта бўлса, у ҳолда электр энергиясининг ортиқча қисми балласт юкламага сарфланади, ундан иссиқлик сувни иситиш учун ишлатилиши мумкин, электр энергияси тўплагичлари 100%га зарядланади [13, 25, 66, 102].

Агар бу қиймат электр энергияси тўплагичларини зарядлаш учун зарур бўладиган қувватдан кичик бўлса, у ҳолда зарядланишнинг жорий қиймати $P_{ЭЕТ}$ қийматгача ошади.

Агар $P_{КТЭМ} < P_{Ю}$ бўлса, у ҳолда электр энергияси тўплагичларидаги қувватлар қийматлари ва истеъмолчилар юкламаларидаги етишмайдиган қувват қийматини таққослаш ўтказилади.

$P_{МЭТ} \geq P_{Ю} - P_{КТЭМ}$ бўлганда юкламадаги етишмайдиган қувват электр энергияси тўплагичлари генерациялаши мумкин бўлган ҳажм билан компенсацияланади.

$P_{МЭТ} < P_{Ю} - P_{КТЭМ}$ бўлганда бошқариш қайта тикланувчан энергия манбалари ва электр энергияси тўплагичларидаги умумий қувватнинг етишмаслиги туфайли марказлаштирилган энергия тизимининг ($K=1$) уланиши зарурати ҳақида сигнал беради. Агар энергия тизими узилган бўлса, у ҳолда қайта улагич ўз ҳолатини уланишга ўзгартиради. Агар энергия тизими узилган бўлса, у ҳолда жорий ҳолатни текшириш бўлиб ўтади ва қайта улагич ўз ҳолатини ўзгартирмайди [13, 21, 25, 66, 101].

Энергия таъминоти тизимлари асосидаги телекоммуникация тизимларнинг самарали ишлаши учун бошқаришнинг ишлаб чиқилган ишлаш алгоритми қайта тикланувчан энергия манбаларидаги энергетик қурилмалар ишлаб чиқарган энергиядан самарали фойдаланишга имкон беради.

Қайта тикланувчан энергия манбалари ва электр энергияси тўплагичлари қўлланадиган Smart Grid тизимининг интеграцияланиши «электр энергияси истеъмолини бошқаришни» (ЭЭИМБ) амалга оширишга имкон беради [7, 13, 21, 66, 75, 103, 104, 105], у энергия истеъмолини режалаштириш, электр қурилмаларни таъмирлашни режалаштириш ва ўтказиш, электр энергияси йўқотишларини бошқариш, энергия тежамкорлигини ўз ичига олади.

Телекоммуникация тизимлари электротехник комплексларини лойиҳалаштиришда ҚТЭМнинг қўлланиши бўйича ишлаб чиқилган

принциплар, ёндашишлар, илмий-техник ечимлардан, шунингдек электр энергияси оқимларини тақсимлаш алгоритмидан фойдаланиш телекоммуникация тизимларни самарали, сифатли ва узлуксиз электр таъминоти билан таъминлашга имкон беради.

§4.2. Бошқарув тизимининг имитацион модели

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарув элементлари, қурилмаларининг тавсифлари, конструктив параметрлари ва схемаларини моделлаштириш ва тадқиқ қилиш учун Proteus Professional 8.4 дастурлар комплексининг ўзига хос хусусиятарини ҳисобга олиш билан датчикнинг реал ишлаш шароитларига мос экспериментлар ва тадқиқотларни ўтказишга имкон берадиган имитацион модель ишлаб чиқилди (4.3- расм).

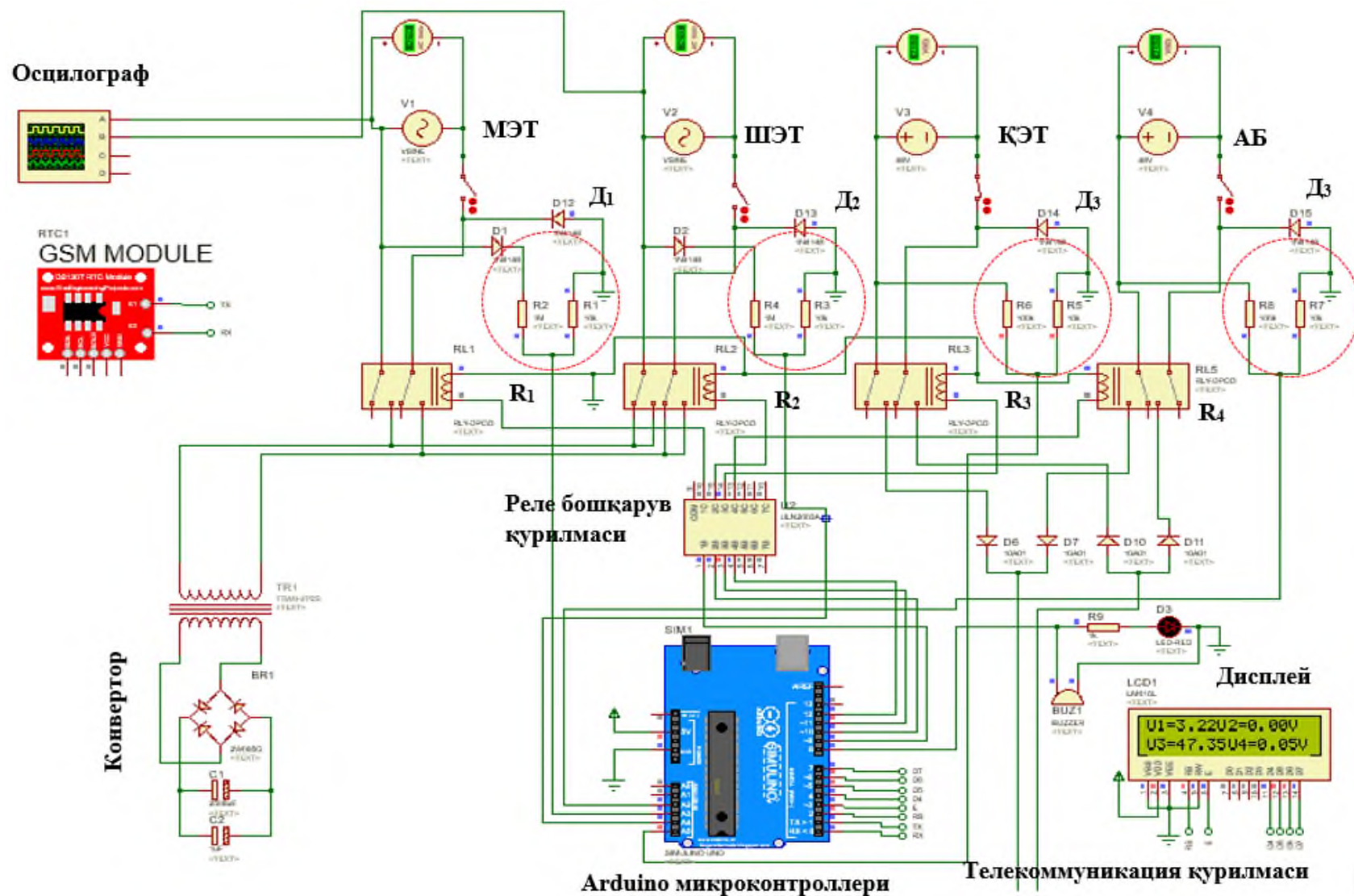
Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарув элементлари, қурилмаларининг тавсифлари ва схемаларини тадқиқ қилиш услуби манбалар, электр узатиш линиялари ва юкламаларнинг турли параметрларида бошқарув хатоликлари ва бузилишлари манбаларини тадқиқ қилишга имкон беради. Қурилмалар схемаларининг бирламчи ва иккиламчи катталикларининг характерли ўзгариши Proteus Professional 8.4 дастурий комплексида моделлаштирилган (4.3- расм).

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқариш элементлари ва қурилмалари Proteus Professional 8.4 дастурий комплексида виртуал блоклар кўринишида ифодаланган ва қурилмаларнинг реал функционалини эмуляция қилади ҳамда улар устида тадқиқотлар ўтказиш имконини беради.

Ушбу имтацион моделда тўртта энергия таъминоти манбаларидан фойдаланилган бўлиб, булар V_1 - МЭТ, V_2 - ШЭТ, V_3 - ҚЭТ ва V_4 - АБ вазифаларини бажариш блоки ҳисобланади. Ушбу манбалардан сигнал олиш учун D_1 , D_2 , D_3 ҳамда D_4 датчиклар уланган, улар ҳар бир манбадаги кучланиш бўйича сигналларни ўзгартириб Arduino микроконтроллер блокининг A_2 , A_3 , A_4 , A_5 аналог портига узатади. Arduino микроконтроллер блоки мос датчиклардан келаётган сигналлар қийматлари асосида манбаларда ишлаб чиқиладиган кучланиш миқдорини аниқлайди. Arduino микроконтроллер блоки кирувчи сигналнинг кучланиш қиймати

нисбатан, ўзининг D_9 , D_{10} , D_{11} ва D_{12} рақамли портлари орқали реле бошқарув қурилмасига мос бошқарув сигналлари узатади. Реле бошқарув қурилмаси қабул қилинган сигнал асосида R_1 , R_2 , R_3 , ва R_4 релеларни бошқаради. Манбалардан келувчи кучланиш R_1 , R_2 , R_3 ва R_4 реле калитига уланган бўлиб, энергия таъминоти манбаларини бошқариш жараёнида бошқарилувчи реле ишга тушганда калит мос электр манбасини телекоммуникация қурилмаларига улайди (4.3- расм).

Arduino микроконтроллер блокининг бошқарув дастури C++ дастурлаш тилида ва Arduino дастурий муҳитида яратилган бўлиб, электр манбаларини истеъмолчи юкламасига боғлиқ ҳолда бошқариш учун ишлаб чиқилган алгоритм асосида ишлайди. У датчиклардан келадиган сигналларга мос равишда манба кучланишлари қийматларини ҳисоблайди, ҳамда белгиланган шартлар асосида, уларни телекоммуникация қурилмаларига улаб беради. Бунда қайта тикланувчи энергия таъминоти манбалари (ШЭТ ва ҚЭТ) асосий манба ҳисобланиб, улар телекоммуникация қурилмаларига R_1 ва R_2 релелар орқали уланади. Микроконтроллер блоки ШЭТдан келадиган сигнални D_2 датчик ёрдамида ҳисоблайди.



4.3- расм. Энергия таъминоти манбаларини бошқаришни тадқиқ қилиш имитацион модели

Агар ШЭТдан келаётган кучланиш 48В ёки ундан каттароқ бўлса ($U_2 \geq 220\text{В}$), микроконтроллер блоки уни реле бошқарув қурилмаси ёрдамида R_2 реле орқали телекоммуникация қурилмаларига улайди. Агар ШЭТдан келаётган кучланиш 48В дан кам бўлса ($U_2 < 220\text{В}$), микроконтроллер блоки кейинги манба ҚЭТдаги кучланишни D_3 датчик ёрдамида ҳисоблайди. Агар ҚЭТдан келаётган кучланиш 48В ёки ундан каттароқ бўлса ($U_3 \geq 48\text{В}$), микроконтроллер блоки уни реле бошқарув қурилмаси ёрдамида R_3 реле орқали телекоммуникация қурилмаларига улайди. ҚЭТдаги кучланиш ҳам 48В дан кам бўлса ($U_3 < 48\text{В}$), у ҳолда навбатдаги манба МЭТдаги кучланиш D_1 датчик ёрдамида аниқланади.

Агар МЭТдаги кучланиш 48Вдан камайса ёки ушбу манба ишдан чиқса ($U_1 < 220\text{В}$), у ҳолда микроконтроллер блоки реле бошқарув қурилмаси ёрдамида АБ заҳира манбаини R_4 реле орқали телекоммуникация қурилмаларига улайди. Шу билан бирга микроконтроллер блоки АБдаги кучланишни (U_4) D_4 датчик ёрдамида маълум вақт оралиғида ҳисоблаб боради ва D_8 рақамли порт ёрдамида авария сигналини овоз чиқарувчи мосламага узатади.

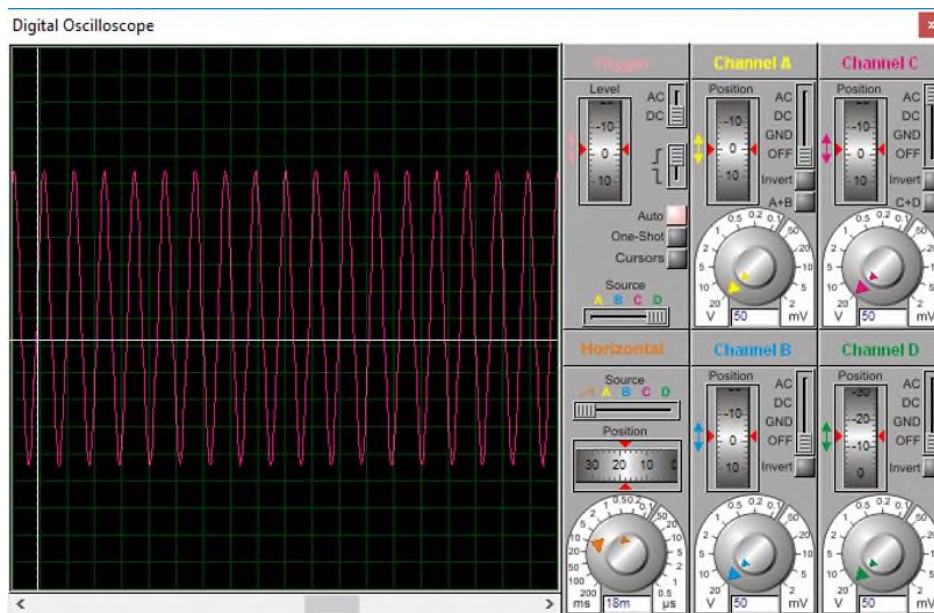
Ушбу тизимда қайта тикланувчи электр таъминот манбалари (ШЭТ ва ҚЭТ) асосий манба ҳисобланганлиги учун улардаги кучланиши доимий текшириб турилади. Уларда ишлаб чиқиладиган кучланиш ихтиёрий вақтда 48В дан ошса ($U_2 \geq 48\text{В}$ ёки $U_3 \geq 48\text{В}$) телекоммуникация қурилмалари қайси манбага уланганидан қатий назар, узилади ҳамда R_1 ёки R_2 реле орқали қайта тикланувчи электр таъминот манбаларидан бирига уланади.

Иммитацион моделда қўлланилган конвертор, МЭТ ҳамда ШЭТдан келувчи 220В ўзгарувчан кучланишни 48В ўзгармас кучланишга ўзгартириб беради.

Иммитацион моделдаги LCD дисплей ҳамда GSM модуль маълумотларни кўриш, таҳлил қилиш ва мониторинг тизимига узатиш учун хизмат қилади. LCD дисплейи Arduino микроконтроллер блокининг D2, D3, D4, D5, D6 ҳамда D7 рақамли портларига уланган бўлиб, у оператор томонидан зарур бўлганда тизимни таҳлил қилиш учун ўрнатилган. GSM модули Arduino микроконтроллер блокининг D0 (RX), D1 (TX) рақамли портига уланган бўлиб, манбаларнинг қувватлари, сарфланаётган энергия ва бошқарув тўғрисидаги маълумотларни мониторинг маркази

серверига реал вақт давомида мобил интернет тармоғи орқали юбориш учун ҳизмат қилади.

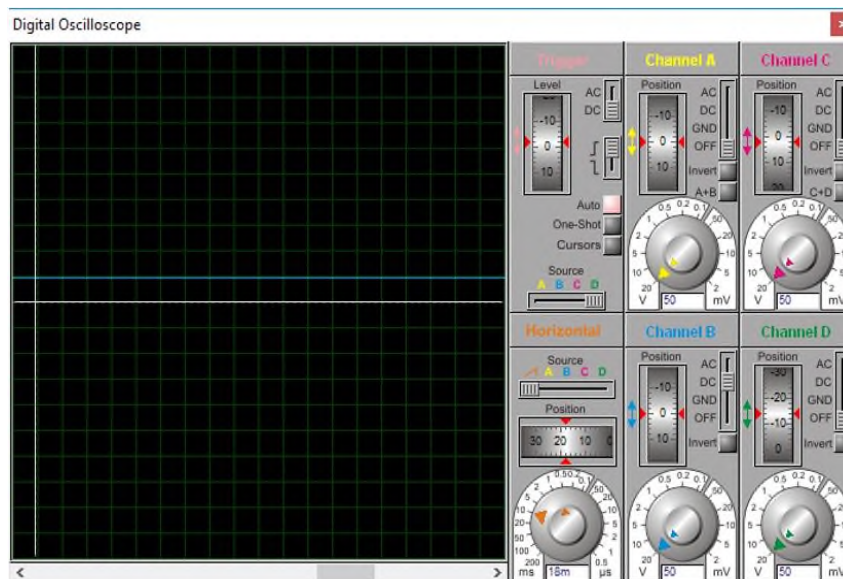
Модель ёрдамида энергияни МЭТ, ШЭТ, ҚЭТ, АБсидан ва манбалар комбинациясидан олишда датчикнинг чиқиш сигнали ўзгаришларини тадқиқ қилиш натижалари 4.4-4.6- расмларда келтирилган.



4.4- расм. Энергияни МЭТ ва ШЭТдан олишда электр катталикларнинг ўзгариш графиги

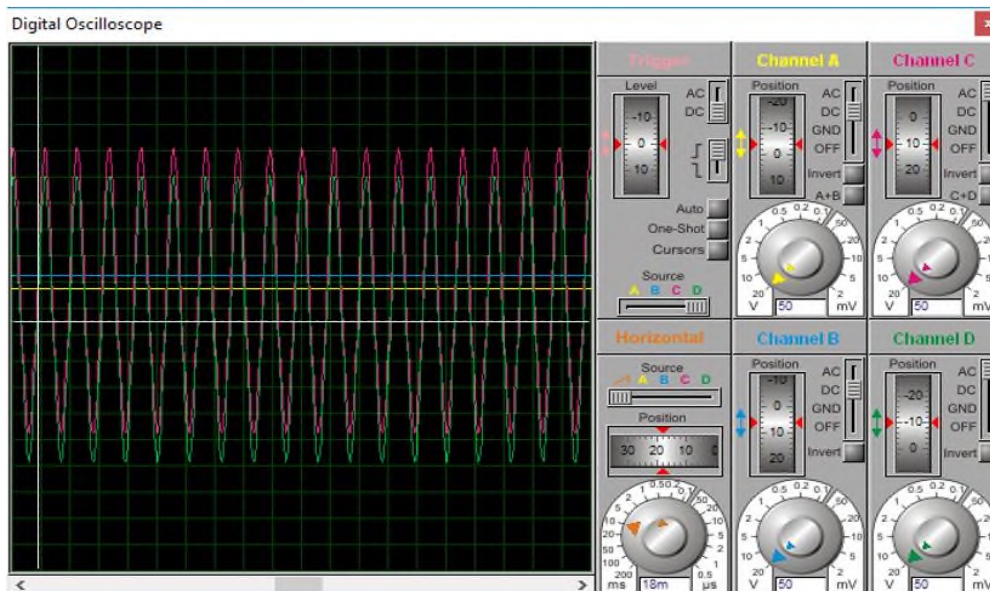
Телекоммуникация тизимлари энергия таъминотида асосий манба сифатида МЭТ ёки ШЭТ ишлатилганда олинган натижалар 4.4-расмда келтирилган. Бунда МЭТ ва ШЭТ манбалари ўзгарувчан ток ишлаб чиқарганлиги сабабли осцилографда олинган натижалар синусоидал кўринишда акс этади.

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминотида асосий манба сифатида ҚЭТ ёки АБлар ишлатилганда олинган натижалар 4.5-расмда келтирилган. Бунда ҚЭТ ва АБ манбалари ўзгармас ток ишлаб чиқарганлиги сабабли осцилографда олинган натижалар тўғри чизик кўринишида тасвирланади.



4.5-расм. Энергияни ҚЭТ ва АБ олишда электр катталикларнинг ўзгариш графиги

Реал эксплуатация жараёнида баъзи ҳолларда барча турдаги манбаларнинг комбинациясидан фойдаланиш зарурати ҳам пайдо бўлиши мумкин. Бундай умумлашган ҳолда олинган натижалар 4.6-расмда келтирилган.



4.6- расм. Энергияни манбалар комбинациясидан олишда электр катталикларининг ўзгариш графиги

Proteus Professional 8.4 дастурлар комплекси асосидаги юқорида келтирилган тадқиқотлар натижалари энергия таъминоти манбаларини бошқаришда чиқиш сигналининг ўзгаришини реал

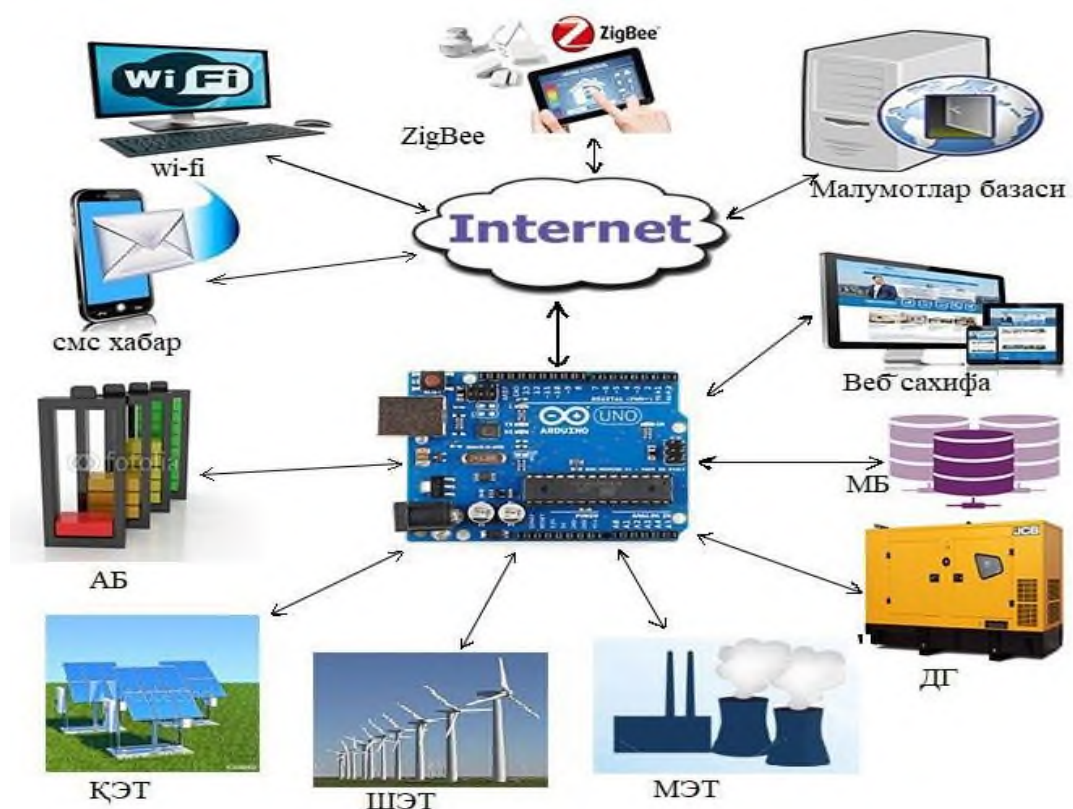
вақт режимида датчикдан олинган маълумотлар асосида баҳолаш ва қайси манбани истеъмолчига улаш ҳақида қарор қабул қилишга имкон беради.

Proteus Professional 8.4 дастурлар комплекси энергия таъминоти манбаларини бошқариш элементлари, қурилмалари ва схемаларини моделлаштириш ва тадқиқ қилиш, ҳамда бошқариш параметрлари ва катталикларининг ишчи ва оптимал қийматларини, энергия таъминоти манбаларининг ишчи катталиклари ва параметрларини, шунингдек телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқариш схематик ечимининг ишлаш қобилиятини ўрнатишга имкон берди.

4.3. Энергия таъминоти манбаларини бошқарув жараёнини мониторинги

Телекоммуникация тизимларининг кескин ривожланиши натижасида уларни эксплуатация қилиш ва созлаш мураккаблиги доимо ошиб бормоқда. Янги рақамли алоқа тизимларининг бошқарув схемаси оператор учун тизим бир вақтда ва қутилмаганда ишдан чиққанида ўзининг самарасини намойиш этмоқда. Самарали фойдаланиш тизимини қуриш муаммоси оператор томонидан тармоқнинг сифати параметрларини меъёрлаштириш ва назорат қилиш масаласига узвий боғлиқ бўлмоқда [17, 13, 18, 21, 28].

Бу масала қўлда амалга ошириладиган ўлчаш асбобларидан ташқари, телекоммуникация объектларининг ҳудудий қурилмаларидан параметрлар ва маълумотларни автоматлаштирилган равишда тўплаш ҳисобига ечилиши мумкин. Бундай автоматлаштирилган ўлчаш тизимлари мониторинг қилиш тизимлари дейилади, уларнинг функцияларига эксперт таҳлил қилиш усулларидан фойдаланиш билан маълумотларни тўплаш, архивлаштириш ва уларга ишлов бериш киради. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларининг бошқаруш жараёни масофали мониторинг тизимининг тузилиш схемаси 4.7-расмда келтирилган.



4.7-расм. Бошқарув жараёнини масофали мониторинг қилиш тизими тузилиши

Кузатилаётган энергия таъминоти манбаларининг бошқарув тизими энергия таъминот тизимнинг жорий ҳолати ҳақидаги тўлиқ, долзарб ва ишончли маълумотларга эга бўлиш, агар объектнинг ҳолати нормал ҳолатдан авария ҳолатига ўтишга интилса, қандай оператив амаллар ҳақида қарор қабул қилиш имконини беради. Шунингдек параметрларни ўлчаш тарихи ва мониторинг қилиш объекти ҳақидаги статистик маълумотларни бўлиши янада ишончли ва самарали ишлаш учун унинг ишлаш алгоритминини тўғрилашга имкон беради.

Энергия таъминоти манбалари бошариш жараёнини мониторинг қилишда КББга ҳар бир манбалардан тегишли маълумотлар келиб тушади (қайси турдаги энергия таъминотидан фойдаланганлиги, таъминот манбаларидан реал вақт давомида қандай фойдаланганлиги: соатлар, кунлар, ҳафталар кесимида ва ҳ.к.лар). Олинган маълумотлар маълумотлар базасига (МБ) келиб тушади ва персоналга Arduino Ethernet модули ёки Arduino GSM модули ёрдамида мобил алоқа орқали СМС-хабар, интернет орқали

веб саҳифа ва бошқа кўринишларда тақдим этилади (4.7-расм).



4.8-расм. Бошқарув жараёнини масофали мониторинг қилиш тизимининг тузилиш схемаси

бу ерда: $TO_1 - TO_N$ - телекоммуникация объектлари; $D_1 - D_5$ - манбалардан сигнал олувчи датчиклари; $D_{ю}$ - юкламадан сигнал олувчи датчиклар.

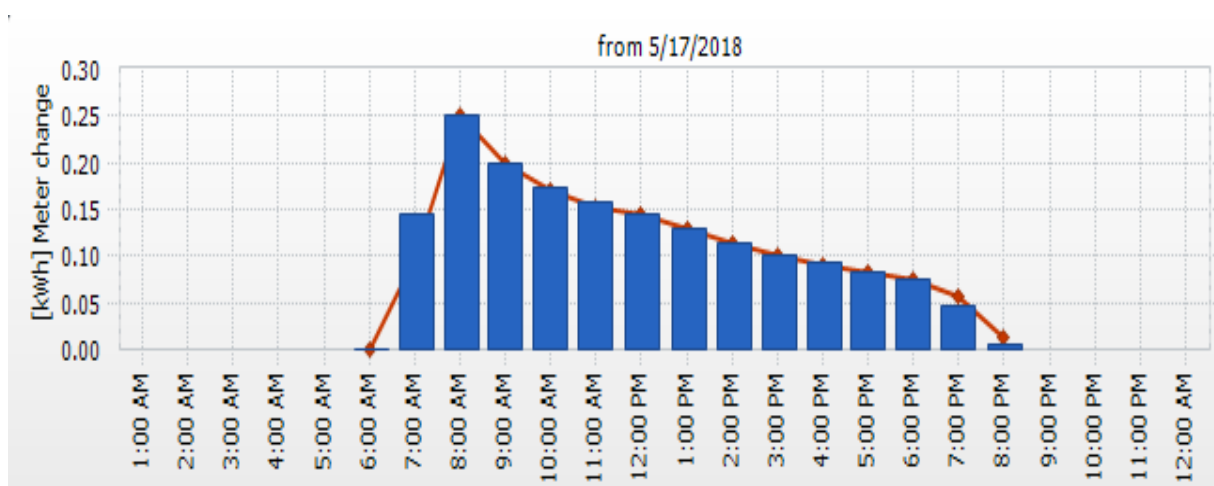
Мониторинг қилишда тизимнинг иш режими ҳақида тўпланган маълумотлар мониторинг марказига юборилади, бу ерда масъул шахс вужудга келган авария вазиятини тузатиш учун қарорни оператив қабул қилиши мумкин. Мониторинг қилиш тизимида ўрнатилган техник воситалар тўпламидан олинган батафсил маълумотлар асосида эксплуатацион ва таъмирлаш персонали яроқсизлик сабабини тезроқ аниқлаши ва тузатиши мумкин бўлади. Шундан келиб чиқиб, мониторинг қилиш

тизимларининг қўлланиши профилактик таъмирлашда қайта тиклаш ва туриб қолиш вақтини камайтириш ҳисобига техник ишлатиш коэффициенти (ТИК) билан баҳоланадиган телекоммуникация тизимларининг ишончилигини оширишга имкон беради. Бир нечта телекоммуникация тизимларининг энергия таъминоти манбаларини мониторинг қилиш тизимининг тузилиш схемаси 4.8-расмда келтирилган.

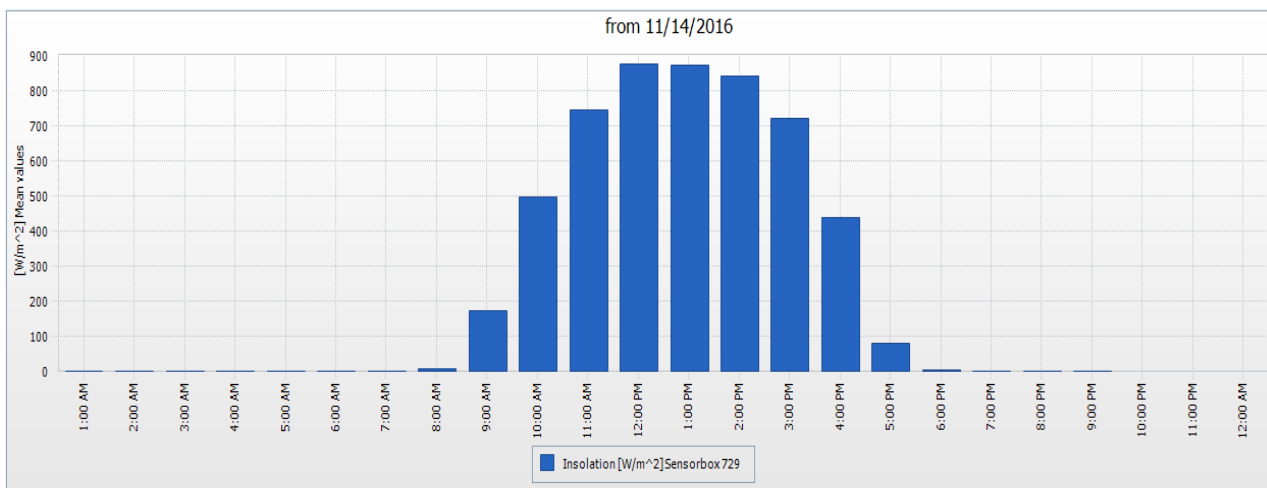
Мониторинг қилиш тизимларининг ишлатилиши ҳисобига ижобий иқтисодий самара пайдо бўлади, техник ҳолатни текширишга, тизимнинг ишлаш қобилиятини сақлашга ва яроқсизлик сабабларини аниқлашга йўналтирилган кўплаб амаллар масофадан автоматлаштирилган ёки автоматик ҳолда амалга оширилади.

Яратилган ва амалиётда қўлланилган датчик, бошқарув блоки ҳамда алгоритмлар асосида энергия таъминоти манбалари иш ҳолатларини масофали мониторинги натижалари 4.9-4.13-расмларда келтирилган.

Телекоммуникация тизимлари қуёш энергия таъминотини куннинг соатлар кесимида ишлаб чиқарган энергияси тўғрисидаги маълумот 4.9-расмда келтирилган. Бунда энергияни ишлаб чиқариш куннинг бошланиши яъни соат 06:00 лардан бошланиб, 08:00 ларда энг кўп энергия ишлаб чиқаришга эришилган. Куннинг қолган даврида эса энергияни камайиб боришини кузатиш мумкин [13, 25, 66, 102].

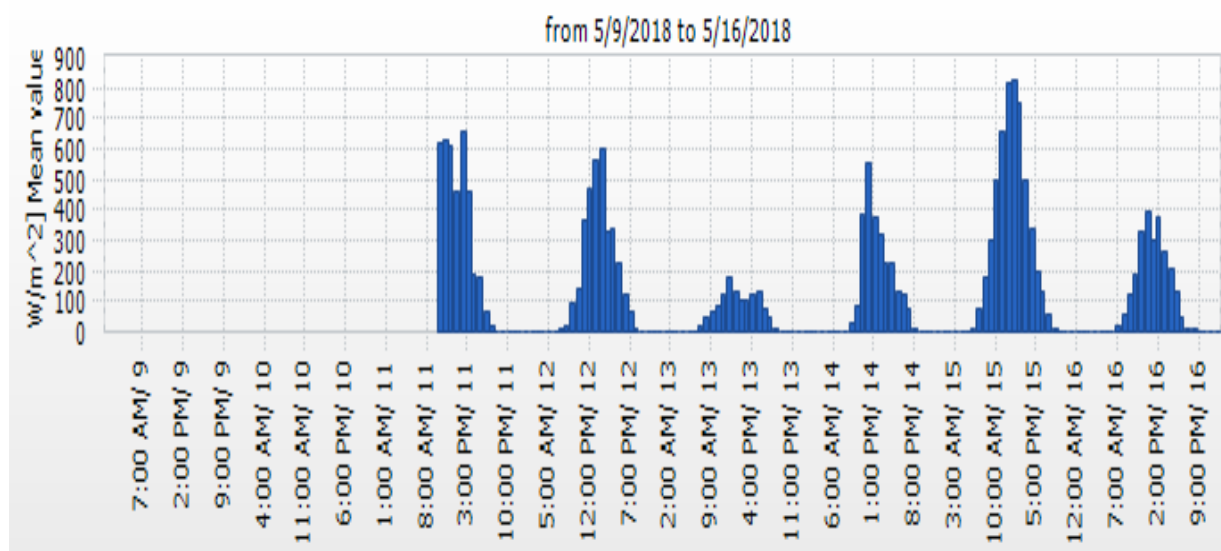


4.9-расм. Қуёш энергия таъминоти манбасининг куннинг соатлар кесимида ишлаб чиқарган энергияси

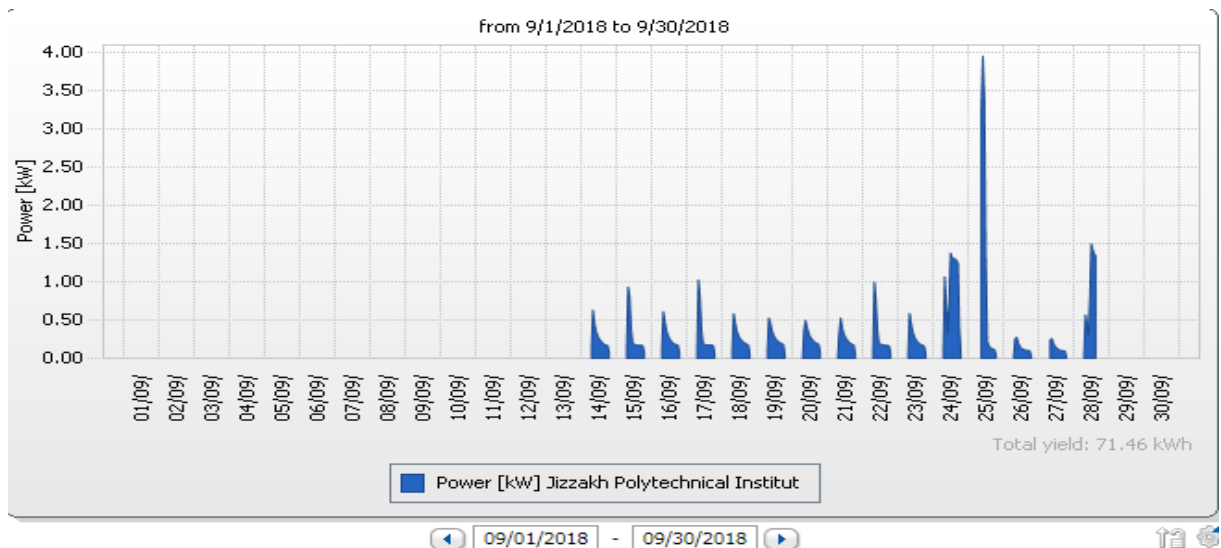


4.10-расм. Ёруғлик sensori орқали қуёш инсоляциясини куннинг соатлар кесимидаги қиймати

ҚЭТ томонидан ҳафтанинг кунлари кесимида ишлаб чиқарган энергияси тўғрисидаги маълумолар 4.11-расмда келтирилган. Бу расмда кунлар давомида ишлаб чиқарган энергияни солиштириш имкони мавжуд [7, 13, 21, 25, 66, 102].

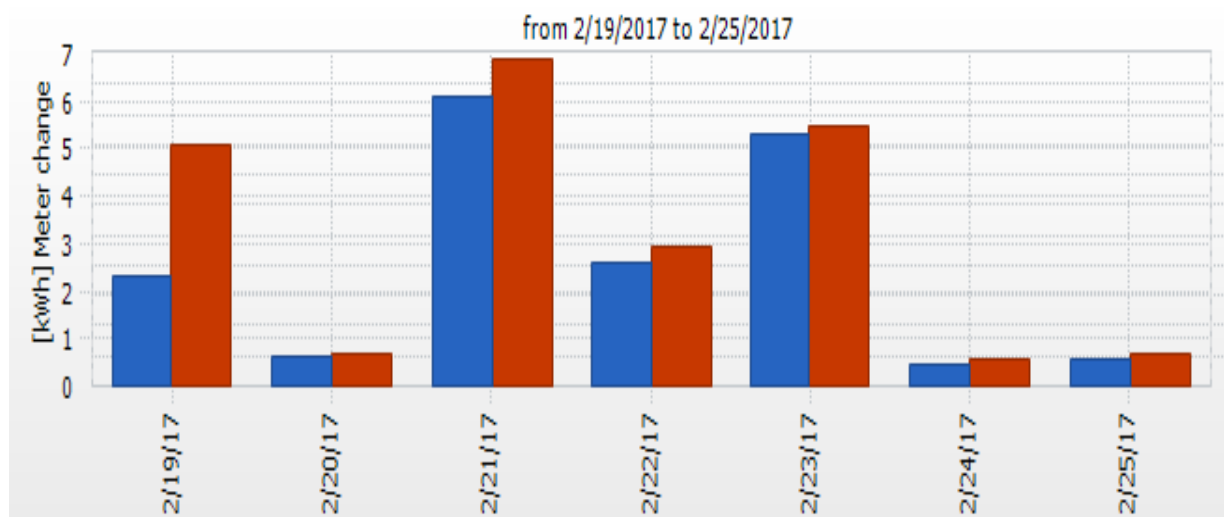


4.11-расм. Қуёш энергия таъминоти манбасининг ҳафтанинг кунлари кесимида ишлаб чиқарган энергияси



4.12-расм. Қуёш энергия таъминоти манбасининг ойнинг кунлари кесимида ишлаб чиқарган энергияси

ҚЭТ томонидан кунлар кесимида ишлаб чиқарилган энергия ҳамда истеъмол қувватининг нисбий солиштириш графиги 4.13-расмда келтирилган. Бунда ҚЭТ манба томонидан ишлаб чиқилган энергия истеъмолчи қувватини таъминлай олмаса бошқа турдаги манба (масалан МЭТ, ДГ ёки АБ) орқали таъминланади.



4.13-расм. Қуёш энергия таъминоти манбасининг ишлаб чиқарган энергияси ҳамда истемол қувватининг нисбий солиштира графиги

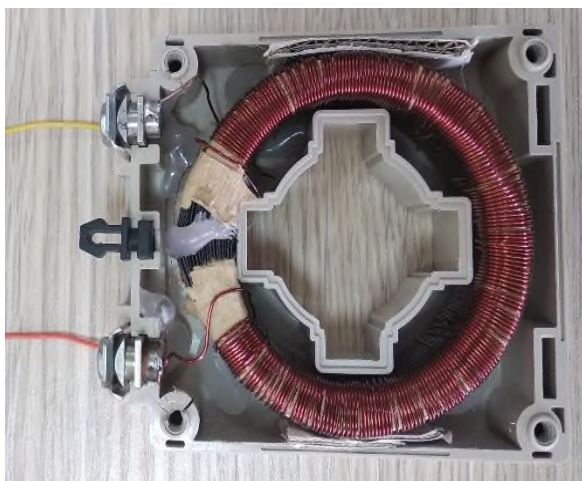
Ишлаб чиқилган масофали мониторинг тизими орқали реал вақт масштабида энергия истеъмоли тўғрисида, кун давомида қайси турдаги энергия таъминоти манбаларидан қанчадан фойдаланганлик ва авария ҳолатлари тўғрисидаги маълумотларни

таҳлил қилиш ҳамда узлуксиз ишлашини амалга ошириш учун келгусидаги захираларни режалаштириш имконини беради.

§4.4. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарув блокини амалиётга жорий этиш

Телекоммуникация тизимларнинг узлуксиз ишлашини таъминлашда мавжуд энергия таъминотини аниқ ва ишончли бошқарув асоси сифатида энергия таъминоти манбаларининг қўлланиши ва манбалар ҳолатларини аниқлаш датчикларидан истеъмол токи ҳақидаги сигналларни олиш ва уларга мос равишда қарорларни қабул қилиш жараёнини бошқариш блоки қаралади [16-18, 21, 77].

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларни бошқаруви ҳамда масофадан мониторинг қилиш учун ишлаб чиқилган датчикларнинг тузилмалари 4.14 - расмда келтирилган.



а)



б)

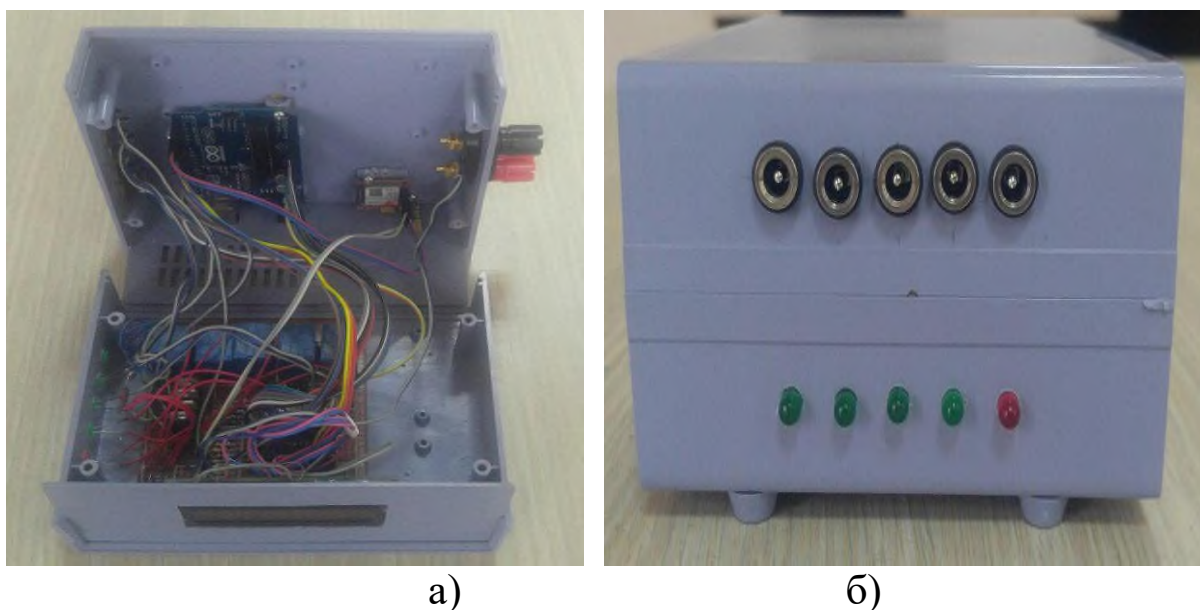
4.14- расм. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқаруви учун ишлаб чиқилган датчикларнинг тузилмалари (а - ўзгарувчан ток, б - ўзгармас ток датчиги).

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларни бошқаруви ҳамда мониторинг қилишда қўллаш учун ишлаб чиқилган Arduino КББ асосидаги физик бошқарув модели 4.15 - расмда келтирилган.

Электр қувват ва энергия манбаларини микропроцессорли автоматик бошқариш блокада ўрнатилган микро-ЭҲМларнинг

қўлланиши телекоммуникациялар объектларининг электротехник ва электр энергетик қурилмаларининг шикастланишидан зарарни камайтириш ва ишлаб чиқариладиган энергиянинг сифатини ошириш учун хизмат қилади.

Таклиф этилаётган датчик ёрдамида электр юкламанинг ток қиймати ҳақидаги сигнални ишлаб чиқиш ҳамда МББ томонидан сигнални қабул қилиш ва унга ишлов бериш натижасида энергия манбасини бошқариш билан боғлиқ тегишли қарорларни қабул қилишга доир масалалар қуйидаги объектларда кўриб чиқилди ва синовдан ўтказилди.



4.15- расм. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқариш учун ишлаб чиқилган Arduino МКББ асосидаги физик бошқариш модели

Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлиги тасарруфидаги “Радиоалоқа, радиоэшиттириш ва телевидения маркази” ДУК ҳамда “Ўзбектелеком” АК Тошкент филиалининг Янгибозор, Сирдарё филиалининг Гулистон туман телекоммуникациялар боғламаларида таклиф этилаётган датчик ва энергия манбаларни бошқарув блокининг синов ишлари олиб борилган.

Бунда “Ўзбектелеком” АК Тошкент филиалининг Янгибозор телекоммуникациялар боғламасида АТСларни узлуксиз энергия билан таъминлаш қуёш энергия таъминоти манбалари орқали йўлга

қўйилган бўлиб, АТСнинг умумий истеъмол қуввати 800 Вт ташкил этади. АТСни узлуксиз энергия билан таъминлашда 700 Вт қуёш энергия таъминоти, 400 А/соатли аккумулятор батареяси ҳамда зарур бўлганда марказлашган энергия таъминоти орқали амалга оширилмоқда.

Бундан ташқари “Ўзбектелеком” АК ва Халқаро Электр Алоқа Кенгаши ўртасида тузилган шартнома асосида Жиззах вилояти Ғаллаорол туманида жойлашган “Замбар” радио-реле станциясини энергия таъминоти манбалари орқали энергия билан таъминлаш йўлга қўйилган.

“Замбар РРС” объектини умумий истеъмоли қуввати 8 кВт бўлиб, доимий токдаги истеъмол 3кВт, 48 Вни, ўзгарувчан токдаги истеъмол қуввати эса 5кВт, 380 Вни ташкил этади. Ушбу объектни узлуксиз энергия билан таъминлаш вертикал ўқли 10кВтли шамол генератори, 10 кВтли қуёш энергия таъминоти, 15 кВтли дизель генератори ҳамда 12 В, 200 А/соатли (умумий сифими 4800 А/соат) гелий аккумулятор батареяси орқали йўлга қўйилган бўлиб, станциянинг ташқа кўриниши 4.16-4.17 расмларда келтирилган.



4.16-расм. Объектнинг умумий кўриниши



4.17- расм. Қуёш ва вертикал шамол электр станцияларининг ташқи кўриниши

Тошкент вилоятининг Бўстонлик туманида жойлашган Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университетининг ўқув-илмий-тадқиқот лабораториясида асосий тадқиқот ва синов ишлари олиб борилди. Ўқув-илмий-тадқиқот лабораториясининг истемол қуввати 1200 Втни ташкил этиб, уни узлуксиз энергия билан таъминлаш 2кВтли қуёш энергия таъминоти, 3 кВтли шамол энергия таъминоти ҳамда 400 А/соатли аккумулятор батареялари орқали амалга оширилади.

Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқарув учун ишлаб чиқилган датчикларни, манбалар сонига мос келадиган микроконтроллерлар блокинни, таклиф этилган алгоритм бўйича яратилган дастурий таъминотни амалий қўллаш асосида электр энергия ва ёқилғи ресурсларини тежаш 3-4 фоизга оширилиб, синов вақтида телекоммуникация қурилмаларининг узлуксиз ишлаши таъминланди. Бунда бутун қурилма ёки унинг алоҳида секцияларини манбага улаш ёки узиш билан қувватни бошқариш орқали энергиядан самарали фойдаланиш имкони тақдим этилди.

Тўртинчи боб бўйича хулосалар

1. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини юклама токига боғлиқ ҳолда бошқариш алгоритми ишлаб чиқилди. Ишлаб чиқилган алгоритм асосида энергия

манбалари бошқарув блоки томонидан телекоммуникация тизимларини узлуксиз манба билан таъминлаш ҳамда энергия таъминоти манбаидан самарали фойдаланиш таъминланди.

2. Proteus Professional 8.4 дастурлар комплекси муҳитида таклиф этилаётган бошқарув алгоритми, сигнал ўзгартирувчи датчиклар ва микроконтроллерли бошқарув блоки асосида истеъмолчи юклама токига боғлиқ ҳолда энергия таъминот манбаларини бошқариш жараёни имитацион модели ишлаб чиқилди. Proteus Professional 8.4 дастурлар комплекси муҳитида энергия таъминоти манбаларини бошқариш элементлари, қурилмалари ва схемаларини моделлаштириш ва тадқиқ қилиш, телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқариш схематик ечимининг асосий функцияларини белгилаш ва параметрларини ўрнатиш имконини берди.

3. Сигнал ўзгартириш датчиклари ва микроконтроллерли бошқарув блоки ва IoT технологиялари асосида телекоммуникация объектлари энергия таъминотини масофадан мониторинг қилиш тизими структураси, ахборот алмашиш протоколлари, маълумотлар базаси ва маълумотлар формати ишлаб чиқилди.

4. Тадқиқот доирасида ишлаб чиқилган датчиклар ва микроконтроллерли бошқарув блокини синовдан ўтказиш ва амалиётга жорий этиш орқали телекоммуникация қурилмаларининг узлуксиз ишлаши ва манбаларни юкламага боғлиқ ҳолда бошқариш ҳисобига аккумулятор батареяларнинг ишлаш муддати ва техник ҳолатини яхшилашга эришилди.

ҲУЛОСАЛАР

1. Ишлаб чиқилган ва ривожлантирилган энергия таъминоти манбаларини бошқарувини куриш тамойиллари, моделлари, ахборот ўлчов воситалари ва энергия таъминотини мониторинг қилиш модули телекоммуникация тизимларини барқарор энергия билан таъминлаш имконини беради.

2. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминоти манбаларини бошқариш датчигининг тақсимланган параметрли моделини қўллаш бошқарув сигналининг ҳисоблаш аниқлигини 0,68-1,55 фоизга ошириш имконини беради.

3. Граф модели асосида ўтказилган тадқиқот натижасида сезгир элемент ҳаво оралиғининг қийматини 0,002-0,003 м га ва унинг ўрамлар сонини 15-16 га тенглаш чиқиш сигналининг меъёрий қийматини таъминлаш имконини беради.

4. Ишлаб чиқилган бошқарув датчик модели кириш сигналига нисбатан 0,03–0,04 сония вақтдан сўнг чиқиш сигналининг турғун ҳолатини шакллантириш имконини беради (стандарт талаби бўйича турғун ҳолатни шаклланиш вақти 0,1 сониядан ошмаслиги керак).

Датчикнинг умумий йиғинди хатолиги $\Delta=0,49$ фоизни ташкил этди.

5. Бошқарув алгоритми, сигнал ўзгартирувчи датчиклар ва микроконтроллерли бошқарув блоки асосидаги имитацион бошқариш модели реал вақт режимида истеъмолчи юклама токига боғлиқ ҳолда энергия таъминот манбаларини бошқариш жараёнини тадқиқ этиш имконини беради.

6. Сигнал ўзгартириш датчиклари, контроллерли бошқарув блоки ва IoT технологияси асосида телекоммуникация объектларининг энергия таъминотини масофадан мониторинг қилиш модули структураси, маълумотлар базаси ва уларни тақдим этиш формати ишлаб чиқилган ва бунинг натижасида таъмирлаш эҳтиёжини аниқлаш, узилишлар сабабини топиш ва уларни тезкор бартараф этиш имкониятига эришилган.

7. Ишлаб чиқилган ечимларни амалиётга жорий этиш натижасида бошқарув тизимининг юқори аниқлиги, энергия истеъмоли миқдорининг назорати ва қурилмаларнинг узлуксиз ишлаши таъминланади.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. А.В. Попова. Электропитание устройств и систем инфокоммуникаций: учеб. пособие / А.В. Попова. - Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. - 103 с.

2. М.Сапаев., У.Алиев., Ф. Қодиров. Алоқа қурилмаларининг электро таъминоти: ўқув қўлланма // «Fan va texnologiya», 2011, 248 бет.

3. O'z DSt 3055-2016 Государственный стандарт Республики Узбекистан. Сети телекоммуникаций. Учрежденческие АТС. Общие технические требования и методы контроля. Издание официальное Узбекское агентство стандартизации, метрологии и сертификации, Ташкент 2016. -82 с.

4. А.О. Белоусов., Д.Ю. Муромцев. Электропитание систем радиосвязи: учебное пособие // Томбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. 82 - с.

5. Х.Э. Хужаматов., Д.С. Шержанова. Алоқа ва ахборотлаштириш объектларини ишончилигини ошириш учун қайта тикланувчи энергия манбаларини қўллаш // “Источники альтернативных энергий и актуальные проблемы их использования”. Сб. материалов Респ. конф. 25-26 ноября 2015. - Бухоро, БГУ, 2015.-С.146-148.

6. Ц.И. Ханин Эксплуатация электроустановок предприятий связи [Текст] / Ц.И. Ханин, Л.М. Шалашова, Т.С. Шейнина. - М. : Радио и связь, 1994. - 286 с.

7. Х.Э. Хужаматов. Телекоммуникация объектларини барқарор электр энергияси билан таъминлашда автоном қуёш электр станциясини қўллаш // “ТАТУ хабарлари” ilmiy-texnika va axborot-tahliliy jurnali. №4(40) - сон 2016 йил, 22-31 бетлар.

8. В.М. Бушуев и др. Электропитание устройств и систем телекоммуникации: учебное пособие для вузов // М.: Горячая линия-Телеком, 2011. - 372с.

9. А.Ю. Воробьев. Электроснабжение компьютерных и телекоммуникационных систем // М.: Эко-трендз, 2002. - 181 с.

10. S. Nagalakshmi, M. Prabha, R. Senthamarai and G. Rohini. Design and Implementation of Arduino Based Smart Home Energy Management System Using Renewable Energy Resources // International Journal of ChemTech Reserch. 2017 Vol.10 №6, pp 696-

701.

11. Захидов Р.А., Кивалов Н.К., Орлова Н.И., Таджиев У.А. Перспективы устойчивого экологически безопасного энергообеспечения Узбекистана с использованием энергии солнечного излучения, малых водотоков, ветра // Гелиотехника, Ташкент, 1997, №5-6. С.86-97.

12. Друзь Н., Борисова Н., Асанкулова А., Раджабов И., Захидов Р., Таджиев У. Положение дел по использованию возобновляемых источников энергии в Центральной Азии. Перспективы их использования и потребности в подготовке кадров. Алматы, 2010. С.140.

13. И.Х. Сиддиков., Х.Э. Хужаматов., Д.С. Шержанова. Тармоқланган телекоммуникация объектларининг энергия таъминотида гибрид манбаларни ишлатиш ва бошқариш жараёнлари таҳлили // “Muhammad al-Xorazmiy avlodlari” ilmiy-amaliy va axborot-tahliliy jurnal. №2(2) - сон 2017 йил, 35-41 бетлар.

14. Х.Э. Хужаматов. Қуёш электр станциялари-телекоммуникация объектларини барқарор электр манбаи // “Ахборот ва телекоммуникация технологиялари муаммолари” Республика илмий-техник конференциясининг маърузалар тўплами. 3-қисм. Тошкент 10-11 март 2016 йил. 159-160 бетлар.

15. Х.Э. Хужаматов. Автономная солнечно-ветро-дизельная электростанция для устойчивого снабжения электроэнергией объектов телекоммуникаций в сельских и отдаленных районах // Материал конференции «Возобновляемые источники энергии: технологии и установки», 28-29 июня 2016 г, Ташкент. С 36-37.

16. И.Х. Сиддиков., Х.Э. Хужаматов. Телекоммуникация объектларини энергия таъминоти ишончлигини оширишда қайта тикланувчи энергия манбаларини қўллаш // Материал конференции «Возобновляемые источники энергии: технологии и установки», 28-29 июня 2016 г, Ташкент. С 73-75.

17. И.Х. Сиддиков., Х.Э. Хужаматов., Н.М. Хомидова. Қуёш электр станциялари - телекоммуникация объектларини барқарор электр манбаи // “Энергия тежамкорлиги, электр энергетикаси таъминоти узлуксизлигини таъминлаш концепциясини долзарб муаммолари ҳамда уларнинг ечимлари самарадорлигини ошириш” мавзусидаги Республика илмий ва илмий-техник анжуман материаллари Фарғона 2016 йил 2-3 декабрь, 162-163 бетлар.

18. Х.Э. Хужаматов. Қуёш электр станциялари - телекоммуникация объектларини барқарор электр манбаи // Материал конференции «Возобновляемые источники энергии: технологии и установки», 28-29 июня 2016 г, Ташкент. С 88-89.

19. И.Х. Сиддиков., Х.А. Сатторов., Х.Э. Хужаматов., О.Р. Дехқонов. Фотоэлектрический генератор с кремниевыми фотоэлементами - возобновляемый источник энергии // “Informatika va energetika muammolari O’zbekiston jurnali” ilmiy-texnika jurnali, №6 сон, 2015 йил, 59-64 бетлар.

20. Д.А. Филатов. Исследование эксплуатационно-технологических параметров энергоустановок на возобновляемых источниках энергии // Инженерный вестник Дона, 2015. №2 ч.2.

21. И.Х. Сиддиков., Х.Э. Хужаматов. Қайта тикланувчи энергия манбаларини ўз ичига олган гибрид энергия таъминоти тизимларининг бошқарувини моделлаштириш ва тадқиқ этиш // “ТАТУ хабарлари” ilmiy-texnika va axborot-tahliliy jurnali. №3(39) - сон 2016 йил, 60-66 бетлар.

22. И.Х. Сиддиков., Х.Э. Хужаматов., Х.А. Сатторов., К.М. Нажмиддинов. Моделирование и исследование управления электроэнергетическими системами и объектами // «Информационные технологии и моделирование процессов в фундаментальных и прикладных исследованиях» Материалы I Международной молодежной школы-конференции, Астрахань 15-17 декабря 2016 г. С. 157-165.

23. Б.В. Лукутин. Возобновляемая энергетика в децентрализованном энергоснабжении: монография // М.: Энергоатомиздат, 2008. - 231с.

24. В.В. Телегин. Повышение эффективности функционирования систем энергоснабжения предприятий ограниченной мощности с использованием альтернативных источников энергии: Дис. кан.тех.наук. - Липецк - 2014. С.178.

25. Д.А. Филатов. Применение возобновляемых источников энергии для повышения эффективности энергоснабжения сельскохозяйственных предприятий: Дисс. кан.тех.наук. - Нижний Новгород - 2015. С.154.

26. В.И. Калашников. Накопление возобновляемой электрической энергии - проблемы и перспективы развития // В.И. Калашников., А.В. Левшов., С.Н. Ткаченко. Электротехнические и

компьютерные системы, 2014, -№15(91). - С.20-23.

27. Мо Зо Тве. Исследование и разработка системы управления многофункциональным энергетическим комплексом. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. -Москва, 2013. -22 с.

28. Май Нгок Тханг. Управления гибридными энергетическими системами с возобновляемыми источниками энергии. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. -Волгоград, 2013. -20 с.

29. Сиддиков И.Х. Электромагнитные преобразователи тока в напряжение с плоскими измерительными обмотками для комбинированного управления реактивной мощностью энергосистем. Дисс...докт. техн. наук. Ташкент - 2015, С.222.

30. Азимов Р.К. Принципы построения и проектирования первичных преобразователей с распределенными параметрами для систем контроля и управления: Дис. ... докт. техн. наук. - Ташкент: ТГТУ, 1993. - 232 с.

31. Амиров С.Ф., Сафаров А.М., Хушбоков Б.Х. Преобразователи тока для вторичных систем электроэнергетики//Современное состояние и перспективы развития энергетики. Тез. докл. Межд. научно- технической конф. 18 - 20 декабря 2006. - Ташкент, 2006. - С. 206-208.

32. Зарипов М.Ф., Петрова И.Ю. Предметно-ориентированная среда для поиска новых технических решений «Интеллект»// IV Санкт-Петербургская международная конф. «РИ-95»: Тез. докл. - Спб., 1995. - С. 60-61.

33. Плахтиев А.М. Бесконтактные ферромагнитные преобразователи с распределенными магнитными параметрами для систем контроля и управления.: Дис. ... докт. техн. наук. - Ташкент: ТашГТУ, 2009. - 249 с.

34. Пихтиенко В.А., Сиддиков И.Х. Исследование основных характеристик электромеханических преобразователей на основе информационно - энергетической модели // Беруний юлдузлари. Сб. науч. тр. ТашГТУ N1, Ташкент: 2001. - С.82-86.

35. Сиддиков И.Х., Хакимов М.Х., Григорьев Ю.А., Анарбаев М.А., Нажматдинов К.М. Энергосбережение на основе автоматического регулирования реактивной мощности энергосистем//Энергетика: Управление, качество и эффективность использования энергоресурсов. Тез.докл. 7 - Всероссийской научно-технической конф. 25-27 мая 2013.-Благовещенск, 2013.-

C.231-234.

36. Эшмуродов Ш.С., Шарипов У.Б., Гайибов Т.Ш., Сиддиков И.Х., Бобоназаров Б.Б.// Разработка алгоритмов и методики повышения точности данных телеизмерений и оценка рабочего состояния основных электрических сетей электроэнергетической системы Республики Узбекистан // Отчет по теме А-12-073. - Ташкент: ТашГТУ, 2008.- 158 с.

37. M.Veeramani, J.Prince Joshua, C.K.Sundrsbalan, J.Sanjeevikumar. An Efficient Microgrid Management System for Rural Area using Arduino//Internationak Journal of Engineering Trends and Technology. October 2016. Volume-40 Number-6/

38. Бороденко В.А. Ресурсосбережение как главный принцип создания устройств автоматики энергосистем // Вестник НИА РК. М., - 2006. -№2. 12 с.

39. Сиддиков И.Х., Хакимов М.Х., Назаров Ф.Д. Потери мощности на трансформаторах тока и напряжения // Инновация - 2004: Тез. докл. межд. конф. 21-23 октября 2004. -Ташкент, 2004.- С. 158.

40. Siddikov I.Kh., Nazarov F.D., Gafurov J.F., Gaziev B.A., Khakimov M.Kh. Energy management and energy audit in energy sector of Republic Uzbekistan //Control of power system - 04: Thesis's VI - int. conf. June 16-18 2004. - Slovak Rep., High Taras, Strbske Pleso, 2004. - P.230-235.

41. Сиддиков И.Х., Назаров Ф.Д., Анарбаев М., Хонтураев И. Принципы построения преобразователей тока с расширенными функциональными возможностями // Опыт внедрения энергосберегающих технологии: Тез. докл. Респ. конф. с участием зарубежных представителей. 8 апреля 2010. -Ташкент, 2010. - С.95.

42. И.Х. Сиддиков., Х.А. Саттаров., Х.Э. Хужаматов., Г.С. Рахмонова. Электромагнитный преобразователь трехфазного тока в напряжение для электрических сетей систем энергоснабжения устройств телекоммуникации // “ТАТУ хабарлари” ilmiy-texnika va axborot-tahliliy jurnali. №3(43) - сон 2017 йил, 114-119 бетлар.

43. И.Х. Сиддиков., Х.А. Саттаров., Х.Э. Хужаматов., О.Р. Дехконов. Электромагнитный преобразователь трехфазного тока в напряжение с расширенными эксплуатационными возможностями // “ТАТУ хабарлари” ilmiy-texnika va axborot-tahliliy jurnali. №2(42) - сон 2017 йил, 116-120 бетлар.

44. И.Х. Сиддиков., Х.А. Саттаров., Х.Э. Хужаматов. Конструирование электромагнитного преобразователя несимметрии тока с расширенными функциональными возможностями для электрических сетей электрооборудование коммуникации // “Informatika va energetika muammolari O’zbekiston jurnali” ilmiy-texnika jurnali, №2 сон, 2017 йил, 59-64 бетлар.

45. I.Kh. Siddikov., Kh.E. Khujamatov., K.S. Sherjanova. The principle of desing of electromagnetic transducers of one, three and multi - phases current of electrical nets to secondary voltage // Материалы XXXII Международной научно-практической интернет-конференции «Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации» 31 январь 2018 года. Переяслав - Хмельницкий. С. 468-472.

46. И.Х. Сиддиков., Х.Э. Хужаматов., И.М. Хонтураев. Современные элементы и устройства контроля одно-и трехфазного электрического тока // «Потенциал интеллектуально одаренной молодежи-развитию науки и образование» Материалы VI Международного научного форума молодых ученых, студентов и школьников, Астрахань 25-27 апреля 2017 г. С. 119-121.

47. Азимов Р.К. Сиддиков И.Х. Шипулин Ю.Г. Анализ основных характеристик электромагнитных преобразователей с плоскими обмотками на основе графовых моделей // Известия ВУЗов «Электромеханика». - Москва, 1991. - №.5 - С. 58-60.

48. Сиддиков И.Х., Назаров Ф.Д. Исследование характеристик электромагнитных преобразователей тока систем управления реактивной мощностью // Химическая технология. Контроль и управление. - Ташкент, 2012. - №2, - С.46-51.

49. Сиддиков И.Х., Анорбоев М.А., Нажматдинов К.М., Холиддинов И.Х., Мирзоев Н.Н., Григорьев Ю.А. Талипова С.Б. Основы структурного проектирования электромагнитных преобразователей первичного тока во вторичное напряжение на основе плоской измерительной обмотки//Актуальные вопросы современной техники и технологии. Тез. докл. XIV - Межд. Конф. 24 января 2014. - Липецк, Россия: -2014. - С. 44-51.

50. Турдибеков К.Х., Сиддиков И.Х., Сиддиков О.И. Внедрение энергосберегающих мероприятий в электрических сетях электрифицированной железной дороги // Опыт внедрения энергосберегающих технологии. Респ. конф. с участием

зарубежных представителей ТашДТУ. 8 апреля 2010. -Ташкент, 2010. - С.91.

51. Юсупбеков Н.Р., Игамбердиев Х.З., Маликов А.В. Основы автоматизации технологических процессов: Учебное пособие для высшего и среднего специального образования. В 2-х ч. - Ташкент: ТГТУ, 2007. Ч.1. - 152 с.

52. Tolga Ozay, Yuksel Oguz, Hasan Chimen. Energy Flow Control with Using Arduino Microcontroller in Off-Grid Hybrid Power Generation System Including Different Solar Panels and Fuel Cell//Measurement and Control 2017, Vol.50(9-10) 186-198

53. Амиров С.Ф., Хушбоков Б.Х., Балгаев Н.Е. Многодиапазонные трансформаторы тока // Электротехника. - М.: 2009. - №2. - С. 61-64.

54. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем энергоснабжения. - М.: Высшая школа, 1991. - 496 с.

55. Болотин О.А., Портной Г.Я., Даниленко А.П. Разработка эффективных датчиков больших токов // Приборы и системы управления. - М., 1992. -№4. -С. 31-32.

56. Бордаев В.В., Гуртовцев А.Л., Чижонок В.И. Испытание, выбор и применение низковольтных однофазных измерительных трансформаторов тока // Электрические станции. М.,- 2004. - №4. - С. 37-45.

57. Бриндли Кейт. Измерительные преобразователи. Справочное пособие. Перевод с англ. Сычева Е.И. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 143 с.

58. Гайибов Т.Ш., Шарипов У.Б., Сиддиков И.Х., Махмудов Т., «Минимизация потерь при передаче электроэнергии по основным электрическим сетям Республики Узбекистан оптимизацией реактивных мощностей источников и коэффициентов трансформации трансформаторов» // Отчет по теме ИТД - 3 - 123 НИЛ «Энергосбережение и возобновляемые источники энергии» при ТашГТУ, -Ташкент. -2012. - 22 с.

59. Гуртовцев А.Л., Бордаев В.В., Чижонок В.И. Измерительные трансформаторы тока на 0,4 кВ: испытания, выбор, применение // Новости Электротехники. - 2004. - № 1(25), № 2(26). - С. 66-71, 91-94.

60. А.С. 1573340. Двухкоординатный преобразователь угловых перемещений / Азимов Р.К., Сиддиков И.Х., Шипулин

Ю.Г., Исамитдинов А.М., Усманиев Д.Х. // Б.И. -1990. -№23.

61. Решение о выдаче Патента РУз. № IAP 2013 0164. Преобразователь несимметричности трехфазного тока в напряжение / Сиддиков И.Х., Азимов А.Р., Хужамов Э.Н., Бекназаров К.Б., Анарбаев М.А., Сиддиков О.И., Маматкулов А.Н.// - 29.04.2013.

62. Зарипов М.Ф., Петрова И.Ю. Предметно-ориентированная среда для поиска новых технических решений «Интеллект»// IV Санкт-Петербургская международная конф. «РИ-95»: Тез. докл. - Спб., 1995. - С. 60

63. Сиддиков И.Х., Хужаматов Х.Э., Хасанов Д.Т., Рейназаров Е.Н. “Программное обеспечение расчета цепей преобразования электромагнитных преобразователей тока в напряжения с распределенными параметрами и величинами”. //Свидетельство об официальной регистрации программы для электронно-вычислительных машин. № DGU 20180319. Агентство по интеллектуальной собственности РУз, Ташкент, 01.05.2018 г.

64. Сиддиков И.Х., Хужаматов Х.Э., Саматхонов М.А., Хасанов Д.Т. “Программное обеспечение для исследования статических характеристик электромагнитного преобразователя тока в напряжения”. //Свидетельство об официальной регистрации программы для электронно-вычислительных машин. № DGU 20180320. Агентство по интеллектуальной собственности РУз, Ташкент, 01.05.2018 г.

65. Сиддиков И.Х., Хужаматов Х.Э., Сатторов Х.А., Олимова Ш.Б. “Программное обеспечение для выбора номинального значения мощности источников реактивной электроэнергии”. //Свидетельство об официальной регистрации программы для электронно-вычислительных машин. № DGU 20180321. Агентство по интеллектуальной собственности РУз, Ташкент, 01.05.2018 г.

66. Сиддиков И.Х., Хужаматов Х.Э., Саттаров Х.А., Хасанов Д.Т. “Гибрид электр энергия манбаларини юкламага боғлиқ ҳолда бошқаришнинг дастурий таъминоти”. //Свидетельство об официальной регистрации программы для электронно-вычислительных машин. № DGU 20180322. Агентство по интеллектуальной собственности РУз, Ташкент, 01.05.2018 г.

67. Кундас.С.П., Шенк.Ю., Вайцехович Н.Н. Гибридные технологии в использовании возобновляемых источников энергии

// Альтернативная энергетика/ Москва 2012. 19-23 ст.

68. Hybrid power systems based on renewable energies: a suitable and cost effective solutions for rural electrification. Alliance for rural electrification, 2010/ 9 p.

69. Hybrid Power Plants [Electronic resource]//Enertrag. - 2012. Mode of access: <https://www.enertrag.com/en/project-development/hybrid-power-plant.html>. - Data of access: 31.01.2012.

70. ООО «ЭкоГрупп». Портал по строительству, инженерным системам, альтернативной энергетике [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.ecogroup.com.ua/spravochnik/electrosnabzhenie/gibridnye-sistemy/2011>. Дата доступа: 31.01.2012.

71. ТОО POLYSET [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.polyset.kz/?p=1418#more-1418/2009-2012>. Дата доступа: 31.01.2012.

72. Ветровые электростанции [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://viter.com.ua/energiya-vetrya-i-solnca-v-ukraine-prakticheskij-primer-190.htm.2009>. Дата доступа: 31.01.2012.

73. Альтернативная энергетика [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://alternativenergy.ru/vetroenergetika/117-shema-vetrogeneratora.html.-2012>. Дата доступа: 31.01.2012.

74. SOLAIR. Солнечная энергетика [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://solair.ru/index.php/2011-03-31-09-09-07/41-hybridpos>. 2009-2011. Дата доступа: 31.01.2012.

75. Hybrid Renewable Energy Systems for the Supply of Services in Rural Settlements of Mediterranean Partner Countries. Agricultural University of Athens? 2004. 78 p

76. I.Kh Siddikov., Kh.A. Sattarov., H.E. Khujamatov. Research of the Influence of Nonlinear Primary Magnetization Curves of Magnetic Circuits of Electromagnetic Transducers of the Three-phases Current// Universal Journal of Electrical and Electronic Engineering. Horizon Research Publishing Corporation, USA. 2016, Vol.4(1), pp. 29 - 32, <http://www.hrpub.org>.

77. И.Х. Сиддиков, Х.А. Саттаров, Х.Э. Хужаматов, О.Р. Дехқонов. “Повышение эффективности электрических сетей объектов телекоммуникации на основе применения источников реактивной мощности”// “Muhammad al-Xorazmiy avlodlari” ilmiy-amaliy va axborot-tahliliy jurnal. №2(4) - сон 2018 йил, 80-83 бетлар.

78. Х.А. Саттаров, Х.Э. Хужаматов. “Методика развития конструкций датчиков угловых ускорений”// «Молодежь в науке: новые аргументы». Сборник научных работ II- го Международного молодежного конкурса, часть I, 21 октября 2015г., Липецк, 2015. - С. 204-207.

79. Н.Е. Khujamatov “The quality of electrical energy in the three-phase electric networks”// Материалы III Международной научно-практической конференция «Проблемы и достижения современной науки». (Уфа, 15-16 мая 2016 г.) С 154-156.

80. Х.Э. Хужаматов “Телекоммуникация курилмаларини энергия таъминотида қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланишнинг самарадорлигини ошириш”// “Энергия тежамкорлиги, электр энергетикаси таъминоти узлуксизлигини таъминлаш концепсиясини долзарб муаммолари ҳамда уларнинг ечимлари самарадорлигини ошириш” мавзусидаги Республика илмий ва илмий техник анжуман материаллари Фарғона 2016 йил 2-3 декабрь,. 163-165 бетлар.

81. I.Kh Siddikov., Kh.A. Sattarov., Н.Е. Khujamatov., O.R. Dekhonov. “Modeling the processes in magnetic circuits of electromagnetic transducers”// International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2016, 2nd, 3rd and 4th of November 2016, Tashkent, Uzbekistan.

82. Н.Е. Khujamatov., Kh.A. Sattarov., Kh.A. Najmidinov., M.A. Anarbayev. “Modeling and researching of the processes of control of hybrid power supply systems” «Информационные технологии и моделирование процессов в фундаментальных и прикладных исследованиях» Материалы I Международной молодежной школы-конференции, Астрахань 15-17 декабря 2016 г. С.151-157.

83. И.Х. Сиддиков., Х.Э. Хужаматов., Г.Х. Рахмонова. “Управляемые гибридные источники электроснабжения для объектов телекоммуникации” «Потенциал интеллектуально одаренной молодежи-развитию науки и образование» Материалы VI Международного научного форума молодых ученых, студентов и школьников, Астрахань 25-27 апреля 2017 г. С. 121-123.

84. I.Kh Siddikov., Kh.A. Sattarov., Н.Е. Khujamatov. “Modeling of the Transformation Elements of Power Sources Control”// 2017 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT) Applications, Trends and Opportunities, 2nd, 3rd

and 4th of November 2017, Tashkent, Uzbekistan.

85. И.Х. Сиддиков., Х.А. Саттаров., Х.Э. Хужаматов. “Энергоинформационный метод разработки и исследования преобразователей автоматического управления параметрами трехфазного электрического тока систем электроснабжения” // Технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришларни автоматлаштириш ва оптималлаштиришнинг долзарб муаммолари. Халқаро илмий-техникавий конференция маърузалар тўплами. Қарши - 2017 й. 28-33 бетлар.

86. I.Kh Siddikov., Kh.A. Sattarov., H.E. Khujamatov., K.S. Sherjanova. “Modeling of the elements and devices of energy control systems”// Материалы XXXII Международной научно-практической интернет-конференции «Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации» 31 январь 2018 года. Переяслав - Хмельницкий. С. 466-468.

87. И.Х. Сиддиков., Х.Э. Хужаматов., К.С. Шержанова., А. Ганиев. “Энергияни симсиз узатиш технологиялари асосида электр курилмаларини зарядлаш усулларини ўзига хос хусусиятлари”// Материалы XXXV Международной научно-практической интернет-конференции «Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации» 27 апреля 2018 года. Переяслав - Хмельницкий. С. 415-418.

88. I.Kh. Siddikov, Kh.A. Sattarov, H.E. Khujamatov, M.A. Anarbayev, I.M. Khonturayev, K.M. Najmiddinov, A. Abubakirov, N.N. Mirzoyev, M.M. Naksudov, S. Bojanich. “Design of transducers for control of nonsymmetrical of three phases electrical nets of power supply systems”// «Потенциал интеллектуально одаренной молодежи-развитию науки и образование» Материалы VII Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников, Астрахань 7-8 мая 2018 г. С. 245-249.

89. И.Х. Сиддиков., Х.Э. Хужаматов., К.М. Нажмиддинов., Ф.И. Ахунов., М.А. Анарбаев., Г.А. Саидова., Н.Н. Мирзоев., М.Р. Агзамова. “Моделирование и расчет цепей преобразования электромагнитных преобразователей тока и напряжения с сосредоточенными и распределенными параметрами и величинами”// «Потенциал интеллектуально одаренной молодежи-развитию науки и образование» Материалы VII Международного

научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников, Астрахань 7-8 мая 2018 г. С. 138-143.

90. Патент РУз. UZ IAP 04907, Преобразователь тока в напряжение, Официальный бюллетень №6, 2014 г.

91. Патент РУз. UZ IAP 04475, Преобразователь тока в напряжение, Официальный бюллетень №2, 2012 г.

92. Патент РУз. UZ IAP 04562, Электромагнитный преобразователь несимметричности трехфазного тока в напряжение, Официальный бюллетень №8, 2012 г.

93. Р.И. Исаев., Р.К. Атаматов., Р.Н. Раджапова. Телекоммуникация узатиш тизимлари: Дарслик// «Fan va technology», 2011, 520 бет.

94. П.Ю. Беляков. Особенности преобразования энергии и задачи управления в электроэнергетических установках на базе возобновляемых источников энергии/ П.Ю. Беляков // Электротехнические комплексы и системы управления, 2007. - С. 24-29.

95. И.Р. Владыкин. Температурно-влажностный режим работы отопительно-вентиляционных установок в теплицах / И.Р. Владыкин., В.В. Логинов., В.А. Евтишин., И.С. Елесин // Безопасность труда в промышленности, 2013. -№3. - С.53-55.

96. Н.И. Смоленцев. Накопители электроэнергии в локальных электрических сетях / Н.И. Смоленцев // Ползуновский вестник, 2013. - №4-2. - С. 176-181.

97. И.И. Тюхов., В.В. Симакин. Интеллектуальные сети (Smart grids) и возобновляемая энергетика// Возобновляемые источники энергии: Курс лекций/ Под общей редакцией А.А. Соловьева, С.В. Киселевой. - М.: МИРОС, 2010. - С.107-119.

98. И.И. Тюхов. О ресурсных ограничениях фотоэлектрических технологий и перспективах их преодоления / И.И. Тюхов // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды 8-й международной научно-технической конференции. Часть 4. Возобновляемые источники энергии. Местные энергоресурсы. Экология/ ГНУ ВИЭСХ - Москва, 2012. - С. 47-54.

99. Sioshansi, P. Smart Grid, Integrating Renewable, Distributed & Efficient Energy Edited by Fereidoon / P. Sioshansi // Academic Press, 2012. -pp. 568.

100. Д.А. Дороничев. Современные тенденции в повышении эффективности функционирования электроэнергетики: от реструктуризации к инновациям / Д.А. Дороничев., Г.Ю. Гусак. // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2012. -№2(2). -С. 86-94.

101. Д.А. Филатов, Применение энергоустановок на основе твердо-оксидных топливных элементов для повышения эффективности функционирования электротехнических комплексов сельскохозяйственных предприятий / Е.Н. Соснина, Д.А. Филатов, Н.Н. Вихорев // Инженерный вестник Дона, 2015. -№4. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3310>.

102. С.Н. Удалов. Гибридная система электроснабжения для автономного дома / С.Н. Удалов, А.А. Захаров // Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий: материалы научно-практической конференции. - Институт теплофизики им. С.С. Куталадзе СО РАН, 2013. -С. 111-115.

103. В.В. Батулин. Подходы к выбору тарифов оплаты электроэнергии для сельхозпредприятий / В.В. Батулин // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды 8-й международной научно-технической конференции. Часть 1. Проблемы энергообеспечения и энергосбережения / ГНУ ВИЭСХ - Москва, 2012. - С. 258-263.

104. Г.С. Боков. Современные проблемы электрических сетей для электрификации сельского хозяйства / Г.С. Боков // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды 8-й международной научно-технической конференции. Часть 1. Проблемы энергообеспечения и энергосбережения / ГНУ ВИЭСХ - Москва, 2012. - С. 93-101.

105. В. Воронов. Повышение эффективности эксплуатации систем электроснабжения путем комплексного использования Smart Grid и нейронных сетей / И.В. Воронов, Е.А. Политов // Вестник КузГТУ, 2012. -№2. -С. 63-66.

МУНДАРИЖА

КИРИШ.....	4
I БОБ. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТИЗИМЛАРИ ЭНЕРГИЯ ТАЪМИНОТИ МАНБАЛАРИ, УЛАРНИНГ БОШҚАРУВ ТИЗИМИ ДАТЧИК ВА ВОСИТАЛАРИ ТАҲЛИЛИ.....	6
§1.1. Телекоммуникация тизимлари энергия таъминот манбаларини таҳлили.....	6
§1.2. Телекоммуникация тизимлари гибрид энергия таъминоти манбаларининг бошқарув усулларини таҳлили.....	18
§1.3. Гибрид энергия таъминот манбалари бошқарувининг воситаларини таҳлили.....	25
§1.4. Адаптив бошқарувда энергия манбалари катталиқ ва параметрларини аниқлаш датчиклари.....	32
Биринчи боб бўйича хулосалар.....	39
II БОБ. ГИБРИД ЭНЕРГИЯ ТАЪМИНОТИ МАНБАЛАРИНИНГ АДАПТИВ БОШҚАРУВ ТИЗИМИ ДАТЧИКЛАРИ МОДЕЛЛАРИ.....	41
§2.1. Адаптив бошқарув тизими воситаларининг тузилишлари ва уларни моделлаштириш тамойиллари.....	41
§2.2. Сигнал ўзгартириш датчикларининг моделлари ва уларни тадқиқот алгоритми.....	56
§2.3. Сигналлар шакллантирувчи физик-техник эффектлар ва уларни моделлаштириш.....	65
Иккинчи боб бўйича хулосалар.....	70
III БОБ. АДАПТИВ БОШҚАРУВ ТИЗИМИ ДАТЧИКИНИНГ ТАВСИФЛАРИ ВА СИГНАЛ ВОСИТАЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШ.....	72
§3.1. Бошқарув тизими датчкинининг статик ва динамик тавсифлари.....	72
§3.2. Датчикнинг ишончлилиги.....	81
§3.3. Датчикнинг метрологик тавсифлари.....	84
§3.4. Сигнал ўзгартириш воситасини параметрик лойиҳалаш.....	89
Учинчи боб бўйича хулосалар.....	94
IV БОБ. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТИЗИМЛАРИ ГИБРИД ЭНЕРГИЯ ТАЪМИНОТИ МАНБАЛАРИНИНГ АДАПТИВ БОШҚАРУВИ БЛОКИНИ ЛОЙИХАЛАШ ВА АМАЛИЁТДА ҚўЛЛАШ.....	96

§4.1. Телекоммуникация тизимлари гибрид энергия таъминоти манбаларининг адаптив бошқаруви алгоритми.....	96
§4.2. Адаптив бошқарув тизимининг имитацион модели.....	102
§4.3. Гибрид энергия таъминоти манбаларини адаптив бошқарув жараёнини мониторинги.....	108
§4.4. Телекоммуникация тизимлари гибрид энергия таъминоти манбаларининг адаптив бошқарув блокини амалиётга жорий этиш.....	114
Тўртинчи боб бўйича хулосалар.....	117
ҲУЛОСАЛАР.....	119
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.....	120

И.Х.СИДДИКОВ, Х.Э.ХУЖАМАТОВ

**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ВА
АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ
ОБЪЕКТЛАРИНИНГ ЭНЕРГИЯ
ТАЪМИНОТИ МАНБАЛАРИ ВА
УЛАРНИ БОШҚАРУВИ**

Монография

Toshkent – «Nohol Print» ОК – 2021

Muharrir:	Q.Matqurbonov
Tex. muharrir:	A.Tog'ayev
Musavvir:	B.Esanov
Musahhiha:	G.Tog'ayeva
Kompyuterda sahifalovchi:	B.Berdimurodov

Nashr.lits. AI №176. 11.06.11.
Bosishga ruxsat etildi: 00.04.2021. Bichimi 60x841 /16.
Shartli bosma tabog'i 8,75. Nashr bosma tabog'i 8,5.
Adadi 60. Buyurtma № 18.