

621.31
С-52

ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ ТИЗИМИ,
РЕЛЕЛИ ҲИМОЯ ВА АВТОМАТИКА

ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ ТИЗИМИ.
РЕЛЕЛИ ҲИМОЯ ВА АВТОМАТИКА

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВА КОММУНИКАЦИЯЛАРНИ
РИВОЖЛАНТИРИШ ВАЗИРЛИГИ

МУХАММАД ал-ХОРАЗМИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ
АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

И.Х.СИДДИКОВ, А.М.КАСИМАХУНОВА,
Х.Э.ХУЖАМАТОВ

ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ ТИЗИМИ. РЕЛЕЛИ ҲИМОЯ ВА АВТОМАТИКА

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим
вазирлиги томонидан ўқув қўлланма сифатида тавсия этилган

*5350100 – Телекоммуникация технологиялари ҳамда 5310700 –
“Электр техникаси ва электр технологиялари” (тармоқлар бўйича)
бакалаврият таълим йўналиши бўйича*

(Ўқув қўлланма)

ТОШКЕНТ-2020

UO'K:621.333\315.002.77(052)

КВК 31.278

S-17 И.Х.Сиддиков, А.М.Касимахунова, Х.Э.Хужаматов
Электр таъминоти тизими: релели ҳимоя ва автоматика. –Т.:
“ALOQACHI” 2020, 461 бет.

ISBN 978-9943-13-578

Ушбу ўқув қўлланма Олий ўқув юртларининг “Электр таъминоти тизимининг реле ҳимоя ва автоматикаси” фанининг ўқув дастурининг барча бўлим ва мавзуларини ҳисобга олган ҳолда ёзилган.

Учебное пособие написано с учётом всех тем по разделам учебной программы для высших учебных заведений по предмету «Системы энергообеспечения. Релейная защита и автоматика».

The manual is written taking into account all topics in the sections of the curriculum for higher educational institutions on the subject "Power supply systems. Control and automatization".

UO'K:621.333\315.002.77(052)

КВК 31.278

Такризчилар:

Эргашев С.Ф. – ФерПИ фан ва илмий педагогик кадрлар тайёрлаш бўлими бошлиғи, т.ф.д., профессор.

Каримов Ш. – Марказий реле ҳимоя ва автоматика хизматининг минтақавий бўлими етакчи мутахассиси.

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2018 йил 27 мартдаги 274-сонли буйруғи асосида чоп этилди.

ISBN 978-9943-13-578

©“ALOQACHI” nashriyoti, 2020.

АННОТАЦИЯ

Ушбу ўқув қўлланмада электр таъминоти тизимида қўлланиладиган замонавий релели ҳимоя ва автоматиканинг замонавий қурилмалари ҳақида маълумотлар келтирилган.

Ишлаб чиқариш корхоналарида ва электр таъминоти тизимида қўлланиладиган ҳимоя воситаларининг ишлаш тамойиллари, уланиш схемалари ва конструктив тузилишлари ҳозирда амалда тадбиқ этила бошлаган ярим ўтказгичли материаллар ва асбоблардан тайёрланган элементлар, микропроцессорли қурилмадар асосида ишловчи ускуналар орқали ёритилган.

Ўқув қўлланма телекоммуникация ва энергетика соҳаси бўйича таълим олаётган бакалаврият ва магистратура талабалари учун мўлжалланган бўлиб, ишлаб чиқариш муҳандислари учун ҳам фойдалидир.

SUMMARY

Ушбу ўқув қўлланмада электр таъминоти тизимида қўлланиладиган замонавий реле ҳимояси ва автоматиканинг замонавий қурилмалари ҳақида маълумотлар келтирилган.

Ишлаб чиқариш корхоналарида ва электр таъминоти тизимида қўлланиладиган ҳимоя воситаларининг ишлаш тамойиллари, уланиш схемалари ва конструктив тузилишлари, ҳозирда амалда тадбиқ этила бошлаган ярим ўтказгичли материаллар ва асбоблардан тайёрланган элементлар, микропроцессорли қурилмалар асосида ишловчи ускуналар орқали ёритилган.

Ўқув қўлланма телекоммуникация ва энергетика соҳаси бўйича таълим олаётган бакалаврият ва магистратура талабалари учун мўлжалланган бўлиб, ишлаб чиқариш муҳандислари учун ҳам фойдалидир.

Сўз боши

Фан ва техниканинг шиддат билан ривожланиб бораётган бир пайтида, ҳар қандай давлатнинг дунё сахнасида тутган ўрнини, энергетика ва телекоммуникация нуқтаи назаридан сезиларли муваффақиятларисиз, юқори нуфузга эга деб бўлмайди.

Энергетика ва телекоммуникациянинг самарали ишлаши эса уни барча асбоб-ускуналари, иншоотлари, жиҳозлари ва элементларини авайлаб асраш, узоқ йиллар давомида бузилишларсиз эксплуатация қилиш жараёнига боғлиқ.

Ўзбекистон энергетика ва телекоммуникациясини бугунги кунда ривожланган давлатлар қаторига қўшиш хато бўлмайди. Тинимсиз ва юқори ривожланган телекоммуникация асосида ишлаётган иссиқлик ва гидроэлектростанциялари, қолаверса, янги қурилаётган электр станция мамлакатимизни электр энергияси билан тўла таъминлабгина қолмасдан, балки Марказий Осиё давлатларига ҳам экспорт қилмоқда.

2019 йил 22 август куни Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПҚ-4422–сонли “Иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳанинг энергия самарадорлигини ошириш, энергия тежовчи технологияларни жорий этиш ва қайта тикланувчи энергия манбаларини ривожлантиришнинг тезкор чора-тадбирлари тўғрисида”ги қарори қабул қилинди. Мазкур қарор илғор хорижий тажрибани инобатга олиб, мавжуд ресурсларни ва ишга солинмаган салоҳиятни жалб этиш орқали энергия самарадорлигини ошириш, энергия тежовчи технологиялар ва қайта тикланувчи энергия манбаларини кенг жорий этиш, иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳанинг энергия сарфи ҳажмини кескин камайтириш борасидаги ишларни комплекс ташкил этиш, шунингдек, рақамли технологиялар асосида ёқилғи-энергетика ресурсларидан оқилона ва самарали фойдаланишни таъминлаш мақсадида қабул қилинди.

Ҳукуматимиз томонидан “2020 – 2030 йилларда Ўзбекистон Республикасини электр энергия билан таъминлаш концепцияси” қабул қилинди. Ушбу стратегия халқаро экспертлар иштирокида ишлаб чиқилган бўлиб, Ўзбекистон Республикаси Президенти томонидан электр энергетикани ривожлантиришга қаратилаётган юксак эътиборига асосан, жадал ривожланаётган иқтисодиётининг энергияга бўлган талабини қондириш мақсадида соҳани тубдан ислоҳ қилишга йўналтирилган.

Ўзбекистоннинг рақамли энергетика сектори ривожланиши илғор халқаро амалиётга мувофиқ давом этади ва қабул қилинган стратегия электр энергия ва коммуникация соҳасидаги мавжуд натижалар ва амалга оширилётган лойиҳаларга асосланган кенг кўламли, айти пайтда амалий ва эришиш мумкин бўлган мақсадларни кўзда тутди.

Бу энергия манбаларини оқилона бошқариш биринчи навбатда ишлаб чиқаришни малакали кадрлар билан таъминлаш масаласи туради. Уларни олган билим ва кўникмалари змонвий иншоотларни бошқара олиш даражасида бўлишлиги давр талабидир. Халқ ва давлатнинг катта маблағи эвазига яратилган қудратли электр станцияларини турли хил кўринишдаги талофотлардан асраб қолиш бу-ўқув юртларида талабалар учун бериладиган релели ҳимоялаш ва автоматика фани орқали амалга оширилади. Энергетик корхоналарга телекоммуникация орқали алоқадор электр узатиш тармоқларида, қудратли трансформаторларда, генераторларда, электр моторлари ва шундай ўнлаб электр жиҳозларини иш жараёнида юз берадиган шикастланиш ходисалари айнан шу релели ҳимоялаш ва унинг автоматика жиҳозлари орқали сақлаб қолинади. Барча техник жиҳозлар каби бу соҳада ҳам, ҳозирда янги намунадаги релелар ва автоматика жиҳозлари ишлаб чиқарилиб амалда қўлланилмоқда. Ундан ташқари корхоналар эски намунадаги электромеханик релеларни ҳам ҳали тўла тўкис эксплуатациядан чиқариб ташлагани йўқ ва ҳозирча бу режалаштирилмаган. Шундан келиб чиққан ҳолда тайёрлаб чиқарилаётган муҳандис-энергетиклар олдида атрофлича билимга эга бўлиш талаблари қўйилади.

Тақдим этилаётган ўқув қўлланма “Телекоммуникация технологиялари”, “Электр таъминоти” ва “Касбий таълими” йўналишидаги бакалавриат талабаларига мўлжалланган бўлиб, таянч олий ўқув юрти томонидан ишлаб чиқилган ўқув режа ва ўқув дастурлари асосида тайёрланган. Ундан ташқари ушбу дарслик ишлаб чиқариш корхоналари, электростанциялар ва нимстанцияларда фаолият кўрсатаётган муҳандис-энергетиклар учун ҳам фойдадан ҳоли эмас.

Муаллифлар, тақдим этилаётган дарслик бўйича, соҳа мутахассисларининг ва олимларнинг танқидий фикр ва мулоҳазаларни ҳам ижобий қабул қилиб, кейинги фаолиятда ҳисобга олишларини билдиради.

I-БОБ. ЭНЕРГЕТИКА ТИЗИМИ ВА УНДАГИ ШИКАСТЛАНИШЛАР

1.1. Умумий маълумотлар

Энергетика тизимида шикастланишлар бўлиши ва ноноормал иш режимлари ҳам юзага келиши мумкин. Телекоммуникация тизими ушбу ҳолатларни шикастланиш режимлари деб ҳисоблайди.

Шикастланиш ҳолатидаги сезиларли ток қийматларини ортиши, ёки камайиши телекоммуникация тизими берган ахборотга кўра электр станциялари ва подстанцияларининг шиналарида кучланишни пасайиши сифатида қабул қилинади. Шикастланиш токи шикастланиш жойида бузилишларга, ёки синишларга ҳамда симларнинг хавфли қизишига олиб келади. Кучланишнинг пасайиши эса, электр истеъмолчиларининг нормал ишлашини ва электр станциясининг энергия тизимидаги параллел ишлашининг барқарорлигини бузади.

Ноноормал режимлар телекоммуникация тизими томонидан шикастланиш ҳисобланмайди, чунки улар одатда кучланиш, ток ва частотани фақат рухсат этилган қийматлардан оғишига олиб келади. Аммо уларни ўз вақтида бартараф этилмаслиги, албатта шикастланишлар юзага келишига сабабчи бўлади. Чунки частотани ва кучланишни пасайиши, истеъмолчиларнинг нормал ишлаши ва электр тизимининг барқарорлигини бузиш хавфини келтиради, кучланиш ва токнинг ортиши эса жиҳозларнинг шикастланишига олиб келади. Шикастланиш жойида бузилишларни камайтириш ва энергия тизимининг шикастланмаган қисмини нормал ишлашини таъминлаш учун телекоммуникация тизими томонидан тезкор чоралар кўриш ва шикастланган жойини узиш керак.

Ноноормал режимларнинг хавфли оқибатларини бартараф этиш учун, тегишли чораларни ўз вақтида қабул қилиш орқали, олдини олиш мумкин (масалан, кучланиш ортиб ток пасайганда) ва, зарур бўлганда агар режим шуни талаб қилса, телекоммуникация тизими электр қурилмаларни ўчириши керак.

1.2. Электр тармоқларидаги шикастланишлар

Шикастланиш ва шикастланиш режимларини юзга келишини ва ноноормал режимларни телекоммуникация реле химояси аниқлайди ва сигнал беради, керак бўлса, ўчиришга буйруқ беради.

Шундай қилиб, телекоммуникация тизими релели ҳимоя ва автоматикаси эавтоматлаштиришнинг асосий тури бўлиб, уларсиз энергия тизимлари ва электр тармоқларининг нормал ишлаши мумкин эмасдир.

Шикастланиш турлари. Электр узатиш тармоқларларидаги шикастланишнинг асосий тури - қисқа туташувлардир (ҚТ). ҚТ нинг асосий сабаблари қуйидагилардир: электр симларининг изоляциясини бузилиши, ишчи ходимларнинг нотўғри фаолият кўрсатишлари, изоляторларнинг ифлосланиши натижасида тўсилиб қолиши, ҳайвонлар ва қушларнинг кириб, қўниб, аралашиб қолиши оқибатида бузилиши ва бошқа ҳолатларни учраб туриши. Мумкин бўлган бундай қисқа туташувлар турлари 1.1- жадвалда келтирилган.

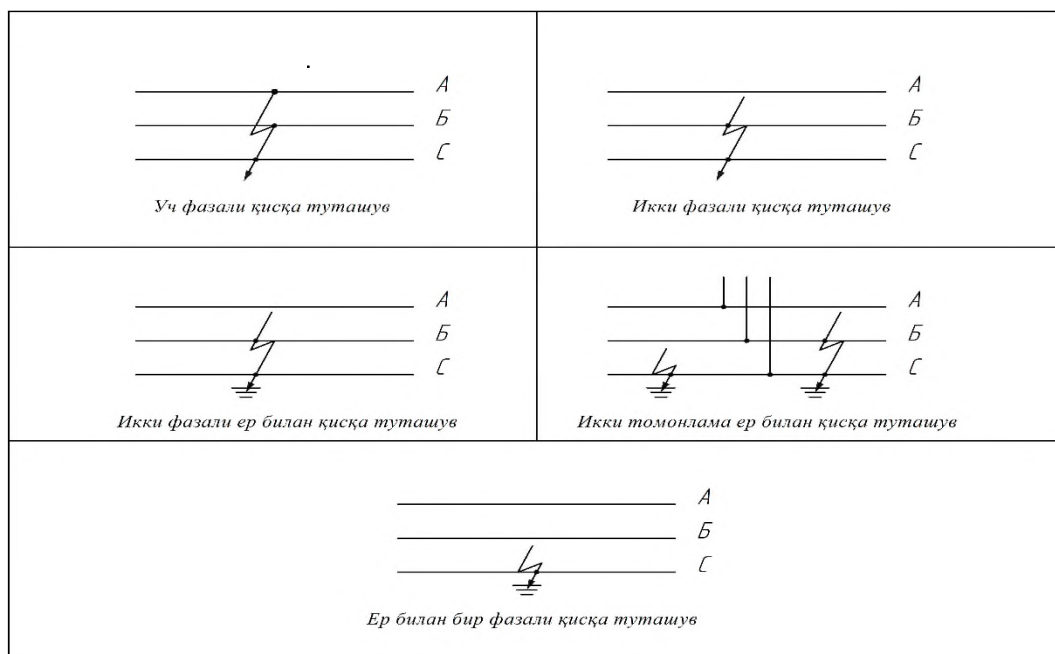
Уч фазали қисқа туташув юз берганида, барча фазалар битта нуқтада бир-бирига уланиб қолади.

Жадвалда уч фазали ҚТ нуқтаси $K^{(3)}$ харфи билан белгиланади. Уч фазали ҚТ билан боғлиқ тоқлар, кучланишлар ва қувват мос равишда $I^{(3)}$, $U^{(3)}$, $S^{(3)}$ лар билан белгиланади. Уч фазали қисқа туташув тармоқларнинг энг қаттиқ шикастланиши бўлиб, энг катта тоқлар пайдо бўлишига олиб келади.

Шунинг учун, уч фазали ҚТ максимал қисқа туташув тоқларини ҳисоблаш ишларини амалга оширилганида ҳисоб тоқи саналади.

1.1 - жадвал

Электр тармоқда рўй бериши мумкин бўлган қисқа туташувлар турлари ва кўринишлари



Икки фазали қисқа туташувда фазалар ўртасида ўзаро юз беради. ҚТ нуқтасидаги ток $K^{(2)}$ кўринишида белгиланади. Тоқлар, кучланишлар, қувватлар мос равишда $I^{(2)}$, $U^{(2)}$, $S^{(2)}$ лар билан белгиланади. Икки фазали ҚТ тоқлари таркибига фақат тўғри ва тескари кетма-кетликдаги ташкил этувчилар киради. Икки фазани ер билан қисқа туташуви юзага келганда, шу нуқтани ер билан туташиб қолиши ўрин тутади. Икки фазали ерга қисқа туташув $K^{(1.1)}$ деб белгиланади. Икки фазали ер билан қисқа туташувда ток, кучланиш ва қувватлар мос равишда $I^{(1.1)}$, $U^{(1.1)}$, $S^{(1.1)}$ билан белгиланади. Ерга икки фазали ҚТ тоқлари тескари, тўғри ва ноль кетма-кетликдаги ташкил этувчи қисмларини ўз ичига олади. Икки фазали ҚТ энергетика тизимининг ва истеъмолчиларнинг, уч фазали қисқа туташувдан кейинги, барқарорлиги учун ҳавфли ва энг қийин бўлган режими саналади. Тармоқдаги иккита нуқтасидан ерга туташиб қолиши ҳолларини сабаби, бир фазали ерга туташув рўй берганидан кейин ҳам, иш режими узоқ вақт мобайнида давом этишидир.

Яна бир фаза билан бошқа нуқтада ерга туташиб қолиши, ерга нисбатан шикастланмаган фазада, ундаги фазалараро кучланишни ортиб кетиши туфайли ўрин тутади. Бир фазали қисқа туташувда бир фаза ерга туташиб қолиши мумкин, ёки нол сим уланиб қолади. Бир фазали ҚТ нуқтаси $K^{(1)}$ кўринишида белгилаймиз. Шунга мос равишда, ток кучланиш ва тўла қувватлар $I^{(1)}$, $U^{(1)}$, $S^{(1)}$ кўринишида белгиланади. Бир фазали қисқа туташув токи тескари ва ноль кетма-кетликдаги тоқлардан ташкил топган. Симларнинг узилиши ва турли фазалардаги симларни туташиб қолишлари билан боғлиқ

бўлган бошқа кўринишдаги ҚТлар ҳам учрайди. Уч фазали қисқа туташув симметрикдир, чунки барча уч фазалар бир хил шароитда бўлади. Бошқа барча ҚТ турлари носимметрикдир, чунки фазалар турли шароитларда бўлади, шу сабаб ток ва кучланиш тизими ўзгаради.

Уч фазали қисқа туташув ҳолатлари нисбатан кам учрайди (ҚТ бўлиши эҳтимоллиги амалда 5% ни ташкил этади). Қисқа туташувнинг энг кенг тарқалган кўриниши бир фазани ер билан туташиб қолишидир. У умумий туташувлар ичида 65 % гача бўлади. Маълумки, 6, 10, 20 ва 35 кВ кучланишли тармоқларни нейтрални изоляцияланган бўлади, ёки нейтрални юқори индуктив қаршиликка эга бўлган ёй сўндирувчи реактор(ЁСР) орқали ерга уланади.

Изоляция қилинган, нейтрални кучланиши 6,10,20 ва 35кВ тармоқларда, электр узилиш нуқтасидаги ток қийматлари мос равишда 30, 20, 15 ва 10 А дан ошмаса, ишлашга рухсат берилиши мумкин. Катта тоқларда нейтрални ёй сўндирувчи реактор орқали ерлатилади. Бир фазали қисқа туташув тоқи ерга нисбатан фазалар сиғимлари билан узвийдир. Ерга қисқа туташув тоқининг қиймати кичик бўлганлиги туфайли, ерга туташган фазанинг ерга нисбатан кучланишини барча нуқталарда нолга тенг деб олиш мумкин. Нейтрални изоляцияланган ерга қисқа туташган тармоқни ҚТ тоқи тўғри, тескари ва ноль кетма-кетлик тоқлари йиғиндисидан ташкил топган. У, ёки бу хилдаги қисқа туташувларни пайдо бўлиши эҳтимолликлари, турлича. Кучланиши 110кВ ва ундан юқори бўлган тармоқда нейтрални ерга уланган бўлса, катта қийматларга эга бўлган ҚТ катта тоқларни келтириб чиқармайди Бу ток тармоқдаги ўтказгичларни ерга нисбатан сиғими билан аниқланади. ҚТ нуқталарида, қоидага биноан ҳисоблашларни бажаришда, уни қаршилиги ҳисобга олинмайди. Агар керак бўлса, ёйнинг қаршилигини [(1)14] да келтирилган тахминий ифодага мувофиқ ҳисоблаш мумкин.

$$R_{\text{ё}} = 1050 \frac{l_{\text{ёй}}}{l_{\text{ёй}}} \quad (1.1)$$

Бу ерда $l_{\text{ёй}}$ - ёйни узунлиги, м; $I_{\text{ёй}}$ - ёй тоқи, А.

1.3. Нонормал режимлар

Ғайри табиий равишда юз берадиган равишдаги режимларга куйидагилар киради: ускунанинг хаддан ташқари юкланиши натижасидаги тебранишларда кучланишининг рухсат этилган қийматдан ошиши; энергия тизимининг электр станциялари генераторларининг синхрон ишлаши бузилгани, қўзғатишга эга бўлмаган генераторларни асинхрон режимга ўтиб қолиши (масалан, майдон сўндирувчи автомат узилганида). Энг кенг тарқалган ғайри табиий режим - бу электр жиҳозларининг номиналдан катта тоқлар туфайли келиб чиқадиган хаддан ташқари юкланишидир. Ўта юкланиш, ишлаб чиқаришнинг технологик жараёнларида, шикастланишдан кейинги режимларда, ишлаб чиқаришнинг ўсиши ва юкламаларнинг ортиши, профилактика ва таъмирлаш ишлари пайтида юз беради.

Ўта юкланиш жараёнида электр жиҳозларини қўшимча қизиши содир бўлади, бу тоқ ўтказувчи қисмларнинг изоляциясини тезроқ эскиришини келтириб чиқаради. Ускунанинг хаддан ташқари юкланиши пайтида, унинг шикастланишига олдини олиш учун, юкломани камайтириш, ёки (агар керак бўлса) ўчириш чораларини кўриш керак. Юқори кучланишли тармоқларларда кучланишни хавфли даражада ўсишини бартараф қилиш учун телекоммуникациянинг махсус автоматик ростлаш ва бошқариш тизимларидан фойдаланилади.

1.4. Электр таъминоти тизими релели ҳимоя ва автоматикаси фанининг мақсади ва вазифалари

Электр таъминотининг ҳар қандай тизимида электр энергиясини бевосита истеъмолчилари бўлиб электр қабул қилувчи ускуна (аппарат, агрегат, ёки электр энергиясини бошқа турдаги энергияга айлантирувчи механизм) ёки, телекоммуникация тизими орқали бир технологик жараён билан боғланган ва маълум бир ҳудудга жойлаштириб ўрнатилган бир гуруҳ электр энергиясини қабул қилувчилар саналади. Улар учта тоифага бўлинишади:

Биринчи тоифадаги электр истеъмолчилари. Бу тоифа таркибига кирувчи электр истеъмолчиларида мутлақо электр таъминотини узилишларига йўл қўйиб бўлмайди. Чунки бунда инсон ҳаётига хавф солувчи вазиятлар вужудга келиб, жиҳозларни ишдан чиқиши, технологик жараёнларни бузилиши ва ниҳоят, жуда

катта моддий ва молиявий зарарлар келтирилиши мумкин. Шунинг учун, биринчи тоифага кирувчи электр токини қабул қилувчилар, иккита таъминот манбаи (ТМ) электр энергияси билан таъминланади. Улардан бири ишдан чиққан пайтдаги энергия таъминотидаги узилиш танаффуси давомийлиги, фақатгина электр истеъмолчиларини бошқа мутлақо мустақил бўлган манбага автоматик тарзда уланиб олишлиги учун керак бўлган вақт давригагина тенг бўлиши мажбурийдир. ОМ мустақил бўлиши учун, шикастланишдан кейинг режимда бошқа манбалардаги кучланиш йўқолиб қолганида, ундаги энергия белгиланган қийматлар орасида сақланиб қолишлиги даркор бўлади. Мустақил ОМлар сафига, мисол тариқасида, алоҳидан озиклантирувчи манбага уланган подстанция шиналарининг ўзаро боғланмаган секцияларини олиб кўриш мумкин.

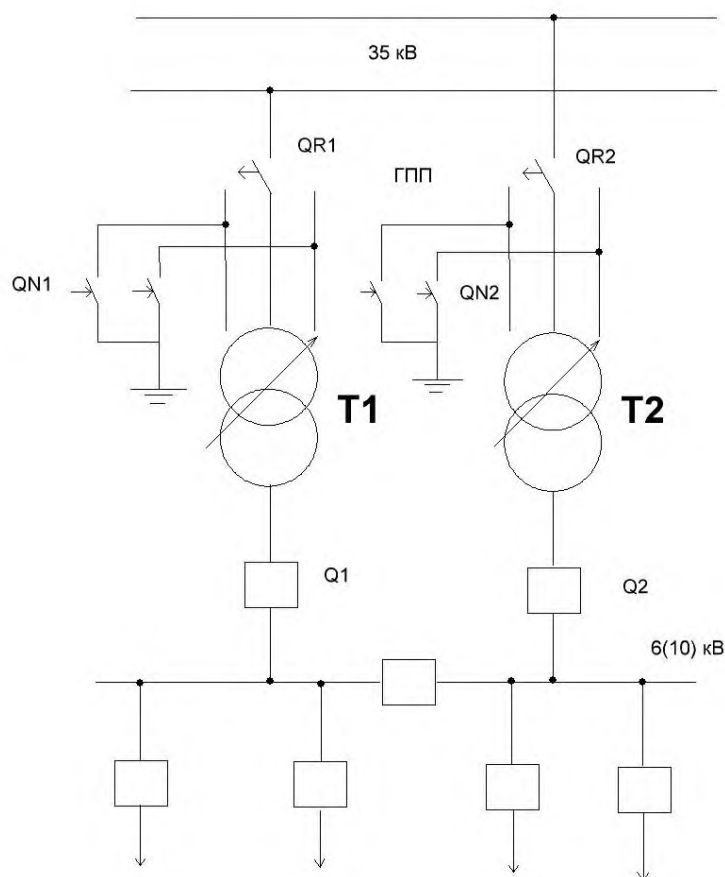
Агар секциялар ўртасида уланиш мавжуд бўлса, уларнинг бирортасида нормал режим бузилган пайтда автоматик тарзда узилиши керак. Биринчи тоифа истеъмолчилари - булар алоҳида гуруҳни ташкил этиб, уларни тинимсиз равишда электр энергиясидан озиклантирилиб ишлаши портлаш ва ёнғинларни олдини олиш имкониятини яратади. Улар учун яна, кўшимча равишда учинчи мустақил озиклантирувчи манбани ҳам ўрнатиб кўйилиш ҳоллари учраб туради.

Иккинчи тоифали электр истеъмолчилари. Ушбу тоифадаги электр истеъмолчиларида энергия узилишлари рўй бергудек бўлса, оммавий ҳолда маҳсулот ишлаб чиқарилиши тўхтайтиди, механизмлар ва саноат транспортлари тўхтайтиди, шаҳар ва қишлоқ аҳолисини катта қисмида ҳаёт-фаолиятини нормал муҳити бузилади. Иккинчи тоифа электр истеъмолчилари ҳам иккита мустақил энергия манбаларидан озиклантирилади. Аммо улардан бирининг озиклантирилишида бузилишлар юз бергудек бўлса, электр таъминотидаги узилиш вақти давомийлиги, навбатчи ходим ёки чиқиб таъмирлаш ишларини амалга оширувчи бригада ишчилари таъминотидан захира озуқа манбасини улагунча қадар кетиши мумкин бўлган вақтигина ташкил этиши керак.

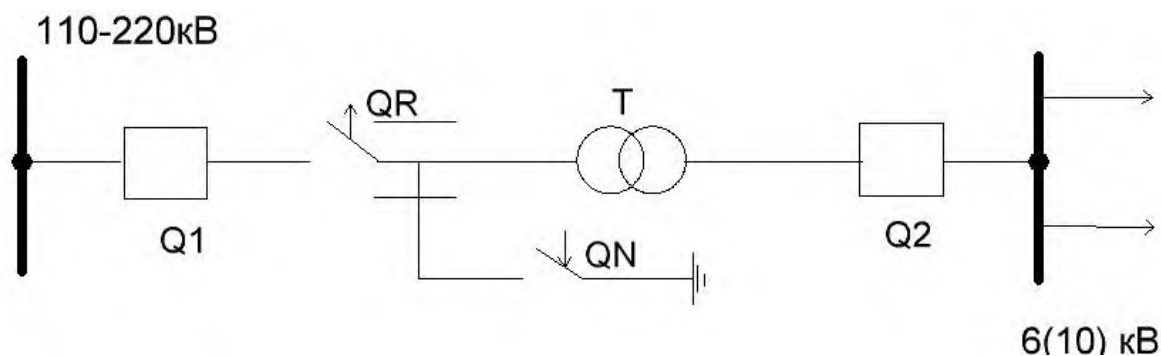
Учинчи тоифали электр истеъмолчилари. Бу гуруҳга биринчи ва иккинчи гуруҳга кирмайдиган электр энергиясини қабул қилувчи жиҳозлар киради. Улар биргина таъминот манбаи (ТМ)дан озиклантирилиб, шикастланиш ёки таъмирлаш ишлари туфайли, электр таъминотидаги узилишлар давомийлиги бир

суткадан ошмаслиги керак. ТМ вазифасини туман электр энергетик тизими бажаради. Уларга шаҳарлар ва туман қишлоқларидаги маҳаллий электр станциялар, саноат корхоналарининг иссиқлик электр марказлари (ИЭМ) киради. Электр энергияси истеъмолчилари ТМ билан қабул қилиш пунктлари ва тақсимлаш тармоқлари орқали боғланади.

Агар бордию, озиклантириш манбаи узоқроқ масофада жойлашган бўлса, у ҳолда алоқа кучланиши 35-220кВ бўлган озиклантирувчи узатиш тармоқларлар орқали амалга оширилади. Қабул қилувчи пункт бўлиб эса бош пасайтирувчи подстанция (БПП) саналади (1.1-расм). Электр таъминоти узатиш тармоқлар-трансформатор блок кўринишидаги чуқур кириши схемаси бўйича ҳам амалга оширилиши мумкин (1.2-расм). Тақсимловчи тармоқлар 6(10)кВли кучланишларга курилади.



1.1-расм. Тақсимловчи пунктнинг бир узатиш тармоқли схемаси

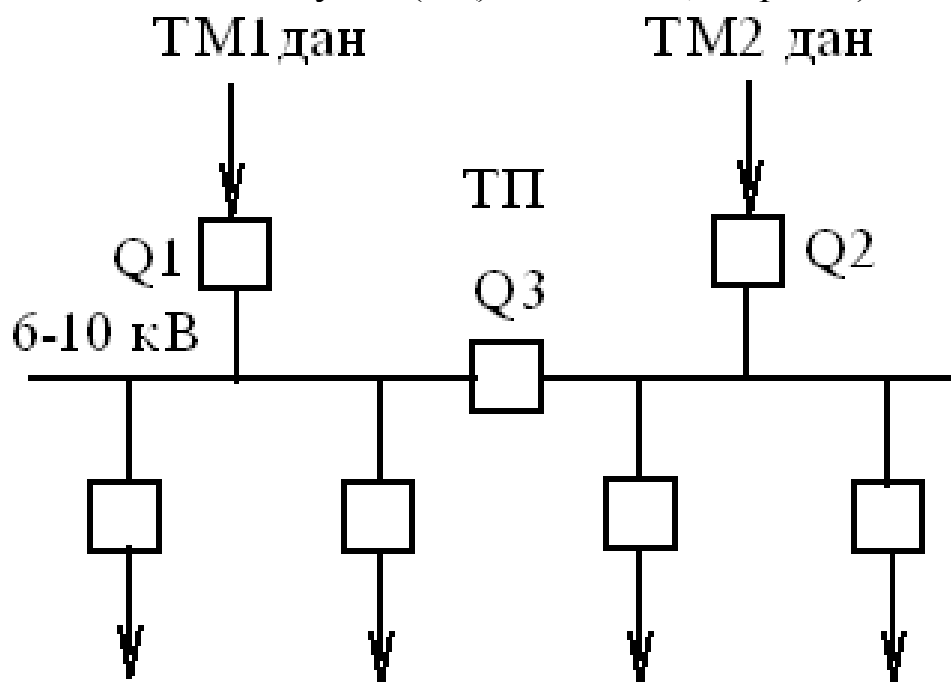


1.2-расм. Радиал чуқур киришнинг бир узатиш тармоқли схемаси

Трансформаторнинг юқори кучланиши томонидан отделител QR ва қиска туташтиргич QN, ўчиргич Q, сақлагич F ва очик эрувчан куймалар ўрнатилади.

Коммутацион аппаратнинг типи, трансформаторларнинг уланиши схемаларига, реле ҳимоясини, автоматикасини ва телемеханикасига таъсир қилади.

Истеъмолчи таъминловчи манбага яқинроқ жойда жойлаштирилган бўлса (маҳаллий электростанция), озиклантирувчи тармоқлар тақсимловчи тармоқ кучланишига мўлжалланади. Бунда электр энергиясини қабул қилувчи пункт бўлиб эса тақсимловчи пункт (ТҚ) саналади (1.3-расм.).



1.3-расм. Тақсимловчи пунктнинг бир узатиш тармоқли схемаси

Релели ҳимоя энерготизимнинг ишончли ва тежамли ишлашини таъминловчи автоматика электр таъминоти тизими телекоммуникациясининг бир қисми бўлиб, электр таъминотида юзага келувчи шикастланиш ва нормал бўлмаган режимларни автоматик равишда бартараф қилиш учун хизмат қилади. Релели ҳимоя ҳимояланаётган энерготизимни телекоммуникация элементи ҳолат ва ишлаш режимларини узлуксиз назорат қилади ва уларда шикастланиш ёки нормал бўлмаган режим юзага келганда ишга тушади.

Энерготизимда шикастланиш ҳосил бўлганда, телекоммуникация релели ҳимояси шикастланган элементни аниқлайди ва уни энерготизимнинг шикастланмаган қисмидан шикастлаш тоқларини узишга мўлжалланган махсус ўчиргичларга таъсир қилиш йўли билан, ажратиб қўяди. Нормал бўлмаган режим ҳосил бўлганда, телекоммуникация релели ҳимоя ва автоматикаси нормал режимни тиклаш учун зарур бўлган амалларни бажаради ёки назоратчи персоналга сигнал беради.

Телекоммуникациянинг автоматика қурилмалари энерго тизимнинг нормал режимини тезлик билан автоматик равишда тиклаш учун хизмат қилади. Телекоммуникациянинг асосий автоматика қурилмаларига автоматик қайта улаш (АҚУ) захирани автоматик улаш (ЗАУ) ва автоматик частотавий енгиллаштириш (АЧЕ) қурилмалари киради.

Электр таъминоти тизимсининг ўзига хос характерли белгилари, уларда бўладиган жараёнларнинг катта тезликда кечиши ва шикастланиш ҳарактерига эга бўлган шикастланишларнинг юзага келиши мумкинлигидир. Шу сабабли электр таъминоти тизимсининг ишончли ва тежамли ишлашига телекоммуникация орқали автоматик бошқариш йўли билангина эришиш мумкин. Бунинг учун телекоммуникациянинг ҳар хил автоматик бошқариш қурилмалари ишлатилади. Улар орасида асосий ўринлардан бирини автоматик релели ҳимоя қурилмалари эгаллайди.

Реле ҳимояси қурилмалари электр қурилмаларда шикастланиш, ёки анормал режим юзага келганда ишлайди. Энг хавфли ва кўп содир бўладиган шикастланиш қисқа туташувдир. Қисқа туташувлар, юқорида батафсил айтиб ўтилганидек, электр қурилмаларининг фазалари орасида, ёки нейтралери ерга уланган электр тармоқларида фаза билан ер орасида бўлиши мумкин. Бундан ташқари қисқа туташувлар ва фаза узилиши билан боғлиқ

бўлган мураккаб шикастланишлар ҳам содир бўлиши мумкин. Электр машиналари ва трансформаторларда юқорида кўрсатилган шикастланишлардан ташқари битта фаза ўрамлари орасида ҳам туташув юзага келиши мумкин.

Қисқа туташув натижасида электр таъминоти тизимининг нормал ишлаши бузилади. Жумладан, синхрон генераторлар, компенсаторлар ва электр моторларнинг синхронизациядан чиқиши ва истеъмолчиларнинг ишлаш режимлари бузилиши мумкин. Бундан ташқари, қисқа туташув токининг иссиқлик ва динамик таъсирлари ҳам хавфли бўлиб ҳисобланади.

Шикастланишнинг ривожланишига йўл қўймаслик ва шикастланиш оқибатларини камайтириш учун қисқа туташувни тезлик билан аниқлаш ва шикастланган элементни узиш зарур. Айрим ҳолларда шикастланиш, сониянинг улушларига тенг бўлган вақт ичида, бартараф қилиниши зарур бўлади. Бундай вазифани инсон бажара олмаслиги ўз-ўзидан маълум.

Шикастланган элементни аниқлаш ва узилиши зарур бўлган ўчиргичга таъсир қилиш учун узишга ишловчи телекоммуникация релели ҳимояси хизмат қилади.

Фанни ўрганишдан асосий мақсад - релели ҳимоя ва автоматика қурилмаларининг таркибий қисми тўғрисида маълумотларга эга бўлиш, уларни ишлатиш буйича кўникмалар ҳосил қилишдир. Ушбу фанни ўрганган талабалар телекоммуникациянинг релели ҳимоя, автоматика ва телемеханика қурилмаларининг таркибий қисмларини электр таъминоти тизимларида қўллаш, уларни уланиш схемаларини қуриш, схемалардаги ўрнатма қийматларини ҳисоблаш учун зарур билим ва кўникмаларга эга бўлишлари керак. Релели ҳимоя, автоматика ва телемеханика мосламаларининг вазифалари, уларнинг таркибий қисмлари ва функционал қисмлари билан танишиш, ҳимоя қурилмаларига қуйиладиган асосий талабларни ва ишлаш тамойилларини билишдан иборат. Электр таъминоти тизимининг телекоммуникацияси реле ҳимояси ва автоматикаси (ЭТТРХ ва А) фанининг мақсади РХ ва А қурилмаларини ҳисоблаш ва параметрларини танлашга доир техникавий масалаларни мустақил ечиш бўйича кўникмаларга эга бўлишга ёрдам беришдан иборат.

Релели ҳимоянинг асосий элементи бўлиб махсус аппарат - реле ҳисобланади. Айрим ҳолларда, узгич ва ҳимоя битта ҳимоя ва

коммутация қурилмасида бирлаштирилган бўлади, масалан, эрувчан сақлагич кўринишида.

Релели ҳимояда автоматика қурилмаларининг вазифалари муҳим эканлиги айтиб ўтилганидек, улардан ростлаш ва бошқариш жараёнлари технолигик жараёнларни сифатли амалга оширишни ҳамда электр таъминоти тизимида узилишлар бўлмаслигини кафолатлайди.

Автоматик ростлаш қурилмалари актив қувват мавжуд бўлганида, синхрон генераторлардаги айланишлар частотаси, тизимидаги частотани турбиналардаги ростловчи клапанларга таъсир кўрсатиш йўли билан, автоматик тарзда белгиланган даражада ростлаб ушлаб туради.

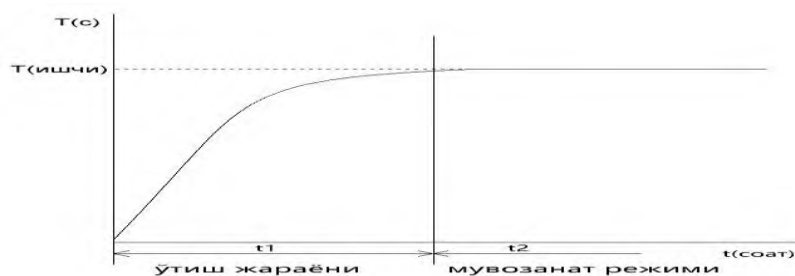
Амалда қўлланилаётган ҳар бир электр энергиясининг истеъмолчиси, уларни энг яхши техник ҳамда иқтисодий кўрсаткичларнинг энг яхшисини таъминловчи белгиланган нормадаги кучланиши бўлади. Бу кучланишни кўрсатилган қийматдан пастлаб кетиши катта зарар етказиши мумкин.

Электр таъминоти тизимидаги кучланишни синхрон генераторнинг ва бошқа реактив қувват манбаларининг э.ю.к.ини ўзгартириш орқали тиклаш мумкин. Кучланишни ўзгармас қийматларда ушлаб туриш эса, синхрон генераторларни қўзғатишини автоматик тарзда ростлаш қурилмалари (ҚАТРҚ) ёрдамида амалга оширилади.

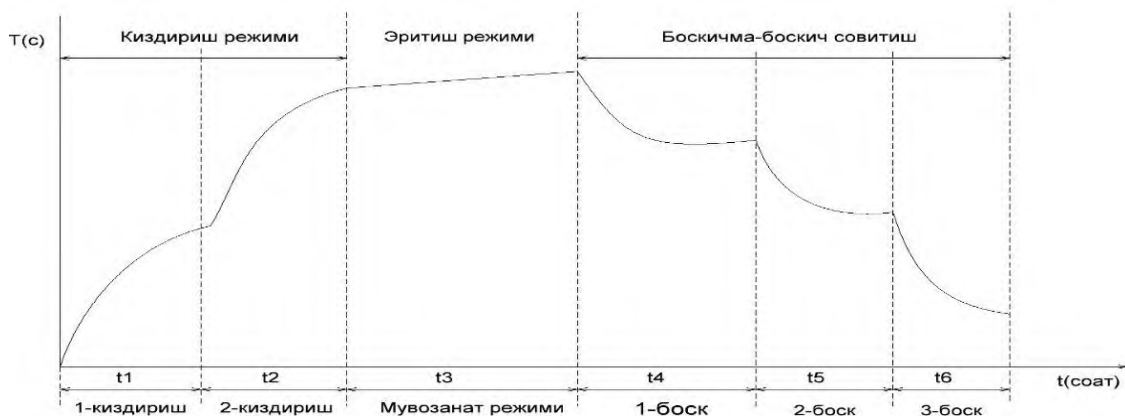
Электр таъминоти тизимида яна, кучланишни реактив қувват ишлаб чиқараётган компенсаторлардаги реактив қувватни автоматик тарзда ростлаш орқали ҳам, бошқариш мумкин. Бунинг учун узлуксиз синхрон компенсаторлардан, қайта қўзғатилган синхрон моторлардан (ҚАТРҚ қўзғатишларини ўзгартириш орқали) ва дискрет компенсацияловчи конденсатор қурилмасидан (компенсацияловчи қурилмани бошқарувчи ускунага уланган секциялар сонини ўзгартириш орқали) фойдаланилади. Ундан ташқари, трансформаторларнинг трансформация коэффициентини автоматик ростлаш қурилмасини ҳам қўллаш мумкин. Синхрон генераторлар электр таъминоти тизимида параллел ишлайди. Уларни параллел ҳолда ишлаши учун улаш фақат маълум бир шартларда амалга оширилади. Уланишининг бундай жараёни **синхронизация деб аталади**. Уни тўла тўқис автоматлаштириш мумкин. Бунинг учун автомат синхронизаторлардан фойдаланилиб, улардан фақат генераторни уланиш моментигина танланиб қолмай,

балки синхронизация жараёнида айланиш частотасини ва кучланишини ростланади.

Бошқаришнинг автоматлаштирилган тизимлари тармоқдан электрофизик параметрларни бир меъёрда ушлаб туриш билан чегараланиб қолмай, балки уни технологик жараёни учун керакли режимларда белгиланган вақт давомида ўтказиб ўзгартириб туриш учун хизмат қилади. 1.4- расмда электр печларни вақт давомида автоматик тарзда ростлаш(а) ва бошқариш(б) графиклари кўрсатилган.



а) печ ҳароратини автоматик ростлаш



б) печ ҳароратини автоматик бошқариш

1.4.-расм. Электр печини ҳароратини автоматик ростлаш (а) ва бошқариш (б) графиклари.

Бошқариш жараёнидаги қиздириш, ростлаб ушлаб туриш, ҳамда совитиш жараёнлари боскичларининг давомийлиги вақт бўйича турлича бўлиши мукин. Бу вақтни материални тури, технологиянинг моҳиятига қараб белгиланади. Ишчи дастурлар тузилиб, шу бўйича бошқарилади.

Ҳозирда электр таъмоноти тизимини тўла автоматик бошқариш учун ва унинг иш режимларини иқтисодий жиҳатдан нормал режимини таъминлаш мақсадида бошқаришнинг автомат тизимлари (БАТ(АСУ)) мавжуд. Улар рақамли универсал ва махсуслаштирилган (бошқарувчи) электрон ҳисоблаш машиналари

(ЭХМ)дан фойдаланишга асосланган ҳолда қурилгандир. БАТ фаолият кўрсатиши учун, тинимсиз равишда ишлаб чиқариш жараёнларининг режимлари ҳақида информациялар оқими зарур бўлиб, айниқса кучланиш, ток, қувват, частота ва жиҳознинг ҳолати бўйича маълумотлар етарли бўлмоғи даркор. Йирик ишлаб чиқариш корхоналарининг, шаҳарларни ва айниқса агросаноат корхоналари комплекслари ҳамда темир йўл транспорти электр таъминоти тизими катта майдонлар бўйича тарқалган ҳолдадир. Шу сабабли, назорат қилинаётган жойдан ЭХМ ва диспетчер ходим ўтирадиган диспетчерлик пункт (ДП) гача, ахборотларни тўплаб узатиб бериш туриши учун, автомат ахборат берувчи қурилмалар зарур бўлади. ДПда назорат қилинаётган жойдаги электр қурилмага бошқарувчи таъсирни узатиш учун шунга мос бўлган автоматик бошқариш қурилмалари керак бўлади.

Телекоммуникациядан фойдаланиш: телесигнализация(ТС) ва телеўлчаш (ТЎ)лардан ахборат маълумотларини ўлчаш ва узатиш учун; теле бошқарув(ТБ) ва телеростлагич(ТР)дан эса, электр қурилмаларининг иш режимларини масофадан туриб бошқариш ва ростлаш учун. Кўпинча эса, бу мақсадни амалга ошириш учун автотелебошқарув(АТБ) ажратилади.

Телекоммуникация қурилмалари ахборотни ва бошқарувчи таъсир қилувчи параметрларни ДП ва назорат жойи (НЖ)га алоқа узатиш тармоқларлари каналларидан узатилади. Бу фаолиятда НЖдан, ёки ДПдан олинган ахборат, дастлаб узоқ масофага узатиш учун қулай бўлган сигналга айлантириб олинади. Шунинг учун телемеханика тизимининг ҳар бирини таркибига узатгич, алоқа канали ва қабул қилгичлар киради. Узатгич ва қабул қилгичлар ёрдамида сигналларни ўзгартириш амалга оширилади. Алоқа канали эса мустақил равишда сигналларни узатишга хизмат қилади. Айрим телемеханик тизимларда узатгич ва қабул қилгичларнинг кўп элементлари алоқа каналларининг ажратиб бўладиган қисмини ташкил этади. Телекоммуникация воситалари бир узатиш тармоқларни бир нечта алоқа каналларида фойдаланиш имконини беради.

Электр таъминоти тизимидаги телемеханизмлар ҳажми турлича. У хусусан, маҳаллий шарт-шароитлар, ишлаб чиқариш жараёни автоматлаштириш даражаси ва телемеханиканинг у, ёки бу

тизимини қўллаш учун бажарилган техник-иқтисодий ҳисоб натижалари бўйича аниқланади.

Ҳозирги пайтда микропроцессорлар техникасида асосланган телемеханиканинг 4-авлодидан кенг фойдаланилади. УВТК намунасидаги бошқарувчи ҳисоблаш мажмуаси ҳам шундай қурилмалардан саналади. Микропроцессор техникасидан фойдаланиш телемеханик тизимларнинг вазифа ва имкониятларини кенгайтирган. Телемеханика воситаларини кейинги такомиллашуви дастлабки ахборотларга биринчи ишлов бериш имкониятига эга бўлган интеллектуал назорат жойларини яратиш билан боғлиқ.

Нейтрали ердан изоляцияланган, ёки ёй сўндирувчи реактор орқали ерга уланган электр тармоқларида бир фазали ерга туташув қисқа туташув бўлиб ҳисобланмайди, яъни катта тоқларнинг ҳосил бўлиши билан боғлиқ бўлмайди. Фазалар орасидаги кучланиш ўзгармайди ва электр таъминоти тизимининг иши бузилмайди.

Лекин бундай режимни нормал деб ҳисоблаб бўлмайди, чунки шикастланмаган фазаларнинг ерга нисбатан кучланиши ортади ва бир фазали ерга туташувнинг кўп фазали қисқа туташувга ўтиш хавфи юзага келади. Шу сабабли, бир фазали ерга туташув маълум вақт давомида бартараф қилиниши зарур. Ерга туташувдан реле ҳимояси, асосан, сигналга ишлайди. Фақат айрим ҳолларда, масалан, катта қувватли генераторларда ёки, тоғ-кон саноати электр таъминоти тизимларида сигналга эмас, балки узишга ишлайдиган қилиб бажарилади.

Айрим ҳолларда, электр қурилмаларининг ўта юкланиши ёки ташқи қисқа туташувлар таъсирида, нормал бўлмаган режимлар юзага келиши мумкин. Бу ҳолда шикастланмаган элементдан катта тоқлар ўтиб, изоляциянинг вақтидан илгари эскиришига ва ишдан чиқишига олиб келиши мумкин. Ташқи қисқа туташувлар таъсирида ҳосил бўладиган катта тоқлар, шикастланган элементнинг реле ҳимояси ишлагандан кейин, узилиши натижасида бартараф қилинади.

Электр қурилмаларда ўта юкланишлардан сигналга ишловчи махсус ҳимоя ўрнатилади. Бундай ҳимоя ишлаб сигнал бергандан кейин оператив персонал ўта юкланишни бартараф қилиш чораларини кўради. Оператив персоналлар бўлмаган подстанцияларда ўта юкланишлардан реле ҳимоя истеъмолчиларнинг маълум қисмини узишга ёки, электр қурилмани манбадан ажратишга ишлайдиган қилиб бажарилади.

Параллел ишлайдиган синхрон электр машиналарнинг тебраниш режими ҳам нормал бўлмаган режим бўлиб ҳисобланади. Бундай режим қисқа туташувлар натижасида юзага келади ва айрим синхрон машиналарнинг тормозланишига ҳамда бошқаларининг тезланишига олиб келади. Натижада ток ортиб кучланиш камаяди. Ток ва кучланиш таъсир этувчи қийматларининг ўзгариши тебранувчи ҳарактерга эга бўлади. Бундай ҳолларда реле ҳимояси узишга ишламаслиги керак. Нормал режимни тиклаш учун, айрим ҳолларда, махсус шикастланишга қарши автоматика (АҚА) қўлланилади. АҚА тебранишлар юзага келганда ва турғунлик бузилганда тизимни синхрон ишламайдиган қисмларга бўлиб ташлайди. Бундан шундай хулоса келиб чиқадики, истеъмолчиларни электр энергияси билан ишончли ва узилишларсиз ишлашини таъминлаш учун, фақатгина релели ҳимоянинг ўзи етарли эмас.

Буни қуйидаги электр таъминотининг схемаси мисолида ҳам кўриш мумкин (1.4-расм). Тарқатиш пунктининг (ТП) шиналари одатда иккита секция кўринишда бажарилади. Секция орасидаги ҚЗ ўчиргич нормал режимда узилган бўлади. Таъминлаш манбалари (ТМ, ёки озуқа манбалари ОМ) дан келадиган тармоқларлар фақат ўз секцияларига уланади. ТП ни таъминловчи тармоқларлардан бири шикастланганда, ва ўз реле ҳимояси ишлаб узилганда, у уланган секциянинг электр таъминоти тўхтайди. Электр таъминотини резервни автоматик улаш (РАУ) қурилмаси ёрдамида секция ўчиргичи ҚЗ ни улаш йўли билан тиклаш мумкин.

Электр таъминоти тизимларини телекоммуникация тизими орқали автоматлаштириш электр энергиясини узатиш ва тақсимлаш жараёнларини ишончлигини орттиради, шикастланиш юз берганда тезкорлик билан талофатни олдини олиш имконини беради. Электр таъминоти тизимларида қўлланилган автоматик бошқариш тизимларининг вазифаси қуйидагилардан иборат: шикастланган элемент ёки қисмни тез узиш, ёки бошқа шикастланмаган қисмдан ажратиш; нормал бўлмаган иш режимининг (масалан, ўта юкланиш) олдини олиш; истеъмолчилар электр таъминотини тез тиклаш, шикастланиш юз берган манбани тармоқдан ажратиш; истеъмолчиларни белгиланган кучланишини таъминлаш; синхрон машиналарни ишга тушириш ва тўхтатиш; энергетик тизимда актив қувват етишмаганда истеъмолчиларни бир қисмини ўчириш ва шу кабилардир.

Ҳаво электр узатиш тармоқларларидан фойдаланиш тажрибаси уларда содир бўладиган шикасланишларнинг кўпчилиги турғун бўлмаслиги, яъни тармоқлар узилганда барҳам топиши ва қайта уланганда тармоқлар нормал ишлашда давом этиши мумкинлигини кўрсатади. Қайта улаш, автоматик қайта улаш (АҚУ) қурилмаси ёрдамида бажарилади.

Ҳар қандай электр таъминоти тизими элементининг шикастланиш ва узилиши, умуман электр тизимининг ишига таъсир қилади. Масалан, истеъмолчиларнинг бир қисмининг узилиши, ишлаб чиқарилаётган электр энергиянинг керагидан ортиқча бўлишига ва натижада частота кучланишининг рухсат этилмайдиган қийматларигача ортишига сабаб бўлиши мумкин. Бундан ташқари, қуввати катта генераторнинг узилиши электр энергиянинг етарли бўлмаслигига ва натижада энерготизим турғунлигининг бузилишига олиб келиши мумкин.

Бундай жарёнлар тез амалга ошиши сабабли, оператив персонал уларни бартараф қилиш ва тезликда нормал режимни тиклаш имкониятига эга эмас. Бундай вазифаларни автоматик қурилмалар бажариши мумкин. Масалан частотани тиклаш вазифасини автоматик частотавий енгиллаштириш (АЧЕ) қурилмаси бажаради.

1.5. Телекоммуникация релели ҳимоя ва автоматикаси қурилмаларининг вазифалари

Электр таъминоти тизими - мураккаб тузилишга ва иш фаолиятига эга бўлган ишлаб чиқариш мажмуаси бўлиб, унинг барча функционал лаҳзалари ягона ишлаб чиқариш жараёнида иштирок этади. Уларни асосий хусусиятларининг муҳим аҳамияти - ходисалари тез юз бериши туфайли шикастланишлардан қочиб бўлмасликда, электр қурилмаларидаги кузатиладиган қисқа туташувларда белгиланади ва кўзга ташланади. Бундай ҳолларда хизмат кўрсатувчи ходимлар, ёки мутахассислар томонидан тезкор ва аниқ чора кўрилишининг иложи йўқ. Электр таъминотининг ишончлилиги ва иктисодий жиҳатдан самарали ишлашлиги учун автоматика қурилмаларидан фойдаланиш зарур бўлади. Автомат тизимлардан ва унинг таркибига кирувчи қатор асбоблар, машина ва механизмлардан фойдаланиш, яна шунинг учун зарурки, буларсиз электр энергиясини ишлаб чиқариб ҳам, узоқ масофаларга узатиб ҳам, ўлчаб тақсимлаб ва назорат қилиб бўлмайди. Электр

энергияси жуда катта қудратга, кучга ва имкониятга эга бўлган маҳсулот тури. Уни инсон кўз билан кўриб, қўл билан ушлаб баҳолаш, ўлчаш, ташиш, тарқатиш имкониятига эга эмас. Бу ишларни аниқ ҳеч қандай талофотларсиз, ишончли, тезкор, самарали тарзда амалга ошириш учун автоматик ростлаш, бошқариш қурилмаларидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлади.

Автоматик бошқариш қурилмалари техника ва технологиянинг барча соҳаларида мустаҳкам ўрин олган. Бошқа мақсадларда қўлланиладиган автоматика қурилмаларига эътиборни чалғитмай, энергетикага алоқадор автомат жиҳозлар ҳақида фикр юритилиши, уни энг муҳим ўрни реле ҳимояси қурилмаларида эканлигини кўрсатади. Бундай телекоммуникациянинг автомат жиҳозлари, электр тармоғида турли кўринишдаги шикастланиш режимлари юз бергудек бўлса, тезкорлик билан ишга тушиб оғир ва енгил шикастланишларни олдини олади, бартараф қилади.

Шуни таъкидлаш жоиз-ки, релели ҳимоялаш электр таъминоти тизимидаги автоматик бошқаришнинг бошқа қурилмалардан олдинроқ қўлланила бошлаган. Чунки электр таъминоти тизимида электр энергиясидан фойдаланила бошланганидан бери, энг хавфли ва энг кўп учрайдиган нономал ҳолат - қисқа туташув эканлиги аниқланган. Қисқа туташувнинг ўта хавфли ва тез-тез юз берадиган кўринишларига тупроққа нейтралли уланган электр қурилмаларидаги фазаларни ерга қисқа туташиб қолиши киради. Қолаверса, қисқа туташувга ҳамда фазалар узилишига олиб келувчи бошқа мураккаб шикастланишлар турлари ҳам мавжуд. Электр машиналарида, трансформаторларда, айтиб ўтилган қисқа туташувлардан ташқари бир фаза ўрамлари ўртасида ҳам қисқа туташувлар бўлиши мумкин. Қисқа туташув турлича салбий оқибатларга олиб келишлиги аниқ. Унинг натижасида электр таъминоти тузилишини бир текисда меъёрий ишлаши бузилади. Бунинг оқибатида синхрон генераторлар, компенсаторлар қурилмалари ва электр моторлар синхрон айланишдан чиқиб кетиши ва иш режимларини бузилиши сабабли ишдан чиқиши мумкин. Қисқа туташув токининг иссиқлик ва динамик таъсирлари ҳам хавфли бўлиб бу тоқларни шикастланган жойдаги таъсири ёки шикастланмаган жиҳозлардан асоратлар қолдиради.

Қисқа туташув шикастланиш ҳодисаси кучайиб келмаслиги учун, ҳамда шикастланишлар ҳажмини камайтириш учун, электр

таъминоти тузилишидаги шикастланган элементни зудлик билан аниқланиши ва тармоқдан узиб қўйилиши зарур. Ишлаб чиқариш саноатида кўпинча рўй берган шикастланишларни секунднинг лаҳзаларида бартараф этилиши даркор бўлади. Юқорида айтиб ўтганимиздек, бундай тезкорлик ва ишончлилик билан ҳаракат қилиш инсоннинг қўлидан келмайди. Ўчиришга таъсир кўрсата оладиган реле ҳимояси қурилмалари шундай шикастланган элементларни аниқлашади ва уларни тармоқдан узиб шикастланишни ҳажмини катталашиб кетишини олдини олади.

1.6. Реле ҳимояси ва автоматика техникасининг тараққиёти

Электр тизимсида қисқа туташув, кўпчилик ҳолларда, токнинг кескин ортишига олиб келади. Шу сабабли дастлаб ток ҳимоялари ишлатилган. Бундай ҳимоялар ҳимояланаётган элементдаги ток олдиндан белгиланган токдан ортиб кетганда ишлайдиган қилиб бажарилади.

Ток ҳимоясини тайёрлаш учун эрувчан сақлагичлар ёки релелардан фойдаланиш мумкин. Электр қурилмаларини қисқа туташувлардан ҳимоя қилиш учун эрувчан сақлагичлардан фойдалиниш XIX асрнинг иккинчи яримида бошланган. Аммо, тез орада эрувчан сақлагичлар, айрим ҳолларда ўз вазифасини қониқарли бажармаслиги маълум бўлган ва улар электромагнит ток релелари билан алмаштирила бошлаган. Кейинчалик эрувчан сақлагичларнинг конструкциялари такомиллаштирилиб борилган ва улар ҳозирги вақтда ҳам фақатгина кучланиши 1000В гача бўлган электр тармоқлари билан бир қаторда, нисбатан юқори кучланишли тарқатиш тармоқларида ҳам муваффақиятли тарзда ишлатилмоқда.

Ҳимоя учун релелар XX асрнинг бошларида кенг қўлланила бошлаган. Индукцион ток релелари 1901 йилда тайёрланган. Реле ҳимояси учун дифференциал ток тамойили 1905-1908 йилларда ишлаб чиқилган. Йўналтирилган ток ҳимоялари 1910 йилдан қўлланила бошлаган. Шу йилларда масофа релеларини тайёрлаш йўналишидаги ишлар бажарилган ва улар XX асрнинг 20 - йилларида масофа ҳимояларини тайёрлаш имконини берган. Реле ҳимоясида электроникани, хусусан, ҳимояланаётган тармоқлар симлари орқали узатилувчи юқори частотали токлардан фойдаланиш йўналишидаги биринчи қадамлар 1923-1928 йилларда қўйилган.

Электр узатиш тармоқларси орқали юқори частотали сигналларни узатиш бўйича муфассал ишлар ва тармоқларга юқори частотали токларни киритиб тайёрланган ҳимоянинг тавсифи 1932 йилда эълон қилинган.

Ҳар хил турдаги релеларни электрон лампалар ёрдамида тайёрлаш бўйича бажарилган ишларнинг натижалари 1934 йилда эълон қилинган. Шу йилларда электрон лампаларда масофа ҳимояси ишлаб чиқарилган. Лекин, бу йўналишдаги кейинги йилларда бажарилган ишлар, ҳимоя қурилмаларида электрон лампаларни қўллаш истиқболли эмаслигини кўрсатган.

Тўғриланган токда ишлайдиган релеларни бажариш учун ярим ўтказгичларни, жумладан купрокс ва селенли тўғрилагичларни қўллаш XX асрнинг 30 йилларидан бошланган. Кейинчалик 40-йилларнинг сўнггида транзисторлардан ҳам фойдаланиш имконияти пайдо бўлган. Ярим ўтказгичлар ёрдамида, контактсиз релелар билан бир қаторда, айрим реле ҳимоялари ҳам тайёрланган.

Аналог ҳисоблаш техникасининг элементлари, жумладан операцион кучайтиргичлардан реле ҳимоясининг элементларини тайёрлашда фойдаланиш 60-йилларда бошланган. Кейинчалик реле ҳимояси ва автоматика қурилмаларининг комплексларини яратиш рақамли ҳисоблаш техникаси элементлари истиқболли эканлиги аниқланди. Ҳозирги вақтда телекоммуникациянинг релели ҳимоя ва автоматика қурилмаларини бажаришда вақт синовидан ўтган электромеханик элементлар ҳам, аналог ва рақамли элементларда бажарилган элементлар ҳам ишлатилмоқда.

1.7. Реле ҳимоясига қўйиладиган асосий талаблар

Электр тизимларида ва қурилмаларида, ҳар хил сабабларга кўра, ишдан чиқиш (шикастланиш) ва нормал бўлмаган режимлар содир бўлиши мумкин. Шикастланиш, кўпчилик ҳолларда, электр тизимларида токнинг ортиб кетиши ва кучланишнинг пасайиши билан кузатилади. Токнинг ортиб кетиши электр қурилмаларидаги ўтказгичларда катта миқдорда иссиқлик ажралиб чиқишига сабаб бўлади. Кучланиш пасайиши электр истеъмолчиларни нормал иш режимига таъсир қилади, параллел ишлайдиган генераторларнинг турғунлиги бузилади. Нормал бўлмаган иш ҳолатлари эса токнинг, кучланишнинг ёки частотанинг рухсат этилган қийматлардан оғиши ҳисобига содир бўлади. Кучланиш ёки частотани пасайиши истеъмолчиларни нормал иш режимини бузадиган энергетик

тизимларнинг турғунлигига таъсир қилади. Кучланиш ёки токни ортиб кетиши қурилма ва электр узатиш тармоқларларини ишдан чиқишига олиб келиши мумкин. Шунинг учун, электр тизимларида нормал иш режимини таъминлаш учун, тармоқнинг ишдан чиққан жойини тез аниқлаш ва уни бошқа қисмлардан ажратиш керак.

Реле ҳимояси электр тизимларда асосий автоматика ҳисобланади. Реле ҳимояси қурилмалари электр тизимининг шикастланган қисмини, ёки элементини аниқлайди ва уни бошқа ишдан чиқмаган қисмларидан ажратади, шунингдек, агар электр тизимларида нормал режимдан оғиш бўлса, уни бартараф қилиш чораларини кўради ёки сигнал беради. Электр тизимларида шикастланишлар кўпчилик ҳолларда қисқа туташув натижасида юзага келади.

Қисқа туташувдан ҳимояларга қуйидаги асосий талаблар қўйилади:

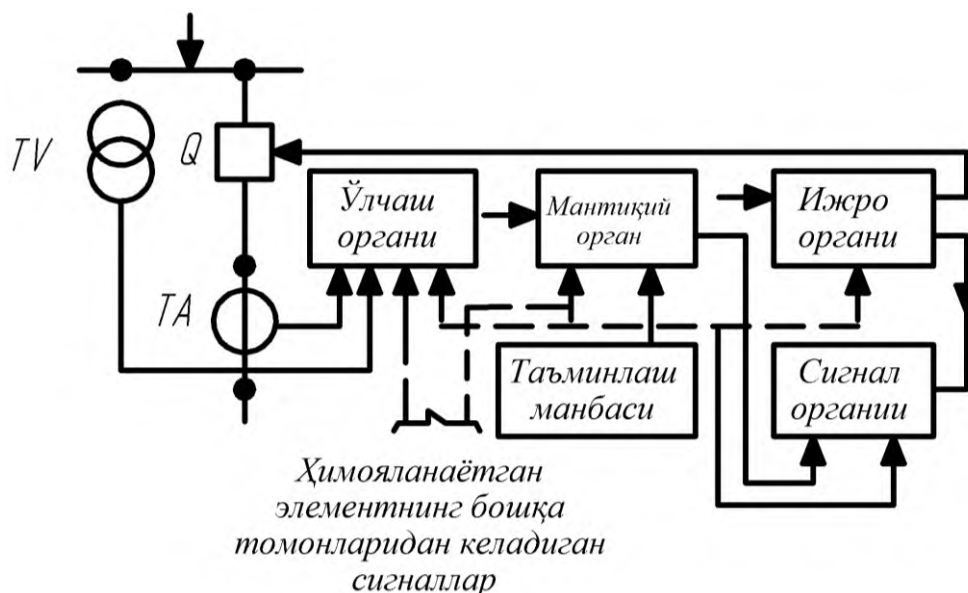
а) танлаш. Танлаш деб, реле ҳимоясининг шикастланган элементини тўғри аниқлаш ва фақат уни электр тармоғининг шикастланмаган қисмидан ажратиш (узиш) хусусиятига айтилади. Шикастланган элементни танлаб узишга мисол 1.5-расмда келтирилган. Қисқа туташув К1 нуқтада бўлганда шикастланган ω_3 тармоқлар К1 нуқтага энг яқин бўлган Q6 ўчиргич ёрдамида узилади. Электр тармоғининг шикастланмаган қисми нормал ишлашда давом этади. Агар реле ҳимоялари танлаш хусусиятига эга бўлмаса Q₁ ўчиргичнинг узилиш эҳтимоли ҳам бўлар эди. Бунда И₁ ва И₂ истеъмоличиларнинг ҳам электр таъминотида узилиш юзага келади. Агар қисқа туташув К₂ нуқтада содир бўлса реле ҳимояси унга энг яқин бўлган Q₂ ва Q₃ ўчиргичларни узиш учун сигнал бериши керак. Натижада электр таъминотида узилиш бўлмайди ва ҳамма истеъмоличилар нормал ишлайди. Қисқа туташув К3 ёки К4 нуқтада бўлганда фақат Q7 ўчиргич узилиши керак. Агар реле ҳимояси, ўзининг ишлаш тамойилига асосан, ҳимояланаётган элементда шикастланиш бўлгандагина ишлайдиган бўлса бундай ҳимоя **абсолют танлашга эга бўлган ҳимоя** деб аталади. Ўзидан кейинги элементда шикастланиш бўлиб, унинг ҳимояси ёки ўчиргичи ишламай қолганда резерв ҳимоя сифатида ишлаши мумкин бўлган ҳимояга, **нисбий танлашга эга бўлган ҳимоя** деб аталади. Масалан, К3 нуқтада қисқа туташув бўлиб Q₇ ўчиргич ишламай қолса, Q₁ ўчиргич узилиши керак, яъни Q₁ ўчиргичга

белгилари - токнинг ортиши ва кучланишнинг пасайишидир. Шикастланган элементни аниқлаш усули бўйича ҳимоялар нисбий ва абсолют танлашга эга бўлган ҳимояларга бўлинади. Нисбий танлашга эга бўлган ҳимояларга ток, йўналтирилган ток ва масофа ҳимоялари киради. **Токнинг ўзгаришидан таъсирланиб ишлайдиган ҳимояга ток ҳимояси деб аталади.** Шикастланиш вақтидаги токнинг йўналишига асосан ишлайдиган ҳимояга **йўналтирилган ток ҳимояси** деб аталади. Кучланиш ва токнинг нисбатига асосан ишлайдиган ҳимояга **масофа ҳимояси** деб аталади. Кучланиш ўзгаришига асосан ишлайдиган ҳимояга **кучланиш ҳимояси** дейилади. Асолют танлашга эга бўлган ҳимоялар ҳимояланаётган объектнинг кириши ва чиқишидаги (бошланиши ва сўнггидаги) бир хил электр катталикларини таққослашга асосланган. Уларга кўндаланг ва бўйлама дифференциал ҳимоялар киради.

Автоматик частотавий енгиллаштириш қурилмаси (АЧЕ) частота ўзгаришига асосан ишлайди. АЧЕ қурилмаси учун кириш сигнали бўлиб, асосан, частотага пропорционал кучланиш ҳисобланади. Автоматик қайта улаш (АҚУ) ва резервни автоматик улаш (РАУ) қурилмаларининг киришларига дискрет сигналлар берилади. Бу сигналлар реле ҳимоясининг ишлаганлиги ва ўчиргичларнинг ҳолати тўғрисидаги информацияга эга бўлади.

1.9. Реле ҳимояси ва автоматика қурилмаларини ташкил этувчи қисмлари ва уларни бажарадиган ишлари

Ҳимоя қурилмаларини бажаришнинг тамойиллари хилма-хилдир. Лекин, кўпчилик ҳолларда улар автоном бўлади ва ҳимояланаётган элементнинг ток ва кучланишларидан фойдаланиладиган қилиб бажарилади.



1.6-расм. Қисқа туташувлардан автоном химоянинг умумлашган схемаси

Умуман олганда, химоянинг функционал схемаси (1.6-расм) куйидаги органлардан ташкил топган бўлади:

- ўлчаш органи (ЎО) ўлчовчи релелардан ташкил топган бўлиб, химоя қилинадиган объектни ҳолатини узлуксиз назорат қилади ва химоя қурилмаларини ишга тушиш ва тушмаслик шартини ўлчаш ўзгарткичларидан (масалан, ток ва кучланиш трансформаторларидан) келадиган сигнал орқали аниқлайди;
- мантиқий орган (МО) маълум бир шартни бажариш учун ЎОдан олинган сигналга, асосан, мантиқий сигнал ишлаб чиқади ва ижро органига узатади;
- ижро органи (ИО) мантиқий орган сигнали асосида химоя қилинадиган объектни бошқариш сигналини ишлаб чиқади ва уни коммутация аппаратида, масалан ўчиргичга узатади;
- сигнал берувчи орган. Сигнал берувчи органга ахборот МО ва ИО ларидан келиши мумкин. Ушбу орган нормал бўлмаган режимлар юзага келганлиги тўғрисида, ёки химоя комплекти, ёки унинг айрим қисмлари ишлаганлиги тўғрисида сигнал беради;
- таъминот манбаси химояларнинг мантиқий органларини ва ўлчаш органларини ҳам (масалан, ярим ўтказгичли элементлардан фойдаланиб бажарилган химояларда) ток

билан таъминлаш учун хизмат қилади. Улар кўпчилик ҳолларда таъминлаш блоклари кўринишида тайёрланади ва оператив ток манбаси бўлиб ҳисобланади.

Релели ҳимоя ва автоматикаси қурилмалари, юқорида кўрсатилганидек, бир неча блоклардан ташкил топган бўлиб, улар маълум бир вазифани бажариш учун мўлжалланган ҳамда ўзаро умумий қурилма тизимини ташкил этади. Бажариш учун берилган топшириқ сигнали турлича бўлиши мумкин. Аммо ҳар бир блок киришига уни сезувчи сигнал берилади. Блоклар топшириқларни бажариш билан бир қаторда, ўзидан кейинги элемент, ёки блок киришига сезиладиган физик табиатга эга бўлган сигналга айлантириб узатади. Бу блокларни (ёки қисмларни) бажарувчи ишларига қараб ўлчаш блоки, узатувчи, мантиқий, арифметик ва ижро блокларига тақсимлаш мумкин. Айрим қисмлар бевосита ҳимоя қурилмаси таркибига кирмаган ҳам бўлиши мумкин. Масалан, энергия билан таъминлаш блоки. Бу қисм ўзгарувчан ва ўзгармас ток манбаларидан иборат бўлиб, оператив ток занжирларини электр энергияси билан таъминлашга хизмат қилади. Энди санаб ўтилган қисмларни бажариладиган ишларини кенгрок ўрганиб чиқамиз.

Ўлчов блоки. Релели ҳимоя ва автоматика қурилмасининг ўлчов қисми электр таъминоти тизимининг у, ёки бу параметрини бутун иш жараёни давомида назорат қилиб туриши керак. Бундай параметрларга токни амплитудасини абсолют қиймати, кучланиш, улар ўртасидаги фазалар силжиши, частота кабилар киради.

Санаб ўтилган параметрлар, дастлабки ўлчов асбоби саналган ток ва кучланишни ўлчовчи трансформаторларнинг иккиламчи чўлғамлари орқали келиб, ҳимоя қурилмасига тушади. Бу маълумотлар ахборот берувчи параметрлар саналади. Ток ва кучланиш трансформаторларининг бу иккиламчи чўлғамларидан келаётган катталиклар кириш сигналларининг асосийсидир ва кўзғатувчи таъсир сабабчиси бўлади. **Кўзғатувчи таъсир деб**, бир, ёки бир неча электр катталикларни ўзаро мослашган кўриниши бўлиб, белгиланган шарт ва шароитларда релени киришига узатилганда, унда кутилаётган фаолият ўрин тутиши ва кузатилиш рўй бериши тушунилади. Автомат қурилмалар таркибида ҳаракатга келтирувчи, ёки вазифани бажариш ишларида, ҳар доим ҳам фақат электр сигналлар билан ишланмайди. Шунинг учун бошқа

сигналлар махсус ўзгартириш қурилмаларида физик табиатини ёки катталигини ўзгартиради. Уларни **датчиклар деб аталади**.

Амалда аналог (хусусан узлуксиз) ва дискрет (хусусан рақамли) сигналлардан фойдаланилади. Аналог сигналларни аниқлаштиришда асосий белги бўлиб, узлуксиз равишда келиб тушаётган ахборот параметрларининг қийматлари саналади. Аналог узлуксиз сигнал тинимсиз келаётган ахборот сигналларини қийматини ўзгариб туриши билан характерланади. Дискрет сигналнинг белгиси эса, ахборот параметрларининг рухсат этилган қийматларини чегараланган сонидир. Кўпинча у икки хил қийматни кўрсатади. Дискрет рақам сигнали эса, бирликдаги ёки иккилик санок тизимида импульслар сонини ифодалайди (сон-импульсли сигнал).

Релели ҳимоя ва автоматика қурилмасини киришига узатиладиган асосий электр сигналлар аналог сигналлардир. Улар дастлаб қурилмани ўлчов қисмига берилади. Ўлчаш блокида бир неча ўлчаш асбоблари мавжуд. Ўлчаш асбоблари ўлчаш органларининг узлуксиз, ёки релесимон фаолияти орқали ўлчаб, улар ўзларининг ўтиш тавсифларига эга. **Ўтиш тавсифи дейилганида, чиқишдаги сигнални киришдаги сигналга боғлиқ равишда ўзгариши тушунилади**. Релени ўлчов органи, аналог сигнални ахборот берувчи параметрни икки хил қийматидан иборат бўлган дискрет сигналга айлантириб беради. Релесимон фаолият кўрсатувчи ўлчов органларига ток, кучланиш, қувват ва қаршилиқ ўлчов релелари киради.

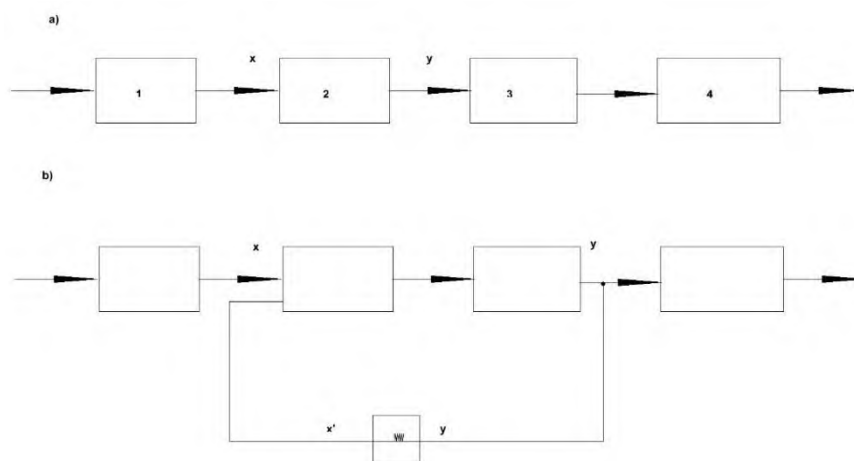
Киришдаги электр сигналлар таъсири туфайли, чиқишда сапчиб ўзгарувчан қийматни юзага келтирувчи аппаратларни **электр релеси деб атаймиз**. Бундай фаолиятни релени ишга тушиши деб саналади. Релелар максимал ва минимал ўлчов релеларига бўлинади. Максимал ўлчаш релеси таъсир кўрсатувчи параметрни рухсат этилган қийматидан ортиб кетганида ишга тушади. Минимал ўлчов релеси эса, бу таъсир параметри қиймати рухсат этилган минимал қийматдан пасайиб кетганида ишлайди. Ҳимоя этилаётган занжирга уланиш усулига кўра, релелар бирламчи ва иккиламчи релелар саналади. Бирламчи электр реле - асосий электр занжирга бевосита уланади, иккиламчиси эса-бирламчи ўлчов ўзгартиргичлари орқали уланади. Коммутация аппаратларига (масалан, ўчиргич, ажратгич, узгич ва ҳ.к) таъсир этиш усулига кўра **бевосита ва билвосита таъсир этувчи**

релеларга бўлинади. Бевосита ишловчи релеларда ҳаракатланувчи қисм коммутацион аппарат билан механик боғланган. Билвосита ишловчи реле ижро элементи орқали ўчиргичнинг электромагнит узиш занжирини бошқаради.

Релели ҳимоя ва автоматика қурилмалари шундай тайёрланиб бажариладики, улардаги ўлчаш органларининг чиқишларидаги сигнал, ичида қўйилган шартлар бажарилгандагина пайдо бўлади. Мисол учун, токнинг амплитуда қиймати маълум бир қийматга етганидагина. Бундан кўриниб турибдики, ўлчаш органи кираётган сигналларни таққослайди. Электр сигналларни таққослашнинг иккита қоидаси бор: амплитуда бўйича (абсолют қийматларда) ва фаза бўйича.

Таъсир этувчи катталикларнинг сони бўйича бир, икки ва ундан ортиқ таъсирловчи сигналли ўлчов органларига бўлинади.

Мантиқий орган блоки. Кўпчилик ҳолларда, маълум вазифани бажарувчи элементларда, чиқиш сигнали кириш сигналигагина боғлиқ бўлиб, уларда тескари алоқа мавжуд эмас. Бундай ҳолларда, агар элементлар бир-бирлари билан кетма-кет уланган бўлса, чиқишдаги сигнал қурилманинг қайсидир жойида олдиндан барча элементларга боғлиқ бўлади (1.7-расм. а).



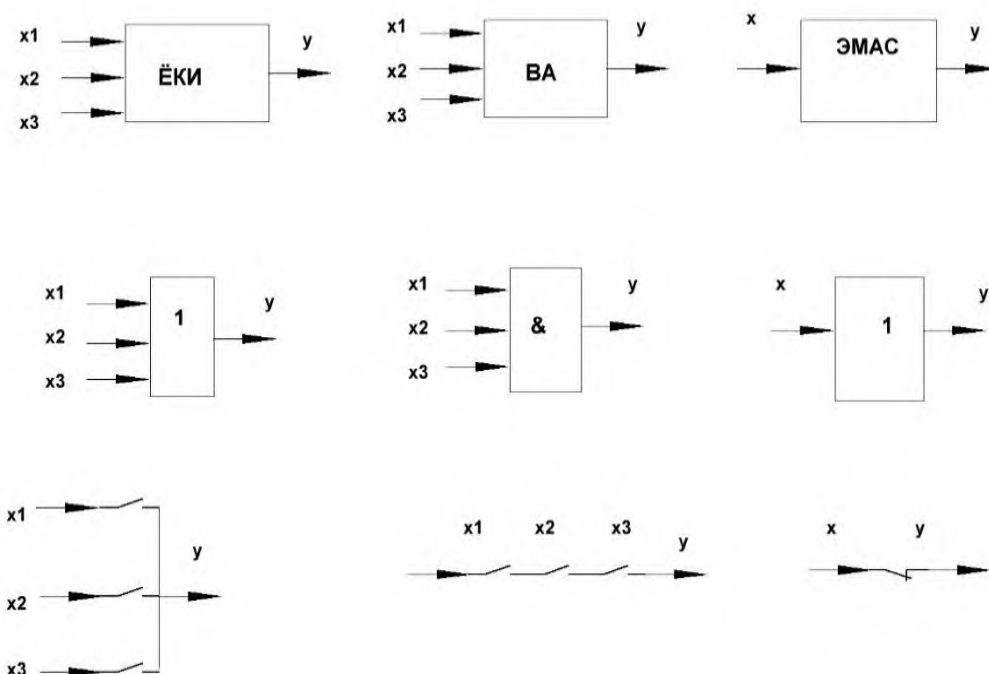
1.7-расм. Элементларни ўзаро тўғридан-тўғри (а) ва тескари алоқа орқали уланиши (б)

Элементлардан чиққан таъсир сигналлари стрелка билан кўрсатилган. Қатор қурилмаларда кейинги турган элементларнинг таъсир этиши ҳам зарур бўлади. Бу тескари алоқа ёрдамида амалга оширилиши мумкин. (1.7б-расмда кўрсатилган).

Бунда элементнинг ўзидан кейин жойлашган элементнинг чиқишидаги сигнал $X' = k_{т.б} Y$ ҳам киради. Бу ифодада $k_{т.б}$ тескари

алоқо коэффициентидир. Унинг ишорасига боғлиқ ҳолда мусбат ёки манфий ишорали тескари алоқа сигнали пайдо бўлади. Агар сигнал мусбат ишорали бўлса иккинчи элементнинг киришида сигнал кучаяди ($x + x'$), манфий бўлса кучсизланади ($x - x'$).

Қурилманинг чиқишидаги дискрет сигнал, умуман олиб қаралганида, унинг мантиқий қисмида шаклланади. У, киришдаги дискрет сигналларни ижро этувчи органни киришига дискрет чиқиш сигналлари қилиб ўзгартириб беради. Одатда мантиқий блок бир нечта мантиқий элементлардан ташкил топган. Шунинг учун, чиқишда дискрет сигнални пайдо бўлиши, умумий ҳолда кириш сигналларини мужассамлаштириш уч ҳил бўлиб, ЁКИ, ВА, ЭМАС мантиқий операциялар натижасида бажарилади. 1.8-расмда шу операцияларни шартли равишдаги ифодаланиши кўрсатилган.



1.8-расм. ЁКИ, ВА, ЭМАС мантиқий операцияларни (амалларни) шартли равишда схемалардаги ифодаланишлари

ЁКИ операцияси (1.8а-расм) қўшиш амалини бажарилишини ифодалайди. Уни **дизъюнкция дейилади**. $Y = x_1 + x_2 + x_3 + \dots$ орқали ифодаланиб, агар киришларнинг лоқал биттасида бўлса ҳам, x сигнал мавжуд бўлсагина чиқишда сигнал бўлишлигини билдиради. Бу элементларни параллел ҳолатда улаб бириктириш орқали эришилади.

ВА операцияси (1.8б-расм) мантиқий кўпайтиришни ифодалайди. У **конъюнкция дейилади**, ҳамда $Y = x_1 * x_2 * x_3$

кўринишида ёзиш мумкин. Бу эса, киришларнинг барчасида сигнал бор бўлсагина, чиқишда сигнал пайдо бўлишини билдиради.

ЭМАС операцияси (1.8.в-расм) мантиқан инкор этиш маъносини билдириб, *инверсия дейилади*, ҳамда $Y = x$ кўринишида ёзиш мумкин. Бунинг маъноси шуки, киришда X сигнал йўқ бўлгандагина чиқишда Y сигнал пайдо бўлади. Агар мантикий қисм электромеханик релелар ёрдамида бажарилган бўлса, у ҳолда кўриб чиқилган мантикий операциялар контактларни улаш орқали расмда кўрсатилганидек қилиб бажарилиши мумкин. Умуман олиб қарайдиган бўлсак, қурилманинг мантикий қисми жуда мураккаб бўлиши мумкин. Уни оптимал ҳолатини қуришни мантикий математикадан фойдаланмай бажариб бўлмайди.

Ижро этувчи блок. Релели ҳимоянинг релесимон таъсир кўрсатувчи автоматика қурилмаларининг, телебошқарувнинг чиқишдаги таъсирини, ўчириш учун дискрет таъсир қилишда ва синхрон генераторларнинг, трансформаторларнинг, электр узатиш узатиш тармоқларларини ҳамда бошқа электр қурилмаларини ўчиргичларига таъсир қилиб улашдан иборат. Улар мос келувчи ижро элементлари нисбатан қувватлироқ бўлган элетромеханик релелар, контакторлар, ўчиргичлар электр юритмасини улаб узувчи электромагнит улагичлар орқали амалга оширилади.

Автоматика қурилмаларининг узлуксиз равишда ижро этувчи элементлари (автомат ростлагичлар) қудратли тиристорлардан ҳамда магнит кучайтиргичлардан ташкил топган. Уларни чиқишдаги токлари, масалан, синхрон генераторларнинг қўзғатиш токлари, ўзгартирилади.

Релели ҳимоянинг ва автоматиканинг, ҳамда айниқса телеўлчаш ва телесигнализациянинг ижро этувчи элементлари навбатчи ходимга зарур бўлган ЭХМга ахборотларни киритиш, акс эттириш учун хизмат қилинади. Уларга, мисол учун, ёритиш ва овозли сигнализациялар, ўлчов асбоблари ва бошқалар киради.

Узатувчи қисм. Телекоммуникация тизимларида ҳам, релели ҳимоялаш ва автоматлаштиришда ҳам баъзан узоқ масофаларга сигналларни узатиб етказиб бериш зарурияти туғилади. Бу мақсадларда қурилманинг узатувчи қисмидан фойдаланилади. Асосий элемент бўлиб алоқа канали хизмат қилади.

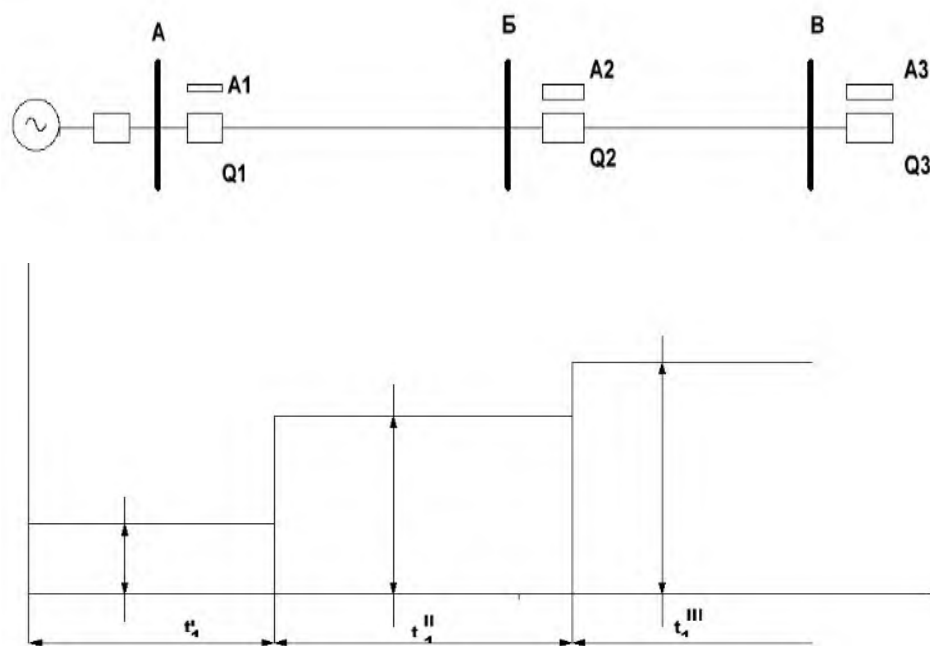
1.10. Релели ҳимоя ва автоматикани ишлаш тартиби

Релели ҳимоя қурилмаси. Электр таъминоти тизимида, қисқа туташув натижасида ток ортиб кетиб кучланиш пасайиши кузатилганлиги учун, релели ҳимояси қурилмаларининг ўлчаш блокадаги ўлчов асбобларига ток ва кучланиш шаклидаги таъсир кўрсатувчи сигналлар киради. Таъсир этувчи катталиқнинг характери у, ёки бу даражада, ҳимоянинг ишлаш тартибини аниқлайди. Ташқи қисқа туташувларда, танловчанликни таъминлаш усулига кўра, ҳимоялар иккита гуруҳга бўлинади: **нисбий танловчанликка эга бўлган ҳимоя ва абсолют танловчан ҳимоя.** Уларни бажарилиши ва ишлатилиши қуйидагича.

Нисбий танловчанликка эга бўлган ҳимоялар. Ушбу гуруҳга ток ҳимоялари, йўналтирилган ва масофавий ток ҳимоялари киради.

Бу ҳимояларнинг барчаси учун умумий бўлган нарса, ҳимоянинг ишга тушиш вақтини, уни уланган жойидан бошлаб, қисқа туташув бўлган нуқтагача бўлган масофасига боғлиқлигидир. Масофа катталашиб борган сари, ўлчов органларининг ишга тушиш вақти ортиб боради, шу билан танлаб ишлашни таъминлайди. Йўналтирилган ҳимояларнинг танловчанлигини таъминлаш учун қисқа туташув қувватини қўшимча равишда назорат қилиш зарур. **Ҳимояни ишга тушиш вақтини ҳаяллаш вақти деб аталиши** қабул қилинган. Амалда энг кўп тарқалган танловчан ҳимояларга поғонасимон, узлуксиз боғлиқ бўлган ва мужассамланган тавсифли ҳаяллаш вақти ҳимоялардан фойдаланиш кўп қўлланилади. Поғонасимон тавсифли ҳимоялар, одатда, учта поғонадан иборат бўлади. Ҳар поғона ўзининг ҳаяллаш вақти ва ҳимоялайдиган зонаси билан тавсифланади. 1.9-расмда уч поғонали ҳимоянинг ҳимоялаш зоналари ва ҳаяллаш вақтлари кўрсатилган.

Биринчи поғонани ҳаяллаш вақти t : белгиланмайди. У органларининг ва ҳимояни бошқа элементларини тезкорлиги билан аниқланиб, одатда 0,1 секунддан ортмайди. Бунда АБ узатиш тармоқларнинг бутун узунлигини ҳимоясини таъминлашни имконияти йўқ ва ортиқча биринчи поғонани БВ узатиш тармоқлар бошида ҚТ бўлганида ўчириш мумкин эмас. Шунинг учун биринчи ҳимоя тармоқларни фақат бир қисминигина қамраб олади холос.



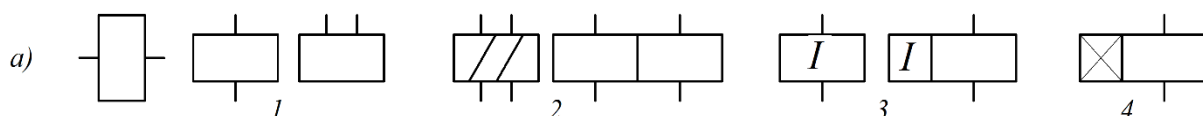
1.9-расм. A1 ҳимоянинг $t = f(e)$ уч поғонали ҳаяллаш вақтига эга ҳимояси

АБ тармоқларнинг охирида шикастланиш рўй берса, ҳимоянинг иккинчи поғонаси бартараф қилади. Уни ҳимояловчи $t1''$ зонаси шиналарини, ҳамда БВ узатиш тармоқларни бир қисмини қамраб олади. Иккинчи ҳимояни, танловчанлик хусусиятига эга бўлмаган ҳолда ишга тушиб кетишини $t1'' = 0,5$ қилиб олиш орқали, бартараф этиш мумкин. Бунда, иккинчи поғона, биринчи поғона ишига заҳира сифатида (яқин заҳира) ёндошади. Ундан ташқари, ўзи ҳимоялаётган зона чегарасида узок заҳира сифатида қабул қилинади. Учинчи поғона узок заҳира учун мўлжалланган. У биринчи ва иккинчи поғона ҳимояларини заҳиралайди. Уни ҳимоя зонаси БВ узатиш тармоқларинг аралашган элементлари чегарасидан ташқарида бўлиб, ҳаяллаш вақти $t1''$ поғонасимон тамойил асосида танлаб олинади.

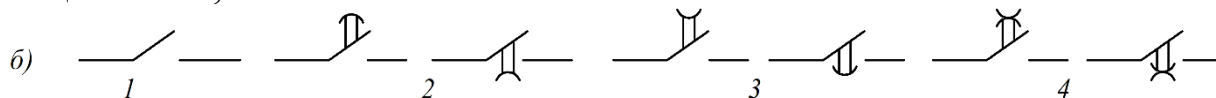
1.11. Релели ҳимоя ва автоматика схемаларида ишлатиладиган шартли белгилар

Релели ҳимоя ва автоматика схемаларида қуйидаги шартли белгилар ишлатилади:

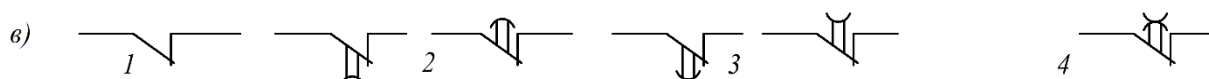
а) реле ўрамлари, контакторлар бўйича: 1-бир чулғамли; 2-икки чулғамли; 3-ток релеси; 4-ишга тушишда сабрга эга бўлган вақт релеси;



б) реленинг туташувчи контактлари: 1-сабр вақтисиз; 2-сабрли туташувчи; 3-сабрли узилувчи; 4-туташиш ва уланишда сабр вақтига эга;



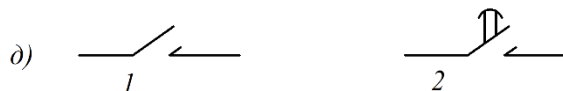
в) релени ажралувчи контактлари: 1-сабр вақтисиз; 2-сабр билан узилувчи; 3-сабрли туташувчи; 4-сабр вақти билан туташувчи ва узилувчи;



г) уланиб - узилувчи контактлар: 1- контактлар узилиб - уланаётган вақтда занжир қисқа вақт давомида узилади; 2- контактлар узилиб - уланаётган вақтда занжир узилмайди;



д) қисқа вақтга туташувчи (импульсли) реле контактлари: 1- тезкор уланувчи; 2-сабрли уланувчи;



е) блок контактлари; 1-уланвчи; 2-узилувчи (бўлаклагичларни, юритма ўчиргичларининг ёрдамчи контактларини белгилашда фойдаланилади);



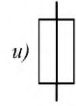
ж) ўз-ўзидан қайтмайдиган контактлар (масалан, кўрсаткич релелар): 1-уланувчи; 2-узилувчи;



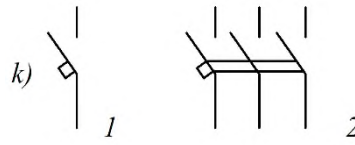
з) рубильниклар: 1- бир фазали; 2- уч фазали;



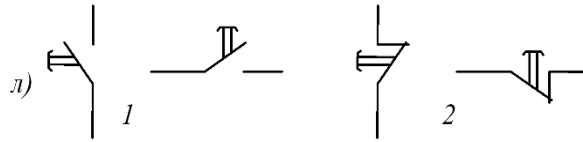
и) сақлагич;



к) автоматик узгич: 1- бир фазали; 2- уч фазали;



л) кнопкалар: 1- уланувчи; 2- узилувчи;



2-БОБ. РҲ ВА А ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

2.1.Электромеханик элементлар

2.1.1. Реле

Электр энергиясини механик энергияга ёки, механик энергияни электр энергияга айлантирувчи элементларга *электромеханик элементлар деб аталади*. Релели ҳимоя ва автоматикада, электромеханик элементлар таркибига кирувчи, электромеханик релелар кенг қўлланилмоқда.

Реле, назорат қилинаётган объект режимининг бузилишни характерловчи катталиқ, олдиндан белгиланган қийматга етганда, бошқарилаётган занжир ҳолатини сакраб (кескин) ўзгартириш учун, сигнал беради. Масалан, кудратли аппаратлар (ўчиргичлар)га таъсир қилади.

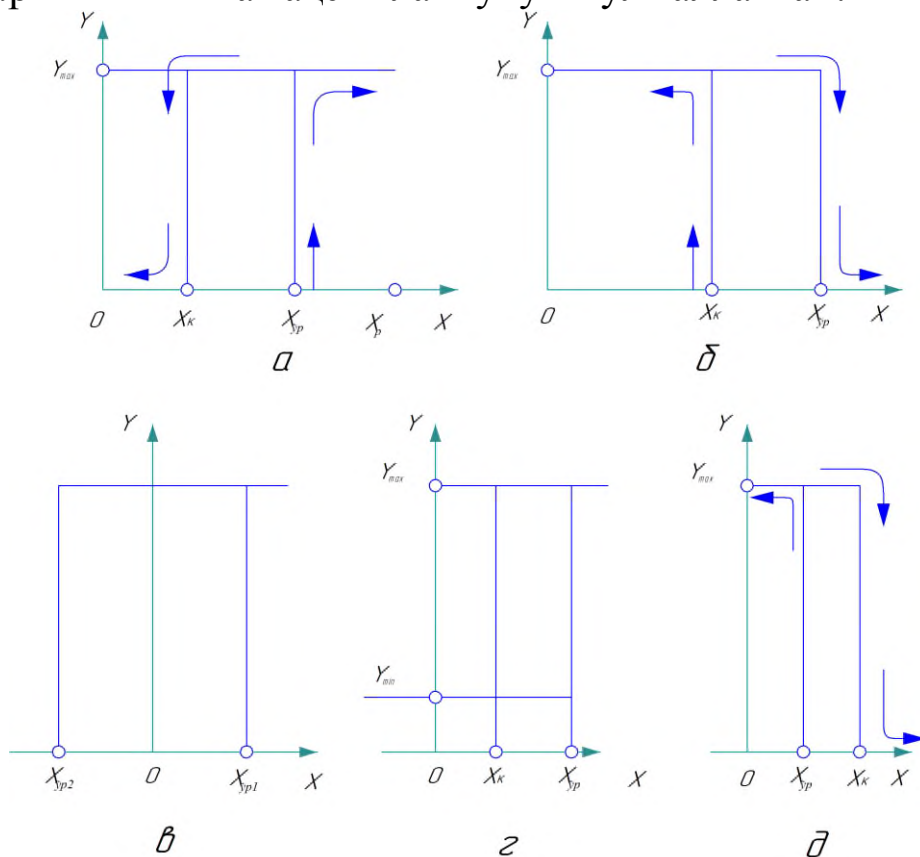
Электромеханик релелар электромагнит, индукцион ва магнитоэлектрик релеларга бўлинади. Электромеханик релеларнинг асосий элементлари контактлари ва чўлғамларига *қўйиладиган асосий талаблар* қўйидагилар:

- Релеларнинг контактлари, улар бошқараётган занжирлардаги токни ишончли узиш ва улашга, ҳамда етарли даражада кўп мартаба ишлашга, мўлжалланган бўлиши керак;
- Реленинг чўлғами, узоқ ва қисқа вақт давомида рухсат этиладиган ток ўтганда, ёки, унга рухсат этиладиган кучланиш берилганда, термик турғунликка эга бўлиши керак.

Электромеханик релелар электр релеларнинг энг кенг тарқалган туридир. Буларга электр магнит, магнит электрик, индукцион, электр иссиқлик, пьезоэлектрик ва ферродинамик, магнитоэлектрик, тебранувчи реле ва бошқалар кирази.

Релени ишлаши унинг бошқариш тавсифлари билан баҳоланади. (2.1-расм). У релесимон хусусиятига эга: киришидаги электр таъсир катталигининг маълум бир қиймати X да (оқим, кучланиш, частота ва бошқалар) ўзгариш бўлганида, чиқиш катталиги (Y) сапчиб ўсади, ёки шундай таъсирда, чиқишдаги катталиқ миқдори кескин камаяди. Киришдаги таъсирнинг қолган бошқа барча қийматларида чиқиш миқдори ўзгармайди, ёки аҳамиятсиз ўзгаради.

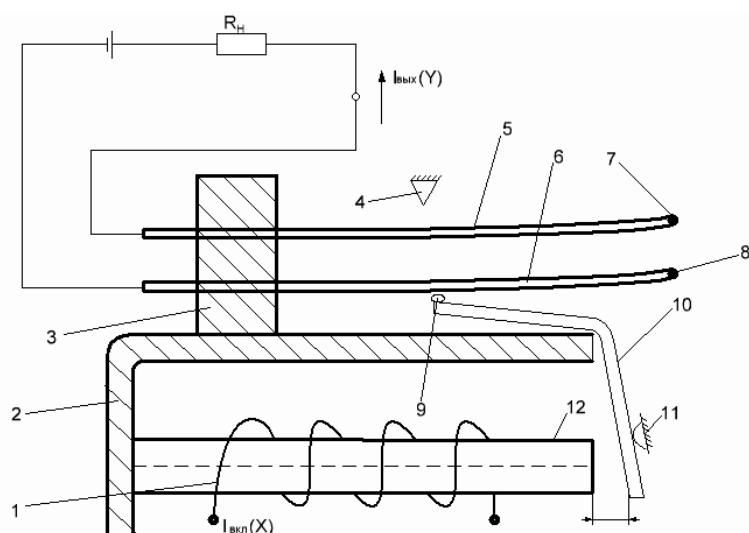
Реле бу- сакрашсимон чиқиш сигналини таъминловчи фаолият кўрсатувчи автомат аппарат бўлиб, асосан, катта қувватга эга бўлган қурилмаларнинг (масалан, электромагнит контакторларининг чўлғам занжирларини), сигнализация, алоқа ва бошқа бошқариш занжирларини коммутация қилиш, шунингдек сигналларни йиғиш ва тақсимлаш учун мўлжалланган.



2.1-расм. Электромеханик (а, б, в, д), статик электр (г), бир хилда мўтадиллаштирилган (а, б, г, д,), икки хил мўтадиллаштирилган (в) ва максимал (а, б, г), минимал ток реле қурилмаларнинг релесимон фаолият кўрсатувчи аппаратларини туташишга ишлайдиган ($A_{ит}''$ - ишга тушиш параметри; X_k - қайтиш (қайтариш) параметри; X_i - ишчи параметр;) ва узилишга ишлайдиган (K_{max} , K_{min} - мос ҳолда: чиқиш параметрининг максимал ва минимал қиймати) бошқариш тавсифлари

2.2-расмда чўлғам 7да киришдаги ток қиймати $I_{кир}$ нинг нолга бўлган ҳолатидаги энг оддий реле кўрсатилган. Кириш токи $I_{кир}$ орта бошлаган вақтда, унинг маълум бир қийматида, якорь 10 таянч 77дан узоқлашади ва ўзак 12 тортилади.

Якорь ҳаракати пайтида унинг юқори учи, итариш мосламаси 9 орқали ҳаракатланиб, текис контактли пружина 6 ни, контакт-детал 8 га, контакт -детал 7, пружина 5 билан контакт қилгунга қадар букиб, сўнг таянч 4 га қайтади. Бунинг натижасида ўткинчи жараён тугагандан сўнг, чиқиш қиймати Y ни ифодаловчи чиқиш занжирида ток $I_{\text{чик}}$ оқа бошлайди. Кириш токининг кейинги ортиб бориши, чиқиш токини деярли ўзгартрмайди. Кириш токи камайиб маълум бир даражага етганда, эгилган пружинанинг механик кучи, якорни ўзакка тортаётган электромагнит кучини енгади. Натижада, контакт қисмлари узилади ва чиқиш занжири озикланишдан маҳрум бўлади.



2.2-расм. Энг оддий электромагнит реле контактли тугун билан:

1 - чўлғам; 2 - яримо; 3 - изоляцион тасма; 4, 11 - таянчлар; 5, 6 - контакт пружиналари; 7, 8 - контакт деталлари; 9 - итариш мосламаси; 10 - якор; 12 - ўзак.

Ушбу электр аппаратининг кириш X ва чиқиш қийматлари Y остида бошқа параметрларни, масалан, чўлғамдаги кучланиш ва реле ҳимояси юклама резисторидаги кучланишни ҳам тушуниш мумкин.

Электромеханик реле саноатни автоматлаштириш, электр энергия тизимларини, радиоэлектроника ва бошқаларни ҳимоя қилиш учун мўлжалланган. Ишлаш тамойили ва тузилиш жиҳатига кўра жуда кўп релелар мавжуд бўлиб, турли хил соҳаларда қўлланилади.

Қўлланиш соҳаларига қараб, релеларни ишлаш қоидалари ва конструкциялари хилма хил қилиб ишлаб чиқарилган. Электромеханик релелар электр токи, кучланиши, қуввати, занжирни қаршилиги (актив, реактив, тўлиқ) ва хоказо каби электр параметрларини сезади.

Бажариш функцияга кўра, электромеханик реле мантиқий ва ўлчов релеларга бўлинади. Электромеханик мантиқий реле киришдаги таъсирнинг қиймати ўзгарганда ишга тушиш ва қайтиш (бошланғич ҳолатига қайтиши) учун мўлжалланган. Электромеханик мантиқий релени киришига таъсир қилувчи қиймат бу-берилган шартларда таъсир қилиш натижасида релени ҳаракатга келтирувчи электр қийматидир. Таъсир қилувчи катталикларининг стандарт бўйича тавсия этилган номинал қийматлари билан ишчи диапазон чегаралари мавжуд. Электромеханик мантиқий реле оралик, кўрсатгич ва вақт релеларига бўлинади. Оралик реле унга келган сигнални кўпайтириш ва кучайтиришга контактлар сонини кўпайтиришга; кўрсатгич реле - ишлашни кўрсатишга ва бошқа коммутация мосламаларининг дастлабки ҳолатига қайтишга, вақт релеси эса - вақт бўйича ҳаяллаш вақтини ушлаб туришга мўлжалланган.

Электромеханик ўлчаш релеси, маълум бир берилган қиймат, ёки катталикларни тавсифловчи қийматларда аниқлик билан ишга тушириш учун мўлжалланган. Электромеханик ўлчаш релесининг тавсифий катталиги -бу меъёрлаштирилган қиймат билан реленинг функционал белгисини аниқлайдиган электр катталикдир. Уни ҳосил қилиш учун электр ўлчаш релесини киришига бир, ёки бир нечта таъсир қилиш қийматлар керак бўлади.

Мантиқий ва ўлчаш реле ўртасидаги фарқни аниқлаш учун, бир хил кириш таъсири - электр кучланишига эга бўлган иккита релени таққосланади. Мантиқий реле, кириш таъсир қилиш қиймати амалдаги қийматни мантиқий нолдан мантиқий бирликка (ха - йўқ) дискрет ўзгаргандан сўнг, ишга тушиш ва қайтариш учун мўлжалланган. Ушбу мисолда бу қуйидагиларни англатади: реле киришига ҳеч қандай кучланиш узатилмаган ёки узатилган. Мантиқий реледан фарқли ўлароқ, ўлчаш релеси учун кучланиш доимий равишда узатилади, яъни кириш қиймати доимий равишда ўлчанади. Бундай реле учун кучланиш нафақат киришга берилаётган таъсир катталиги, балки тавсифий катталик ҳамдир.

Максимал электромеханик реле - бу тавсифий катталикнинг миқдори белгиланган қийматдан катта бўлганда ишга тушадиган ўлчовчи электромеханик реледир. **Минимал электромеханик реле** - бу тавсифий катталикнинг миқдори белгиланган қийматдан паст бўлганда ишлайдиган ўлчаш релеси. Тавсифий катталикнинг уставкаси - реле ишга тушиши учун керак бўлган тавсифловчи катталикнинг белгиланган миқдори саналади.

Ўлчов релелари қуйидаги турларга бўлинади: тавсифий катталик бўйича релега уставкаси киритиладиган уставка шкалали реле; шкаласиз, лекин релега киритиладиган уставкани ўзгартириш имкониятига эга бўлган релелар; тавсифий катталик маълум бир қиймати учун ўрнатилган созламали релелар.

Мантиқий реледан фарқли ўлароқ, ўлчаш релесини киришига (ёки киришларига), бир вақтнинг ўзида бир нечта кириш таъсирларини қийматлари берилиши мумкин. Масалан, кучланиш релеси киришларига ток ва кучланиш узатилади. Ушбу иккала қиймат ҳам битта тавсифий катталикни - қувватни ҳосил қилади, унинг уставкаси уставка шкаласи бўйича реле ичига киритилади. Бир киришли таъсир қилиш катталигига эга бўлган ўлчаш релеси учун тавсифий катталик охириги қийматга тўғри келади. Частота релесига эса, тавсифий катталик частота бўлиб, кириш катталиги кучланиш бўлганлиги учун истисно этилади. Электромеханик реле ишлаши учун ушбу реле функциясининг ишлашини тушуниш керак. Электр релеси қайтиши бу релени ишга тушишдан аввалги, яъни дастлабки ҳолатига ўтишидир.

Электромеханик релени ишга тушиш параметр $X_{ит}$ (X_k) (қайтарилиш)ининг қиймати кириш таъсири ёки тавсифий катталик билан белгиланади, бунда реле берилган шартларга мувофиқ равишда ишга тушади ёки қайтади (1-расмга қаранг).

Қайтиш параметрлари қийматининг ишга тушиш параметрлари қийматига нисбати **қайтарилиш коэффициентини деб номланади**. K_1 - Максимал реле учун $K_1 < 1$ (1-расм, а, б, г); минимал $K_2 > 1$ учун (1-расм, д). Қайтиш коэффициентининг қиймати бирга қанчалик яқин бўлса, шунча тор чегараларда релени кириш катталигини назорат қилади.

Мантиқий реле ишончли ишлаши учун, киришга таъсир этадиган миқдорнинг $X_{и}$ ишчи қиймати бироз захира билан танланади (1, а-расмларга қаранг). Киришнинг таъсир қиймати бўйича захира коэффициенти.

$$K_3 = X_w / X_{um} \quad (2.1)$$

Релеларни қайтариш усулига қараб (киришдаги таъсир кучига, ёки тавсифий катталиқнинг таъсири остида ўзининг ҳолатини ўзгартирганлигига), дастлабки ҳолатга (ушбу ҳаракат баргараф этилгандан кейин), бир хил мўътадиллашган (1-расм, а, б, д, е) ва икки хил мўътадиллашган (1-расм, с) турлари мавжуд. Битта мўътадиллашган релелар ўзини қайтаради ва икки мўътадиллашган реле қайтиши учун алоҳида таъсир кўрсатилиши керак. Икки хил мўътадиллашган электромеханик релеларда ҳолатни аниқлаш кўпинча магнит, ёки механик блокировкалардан фойдаланган ҳолда амалга оширилади.

Нормаллаштирилган вақтли (бир, ёки бир нечта вақтни ҳисоблашнинг аниқлиги билан нормаллаштирилган) ва нормаллаштирилмаган вақтли электромеханик релелар (иккаласи ҳам мантиқий, ҳам ўлчовли) мавжуд. **Ҳаяллаш вақтининг уставкаси деб**, ҳаяллаш вақтни белгиланган қийматидан ошганда, маълум бир шароитларда, нормаллаштирилган вақтда ишга тушадиган релелар вақтига айтилади.

Оралиқ ва кўрсатгич мантиқий релелар - бу нормаллаштирилмаган вақтли релелар бўлиб, вақт релеси эса нормаллаштирилган вақтли реледир. Вақт релесини қуйидаги турлари мавжуд: ҳаяллаш вақтини уставкаси шкаласи билан, ҳаяллаш вақтни созлаш билан, уставка шкаласиз, маълум бир ҳаяллаш вақтга созланган.

Шуни таъкидлаш жоиз-ки, электромеханик реле - бу бажарувчи контактларнинг ёпилишига, ёки очилишига олиб келадиган электр сигнали таъсирида ҳаракатланувчи қисмларнинг механик ҳаракатланишини таъминлайдиган элементлардир. Ўлчаш учун озгина қувват сарфлаб, релелар ёрдамида, катта ўлчовдаги ток ва кучланишни бошқариши мумкин. **Катта қувватларни коммутация қиладиган релелар контактлар деб аталади.** Бошқариш аппаратларида ўзгармас ёки ўзгарувчан ток билан ишлайдиган электромагнит релелар қўлланилади.

Ўзгармас электромагнит релелар нейтрал ва қутблиларга бўлинади. Нейтралли релелар учун, чўлғам орқали оқадиган ток йўналиши муҳим эмас. Қутбланишган релелар ишлаши кўп жиҳатдан чўлғамнинг оқими қутбларига боғлиқ.

Ишга тушиш ва контактларини қўйиб юбориш вақти релеларни муҳим параметрлари ҳисобланади, улар магнит оқимини ортиши ва камайиш тезлигига, механик тизимнинг ҳаракатчанлигига ва бошқа омилларга боғлиқдир. Контакт шиналаридаги бошқариш аппаратларида қўлланиладиган, кам аниқлиликка эга релелар учун қийматлар бирдан ўнлаб миллисекундларга қадар ўзгаради.

Магнит оқимнинг ортиши ёки камайиши тезлигини камайтириш орқали, релеларни ишга тушиш, ёки қайтиш вақтини секинлаштиришнинг сунъий усуллари мавжуд. Бундай ҳолларда реле ғалтагига сиғимни параллел, ёки индуктивликни кетма-кет улаш керак, ёки реле ғалтагига қисқа туташган ўрамлар киритилади.

Релеларни энг муҳим элементи бўлиб - контактлар ҳисобланади. Улар маълум бир қувватга эга бўлган электр занжирларини ишончли улашлари ва узишлари керак. Ундан ташқари, керак бўлганда, уларни ажратиб олиш ва алмаштиришни осонлаштиришлари даркор. Энг қийин вазиятларда индуктивлик билан ўзгармас ток занжирларини ўзгартирадиган контактлар мавжуд. Чунки юкларнинг магнит майдонида тўпланган энергиянинг катта қисми узилиш пайтидаги контактларга тушади. Ўзгарувчан ток занжирларини коммутациялашда контактларнинг ишлаш шартлари осонлашади. Контактлардаги ёй ток нолдан ўтиб кетганда ўчади.

Кам қувватли контактлар учун материаллар сифатида платина, кумуш ёки уларнинг қотишмаларидан фойдаланилади. Кучли контактлар вольфрам ёки металл керамикасидан қилинган.

Ҳар бир реледа бир, ёки бир нечта контакт гуруҳлари мавжуд. Улар "нормал очик", "нормал ёпиқ" ёки алмаштириладиган контактларга эга. "Нормал очик" ёки "нормал ёпиқ" атамалари реле ғалтагидаги кучланишсиз контактларнинг ҳолатини аниқлайди. Ўзгармас токда ишлайдиган электромагнит релелар орасида энг кенг тарқалганлари РКН, РКС-3 ва МКУ-48 релеларидир. Улардан биринчиси 1,5 дан 400 мА гача бўлган ишга тушиш токида турли комбинацияларда ишлайдиган 8 тагача контакт гуруҳига эга ва хизмат муддати 10 миллион маротабага ишга тушиш имконияти билан белгиланган. РКН релеси контактлари 0,2 А гача бўлган токда коммутациялаш учун мўлжалланган. РКС-3 релеси РКН релеси билан бир хил конструкциясига ва магнит тизимига эга,

аммо нормал очик контактларнинг бир жуфти индуктив юкламада 20 А гача токни узишга қодир.

МКУ-48 релесининг ишга тушиш диапазони 4,5 дан 210 мА гачадир. Ушбу реленинг контакт гуруҳларининг сони тўрттага етади. Ҳар бир контакт гуруҳи 5 А га қадар коммутациялаши мумкин. МКУ-48 релесининг хизмат муддати камида 1 миллион операцияни ташкил қилади.

Қутбланишган релелар, магнит ўзагида ва якорьдан ташқари, доимий магнитга эга. Бунинг натижасида якорьнинг ҳаракат йўналиши ғалтак орқали оқаётган токнинг қутбланишига боғлиқ. Реленинг якори контактлардан бирига тортиш учун жуда кичик мослаштирилган, ёки аксинча йўналтирилган магнит оқим етарли.

Шу сабабли қутбланишган реле сезгирлиги жуда юқори. Масалан, РП-4 ёки РП-5 типидagi энг кенг тарқалган қутбланишган реле учун, ишга тушиш токи атиги бир неча ўнлаб микроамперни ташкил этади.

РП-4 релеси икки позициялидир, яъни реле якори контактлардан бирига албатта тортилган бўлиши керак, ва ҳар қандай вақт давомида, бу ҳолатда узок муддат тура олади. Реле, аввалги буйруқнинг қутбланишини эслаб қолади.

РП-5 релеси қарши таъсир қилувчи пружинага эга ва шунинг учун уч позициялидир. Буйруқдан кейин реле якори нейтрал ҳолатига қайтади. РП-4 ва РП-5 типидagi иккала реле 24 В кучланишда 0,2 А узилиш токига мўлжалланган контактларга эга. Ушбу релени хизмат муддати камида 10 млн. операцияни ташкил этади.

Ўзгарувчан токда ишлайдиган электромагнит релелар ўзгармас токда ишлайдиган нейтрал электромагнит релелардан магнит ўзаги тузилиши билан фарқ қилади. Магнит оқим икки маротаба нолга тушганда, реле титрамаслигининг олдини олиш учун, асосийга нисбатан маълум бир фазали бурчак билан силжиган қўшимча магнит оқим сунъий равишда ҳосил қилинади. Одатда бунинг учун ўзак қутбининг бир қисмига қисқа туташган ўрам қўйилади. Асосий оқим таъсири остида э.ю.к., бу қўшимча магнит оқимни пайдо қилувчи токни келтириб чиқаради. Якорни магнит занжирга тортиш кучи магнит оқимнинг квадратига мутаносиб бўлганлиги сабабли, фаза бўйича силжиган қўшимча оқимнинг мавжудлиги якорьнинг тортишиш кучини ҳар доим нолдан каттароқ бўлиши имониятини яратади.

Бунга қўшимча равишда, ўзгарувчан токда ишлайдиган релеларни магнит оқимларини йўқотишларни ва гистерезни камайтириш учун одатда трансформатор пўлатининг тахтакачланган варақларидан йиғилади.

Ўзгарувчан токда ишлайдиган релелар, ҳар қандай релелар каби, якорни тортилган ҳолатда ушлаб туриш учун талаб қилинадиган ишга тушиш токидан сезиларли даражада юқори токни талаб қилади. Ушбу талаб одатда бажарилади. Чунки ўзгарувчан токда, якорь ва ўзак ўртасида катта тирқиш мавжуд бўлганлиги учун, ғалтакнинг тўла қаршилиги уни тирқиш кенглиги билан белгиланади. Бу ҳолат берилган кучланиш учун бошланғич ишчи токининг максимал қийматига тўғри келади. Тирқиш кенглиги камайиши билан индуктив, ва шунга мос равишда, ғалтакнинг тўлиқ қаршилиги ортиб боради; якорь тортилган ҳолатида энг катта қийматга эга бўлади. Шунга кўра, бу ҳолда ишчи ток минимал қийматни ташкил этади.

Контактли машиналарининг жиҳозларида МКУ-48 ва ЕП-41/Б намунасидаги ўзгарувчан ток релелари ишлатилади. МКУ-48 релеси 12 дан 380 В гача бўлган кучланиш учун ишлаб чиқарилади. Ушбу реленинг контакт имкониятлари МКУ-48 ДС реле билан бир хилдир.

ЕП-41/Б реле иккита модификацияга эга: унда очик ва ёпиқ контактларнинг учта ва олтига гуруҳлари мавжуд ва уларнинг ўзаро турлича комбинациялари мавжуд. Ушбу реле ғалтаклари ўзгарувчан токда 24 дан 500 В гача бўлган кучланиш учун ишлаб чиқарилади. Контакт тизими 20 А гача бўлган токни ўзгартиришга имкон беради. Текшириш схемаларида бу реле ҳам ижрочи, ҳам оралик релеси сифатида ишлатилади.

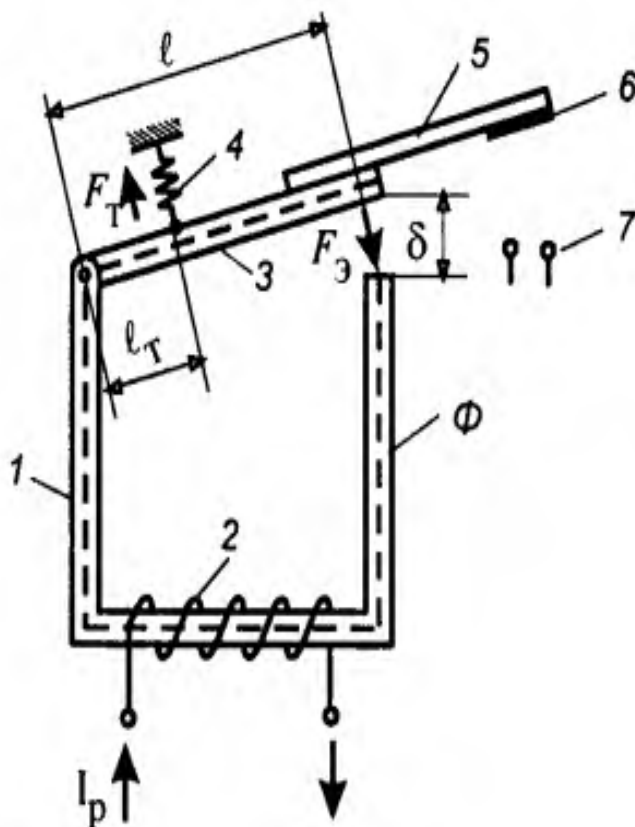
Бошқарув аппаратларида, айниқса паст частотали машиналарда, максимал ҳимоя қилиш воситаси бўлган ток релелар ишлатилади. Улар электромагнит реле бўлиб, бир, ёки бир нечта чўлғамлидир. Ушбу реле пайвандлаш трансформаторининг бирламчи сақлагичи билан кетма-кет уланади. Бундай реленинг магнит юрутувчи кучини ишга тушиш қиймати қарама-қарши таъсир этувчи пружина кучига боғлиқ бўлиб, унинг тортилиши токнинг маълум бир белгиланган қийматга тўғри келади. Агар бирон бир сабабга кўра, пайвандлаш трансформаторининг

бирламчи ўрамидаги ток белгиланган қийматдан ошиб кетган бўлса, максимал реле фаоллашади ва унинг контаклари билан машинани ўчириш буйруғи берилади.

Бошқариш асбобларида электромагнит реле билан бир қаторда, ҳаяллаш вақти 5 дақиқани ташкил этган иссиқлик релеси ишлатади. Ушбу реленинг асосий элементи биметаллик пластинка яқинида жойлашган электр спиралдир. Спирал иссиқлиги таъсири остида, биметалл пластинка эгилиб, микроўлчамли қайта улагичнинг тугмачасини босади. Бу ҳолда талаб қилинадиган ҳаяллаш вақти спирални қизиш тезлигига ва пластинканинг эгилиш катталигига боғлиқ.

2.1.2. Бир электр катталиқка таъсирчан бўлган электромеханик релелар

Релеларни кўп сонли киришига фақат битта электр катталиқ - ток, ёки кучланиш берилади. Бу катталиқ, маълум бир эталон масалан, пружинанинг механик momenti, ёки мўътадиллаштирилган кучланиш билан солиштирилади. Бунинг учун, киритилаётган электр катталиқ эталонга катталигига ўхшаш физик параметрга ўзгартирилиши керак: ушбу ҳолатда механик моментга ёки, ўзгармас ток кучланишига.



2.3 - расм. Электромагнит релени ишлаш қоидасини тушунтирувчи схема

Битта электр катталиқ киритиладиган релелар орасида энг кўп тарқалгани - электр магнит релелардир (ток, кучланиш, оралиқ, вақт релелари) 2.3-расм. Улар магнит ўзаги 1 орасида узилиш мавжуд. Унда ўрамлар сони ω_p бўлган чўлғам 2 ва ҳаракатчан пўлат якорь 3 мавжуд бўлиб, акс таъсир этувчи пружина 4 ни энг четги ҳолатда ушлаб туради.

Якорда изоляцион колодка 5 мавжуд. Унда ҳаракатчан контактлар 6 ўрнатилган, улар ҳаракатсиз контактлар 7 билан якорь силжиганда уланади. Ток I_p реленинг чўлғамида $I_p \cdot \omega_p$ магнитловчи кучни ҳосил қилади, унинг таъсирида ўзакда магнит оқим пайдо бўлади. Ушбу магнит оқим якорь билан магнит ўзак орасидаги тирқишда электр магнит куч F_0 ҳосил қилади, у эса якорни магнит ўзакка тортади.

Тирқишдаги электромагнит майдон учун электр магнит кучи Максвелл формуласидан аниқланади, Н:

$$F_0 = B^2 S / (2\mu_0), \quad (2.2)$$

бу ерда B - тирқишдаги магнит индукция, Тл; S - қутблар кўнгаланг кесими кесими, м²; μ_0 - ҳаво тирқишининг мангит сингдирувчанлиги, Гн/м.

Мангит оқим $\Phi = BS$ инобанга олиб, (2.2) ифодани ўрнига қуйидагини оламыз:

$$F_0 = (1/2\mu_0 S) \Phi^2 = k \Phi^2, \quad (2.3)$$

бу ерда k -ўзгармас қиймат. Магнит оқим ва ток I_p қуйидагича ўзаро боғланган: $\Phi = I_p \omega_p / R_M$, бу ерда R_M - занжирнинг магнит қаршилиги бўлиб, бу қийматда магнит оқим туташади.

Ушбу тенгламани (2.3) га қуйиб, қуйидагига эга бўламыз:

$$F_0 = \left(\frac{k \omega_p^2}{R_M^2} \right) I_p^2 = k I_p^2 \quad (2.4)$$

Якорнинг ҳолати ўзгарганда тирқиш δ ўзгаради, бунинг натижасида магнит қаршилиги R_m ҳам. Шунинг учун якорьни тортилиши жараёнида электр магнит куч F_δ катталашади. Ҳаракатланувчи якорга электромагнит кучдан таъсир қилувчи айланиш моменти:

$$M_\delta = F_\delta l \quad (2.5)$$

бу ерда l - F_δ куч елкаси.

2.1.3. Электромагнит релелар турлари

Электромагнит тамойилда асосан уч турдаги релелар тайёрланади: тортилувчи якорли, бурилувчи якорли ва кўндаланг ҳаракатланувчи якорли.

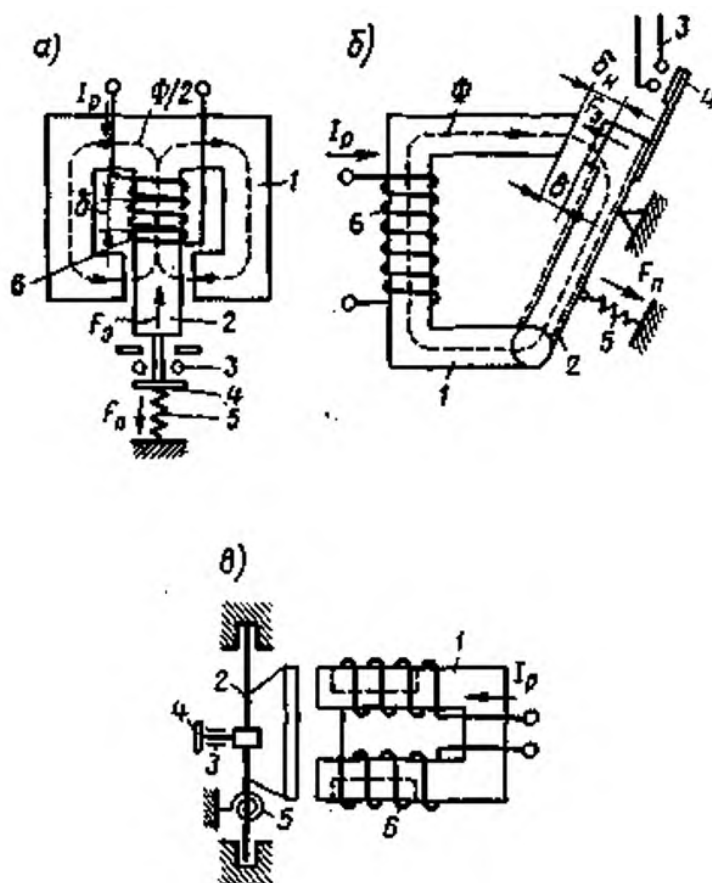
Ҳамма турдаги электромагнит релелар (2.4-расм) магнит ўзак 1, чўлғам 6, ҳаракатланувчи якор 2, ҳаракатланувчи контакт 4, ҳаракатланмайдиган контакт 3, қаршилик кўрсатувчи пружина 5 дан иборат.

Чўлғамдан ўтаётган I_p ток магнитловчи куч $I_p \cdot \omega_p$ ни ҳосил қилади, унинг таъсири остида ҳосил бўлувчи Φ магнит оқими электромагнит ўзаги 1, ҳаволи оралиқ ва ҳаракатланувчи якор 2 орқали ўтади. Якор магнитланади ва электромагнит кутбига тортилади. Якорь билан биргаликда ҳаракатланувчи контакт 4 силжиб, ҳаракатланмайдиган контактлар 3 ни улайди. Якорнинг бошланғич ҳолати таянч билан чегараланади.

Якорни тортувчи электромагнит куч ҳаволи оралиқдаги магнит оқими Φ нинг квадратига пропорционал, $F = k\Phi^2$. Магнит оқим

$$\Phi = I_p W_p / R_m, \quad (2.6)$$

бу ерда I_p - чўлғамдан ўтаётган ток, ω_p - ўрамлар сони, R_m - магнит қаршилик.



2.4-расм. Электромагнит релелар

Электромагнит кучи $F_3 = kw^2 I^2 / R^2$, токнинг квадратига пропорционал, яъни токнинг йўналиши (ишораси)га боғлиқ эмас. Шу сабабли электромагнит тамойил ҳам ўзгармас, ҳам ўзгарувчан ток релеларини тайёрлаш учун яроқли. Электромагнит тамойилда ишлайдиган ток, кучланиш, оралик, сигнал ва вақт релелари тайёрланади.

Электромагнит куч F_3 айлантирувчи момент M_3 ни ҳосил қилади

$$M_3 = F_3 \cdot L_p, \quad (2.7)$$

бу ерда L_p - F_3 кучнинг елкаси.

Реле ишлаши учун электромагнит куч пружинанинг қаршилиқ кучи F_n , масса ва ишқаланиш кучи F_u лардан катта бўлиши керак, яъни

$$F_3 = F_{3.p.u.} = F_n + F_u \text{ ёки } M_3 = M_{3.p.u.} = M_n + M_u$$

Реле ишлайдиган энг кичкина **тока релени ишга тушиши токи деб аталади** ва у $I_{pи}$ билан белгиланади.

Реле ишга тушиш токини ўзгартириш учун реле чўлғамидаги ўрамлар сони w_p ни, пружинанинг қаршилик кучи F_n ни ёки магнит қаршилик R_m ни ўзгартириш учун ҳаволи ораликнинг ўлчами ўзгартирилади. Реленинг ишлаш токи амалиётда пружинани сошлаш йўли билан силлиқ ва ўрамлар сонини ўзгартириш йўли билан поғонали ўзгартирилади. Реле ишлангандан кейин дастлабки ҳолатига қайтадиган чўлғамдаги энг катта токка **реленинг қайтиш токи дейилади ва $I_{рк}$ билан** белгиланади .

Реленинг **қайтиш коэффиценти деб** қайтиш токининг ишлаш токига нисбатига айтилади ва $K_к$ билан белгиланади.

$$K_к = \frac{I_{рк}}{I_{ри}} \quad (2.8)$$

Релелар максимал ёки минимал бўлиши мумкин. Ток ортганда ишлайдиган реле **максимал реле ва ток камайганда ишлайдиган реле минимал реле деб** аталади. Минимал реленинг якори нормал ҳолатда тортилган бўлади.

Минимал реленинг **ишлаш токи деб якор қайтадиган энг катта токка, қайтиш токи деб эса якор тортиладиган энг кичкина токка** айтилади. Максимал реленинг қайтиш коэффиценти $K_к < 1$, минимал реленинг қайтиш коэффиценти эса $K_к > 1$ бўлади.

2.1.4. Индукцион релелар

Индукцион тамойилда асосан икки турдаги реле тайёрланади, айланувчи диски ва айланувчи цилиндрсимон роторли. Биринчи турдаги индукцион релеларга ҳаяллаш вақти токка боғлиқ бўлган максимал ток релеси, иккинчи турдаги индукцион релеларга эса йўналтирилган кувват релеси ва қаршилик релелари киради.

Индукцион реле, асосан, чўлғамларга эга бўлган ҳаракатланмайдиган магнит ўтказгичлар ва токни яхши ўтказувчи материалдан тайёрланган диск ёки цилиндр кўринишидаги ҳаракатланувчи қисм ва у билан механик боғланган контактлардан иборат. Чўлғамлардан ўзгарувчан ток ўтганда, магнит ўтказгичларда ўзгарувчан магнит оқимлари ҳосил бўлади ва улар таъсирида ҳаракатланувчи диск ёки цилиндрда тоқлар индукцияланади.

Индукцияланган тоқлар ва магнит оқимларнинг ўзаро таъсири натижасида айлантурувчи момент ҳосил бўлади ва диск айланиши ёки цилиндр маълум бурчакка бурилиши мумкин. Индукцион реле фақат ўзгарувчан тоқда ишлаш мумкин.

Айлантирувчи моментни ҳосил қилиш учун индукцион реледа бир биридан фазалари билан фарқ қилувчи камида иккита магнит оқим мавжуд бўлиши зарур. Айланувчи дискка эга бўлган РТ- 80 ёки РТ- 90 турдаги индукцион релеларда магнит оқимлардан бири чўлғамдан ўтаётган тоқ таъсирида, иккинчиси эса, магнит ўтказгичнинг бир қисмига жойлаштирилган қисқа туташтирилган чўлғам ёрдамида ҳосил қилинади.

Ҳаракатланувчи цилиндрсимон якорга эга бўлган РБМ турдаги йўналтирилган қувват релеларида, алоҳида тоққа ва алоҳида кучланишга уланувчи чўлғамлар бўлиб, улар ёрдамида бир-биридан фазалари билан фарқланувчи иккита магнит оқим ҳосил қилинади.

Қуйидаги расмларда ҳозирги пайтдаги саноат ишлаб чиқаришида бўлган ва ҳимоя мақсадида қўлланилаётган тоқ ва кучланиш релеларини кўринишлари келтирилган.



а)



б)



в)



г)



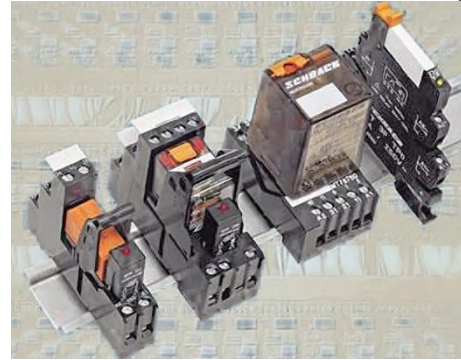
д)



е)



ё)



2.5-Расм. Амалда қўлланилаётган ток релеларининг турларидан намуналар: а-РТ-80, б-РТ-40, в-АР-50А, г-ЗУБР-132, д-приоритет ток релеси, е-ток трансформатори билан қўшилган бир фазали токни назорат қилиувчи реле модули, ё-ДЗТ-21 ва ДЗТ-23 намунадаги дифференциал ток релеси.



а)



б)



в)



г)



д)



е)



ё)



ж)



з)

2.6-Расм.Кучланиш релелари: а,б,в,г,д, -релелар конструкцияларининг кўринишлари, ё-вилка-розетка кўринишидаги реле (V-protector 16AN, РН-101М), ж-узайиш имкониятли ва стационар бир фазали (з) кучланиш релеси.

2.2. Ўлчаш ўзгарткичлари

2.2.1. Ток ва кучланиш трансформаторлари

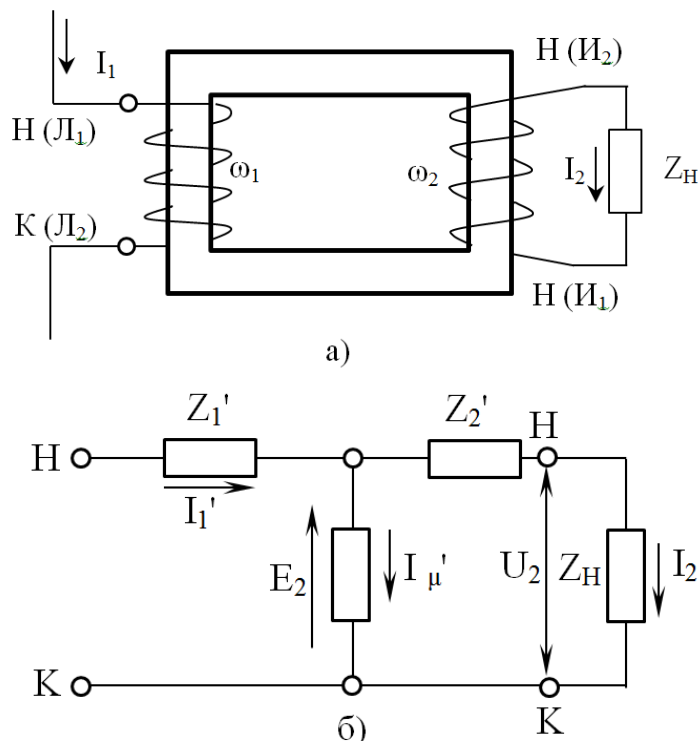
Реле ҳимояси қурилмалари ўлчовчи, мантиқий ва ижро этувчи қисмлардан иборат. Юқори кучланишли электр тармоқларида реле ҳимоясининг ўлчовчи қисмига ток ва кучланиш, ўлчаш трансформаторлари жумладан, ток ва кучланиш трансформаторлари ёрдамида келтирилади.

Ўлчаш трансформаторларининг вазифалари қўйидагилар: реле ҳимоясининг ўлчовчи қисмини ва ўлчаш приборларини юқори кучланишли бирламчи занжирдан гольваник ажратиш; номинал бирламчи кучланиш ва токнинг қийматидан қатъий назар, стандарт иккиламчи кучланиш ва ток ҳосил қилиш. Амалиёт натижалари ва уларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, реле ҳимояси қурилмаларини таъминловчи ток трансформаторларининг хатолиги, уларнинг бирламчи чўлғамидан ўтиш эҳтимоли бўлган максимал қисқа туташув тоқлари ўтган вақтда ҳам, ток бўйича 10% дан ва бурчак бўйича 7° дан катта бўлмаслиги керак. Ток трансформаторлари 0,5;1;3;10 ва Р аниқлик синфларида тайёрланади.

Аниқлик синфлари реле ҳимоясини таъминловчи ток трансформаторларини танлаш учун асос бўлиб хизмат қила олмайди. Чунки, улар кўрсатилган аниқлик синфини бирламчи ток ва юклама номиналгача бўлганида таъминлайди. Махсус реле ҳимояси учун Р аниқлик синфдаги ток трансформаторлари тайёрланади. Ҳимояланаётган объектнинг юклама токи, кучланиши ва реле ҳимоясининг турига асосан, ток трансформаторлари танланади. Катта бирламчи тоқларда аниқ ишлаши талаб қилинадиган ҳимоялар масалан, дифференциал ҳимоя учун Р аниқлик синфдаги ток трансформаторлари ва нисбатан кичик бирламчи тоқларда аниқ ишлаши талаб қилинадиган ҳимоялар учун 1,3 ва 10 аниқлик синфига эга бўлган ток трансформаторлари танланади.

2.2.2. Ток трансформаторларининг тушлаш шароитлари ва уланиш схемалари

Ток трансформаторларининг ишлаш шарт-шароитлари.
Ток трансформаторларининг ишлаш қоидасини кўрсатувчи схемаси ҳамда унинг алмаштириш схемаси 2.7-расмда кўрсатилган.



2.7-расм. а) ток трансформаторларининг тамойиллиал схемаси;
б) ток трансформаторларининг алмаштириш схемаси

Чўлғамларини сони ω_1 бўлган бирламчи ғалтак назорат қилинаётган I_1 ток занжирига кетма-кет уланган. Чўлғамларнинг сони ω_2 бўлган иккиламчи ғалтакка эса, юклама қаршилиги Z_H уланган. Юклама қаршилиги релени кетма-кет уланган ғалтаги қаршилиги, ўлчаш асбоблари ва ўлчаш симларини қаршиликларини йиғиндисидан иборат.

Тўла ток қонуниятига биноан

$$I_1 \omega_1 - I_2 \omega_2 = I_\mu \omega_1 = F_\mu \quad (2.9)$$

Бу ердан I_μ -магнитлаш токи; F_μ - электромагнит юритувчи куч

Тўла ток тенгламасини ўнг томонидаги ва чап томонидаги ташкил этувчиларини ω_2 га бўлиб

$$I_1 \omega_1 / \omega_2 - I_2 \omega_2 / \omega_2 = I_\mu \omega_1 / \omega_2 \quad (2.10)$$

Ўки,

$$I_1 \omega_1 / \omega_2 - I_2 = I_\mu \omega_1 / \omega_2 \quad (2.11)$$

эга бўламиз.

Қуйидаги белгиларни киритамиз:

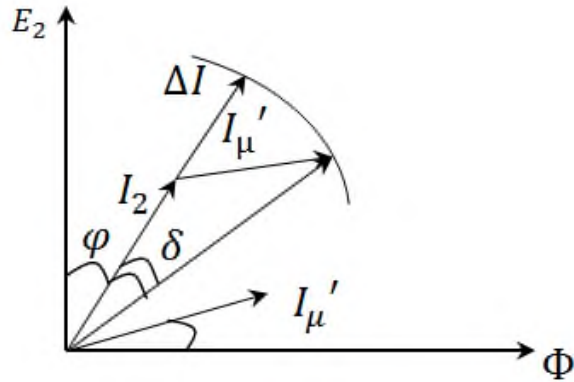
$$I_1 \omega_1 / \omega_2 = I_1'; \quad I_\mu \omega_1 / \omega_2 = I_\mu'$$

Белгилашларни ҳисобга олган ҳолда ток формуласини қуйидагича ёзилиши мумкин:

$$I_1' = I_2 + I_\mu' \quad (2.12)$$

Ушбу тенгламага 2.7б-расмда келтирилган алмаштириш схемаси мос келади. Биринчи ғалтакнинг қаршилиги Z_1' ва магнитлаш шахобчасининг қаршилиги Z_μ' иккинчи ғалтакка келтирилган.

Алмаштириш схемасига асосан вектор диаграммасини курамиз (2.8-расм).



2.8-расм. Алмаштириш схемасининг вектор диаграммаси

Магнитлаш токи I_{μ}' магнит оқим Φ ни пайдо қилади. Магнит оқимининг вектори ток векторидан γ бурчакка кечикади. Бунинг сабаби пўлат ўзакда мавжуд бўлган йўқотишлар билан тушунтирилади. Магнит оқими эса э.ю.к E_2 ни ҳосил қилади. I_2 ток E_2 дан φ бурчакка ортда қолиб, қаршилиқни актив Z_2 ва реактив Z_H ташкил этувчиларнинг муносабатлари орқали аниқланади.

Диаграммадан кўришиб турибдики, иккинчи ғалатакдаги ток, келтирилган биринчи ғалтакдаги токдан, ток ҳатолигини қиймати бўлган ΔI ни абсолют қийматига фарқ қилади.

$$\Delta I = I_1' - I_2 \quad (2.13)$$

I_2 ток эса I_1' токдан δ бурчакка кичикдир. Бу кечикиш хатолик бурчаги деб аталади.

Трансформаторни ток бўйича нисбий хатолиги фоизларда куйидагидан аниқланади

$$f_i = (\Delta I / I_1') \cdot 100 = (I_1 - I_2 / K_T) \cdot 100 / I_1' \quad (2.14)$$

Бу ерда $K_T = \omega_2 / \omega_1$ - трансформаторни чўлғамлар бўйича трансформация қилиш коэффициентини.

Ток трансформаторининг тўла хатолиги

$$\varepsilon = (I_{\mu} / I_1) = 100\% \quad (2.15)$$

дан аниқланади.

Магнитлаш токи бўлмаган трансформатор идеал трансформатор саналади бунда $I_{\mu} = 0$.

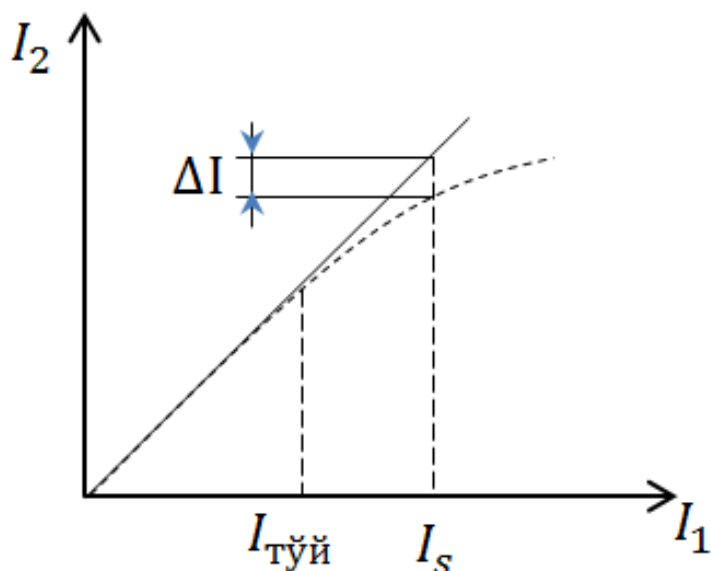
Ушбу шартни бажаришда

$$I_2 = I_1 / K_T \quad (2.16)$$

ўринлидир.

Алмаштириш схемасини таҳлилини кўрсатишича, юклама қаршилиги Z_H қанча кичик бўлса I_2 қиймати токнинг шунчалик катта бўлади ва шунчалик I_H кичик бўлади. Шунинг учун ТТ ишлаши учун энг қулай бўлган режим бўлиб юклама занжирини минимал қаршилиқ режими саналади, яъни қисқа туташув режими. Ҳамда, аксинча, юклама занжирининг қаршилигини ортиши магнитлаш токи I_μ ни ортишига олиб келади ва ТТ нинг хатолиги ε кескин катталашади. Магнитлаш занжири узилган пайтда $I_\mu = I_1$ бўлади. Хатолик $\varepsilon = (I_\mu / I_1) \cdot 100\% = 100\%$. Очiq бўлган иккинчи ғалатакда бир неча минг вольтга борувчи кучланиш пайдо бўлиб, ўлчаш занжири жиҳозлари ва одамлар учун ўта хавфлидир.

Бирламчи токни, унга пропорционал бўлган иккиламчи токга ўзгартириш аниқлиги юклама қаршилигигагина боғлиқ бўлмай, бирламчи токнинг қийматига ҳам боғлиқдир. Ток I_1 ни тўйиниш токи $I_{\text{тўй}}$ гача ортиб боришида трансформатор ўзагида тўйиниш юзага келади. Бу ҳол I_1 ва I_2 қийматлари ўртасидаги пропорционалликни бузилишига олиб келади (2.9-расм).



2.9-расм. Токлар диаграммаси

ΔI катталиқ, биринчи чўлғамдаги I_S бўлганидаги ўлчашларнинг, ток бўйича хатолигини аниқлайди.

Ток бўйича хатолик ҳимоя қилинаётган объектни иш режими бўйича етарли маълумотга эга бўла олинмаётганидан далолат беради. Бу ҳол ҳимояни, кераксиз ҳолда ҳам ишга тушиб кетишига, ёки ишлаши муҳим бўлган вазиятда эса ишламай қолишига олиб келади. Ҳимоя яхши ишлаши учун ток бўйича хатолик 10% дан, бурчак бўйича хатолик 7% дан ортмаслиги керак. Бу шарт, хатоликлар қиймати 10% дан ортиб кетмаса, бажарилади.

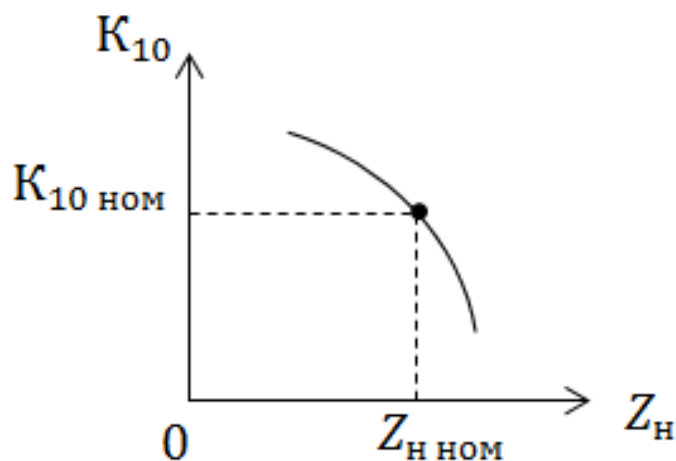
Бирламчи токнинг оралик катталигини баҳолаш учун, токнинг оралик қаршилигига K_{10} тушунчасидан фойдаланилади.

$$K_{10} = I_{1\max}/I_{1\text{ном}} \quad (2.17)$$

Бу ерда $I_{1\max}$ - максимал қиймати берилган Z_H юкламада ток трансформаторининг тўла хатолиги 10% дан ошмаган ҳолатидаги бирламчи ғалтакдаги токнинг максимал қиймати ($\epsilon \leq 10\%$)

K_{10} катталиқ билан бир қаторда, токнинг оралик номинал карралиги $K_{10\text{ном}}$ тушунчаси ҳам ишлатилади. Бу, номинал юклама Z_H даги, оралик $\cos \varphi = 0.8$ га тенг бўлганидаги карралигидир.

Номинал токнинг оралик карралиги $K_{10\text{ном}}$ ни юклама қаршилиги Z_H га боғлиқлиги графиги 2.10-расмда намунавий схемада кўрсатилган.



2.10-расм. $K_{10} = f(Z_H)$ боғлиқликни намунавий графиги

Ток трансформаторларини ишлаб чиқарувчи заводлар паспорт маълумотларида $Z_{H\text{ном}}$ ва $K_{10\text{ном}}$ қийматларини ҳамда $K_{10} = f(Z_H)$ ни графикларини келтириб қўйишади.

Ток трансформаторларига 3 та асосий талаб қўйилади.

1. Ҳимоя қилинмайдиган зонада, ҚТ бўлганида ҳимоя ортиқча ишламаслиги учун, трансформаторларнинг тўла хатолиги ε нинг қиймати 10% фоиздан ортмаслиги шарт;

2. Ҳимоя қилинаётган зона бошига ўрнатилган ҳимоя, қисқа туташув юз берганида ишламай қолмаслиги учун, ток трансформаторларининг ток бўйича хатолиги реле учун контактларни кучли титраши ва бурчак хатолиги катталиклари шартлари бўйича рухсат этилган катталикдан ортмаслиги керак;

3. Ҳимояланган зонада ҚТ бўлганда, ток трансформаторларининг иккиламчи ғалтагидаги чиқиш кучланиш, зона изоляциясини мустаҳкамлиги шартлари бўйича реле ҳимояси қурилмалари учун, рухсат этилган қийматидан ошиб кетмаслиги зарур.

Ток трансформаторларини 10% хатолик шартига текшириш учун, $I_{1\max}$ катталикни ҳимояланаётган зона охирида ҚТ юз бергандаги хол учун, ҳисоб - китоб қилиш керак бўлади. Шу билан бир қаторда, трансформаторнинг иккинчи занжиридаги Z_H қаршилиқни ҳам аниқлаш зарур. Уланиш схемасига ва ҚТ ларнинг турига (бир фазали, икки фазали, уч фазали) боғлиқ ҳолда Z_H нинг катталиги маълумотнома адабиётларда берилган жадваллардан аниқланади.

2.11-расмда кўрсатилган бир фазали ҚТ да, трансформаторларнинг иккиламчи занжирдаги юклама қаршилиги катталиги қуйидаги формуладан аниқланади.

$$Z_H = r_{\text{сим}} + z_{\text{рф}} + z_{\text{ро}} + r_{\text{ўтк}} \quad (2.18)$$

Бу ерда $r_{\text{сим}}$ - бирлаштириб уловчи сим ўтказгичларининг қаршиликлари, $z_{\text{рф}}$ - кўрилаётган фазадаги барча релеларни қаршиликлари, $z_{\text{ро}}$ - нол симдаги релени қаршилиги, $r_{\text{ўтк}}$ - контакторларидаги ўтиш қаршилиги (0,10м).

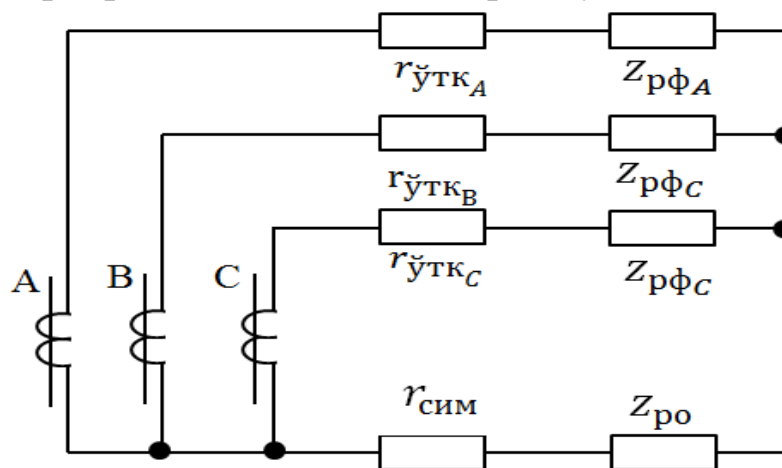
Релени қаршилиги

$$z_p = S/I^2 \quad (2.19)$$

формуладан аниқланади. Бу ерда S - реле томонидан истеъмол қилинаётган қувват, I - берилган қувватдаги токни катталиги.

Z_H қаршилигини, энг юкланган фаза учун ҳам ва ушбу қаршилиқ максимал қийматига эришадиган кўринишидаги қисқа туташув учун ҳам, ҳисобланади.

Токнинг оралиқ карралигига K_{10} катталиги ҳам ҳисоб - китоб қилинади. Z_H ва K_{10} ни аниқланган катталиклари паспорт маълумотлари келтирилган қийматлар билан солиштирилиб кўрилади. Агар $Z_H \leq Z_{H\text{ном}}$ ва $K_{10} \leq K_{10\text{ном}}$ шарт бажарилса, у ҳолда ток трансформаторларининг хатолиги 10 % дан ортиқ эмаслигини билдиради. Агар бу шарт бажарилмаса Z_H қийматини камайтириш зарур, ёки $I_{10\text{ном}}$ қиймати бошқача бўлган ток трансформаторларини танлаб олиш керак бўлади



2.11 - расм. Ток трансформаторини иккинчи занжиридаги юкларни уланиш схемаси.

Ҳимоя ўрнатилган жойда ҚТ юз берганида, ток трансформаторларининг бирламчи занжиридан тўйиниш токи $I_{тўй}$ дан анча катта бўлган ток оқиши мумкин (1.9- расмга қаранг). $I_{тўй}$ - токида магнит ўзакда тўйиниш жараёни ўрин тутлади. Агар биринчи ғалтакдаги токнинг I_S дан катта бўлса, у ҳолда ток хатолиги 10% дан катта бўлади. Бунда релелар ишга тушмаслиги мумкин. Агар ток бўйича хатолик 50% дан ортиб кетса, электромагнит релелар контактларида титрашлар, зириллашлар юзага келади. Максимал ток ҳимояси учун ва РТ – 40 релели ток отсечкаси учун, ярим ўтказгичли релелар ҳамда индукцион релели масофавий ҳимояларда, ток бўйича максимал хатолик 50% дан ортмаслиги шарт. Интеграл микросхемаларда ташкил топган РСТ11 типидagi релеларда ток бўйича хатолик 80÷90 % гача бўлганида ҳам ишлаши мумкин.

Ҳимоя қилинаётган зонада ҚТ бўлганида, ток трансформаторларининг хатолигини қуйидагича аниқланади. Уланиш схемасига боғлиқ равишда ва ҚТ ни кўринишига қараб юклама Z_H ҳисобланади. $K_{10} = f(Z_H)$ графигидан токнинг оралиқ карралиги K_{10} аниқланади.

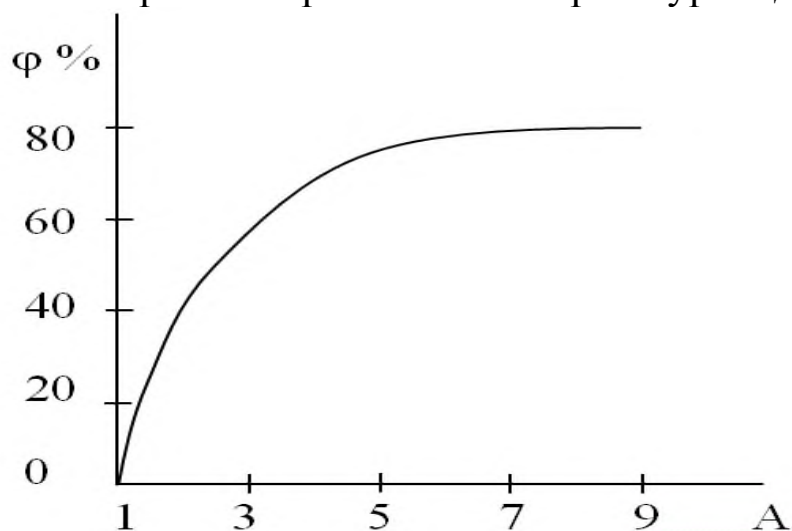
Берилган кўринишидаги ҚТ даги токни катталашига $I_{1\max}$ ҳисобланди ва унга мос келувчи токни қарралигини қиймати аниқланади.

$$K_{\max} = I_{1\max}/I_{1\text{ном}} \quad (2.20)$$

Қўлланилаётган реленинг типидан келиб чиққан ҳолда, ток бўйича хатоликни рухсат этилган максимал қиймати 1% берилади. Маълумотнома адабиётларидан берилган намунадаги реле учун коэффициент A нинг (2.12-расмга қаранг) қиймати топилади ва

$$A \cdot K_{10} \leq K_{\max}$$

тенгсизлик шарти бажарилиши текшириб кўрилади.



2.12-расм. Ток бўйича хатоликни коэффициентни A га боғлиқлиги графиги.

Агар ушбу шарт бажарилса, кўрилаётган ҳолатда ток трансформаторларининг ток бўйича хатолиги, рухсат этилган оралик қийматидан ортиб кетмайди. Агар, бордию бажарилмаса, ёки Z_H катталиқ қийматини камайтириш, ёки бошқа $I_{1\text{ном}}$ га қийматга эга бўлган ток трансформаторларини танлаш, ёки бошқа намунадаги ток трансформаторларини танлаш керак бўлади.

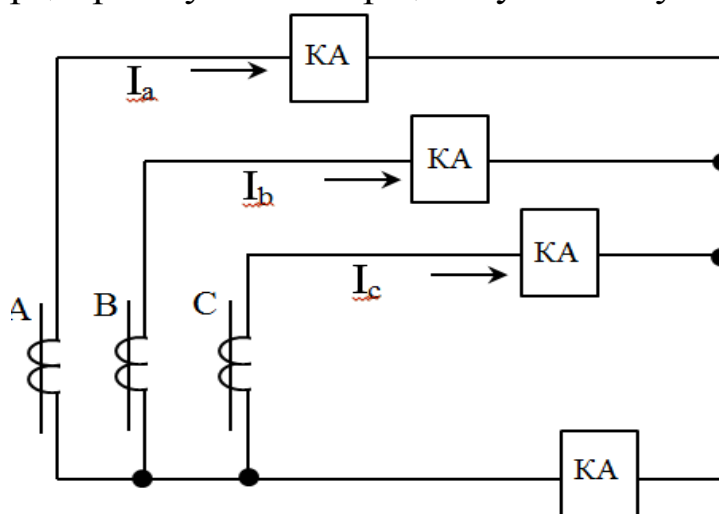
Яна битта қўшимча текширувни ўтказиш керак. Бу текширув, ҳимоя ўрнатилган жойда ҚТ юз берганда, бирламчи ток $I_{1\max}$ га тенг бўлганида пайдо бўладиган иккинчи занжирда максимал кучланиш қиймати катталиги бўйича бажарилади:

$$U_{2m} = k_{\text{зарб}} \sqrt{2} I_{1\max} Z_H / K_T \quad (2.21)$$

Бу ерда: $k_{зарб}$ - қисқа туташув токининг зарбий коэффиценти; $U_{2m} \leq U_{син}$ шарт бажарилиши зарур. $U_{син} = 1000 В$ бўлиб, токли занжирлар учун изоляциясини синовдан ўтказиш кучланиши саналади.

2.2.3. Ток трансформаторларининг уланиш схемалари

Уланишлар бўйича энг кўп тарқалган схема - ток трансформаторларини реле ғалтакларига (КА) га юлдуз схемаси бўйича бириктирилган кўринишидир (2.13-расм). Ундан ташқари яна тўлиқ бўлмаган юлдуз, юлдуз ва учбурчак, 2та фаза тоқларини геометрик фарқларига уланишлар ҳам бўлиши мумкин.



2.13-расм. Ток трансформаторларини реле ғалтакларига уланиш схемаси

Бундай схемалар ҳар қандай кўринишлардаги бир фазали ва кўп фазали ҚТлардан ҳимоя қилишда қўлланилади. Агар схема нейтрални ерлатгичга уланган бўлса, ҳамда иккинчи занжирнинг фазаларидан бирида сим узилиб ерга туташиб қолса, нол симда ток фақат ерга қисқа туташув бўлиб қолганда ўтади. Ток трансформаторларининг иккинчи занжири ғалтаклари, электр хавфсизлигини таъминлаш учун, ерлатгич орқали ерга уланган бўлиши керак. Схема коэффиценти (ўша фазада жойлашган реледаги токни ток трансформаторини иккинчи занжиридаги ток нисбати) $K_{сх} = 1$ га тенг.

ҚТ нинг турли кўринишларида (уч фазали, икки фазали ва бир фазали) турли фазаларга уланган релелардан ҳар хил қийматга эга бўлган тоқлар оқади.

Ҳимояни ишга тушириш шарти, ҚТни қайси фазани иккиламчи занжиридаги токни қиймати катта бўлса, ўша қиймат билан аниқланади. Реле учун бу катталиқ **ток релесини ишга тушириш токи дейилади** ва нисбий саналади I_p .

Ҳар бир уланиш схемасига ўзига мос бўлган I_p ни аниқлаб топиш формулалари мавжуд. Кўриб чиқилган ҳолимиздаги юлдуз шаклидаги уланиш схемасидаги қуйидаги формулалардан фойдаланилади:

уч фазали қисқа туташув ва симметрик режимларида:

$$I_p = I_K^{(3)} / K_T \quad (2.22)$$

ҳимоя ўрнатилган жойидаги икки фазали қисқа туташув ҳимоя ўрнатилган жойидаги :

$$I_p = I_K^{(2)} / K_T = \sqrt{3} \cdot I_K^{(3)} / (2K_T) \quad (2.23)$$

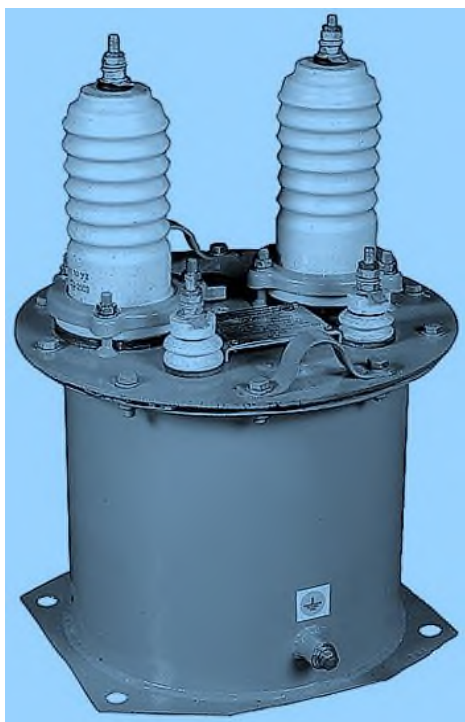
Ток трансформаторларидан кейинг участкада юз берадиган 2 фазали ҚТда:

$$I_p = 2 I_K^{(2)} / \sqrt{3} K_T = I_K^{(3)} / K_T \quad (2.24)$$

Охирги ҳолда $K_{сх} = 2/\sqrt{3}$ га тенг бўлади.



2.14-расм. ТОЛ,ТПОЛ, ТПЛ,ТШЛ, ТВ-:,10,35,110 намунасидаги ток трансформаторларининг умумий кўринишлари.



НОМИ-типли



НТМИ-10-типли

2.15-расм. Кучланиш трансформаторлари



2.16-расм. Ток ва кучланиш трансформаторларининг турли намунадаги кўринишлари

2.3. Тез тўйинувчи ток трансформаторлари

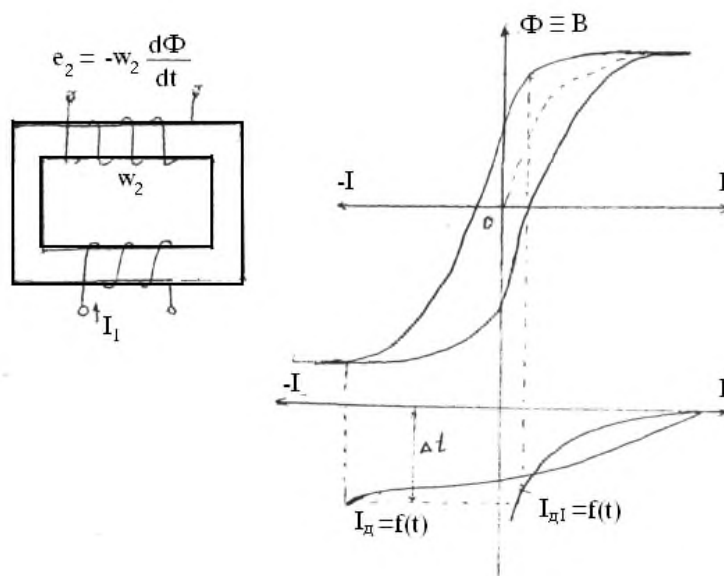
Дифференциал ҳимоя даврий бўлмаган тоқлар таъсирида нотўғри ишлаши мумкин. Бунинг олдини олиш учун дифференциал реле тез тўйинувчи ток трансформатори (ТТТ) орқали уланади. ТТТ нинг параметрлари даврий бўлмаган тоқларни ўтказмайдиган ва синусоидал (даврий) тоқларни яхши ўтказадиган қилиб танланади. ТТТ нинг бирламчи чўлғамидан ток ўтганда (2.17-расм, а) унинг иккиламчи чўлғамида индукция конунига асосан E_2 э.ю.к. ҳосил бўлади.

$$E_2 = - \frac{d\Phi}{dt} \quad (2.25)$$

Даврий бўлмаган ток $I_{дб}$ таъсирида Δt вақт ичида магнит оқимининг ўзгариши - $\Delta\Phi_{дб}$ жуда кичик бўлади. (3-расм,б), яъни

$$E_2 = - \frac{d\Phi}{dt} = 0 \quad (2.26)$$

Даврий (синусоидал) ток I_d таъсирида магнит оқимининг ўзгариши нисбатан катта, яъни даврий ток ТТТ орқали яхши трансформацияланади. Натижада ТТТ орқали уланган дифференциал ҳимоя қисқа туташув тоқи таркибида даврий бўлмаган ташкил этувчилар бўлганда ишламай туради ва улар сўниб фақат даврий ташкил этувчилар қолганда тўғри ишлайди.



2.17-расм. Тез тўйинувчи трансформатор ва унинг характеристикаси

2.4. Трансреакторлар

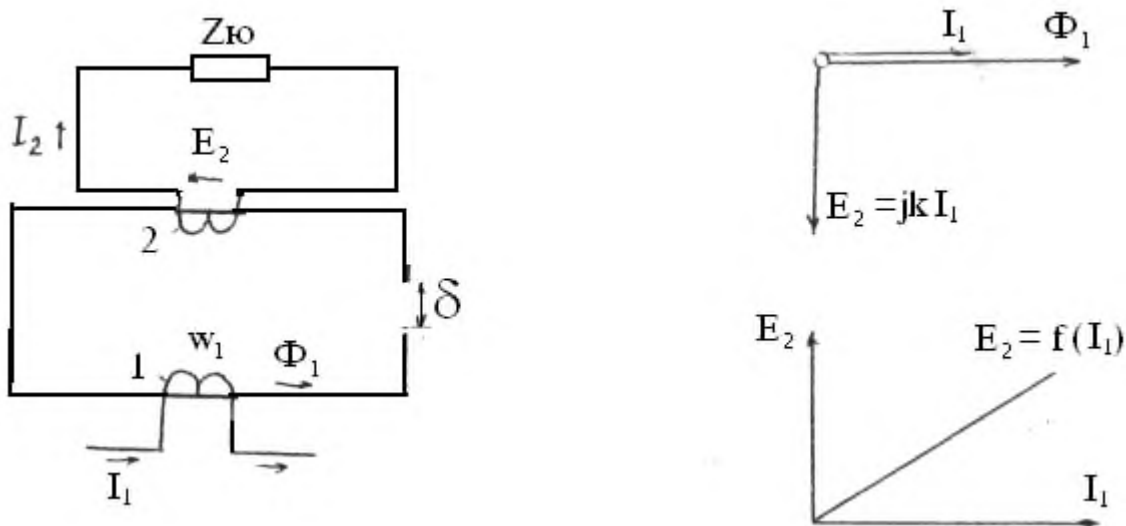
Электр станциялар ва тизимлар қувватининг ортиши натижасида, қисқа туташув токлари ва уларнинг даврий бўлмаган ташкил этувчиларнинг сўниш вақт доимийсининг ортиши, ўтиш жараёни вақтида ток трансформаторларининг тўйиниши, бирламчи ток трансформациясининг бузилиши ва реле ҳимоясининг ногўғри ишлашига олиб келиши мумкин. Тўйинишни камайтириш учун трансреакторлардан, яъни магнит ўзагида ҳаволи оралиқ бўлган трансформаторлардан фойдаланиш мумкин. Трансреакторнинг бирламчи чўлғами худди ток трансформаторлари сингари бирламчи ток занжирига кетма - кет уланади (2.18-расм). Трансреакторнинг иккиламчи чўлғамига катта юклама қаршилиги уланади, яъни трансреактор ток трансформаторларидан фарқли равишда, салт юриш режимига яқин режимда ишлайди. Иккиламчи ток жуда кичик бўлганлиги сабабли Φ магнит оқимни фақат бирламчи - чўлғамнинг магнитловчи кучи $I \cdot w$ ҳосил қилади деб ҳисоблашимиз мумкин

$$\Phi = I \cdot w / R_m \quad (2.27)$$

Трансреакторнинг иккиламчи чўлғамида Φ_1 оқим E_2 Э.Ю.К ни ҳосил қилади

$$e_2 = 4,44 \cdot W_1 \cdot \Phi_{1m} = KI_{11}. \quad (2.28)$$

Индукция конунига асосан E_2 вектор Φ_1 ва I_1 векторлардан 90° га фарқ қилади. Комплекс шаклда $E = -jkI_1$. Ҳаволи оралиқ δ нинг мавжудлиги, трансреактор магнит ўзаги магнит қаршилиги R_m нинг катта бўлишига ва магнит оқим Φ_1 нинг камайишига олиб келади. Натижада магнит узакнинг тўйиниши чекланади.



2.18-расм. Трансреактор ва унинг вектор диаграммаси

Трансреакторлар - бу ҳаволи тирқишга эга бўлган магнит ўзақли ток трансформаторларидир. Ток трансформаторлари (ТТ) учун иккиламчи чўлғамдаги токнинг қиймати 1 ёки 5А га тенг бўлади. Реле ҳимояси қурилмалари, қоидага биноан, ўлчов асбоблари уланадиган ток ва кучланиш трансформаторларига бириктирилади. ҚТ вақтида кучланишни пасайиб кетиши кучланиш трансформатори (КТ)ни хатолигини қатталаштирмайдию, ҚТ пайтида ток қийматини ортиб кетиши эса КТни хатолигини кўпайтиришга сабабчи бўлади. Шунинг учун, реле ҳимоясининг нотўғри ишлаб кетишини бартараф қилиш мақсадида, ТТ қисқа туташув пайтида йўл қўйиши мумкин бўлган хатолигини олдиндан текшириб олинади. ТТ ва КТлар билан бир қаторда РХ учун сигнал датчиги сифатида трансреакторлардан фойдаланилади.

Биринчи чўлғамдан ўтаётган ток, алмаштириш схемасининг магнитловчи шахобчаси бўғимларида, кучланишни ҳосил бўлишига олиб келади. Шу тариқа, иккиламчи юкламага уланган занжирда, биринчи занжирдаги токнинг катталигига пропорционал бўлган кучланиш пайдо бўлади. Трансреакторлар ҳимоя қурилмаларига ток ва кучланиш векторларини қўшишга тўғри келганида ёки, ҳимоя, ҳамда автоматика қурилмаларининг иккиламчи занжирларида улаш ишларини амалга ошириш учун кичик ўлчамли кўндаланг кесим юзасига эга бўлган сим ўтказгичлардан фойдаланиш зарурияти туғилганида ўрнатилади. Трансреакторлар салт ишлаш режимига яқин бўлган режимда ишлайди. Бирламчи чўлғамдаги ток билан иккиламчи чўлғамдаги э.ю.к.нинг ўртасидаги бурчак 90^0 га тенг.

Кучланиши 500 кВ ва ундан юқори бўлган ТТ ва трансреакторлар мураккаб бўлиб, анчагина хатоликка ҳам эгадир. Бундай катта кучланишларда магнитга ўхшаган ток ўзгартиргичлардан фойдаланилади. “Магнит” ток трансформаторларида бирламчи ва иккиламчи занжирлар ўртасидаги индуктивлик алоқаларидан фойдаланилади. Бундай трансформаторларнинг энг асосий хусусияти - иккиламчи чўлғам ўрнатилган П-симон ферромагнит ўзакнинг мавжудлигидадир. Ўзак назорат қилиниши керак бўлган фаза сими остига ўрнатилади. Назорат қилинаётган фазадан оқаётган тоқлар томонидан юзага келган магнит оқим, ўз вақтида тоққа пропорционал бўлиб, ҳимоя занжирида сигнал сифатида ишлатилади. Бундай ўзгартиргичлар содда ва иқтисодий жиҳатдан тежамли, аммо бир қатор камчиликлари мавжуд.

Улар:

- иккиламчи занжирдаги қувват миқдори кам;
- иккиламчи занжирдаги э.ю.к.га бошқа фазалардаги тоқлар ҳам таъсир кўрсатади.

Юқорида кўрсатилган камчиликларни бартараф этиш учун кучайтиргичлардан ва турли хилдаги халақитлардан ҳимоялаш воситаларидан фойдаланиш мумкин.

Бирламчи занжирдаги токни (ёки кучланишини) иккиламчи сигналга ўзгартирувчи бошқа турдаги қурилма сифатида, уларни радио сигналларга, ёки ёруғлик сигналларига айлантириш усуллари киради. Қабул қилиш асбоби эса ушбу сигналларни ўзига олиб, яна қайтадан реле ҳимоясини занжирини киришига ток ва кучланишига айлантириб узатади.

2.5. Симметрик ташкил этувчиларнинг филтрлари

2.5.1. Симметрик ташкил этувчилар филтрларининг вазифалари

Тескари ва нол кетма - кетлик симметрик ташкил этувчиларнинг филтрларидан фойдаланиш, реле ҳимоясининг сезгирлигини орттириш учун хизмат қилади, чунки бундай ташкил этувчилар нормал режимда бўлмайди. Масалан, нол кетма - кетлик ток ва кучланишлари, ерга туташув ёки, ерга қисқа туташув вақтида, тескари кетма - кетлик симметрик ташкил этувчилари симметрик бўлмаган қисқа туташувлар вақтида ҳосил бўлади.

Симметрик ташкил этувчилар филтрларининг вазифаси уч фазали синусоидал тўла кучланиш ва тоқлардан тўғри, тескари ва нол кетма - кетлик ташкил этувчиларнинг ажратиб олиш.

Агар уч фазали тизимдаги фазалардаги тўла ток, ёки кучланишлари A, B, C билан белгиласак уларни тўғри A_1, B_1, C_1 , тескари A_2, B_2, C_2 , ва нол A_0, B_0, C_0 кетма-кетлик ток, ёки кучланишлар йиғиндиси сифатида кўрсатиш мумкин (2.19- расм).

2.5.2. Ноль кетма-кетлик ток ва кучланиш филтрлари

Ноль кетма-кетлик ток, ёки кучланиш филтрларини олиш учун, 2.16-расмдан кўриниб турибдики, уччала фаза ток, ёки кучланишларининг геометрик йиғиндисини ҳосил қилиш керак. Бунда тўғри ва тескари кетма-кетликларнинг йиғиндиси нолга тенг. Ноль кетма-кетлик ток, ёки кучланиш ташкил этувчиларининг уччала фазалардаги йўналишлари бир хил бўлганлиги учун, уларнинг йиғиндисига эга бўламиз. Масалан, ноль кетма-кетлик ток филтрини олиш учун, уччала фаза тўла тоқларининг йиғиндисини кўйидагича ёзиш мумкин.

$$I_A + I_B + I_C = I_{A1} + I_{B1} + I_{C1} + I_{A2} + I_{B2} + I_{C2} + I_{A0} + I_{B0} + I_{C0}. \quad (2.29)$$

Бунда: $I_{A1} + I_{B1} + I_{C1} = 0$; $I_{A2} + I_{B2} + I_{C2} = 0$ бўлиб,

$$I_{A0} = I_{B0} = I_{C0} = I_0 \quad (2.30)$$

ни ҳисобга олсак,

$$I_A + I_B + I_C = 3I_0 \quad (2.31)$$

ни ҳосил қиламиз, яъни ноль кетма - кетлик ток филтрига эга бўламиз.

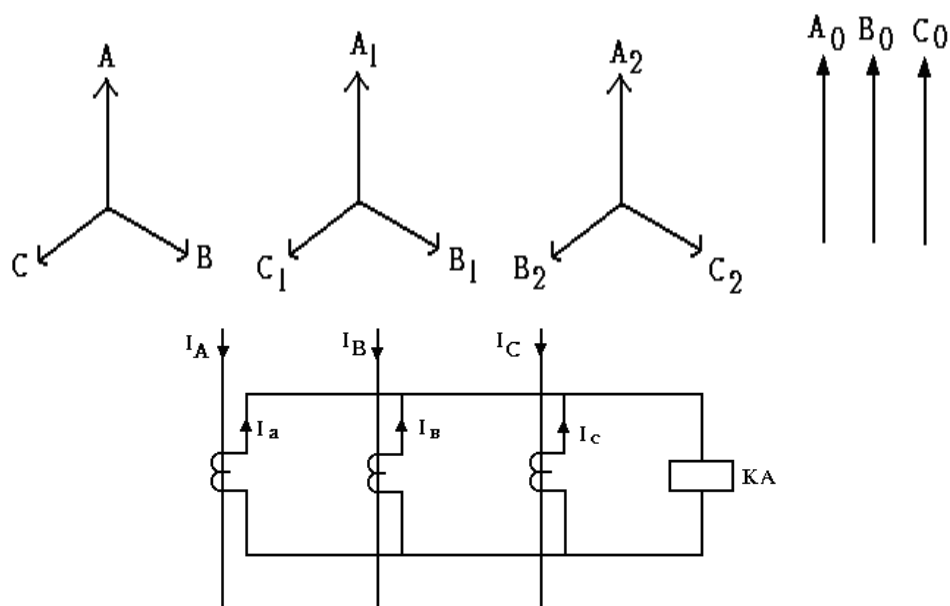
Бундай филтрни тайёрлаш учун, юқори кучланишли электр тармоқларида, уччала фазага уланган ток трансформаторларининг иккиламчи чўлғамлари параллел уланади ва бундай филтр уч трансформаторли ноль кетма-кетлик филтри деб аталади (2.19-расм).

Ток трансформаторларининг магнитланиш характеристикаларида фарқ бўлиши сабабли, уч трансформаторли ноль кетма-кетлик ток филтрининг хатолиги катта.

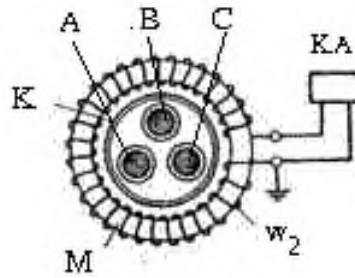
2.5.3. Ноль кетма - кетлик ток трансформатори

Ноль кетма-кетлик ток трансформатори фақат битта умумий магнит ўзакка эга бўлиб, унинг ичидан уччала А,В,С бирламчи фаза симлари ўтади ва улар бирламчи чўлғам вазифасини бажаради.

Иккиламчи чўлғам магнит ўзакка бир текис ўралган бўлади (2.20-расм). Магнит ўзак уччала фаза учун умумий бўлганлиги сабабли, ноль кетма-кетлик ток трансформатори (фильтри)нинг хатолиги нисбатан кам. Ноль кетма-кетлик ток трансформаторлари кабел тармоқларларида қўлланилади. Улар ўрнатилаётган вақтда кабел воронкаси ердан изоляция қилинади ва унга уланган сим ток трансформатори магнит ўзагининг ичидан ўтказиб ерга уланади. Агар бундай уланмаса, кабелнинг броняси (ҳимоя қобиғи)дан ва кўрғошин сиртидан ерга ўтувчи тоқлар таъсирида ҳимоя (КА реле) нотўғри ишлаши мумкин. Юқоридаги тоқлар, воронкани ерга уловчи сим орқали тескари йўналишда ўтганлиги сабабли, йиғинди ток нолга тенг бўлади, яъни кабелнинг броняси ва кўрғошин сиртидан ерга ўтувчи тоқлар ноль кетма-кетлик ток трансформаторининг аниқ ишлашига салбий таъсир қила олмайди.



2.19-расм. Учча трансформаторли ноль кетма-кетлик ток фильтри



2.20-расм. Ноль кетма-кетлик ток трансформатори : К-кабел, М-магнит ўзак, w_2 -иккиламчи чўлғам, А,В,С,-бирламчи фаза симлари, КА-ток релеси

2.5.4. Яримўтказгичли элементлар

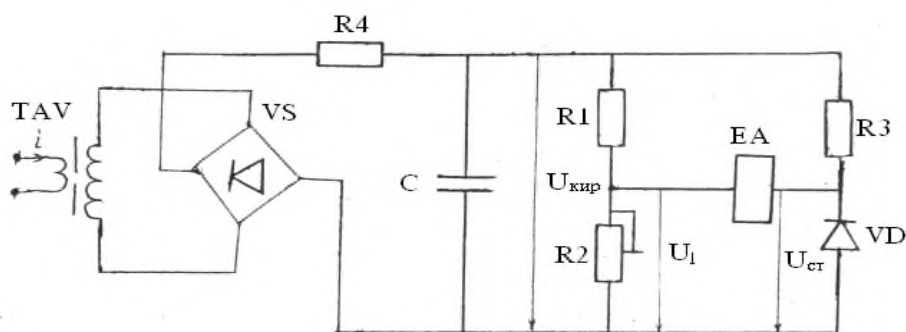
Яримўтказгичли элементлар ёрдамида реле ҳимояси ва автоматиканинг асосан ўлчовчи ва мантиқий қисмлари тайёрланади. Бундай элементлар ва уларни реле ҳимоясида қўлланилишини кейинги бобда батафсил кўриб чиқамиз.

Ҳозирча, мисол тариқасида, битта катталиқнинг абсолют қийматини берилган қиймат билан солиштирувчи схемани кўрайлик (2.21-расм). Схеманинг киришига бериладиган ток трансреактор ТАВ ёрдамида токка пропорционал кучланишга айлантирилади ва VS тўғрилагич ёрдамида тўғриланади, ҳамда R_4 резистор ва С конденсатордан ташкил топган RC фильтр ёрдамида теккисланади. Ҳосил қилинган $U_{\text{кир}}$ кучланиш, R_1 резистор ва R_2 ўзгарувчан қаршиликдан тузилган бўлгич ёрдамида, U_1 қийматгача ўзгартирилади. Схемада берилган қиймат сифатида стабилитрон VD даги ўзгармас стабиллаштирилган $U_{\text{ст}}$ кучланишидан фойдаланилади ва U_1 кучланиш. $U_1 = U_{\text{кир}} \cdot I / (R_1 + R_2)$

Схемада R_3 резистор VD стабилитроннинг стабилизация режимини ҳосил қилиш учун хизмат қилади. Агар $U_1 > U_{\text{ст}}$ бўлса нол - индикатор ЕА ишлайди, яъни схеманинг (реленинг) ишга тушиш кучланиши

$$U_{\text{ри}} = (R_1 + R_2) \cdot U_{\text{ст}} / R_2 \quad (2.32)$$

Ноль индикатор (ЕА) сифатида магнитоэлектрик релелардан, ёки транзисторли нол - индикаторлардан фойдаланиш мумкин. Нол - индикатор токнинг фақат маълум йўналишда ишлайди, масалан юқоридаги схемада, ток чапдан ўнгга йўналганда.



2.21-расм. Таққословчи схема

2.21-расмда кўсатилган схемадан ток релеси сифатида фойдаланиш мумкин. Реленинг ишга тушиш токи, яъни ўрнатмаси R_2 ўзгарувчан қаршилик ёрдамида ўзгартирилади. Ушбу схемадан кучланиш релеси сифатида фойдаланилганда ТАВ трансреактор ўрнига оралиқ кучланиш трансформаторидан фойдаланилади.

2.5.5. Микропроцессорли элемент базаси.

Реле ҳимоясининг назарий ва амалий ривожланиш йўналишларидан бири махсус рақамли микроЭҲМ лардан фойдаланиш бўлиб, бу асосида ишлаб чиқилган ҳимоя **дастурли ҳимоя** деб номланади. Ушбу мавзу, дарсликнинг охириги бобларидан бирида, батафсил ёритилади. Бунда реле ҳимоясини, катталикларга таъсир этувчи ахборотларни арифметик - мантиқий ўзгартириш тизими деб тасвирлаб, ўзгартириш жараёнининг ўзини эса ҳимоянинг функционал алгоритмидан иборат бўлган аналитик ифодалар билан ёзилади. МикроЭҲМ нинг асосий элементлари - хотира қурилмаси, микропроцессор ва киритиш-чиқариш қурилмасидир. Микропроцессор ҳақидаги батафсил маълумотлар, охириги бобларнинг бирида келтирилишини назарда тутиб, ҳозирча улар ҳам реле ҳимоясининг элементларидан бири эканлигини билдирган ҳолда, қисқача ахборот бериб ўтиш билан чегараланамиз.

Хотира қурилмасида реле ҳимоясининг алгоритм бўйича ҳисобий дастурлари сақланади. Шу дастурларга асосан, микропроцессор унинг киришига берилган иккилик санок тизимидаги (фақат 0 ва 1 сигналларни қабул қилади) сигналлар устида арифметик ва мантиқий амалларни бажаради. Микропроцессор бу амалларни бажариши учун у триггерлардан,

ВА, ЁКИ, ЭМАС мантикий элементлардан, яъни универсал рақамли интеграллашган микросхемалардан тузилган бўлади.

Ўнлик сонни иккилик санок тизимида ёзиш учун, иккиннинг даражалари йиғиндиси (санок тизими асоси) кўринишда тасвирлаш зарур. Масалан, 11 сони учун бу йиғинди қуйидаги кўринишда бўлади:

$$1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0.$$

Асосдаги рақамларга *разряд коэффиценти* дейилади.

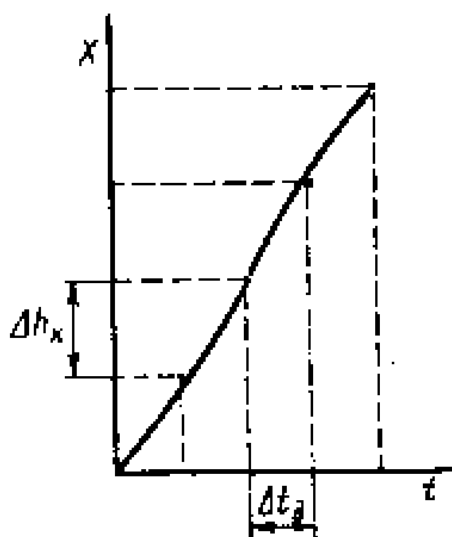
Уларни даражаси пасайиб бориш тартибида ёзилади ва тўрт разрядли сон 1011 хосил бўлади.

Киришиш-чиқариш қурилмаси микропроцессор билан микроЭХМ нинг ташқи дастурли химоя қурилмалари орасида боғланишни таъминлайди. МикроЭХМ нинг киришига ахборотлар рақамли кўринишда (0 ва 1) берилиши керак. Шунинг учун микроЭХМ киришида ташқи қурилма бўлган аналог-рақамли ўзгартиргич (2.22 расмдаги АРЎ) бўлади. У ўлчов ўзгартиргичидаги ток ва кучланиш аналогли сигналларни рақамлига ўзгартиради.



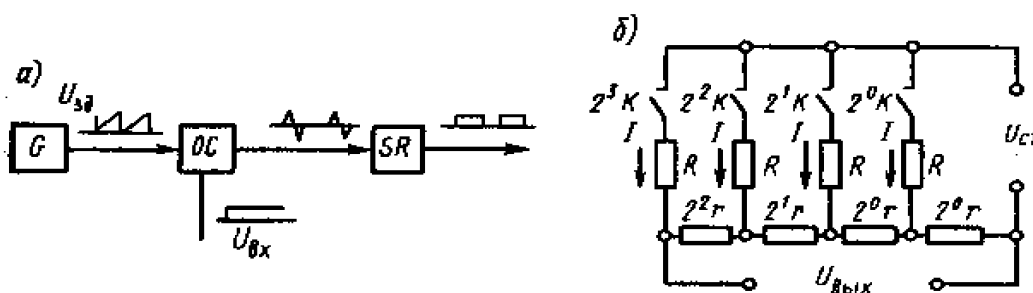
2.22-расм. Дастурли химоянинг соддалаштирилган структура схемаси

Кириш сигнали X ўзгартириш жараёнида, вақт бўйича дискретлаштирилади ва даража бўйича квантланади (расм 2.23). Шунини айтиш мумкинки, дискретлаш қадами Δt_d микроЭХМ нинг ўзини ва бутун химоянинг тезкорлигига таъсир этади, квантлаш қадами Δh_k эса, кириш катталигининг иккилик коддаги қийматини аниқ ифодалашни белгилайди. Расм 2.24а да, аналогли катталик бўлган $U_{кир}$ ни вақт- импульсли сигналларга ўзгартириш учун АРЎ дан фойдаланилган функционал схемалардан бири кўрсатилган. Кучланиш $U_{кир}$, таъминот манбаси генератор G бўлган аррасимон кучланиш $U_{зд}$ билан, таққосланади.



2.23-расм. Киришдаги катталикларни узук-узук холга келтириш ва квантлаш

Таққослаш органи (ТО) бу кучланишларни тенглик моментларини белгилаб, чиқишида қисқа вақтли импульс ҳосил қилади. Бу импульсдан қайта уланиш учун фойдаланиш мумкин бўлади, масалан, SR триггерни бир барқарор ҳолатдан бошқасига ўтказди. $U_{\text{кир}}$ кучланишнинг қиймати ўзгариши билан қисқа вақтли импульснинг частотаси ўзгаради ва триггерни чиқишида $U_{\text{кир}}$ нинг давомийлигига пропорционал бўлган тўғри бурчак шаклидаги сигналлар ҳосил бўлади.



2.24-расм. Аналог катталикларни вақт-импульсли сигналларга ўзгартиришни функционал схемаси (а) ва иккиламчи тўрт разрядли кодни кучланишга рақам аналог ўзгартиргичини соддалаштирилган схемаси

Компаратор оддий аналогли-рақамли ўзгартиргич ҳисобланади. Ҳимоянинг ижро этувчи органи учун аналогли сигналлар керак бўлади. Шунинг учун микроЭХМ нинг чиқишида ташқи қурилма бўлган рақамли-аналогли ўзгартиргич (расм 2.22 да РАЎ) жойлашади.

2.24б-расмда тўрт разрядли иккилик кодни кучланишга ўзгартирувчи рақамли-анологли ўзгартиргичлардан бири кўрсатилган. Бундай ўзгартиргич, кодларнинг разрядлигини “оғирлиги” га пропорционал тарзда, кучланишлар йиғиндиси методи бўйича таъсир этади. Схемага стабилланган кучланиш $U_{ст}$ берилади. r резистор қаршилиги иккилик кодларнинг разрядлиги “оғирлиги” ни ўзаро боғлайди. Ўзгартиргичдан чиқишдаги кучланиш $U_{чик}$ қиймати K калитларнинг ҳолатига боғлиқ бўлади. Масалан, 2^3K калит уланган бўлса унда,

$$U_{чик} = I(2^2r + 2^1r + 2^0r + 2^0r) = 2^3Ir \quad (2.35)$$

бўлади, яъни $U_{чик}$ кучланиш юқори (биринчи) тўртразрядли иккилик коднинг разрядлигига пропорционал бўлади. 2^0K калит уланганда эса $U_{чик}$ кучланиш, коднинг қуйи разрядига (2^0Ir) пропорционал қийматини қабул қилади. Калитларнинг 16 хил комбинациялашган ҳолати мавжуд бўлиб, ўзгартирилувчи коднинг разряд “оғирлиги” га пропорционал тарзда, кучланиш 16 ҳил қийматга эга бўлади. Чиқиш кучланиши қийматининг бу тарзда ўзгариши, фақат R резисторлар занжиридаги тоқлар ўзаро тенг бўлганида эришилади. Бунга эришиш учун қаршилиш $R \geq r$ тарзда танланади.

Ўзгартиргичдаги калит ярим ўтказгичли элементлар асосида бажарилади. Триггерлар калитларни бошқариб, ҳар бири иккилик сон разрядига мос келади. Агар, масалан, 0110 комбинациядаги код келса, 2^2K ва 2^1K калитларни уловчи триггерларга таъсир этади. Бунда ўзгартиргич чиқишида $0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$ йиғиндига мос ҳолда, яъни $U_{чик} = 6Ir$ кучланиш ҳосил бўлади. Шу тарзда код, мос ҳолдаги аналогли кучланиш сигналига, ўзгартирилади. Ҳозирда интеграл микросхема асосидаги турли ҳил РАЎ лар ишлаб чиқарилган.

Ҳимоянинг ўлчов органи, бошқа ўлчов органлар қаторида, электромеханик ва ярим ўтказгич элементлар базаси асосида бажарилиб, катталикларни таққослайди ва улар устида амаллар бажаради. Бу жараёни алоҳида томони шундаки, кириш катталигнинг қиймати ҳақидаги ахборот микроЭҲМга кириш катталигининг оний қийматига мос бўлган дискрет сигнал тарзида келади. Қайта ишлаш жараёнида, микроЭҲМ, улар устида кўшиш, айириш, кўпайтириш ва бўлишдан иборат арифметик амалларни бажаради.

Битта кириш катталикли ўлчаш органида, масалан, максимал ток релесиди, катталикли такқослаш оддий усулда, токнинг оний қиймати ишга тушиш токидан ошган вақт интервалини назорат қилишга асосланган. Дастурли ҳимоя ўлчаш органида, бундан ташқари, киришдаги таъсир катталигининг дискрет вақт моментидаги ўртача қийматига мос бўлган интеграл қийматидан ҳам фойдаланилади. МикроЭХМнинг функционал имкониятлари ҳар қандай мураккабликдаги ўлчаш органини ва ҳимояни бажара олади. Бу дастурли ҳимоянинг эришган ютуқларидан биридир. Бошқа ютуқларидан яна бири автоматик тест назоратларида кенг қўлланишлигидир.

2.6. Оператив ток манбалари

2.6.1. Оператив ток манбаларининг вазифалари ва уларга қўйиладиган талаблар

Оператив ток деб оператив занжирларни таъминловчи токка айтилади. Оператив ток занжирларига: ўчиргичларни масофадан бошқариш, яъни уларни улаб-узиш занжирлари, реле ҳимояси, автоматика ва телемеханиканинг оператив ва сигнал занжирлари кириди.

Оператив занжирларни, айниқса шикастланган элементларни узишга алоқаси бўлган занжирларни ток билан таъминлаш, юқори ишончлиликка эга бўлиши керак. Шу сабабли оператив ток манбаларига қўйиладиган талаблар қўйидагича: қисқа туташув ва нормал бўлмаган режимлар вақтида оператив ток манбаси тармоғидаги кучланиш ва унинг қуввати, реле ҳимояси ва автоматиканинг ишлаши ҳамда ўчиргичларнинг ишончли узиши ва улаши учун етарли бўлиши керак.

Оператив ток манбалари ўзгармас ва ўзгарувчан оператив ток манбаларига бўлинади. Ўзгармас оператив ток манбаси сифатида аккумулятор батареяларидан ва ўзгарувчан оператив ток манбаси сифатида ток, кучланиш ва ўз эҳтиёж трансформаторларидан фойдаланилади.

Ток ва кучланиш трансформаторларининг қувватидан тўғридан тўғри фойдаланиш билан бир каторда, улар ёрдамида олдиндан зарядланган конденсаторнинг энергиясидан ҳам фойдаланиш мумкин.

2.6.2. Ўзгармас оператив ток манбалари

Ўзгармас оператив ток манбаси сифатида аккумулятор батареяларидан фойдаланилади. Улар энг ишончли манба ҳисобланади. Ўзгармас оператив ток манбалари кучланишларининг стандарт қийматлари сифатида 24, 48, 110, 220 В қабул қилинган.

Аккумулятор батареялари махсус иситиладиган ва вентиляцияга эга бўлган хонага ўрнатилади. Уларни доимо зарядлаб туриш учун зарядлаш агрегатлари ёки, тўғрилагичлар бўлиши зарур. Бундан ташқари, аккумулятор батареяларидан фойдаланиш ва уларни назорат қилиб туриш учун, махсус малакага эга бўлган персонал бўлиши керак.

Ўзгармас ток тармоғи, ишончилиқни орттириш учун, секцияларга бўлинади ва ҳар бир секция аккумулятор батареясининг шиналарига уланади. Секциялар бир-бири билан рубильниклар воситасида боғланади. Секциялар ва истеъмолчиларга боровчи тармоқларлар эрувчан сақлагичлар ёки, автоматлар ёрдамида қисқа туташувлардан ҳимоя қилинади. Бундай ўзгармас ток тармоғида ерга нисбатан изоляциянинг ҳолати узлуксиз назорат қилинади.

Аккумулятор батареялари, асосан, қуввати катта бўлган подстанцияларда ва электр станцияларда қўлланилади.

2.6.3. Ўзгарувчан оператив ток манбалари

Ўзгарувчан оператив токдан фойдаланиш аккумулятор батареяларига нисбатан иқтисодий жиҳатдан тежамли бўлиб ҳисобланади. Ўзгарувчан оператив ток манбалари сифатида ток трансформаторларидан (ТТ), кучланиш трансформаторларидан (КТ) ва ўз эҳтиёж трансформаторларидан (ЎЭТ) фойдаланилади.

Қисқа туташувлардан ҳимояларнинг оператив занжирларини таъминлаш учун ТТ ишончли манба бўлиб ҳисобланади. Чунки ҚТ вақтида ток, шунингдек, ТТ дан олиниш мумкин бўлган қувват ҳам ортади. Лекин, ток трансформаторлари, ток ортиши билан боғлиқ бўлмаган шикастланиш ва нормал бўлмаган режимларда, етарли қувватни бера олмайди. Масалан, ерга туташувларда, кучланиш ортиши, ёки камайиши ва частота пасайишига олиб келувчи нормал бўлмаган режимларда.

КТ ва ЎЭТ лар қисқа туташув вақтида етарли қувватни бера олмайдилар, лекин улардан кучланиш кескин пасаймайдиган нормал бўлмаган режимларда, масалан ўта юкланиш, ерга туташув, кучланиш ортиб кетишидан ҳимояларнинг оператив занжирларни таъминлаш учун фойдаланиш мумкин.

ТТ ва КТ ларнинг қувватидан тўғридан - тўғри фойдаланиш билан бир қаторда, улар ёрдамида олдиндан зарядланган конденсаторда йиғилган энергиядан ҳам фойдаланиш мумкин.

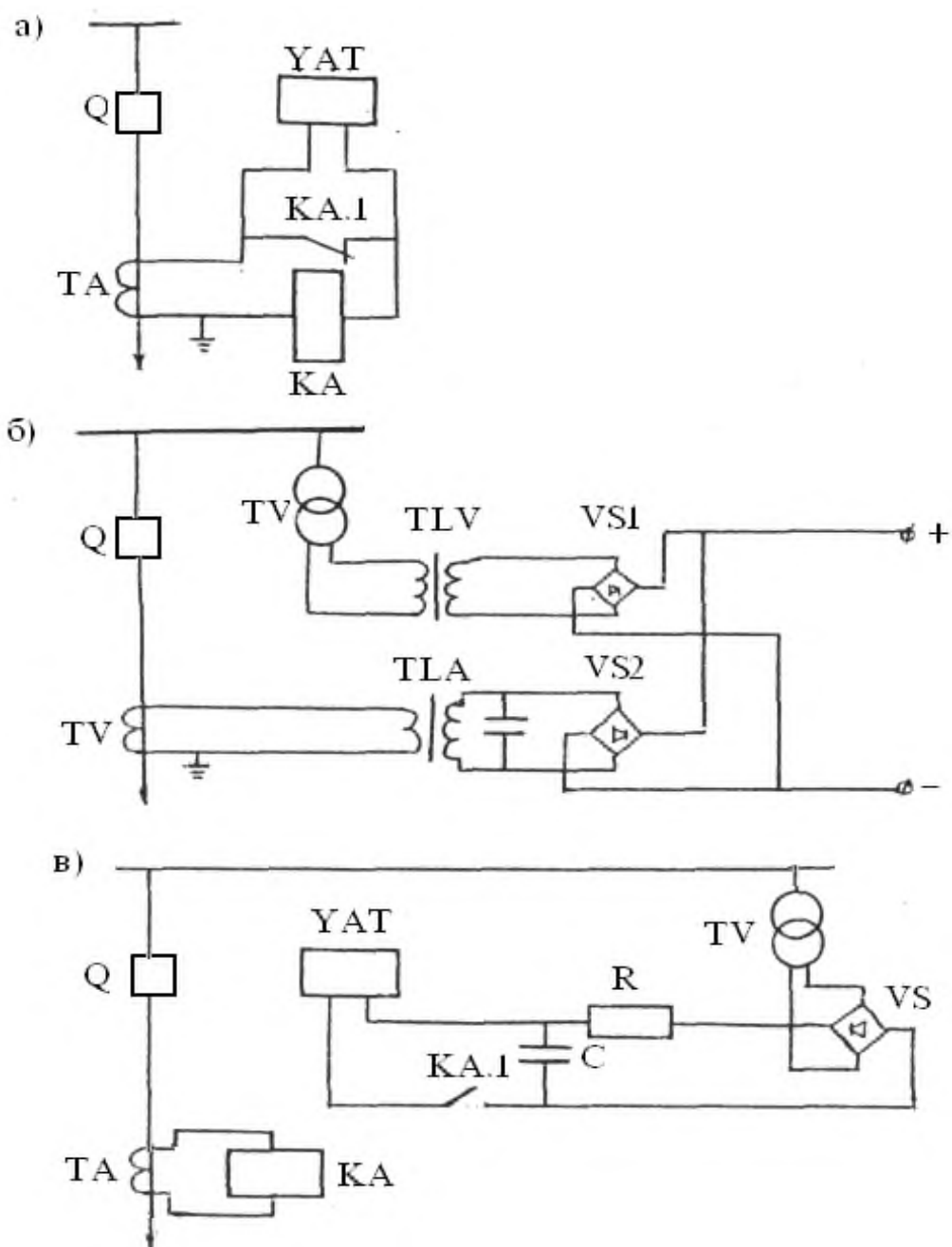
Конденсаторни зарядлаш, нормал режимда тармоқ кучланишидан фойдаланиб амалга оширилади. Подстанцияда кучланиш йўқолганда ҳам конденсаторда тўпланган энергия сақланиб қолади. Шу сабабли зарядланган конденсатордан подстанцияда кучланиш йўқолганда ҳам ишлаши зарур бўлган реле ҳимояси ва автоматика қурилмаларининг оператив занжирларини таъминлаш учун фойдаланиш мумкин.

Оператив занжирни ток трансформаторидан дан тўғридан-тўғри таъминлаш схемаси(2.25,а-расмда кўрсатилган). Нормал режимда Q ўчиргичнинг электромагнит узиш YAT чўлғами КА реленинг КА.1 контактлари орқали шунтланган. Қисқа туташув юз берганда, КА реле ишлаб, ўзининг КА.1 контактини узади. Ток трансформатори ТА нинг токи YAT орқали ўтади ва ўчиргич Q ўзининг асосий контактларини узади. Бундай схема шунт узиладиган схема деб ҳам аталади. Ток ва кучланиш таъминлаш блоклари асосидаги оператив ток манбасининг схемаси 2.25б-расмда келтирилган. Ток трансформаторининг токи оралиқ ток трансформатори TLA ёрдамида кучланишга айлантирилади ва VS2 тўғрилагич ёрдамида тўғриланади.

Қисқа туташув вақтида, TLA нинг чиқишида ҳосил бўладиган кучланиш сакрашларини чеклаш учун, C конденсатор уланган. ТА, TLA, C ва VS2 биргаликда ток таъминлаш блокинни ташкил этади.

Кучланиш таъминлаш блоки кучланиш трансформатори TV, оралиқ кучланиш трансформатори TLV ва тўғрилагич VSI лардан ташкил топган. Ток ва кучланиш таъминлаш блокларини параллел улаш йўли билан универсал таъминлаш блоки ҳосил қилинади.

Оператив занжирларни зарядланган конденсатордан таъминлаш схемаси 2.25в-расмда кўрсатилган.



2.25-расм. Оператив занжирларни таъминлаш схемалари: а-ТТ дан тўғридан-тўғри;б-таъминлаш блоки ёрдамида;в-олдиндан зарядланган конденсаторда йиғилган энергиядан фойдаланиш

Нормал режимда С конденсатор, TV кучланиш трансформаторидан VS тўғрилагич ва R чекловчи қаршилик орқали, зарядланади. Қиска туташув юз берганда КА реле ишлаб, ўзининг КА.1 контактини улайди ва С конденсаторнинг зарядланиш токи ўчиргичнинг узиш чўлғами YAT орқали ўтади, Q ўчиргичнинг контактлари узилади.

3-БОБ. ЯРИМЎТКАЗГИЧЛИ ВА МИКРОЭЛЕКТРОН ЭЛЕМЕНТЛАР

3.1. Яримўтказгичли ва микроэлектрон элементлар ҳақида маълумотлар

Яримўтказгичли элементлар диодлар ва транзисторлар реле ҳимояси ва автоматиканинг иккинчи авлодининг яратишга асос бўлиб хизмат қилади. Ҳозирги вақтда реле ҳимояси ва автоматикада ҳисоблаш техникасининг элементлари - яримўтказгичли интеграл микросхемалар (операцион кучайтиргичлар, компараторлар, рақамли мантиқий элементлар) кенг қўлланилмоқда. Интеграл микросхема мураккаб яримўтказгичли қурилма бўлиб ҳисобланади. Унинг элементлари - диодлар, транзисторлар, резисторлар ва конденсаторлар кичик ўлчамдаги яримўтказгич материалда, ёки унинг юзасида кристаллни ўстириш ва плёнка ҳосил қилиш йўли билан тайёрланади. Интеграл микросхемалар (ИМС) аналог ва рақамлига бўлинади. Операцион кучайтиргичлар аналог ИМС бўлиб, РХ ва А нинг ўлчовчи органларида ишлатиш учун катта имкониятларга эга. Рақамли микросхемалар иккилик, ёки бошқа рақамли кодда ифодаланадиган рақамли сигналларни қайта ишлайди. Улардан РХ ва А нинг мантиқий қисмини бажаришда фойдаланилади.

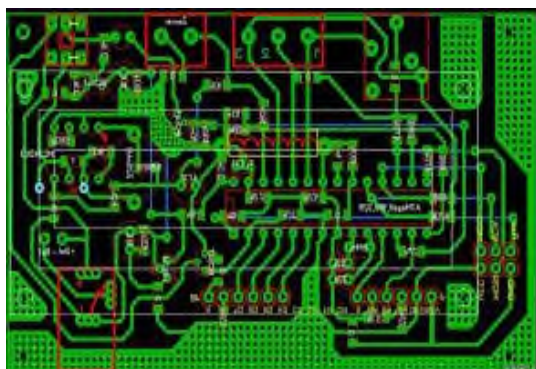
Яримўтказгичли ва микроэлектроника элеменларидан фойдаланиш РХ ва А нинг тезкорлигини ва сезгирлигини орттириш; массаси, ўлчамлари ва истеъмол қиладиган қувватини камайтириш имконини беради. Бундан ташқари, уларда ҳаракатланувчи қисмлар ва контактлар бўлмаслиги сабабли, электромеханик элементларга нисбатан юқори ишончлилиқка эга.

Яримўтказгичли элеменларнинг асосий камчилиги параметрларининг ҳароратга боғлиқлигидир. Лекин бу камчиликни элемент ва схемаларни ўзига хос бажариш йули билан бартараф қилиш мумкин.

3.2.Ярим ўтказгичли ва микроэлектрон элементлар базаси

Реле ҳимояси ва автоматиканинг иккинчи авлодини яратишда, ярим ўтказгичли диодлар VD ва триодлар VT асосини ташкил этишда, ярим асрдан кўпроқ вақт давомида, бу қурилмалардан ҳисоблаш техникасининг элементлар базаси, яъни, ярим ўтказгичли интеграл микросхемаларини яратилиб, кенг қўлланилмоқда.

Интеграл микро схема - бу мураккаб ярим ўтказгичли курилмадир (3.1-расм). Уни элементлари бўлиб, диодлар транзисторлар, резисторлар ва конденсаторлар - унча катта бўлмаган ярим ўтказгичли материаллар устига монокристалларни ўстириш, ёки устидан пардасимон қилиб чанглатиш орқали шакллантирилади. Шакллантириш жараёнида маълум бир схемага уларни ўзаро уланади. Натижада, ташқи симлар сони кескин камайиб, монтаж схемаси соддалашади, курилмани ҳажми кичраяди, ва ниҳоят, уни ишончилиги ортади. Интеграл микросхемалар, бажарадиган вазифалари бўйича, аналог ва рақамли интеграл схемаларга бўлинади. Аналог микросхемаларга операцион кучайтиргичлар киради. Улар узлуксиз сигналларни ўзгартиради ва уларни ўлчов органларида ишлатиш катта имкониятларга эга.



а)



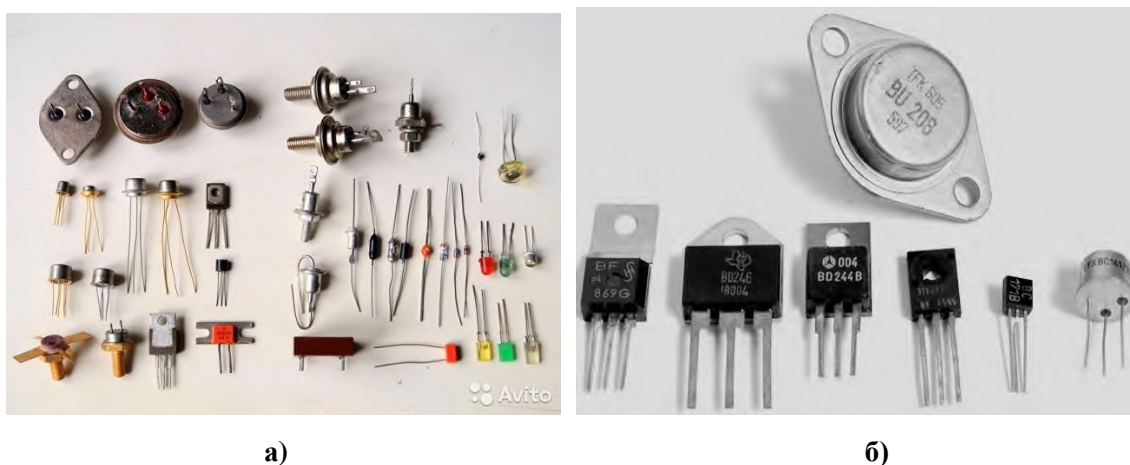
б)

3.1-расм. Интеграл микросхема платаси (а) ва унга элементлар монтаж қилинганидан кейинги кўриниши (б)

Рақамли микросхемалар асосида, хусусан, реле химояси ва автоматиканинг мантикий қисмлари тайёрланади. Улар, дискрет узлуксиз сигналларни, иккиламчи ёки бошқа рақамларда, кодлаштирилган сигналларга ўзгартиради. Реле химояси ва автоматикада ярим ўтказгичли элементлар базасидан фойдаланиш, уларнинг тезкорлигини оширишга, вазини камайитиришга, ўлчамларини кичрайитиришга ҳамда истеъмол килинадиган энергия қувватини қисқаритиришга олиб келади. Ундан ташқари, уларда ҳаракатланувчи қисмлар ва контактли курилмалар йўқ бўлганлиги туфайли, ярим ўтказгичлар, электромеханик тузилмаларга нисбатан, юқори ишончилига эга. Ярим ўтказгичларнинг асосий камчилиги - уларни параметрларини температурага боғлиқлигидир.

Аmmo уларни тегишли чораларини кўриш орқали, бу камчиликни ёмон таъсирларини камайтириш мумкин.

Ярим ўтказгичли элементлар схемаси, шу жумладан интергал микросхемалар, ярим ўтказгичли кристалли диод ва триод ва транзисторларни ҳам ўз ичига олади (3.2-расм). Улар асосида реле ҳимояси ва автоматикани ўлчаш ва мантиқий қисмлари тайёрланади. Шунинг учун ярим ўтказгичли элементлар билан танишишда, ярим ўтказгичли диод ва триодларни ишлаш коидаларини, уларни схемаларни ўрганишдан бошлаш зарур.



3.2-расм. Диод, триод (а) ва транзисторлар (б) нинг кўринишлари

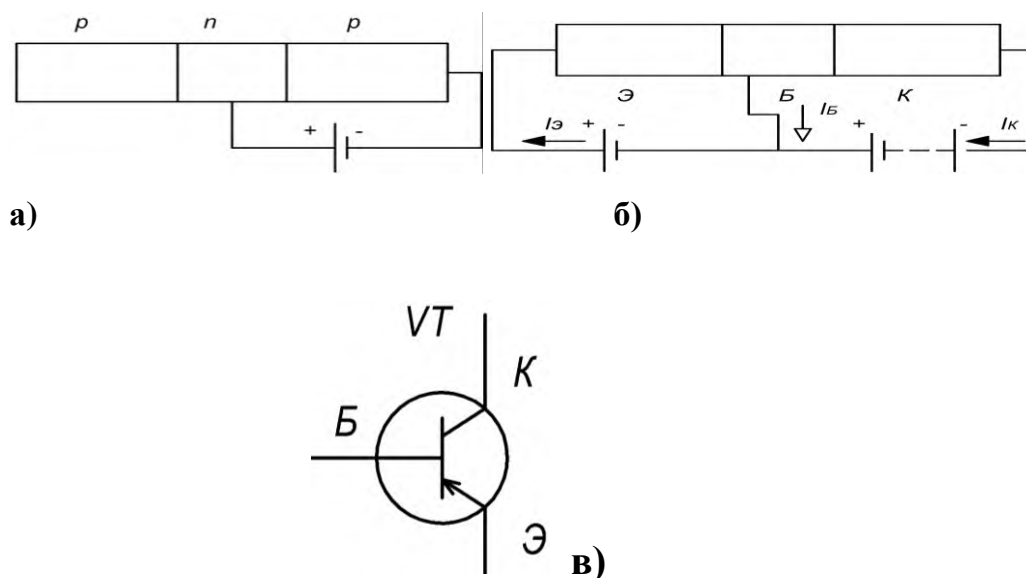
Ярим ўтказгичли VD диодлар ва триод VTлар, кристаллни *p*-ўтказувчанликка эга бўлган қисмини *n*-ўтказувчанликка эга бўлган қисми билан тўқнашган *p-n-ўтиш* зонасида юзага келадиган майдонга эга. Бу зона айнан *p-n-ўтиш* деб аталади.

Бундай ўтишнинг қаршилиги унга қўйилган кучланишнинг йўналишига боғлиқ: у *n-p* -йўналишда катта ва *p-n* -йўналишда эса кичик. Шундай қилиб, *p-n-ўтиш* ўзини тўғрилагич каби тутати ва бу ходисадан ярим ўтказгичли диодларни ишлаб чиқаришда фойдаланилади.

Ярим ўтказгичлардаги *p-n*- ўтишдан фойдаланиш нафақат ўзгарувчан токни тўғрилашда керак бўлади, балки у электр катталикларни кучайтиришда ҳам муҳимдир. Шу мақсадда икки ва ундан ортиқ *p-n-ўтиш*га эга бўлган ярим ўтказгичли кристаллардан фойдаланилади. Кристалдан тайёрланган триод-транзистор иккита *p-n-ўтиш*га эга (3.3 расм). *p*-типли соҳалардан бири эмиттер (Э) деб

аталади, иккинчиси эса коллектор (К) дейилади. *p*-ўтказувчанликка эга бўлган соҳа база (Б) деб номланади.

У асосга базани кўпроқ мусбат потенциалга эга бўладиган қилиб кучланиш берамиз (3.3а-расм), у ҳолда коллектор - база занжиридан жуда кичик қийматга эга бўлган коллектор - база тескари ток $I_{КБ0}$ оқади, транзистор берк бўлади. Аммо, эмиттер билан база орасида эмиттер кўпроқ мусбат потенциалга эга бўлган кучланиш берилса, ўша лаҳзаданок эмиттердан базага тўғри йўналишда ток $I_э$ оқа бошлайди (3.3б расм). Бунда коллекторни токи ҳам ортиб боради, у ҳам тахминан эмиттернинг токига тенглашади. Шунга кўра кўриниб турибдики, эмиттерни токини ўзгартириб бориб, коллектор ток $I_к$ ни ҳам ўзгартириш мумкин бўлади. Транзисторни схемалардаги шартли белгиланиши (3.3в) расмда кўрсатилган.



3.3-расм. Кристалл триод (транзистор)

Эмиттер токини бир қисми базага йўналади, коллекторни токи

$$I_к = I_э - I_Б \quad (3.1)$$

га тенг.

Коллектор токининг камайиш даражаси токни узатиш коэффициенти $h_{21б} = \Delta I_к / \Delta I_э$ орқали тавсифланади. Бу параметр ўзгармас, $h_{21б} = \text{const}$ бўлганлиги учун, коллектор токи

$$I_к = h_{21б} \cdot I_э = I_Б \cdot h_{21б} / (1 - h_{21б}) = h_{21э} \cdot I_Б \quad (3.2)$$

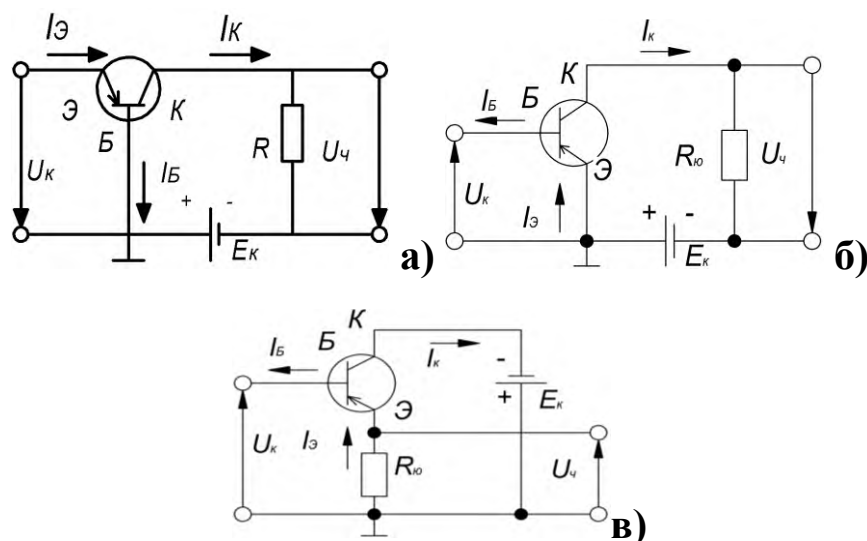
бўлади.

Ясси транзисторлар учун $h_{216} = 0,9 \dots \dots 0,98$.

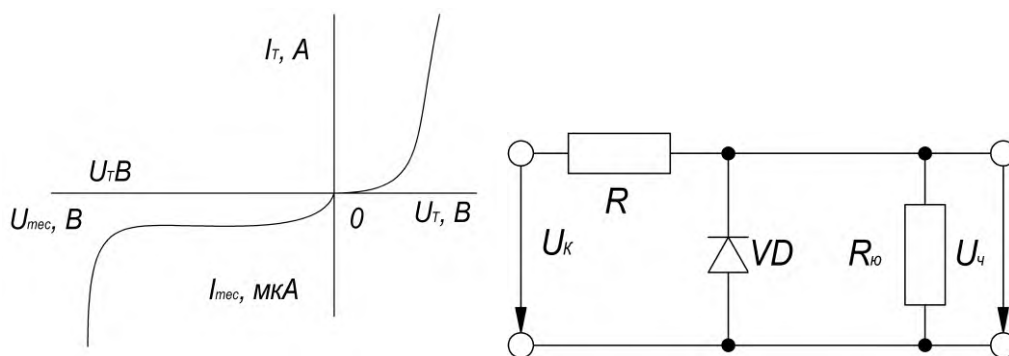
Шундай қилиб, коллекторнинг токи базанинг токига нисбатан бирмунча катта. Айтайлик, $h_{216} = 0,95$ бўлганда $I_K = 1,9I_B$ га тенг, яъни токни кучайиши ўрин тутди: коллекторнинг кириш занжиридаги ток I_{IK} базани кириш занжиридаги ток I_B дан катта, чунки $h_{216} > 1$. Ундан ташқари, эмиттер - база занжирининг қаршилиги оз, эмиттер-коллектор занжириники эса жуда катта. Шунинг учун занжирнинг чиқишидаги кучланиш $U_{чик}$ транзисторнинг юкламаси R_4 даги кучланиш $U_{кир}$ га қараганда кўп. Шундай сабабларга кўра, кучланишни кучайтирилиши юз бериб, қувват ҳам бир мунча ортади.

Транзисторнинг уланиш схемаларида унинг чиқиб турган учларидан бири кириш саналади, иккинчиси-чиқиш, учинчиси эса, кириш ва чиқиш занжирларга нисбатан умумий саналади. Чиқишларнинг айнан қайси бири умумий эканлиги схемалардан аниқланади. Схемаларда “умумий база”, “умумий эмиттер” ва “умумий коллектор” уланишлари (3.4-расм) мавжуд. Коэффициентлар h_{21} нинг индекслари узатиш ва кучайтиришда бир номли схемаларга тегишли. Ҳаммадан кўп умумий эмитторга эга бўлган схемалардан кўпроқ қувватини кучайтириш хусусиятига эга бўлган элемент сифатида фойдаланилади.

p-n-p-ўтишли транзисторлар билан бир қаторда, **n-p-n** - ўтказувчанликка эга бўлган транзисторлари ҳам қўлланилади.



3.4 расм. Транзисторларни уланиш схемалари: а-умумий база, б-умумий эмиттер в-умумий коллектор



3.5 расм. Стабилитронни тавсифи ва уни уланиш схемаси

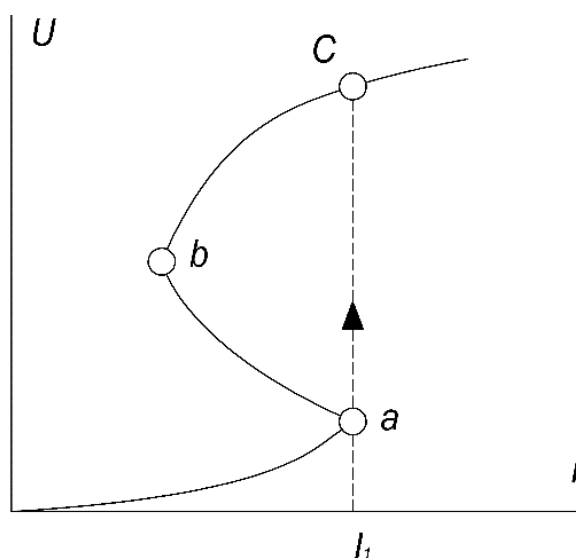
Бир транзисторни икинчисига алмаштирилганда, уни озиклантирувчи кучланиш E_k ни кутбларни алмаштириш керак бўлади. Кўрилаётган транзистор, униполяр транзистордан [7] фарқли равишда, биполяр транзистор деб юритилади.

Транзисторлар билан бир қаторда, химоя ва автоматика курилмаларда диодлар ҳам қўлланилади. Улар ичида стабилитронлар ҳам бор. У, кремнийдан тайёрланган диод кўринишида бўлиб, тескари ёриб ўтиш режасида узок муддат давомида ишлай олади. Унинг тавсифини тескари шохчасида (3.5а расм) ***p-n***-ўтишни ёриб ўтиш кучланишига $U_{\text{ёр}}$ тўғри келадиган нукта бор. Ёриб ўтилгандан сўнг, тескари ток, кенг ораликларда ўзгариши мумкин. Тезкари кучланиш эса, деярли ўзгармай қолади. Стабилитроннинг бу хусусиятидан, манбанинг кучланиши ўзгарувчан бўлган ҳолларда, ўзгармас кучланиш омили сифатида фойдаланилади.

3.5б расмда стабилитроннинг уланиш схемаси кўрсатилган. Кучланиш манбаи $U_{\text{кир}}$ га, диод VD катта қаршиликка эга бўлган резистор R орқали тезкор йўналишда уланган. $U_{\text{кир}}$ кучланиш ҳар доим $U_{\text{ёр}}$ кучланишдан катта, аммо айрим ораликда ўзгариши мумкин бўлади. Юклама $R_{\text{ю}}$ даги кучланиш $U_{\text{чик}}$ амалда доимо ўзгармас бўлиб қолади.

Стабилитронлардан фарқли равишда, туннел диодлари ўзгарувчан ток схемаларида ишлатилади. Туннел диоднинг вольт-ампер тавсифида манфий динамик қаршиликка эга бўлган қисм мавжуд. (3.6-расм).

Ток нолдан қандайдир I_1 қийматгача ўзгарса (тавсифда бу “а” ҳарф билан белгиланган), диодда кучланиш тушиши силлиқлик билан ортиб боради.



3.6 расм. Туннел диоднинг тавсифи.

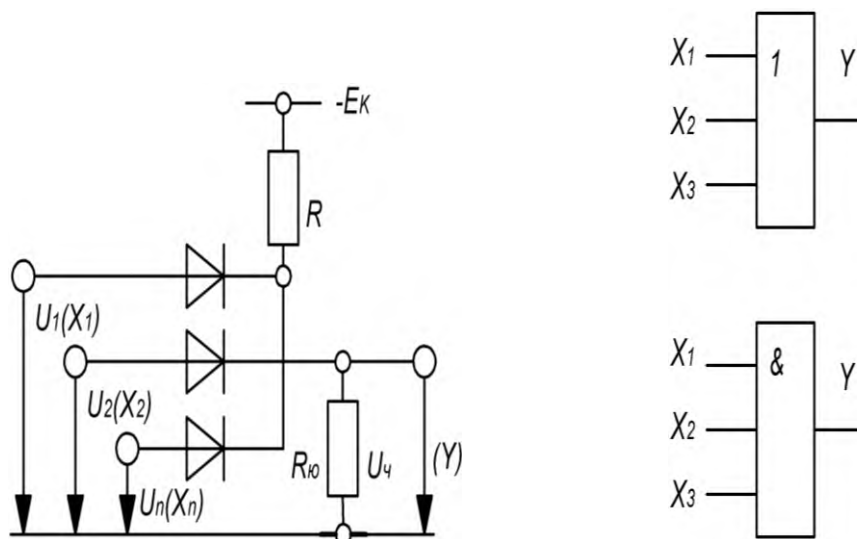
Агар ток I_1 қийматдан ортиб кетса, у ҳолда диодни кучланиши сапчиб ўзгаради. (“с” нукта). Ток пасайса кучланиш ҳам пасаяди, дастлаб секинроқ (“сб” қисм), кейин эса тезкорлик билан нол қийматигача тушади. Диоднинг бу айтиб ўтилган хусусиятидан, битта таъсир катталиги бўлган ўлчаш органларини таққослашда, фойдаланиш мумкин. Аммо бу ягона мисол эмас. У кўп жойдарда ишлатилади.

3.3.Мантиқий органларнинг ярим ўтказгичли ва микроэлектрон элементлари

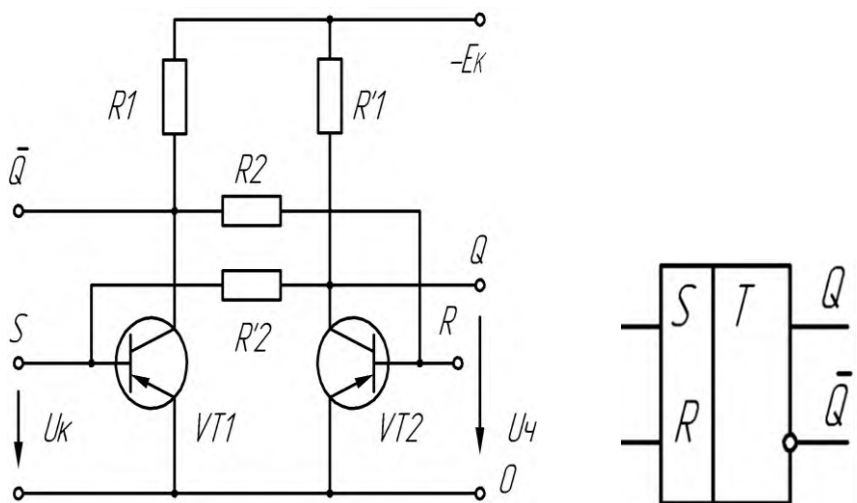
Элементларни турлари ҳар хил бўлиб, улардан маълум бир мақсадларда фойдаланилади:

1).Мужассамлашган мантиқий элементлар ВА ЁКИ, ЭМАС операцияларни дискрет сигналлар устидан бажаради: Мантиқий бир (1) ва нол (0) орқали.

(3.7расмда) диод элементининг схемаси келтирилган. У, мусбат ишорали бирликлар учун кучланишлар $U_1 - U_n$ ($X_1 - X_n$ сигналлар) кўринишда ЁКИ операциясини бажаради(3.7б-расм). Ва, манфий ишорали кучланишлар $(-U_1) - (-U_n)$. ($X_1 - X_n$ сигналлар) кўринишидаги бирликлар учун эса ВА мантиқий операцияларни бажаради.



3.7-расм. ЁКИ (ВА) мантиқий элементлар схемаси (а) ва уларни шартли график белгиланишлари (б, в)

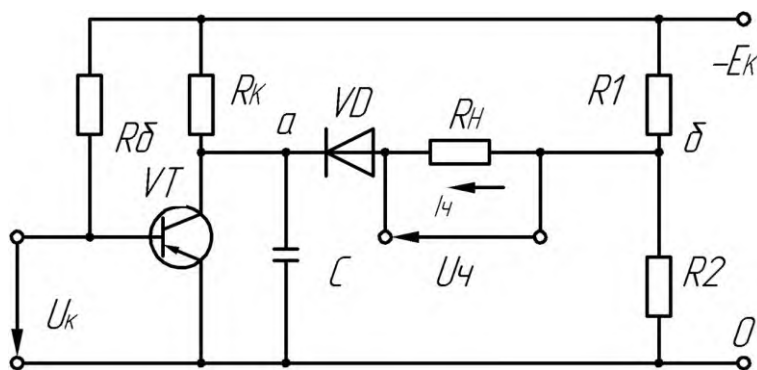


3.8-расм. ЭМАС мантиқий элементининг схемаси (транзисторли инвертир)

Чиқишда мусбат ишорали кучланиш $U_{\text{чик}}$ (сигнал Y)га эга бўлиши учун, киришлардан бирига, мусбат ишорали кучланиш узатгичнинг ўзи кифоя қилади, масалан, U_2 (X_2 сигнал). Бунда керакли диод очилади ва резистор R_H да $U_{\text{чик}}$ кучланиш пайдо бўлади. Бу кучланиш деярли U_2 кучланишга тенг. Чиқишда манфий ишорали сигнални олиш учун, киришга сигнал узатилганида ($-U_{\text{чик}}$) барча диодлар беркилиши зарур. Бу эса фақат, барча киришларда манфий ишорали кучланишлар ($(-U_1) - (U_n)$) бўлгандагина, амалга оширилиши мумкин.

ЭМАС мантикий операцияси транзисторли инвертирлар (3.8-расм) ёрдамида бажарилади. Агар киришда сигнал бўлмаса $U_{\text{кир}} = 0$ (сигнал $X = 0$), у ҳолда мусбат силжиш туфайли (база потенциали $E_{\text{см}}$) транзистор берк, тизимнинг чиқишида эса, манфий потенциал - кучланиш - $U_{\text{чиқ}} \approx -E_{\text{к}}$ (сигнал $Y=1$) $X=1$ сигнал пайдо бўлганида (кучланиш $U_{\text{кир}} > 0$) транзистор очилади ва чиқишда кучланиш йўқолади ($Y=0$ сигнал). Кўриб чиқилган мантикий операциялар магнит элементлар ёрдамида бажарилади [7].

Вақт мантикий элементи ярим ўтказгичли асбоблар асосида таёрланиб, улардан одатда конденсаторларни зарядлаш ёки, зарядсизлантиришда сабр вақтиларини ташкил қилиш мақсадида, фойдаланилади. Бундай элементнинг тамойилиал схемаси 3.9-расмда кўрсатилган .

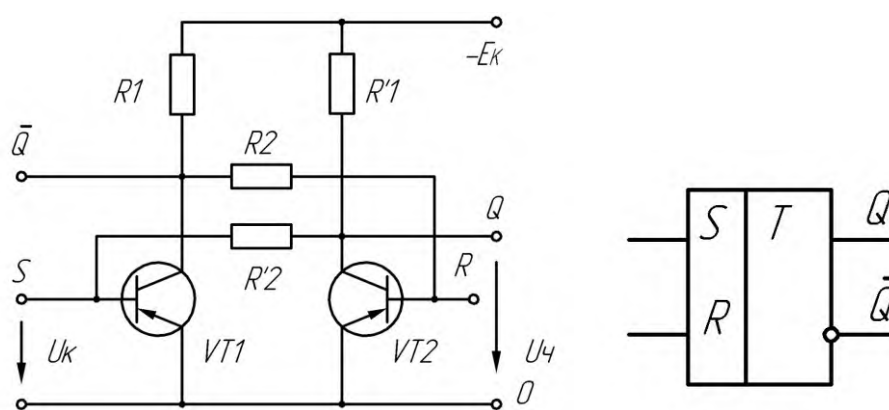


3.9-расм. Вақт элементининг схемаси

Киришда сигнал бўлмаганида, транзистор VTнинг эмиттери ўтишидан, тўғри ток оқади. Шунинг учун транзистор очик бўлади ва конденсатор C туташиб қолган. Диод VD га тескари кучланиш берилаётган бўлиб, у берк ҳолдадир. Чиқишда эса сигнал йўқ. ($U_{\text{чиқ}} = 0$).

Қурилма киришга мусбат ишорали кучланиш $U_{\text{кир}}$ берилгандагина фаолият кўрсатади. Бунда транзистор беркилади ва конденсатор зарядланади. Вақт ўтиб бориши билан, “а” нуктадаги потенциал “б” нуктадаги потенциалдан кичиклашиб, диод VD очилади, кириш занжири туташиб қолади. Чиқишда бу пайт $I_{\text{чиқ}}$ кўринишида сигнал пайдо бўлади ёки, юклама R_4 да кучланиши $U_{\text{чиқ}}$ тушиши кузатилади. Қурилманинг киришига, сигнал узатилган вақтдан бошлаб чиқишда сигнал пайдо бўлгунга қадар ўтган вақт, **хаяллаш вақти дейилади.**

Симметрик триггер (3.10а-расм) умумий эмиттер орқали уланган иккита транзистор VT1 ва VT2 лардан иборат. R2 резистор (R'2), битта транзисторни коллекторни иккита транзисторнинг базаси билан боғлаб, мусбат ишорали теслари алоқани ташкил этади. Триггер иккита киришга (S ва R) ҳамда иккита чиқишга (тўғри Q ва инверсияли \bar{Q} (RS-триггер)) эга. Схема симметрик бўлиб триггер иккита турғун ҳолатга эга бўлди. Улардан бири “1” деб, иккинчисини “0” деб қабул қилиш мумкин. Биттасида транзистор VT1 очик VT2 эса берк, иккинчисида эса аксинча, VT1 берк VT2 эса очик бўлади. Ҳар қайси ҳолатда ҳам схема кераклигича узок вақт давомида тура олади.

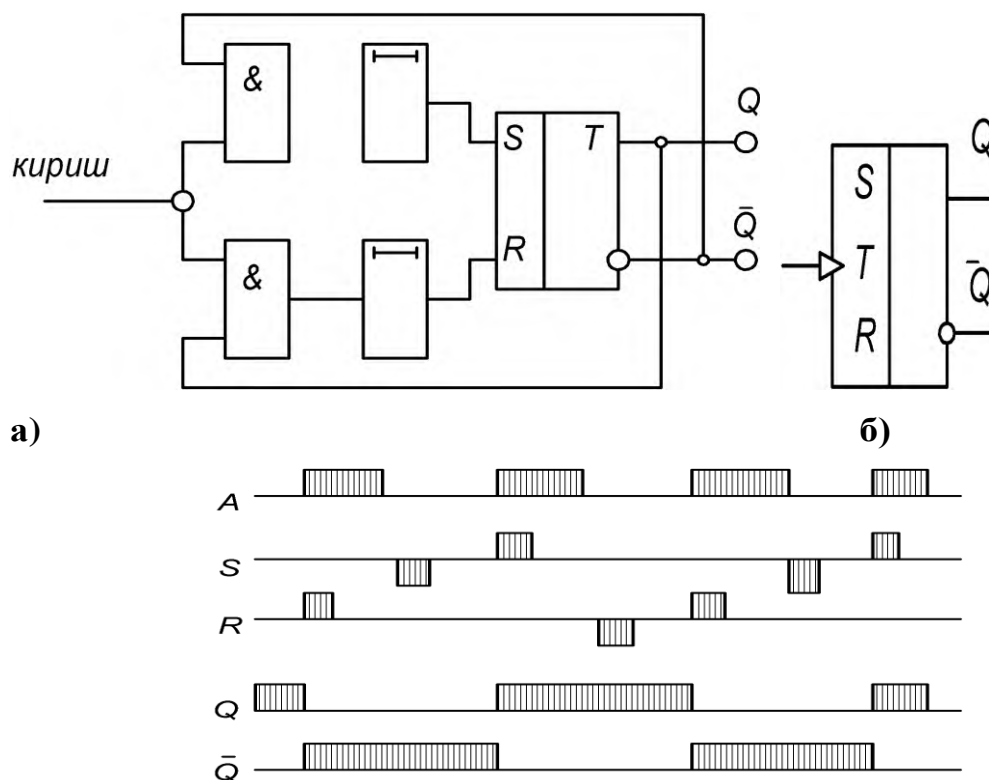


3.10- расм. Симметрик триггер схемаси(а) ва унинг шартли равишдаги ифодаланиши

Ҳақиқатдан олиб қаралганда, қандайдир сабабларга кўра VT1 транзистор очик бўлса, уни қаршилиги оз. VT2 транзисторининг коллектори ва у билан боғлиқ бўлган базаси эса, эмиттернинг потенциалига тенг бўлган потенциалли бўлади. Эмиттер потенциали билан VT2 нинг базасини потенциали тенг бўлганида, транзистор берк ҳолатда бўлади, чиқишдаги сигнали “1” га тенг бўлган ($Q=1$) манфий ишорали кучланиш $U_{\text{чик}} \approx -E_k$ дир.

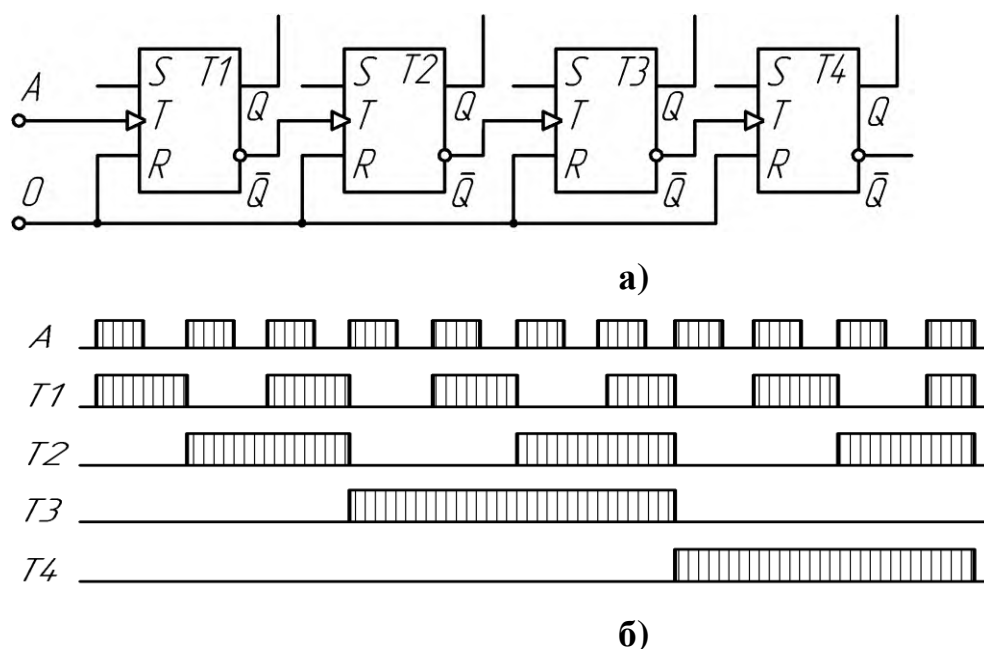
Шу пайтда VT1 нинг очик ҳолати, унинг базаси тескари алоқа орқали эмиттернинг потенциалдан кичикроқ бўлган потенциалга эришганлиги туфайли, таъминланади. VT1 очик бўлса, чиқиш \bar{Q} нол шинаси билан уланган бўлади, шунинг учун чиқиш \bar{Q} да йўқ ($\bar{Q} = 0$). Триггерни бошқа турғун ҳолатга ўтказиш учун ёки, мусбат қутбланган кириш кучланишини S киришга (VT1 транзисторнинг базасига) юбориш зарур. Триггер бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтишлиги учун, R2 ва R'2 резисторларга, паралел равишда конденсаторлар уланади. (Бу схемада кўрсатилмаган).

Ҳисоблагичли киришга эга бўлган триггер. Реле ҳимояси ва автоматикаси қурилмаларида дискрет ахборотларга ишлов беришда, импульсларни ҳисоблашни амалга ошириш зарурати туғилади. Шу мақсадда ҳисоблагичли киришга эга бўлган триггер (Т-триггер) асосида бажарилган ҳисоблагичлардан фойдаланилади. Бундай триггернинг схемаси RS триггердан ташкил топган. Уни S ва R киришлари бирлаштирилган занжирига эса, сигналларни тутиб қолишга хизмат қиладиган тақсимловчи диодлар, ҳамда элементлар уланган. Шулар туфайли импульслар навбатлашиб S ва R нинг киришига узатилади. Триггерни тўғри ишлашиги учун, тутилиб қолиш вақти импульсларини давомийлиги вақтидан кўпроқ бўлишиги даркор. RS-триггернинг схемасига кўрсатилган қўшимчаларининг киритилиши учун мантиқий элемент ВА ҳамда сигналларини тутиб қолувчи элементлар орқали уланишга мос келади. Буни ҳисобга олиб 3.11а расмда киришидаги ҳисоблагичи мавжуд бўлган триггерни функционал схемаси 3.11б-расмда эса уни шартли белгилари кўрсатилган.



3.11-расм. Ҳисоблагичли киришга эга бўлган триггер схемаси (а) уни шартли белгиланишлари (б) ва ишлашини вақт диаграммаси (в)

Ҳисобчи триггернинг ишини вақт диаграммасидан тушуниб олиш мумкин (3.11в-расм). Триггерни ҳисобловчи қисмини киришига тўғри бурчакли сигналлар A узатилади. Кириш сигналининг катталиги нол қийматдан бирга ўзгарганида S ва R нинг киришларида навбатма-навбат мусбат импульслар пайдо бўлади. Агар сигнал A , бирдан нолга ўзгарса, у ҳолда қарама қарши ишорага эга бўлган импульслар пайдо бўлади. Триггерни киришга S ва R киришларига мусбат импульслар берилса, у қайта уланади. Шундай қилиб, кириш сигналининг икки ўзгаришига, чиқиш сигналини бир ўзгариши тўғри келади. Импульслар ҳисоблагичи триггерларни ҳисоблагичли кириш билан кетма-кет уланиб бажарилади. 3.12а расмда тўртэзядли иккиламчи ҳисоблагичнинг схемаси кўрсатилган.



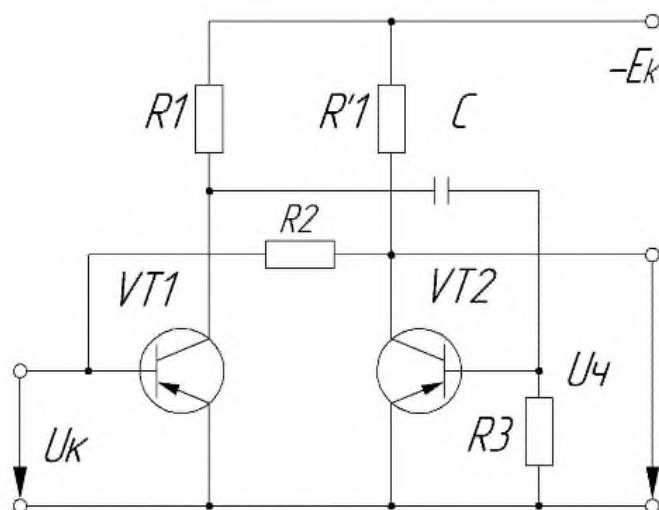
3.12-расм. Тўртэзядли иккиламчи ҳисоблагичнинг схемаси (а) ва уни ишини вақт диаграммаси (б)

У шундай йиғилганки, унда 1 ни олдинги триггердан кейингисига узатиш, олдинда турган триггерни 1 ҳолатидан 0 ҳолатга ўтишида юз беради. Ҳисоблагични ишлашини вақт диаграммаси (3.12б-расм) тушуниб олиш мумкин. Дастлабки мусбат ишорали импульс $T1$ триггери 1 ҳолатга ўтказди (ёзиб борилади). Иккинчи кириш импульси $T1$ триггердан 1 ни ҳисоблайди ва уни $T2$ триггерга ёзади. Учинчи импульс, яна қайтадан $T1$ триггерни 1 ҳолатга ўтказди, тўртинчиси эса $T1$ ва $T2$ дан 1ни ҳисоблаб, кейин уни $T3$ га ёзади.

Шундай алфозда тўртинчи импульсдан сўнг Т3 триггер 1 ҳолатда бўлади, қолганлари эса (триггерлар) 0 ҳолатда қолади. Ҳисоблагич учун бу 0100 ни ташкил этиб иккиламчи ёзишмада 4 сонига мос.

Юқоридагилардан ташқари, яна, реверсив ҳисоблагичлар мавжуд. Улар импульсларни қўшилганларда ҳам ва айириш амали бажарилганида ҳам ҳисоблашни амалга оширишади. Триггерлар асосида фақат ҳисоблагичларнигина бажарилиб қолмай, балки хотира элементлари, импульсларни шакллантиргичлар ва тақсимлагичлар частотани бўлгичлар, рақамли интергал микросхемалар кўринишидаги икки позицияли мантиқий релелар тайёрланади. Мисол учун, ВА-53 намунасидаги автомат ўчиргичлар ҳимоясида, К561НЕ9 намунасидаги микросхемадан фойдаланилган.

Бир битратгич (3.13-расм) **симметрик триггерлардан** шуниси билан фарқ қиладики, унда тескари алоқа резисторлардан бири R2 конденсатор C билан алмаштирилган ва VT2 транзисторнинг базаси билан эмиттери ўртасига R3 резистор уланган. Бундай схема, биттагина турғин ҳолатда - VT1 очик, VT2 берк бўлгандагина, эришади. VT1 нинг очик ҳолати, триггер схемасида бўлганидагидек, уни ҳам базаси эмиттердагидан кам бўлган потенциалга эга бўлиши лозим.



3.13-Расм. Бирбитратгич схемаси

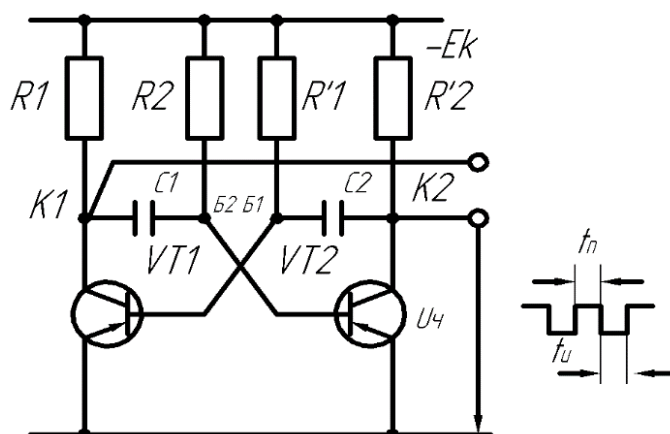
Бунда конденсатор C очик бўлган VT1 транзисторнинг кичик қаршилиги билан туташган ва зарядсизланган ҳолда бўлади. VT2 транзистор берк, чунки уни базаси R3 резистор орқали эмиттер билан боғланган бўлиб эмиттердек потенциалга эга.

Агар VT_1 нинг базасига, уни беркитувчи қисқа вақтли мусбат сигнал берилса, у нотурғун янги ҳолатга ўтади. Конденсатор C зарядлана бошлайди.

VT_2 транзистор очилади, чунки R_3 резистордан ўтаётган конденсаторнинг заряд токи ҳисобига VT_2 транзисторнинг базасини потенциали учун эмиттер потенциали кичик бўлади. Бу ҳолат нотурғундир. Конденсатор зарядланиб бориши билан VT_2 ни базасини потенциали ортиб боради. Конденсатор зарядланиб бўлгач, нол ҳолатга етиб, VT_2 беркилади. Шунда транзистор VT_1 очилади ва схема дастлабки турғун ҳолатига қайтади. Биртитратгичдан импульсларни кенгайтиргич сифатида фойдаланиш мумкин.

Мультититратгичлардан тўғри бурчакли импульсларни ишлаб чиқарувчи генератор сифатида фойдаланиш мумкин. Симметрик триггердан фарқли равишда, мультититратгичнинг схемасида R ва R' резисторларни ўрнига (3.8-расмга қаранг) C_1 ва C_2 конденсаторлар уланган (3.14-расм). Шунинг учун VT_1 ва VT_2 транзисторлар ўртасидаги тескари алоқа конденсаторларни зарядланишига ёки, зарядсизланишида пайдо бўлади. Мультититратгич, худди триггер каби, иккита турғун ҳолатга эга, аммо бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтиш ташқи таъсирларсиз юз беради.

Конденсаторларни қайта зарядлашда, транзисторларни ҳолатига боғлиқ ҳолда, K_1 ва K_2 нуқталарининг потенциали нолдан (мос келувчи транзистор очик) - E_k -гача (мос келувчи транзистор берк) ўзгаради. B_1 ва B_2 нуқталарининг потенциали эса $+E_k$ дан нолгача ўзгаради.



3.14-расм. Мультититратгичнинг схемаси

Хақиқатдан олиб қаралганда, берк бўлган, масалан VT1 транзисторда, K1 нуктанинг потенциали $-E_k$ га, B2 нуктани потенциали эса нолга тенг. Агар VT1 очилса, у ҳолда K1 нуктанинг потенциали нолга, яъни $+E_k$ ўзгариши кутилади. C1 конденсатордаги кучланиш бирданига ўзгара олмайди, шунинг учун B2 нуктанинг потенциали худди шундай ўзгариб $+E_k$ га тенг бўлиб қолади.

Мультикатратгич қуйидагича ишлатилади. Агар VT1 транзистор очилса, у ҳолда K1 ва B1 нукталар нол потенциалларга эга бўлади; B2 нуктанинг потенциали $+E_k$ дан нолгача ўзгаради, конденсатор C1 зарядсизланади. K2 нинг потенциали нолдан $-E_k$ гача ўзгаради (C2 конденсатор зарядланади). B2 нинг потенциали нолгача пасайганида, VT2 транзистор очилади ва шунинг учун K2 ники нолга тенг бўлиб қолади. B1 нуктани потенциали нолга пасайганда TV1 транзистор очилади. Шундай қилиб, VT1 ва VT2 транзисторлар очилиб ва ёпилиб, ўзгариб туради. Натижада мультикатратгичнинг чиқишида тўғри бурчакли импульсларга яқин бўлган $U_{чик}$ импульсларни пайдо қилади. R ва C тенглашганда транзисторлар занжиридаги импульс t_u билан танаффус вақти t_T ларни давомийлиги, ўзаро тенг бўлади. R ва C ни ўзгартириб бориб t_u/t_T муносабатини ҳам ўзгартириш мумкин.

Яна блокнинг генераторлар ҳам мавжуд бўлиб, улар реле ҳимояси ва автоматикада, қисқа вақт давом этадиган импульсларни олиш мақсадида қўлланилади. У ташқаридан ишга тушириладиган режимда ҳам (кутувчи режим), ва автотебранишлар режимида ҳам ишлаши мумкин.

3.15-расмда автотебранишлар режимида ишлайдиган блокнинг-генераторнинг соддалаштирилган схемаси келтирилган

Транзисторнинг коллектор занжирига T_L трансформаторнинг бирламчи чўлғами уланган. Унинг иккиламчи чўлғамларидан бири орқали коллектор ва база занжирлари ўртасида мусбат ишорали тескари алоқа амалга оширилган. Трансформаторнинг бошқа иккиламчи чўлғами генераторни чиқиши бўлиб ҳисобланади.

Схемани автотебранишида ишлашини соддалаштирилган тарзда қуйидагича тушунтириш мумкин. Тескари алоқа мавжудлиги туфайли транзистор вақти - вақти билан гоҳо очилади, ва гоҳо ёпилади. Уни очилиши жараёнида тескари алоқа кучланиш $U_{та}$ орқали конденсатор C зарядланади ва генераторнинг чиқишида (резистор $R_{ю}$) импульс кучланиш $U_{чик}$ (сигнал) пайдо бўлади.

Транзистор берк бўлганида, сигнал йўқ ва трансформаторнинг иккиламчи чўлғами ва резистор R орқали конденсаторда зарядсизланиши юз беради. Зарядсизланиб бориши билан бирга, базадаги мусбат ишорали кучланиш камаяди ва у нолга яқинлашгач, транзистор очилади. Коллектор занжирининг ўзгарувчан токи T_L трансформаторнинг иккиламчи чўлғамида э.ю.к ни пайдо бўлишига олиб келади. Конденсатор зарядлана бошлайди, транзистор очилади, чиқишда эса импульсли сигнал пайдо бўлади. Транзисторнинг очилиш жараёни тугагач, трансформатор чўлғамларидаги э.ю.к. йўқолади ва зарядланган конденсатор транзисторни беркитади. Конденсатор зарядсизлана бошлайди ва жараён қайталанади.

Кутиш режимидаги ишни таъминлаш учун, транзисторнинг эмиттер - база занжирига мусбат силжитиш манбаи киритилади. Бунда блокнинг генератор транзистор базасига келтирилган манфий ишорали кучланиш (сигнал) билан ишга туширилади.

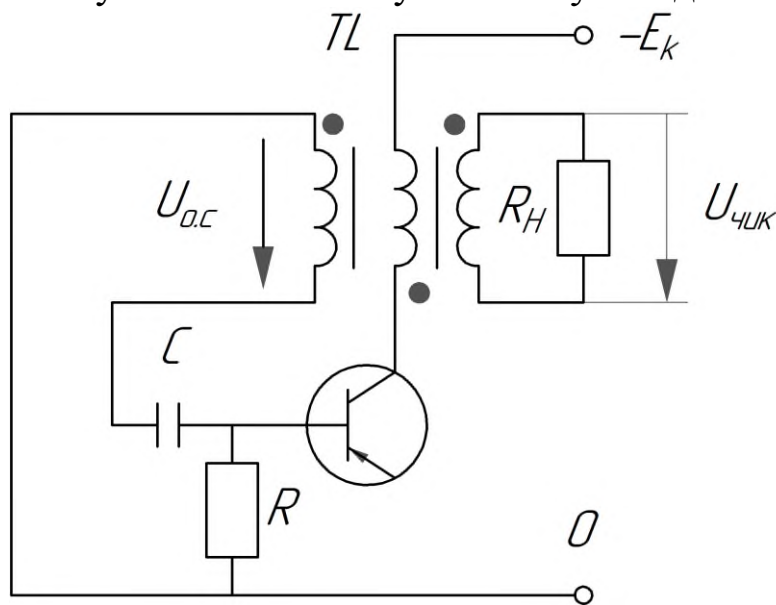
Кутиш режимини эмиттерни занжирига таъсир қилиш билан ҳам ташкиллаш мумкин.

Кейинги сабаб магнит диодли ячейка бўлиб, уни таркибида диодлар ва ферромагнит элементлар мавжуд. Ферромагнит элементларнинг асоси бўлиб ферромагнит ўзак саналади. У магнитлаш хусусияти бўйича гистерезис сиртмоғига яқин бўлган тавсифга эга. Магнитланиш юз берганидан сўнг, улар узоқ вақт давомида икки ҳолатнинг бирида қолиши мумкин: магнит индукциясини тўйиниш қиймати бўлган мусбат ишорали $+V_s$ га ёки манфий $-V_s$ да. Ҳолатнинг биринчи кўринишини мантиқий бир 1 билан, иккинчисини эса нол (0) билан белгилаш қабул қилинган. Магний элемент иккита, учта ва ундан ортиқ чўлғамларга эга бўлиши мумкин. 3.16-расмда учта чўлғамга эга бўлган элемент схемаси кўрсатилган: ёзиш чўлғами w_e ҳисоблаш чўлғами w_x ва чиқиш чўлғамлари $w_{чик}$ мавжуд. Улар бошқариладиган реактор режимида ҳам ишлаш мумкин ва ҳам трансформатор режимида.

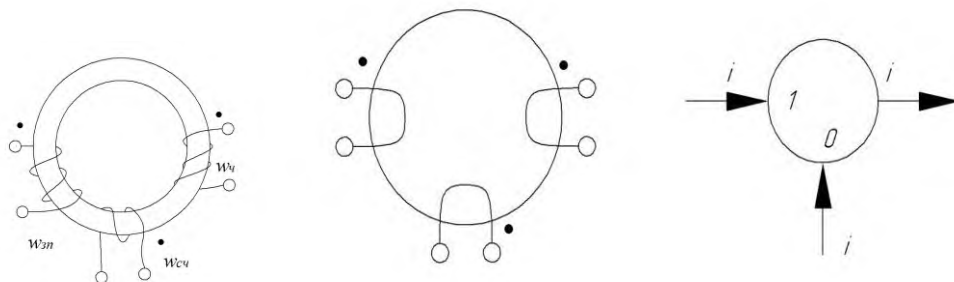
Чиқиш чўлғамларига ахборотни узатиш қуйидагича амалга оширилади. Маълум бир қутбланишга эга бўлган ток импульси кўринишидаги ахборот w_e чўлғамига келади. Бу вазиятда ўзакнинг магний ҳолати фақатгина ток томонидан пайдо қилинган магнит индукцияси қолдиқ магнит индукциясини ишорасига қарама-қарши бўлгандагина ўзгариши мумкин. Агар, ўзак мисол учун 0 ҳолатда

бўлса, уни 1 ҳолатга ўтиши, чўлғамга мусбат ишорали ток импульси берилганда амалга ошади.

Шундай қилиб, ёзиш чўлғамида, магнит элемент уни мусбат индукция $+B$ гача қайта магнитлайдиган импульсини кутбини хотирада қолдиради. 1 га мос келувчи $w_{чик}$ чиқиш чўлғамидаги сигнал узокда манфий ишорали индукция $-B_s$ ни пайдо қиладиган ток импульсини ҳисоблаш чўлғамига узатганида пайдо бўлади. Агар, бордю, бунгача бу узок 1 ҳолатида бўлган бўлса ($+B_s$ гача магнитланган), уҳолда унда $-B_s$ гача қайта магнитланиш юз беради ва $w_{чик}$ чўлғамида нисбатан катта э.ю.к(сигнал) пайдо бўлади. Агар узок 0 ҳолатида ($-B_s$ гача магнитланган) бўлса, қайта магнитланиш бўлмайди ва э.ю.к. унча кўп эмас (халақит кўринишида) бўлади. Битта ўзакдан ташкил топган якка ферромагнит схемаларда ячейкаларга бирлаштирилади. Бу ерда 1 ёки, 0 сигнални битта ўзакдан иккинчисига ўтказиш учун, олдинги ўзакнинг чиқиш чўлғами кейинги ўзакнинг ёзиш чўлғамига уланади.



3.15-расм. Блокнинг генератор схемаси.

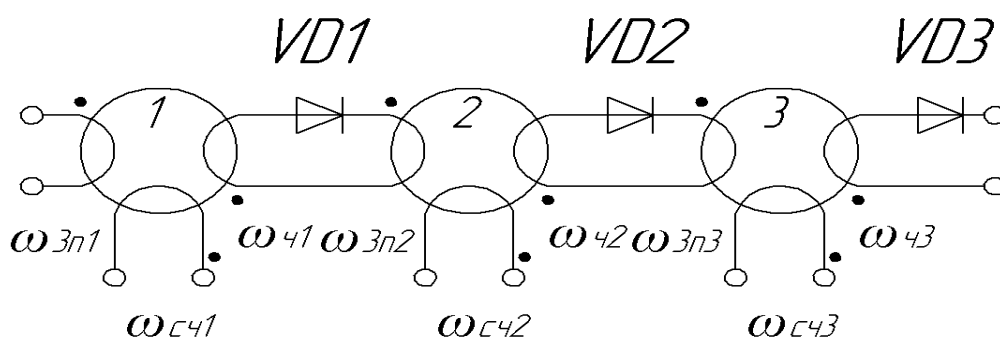


3.16-расм. Фермагнит элементининг (а) схемаси ва уни шартли равишда ифодаланиши (б)

Бундай уланишларда нотўғри тескари ахборотлар пайдо бўлишлиги мумкин, чунки ўзакнинг магнит ҳолати ўзгарганида уни барча чўлғамларида э.ю.к. пайдо бўлишига олиб келади. Ҳақиқатдан ҳам, биринчи ўзакнинг ёзиш чўлғами $w_{\dot{e}1}$ га мусбат ишорали ток импульси берилса (магнитловчи), уни чиқиш чўлғамларида э.ю.к.пайдо бўлади. Агар чўлғам туташган бўлса, уни бошидан чиқиб, ўзакни 0 ҳолатга қайтаришга интиладиган ток пайдо бўлади ва ёзиш бўлмайди. Кўрсатилган токни пайдо бўлишлигининг олдини олиш учун 1 ўзакнинг чиқиш чўлғами занжирига VD1 диод уланади. Айнан шундай мақсадларда VD2 ва VD3 диодлар ҳам хизмат қилади. Улар кейинги ўзақларнинг чиқиш чўлғамлари занжирида бўлади.

1 ўзакдан 2 ўзакка ахборотни узатиш учун 1 ўзакнинг $w_{\text{хис}}$ чўлғамига чўлғам охирига кирадиган манфий ишорали ток импульси (магнитланувчи) берилади. Ўзакни қайта магнитланишида уни $w_{\text{чик}1}$ чўлғамида э.ю.к пайдо бўлиб, юқорида кўрсатилган ишорага қарама - қаршидир ва VD1 диод очилади. 2 ўзакнинг $w_{\dot{e}2}$ чўлғам занжиридан ўтаётган ток 2 ўзакни 1 ҳолатга ўтказди (бирни ёзади). Агар энди 2 ўзакнинг $w_{\text{хис}2}$ чўлғамига магнитсизлантирувчи ток импульси узатилса, у ҳолда ёзилган бир 3- ўзакка узатилади. Аммо 2- ўзакни қайта магнитланишидаги жараёнда уни $w_{\dot{e}2}$ чўлғамида ҳам э.ю.к.пайдо бўлади. 1 ўзакни кераксиз қайтадан магнитланишидини олдини олиш учун, 2 ўзакнинг $w_{\text{хис}2}$ чўлғамига бир пайтнинг ўзида токни узатиш билан бирга, 1 ўзакнинг $w_{\text{хис}1}$ чўлғамига магнитсизлантирувчи ток ҳам узатилади.

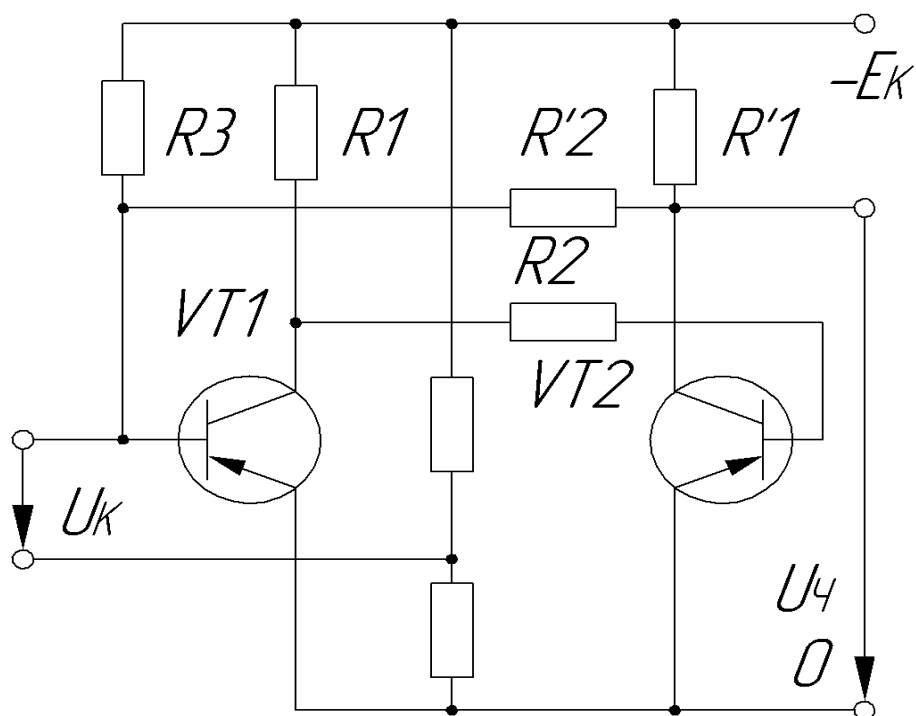
Кўриб чиқилган ячейка феррит ўзақлардан ва диодлардан ташкил топган, шунинг учун магнитдиодли деб аталади. У хусусан импульс тақсимлагичларда қўлланилиши мумкин. Ундан ташқари, магнит транзисторлари ячейкалар ҳам мавжуд бўлиб, улар фарромагнит элементлари ва транзисторларини бирлаштиради.



17-расм. Магнитдиодли ячейка.

3.4. Ўлчаш органларининг ярим ўтказгичли ва микроэлектрон элементлари.

Ярим ўтказгичли ўлчаш релелари, худди электромеханик релелар каби, таъсир этувчи катталикларни уларни абсолют қийматлари ва фазалари бўйича таққослашни амалга оширади. **Бу вазифани уларда махсус ярим ўтказгич элементлардан ташкил топган таққослаш схемалари бажаради.** Солиштириш жараёнида улар киришдаги узлуксиз катталикларни чиқишда дискрет катталикларга ўзгартиради. Бу одатда, ўзгармас ток ва кучланиш бўлиб, ишораси билан фарқ қиладиган икки қийматдан иборат. Таққослаш схемасининг **ижрочи қисми бўлиб нол орган саналади.** Таққослаш схемаси дейилганида, кўпинча, релени ҳам солиштирувчи ва ҳам ижро этувчи қисмлари тушунилади. Таққослаш схемасини тайёрлашда диодлардан, триодлардан, тўғрилагичлардан, қутблантирилган ва магнитоэлектрик релелардан ҳамда транзисторлардан ва операцион кучайтиргичлардан фойдаланилади. Транзисторлардан ва операцион кучайтиргичлардан ташқари барча бу элементлар, юқорида кўриб чиқилди. Шу сабабли таққослаш схемаларини ўрганишни транзисторли ва операцион кучайтиргичлар билан танишиб чиқишдан бошлаймиз.



3-18-расм. Реле режимда ишлаётган икки каскадли кучайтиргич схемаси.

Релели ҳимоя ва автоматиканинг қурилмаларида, кучайтиргичлардан, таққословчи схеманинг нол органлари сифатида фойдаланилади. У триггер (3.10-расм)дан шуниси билан фарқ қиладики, транзистор $VT1$ нинг киришида сигнал бўлмаганда у очик, чунки $R3$ резисторли занжир туфайли уни базасини потенциали эмиттерга нисбатан манфийдир. $VT2$ транзистор эса берк кучайтиргич киришига мусбат ишорали $U_{кир}$ сигнал берилганида ҳаракатга келади. Бу сигнал $VT1$ транзистрони беркилиши учун етарли бўлиши керак. Бу пайтда $VT2$ транзистор очилади. Схема бундай ҳолатда, токи кириш сигнали тўхтамагинуча, ёки кучланиш қиймати маълум бир даражага тушмагунча, қолади. $VT2$ транзисторининг коллектор занжиридаги ток, минимал қийматидан максимал қийматига, сапчиб ўзгаради. Бунинг сабаби кучайтиргич худди электромеханик реле каби реледек фаолият кўрсатади.

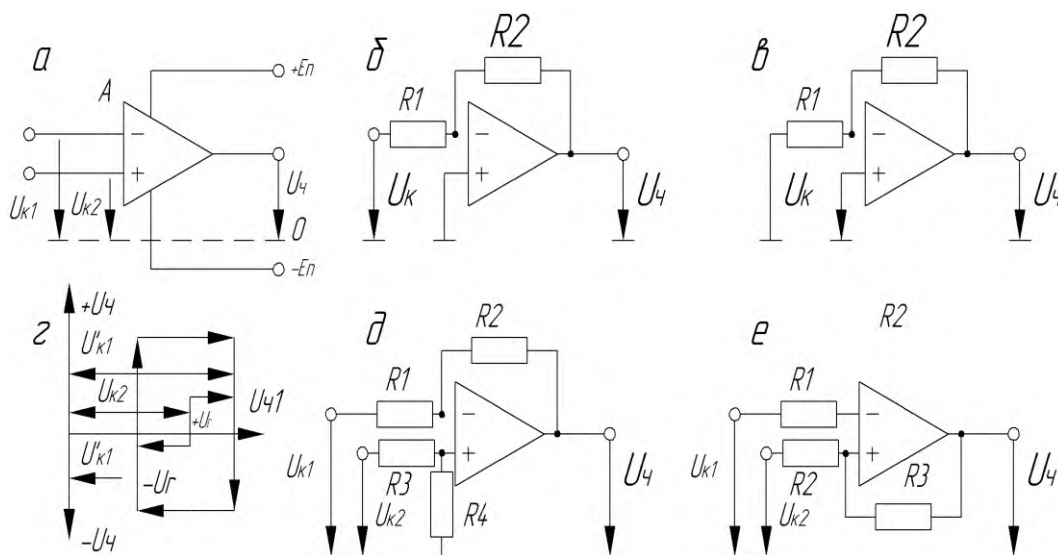
3.5.Ўзгармас токда ишлайдиган операцион кучайтиргичлар

Улар жуда мураккаб бўлган ярим ўтказгичли материаллар асосида тайёрланган элементлардан ташкил топган қурилмалардир. Уларни таркибига бир нечтадан кучланишни кучайтирувчи

транзисторлар каскадлари (кетма-кет жойлашган), чиқишда токни кучайтирувчи каскад ва бу каскадларни ўзаро мослаштирувчи занжир киради.

Операцион кучайтиргич (ОК) иккита асосий бўлган киришга ва битта чиқишга эга. ОК ни озиқлантириш учун яна иккита кириш мавжуд бўлиб, улар қарама-қарши қутблилик $+E$ ва $-E$ га эга бўлган ва умумий ноль шиначали иккита озуқа манбаига уланган (3.19а-расм). Бу киришлардан биттаси инвертерловчи (қисқача қилиб айтганда $U_{\text{кириш}}$), иккинчиси эса инвертерланмайдиган (қисқача $H_{\text{кириш}}$) деб аталади. Биринчиси минус “-” ишора билан, иккинчиси эса “+” ишора билан белгиланади. Инвертирловчи $U_{\text{кир1}}$ ва инвертирламайдиган $U_{\text{кир2}}$ киришларга берилаётган кучланишлар ноль шиначадан ҳисобланади. Операцион кучайтиргич кучайтириш коэффиценти K билан ҳарактерланади; бу катталиқ чиқишдаги кучланиш ўзгариши $U_{\text{чик}}$ ни уни ўзгаришга мажбур қилган киришдаги кучланиш $U_{\text{кир}}$ га нисбати билан аниқланади. Бу аниқлаш ОК ўз тавсифини узатиш тармоқларли қисмида ($K=10^3 \dots 10^6$) ишлаётганида бажарилади. Операцион кучайтиргич катта кириш қаршилиги $R_{\text{кир}}$ га ва кичик кириш токига эга.

Киришдаги қаршилиқ қиймати $10^3 \div 10^6$ гача ва ундан юқорирок, ток эса кичик қийматларда : $10^{-6} - 10^{-7}$ А бўлади. Операцион кучайтиргичнинг чиқишидаги қаршилиги бирмунча кичик қийматли бўлиб, у бир неча ўн Ом дан бир неча юз Ом гача бориши мумкин. Операцион кучайтиргич икки хил режимда ишлаши мумкин: узатиш тармоқларли режимда ва калит режимда. Узатиш тармоқларли режимда $U_{\text{чик}}$ кучланиш $U_{\text{кир}}$ кучланиш билан қандайдир



3.19 - расм. Ўзгармас ток операцион кучайтиргичи ва уни уланиш схемаси

узлуксиз боғлиқликда бўлади. Калит режимда эса ОК фақат икки хил қийматни қабул қилади. Бу қийматлар, $U_{кир1}$ ва $U_{кир2}$ киришдаги кучланишларни муносабатларига боғлиқ ҳолда, ўзгариб туради. ОК ни у, ёки бу режимда ишлаши, уни уланиш схемалари орқали аниқланади [10, 20]. Улардан айримларини кўриб чиқамиз.

Инвертирловчи кучайтиргич. Инвертирлайдиган кучайтиргичга эга бўлиш учун H -киришни умумий ноль бўлган шинача билан улаш керак, H киришга, $R1$ резисторни ва ОК чиқишини, $R2$ кўринишидаги тескари манфий ишорали алоқага эга бўлган H кириш билан бирлаштирмоқ зарур. (3.17б-расм). Манфий ишорали тескари алоқа ОК ни ишини узатиш тармоқларли режимда олиб боришини таъминлайди. ОК нинг бундай уланиш схемасида $U_{кир}$ кучланиш H киришга берилади; бунда $U_{чик}$ кучланиши чиқишда $U_{кир}$ ни ўзгаришига боғлиқ ҳолда ўзгаради, аммо кучланишларни ишоралари турлича бўлади.

Агар H - киришга манфий ишорали кучланиш берилса, у ҳолда чиқишдаги кучланиш мусбат ишорали бўлади ва аксинча. Инвертирловчи кучайтиргичнинг киришига бир нечта кучланиш берилиши мумкин. Бу эса, хусусан, унинг асосида симметрик ташкил этувчиларнинг филтрларини бажариш имкониятини беради.

Инвертирламайдиган кучайтиргич. Бу кучайтиргич, инвертирлайдиган кучайтиргичдан фойдаланиб олинади. Бунинг учун U - киришни умумий нол шиначасига улаш керак ва $U_{кир}$ кучланишни H - киришга узатилади. (3.19в - расм). Бу ҳолда, чиқишдаги кучланиш $U_{чик}$ киришдаги кучланиш $U_{кир}$ билан бир хил ишорага эга бўлиб, бир хил ва бир пайтда у билан бирга ўзгаради.

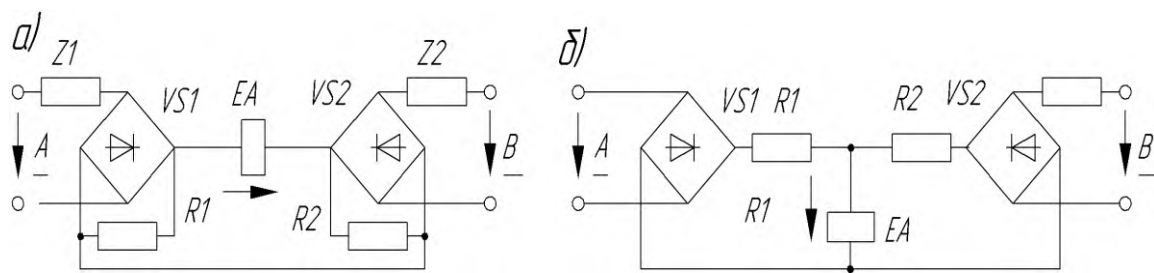
Дифференциал кучайтиргич. Соддалаштирилган кўринишдаги дифференциал кучайтиргичнинг схемаси 3.19г - расмда кўрсатилган. U - кириш ва H - киришлардаги кучайтириш коэффициентлари тенг бўлиб қолганида, чиқишдаги кучланиш $U_{чик}$ киришдаги кучланишлар фарқи $U_{чик} (U_{кир2} - U_{кир1})$ га пропорционал бўлиб, уни ишораси бу кучланишларни абсолют қийматлари ва ишораларидан аниқланади.

Компоратор. Компораторнинг схемаси 3.19д - расмда келтирилган. У манфий ишорали тескари алоқага эга эмас, шунинг

учун ОК нинг киришига бир хил ишорали кучланиш бериладиган бўлса, у калит режимда ишлайди. Агар $U_{кир1}$ ва $U_{кир2}$ мусбат ишорали бўлса, компораторнинг чиқишида мусбат ишорали кучланиш мавжуд бўлади, бордию $U_{кир2} > U_{кир1}$ ёки $U_{кир2} < U_{кир1}$ бўлса максимал манфий ишорали кучланиш бўлади. Шундай тарзда компоратор киришдаги кучланишларни таққослайди ва ҳар сафар, таққосланаётган кучланишларни фарқини ишораси ўзгарганида, қайта уланади. Киришдаги кучланишлар таркибида ҳалақитлар мавжуд бўлиши мумкин. Улар компораторни аниқ қайта уланишига ҳалақит беришлари мумкин. Ишни барқарор ва турғун ишлашини таъминлаш учун схема таркибига R3 -резистор кўринишидаги мусбат ишорали тескари алоқа киритилган. Шу туфайли компораторнинг чиқишидан ***H*** – киришга ***гистерез ис кучланиши U₂ деб аталадиган***, $U_{кир}$ га пропорционал бўлган, ҳамда у билан ишораси бир хил бўлган кучланиш узатилади. Шунинг учун $U_{чик}$ мусбат ишорали бўлганида $H_{кир}$ даги кучланиш $U_{кир2} = (U_{кир2} + U_2)$ га тенг, манфий ишорали бўлганида эса $-U_{кир2} = (U_{кир2} - U_2)$ га тенг бўлади.

3.19е - расмда $U_{кир2}$ ўзгармас қийматли кучланиш бўлганидаги компораторни тавсифи келтирилган. Электромеханик релега ўхшатиб $U'_{кир1} \geq (U_{кир2} + U_2)$ да, компоратор ишга тушади, $U''_{кир1} \leq (U_{кир2} - U_г)$ да эса дастлабки ҳолатига қайтади деб ҳисоблаш мумкин. ОК нинг бундай уланиш схемасини баъзан ***Шмитт триггери деб ҳам аталади***. Ундан кўпинча остонавий (киришдаги) элемент сифатида ярим ўтказгичли релеларда фойдаланилади.

Ноль орган. Агар компораторни киришларидан бирини, масалан ***H*** ни, умумий ноль шинача билан улаб қўйилса, у мусбат ишорали тескари алоқасиз ноль органга айланиб қолади. Бунда, $U_{кир1}$ кучланиш $U_{кир2} = 0$ кучланиш билан, солиштирилади. Маълумки, компоратор солиштириладиган кучланишлар фарқини ишораси ўзгаришига боғлиқ ҳолда қайта уланганлиги учун, нол органни қайта улашда $U_{кир1}$ кучланишни ишорасини ўзгартириш керак бўлади.



3.20 - расм. Электр катталикларини абсолют қийматларини таққослаш схемаси. а - кучланишлар мувозанатига, б - тоқлар айланиши бўйича.

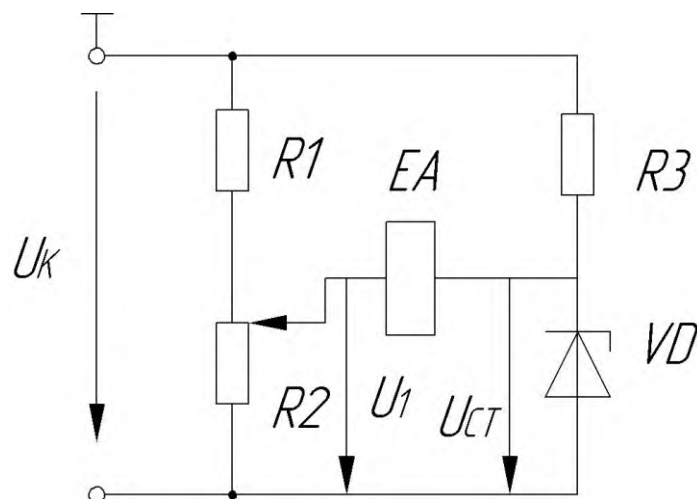
Иккита электр катталикнинг абсолют қийматликларини таққословчи схема. Бундай қурилманинг схемаси таркибига, A ва B катталикларни солиштирувчи иккита $VS1$ ва $VS2$ тўғрилагич ва ижро этувчи қисм EA ноль органи, киради. Тўғрилагичнинг чиқишларини ўзаро боғланишларига ва ижро этувчи қисм билан уланиш усулларига боғлиқ ҳолда, таққослаш схемаси иккита турга бўлинади: *кучланишлари мувозанатлашган схемага (3.18а - расм) ва тоқлари айланувчи схемага (3.20б - расм).* У схемада ҳам ва бу схемаларда ҳам A билан B нинг муносабатларига боғлиқ ҳолда, нол органдаги тоқнинг доимий ташкил этувчисининг йўналиши қарама-қарши томонга ўзгариши мумкин. Агар $|A| > |B|$ бўлса, тоқ битта мусбат йўналишга эга (бу 3.20 - расмда кўрсатилган, $|A| < |B|$ да эса манфий йўналишда бўлади).

Тоқнинг йўналишини ўзгаришидан ноль органини ҳаракатга келтиришда фойдаланилади. Бунинг учун у ҳаракат йўналишига эга бўлмоғи даркор, яъни масалан, тоқнинг маълум бир аниқланган йўналишида (сигнал қутбиди), фараз қилайлик, мусбат йўналишида ишга тушиш керак. Тўғрилагичларнинг иш режимлари шундайки, унда B нинг кичик қийматларида нол органдаги тоқ фақат A га боғлиқ, B нинг катта қийматларида эса у $|\bar{A}| - |\bar{B}|$ фарққа пропорционалдир. Биринчи ҳолда ноль орган A нинг маълум қийматларида ишга тушади, иккинчисида эса, $-|A| - |B|$ қийматни (фарқни) маълум бир ўзгартма сонига ишлайди.

Таққослаш схемасига ўхшовчи схема сифатида инвертерловчи операцион кучайтиргични олиш мумкин. Чунки уни киришига бир нечта кучланиш бериш мумкин. Бунда ОК чиқишдаги кучланиш келтирилган кучланишларнинг лаҳзалик қийматларини алгебраик йиғиндисига пропорционал бўлади. Йиғиндисини тўпловчи

кучайтиргичлар ярим ўтказгичли ўлчаш релелари схемаларида кенг қўлланилади.

Бир катталикларнинг абсолют катталигини берилган қиймат билан таққослаш схемаси. кўриб ўтилган таққослаш схемасининг хусусий холи бўлиб саналади. 3.21-расмда худди шундай схемалардан бири кўрсатилган.



3.21-расм. Бир электр катталиқни иккинчи берилган катталиқ билан таққослаш схемаси

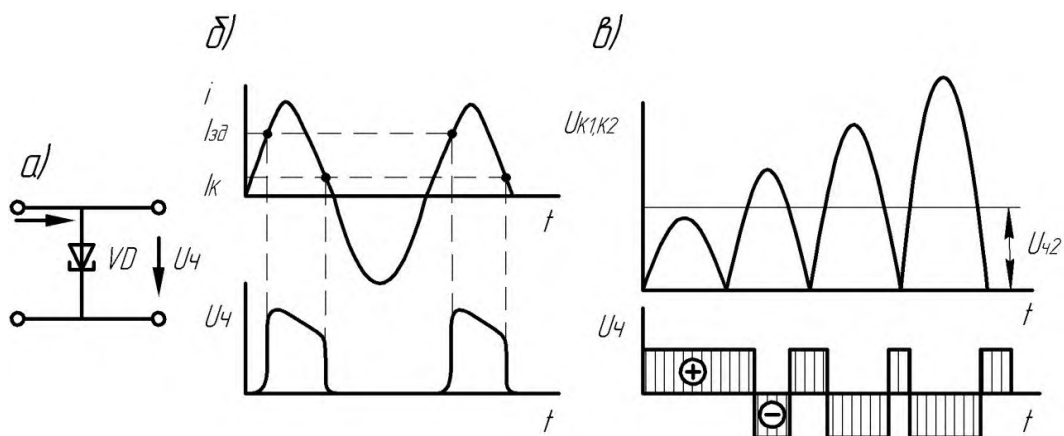
U , R_1 - R лардан резистор R_3 дан ва стабилитрон VD дан ташкил топган, ноузатиш тармоқларли кўприк схемани ифодалайди. Кўприкнинг чиқишига олдиндан тўғирлаб олинган $U_{кир}$ кучланиши берилади.

Бу ерда берилган катталиқ сифатида стабилитроннинг кучланиши U_{ct} дан фойдаланилади. Бу кучланиш билан потенциометрнинг чиқишидаги $U_{кир}$ га пропорционал бўлган кучланиш таққосланади.

$$U_1 = \left[\frac{U_{кир} R_2}{(R_1 + R_2)} \right]$$

Ноль орган ишга тушади, агар $U_1 \geq U_{ct}$ бўлса, яъни $U_{р.и} = \frac{(R_1 + R_2) U_{ct}}{R_2}$

Агар бордию, ўзгарувчан катталиқлар таққосланаётган бўлса, масалан токники, у ҳолда таққослаш схемасида туннелли диодлардан (3.22а - расм) фойдаланиш мумкин.



3.22 - расм. Бир электр катталиқ қийматини берилган катталиқ билан туннель диотдан фойдаланилган ҳолда (а,б - расмлар) ва операцион кучайтиргичлар ёрдамида (в - расм) таққослаш.

Схеманинг киришига ўзгарувчан ток i берилади (3.22б - расм). Бу ток туннель диоди ёрдамида аниқланадиган қиймат $I_{\bar{b}k}$ билан таққосланади. Диоднинг тавсифига мос ҳолда (3.6- расм), $i=I_{\bar{b}k}$ бўлса, сапчиб ўзгариш ўрин тутди. $i=I_b$ бўлса, схеманинг чиқишидаги лаҳзалиқ кучланиш $U_{\text{чиқ}}$ ни сапчиб камайиши юз беради. Бунинг асосида, битта таъсир этувчи катталиқка эга бўлган, ўлчов релесини яшаш мумкин. Айнан шундай мақсадларда, компоратор схемаси каби уланган, операцион кучланишлардан фойдаланиш мумкин. Киришдаги тўғирланган ток $U_{\text{кир}1}$ инвертирловчи киришга узатилади. У инвертирламайдиган кириш кучланиши $U_{\text{кир}2}$ билан солиштирилади.

Бунда берилган $U_{\text{кир}2}$ даги маълум бир қутбга эга бўлган чиқишдаги сигнал $U_{\text{чиқ}}$ нинг давомийлиги кучланиш $U_{\text{кир}1}$ нинг амплитудасига боғлиқ (3.22в - расм). Бундай боғлиқликдан, масалан: ток релеларидан РСТ11-РСТ14 да ва кучланиш релеларидан РСН14-РСН17 дан фойдаланилади.

3.6. Фаза бўйича иккита электр катталиқни солиштириш схемаси

Фазалари бўйича иккита электр катталиқларни, ярим давр қисмларини аниқлаш орқали, амалга ошириш мумкин. Бу ярим давр мобайнида солиштирилаётган катталиқларни лаҳзалиқ қийматлари ишоралари бўйича мос тушишлиги мумкин. Агар иккита катталиқ фаза бўйича мос келса, у ҳолда уларнинг лаҳзалиқ қийматлари ишораларини бутун ярим давр мобайнида бир хил бўлади. Фазалар бўйича мос тушмаслик ортиб бориши билан, ярим

давринг катталикларини ишоралари мос бўлган қисми камаяди ва фазалар π бурчакка фарқ қилганида, нолга тенг бўлади. 3.23-расмда иккита синусоидал катталиклар A ва B нинг ўзгариши кўрсатилган. Бунда B қиймат A дан φ бурчакка кечикаябди. Уларни мос келиш вақти қуйидаги ифодадан аниқланади.

$$t_M = \left(\frac{T}{2}\right) * (1 - |\varphi|/\pi) \quad (3.1)$$

Қурилмани шундай бажариш керакки, у мос келишлик вақти t_M мос келмаслик вақти t_{HM} гатенг бўлганида, ёки ундан катта бўлган $t_M \geq t_{HM}$ чоғда ишга тушиши даркор. Мос тушмаслик вақти

$$t_{HM} = T/2 - t_c = [T/(2\pi)] / |\varphi| \quad (3.2)$$

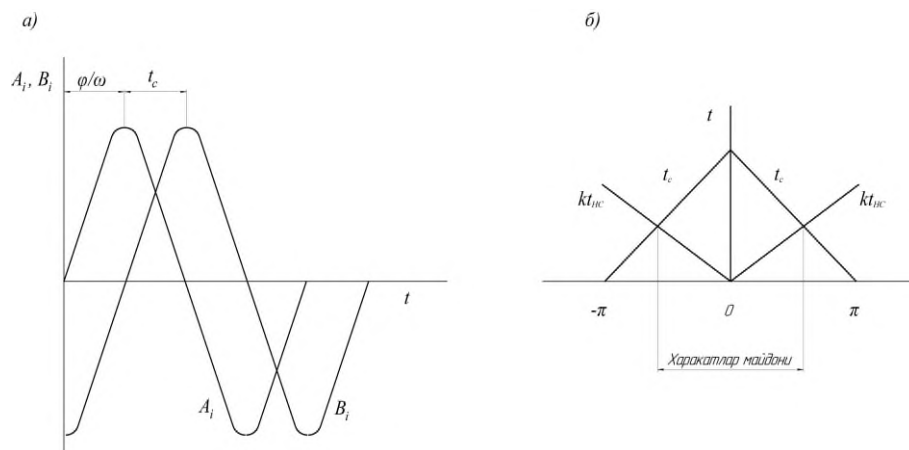
3.23-расмда $t_M = f|\varphi|$ ва $kt_{HM} = f|\varphi|$ боғлиқликлар келтирилган. Ундаги k - ўзгармас коэффициент. Бу тавсифларни кесишиш нуқталари релени ишга тушиш шартларини қаноатлантирадиган зоналарни аниқлайди, яъни $t_M \geq kt_{HM}$, ёки (3.1) ва (3.2) ни ҳисобга олиб

$$\left(\frac{T}{2}\right) * (1 - |\varphi| * |\pi|) \geq k \left[\frac{T}{(2\pi)}\right] * |\varphi|$$

Бу ерда $|\varphi| \leq \pi / (k + 1)$ ёки, $-\pi / (k + 1) \leq \varphi \leq \pi / (k + 1)$

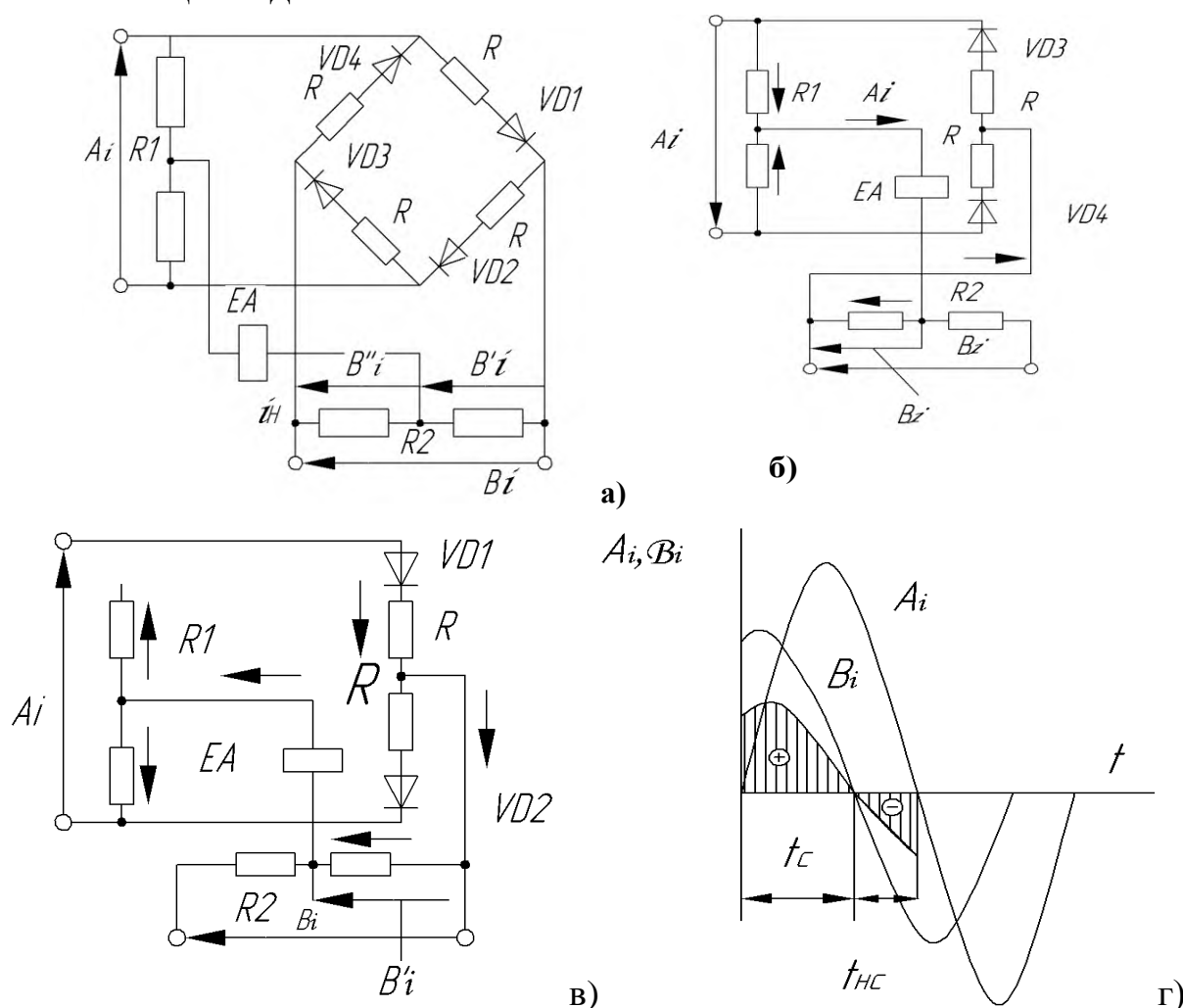
$k=1$ бўлганда ифодани кўриниши қуйидагича бўлади:

$$-\pi/2 \leq \varphi \leq \pi/2 \quad (3.3)$$



3.23- расм. Иккита электр катталикларнинг фазалар бўйича таққослашни ифодаловчи графиклар.

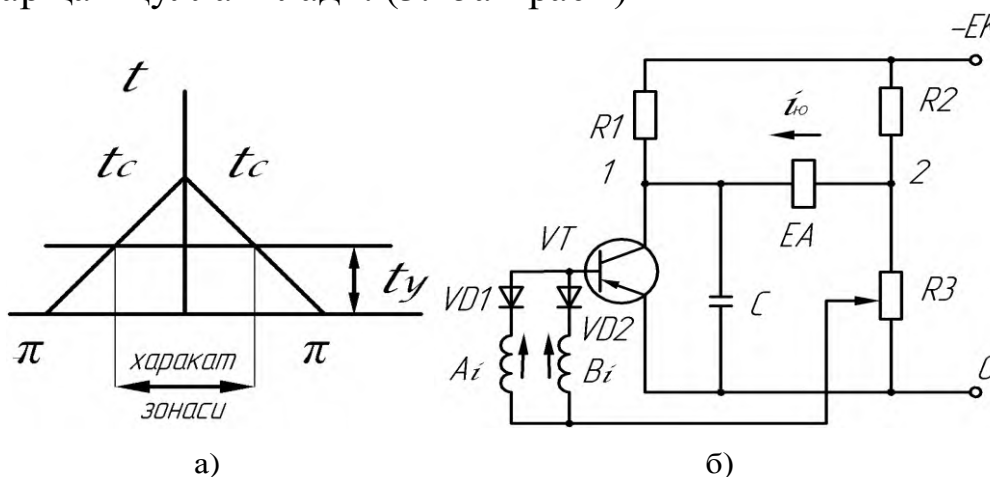
Баён этилган иккита электр катталигини фазалари бўйича таққослаш тартиб қоидаси халқасимон фазосезгир тўғирлагич ёрдамида тадбиқ этиш мумкин. Уни схемаси (3.24а- расм) тўртта диод $VD1-V D4$ дан ташкил топган. Диодлар занжирига бир хил қаршилиқка эга бўлган R резисторлар уланган. Ноль орган EA кучланиш тақсимлагичлари $R1$ ва $R2$ нинг ўртадаги нуқталарига уланади. Таққосланаётган A_i ва B_i катталикларнинг нол органидаги мусбат йўналиши стрелкалар билан кўрсатилган. [7] адабиётда бундай схеманинг ишлаши тўлиқ кўрсатиб берилган. Схемадаги диодларнинг ҳолати солиштирилаётган қийматларнинг каттаси билан аниқланади.



3.24-расм. Халқасимон фотосезгир тўғирлагич.

Агар $A_i > B_i$ бўлса, A_i нинг мусбат йўналишида $VD1$ ва $VD2$ диодлар очик бўлади, $VD3$ ва $VD4$ диодларни ҳолати эса берк. Манфий ишорали йўналишда $VD3 - VD4$ очик, $VD1-V D2$ эса берк

бўлади. Бунда EA га ток B_i нинг кичик қиймати таъсирида ўтади, йўналиши эса солиштирилаётган катталикларнинг ишорасига боғлиқ. Агар, мисол учун, B_i мусбат ишорага эга бўлса, у ҳолда A_i ни мусбат ишорали йўналишида EA реледаги ток ҳам мусбатдир (3.24б-расм), A_i манфий ишорали йўналишида эса, EA даги ток ўзини йўналишини ўзгартиради (3.24в- расм). Шунини намойиш қилиш мумкинки, EA даги ток, таққосланаётган катталикларни ишоралари ўртасидаги ҳар қандай муносабатларда ҳам мусбат йўналишга эга бўлиши мумкин. Бунинг ягона шарти - таққосланаётган катталикларни лаҳзалик қийматларини ишорасини бир хиллигидир. Агар бу лаҳзалик қиймат ишоралари турлича бўлса, манфий йўналишга эга бўлади. EA даги токнинг ўртача қиймати, i_H нинг мусбат ва манфий қийматлари билан чегараланган майдонлар фарқлари ва вақт ўқи бўйича аниқланади. Бу майдонлар мос тушиш вақти t_m ва мос тушмаганлик вақтлари t_{nm} дан аниқланади. (3.24г - расм) Шунинг учун $t_m > t_{nm}$ дан токнинг ўртача қийматидаги ишораси мусбат, $t_m < t_{nm}$ да эса манфийдир. Шундай қилиб, халқасимон фазасезгир тўғрилагичнинг схемаси, (3.3) шартни қаноатлантиради. Релели ҳимоя қурилмаларида яна, мос келишлик вақти t_m қандайдир берилган вақт t_y билан солиштириладиган, иккита катталиқни фазалар бўйича таққословчи схемалар ҳам қўлланилади. (3.25а - расм)



3.25-расм. Иккита электр катталиқни фазалар бўйича таққослашни кўрсатувчи график ва унинг солиштириш схемаси.

Схеманинг ноль органи $t_m > t_y$ бўлса, ишга тушади. (3.1) ни ҳисобга олиб $|\varphi| \leq \pi \left(1 - \frac{2t_y}{T}\right)$ ни, ёки

$$-\pi \left(1 - \frac{2tg}{T}\right) \leq \varphi \leq \pi \left(1 - \frac{2ty}{T}\right) \quad (3.4)$$

ни топамиз.

Хусусий ҳолда $t_y = T/4$ (3.4) шарт $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ кўринишга эга бўлади. У (3.3) шартга тўғри келади. A_i ва B_i катталикларни лаҳзалик қийматларни мос келиши вақти t_m ни билдирган катталикни берилган вақти t_y билан солиштиришни амалга оширувчи схемалардан бири (3.25б - расмда) келтирилган. Схема **R1, R2, R3** резисторлардан ва параллел уланган транзистор **VT** ҳамда конденсатор **C** дан иборат бўлган тўғри елкали кўприкдан иборат. Транзисторнинг берк ҳолатида конденсатор зарядланади, очик бўлса зарядсизланади. Транзисторни бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтиб уланиши, солиштирилаётган катталиклар A_i билан B_i нинг ишорасига боғлиқ. Агар бордию, бу катталиклардан бирортаси манфий ишорали (стрелка билан кўрсатилган йўналишга қарама - қарши йўналишга эга) бўлса, унга мос келувчи диод очилади, ундан кейин транзистор ҳам очилади. Бунда 1 нуқтанинг потенциали нолга яқин, яъни 2 нуқтани потенциалидан юқори ва ток **EA** га 1 нуқтадан 2 нуқтага стрелка билан кўрсатилган йўналишга қарама - қарши оқади. Бу режим, мос тушмаслик вақти t_{nm} билан аниқланганлиги учун, нол орган ишламаслиги керак.

Агар, ҳар иккала таққосланаётган катталиклар мусбат бўлса, транзистор беркилади ва **VD1** ҳамда **VD2** диодлар ҳам берк бўлади. Транзистор берк ҳолатида A_i ва B_i катталикларни мусбат ишорали лаҳзалик қийматларини мос тушиш даври t_m давомида туради. Бунда конденсатор **C** зарядланиб туради ва 1 нуқтанинг потенциали камаяди. Берилган вақт t_y яқунлангач, уни потенциали 2 нуқтани потенциалидан паст бўлиб қолади ва **EA** даги токни йўналиши стрелка билан кўрсатилган ток йўналишига мос тушиб, мусбат ишорали бўлади. Бундай вазият юзага келишлиги учун, мос келиш вақти t_m нинг қиймати, берилган вақт t_y дан катта бўлишлиги керак. Бу ҳолда нол орган ишга тушади.

3.7. Битта таъсир этувчи электр катталикка эга бўлган ярим ўтказгичли ўлчов релеси

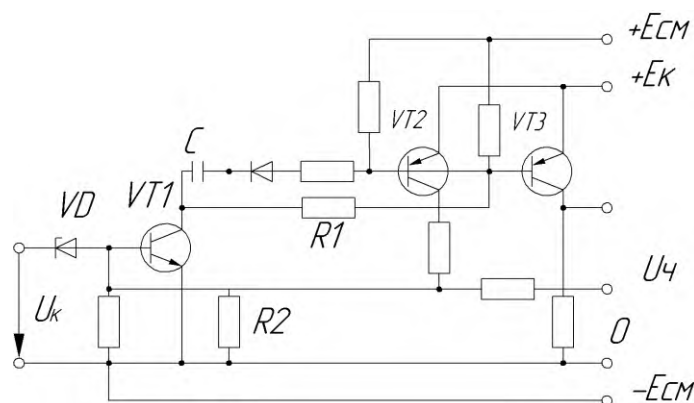
Бундай релени бажариш учун олдинги мавзуларда кўриб ўрганилиб чиққан (§3.3) ўлчов органларининг ярим ўтказгичли элементларидан фойдаланилади. Битта электр катталикка эга

бўлган релега ток релеси KA , кучланиш релеси KV ва частота релеси KF киради. Ток релесида таъсир этувчи катталиқ бўлиб ток ҳисобланади; уни олдиндан кучланишга ўзгартириб олинади. Қолган режимларда ток ва кучланиш релелари ўзаро кам фарқланади.

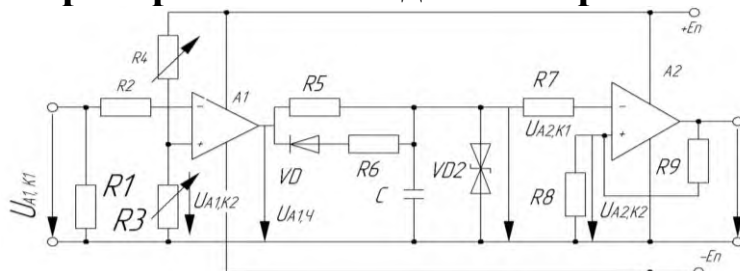
Биртитратгичли асосида ток релеси. 3.26-расмда турлича ўтказувчанликка эга бўлган, $VT1$ ва $VT2$ транзисторлардан ташкил топган биртитратгич асосида бажарилган, ток ўлчовчи релени схемаси кўрсатилган. Реленинг чиқиш занжирига $VT3$ транзистор уланган. Нормал режимда, модомики киришдаги кучланиш $U_{кир}$ ни амплитудасидаги VD стабилитроннинг ёриб ўтиш кучланишидан камроқ бўлар экан, барча транзисторлар берк ҳолатда, конденсатор C зарядсизланган, реленинг чиқишида кучланиш йўқ бўлади. Агар киришидаги кучланишни амплитудаси стабилитронни ёриб ўтиш кучланишидан катта бўлса, реле ишга тушади. Бунда, $VT1$ транзисторнинг базасига, уни очадиган манфий потенциал берилади. $VT1$ транзистор билан бир пайтнинг ўзида $VT2$ ва $VT3$ очилади, релени чиқишида сигнал пайдо бўлади, очик ҳолатдаги $VT1$ орқали конденсатор C ни зарядловчи занжир пайдо бўлади. Конденсатор зарядсизланиб боргани сари, $VT2$ нинг базасини потенциали ортади ва уни беркилишига олиб келади.

Агар шу пайтда, релени киришида сигнал йўқолса, у ҳолда $VT1$ ҳам беркилади. Бунда конденсаторни зарядлаётган занжир узилади ва у $VT3$ транзисторни эмитторли ўтиш йўли ҳамда резисторлар $R1$ ва $R3$ орқали зарядсизлана бошлайди. Шунинг учун $VT3$ конденсатордаги кучланиш қиймати нольга тушмагунча очик қолади.

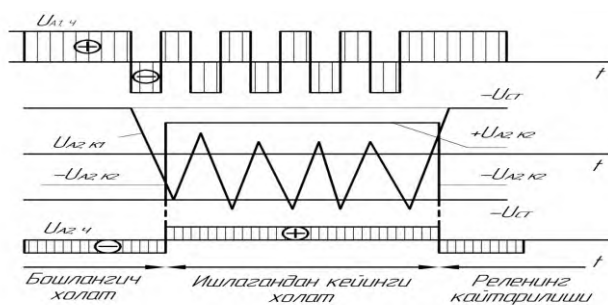
Схемани параметрларини шундай танлаб олиндики, унда конденсаторни зарядланишидан бошлаб токи $VT3$ транзисторни беркилгунига қадар, кириш импульсларини такрорланиш даври кўпроқ бўлиши керак. Бунда релени чиқишида дискрет потенциалли сигнал $U_{чик}$ олинади. Реле ўзининг дастлабки ҳолатига, фақатгина кириш кучланишининг амплитудасини стабилитроннинг ёриб ўтиш кучланишидан пасайгандагина, қайтади. Релени қайтиш коэффициенти бирга яқин.



3.26-расм. Биртитратгич асосидаги ток релесини схемаси.



а)



б)

3.27-расм. РСТ-14 сериясидаги ток релесини схемаси (а) ва уни ишлашни тушунтириб берувчи вақт диаграммалари (б).

РСТ-14 сериясидаги ток релеси. 3.27а-расмда релени асосини ташкил этган соддалаштирилган схема кўрсатилган. Ушбу схемадан яна РСН14-РСН17 сериясидаги кучланиш релеларини тайёрлашда ҳам фойдаланилади. Схеманинг асосий элементлари бўлиб *A1* ва *A2* операцион кучайтиргичлар, конденсатор *C* ва стабилитрон *VD2* саналади. *A1* операцион кучайтиргич компараторни схемаси бўйича уланган. Уни инвертирловчи киришига тўғриланган кучланиш $U_{A1\text{кир}1}$ узатилади. У, инвертирловчи киришида берилган кучланиш $U_{A1\text{кир}2}$ билан таққосланади. Бу кучланишлар ўртасидаги муносабатга боғлиқ ҳолда, *A1*нинг чиқишида мусбат, ёки манфий ишорали кучланиш импульслари $U_{A1\text{чик}}$ пайдо бўлади (3.20в расмга қаранг). Бу кучланиш конденсатор *C*ни зарядлайди. Биринчи ҳолда заряд токи

R5 резистордан ўтади, конденсатордаги кучланиш ортади ва максимал мусбат қийматга интилади ($+U_{ст}$).

Манфий ишорали $U_{A1чик}$ да **VD1** диод очилиб, конденсаторни зарядловчи ток нафақат йўналишини ўзгартиради, балки **R5** ва **R6** резисторлар параллел уланган бўлганликлари учун, ортиб боради. Конденсатордаги кучланиш эса энг катта манфий ишорали қийматга ($-U_{ст}$) интилади.

Стабилитрон **VD2** томонидан конденсатордаги кучланишни максимал қиймати чегараланади. Шундай қилиб, конденсаторни қайта зарядлаш жараёнида ундаги кучланиш аррасимон тавсифга эга бўлади. Бу кучланиш Шмитт триггери схемаси бўйича уланган кучайтиргич **A2**нинг инвертирловчи ва инвертирламайдиган кириш $U_{A2кир}$ даги берилган кучланиш билан солиштирилади. **A2**нинг чиқишидаги кучланиш $U_{A2чик}$ нинг ишораси, солиштирилаётган кучланишларни ишораларига ва абсолют қийматларига боғлиқ ҳолда, ҳам манфий ишорали бўлиши мумкин, ва ҳам мусбат ишорали ҳам бўлиши мумкин. Резистор **R9** кучланишидаги мусбат ишорали тескари алоқа мавжудлиги туфайли $U_{A2кир}$ кучланиш $U_{A2чик}$ кучланиши билан бир хил ишорага эга бўлади.

Реле қўйидагича ишлайди. Нормал режимда киришдаги тўғриланган кучланиш $U_{A1кир}$ нинг амплитудаси қиймати **A1** кучайтиргичнинг берилган кучланиши $U_{A1-вх2}$ га қараганда кичикроқ. Шунинг учун **A1** кучайтиргичнинг чиқишидаги кучланиш $U_{A1чик}$ каттароқ мусбат қийматга эга ва конденсатор **C** максимал миқдордаги мусбат ишорали кучланиш ($+U_{ст}$)гача зарядланади.

У **A2** кучайтиргичнинг инвертирловчи киришига узатилади, яъни $U_{A2кир1} = +U_{ст}$ (3.27б-расм). Кучланиш $U_{A2кир1}$ ни қиймати **A2** кучайтиргичнинг инвертирлашмайдиган киришига берилган кучланиш $U_{A2кир2}$ дан катта. Шунинг учун кучайтиргичнинг чиқишида максимал қийматдаги манфий ишорали кучланиш мавжуд бўлади $-U_{A2чик}$. Бунда $U_{A2кир2}$ ҳам манфийдир. Бу вазият релени дастлабки ҳолатини ифодалайди. Турган гап бу ҳолатда, реле ишга тушганидан сўнг, **A2**нинг чиқишидаги максимал қийматдаги мусбат кучланиш мос келиши керак. Бунинг учун операцион кучайтиргич **A2** қайта уланмоғи зарур, қисқа туташувда рўй бергани каби уни инвертирловчи киришига, қиймати $-U_{A2кир}$ га эга бўлган манфий ишорали кучланиш берилганидек. Аслини олиб

қаралганда, тўғриланган кириш кучланишини амплитудаси бузилганида, $U_{A1\text{кир}1}$ берилган кириш кучланиши $U_{A1\text{кир}2}$ дан катта бўлиб, кучайтиргич $A1$ нинг чиқишида манфий ишорали максимал тўғри бурчакли импульсли кучланишлар пайдо бўлади (3.22в расм). Конденсатор C қайта зарядланишни бошлайди. Қачонки конденсатордаги кучланиш, ва шундан келиб чиқиб, $A2$ кучайтиргичнинг инвертирловчи кириши $A_{A2\text{кир}}$ да кучланиш манфий қийматига етиб борса, кучайтиргич қайта уланади ва унинг чиқишида максимал мусбат ишорали $U_{A2\text{чиқ}}$ пайдо бўлади. У билан бирга $U_{A2\text{кир}2}$ ҳам ва ишораси ҳам ўзгаради. Кейинги $U_{A1\text{чиқ}}$ нинг мусбат ва манфий импульслари конденсаторни қайта зарядлайди, аммо бунда $U_{A2\text{кир}1}$ ўзининг $+U_{A2\text{кир}2}$ қийматига эришилмайди ва кучайтиргич $A2$ ишга тушганидан кейинги ҳолатида қолади. Ушбу ҳолатда токи $A1$ кучайтиргичдаги кириш кучланиши $U_{A1\text{кир}1}$ берилган кучланиш $U_{A1\text{кир}2}$ дан катталашмагунича турилади.

3.8. Боғлиқ сабр вақтига эга бўлган ток релеси.

ВА-50 сериясидаги автомат ўчиргичларда таркибида учта ўлчов релеси: боғлиқ сабр вақтига эга бўлган ўта юкланишдан ҳимоя, фазалараро қисқа туташувдан ва ерга қисқа туташувдан ҳимоялари бўлган ярим ўтказгичли ток ҳимояларини блоклари ўрнатилади. Релелар интеграл микросхемадан тайёрланган. Бундай микросхемага мисол қилиб, ўта юкланишдан ҳимоялайдиган релени кўриб чиқамиз (3.28-расм).

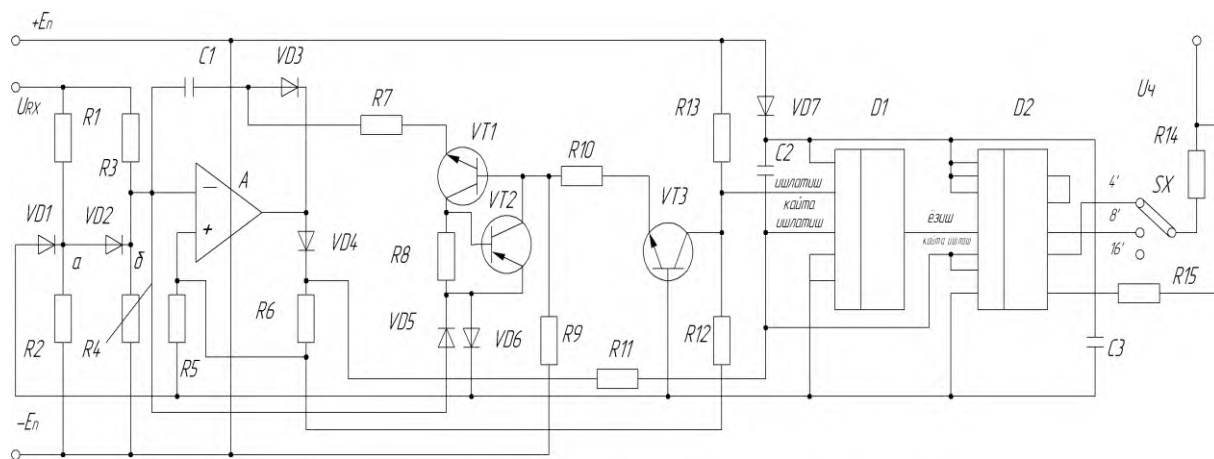
Электр релесини таққосланадиган қисми инвертирловчи кучайтиргич схемаси бўйича уланган операцион кучайтиргич A да бажарилган. Сабр вақтига эришиш учун импульслар ҳисоблагичидан фойдаланилган. У $D1$ ва $D2$ микросхемадан ташкил топиб, К561НЕ9 ва К561НЕ10 типлидир. Туширувчи қурилма $VT1-VT3$ транзисторлардан қилинган. Кучайтиргич A нинг киришига $R3$ резистор орқали, назорат қилинаётган токка пропорционал бўлган, тўғриланган кириш кучланиши $U_{\text{кир}}$ келади. Шу киришга $R3$ резистор орқали манба $-E_m$ дан манфий ишорали таянч кучланиш ҳам келади.

Реленинг дастлабки ҳолатида, мусбат ишорали кириш кучланишининг қиймати $U_{\text{кир}}$ манфий ишорали таянч кучланишдан кичик, шунинг учун кучайтиргичнинг чиқишдаги кучланиш мусбат

кутбланган бўлади. Бу ҳолда диод $VD3$ берк, диод $VD4$ эса очик, конденсатор $C1$ нинг занжири узилган ва у зарядланмаган. $R6$ занжирдан ташкил топган мусбат ишорали тескари алоқа занжири туташган ва кучайтиргич A нинг инвертирламайдиган киришига мусбат ишорали кучланиш берилган. Очик диод $VD4$ ва резистор $R11$ лардан бир пайтнинг ўзида импульслар ҳисоблагичнинг $D1$ ва $D2$ микропроцессорларни “сброс” киришларига ҳам мусбат ишорали потенциал узатилган. Бунда ҳисоблагичнинг чиқишида мантикий ноль ўрнатилади. Релени дастлабки ҳолатида $VT1$ ва $VT2$ транзисторлар берк, $VT3$ транзистор эса очик. Очик бўлган $VT3$ транзистор ва резистор $R9$ ҳамда $R10$ орқали манфий ишорали потенциал, $D1$ микросхемани “запись” (ҳисобли кириш) киришига боради. Ҳисоблагични ишга тушириш учун, $D1$ ва $D2$ нинг нольни ўрнатувчи киришларидан (сброс) мусбат ишорали потенциални узиб, $D1$ нинг “запись” киришига мусбат ишорали потенциал берилади. Бу ҳолат кучайтиргич A ни, релени ишга тушиш жараёнида, қайта уланиши натижасида юз беради.

Аслини олиб қаралганида, ишга тушиш токига мос келувчи, $U_{\text{кир}}$ нинг қандайдир қийматларида, кучайтиргич A нинг инвертирловчи киришидаги кучланиш мусбат ишорали бўлиб қолади ва инвертирламайдиган киришдаги кучланиш қийматидан катта бўлади. Бу ҳолда $VD3$ диод очилади, $VD4$ диод эса беркилади. $VD4$ нинг беркилиши натижасида $D1$ ва $D2$ микросхемаларнинг нолли ўрнатиш киришларига мусбат ишорали потенциал тўхтатилади ва кучайтиргич A нинг тескари алоқа занжири узилади.

Бу узилиш ўта юкланишларда, реле ишга тушаётганида ишга тушиш токи бироз ортиб кетганида, кучайтиргич A ни барқарор ишлашини таъминлайди. $VD3$ диод очилиши билан $C1$ конденсатор зарядлана бошлайди. У зарядланиб бориши билан $VT1$ транзисторни эмиттеридаги манфий ишорали кучланишни қиймати ортади. Эмиттердаги кучланиш базани манфий кучланишидан ортганида $VT1$ транзистор очилади. У билан бир пайтда, $VT2$ транзистор ҳам очилади, $VT3$ беркилади. Очик ҳолатда бўлган $VT1$ ва $VT2$ транзисторлар ва $VD5$ диод орқали конденсатор зарядсизланади, $VT3$ транзистор беркилиши туфайли микросхема $D1$ нинг “запись” киришида манба $+E_{\text{оз}}$ дан мусбат ишорали кучланиш узатилади.



3.28-расм. ВА-50 сериядаги автомат ўчиргич химоя блокани боғлиқ сабр вақтли ток релени схемаси.

Ҳисоблагич ишга тушади ва импульслар ҳисоблана бошлайди. Шу билан бир пайтнинг ўзида, **R12** резистор орқали мусбат ишорали потенциал, кучайтиргич **A**нинг инвертирмайдиган киришига узатилади. Унинг қиймати шундай бўладики, натижада кучайтиргич қайта уланади ва уни чиқишида мусбат қутбланган кучланиш пайдо бўлади. Кучайтиргич **A** бундай ҳолатда конденсатор зарядсизланмагунича бўлади ва сўнгра **VT1** ва **VT2** транзисторлар беркилади, **VT3** транзистор эса очилади, ҳамда **A** кучайтиргичнинг инвертирламайдиган “запись” киришида мусбат ишорали потенциал тўхтатилади. Агар, бордию, $U_{\text{кир}}$ кучланиш инвертирловчи киришдаги кучланишдан кучланишдан юқори бўлиб қолса, кучайтиргич унда яна қайта уланади. Уни чиқишидаги манфий кучланиш **VD4** диодни беркитиб, **VD3** диодни очади. Конденсатор яна зарядлана бошлайди ва цикл қайталанadi.

Ҳисоблагич тўғри ишлашлиги учун, **A** кучайтиргичнинг чиқишида қисқа муддат давомида мусбат ишорали потенциал пайдо бўлган вақтда, транзистор **VT3** берк ҳолатда бўлганида уни “сброс” киришида мусбат ишорали потенциални пайдо бўлишига йўл қўйилмаслиги зарур. Бу фальтловчи **R11** резистордан ва конденсатор **C2**дан ташкил топган **R,C** занжир орқали таъминланади. Реле боғлиқ бўлган тавсифга эга. Токнинг қиймати $I_{\text{ном}}$ бўлганида, перемычка (жумпер) **SX**нинг ҳолатига боғлиқ ҳолда, сабр вақти 4,8 ёки 16 секунд бўлиши мумкин. Боғлиқ бўлган сабр вақтини **R1** ва **R2** резисторлардан ва диодлар **VD1** ва **VD2**дан ташкил топган функционал ўзгартиргич томонидан шакллантирилади.

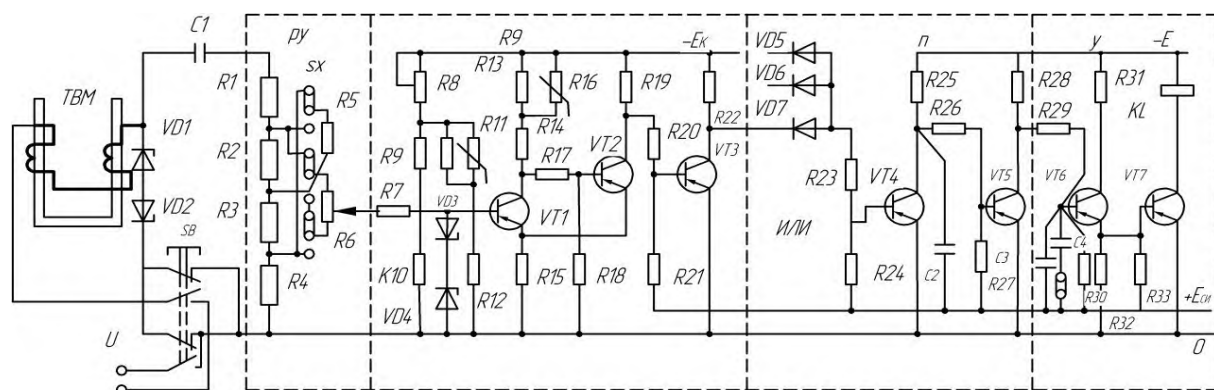
Токни қиймати унча катта бўлмаган оралиқларда бир неча маротаба кўтарилганида, кириш $U_{\text{кир}}$ нисбатан кам ва “*a*” нуқта “*b*” нуқтага нисбатан манфий потенциалга эга. Бунда *VD1* диод очик, *VD2* диод эса берк, сабр вақти эса, $U_{\text{кир}}$ ортиб бориши билан резистор *R3* орқали ўтаётган токни қиймати катталашганлиги туфайли, унга боғлиқ ҳолда камаяди. $U_{\text{кир}}$ ни қиймати сезиларли даражада ўсса, “*a*” нуқтанинг потенциали “*b*” нуқтани потенциалига нисбатан мусбат ишорали бўлиб қолиб, *VD1* диод беркилади, *VD2* диод эса очилади. Бу ҳолда резистор *R1*даги токнинг бир қисми кучайтиргич *A*нинг инвертирловчи киришига тарқала бошлайди. Бу эса ўз навбатида сабр вақтини янада камайишига сабабчи бўлади.

Ҳозирги пайтидаги электр таъминоти тизимида, ВА-50 сериядаги автомат ўчиргичлар билан бир қаторда, “электрон” ва АЗ700 намунасидаги ўчиргичлардан фойдаланиш ҳам кенг тарқалган. Улар ўта юкланишларда ва фазалараро қисқа туташувларда ҳаракатга келувчи ярим ўтказгичли ҳимоя қурилмасидан тайёрланган бўлиб, уни таркибида боғлиқ сабр вақтига эга бўлган максимал ток ҳимояси ва ток кесиш ҳимояси мавжуд. Уларни ягона камчилиги ерга қисқа туташув юз берганида ҳимоя қилмайди.

3.9. Магнитли ток трансформаторларига эга бўлган ток релеси

Реле (3-30-расм) уставкани ростловчи элемент *ПУ* дан, релели элемент *РЭ* дан, ўзгартиргич *П* дан ва кучайтиргич *У* дан иборат.

Магнитли ток трансформатори ТВМ га реле *С1* конденсатор ва релега узатилаётган кучланишни чегараловчи стабилитронлар *VD1* ва *VD2* лар орқали уланади. Конденсатор *С* нинг сиғими 50 Гц частотада резонанс олиш шартидан келиб чиққан ҳолда танланади. Шу билан релени назорат этилаётган нуқтадаги юқори гармоникали тоқлар ва нодаврий ташкил этувчиларга нисбатан бўлган сезгирлиги камайтиради. *SB* кнопкали ўчиргич, тезкорлик билан релени бузилмаган ҳолатда эканлигини текшириш учун, хизмат қилади. Релелар ҳақидаги батафсил маълумотлар [23] да келтирилган.



3.30-Расм. Магнитли ток трансформаторларига эга бўлган ток релесини схемаси.

Уставкани ростлаш элементи. РУ таркибида **R1 - R4** бўлгичлар, **R5** ва **R6** резисторлар ҳамда накладка **SX** лар мавжуд бўлиб, у уставкани поғонасимон тартибда ростлайди. Уставкани силлиқлик билан ростлаш эса **R6** - резистор ёрдамида амалга оширилади.

Релели элемент (РЭ). РЭ симметрик триггер схемаси бўйича уланган **VT1**, **VT2** транзисторлардан мослаштирувчи бўғин сифатида фойдаланиладиган **VT3** транзистордан иборат. Дастлабки ҳолатда **VT1** ва **VT3** транзисторлар очик, **VT2** транзистор эса берк ҳамда РЭ элементининг чиқишида сигнал йўқ. Агар реленинг киришига ишга тушиш даражасидан каттароқ бўлган сигнал берилса, у ҳолда реле ишга тушади. Бунда транзистор **VT1** базасида мусбат потенциал бўлган пайтдаги ярим даврларга мос келган вақтларда беркилади. Шу пайтда **VT2** транзистор очилади, **VT3** беркилади, уни чиқишида эса (РЭ ни чиқишида) кириш сигнали частотасига эга бўлган импульс пайдо бўлади. РЭ элементининг схемасидаги **VD3** ва **VD4** стабилитронлар симметрик триггерга узатилаётган кучланишни чегаралайди.

R11 ва **R16** терморезисторлар эса ишга тушиш чегарасини термик мўътадиллаштиради.

R8 резистор ёрдамида триггерни созлаш ва белгиланган кириш сигнали қийматида ишга тушиши таъминланади. РЭ элемент чиқишидаги импульслар **VD7** **ЎКИ** элементнинг диоди орқали ўзгартиргич **II** нинг киришига узатилади.

ЎКИ элементи **VD7** диоддан ташқари РЭ элементини бошқа фазаларини ўзгартиргич **II** га уланишида ишлатиладиган **VD5** ва **VD6** диодларига ҳам эга.

Ўзгартиргич (преобразователь (II)). II импульсларни узлуксиз сигналга айлантиради. Уни таркибида VT4, VT5 транзисторлар, конденсатор C2 ва резисторлар R23 – R28 бор. Ўзгартиргичнинг киришида сигнал бўлмаган пайтда транзистор VT4 берк, VT5 транзистор очик ва C2 конденсатор зарядланган. Импульсни пайдо бўлиши VT4 транзисторни очилишига VT5 ва транзисторини эса беркилишига олиб келиб, конденсатор C2 очик VT4 транзистор ва силжиш манбаи орқали тезлик билан зарядсизланади. Бу пайтда VT5 транзисторда (ўзгартиргичнинг чиқишида) сигнал пайдо бўлади. Кириш импульси йўқ бўлгач, VT4 беркилади ва конденсатор C2 зарядлана бошлайди. Бунда VT5 транзистор берк ҳолатда қолади. У фақат конденсатор C2 маълум бир қийматгача зарядланганида очилади. Аммо конденсаторни зарядлаш занжирининг параметрлари шундай танлаб олинганки, уни VT5 ни очилиши керак бўлган қийматгача зарядлаш вақти импульслар орасидаги танаффуслар вақтидан катта. Шу билан ўзгартиргичнинг чиқишидаги сигнални узлуксизлигини тушунтириш мумкин.

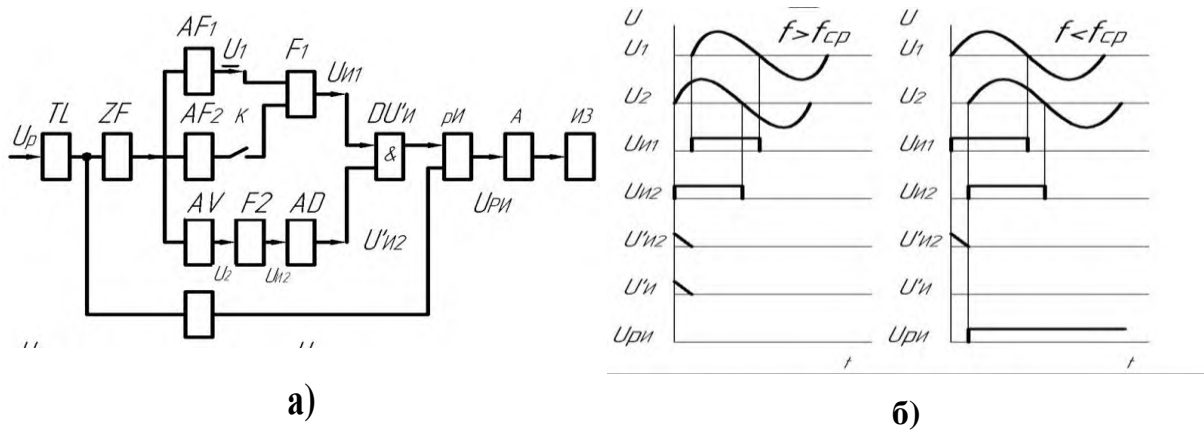
Кучайтиргич (У) VT6 ва VT7 транзисторлардан ташкил топган. Дастлабки ҳолатда уларни ҳар иккаласи ҳам берк. Улар ўзгартиргич II нинг чиқишида сигнал пайдо бўлганида очилади. Бу сигнал ўзгартиргич орқали, KL релени ишга тушиши учун керакли бўлган қийматгача ўзгартирилади. C3 конденсатор релени ишлашида керакли бўлган секинлашишни таъминлайди ва шу билан тасодифий қисқа муддатли импульслардан четлаштиради. C4 конденсатор эса разрядниклар ишлаётган пайтидаги импульслардан четлаштиради. Реле кучланиши 35 – 220 кВ бўлган электр қурилмаларида ишлатиш учун мўлжалланган ва кучланишга боғлиқ ҳолда ишга тушиш тоқларини 25 – 600 А оралиқларда ўрнатиш имкониятини беради.

Частота релеси. Амалда қўлланилаётган релелар қаторида, яна қувват релеси РБМ каби бажарилган, индукцион частота релелари ҳам мавжуд. Улар ҳам тўрт қутбли магнит тизим бўйича бажарилган. Уларни иккита аҳамиятга молик бўлган камчилиги мавжуд: кучланишни ўзгаришига сезгир ва у кескин ўзгарганида ишга тушиб кетиши мумкин. Конструктив тузилиши ва ишлаш салоҳияти бўйича частота релеларини ичида бирмунча такомиллашган варианты бўлиб, частотани пасайтирувчи реле РЧ1 ва оширувчи реле РЧ2 саналади. Улар ярим ўтказгичли

элементлар асосида тайёрланган. РЧ1 частотага боғлиқ элементга эга. Схемани киришидаги U_1 ва U_2 кучланишлар ўртасидаги φ бурчакни ўзгаришига сабаб бўлади.

Бу релени схемаси 3.31а - расмда кўрсатилган. Уни ишини тушунтириб берувчи вақт диаграммалари эса 3.31 б ва в расмларда кўрсатилган.

U_p кучланиш тақсимловчи трансформатор TL ва релени ишига таъсир этувчи юқори гармоникаларни бартараф этувчи частотали филътр ZF орқали кучланишни бўлгич AV ва иккита частотага боғлиқ бўлган элементлар $AF1$ ва $AF2$ дан ташкил топган фазани буриш схемасига узатилади.



3.31 – расм. РЧ1 намунасидаги частота релеси ва уни ишлашини тушунтириб берувчи вақт диаграммалари.

Улардан биринчиси ишга тушиш частотасини ўзгартиришга хизмат қилади, иккинчиси эса - релени қайтиш частотасини ўзгартиради. Агар, зарурат туғилгудек бўлса, $AF2$ элементни схемага ташқи контакт K орқали ҳам улаш мумкин.

U_1 ва U_2 кучланишлар ўхшаш импульсларни шакллантиргичлар $F1$ ва $F2$ ни киришига узатилади. Бу $F1$ ва $F2$ мос ҳолда синусоидал кучланишлар U_1 ва U_2 ни U_{U1} ва U_{U2} импульсларга ўзгартиради. Импульслар тўғри бурчакли шаклда бўлиб, уларни ҳар бирининг давомийлиги ярим даврни ташкил этади. Дифференциал элемент AD олдинги U_{U2} импульсни қисқа импульс U_{U2} га айлантириб тўғри бурчакли импульс U_{U1} билан биргаликда ТАЪҚИҚ мантиқий операциясини бажарувчи элемент D га узатилади. Мантиқий элемент D , киришда U_{U1} импульс йўқ бўлган ҳолдагина, $U'_{U2} = U'_U$ импульсни

ўтказади. Бу ҳолат $f > f_{p.и}$ да, U_1 кучланиш U_2 кучланишдан фаза бўйича ортда қолганида кузатилади (3.31 б - расм). Импульслар кенгайтиргичи UK импульсни давомийлигини катталаштиради ва у шундай бажарилганки, уни киришига U'_U импульс берилганида, чиқишида сигнал бўлмайди.

$f < f_{p.и}$ бўлган ҳолда мантиқий элемент D нинг чиқишида, яъни UK нинг киришида U'_U импульс бўлмайди, чунки U'_{U2} импульс D элементнинг киришига а U_{U1} импульсидан кейин келади. (3.31 б - расм). Бунда KU нинг чиқишида чиқиш сигнали потенциали $U_{p.и}$ пайдо бўлиб, кучайтиргич A томонидан кучайтирилади ва ижро элементи $ИЭ$ га узатилади; реле ишга тушади. Шундай қилиб, кўриб чиқилган қурилма частотани пасайтирувчи реле каби ишлайди.

U_p кучланиш йўқолиб қолганида, релени нотўғри ишлаб юборишини бартараф қилиш учун, схемага ишга тушириш элементи $П$ уланган. У, импульсларни кенгайтиргичга, фақат релени киришида кучланиш бор бўлганидагина ишга тушишига йўл қўяди. РЧ1 релеси ишга тушиш частотасини уставкасини $f_{иш} = 50 \dots 45$ Гц диапазонига эга ва қайтиш коэффициенти $f_{к.р} = 46 \dots 51$ Гц. Реле учта ишга тушиш уставкаси $t_{иш} = 0,15; 0,3; 0,4; 0,5$ с вақтига эга.

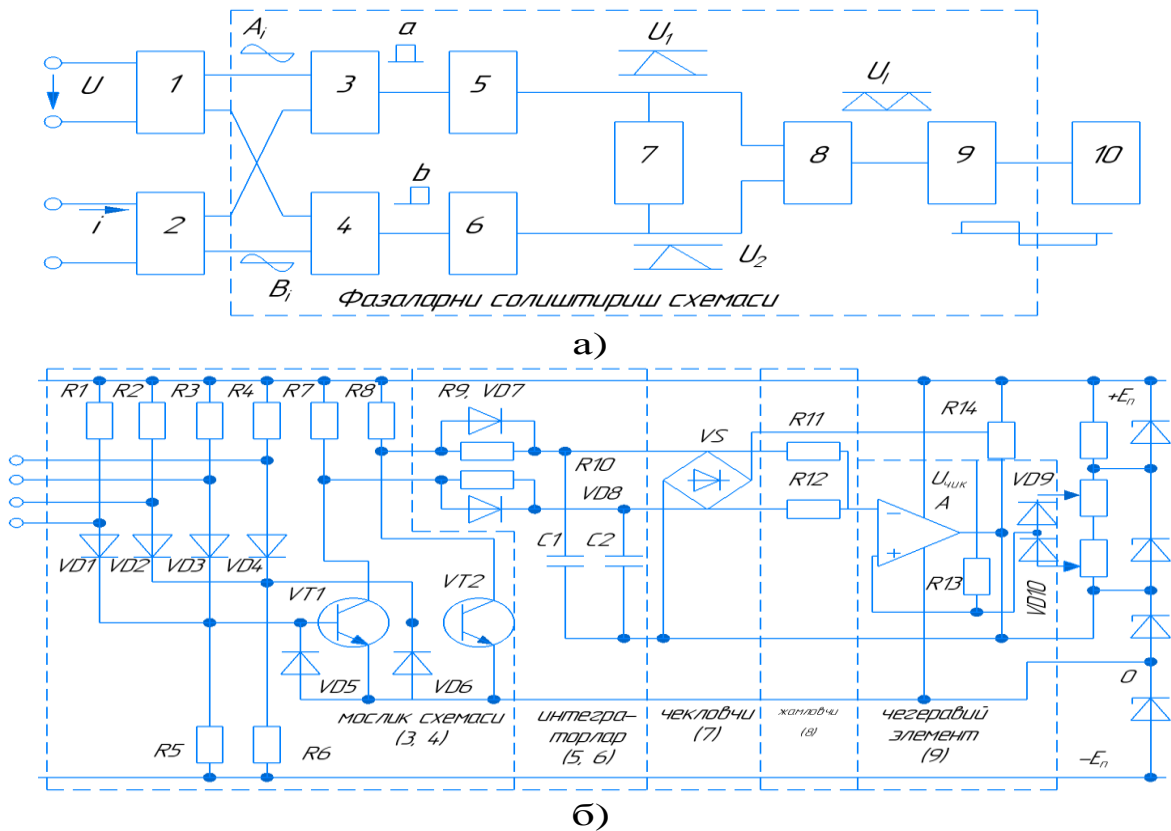
3.10. Иккита таъсир этувчи катталikka эга бўлган ярим ўтказгичли ўлчов релеси

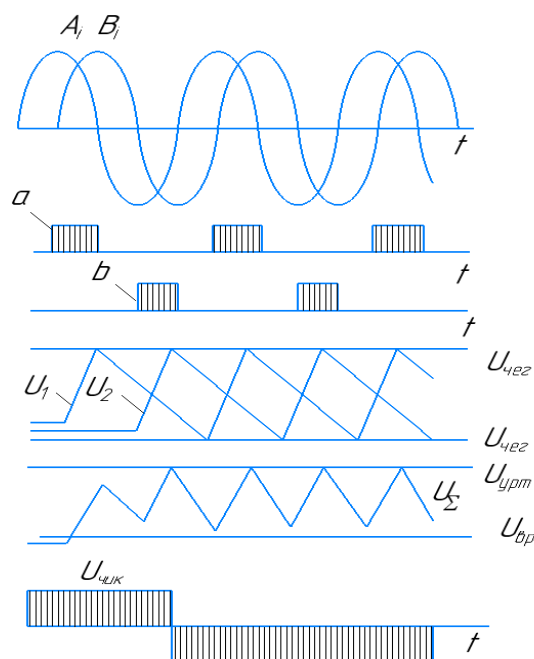
Бундай релеларга йўналтирилган қувват релеси KW , қаршилиқ релеси KZ ва тормозловчи дифференциал реле KAS киради. Уларни тайёрлаш учун юқорида кўриб ўтилган, иккита катталикни таққослаш схемаларидан фойдаланилади.

Бу каби реле элемент базаси сифатида, ярим ўтказгичли диодлар ва триодлар билан бир қаторда, интеграл микросхемалардан фойдаланилади.

Йўналтирилган қувват релеси. Йўналтирилган қувват релесини бажариш учун, юқоридаги кўриб ўтилган иккита электр катталикни абсолют қийматларини таққослаш схемаларидан фойдаланиш мумкин. (3.5 ва 3.20 расмга қаринг). Ишлаб чиқариш саноатида бу каби релеларни, бир неча хил турларини электр катталикликларини фазалари бўйича солиштирилиб, ишлаб чиқарилган. Бу мақсадда халқасимон фазасезгир тўғрилагич

схемасидан фойдаланилади ((3.5 ва 3.20 расмга қаранг). Уларни ичида РМ-11 [25] релеси бир мунча такомиллаштирилган конструкцияга эгадир. Унда, мусбат ярим давридаги мос келмаслик электр катталикларни лаҳзалик қийматларини, мос келиш вақтлари ва бу катталикларни мос келиш вақтини манфий ишорали ярим даврни мос келмаслик вақти билан, алоҳидадан таққосланади. Бу билан киришдаги таққосланаётган катталикларни нодаврий ташкил этувчиларидан релени четлатиш амалга оширилади. Релени функционал схемаси 3.32 а - расмда келтирилган.





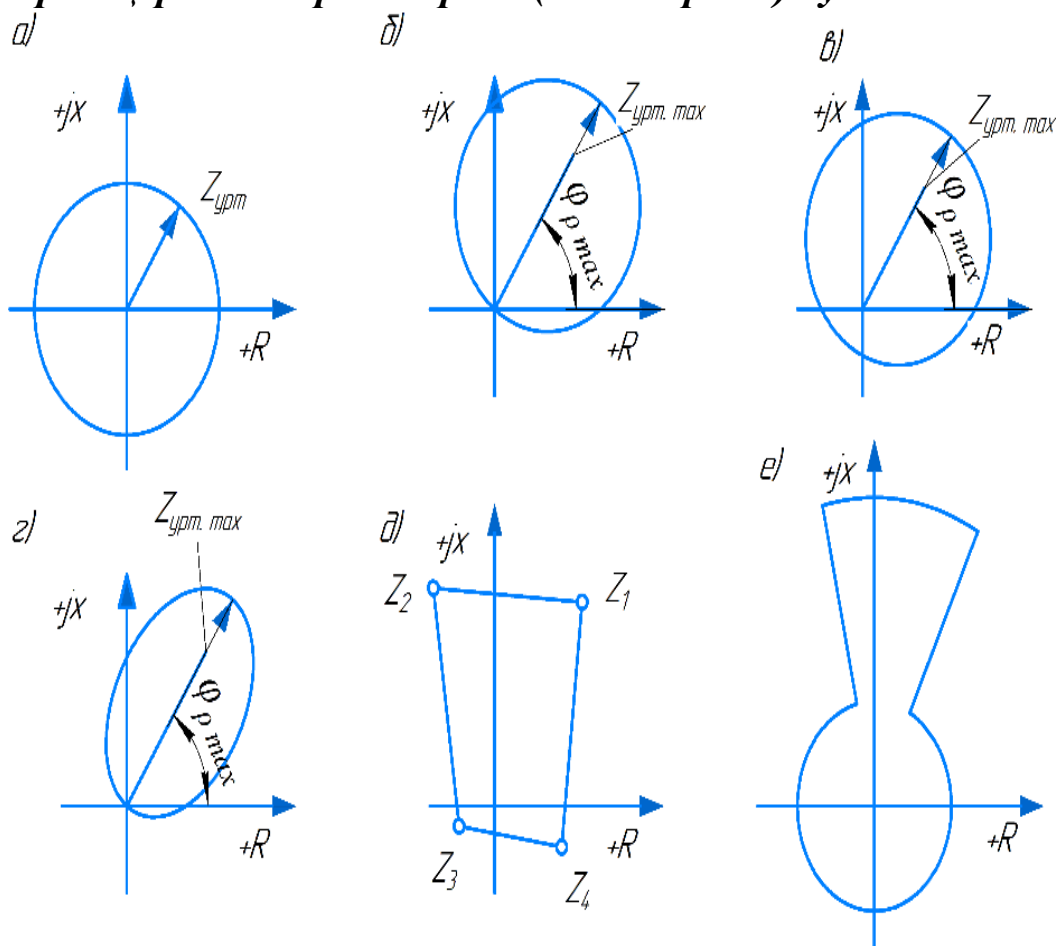
3.32 - расм. РМ-11 релеси: а - функционал схемаси; б - принципал схемаси; в - вақт диаграммаси.

U максимал сезгирликни таъминлайдиган бурчак қиймати ушлаб туриладиган фазабуриш қурилмалари **1** ва **2** ни ўз ичига олади. Фазабуриш қурилмалари чиқишидан чиққан синусоидал сигналлар, мусбат ишорали мос келиш схемаси **3** га ва манфий ишорали сигналлар эса мос келиш схемаси **4** га келади. Бу ерда улар мусбат ишорали тўғри бурчакли импульсларга ўзгартирилади. Кейин бу импульслар **5** ва **6** интеграторларда интегралланади, **7** элемент билан чегараланиб сумматор **8** да қўшилади ва **10** орган орқали бошқариладиган остона элементи **9** ни киришига келиб тушади. Функционал схемаси микроэлектрон элементлар базасидан фойдаланиб тадбиқ этилган. Релени принципал схемаси 3.32 б расмда, уни ишлашини тушунтирувчи расм эса 3.32 в да келтирилган. Мос тушиш схемаси (**3**, **4**) диодлар **VD1** – **VD6**, транзисторлар **R1** – **R6** лар орқали бажарилган. Агар схемани киришида A_i ва B_i катталиклар йўқ бўлса, у ҳолда **VD1** – **VD4** диодлар очик бўлади ва **VT1**, **VT2** транзисторларни базасига мусбат ишорали потенциал узатилади. Транзисторлар ҳам очик бўлади. A_i ва B_i фазалар бўйича мос келмаслиги мавжуд бўлганида транзисторлар очиклигича қолади, чунки мос келмаслик вақти давомида **VD1**, **VD3** ва **VD2**, **VD4** диодлар жуфтликларидан бири очик бўлади. A_i ва B_i фазада мос ўрин тутганидагина ҳар бир жуфтнинг ҳар иккала диодлари беркилади.

Бу ҳолда унга мос келувчи транзисторнинг базасидаги потенциал манфий ишорали бўлади ва транзистор A_i ва B_i ни кириш катталикларини мос келиш вақти давомида беркилади. Шундай қилиб транзисторлар A_i ва B_i катталикларни ишоралари мос келган интервалда узиладиган калит ролини бажаради. Бунда мос келиш схемасининг киришидаги узлуксиз сигналлар чиқишда “ a ” ва “ b ” дискрет сигналларга ўзгартирилади (3.32в -расм). Бу сигналлар, разряд резисторлари $R9, R10$ ва диодлар $VD7, VD8$ дан ташкил топган интегратор (5, 6) га узатилади. Сигнал борлигида унга мос бўлган конденсатор зарядланади, сигнал бўлмаса разрядланади. Шундай қилиб, интеграторнинг киришидаги тўғри бурчакли сигналлар чиқишда аррасимон шаклга ўзгариб борадиган $U1$ ва $U2$ кучланишларга айланади. Бу кучланишлар тўғрилагич VS дан ташкил топган чегаралагич 7 билан чегараланади. Чегаралаш оралиқлари $U_{\text{чег}}$ ва $U_{\text{чег}}$ резистор $R14$ томонидан белгилаб қўйилади. $U1$ ва $U2$ интеграторларнинг чиқиш кучланиши сумматор 8 да қўшилади. Сумматор тенг қаршиликка эга бўлган $R11$ ва $R12$ резисторлардан ташкил топган. Шунинг учун сумматорнинг чиқишидаги кучланиш $U_{\Sigma} = 0,5(U_1 + U_2)$ га тенг. Кириш остонаси элементи сифатида, Шмитт триггери схемаси бўйича уланган операцион кучайтиргич A дан, фойдаланилади. Уни инвертирловчи киришига мусбат ишорали кучланиш U_{Σ} узатилади. Ушбу кучланиш қиймати ишга тушиш кучланиши қийматига етгач, Шмитт триггери қайта уланади ва уни чиқишида манфий қутбланишга эга бўлган кучланиш пайдо бўлади. Реле ишга тушади. Агар мос келиш вақти ва шу билан боғлиқ ҳолда, импульсларни давомийлиги рухсат этилганидан кам бўлса, у ҳолда C_1 ва C_2 конденсаторлар талаб этилаётган кучланишгача зарядланиб улгурмайди, U_{Σ} кучланиш эса ишга тушиш кучланиши $U_{\text{иш.р}}$ қийматига етиб бормайди. Реле ишга туша олмайди. Релени параметрлари қуйидагилардир: минимал ишга тушиш кучланиши 0,25 В дан ортмайди, токнинг кириш занжирларида $I = I_{\text{ном}}$ да истеъмол этилаётган қувват 0,5 В·А дан кўп эмас, кириш занжирида $U_{\text{ном}}$ даги қувват 3 В·А дан катта эмас, максимал сезгирлик бурчаги (-30 ± 5) ; (-45 ± 5) .

Қаршилиқ релеси Kz . Бу релелар масофавий химояларни бажарилишида ўлчов органлари сифатида қўлланилади.

Қаршилик ўлчов релесига, йўналтирилган қувват релесидегидек каби, кучланиш U_p ва ток I_p узатилади. $\frac{U_p}{I_p}$ муносабат қандайдир ҳаёлий (фиктив) комплекс қаршиликни билдириб, **тавсифий катталик деб аталади**. Одатда, z_p ни қийматини белгиланган ишга тушиш қаршилиги қиймати $z_{иш.р}$ гача пасайиб кетганида ишга тушадиган, минимал қаршилик релесидан фойдаланилади. Релени комплекс теккислик RX даги ишга тушиш тавсифи $z_p = z_{иш.р}$ шартни қаноатлантирадиган нуқталарни геометрик ўрнини ифодалайди. Тавсифларни кўринишларига боғлиқ ҳолда **тўла қаршилик релесига (3.33 б - расм), аралаш тавсифли қаршилик релесига (3.33 в - расм) ва эллиптик тавсифли қаршилик релеларига (3.33 г - расм) бўлинади**.



3.33 -расм. Қаршилик релелари тавсифлари

Саноатда интеграл микросхемалар асосида анча мураккаб тавсифли қаршилик релелари ишлаб чиқарилади, масалан, тўрт бурчак шаклли (3.33 д - расм). Электрлаштирилган транспортнинг ўзгарувчан ток контакт тармоғи учун 3.33е - расмда кўрсатилган тавсифга эга бўлган реледан фойдаланилади.

Бу тавсифдан кўринишича, $z_{иш.р}$ фақат тўла қаршилик релесиди ўзгармасдир. Қолган релеларда у φ_p бурчакка боғлиқ бўлади. Қандайдир $\varphi_{p.мах.с}$ бурчакка каттароқ ишга тушиш қаршилиги, яъни кўпроқ сезгирлиги тўғри келади. Доира шаклидаги ишга тушиш тавсифини олиш учун (3.33 а,б,в - расмлар), умумий ҳолда, абсолют қиймат бўйича, ёки фаза бўйича иккита катталиқ

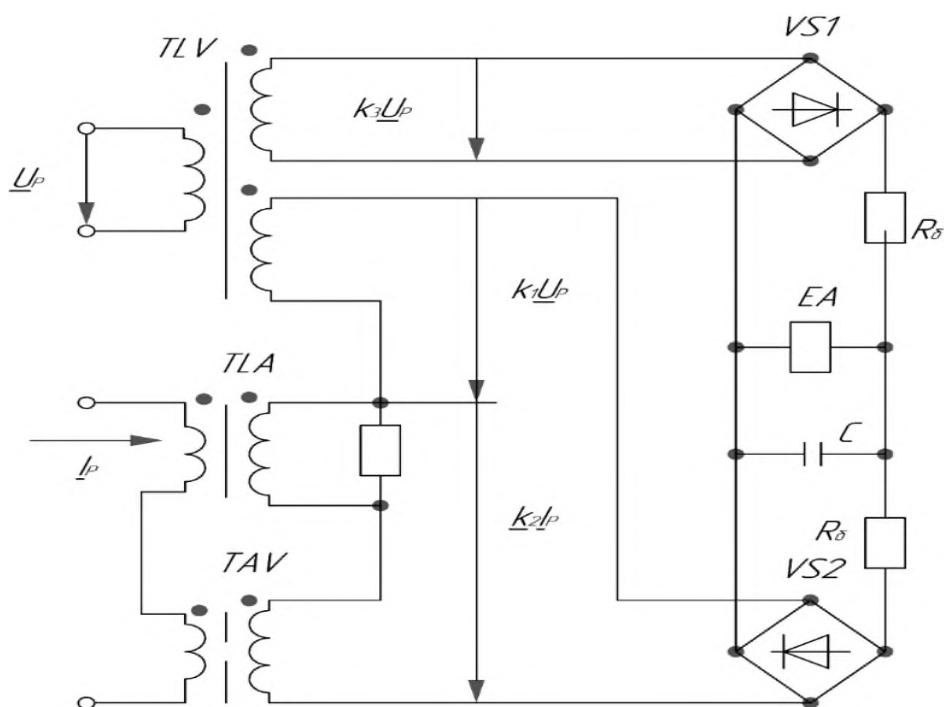
$$A = k_1 U_p + k_2 I_p; B = k_3 U_p + k_4 I_p \quad (3.6)$$

ни солиштириш керак бўлади.

Тавсифларни кўриниши $k_1 - k_4$ коэффицентлар орқали аниқланади. Берилган тавсифни олиш учун коэффицентларни танлаб олиш методикаси [15] да берилган. Масалан, $k_1 = k_3 = k_4$ ва $k_2 = -k_4 = k_1$ да тўла қаршилик релеси олинади. (3.33 а - расм. Мураккаброқ тавсифли релени олиш учун, масалан тўрт бурчаклигини, (3.6) ифодага ўхшаш тўртта катталиқни бир пайтнинг ўзида таққослаш керак бўлади ва бунда фаза бўйича солиштириш бир мунча қулайроқдир.

3.11.Электр катталиқларни абсолют қийматлари бўйича таққословчи қаршилик релеси

(3.34-расмда) аралаш тавсифли релени соддалаштирилган схемаси келтирилган. (3.33в - расмга қаранг). Бундай тавсифни тадбиқ этиш учун, таққосланаётган A ва B катталиқларда (3.6-формулага қаранг) k_1 ва k_3 коэффицентларни ҳақиқийсини қабул қилиш керак, $k_4 = 0, k_2$ эса комплекс бўлмоғи зарур. Шунга мос ҳолда B катталиқ таққослаш схемасига резистор билан юкланган кучланиш трансформатори TLV орқали келтирилади, A катталиқ эса қўшилувчи $k_1 U_p$ ни иккита ташкил этувчи: TLA ток трансформаторидан олинаётган қўшилувчининг ҳақиқий қисми $k_2 I_p$ ва трансреактор TAV дан олинаётган мавҳум қисмларини қўшиш йўли билан олинади. Таққослаш схемаси иккита ярим даврли тўғрилагичлар $VS1$ ва $VS2$ ҳамда таъсирчан элемент EA дан ташкил топган. Тўғриланган токнинг пульсациясини (липиллашини) силлиқлаштириш учун C конденсатордан фойдаланилади. Бундай қаршилик релесини таъсир этиш вақти $t_{иш.р} = 0,04 \dots 0,06$ ни ташкил этади ва z_p га боғлиқ эмас.



3.34-расм. Электр катталикларни абсолют қийматларини таққослашга асосланган қаршилик релеси.

Қишлоқ жойлардаги кучланишлари 6 – 10 кВ ни ташкил этган тармоқларда, икки томондан озикланувчи секциялаштирилган тармоқларларни ва кўп марта секцияланган бир томонлама озикланган радиал тармоқларларни ҳимоя қилишда ДЗ-10 намунасидаги масофавий ҳимоя ишлатилади. Ҳимоя дарҳол ишга тушадиган уч фазали тўла қаршилик релесидан (ёки ток релесидан) ва ўлчов органи бўлган - шикастланган жойни узоқ, ёки яқинлигига боғлиқ сабр вақтига эга бўлган, уч фазали тўла қаршилик релесидан Z_p дан иборат. Реле *A* ва *B* катталикларни абсолют қийматларини таққослашга асосланиб бажарилган, энг муҳими бунда бир катталиқни минимал қиймати иккинчи катталиқни максимал қиймати билан солиштирилади. Шу тўғрисида Z_p ни кўп фазали ҚТ ларни кўринишига боғлиқ бўлиб қолмаслигига эришилади. Таққосланаётган минимал ва максимал катталиқларни ажиратиб олиш *миниселектор* ва *максиселекторлар* ёрдамида амалга оширилади.

ДЗ-10 ҳимоянинг ўлчов органида миниселектор *VD1 - VD3* диодларидан ташкил топган бўлиб, киришига узатиш тармоқларли кучланишлар $U_{ав}$, $U_{вс}$, $U_{са}$ га пропорционал бўлган тўғриланган кучланишлар U_{01} , U_{02} , U_{03} лар узатилиб, чиқишида эса $U_{01} - U_{03}$ кучланишлардан энг пасти ажралиб чиқадиган қурилмадан иборат.

Шундай қилиб, миниселектор чиқишидаги кучланиш ҳар доим шикастланган фазалар кучланиши $k_U U_k$ га пропорционалдир. (3.35а-расм).

Максиселектор **VD10 - VD15** диодларидан ташкил топган ва у киришига трансреакторлар **TAV1 - TAV3** дан фаза токлари $(I_a - I_b)$, $(I_b - I_c)$, $(I_c - I_a)$ фарқига пропорционал бўлган кучланишлар узатилиб, чиқишида эса кўрсатилган кучланишлардан энг максимал кийматга эга бўлган кучланиш ажратиб чиқарадиган қурилмадир. Бу кучланиш шикастланган фазалардаги токка $k_I I_k$ га пропорционалдир. Селекторларнинг чиқишлари юқорида кўриб чиқилган таққослаш схемасига уланган. Схемани таъсирчан элементи бўлиб магнитоэлектрик реле **K** саналади. Уни чўлғамидаги кучланиш **VD7** диод чегаралайди, конденсатор **C4** солиштирилаётган катталикларни липпилашларини силлиқлайди, **R7** резистор эса реле рамкасини критик тинчлантириш режимини ташкил этади.

Релени ҳаяллаб ишга тушиш вақтини Z_p га боғлиқ қилиб олиш учун, солиштирилаётган катталик $k_I I_p$ **R8 - C5** занжир орқали таъсирчан элементга узатилади. Бунда конденсатор **C5** даги кучланиш $U_C = k_I I_k \cdot (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$ қонуният бўйича ортиб боради. U_C билан $k_U U_k$ ўзаро таққосланади. Қаршилиқ релесини ишга тушишини чегараловчи шартлари бўлиб, қуйидаги тенглик саналади:

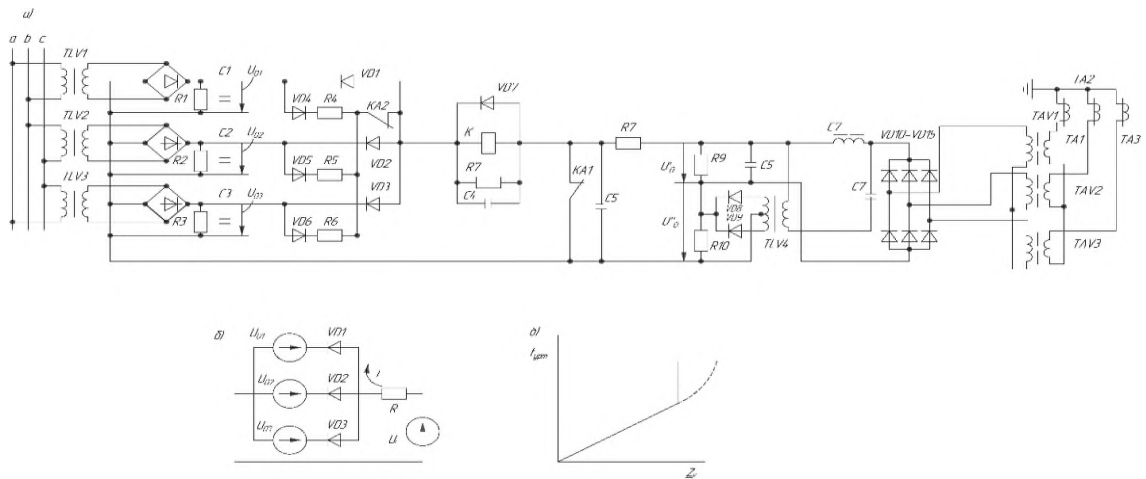
$$k_U U_k = k_I I_k \cdot (1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \text{ ёки } Z_{p.\text{иш}} = Z_y \cdot (1 - e^{-\frac{t_{\text{иш.п}}}{RC}})$$

Бундан

$$t_{\text{иш.п}} = RC \ln[Z_y / (Z_y - Z_{\text{иш.п}})] \quad (3.7)$$

Бу ерда $Z_y = k_I / k_U$ - реле уставкасини қаршилиги.

$t_{\text{иш.п}} = \varphi(Z_p)$ тавсиф 3.35в - расмда кўрсатилган. (3.7) ифода, $t_{\text{иш.п}}$ учун, **C5** конденсатор зарядланиши олдидан $U_C=0$ бўлса маъқул бўлади. Бу шарт бажарилиши учун, ток релесига эга бўлган ҳимояни ишга тушириш органини ажралувчи контакти **КА.1** билан тутушиб қолган бўлиши керак. Миниселекторни ишини таққослаш занжирининг эквивалент схемаси (3.35б-расм) орқали тушунтириш мумкин. Унда **R** - таъсирчан элемент қаршилиги, U_C - занжирга конденсатор **C5** дан узатилаётган кучланиш.



3.35 - расм. ДЗ-10 химояни масофавий органи ва сабр вақтини тавсифи.

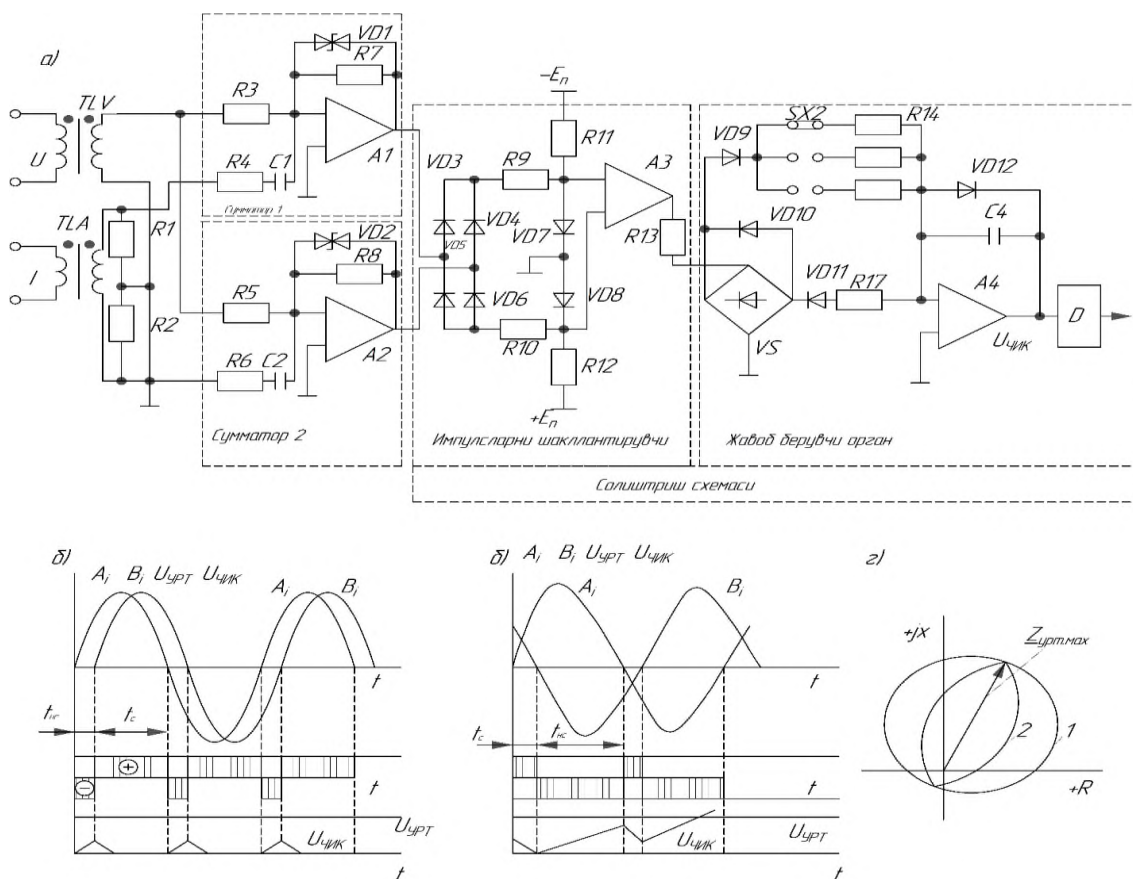
Айтайлик $U_{01} < U_{02} < U_{03}$ шарт бажарилсин. Агар, бордию бунда $U_C < U_{01}$ бўлса, у ҳолда барча $VD1 - VD3$ диодлар берк бўлади. Схема бундай ҳолатда ишга тушириш органи ўз ишини бошлагунича қолади. Ишга тушириш органи ишлай бошлагач ($KA1$ -узилади) U_C кучланиш орта бошлайди. $U_C < U_{01}$ қийматга эришган пайтдан бошлаб, $VD1$ диод очилади ва $U_C - U_{01}$ кучланиш таъсири остида 3.35б-расмда кўрсатилган стрелка йўналиши бўйлаб ток оқиб ўта бошлайди. $VD2$ ва $VD3$ диодлар берк ҳолатида қолиши давом этади, чунки улардан биринчисига тўсувчи кучланиш $U_{02} - U_C$, иккинчисига эса $U_{03} - U_C$ кучланиш берилади. Шундай қилиб, таъсирчан элементдаги ток қиймати кучланиш U_C билан кучланишлар $U_{01} - U_{03}$ нинг энг кичигини қиймати ўртасидаги фарқ билан аниқланади.

Миниселекторни диодлари $VD1 - VD3$ химоянинг ишга тушиш органи ишлай бошлагунига қадар берк бўлганлиги сабабли, таққослаш схемасини ишга тушиш органини $KA2$ контактларига $VD4 - R4$, $VD5 - R5$ ва $VD6 - R6$ занжирлар уланади. Улар тормозловчи токни ҳосил қилади. Бу ток реле K ни ишончли равишда ортга қайтариш учун зарур.

Максиселектор режимида $VD10 - VD15$ диодлар оддий тўғрилагич схемасида ишлайди. Бу схемадаги икки фазали қисқа туташувдаги чиқиш кучланиши U'_0 уч фазали қисқа туташув содир бўлганидагига қараганда кам бўлади. Таққосланаётган катталиклар шикастланишлар турига боғлиқ бўлиб қолмаслиги учун, икки фазали ҚТ да кучланиш U'_0 нинг қийматига, тўғрилагичи $VD8$ ва

$VD9$ диодлардан йиғилган схемадан олинадиган иккинчи гармоника, тўғриланган кучланиш U_0'' қўшилади.

Қаршилик релеси, фазалар бўйича таққосланаётган электр катталиклар. Иккита синусоидал катталик бўлган A_i ва B_i ларни лаҳзалик қийматларидаги мос келиш вақти t_c билан мос келмаслик вақти t_{nc} лар таққослайдиган қаршилик релесини соддалаштирилган схемаси 3.36а-расмда келтирилган.



3.36-расм. Комплект қурилма БРЭ-2701 даги фаза бўйича электр катталикларини таққослайдиган қаршилик релеси.

Таққослаш алгоритми куйидаги кўринишга эга:

$$-\pi/2 \leq \arg A/B \leq \pi/2 \quad (3.8)$$

Реле микроэлектрон база асосида тайёрланган. У бир, ёки икки томонлама озиклантириладиган, қишлоқ хўжалигида қўлланиладиган 35 кВ ли тармоқларларни масофавий ҳимоясини амалга оширувчи БРЭ-2701 комплект қурилмасига мўлжалланган.[27,28]. Таққосланаётган A ва B катталикларни шакллантириш схемаси кучланиш трансформатори TLV , ток

трансформатори *TLA* ва инвертирлайдиган *A1* ҳамда *A2* операцион кучайтиргичлар асосида қилинган иккита сумматордан ташкил топган.

(3.6) ифодадаги k_1 ва k_3 коэффициентлар ҳақиқий бўлиб, *R3* ва *R5* орқали тадбиқ этилади. *A* ва *B* катталикларни k_2 ва k_4 коэффициентлари билан иккинчи аъзолари *R1*, *R4* ва *R2*, *R6* резисторлар ҳамда *C1* ва *C2* конденсаторлар томонидан шакллантирилади.

Сумматорлар тўғри ишлашлиги учун керакли бўлган *A1* ва *A2* кучайтиргичларни узатиш тармоқларли иш режимини тескари алоқа занжиридаги *VD1* ва *VD2* стабилитронлар таъминлайди. Сумматорни чиқишида шакллантирилган *A* ва *B* катталиклар импульсларни шакллантириб бергичга узатилади. Уни схемаси таркибида *VD3*, *VD4* диодлар орқали бажарилган мусбат ишорали сигналлар максиселектори бўлиб, у мусбат ишорали энг катта сигнални ажратиб чиқаради, ва яна *VD5*, *VD6* диодлардан ташкил топган максиселектор ҳам бўлиб, у манфий ишорали энг катта сигнални чиқариб беради. Юқоридагилардан ташқари яна схема таркибида *R9*, *R11* резисторлардан ташкил топган кучланиш бўлгич, *R10*, *R12* резисторлардан кучланишни бўлгич, бўлгичларни ўрта нукталарига нисбатан дифференциал уланган операцион кучайтиргич *A3* мавжуд. Схемани тўғри фаолият кўрсатиши, таққосланаётган катталикларни лаҳзалик қийматлари ишоралари мос келганида, кучайтиргич *A3* нинг чиқишида мусбат потенциал пайдо бўлишига ва мос келганида эса манфий потенциал пайдо бўлишига боғлиқ. Ҳақиқатдан ҳам таққосланаётган катталикларни ишоралари мос келмаса, мусбат ва манфий максиселекторларни лоақал биттадан бўлса ҳам диодлари очик бўлади. Бунда мусбат кучланиш *VD7* диодни очади, манфий кучланиш эса манфий сигналлар максиселекторини *VD8* диодини очади. *R9* резисторидан токни оқиб ўтиши натижасида, кучайтиргич *A3* нинг инвертирловчи киришидаги потенциал ортади ва мусбат бўлиб қолади, *R10* резистордан ўтган ток эса инвертирламайдиган кириш потенциални камайтиради ва манфий ишорали потенциалга айланади. Шунинг учун кучайтиргич *A3* нинг чиқишида давомийлиги $t_{нс}$ (3.36б-расмга қаранг) га пропорционал бўлган манфий импульс пайдо бўлади.

Мос тушиш ўрин тутадиган бўлса, масалан, таққосланаётган катталикларни мусбат қийматлари, мусбат сигналлар

максиселектори максимал мусбат сигнал ажратиб чиқаради, манфий сигналлар максиселектори эса минимал мусбат сигнал ишлаб чиқаради.

Бу ҳолда **A3** кучайтиргичнинг инвертирловчи кириши мусбат ишоралилигича қолади, инвертирламайдиган кириш потенциали эса ўзини ишорасини ўзгартиради. У ҳам мусбат ишорали қолади ва уни қиймати манфий ишорали сигналлар максиселекторини очиқ диодидаги кучланиш тушишини ҳисобга олган ҳолда, резисторлар **R10**, **R12** қаршиликларни муносабатидан аниқланади. Бу ҳолда **A3** кучайтиргичнинг чиқишида давомийлиги t_c вақтга пропорционал бўлган мусбат импульс пайдо бўлади.

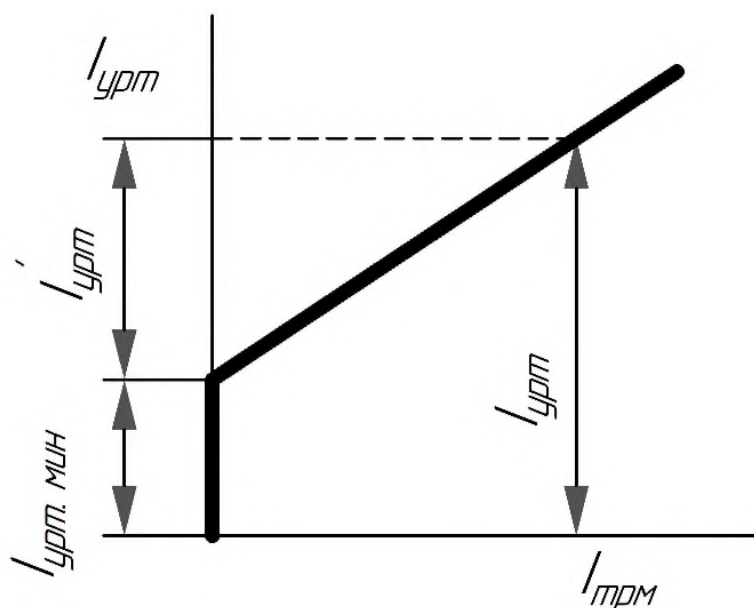
Таққосланаётган катталикларни манфий ишоралари мос тушиб қолгудек бўлса ҳам шунга ўхшаш натижага эга бўлинади. Импульсларни шаклантиргичнинг чиқишидаги мусбат ва манфий сигналлар, тўғрилагич **VS** дан инвертирловчи кучайтиргич схемаси бўйича уланган операцион кучайтиргич **A4** дан ва остона элементи **D** дан ташкил топган таъсирчан органнинг киришига узатилади. **VD12** диоддан **A4** кучайтиргичнинг чиқишидаги манфий сигналларни чегаралайди ва шу билан остона элементи **D** ни киришини ҳимоялайди. Мусбат ва манфий сигналлар **VS** тўғрилагичнинг амплитудаси бўйича ва стабилитрон **VD10** билан мўътадиллаштирилади.

Схема қуйидагича ишлайди. Тўғрилагич **VS** нинг киришига манфий сигналлар берилганида **VD11** диод очилади ва **A4** кучайтиргичнинг инвертирловчи киришига манфий сигнал узатилади. Бу ҳолда **VD12** диод берк, конденсатор **C4** эса $t_{нс}$ вақт давомида зарядланади, кучайтиргич **A4** нинг чиқишида кучланиш $U_{чик}$ ортади (3.36а,б-расмлар). Солиштирилаётган катталиклар ишоралари мос тушганида **VS** тўғрилагичнинг киришига мусбат сигнал узатилади, **VD9** ва **VD12** диодлар очилади, конденсатор **C4** эса t_c вақт давомида зарядсизланади. $U_{чик}$ кучланиш камаяди. Агар $t_{нс} > t_c$ бўлса, у ҳолда қандайдир вақт ўтгач, кучланиш $U_{чик}$ остонавий элемент **D** ни ишга тушиш кучланиши $U_{иш.р}$ қийматга етади ва реле ишга тушади.(3.36в-расм).

Разряд резистори **R14** - **R16** ёрдамида релени тавсифи ўзгартирилади. Заряд занжири **R17** ва разряд занжири **R14** - **R16** да резисторлар тенг бўлса, реле доира шаклидаги тавсифга эга бўлади (3.3г-расм, 1-тавсиф). Разряд қаршилигининг камайиши тавсифни торайишига сабабчи бўлади (3.36 г-расм, 2-тавсиф). Юқоридагидан

ташқари яна фаза бўйича электр релелари мавжуд. Мисол учун, 6-10 кВ ли тармоқларларни ҳимояловчи ЯРЭ-2201 комплектини таркибига кирувчи тўғри бурчакли тавсифга эга бўлган релелар.

Тормозловчи дифференциал ток релеси. Тормозлаш хусусиятига эга бўлган дифференциал ток релесини ишга тушиш токи $I_{иш.р}$ тормозловчи деб юритилувчи $I_{трм}$ бошқарув токи ўзгариши билан автоматик тарзда ўзгаради. Бу боғлиқлик тормозлаш тавсифи деб аталади (3.37-расм). Тормозлаш даражаси тавсифнинг оғиши билан, яъни $I_{иш.р}/I_{трм}$ орқали аниқланиб, бу нисбат тормозлаш коэффициенти дейилади.



3.37-расм. Тормозловчи реле тавсифи.

3.37-расмда тавсиф бўйича ишга тушиш токи

$$I_{иш.р} = I'_{иш.р} + I_{иш.р.min} = k_{трм} I_{трм} + I_{иш.р.min}$$

Шундай қилиб, тормозлаш релеси

$$I_{иш.р} - k_{трм} I_{трм} - I_{иш.р.min} = 0 \quad (3.9)$$

Шарт бажарилганида ишга тушади. Бу ерда $I_{иш.р.min}$ - тормозлаш йўқлиги пайтдаги релени ишга тушишидаги минимал ток. (3.9) дан кўриниб турибдики, тормозлаш релеси иккита электр катталикни таққослайди. Шунинг учун уни бажарилишида юқорида кўриб чиқилган барча таққослаш схемаларни ва усулларидан фойдаланиш мумкин (§ 3.3 ни қаранг). Масалан, электр

катталикларини абсолют қийматларини таққослаш схемаси (3.20б-расм).

Агар $A = k_p I_{\text{иш}}$, $B = k_T I_{\text{трм}}$ деб қабул қилсак, у ҳолда $I_{\text{иш.р.мин}} = 0$ да реле $|A| - |B| = 0$ да ишга тушади, яъни $k_p I_{\text{иш}} - k_T I_{\text{трм}} = 0$ шарт бажарилганида. Тормозли релени таъсирчан органи, охирги сезгирлик-қандайдир ҳаракатга келтирувчи кучланишга эга бўлиши керакки, у $I_{\text{трм}} = 0$ да уни енгиб ўтишлиги учун $A = k_p I_{\text{иш.р.мин}}$ бўлиши керак. Буни ҳисобга олган ҳолда, ишга тушиш шарти

$$k_p I_{\text{иш.р.мин}} - k_T I_{\text{трм}} - k_T I_{\text{иш.р.мин}} = 0$$

кўринишга эга бўлиб, бундан

$$I_{\text{иш}} - k_{\text{ТРМ}} I_{\text{трм}} - I_{\text{иш.р.мин}} = 0.$$

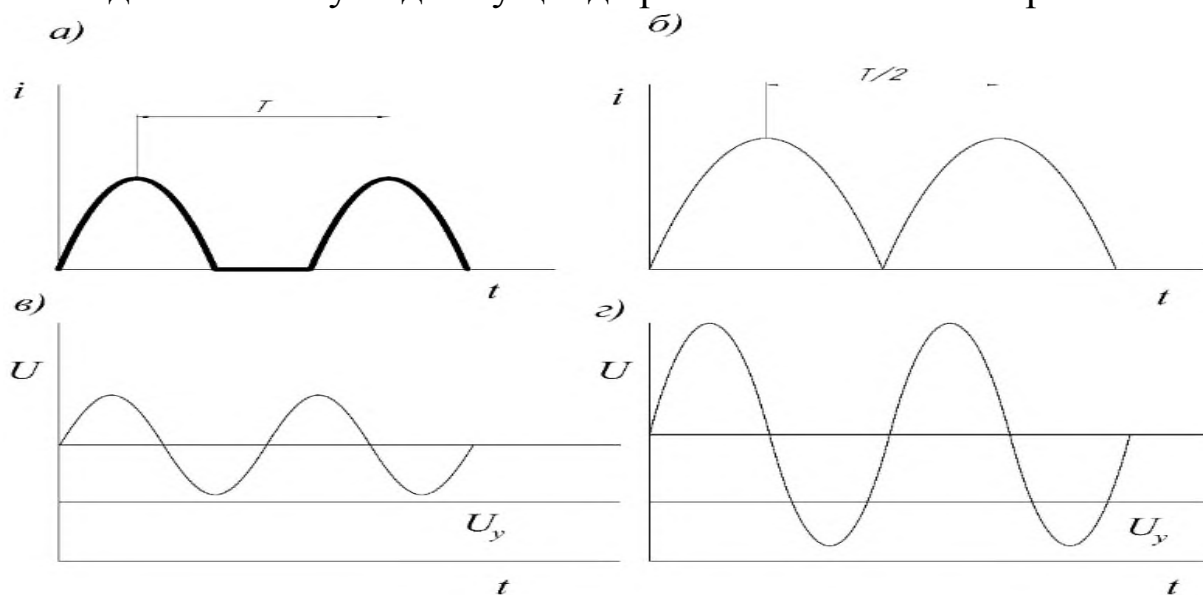
Трансформаторларга дифференциал ҳимоя ўрнатилаётган пайтда магнитлаш тоқларини сапчиб ўзгаришларини ҳисобга олиш тўғри келади. Улар юкланмаган трансформатор уланганида пайдо бўлиб, уни номинал токига нисбатан бир неча маротаба катта бўлишлиги мумкин. Ҳимоя нотўғри ишлаб юбормаслиги учун, уни ишга тушиш тоқини каттароқ қийматларини қабул қилишга тўғри келади. Лекин бунда, юқорида кўриб чиқилган ДНТ ва ДЗТ релеларидан фойдаланиб ишлайдиган бўлсак ҳам, ҳимоянинг сезгирлиги етарлича бўлмайди. Шу сабабли дифференциал релелар ишлаб чиқарилиб, уларда магнитловчи тоқлардан четлаштириш ҚТ тоқлари эгри чизиги билан магнитлаш тоқи эгри чизиги шакллари ўртасидаги фарқни аниқлаш орқали амалга оширилади.[30.31].

Ярим ўтказгичли магнитоэлектрон элемент базаси бундай релеларни осон, қийинчиликларсиз бажариш имкониятини беради. Магнитлаш тоқини сакраши ҳам бир қутбли бўлиши мумкин ва ҳам турли қутбли бўлиши мумкин. У ҳолда ҳам, бу ҳолда ва ҳам токсиз танаффуслар мавжуд бўлиб, тўғриланган магнитловчи тоқнинг даври саноат частотаси даврига тенг (3.38а-расм). Шу билан боғлиқ ҳолда, тўғриланган ток таркибида доимий ташкил этувчи билан бир каторда, саноат частотасидаги аҳамиятга молик бўлган ўзгарувчан ташкил этувчилари ҳам мавжуд. Уни тўғрилаш пайтида тоқнинг даври икки маротаба қисқаради (3.38б-расм). Бу эса тўғриланган синусоидал тоқнинг асосини саноат частотасидаги ташкил этувчисидан эмас, балки иккиланган частота ташкил этувчиларидан

иборат эканлигини билдиради. Ўткинчи жараёнларда, умумий ҳолда ҚТ токида, нодаврий ташкил этувчилар мавжуд.

Шунинг учун ҚТ нинг тўғриланган токида ҳам саноат частотасини ташкил этувчиси бор. У дифференциал ҳимояларда қўлланиладиган ток трансформаторларининг хатоликларидан келиб чиқади. Аммо бу ташкил этувчи, магнитлаш токини сакрашларидагига қараганда, анча кам. Мана шу ҚТнинг тўғриланган токи билан тўғриланган магнитлаш ток ўртасидаги фарқ дифференциал реле асосини ташкил этади.

Реле тўғриланган ток таркибидаги саноат частотаси токини сатҳига боғлиқ ҳолда таъсир кўрсатади. Бунинг учун релени схемасига, доимий ташкил этувчи токни ва саноат частотаси токини ўтказиб юборадиган, паст частотали филтър уланади. Аммо, ҳар бир ярим ўтказгичли ток релеларида бўлгани каби, олдиндан ток кучланишга айлантирилади. Ўзгармас ва ўзгарувчан ташкил этувчиларни эгри узатиш тармоқларлари муносабатига боғлиқ ҳолда, натижаловчи кучланиш эгри чизиғи вақт ўқи бўйича силжийди (3.38 в, г). Агар бу силжиш қандайдир ўзгармас қийматдан катта бўлса, реле ишга тушади ва натижавий кучланиш эгри чизиғи релени уставка кучланиши U_y га мос келувчи тўғри узатиш тармоқлардан юқорида жойлашади (3.38 в-расм). Бу эса ҚТ да, саноат частотаси ташкил этувчиси кам бўлса, ўз ўрнига эга бўлади. Магнитлаш токлари сапчиганида ўзгарувчан ташкил этувчи анча ортади ва натижавий кучланиш эгри чизиғи U_y тўғри чизиғидан пастга тушади. Бу ҳолда реле ишламаслиги керак.



3.38-расм. Дифференциал релени бажариш учун ҚТ токининг эгри чизиғини шакли билан магнитлаш токини сапчиб

Ўзгаришини кўрсатувчи эгри узатиш тармоқлар шакли ўртасидаги фарқдан фойдаланиш.

Кўрсатиб ўтилган қоида ЯРЭ-2201 комплект қурилмасида фойдаланиладиган дифференциал релега тадбиқ этилган.[32]. Бу реле пасайтирувчи трансформаторларни реле ҳимоясида ишлатилади. Бунда ишга тушиш токини $0,5I_{T.ном}$ гача пасайтириш мумкин. Бу реле яна, юқори кучланишли электр двигателларини дифференциал ҳимоясида ҳам, қўлланилади. *Релени иккита модификацияси мавжуд: тормозлашсиз реле ва тормозловчи реле.* Тормозлаш релесининг соддалаштирилган схемаси 3.38а - расмда кўрсатилган. $VS1$ тўғрилагичининг чиқишидан $I_{ишчи}$ ишчи токка пропорционал бўлган кучланиш операцион кучайтиргич $A1$ нинг инвертирловчи киришига узатилади. Кириш $R6, R7$ резисторлардан ва $C2, C3$ конденсаторлардан ташкил топиб, паст частотали фаол филтрни ифодалайди. $VS1$ тўғрилагичнинг киришидаги конденсатор $C1$ частотаси 0,5 кГц дан юқори бўлган гармоник ташкил этувчиларни таъсирини бартараф этади. Тўғрилагич учун юклама бўлиб $R3, R4$ резисторлардаги кучланишни бўлгич саналади. $VD3$ стабилитрон тўғриланган кучланишни чегаралайди ва шу билан операцион кучайтиргич $A1$ узатиш тармоқларли режимдаги ишини таъминлайди. Фильтр ҳеч қандай ўзгаришсиз доимий ташкил этувчини ўтказиб юборади, саноат частотасини ўзгарувчан ташкил этувчисини 2,2-2,5 мартаба кучайтиради ва тўғриланган кучланишнинг иккинчи ҳолда юқори гармоникаси ташкил этувчиларни 3 марта пасайтиради. Бунда $A1$ операцион кучайтиргичнинг чиқишида, саноат частотасининг ўзгарувчан ташкил этувчисини ўзгариши ҳисобига манфий кучланиш пайдо бўлади.

Релени дастлабки ҳолатида (3.39 б-расм) тўғрилагичнинг чиқишида ишчи ток $I_{иш}$ ва кучланиш йўқ. Шунинг учун, компоратор $A2$ ни инвертирловчи кириши билан боғланган филтрнинг чиқишида ($A1$ ни чиқиши), кучланиш U_1 ҳам мавжуд эмас. Фильтрдан сигнал йўқ бўлган пайтда компоратор $A2$ нинг инвертирловчи киришидаги мусбат ишорали потенциал инвертирламайдиган киришидаги потенциалдан катта бўлади ва компораторнинг чиқишида манфий ишорали кучланиш U_2 бўлади. Бу ҳолда $VD6$ диод очик, $C4$ конденсатор зарядсиз, VT транзисторнинг базасида унча катта бўлмаган мусбат потенциал

мавжуд. **R17** ва **R18** резистор тенг қаршиликка эга, шунинг учун **VT** транзисторни эмиттерини потенциали нолга яқин.

Бу пайтда транзистор берк ва схемани чиқишида мусбат ишорали кучланиш $U_{\text{чиқ}} = +E_{\text{п}}$. Шундай қилиб, $U_{\text{чиқ}}$ кучланишни борлиги, релени дастлабки ҳолатига мос келади. Реле ишга тушишлиги учун, **VT** транзисторнинг базасидаги кучланиш $U_{\text{иш.р}}$ - ишга тушиш кучланишига, тенг бўлишлиги керак. Бу вазиятда **VT** очилади ва $U_{\text{чиқ}}$ кучланиш йўқолади. Шундай жараён химояни ишлайдиган зонаси ичида қисқа туташув рўй берганида ўрин тутади. Бу ҳолда $I_{\text{КТ}}$ ишчи ток бўлиб саналади ва манфий ишорали кучланиш U_1 таркибида кам миқдордаги саноат частотасидаги ўзгарувчан ташкил этувчи бўлади.

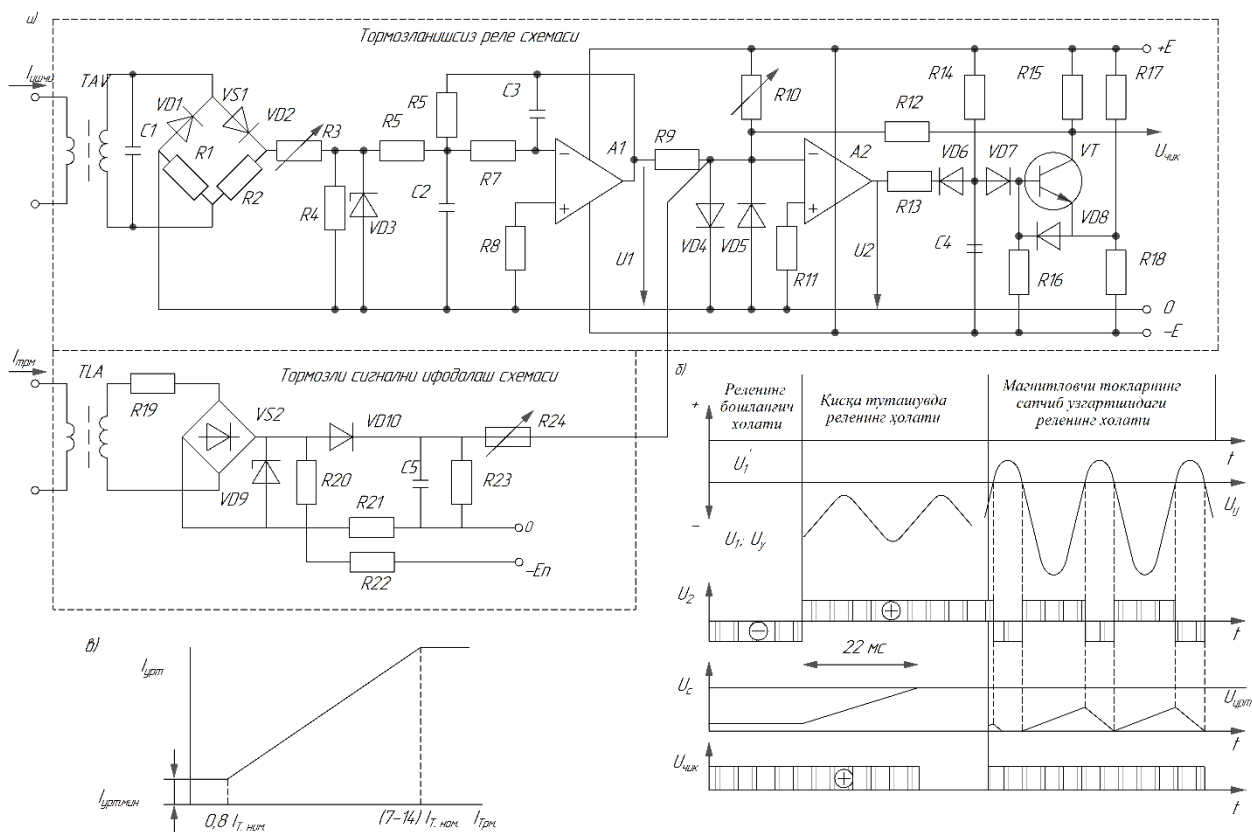
U_1 кучланиш вақт бўйича ўзгариб бориб, уставка кучланиши U_y дан абсолют қиймати бўйича катта бўлиб қолади. Бунда компоратор қайта уланади, ва уни чиқишидаги кучланиш ишораси ўзгариб, мусбат ишорали бўлиб қолади. У **VD6** диодни беркитади, **R14** резистор орқали **C4** конденсатор зарядлана бошлайди. **R14** ва **C4** ларнинг параметрлари шундай танлаб олинадики, унда конденсатордаги кучланиш $U_{\text{иш.р}}$ қийматга етгунича зарядланиши атига 22 мс вақт керак бўлади. Бу вақт ўтгач транзистор **VT** очилади, кучланиш $U_{\text{чиқ}}$ уни чиқишида бўлмайди, реле ишга тушади.

Реле магнитлаш токини сакрашларида, ўзини бошқача тутади (3.39 б-расм). U_1 кучланиш таркибида саноат частотасидаги катта ўзгарувчан ташкил этувчи мавжуд бўлганлиги сабабли, бу кучланиш вақтнинг қандайдир лаҳзаларида, абсолют қиймати бўйича U_y дан кичик бўлиб қолади. Бу пайтда компоратор **A2** нинг чиқишида манфий ишорали сигнал пайдо бўлиб, **VD6** диод очилади, конденсатор **C4** эса **R13** резистор орқали зарядсизланади. Шундай қилиб, U_2 кучланишнинг мусбат ва манфий ишорали сигналлари ўрин алмашиб **C4** конденсаторни $U_{\text{иш.р}}$ кучланишгача зарядланишига йўл қўйилмайди, **VT** транзистор берк қолади ва реле ишга тушмайди.

Ўзгарувчан резистор **R3** уставка шкаласини созлашда ишлатилади, **R10** резистор эса, компораторни ишга тушиш остонасини U_y поғонасимон тартибда ўзгартиришга ишлайди, яъни релени ишга тушиш токига.

Тормозловчи сигнални шакллантиргичларини схемасидан фойдаланилганида (3.39 а-расм) ноузатиш тармоқларли тавсифга эга бўлган релени олиш мумкин (3.39 в-расм).

Тўғрилагич **VS2** нинг чиқишидаги кучланиш тормозлаш ток $I_{\text{трм}}$ га пропорционал.



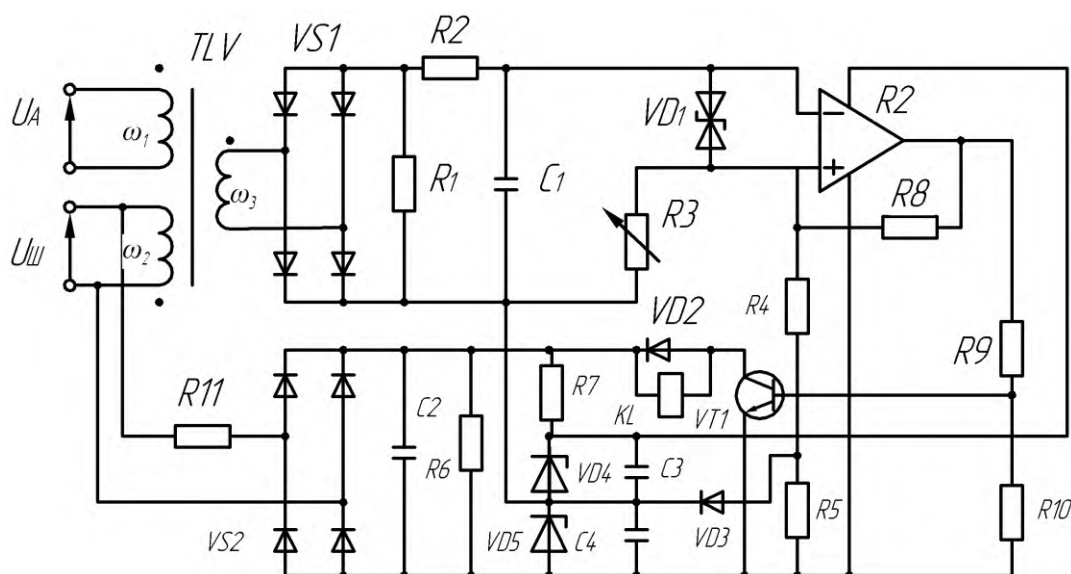
3.39-расм. ЯРЭ-2201 комплект қурилмасини тормозловчи релеси. а-соддалаштирилган тамойилиал схема; б-вақт диаграммалари; в-тавсифи

Агар $I_{\text{трм}} \leq 0,8 I_{\text{Т.ном}}$ бўлса, у диод **VD10** ни очилиши учун зарур бўлган кучланишдан кичикдир ва реле тормозга эга эмас. $I_{\text{трм}}$ ортиб бориши билан **VD10** диод очилади ва тормозлаш кучланиши компаратор **A2** нинг киришига узатилади. У худди резистор **R10** даги каби мусбат кутбли, шунинг учун U_y ни уставкаси (релени ишга тушиш токи) автоматик тарзда ортади. Тормозлаш кучланишини катталашиб кетишини **VD9** стабилитрон шундай чегаралайдики, унда $I_{\text{трм}} = (7 \dots 14) I_{\text{Т.ном}}$ да ишга тушиш токи $I_{\text{иш.р}}$ ни ўсиши тўхтайди. Тормозлаш коэффициенти эса, резистор **R24** ёрдамида, узук-узук ҳолда соланади.

Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, ЯРЭ-2201 қурилма таркибига кирган дифференциал ҳимоя учун мўлжалланган реле

билан бир қаторда, яна тормозсиз бўлган РСТ-15, РСТ-16 релелари ҳам ишлаб чиқарилган. Уларни схемалари кўп томондан юқорида кўриб чиқилган релелар схемаларига ўхшайди.

РСФ 11 сериясидаги фаза силжиши релеси. Бу релелар икки томонлама озиқлантирувчи электр узатиш узатиш тармоқларларини автоматик қайта улаш схемаларида тармоқларларда кучланишни бор-йўқлигини, фаза кучланишлари бурчак силжишини, станция ва нимстанция сигналларидаги кучланишларни назорат қилувчи орган сифатида қўлланилади. Релени соддалаштирилган схемаси 3.40-расмда кўрсатилган. Уни таркибида ўлчаш ва ижро этиш органлари ва озуқа блоки мавжуд.



3.40-расм.РСФ-11 намунасидаги фаза силжиш релеси.

Ўлчаш органи оралиқ трансформатори TLV , тўғрилагич $VS1$, $R1-R3$ резисторлар, конденсатор $C1$, стабилитрон $VD1$ ва Шмитт триггеридан ташкил топган бўлиб, операцион кучайтиргич $A1$ га йиғилган. Оралиқ трансформатор TLV иккита бир хил сонли ўрамларга эга бўлган ($\omega_1 = \omega_2$) бирламчи чўлғамларига эга. Чўлғамлардан бирига (ω_1) тармоқлар кучланиши $U_{\text{л}}$, иккинчисига эса (ω_2) шина кучланиши $U_{\text{ш}}$ уланади. Чўлғамлар қарама-қарши уланган, шунинг иккиламчи чўлғамининг кучланиши (ω_3) векторлар $\vec{U}_{\text{ш}}$ ва $\vec{U}_{\text{л}}$ фарқи модулига пропорционалдур, яъни уни қиймати TLV га узатилаётган кучланишлар векторлари орасидаги δ га боғлиқ. $\delta = \pi$ бўлганида максимал қийматга эришида, $\delta = 0$ бўлганида эса, агар солиштирилаётган кучланишларни қийматлари бир хил бўлса, нолга яқинлашади. Бу кучланиш тўғриланиб

текисланган операцион кучайтиргич $A1$ нинг инвертирловчи киришига берилади (кучланиш U_H).

Стабилитрон $A1$ нинг киришларини U_H нинг катта кийматларидан сақлайди. $R3-R5$ кучланишни бўлгичлар ёрдамида инвертирламайдиган киришда U_{UM} инвертирламайдиган кучланиш ҳосил қилинади. Бу кучланиш бурчак уставкасига мос келади. Реле бу уставкани бўлиб-бўлиб ҳар 5^0 дан $20-70^0$ оралиғида ўзгартиради. Агар, $\delta < \delta_y$ бўлса, $U_H < U_{UM}$ бўлиб ва кучайтиргич $A1$ нинг чиқишида мусбат сигнал ҳосил бўлади. Бордию, $\delta > \delta_y$ бўлса, $U_H > U_{UM}$ бўлиб, кучайтиргич қайта уланади ва унинг чиқишида манфий сигнал ҳосил бўлади. Кучайтиргич $A1$ нинг чиқишидаги сигнал $VT1$ транзистор базасига берилади. Биринчи ҳолатда ($\delta < \delta_y$) транзистор очик бўлиб KL реле ишга тушади, иккинчи ҳолат ($\delta > \delta_y$) да эса транзистор ёпиқ бўлиб, KL реле бошланғич ҳолатда бўлади. Транзистор $VT1$, реле KL ва диод $VD2$ ижро этувчи органни ташкил этади.

Таъминот блоки $VS2$ дан, $R7$ ва $R11$, резисторлардан, $R6$ варистордан, $C2-C4$ конденсаторлар ва $VD4$, $VD5$ стабилитронлардан ташкил топган. $R6$ варистор схемани юқори кучланишдан сақлаш, $C3$ ва $C4$ конденсаторлар ҳалақитларга бўлган турғунликни ошириш учун мўлжалланган. Эса шовқинларга барқарорлигини ошириш вазифасини бажаради. Таъминот манбаи шиналарга ўрнатилган кучланиш трансформаторига уланади, ўлчаш органини ± 15 В ± 10 % бўлган мўътадиллаштирилган кучлани билан таъминлайди, ва ижро органини мўътадиллаштирилмаган ўзгармас кучланиш билан таъминлайди.

4-БОБ. ЭЛЕКТР УЗАТИШ ТАРМОҚЛАРИДА ВА ЭЛЕКТР ЖИҲОЗЛАРИДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН ТОК ҲИМОЯЛАРИ

4.1. Электр узатиш тармоқларида қўлланиладиган асосий ҲИМОЯЛАР

Электр узатиш тармоқларида асосан қўйидаги ҲИМОЯЛАР қўлланилади.

Ток ҲИМОЯЛАРИ. Ток ҲИМОЯСИ деб, ҲИМОЯЛАНАЁТГАН ОБЪЕКТДА ток олдиндан белгиланган маълум қийматлар чегарасидан чиққанда ишлайдиган ҲИМОЯГА айтилади.

1.Ток ортганда ишлайдиган ток ҲИМОЯЛАРИ - максимал ток ҲИМОЯСИ (МТХ) (оддий ва йўналтирилган) ҳамда ток кесиш (ТО) га бўлинади ва улар электр қурилмаларни ҲИМОЯ қилишда асосий ёки захира ҲИМОЯ сифатида кенг қўлланилади.

2. Дифференциал ҲИМОЯЛАР. *Дифференциал ҲИМОЯЛАР БЎЙЛАМА ВА КўНДАЛАНГ ДИФФЕРЕНЦИАЛ ҲИМОЯЛАРГА БЎЛИНАДИ.* Бўйлама дифференциал ҲИМОЯНИНГ ишлаш тамойили ҲИМОЯЛАНАЁТГАН ОБЪЕКТНИНГ кириши ва чиқишидаги тоқларни таққослашга асосланган. Бўйлама дифференциал ҲИМОЯ асосий электр қурилмалар ва узунлиги 20 км гача, ҳамда кучланиш 35 кВ ва ундан юқори электр узатиш тармоқларларида қўлланилади.

Кўндаланг дифференциал ҲИМОЯ параллел тармоқларлардаги тоқларни таққослашга асосланган ва узунлиги катта параллел тармоқларларда қўлланилади.

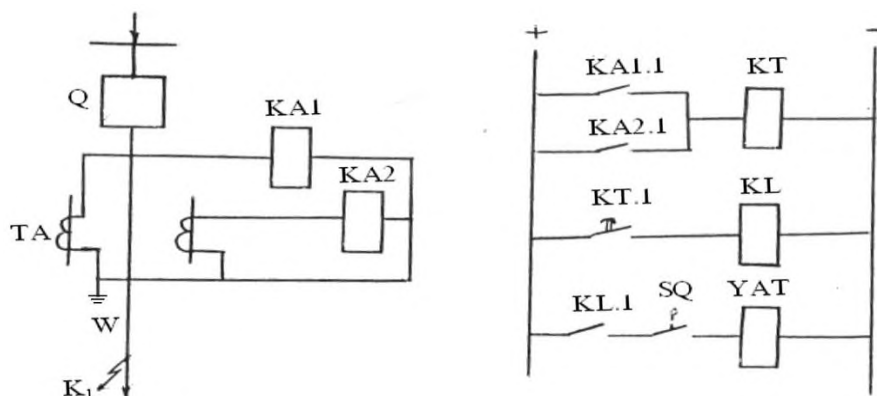
3. МАСОФАВИЙ ҲИМОЯЛАР. Масофа ҲИМОЯЛАРИНИНГ ишлаш тамойили, умуман олганда, ҲИМОЯ ўрнатилган нуқтадаги кучланиш ва тоқнинг нисбати, яъни қисқа туташув нуқтасигача бўлган қаршилиқни ўлчашга асосланган. Масофа ҲИМОЯЛАРИ асосан қишлоқ электр тармоқларида қўлланилади. Масофа ҲИМОЯЛАРИ алоҳида бобда батафсил кўриб чиқилади.

4.2. Максимал ток ҲИМОЯСИ

Қисқа туташув ҳосил бўлганлигининг белгиларидан бири тоқнинг ортишидир. Бу белгидан максимал ток ҲИМОЯЛАРИНИ бажариш учун фойдаланилади. *Максимал ток ҲИМОЯСИ деб фаза тоқи олдиндан белгиланган маълум қийматдан ортганда ишлайдиган ҲИМОЯГА айтилади.*

Ток ҳимоялари *максимал ток ҳимояси (МТХ) ва ток кесишга (ТО) бўлинади*. Улар орасидаги асосий фарқ ҳимоянинг танлаш хусусиятини таъминлашда. МТХ нинг танлаш хусусияти, ҳаяллаш вақтини тўғри танлаш ва, ТО нинг танлаш хусусияти эса - ишга тушиш токини тўғри танлаш йули билан амалга оширилади. МТХ максимал юклама токлари ва моторларнинг ишга тушиши тоқларидан, ТО эса ҳимояланаётган объектнинг сўнггидаги максимал қисқа туташув тоқларидан четлаштирилади.

Бир томондан манбага уланган электр узатиш тармоқларларида МТХ асосий ҳимоя бўлиб ҳисобланади ва ҳар бир тармоқларнинг манба томондан ҳисоблаганда бошланишга ўрнатилади.



4.1-расм. Тармоқлар МТХ сининг схемаси

МТХ максимал ток, вақт ва оралиқ релелар ёрдамида бажарилади. 4.1-расмда 10 кВли тармоқлар МТХ сининг схемаси кўрсатилган. Нормал режимда ТА ток трансформаторининг иккиламчи чўлғамидаги ток максимал ток релелари КА1 ва КА3 нинг ишлаши учун етарли эмас, шунинг учун МТХ ишламайди. Агар масалан w тармоқларнинг К нуктасида қисқа туташув ҳосил бўлса ТА нинг иккиламчи чўлғамидаги ток кескин ортади. Икки фазали қисқа туташув бўлса, КА1 ва КА2 релелардан бири, уч фазали қисқа туташув бўлса – иккаласи ишлайди ва узларининг КА1.1 ва (ёки) КА2.1 контактларини улайди. Натижада, вақт релеси КТ нинг чўлғамидан ток ўтади ва маълум ҳаяллаш вақтидан кейин, унинг КТ.1 контакти уланади. Оралиқ реле КЛ нинг чўлғамидан ток ўтиб, унинг КЛ.1 контакти ҳам дарҳол уланади. Ўчиргич Q нинг асосий контактлари уланган ҳолатда, унинг ёрдамчи контакти SQ ҳам уланган бўлиши сабабли, узиш электромагнитини чўлғами

ҮАТ дан ток утиб ўчиргичнинг асосий контактларини узади. w тармоқлар манбадан ажратилади.

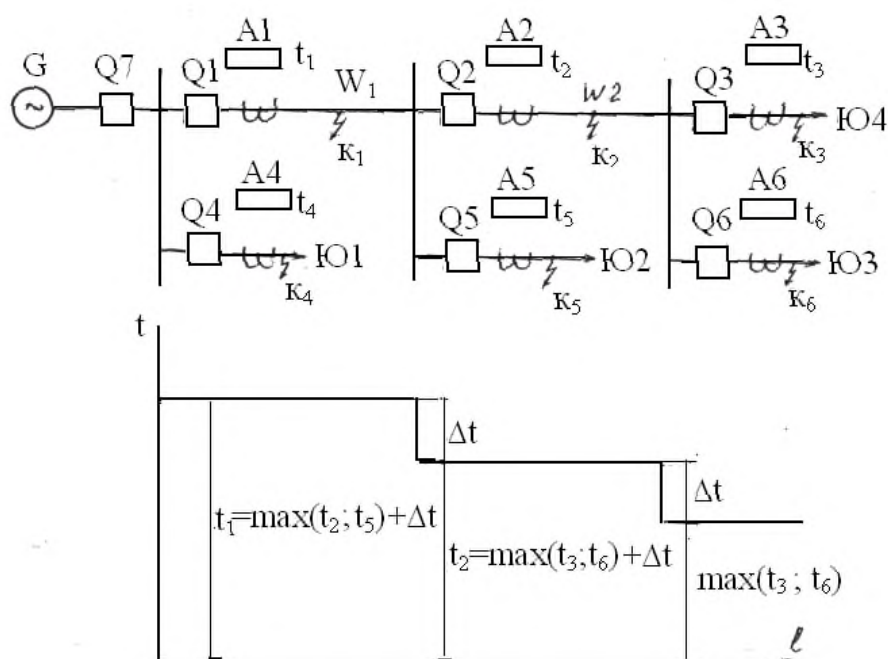
4.2.1. МТХ нинг ҳаяллаш вақти

Танлаш хусусиятини таъминлаш учун МТХ ларнинг ҳаяллаш вақтлари истеъмолчилардан манбага томон йўналишда ортиб борадиган қилиб танланади. Иккита қўшни МТХ ларнинг ҳаяллаш вақтлари орасидаги фарққа *вақт поғонаси ёки танлаш поғонаси деб аталади*. Агар МТХ РТ-40 турдаги электромагнит ток релелари асосида бажарилган бўлса танлаш поғонаси $t=0,5$ с олинади. Бир томондан манбага уланган (радиал) электр тармоғининг схемаси ва МТХ ларнинг танлаш ҳаритаси (4.2-расм)да келтирилган.

Электр таъминотининг манбаси G га w_1 ва w_2 электр узатиш тармоқларлари ҳамда *Ю1-Ю4* юкламалар уланган. Ҳар бир тармоқлар ва юклама *А1-А6* масимал ток ҳимоялари ёрдамида қисқа туташувлардан ҳимоя қилинади. Ҳар бир МТХ ўз ҳаяллаш вақтига t га, масалан *А1* МТХ нинг ҳаяллаш вақти t_1 , *А6* ники эса t_6 .

Агар юкламалар МТХ ларининг ҳаяллаш вақтлари t_3 , t_4 , t_5 ва t_6 маълум бўлса, *А1* ва *А2* МТХ ларининг ҳаяллаш вақтлари t_1 ва t_2 қўйидагича аниқланади. Масалан *К3* нуқтада қисқа туташув бўлса, *А3* ҳимоя ишлаб *Q3* ўчиргични узиш учун сигнал бериш керак. Қисқа туташув токи манба G дан *К3* нуқтага йўналган бўлиб w_1 ва w_2 тармоқларлардан ҳам ўтади, *А1* ва *А2* МТХ лар ҳам ишга тушади. Лекин уларнинг вақт релелари ўз контактларини улаб улгурмасликлари, яъни $t_1 > t_3$ ва $t_2 > t_3$ бўлиши керак.

Агар $t_2 < t_3$ бўлса, аввал *А2* ҳимоя ишлайди ва *Q2* ўчиргич узилади, натижада шикастланмаган юклама *Ю4* электр манбасидан узилади. Бундай ҳолга йўл қўймаслик зарур. Худди шунингдек, *К6* нуқтада қисқа туташув бўлганда, *А2* ҳимоядан аввал *А6* ҳимоя ишлаши зарур, яъни $t_2 > t_6$ бўлиши керак. Демак $t_2 = \max(t_3; t_6) + Dt$ бўлиши керак. Шунга ўхшаш *А1* ҳимоянинг ҳаяллаш вақти *А2* ва *А5* ҳимояларнинг ҳаяллаш вақтларидан катта бўлиши керак, яъни $t_1 = \max(t_2; t_5) + Dt$.



4.2-расм. МТХ нинг ҳаяллаш вақти

4.2.2. МТХ нинг ишга тушиш токи ва схемалари

МТХ қисқа туташув юз берганда ишончли ишлаши ва максимал юклама токлари ҳамда электромоторларнинг ўз юргизиш токлари таъсирида ишламаслиги керак. Бундан ташқари, шикастланмаган тармоқларнинг МТХ си ташқи қисқа туташув нуқтаси узилгандан кейин дастлабки ҳолатига қайтиши, яъни юклама токлари таъсирида ишлашга давом этмаслиги керак. МТХ нинг ишга тушиш токи.

$$I_{\text{хи}} = K_3 \cdot K_{\text{ю}} \cdot I_{\text{иш.мах}} / K_{\text{к}}, \quad (4.1)$$

бу ерда $K_3 = 1,1 \dots 1,2$ - захира коэффиценти; $K_{\text{ю}}$ - электромоторларнинг ўз юргизиш токини ҳисобга олувчи коэффицент ҳисобланади, агар электромоторлар тўғрисида етарли маълумот бўлмаса $K_{\text{ю}} = 2 \dots 3$ олинади; $K_{\text{к}} = 0,8$ - ток релесининг қайтиш коэффиценти; $I_{\text{иш.мах}}$ - ишчи максимал ток.

Ток релесининг ишга тушиш токи.

$$I_{\text{пу}} = K_{\text{сх}} \cdot I_{\text{хи}} / K_{\text{т}}, \quad (4.2)$$

бу ерда $K_{\text{т}}$ - ток трансформаторларининг трансформация коэффиценти;

K_{cx} - схема коэффициенти, химоянинг ток трансформаторлари юлдуз ёки, тўла бўлмаган юлдуз схемаси бўйича уланганда $K_{cx}=1$ ва учбурчак, ёки реле икки фаза тоқларининг фарқига уланганда $K_{cx}=1,73$ олинади .

МТХ нинг сезгирлиги қуйидаги ифодага асосан аниқланади

$$K_c = I_{p.min}/I_{pu}, \quad (4.3)$$

бу ерда $I_{p.min}$ - минимал қисқа туташув режимида ток релесининг чўлғамидан ўтувчи ток. Схема коэффициенти $K_{cx}=1$ бўлса

$$K_c = I_{k.min}/I_{xu}, \quad (4.4)$$

бу ерда $I_{k.min}$ - қисқа туташув МТХ химоя зонасининг сўнггида бўлганда ҳосил бўлувчи минимал қисқа туташув тоқи. Агар МТХ асосий химоя бўлса $K_c \geq 1,5$ ёки резерв химоя бўлса $K_c \geq 1,2$ бўлиши керак.

4.2.3. МТХ нинг схемалари турлари

МТХ схемаларининг асосий турлари қуйидагилар:

а) оператив занжирларни таъминлаш усули бўйича:

- 1) ўзгармас оператив тоқли;
- 2) ўзгарувчан оператив тоқли;

б) реле ишлаш вақтининг тоққа боғлиқлик ҳарактери бўйича:

- 1) боғлиқ ҳарактеристикали;
- 2) боғлиқ бўлмаган ҳарактеристикали;

в) ишлаш усули бўйича:

- 1) бевосита ишлайдиган;
- 2) билвосита ишлайдиган;

г) бажарилишда фойдаланилган фазалар сони бўйича :

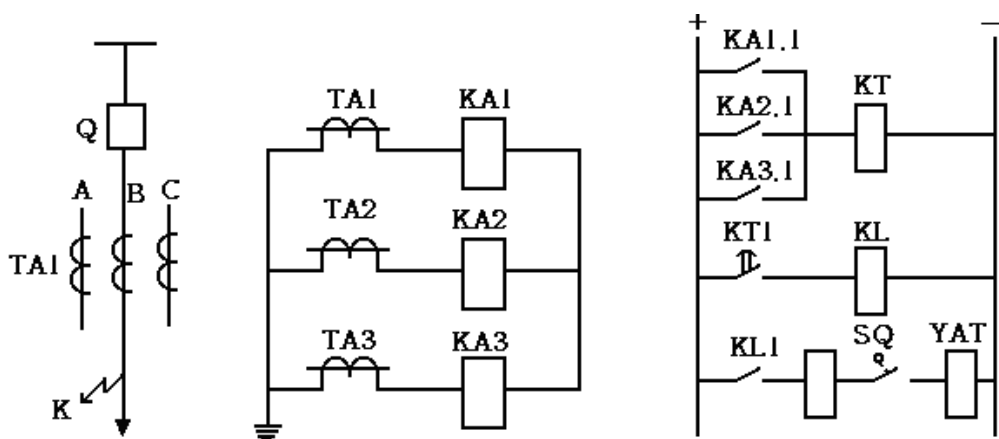
- 1) уч фазали;
- 2) икки фазали;

д) ишга туширувчи (ўлчовчи) релелар сони бўйича :

- 1) бир релели;
- 2) икки релели;
- 3) уч релели.

Уч фазали схемада (4.3-расм) учта ток трансформатори ва учта ток релеси юлдуз схема бўйича уланган.

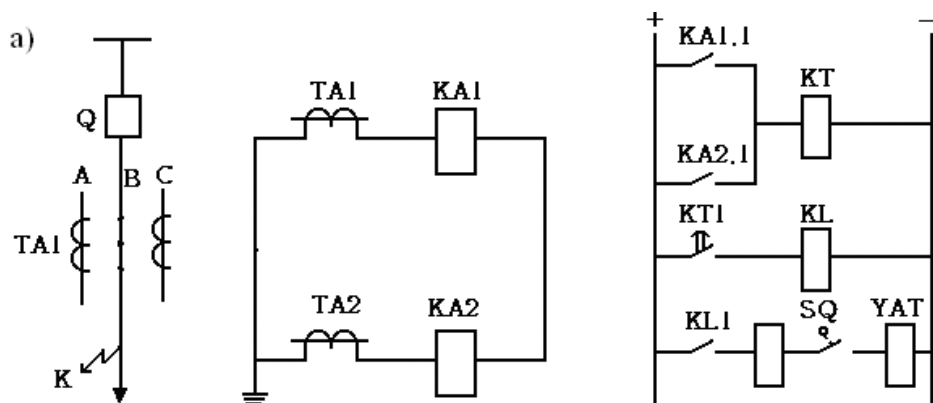
Қисқа туташув юзага келганда, масалан К нуқтада, қайси фазадан қисқа туташув токлари ўтса, ўша фазага ўрнатилган ток релеси ишлайди. Ток релелари КА1, КА2, КА3, лардан қайси бири ишлашидан қатой назар қисқа туташув юзага келганда вақт релеси ишга тушиб, маълум вақтдан кейин унинг контактлари уланади. Оралиқ реленинг чўлғами КЛ дан ток ўтиб КЛ.1 контакт дарҳол уланади, узиш электромагнители YAT дан ток ўтиб Q ўчиргич узилади. Кўрсаткич реле КН химоянинг ишлаганлигини қайд қилади.

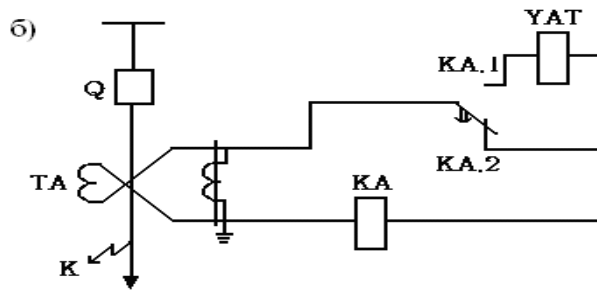


4.3-расм. Ўзгармас оператив токда бажарилган МТХ нинг уч фазали схемаси

Уч фазали схема қисқа туташувларининг ҳамма турларида ҳам ишлайди. Лекин у мураккаб ва қиммат бўлганлиги сабабли фақатгина нейтралери ерга уланган электр тармоқларида айрим ҳоллардагина ишлатилади.

Икки фазали схема (4.4,а-расм) нейтралери ерга уланмаган электр тармоқларида кенг қўлланилади. Бундан ташқари икки фазали қисқа туташувдан махсус химояга эга бўлган нейтралери ерга уланган электр тармоқларида ҳам қўлланилади.





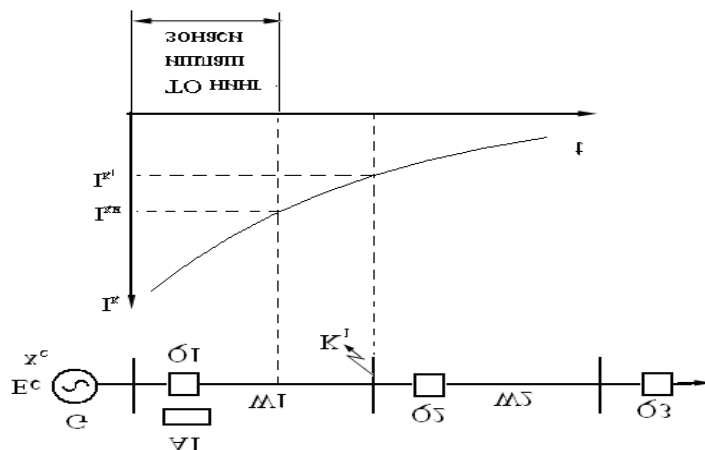
4.4-расм. Ўзгарувчан оператив токда бажарилган икки фазали бир релели МТХ нинг схемаси

Икки фазали бир релели схема (4.4,б-расм) фақатгина 6-10 кВ гача бўлган электр тармоқларида ва электрмоторларни ҳимоя қилиш учун ишлатилади.

4.3. Ток кесиш. Ток кесишнинг ишлаш тамойили

Ток кесиш (ТО) қисқа туташувни тезлик билан узишни таъминловчи ток ҳимоясининг бир туридир. ТО асосан манбага яқин бўлган тармоқларларда қўлланилади. Чунки бундай тармоқларлардан катта қисқа туташув тоқларининг узоқ вақт давомида ўтиши хавфли. МТХ билан ТО орасидаги фарқ уларнинг танлаш хусусиятини таъминлаш усулидадир.

ТО нинг танлаш хусусияти унинг ишлаш зонасини чеклаш йўли билан амалга оширилади, яъни у кейинги тармоқларда қисқа туташув бўлганда ишламаслиги керак. Бунинг учун ТО нинг ишлаш токи ҳимояланаётган тармоқларнинг сўнгги нуктасида қисқа туташув бўлганда ҳимоядан ўтадиган максимал токдан катта бўлиши керак. ТО нинг ишлаш зонаси (4.5 -расм)да кўрсатилган.



4.5-расм. ТО нинг ишлаш зонаси

ТО нинг ишлаш токи

$$I_{\text{хи}} = K_3 \cdot I_{k.\text{max}} \quad (4.5)$$

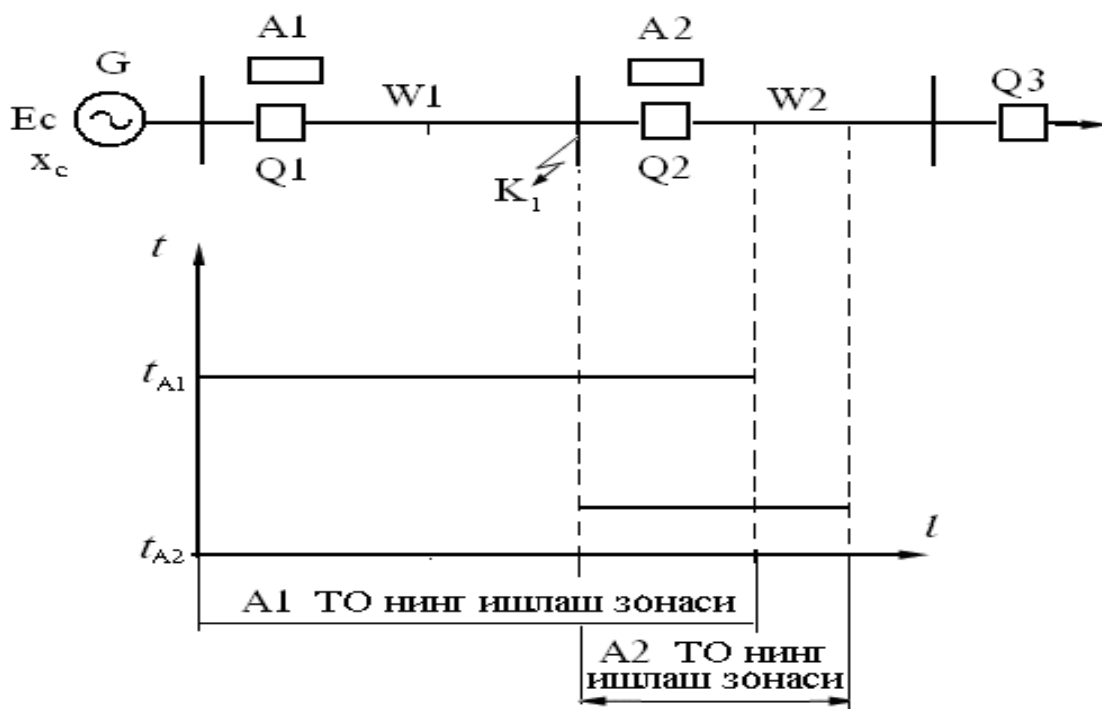
бу ерда $I_{k.\text{max}}$ - ҳимоя қилинаётган объектнинг манба тамонидан ҳисоблаганда сўнггида қисқа туташув. бўлганда ҳосил бўладиган энг катта ток; K_3 - заҳира коэффиценти, РТ-40 реле қўлланилган бўлса, $K_3=1,2...1,3$.

ТО нинг схемаси МТХ нинг схемасидан фақат вақт релесининг йўқлиги билан фарқ қилади. ТО нинг ишлаш вақти, ток ва оралиқ релеларининг ишлаш вақтлари йиғиндисига тенг бўлиб, одатда $t = 0,04 - 0,06$ с ни ташкил қилади. Ўта кучланишлардан найсимон разрядниклар ёрдамида ҳимояланган тармоқларларда ТО учун ишлаш вақти $0,06 - 0,08$ с га тенг бўлган оралиқ релелар олиниши керак.

ТО, максимал қисқа туташув тоқларидан четлаштирилганлиги сабабли, минимал қисқа туташув режимида унинг ишлаш зонаси қисқаради. Агар ТО тармоқларнинг 20% дан ортиқ қисмини ҳимоя қилса, уни ишлатиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади. ТО тармоқларни тўлиқ ҳимоя қила олмаслиги сабабли уни асосий ҳимоя сифатида ишлатиш мумкин эмас. ТО фақат МТХ билан биргаликда ишлатилади.

4.4. Ҳаяллаш вақтига эга бўлган ток кесиш

ТО ишламаслиги мумкин бўлган зонани камайтириш учун ҳимояланаётган тармоқларга ҳаяллаш вақтига эга бўлган ТО (4.6-расм) А1 ўрнатилади ва унинг ҳимоя зонаси кейинги тармоқларнинг ҳам бир қисмини ўз ичига оладиган қилиб бажарилади. Кейинги тармоқларга эса, дарҳол ишлайдиган А2 ток кесиш ўрнатилади. Натижада А1 ҳимоя w_1 тармоқларни тўлиқ ҳимоя қилади. Кейинги w_2 тармоқларнинг бошланиш қисмида қисқа туташув бўлганда аввал А2 ҳимоя ишлаб, А1 ҳимоянинг нотўғри ишлашига йул қўймайди.



4.6-расм. Ҳаяллаш вақтига эга бўлган ТО

Дарҳол ишлайдиган А2 ток кесишнинг ишлаш токи кўйидагича олинади.

$$I_{A2\text{ҳи}} = K_3 \cdot I_{K2.\text{мах}} \quad (4.6)$$

бу ерда $K_3=1,2-1,3$ - захира коэффициенти; $I_{K2.\text{мах}}$ - химояланган тармоқлар сўнгидаги максимал қисқа туташув токи. Ҳаяллаш вақтига эга бўлган ТО нинг ишга тушиш токи

$$I_{A1\text{ҳи}} = K_3 \cdot I_{A2.\text{ҳи}} \quad (4.7)$$

бу ерда $K_3 = 1,2-1,3$ - захира коэффициенти. Унинг ҳаяллаш вақти

$$t_{A1} = t_{A2} + \Delta t \quad (4.8)$$

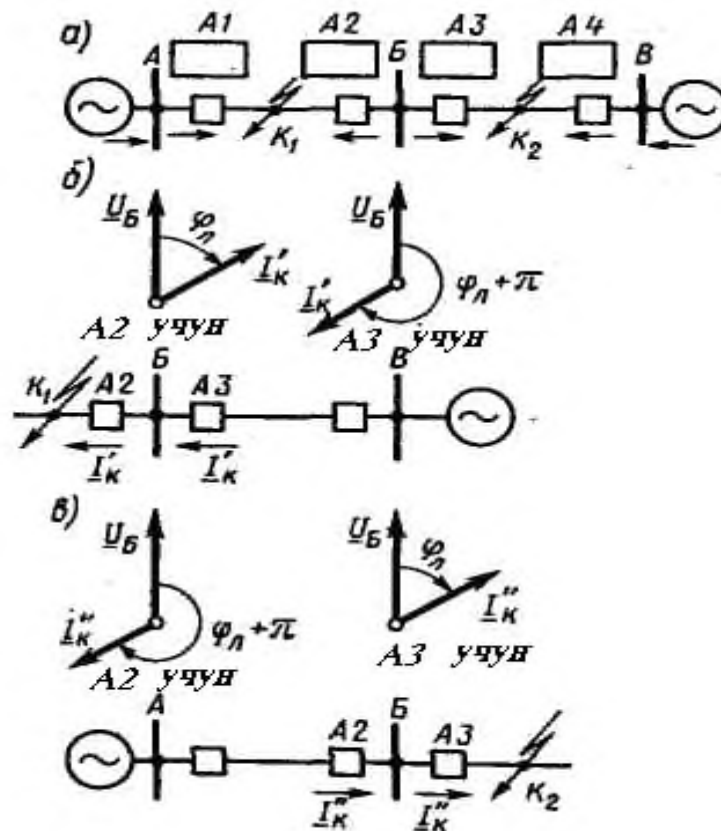
бу ерда $\Delta t=0,3...0,6$ танлаш поғонаси. Дарҳол ишлайдиган ток кесишнинг ҳаяллаш вақти

$$t_{A2} = 0,06 \dots 0,08 \text{ с.} \quad (4.9)$$

Ҳаяллаш вақтига эга бўлган ТО нинг схемаси МТХ нинг схемаси билан бир хил.

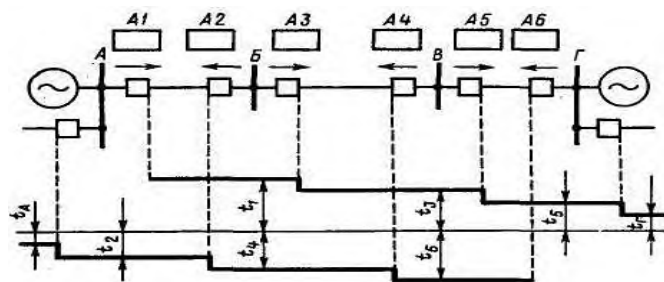
4.5. Йўналтирилган ток ҳимояси. Йўналтирилган МТХ нинг ишлаш тамойили

Қувватнинг маълум йўналишида (ишорасида) ишлайдиган ҳимояга *йўналтирилган ҳимоя дейилади*. Йўналтирилган ҳимояни қўллаш зарурияти икки томондан манбага уланган электр тармоқларларда пайдо бўлади. Икки томондан манбага уланган тармоқларларда қисқа туташув нуқтаси икки томондан узилиши зарур, шунинг учун ҳар бир тармоқларнинг бошланиш ва охирига ўчиргич ўрнатилади (4.7-расм, а).



4.7-расм. Йўналтирилган ток ҳимояларининг тармоқда жойлаштирилиши ва вектор диаграммалар

Схемадаги А2 ва А3 ҳимояларнинг ишлашини кўрайлик. Қисқа туташув К1 нуқтада бўлганлада (4.7-расм, б) А2 ҳимоя ишлаш керак, яъни $t_2 < t_3$ бўлиши керак. Қисқа туташув К2 нуқтада бўлса (4.7-расм, в) А3 ҳимоя ишлаш керак, яъни $t_3 < t_2$ бўлиши керак.



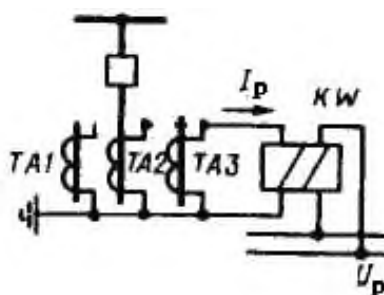
4.8-расм. Йўналтирилган максимал ток ҳимояларининг ҳаяллаш вақтларини танлаш

Бир вақтнинг ўзида А2 ҳимоянинг ҳаяллаш вақти А3 ҳимоянинг ҳаяллаш вақтидан ҳам катта ҳам кичик бўлиши мумкин эмас, яъни оддий МТХ лар ёрдамида А2 ва А3 ҳимояларининг танлаш хусусиятини таъминлаб бўлмайди. Шу сабабли йўналтирилган МТХ қўлланилади.

Реле ҳимоясида қувватнинг шинадан тармоқларга йўналиши мусбат йўналиш деб қабул қилинган. Йўналтирилган МТХ, қисқа туташув вақтида, қувватнинг мусбат йўналишида ишлайдиган қилиб бажарилади. Бир хил йўналишда ишлайдиган йўналтирилган ҳимоялар ўзаро мослаштирилади, яъни $t_3 < t_1$ ва $t_2 < t_4$ бўлиши керак (4.8-расм). Қисқа туташув токи (қуввати)нинг йўналишини аниқлаш учун электромеханик ёки ярим ўтказгичли қувват релеларидан фойдаланилади.

4.5.1. Қувват релеси

Индукцион қувват релесининг иккита чўлғами бўлиб бири тармоқнинг токига иккинчиси эса кучланишига уланади (2.9-расм). Чўлғамлардан ўтаётган тоklar ва улардан ҳосил бўлаётган магнит оқимларининг ўзаро таъсири натижасида реленинг ҳаракатланувчи цилиндрсимон роторида электромагнит



4.9-расм. Қувват релесининг тармоққа уланиши

айлантирувчи момент ҳосил бўлади ва унинг қиймати ҳамда ишораси реленинг кучланиш чўлғамига келтирилган кучланиш U_p , ток чўлғамидан ўтувчи ток I_p ҳамда чўлғамлардаги тоқлар орасидаги бурчак φ га боғлиқ

$$M_{\text{э}} = kU_p I_p \sin \varphi = kU_p I_p \sin \varphi \quad (4.10)$$

бу ерда, φ - реленинг ички силжиш бурчаги, кучланиш чўлғамининг актив ва индуктив қаршиликларига асосан аниқланади ва у 0° дан 90° гача бўлиши мумкин; φ_p - релега келтирилган ток ва кучланиш орасидаги бурчак.

Агар $\varphi=0^\circ$ бўлса $M_{\text{э}} = k_1 U_p I_p \sin \varphi_p$ реактив қувват релесига, $\varphi=90^\circ$ бўлса $M_{\text{э}} = k_1 U_p I_p \cos \varphi_p$ актив қувват релесига ва $\varphi=0^\circ \dots 90^\circ$ бўлса аралаш турдаги қувват релесига эга бўламиз.

Реле механик момент $M_{\text{э}}$ нинг фақат мусбат қийматларида ишлайди деб ҳисобланади. Максимал мусбат момент $\varphi_p=90^\circ$ бўлганда ҳосил бўлади. $M_{\text{э}}$ максимал қийматга эга бўладиган φ_p нинг қиймати максимал сезгирлик бурчаги $\varphi_{\text{мс}}$ деб аталади.

Қувват релесига келтирилган кучланиш, ёки ток 0 га тенг бўлганда, ёки $\varphi_p=0^\circ$ бўлганда реле ишламайди. Электр тармоғининг қувват релеси ўрнатилган нуқтасига яқин жойда қисқа туташув бўлганда $U_p \approx 0$ бўлиши сабабли реле ишламаслиги мумкин.

4.5.2. Йўналтирилган МТХ схемалари

Йўналтирилган максимал ток ҳимояларининг турли хил схемалари мавжуд ва улар бир-биридан асосан қуйидагилар билан фарқ қилади:

Ишга тушириш органининг тури билан. Ишга тушириш органи ток релари ёрдамида (4.11-расм) ёки ток ва кучланиш релеларининг контактларини кетма-кет улаб фақат кучланиш пасайганда ишлайдиган қилиб (4.12-расм) бажарилиши мумкин;

- Қувват йўналишини аниқлайдиган органининг тури бўйича: уч фазали (4.11-расм) ёки бир фазали (4.12-расм) йўналтирилган қувват релеси ёрдамида;

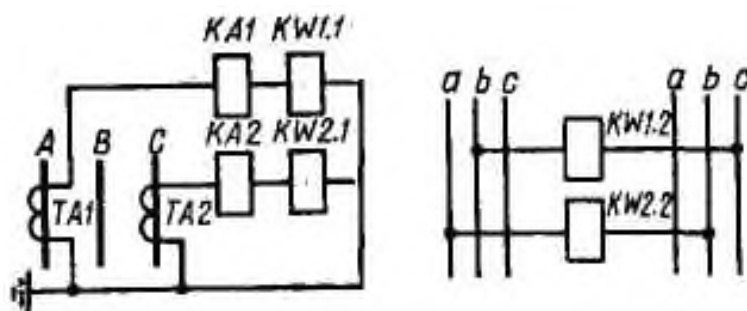
- Йўналтирилган қувват релесига кучланишни келтириш усули бўйича: доимий равишда ёки шикастланиш юз берган

моментда;

- Ҳаяллаш вақтига эга ёки эга эмаслиги бўйича;
- Фойдаланилган фазалар сони бўйича: уч фазали (4.11-расм) ёки икки фазали (4.10 ва 4.13-расмлар);
- Оператив токнинг тури бўйича: ўзгармас (4.11 ва 4.12-расмлар) ёки ўзгарувчан (4.13 -расм) оператив токли;
- Қувват йўналишини аниқлайдиган органнинг уланиш схемаси бўйича.

Схемаларда қувват релеси қисқа туташувларнинг ҳар хил турларида қувватнинг йўналишини (ишорасини) тўғри аниқлайдиган ва унга максимал S_p қувват келадиган қилиб уланади. Қувват релеси 90° ёки 30° ли схема бўйича уланиши мумкин. Кенг тарқалган РБМ-171 ва РБМ-271 турдаги индукцион қувват релеларида максимал сезгирлик бурчаги -30° ва -45° бўлиб, улар учун 90° ли схема афзалликларга эга. Бундай уланишда айлантирувчи моментнинг ишораси қисқа туташув ҳимоя зонасида бўлганда мусбат, зонадан ташқарида бўлганда манфий бўлади, релега келадиган қувват фазанинг ҳар-хил қийматларида ҳам реле ишлаши учун етарли даражада катта ҳамда U_p нинг қиймати ҳам мумкин бўлган даражада катта бўлиб, реле ишламайдиган зонанинг минимал бўлишини таъминлайди.

Йўналтирилган МТХ нинг схемасида (4.10-расм) $KW1$ қувват релесининг ток чўлғами А фазанинг токига ва кучланиш чўлғами В ва С фазалар орасидаги кучланишга уланган, яъни А фаза токи ва В ҳамда С фазалар орасидаги кучланиш орасидаги бурчак 90° га тенг. Шунга ўхшаш равишда С фазадаги қувват релесининг ток чўлғами С фазанинг токига ва кучланиш чўлғами А ва В фазалар орасидаги кучланишга уланган.

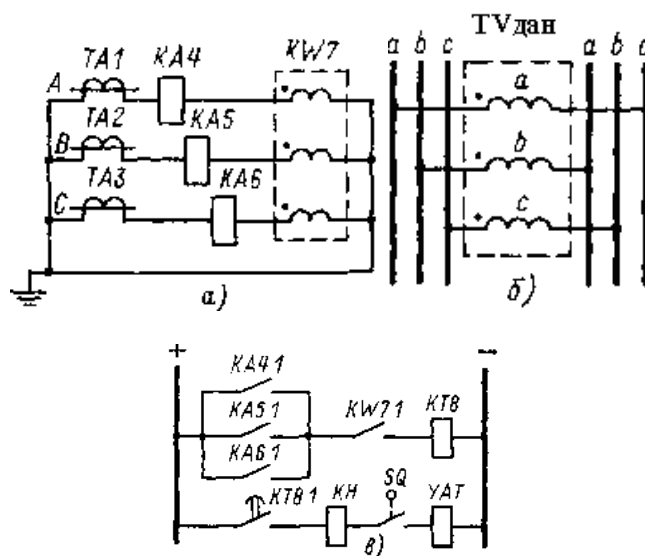


4.10-расм. Йўналтирилган МТХ нинг схемаси

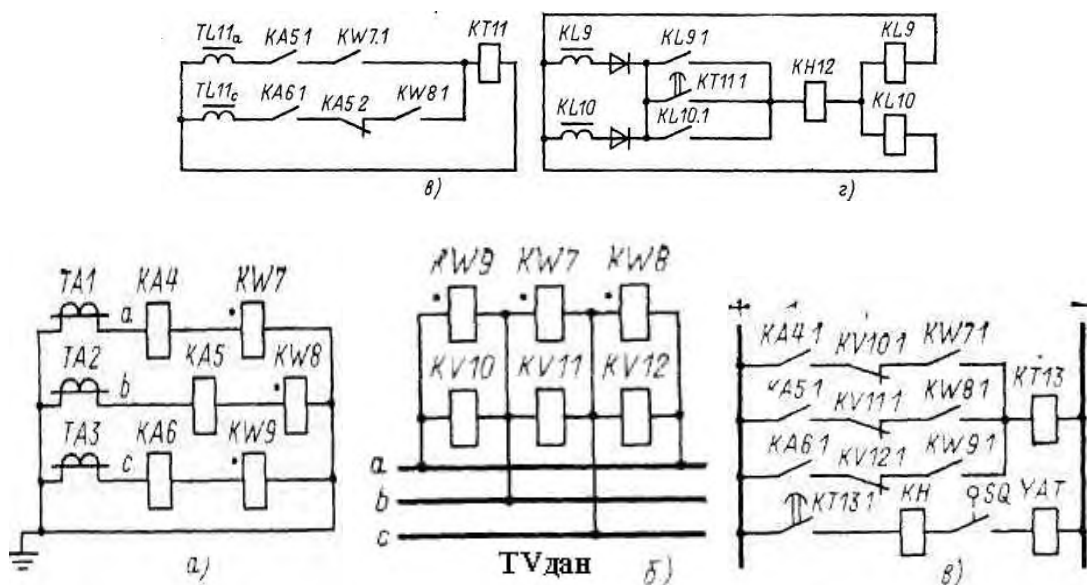
Қувват релелари юқори сезгирликка эга бўладиган қилиб тайёрланиши сабабли, улар нормал режимда нотўғри ишлаши мумкин.

Бунга йўл қўймаслиги учун қувват релелари ток релелари КА1 ва КА2 орқали уланади. Ток ва қувват релеларининг контактлари кетма-кет уланганлаги сабабли ҳимоя фақат ток релеси ишлагандан кейин, яъни қисқа туташув вақтида ишлаши мумкин.

Йўналтирилаган МТХнинг схемаси оддий МТХнинг схемасидан қўшимча қувват релеларининг уланиши билан фарқ қилади, ишга тушиш тоқларининг танлаш эса бир.

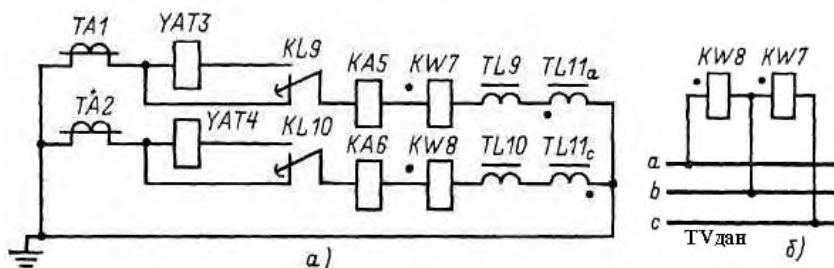


4.11-расм. Тоқли ишга тушириш органи ва 30-градусли схема



4.12-расм. Ток ва минимал кучланиш бўйича ишга тушириш органларига ва 90-градусли схема бўйича уланган бир фазали

**йўналтирилган қувват релеларига эга бўлган йўналтирилган
максимал ҳимоянинг тамойилиал схемаси:
а - ток занжирларининг схемаси; б - кучланиш
занжирларининг схемаси; в - оператив ток занжирларининг
схемаси**



**4.13-расм. Ўзгарувчан токда бажарилган икки фазали
йўналтирилган максимал ток ҳимоясининг тамойилиал
схемаси: а - ток занжирларининг схемаси; б - кучланиш
занжирларининг схемаси; в) вақт релеси иккиламчи
занжирларининг схемаси; г) - оралиқ реле иккиламчи
занжирларининг схемаси**

4.1-жадвал.

Йўналтирилган қувват релесини фаза токлари ва тармоқлар
кучланишларига улаш схемалари

30-градусли схема бўйича		90-градусли схема бўйича	
Токнинг фазалари	Кучланишнинг фазалари	Токнинг фазалари	Кучланишнинг фазалари
I_A	U_{AC}	I_A	U_{BC}
I_B	U_{BA}	I_B	U_{CA}
I_C	U_{CB}	I_C	U_{AB}

Йўналтирилган қувват релеси қисқа туташув вақтида
қувватнинг йўналишини тўғри аниқлаши керак.

Йўналтирилган қувват релесини тармоққа улашда
фойдаланиладиган фаза токлари ва тармоқлар кучланишлари 30-
градусли ва 90-градусли схемалар учун 2.1-жадвалда келтирилган.

4.6. Тармоқларларни ерга туташувдан ҳимояси

4.6.1. Ерга туташувдан ҳимоянинг ишлаш тамойили

Нейтрали ерга уланган ва нейтрали ерга ёй сўндирувчи чўлғам
орқали уланган электр тармоқларида бир фазали ерга туташув

вақтида, нисбатан кичик сиғим тоқларигини ҳосил бўлиши сабабли, қисқа туташув бўлиб ҳисобланмайди.

Фазалар орасидаги кучланишга уланган истеъмолчилар нормал ишлашда давом этади. Ерга туташувни тезлик билан узиш талаб қилинмайди. Ҳаракатланувчи механизмлар, қуввати катта генераторлар, хавфсизлик техникаси талабларига кўра тезлик билан узиш талаб қилинадиган объектлар бундан мустасно.

Лекин, ерга туташмаган фазаларда кучланишнинг ортиб кетиши, бошқа фазада ҳам ерга туташув ҳосил бўлиш эҳтимолини орттиради. Иккита ҳар-хил фазаларда ерга туташувни ҳосил бўлиши, икки фазали қисқа туташувга олиб келади. Шунинг учун, электр тармоғида бир фазали ерга туташув бўлганда, узок вақт давомида ишлашига йўл қўйилмайди. Ерга туташув нуқтаси икки соат давомида аниқланиши ва узилиши зарур.

Ерга туташув вақтида ҳосил бўладиган ток ва кучланишлар 4.14-расмда кўрсатилган. Ерга туташган фазанинг ерга нисбатан кучланиши 0 гача пасаяди (4.14-расм, а) ва ерга туташмаган фазаларнинг ерга нисбатан сиғимларидан тармоқлар кучланиши таъсири остида сиғим тоқлари $I_b(c)$, $I_c(c)$ ўта бошлайди. Нормал режимда фаза кучланишлари ва сиғим тоқлари орасидаги бурчак 90° га тенг (4.14-расм, б). Ерга туташув вақтида эса ноль кетма-кетлик кучланиши ва токи (4.14-расм, в) ҳосил бўлади.

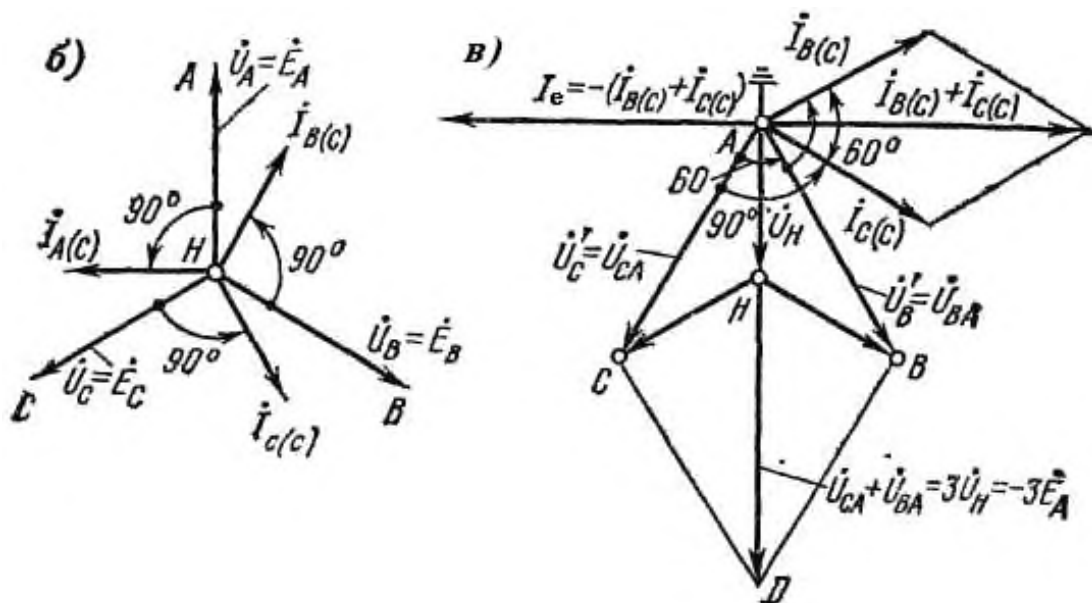
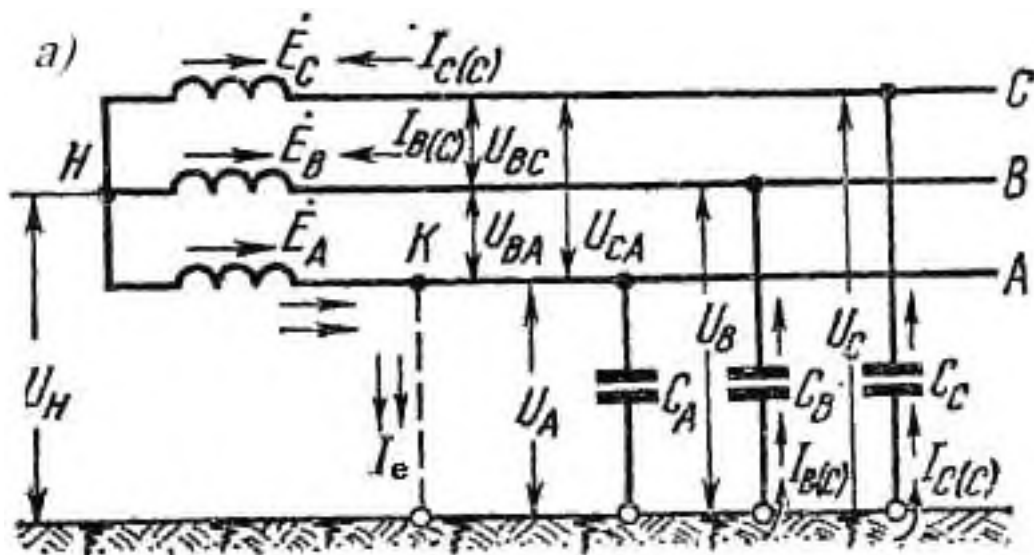
Бир фазали тўла (металл) ерга туташувнинг ҳарактерли белгилари қуйидагилар:

1) ерга туташган фазанинг ерга нисбатан кучланиши нолгача пасаяди;

2) ерга туташмаган фазалардаги кучланишлар $\sqrt{3}$ марта ортади;

3) ноль кетма-кетлик кучланиши $3U_0$ ва ноль кетма-кетлик тоқлари $3I_0$ ҳосил бўлади.

Юқоридаги белгиларда ерга туташувдан реле ҳимояларини бажаришда фойдаланилади.



4.14-расм. Ерга туташув вақтида ҳосил бўладиган ток ва кучланишлар

Ерга туташувдан ҳимояга қўйидаги талаблар қўйилади: ҳимоя сигналга ишлаш керак; сезgirлиги катта бўлиш керак; ҳимоя танлаш хусусиятига эга бўлиши, яъни ерга туташган тармоқларни тўғри аниқлаш керак.

4.6.2. Ўтказгичлар изоляциясини назорат қилиш қурилмаси

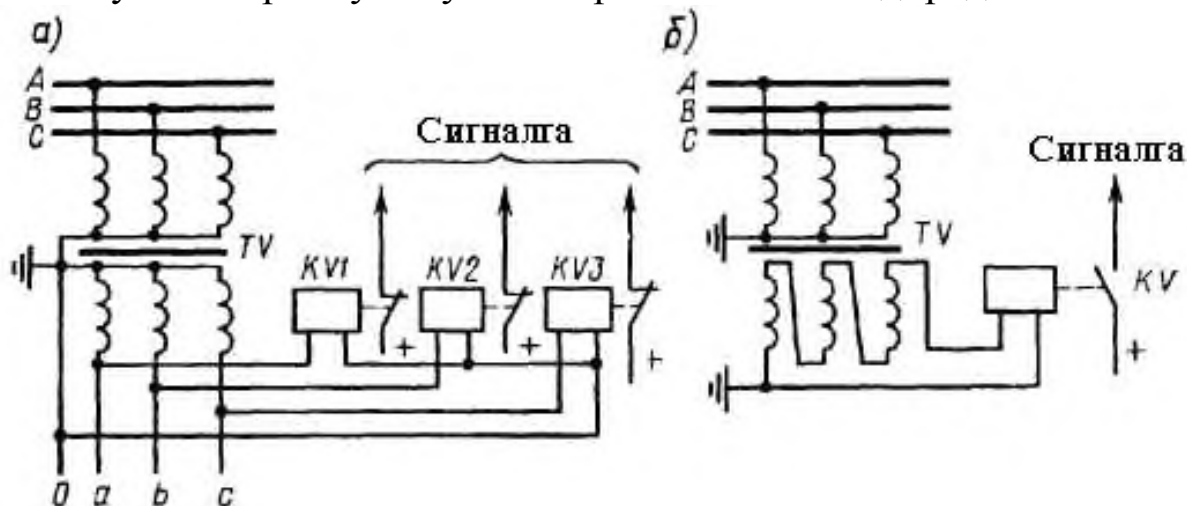
Изоляцияни назорат қилиш қурилмаси ерга туташувдан ҳимоянинг энг содда турларидан биридир. Қурилма ноль кетма-кетлик кучланишидан фойдаланиб бажарилади.

Электр боғланишга эга бўлган электр тармоғининг ҳар қандай нуқтасида ерга туташув бўлганида изоляцияни назорат қилиш қурилмаси сигнал беради. Назоратчи персонал тармоқларларни навбат билан узиб ерга туташган тармоқларни аниқлайди.

Нол кетма-кетлик кучланишини олиш учун 3 чўлғамли 5 стерженли НТМИ турдаги кучланиш трансформаторларидан фойдаланилади. Изоляцияни назорат қилиш қурилмасини бажариш усуллари кўп, улардан иккитаси (4.15-расмда) келтирилган.

Фаза кучланишларига уланган, учта минимал кучланиш релеларидан тузилган изоляцияни назорат қилиш қурилмаси (4.15-расм, а) қуйидагича ишлайди. Ерга туташув содир бўлганда ерга туташган фазага уланган минимал кучланиш релеси ишлайди ва ерга туташув тўғрисида сигнал беради.

Кучланиш трансформаторларининг ноль кетма-кетлик фильтр схемаси бўйича махсус чўлғамига уланган максимал кучланиш релеси KV дан иборат қурилмаги (4.15-расм, б) KV реле ерга туташув ҳосил бўлганда ноль кетма-кетлик кучланиши таъсирида ишга тушиб сигнал беради. Изоляцияни назорат қилиш схемасини фаза кучланишларига уланган 3та вольтметр ёрдамида бажариш мумкин. Нормал режимда вольтметрлар бир-бирига тенг бўлган фаза кучланишларини кўрсатади. Вольтметрлар кўрсатишида фарқ ҳосил бўлиши ерга туташув юз берганлигини билдиради.



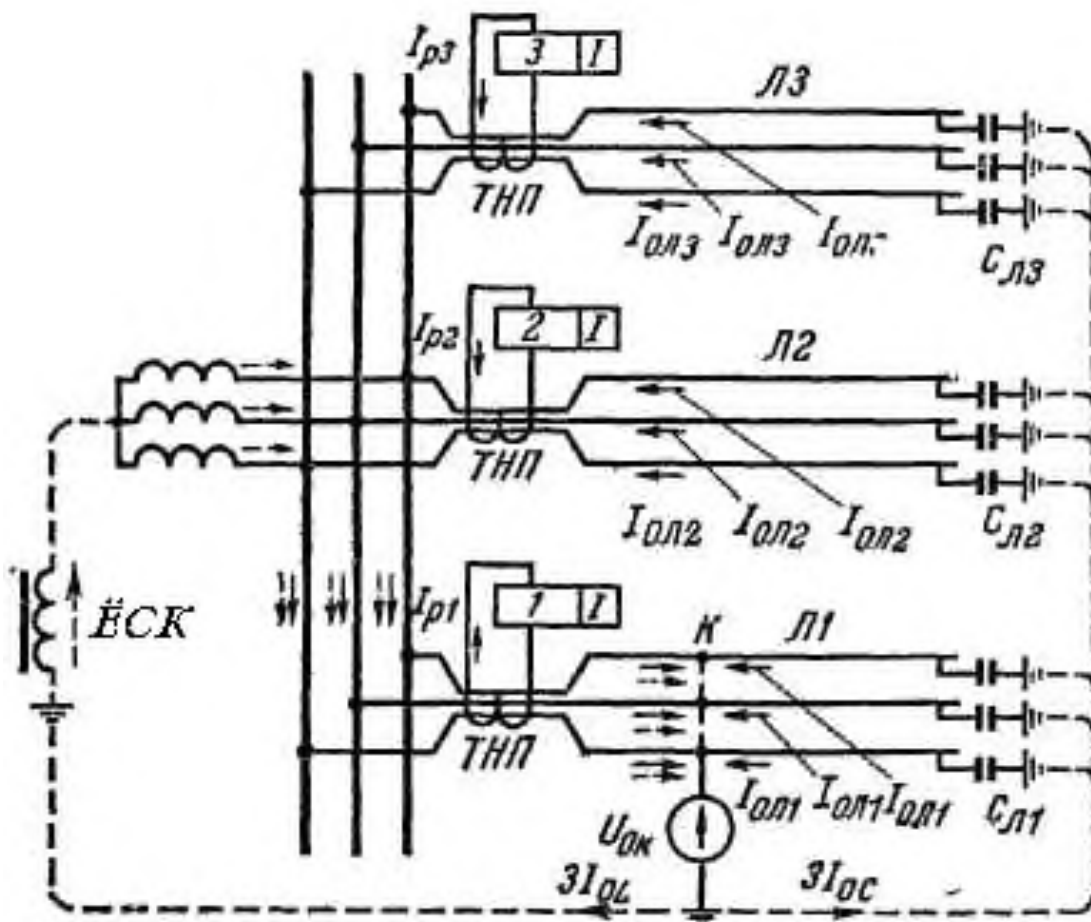
2.15-расм. Изоляцияни назорат қилиш қурилмалари

Изоляцияни назорат қилиш қурилмасида, сигнал олингандан кейин тармоқларларни узиб улаш йўли билан, ерга туташган тармоқлар аниқланади.

Тармоқлар сони кўп бўлган электр станциялар ва подстанцияларда бундай усул ерга туташган тармоқларни етарли тезлик билан топиш имконини бермайди. Шунинг учун умумий изоляцияни назорат қилиш қурилмасидан ташқари Ҳар бир тармоқлар учун алоҳида сигналга ишлайдиган ерга туташувдан химоя ўрнатилади.

4.6.3. Ерга туташган тармоқларни аниқлайдиган химоя

Ерга туташув тоқларининг тармоқларлар орасида тақсимланиши 4.16-расмда кўрсатилган. Ерга туташган тармоқларда, ноль кетма-кетлик тоқи, қолган тармоқларлардаги нол кетма -кетлик тоқларининг йиғиндисига тенг. Бу белгидан химояни бажариш учун фойдаланилади.



4.16-расм. Ерга туташув тоқларининг тармоқларлар орасида тақсимланиши

Химояни ишга тушиш тоқи

$$I_{хи} = K_{ч} \cdot I_{сў} \quad (4.11)$$

бу ерда $K_{ч}$ - четлаштириш коэффициенти, ҳаяллаш вақтига эга бўлмаган ҳимоя учун $K_{ч}=4\div 5$ ва ҳаяллаш вақтига эга бўлган ҳимоя учун $K_{ч}= 2\div 2,5$; $I_{с.ў}$ -ерга туташган тармоқларнинг ўз сиғим токи (бошқа тармоқларда ерга туташув бўлганда)

Ҳимояни сезгирлиги

$$K_c = I_e / I_{\chi} \quad (4.12)$$

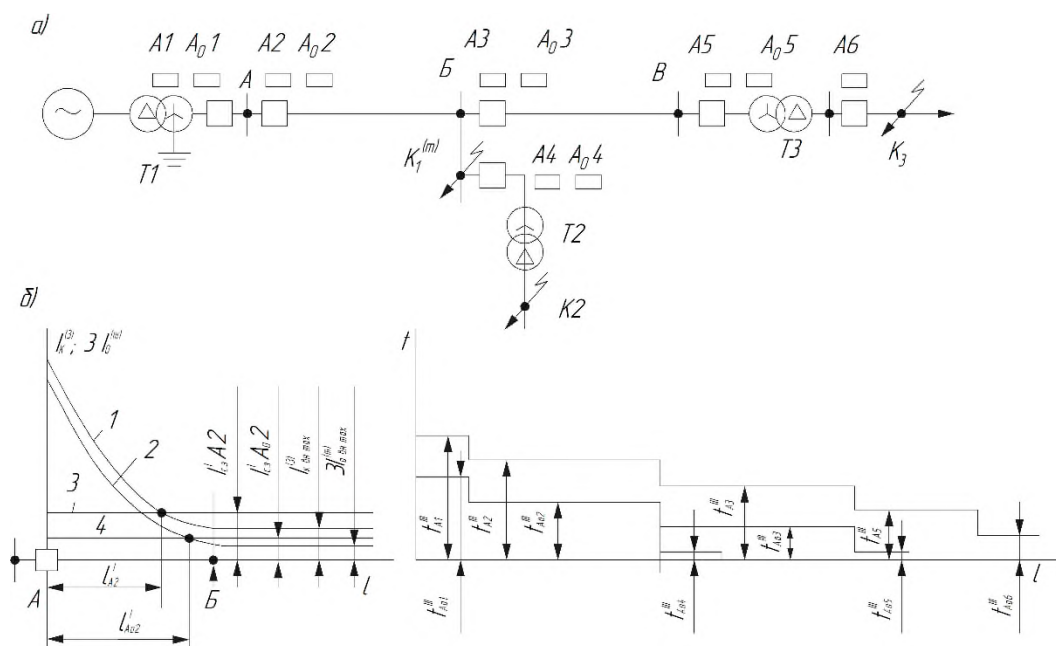
бу ерда $I_e = 3I_0$ - энг кам тармоқлар ишлайдиган режим учун ерга туташув

токи. Ҳаво тармоқларлари учун $K_{с1},5$ ва кабел тармоқларлари учун $K_{с} 11,25$ бўлиш керак.

Ҳимояни бажариш учун ҳаво тармоқларларида уч трансформаторли ноль кетма-кетлик ток трансформаторларидан, кабел тармоқларларида эса ноль кетма-кетлик ток трансформаторларидан фойдаланилади.

4.6.4.Ерга нейтралли уланган тармоқларда нол кетма-кетлигидаги ток ҳимояси

Ноль кетма кетликдаги ток ҳимояси учта поғонали қилиб бажарилади. Агар бордию, сезгирлиги етарли бўлмаса, у тўрт поғонали қилиб бажарилади. [59]. Ҳимоянинг ўлчов органи вазифасини ноль кетма- кетлик ток фильтирига уланган ток релеси бажаради. Бошқа хусусиятлари бўйича ҳимоя схемаси, ўлчаш органлари тўла фаза тоқларига уланган ва аввал кўриб чиқилган ток ҳимоялари схемасига, ўхшаш бўлади. Таъсир этувчи катталиқ сифатида ноль кетма- кетлиги тоқлардан фойдаланиш ерга қисқа туташув юз берганида ҳимоя сифатида қўлланиладиган ток ҳимояларининг сезгирлигини оширади ва уни охириги поғонасида ҳаяллаш вақтини камайтиради. Бир томонлама озикланадиган радиал тармоқда чўлғамлари юлдуз усулида уланган. Т1-Т3 трансформатрлар томонидан камраб олинган участкада ерга қисқа туташув содир бўлиши мумкин.



4.17-расм. Ноль кетма - кетлик ва максимал ток ҳимояларини ҳаяллаш вақтини тавсифлари.

Бунда ноль кетма-кетлик токини, ўтиб борадиган йўли, ерга уланган нейтраллар бўйича аниқланади. Кўрилатган схемада, ноль кетма-кетлик тоқлари, шикастланган участка бўйлаб Т1 трансформаторнинг ерга уланган нейтрал ва қисқа туташган нукта орқали оқади. АБ - БВ узатиш тармоқларларда ва Т1 - Т3 трансформаторларда А2 - А5 ток ҳимоялари ўрнатилган бўлиб, улар фазаларо қисқа туташувлардан ҳимоя қилади, А₀2 - А₀5 ноль кетма - кетликдаги ток ҳимоялари эса ерга қисқа туташувдан ҳимоя қилади. АБ узатиш тармоқлардаги ноль кетма-кетликдаги А₀2 ҳимояни кўриб чиқайлик. Уни ҳисоб- китоб қилишда (А) адабиётдаги услублардан тўла - тўқис фойдаланиш мумкин.

Ҳимоянинг биринчи поғонаси - бу ҳаяллаш вақтига эга бўлмаган ноль кетма -кетликдаги кесиш. Уни ишга тушиш токи $I_{x,иA_02}^I$ қабул қилувчи нимстанция Б нинг шиналарида қисқа туташув рўй берганда, $(K^{(I)})$ ва $K^{(I,I)}$ сақлаш учун, ўрнатилган ҳимоядан ўтадиган ноль кетма-кетлик тоқининг бошланғич уч баробар қийматини ташкил этувчи даврий токни максимал қийматидан четлаштириш шартлари бўйича танланади ($K_1^{(m)}$):

$$I_{x,иA_02}^I = k_{отс}^I 3I_{о\ таш.мах}^{(m)} \quad (4.13)$$

Бу ерда $k_{отс}^I = 1,3$ деб РТ-40 реледан кучланиши 110-220 кВ бўлган узатиш тармоқларлар учун қабул қилинади.

Ушбу ҳолатда ток кесиш фазалардаги ўчиргичларни турли хил пайтларда уланишлари натижасида қисқа вақт давомида пайдо бўладиган ноль кетма - кетлик токларда ишга тушмаслиги керак. Масалан, тезкорлик билан фаолият кўрсатувчи АҚУ циклида. Одатда ҳимоя схемасида, чиқиш оралик релеси мавжуд бўлиб, уч - тўрт даврга секинлаштиришга олиб келади. Шунинг учун отсечка бу токлардан вақт бўйича четлаштирилган. Ундан ташқари, яна ҳимояни тўла фазали бўлмаган режимларда ҳимоя қилинаётган тармоқларни АҚУ ни бир фазали циклда пайдо бўладиган нотўғри ишлашини, олдини олиш керак бўлади. Тебранишлар бўлиб турганида тенглаштирувчи токлардан четлаштириш шарт эмас, чунки уни таркибида ноль кетма-кетликдаги ток бўлмайди. Ток кесишни ўзига нисбатан шундаки (тўла фазага уланган) ноль кетма-кетликдаги ток кесишни охирига афзаллиги ҳимоялай олиш имкониятига эга. У катта ҳимоя зонасига эга $I_{A_02}^I > I_{A2}^I$ (4.17 расм). Буни сабабини шундай тушунтирилади: ноль кетма-кетликдаги ток $3I_0^{(m)}$ (2 эгри узатиш тармоқлар) қ т нуқтаси АБ тармоқлар бўйлаб силжиганда уч фазали қ.т. токи $I_{\kappa}^{(3)}$ (1- эгри узатиш тармоқлар)га нисбатан анча кескин ўзгаради. Токларни турлича ўзгаришларни асосий сабаби- ноль кетма-кетлик қаршилиги $Z_{0л}$ билан тармоқларни тўғри кетма-кетлик қаршилиги $Z_{1л}$ тенг эмаслигидир ($Z_{0л} > Z_{1л}$)

Ҳимоясининг иккинчи поғонаси – бу ҳаяллаш вақтига эга бўлган ноль кетма - кетликдаги ток кесиш. Ҳимоянинг I_{x,UA_02}^I ва $t_{A_02}^{II}$ параметрларини танлаб олишда БВ узатиш тармоқларли ноль кетма-кетликдаги I_03 ҳимоясини биринчи поғонасидан ва Т2 трансформаторларнинг ноль кетма-кетликдаги A_{04} ҳимоясидан четлаштиришни амалга ошириш керак бўлади. Айтиб ўтилганлардан шундай хулоса келиб чиқади:

$$I_{x,UA_02}^{II} \geq k_{\text{чет}}^{II} I_{x,UA_03}^I \quad \text{ва} \quad I_{x,UA_03}^{II} \geq k_{\text{чет}}^{II} I_{x,UA_04}^I \quad (4.14)$$

бўлиш керак. Бу формулада $k_{\text{чет}}^{II} = 1,1$ га тенг. Иккита қийматдан каттароғи қабул қилинади. Ҳаяллаш вақти эса ток ҳимоясининг иккинчи поғонасини ҳаяллаш вақти каби 0,5 секунддан ортмайди.

Ҳимоянинг учинчи поғонаси - ноль кетма-кетликдаги максимал ток ҳимояси. Радиал тармоқ схемаси (5.2а- расм) дан кўриниб турибдики, К2 ва К3 нуқталарда ерга туташув бўлиб шикастланиш ўрин тутганида Т2 ва Т3 трансформаторларнинг юк томонида ноль кетма - кетлик токлари бўлмайди.

Шунинг учун А₀₄ ва А₀₅ ҳимоялари хаяллаш вақтига эга бўлмаган қилиб ($t_{A04}^{III} \approx 0$; $t_{A05}^{III} \approx 0$) бажарса бўлади. А₀₁ – А₀₃ ҳимоясининг t_{A01}^{III} , t_{A02}^{III} ва t_{A03}^{III} хаяллаш вақтларини эса поғонасимон тамойил бўйича олиш мумкин.

5.2ба расмда-А1-А6 ток ҳимояларининг хаяллаш вақти $t_{A1}^{III} - t_{A6}^{III}$ ларни тавсифлари келтириган. Тавсифларини таққослаб шуни кўриш мумкинки, фаза тоқларига ток релесини тўлиқ улаб қилинган ҳимояга қараганда, ноль кетма-кетликдаги ток ҳимоясини янада тезкорроқ қилиб бажариш мумкин экан.

Нормал режимда ва кўп фазали шикастланишларда реледан фақат нобаланс ток $I_{нб}$ ўтади, шунинг учун релени ишга тушиш тоқини ишчи тоқларни ҳисобга олмай туриб

$$I_{х.и}^{III} > I_{нб.ҳис} \quad (4.15)$$

шарт бўйича қабул қилиб олиш мумкин.

Нобаланс ҳисобий тоқни аниқлаганда ($I_{нб.ҳис}$), шуни назарда тутиш керакки, у уч фазали ҚТларда бирламчи ток қийматини ортиб бориш билан максимал қийматгача катталашиб боради. Шу туфайли, $t_{A02}^{III} \leq t_{A3}^{III}$ бўлганда, ноль кетма-кетлик ҳимоясини релесини ишга тушиш тоқи, ташқи уч фазали қ.т. ларда максимал нобаланс тоқдан катта бўлмоғи даркор. Бу эса ҳимояни танловчанлик шартларига бўйсунмай ишлашига йўл қўймайди. Нобаланс тоқларни ҳисоблаш бир мунча мураккабдир [59]. Айрим рухсат этишлар билан, у ток трансформаторларнинг максимал хатоликларидан $\epsilon=10\%$ ва уларни бир хиллигини кўрсатувчи коэффицентни ҳисобга олиб $k_{бир.х}=0,5...1,0$, қуйидаги ифодадан аниқланилади.

$$I_{нб.ҳис} = I_{нб.ҳис.max} = k_{бир.х} \left(\frac{E}{100} \right) I_{таш.қт.max}^{(3)} / K_I \quad (4.16)$$

Бу ерда $I_{таш.қт.max}^{(3)}$ ташқи уч фазали қисқа туташув тоқини кейинги участка бошида шикастланиш рўй берганидаги

мувозанатлашган таъсир этувчи қиймати (A_{02} химоя учун $k_1^{(m)}$ нуктада).

Қисқа туташув режимининг мувозанатлашган токи шунинг учун қабул қилинадики, бунда химоя нодаврий ташкил этувчини сўниши учун етарлича бўлган вақт билан ҳаяллаб ишга тушади.

Химоянинг ҳаяллаш вақти $t_{x,и} = 0,3$ сек дан ошмаган ҳолларда, ҳисобий нобаланс токни аниқлашда $k_{нд}$ коэффициент билан қисқа туташув токини нодаврий ташкил этувчисини ҳисобга олиш керак бўлади.

$$I_{нб.ҳис.мах} = k_{бирх} k_{нд} \left(\frac{E}{100} \right) I_{таш.қт.мах}^{(3)} / k_I \quad (4.17)$$

Охирги формулада агар $0,1 \leq t_{x,и} \leq 0,3$ с да химояни ишга тушиши $t_{x,и} = 0,1$ с ва $k_{нд} = 1,5$ бўлса $k_{нд} = 2$ деб олинади.

Кўрилатган ҳолатдан релени ишга тушиш токини аниқлашда қайтиш коэффициенти $k_{қ}$ ҳисобга олинмайди, чунки ташқи кўп фазали қ.т. ларда химояни ўлчовчи органи ишга тушмайди. Ташқи ерга қт узилганида эса, у мавжудлигида ишга тушадиган реле, ноль кетма - кетлиги токи йўқолади. Шундай қилиб,

$$I_{x,и}^{III} \geq k_{чет}^{III} I_{нб.ҳис.мах} \quad (4.18)$$

Бунда $k_{чет}^{III} = 1,25$ бўлиб, хатоликни ва керакли захирани ҳисобга олувчи четлаштириш коэффициенти.

Химоянинг сезгирлиги $t_{A_{02}}^{III} > t_{A_{03}}^{III}$ қилиб олинганда ортиши мумкин. Бу ҳолда, ташқи кўп фазали қисқа туташув, ноль кетма - кетликдаги ток химоясини таъсир қилиш вақтидан камроқ вақт ичида ўчирилади. Шунинг учун уни ишга тушиш токини нормал режимдаги нобаланс ток бўйича $I_{нб.ҳис} = I_{нб.норм}$ танлаб олиш етарлидир. $I_{нб.норм}$ ни қиймати $I_{нб.ҳис.мах}$ га қараганда анча кичик, шунинг учун ташқи кўп фазали ҚТларда, ўлчов органи ишлайди. Ташқи ҚТда ишга тушган релени қайтишини таъминлаш учун, ишга тушиш токини танлашда $K_{қ}$ ҳисобга олинади:

$$I_{x,и}^{III} = k_{чет}^{III} I_{нб.норм} / k_{қ} \quad (4.19)$$

(4.19) ифодадаги $k_{чет}^{III}$ ва $k_{қ}$ коэффициентлари реле тўла фаза тоқларига уланган максимал химоясини унга мос келувчи коэффициентларига тенг деб қабул қилинади. $I_{нб.норм}$ ўлчаш орқали

топилади. Бу ток трансформаторларнинг синфи, уларни тавсифларини бир хиллиги ва юкламасига боғлиқ ҳолда $0,01 < I_{\text{нб.норм}} < 0,1$ А оралиқда бўлиши мумкин, яъни, ҳимояни ишга тушиш токи ҳимояланаётган узатиш тармоқларни ишчи тоқлардан анча кичик.

Шундай қилиб, тўла фазадаги тоқларга уланган ҳимояларга караганда, ноль кетма-кетликдаги тоқ ҳимояси кичик қийматли ҳаяллаш вақтига ва яхши сезгирликка эга. Шунинг учун у неутрالي ерга уланган тармоқларда ерга қисқа туташувдан ҳимоя сифатида кенг қўлланилади.

4.7. Дифференциал тоқ ҳимояси

4.7.1. Бўйлама дифференциал ҳимоя.

Дифференциал ҳимоя (ДХ) тез ишлайдиган ва абсолют танлашга эга бўлган ҳимоя ҳисобланади. Улар ҳимояланаётган объектнинг бошланғич ва охириги қисмларидаги тоқларни катталикларини қийматига қараб (яъни тоқлар айирмасини фарқи бўйича!) ишлашга мўлжалланган. Дифференциал ҳимоялар **бўйлама ва кўндаланг дифференциал ҳимояларга бўлинади**. Бўйлама дифференциал ҳимоялар, асосан, трансформаторлар, қуввати катта электромоторлар, генератор ва узун бўлмаган тармоқларларда қўлланилади. Кўндаланг дифференциал ҳимоялар эса, икки ёки ундан ортиқ параллел тармоқларларни ҳимоя қилиш учун ишлатилади.

Бўйлама дифференциал ҳимоя ҳимояланаётган элементнинг бошланиш ва сўнгидаги тоқларни таққослашга асосланган. Тоқлар қиймати ва фазаси бўйича таққосланади.

Электр узатиш тармоқларсининг бошланиши I_I ва сўнгидаги I_{II} тоқларни кўрайлик. Нормал режим ва ташқи қисқа туташувлар вақтида, масалан К1 нуқтада, (4.18а-расм,) бу тоқлар бир-бирига тенг

$$I_I = I_{II}$$

Ҳимояланган тармоқларда қисқа туташув (К2 нуқтада) бўлганда (4.18б-расм,) $I_{II} = 0$ бўлиб, тенглик бузилади, яъни

$$I_I \neq I_{II}$$

Икки томондан манбага уланган тармоқларларда (4.18в-расм,) ҳам нормал ва ташқи қисқа туташувларда тоқлар тенг.

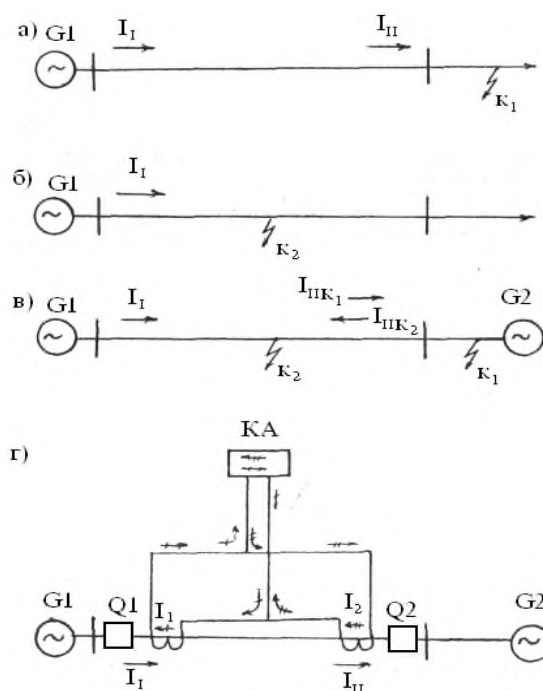
$$I_I = I_{II} k_1$$

Ҳимояланаётган тармоқларда қисқа туташув бўлганда тоқлар ҳам қиймат ҳам йўналиши бўйича фарқ қилади

$$I_I \neq I_{II} k_2$$

Демак, тоқлар тенглигининг бузилиши, тармоқларда қисқа туташув бўлганлигини билдиради. Бу белгидан бўйлама дифференциал ҳимояни бажариш учун фойдаланилади.

Бўйлама дифференциал ҳимояни бажариш учун, тармоқларнинг бошланиш ва сўнгига, бир хил трансформация коэффициентига эга бўлган ток трансформаторлари ўрнатилади (4.18г-расм,). Уларнинг иккиламчи чўлғамларидан ўтадиган тоқлар, нормал режим ва ташқи қисқа туташувлар вақтида, КА ток релеси (дифференциал реле) чўлғамидан қарама-қарши йўналишда ўтадиган қилиб уланади. Натижада реледан ўтадиган ток нолга тенг бўлади.



4.18-расм. Бўйлама дифференциал ҳимоянинг ишлаш тамойили

Лекин амалда бу ток нолга тенг бўлмайди. Нобаланс тоқлари ҳосил бўлади. Бунинг сабаблари қўйдагилар: ток трансформаторларининг магнитлаш ҳарактеристикалари идеал бир хил бўлмайди; қисқа туташув тоқида даврий бўлмаган (апериодик)

тоқларнинг мавжудлиги, юқламасиз куч трансформатори манбага уланаётган вақтда ҳосил бўладиган магнитлаш тоқининг сакраши ва бошқалар. Бўйлама дифференциал ҳимоянинг нотўғри ишлашини олдини олиш учун нобаланс тоқлари ($I_{нб}$) ҳисобга олиниши керак.

Дифференциал реленинг ишга тушиш тоқи

$$I_{ри} = K_3 I_{нб.ҳис.мах} / K_I \quad (4.21)$$

бу ерда $K_3=1,3$ -заҳира коэффициентини;
 K_I - ток трансформаторларининг трансформация коэффициентини;

$I_{нб.ҳис.мах}$ - ҳисобий максимал нобаланс тоқи,

$$I_{нб.ҳис.мах} = f_3 \cdot K_{ап} \cdot K_б \cdot I_{қ.мах}, \quad (4.22)$$

бу ерда $f_i=0,1$ - ток трансформаторининг хатолигини ҳисобга олувчи коэффициент; $K_{ап}$ - қисқа туташув тоқининг даврий бўлмаган ташкил этувчисини ҳисобга олувчи коэффициент, РТ- 40 турдаги реле қўлланилган бўлса 2га ёки РНТ турдаги реле ишлатилса 1,3га тенг; $K_б$ - ток трансформаторларининг бир хилигини ҳисобга олувчи коэффициент, агар улар бир ҳил бўлса $K_б=0,5$ ва ҳар-ҳил бўлса $K_б=1$; $I_{қ.мах}$ - ҳимояланаётган объектнинг манба томондан ҳисобланганда сўнггидаги максимал қисқа туташув тоқи.

Ҳимоянинг сезгирлиги

$$K_c = I_{қ.min} / (K_{сх} I_{х.у}), \quad (4.23)$$

бу ерда $I_{қ.min}$ - ҳимоя зонасидаги минимал қисқа туташув тоқи;
 $K_{сх}$ - схема коэффициентини; $I_{хи} = K_I I_{ри}$ - ҳимоянинг ишга тушиш тоқи.

4.7.2. Кўндаланг дифференциал ҳимоя.

Кўндаланг дифференциал ҳимоя бир хил параметрларга эга бўлган параллел тармоқларларда қўлланилади ва унинг ишлаш тамойили тармоқларларнинг бир хил номдаги фазаларидан тоқларни қиймати ва фазалари бўйича таққослашга асосланган. Тармоқларларнинг қаршиликлари тенг бўлганлиги сабабли бу тоқлар бир-бирига тенг (4.19-расм, а), яъни

$$I_I = I_{II}$$

Тармоқларлардан бирида қисқа туташув бўлганда бу тенглик бузилади (4.19-расм, б), тармоқларларнинг бошланишида бу тоқларнинг фазалари бир хил лекин қийматлари тенг эмас, тармоқларнинг сўнггида эса қийматлари бир хил лекин қарама-қарши йўналишга эга, яъни

$$I_I \neq I_{II}$$

Шундай қилиб параллел тармоқларлардаги тоқлар тенглигини бузилиш тармоқларлардан бирида қисқа туташув бўлганлигини билдиради.

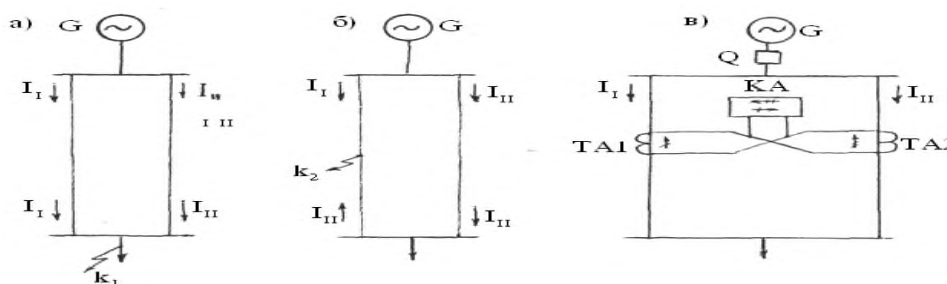
Параллел тармоқларларнинг битта фазаси учун кўндаланг дифференциал ҳимоянинг схемаси (2.19-расм, в)да кўрсатилган. Тоқ трансформаторлари иккиламчи тоқларнинг фарқи КА дифференциал реле (тоқ релеси) нинг чўлғамидан ўтадиган қилиб уланади. Нормал режим ва ташқи қисқа туташувларда бу фарқ нолга тенг, реле ишламайди, тармоқларлардан бирида қ.т бўлганда эса иккиламчи тоқлар тенг бўлмайди ва реле ишлайди.

Кўндаланг дифференциал ҳимоянинг ишга тушиш тоқини ҳисоблаш бўйлама дифференциал ҳимояни ҳисоблашга ўхшаш, фақат тармоқларлар сони иккита бўлганлиги учун нобаланс тоқининг яrimi олинади.

$$I_{\text{нб.х.мах}} = f_i \cdot K_{\text{б}} \cdot K_{\text{ан}} \cdot I_{\text{к.мах}}/2; \quad (4.24)$$

$$I_{\text{ҳи}} = K_3 I_{\text{нб.х.мах}}; \quad (4.25)$$

$$I_{\text{ри}} = I_{\text{ҳи}}/K_I. \quad (4.26)$$



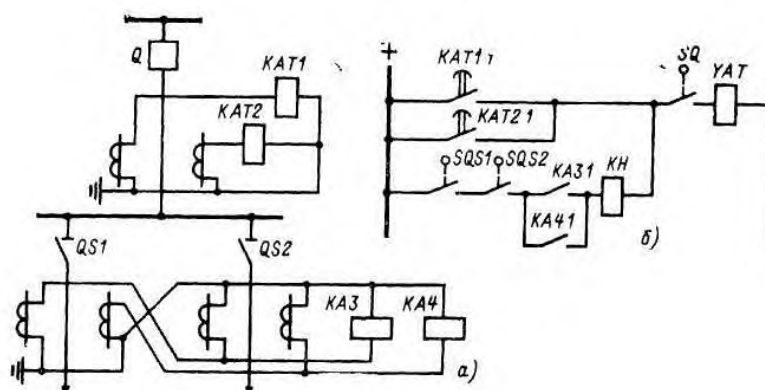
2.19-расм. Кўндаланг дифференциал ҳимоянинг ишлаш тамойили

Параллел тармоқларларнинг сўнггида қисқа туташув бўлганда тоқлар фарқи кам бўлиши сабабли ҳимоя ишламаслиги мумкин. Ҳимоя ишламаслиги мумкин бўлган зонанинг узунлиги

$$L_{из} = (I_{хи}/I_k)L, \quad (4.27)$$

бу ерда L -тармоқларнинг узунлиги; $I_k = I_{k.min}$ -тармоқларнинг сўнггидаги минимал қисқа туташув токи.

$L_{из} \leq 0,1L$ бўлса ҳимоя эффе́ктив ҳисобланади.



4.20-расм. Подстанциянинг шиналарига умумий ўчиргич орқали уланган параллел тармоқларлар реле ҳимоясининг тамойилиал схемаси: а - ток занжирлари; б - оператив ток занжирлари

Подстанциянинг шиналарига умумий ўчиргич орқали уланган параллел тармоқларлар реле ҳимоясининг тамойилиал схемаси 4.20-расмда келтирилган. Тармоқларлардан бирида қисқа туташув юзага келганда умумий ўчиргич икала тармоқларни ҳам тормоқдан узади. Истеъмолчиларнинг электр таъминотини тиклаў учун шикастланган тармоқлар ўзининг ажраткичи (QS_1 ёки QS_2) ёрдамида тармоқдан узилиб ремонтга чиқарилади ва шикастланмаган тармоқлар уланади.

Параллел тармоқларлардан фақат биттаси ишлаганда кўндаланг дифференциал ҳимоя нотўғри ишлайди. Бунинг олдини олиш учун ажраткичларнинг ёрдамчи контактлари SQS_1 ёки SQS_2 ёрдамида кўндаланг дифференциал ҳимоянинг оператив занжири узиб қўйилади.

Кўндаланг дифференциал ҳимоянинг камчилиги унинг тармоқларлар сўнггидаги маълум зонада тармоқларлардаги тоқларнинг қийматлари бир-бирига яқин бўлиши сабабли ишламаслиги мумкинлигидир.

Шу сабабли кўндаланг дифференциал ҳимоя асосий ҳимоя бўлиб хизмат қила олмайди ва қўшимча ҳимоя ўрнатиш зарур.

Бундай ҳимоя сифатида одатда максимал ток ҳимояси қўлланилади (4.20-расмда KAT_1 ва KAT_2 релелар воситасида бажарилган).

4.7.3. Йўналтирилган кўндаланг дифференциал ҳимоя

Шиналарга алоҳида ўчиргичлар орқали уланган параллел тармоқларлар учун, шикастланган тармоқларни аниқлайдиган ва фақат уни тармоқдан узадиган ҳимоя зарур. Бундай хусусиятларга йўналтирилган кўндаланг дифференциал ҳимоя эга.

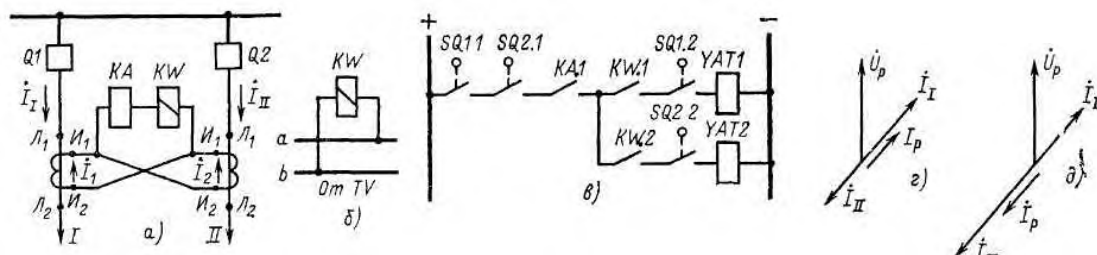
Йўналтирилган кўндаланг дифференциал ҳимоянинг соддалаштирилган схемаси 4.21-расмда кўрсатилган. Ҳимоя одатда, ток релелари ёрдамида бажарилувчи ишга тушириш органи КА ва қувват йўналишини аниқлайдиган орган КВ дан иборат бўлади. Тармоқларлардан бири узилганда, ҳимоя иккинчи тармоқларни ҳам носелектив равишда узиб қўймаслиги учун, оператив ток ҳимоянинг релеларига ҳимояланаётган тармоқларлар ўчиргичларининг кетма-кет уланган ёрдамчи контактлари SQ1.1 ва SQ2.1 орқали берилади.

Қувват йўналишини аниқлайдиган орган сифатида, йўналтирилган қувват релеларидаги сингари, йўналтирилган қувват релесидан фойдаланилади. Қувват релеси, шинадаги кучланишга ва тармоқларлардаги тоқларнинг фарқига пропорционал бўлган, токка уланади. Ушбу фарқ тармоқларлардан қайси бирига қисқа туташув бўлганлигига боғлиқ ҳолда ўзгаради. Масалан, I-тармоқларда қисқа туташув бўлса ундаги ток II-тармоқлардаги токка нисбатан катта бўлади. Натижавий токнинг йўналиши эса I-тармоқлардаги токнинг йўналиши билан устма-уст тушади (4.21г-расм,). Қувват релесининг КВ.1 контакти уланади ва ҳимоя I-тармоқларни узади. Иккинчи тармоқларда қисқа туташув бўлганда қувват релесининг чўлғамидан ўтаётган токнинг йўналиши қарама-қарши тамонга ўзгаради. Айлантирувчи моментнинг ҳам ишораси ўзгариб қувват релесининг КВ.2 контакти уланади. Ушбу ҳолда ҳимоя II-тармоқларни узишга ишлайди.

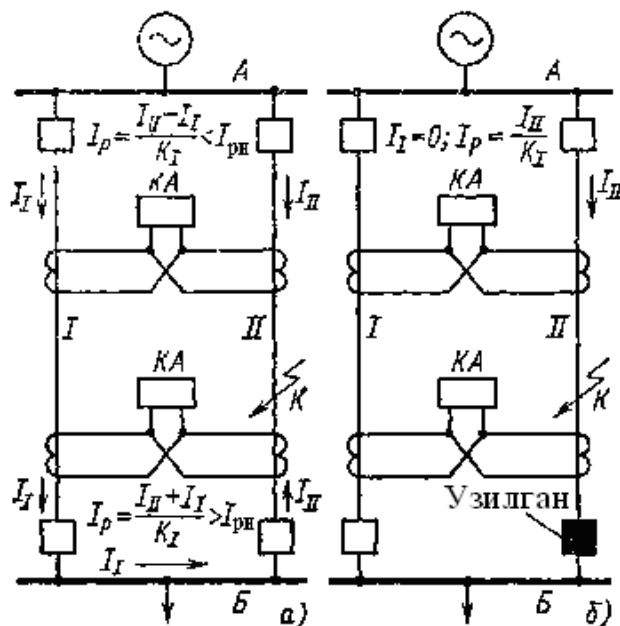
Йўналтирилган кўндаланг дифференциал ҳимояни ишга туширувчи ток релеларининг ишга тушиш тоқлари қуйидаги шартларга асосан танланади:

1) ҳимоя нормал режимдаги ва ташқи қисқа туташувлар вақтида юзага келадиган нобаланс тоқлари таъсирида ишламаслиги керак;

2) ҳимоя максимал юклама токлари таъсирида ишламаслиги керак.



4.21-расм. Йўналтирилган кўндаланг дифференциал ҳимоянинг соддалаштирилган схемаси ва унинг ишлашини тушунтирувчи вектор диаграммалар: а - ток занжирлари, б - кучланиш занжирлари; в - оператив ток занжири; г - I- тармоқларда қисқа туташув бўлган ҳол учун токларнинг вектор диаграммалари; д - II- тармоқларда қисқа туташув бўлган ҳол учун токларнинг вектор диаграммалари



4.22-расм. Йўналтирилган кўндаланг дифференциал ҳимоянинг каскад ишлаши: а - қабул қилувчи подстанция томондаги ҳимоя ишлайди; б - қабул қилувчи подстанция томондаги ўчиргич узилгандан кейин таъминловчи подстанция томондаги ҳимоя ишлайди

Йўналтирилган кўндаланг дифференциал ҳимоя қабул қилувчи подстанция шиналарига яқин жойда қисқа туташув

бўлганда (4.22-расмда К нукта) каскад ишлаши мумкин, яъни аввал қабул қилувчи подстанция томондаги ҳимоя ишлайди, чунки таъминловчи подстанция томондаги ҳимоя тармоқларлардаги тоқларнинг қийматлари бир-бирига яқин бўлганлиги сабабли ишламайди. Шикастланган тармоқларнинг қабул қилувчи подстанция томондаги ўчиргичи узилгандан кейин таъминловчи подстанция томондаги ҳимоя ишлайди. Натижада қисқа туташув нуктаси электр тармоғидан дархол эмас, балки маълум вақтдан кейин ажратилади.

Ҳимоянинг каскад ишлаш зонаси

$$L_{ки} = \left(\frac{I_{хи}}{I_k} \right) L \leq 0,25L \quad L_{ки} = (I_{хи}/I_k)L \leq 0,25L$$

бўлиши керак (бу ерда L- параллел тармоқларнинг узунлиги, I_к- қисқа туташув токи ва I_{хи}- ҳимоянинг ишга тушиш токи).

4.8. Паст кучланишли электр тармоқларининг релели ҳимояси ва автоматикаси

4.8.1. Паст кучланишли тармоқларда ва жиҳозлардаги шикастланишлар турлари

Кучланиш 1000 В гача бўлган электр тармоқларида, нейтралли ерга уланган тўртта симли электр тармоқлари энг кўп тарқалган. Бундай тармоқларда шикастланишларнинг асосий турлари бўлиб, фазалар орасидаги ҳамда айрим фазалар ва ер орасидаги қисқа туташувлар ҳисобланади. Тўртта симли тармоққа электромоторлар ва бошқа электр қурилмаларнинг корпуслари ерга уланган нейтралга уланади. Натижада қурилма изоляциясининг ишдан чиқиши ва фазанинг корпусга туташуви бир фазали қисқа туташувга олиб келади. Ҳаво тармоқларида фаза симининг узилиши хавфли шикастланиш бўлиб ҳисобланади. Нол симининг узилиши ҳам хавфли, чунки унда қисқа туташув томондан уланган юкламалар носимметрияси билан белгиланувчи потенциал бўлади.

Электр қурилмаларни бажариш қоидаларига асосан, кучланиш 1000В гача бўлган электр тармоқларида, қисқа туташувлардан ҳимоя тез ишлайдиган, етарли сезгирликка эга бўлган ва иложи борида танловчан бўлиши керак.

Кучланиши 1000 В гача бўлган электр тармоқлари бир томондан таъминланувчи радиал, магистрал ва аралаш схемалар асосида бажарилади. Бундай электр тармоқларида, ҳимоя сифатида эрувчан сақлагичлар ва ток ҳимоясига эга бўлган автоматик ўчиргичлар ишлатилади. Эрувчан сақлагичлар билан бир қаторда, ток ҳимояларини бажариш учун ҳар хил электр релелардан ҳам фойдаланилади. Ток ҳимоялари нисбий танловчанликка эга. Танловчанликни таъминлаш усулига кўра улар максимал ток ҳимояси, ҳаяллаш вақтига эга бўлган ток кесиш ва ҳаяллаш вақтига эга бўлмаган ток кесишга бўлинади.

Агар, автоматик қайта улаш ва резервни автоматик улаш қурилмаларини қўллашга эҳтиёж бўлмаса, ток ҳимояси сифатида сақлагичлардан фойдаланиш электр релеларига нисбатан иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқдир.

Нейтралли ерга уланган тўртта симли электр тармоқларида ерга қисқа туташувдан ҳимоя ўрнатилади. Бундай ҳимоя ноль кетма-кетлик тоқларидан фойдаланиб бажарилади ва у нол симига, ёки ноль кетма-кетлик фильтрига уланади.

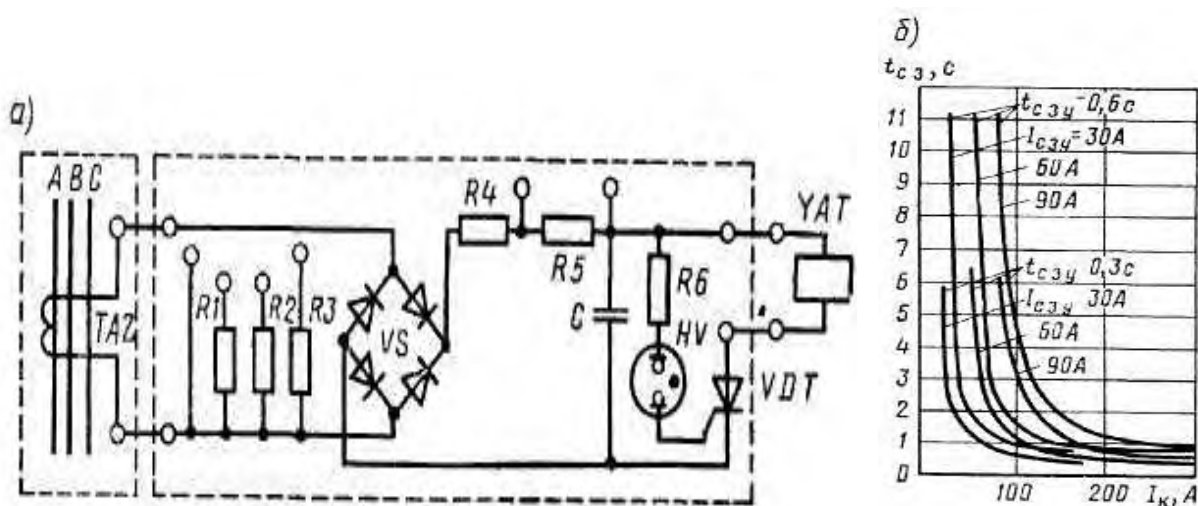
Кучланиши 1000 В гача бўлган электр тармоқларида автоматика қурилмаларидан асосан резервни автоматик улаш (РАУ) ва автоматик қайта улаш (АҚУ) қурилмалари ишлатилади.

4.8.2. Нейтралли ерга уланган тўртта симли электр тармоқларида бир фазали шикастланишлардан ҳимоя

Узунлиги катта тармоқларларнинг сўнггидаги бир фазали қисқа туташув тоқлари билан тармоқларларнинг максимал ишчи токи орасидаги фарқ кам бўлади. Эрувчан сақлагичлар ва автоматик ўчиргичлар максимал ишчи тоқдан четлаштирилиши сабабли, бир фазали қисқа туташув вақтида сезгирлиги етарли бўлмаслиги мумкин.

Ҳаво тармоқларлари учун ҳарактерли шикастланиш бўлиб, симнинг узилиши ва ерга тушиши ҳисобланади. Бундай шикастланиш одамлар учун ҳавфли ва ёнғин келиб чиқишига олиб келиши мумкин. Кучланиши 1кВ гача бўлган тармоқларларда, узилган сим билан ер орасидаги қаршилик кенг чегараларда ўзгариши сабабли, бир фазали ерга қисқа туташувдан ҳимояни бажариш мураккаб.

Ноль кетма-кетлик тоқларидан фойдаланиш сезгирлиги анча катта ҳимояни бажариш имконини беради, чунки ҳимояни ишчи максимал токдан четлаштириш зарурияти бўлмайди. Бундай ҳимоялардан бири бўлган ФО-0,4 ҳимоянинг схемаси 4.23-расмда келтирилган. У бир трансформаторли ноль кетма-кетлик ток филтър TAZ га уланган VS тўғрилагич, C конденсатордаги кучланишни неон лампа HV ва VDT тиристорнинг бошқариш электродларининг очилиш кучланиши билан таққословчи элементдан ташкил топган.



4.23-расм. ФО-0,4 ҳимоя

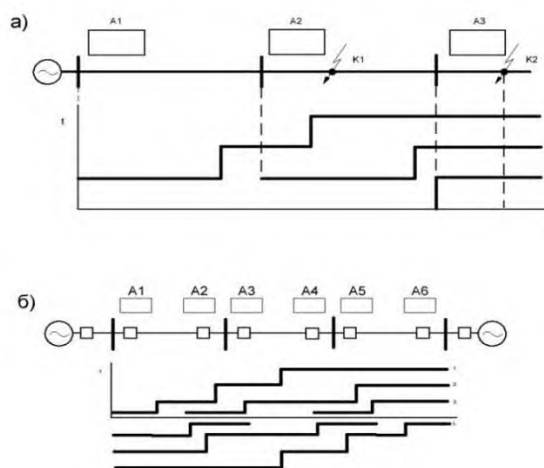
Кўрсатилган кучланишлар тенг бўлганда, неон лампа тиристорни очади ва узиш электромагни YAT дан ток ўтиб, коммутация аппаратини узади. Конденсатордаги кучланишнинг ўсиш тезлиги шикастланиш тоқининг қийматига боғлиқ, шу сабабли ҳимоя R4 ва R5 қаршиликлар билан аниқланувчи токга боғлиқ ҳаяллаш вақтига эга. Ҳимоя ўрнатмасининг токка боғлиқ бўлмаган қисмида, минимал ҳаяллаш вақти $t_{х.и.к}=0,3\div 0,6с$, ҳимояни ишга тушиш тоқининг $I_{х.и.к}= 30, 60, 90 А$ га тенг бўлган учта қийматини R1, R2 ва R3 резисторлар ёрдамида ўрнатиш мумкин. Схемада неон лампадан ўтадиган токни чеклаш учун R6 резистор уланган.

ФО-0,4 турдаги ҳимоянинг камчилиги унинг ишга тушиш тоқини максимал ишчи носимметрия тоқидан четлаштириш зарурлигидир.

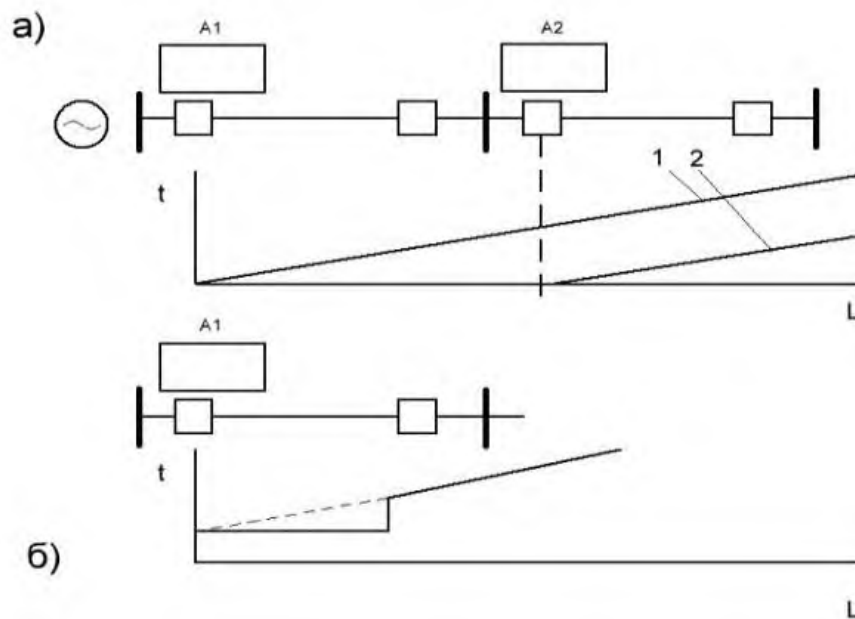
5-БОБ. МАСОФАВИЙ ҲИМОЯЛАР

5.1. Масофавий ҳимояни вазифаси ва ишлаш тартиби

Электр таъминоти схемаларида, иш режимига ва қисқа туташув турларини кўринишларига боғлиқ ҳолда, шикастланиш тоқлари ўзгариб туради. Шунинг учун ток ва йўналтирилган ток ҳимояларининг сезгирлиги, отсечкани таъсир қилиш зоналари ўзгармас ҳолида қолмайди. Электр таъминоти тизимининг минимал иш режимига улар етарлича бўлмаслиги мумкин. Мураккаб тузилишдаги тармоқларда, йўналтирилган ток ҳимояси танловчанлик ва тезкорлик шартларини ҳар доимо ҳам бажаравермайди. Шу билан боғлиқ ҳолда, тавсифий катталиги электр таъминоти тизимининг иш режимига боғлиқ бўлмаган ҳимояни олиш мақсадга мувофиқдир. Бу ҳимояни таъсир этиш вақти, фақат унинг ўрнатилган жойидан қисқа туташув нуқтасигача бўлган масофа, орқали аниқланади. **Бундай ҳимоя масофавий ҳимоя саналади.** Ушбу ҳимоя ўрнатилган жойдаги кучланишни токка нисбатига таъсирчан. Бу нисбат реле ҳимояси бўғинидаги қаршилик дейилади. Релени мослаштириб уланганида бу қаршилик, ҳимоя ўрнатилган жойдан токи қисқа туташув жойигача бўлган масофага пропорционалдир, ҳамда электр таъминоти тизимини иш режимига боғлиқ эмас. Ҳимоянинг ўлчаш органларида қаршиликни ўлчовчи релелардан фойдаланилади.



5.1-расм.Масофавий ҳимоянинг поғонали вақт бўйича ҳаяллаш характеристикалари



**5.2-расм.Масофавий ҳимоянинг вақт бўйича ҳаяллаш
характеристикалари; а) узлуксиз боғланган; б)
комбинатцияланган**

Масофавий ҳимоя, худди ток ҳимояси каби нисбий танловчанликка эга бўлган ҳолда уч поғонали қилиб бажарилади. Ҳар бир поғонанинг параметри бўлиб, ҳимояланаётган зонани узунлиги ва ишга тушириш вақти ҳисобланади. Ўзининг ҳаяллаш вақти тавсифлари бўйича уни биринчи, иккинчи ва учинчи поғонаси ток ҳимоясининг шунга мос келувчи поғоналарига ўхшайди. Буни графиклари 5.1 - расмда кўрсатилган A1 ҳимоя 1 тавсифга эга, A2 ҳимояни тавсифи 2 билан кўрсатилган ва A3 ҳимоя графиги 3 дир. K1 нуқтада шикастланиш юз берганида A1 ва A2 ҳимоялар фаолият кўрсатади, аммо шикастланишни ўзига яқин бўлган A2 ҳимоя кўяди, чунки у кам ҳаяллаш вақтига эга (5.1а-расм). Агар шикастланиш K2 нуқтада бўлса, у ҳолда у ўзига яқин бўлган A3 ҳимоя орқали узилади.

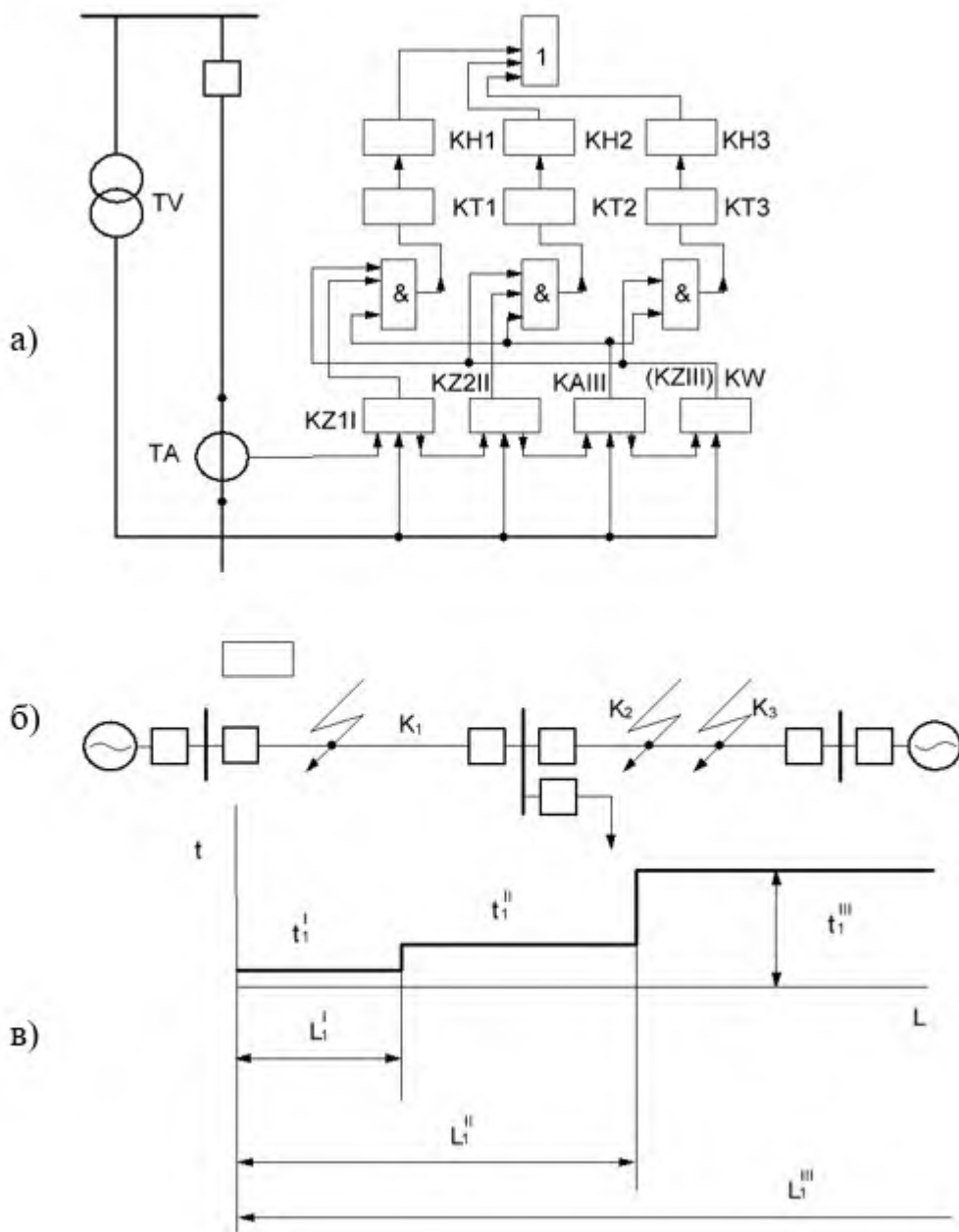
Икки томонлама озиқлантирувчи электр узатиш тармоқларларида масофавий ҳимоя йўналтирилган қилиб олинади, ҳаяллаш вақти эса, худди йўналтирилган ток ҳимоясидагидек каби, ҳар бир ҳимоя поғонаси учун қарама - қарши поғонасимон қоида асосида танланади. (5.1б - расм). Танловчанлик шартларини масофавий ҳимоялардан узлуксиз боғлиқ (5.2а - расм) ва мужассамлашган (5.2б-расм) тафсифларга эга бўлганлари тўминлашлари мумкин. 5.3-расмда масофавий ҳимояда қўлланиладиган реле кўрсатилган.

Ҳимоянинг асосий органларини кўриб чиқамиз. 5.4-расмда масофавий йўналтирилган уч поғонали масофавий ҳимоянинг функционал схемаси берилган. Биринчи ва иккинчи поғонада - бу йўналтирилмаган ёки йўналтирилган қаршилик релелари *KZ1 I* ва *KZ2 II* масофавий орган. Учинчи поғонанинг ўлчов органи *КА III* реле бўлиб *KZ III* бир пайтнинг ўзида бутун ҳимоянинг ишга туширувчи органи бўлиб саналади. У ҳар қандай зонада шикастланиш юз берганида ишга тушади ҳимояни ишлатади (масалан, оператив ток занжирини улайди). Масофавий ҳимоянинг ишга туширувчи органи бўлиб ёки максимал ток релеси (*КА III*) ёки, минимал қаршилик релеси (*KZ III*) ҳисобланади.



5.3-расм. Масофа ҳимояси релеси.

Улар юқори сезгирликка эга бўлиб, максимал юкларда ишламаслиги ва имкон қадар таъсирланмаслиги керак. Айрим ҳолларда, баъзан ишга тушириш органи танловчан ишлаб шикастланган фазани аниқлай олиши даркор.



5.4 - расм. Уч поғонали йўналтирилган химоя

Ишга тушириш органининг соддалиги уни кучланиши 35 кВ гача бўлган тармоқларда фаолият кўрсатувчи масофавий химояларда қўлланилиши билан белгиланади. Фазалар токига ишга тушириш органини уланса, у юклама токлари ва тебранишларга худди шикастланиш тоқларига бўйича таъсирчанликда ишлайди, шунинг учун баъзан ишга тушириш органи тескари кетма - кетлик токига уланади. Бунда уни сезгирлиги ортади. Уч фазали қисқа туташувларда бундай химоянинг ҳаракати қисқа туташувни бошланғич лаҳзасидаги қисқа вақтли носимметриялилик туфайли амалга ошади.

Қаршиликни ишга тушириш органи ҳам мавжуд. Ундан фойдаланиш ҳимояни сезгирлигини оширади. Чунки

$$\frac{U_p}{I_p} = Z_p$$

муносабатга таъсирчан бўлиб у ўта юкланишни аниқ ажрата олади (Z_p унча кўп ўзгармайди). Тўла қаршиликнинг ишга тушириш органи кучланиши 35 кВ ли тармоқларларда ва унга узоқ бўлмаган кам юкланган 110 кВ ли тармоқларларда ҳимоялашда ишлатилади. Узоқ масофани ва кўп юкланган 110 кВ ли тармоқларларда ишчи режимда реле бўғинларидаги қаршилик тармоқларни қаршилигига яқин бўлганлиги учун тўла қаршиликни ишга тушириш органи ҳимояни сезгирлигини етарлича таъминламайди. Қаршиликлар $Z_{p\text{ иш}}$ ва $Z_{\text{л}}$ ўртасидаги бурчаклар ($\varphi_{p\text{ иш}} < \varphi_{\text{л}}$) даги ката фарқ кўрсатилган узатиш тармоқларларда қаршиликни йўналтирилган ишга тушириш ўрганидан фойдаланиш имкониятини беради. Унда максимал сезгирлик бурчаги ($\varphi_{p\text{ max}} = \varphi_{\text{л}}$) бўлган реле қўлланилади. (5.4 б, в расмларга қаранг)

Ишга туширувчи қаршилик релеларининг уланиш схемалари уларга танловчанлик шarti қўйилмаган ёки қўйилганлигига боғлиқ: танловчанлиги бўлмаган органлар релеси фазалараро кучланишга ва фаза тоқларини мос келувчи фарқига уланади, танловчан органли реле эса фазалараро кучланишга ва фаза тоқларига (кўп фазали қисқа туташувларга ишга тушганлиги учун), ёки бир номли фаза кучланишларига ва тоқларга (бир фазали ва ерга иккита жойдан қисқа туташув бўлганида ишлашлиги учун) уланади.

Қувватни йўналтирувчи орган - КW релеси орқали бажарилади. У қувватни йўналиши нимстансия шиналари томон бўлганда ҳимояни ишлаб кетишини олдини олади. Ундан ташқари ишчи орган ва масофавий органлар ҳаракатни йўналтирилганлигига эга бўлмаган ҳолларда ишлатилади.

Вақтни ҳаяллатиш органи КТ1 - КТ3 релеларида биргаликда бошқа органлар билан ҳимояни уч поғонали тавсифларини шакллантиради.

5.2. Ҳимоянинг ишлаши қоидаси

Электр таъминоти тизимини турли нуқталарида шикастланиш рўй берганда ҳимояни ишлаш фаолиятини кўриб чиқайлик. Бунинг учун (5.3 б расмдаги) А1 ҳимояни оламиз. Қувватни йўналтириш органи ҳимояга фақат қувват шинадан тармоқлар томон йўналган бўлганидагина фаолият кўрсатишига имкон беради. Яъни K_1 , K_2 , ва K_3 нуқталарда қисқа туташув юз берганда. Ишга тушиш органи барча ҳодисаларда ишлайди. Агар шикастланиш биринчи зона оралиғида l_1^I (K_1 нуқта) рўй берса, у ҳолда масофавий органлар $KZ 1 I$ ва $KZ 2 II$ ҳам ишга тушади. Бунда вақт релеси ўз ишини бошлайди. Аммо ҳаммадан аввал вақт релеси КТ1 ҳаяллаш вақти бўйича кам қийматли уставкага эга бўлган t_1^I сифатида уланади. Ҳимоя биринчи поғона вақтига тенг бўлган ҳаяллаш вақти билан ўчиргични узади. Қисқа туташув пайтида ҳимояни иккинчи поғонасидаги ҳаракати t_1^{II} (K_2 нуқта) шу билан фарқ қиладики, бунда масофавий орган К211 ишламайди. Шунинг учун фақатгина КТ2 ва КТ3 релелар ҳаракатга келади. Ундан аввал иккинчи поғонани ҳаяллаш вақтини аниқловчи КТ2 реле ишлайди ва ҳимоя t_1^{II} вақт кечикиб ўчиргични захира сифатида узади. K_3 нуқтада қисқа туташув бўлса ҳар иккала масофавий орган ишламайди; вақт релеси КТ3 томонидан ҳаяллаш вақти t_1^{III} билан, кейинг захирани ҳосил қилиб, ҳимояни учинчи поғонаси ўз таъсирини кўрсатади.

Занжирда кучланиш бўйича носозликлар ўрин тутганида TV ва тизимда тебранишлар бўлса, ҳимоя нотўғри ишлаши мумкин. Буни бартараф этиш учун масофавий ҳимояни блокировка қилинади. Шунда юқорида айтилган режимлар юз берса ҳимояни нотўғри ишлашига йўл қўйилмайди.

Биринчи ҳимоя поғонасида, қоидага кўра, вақт релеси КТ1 қўлланилмайди. Биринчи поғонадаги ҳимояни ҳаракатга келиш вақти, уч поғонали ток ҳимоясидагидек, фақат ишга тушириш ва ўлчаш органларининг хусусий ишлай бошлаши вақти билан белгиланади. Баъзан бир неча органнинг вазифасини мураккаб ўлчов органлари бажаради. Масалан, қаршилиқни йўналтирилган релеси қувват йўналиши органи, масофавий орган, ва айрим ҳолларда ишга тушириш органларини вазифасини. Масофавий ҳимоянинг схемаси бирмунча соддалашади.



5.5-расм. Масофавий ҳимояни ўрнатиш турларидан бирининг кўриниши

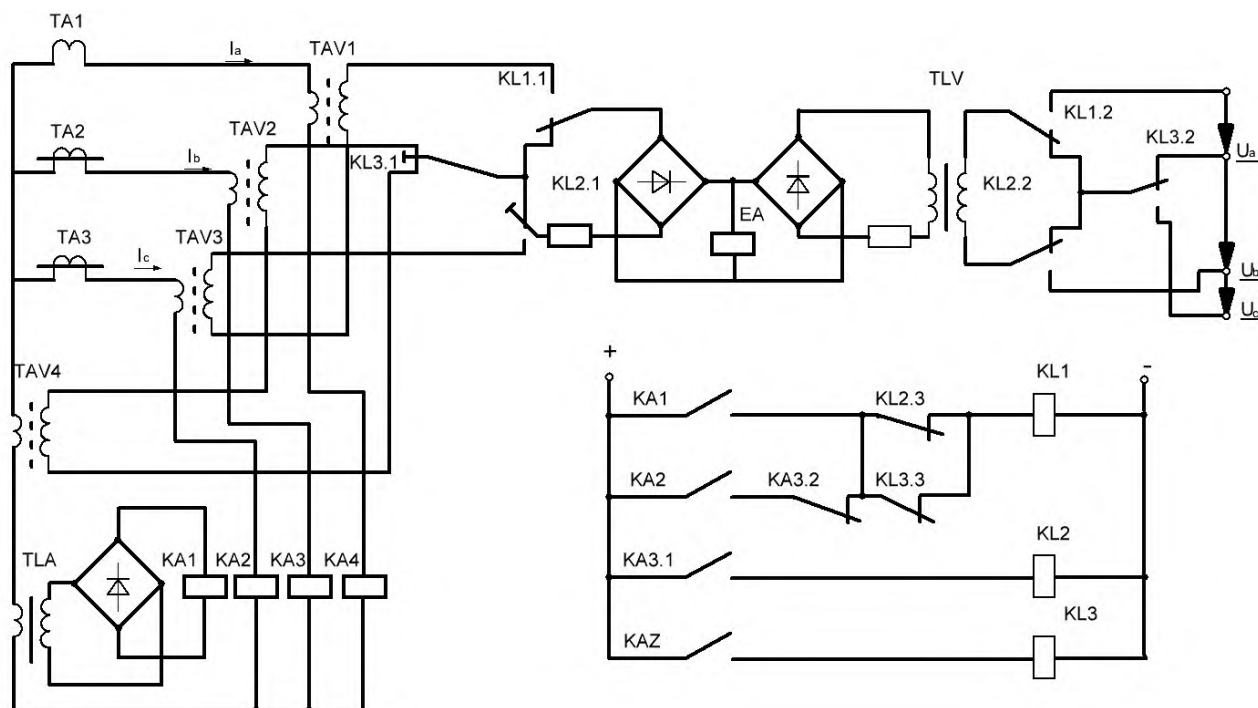
5.5-расмда масофавий ҳимояни ўрнатишни намуналаридан бири келтирилган.

5.3. Масофавий ҳимоя схемалари

Қисқа туташувнинг турлича кўринишларини таҳлили кўрсатишича, масофавий ҳимояни бажариш учун, умумий ҳимоя ҳар бир поғонага олтигадан қаршилиқ релеси керак бўлар экан. Лекин релеларни сонини биттагача камайтириш мумкин. Бу ҳолда ҳимоя тўғри ишлаши учун релега кемирилаётган ток ва кучланишни автоматик тарзда шикастланиш турлича қараб ўзгартириш зарур бўлади. ДЗ-10У2 ҳимояси, масалан, шундай бажарилган. Унда ярим ўтказгичли реледан фойдаланилган. Бу ерда релени автоматик тарзда талаб этилаётган кучланиш ва токка уланишлиги учун контакт керак эмас. Бу миниселектор ва максиселектор ёрдамида амалга оширилади.

Ишлаб чиқариш саноати корхоналарида hozirgacha ишга тушириш органи сифатида электромеханик ток релесидан фойдаланиладиган масофавий химоялар ишлаб чиқарилмоқда уларни масофавий органлари ярим ўтказгичли элементлар базаси асосида тайёрланган. Ушбу масофавий органда ток ва кучланиш занжирлари ишга тушуриш органилари ўз фаолиятини бошлаганида қайта уланади.

Қайта уланиш тартибини 5.6-расм мисолида тушинтириш мумкин. Қайси фазада шикастланиш бўлаётганлигига боғлиқ ҳолда, масофавий органнинг таққослаш схемасига, KL1 – KL3 оралик релеларининг контактлари орқали керакли электр катталиклар келтирилади. KL1 – KL3 оралик релеларнинг ишини КА1 – КА3 ишга тушириш органининг релеси бошқаради. У фаза тоқларига уланган KL3 оралик релесининг ишини эса КА2 реле бошқаради. У ноль кетма-кетлик тоқлари пайдо бўлганида таъсир қилади (ерга иккита нуқтада ҚТ бўлиб қолганда). Учта ёки иккита фаза ўртасида ҚТ бўлганида схемани ишлашини 5.1 жадвалдан тушуниб олиш мумкин.



5.6-расм. ПЗ-3 намунасидаги химоянинг масофавий органи

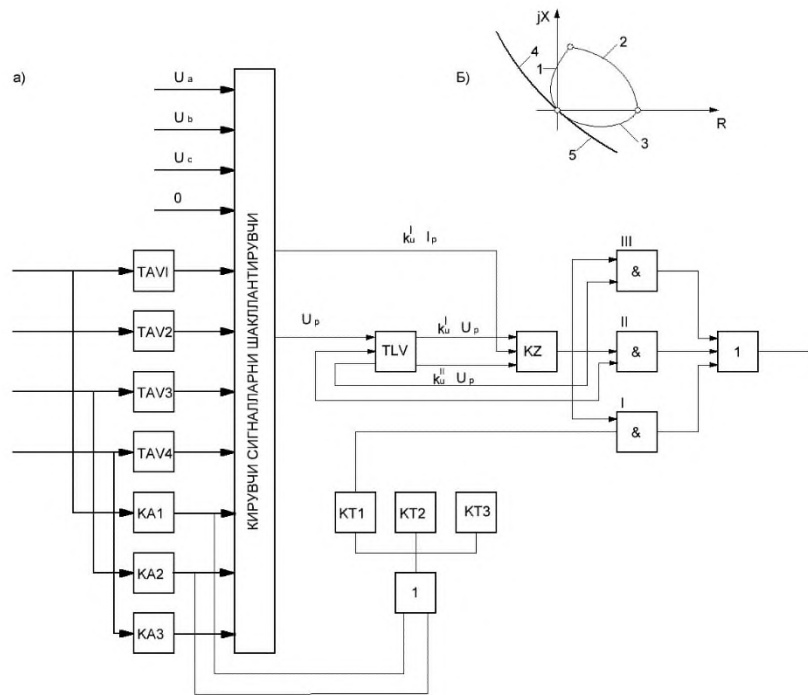
Жадвалда кўрсатилган ҳар қандай шикастланишларда қаршилиқ релесига айнан нисбатлари қисқа туташув сиртмоғи қаршилигига пропорционал бўлган электр катталиклар келтирилади.

Икки нуқтадан ерга қисқа туташув юз берган такдирда (бу жадвалда кўрсатилмаган) КА2 реле ишга тушади. Бунда масофавий органга унга мос келувчи фаза кучланишлари $I_p = I_\phi + kI_0$ ток келтирилади. Шунинг учун масофавий ҳимоя лоақал иккита масофавий органга эга бўлмоғи даркор. Бири биринчи ва иккинчиси -иккинчи поғона учун.

5.1-жадвал.

Шикастланган фазалар	Релеларни ишга	Тушиши	Қаршилик релесига	келтирилган ток ва Кучланиш
	Ток релелари	Оралик релелари	I_p	U_p
А-В-С	КА1, КА2, КА3	KL1, KL2	$I_a - I_c$	U_{ac}
А-В	КА1, КА2	KL1	$I_a - I_b$	U_{ab}
В-С	КА2, КА3	KL2	$I_b - I_c$	U_{bc}
С-А	КА1, КА3	KL1, KL2	$I_a - I_c$	U_{ac}

Биринчи зонадан ташқарида шикастланиш юз бергудек бўлса, ҳимояни битта масофавий орган орқали ҳам бажариш мумкин. Бунинг учун уни уставкасини автоматик тарзда биринчи поғонанинг ишга тушиш қаршилиги Z_{pu}^1 дан токи иккинчи поғонанинг ишга тушиш қаршилиги Z_{pu}^2 гача ўзгартира олиш имконияти яратилиши керак. Ҳудди шундай ҳимоялардан бири БРЭ-2701 бўлиб, у кучланиши 35кВ гача бўлган тармоқлар учун мўлжалланган. Бу ҳимояни функционал схемаси 5.7а расмда кўрсатилган. Масофавий орган К2 сифатида йўналтирилган қаршилик релесидан фойдаланилган. Вақт бўйича ҳаяллаш вақти органлари бўлган КТ1-КТ3лар билан биргаликда ҳимояни уч поғонали тавсифини шакллантиради. Йўналтирилган қаршилик релеси фақатгина биринчи ва иккинчи зоналар оралиғида шикастланишлар юз бергудек бўсагина ўзларини масофавий орган сифатида намоён қилишлиги мумкин. Бунда унинг тасвири 5.7б-расмда кўрсатилган кўринишга эга бўлади.



5.7-расм. БРЭ-2701 типдаги ҳимоя комплектини функционал схемаси(а) ва тавсифи (б)

Тавсиф учта ёйдан (1, 2, 3) иборат. Чунки зонада шикастланиш бўлса, қаршилик релесининг тавсифи автоматик тарзда йўналтирилган қувват релеси тавсифига айланади. Расмда у 4 ва 5 тўғри узатиш тармоқларлар билан чегараланган. Шундай қилиб, учинчи поғона йўналтирилган максимал ток ҳимоясига айланади.

Таъсир этувчи катталикларни шакллантиргичнинг киришига фаза кучланишлари U_a , U_b ва U_c ҳамда кучланишлар k, I_a , k, I_b , k, I_c лар узатилган. Бу параметрлар фаза тоқларига ҳамда ноль кетмакетлик тоқига пропорционалдир. Шакллантиргични ишини ишга тушириш органлари вазифасини бажарувчи КА1-КА3 ярим ўтказгичли ток релелари бошқаради. Қисқа туташувнинг турли ҳил кўринишларида шакллантиргични фаолиятини 5.2-жадвалдан тушиниб олиш мумкин.

Масофавий органга ҳар қандай ҳолда ҳам U_p ва $k_i I_p$ узатилади. Уларни нисбати қисқа туташув сиртмоғининг қаршилигига пропорционалдир. Масофавий органнинг уставкасини дастлабки ҳолатига биринчи поғона мос келади: $Z_{pu}^I = k_u^I U_p / k_\tau I_p$. Ҳимоя (5.7-расм) қуйидагича фаолият кўрсатади. Ҳар қандай шикастланган зонада унга мос бўлган ишга тушириш органлари

ҳаракатга келади ва ЁКИ мантиқий элементи ҳаяллаш вақти органлари КТ1-КТ3ни ишга туширади.

Агар қисқа туташув бирини зонада бўлса у ҳолда масофавий орган К2 ишлайди. Ҳаяллаш вақти ўз ишини бажариб бўлгач (КТ1), биринчи поғонадан мантиқий элемент ВА1 орқали ва чиқиш мантиқий элемент ЁКИ томонидан ўчиргични узиш таъминланади.

5.2-Жадвал

Шикастланиш тури	Шикастланган фазалар	Ишга тушадиган ток релеси	Шаклландиган таъсир этувчи киришдаги катталиклар	
			$k_I I_p$	U_p
У фазали ҚТ	АВС	КА1,КА2	$k_I(I_a - I_c)$	U_{ac}
Икки фазали ва $U=0$ даги иккиланган ҚТлар	АВ	КА1	$k_I(I_a - I_b)$	U_{ab}
	ВС	КА2	$k_I(I_b - I_c)$	U_{ac}
	СА	КА1,КА2	$k_I(I_a - I_c)$	U_{ac}
$I_0 \neq 0$ ҳолдаги турли тармоқларлардаги ҚТлар	А	КА1,КА3	$k_I(I_a + kI_0)$	U_a
	В	КА3	-	-
	С	КА2, КА3	$k_I(I_c + kI_0)$	U_c

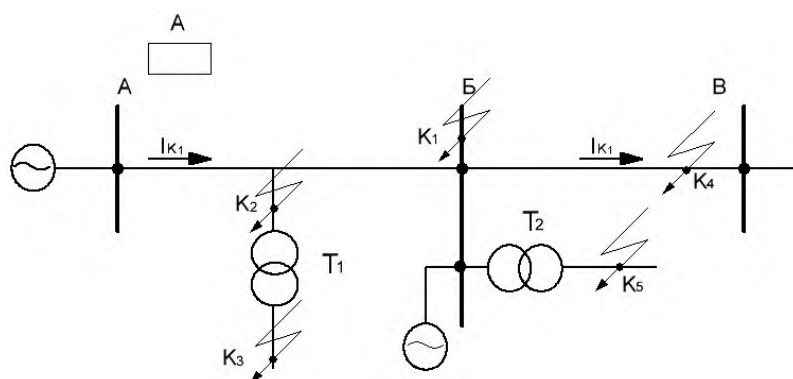
Иккинчи зонада шикастланиш юз берганида, масофавий орган фақатгина ҳаяллаш вақти органи бўлган КТ2 томонидан, уни уставкаси ўзгартирилган кейингина, иккинчи поғонада ишга тушиши мумкин. Ишга тушилганида КТ2 орган қайта улаш курилмасига таъсир кўрсатади, у эса ўз навбатида оралик трансформатори TLV ($Z_{pu}^{\parallel} = k_u^{\parallel} U_p / (k_I I_p)$)ни трансформация коэффициентини ўзгартиради ҳамда масофавий орган билан биргаликда мантиқий элемент ВАII ва чиқишдаги мантиқий элемент ЁКИ билан ўчиргични узади. Агар шикастланиши ҳимояланаётган зонадан ташқарида юз берса, у ҳолда худди олдинги ҳолатдагидек, КТ2 орган ишга тушганида масофавий орган иккинчи поғона уставкасига соланади, аммо ишга тушмайди. Бу ҳолда ҳимоя учинчи поғона ҳаяллаш вақтига эга бўлган йўналтирилган максимал ток ҳимояси каби фаолият кўрсатади.

Чунки учинчи поғона ҳаяллаш вақти органи КТЗ ишга тушгач масофавий органнинг тавсифи йўналтирилган қувват релеси тавсифига айланади.

5.4. Масофавий ҳимоянинг ишга тушиш параметрларини танлаш

Масофавий ҳимоянинг параметри бўлиб, *ишга тушиш қаршилиги ва ҳаяллаш вақти саналади*. Поғонасимон тавсифга эга бўлган ҳимояларда эга бўлади. Ишга туширувчи қаршилиқни қийматини танлаб олишда қуйидаги омилларни ҳисобга олиш шарт: шикастланган ердаги ёйнинг ўтиш қаршилиги R_{ϵ} ; оралик нимстанциядан келаётган озиклантирувчи тоқларни; ягона узатиш тармоқларларни иккита параллел линиялар билан туташувини; ток ва кучланиш трансформаторларини ҳатоликларини ва ҳоказо. Санаб ўтилган омиллардан баъзилари (масалан R_{ϵ} нинг мавжудлиги) Z_p ни катталаштириши, бошқалари эса (тоқларни тармоқланиши) - уни камайтириши мумкин. Қаршилиқ релеларида бўлиши мумкин бўлган хатоликлар четлаштириш коэффициентини мос келувчи қийматларини танлаб олинаётганда ҳисоблаш формулаларида инобатга олинади.

Поғонасимон тавсифли ҳимоянинг ишга тушиш параметрларини танлаш. 5.8-расмда кўрсатилган тармоқ мисолида А нимстанциясига ўрнатилган уч поғонали ҳимояни параметрларини танлаш кўриб чиқилади.



5.8-расм. Поғонали характеристикали масофавий ҳимоянинг мослашувчанлик схемаси.

Биринчи поғона. Биринчи поғонанинг қаршилиги $Z_{ишA}^I$ шундай танлаб олиниши керакки, унинг бу қийматларида

масофавий орган қуйидаги жойларда ҚТ бўлганида ишламаслиги жоиз:

-Қарама-қарши нимстанция Б шиналарида (К₁нуктада); бунинг учун

$$Z_{иш A}^I \leq k_{чег}^I Z_l \quad (5.1)$$

килиб қабул қилиниши керак; -Т1трансформаторни уланиш жойида (К₂нуктада); Агар у ўчиргич орқали уланган бўлса ва ўзининг

$$Z_{иш A}^I \leq k_{чег}^I Z_{ўч} \quad (5.2)$$

шарти бўйича тезкорлик билан ишловчи ҳимояси билан уланган бўлса;

-Т1 трансформатордан кейин, агар у (К₃ нуктага)ўчиргичсиз уланган бўлиб

$$Z_{иш A}^I \leq k_{чег}^I (Z_{ўч} + Z_T) \quad (5.3)$$

га мос бўлса (Z_л ва Z_т комплекс катталикларнинг ўртасидаги фарқни ҳисобга олмасдан);

(5.1) - (5.3) ифодаларда Z_л - ҳимояланаётган АБ тармоқларни қаршилиги; Z_{ўч}-ҳимоя ўрнатилган жойдан то Т1 трансформатор уланган нуктагача бўлган тармоқлар участкаси қаршилиги; Z_т - Т1 трансформаторнинг қаршилиги; k_{чег}^I = 0.8 ÷ 0.85

Юқори кучланишли томонида ўчиргич бўлмаётган тармоқланган тармоқларлар учун Z_{иш A}^Iни (5.1) ва (5.3) формулалар бўйича олинган қийматидан кичикроқ қиймати қабул қилиб олинади, ўчиргич орқали тармоқланган тармоқларларда эса асосий аниқловчи бўлиб (5.2) формула саналади. Биринчи поғона, қоидага кўра, ҳаяллаш вақтисиз амалга оширилади, яъни t_A^I = 0.

Иккинчи поғона. Иккинчи поғонанинг масофавий органи аралаш тармоқларларни ҳимоясини биринчи зонасини охирида (К₄ нуктада) ва Т2 трансформатордан кейин қабул қилувчи нимстансияда (К₅ нуктада) қисқа туташув бўлса ишламаслиги керак. Шунга мос ҳолда биринчи поғонанинг ишга тушиш қаршилиги

$$Z_{иш A}^I \leq k_{чег}^{II} [Z_l + k_{чег}^I (Z_{иш B}^I / k_{р.л})] \quad (5.4)$$

$$Z_{\text{иш А}}^I \leq k_{\text{чег}}^{II} \left[Z_{\text{л}} + (1 - \Delta n_{\text{max}}) \left(\frac{Z_{\text{т}}}{k_{\text{р.л}}} \right) \right] \quad (5.5)$$

Ифодалар орқали аниқланган қаршиликлар қийматларидан кичик қийматни қабул қилиб олинади.

(5.4 ва 5.5) формулаларда қуйидагича белгилашлар киритилган: $Z_{\text{иш Б}}^I$ - БВ аралаш тармоқларнинг ҳимоясини биринчи поғонасини ишга тушиш қаршилиги; $Z_{\text{т}}$ - нимстансия Б даги энг қудратли трансформатор Т2 нинг қаршилиги; $\Delta n_{\text{т max}}$ - трансформация коэффицентини уни ростланиши билан боғлиқ бўлган максимал нисбий оғиши; $k_{\text{чег}}^I$ чегаралаш коэффиценти бўлиб, у $Z_{\text{иш Б}}^I$ ни ишга тушиш қаршилигини хатолигини ҳисобга олади; $k_{\text{чег}}^I - 1.0$; $k_{\text{р.л}}$, $k_{\text{р.т}}$ - шикастланиш жойидаги тоқларни (ёки $I_{\text{КТ}}$ ни) ва ҳимоя ўрнатилган жойидаги ($I_{\text{К1}}$) тенг эмаслигини ҳисобга олувчи коэффицент

$$k_{\text{р.л}} = I_{\text{К1}}/I_{\text{К2}}, k_{\text{р.т}} = I_{\text{К1}}/I_{\text{КТ}}$$

Иккинчи поғонанинг ҳаяллаш вақти $t_{\text{А}}^{II}$ БВ тармоқлардаги масофавий ҳимоянинг биринчи ишга тушиш поғонасини ишлаш вақти $t_{\text{В}}^I$ дан ва Б нимстансия трансформаторнинг тезкор ҳимоясини ишга тушиш вақти $t_{\text{т}}$ дан бир поғонага, танловчанлик учун, каттароқ қилиб танланади. Ҳимоянинг иккинчи поғонаси сезгирлик бўйича қўйиладиган шартларни бажармоғи керак. $k_{\text{с}}^{II} = Z_{\text{иш А}}^{II}/Z_{\text{А}} = 1,25$ бўлиши етарли саналади. Сезгирлик етарлича бўлмай, қўйилган талабга жавоб бермаса $Z_{\text{иш А}}^{II}$ катталаштиради. БВ тармоқларнинг масофавий ҳимоясини иккинчи поғонасида қисқа туташув бўлса ортиқча ишга тушиб кетиш имкониятларини баргараф этиш учун ҳаяллаш вақтини $t_{\text{А}}^{III} = t_{\text{В}}^{II} + \Delta t$ вақтга узайтирилади.

Учинчи поғона. Учинчи поғонанинг ўлчов органи бўлиб ҳимоянинг ишга тушириш органи ҳисобланади. Ишга тушириш органининг ток релесини ишга тушиш токи қийматини йўналтирилган максимал ток ҳимояси релеси учун аниқлангани каби топилади. Йўналтирилган қаршилик релеларининг фойдаланилиб ишга тушириш органи бажармаётганида, электр моторларини ўз - ўзини ишга туширишларини ҳисобга олиб туриб бўлиши мумкин бўлган минимал қаршиликдан чегаралаш амалга оширилади.

$$U_{\text{ишч min}} / [\sqrt{3} I_{\text{ишч max}} k_{\text{чег}} k_{\text{к}} k_{\text{ўз иш}} \cos(\varphi_{\text{ишч}} - \varphi_{\text{р max}})] Z_{\text{иш A}}^{\text{III}} = \quad (5.6)$$

Охирги формулада: $k_{\text{к}} > 1$ - минимал қаршилик релесини қайтиш коэффиценти ; $k_{\text{ўз иш}}$ - ўз-ўзини ишга тушириш ишга тушириш коэффиценти бўлиб, $Z_{\text{р}}$ ни электр моторлари ўз-ўзини ишга туширишлари пайтида токни ортишини ва кучланишни камайиши ҳисобига пасайиб кетишини ҳисобга олади. $\varphi_{\text{ишч}}$ - фазалар ўртасидаги $U_{\text{ишч min}}$ ва $I_{\text{ишч max}}$ бурчак силжиши; $\varphi_{\text{р.max}}$ - максимал сезгирлик бурчаги. У тармоқлар қаршилиги бурчаги $\varphi_{\text{л}}$ га тенг деб қабул қилинади.

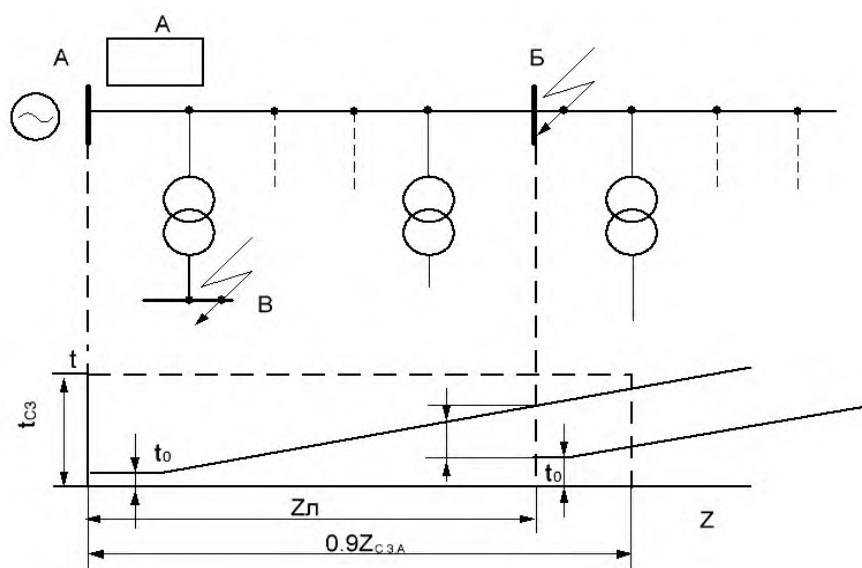
(5.6) формула бўйича аниқланган $Z_{\text{иш A}}^{\text{III}}$ нинг қиймати доиранинг диаметрини ифодалаб (3.33б-расмга қаранг)ҳимояни ишга тушиш тавсифини билдиради. Ишга туширувчи релелар билан ҳимоя қилиш учун қаршилик устафкасини (5.6) дан аниқланади. Бунинг учун $\varphi_{\text{ишч}} - \varphi_{\text{р.max}} = 0$ шарт асос бўлади. Бунда $Z_{\text{иш A}}^{\text{III}}$ координаталар бошидан бошланган радиуси бўлади (3.33а -расм).

Учинчи поғонанинг ҳаяллаш вақти $t_{\text{A}}^{\text{III}}$ ни, йўналтирилган ток ҳимоялари каби, қарама - қарши поғонасимон тамойил бўйича аниқланади. Учинчи поғона ҳам кераклича сезгирликка эга бўлиши шарт. Қисқа туташув бўлганида ҳимояланаётган тармоқларнинг охирида $k_{\text{с}}^{\text{III}} \geq 1.5$ бўлиши керак. Аралаш элементларни охирида шикастланиш бўлса, $k_{\text{с}}^{\text{III}} \geq 1.2$ бўлишлиги мақсадга мувофиқдир. Бундай сезгирлик коэффицентиға эга бўлишлик учун қатор ҳолларда, қаршиликни ишга тушириш органларини мураккаб тавсиф бўйича ишлайдиганларини (масалан учбурчак шаклида) олишга ва фойдаланишга тўғри келади.

Узатиш тармоқларли боғлиқликка эга бўлган ҳимояни ишга тушиш параметрларини танлаш. Кучланиши 6 - 20 кВ бўлган узатиш тармоқларлар учун ДЗ - 10 - У2 намунасидаги бир тизимли тўла қаршиликни йўналтирилмаган масофавий ҳимояси ишлаб чиқарилади. Ҳимоя даставвал қишлоқ ҳудудларида тармоқда заҳираланган кўп маротаба сексиялаштирилган радиал тармоқларларда қўлланилади. Ҳимоянинг ишга тушириш органи бўлиб уч фазали тўла қаршилик релеси саналади. Масофавий орган ҳам уч фазали қилиб бажарилган. У шикастланиш жойининг узоқ ёки яқин масофада эканлигига узатиш тармоқларли равишда боғлиқ

бўлган ҳаяллаш вақти билан ишлайди, яъни ҳимоя бўғинларидаги қаршилиққа боғлиқ. (5.9-расм). Бу эса ҳимоя параметрларини танлаб олишда бир нечта қўшимча талабларни қўйишни тақозо этади.

ДЗ - 10 - У2 ҳимояда аниқ ифодаланган поғоналар йўқ . У моҳиятан бир поғонали ҳимоядир. Шунинг учун уни параметрларини танлаш $Z_{х,и}$ ни ишга тушиш қаршилигини ва ишга тушиш вақтини ҳисобий уставкасини аниқлаш орқали амалга оширилади.



5.9 - расм. Масофавий ҳимояни мужассамланган тавсифлар билан мослаштирилиши

Ишга тушиш қаршилигини танлаш. Ҳимоянинг ишга тушиш қаршилиги $Z_{иш А}$ куйидаги тарзда амалга оширилади. Сезгирлик коэффиценти $k_c=1.5$ ни таъминлаш учун, қисқа туташув пайтида тармоқларни охири учун $Z_{иш А}=1.5 Z_{л}$ деб қабул қилинади. Юкланиш режимдан четлатиш учун $Z_{иш А}$ (5.6) дан ($\varphi_{ишч} - \varphi_{р.мах} = 0$) шарт бўйича аниқланади. Трансформатордан кейинг тармоқларидаги қисқа туташувдан четлаштириш учун (5.3) шарт фойдаланилади. Аралаш участканинг масофавий ҳимояси билан мослаштириш учун $k_{чег}=0.85$ бўлганида

$$Z_{иш А} = k_{чег} (Z_{л} + Z_{иш Б}) \quad (5.8)$$

шарт бажарилиши керак.

Релени қаршилиқ бўйича уставкаси Z_y ҳисобий иккиламчи қаршилиқ

$$Z_{\text{иш р}} = (\kappa_1/\kappa_u)Z_{\text{иш х}} \quad (5.8)$$

каби аниқланади.

Ишга тушиш вақтини уставкасини танлаш. Ҳимояни ишга тушиш вақти $t_{\text{иш х}}$ қаршилик Z_x билан унинг бўғинларидаги муносабат $t_{\text{иш х}} = \alpha Z_x$ орқали боғлиқдир. Охириги ифодада α - тавсифни оғишини тавсифловчи коэффициент (5.8 - расм). Ҳимоянинг ҳисобий уставкаси $t_{\text{иш х}} = 0.9 \alpha Z_{\text{иш.х}}$ каби аниқланади. Шунинг учун танлаб олинган $Z_{\text{иш.х}}$ да $t_{\text{иш.х}}$ ни ҳисоблаш коэффициент α ни аниқлашга олиб келади. Масофавий ҳимоялар ўзаро мослаштирилганида коэффициент $\alpha \geq (t_0 + \Delta t)/Z_l$ бўлади.

Шундай қилиб,

$$t_{\text{иш.х}} = 0.9 (Z_{\text{иш.х}}/Z_l)(t_0 + \Delta t). \quad (5.9)$$

Агар

$$Z_{\text{иш.х}}/Z_l = 1.5,$$

у ҳолда

$$t_{\text{иш.х}} = 1.35(t_0 + \Delta t)$$

бўлади.

Коэффициент α ни аниқлашда, агар зарур бўлса, ҳимоя тавсифларини тармоқланган нимстансияларни кудратлироқ трансформаторларини сақлагичларини ҳимоя тавсифлари билан мослаштирилади. Ундан ташқари, кўриб чиқиладиган тармоқларгача ва ундан кейин жойлашган аралаш участкаларида яна масофавий ҳимоя тавсифларидан фарқ қиладиган тавсифларга эга бўлган ток ҳимоялари ҳам ўрнатилган бўлиши мумкин. Масофавий ҳимояни тавсифларини сақлагичлар ва максимал ток ҳимоялари тавсифлари билан мослаштириш усуллари [68] адабиётда берилган. Ҳозирда амалда энг замонавий микропроцессорли масофавий ҳимоялардан фойдаланилади (5.10-расм).

5.11-расмда тезкорлик билан фаолият кўрсатувчи масофавий ҳимоялар турлари кўрсатилган.



5.10-расм. Микропроцессорли масофавий химоянинг умумий кўриниши.



а)



б)

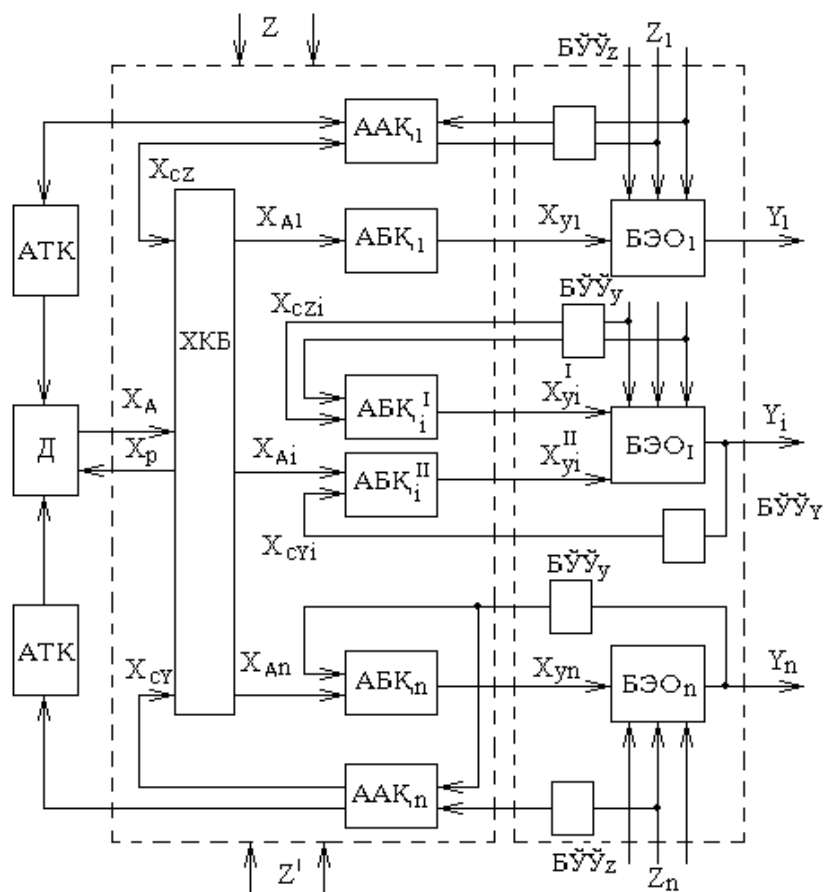
5.11-расм. Тезкорлик билан фаолият кўрсатувчи масофавий химоялар турлари

6-БОБ. ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАР ИШ РЕЖИМЛАРИНИ УЗЛУКСИЗЛИГИНИ ТАЪМИНЛАШДА ВА ҲИМОЯЛАШ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ВА АВТОМАТИКА ҚУРИЛМАЛАРИ

6.1. Электр энергиясини ишлаб чиқариш ва ундан фойдаланиш жараёнларини автоматлаштириш тўғрисида умумий тушунчалар

Электрэнергетикаси тизимининг иш жараёнини бошқариш, энерготизимни диспетчерлик (Д) автоматик бошқаруви билан, амалга оширилади. Автоматлаштирилган бошқарув, бошқарилаётган электроэнергетик объектлар, уларнинг иш ҳолатлари, иш режимлари, технологик режим параметрлари ва турли шикастланиш ҳолатларини келтириб чиқарувчи негатив таъсирларни ўлчаш, қайта ишлаш ва таҳлил этиш асосида амалга оширилади. 6.1-расмда электрэнергияси ишлаб чиқариш жараёнини автоматлаштирилган диспетчерлик бошқарувини функционал схемаси келтирилган.

Бошқарилаётган электроэнергетик объектларни (БЭО) технологик режим параметрлари бирламчи ўлчовчи ўзгартиргичлар ($B\ddot{U}\ddot{U}_y$) билан ўлчанади ва электр сигналлар кўринишида автоматик бошқарув қурилмаларига (АБК) узатилади. БЭО ларга турли негатив таъсирлар (қисқа туташувлар, қувват балансларини бузилиши ва бошқалар) эса, негатив таъсирларни бирламчи ўлчовчи ўзгартиргичлари $B\ddot{U}\ddot{U}_3$ билан қайд этилади ва электр сигналлар кўринишида юқори частотали алоқа каналлари бўйича автоматик ахборот қурилмаларига (ААҚ) узатилади. ААҚ лардан Электр сигналлари кўринишидаги ахборотлар ҳисоблаш комплексини бошқариш (ХКБ) қурилмасига ва ахборотни тасвирлаш қурилмасига АТҚ узатилади. Ахборотлар АТҚ да диспетчерга тушунарли бўлган шаклда ва диспетчер қандай хатти ҳаракат қилиши тўғрисида (йўриқнома) намоён бўлади. ХКБ қурилмаси дастурий топшириқ (X_d) билан таъминланади.



6.1-Расм. Электр энергиясини ишлаб чиқариш жараёнини автоматлаштирилган диспетчерлик бошқарувни функционал схемаси. Z -негатив таъсирлар. $Б'У'У$ -бирламчи ўлчовчи ўзгартиргич. $ААҚ$ -автоматик ахборот қурилмаси. $БЭО$ -бошқарилаётган энергетик объект. $АБК$ -автоматик бошқариш қурилмаси. $АТҚ$ -ахборотни тасвирлаш қурилмаси. $Д$ -диспетчер. $ХКБ$ -хисоблаш комплексини бошқариш. $Х_д$ -дастурий топшириқ. $Х_р$ -ахборотни қайта ишлаш натижаси киймати (диспетчер учун юрикнома). $Х_у$ -бошқарув таъсири. $Х_с$ -ахборот манбаси сигнали. $Й_n$ -технологик режим параметрлари.

БЭО лардан узатилаётган ахборотлар (ахборот манбаси сигналлари X_c), АБК ларида дастурий топшириқ $X_{ди}$ лар асосида таҳлил этилиб, БЭО ларнинг ижро механизмларини бажарувчи органларига таъсир сигналларини ($X_{y1} \dots X_{yn}$) ишлаб чиқади ва бошқарув таъсирини кўрсатади. Маълумки, кўпинча автоматлаштирилган бошқарув қурилмаларида, ахборот манбасидан олинган сигналлардан ($X_{c_{yi}}, X_{c_{zi}}$) фойдаланилади.

АБҚ да ишлатилаётган ахборот тури билан БЭО биргаликда очик, ёпиқ ва комбинациялашган автоматик бошқариш тизимини вужудга келтиради. Очик автоматик бошқариш схемасида дастурли автоматик қурилмалардан фойдаланилади ва улар негатив таъсирлар бўйича ишлайди. Ёпиқ автоматик бошқариш схемаларида бошқарилаётган энерготизим технологик режим параметрлари тўғрисида олинган ишчи ахборотлар тескари алоқа занжири орқали узатилади. ХБК, ААҚ ва АБҚ биргаликда автоматик бошқариш тизимини вужудга келтиради. Электрэнергиясини ишлаб чиқиш, узатиш ва тақсимлаш жараёнларининг бошқаришни автоматлаштириш воситалари Электроэнергетик тизимни нормал иш режимларини автоматик бошқариш ва шикастланишга қарши автоматик қурилма воситаларига бўлинади.

Электроэнергетик объектларни нормал иш режимларини автоматик бошқариш қуйидагиларни таъминлайди:

- Трубогенераторларни автоматик ишга тушириш ва синхрон генераторни параллел ишлашга улаш, яъни синхронлаш;
- Синхрон генераторларни реактив қувватини ва электр станция шиналаридаги кучланишни номинал қиймати автоматик равишда ушлаб туриш;
- Синхрон ишлаётган генераторларни айланиш частотасини ўзгармас қийматида автоматик ушлаб туриш;
- Электроэнергетик объектларни тасодифий ўзгарувчан электр юкларини электр станциялар орасида ва электр станцияларни электроэнергетик блоклари орасида оптимал тақсимлаш.

Шикастланишга қарши автоматика қуйидаги технологик режим параметрларини хавфли ўзгаришларини бартараф этади:

- Кучланишни пасайиши ва ортишини автоматик чегаралаш;
- Частотани пасайиши ва ортишини автоматик чегаралаш.

Уни асосий вазифаси - қувватлар баланси бузилишларини пасайтириш, уни тўлиқ тикланишига эришиш ва технологик режим параметрларини номинал қийматгача тиклашдир.

Кейинги пайтларда автоматик бошқариш тизимига микропроцессорларни киритилиши билан электр станциялари умумий тизимнинг подстанциялар тугунлари ва юқори кучланишли электр узатиш магистралларни электроэнергетик блокларини иш

режимларини комплекс автоматик бошқариш тизимлари ишлаб чиқилмоқда.

6.2. Автоматика қурилмаларининг вазифалари

Ушбу дарсликнинг кириш қисмида айтиб ўтилганидек, реле ҳимояси, автоматика телекоммуникациянинг бир қисмидир. Фақат реле ҳимоясининг ўзи электр таъминотининг ишончлилиги ва узлуксизлигини таъминлай олмайди. Бу вазифани бажариш учун кўпчилик ҳолларда реле ҳимояси ва автоматика қурилмалари биргаликда ишлайди.

Автоматик қурилмаларининг асосий вазифалари:

1) истеъмолчиларнинг юқори сифатли ва арзон электр энергияси билан узилишларсиз таъминлаш.

2) шикастланишнинг олдини олиш, ёки шикастланиш оқибатларини камайтириш:

3) электр энергиясини энерготизимнинг айрим қисмлари орасида тақсимлаш ва бошқалар.

Электр таъминоти тизимларида қўйидаги тизим автоматика қурилмалари қўлланилади:

1) автоматик қайта улаш (АҚУ)

2) резервни автоматик улаш (РАУ)

3) автоматик частотавий енгиллаштириш (АЧЕ)

4) генераторларнинг қўзғатиш токини ва кучланишни автоматик ростлаш ва бошқалар.

Булардан ташқари нормал режим шароитида ишлатиладиган автоматик қурилмалари: электр моторларни автоматик улаш; компенсация қурилмаларини автоматик улаш ва узиш; генераторларни автоматик синхронлаш қурилмалари қўлланилади.

6.3. Автоматик қайта улаш

Электр узатиш тармоқларларида кўпчилик шикастланишлар кучли шамол вақтида симларнинг бир-бирига тегиш, яшин тушиш натижасида изоляциянинг бузилиши, дарахтларни йиқилиши ва бошқа шунга ўхшаш сабаблар натижасида ҳосил бўлади. Бундай шикастланишларни кўпчилиги турғун эмас, тармоқлар тезлик билан узилгандан кейин ўз-ўзидан йуқолади. Агар тармоқлар қайта уланса, нормал ишлашда давом этади ва истеъмолчиларнинг электр таъминотида узилишларга йўл қўйилмайди. Қайта улаш, автоматик қайта улаш (АҚУ) қурилмаси ёрдамида, амалга оширилади.

АҚУ ишлагандан кейин тармоқларнинг нормал ишлаши **муваффақияти АҚУ дейилади**. Агар шикастланиш (қисқа туташув), турғун яъни ўз- ўзидан йўқолмайдиган бўлса, реле ҳимояси тармоқларнинг узгандан кейин АҚУ улайди, аммо қисқа туташув йўқолмаганлигини сабабли, реле ҳимояси тармоқларни яна узади. АҚУ иккинчи марта уламайди. Бундай АҚУ **муваффақиятсиз АҚУ дейилади**. Статистика маълумотларига кўра 60-75 % АҚУ лар муваффақиятли.

АҚУ қурилмаларига қўйиладиган талаблар қуйидагилардир:

1. Доимо ишлашга тайёр ҳолатда бўлиши керак ва ўчиргич шикастланиш натижасида узилганда ишлаши керак. Назоратчи персонал томонидан ўчиргич узилганда ишламаслиги керак.

2. Электр таъминотдаги узилишлар давомийлигини камайтириш учун, АҚУ қурилмасини ишлаш вақти, мумкин бўлган даражада минимал бўлиши керак. АҚУ нинг ишлаш вақти ($t_{АҚУ1}$) асосан ўчиргич электр юритмасининг улаш учун тайёрланиш вақти ва қисқа туташув содир бўлган жойдаги электр ёйини сўниш вақти билан белгиланади, амалда $t_{АҚУ} \geq 0,5 \dots 0,8$ с олинади.

3. АҚУ қурилмаси кўп марта қайтадан ишламаслиги керак. Асосан бир марта, ва фақат айрим ҳолларда, икки марта қайта улайдиган АҚУ лар қўлланилади. АҚУ фақат бир марта ишлаши учун унинг янгитдан ишлаш учун тайёрланиш вақти ($t_{АҚУ2}$) реле ҳимоясининг ишлаши вақтидан катта бўлиши керак. Амалда $t_{АҚУ2} = 15 \dots 25$ с олинади.



6.2-расм. АҚУ шкафининг умумий кўриниши (а) ва АҚУ (б) қурилмаси.

Икки каррали АҚУ учун, иккинчи қайта улашдан кейин ишлаш учун, тайёр ҳолатга қайтиш вақти $t_{АҚУ2}=60\dots100$ с олинади. 6.2-расмда автоматик қайта улагичнинг кўриниши ва у жойлашган шкаф кўрсатилган.

6.3.1. Автоматик қайта улаш қурилмаларининг схемалари

АҚУ қурилмалари механик ва электр АҚУ қурилмаларига бўлинади. Механик АҚУ қурилмалари ҳозирги вақтда камдан кам учрайди ва асосан эскитдан ишлатиб келинаётган айрим ўчиргичларнинг юкли ва пружинали юритмаларида мавжуд. Улар юритмага бириктирилган бевосита ишлайдиган релелар таъсирида ҳаяллаш вақтисиз ишлайди. Улар учун оператив ток манбаси ҳам зарур эмас. Лекин механик АҚУлар ишлаётган вақтда юритманинг ишлашига салбий таъсир қилувчи кучли зарбий механик юкламалар юзага келади. Механик АҚУнинг яна бир камчилиги унинг ҳаяллаш вақтига эга эмаслигидир.

Электр АҚУларда бундай камчиликлар йўқ. Улар ўзгармас, ёки ўзгарувчан (жумладан тўғриланган) оператив токда тайёрланиши мумкин

6.3.2. Ўзгарувчан оператив токли АҚУ қурилмалари

Агар ўзгарувчан оператив ток манбаси мавжуд бўлса, автоматик қайта улашни юкли ёки пружинали юритмага эга бўлган ўчиргичларда ҳам, амалга ошириш мумкин. Уларнинг бошқариш схемасида (6.2-расм) ҳар хил ёрдамчи контактлар бўлади. Юритманинг қандай элементлари билан алоқада бўлишига боғлиқ ҳолда, уларни қуйидаги уч гуруҳга бўлиш мумкин:

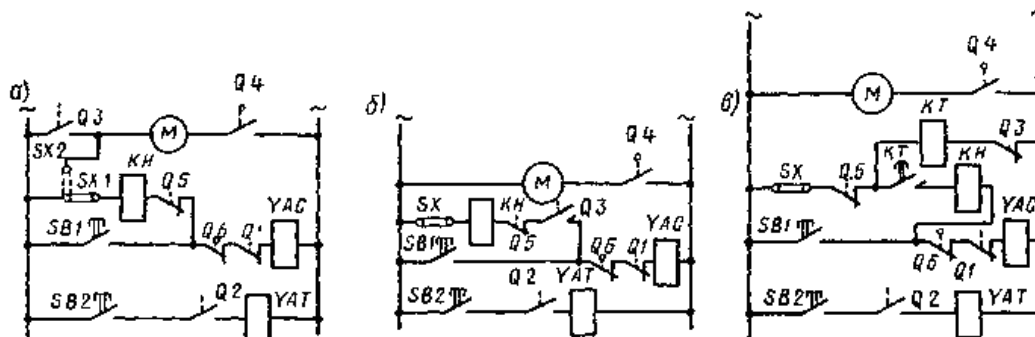
1-гуруҳ: контактларининг ҳолати пружинанинг ҳолати ўзгарганда ўзгаради. Масалан, виключателни улаш электромагнитини бошқарувчи Q.6 контакт пружина тўла тортилганда узилади, пружинанинг тортилмаган ҳолатида эса уланади. Яна бир шундай контакт Q.4 тескари тартибда ишлайди, яъни у пружина тўла тортилганда узилади, пружинанинг тортилмаган ҳолатида эса уланади;

2-гуруҳ контактлари: (Q.1, Q.2, Q.3) юритманинг вали билан боғланган ва ўчиргичнинг ҳолати ўзгарганда уларнинг ҳолати ҳам ўзгаради;

3-гуруҳ контактларига шикастланиш контакти деб аталувчи Q.5 контакт киради. У ўчиргич уланганда уланади ва шундай ҳолатда қолади. Фақат ўчиргич оператив узилгандагина узилади.

Конкрет автоматика схемаларида юқорида келтирилган ёрдамчи контактларнинг баъзилари бўлмаслиги ҳам мумкин.

Агар схемада бир неча ўчиргичларнинг бошқариш занжирлари кўрсатилган бўлса, ўчиргичларга мос равишда, контактлар учун рақамли белгилашлар киритилади. Масалан . Q_2 ўчиргич учун $Q_{2.1}$, $Q_{2.2}$ ва х.к.



6.3-расм. Ўзгарувчан оператив токда бажарилган юкли ва пружинали юритмага эга бўлган АҚУ қурилмаларининг схемалари

6.3-расмда кўрсатилган схемаларда ҳамма ўчиргичларнинг ёрдамчи контактлари, ўчиргичларнинг асосий контактлари узилган ва уловчи пружинаси тўла тортилган ҳолатга, мос келадиган тарзда кўрсатилган. Пружина М электромотор ёрдамида тортилади. Пружина тортилаётган вақтда $Q.6$ контакт узилган ҳолатда бўлиши сабабли, ўчиргичнинг уланишига йўл қўйилмайди. Пружина тўла тортилганда $Q.6$ контакт уланади ва электромотор занжирига кетма-кет уланган $Q.4$ контакт узилади. Ўчиргични улаб-узиш учун SB1 ва SB2 тугмали ўчиргичлардан фойдаланилади. Дарҳол ишлайдиган АҚУ ни амалга ошириш учун SB1 ўчиргичнинг контактига параллел равишда шикастланиш контакти $Q.5$ уланади. Бунда қайта улаш, фақатгина ўчиргич реле химоясининг таъсирида узилгандан кейин, амалга ошиши мумкин.

Муваффақиятли АҚУ дан кейин ўчиргич уланган ҳолатда қолади. Агар АҚУ муваффақиятсиз бўлса накладка қўлда SX2 ҳолатга ўтказиб қўйилади. 6.3,а-расмда кўрсатилган схеманинг камчиликларидан бири қўлда бажариладиган операциянинг мавжудлигидир. Бундай камчиликни бартараф қилиш учун $Q.5$ ёрдамчи контактга кетма-кет ўчиргичнинг ёрдамчи импульс контакти $Q.3$ уланади (6.3,б-расм). Бундай контакт ПП-67 юритмада мавжуд.

Дарҳол ишлайдиган электр АҚУлар, механик АҚУлар сингари, айрим камчиликларга эга.

Масалан, улар ишлаётганда механик зарбалар вужудга келиб, юритманинг ишлашини қийинлаштиради. Бундан ташқари, уларда токсиз пауза жуда кам (0,2...0,3с) бўлганлиги сабабли, қисқа туташувлар сўниб улгурмаслиги мумкин. Бундай камчиликларни бартараф қилиш учун схемага вақт релеси КТ киритилади (6.3,в-расм).

6.3.3. Тўғриланган оператив токда бажарилган АҚУ қурилмаси

Тўғриланган оператив токда бажариладиган АҚУларда комплект қайта улаш релеси РПВ-358 ишлатилади (6.4-расм). Ушбу реле асосан қуйидаги элементлардан ташкил топган:

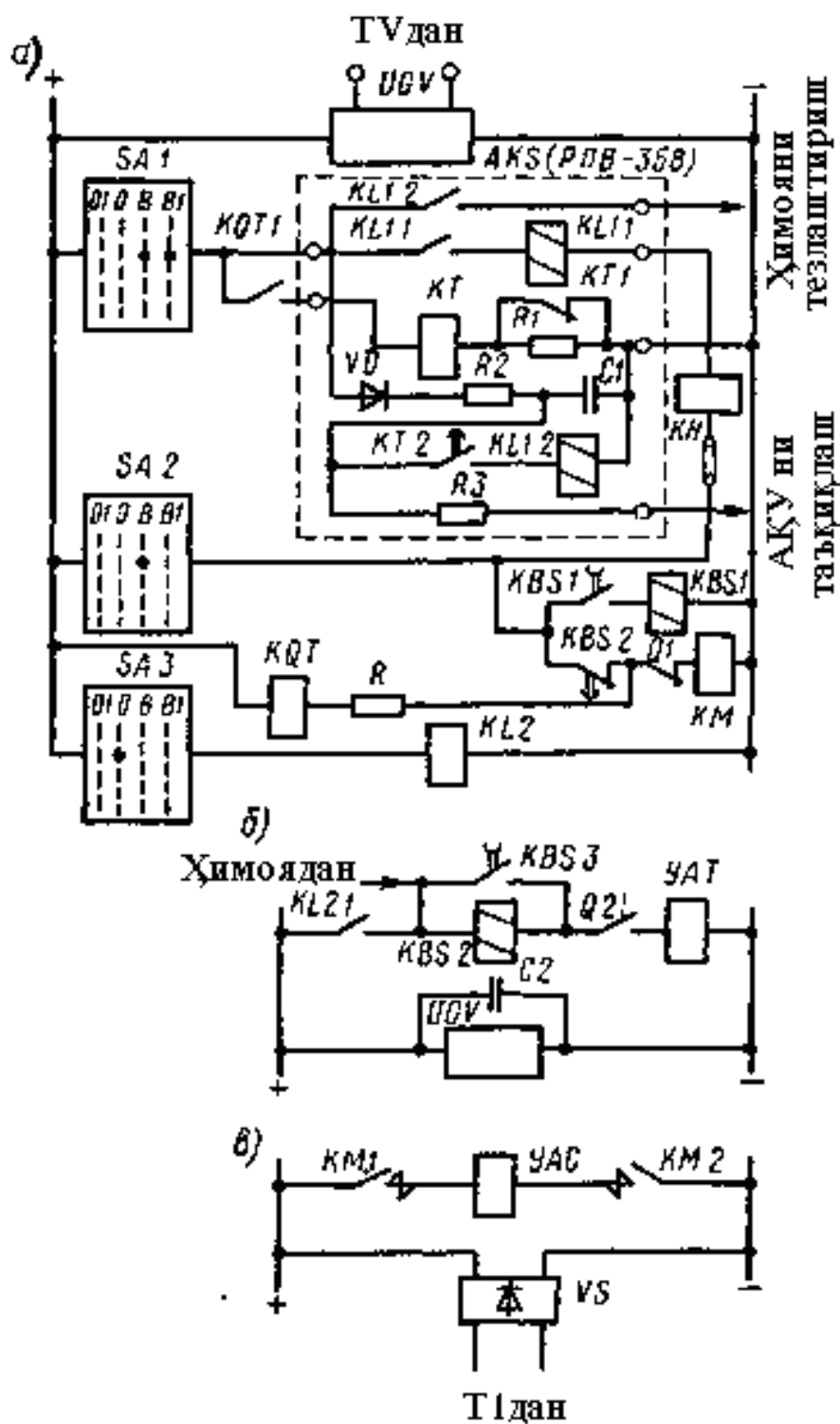
вақт релеси КТ, ҳаяллаш вақтини ҳосил қилади;

оралиқ реле КЛ1, у ток чўлғами КЛ1.1 ва кучланиш чўлғами КЛ1.2 дан иборат ва ишлаганда ўчиргичнинг улаш занжирини улайди;

конденсатор С1, унда КЛ1 реле ишлаши учун зарур бўлган энергия йиғилади. Бундан ташқари С1 конденсатор АҚУнинг фақат бир марта ишлашини таъминлайди;

резисторлар: R1 резистор вақт релесининг термик турғунлигини таъминлайди; *R2 резистор* С1 конденсаторнинг зарядланиш тезлигини чеклайди; *R3 резистор* С1 конденсаторни разрядлайди;

диод VD, таъминлаш ва зарядлаш блоки UGV да яқин қисқа туташув вақтида кучланиш пасайганда С1 конденсатор разрядланишининг олдини олади.



6.4-расм. Тўғриланган оператив токда бажариладиган АҚУнинг схемаси

Ўчиргичнинг узиш электромагнители YATни таъминлаш учун, таъминлаш ва зарядлаш блоки UGVнинг олдиндан зарядланган C2 конденсаторидан фойдаланилади (6.4-расм,б).

Схемага, узиш электромагнити ва РПВ-358 реленинг оператив занжирларини бир-биридан ажратиш учун, оралик реле KL2 киритилган. Улаш электромагнити YAC ўз эҳтиёж трансформатори дан қуввати катта тўғрилагич VS орқали таъминланади (6.4в-расм.).

Схема қуйидагича ишлайди. Ўчиргич ҳар қандай сабаб билан узилганда, унинг ёрдамчи контакти Q.1 уланиши сабабли, ўчиргич ҳолатининг релеси KQT ишга тушиб ўзининг АҚУ занжиридаги KQT.1 контактини улайди. Агар ўчиргич бошқариш калити SA ёрдамида узилмаган бўлса, унинг SA.1 контакти уланган ҳолатда қолади, яъни бошқариш калити ва ўчиргичнинг ҳолатлари бир-бирига мос келмайди. Вақт релеси КТ ишлаб, КТ.1 контактини дарҳол узиб, R1 резисторни улайди (ундан шунтни олиб ташлайди) ва ўзининг термик бардошлилигини таъминлайди. Вақт релеси КТнинг иккинчи контакти КТ.2 берилган вақтдан кейин, оралик реленинг KL1.2 чўлғамини олдиндан зарядланган C1 конденсаторга улайди. Конденсаторнинг разрядланиши натижасида KL1 реле ишлайди ва ўчиргични улаш контактори КМ нинг занжиридаги KL1.1 контактини улайди. Ушбу занжирга уланган оралик реленинг кетма-кет чўлғами KL1.1, релени ўчиргич тўла улангунча, ишлаган ҳолатда ушлаб туради. Агар АҚУ муваффақиятли бўлса, ўчиргич уланган ҳолатда қолади. Схема яна қайта ишлаш учун C1 конденсатор зарядланганда тайёр бўлади. Конденсаторнинг зарядланиш вақтини $t_{АҚУ2}=20\text{с}$. олинади. Бунда АҚУнинг фақат бир марта ишлаши таъминланади, чунки конденсатор фақат ўчиргич уланган ҳолатдагина зарядланиши мумкин.

6.4. Захирани автоматик улаш

Захирани (резервни) автоматик улаш (РАУ) қурилмаси, икки, ёки ундан ортиқ манбалардан таъминланиши мумкин бўлган истеъмолчиларнинг, ҳар қандай сабаб билан, асосий манбадан келаётган электр энергияси йуқолган вақтда, электр таъминотидаги узилишларга йўл қўймаслик мақсадида резерв манбани автоматик улаш учун хизмат қилади.

Истеъмолчилар учун икки ёки ундан ортиқ манба бўлганда, қисқа туташув тоқларини камайтириш, реле ҳимоясини соддалаштириш, кучланиш бўйича керакли режимни ҳосил қилиш, электр энергиясининг исрофларини камайтириш учун улар радиал схема бўйича фақат ўзларига бириктирилган истеъмолчиларга ишлаши мақсадга мувофиқ.

Лекин бунда электр таъминотининг ишончилиги пасаяди, чунки манба фақат битта бўлганлиги сабабли, унинг узилиши электр таъминотининг тўхташига олиб келади. Асосий манбадан узилган истеъмолчиларнинг электр таъминотини бошқа резерв манбага, РАУ қурилмаси ёрдамида автоматик улаш йўли билан, тиклаш мумкин.

Резерв манбалар яққол (6.5а-расм,), ёки яққол бўлмаган бўлиши мумкин (6.5б ва в-расм). Резерв манба 6.5а-расмда, Q1 ўчиргич узилгандан кейин РАУ қурилмаси ёрдамида, Q2 ўчиргични улаш йўли билан киритилади. 6.4б-расмда кўрсатилган схемада юклама учун G1 манба асосий ва G2 манба резерв, Ю2 юклама учун эса, G1 резерв ва G2 асосий ҳисобланади. Q1, ёки Q2 ўчиргичлардан бири узилганда, РАУ қурилмаси ёрдамида Q3 ўчиргич уланади. Худди шунга ўхшаш 6.5в-расмда, Q3 ёки Q4 ўчиргичлардан бири узилганда, Q5 ўчиргич уланади.

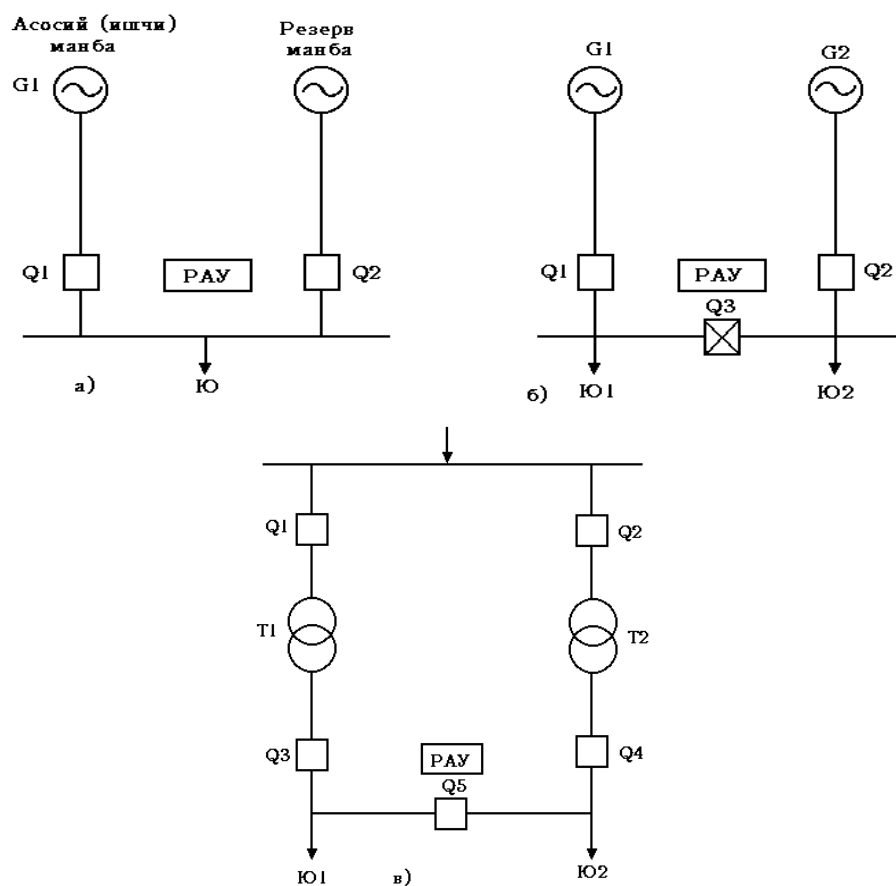
РАУ қурилмаларидан фойдаланиш амалиёти уларнинг юқори эффективликка эга ва муваффақиятли резервни автоматик улашлар сони 90% дан ортиқ эканлигини кўрсатди.

РАУ қурилмаларига қуйидаги асосий талаблар қўйилади:

1. Ишга тушиш учун доимо тайёр бўлиши керак;
2. Ишчи манба ҳар қандай сабаб билан узилганда ҳам резерв манба уланиши керак;
3. Қисқа вақт ичида ишлаши керак;
4. Фақат бир марта ишлаши керак, бу билан резерв манбани турғун қисқа туташувга кўп марта улашнинг олди олинади.

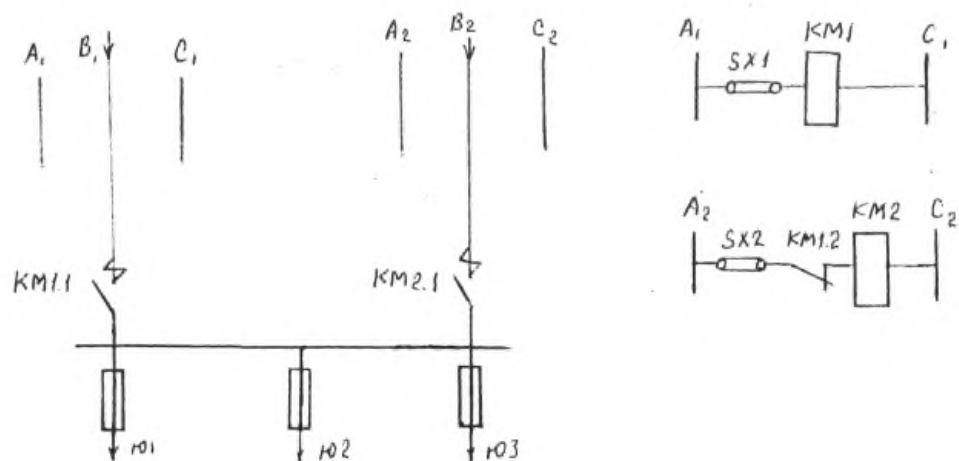
6.4.3. РАУ қурилмаларининг схемалари.

Электр таъминотининг схемаси, номинал кучланиши ва қўлланилган коммутацион аппаратларга боғлиқ ҳолда РАУ қурилмаларининг ҳар хил схемалари мавжуд.



6.5-расм. РАУ қурилмасига эга бўлган электр тармоқларининг схемалари

Кучланиши 1000 В гача бўлган электр тармоқларида қўлланиладиган, контакторлар ёрдамида бажарилган РАУ қурилмасининг схемаси, 6.6-расмда кўрсатилган. Нормал режимда Ю1, Ю2 ва Ю3 юкламалар, электр энергиясини КМ1 контакторнинг чўлғамига берилувчи тармоқлар кучланиши воситасида уланган КМ1.1 контактлар орқали ишчи манбадан олади. Ишчи манбада кучланиш йуқолганда, КМ1 контакторнинг асосий контактлари КМ1.1 узилади ва ёрдамчи контактори КМ1.2 уланади. Агар резерв манбада кучланиш бўлса, КМ2 контакторнинг чўлғамидан ток ўтиб, унинг КМ2.1 контакти уланади ва юкламалар резерв манбадан электр энергиясини ола бошлайди.



66-расм. Кучланиш 1000 В гача бўлган электр тармоқларида контакторлар ёрдамида бажарилган РАУ қурилмасининг схемаси

6.5.Частота бўйича автоматик юксизлантириш

Электромагнит юритмали ўчиргичга эга бўлган кучланиши 1000 В дан юқори электр тармоқларида қўлланиладиган схемалардан бири, 6.7-расмда келтирилган. Унда РАУ қурилмасининг ишга туширувчи органи сифатида, ишчи манбадан келадиган кучланиш йўқолганда ишлайдиган KV1 ва KV3 минимал кучланиш релелари ва резерв манбада кучланиш мавжудлигида ишлайдиган KV3 максимал кучланиш релеларидан фойдаланилган. РАУ қурилмасининг ишлашга бўлган трау ҳаяллаш вақти КТ вақт релеси ёрдамида ҳосил қилинади ва у реле ҳимоясининг ишлаш вақтидан катта бўлиши керак. Резерв манбанинг ўчиргичи Q2 уланиши учун, унинг YAC2 уловчи чўлғамидан маълум вақт ток ўтиб туриши керак. Бу вақт, контактлари узилган вақтда (қайтишда) ҳаяллаш вақтига эга бўлган KLT оралик реле ёрдамида, ҳосил қилинади. Нормал режимда Q2 узилган, Q1 эса уланган. Ўчиргич Q1 нинг Q1.1 ва Q1.2 ёрдамчи контактлари уланган, Q1.3 ёрдамчи контакт узилган . Оралик KLT реленинг чўлғамидан ток Q1.2 контакт орқали ўтиши сабабли унинг KLT.1 ва KLT.2 контактлари уланган ҳолатда бўлади. Ўчиргич Q2 нинг Q2.1 ёрдамчи контакти уланган ва улаш електромагнит YAC2 нинг занжири тайёр ҳолатда туради.

РАУ қурилмаси қуйидагича ишлайди. Подстанция шиналарида кучланиш йўқолганда KV1 ва KV2 минимал кучланиш

релелари ишлайди, уларнинг KV1.1 ва KV2.1 контактлари уланади, КТ вақт релеси ишга тушади.

Унинг КТ.1 контакти t_{pay1} га тенг бўлган вақтдан кейин уланади, КЛ оралиқ реленинг чўлғамидан ток ўтиб, унинг КЛ1 контакти Q1 ўчиргичнинг YAT1 узиш электромагнети занжирини улайди, Q1 ўчиргич узилади, унинг Q1.1 ва Q1.2 ёрдамчи контактлари ҳам узилади, Q1.3 ёрдамчи контакти эса уланиб, Q2 ўчиргичнинг YAC2 улаш электромагнети занжирини улайди, Q2 ўчиргич уланади.

РАУ қурилмасининг параметрларини ҳисоблаш қуйидагича бажарилади.

Ҳисоблашни 6.6-расмда кўрсатилган схема учун бажарайлик;

1) минимал кучланиш релелари KV1 ва нинг ишлаш кучланишлари

$$U_{\text{pu1}} = U_{\text{қол.к}} / (K_3 \cdot K_{\text{к}} \cdot U_u) \quad (6.1)$$

ва

$$U_{\text{pu1}} = U_{\text{қол.у.п.}} / (K_3 \cdot K_{\text{к}} \cdot K_u) \quad (6.2)$$

ифодалар ёрдамида ҳисобланади ва кичиги қабул қилинади. Юқоридаги формулаларда $U_{\text{қол.к}}$, $U_{\text{қол.у.п.}}$ - қисқа туташув вақтида, ёки моторларнинг ўз ишга тушиши вақтида кучланишнинг пасайган қийматлари; $K_{\text{к}}=1,25$ - қайтиш коэффиценти.

2) максимал кучланиш релеси KV2 нинг ишлаш кучланиши

$$U_{\text{pu2}} = U_{\text{иш.мин}} / (K_{\text{к}} K_3 K_u), \quad (6.3)$$

бу ерда $K_{\text{к}}=0,8$ - қайтиш коэффиценти; $K_3 = 1,1 \div 1,2$ - захира коэффиценти.

3) РАУ қурилмасининг ишлаш вақти, реле химоясининг $t_{\text{рхmax}}$ ишлаш вақтидан четлаштирилиши керак

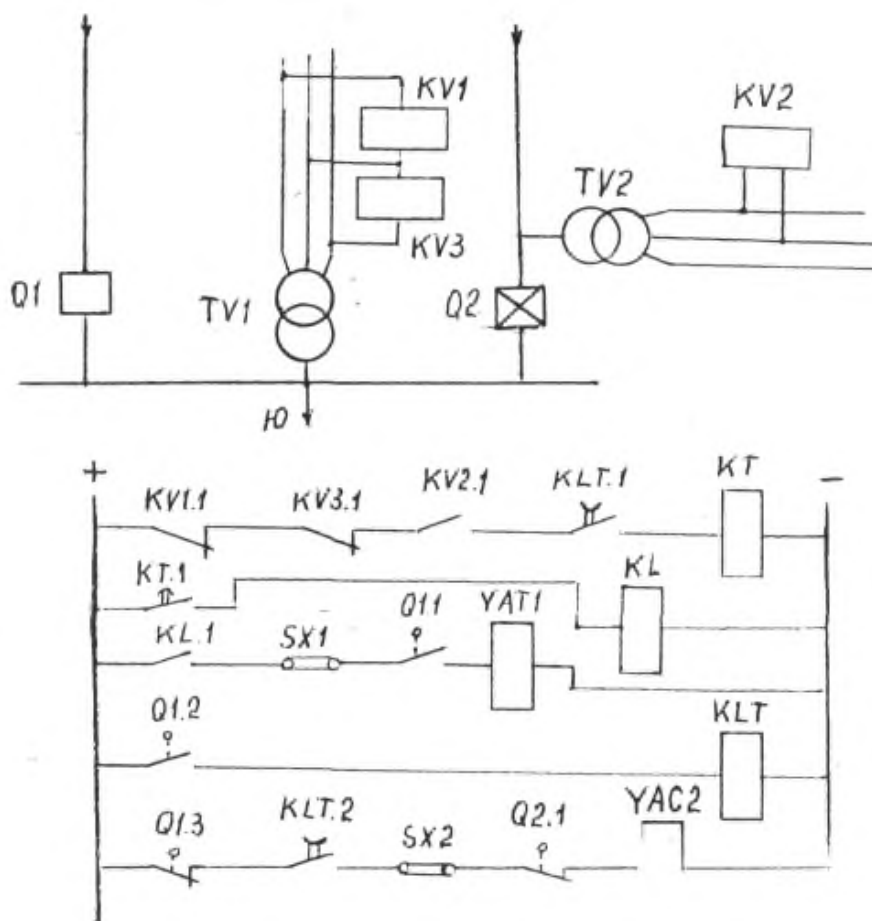
$$t_{\text{pay1}} = t_{\text{рх max}} + \Delta t, \quad (6.4)$$

бу ерда $\Delta t=0,6 \dots 2\text{с}$ - вақт поғонаси, вақт бўйича ўрнатмаси 9с гача бўлган релелар учун $\Delta t=0,6\text{с}$ ва 20с гача бўлган релелар учун $\Delta t=1,5 \dots 2\text{с}$.

4) резерв манба ўчиргичининг улаш электромагнитига таъсир қилиш вақти

$$t_{\text{рай2}} = t_{\text{бу}} + t_3$$

бу ерда $t_{\text{бу}}$ -Q2 ўчиргичининг уланиш вақти: $t_3=0,3...0,5\text{с}$



6.7-расм. Электромагнит юритмали ўчиргичга эга бўлган кучланиши 1000 В дан юқори электр тармоқларида қўлланиладиган РАУ қурилмасининг схемаси

Электр энергияни асосий сифат кўрсаткичи бу - унинг частотасини ўзгармаслигидир ($f=50\pm 0,1$ Гц). Частотани ўзгариши синхрон генераторлар қувватини камайиши, генераторни маълум бир қисмини ўчирилиши, ёки истеъмолчилар юкларларини ортиши сабабли вужудга келади. Истеъмолчилар юкларини ортиши генераторни катта юкланишда ишлашига олиб келади, натижада айланиш тезлиги камаяди, бу эса ишлаб чиқарилаётган электр энергияни частотасини камайишига олиб келади. Частотани номиналдан камайиши, ишлаб чиқарилган энергияни сифатини

пасайтиради. Номинал частотани тиклаш учун истеъмолчиларни бир қисмини узиб қўйиш керак бўлади. Истеъмолчиларни бундан автоматик равишда узиб қўйиш частотали автоматик юксизлантириш (ЧАЮ) дейилади.

ЧАЮ қурилмаси қуйидаги *асосий талабларга жавоб* бериши керак:

- Актив қувватни, етарли бўлмаслигини ҳар қандай характери ва сабабидан қатъий назар, электр энергия истеъмолчиларини тармоқдан ажратиши зарур;
- Частотани қисқа вақт давомида ҳам 45 Гц дан пасайишига йўл қўймаслик керак, $f < 47$ Гц частотада максимал ишлаш вақти 20 сек, $f < 48,5$ Гц да еса 60 секунддан ошмаслиги зарур;
- Электр энергия истеъмолчиларини ўчиришда биринчи навбатда муҳим бўлмаганлари ўчирилиши лозим;
- Энерготизим узоқ муддат ишлай оладиган даражагача частотани тиклаш.

Электр энергия истеъмолчиларини ЧАЮ қурилмаси билан ўчириш, частота $f=49\div 49,2$ Гц гача камайганда бошланади. Тармоқдан ажратилаётган қувват, умумий истеъмол қилинаётган қувватдан ва уни частотасини пасайишидан, аниқланади ва *юкломани ростлаш эффекти дейилиб, К коэффициент билан характерланади.*

$$K = \Delta P_n(\%) / \Delta f(\%) = 1,5 \div 2,5$$

Частотани $\Delta f = 1\%$ пасайиши, энерготизим умумий юкломасини $\Delta P_n = 1,5 \div 2,5\%$ га пасайтиришни талаб этади. Энерготизимда актив қувватни етишмаслигидан частотани пасайиши, ишлаб чиқарилаётган ва истеъмол қилинаётган энергиялар қувватлари тенглашгунча, давом этади. Демак, юклама актив қуввати ΔP_n ни пасайиши, актив қувват P_d етишмаслигига тенг бўлади. Шунинг учун, энерготизим частотаси номинал қийматдан ($f_n = 50$ Гц) қандайдир f қийматгача камайганда, частотани номиналгача тиклаш учун, тармоқдан узилиши зарур бўлган қувватни (P_{y3}) аниқлаш керак бўлса, юқорида келтирилган ифодадан фойдаланиш мумкин. Бу ерда

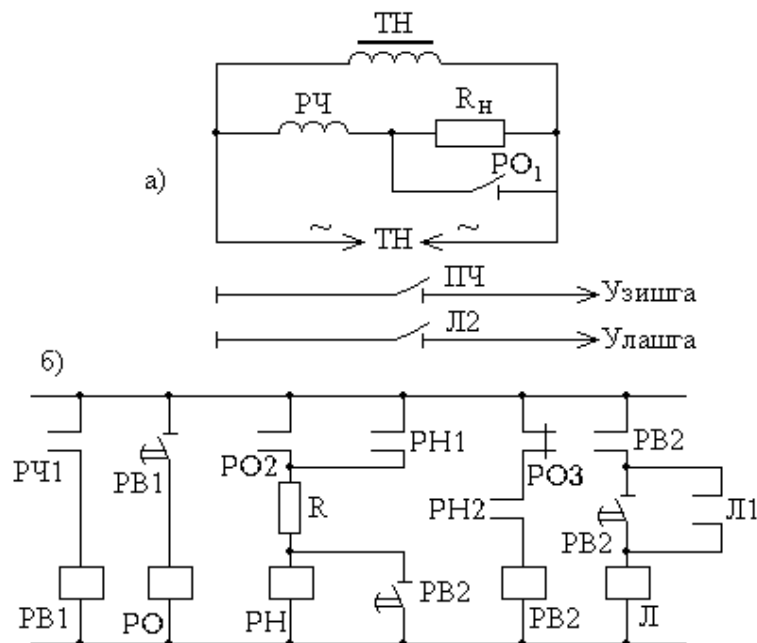
$$\Delta f(\%) = (50 - f) \cdot 100 / 50$$

$$\Delta P_n(\%) = P_d(\%) = P_{y3}(\%) = P_{y3} \cdot 100 / P_{n.nom}$$

Охирги ифодаларда: $P_{n.nom}$ -энерготизим частотаси $f=50$ Гц бўлгандаги юклама қуввати. $\Delta f(\%)$, $\Delta P_n(\%)$ ва K ни ҳисобга олиб қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$P_{y3} = (50 - f)K \cdot P_{n.nom} / 50$$

Автоматиканинг вазифаси P_{y3} аниқлаш ва электр таъминоти тизимидан ажратишдир. Частота меъёрлашгандан сўнг ўчирилган истеъмолчилар автоматик қайта уланади (ЧАКУ). ЧАЮ қурилмасини ишга тушириш, тармоқ частотасини ўзгариш тезлиги, ёки ИВЧ русумли частота релеси ёрдамида частотанинг абсолют кийматига боғлиқ ҳолда амалга оширилади.



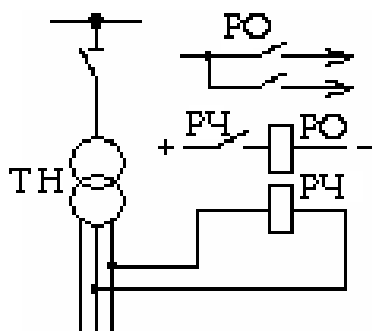
6.8-расм. Частотали автоматик юксизлантириш схемаси.

Бу реле кучланиш трансформатори орқали манбага уланади ва шунт қаршилиги билан ростланади (6.8а-расм.). ЧАЮ ва ЧАҚУ қурилмаларини бирга ишлаши, истеъмолчиларнинг частотаси меъёрлашганда, қайта уланиш вақтини тезлаштиради. ЧАЮ ни ЗАУ билан ишлатганда, нотўғри сигнал билан ишга тушишини йўқотади. 6.8б-расмда ЧАЮ ни ЧАҚУ билан бирга ишлаш схемаси келтирилган. Частота релеси (РЧ) тармоқдаги частота 48 Гц дан кам бўлганда ишга тушади, яъни РЧ1 контактларини улайди.

Бунда вақт релеси РВ1 ишга тушади ва унинг контактлари маълум вақтдан сўнг уланади. Оралиқ РО реле ишга тушиб, РО1 ва

тушиб, оралик релелари (РО) орқали маълум бир қисм истеъмолчиларни узиб қўйишдан иборат. Иккинчи усул, яъни частотани ўзгариш тезлиги бўйича ЧАЮ нинг схемаси 6.10-расмда келтирилган.

Унинг ишлаш тамойили, частотанинг пасайиши билан истеъмолчиларни маълум тартибда узишга асосланган бўлиб, кўпинча энергия тизимларида қўлланилади. Частотани пасайиши билан частота релеси (1РЧ) ишга тушади ва биринчи навбатдаги истеъмолчиларни узиш учун оралик реле (1РО) га импульс беради. Шу билан бирга, бу пайтда оралик реле (2РО) орқали, махсус электромоторли вақт релеси (2РВ) ҳам ишга тушади. Агар частотанинг номинал қиймати тикланмаса, у холда иккинчи частота релеси (2РЧ) ишга тушиб, кейинги навбатдаги истеъмолчилар оралик реле (3РО) орқали узиб қўйилади.



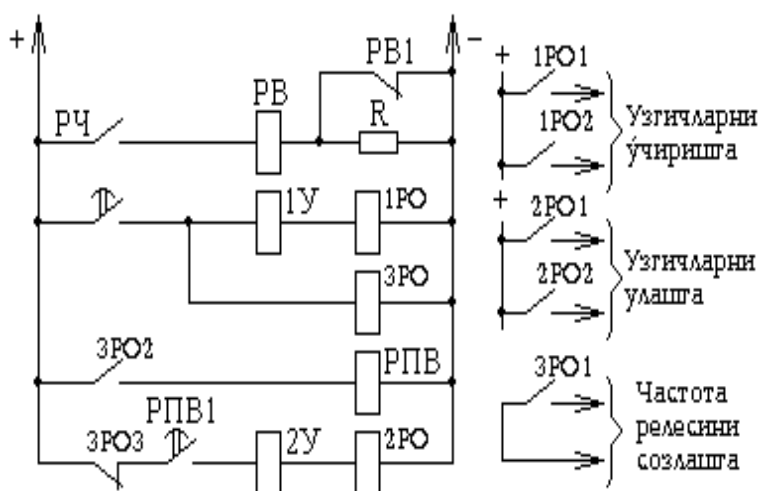
6.10-расм. Частотани ўзгариш тезлиги бўйича ЧАЮ схемаси.

Бундан кейин ҳам частотанинг номинал қиймати тикланмаса, у холда электромоторли реле (2РВ) ишга тушиб, учинчи навбатдаги истеъмолчилар гуруҳини узиб қўяди. Агар юқорида келтирилган истеъмолчилар навбатма-навбат ўчирилганда ҳам частота 49-50 Гц гача кўтарилмаса, ишга тушиш вақти энг кўп бўлган вақт релеси (1РВ) орқали, охириги навбатдаги истеъмолчилар (СО) гуруҳи узиб қўйилади. Шунини ҳам ҳисобга олиш керакки, частота релеси «ёлғон» сигнал сабабли ишга тушганда (масалан, манба кучланишининг қисқа вақт ўзгариши, қисқа туташув пайтдаги частотани пасайиши ва бошқалар) ЧАЮ қурилмаси ишга тушмаслиги керак. ЧАЮ қурилмалари орқали «ногўғри» узиб қўйилган истеъмолчиларни электр таъминот тизимини тиклаш учун, 6.11-расмда келтирилган, частотали автоматик қайта улаш (ЧАҚУ) схемалари ишлатилади.

Бу қурилмада, ишга тушиш частотаси автоматик равишда ўзгарувчи ИВЧ-011 русумли, частота релеси қўлланилган.

Частотани пасайиши билан частота релеси (РЧ) ишга тушади ва ўзининг контактлари орқали вақт релесини (РВ) ишга туширади. Белгиланган вақт ўтгандан сўнг, вақт (РВ) релеси оралик реле (1РО ва 3РО) ларни ишга тушириш учун импульс беради.

Оралик реле (1РО) истеъмолчиларни узиш учун буйруқ беради, яъни ЧАЮ содир бўлади. Оралик реле (3РО) нинг (3РО3) контакти узилади, (3РО1) контакти ёпилиб, частота релесини уставкасини ўзгартиришга сигнал беради, (3РО2) контакти ёпилиб, РПВ релесини ишга туширади. РПВ релеси РПВ1 контакти орқали оралик релеси (2РО) ни улайди, лекин 2РО реле ишга тушмайди, чунки 3РО3 контакт очик холда қолган.



6.11-расм. ЧАЮ қурилмалари орқали «нотўғри» узиб қўйилган истеъмолчиларни частотали автоматик қайта улаш схемаси

Частота номинал қийматга тиклангандан кейин, частота релеси (РЧ) дастлабки ҳолатга келади ва оралик релелари (1РО ва 3РО) узилади. Бунда, оралик релесининг (3РО3) контакти уланиб қолади ва оралик реле (2РО) ишга тушади. Оралик релеси (2РО) ўзининг контактлари (2РО1 ва 2РО2) орқали истеъмолчиларни улаш учун буйруқ беради, яъни частотавий автоматик қайта улаш содир бўлади.

Ток бўйича автоматик юксизлантириш бир тармоқлар, ёки трансформаторда бузилиш бўлганда, бошқа тармоқлар, ёки трансформаторга улашда ишлатилади. Бунда трансформатор ва тармоқларнинг рухсат этилган ўта юкланишини ҳисобга олиш керак бўлади. Бундай қурилмаларида вақт релеси билан биргаликда ишловчи ток релелари қўлланилади. Ток бўйича юксизлантириш қисқа вақтли (масалан ЗАУ ишлаганда, АҚУ ишлаганда ва

бошқалар) ва узоқ вақтли (масалан тармоқнинг бузилган жойини тузатиш) бўлиши мумкин.

6.6. Электрстанция гидро ва турбогенераторларини автоматик бошқариш

Электр станцияларда айланувчи турбиналар билан ҳаракатга келувчи синхрон генераторлар (СГ) ёрдамида механик энергияни электр энергияга айлантириш мураккаб технологик жараён ҳисобланади. Бунда, сув ёки сув буғини потенциал энергияси, гидротурбина ёки буғ турбинасининг кинетик энергиясига айлантирилади. Энергетик қурилма ва механизмларнинг бир-бири билан мос ҳолда ишлашини автоматик бошқариш йўли билан таъминланади.

Автоматик бошқариш қурилмалари *технологик автоматика қурилмаларига ва электр станцияларнинг электр қисми автоматикасига бўлинади.*

Технологик автоматиканинг ўзига хослиги шундаки, бунда механик ва гидравлик механизм параметрлари, ток ва кучланишнинг (ахборот параметрларини) ўзгариши кўринишидаги электр сигналга ўзгартириш асосида қурилади.

Электр станциянинг асосий электроэнергетик агрегатларини автоматик бошқариш, уларнинг ҳолатини бошқаришга ва энг қулай иш режимини таъминлашга асосланган. Нормал иш режимини бошқариш, доимий узлуксиз ишловчи автоматик бошқариш қурилмалари орқали, амалга оширилади.

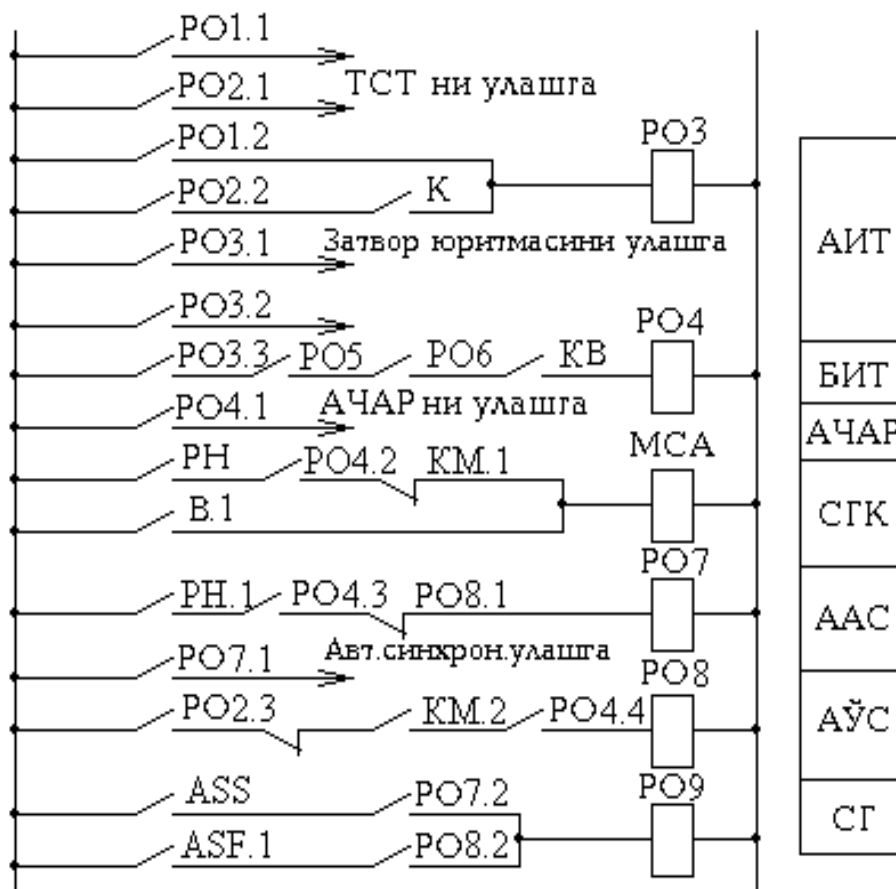
Гидрогенераторларни автоматик бошқариш. Ҳозирги кунда гидроэлектрстанция (ГЭС) даги гидрогенераторни ишга тушириш, тўхтатиш, синхрон компенсатор иш режимига ўтказиш ва генератор режимига қайтаришни анъанавий алгоритмли автоматик бошқариш тизими ишлаб чиқилган.

Автоматик қурилма гидрогенераторнинг ҳолатини ўзгариши билан боғлиқ технологик жараёнларни автоматик бошқаришни тўла таъминлайди ва қуйидаги операцияларни бажаради:

- Гидрогенераторни ишга туширишга тайёрлигини, унинг ишга яроқлилигини ва созлигини назорат қилиш;
- Синхрон генераторнинг статор чулғамини совутиш;
- СГ нинг подшипникларидаги мойни совутиш;

- Мой билан таъминлаш қурилмасидаги босимни назорат қилиш;
- СГ ни аниқ автоматик синхронлаш ва ўз-ўзини синхронлаш усуллари билан нормал, ёки тезкор ишга тушириш ва ўчириш;
- СГ ни синхрон компенсатор режимига ўтказиш ва аксинча синхрон компенсатор режимидан генератор режимига ўтказиш ҳамда ишга тушириш;
- Нормал ва шикастланиш ҳолатида гидроагрегатни тўхтатиш.

Гидроагрегат ҳолатини бошқариш сигналлари интеграл мантиқий элементлардан тузилган мантиқий схемалар, ёки электромеханик релелар ёрдамида таъминланади. Гидрогенераторнинг автоматик ишга туширишни соддалаштирилган реле-контактли схемаси 6.12-расмда келтирилган. Бунда нормал, ёки тезкор ишга тушириш сигналлари ўзгармас ток электромагнит релеларида (PO1 ва PO2) бажарилади.



6.12-Расм. Гидрогенераторни соддалаштирилган автоматик ишга тушириш схемаси. АИТ-автоматик ишга тушириш, БИТ-бошланғич ишга тушириш, АЧАР-айланиш частотасини

автоматик ростлаш, СГК-синхрон генераторни кўзғатиш, ААС-аниқ автоматик синхронлаш, АЎС-автоматик ўз-ўзини синхронлаш, ТСТ-техник сув билан таъминлаш қурилмаси.

Бу релелар аввало техник сув таъминоти қурилмасини (PO1.1 ва PO2.1 контактлар орқали) ишга туширади. Тезкор ишга туширишда гидрорегенераторнинг ўз-ўзини синхронлаш калити (К) ёпилади, ҳамда автоматик ишга тушириш релеси PO3 (PO1.2 ва PO2.2 релелари орқали) ҳаракатга келади. Гидротехник қурилма затворини очиш юритмаси PO3.1 контакт орқали ҳаракатга келади.

Турбинанинг тўғрилаш аппаратини очилишини чегараловчи қурилма юритмаси PO3.2 контакт орқали ишга тушади. Контакт PO3.3 орқали ишга туширишнинг бошланғич буйруқ берувчи реле (PO4) нинг кўзғатиш занжири уланади. Айланиш частотаси кучланиш релеси (РН) орқали назорат қилинади.

Айланиш частотаси номинал частотанинг 95% миқдорига тенг бўлганда СГ ни кўзғатиш чулғами уланади, ҳамда майдонни сўндириш автомати (МСА) уланади. Генераторда ЕЮК пайдо бўлгандан кейин генераторнинг аниқ автоматик синхронлаш қурилмаси (ААС) уланади. Автоматик синхронлаш шароити юзага келганда контакт АСС орқали реле PO9 уланади ва синхрон генератор (СГ) узгичи (В) ни улайди.

Турбогенераторни автоматик бошқариш. Замоनावий иссиқлик электрстанциялари (ИЭС) парогенератор, турбина, электрогенератор, трансформатор энергоблоклардан ташкил топган. Ишга тушириш вақти ва юкламани йиғиш иккита омил, яъни турбинанинг ишчи ва пар ўтказиш қисмларининг секин-аста ва узлуксиз қизиши ва унинг конструктив қисмларини ҳаракатга боғлиқ узатиш тармоқларли кенгайиши бўйича аниқланади.

Турбоагрегатнинг ишга тушириш жараёни-ҳаракатга келтириш олди қиздириш, бошланғич айланишлар, салт ишлаш, генераторни синхронлаш ва улаш, номинал қувватнинг 1/3 қисмигача бўлган бошланғич юкланиш, берилган қувватга ва буғнинг номинал параметрларига эришиш каби босқичларга бўлинади.

Автоматик бошқариш электр станциянинг технологик жараёнларни автоматик бошқариш (ТЖАБТ) таркибига кирувчи, турбинани ишга тушириш автоматикаси орқали амалга оширилади. Ишга тушириш автоматикаси, ишга тушириш операцияларини дискрет бошқариш мантиқий қурилмаларини, автоматик

ростлагичларни, ишга тушириш комплексларини ва турбоқурилманинг иссиқлик ва механик параметрларини назорат қилиш, ахборот қурилмаларини ўз ичига олади.

Мантиқий бошқариш қурилмаси (МБҚ) навбатдаги операцияни бошлаш учун зарур шароитни яратилганлигини текширади, талаб етилган кетма-кетликда технологик операцияни ишга туширишни амалга оширади ва технологик операцияни тугалланишини характерловчи шартни бажарилишини текширади.

Ишга тушириш автоматик ростлагичлари турбоқурилмани алоҳида параметрларини ва айланиш частотасини зарур бўлган қийматларда ушлаб туради. Автоматик ростлагичларда-ўзгармас токни 0÷5 мА ораликда ўзгариши кўринишидаги тартиблаштирилган сигналлар ишлатилади. Уларнинг ўлчаш қисмида, иссиқлик параметрларини ўзгаришини электр сигналга айлантириб берувчи, ўлчаш ўзгарткичлари мавжуд.

Иссиқлик ва механик параметрларни назорат қилиш ахборот автоматик қурилмаси (ААҚ) оператор учун тегишли маълумотларни тасвирлашни таъминлайди.

Мантиқий бошқариш қурилмаси (МБҚ) ишга туширишнинг ҳар бир босқичида мой ҳайдаш қурилмаси жиҳозларига, техник сув таъминотидаги ростловчи клапанлар (РК) га, буғ ўтказгичнинг бош буғ задвижкаси (ББЗ) га ва бошқа ижрочи элементларга дискрет бошқариш таъсирларини ўтказиши.

Операторни аралаштириш имкониятини яратиш ёки мантиқий бошқариш қурилмасига топшириқ бериш учун, бошқариш шитида ишга тушириш калити (ИТК) ва ишга туширишнинг навбатдаги операциясига ўтказиш калити жойлашган. Бошқариш шитида маълумотларни тасвирловчи замонавий техник воситалар жойлашган бўлиб, улар парогенератор, турбина ва синхрон генераторнинг иссиқлик ва механик параметрларнинг қийматлари тўғрисидаги ва ишга тушириш жараёнини бориши тўғрисидаги маълумотларни тасвирлайди.

Ростлаш клапанларини озгина очиш йўли билан роторга туртки берилади ва турбина ҳаракатга келади. Бунда айланиш частотаси синхрон айланишга яқинлаштирилади. Қувватни йиғиш жараёни трубани иссиқлик ҳолатини автоматик ростлаш (ТИХАР) билан, ёки турбиналардаги бошқаришни ижрочи элементи орқали генераторни айланиш частотасини автоматик ростлаш билан бошқарилади.

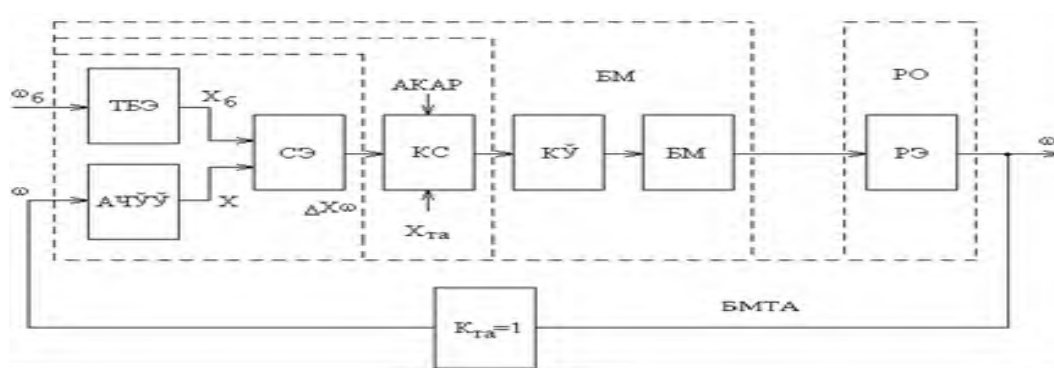
Иссиқлик ҳолатини ростлагич энергоблокдаги юкламани ўсиш суратини аниқлайди ва парогенератор қувватини ростловчи ростлагични ишга туширишга топшириқ беради.

Генераторни улашгача бўлган вақт, яъни автоматик ишга туширишнинг умумий вақти 300 МВт ли генераторларда 2 соатни, 800 МВт ли генераторларда эса 3 соатни ташкил этади. Автоматик синхронлаш билан генератор улангандан сўнг, номинал қувватга эришиш учун 3÷4 соат вақт кетади.

6.7. Синхрон генераторларнинг айланиш частотасини автоматик ростлаш

Электр энергиясининг сифат кўрсаткичларидан бири - унинг частотаси бўлиб, бу параметр синхрон генераторларни айланиш частотаси билан аниқланади. Давлат стандарти бўйича номинал частота $f=50\pm 0,1$ Гц. Электр энергетикаси тизимида ишлаб чиқарилаётган ва истеъмол қилинаётган актив қувват балансини $\sum P_r = \sum P_n$ таъминлаш қийин, чунки кун давомида электроэнергетика тизими юкламаси узлуксиз ва тасодифий ўзгариб туради, бу эса ўз навбатида ишлаб чиқарилаётган электр энергиясининг частотасини ўзгаришига сабабчи бўлади. Бундай ҳолатларда, ишлаб чиқарилаётган электр энергиясининг частотасини номинал кийматда ушлаб туриш, синхрон генераторларни айланиш частотасини узлуксиз автоматик бошқариш ва синхрон генераторларни актив қувватини автоматик ростлаш билан эришилади.

Айланиш частотасини автоматик ростлаш тизими (АЧАРТ) функционал схемаси 6.13-расмда кўрсатилган.



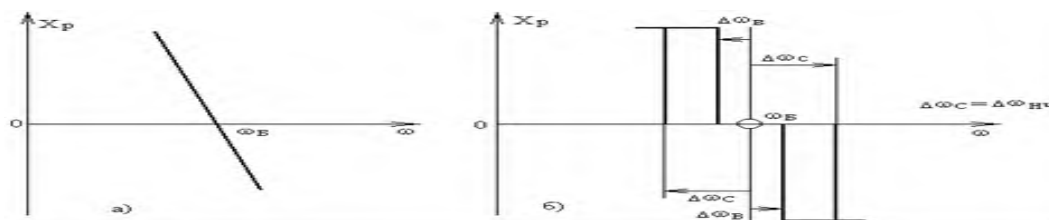
6.13-Расм. АЧАРТ ни функционал схемаси. ТБЕ-топшириқ берувчи элемент, АЧЎЎ-айланиш частотасини ўлчовчи

ўзгартиргич, СЭ-солиштириш элементи, КС-кучайтиргич сумматор, КЎ-кучайтиргич ўзгартиргич, БМ-бажарувчи механизм, РЭ-ростлаш элементи, РО-ростловчи орган, БМТА-бош манфий тескари алоқа.

Схема айланиш частотасини ўлчаш органи (АЧЎО), бажарувчи механизм (БМ) ва ростловчи орган (РО) қисмлардан иборат. Топшириқ берувчи элементдан (ТБЭ) X_{δ} сигнал ва айланиш частотасини ўлчовчи ўзгартиргич (АЧЎЎ) дан X сигнал солиштириш элементи (СЭ) узатилади. СЭ дан $X_{\Delta\omega}$ таъсир сигнали кучайтиргич сумматорга (КС) узатилади. КС га бир вақтни ўзида кичик тескари алоқа $X_{та}$ ва актив қувватни автоматик ростлагичдан (АҚАР) сигнал узатилади. Сўнгра, таъсир сигнали кучайтиргич ўзгартиргичга (КЎ), ундан бажарувчи механизмга (БМ) узатилади. БМ дан ростлаш таъсири X_p ростлаш элементи (РЭ) берилади. Ростлаш элементи гидро, ёки иссиқлик турбиналарини ростловчи мосламаларига таъсир этиб, уни айланиш частотасини ростлайди. Бажарувчи механизм сифатида гидромоторь, ёки механик редукторли электромоторь қўлланилади. Гидромоторьни бажарувчи механизми, гидро, ёки иссиқлик турбинани ростловчи элементи узлуксиз таъсир этади (6.14а, расм). Электромоторни бажарувчи механизм эса, дискрет (импульсли) таъсир этади. Бундай таъсир релели кучайтиргич - ўзгартиргич ёрдамида ҳосил қилинади ва у реле характеристикали бўлади (6.14-б, расм).

АЧАРТ ни функционал схемаси бош манфий тескари алоқали (БМТА) берк занжирли тизимдир. Тескари алоқани узатиш коэффициенти $K_{ТА}^*-1$ бўлиб, инерциясиздир, яъни тез таъсирли. Ростлаш статизми $K_{ст}=\Delta\omega_p/\omega_n$ ифодаланади.

Ушбу функционал схема асосида ишловчи П, ПИ, ПИД ростлагичлар мавжуд. Уларни аксарияти интеграл микросхема ва мантикий элементлар асосида йиғилган. Ҳозирда бундай ростлагичлар ёрдамида гидро ва иссиқлик генераторларини айланиш частотасини ростланади. Гидрогенераторларни айланиш частотасини ростлашда электрогидравлик ростлагичлардан ҳам кенг фойдаланилади. Уларни ЭГР-1Т, ЭГР-М, ЭГР-2И каби турлари мавжуд.



6.14-расм. Ўзгартиргичларни характеристикалари а) узлуксиз, б) релели.

6.8. Синхрон генераторларнинг автоматлаштирилган синхронлаш усуллари

Синхронлаш усуллари. Синхронлаш деганда, синхрон генераторни энерготизим, ёки бошқа синхрон машина билан параллел ишга туширишга тушунилади. Ишга тушириш жараёни тўла автоматлаштирилган бўлиши мумкин. Бунда ҳамма жараён персонали иштирокисиз бажарилади. Автоматлаштирилган синхронлаш, биринчи навбатда, гидроэлектр станцияларда қўлланилади. Агарда синхронлашда айрим жараёнлар қўл билан персонал томонидан бажарилса, бундай синхронлаш ярим автоматик синхронлаш дейилади. Баъзан синхронлаш жараёни тўла қўлда бажарилади.

Синхрон генераторларни ишга **параллел туширишни иккита усули бор**. Ўз-ўзидан синхронлаш ва аниқ синхронлаш. Бунда генератор қандай ҳолатда бўлишдан қатъий назар, иккала усул ҳам генераторни уланишини рухсат етилган қувват ва кучланишда ишлаб турган генераторга синхрон қўшилишини таъминлаш керак.

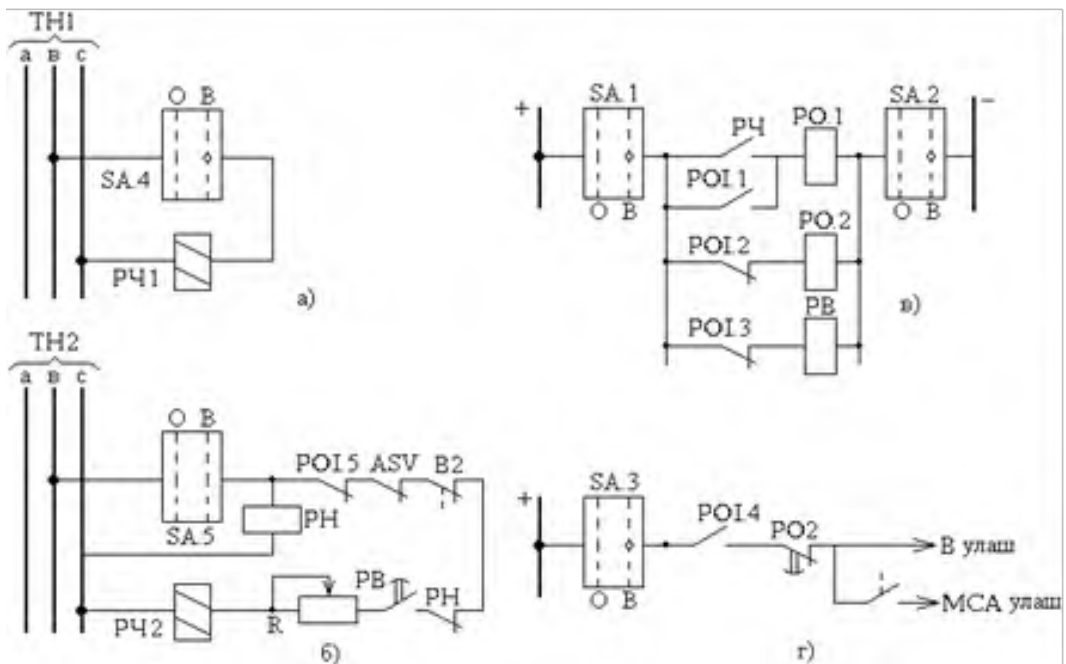
Ўзини-ўзи синхронлаш. Бу шундан иборатки, синхрон тезликга яқин тезликда, генераторни уланиш вақтида, майдонни сўндириш автоматикаси (МСА) ўчирилган ҳолатда ва генератор роторини чулғами қўзғатувчидан узилган бўлади. Бунда генератор тармоққа қўзғалмаган ҳолатда уланади ($E_K=0$). Генератор вилючатели улангандан сўнг, МСА ни уланишига сигнал берилади, у ротор чулғамини қўзғаткичга улайди. Генератор қўзғатилади ва синхронланишга тортилади. Энерготизим учун бундай уланиш, уч фазали қисқа туташувга эквивалент, шунинг учун ўткинчи тенглаштирувчи токини таъсир этувчи қиймати қуйидагича бўлади.

$$I_t = U_c / (X'_d + X_c)$$

Генераторни чегараланмаган кувватли шинага уланиши анча оғир ҳолат ҳисобланади ($X_s=0$). Бунда I_{Γ_T} ни қиймати кўзғатилган генератордаги уч фазали қисқа туташув токи қийматигача ошади ($I_{\Gamma_k}=E'_q/X'_d$). Бошқа ҳамма ҳолатларда $I_{\Gamma_t} < I_{\Gamma_k}$, шунинг учун генератор ўзини-ўзи синхронлашда қисқа туташув ҳолатига нисбатан йенгилроқ ҳолатда бўлади. Ўзини-ўзи синхронлашда тармоқ кучланиши пасаяди. Генератор чиқишида минимал кучланиш $U_g=U_c X'_d / (X'_d+X_c)$ юзага келади. Лекин бу истеъмолчилар ишини бузилишига олиб келмайди, кучланиш 2-3 секундда тикланади.

Ўзини-ўзи синхронлашни $I_{\Gamma_t} < 3,5 I_{g,n}$ бўлганда асосий усул сифатида қўллаш мумкин. Шунинг учун гидрогенераторларда автоматлаштирилган, турбогенераторларда еса ярим автоматик ўзини-ўзи синхронлаш қўлланилади.

6.15-расмда ярим автоматлаштирилган ўзини-ўзи синхронлаш схемаси кўрсатилган. Схемادا ИРЧ-0,1А типли частота релесидан (РЧ) фойдаланилган.



6.15.-Расм. Ярм автоматлаштирилган ўзини-ўзи синхронлаш қурилмасини схемаси.

Синхронлаш жараёни SA калитни уланиши билан бошланади. Схемага SA.1-SA.3 контактлар орқали оператив ток берилади ва РЧ.1 релени кучланиш чулғами SA.4 контакт билан электростанция шинасини TH1 кучланиш трансформаторига уланади (6.15а-расм). РЧ.2 чулғам (6.15б-расм) SA.5 контакт билан генераторни TH2

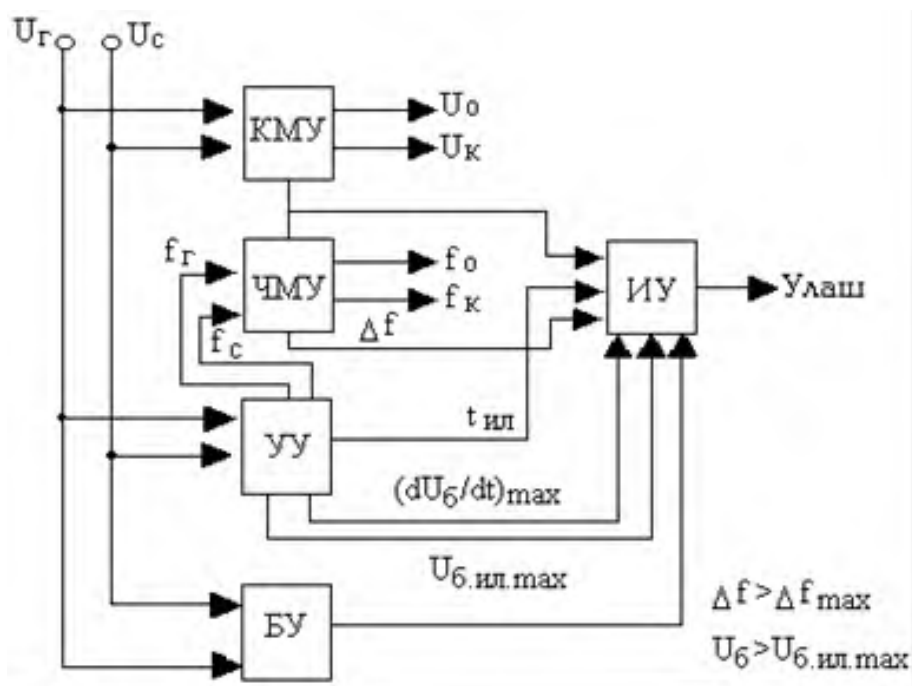
кучланиш трансформаторига $t=1-2$ сек (РВ вақт релеси) вақтдан сўнг уланади. Чулғамга генератордан катта бўлмаган қолдиқ кучланиш берилади ($U_{г.к}= 0,2$ В), чунки генератор тармоқга қўзғатилмаган холда уланади. Реле чулғамидаги ток ҳосил қилган магнит оқими, фаза бўйича даврий равишда $0 \leq \delta \leq 2\pi$ бурчакга сурилади, синхронлашаётган кучланишлар частоталарини фарқига пропорционал тезликда. Бунда релени ҳаракатга келувчи қисмлари тебранувчан ҳаракатга келади. Частота фарқи қанча кичик бўлса, тебраниш амплитудаси шунча катта бўлади.

Рухсат этилган ўз-ўзини синхронлаш шарти бўйича, оралик релеси РО1 (6.15в-расм) чулғами занжиридаги РЧ реле контактларини қисқа вақт туташтиради. У ишга тушади ва РО1.1 контакт ушланиб туради, РО1.4 контакт билан виключателни уланишига сигнал беради. Сўнгра виключателни ёрдамчи контакти В.1 туташиб МСА ни улайди. Реле РО2 бир мартали уланишни таъминлайди.

Ўзини-ўзи синхронлаш жараёни тугагандан сўнг, частота релесини РЧ.2 чулғами ТН2 кучланиш трансформаторидан узилади. РН, РО1.5 ва АСВ, В.2 ажралувчи контактлар ёрдамида (6.15-б, расм). РО1 реле ва бошқа релеларни дастлабки ҳолатга қайтариш учун СА калит «0» ҳолатига ўтказилади.

Аниқ синхронлаш. Аниқ синхронлашда генератор тармоққа қўзғатилган ҳолатда уланади. Аниқ синхронлаш қурилмаси $\Gamma_t=0$ бўлганда уланишни таъминлайди. Бунинг учун қуйидагилар бажарилиши лозим:

1. Уланаётган генератор ва тармоқ кучланиши тенг бўлиши $U_r=U_t$;
2. Кучланишларни фазалари бўйича мос келиши ($\delta = 0$);
3. Тизим ва уланаётган генераторни бурчак тезликлари тенг бўлиши ($\omega_c=\omega_r$).



6.16-расм. Аниқ синхронлаш қурилмасининг функционал схемаси.

АСТ-4, СА-1 ва УТС-3 аниқ синхронлаш қурилмалари мавжуд. УТС-3 қурилмаси синхрон генераторни уланиш жараёнини автоматлаштирилган ҳолда таъминлайдиган аниқ синхронлаш қурилмадир (6.16-расм).

Синхронизаторни асосий элементлари:

- Кучланишни мослаштирувчи узели (КМУ);
- Частотани мослаштирувчи узели (ЧМУ);
- Илгарилатиш узели (ИУ);
- Улаш узели (УУ);
- Блакировкалаш узели (БУ).

ИУ-белгиланган илгарилаш вақти билан синхронлаштирилаётган генераторни уланишига сигнални юзага келтиради. Қурилма «δ» бурчакни ўлчайди. КМУ-генераторни қўзғатиш тизимига таъсир этувчи сигнални юзага келтиради, кучланишни тармоқ кучланишига мослаштириш мақсадида. ЧМУ-турбиналар айланиш сонини ростловчи ростлагичга таъсир этувчи сигнални юзага келтиради, генератор кучланиши частотасини тармоқ частотасига мослаштиради.

$U_U - \Delta U < \Delta U_{\max}$, $\Delta f < \Delta f_{\max}$, $U_\delta < U_{\delta, \max}$, $dU_\delta/dt < (dU_\delta/dt)_{\max}$ шартларни бажарилишини назорат қилувчи қурилмадир.

$BU - \Delta f > \Delta f_{\max}$ va $U_{\delta} > U_{\delta\max}$ да генераторни носинхрон уланишидан химоялайди.

6.9. Микропроцессорли синхронизаторлар

Синхрон генераторларнинг синхронлаш қурилмалари, аниқ синхронлашда, генератор э.ю.к. амплитудаси (E_G) ва электрстанция шинасидаги кучланиш (U_M) тенглиги ва синхрон генератор виключателини улаш momentiда, э.ю.к. ва кучланишни фазалар бўйича мос келишини таъминлайди. Кўпинча бундай қурилма, кучланиш амплитудасини тенглаштирувчи, частота тенглаштирувчи ва автоматик синхронизатор деб ҳам юритилади.

Автоматик синхронизатор виключателни улаш юритмасига бошқариш сигналинини (таъсири) беради. Дастлабки ишлаб чиқарилган автоматик синхронизаторлар доимий илгарилаш бурчакли ($\delta^*_{\text{сонст}}$) дейилган. Бироқ илгарилаш бурчаги виключателни улаш вақти (t_B) ўзгармас бўлганда ўзгарувчан ва сирпаниш частотасига (ω_c) боғлиқ бўлиши керак, яъни $\delta^* \omega_c t_B$.

Генератор ротори ўзгармас тезлик билан ҳаракатланганда илгарилаш вақти (t_y) ўзгармас ва виключателни улаш вақтига (t_B) тенг бўлади. Ҳозирги замон автоматик синхронизаторлар виключател юритмасининг улаш моментинини ўзгармас илгарилаш вақти $t_y^*_{\text{сонст}}$ бўйича характерланади.

Генератор ўзгарувчан тезлик билан айланиб ишга тушганда, илгарилаш бурчаги ўзгарувчан бўлади. Шунинг учун ҳозирги замон автоматик синхронизаторлар аналогли, ёки рақамли махсус ҳисоблаш қурилмалари билан жиҳозланган. У ёрдамида генератор ротори ўзгармас тезланиш билан $|\pm a_c|^*_{\text{сонст}}$ ҳаракатланиш давомида илгарилаш бурчагинини сирпаниш частотасига боғлиқ холда ўзгариши аниқланади, яъни $\delta_y(\omega_c)$. Доимий илгарилаш вақтли автоматик синхронизаторлар электр станцияларда кенг қўлланиладиган АСТ-4 ва УБАС типли аниқ синхронлаш қурилмалари жумласига киради.

АС-М ва СПРИНТ типли микропроцессорли автоматик синхронизаторлар, генераторни синхронлаш учун лозим бўлган барча функцияларни бажаради ва дисплей экрани орқали, синхронлаш қурилмаси ҳамда синхронлашга тортилаётган генератор ҳолати тўғрисида ахборот беради, унинг элементларини

тўғри ишлашни диагностика ва назорат қилади, узатилаётган ахборотни ҳаққонийлигини ҳам таҳлил этади.

Синхронизаторни ҳисоблаш қисми вақт импульсли ўзгартиргич асосида ишлайди. Электрстанция кучланиши ва генератор э.ю.к. даври узунлиги, частотаси ва сирпаниш частотаси ва фаза сурилиши бурчагига пропорционал бўлган, уларни ишораси бўйича оний қийматларини тўғри келмаслиги, вақти, нули оний қийматлари орқали кучланиши ($U_{ш}$) ва э.ю.к. (E_T) ўтиш моментларида таймер кодларини санаш билан қайд этилади. Ҳисоблаш натижалари бўйича синхронизатор, генератор роторининг айланиш частотасини ва генератор кўзғатишининг автоматик ростлагичларини топшириқ берувчи элементларига таъсир етувчи вақт импульсли сигналларни юзага келтиради.

Агарда амплитуда ва частота фарқи рухсат этилгандан кўп бўлса,

$$|\pm \Delta U_M| > 0,01 \text{ ва } |\pm \omega_c| > \omega_{сп}$$

синхрон генератор э.ю.к.ини амплитуда ва частотасини мос равишда ўзгартириш учун, бирламчи импульслар таъсирини беради.

Синхронизаторларда қабул қилинган ўрнатилиши лозим бўлган частота:

$$|\omega_{сў}| * |\omega_{смах} + \omega_{мин}| / 2 \text{ ва } \omega_{смах} / 5 * \omega_{мин}$$

қуйидаги шартлар бажарилгандан сўнг

$$\omega_c \approx \omega_{сў} \text{ ва } \Delta U_M < 0,1$$

бошқариш таъсири тўхтатилади ва микропроцессор илгарилаш бурчагини ҳисоблаш дастурига ўтади. Ҳисоблаш генератор роторининг ўзгармас тезланиш билан ҳаракатланишида қуйидаги қонуният бўйича бажарилади

$$\delta_{и} * \omega_{са} t_{и} + a_c \frac{t_{и}^2}{2}$$

қуйидаги шарт бажарилганда, синхрон генератор виключателини улаш учун етарли бўлган таъсир сигналинини юзага келтиради.

$$U_{\delta} + \frac{d^2 U_{\delta}}{dt^2} T_1 T_2^* - \frac{dU_{\delta}}{dt} T_1 + U_{\delta 0}$$

бу ерда

- $T_1^* t_i, T_2^* t_i / 2$ -дифференциаторларни доимий вақтлари
- $U_{\delta 0} - \delta^* 0$ ва $2\pi n$ даги чиқиш кучланиши.
- U_{δ} -кучланишни ўзгармас ташкил этувчиси.

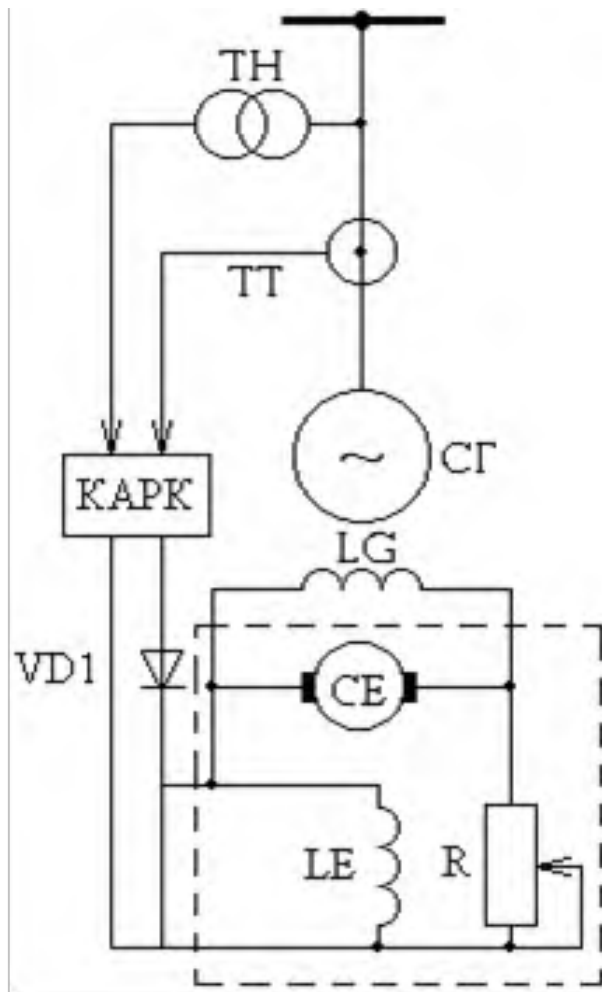
Синхронизаторлар бир марта таъсирли бўлади. Агарда виключател уланмаса, ёки улангандан сўнг дарҳол узилиб қолса, уни улаш учун қайта таъсир юзага келмайди. Бунинг учун унинг дастурида синхронизаторни энергия манбасидан қисқа муддатга узиш орқали бошқатдан (янгидан) ишга тушириш кўзда тутилган.

АС-М типли микропроцессорни дастурий таъминоти СТАРТ, ИНТ-Г, ИНТ-Н ва ИНТ-Т дастурлардан иборат.

6.10. Синхрон генераторларнинг кўзғатишни автоматлаштирилган усуллари

Синхрон генераторнинг кўзғатишни автоматик ростлаш.

Синхрон генераторнинг кўзғатишни автоматик ростлаш қурилмасини (ҚАРҚ) вазифаси, шикастланиш ҳолатларида тез ва аниқ генераторлар кўзғатишини ошириш йўли билан, электр таъминоти тизимини динамик турғунлигини оширишдир. ҚАРҚ нормал иш режимида электростанция шиналарида белгиланган кучланишни таъминлайди. ҚАРҚ кучланиши ўзгаришини ўлчайди ва уни генератор кўзғатиш токини ўзгаришига мослаб ўзгартиради.



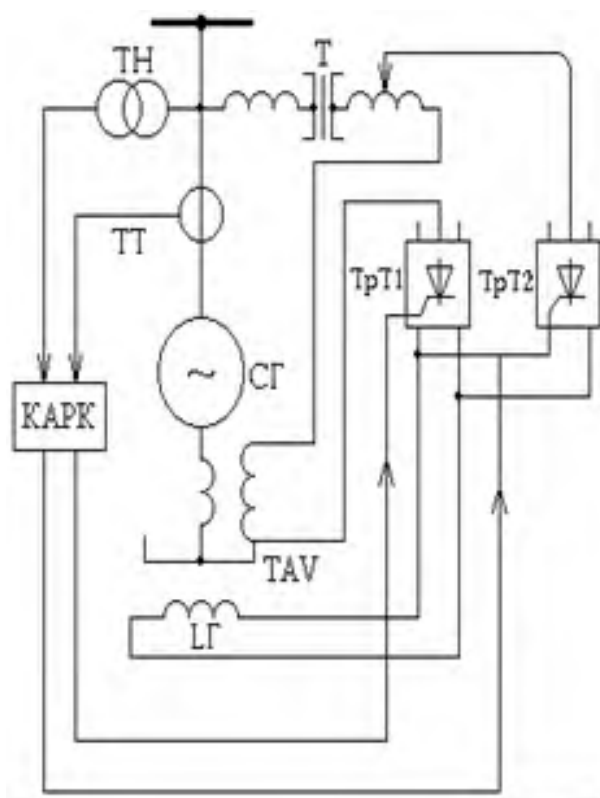
6.17-расм. Электромашина тизимли қўзғатиш схемаси.

Ростлагични схемаси асосан қўзғатиш тизимидан иборат, унинг асосий элементи қўзғатиш чулғами ва ўзгармас кучланиш манбаидир. Қўзғатиш чулғами синхрон машинани ҳаракатланувчи қисми - роторда ва у билан айланади, шунинг учун чулғамни қўзғаткичга улаш анча мураккаб. Қўзғатишни турли тизимлари мавжуд, уларни асосийлари электромашина ва тиристорли тизимлидир. 6.17-расмда Электромашина тизимли ўзгармас ток генератори билан қўзғатиш схемаси келтирилган.

Қўзғаткич сифатида ўзгармас ток генераторидан (СЕ) фойдаланилган.

ЛЕ чулғамда ток ўзгарганда қўзғаткични кучланиши ўзгаради, натижада синхрон генераторни ЛС қўзғатиш чулғамидаги ток ўзгаради. ЛЕ чулғамидаги токни, R реостат қаршилигини ўзгартириш йўли билан, ўзгартириш мумкин. Қўзғаткичларда асосий (ЛЕ) чулғам билан бирга қўшимча чулғам ҳам бўлади. Бунда ҚАРҚ ни чиқиши қўшимча чулғамга ҳам уланади. Ўзгармас

ток генератори билан қўзғатиш тизими асосан қуввати 100 МВт гача бўлган синхрон генераторларда қўлланилади.



6.18-расм. Тиристорли қўзғатиш схемаси.

Тиристорли қўзғатиш тизими 6.18-расмда кўрсатилган. Қўзғатиш тизимини энергия манбаси сифатида СГ генераторга уланган Т махсус трансформатор хизмат қилади. Қўзғатиш тизимига иккита бошқариладиган тиристорли тўғрилагич (ТрТ1, ТрТ2) киради. Улардан бири ТрТ1 шикастланиш ҳолатларида қўзғатишни тезлаштириш учун мўлжалланган. Унга энергия манбасини тўла кучланиши келтирилган. Нормал ҳолатларда бу тўғрилагич асосан ишламайди. Бунда ТрТ2 ишлайди.

У трансформатор чулғами чиқишда кучланишни ярмини берадиган қисмига уланади. Нормал иш режимида (салт ишлаш қийматидан номинал қийматгача) генератор қўзғатиш токини ўзгаришини таъминлайди.

Тўғрилагични чиқишлари параллел уланган ва ЛГ генераторни қўзғатиш чулғамига туташтирилган. Тўғрилагичларнинг ишлашини ҚАРҚ бошқаради. Тиристорли қўзғатиш тизими тез ишлайди, шунинг учун бундай қўзғатиш тизимли генераторларни бошқаришда кучли таъсирли ҚАРҚ дан фойдаланилади. Асосий

мақсад синхрон генераторларни параллел ишлаш турғунлигини оширишдир.

6.11. Синхрон генераторларнинг қўзғатишни микропроцессорли ростлагичлари

К 1810 серияли катта интеграл схема асосида ишлаб чиқилган АРВ-СДМ типли синхрон генератор қўзғатишнинг микропроцессорли автоматик ростлаш қурилмаси бирламчи ўлчовчи ўзгартиргич (БЎЎ), ҳисоблаш (Х) ва бажарувчи (Б) бўлимлардан иборат. БЎЎ таркибига кучланиш ва токни ўлчаш трансформаторлари, пассив паст частота филтрлари, кучланиш ва токни аналогли ўлчаш ўзгартириш ва дискрет сигналларни киритиш элементлари киради. БЎЎ чиқишларида қуйидаги сигналлар юзага келтирилади:

- Синхрон генераторни фаза кучланиши ва токига пропорционал аниқ синусоидал кучланишлар;
- Синхрон генератор ва электрстанция шинасидаги кучланишга пропорционал бўлган ўзгармас кучланиш;
- Бошқарув импульс кучланиши.

Қурилмани ҳисоблаш қисми иккита ўзаро бир-бирини заҳиралай оладиган ЭХМ, назорат ва коммутация элементларидан иборат.

Қурилмани бажарувчи қисми рақамли-аналогли ўзгартиргич (РАЎ), аналогли галваник бўлгич элементлари (АГБЭ), бажарувчи кучайтиргич (БК), вақт импульсли ўзгартиргич (ВИЎ) ва чиқиш релелари комплектидан иборат.

Схемада дискрет сигналларни киритиш (ДСК) элементлари сифатида релелардан фойдаланилган. Ростлагичда дастурли-аппаратли назорат тизими мавжуд. Назорат элементлари (НЭ) ростлагични ҳаракатдан чиқарувчи, ёки ҳисоблаш операциясини заҳирадаги ЭХМ га ўтказувчи, коммутация элементига (КЭ) ЭХМ чиқиш сигналларини узатувчи, носозликни қайд қилувчи сигналларни ишлаб чиқади. ЭХМ чиқиш сигналлари коммутация элементи орқали бажарувчи қисмга узатилади.

Бажарувчи қисмда шакллантирилган таъсир (ростлаш) сигналлари виключателни улашга, турбинани бошқариш механизмига ва бошқариш қурилмасига таъсир этади.

АРВ-СДМ нинг математик таъминлаш комплекс дастурини асоси бўлиб, қўзғатишни автоматик ростлаш ва генераторни синхронлаш дастури хизмат қилади. Бундай ростлагичлардан электрстанцияларда синхрон генераторларнинг қўзғатишини автоматик ростлаш, қурилма ва унинг элементлари ишини диагностика ва назорат қилишда кенг фойдаланилмоқда.

6.12. Актив қувват ва частотани автоматик бошқариш

Актив қувват ва частотани автоматик ростлаш энерготизим иш режимини автоматлаштирилган диспетчерлик бошқарувининг асосий вазифаси ҳисобланади. Тегишли автоматик қурилмалар частота ва актив қувватнинг ростлашни марказлаштирилган автоматик тизимини ташкил этади.

Энерготизим частотаси ва қувватини автоматик бошқариш тизимини асосий вазифаси ишлаб чиқарилаётган ва истеъмол қилинаётган электр энергиялар қувват балансини узлуксиз таъминлаб туришдир, яъни

$$\sum P_r = \sum P_{и}$$

Электр энергия ишлаб чиқариш ва истеъмолчи орасидаги мутоносибликни ҳар қандай бузилиши электр энергиясининг сифат кўрсаткичларига салбий таъсир кўрсатади. Ҳозирда энерготизимда частота ва қувватни рақамли автоматик бошқариш тизимлари яратилган ва ишлаб чиқаришга тадбиқ этилмоқда. Улар бир қатор функционал имкониятлар ва хусусиятларга эга:

- Энерготизим иш режимини ўзгаришига ва турли юзага келган вазиятларга мослашиш имконияти;
- Гидро ва иссиқлик электр станцияларни биргаликдаги электр энергияси ишлаб чиқаришда ва узатишдаги техник самарадорлигини таъминлаш;
- Технологик режим бузилишларини анализ қилиш ва оптимал бошқарув таъсирларини аниқлаш;
- Бошқарилаётган комплекс иш унумдорлигини ошириш ва уни алоҳида элементлари бузилганда нотўғри ҳаракатини олдини олиш;
- Частота ва қувватни марказий автоматик ростлашда объект иш режими ва уни ўзгариши бўйича назорат қилиш учун диспетчерни тўлиқ ахборот билан таъминлаш.

Маълумки, гидро электр станцияларда (ГЭС) катта бўлмаган қувват балансини бузилиши ўз-ўзидан бартараф этилади, бу ўз-ўзини ростлаш дейилади. Катта қувват бузилишида ўз-ўзини ростлаш тизими қувват балансини тиклай олмайди, бунда шикастланиш ҳолати юзага келиши мумкин. Бундай ҳолатларда номинал частотани ($50 \pm 0,1$ Гц) ростлаш орқали қувват баланс тикланади. ГЭС ларда қувватни гуруҳли ростлаш тизими мавжуд ва у қуйидаги қурилмалардан тузилган:

- топшириқ берувчи (задатчик);
- қувват йиғувчи қурилма;
- бошқарилувчи бўлувчи;
- марказий ростлагич;
- частотани коррекцияловчи блок;
- гидрогенераторни агрегат узели.

ГЭС ни режа бўйича актив қуввати P_p топшириқ берувчи орқали берилади. Режадан ташқари қувват ($P_{рт}$) частотани ростлаш қурилмаларидан коррективровка қилинади. ГЭС генераторларини ҳақиқий қувватлари йиғиндиси $\sum P_r$ ва P_p , $P_{рт}$ лар тўғрисидаги маълумот қувват йиғувчи қурилмага берилади. Қувват йиғувчи қурилмани чиқишидаги қувват

$$\Delta P = P_p + P_{рт} - \sum P_r$$

Частота нормал ҳолатда ($50 \pm 0,1$ Гц) $\Delta P = 0$ бўлади. Қувватни гуруҳли ростлаш тизимни вазифаси - агарда қувват баланси бузилса, яъни $\Delta P \neq 0$ юзага келса, уни бартараф этишдир. Юқорида таъкидланганидай, бундай ҳолатларда, номинал частотани ростлаш орқали (тиклаш) қувват баланси тикланади.

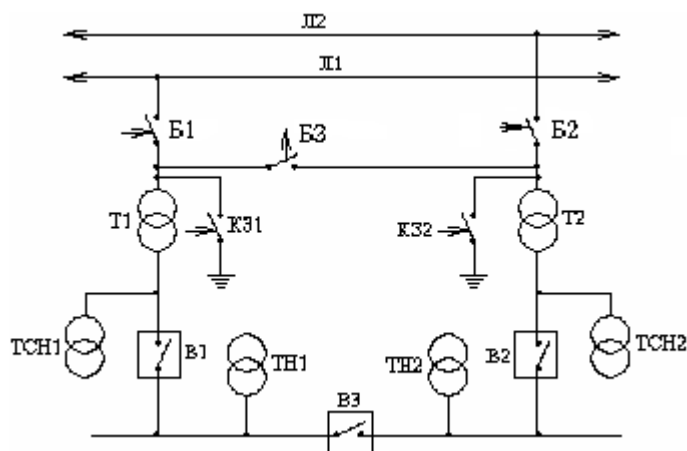
6.13. Тақсимлаш тармоқларида автоматик ростлаш қурилмалари

Подстанцияларни автоматлаштириш истеъмолчиларнинг сифатли электр энергия билан таъминлашни, шикастланиш ва шунга ўхшаш бузилишлар бўлганда, шахсий таркибнинг иштирокисиз, бу бузилишларни бартараф қилишни таъминлаши керак.

Подстанцияларда автоматик қурилмаларнинг қуйидаги турлари қўлланилади:

- Сифатли электр энергияси билан таъминловчи-нормал режим автоматикаси (подстанциядаги кучланишни ростлаш, параллел ишлаётган трансформаторларни бирортасини узиш ёки улаш);
- Электр қурилмаларини узиб, ёки улаб қўювчи-шикастланиш автоматикаси (АҚУ, ЗАУ, ЧАЮ ва ҳоказолар);
- Подстанциядаги баъзи бир қурилмаларни бошқариш ва назорат қилишни таъминловчи-технологик автоматика (ҳаво босимини нормал ушлаб туриш учун компрессорларни узиб-улаш автоматикаси, аккумулятор батареясидаги кучланишни созлаш автоматикаси).

6.19-расмда икки трансформаторли подстанциянинг схемаси келтирилган. Схемада Б1, Б2, Б3-бўлаклагичлар, Т1 ва Т2-куч трансформаторлари, Л1 ва Л2 параллел тармоқларлар, ТН1 ва ТН2 кучланиш трансформаторлари, ТСН1 ва ТСН2 подстанцияни энергия билан таъминлаш трансформаторлари, К31 ва К32-қисқа туташтиргичлар, В1, В2 ва В3 секция узгичлари (виключателлар).



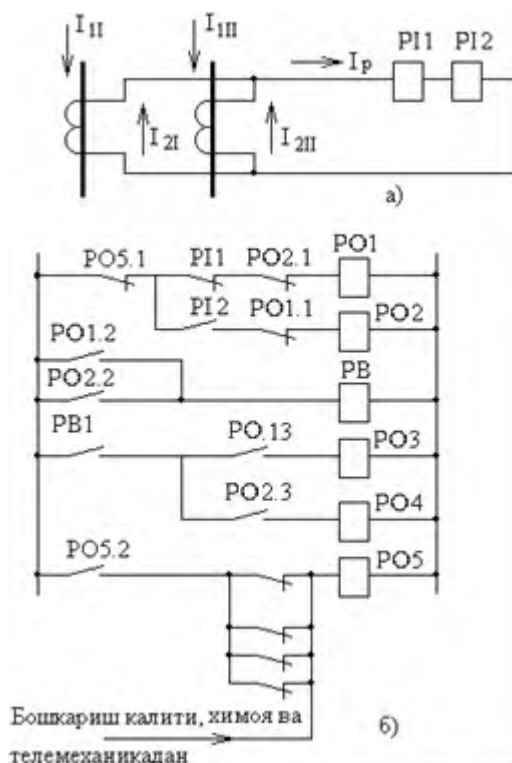
6.19-Расм. Икки трансформаторли подстанциянинг схемаси.

Нормал ҳолатда ҳар бир трансформатор (Т1 ва Т2) бўлаклагичлар (Б1 ва Б2) орқали тармоқларлар (Л1 ва Л2) дан электр энергия олиб туради. Секция узгичлари В1 ва В2 нормал узилган ҳолатда бўлади. Тармоқ тармоқларларидан бирортаси шикастланиш туфайли узилса, ёки паст кучланишли шиналарида қисқа туташув содир бўлганда (бу шикастланишларни баргараф қилишда) қуйидаги автоматика қурилмаларини ишлатиш кўзда тутилган:

- Манба тармоқларларидан бирида, ёки паст кучланиш шиналарида бузилиш бўлган вақтда В1 ёки В2 секция узгичи узилса, трансформаторни АҚУ амалга оширилади;
- Ички бузилиш туфайли Т1 ёки Т2 трансформатор ҳимоя қурилмалари томонидан узилган пайтда, секция узгичи В3 ни ЗАУ қурилмаси томонидан улаб қўйилади;
- Бирор тармоқлар (Л1 ёки Л2) бутунлай ишдан чиққан пайтда, шу тармоқларга уланган трансформаторни бошқа бир тармоқларга автоматик улаш амалга оширилади. (Масалан, Л1 ишдан чиқса В1 узилади ва Т1 В3 орқали Л2 тармоқларга уланади).

6.14. Трансформаторлар иш режимини автоматик бошқариш

Параллел ишлаётган трансформаторларни юкламаси (истеъмолчи истеъмол қилаётган қувват) фойдаланишда ўзгармас бўлиб турмайди. Юклама камайганда улардан бирортасини узиш, юклама тикланганда еса яна улаш лозим, бунда трансформаторларда Электр энергия исрофи минимал бўлади.



6.20-расм. Трансформаторларни автоматик улаш ва узиш схемаси.

6.20-расмда трансформаторларни автоматик улаш ва узиш схемаси кўрсатилган. Схемادا минимал ток релеси (PI1) ва максимал ток релеси (PI2) кетма-кет уланган, улар параллел ишлаётган трансформаторларнинг тоқлар йиғиндисига уланган ($I_p = I_{21} + I_{211}$). Трансформаторлар тўла юкланишда бўлганда, иккала релени тегишли контактлари (PI1 ва PI2) очик бўлади. Юклама пасайганда ($I = (0,6 \div 0,8) I_{т.н}$) PI1 реле ишга тушади ва уни PO1 оралик релеси чулғами занжиридаги PI1 контакти ёпилади (6.20б-расм). У реле ишга тушиб PO1.1 контакти PO реле чулғами занжирини ажратади, вақт релеси (PB) PO1.2 контакт орқали ҳаракатга келиб, PO1.3 контакт билан трансформаторлардан бирини узгичини узишга занжирни тайёрлайди. Кечикиш вақти тугагандан сўнг вақт релесини PB.1 контакти уланади ва PO3 ишга тушиб трансформаторни узади.

Юклама белгиланган қийматдан ортиб кетганда максимал ток релеси PI2 ишга тушади ва PO2, ПБ ва PO4 релеларни ҳаракатга келтиради, натижада трансформатор тармоқга уланади. Схемادا PO1 ва PO2 релелар занжири бир-бирига уланган, бу бир вақтни ўзида трансформаторни узишга ва улашга сигнал берилишини олдини олади.

6.15. Трансформаторлар кучланишини автоматик ростлаш

Электр энергия истеъмолчилари, аниқ бир номинал кучланишда, нормал ишлайди. Кучланишни номинал қийматдан камайиб, ёки ортиб кетиши ишлаб чиқарилаётган маҳсулот сифатини пасайишига, электротехник қурилмаларини ишлаш муддатини камайишига олиб келади. Шунинг учун кучланишни номинал қийматда ушлаб туриш эҳтиёжи туғилади.

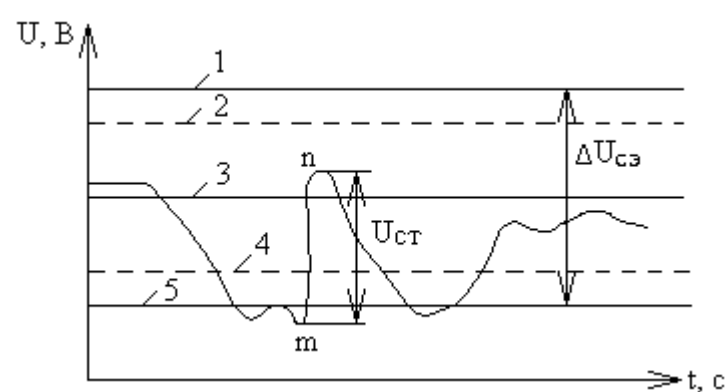
Ҳозирги вақтда подстанция трансформаторлар кучланишни юклама остида ростлаш (ЮОР) қурилмаси билан жиҳозланган бўлиб, бу қурилма трансформаторни юқори кучланиш томонидаги ўрамлар сонини автоматик тарзда қайта улаб кучланишни ростлайди. Трансформатор кучланишни ростлаш қурилмаси билан биргаликда, трансформаторни трансформациялаш коэффициентини автоматик ростлаш тизимини, вужудга келтиради. Автоматик ростлаш тизимини асосий характеристикалари:

- ростлаш поғонаси, $U_n = 1,25 - 2,5\%$;

- сезмайдиган зонаси (ΔU_{c3})-бундай кучланишни ўзгариш зонасида ростлагич ишга тушмайди. Ҳар доим $\Delta U_{c3} > U_H$ бўлиши керак;
- ростлаш аниқлиги-сезмайдиган зона кучланишини ярмига тенг кучланишни ўзгариши билан характерланади;
- кечикиш вақти-қисқа вақтли кучланишни ўзгаришида ростлагични ишга тушмаслигини таъминловчи параметр;
- ростлагич уставкаси-ростлагич таъминлаши зарур бўлган кучланиш.

6.20-расмда кучланишни ростлаш жараёни графиги кўрсатилган.

Графикда 3 узатиш тармоқлар ростлагич уставкаси, 5 ва 1 сезмайдиган зоналар чегараси (ΔU_{c3}) ростлагич ҳаракатга келиши зарур бўлган кучланиш қиймати билан аниқланади. Графикдан кўринадики, талаб етилаётган кучланиш қиймати $\pm \Delta U_{c3}/2$ аниқликда ростланади. 6.21-расмда қайтариш кучланиши 2,4 штрих узатиш тармоқлар билан кўрсатилган. Қайта уланиш-агарда кучланишни четлашиш вақти ростлагични кечикиш вақти (t_1) ва юритма механизмини таъсир вақти (t_2) йиғиндисидан катта бўлса содир бўлади.



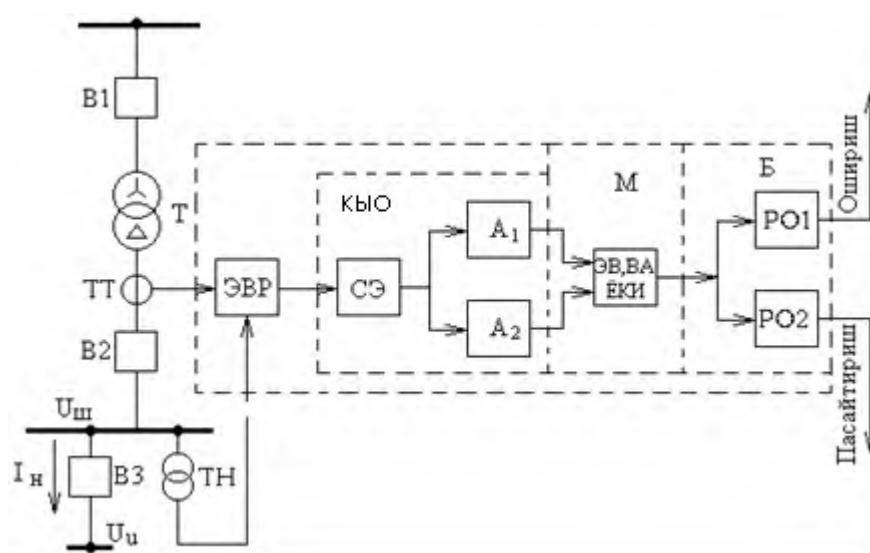
6.21-расм. Кучланишни ростлаш жараёни графиги.

Бунда кучланиш графиги m нуқтадан n нуқтага сакраш билан ўзгаради, яъни кучланиш ростлаш поғонаси қиймати (U_H) миқдорига ўзгаради.

Энерготизимда ишлатиладиган трансформаторлар кучланишини автоматик ростлаш қурилмасини функционал схемаси 6.22-расмда кўрсатилган. Функционал схема ўлчаш (Ў), мантиқий (М) ва бажарувчи (Б) қисмлардан иборат.

Ўлчаш қисмидаги ЭВР қурилмаси ростлагични статик характеристикасини таъминлайди. Бу қурилма юкланиш токи, қандай қийматга эга бўлишидан қатъий назар, кучланишни белгиланган қийматда бўлишини таъминлайди. Кучланишни ўлчаш органи (КЎО) кучланишни солиштириш элементи (СЭ) ва А1, А2 кучайтиргичлардан иборат. Солиштириш элементи чиқишдаги кучланишни белгиланган кучланиш билан солиштиради ва солиштириш фарқини ишорасига ($\pm\Delta U$) асосан уни тегишли релели кучайтиргичга тавсия этади. КЎО ни минимал ёки максимал кучланиш релеси, икки мутлоқ электрик қийматни солиштирувчи диод схема асосида йиғилади.

Мантиқий қисм вақтни кутиш элементи «ЭВ», «ЁКИ», «ВА» элементларидан иборат. Кечикиш вақтини юзага келтириш ростлагични қисқа вақтли кучланиш ўзгаришида ишлаб кетмаслигини таъминлаш учун зарур.



6.22-расм. Трансформатор кучланишини автоматик ростлаш қурилмасини функционал схемаси.

Бажарувчи қисм РО1 ва РО2 оралик релелардан иборат бўлиб, кучланиш ошиб кетганда РО2 реле, камайиб кетганда еса РО1 реле ишга тушади. Электр энергетикаси тизимида ишлатиладиган энг ишончли ростлагичлардан бири АРТ-1Н типли ростлагичдир. У подстанцияларда кучланишни узлуксиз равишда ростлайди ва унда кучланишни уставка қилиш имконияти мавжуд. АРТ-1Н ростлагич билан параллел уланган трансформаторни гурухли ростлаш ва хусусий схема элементларини тўғри ишлашини назорат қилиш мумкин.

6.16. Реактив қувват манбаларини автоматик ростлаш

Электр станцияларда синхрон генераторлар меъёрий юкламада юқори қувват коэффиценти ($\cos \varphi$) билан ишлайди, яъни нисбатан катта бўлмаган реактив қувват ишлаб чиқаради, уни истеъмоли эса электр станцияларни параллел ишлашдаги статик турғунлиги билан чегараланган.

Ҳозирги замон юқори ва ўта юқори электр узатиш тармоқларларидаги узатилаётган актив қувват (P) меъёрдан (P_M) кичик бўлганда, катта қувватли бошқарилмайдиган генератор ҳисобланади. Реактив қувват генераторлари-синхрон компенсаторлар эса уни истеъмолчисидир. Ҳозирда тиристорли қурилмалар билан узлуксиз бошқариладиган реакторли ва реактор-конденсаторли реактив қувват статик компенсаторлари (СК) яратилган. Улар электрстанция шиналарига ва электр узатиш магистрал тармоқларларига уланади.

Бошқариладиган реактив қувват қурилмалари (манбалари) яъни, синхрон ва статик компенсаторлар қуйидагиларни таъминлайди:

- Кучланиш ва реактив қувват бўйича электр узатишда талаб этиладиган иш режимларини;
- Узатилаётган актив қувватни юқори чегарадаги статик ва динамик турғунлигини;
- Электр узатишни тўла фазали бўлмаган иш режимида ҳам кучланиш ва токни симметриклигини;
- Тармоқларларда (коммутация) ўта кучланишни олдини олишни.

Электр станциялар ва тақсимлаш подстанцияларидаги алоҳида куч трансформаторлари ва автотрансформаторлар юклама остида кучланишни ростловчи-трансформациялаш коэффицентини ўзгартирувчи қурилмалар билан жиҳозланади. Бундай қурилмаларга электроэнергетика объектлари реактив қувватини ростловчи ва трансформациялаш коэффицентини бошқарувчи ростлагичлар киради. Улар ёрдамида реактив қувват оқими ва шиналардаги кучланишларни меъёрий даражада бўлиши таъминланади.

Синхрон компенсаторлар-анъанавий реактив қувват генератори ҳисобланади ва электр энергетикаси тизимида кенг қўлланилади.

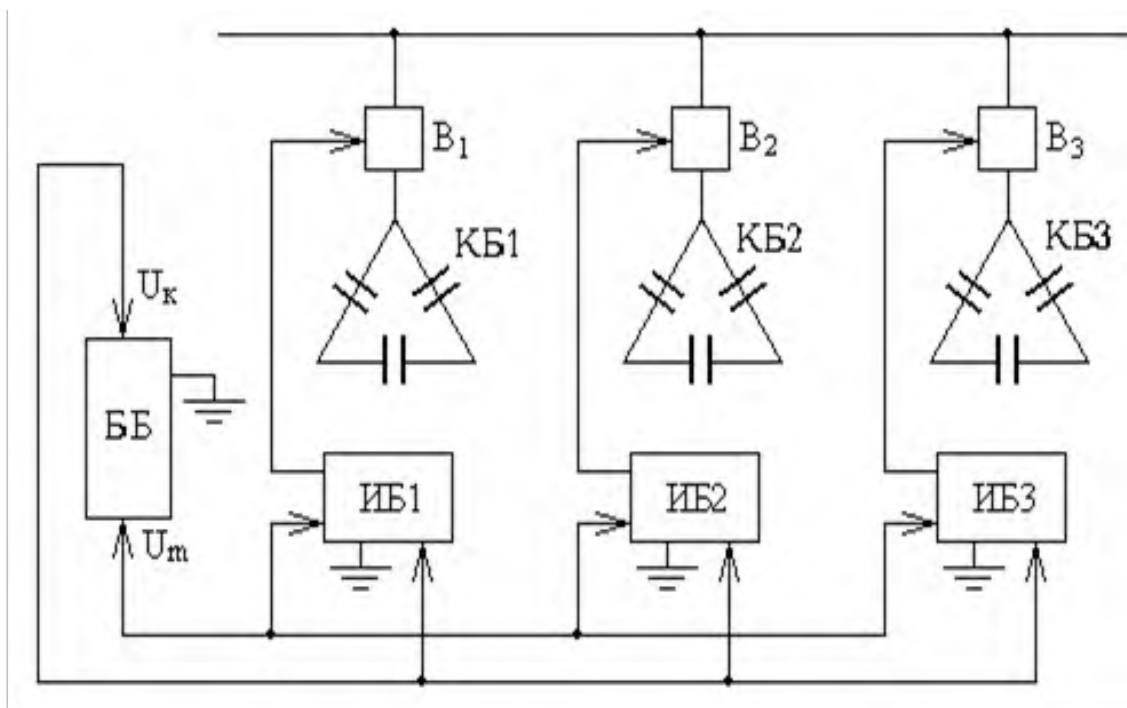
Синхрон компенсаторни иш режими, яъни реактив қувватни узатиши, ёки истеъмол қилиши уни қўзғатишга асосланган.

Синхрон компенсатор номинал токда қўзғатилганда, реактив қувват беради, қўзғатиш токи бўлмаганда эса реактив қувват истеъмол қилади.

Қўзғатиш токи синхрон компенсаторнинг қўзғатишни автоматик ростлаш қурилмалари билан бошқарилади. Синхрон компенсаторларни электр машинали қўзғатиш қурилмали модификацияси (асосан тиристорли чўткасиз қўзғатишли) амалда кенг қўлланилади.

Реактив қувватни автоматик компенсациялаш, яъни қувват коэффициентини ошириш, ишлаб чиқаришда конденсатор батареялари (КБ) ёрдамида ҳам амалга оширилади. Ишлаб чиқаришда реактив қувватга бўлган талаб кун давомида ўзгариб туради, шунинг учун реактив қувватни автоматик равишда ростлаб турилмаса, кучланишни камайиб, ёки ортиб кетишига, натижада баъзи қурилмаларни ишдан чиқишига олиб келади.

Кучланишга боғлиқ ҳолда КБ қувватини автоматик ростлаш, максимал ва минимал кучланиш релелари ёрдамида, амалга оширилади. Юкломани камайиши кучланишни ошишига олиб келади, натижада максимал кучланиш релеси КБ ни бир қисмини узиб қўяди. Кучланиш камайганда эса, минимал кучланиш релеси КБ ни яна улаб қўяди. Қисқа вақт давомида содир бўладиган кучланишни ўзгаришини (ёлғон сигналлар) сезмаслик учун КБ ни бошқаришда вақт релеларидан фойдаланилади.



6.23-расм. Реактив қувватни қўп поғонали автоматик бошқариш схемаси.

6.23-расмда реактив қувватни автоматик компенсациялашни блок схемаси келтирилган. Бу қурилма ўзгарувчан ток занжирларида КБ қувватини қўп поғонали бошқаришга асосланган. Қўп поғонали бошқариш бир поғонали бошқаришга нисбатан сезгир ҳисобланади.

Бу қурилма буюрувчи (ББ) ва ижро блоклари (ИБ) дан тузилган. Буюрувчи (ББ) блокка манба (U_m) ва кириш (U_k) кучланиши берилади. ББ да ҳосил қилинган таъсир сигнали $\pm \Delta U = (U_m - U_k)$ ижро блоки (ИБ)га берилади. Ижро блоки конденсаторларни маълум бир қисмини узади ёки улайди.

Маълумки, реактив қувватнинг асосий истеъмолчилари асинхрон моторлар (60%), куч трансформаторлари (20%), индукцион печлар ва тўғрилагичлардир (20%).

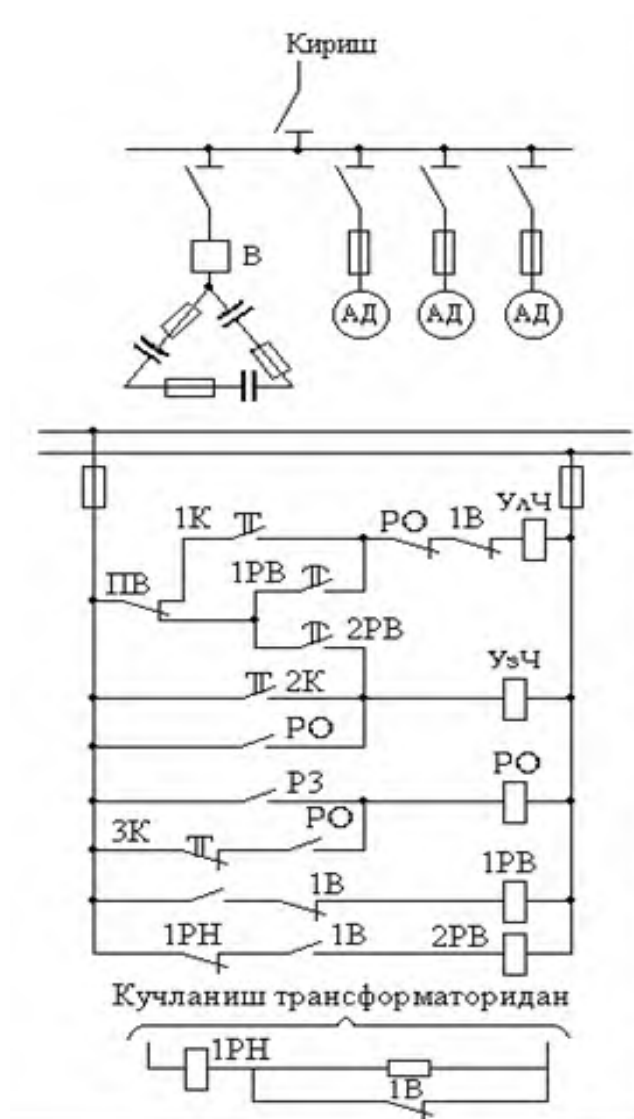
Кучланиши 1000 В-гача булган КБ-ларнинг ўрнатиш жойлари қуйидагича танланади:

- Марказлаштирилган ўрнини қоплашда КБ цех трансформатори (ТП) ёнида ўрнатилади ва уни 0,4 кВ ли тақсимлаш қурилмаси (ТҚ) га уланади;
- Гуруҳ учун ўрнини қоплашда КБ гуруҳ тарқатиш қурилмаси ёки шина ёнига ўрнатилади ва уларга уланади;

- Индивидуал ўрнини қоплашда КБ асинхрон моторга (истеъмолчи) яқин жойлаштирилиб, унинг статор чулғамига уланади.

Реактив қувватни ростлаш вақт, ток ёки кучланиш бўйича амалга оширилади. Вақт ва ток тамойилларида тўла (С) ва реактив қувватни (К) суткалик графикларидан фойдаланилади. Кучланиш тамойилида еса максимал ва минимал кучланиш релеси сигнали бўйича ростлаш амалга оширилади.

6.24-расмда реактив қувватни бир поғонали автоматик бошқариш схемаси кўрсатилган.



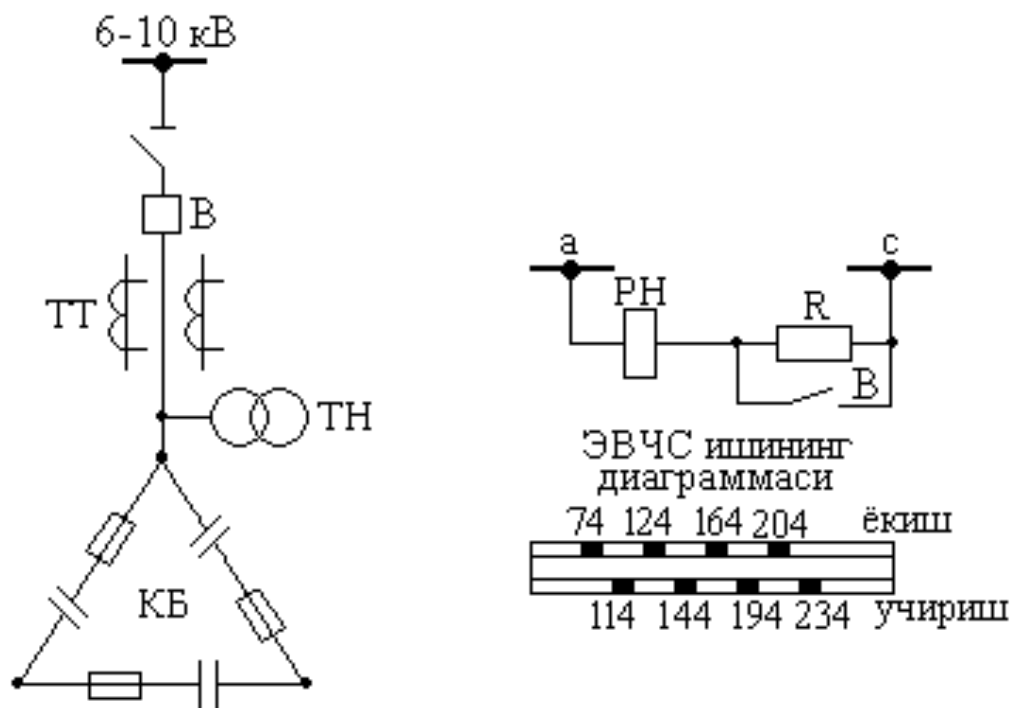
6.24-расм. Реактив қувватни бир поғонали автоматик бошқариш схемаси.

Схемани ишлаш тамойили қуйидагича: Кучланиш 1РН минимал кучланиш релеси ёрдамида назорат қилинади. Тармоқда кучланиш пасайганда бу реле вақт релеси 1РВ занжиридаги ўзини контактини улайди, у маълум кечикиш вақтидан сўнг уланиш чулғами (УлЧ) занжирини туташтиради, натижада узгич В конденсатор батареясини улайди. Кучланиш белгиланган қийматдан ошиб кетганда, 2РН релени 2РВ вақт релеси занжиридаги контакти уланади, у маълум кечикиш вақтидан сўнг, узиш чулғами (УзЧ) занжирини улайди, узгич В конденсатор батареясини узади. 1РВ ва 2РВ вақт релелари қисқа муддатли кучланишни ўзгариши юз берганда, узгични ишламаслигини таъминлайди. Конденсатор батареяларини ҳимояси оралиқ релеси (РО) орқали амалга оширилади, у РЗ ҳимоя релеси контактлари орқали импульс олади.

6.25 а-расмда КБ қувватини кучланиш бўйича коррекциялаб, сутка вақти бўйича бир поғонада автоматик ростлашни комбинацияланган схемаси келтирилган.

Бу схемада суткани берилган вақтида ЭВЧС соат таъсирида КБ улангандан кейин тармоқдаги кучланиш юқори бўлса, минимал кучланиш релеси РН ўзининг уланувчи контакти билан КБ-ни яна ўчиради, тармоқни бу бўлимида кучланиш пасайган бўлса, РН релеси ўзининг узувчи контакти билан КБ-ни улайди, бунда ЭВЧС соат бўйича берилган вақтни кутмайди.

Шундай қилиб ЭВЧС соатлари сутка вақти бўйича белгиланган дастурга биноан КБ-ни улайди ва ўчиради, РН релеси еса суткани уша вақтларида тармоқ кучланишига боғлиқ холда ЭВЧС ишига тузатишлар киритади. Бундай ростлаш натижасида тармоқдаги кучланишни $U_{ном}$ қиймати меъёрланган $\pm 5\%$ -дан чиқмайди. РН реле занжирларига схемани аниқроқ сошлаш учун зарур бўладиган қўшимча қаршилик R уланади.



6.25 а-расм. Реактив қувватни автоматик ростлашни комбинацияланган схемаси.

Кучланиш бўйича ростлаш схемаси кучланишни туртки юкламалар вужудга келтирадиган қисқа вақтли тебранишларда ишламайдиган қилиб созланиши керак.

Ҳозирги вақтда тиристорли ўчиргичлар хизмат қиладиган автоматик конденсатор қурилмалари амалда кенг қўлланилади. КБ (сериялари УК-0,38-220 - УК-0,38-540) қувватини кўп поғонали комбинацияланган автоматик ростлаш учун АРКОН турдаги ростлагичлар қўлланилади, уларни 6-10 кВ тармоқларда ҳам ишлатиш мумкин.

7-БОБ СИНХРОН ГЕНЕРАТОРЛАРНИНГ РЕЛЕЛИ ҲИМОЯ ВА АВТОМАТИКАСИ

7.1. Генераторларнинг шикастланиш турлари ва нономал режимлари

Статор чўлғамидаги шикастланиш. Кўп фазали қисқа туташувлар генераторни шикастланишининг энг оғир турларига киради. Унда қисқа туташувлар генераторнинг номинал токидан бир неча баробар юқори қийматли тоқларни ҳосил қилади.



7.1-расм. Катта қувватли синхрон генератор кўриниши.

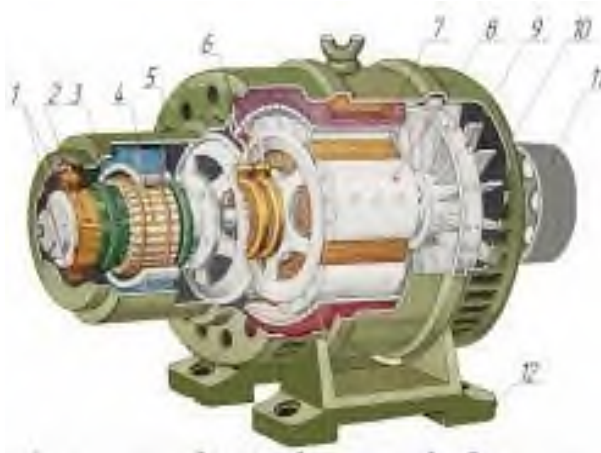
Кўп фазали қисқа туташувлар статор чўлғамига катта зарар етказиши мумкин. Шунинг учун улардан ҳимоя қилиш зарур. Қуввати 1000 кВт дан юқори кучланишга эга бўлган барча генераторларда, алоҳида фазаларнинг чиқишлари мавжуд бўлган генераторни ўчириш учун, нейтрал томонидан бўйлама дифференциал ҳимоя ўрнатилади. Кичик қувватли генераторларда, кўп фазали қисқа туташувдан ҳимоя қилиш учун, оддий ҳимоя қурilmалардан фойдаланишга рухсат берилади: МТХ, ёки тоқли кесим (токовая отсечка) генераторларнинг чиқиш тарафига ўрнатилади,

шунингдек, автомат ўчиргич ёки, эрувчан сақлагичлар ҳам қўлланилади.

Бир фазали ер билан қисқа туташув (генератор корпусида) пайтида, 1000 В кучланишдан юқори бўлган генераторларнинг статор чўлғамида, ишчи ҳолатдаги нейтрални изоляцияланган, шикастланган жойларда кўп фазали қисқа туташув тоқлари билан бирга, унча катта бўлмаган тенглаштирувчи тоқлар ҳам пайдо бўлади. Шу билан бирга, генераторнинг корпусидаги қисқа туташув тоқининг узоқ вақт давомида ўтиши ва электр ёйнинг ҳосил бўлиши, изоляциянинг емирилишига ва статорнинг пўлат ўзагининг сезиларли даражада эришига олиб келиши мумкин. Натижада шикастланган пўлатни алмаштириш, узоқ вақт давомида таъмирлашни талаб этади. Амалиёт тажрибаси ва махсус синовлар асосида, шикастланган статор чўлғамида ер билан қисқа туташув тоқи 5А гача бўлганда, пўлатни жиддий шикастланишга олиб келмаслиги аниқланган. Шунинг учун, генераторнинг кучланиш тармоғидаги тоқнинг қиймати 5А дан паст бўлганда, ер билан қисқа туташувдан ҳимоя қилиш учун ўчиришга сигнал юборилади. Агар, ер билан қисқа туташув тоқи 5А дан ошса, ҳимоя узишга ишлаши талаб этилади. Нейтрални билан ерлатгичга уланган, кучланишли 1000В гача бўлган кичик қувватли генераторларда юқори тоқлар билан бирга келадиган битта фазали қисқа туташувлардан ҳимоя ўчиришга ишлайди.



7.2-расм. Синхрон генераторлардаги қисқа туташувлар оқибатидаги шикастланишлар кўринишлари.



7.3.-расм. Кичик қувватли генератор (а) ва унинг ички тузилиши (б). 1-чўтка ва чўтка ушлагичлар, 2коллектор,якорь чўлғами, 4-якорь, 5-статор, 6-контакт халқалари, 7-статор чўлғами, 8-генератор ротори, 9-вентильатор, 10-генератор қобиғи, 11-юритма,12-станина.

Генераторнинг статорида, чўлғамлар ўртасидаги бир фазали чўлғамлараро, қисқа туташув ҳам содир бўлиши мумкин. Шикастланган жойдан ўтган тоқлар, кўп фазали қисқа туташувлар токи қийматига тўғри келади. Параллел ўрамлари бўлган генераторларда, ўрамлараро қисқа туташувлардан ҳимоя қилиш учун, кўндаланг дифференциал ҳимоя ўрнатилади. Параллел ўрамлари бўлмаган генераторларда, ўрамлараро қисқа туташувдан ҳимоя ўрнатилмаган, бу ҳолда уни бажариш қийин, чунки бир фазали ер билан, ёки кўп фазали қисқа туташувлар ва генератор статоридаги қисқа туташувлар жуда кам учрайди.

Ротор чўлғамининг шикастланиши. Қўзғатиш чўлғамининг бир нуқтасидаги қисқа туташув, генераторнинг нормал ишлашига таъсир қилмайди, қисқа туташув токи бу жойдан оқиб ўтмайди ва магнит оқимнинг симметрияси бузилмайди. Бироқ, биргина ерга туташувнинг мавжудлиги, генератор учун потенциал хавф туғдиради, чунки қўзғатиш занжирининг иккинчи нуқтасида ер билан қисқа туташув бўлса, чўлғамининг бир қисми қисқа туташган бўлади.

Қўзғатиш занжирининг икки нуқтасидаги ер билан қисқа туташув, магнит оқимининг симметриясини бузганлиги сабабли, кучли титрашларни пайдо бўлишига олиб келади. Қисқа туташув жойида пайдо бўлган ёй, роторнинг пўлат ўзагига ва чўлғамга, зарар этказиши мумкин.

Генераторларнинг шикастланишига йўл қўймаслик учун, гидрогенераторларни бир нуқтасида ер билан қисқа туташувдан химоя ўчиришга ишлаши керак ва турбинали генераторларда эса (хар қандай қувватли роторни чўлғамларини сув билан совутиладиган конструкцияларида ва 300 МВт ва ундан юқори қувватдаги бошқа совутиш тизимига эга бўлган генераторларда), сигнал эффекти билан таъминланиши керак. Ер билан қисқа туташувдан химоя, фақат турбогенераторларнинг қўзғатиш занжирини иккита нуқтасида ўрнатилади.

Нонормал режимлар: Статор токининг қиймати, номиналдан катта тоқларни ташкил этиши, чўлғам изоляциясининг ҳаддан ташқари қизиб кетишига ва изоляциясининг емирилишига олиб келади. Бунинг натижасида шикастланишлар юзага келади (қисқа туташув ёки ер орқали қисқа туташув). Ташқи қисқа туташувда, қисқа туташув тоқларини қисқа муддат давомида оқиб ўтиши, статор чўлғами учун хавф туғдиради. Генераторларни ўта юкланиш токи билан зарарланиши олдини олиш учун (агар ташқи қисқа туташувларда тармоқлар ёки трансформатор химояси билан ўчириб қўйилмаган бўлса), генераторни ўчиришга ишлайдиган кучланишни ишга тушириб, ёки усиз ишлайдиган максимал тоқли химоя (МТХ) дан фойдаланилади. Ташқи носимметрик қисқа туташув (икки фазали ёки бир фазали) генератор учун энг жиддий ёмон оқибатларга олиб келиши мумкин. Бундай ҳолларда, статорнинг фазаларидаги тоқларнинг тенгсизлиги (носимметрия) роторнинг қизиши ва генераторнинг тебранишига олиб келади; бу эса жиддий зарар этказиши мумкин. Статор тоқларининг носимметрияси фазалардан бирининг узилиши, ёки фазалардан бирининг ўчиргичини ишламай қолиши натижасида ҳам, содир бўлиши мумкин. Тескари кетма-кетликдаги тоқнинг генератор орқали оқиб ўтишининг рухсат этилган давомийлиги, қуйидаги ифода билан аниқланиши мумкин:

$$t_{\text{Äiï}} = \frac{A}{I^2 * 2} \quad (7.1)$$

бу ерда I_{*2}^2 - тескари кетма-кетлик токининг генератор номинал токига нисбатан карралиги;

А-берилган намунадаги генераторлар учун ўзгармас катталиқ, ушбу турдаги генераторлар учун бу қиймат: билвосита совутиш тизимига эга бўлган ТБ2 намунасидагилар учун 29 га, ТБ намуна учун эса 20 га тенг; тўғридан-тўғри совутиш тизимли турбогенераторлар учун, ТВФга 15, ТГВ, ТВМ, ТВВ турлари учун эса (ТВВ-1000-4 ва ТВВ-1200-2 ташқари) 8га ва мос ҳолда ТВВ-1000-4 ва ТВВ-1200-2 учун 6 га тенг. Билвосита совутиш тизимли гидрогенераторлари учун 40. Генераторни ташқи носимметрик қиска туташув ва носимметрик режимлардан ҳимоя қилиш учун, ҳам сигнал берувчи ва ҳам ўчиришга ишлайдиган, тескари кетма-кетликдаги ток ҳимояси билан амалга оширилади.

Роторнинг ўта юкланиши. Роторнинг ортиқча юкланишидан ҳимоялаш, фақат чўлғамларни бевосита совутиш тизимига эга бўлган турбогенераторларда таъминланади. Ушбу ҳимоя, генераторнинг асосий ишлаши давомида ва ҳам захира қўзғатиш режимида ҳам, фаолият кўрсатиши керак. Роторнинг ўта юкланишидан ҳимоя қилиш, қуввати 30 МВт дан ортиқ бўлган чўлғамларни билвосита совутиш тизимига эга бўлган гидрогенераторларга ўрнатилади. Ҳимоя одатда, икки ҳаяллаш вақтига эга: қиймати кичикроқ ҳаяллаш вақти-генераторни ишга тушириш учун (қўзғатишни автоматик ростлагичи орқали) ва каттароқ ҳаяллаш вақти эса - генераторни ўчириш ва майдонни сўндириш учун.

Синхрон генераторнинг қўзғалмасдан ишлаши ҳам нормал режимларга киради (АГП ўчирилганида), бу **асинхрон режим деб аталади**. Асинхрон режимда ишлаганда, генераторни айланиш частотаси ошади ва статор токини пульсацияси пайдо бўлади. Кўпгина ҳолларда, гидрогенераторларнинг асинхрон ишлаши кучланишнинг кескин пасайиши ва катта тебранишлар билан бирга келади, бунда статор токи номинал токдан бир неча баравар юқори бўлиши мумкин. Шунинг учун қўзғатиш йўқолган тақдирда, гидрогенераторни ўчириб қўйиш ёки нормал ишлашни тиклаш учун чоралар кўриш керак.

Статор чўлғамида кучланишнинг ошиши изоляцияни бузилишига ва генератор чўлғамининг шикастланишига олиб келиши мумкин. Изоляция учун хавфли бўлган кучланишнинг кўпайиши, магнит оқимини йўқ бўлиб кетиши ва айланиш

частотанинг ортишига статор реакциясининг йўқолиши кузатилганида содир бўлади.

7.1.1. Шикастланиш турлари ва нормал бўлмаган режимлар

Синхрон генераторларнинг ишлаш жараёнида статор, ёки ротор чўлғамининг шикастланиш ва нормал бўлмаган режимларнинг юзага келиши мумкин.

Синхрон генераторлар, электр тизимининг асосий элементларидан бири бўлиб ҳисобланади ва улар ишончли ва эффектив реле ҳимояси ва автоматик бошқариш қурилмалари билан таъминланиши лозим. Синхрон генераторда фазалар орасида қисқа туташув, фаза ўрамлари оралигида қисқа туташув, бир фазани корпус орқали ерга туташув каби шикастланишлар юзага келиши мумкин. Фазалар оралиғида қисқа туташув вақтида генератор чўлғамлардан катта тоқлар ўтиши натижасида изоляция ва статорнинг магнит ўзагида қайта тикланиши қийин бўлган шикастланишлар ҳосил бўлиши мумкин. Ўта юкланиш ва кучланишнинг ортиб кетиши каби нормал бўлмаган режимлар ҳам генератор учун ҳавфли. Ташқи қисқа туташувлар вақтида ҳам генераторнинг статор чўлғамидан катта қисқа туташув тоқлари ўтиши мумкин. Ташқи қисқа туташув нуқтаси узилгандан кейин, ёки бошқа сабаблар билан юклама кескин камайганда, кучланишнинг ортиб кетиши ва ротор тезлигининг синхрон тезликка нисбатан ўзгариши мумкин.

Бир фазали ерга туташуш тоқининг қиймати 5 А дан кичик бўлса ҳимоя сигналга, акс ҳолда генераторни узишга ишлаши керак. Генераторларда шикастланишлар статор чўлғамидан ташқари, ротор (кўзғатиш) чўлғамида ҳам кузатилиши мумкин. Ротор чўлғами ер билан изоляцияланган. Шунинг учун, битта нуқтада ер билан туташуш тоқи генератор иш режимига таъсир қилмаслиги мумкин, лекин икки нуқтада корпус орқали ер билан туташуш ротор чўлғамида ўрамлар оралиғида қисқа туташувга олиб келади. Бу шикастланиш ротор чўлғами изоляциясини емирилишига, магнит майдони симметриклигининг бузилишига ва титраш юзага келишига сабаб бўлади. Синхрон генераторларга ўрнатилган ҳимоя шикастланиш, ёки нормал бўлмаган иш режими юз берганда, сигнал режимида ишлаш керак ва автоматик ростлаш орқали шикастланиш, ёки нормал бўлмаган иш режимининг олдини

олиш имкони бўлмаганда генераторни узиш режимида ишлаши керак.

Генераторни узиш учун мосланган ҳимоя генераторни ташқи истеъмолчи билан боғловчи тармоқдан узиши, роторга (қўзғатиш чўлғамига) ток беришни тўхтатиши ва магнит майдонини сўндириш қурилмасини ишга тушириши керак.

Генераторларнинг статор чўлғамларида фазалар оралиғидаги қисқа туташув тоқларидан ҳимоялаш учун тез ишловчи бўйлама дифференциал ҳимоялар қўлланилади.

Статор чўлғамининг шикастланиш турлари қуйидагилар:

- а) кўп фазали қисқа туташувлар;
- б) бир фазали ерга туташув;
- в) бир фаза ўрамлари орасидаги туташув.

Ротор чўлғамининг шикастланишига асосан унинг бир ёки икки нуқтада ерга туташуви киради.

Синхрон генераторларнинг ***асосий нормал бўлмаган режимлари:***

- а) симметрик ўта юкланиш;
- б) симметрик бўлмаган ўта юкланиш;
- в) ташқи қисқа туташув ;
- г) кучланишнинг ортиб кетиши;
- д) асинхрон режим;
- е) ротор чўлғамининг қўзғатиш токи билан ўта юкланиши.

Кўп фазали қисқа туташувлар хавфли бўлганлиги сабабли, улардан ҳимоя генераторни узишга ишлайди. Ерга туташувдан ҳимоя ерга туташув токи 5 А гача бўлса сигналга, 5А ёки ундан катта бўлса генераторни узишга ишлаши керак.

7.2. Генераторларда қўлланиладиган умумий ҳимоялар турлари

Генераторларни бўйлама дифференциал ҳимоя ёрдамида ҳимоялаш

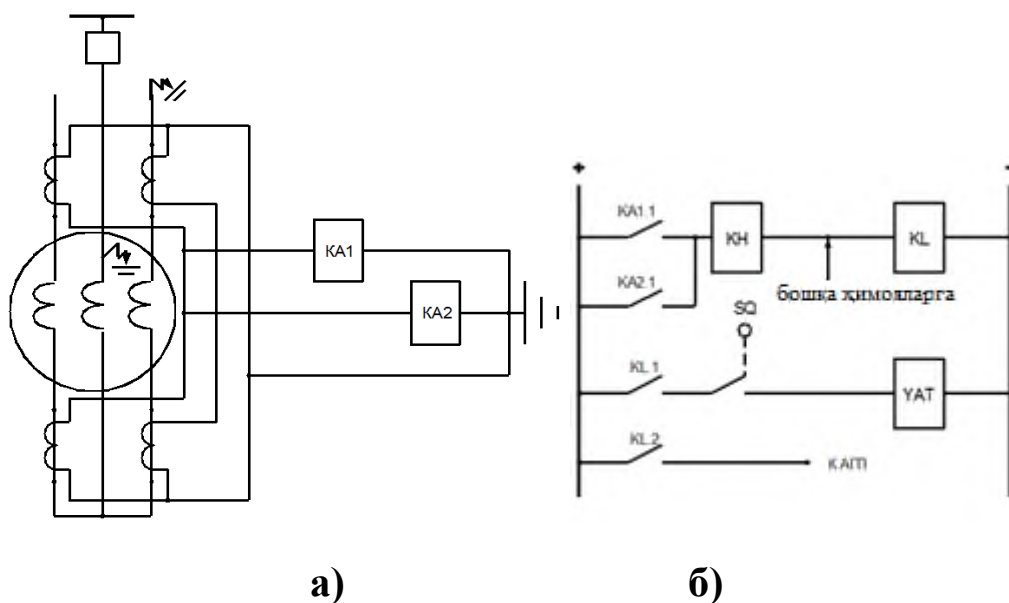
Генераторларнинг статор чўлғамидаги кўп фазали қисқа туташувлардан ҳимоя қилиш учун, бўйлама дифференциал ҳимоя ишлатилади. Ушбу ҳимоя генераторнинг чиқишлари томонига ва унинг нол нуқтаси томонига ўрнатилган ток трансформаторларига уланади. Унинг ҳимояланаётган зонаси ичига кириш чўлғамлар,

статор чиқишлари ва кабеллар, ёки шиналардан бошлаб, токи генератор кучланишини тақсимловчи пунктгача киради.

Хизмат кўрсатувчи шахслар бўлмаган электр станцияларида, бўйлама дифференциал ҳимоя автоматик равишда генераторни сувга туширади. У ток трансформаторларига шундай уланади-ки, натижада фақат чўлғамлар ва статор унинг ишлаш зонасига киради.

Генератор кучланиши шиналарида ишлайдиган генераторларда, асосан иккита бўйлама дифференциал ҳимоя схемалари қўлланилади (расм 7.1). Улардан биринчисидан қуввати 30 МВт дан кичик генераторларда фойдаланилади, иккита ток релеси ва тўртта ток трансформаторлари (ТТ) ишлатилади. Ушбу схеманинг камчилиги шундаки, агар ТТ ҳимояси бўлмаган статор фазаси генераторда ерга туташиб қолса, носозлик мавжуд бўлса (бири тармоқ, иккинчиси статор чўлғамида), ҳимоя ишламайди. Генераторни ўчириш учун, бу ҳолда ер билан қисқа туташувдан ҳимоя қилиш учун, ҳаяллаш вақтига эга бўлмаган ўчиришга ишлайдиган қўшимча ток релеси қўлланилади.

Агар генератор *ер билан қисқа туташувдан ҳимоя қилиш учун ўчиришга ишлайдиган* ҳимояга эга бўлмаса, бўйлама дифференциал ҳимоя уч босқичга ўрнатилиши керак (7.2-расм). Қуввати 30 МВт дан юқори генераторларда, ишончилиқни ошириш учун, уч фазали бўйлама дифференциал ҳимоя ҳар доим қўлланилади. Бунда ер билан қисқа туташувдан узишга ишлайдиган ҳимояни бор, ёки йўқлиги аҳамиятга эга эмас.



7.1-расм. Икки фазали ҳимояни бирламчи ток занжири схемаси (а) ва унинг оператив ток занжири (б).

Бўйлама дифференциал ҳимоянинг таъсир қисми, ташқи қисқа туташувда реле ичида ўтган нобаланс токдан ажратиш шартига қараб танланади:

$$I_{с.з} = k_{и} \cdot I_{нб.ҳис} \quad (7.2)$$

бу ерда - $k_{и}$ ишончилилик коэффиценти бўлиб, у 1,3 га тенг; $I_{нб.ҳис}$ формула бўйича аниқланадиган нобаланс тоқлар ҳисоби:

$$I_{нб.х} = k_a k_{од} f_i I_{к.мах} \quad (7.3)$$

ифода орқали ёзилади. Бунда k_a - РНТ 565 релелари учун 1 га тенг бўлган, РТ-40 ёки, тўғридан тўғри таъсир этувчи РТМ релелари учун 1,5÷2.0 га тенг бўлган қийматларни қабул қилувчи ТТнинг қўшимча хатолигини ҳисобга оладиган нодаврийлик коэффиценти. $k_{бирх}=0,5$ га тенг бўлиб, ТТни бир хил намунадаги эканлигини кўрсатувчи коэффицент. $f_i=0,1$ бўлиб, ТТнинг нисбий хатолигини билдиради. $I_{к,мах}$ -($t= 0$ да) токнинг даврий ташкил этувчиси. У ҳимоя қилувчи ТТ бўйлаб, генераторнинг кучланиши мавжуд шиналарида ташқи металл қисқа туташувда оқади.

Ташқи қисқа туташувда реледан ўтган нобаланс тоқларни камайтириш учун бўйлама дифференциал ҳимоясида бир хил магнитланиш хусусиятларига эга ТТлар танланган. (7.3) формула бўйича ҳисоблашда, бир хиллик коэффиценти ҳисобга олинади. Худди шу мақсадда тенглаштириш тавсия этилади.

Дифференциал ҳимоя елкаларидаги қаршилиқларни ҳар иккала томондаги симларни танлаб олиш орқали мувофиқлаштирилади. Катта қувватга эга бўлган генераторларда ток релеларининг чўлғамлари билан кетма-кет 5÷10 Ом ли қўшимча қаршилиқ уланади.

Дифференциал ҳимояда, нобаланс тоқларни қийматини чеклаш, ҳимоянинг сезгирлиги ва ишончилигини ошириш учун, тез тўйинувчан трансформаторли реле схемаларидан фойдаланиланиш мақсадга мувофиқ. Катта қувватли генераторларнинг бўйлама дифференциал ҳимоянинг ишга тушиш токи 0,6 $I_{ном}$ дан ошмаслиги керак. Билвосита совутиш тизимига эга бўлган, қуввати 30 МВт гача бўлган генераторлар учун катталиги (1.3÷1.4) $I_{ном}$ га тенг ишга тушиш токи билан ҳимояни бажаришга рухсат берилади.

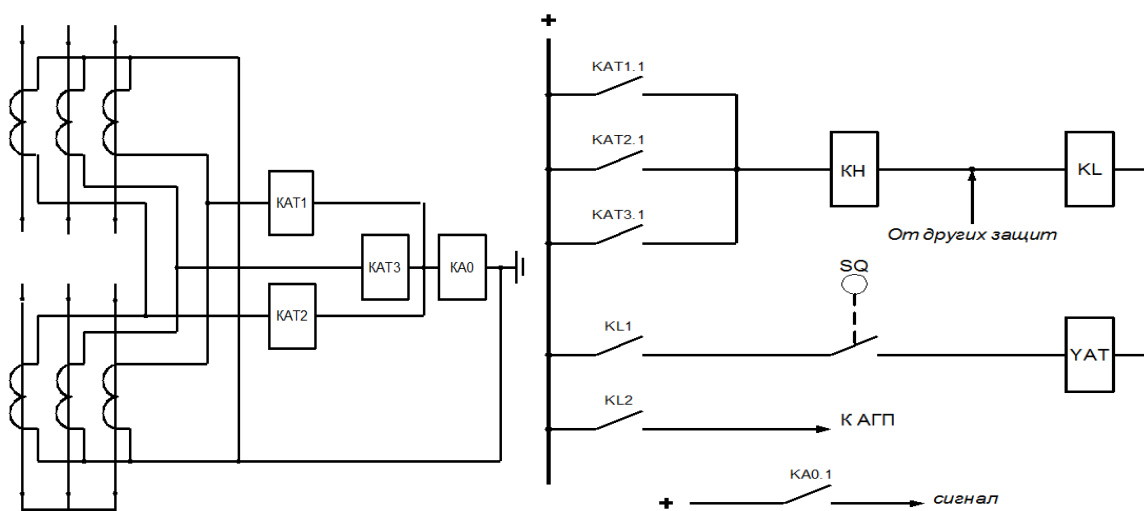
Ишга тушиш токининг бундай қийматларида дифференциал ҳимояни, нобаланс токдан ишончли равишда ажратиб олиш мумкин ва шу билан бирга, унинг нормал режимда улаш симларида узилишлар бўлса, ёки ТТлардан бири ишламай қолишида, нотўғри ишлашининг олди олинади. Иккинчи ҳолда, дифференциал ҳимоянинг улаш симларида узилишлар ҳақида сигнал бериш учун КА0 ток релеси ишга тушиш токини 20÷30% га тенг деб олиниб, ток занжирининг нол симига уланади.

РНТ-562 релесини, қисқа туташувдаги ўтиш жараёнида, чўлғамида ташқи қисқа туташувли иш режимида РНТ релесини нобаланс тоқларидан ишончли равишда ажратиб олиш учун, АА отпайкалари ўрнатилади ва РНТ565 релесига қисқа туташган чўлғамга уланган қаршилиги 10 Омга эга бўлган қаршилик уланади.

Генераторларнинг бўйлама дифференциал ҳимоясининг барча ҳолатларда, генератор чиқишларидаги қисқа туташувда сезгирлик коэффиценти иккидан катта бўлиши керак:

$$k_{\text{ч}} = \frac{I_{k.\text{min}}}{I_{\text{с.з}}} \geq 2 \quad (7.4)$$

бу ерда $I_{\text{к.мин}}$ -генераторнинг чиқишларидаги металл икки фазага қисқа туташувнинг $t = 0$ учун токнинг даврий ташкил этувчисини билдиради.

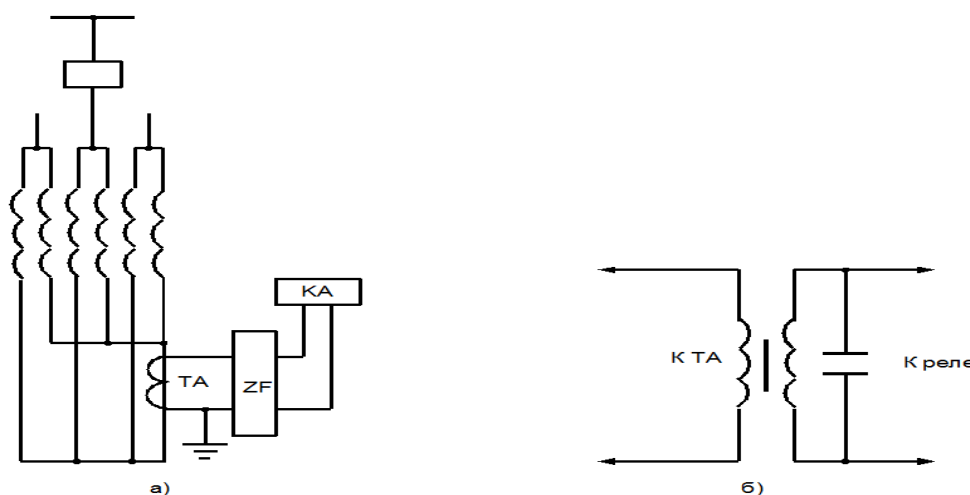


7.2-расм. Уч фазали ҳимоя учун тоқли занжир схемаси

Ҳисобий қисқа туташув токи иккита режим учун аниқланади: алоҳида ишлайдиган генераторни шикастланиши ва ўз-ўзини синхронизация усули билан уланадиган генераторга етказиладиган зарар. Ток фақат қисқа туташув нуқтасига оқади. (7.4) формулага бу ҳар икки режим учун аниқланган қт токининг кичик қийматлари қўйилади.

7.3.Кўндаланг дифференциал ҳимоя.

Икки ёки ундан ортиқ параллел ўрамлари бўлган генераторларни ҳимоя қилиш учун, махсус кўндаланг дифференциал ҳимоя ишлатилади. Улар статор чўлғамининг параллел ўрамларида ўтадиган тоқларнинг фарқига ишлайди. Ҳимоянинг ишлаш тамойили параллел узатиш тармоқларларнинг кўндаланг дифференциал (саккиз) ҳимояси билан бир хил. Нормал режимда параллел тармоқларларда тенг тоқлар ўтади ва фақат нобаланс ток релесидан оқади. Параллел ўрамлардан бирининг туташиб қолиши натижасида тоқларнинг тенглиги бузилади ва реле ишга тушади. 7.3-расмда амалда энг кўп қўлланиладиган битта релели кўндаланг дифференциал ҳимоя схемаси кўрсатилган. Ушбу схемада ток релеси ТТга уланган, у (яъни ТТ) эса иккита нол нуқта орасидаги статор чўлғамларининг параллел шохчаларини юлдузга уланган занжирига ўрнатилган.



7.3-расм. Кўндаланг дифференциал ҳимоя схемаси; а) ҳимоя занжири; б) уч каррали гармоникалар филътри.

Нормал режимда, яъни ҳар иккала параллел шохчалардаги тоқлар тенг бўлса, ва ҳар бир юлдуз схемадаги тоқларнинг йиғиндиси нолга тенг бўлса, тоқ реледан ўтмайди. Чўлғамлардан бирида қисқа туташув содир бўлганда, тоқларнинг тенглиги бузилади ва тоқ реле орқали ўтади, унинг таъсири остида реле ишга тушади. Таъсирчанликни ошириш учун, тоқ релеси, ZF фильтри орқали уч карра катта бўлган гармоникаларнинг таъсиридан халос бўлиш учун чиқарилади. Гармоника мавжудлиги генераторнинг э.ю.к. эгри чизиғининг шакли бузилганлиги билан боғлиқ. Натижада, 150 Гц частотадаги ишга тушиш тоқи, 50 Гц частотадаги ишга тушиш тоқидан 10 барабар катта бўлади. Ҳимоя ҳаяллаш вақтсиз амалга оширилади. Кўндаланг дифференциал ҳимоя ҳам бўйлама ҳимоя каби, барча генератор ўчиргичларни узишга, майдонни сўндиришга ва шунингдек турбинани тўхтатиш учун ишлаши керак. Кўндаланг дифференциал ҳимоя ўзининг асосий вазифасига қўшимча равишда, ўрамлараро қисқа туташувдан ҳимоя қилиш, баъзи ҳолатларда бўйлама дифференциал ҳимояни захиралаб, кўп фазали қисқа туташувларда ҳам ишлаши керак. Кўндаланг дифференциал ҳимоянинг ишга тушиш тоқи ташқи қисқа туташув билан реле орқали ўтиши мумкин бўлган максимал нобаланс тоқдан ажратади ва қуйидагича қабул қилинади.

$$I_{x,i} = (0,2 \div 0,3)I_{ном.} \quad (7.5)$$

7.4.Бир фазали ер билан қисқа туташувдан ҳимоя қилиш

Ҳимоянинг вазифаси. Генератор кучланиши мавжуд тармоқда генераторни эксплуатация қилиш ва кабел тармоқларининг ишлаш ишончлилигини сезиларли даражада оширадиган генератор кучланиш тармоғидаги электр тоқини камайтириш учун, 3 кВ ва ундан юқори кучланишли генераторлар, қоида тариқасида, изоляция қилинган нейтрал билан ишлайди.

Генератор чиқишларида бир фазали ер билан қисқа туташув мавжуд бўлса, носозлик жойидаги тоқ қуйидагича:

$$I_T = \frac{3U_\Phi}{X_c} \quad (7.6)$$

Бу ерда I_T - туташув тоқи катталиги, U_Φ - фаза кучланиши.

Агар ер билан қисқа туташув статор чиқишларида эмас, балки генераторнинг нол нуктасидан w чўлғамча масофада бўлса, қисқа туташув жойидаги ток қуйидагича бўлади:

$$I_a = \frac{3U_{\Phi} \frac{w}{w_{\Sigma}}}{X_c} = 3U_{\Phi} \frac{W}{W_{\Sigma}} \cdot \frac{2\pi}{c} \quad (7.7)$$

бу ерда $\frac{w}{w_{\Sigma}}$ туташган чўлғамлар сонининг статор чўлғамларининг умумий сонига нисбати. Шундай қилиб, статор фазаси ерга туташиб қолганида, носозлик жойидаги ток, туташган чўлғамлар сонига ва уланган тармоқнинг сифимига мутаносиб бўлади.

Магнитлаш хусусиятига эга бўлган нол кетма-кетли ток трансформаторлари билан ҳимоя қилиш. Ер билан қисқа туташув токининг қийматлари, кўп фазали қисқа туташувлар пайтида ўтадиган тоқларга нисбатан кичик бўлганлиги сабабли, генераторни ерга туташувлардан ҳимояси юқори сезгирликка эга бўлиши керак. Шу сабабли, ер билан қисқа туташувларда ҳам ҳимоя қилишни таъминлайдиган кичик махсус нол кетма-кетли ток трансформаторларига уланади.

Амалда нол кетма-кетли ток трансформаторларининг икки тури қўлланилади: кабелнинг киришларига эга бўлган генераторларни ҳимояси учун, кабел типигаги (ТНП) ва шина киришларига эга бўлган генераторларни ҳимояси учун шина тури (ТНПШ)даги. Ишлаш тамойилига кўра, ТНП кабел тармоқларсини ер билан қисқа туташувдан ҳимоя қилишда ишлатилади, улар ноль кетма-кетликдаги ток трансформаторларига ўхшайди. Трансформаторни ўрнатиш пайтида, ТНП ҳимояни тўғри таъминлаш учун, қуйидаги шартларга риоя қилиш керак.

а) Ташқи электромагнит майдонларнинг таъсирини бартараф қилиш учун, ТҚни кўшни ячейкаларини шиналар билан туташган қисмини, ТНП дан 1,5÷2 узоқроқ масофада жойлаштириш керак.

б) ТНП генераторнинг чиқишларига яқин қилиб шундай масофада ўрнатилиши керакки, унда ҳимоя зонасига кичикроқ узунликда, аммо кабелни четки жумрагидан 0,7 м дан кам бўлмаган ўлчамдаги кабель кириши лозим.

в) Ҳар иккала магнит ўтказгични тортиб турувчи номагнит планкаларга таянган металлдан ясалган кронштейнларга ТНП ўрнатилади. Маҳкамловчи конструкциянинг пўлат деталлари ТНП ўзагидан 40÷50 мм га узоклаштирилган бўлмоғи даркор.

г) Кабелнинг бронясини турли келтирилган ва адашиб юрган токлардан ҳимоя қилиш учун, генераторнинг сиқиш томонидаги ҳар бир кабель, ТНП ўрнатилган ердан бошлаб токи кабель учигача изоляция қилинади.

д) ТНП ойнасидаги кабеллар, носимметрик ўрнатилиши натижасида келиб чиқадиган нобаланс токларни камайтириш учун симметрик жойлаштирилиши керак.

Кабель типидagi ноль кетма-кетлик ток трансформаторлари 2,4,7,12,16 та кабельга мўлжалланиб чиқарилади. Агар бордию, кабелларни сони кўплиги учун, уларни битта ТТ га бирлаштириб улаб бўлмаса, у ҳолда иккиламчи чўлғамларни ва магнитловчи чўлғамларни иккита ТНП билан параллел уланишига рухсат берилади.

ТНПШ намунасидаги шинасимон ТТлар шина чиқишли генераторларда қўлланилади. Реледан оқиб ўтаётган нобаланс токлар, рухсат этилган қийматдан ортиб кетмаслиги учун, ҳамда ТНПШ га бириктирилган шиналар қизимаслиги учун, ноль кетма-кетликдаги шинали ток трансформаторларини монтаж қилишда маълум бир талабларга риоя қилиниши керак:

а) Шинанинг бегона қисмлари ТНПШ нинг ўзагидан 1÷1,5 м узокроқ масофага, пўлат конструкциялари эса 0,5 м нарига ўрнатилиб, ТТ маҳкамланадиган бурчак темир профили ё швеллерлари 6÷6.5 номердан юқори бўлмаслиги даркор. Улар ўзакдан 40÷50 мм узокроқда жойлашади.

б) Шиналар пакети магнит ўтказгич ойнасининг марказига нисбатан симметрик маҳкамланади. ТНПШ ни тўғри монтаж қилинганида ва шиналар жойлаштирилганида, реле чўлғами бўғимларидаги кучланиш паспортида кўрсатилган қийматларидан ортиқ бўлмаслиги керак. 7.4-расмда ТНП ва ТНПШ ли генераторни статор чўлғамлари билан ерга туташиб қолишидан ҳимоя қилиш схемаси келтирилган. КА1 ток релеси ТНП нинг иккиламчи чўлғамига уланган.

Ташқи занжирда ерга туташув юз берганида, ўтиш жараёнида қисқа муддат давомида оқиб ўтувчи нобаланс тоқлар таъсирида ҳимоя нотўғри ишламаслиги учун, $0,5 \div 2$ с вақт давомида ҳаяллаш вақтига эга бўлган КТ вақт релеси киритилган. ТНП ни магнитланиши учун керак бўлган $100 \div 110$ В кучланишли генераторни чиқишларига ўрнатилган ТН дан узатилади.

Ҳимоя схемасида кнопкали вольтметр ўрнатилган бўлиб, статор чўлғамларида ерга туташув юз берганида туташиб қолган чўлғамлар сонини тахминий аниқлашга ёрдам беради.

7.5. Кучланиши 1000 В гача бўлган генераторларнинг реле ҳимояси

Кучланиши 1000 В гача бўлган генераторларнинг нейтралли ерга уланади. Бир фазали ерга қисқа туташувдан ҳимоя генераторларни узишга ишлайди. Қуввати 150 кВт ва ундан кичик генераторларнинг қисқа туташувлардан ҳимоясини эрувчан сақлагичлар ёрдамида бажариш мумкин.

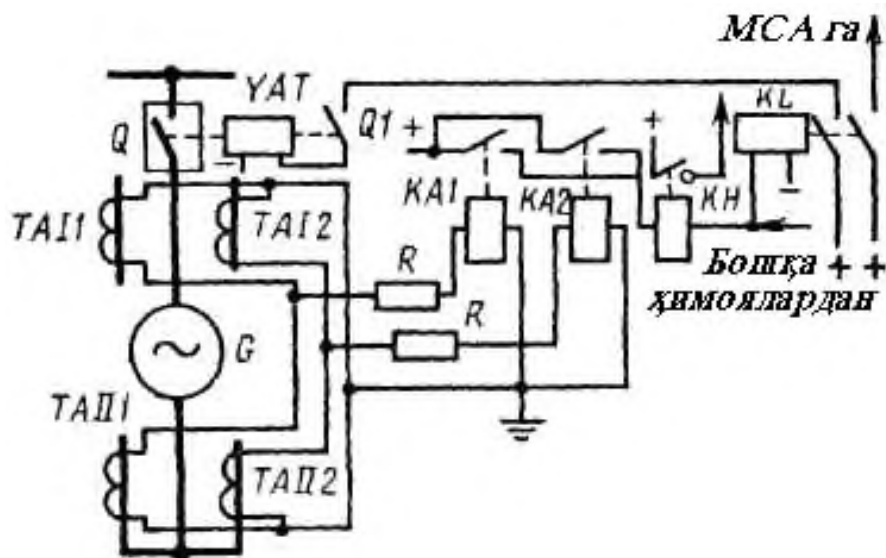
Қуввати 1 мВт гача бўлган генераторларни ҳамма турдаги шикастланишлар ва нормал бўлмаган режимлардан автоматик ўчиргичлар ёки коммутация аппаратлари, масалан контакторлар мавжуд бўлса, МТХ ёрдамида ҳимоя қилишга рухсат берилади.

Бошқа генераторлар билан ёки, энерготизим билан параллел ишлайдиган генераторларнинг йиғма шиналарга чиқиш томонига ҳаяллаш вақтига эга бўлмаган ток отсечкасини ўрнатиш, мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

7.6. Кучланиш 1000 В дан юқори генераторларнинг ҳимояси

Кучланиш 1000 в дан юқори, қуввати 1 мВт гача бўлган генераторлар учун кўп фазали қисқа туташувлардан, генераторнинг йиғма шиналар томонга чиқишларига ток отсечкаси ўрнатилади. Ток отсечкасининг сезгирлиги 2 дан кичик бўлса, бўйлама дифференциал ҳимоя қўлланилади. Қуввати кичик яқка ишлайдиган генераторлар учун нейтрал томонга ўрнатиладиган МТХ дан фойдаланишга рухсат берилади. Агар генератор фазаларининг нейтрал томонда чиқишлари бўлмаса, кўп фазали қисқа туташувларда минимал кучланиш ҳимоясидан фойдаланиш мумкин.

Қуввати 1 мВт дан катта генераторлар учун, кўп фазали қисқа туташувлардан асосий ҳимоя бўлиб, бўйлама дифференциал ҳимоя ҳисобланади, унинг схемаси 7.5 - расмда келтирилган. Ҳимоя РТ-40 турдаги релелар (КА1 ва КА2) ёрдамида бажарилган. Нобаланс тоқларини камайтириш учун улар 5...10 Ом га тенг бўлган K_{R1} ва K_{R2} қаршиликлар орқали уланади.



7.5-расм. Генератор бўйлама дифференциал ҳимоясининг схемаси

7.6.1. Кучланиши 1000 В дан юқори генераторларнинг статор чўлғамида ерга туташувдан ҳимоя

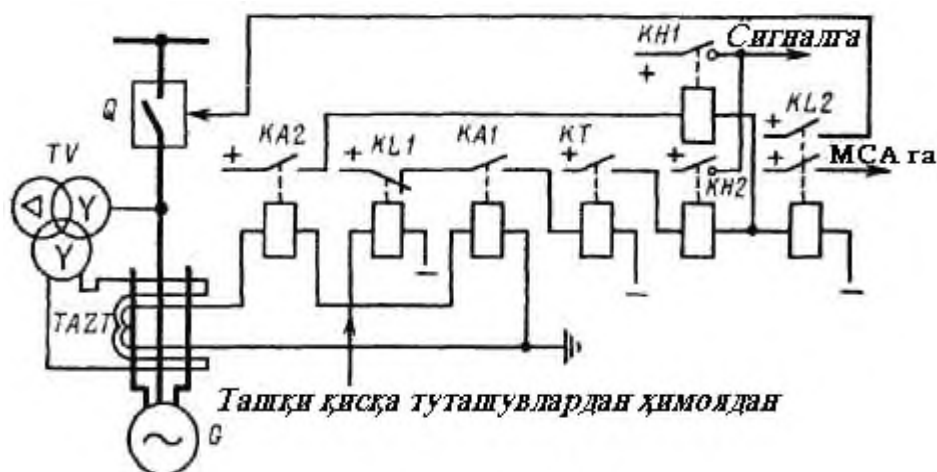
Бевосита шиналарга ишлайдиган генераторларда ерга туташувдан ҳимоя сифатида нол кетма - кетлик ток ҳимояси қўлланилади. Ҳимоя генераторнинг шиналар томонга чиқишларига ўрнатилган нол кетма - кетлик ток трансформаторига уланади. Статорда ерга туташув ҳосил бўлганда тармоқдан ерга туташув нуқтаси томонга йўналган нол кетма - кетлик тоқлари 3ЮЭК ҳосил бўлади. У ток генератор кучланиши занжирдаги ҳамма шикастланмаган элементларнинг умумий сиғими билан белгиланади.

Ташқи ерга туташувларда, генератордан тармоқ йўналишда, генераторнинг сиғими билан белгиланувчи $3I_{ог}$ нол кетма - кетлик токи ҳосил бўлади. Ушбу ток одатда умумий ноль кетма-кетлик токидан кичик бўлади.

$$3I_{оэк} > 3I_{ог} \quad 3I_{оэк} > 3I_{ог} \quad (7.8)$$

Демак ҳимояни генераторнинг хусусий сиғим токидан четлаштириб, танлаш хусусиятига ва етарли сезгирликка эга бўлган ерга туташувдан ҳимояни бажариш мумкин.

Генератор статор чўлғамига ўрнатиладиган ерга туташувдан ҳимоянинг схемаси 7.6-расмда кўрсатилган. Ҳимоя кўшимча магнитлашга эга бўлган ТАЗТ нол кетма-кетлик ток трансформаторига уланган. Кўшимча магнитлаш ишчи зонани магнит ўзак магнитланиш ҳарактеристикасининг бошланғич узатиш тармоқларли бўлмаган қисмидан узатиш тармоқларли қисмига кўтариш учун хизмат қилади.



7.6-расм. Генераторнинг ерга туташувдан ҳимояси

Ташқи кўп фазали қисқа туташув вақтида, ҳимояда катта нобаланс токлари ҳосил бўлади. Бу токлардан четлаштириш ҳимоянинг сезгирлигини йўл қўйиб бўлмас даражада камайтирмаслиги учун KL_1 реле ёрдамида блокировка қилинади. Лекин бу ҳолда ҳимоя, икки нуқтада ерга туташув бўлганда, ишламаслиги мумкин. Шунинг учун, кўшимча равишда, бири генератордан ташқарида бўлган икки нуқтада ерга туташувда ҳам ишлайдиган ҳимоя ишлатилади. Одатда бундай ҳимоя генераторнинг ерга туташувдан ҳимояси билан бирлаштирилади.

Натижада, ҳар хил сезгирликка эга бўлган иккита ток релеси ($КА_1$ ва $КА_2$), битта ноль кетма-кетлик ток трансформаторига уланган ҳимоя ҳосил бўлади, яъни ҳимоя сезгир ва сезгир бўлмаган комплектлардан иборат бўлади.

Ерга туташувдан ҳимоя сезгир комплектининг ($КА_1$, КТ ва $КН_2$ релелар) ишга тушиш токи қуйидагича аниқланади

$$I_{\text{хи}1} = (k_1 I_{\text{х,с}} + k_2 I_{\text{нб}}) / k_{\text{к}}, \quad (7.9)$$

бу ерда $k_1=2\dots3$ ва $k_2=1,3\dots1,5$ - сиғим токининг сакрашини ва нобаланс тоқларини ҳисоблаш хатоликларини ҳисобга олувчи коэффициентлар, $I_{\text{х,с}}$ -генераторнинг хусусий сиғим токи (генераторларнинг паспорт маълумотларида берилади, масалан ТГВ-300 турдаги генератор учун $I_{\text{х,с}}=4,56\text{А}$), $I_{\text{нб}}$ - ТНП турдаги ноль кетма-кетлик ток трансформаторининг бирламчи тамонига келтирилган нобаланс токи (кабел турдаги ТНПдан фойдаланилганда $I_{\text{нб}}\approx 1\text{А}$ олинади), $k_{\text{к}}=0,8$ -ток релесининг қайтиш коэффициенти.

Ҳимоянинг сезгир бўлмаган комплекти ($КА_2$ реле) бири генераторда, иккинчиси эса, генератордан ташқарида бўлган икки нуқтада ерга туташув содир бўлганда тезлик билан (ҳаяллаш вақтисиз) генераторни узишга ишлайди. Унинг ишга тушиш токи одатда $I_{\text{хи}2} = 100 \div 200\text{А}$ олинади.

8-БОБ. ТРАНСФОРМАТОРНИНГ РЕЛЕЛИ ҲИМОЯ ВА АВТОМАТИКАСИ

8.1. Трансформаторларда шикастланиш турлари ва нормал бўлмаган режимлари

Трансформаторлар энерготизимнинг асосий элементларидан бири бўлиб (8.1-расм), уларнинг ишлаш жараёнида шикастланишлар ва нормал бўлмаган режимлар ҳосил бўлиши мумкин. Бундай ҳолатлар натижасида трансформаторларда тиклаб бўлмайдиган даражадаги бузилишлар, ва ҳатто, ёнғинлар юзага келади. Қисқа туташув режимларида чулғамларидан катта миқдордаги тоқларни оқиб ўтиши туфайли, қизиш, эриш, симларни узилиши, газ босимини ортиши, конструкцияларни бузилиши бўлиши мумкин. Магнит ўзақларни нураши, изоляция қатламларини куйиши ҳам шулар жумласидандир. Уларни турли хил кўринишдаги шикастланишлар ва шикастланиш режимларидан муҳофаза қилиш шарт. Ҳимояни амалга ошириш жараёнида турли хил омилларни ҳисобга олиш керак бўлади.



а)



б)



в)



г)

8.1-расм. Турли хил моделдаги 110 кВли қудратли мойли трансформаторларни (а, б, в) ва 6-10 кВли трансформаторни (г) умумий кўринишлари

Трансформаторларнинг шикастланиш турлари қўйидагилар:

- 1) бир фазали ва кўп фазали қисқа туташувлар;
- 2) ўрамлараро туташувлар;
- 3) ерга туташув;
- 4) магнит ўзакнинг шикастланиши.

Трансформаторларнинг қуввати ва аҳамиятига боғлиқ ҳолда шикастланишлардан қўлланиладиган асосий ҳимоялар қуйидагилар:

- 1) ток кесимси;
- 2) бўйлама дифференциал ҳимоя;
- 3) газ ҳимояси;
- 4) ерга (корпусга) туташувдан ҳимоя.

Ҳар қандай ҳимоя ўрнатилаётганида уни асосий ёки захира ҳимоя сифатида қабул қилинаётганлиги режалаштирилади. Ҳимоя сезгирлик ва тезкорлик, танловчанлик ҳамда ишончлилик талабларига жавоб бермоғи даркор. Бўйлама дифференциал ҳимоя қуввати 6,3 МВА ва ундан катта бўлган якка ишлайдиган, 4 МВА ва ундан катта параллел ишлайдиган трансформаторларда қўлланилади. Қуввати юқорида кўрсатилган қийматлардан кичик трансформаторларда ток кесимси қўлланилади.

Агар ток кесимси етарли сезгирликка эга бўлмаса, максимал ток ҳимоясининг ҳаяллаш вақти 0,5 с дан катта бўлса ёки трансформатор ер қимирлаш эҳтимоли бор ҳудудда ўрнатилган бўлса қуввати 1...4 МВА ли трансформаторларда ҳам дифференциал ҳимоя ишлатилади.

Газ ҳимояси қуввати 6300 КВА ва ундан катта трансформаторларда ишлатилиши шарт. Қуввати 6300 КВА гача бўлган трансформаторларда ҳам қўлланилиши мумкин. Газ релесини ўрнатиш имконияти бўлган, трансформатор мойи билан совитиладиган ҳамма цех ичидаги трансформаторларда газ ҳимоясини ўрнатиш керак. Ерга (корпусга) туташувдан ҳимоя чет мамлакатларда кенг қўлланилади.

Трансформаторларда шикастланиш оқибатида ёнғинлар юз бериши мумкин (8.2-расм). Бундай ҳолларда сув қўлланилмайди, балки кўпик ёрдамида автоматика ўчиради (8.2б-расм) .

Трансформаторларнинг нормал бўлмаган режимларига қуйидагилар киради:

- 1) ташқи қисқа туташувлар;
- 2) ўта юкланиш;
- 3) кучланишнинг ортиб кетиши.



а)



б)

8.2-Расм. Трансформаторда шикастланиш оқибатида ҳосил бўлган ёнгин (а) ва уни автоматик тарзда кўпик орқали ўчириш тизимларини ишлаши.

8.2. Трансформаторларни ташқи қисқа туташувлардан химоя ҳисоби

Ташқи қисқа туташувлар вақтида, трансформатордан кейинги элементларнинг реле химояси ёки ўчиргичлари ишламай қолса, трансформатордан катта қисқа туташув тоқлари узоқ вақт давомида ўтиб унинг шикастланишига олиб келиши мумкин.

Шу сабабли трансформаторларда, ташқи қисқа туташувлардан химоя ўрнатилади. Унинг ҳаяллаш вақти, трансформатордан кейинги элементлар химояларининг ҳаяллаш вақтларидан катта қилиб олинади ва резерв химоя бўлиб ҳисобланади. Бу химоя ички қисқа туашувларда ҳам асосий химоялар ишламай қолганда ишлайди.

Ташқи қисқа туташувлардан химоя максимал ток химояси (МТХ) кўринишида бажарилади ва икки чўлғамли пасайтирувчи трансформаторнинг юқори кучланиш томонига ўрнатилади.

Химоянинг ишга тушиш токи.

$$I_{хи} = K_3 \cdot K_{ўи} \cdot I_{иш.мах} / K_к, \quad (8.1)$$

бу ерда $K_3=1,1$ -заҳира коэффиценти; $K_к=0,8$ -қайтиш коэффиценти; $I_{иш.мах}$ -максимал ишчи ток; $K_{ўи}$ - умумий юкламанинг ўз ишга тушиш коэффиценти.

Умумий юкламанинг ўз ишга тушиш коэффиценти $K_{ўи}$ куйидагича ҳисобланади:

1. Химоя қилинаётган трансформаторга уланган двигателларнинг ишга тушиш тоklarининг йиғиндиси топилади.

$$I_{пэ} = I_{п.дв} + I_{п.нг} = K_{ю} \cdot \frac{P_{дв}}{1,73 \cdot U_{дв.ном} \cos \varphi} + K_{п.н} \cdot S_{нг} / 1,73 U_{нт} \quad (8.2)$$

бу ерда $I_{п.дв}$ - двигателлар юргизиш тоklarининг йиғиндиси; $I_{п.нг}$ - умумлашган юклама таркибидаги двигателларнинг юргизиш тоklarининг йиғиндиси; $K_{ю}$ - двигател юргизиш токиннинг номинал номинал токига нисбати (справочникдан ҳар қайси двигател учун алоҳида олинади); $P_{дв}$ - двигателнинг актив қуввати; $K_{п.н}$ - умумлашган юклама таркибидаги электродвигателлар юргизиш тоklarининг юкламанинг умумий номинал токига нисбати, $K_{п.н}=2 \div 3$ олинади; $S_{нг}$ - юкламанинг қуввати; $\cos \varphi$ - двигателларни қувва коэффиценти бўлиб, у справочникдан олинади.

2. Электродвигателларнинг тўхтаб турган ҳолатдаги эквивалент қаршилиги

$$X_{дв} = U_{дв.ном} / (\sqrt{3} I_{пе}) \quad (8.3)$$

3. $X_{дв}$ трансформаторнинг МТХ ўрнатилидиган томонига келтирилади

$$X_{дв} = X_{дв} U_2^2 / U_1^2 \quad (8.4)$$

бу ерда U_2 -МТХ ўрнатиладиган трансформатор чўлғамининг кучланиши; U_1 - трансформаторнинг МТХ ўрнатилмайдиган чўлғамининг кучланиши.

4. Трансформаторнинг МТХ ўрнатиладиган томонига келтирилган қаршилиги

$$X_T = u_k U_2^2 / (100 S_{T.ном}) \quad (8.5)$$

5. Электродвигателларнинг юргизиш (ўз ишга тушиш) тоқларининг йиғиндиси

$$I_{ю} = U_2 / (1,73 (X_{дв} + X_T)) \quad (8.6)$$

6. Электродвигателларнинг юргизиш (ўз ишга тушиш) коэффициенти

$$K_{ўи} = I_{ю} U_2 / ((I_{нг} + I_{дв.ном}) U_1) \quad (8.7)$$

бу ерда $I_{нг}$ - юкламанинг номинал тоқи; $I_{дв.ном}$ - двигателларнинг номинал тоқларининг йиғиндиси. Агар, трансформаторга уланган электродвигателларнинг қуввати маълум бўлмаса, $K_{ўи}=2.....3$ олиш мумкин.

Реленинг ишга тушиш тоқи

$$I_{ри} = K_{сх} I_{хи} / K_I \quad (8.8)$$

бу ерда $K_{сх}$ - схема коэффициенти; K_I - ТТ нинг трансформация коэффициенти. Ҳаяллаш вақти

$$t_{г} = t_{n.max} + \Delta t, \quad (8.9)$$

бу ерда $t_{n.max}$ -трансформатордан кейин ўрнатиладиган қисқа туташувдан химояларнинг энг катта ҳаяллаш вақти : Δt - танлаш поғонаси.

Ташқи қисқа туташувлардан химоянинг сезгирлик коэффициенти.

$$K_c = I_{p.min} / I_{ри}, \quad (8.10)$$

бу ерда $I_{p.min}$ - минимал қисқа туташув тоқлари режимида ток релесининг чўлғамидан ўтайдиган ток. $K_c \leq 1,3$ бўлиши керак.

8.2.1. Ток кесими ёрдамида химоялаш

Ток кесимининг ишга тушиш токи қуйидаги шартларга асосан олинади:

а). трансформатордан кейинги нуқтада қисқа туташув бўлганда ишламаслиги керак

$$I_{\text{хи}} = K_3 \cdot I_{k.\text{max}}, \quad (8.11)$$

бу ерда, $K_3=1,2 \div 1,3$ -заҳира коэффиценти, $I_{k.\text{max}}$ - трансформатордан кейинги нуқтадаги энг катта қисқа туташув токи.

б) трансформатор уланаётганда ҳосил бўладиган магнитлаш токининг сакраши вақтида ишламаслиги керак .

$$I_{\text{хи}} = K_3 \cdot I_{\text{тр.ном}}, \quad (8.12)$$

бу ерда, $K_3=3 \div 5; I_{\text{тр.ном}}$ - трансформаторнинг номинал токи, ток кесимси ўрнатиладиган томон учун ҳисобланади.

8.3. Трансформаторни ўта юкланишдан химоялаш

Мой билан совитиладиган трансформаторларда 5% гача бўлган ток бўйича ўта юкланиш узок вақт давомида руҳсат этилади. Трансформаторларнинг ўта юкланиши одатда симметрик бўлганлиги сабабли, ўта юкланишдан химоя, фақат битта фаза токига уланган МТХ кўринишида бажарилади ва сигналга ишлайди.

Химоянинг ишга тушиш токи.

$$I_{\text{хи}} = K_3 \cdot I_{\text{ном}} / K_{\text{к}}, \quad (8.13)$$

бу ерда K_3 - заҳирада коэффиценти; $I_{\text{ном}}$ - трансформаторнинг номинал токи; $K_{\text{к}}=0,8$ - ток релесининг қайтиш коэффиценти.

Реленинг ишга тушиш токи

$$I_{\text{пу}} = I_{\text{хи}} / K_{\text{I}} I_{\text{пу}} = I_{\text{ху}} / K_{\text{I}}, \quad (8.14)$$

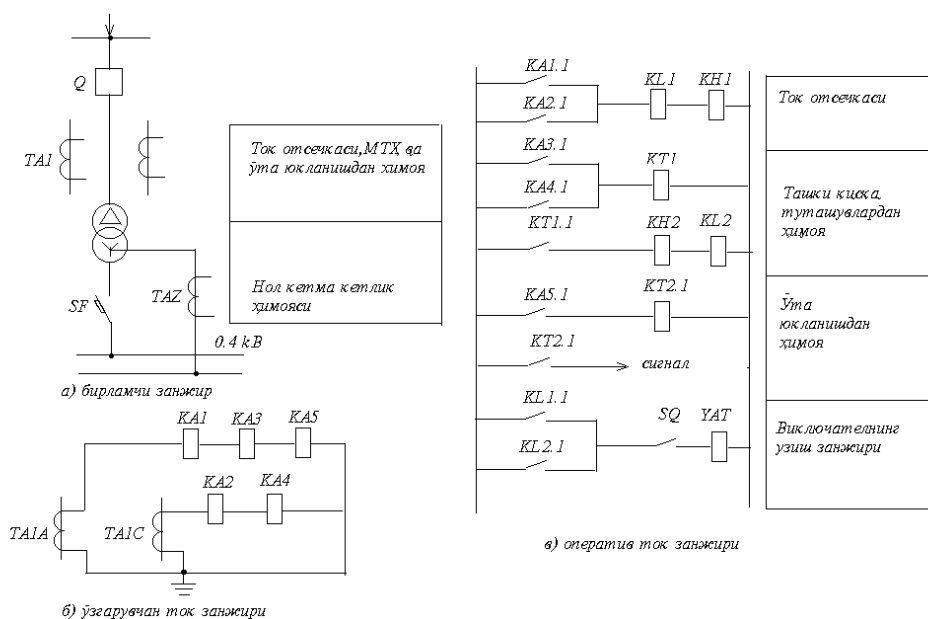
бу ерда K_{I} - ТТ нинг трансформация коэффиценти.

Химоянинг ҳаяллаш вақти

$$t = t_{\text{T}} + \Delta t, \quad (8.1)$$

бу ерда t_1 -ташқи қисқа туташувлардан ҳимоянинг ҳаяллаш вақти; Δt - танлаш поғонаси.

8.3-расмда келтирилган қуввати 4000 кВА гача бўлган трансформатор реле ҳимоясининг схемасида ток кесимси КА1 ва КА2 ток релари, ташқи қисқа туташувлардан ҳимоя КА3 ва КА4 ток релелари ёрдамида бажарилган. Ўта юкланишдан ҳимояни бажариш учун фақат битта КА5 ток релесидан фойдаланилган.



8.3-расм. Қуввати 4000 кВА гача бўлган трансформатор реле ҳимоясининг схемаси

8.4. Трансформаторларни ички қисқа туташувдан дифференциал ва газ ҳимояси билан сақлаш

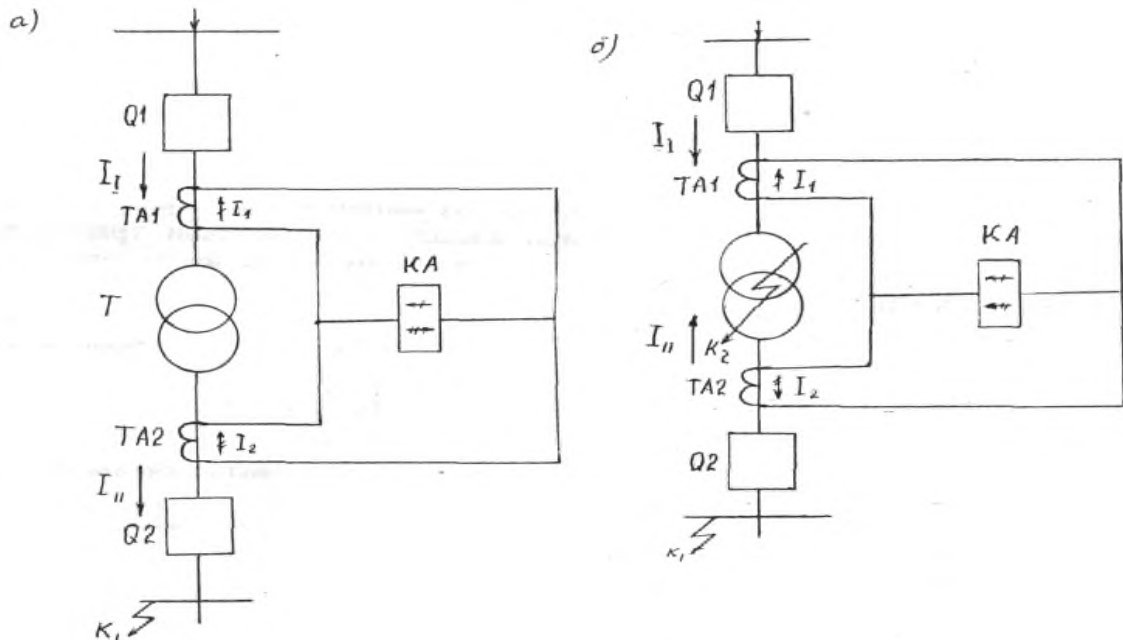
8.4.1. Трансформаторлар дифференциал ҳимоясининг ишлаш тамойили

Трансформаторлар дифференциал ҳимоясининг ишлаш тамойили, тармоқларлар ва генераторлар дифференциал ҳимояларининг ишлаш тамойили каби, трансформаторнинг кириши ва чиқишидаги тоқларни қиймати ва йўналиши бўйича таққослашга асосланган.

Нормал режим ва ташқи қисқа туташувларида, 8.4а-расмда кўрсатилгандек, I_1 ва I_{II} бирламчи тоқлар бир томонга йўналган ва улар орасидаги нисбат трансформаторнинг трансформация коэффициентига тенг.

$$N = I_{II}/I_I N = I_{II}/I_I \quad (8.16)$$

Қисқа туташув трансформаторда бўлганда (8.2б-расм), I_I ва I_{II} тоқлар бир бирига қарама-қарши йўналишга эга ва улар орасидаги нисбат трансформаторнинг трансформация коэффициентига тенг эмас.



8.4-расм. Трансформатор дифференциал ҳимоясининг ишлаш тамойили

Ташқи қисқа туташувларда дифференциал ҳимоя ишламаслиги ва ички қисқа туташувларда ишлаши керак. Буларни ҳисобга олган ҳолда, дифференциал ҳимоянинг схемаси бажарилади. Трансформаторнинг иккала томонига ТА1 ва ТА2 ток трансформаторлари ўрнатилади, уларнинг иккиламчи чўлғамлари бир-бирига ҳар-хил қутблари билан ва уларга параллел қилиб дифференциал реле уланади. Бундай уланишда, реле чўлғамидан ўтадиган иккиламчи I_I ва I_2 тоқлар нормал режимда ва ташқи қисқа туташувларда бир ҳил йўналишда бўлади, трансформаторда қисқа туташув бўлганда эса, бир-бирига қарама-қарши бўлади. Агар ТТ ларнинг трансформация коэффициентларини нормал режимда иккиламчи тоқлари тенг бўладиган қилиб танланса, ҳимоя фақат ички қисқа туташувлардагина ишлайди.

8.4.2. Трансформаторларнинг дифференциал ҳимояларида нобаланс токлари

Нобаланс токлари деб нормал ёки ташқи қисқа туташувларда, яъни дифференциал ҳимоя ишламаслиги керак бўлган режимларда, реледан ўтадиган тоқларга айтилади. Нобаланс токлари ҳимоянинг нотўғри ишлашига олиб келиши мумкин. Шунинг учун дифференциал ҳимояни нобаланс тоқларидан четлаштириш зарур. Нобаланс тоқларининг ҳосил бўлиши сабаблари қуйдагилар:

1. Ток трансформаторининг (ТТ) иккиламчи токлари тенг бўлмаслиги. ТТ ларнинг трансформация коэффициентлари стандарт қийматларга эга бўлганлиги учун, иккиламчи тоқларни аниқ тенглаштириб бўлмайди. Нобаланс тоқларини камайтириш учун, ток автотрансформаторларидан ёки тез тўйинувчи трансформаторли релеларнинг (масалан, РНТ турдаги) тенглаштирувчи чўлғамларидан фойдаланилади;

2. Трансформатор чўлғамлари уланиш схемаларининг ҳар хиллиги сабабли чўлғамларининг бирламчи токлари орасидаги бурчак силжиши ҳосил бўлади. Масалан, чўлғамлар юлдуз - учбурчак схемаси бўйича уланганда, бурчак силжиши 30° га тенг. Бурчак силжишини компенсация қилиш учун, трансформаторнинг чўлғами юлдузга уланган томонда ТТ лар учбурчакка, ва учбурчакка уланган томонда ТТлар юлдузга, уланади;

3. Трансформаторнинг трансформация коэффициентини ростлаш. Бунда чўлғамларнинг бирламчи токлари орасидаги нисбат бузилади ва реле чўлғамида нобаланс токлари ҳосил бўлади. Бу ток қуйидагига тенг.

$$I_{нб.р} = (\Delta N\%/100)(I_{к.мах}/K_I) \quad (8.17)$$

Кучланиш остида ростланадиган трансформаторларда

$$\Delta N = \pm 10 \div 16\%$$

бўлиб $\Delta N = 10 \div 16\%$ олинади;

4. Трансформаторларнинг магнитлаш тоқи. Юкламага уланмаган трансформатор манбага уланганда, унинг фақат бирламчи чўлғамидан номиналга нисбатан $5 \div 8$ марта катта магнитлаш тоқи ўтади. Натижада, дифференциал ҳимоя нотўғри ишлайди.

Бунинг олдини олиш учун дифференциал ҳимоя магнитлаш токининг сакрашидан, асосан қўйидаги йуллардан бири ёрдамида четлаштирилади:

а) ҳимоянинг сезгирлигини камайтириш (дифференциал кесим);

в) релени оралиқ тез тўйинувчи ток трансформатори орқали улаш (РНТ ёки ДЗТ турдаги релелар фойдаланиб бажарилган дифференциал ҳимоялар).

Бўйлама **дифференциал ҳимоя қўйидаги тартибда ҳисобланади:**

1. Трансформаторнинг бирламчи ва иккиламчи токлари ҳисобланади ($I_{ном.1}$ ва $I_{ном.2}$) ва ўрнатиладиган ток трансформаторларининг трансформация коэффициентлари аниқланади.

$$K_{I1} = 1,73I_{ном1}/5; \quad (8.18)$$

$$K_{I2} = I_{ном2}/5, \quad (8.19)$$

K_{I1} ва K_{I2} нинг, ҳисоблаш натижаларига қараганда $1,5 \div 2$ марта катта, стандарт қийматлари қабул қилинади.

2. Дифференциал ҳимоя елкаларидаги иккиламчи номинал тоklar ҳисобланади.

$$I_{12} = 1,73I_{ном1}/K_{I1}; \quad (8.20)$$

$$I_{22} = I_{ном2}/K_{I2}, \quad (8.21)$$

бу ерда K_{I1} - ва K_{I2} -ток трансформаторларининг қабул қилинган стандарт трансформация коэффициентлари.

Дифференциал ҳимоянинг асосий томони деб иккиламчи токи катта бўлган томон қабул қилинади ва ҳамма ҳисоблар асосий томон учун бажарилади.

3. Дифференциал ҳимоянинг ишга тушиш токи қўйидаги шартларга асосан танланади:

а) юкланмаган трансформатор уланганда ҳосил бўладиган магнитловчи токнинг сакраши вақтида ҳимоя ишламаслиги керак.

$$I_{ҳи} = K_3 \cdot I_{тр.ном} \quad (8.22)$$

бу ерда $I_{\text{тр.ном}}$ -асосий томон учун трансформаторнинг номинал токи; $K_3=1,3$ - РНТ-565 релеси учун ва $K_3=1,2\div 1,5$ - ДЭТ-11 релеси учун олинади;

б) ҳимоянинг ишга тушиш токи энг катта нобаланс токидан катта бўлиши керак

$$I_{\text{хи}} = K_3 \cdot I_{\text{нб.мах}}, \quad (8.23)$$

$$I_{\text{нб.мах}} = I'_{\text{нб}} + I''_{\text{нб}} + I'''_{\text{нб}}, \quad (8.24)$$

$I'_{\text{нб}}$ - дифференциал ҳимояни ток билан таъминловчи ток трансформатор-ларининг бир хил эмаслиги ва хатолиги ҳисобига ҳосил бўлади.

$$I'_{\text{нб}} = K_{\text{ап}} \cdot K_6 \cdot f_i \cdot I_{\text{к.мах}}, \quad (8.25)$$

бу ерда, K_6 - ток трансформаторларининг бир ҳиллигини ҳисобга олувчи коэффицент, агар улар бир ҳил бўлса $K_6 = 0,5$ ва бир хил бўлмаса $K_6 = 1,0$; $K_{\text{ап}}$ -ўтиш жараёнининг нодаврий ташкил этувчисини ҳисобга олувчи коэффицент, РНТ ёки ДЗТ реле қўлланилган бўлса $K_{\text{ап}}=1,0$, бошқа турдаги релелар учун $K_{\text{ап}}=2,0$; $f_i = 0,1$ - ток трансформаторларининг 10% ли хатолигини ҳисобга олувчи коэффицент; $I_{\text{к.мах}}$ - трансформатордан кейинги нуқтадаги энг катта қисқа туташув токининг асосий томонга келтирилган қиймати; $I''_{\text{нб}}$ -ҳимояланётган трансформатор кучланишини ростлаш натижасида ҳосил бўладиган нобаланс токи.

$$I''_{\text{нб}} = \mp \Delta N I_{\text{к.мах}} / 100 \quad (8.26)$$

бу ерда, $\pm \Delta N$ - кучланишни тўла ростлаш чегарасининг қиймати, масалан $\pm 8\%$ бўлса, $2 \times 8 = 16\%$ олинади; $I'''_{\text{нб}}$ - РНТ /ДЗТ/ реленинг коммутатордаги ҳисоблаб топилган ўрамлар сонини аниқ қўймаслик натижасида ҳосил бўладиган нобаланс токи

$$I'''_{\text{нб}} = (w_{\text{хис}} - w_1) \cdot I_{\text{к.мах}} / w_{1\text{хис}} \quad (8.27)$$

бу ерда $w_{\text{хис}}$ - РНТ реленинг асосий бўлмаган томони учун ҳисоблаб топилган ва коммутаторда қўйилган ўрамлар сони, дифференциал ҳимоя биринчи марта ҳисобланаётганда ҳисобга олинмайди.

$$I_{\text{хи}} = K_3(I'_{\text{нб}} + I''_{\text{нб}}) \quad (8.28)$$

(2.3) ва (2.4) ифодалардан топилган тоқларнинг каттаси ҳимоянинг ҳисобий ишлаш тоқи сифатида қабул қилинади.

4. Ҳимоянинг ишлаш зонасидаги дастлабки сезгирлиги текшириб кўрилади

$$K_c = I_{\text{қ.min}}/I_{\text{хи}} \quad (8.29)$$

бу ерда, $I_{\text{қ.min}}$ - қисқа туташув тоқининг энг кичик қиймати (одатда ҳимоя зонасидаги икки фазали қисқа туташув тоқи). Агар $K_c \geq 2$ бўлса ҳисобларни давом эттириш мумкин.

5. Тоқи катта бўлган асосий томонга келтирилган ҳимоянинг ишлаш тоқи топилади

$$I_{\text{ри}} = K_{\text{сх}} \cdot I_{\text{хи}}/K_I \quad (8.30)$$

6. Асосий томон учун қўйиладиган РНТ реленинг ҳисобий ўрамлар сони топилади

$$w_{\text{ас.ҳис}} = F_{\text{и}}/I_{\text{ри}}, \quad (8.31)$$

РНТ-565 реле учун $F_{\text{и}} = 100$ А ўрамлар сони. Аниқланган ҳисобий ўрамлар сони РНТ-565 реледа қўйилиши мумкин бўлган кичик қийматгача яхлитланади ($W_{\text{ас}}$).

7. Асосий бўлмаган томон учун ҳисобий ўрамлар сони топилади

$$w_{\text{ас.бўл.х.}} = w_{\text{ас}} \cdot I_{\text{н1}}/I_{\text{н2}} \quad (8.32)$$

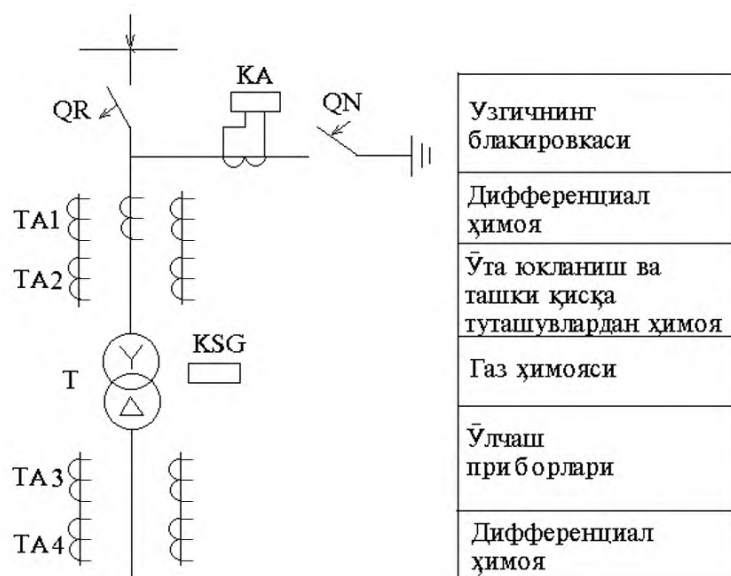
бу ерда, $I_{\text{н1}}$ - асосий томоннинг иккиламчи номинал тоқи; $I_{\text{н2}}$ - асосий бўлмаган томоннинг иккиламчи номинал тоқи.

8. $I'''_{\text{нб}}$ ҳисобга олиниб нобаланс ток топилади.

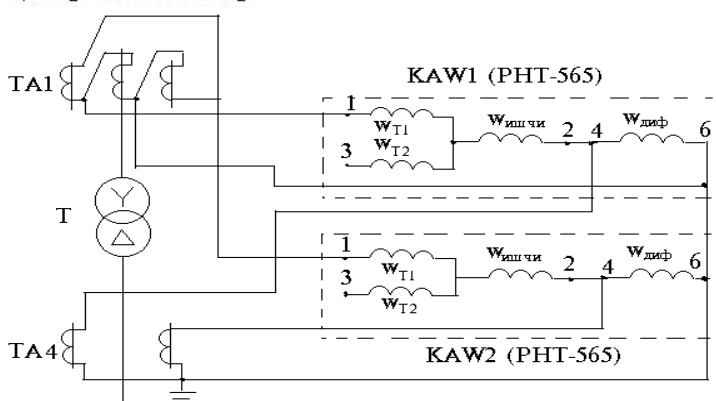
9. (8.22), (8.23) ва (8.30) ифодалар ёрдамида ҳимоянинг ишга тушиш тоқи ва реленинг ишга тушиш тоқи ҳисобланади.

Агар $I_{\text{хи}}$ олдин топилган қийматдан катта чиқса? аввалгидан кичикроқ қиймати қабул қилинади ва қолган ҳисоблар қайтарилади.

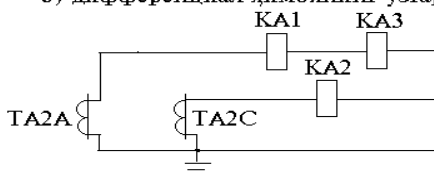
Ҳимоянинг сезгирлиги (8.29) ифода ёрдамида қайтадан ҳисобланади.



а) бирламчи занжир



б) дифференциал ҳимоянинг ўзгарувчан ток занжири



в) ташқи қисқа туташувлардан ва ўта юкланишдан ҳимояларнинг ўзгарувчан ток занжири

8.5-расм. Трансформатор реле ҳимоясининг тамойилиал схемаси

8.4.3. Газ ҳимояси

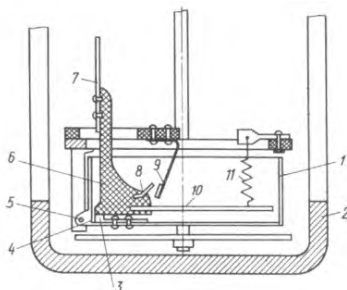
Газ ҳимояси трансформаторларнинг ички шикастланишидан сезгир ҳимоя сифатида кенг тарқалган. Трансформаторнинг ички шикастланиши вақтида электр ёйи ҳосил бўлади, ёки унинг деталлари қизийди. Натижада трансформатор мойи ва изоляция материаллари парчаланadi, ҳосил бўлган газлар

трансформаторнинг энг баланд қисми-кенгайтиргич тамон кўтарила бошлайди.

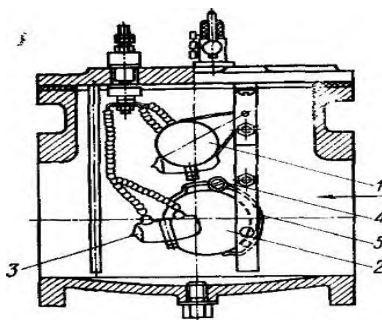
Агар, катта қисқа туташув тоқлари ҳосил бўлса, трансформатор мойи тезроқ қизийди, кўп миқдордаги газ ажралиб чиқиб, кучли босим ҳосил қилади, газлар билан биргаликда трансформатор мой ҳам кенгайтиргич тамон ҳаракатлана бошлайди.

Шундай қилиб, газ ҳосил бўлиши ва мойнинг кенгайтиргич томон ҳаракатланиши, трансформатор ичида шикастланиш ҳосил бўлганлигининг белгиси бўлиб хизмат қилиши мумкин. Газ ҳосил бўлиши интенсивлиги, шикастланиш характери ва ўлчамларига боғлиқлиги шикастланиш даражасини аниқлайдиган газ ҳимоясини бажариш имконини беради. Шикастланиш даражасига боғлиқ ҳолда, газ ҳимояси сигналга, ёки трансформаторни манбадан узишга ишлаши мумкин.

Газ ҳимоясининг асосий элементи-газ релеси (8.6-расм) трансформатор бакини кенгайтиргич билан бирлаштирувчи трубага ўрнатилади. Газ релесининг иккита контакти бўлиб, биринчиси нисбатан кичик шикастланишларда сигналга иккинчиси эса хавфли шикастланишларда трансформаторни манбадан узишга ишлайди.

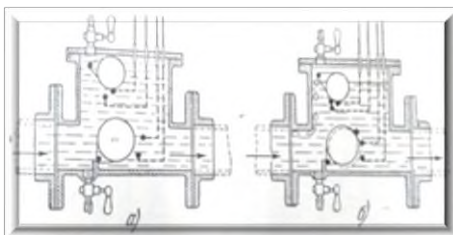


8.6-расм. ПГ-22 намунасидаги пўкакли газ релесини схемаси.



8.7-расм. РГЗ-61 намунасидаги газ релесини схемаси. 1-сигнал контактини пўкаги, 2-ўчириш контактини пўкаги, 3-ГР

**типидаги симобли шишадан тайёрланган қайта улагич, 4-
ростловчи юк, 5-халқа.**



8.8-Расм. Газ релеларни турли хил намуналари кўринишлари.

Аввалги вақтларда ПГ-22 турдаги газ релеси ишлаб чиқарилган, кейинчалик нисбатан мукамал РГЧЗ-66 ва ВР 80/Қ турдаги газ релелари кенг ишлатилди.

Газ релеси ўзининг ишлаш тамойилига асосан шикастланишлар ва ҳавфли бўлмаган режимлардан ташқари трансформатор бакига ҳаво кириб қолганда, мойнинг ҳар қандай сабаб билан силкинишида, трансформатор корпусининг тебраниши натижасида ҳам ишлатиш мумкин.

8.5.Уч чулғамли қудратли трансформаторнинг реле ҳимояси ва автоматикаси

Трансформаторларда релели ҳимоялаш вазифасини тўлиқ бажарилишини ўрганиш учун мураккаб конструкцияга эга бўлган 6-10 кВ ли иккита шиналар секциясига ишловчи пасайтирувчи уч чулғамли трансформатор ҳимояси қандай бажарилишини кўриб чиқамиз.

Ҳимояни бажарилишида қуйидаги шарт қўйилган. Икки томонлама озиқлантирувчи, битта ўчиргич орқали 110-220 кВ ли иккиланган айланиб ўтувчи шиналар тизимига ва битта ўчиргич орқали 35 кВ ли секциялантирилган шиналар тизимига, ҳамда иккиланган реактор орқали 6-10 кВ ли иккита шиналар секциясига ишловчи пасайтирувчи трансформатор ҳимоясини бажаришини кўрамиз. Унда қуввати 25-63 МВА, кучланиш эса 110-220/35/6-10 кВ га тенг бўлган пасайтирувчи трансформаторни ҳимоя схемаси (8.9-расм) берилган. ***Ҳимояда асосий ва захирада туриши мумкин бўлган ҳимоялар қўллаш мўлжалланган.***

1. Асосий ҳимоя сифатида қуйидаги ҳимоя турлари қабул қилинган.

1. Трансформатор чўлғамларида ва чиқишларида, иккиланган реакторда ва қуйи кучланиш (ҚК) томонлари секцияларига уланган чиқишлардаги қисқа туташувнинг (ҚТ) ҳамма турларидан ҳимоя қилиш учун DBT-11(КАW1-КАW3) типдаги битта реле комплекти орқали бажарилган бўйлама дифференциал ток ҳимояси ўрнатилади.

2. Бак учун битта газ релеси, KSG1 орқали KSG2 газ релеси ёрдамида РПН контактор бўлими учун, трансформатор баки ҳамда РПН контактор бўлими ичида бўладиган бузилишлардан сақлаш учун ҳимоя бажарилади.

II. Захирадаги ва бошқа турдаги ҳимояларга қуйидагилар киради.

3. ҚК шиналарида фазалараро қисқа туташувда ўчириш, ҳамда трансформаторни асосий ҳимоясини захирадаш учун, юқори кучланиш (ЮК) томонга ўрнатилган кучланиш бўйича мужассамланган ҳолатда ишга туширувчи максимал ток ҳимояси (МТХ) ўрнатилади. Ҳимоя РТ-40(КА3-КА5) типдаги учта ток релелари (ТР) дан вақт релеси КТ1 дан иборат. Мужассамланган ишга туширгич, тескари кетма-кетликдаги РНФ-1М(KVZ1-KVZ3) типдаги кучланиш релесидан иборат учта филтр ёрдамида ва РН-54/160 (KVZ1-KVZ3) типдаги учта минимал кучланиш релелари орқали бажарилган.

4. Ўртача кучланиш (ЎК) томонида фазалараро кучланиш рўй берганда, захира ҳимояси сифатида, ЎК томонга ўрнатилган кучланиш бўйича мужассамланган ишга туширгич - МТХ

бажарилади. Бу ҳимоя КЗ-12 (АК1) комплектини ва қўшимча вақт релеси КТ2 ларни қўллаш орқали амалга оширилади. Комплект ҳимоя КЗ-12 иккита ток релеси КА1, КА2 ва вақт релеси КТ1 иборат. Мужассамланган ишга туширгичи кучланиш бўйича тескари кетма-кетликдаги реле-фильтр ва KVZ1 ва минимал реле кучланиш KV1 лар орқали амалга оширилади.

5. Фазалараро ҚТ дан ҚК шиналарини ҳимоялаш учун ва элементларни ҚТ да ўчиришни таъминловчи заҳира ҳимоя сифатида, ҚК шиналари секциялари тармоқларига ўрнатилувчи мужассамланган кучланиш бўйича ишга туширишга эга бўлган максимал ток ҳимоялари қўлланилади. Ҳимоя РТ-40 (КА6, КА7, КА8, КА9) типдаги ток релесидан ва КТ3, КТ5 вақт релеларидан иборат. Мужассамланган ишга тушириш тескари кетма-кетликдаги кучланиш релеси (KVZ2, RVZ3) ва минимал кучланиш реле (KV2, KV3) ларидан иборат фильтр орқали бажарилади.

6. Ёйилиб кетувчи ҚТ ларни ерга уланиб қолишдан ҳимоялаш учун, ҳамда трансформаторни асосий ҳимоясини қисман заҳиралаш учун, бир поғонали, йўналтирилган ноль кетма-кетликдаги ток ҳимояси қўлланилади. Бу РТ-40 (КА13) типдаги ток релеси ва КТ8, КТ9 вақт релелари орқали бажарилади.

7. Юқори кучланишли ўчиргичларга эга бўлган ҚК ли ҚРУ лар ичида бўладиган бузилишлардан сақлаш учун (ёйли ҚТлардан) ҳимоя қўйилади.

8. Симметрик ўта юкланишда ҳимоя қилиш учун учта реледан иборат РТ-40 (КА10, КА11 ва КА12) типдаги ЮК, ЎК, ҚК трансформаторлар томонларида уланган максимал ток ҳимояси ва вақт релеси КТ7 қўлланилади.

III. Ҳимояни бажариш бўйича қуйидаги кўрсатмалар берилади.

Трансформаторнинг бўйлама дифференциал ток ҳимоясида ДЗТ-11 реленинг тормозланиш чулғами ЎК ва ҚК томонлардаги тоқлар йиғиладиган жойга уланган. SX1 накладка орқали, трансформатор бакидаги газ релеси ҳимоясининг ўчирувчи элементи, сигналга ишлайдиган қилиб улаб қўйилиши мумкин. РПНнинг контакторли бўлимдаги газ ҳимояси фақат ўчиришгагина хизмат қиладиган қилиб бажарилади.

Кучланиш бўйича мужассамланган ҳолда ишга туширувчи максимал ток ҳимояси ЮК томонга ўрнатилган бўлиб,

трансформаторнинг барча ўчиргичларини ўчиришга КТ1 релесини сабр вақти орқали таъсир қилади.

ЎК томонга ўрнатилган, кучланиш бўёича мужассамланган ҳолда ишга туширувчи максимал ток ҳимоясини, реле КТ2 томонидан дастлабки сабр вақтни сақлаб туриш орқали, 35кВ ли шиналар секцияларини ажратишга ва КТ1 реле томонидан бўладиган сабр вақтни тутиб туришдан сўнг эса, ўчиргич Q2 ўчиришга, сўнгра, айнан ўша КТ1 релеси орқали трансформатор ўчиргичларини барчасини узишга хизмат қилади. Айтиб ўтилган охириги ҳимоя, трансформаторлар ўртасидаги зонада мавжуд бўлган қисқа туташувларни, бартараф қилиш имконини беради. Ток трансформаторлари оралиғига ҳимоя уланган.

ҚК шиналари секцияларини тармоқланган жойларига уланган, кучланиш бўйича мужассамланган ишга тушириш максимал ток ҳимояси, биринчи сабр вақтни тутиб туриш билан Q3 ёки Q4 ўчиргичларга таъсир қилади, иккинчи сабр вақтни тутиб туриш орқали трансформаторни барча ўчиргичларни узишга хизмат қилади. Бунда сабр вақтни тутиб туриш КТ3 ёки КТ5 релелари орқали бажарилиб, Q3 ёки Q4 ни ўчириш вақт релесининг импульсли контакти орқали бажарилади.

Эффектив нейтрал эрга улагичга эга бўлган трансформаторнинг ноль кетма-кетликдаги бир поғонали ток ҳимояси КТ9 реле орқали юзага келтириладиган биринчи сабр вақтни тутиб туриш билан, трансформаторнинг эрга уланмаган нетрала ЮК томондаги ўчиргич узишга, иккинчи сабр вақт билан ЮК шиналарини ва секцияларини ажратишга, учинчи сабр вақт орқали эса (КТ8 реле ёрдамида) Q1 релени узишга ва ниҳоят, КТ8 реле ёрдамида, яна тўртинчи сабр вақт билан трансформаторни қолган барча ўчиргичларни узишга хизмат қилади.

КРУ шкафларда ёйли қисқа туташув юз берганда, ҳимоя киришдаги ўчиргичларни мос келганини ва шу билан бирга, трансформаторни қолган барча ўчиргичларни узишга хизмат қилади. ЮК томонда ва ҚК шиналари секцияларига тармоқланган жойлардаги МТХ ни автоматик тарзда тезлаштиришни ишга тушириш КQT2, КQT3 ва КQT4 контактлари орқали амалга оширилиб, Q2, Q3, ва Q4 ўчиргичларни мос ҳолдаги “Ўчирилган” (Отключено) ҳолатида амалга оширилади. Тезлашиш КТ2, КТ4 ва КТ6 релелари ёрдамида сабр вақт билан бажарилади.

Ҳимояда чиқишдаги KL1-KL5 оралик релелари орқали ўз-ўзини тутиб туриш ва KL6 оралик релеси қайтганидан сўнг ўз-ўзини тутиб туришни автоматик тарзда бартараф қилиш кўзда тутилган. Бундан ташқари трансформатор ҳимоясида оператив токни бор, ёки йўқлигини назорат қилинади.

Ишончлиликни ошириш мақсадида, ўчиргичларни узиш учун, оралик релеси қайтганидан сўнг ўз-ўзини тутиб туришни автоматик тарзда бартараф қилиш кўзда тутилган. Бундан ташқари трансформатор ҳимоясида оператив токни бор, ёки йўқлиги назорат қилинади.

Ишончлиликни ошириш мақсадида, ўчиргичларни узиш учун, оралик релелари фаолиятни такрорловчи ҳимоя схемага киритилган.

IV. Ҳимояни таъсир этиши қуйидаги тартибда амалга оширилади.

Ҳимоя схемада қуйидаги жараёнларни амалга ошириш имкониятларини яратади.

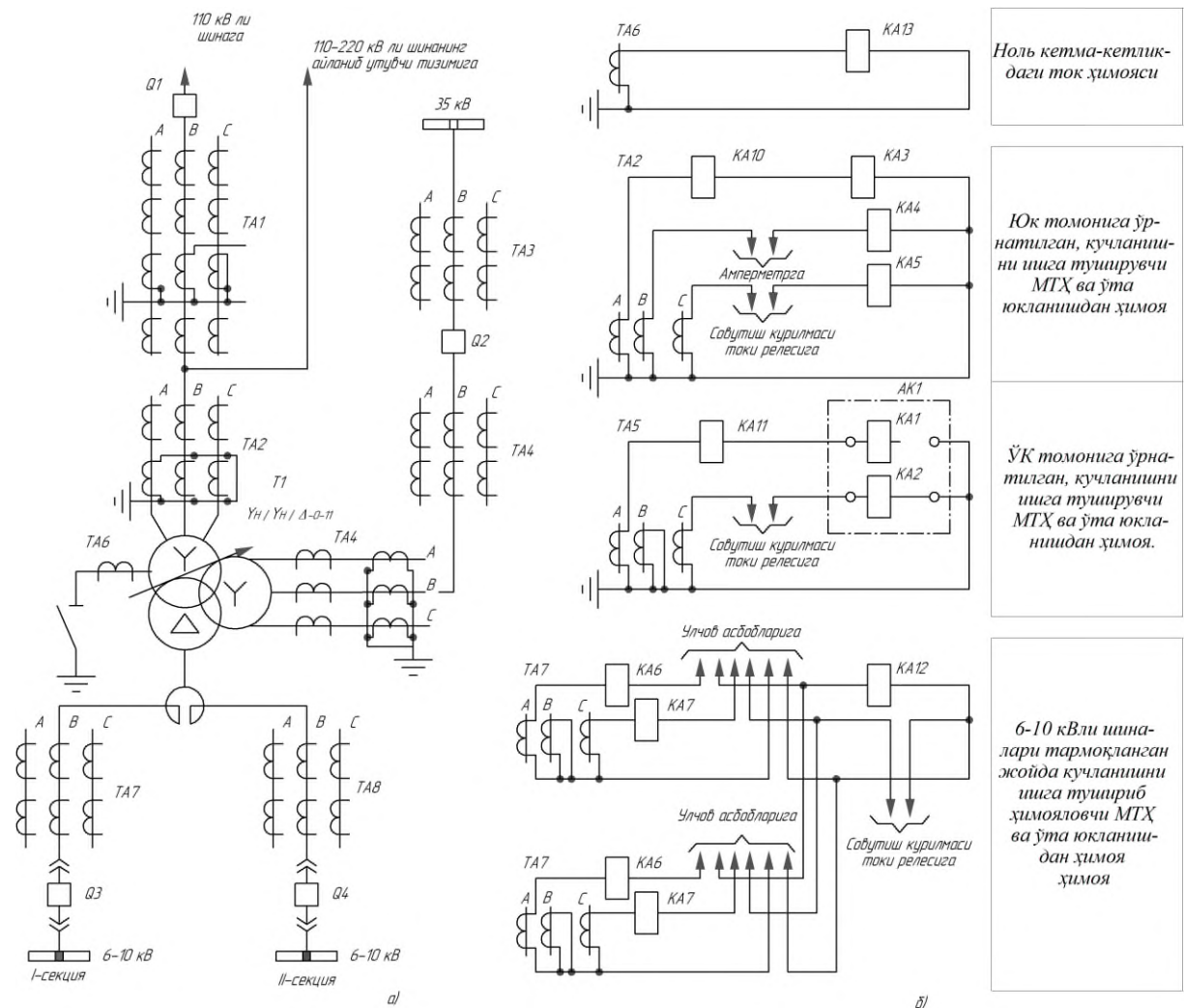
- Трансформаторларни барча ўчиргичларини KL1-KL4 оралик релелари гуруҳи орқали ишга тушириш ва Q1, Q2 ўчиргичларни АҚУ ларини, ва айланиб ўтиш ўчиргичини таъқиқлаш;

- Q1 ўчиргични узишга таъсир кўрсатишга, ёки айланиб ўтиш ўчиргичини вазифасини бажариш учун KL10 релеси ўрнатилган;

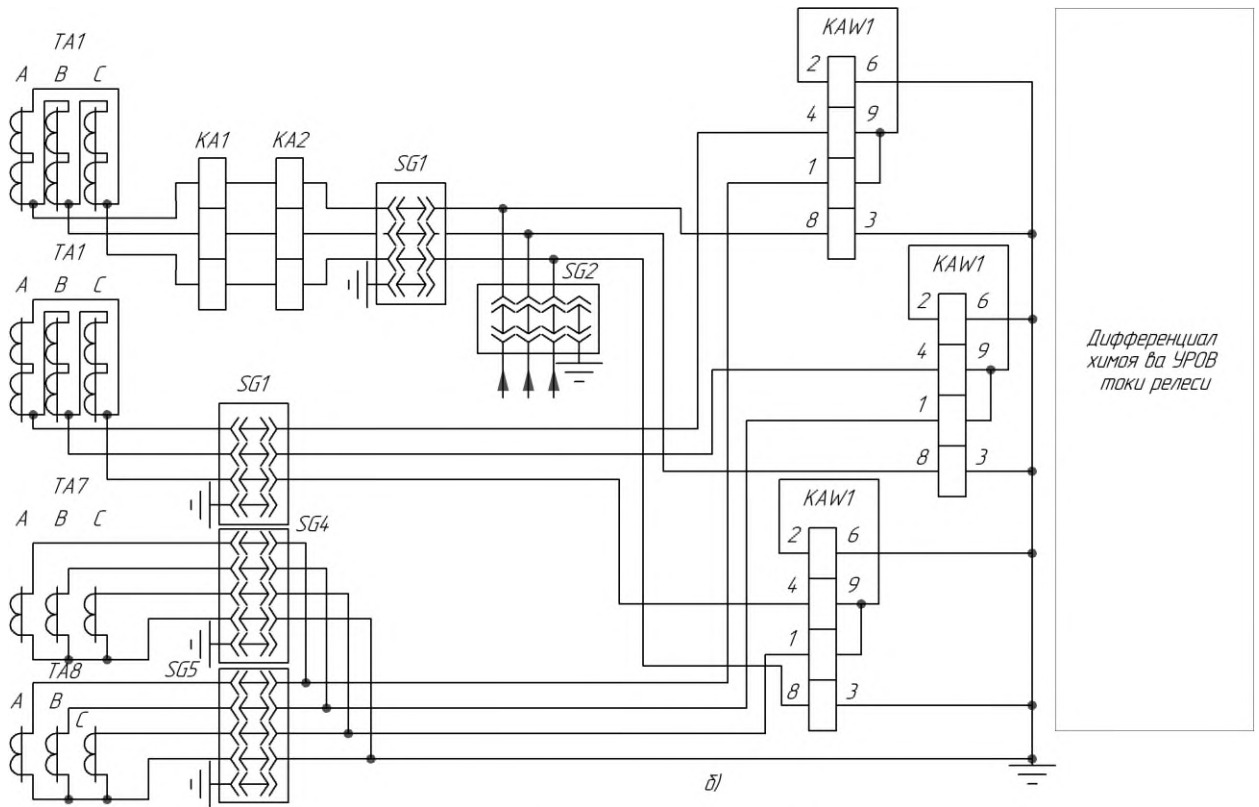
- Шиналарни ва 110-220 кВ ли кучланишли секцияларни узишга хизмат қилувчи KL11 оралик релеси ўрнатилган.

- Q2 ўчиргични, қўшимча равишда, комплект АК1 нинг КТ1 релесидан ўчириш;

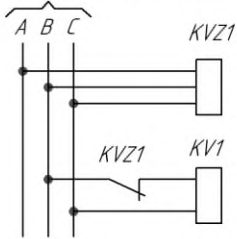
- Q3 ва Q4 ўчиргичларни эса, мос ҳолатда, КТ3 ва КТ5 релелари орқали узилиши мумкин.



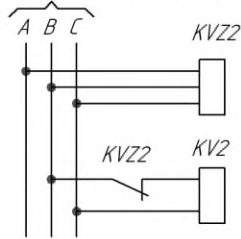
8.9-расм. Юқори қучланиш томонида йиғма шиналарга эга бўлган 110-220/35/10 кВ ли пасайтирувчи подстанциянинг реле ҳимоясининг схемаси. а)-тушинтирувчи схема;б)-ўзгарувчан ток занжирлари;в)-ўзгарувчан қучланиш занжири;г)-ўзгармас оператив ток занжири;д)-кириш занжирлари, КҚС1-КҚС2-ўчиргичлар Q1 ва Q2 ларнинг мос ҳолдаги “уланган” ҳолатини кўрсатувчи релеларни контактлари, КҚТ2-КҚТ4-ўчиргичлар Q2 ва Q4 ларнинг мос ҳолдаги “ўчирилган” ҳолатини билдирувчи реле контактлари.



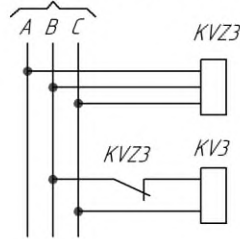
35кВ ли I секция шиналарига кучланиш трансформаторидан



6-10кВ ли I секция шиналарига кучланиш трансформаторидан

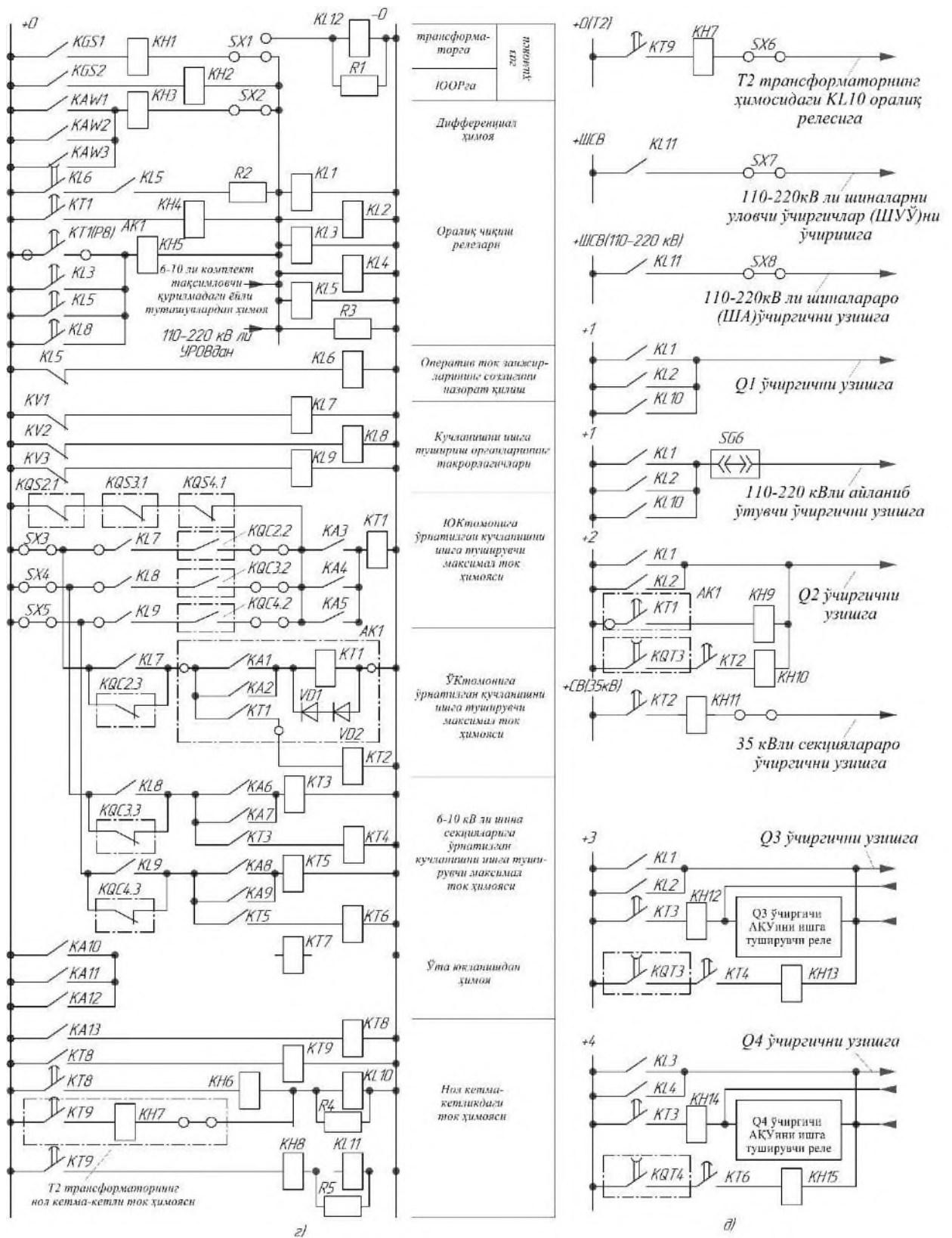


6-10кВ ли II секция шиналарига кучланиш трансформаторидан



Кучланишни ишга туширувчи органлари

8.9-расм. Давоми.



8.9-расм. Давоми.

8.6. Қудратли автотрансформаторнинг реле ҳимояси ва автоматикаси

Ушбу мавзуда кучланишлари 220/110/6-10 кВ бўлган автотрансформаторни реле ҳимояси ва автоматикаси жиҳозларини қўлланилиши ва ўрнатилиши кўриб чиқилади. 8.10-расмда икки томонлама озикланадиган автотрансформаторлар учун бажарилган ҳимоя схемаси кўрсатилган. У битта ўчиргич орқали иккита 220 кВ ли шиналарга ишлайди. Битта шина айланиб ўтувчи саналади. Ундан ташқари, худди шундай тарзда уланган иккита 110 кВ ли шиналарга битта ўчиргич билан уланган ва узатиш тармоқларли қўшимча трансформатор ва реактор орқали 2 та: кучланишлари 6-10 кВ бўлган шиналар секциясига уланган. Ушбу пасайтирувчи автотрансформаторлар 125 ёки 200 МВА қувватли бўлиши, кучланишлари 220/ 110/ 16÷10 кВ ни ташкил этиш мумкин.

Автотрансформаторнинг асосий ҳимоялари сифатида қуйидагилар қўлланган:

1. Чўлғамларда ва ўрамларда бўлиши мумкин бўлган ҳар қандай кўринишлардаги қисқа туташувлардан, ҳамда чиқишлардаги, ЮК ва ЎК томон шиналардаги қисқа туташувлардан ҳимоялаш учун ДЗТ – 21 (АКВ1) типдаги дифференциал ток ҳимояси;

2. Бакда рўй бериши мумкин бўлган газни ажраб чиқиши билан боғлиқ бўлган ҳар қандай кўринишидаги автотрансформаторни ички шикастланишлардан, РПН ҳажмидаги контакторларни бузилишларидан ҳимоялаш учун битта КSG1 газ релеси ҳамда 3 та КSG3 ÷ КSG5 релелари РПН ҳажмига олинган. (8.10₂-расмга қаранг)

Қуйи кучланишли томонига асосий ҳимоялар сифатида қўлланилган воситалар:

3. Қўшимча трансформаторнинг чўлғамларидаги ва чиқишларидаги, реактордаги, автотрансформаторнинг ҚК томонидаги чиқишларида ва шиналарга уланишларида ҳамда 6-10 кВ ли шиналарга уланишларида, у ердаги кириш-чиқишларда рўй бериши мумкин бўлган ҳар қандай турдаги қисқа туташувларлардан ҳимоялаш учун ДЗТ – 11(КАВ1 – КАВ3) намунасидаги дифференциал ҳимоя ўрнатилган.

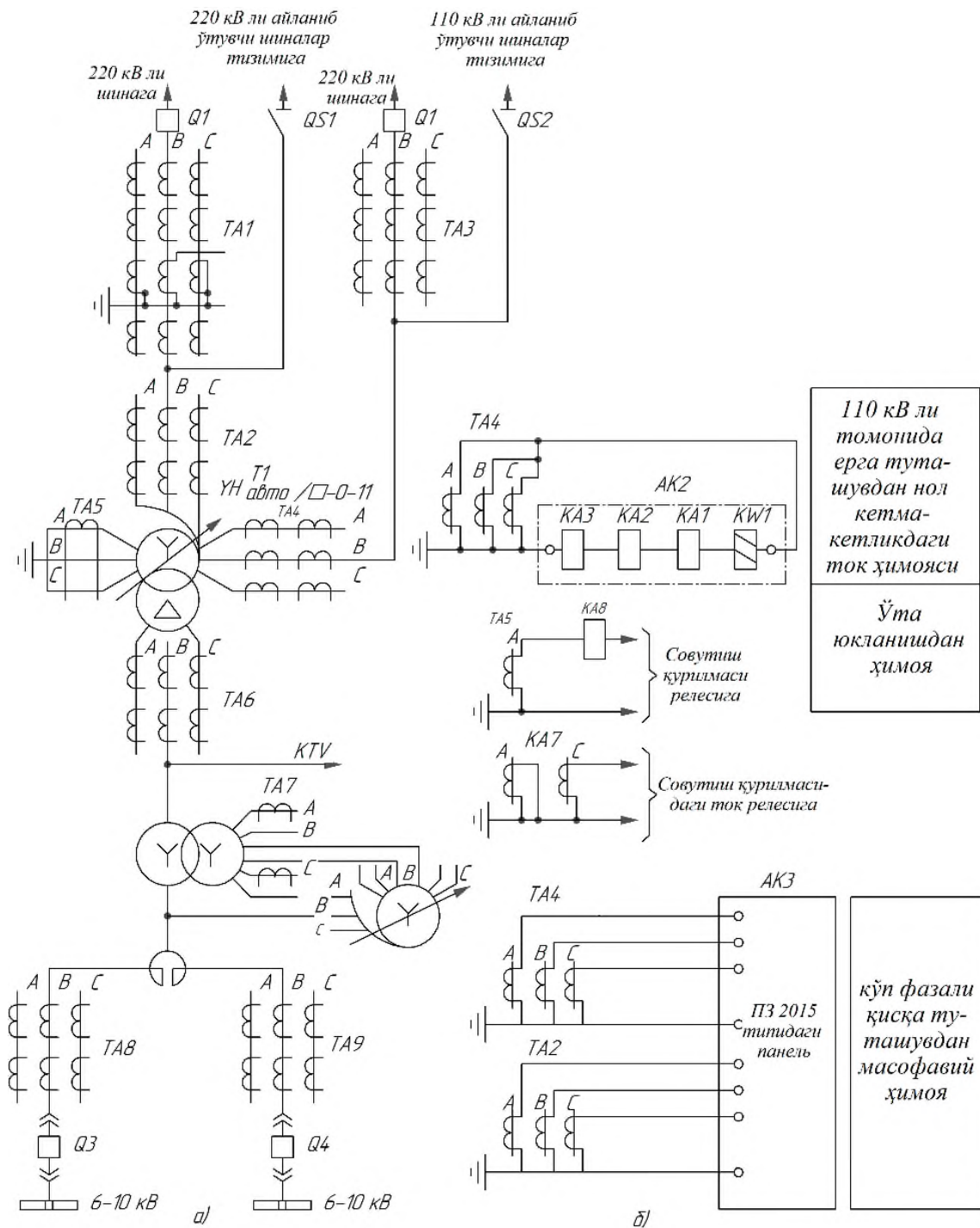
4. Бак ичидаги газ ажралиб чиқиши туфайли содир бўладиган шикастланишлардан ва қўшимча трансформаторнинг РПН

контактори ҳажмидаги бузилишлардан ҳимоялаш учун KSG2 газ релеси ва босим релеси KSP1 ёрдамида ҳимоя қўлланган.

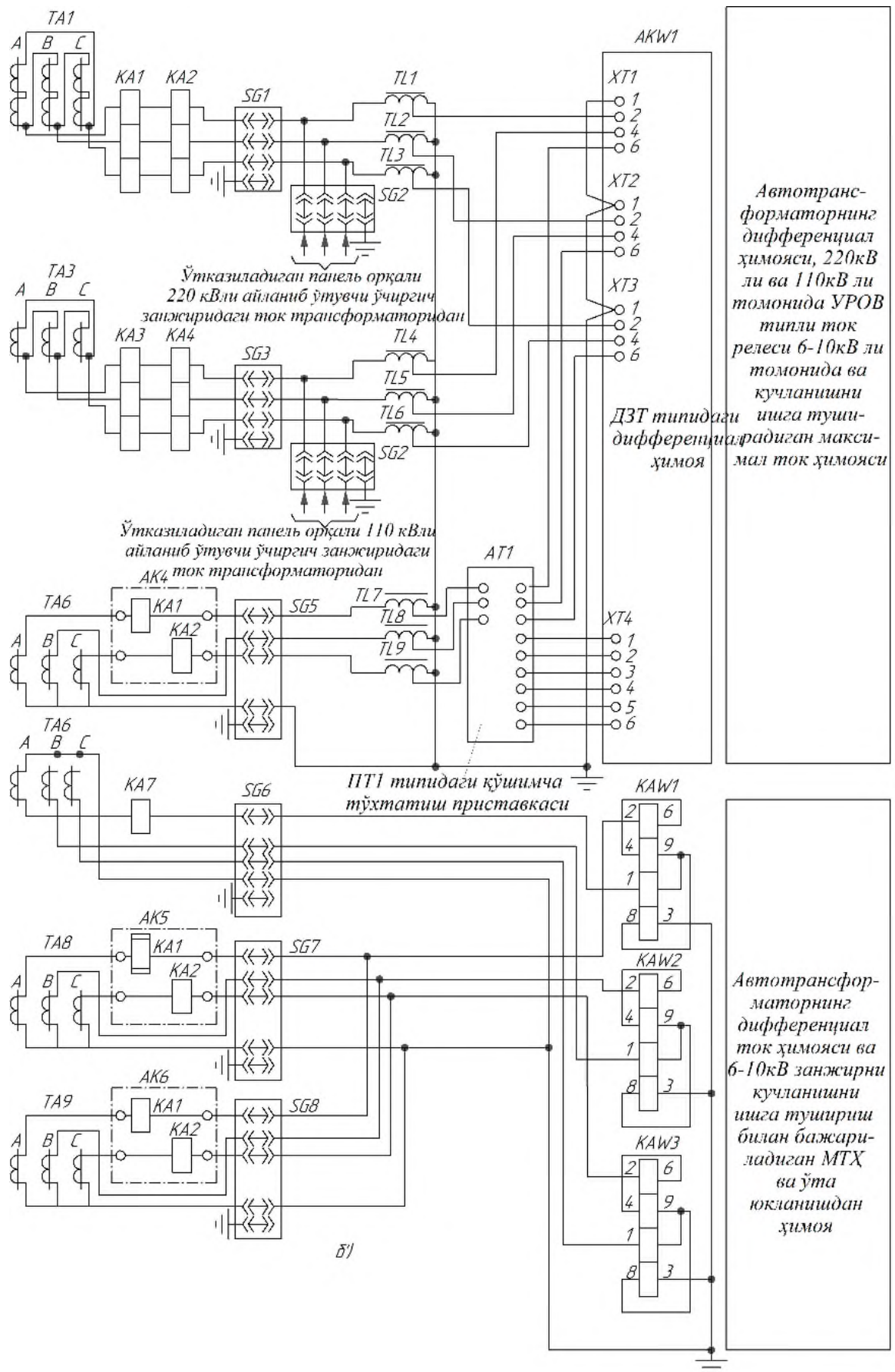
5. ҚК шиналаридаги кўп фазали қисқа туташувлардан кучланиш бўйича мужассамланган ҳолда ишга тушувчи максимал ток ҳимояси ўрнатилган. У ҳимоя 6-10 кВли шиналардаги тармоқланган жойга ўрнатилган. Ҳимоялар КЗ – 12 (АК5 ва АК6) намунасидаги мужассамлаштирилган ҳимоя ёрдамида бажарилган. КА1 ва КА2 га ҳамда битта вақт релесига (КТ1) эга. Мужассамлаштирилган ҳолатда ишга туширишни тескари кетма – кетликдаги кучланиш релеси–фильтрлар РНФ – 1М (KVZ2, KVZ3) ва РН – 54 намунасидаги минимал кучланиш релелари (KV5, KV6) орқали амалга оширилади.

Ушбу схемада заҳира ҳимоялар ва бошқа турдаги ҳимоялар ҳам қўлланилган.

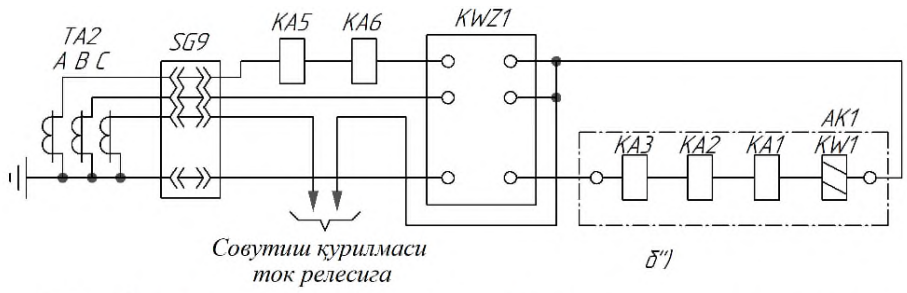
Заҳира ва бошқа ҳимоялар.



8.10-расм.



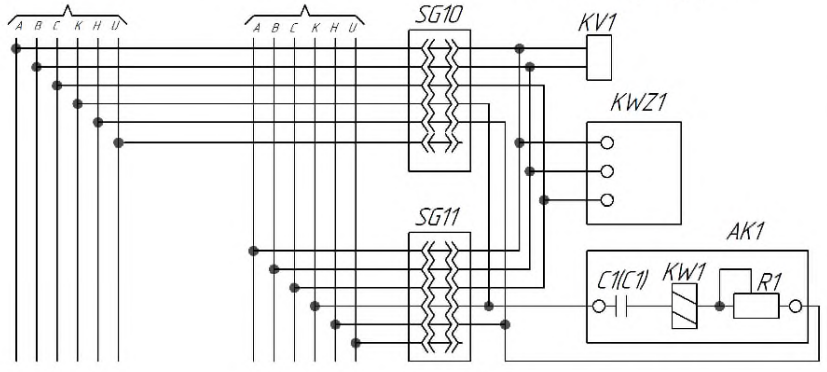
8.10-расм. Давоми.



1-секциядаги кучланиш трансформаторидан ёки 220кВ ли I ёки II шиналар тизимидаги кучланиш трансформаторидан реле-ҳолат қайтаргич Q1 ўчиргичнинг ажраткичлари контактлари орқали

220кВ ли I ёки II шиналар секциядаги кучланиш трансформаторидан 220кВ ли айланаб ўтувчи ўчиргичнинг реле-ҳолат қайтаргич контактлари орқали

Кўп фазали қисқа туташувлардан тескари кетма-кетликдаги йўналтирилган ток ҳимояси, 3 фазали қисқа туташувлардан кучланишини ҳам ишга туширувчи максимал ток ҳимояси, 220кВ ли томонида ерга туташиб қолишдан нол кетма-кетлик ҳимояси ва ўта юкланишдан ҳимоя



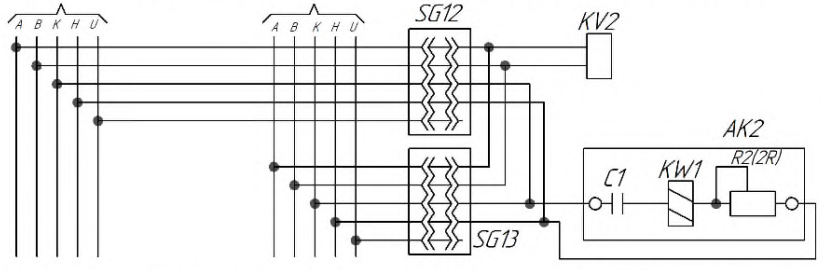
1-секциядаги кучланиш трансформаторидан ёки 110кВ ли I ёки II шиналар тизимидаги кучланиш трансформаторидан реле-ҳолат қайтаргич Q1 ўчиргичнинг ажраткич контактлари орқали

110кВ ли I ёки II шиналар секциясидаги кучланиш трансформаторидан 110кВ ли айланаб ўтувчи ўчиргичнинг реле-ҳолат қайтаргич контактлари орқали

Кучланишини ишга туширувчи орган

Кўп фазали қисқа туташувлардан тескари кетма-кетликдаги йўналтирилган ток ҳимояси

220кВ ли томонидан ерга туташувдан сақлаш учун нол кетма-кетликдаги йўналтирилган ток ҳимояси

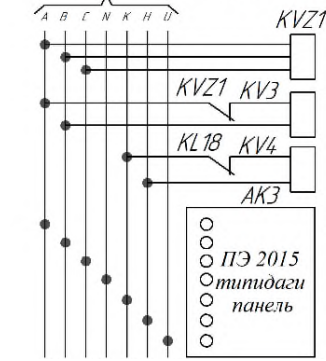


Автотрансформаторнинг ҚК киришида жойлашган кучланиш трансформаторидан

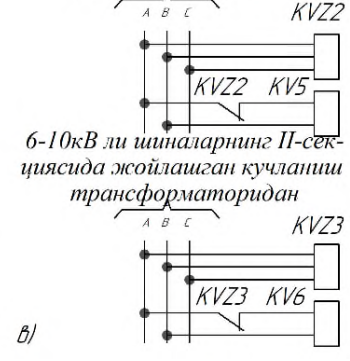
6-10кВ ли шиналарнинг I-секциясида жойлашган кучланиш трансформаторидан

Автоматик тарзда тезланиш занжирларида ишлатиладиган кучланиш орқали

110кВ ли томондан ерга туташувдан сақлаш учун нол кетма-кетликдаги йўналтирилган ток ҳимояси



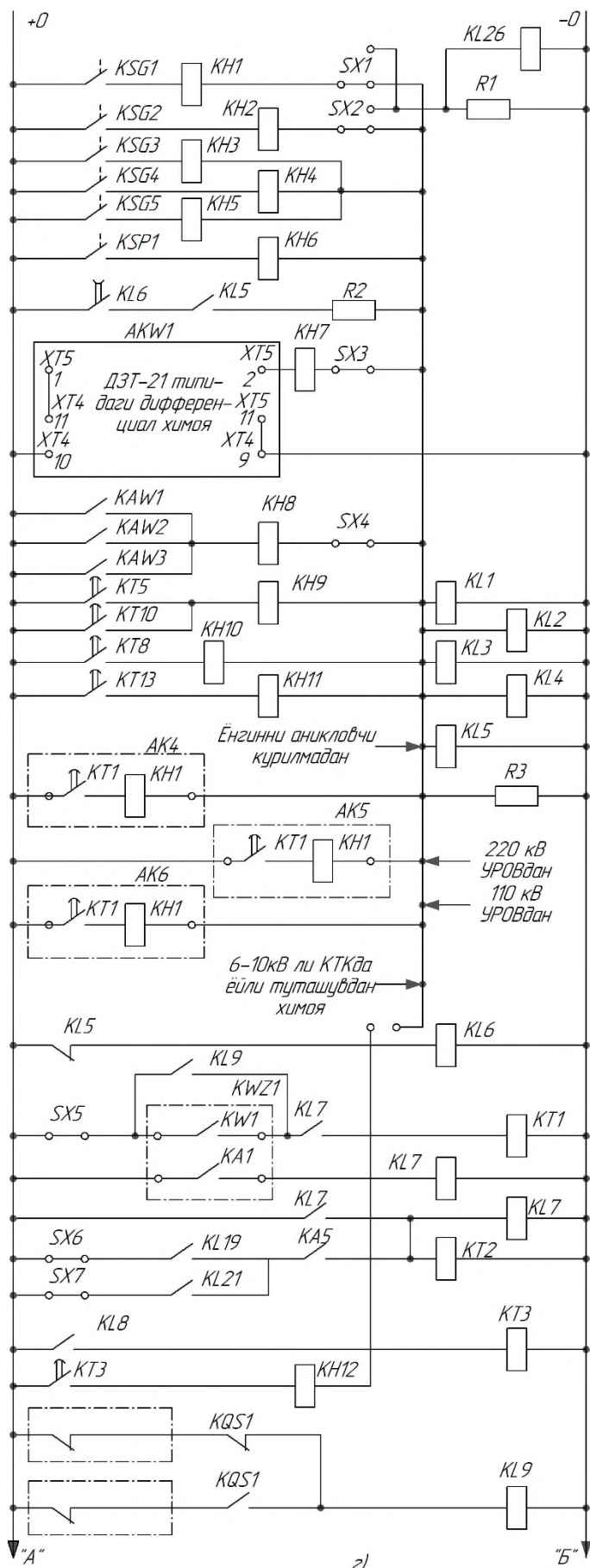
Кучланишини ишга туширувчи орган
Автотрансформаторнинг 6-10кВ ли томонидаги занжирларни назорат қилиш
Кўп фазали қисқа туташувлардан масофадан туриб ҳимоялаш



Кучланишини ишга туширувчи орган

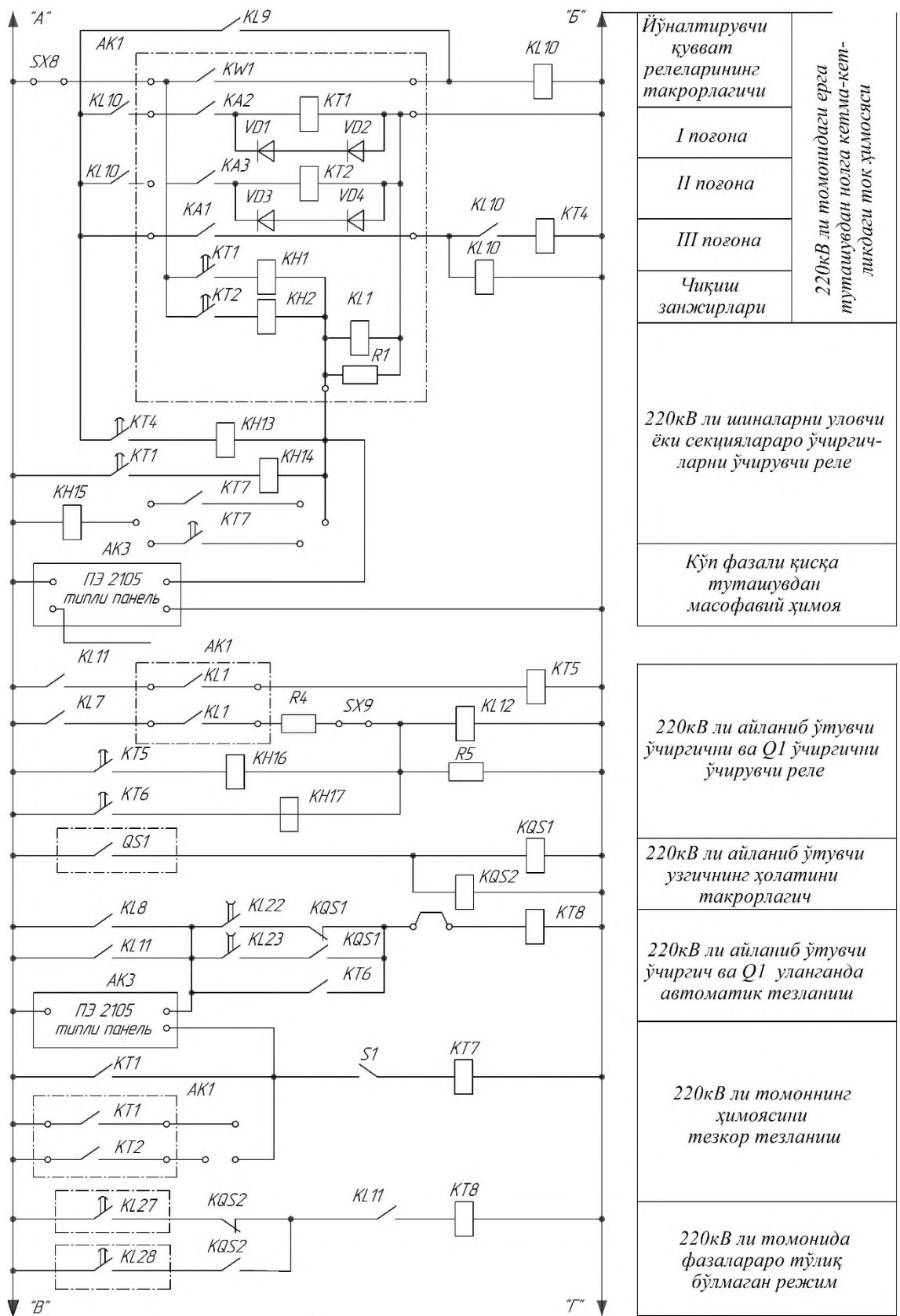
Кучланишини ишга туширувчи орган

8.10-расм. Давоми.



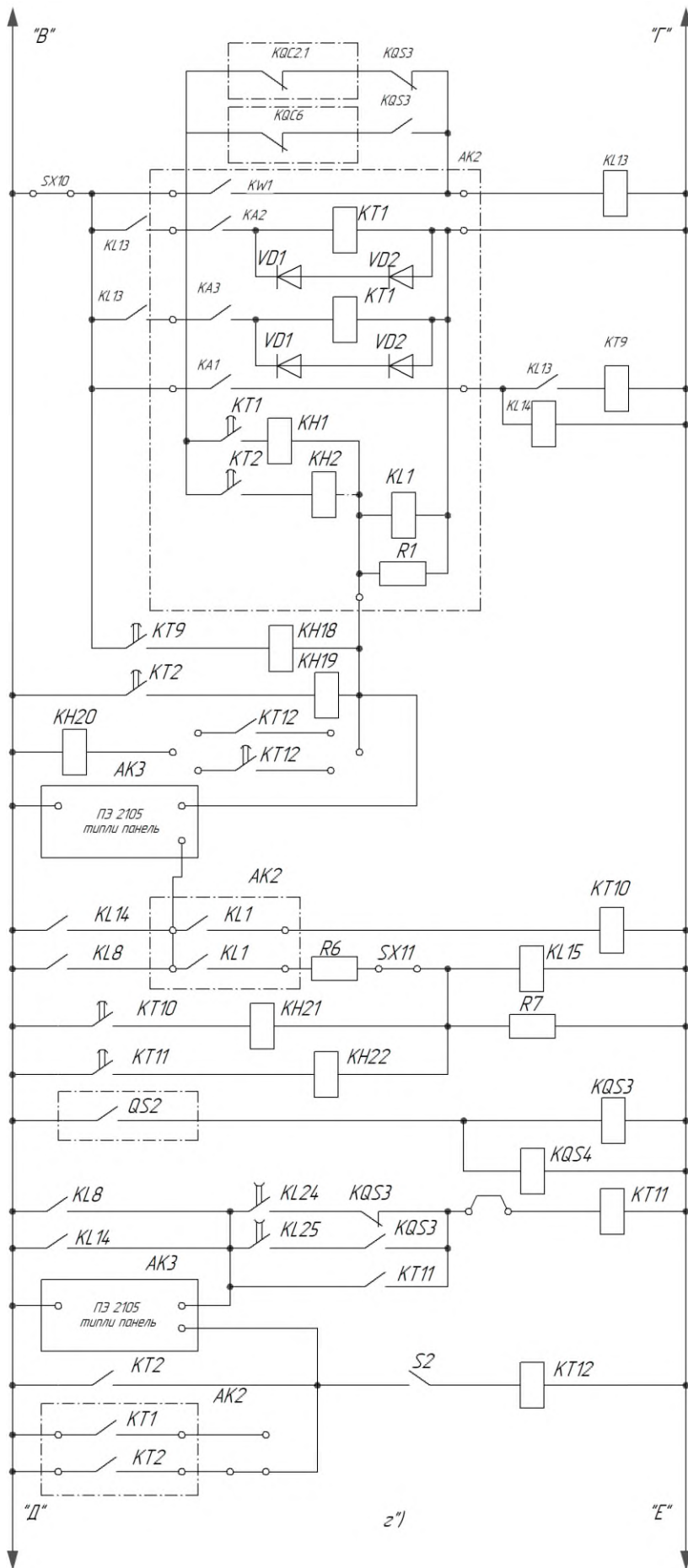
Автотрансформаторни	Газ ҳимояси
Қўшимча чизиқли трансформаторни	
Автотрансформаторнинг РПН қурилмасини	
Чизиқли қўшимча автотрансформаторни РПН қурилмасининг босим релеси	
Чиқиш оралиқ релеларини тутиб турувчи занжир	
Автотрансформаторнинг дифференциал ҳимояси	
Қўйи кучланиш томони занжирининг дифференциал ҳимояси	
Чиқишдаги оралиқ релелари	
Оператив ток занжирларининг шикастланмаганлигини назорат қилиш	
Йўналтирилган поғона	Тескари кетма-кетликдаги йўналтирилган ток ҳимояси
Йўналтирилмаган поғона	
Кучланишни ишга туширадиган МТХ	
Тезкор тезланиш	
220 кВ ли айланиб ўтувчи занжир ўчиргични ва Q1 ўчиргичнинг ҳолатини такрорлаш	

8.10-расм. Давоми.



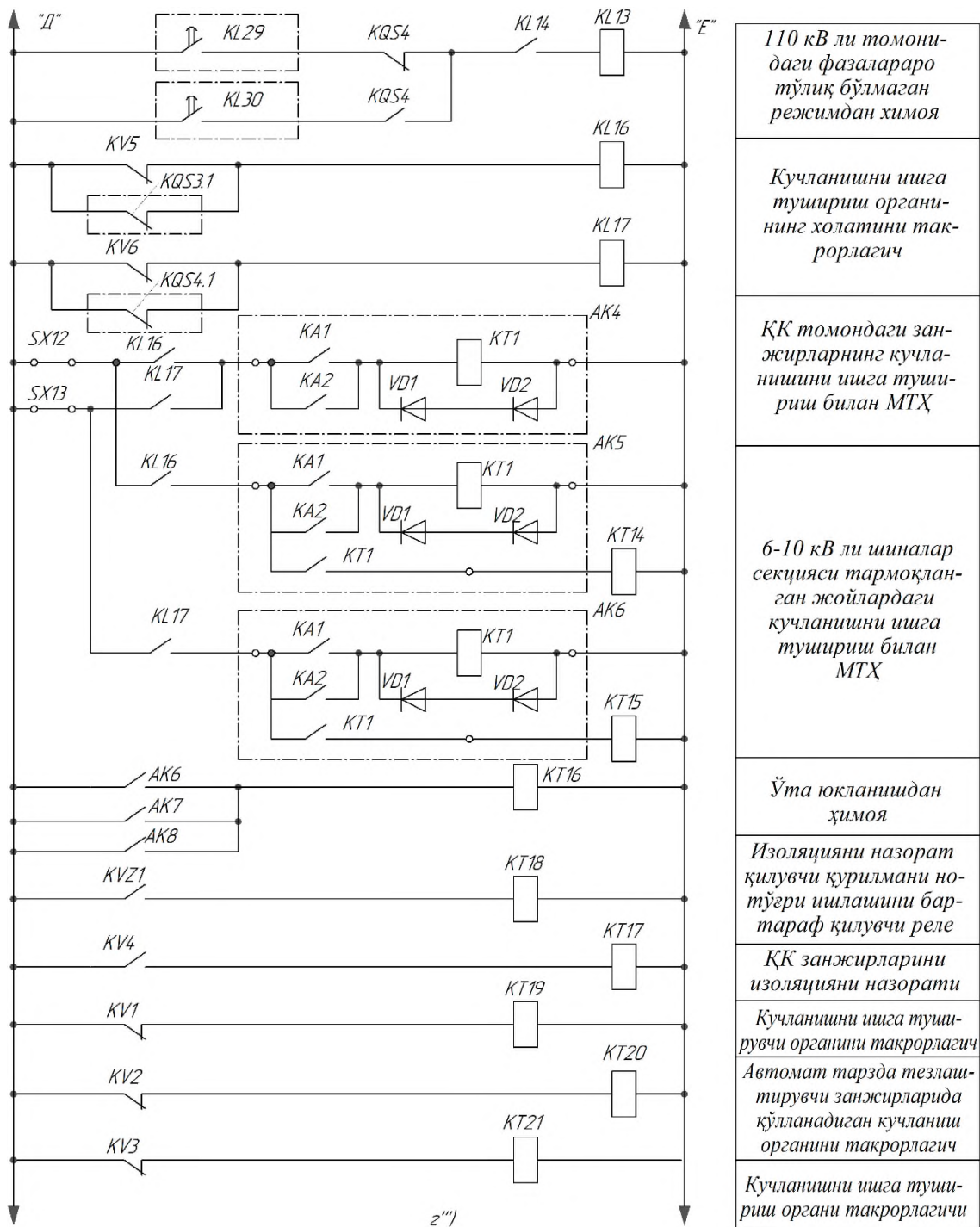
Йўналтирувчи қувват релеларининг такрорлагичи	220кВ ли томонидаги ерга туташувдан ногла кетма-кетликдаги ток ҳимояси
I поғона	
II поғона	
III поғона	
Чиқиш занжирлари	
220кВ ли шиналарни уловчи ёки секциялараро ўчиргичларни ўчирувчи реле	
Кўп фазаги қисқа туташувдан масофавий ҳимоя	
220кВ ли айланиб ўтувчи ўчиргични ва Q1 ўчиргични ўчирувчи реле	
220кВ ли айланиб ўтувчи узгичнинг ҳолатини такрорлагич	
220кВ ли айланиб ўтувчи ўчиргич ва Q1 уланганда автоматик тезланиш	
220кВ ли томоннинг ҳимоясини тезкор тезланиш	
220кВ ли томонида фазалараро тўлиқ бўлмаган режим	

2) **8.10-расм. Давоми.**

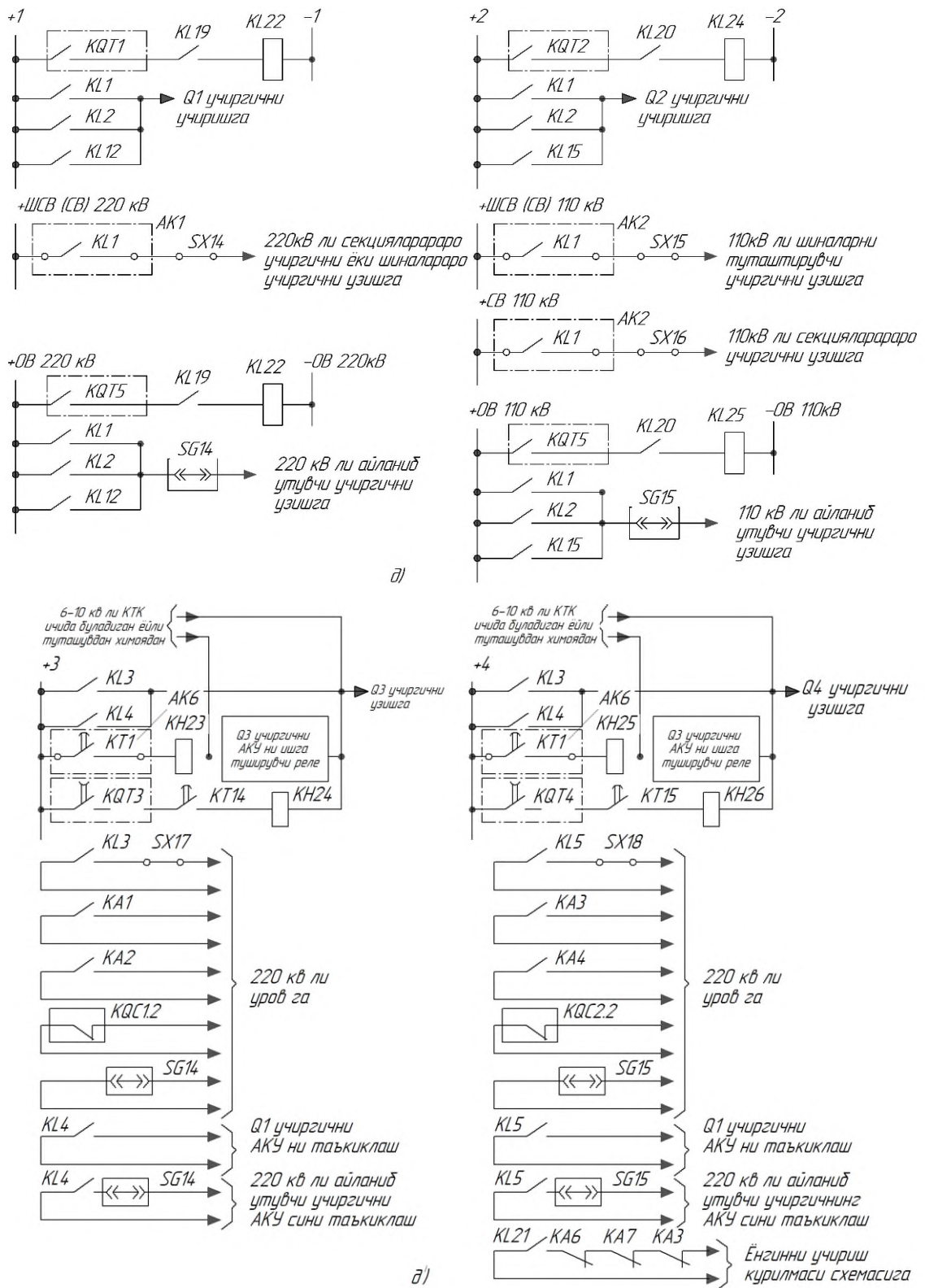


Ўнналтирувчи қувват релеларини такрорлагич	110 кВ ли томонидаги ерга туташувдан нол кетма-кетликдаги ўнналтирилган ток ҳилма
I поғона	
II поғона	
III поғона	
чиқиши занжирлари	
110 кВ ли шиналарни уловчи ёки секциялараро ўчиргичларни ўчирувчи реле	
110кВ ли айланб ўтувчи ўчиргични ва Q2 ўчиргични ўчирувчи реле	
110кВ ли айланб ўтувчи узгичнинг холатини такрорлагич	
110кВ ли айланб ўтувчи ўчиргични ва Q2 уланганда автоматик тезланиш	
110кВ ли томонида фазалараро тўлиқ бўлмаган режим	

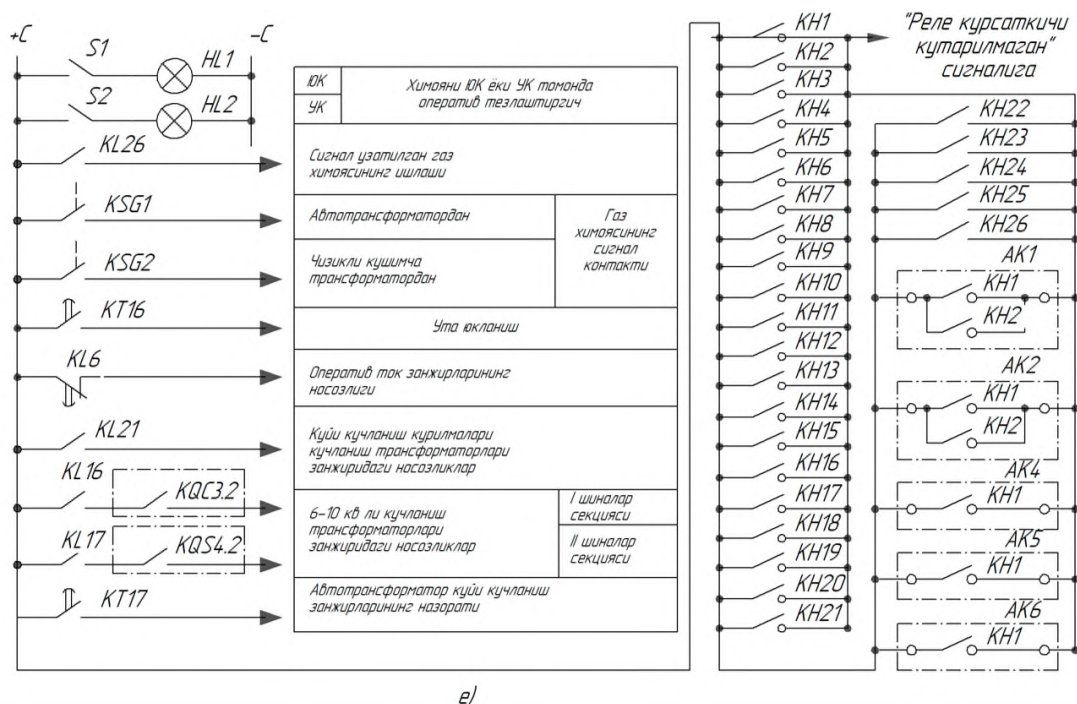
8.10-расм. Давоми.



8.10-расм. Давоми.



8.10-расм. Давоми.



e)

8.10-расм. Давоми.

1. ЮК ва ЎК томонларида юз бериши мумкин бўлган носимметрик қисқа туташувларларда ўчиришни захиралаш учун ҳамда автотрансформаторнинг асосий химояларини захиралаш мақсадида тескари кетма-кетликдаги химоя қўлланган. Бу химоя ток релеси-фильтр ва РМОП – 2 М (KWZ1) намунасидаги тескари кетма-кетликдаги қувват йўналиш релеси, ЮК томонга ўрнатилган вақт релелари КТ1, КТ2 ёрдамида бажарилади

2. Ташқи симметрик қисқа туташувларларда ўчиришни захиралаш ва автотрансформаторнинг асосий химояларини захиралаш учун кучланиш бўйича минимал ва мужассамланган ҳолда ишга туширувчи максимал ток химояси кўзда тутилган. Бу химоя ЮК томонга ўрнатилган. Бажарилиши эса РТ – 40 (КА5) намунасидаги ток релесидан фойдаланиб амалга оширилган. Минимал ишга тушириш эса РН – 54/160 (KV1) типли кучланиш релесидан РНФ – 1М (KVZ1) ва минимал кучланиш режимлари KV3 лар билан биргаликда амалга оширилади.

3. Кучланишлари 220 ва 110 кВ бўлган тармоқларда узоқдан захира лаш мақсадида ПЭ 2105 (АК3) намунасидаги панель кўринишида тайёрланган масофавий ҳимоядан фойдаланилади.

4. ЮК ва ЎК томондаги ерга қисқа туташув юз берганида ўчиришни захира лаш учун ноль кетма-кетликдаги уч поғонали йўналтирилган ток ҳимоясидан фойдаланган. Бу ҳимоя КЗ – 15 (АК1 ва АК2) комплектлардан фойдаланиб бажарилган. Комплект КЗ – 15 нинг таркибида КА1 – КА3 ток релелари, йўналтирилган қувват релеси КВ1, КТ1 ва КТ2 вақт релелари, КН1, КН2 кўрсаткич релелари ҳамда чиқишидаги оралик реле КЛ1 бор. Ҳимоялар ЮК ва ЎК томонларига ўрнатилади.

5. 6-10 кВ шиналаридаги ўчиришни ва қисқа туташувлар занжиридаги асосий ҳимояларни захира лаш учун кучланиш бўйича мужассамлаштирилган ишга туширгичли максимал ток ҳимояси бор. У автотрансформаторнинг қисқа туташувлар томонига ўрнати лган. Ҳимоя худди қисқа туташувлар шиналарига кўп фазали қисқа туташувлардан ҳимоялаш учун ўрнати лган ҳимоя каби бажарилган.

6. Автотрансформаторнинг ЮК ва ЎК томонларида ўчиргични қайта уланмаслиги натижасида юзага келадиган нотўлиқ фазали режимлардан захира ҳимоя қабул қилинган. У ноль кетма-кетликдаги бир поғонали ток ҳимояси бўлиб, қуйидагилардан фойдалани лган холда бажарилган: ЮК томонидан КА1 (АК1 ичида) ток релеси, КЛ11 оралик релеси ва КТ8 вақт релеси (ЎК томонидан КЛ27 ва КЛ28 қайта уланмаган фазалар релесини ишга туширувчи) ҳамда КТ13 вақт релелари (КЛ29 ва КЛ30 қайта уланмаган фазалар релесини ишга туширувчи) мавжуд.

7. РТ – 40 (КА6, КА7 ва КА8) намунасидаги ток релеларидан ташкил топган максимал ток ҳимояси ёрдамида симметрик ўта юкланишдан ҳимоя. У ҳимоя ЮК ва ҚК лар томонидан ва автотрансформаторлар чўлғамларининг нейтралга чиқиш томонида ўрнати лган. Захира ҳимоя таркибида вақт релеси КТ16 ҳам кир ади.

8. Автотрансформаторнинг ҚК томонидан бир фазали ерга туташувдан ҳимоялаш учун кучланишни максимал ҳимояси учун кучланишни максимал ҳимояси қўллани лган. УРН – 5 3/60D, КВ4 кучланиш релеси ва КТ17 вақт релесидан иборат.

9. Автотрансформаторда ёнғин юз берган тақдирда аниқлаш учун – ёнғинни аниқлайдиган қурилма мавжуд.

Автотрансформаторни юқорида келтирилган ҳимоялари ушбу йўриқнома асосида бажарилган.

Автотрансформаторнинг дифференциал ҳимоясини ишга тушириш токи (тормозланишни ҳисобга олинмаган ҳолда) номинал ток қийматидан кичик қилиб олинган. Ҳимоя елкаларидаги иккиламчи тоқларни тенглаштириш учун АТТ(TL1 – TL9) қўлланилган. Тормозлаш уч томондан амалга оширилиб, буни бажариш учун ҚК томонига ПТ – 1(АТ1) намунасидаги қўшимча тормозлаш приставкаси ўрнатилган.

Автотрансформатор бакини ҳимояловчи газ релесини ўчирувчи элементини сигнал бериш томонига ўтказилиб қўйилиши мумкин. РПН нинг контактори ҳажмидаги газ ҳимояси фақат ўчиришга таъсир кўрсатадиган қилиб бажарилган.

Қўшимча трансформаторнинг газ ҳимояси ва РПН контактори ҳажмидаги босимдан ҳимоя ҳам худди шундай қилинган.

ҚК занжирининг бўйлама дифференциал ток ҳимояси релени тормозловчи чўлғамини ҚК шиналари секцияларидаги тармоқланган тоқлар йиғиндисига уланишлари билан қилинган.

ҚК шиналарини секцияларидаги тармоқланган жойларига ўрнатилган, кучланиш бўйича мужассамланган ҳолда ишга туширувчи максимал ток ҳимояси, биринчи хаяллаш вақтидан сўнг ишлайди. Бу хаяллаш вақти КТ1 реле, Q3 ва Q4 ўчиргичларни ўчирувчи АК5 ва АК6 комплектор орқали яратилади. Иккинчи хаяллаш вақти поғонаси ҳам айнан шу жихозлар орқали юзага келтирилади, лекин у автотрансформаторни барча ўчиргичларини узишга ишлайди.

ЮК томондаги ноль кетма-кетликдаги икки поғонали ток ҳимояси 220 кВ тармоқ томонга йўналтирилган поғонага эга. Поғона биринчи хаяллаш вақтидан кейинроқ таъсир кўрсатади. Бу хаяллаш поғонаси КТ1 вақт релеси томонидан вужудга келтирилиб, 220 кВ тармоқдаги шиналарни уловчи ёки секциялараро ўчиргични узишга ишлатилади. Иккинчи поғона КТ5 томонидан вақт белгилаб Q1 ўчиргични узишга ва яна КТ5 томонидан учинчи поғонада АТни барча ўчиргичларни узишни бошлаш учун вақтлар белгиланган. Йўналтирилган поғона ҳамда симметрик ҚТлардан максимал ток ҳимояси биринчи хаяллаш вақтидан кейин ишга тушади. Бу хаяллаш КТ2 релеси, томонидан бажарилиб 110 кВ томонидаги шиналарни узади.

Иккинчи поғона КТ10 реле ёрдамида юзага келтирилиб, Q2 (ёки айланиб ўтувчи) ўчиргични ва учинчи поғона ҳам шу реле орқали ҳосил қилиниб автотрансформаторнинг барча ўчиргичларини узишни бошлаш вақти хисобланади.

Масофавий ҳимоя иккита йўналтирилган поғонага эга. Биринчи поғона 110 кВ ли кучланишга эга бўлган тармоқ томон йўналтирилган бўлиб ҳаяллаш вақтининг биринчи поғонасидаёқ 110 кВ ли шиналарни уловчи ҳамда секциялараро ўчиргичларни узишга ишлайди. Кейинги фаолияти тескари кетма-кетликдаги ҳимоянинг йўналтирилмаган поғонаси каби бажарилади. Ҳимоянинг иккинчи поғонаси 220 кВ кучланишни тармоқ томон йўналтирилган бўлиб биринчи ҳимоялаш вақтидан сўнг 220 кВ ли шиналарни бириктирувчи ва секциялараро ўчиргични узишга хизмат қилади. Унинг ҳам кейинги фаолияти тескари кетма-кетликдаги ҳимоянинг йўналтирилган поғонаси каби бажарилади.

ЮК томонидаги уч поғонали ноль кетма-кетликдаги йўналтирилган ток ҳимояси уни ҳар бир поғонасида маъсул бир вақт давомидаги сабр вақти билан тасир кўрсатиб ишлайдиган қилиб бажарилган. Биринчи ва иккинчи поғоналар биринчи ҳаяллаш вақтидан АК1 нинг таркибига кирувчи вақт релелари КТ1 ва КТ2 лар ёрдамида эришилади. Уни таъсири натижасида 220 кВ ли шиналарни уловчи ва секциялараро ўчиргичлар узилади. КТ4 реле ёрдамида бажарилаётган биринчи ҳаяллаш вақтининг учинчи поғонасида ҳам таъсир худди шундай бўлади. КТ5 релеси орқали юзага келтирилаётган иккинчи ва учинчи ҳаяллаш вақтиларида ҳимояларнинг барча поғоналари Q1 ўчиргични (ёки айланиб ўтувчи шина ўчиргичини) узишга ва автотрансформаторни барча улагичларини ўчириш амалга оширилади.

ЎК томонида ўрнатилган ноль кетма–кетликдаги уч поғонали йўналтирилган ток ҳимояси ҳам худди юқоридагидек бажарилган бўлиб, у 110 кВ томондаги шундай мос келувчи ўчиргичларни узишга ишлайди.

ҚҚ томонидаги кучланиш бўйича мужассамланган ҳолда ишга туширувчи максимал ток ҳимояси КТ1 орқали тутиб туриладиган ҳаяллаш вақтидан сўнг ишга тушиб, автотрансформаторни барча ўчиргичларини узади. КТ1 вақт релеси АК4 комплект таркибига киради.

ЮК ва ҚК томонидаги тўлиқмас режимдан химоялар КТ8 ва КТ13 вақт релеларини тутилиб туриш вақтидан сўнг ишлаб автотрансформаторни барча ўчиргичларини узади.

Қувватларни 200 МВА ва ундан катта бўлган автотрансформаторлардаги ёнғиннинг аниқлаш қурилмаси (ЁАҚ, рус тилида устройство обнаружения пожара (УОП) деб юритилади) автотрансформаторнинг ҳамма ўчиргичларини узади. Айти пайтда у, ёнғинни ўчириш тизимини ишга туширади. Ёнғинни ўчириш тизими автотрансформатор ўчирилганидан сўнг ўз фаолиятини бошлади. Кичикроқ қувватли автотрансформаторларда ЁАҚ сигнал беради.

Ушбу комплекс химояда ЮК ва ЎК томонидан захира химояларини оператив тезкорлигини амалга ошириш масаласи ҳам ҳал қилинган. ЮК томонидан I (ёки I_2) химоянинг ноль кетма-кетликдаги йўналтирилган поғонаси, химоянинг кетма-кетликдаги тескари кетма-кетликдаги йўналтирилган поғонаси (КТ1 контакт) ва масофавий химоянинг мос келувчи поғонаси тезлашади. Тезлашиш КТ7 реле орқали АК1 комплектнинг чиқишдаги КЛ1 оралик релесига таъсир қилиниб амалга оширилади. ЎК томонидан ҳам химоянинг шунга ўхшаш поғоналари тезлашади.

Ташқи ҚТлардан химояни автоматик тарзда тезлаштириш АТнинг ўчиргичларини бошқарув калити томонидан уланганидан ҳам амалга оширилаверади.

ЮК ёки ЎК томонидаги ўчиргич уланганидан симметрик ҚТлардан сақловчи максимал ток химоясига эга бўлган химоянинг тескари кетма-кетликдаги йўналтирилган поғонаси, ноль кетма-кетликдаги химоянинг унга мос бўлган III йўналтирилмаган поғонаси ва масофавий химоянинг мос келувчи поғоналари тезлашади. Автоматик тезлаштиришни ишга тушириш, тезлик релелари бўлган КЛ22 – КЛ25 лар орқали, бажарилади. Тезлашиш КТ6 ва КТ11 релеларига қуйидаги ҳаяллаш вақтига муносиб ҳолда бўлади. ҚК нинг шиналари тармоқланган жойларига ва секцияларига ўрнатилган максимал ток химоясининг автоматик равишда тезлатишни ишга тушириш $Q3$ ва $Q4$ ўчиргичларни “Ўчирилган” ҳолатдаги КҚТ3 ва КҚТ4 реле контактлари амалга оширилади. Тезлашиши КТ14 ва КТ15 релеларини ҳаяллаш вақти билан бажарилади.

Ишончликни ошириш мақсадида, ўчиргични ўчириш учун, чиқиш оралик релелари ёрдамида ҳам узиш қуйидаги тарзда бажарилган.

Ҳимояни ишга тушириш қуйидагича:

-бир гуруҳ чиқиш оралик релелари $KL1 - KL5$ АТ нинг ҳамма ўчиргичларини узишга, УРОВ (устойсътва ва регулирования отказов выключателей- ўчиргичларни ишламай қолишида созлаш қурилмаси) ни 220 ва 110 кВ ли тармоқда ишга туширишга ва $Q1, Q2$ ўчиргични АҚУни таъқиқлашга ишлашади.

- $KL12$ оралик релеси $Q1$ ўчиргични, ёки уни ўрнини босувчи 220 кВ ли айланиб ўтувчи ўчиргични узишга ишлайди

- $KL15$ релеси $Q2$ ўчиргични, ёки уни ўрнини босувчи 110 кВ ли айланиб ўтувчи ўчиргични узишга ишлайди.

-ЮК ва ЎК томонидаги шиналарни уловчи ва секциялараро ўчиргичларни АК1 ва АК2 комплектлар таркибига кирувчи чиқиш оралик релеси $KL1$ орқали ўчирилади. ҚК шиналарни секцияларга киришларидаги $Q3$ ва $Q4$ ўчиргичлар АК5 ва АК6 комплект таркибига кирувчи КТ1 вақт релеси билан ўчирилади.

Амалда ПК тармоқларда турли намунадаги автотрансформаторлардан ҳам фойдаланилади. 8.11-расмда 220 В кучланишга мўлжалланган автотрансформатор кўрсатилган.



8.11-расм. Паст кучланишли автотрансформатор кўриниши.



а)



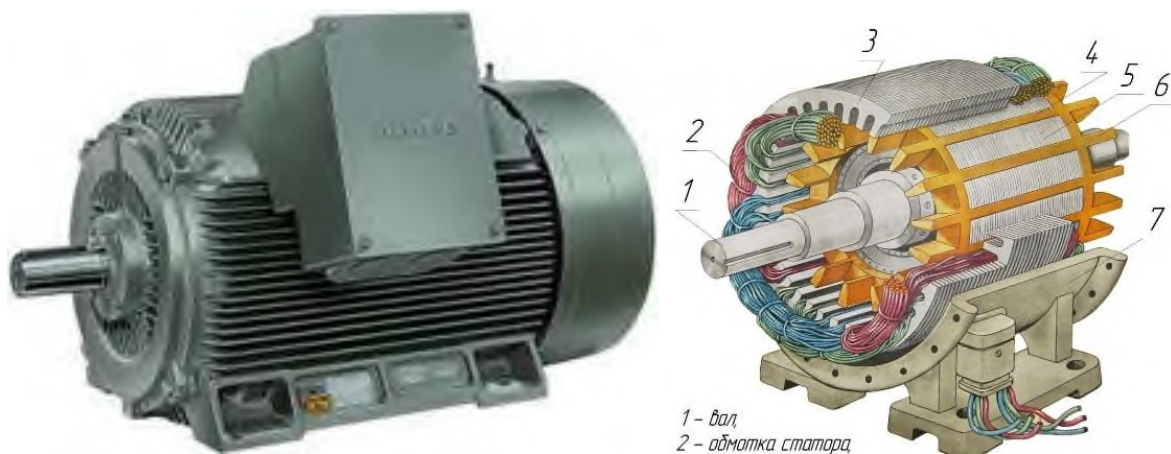
б)

**8.12-расм. Трансформаторларни комплекс ҳимоясини
электромеханик релелар орқали ҳимоялаш стенди (а) ва
замонавий микропроцессорли қурилмалар орқали ҳимоялаш
стенди (б)**

9-БОБ.ЭЛЕКТР МОТОРЛАРНИНГ РЕЛЕЛИ ҲИМОЯ ВА АВТОМАТИКАСИ

9.1. Электр моторларнинг ҳимояларига умумий талаблар

Электр таъминоти тизимларида, содда ва ишончли бўлган асинхрон моторлардан кенг фойдаланилади. Электр моторларда кўп учрайдиган ва хавфли бўлган шикастланишлар - электр мотор чиқишида, ёки статор чўлғамларида юзага келиши мумкин бўлган кўп фазали қисқа туташувлардир. Бундай шикастланишлар натижасида ҳосил бўладиган қисқа туташув тоқлари статор чўлғамларига ва электр моторнинг магнит ўзагига таъсир қилади ва уларнинг ишдан чиқишига олиб келиши мумкин.



**9.1-расм. Асинхрон электр моторнинг кўриниши (а) ва уни
ички конструктив қисмлари (б). 1-вал, 2-статор чўлғами, 3-
статор ўзаги, “олмахон ғидираги”, 5-роТОр ўзаги, вентильТОр,
7-станина.**

Бундан ташқари электр моторларда, статор чўлғамларининг бир фазали ер билан туташуви ҳам, электр моторнинг иш режимига салбий таъсир қилади. Қуввати 2000 кВт гача бўлган электр моторларда, ерга туташуш тоқи 10 А, ва қуввати 2000 кВт дан юқори бўлган электр моторларда ерга туташуш тоқи 5 А дан кўп бўлса, ҳимоя электр моторни манбадан узиш режимида ишлаши керак. Ерга туташув тоқлари, юқорида кўрсатилган қийматлардан кичик бўлса, ҳимоя сигнал режимида ишлаши мумкин. Электр мотор чўлғамининг ўрамлари орасида юз берадиган қисқа туташув ҳам, кўп фазали қисқа туташув каби хавфли ҳисобланади, лекин бундай қисқа туташувлардан ҳимоя мураккаб бўлганлиги сабабли ўрнатилмайди.

Синхрон моторларда ҳам, асинхрон моторлардаги каби шикастланишлардан ташқари, уларнинг қўзғатиш чўлғамида ҳам шикастланишлар юз бериши мумкин. Қўзғатиш чўлғамининг узилиши, ер билан бир, ёки икки нуқтада туташуши мумкин. Қўзғатиш чўлғамидаги шикастланишлар (ерга икки нуқтадаги туташув) синхрон режимнинг бузилишига сабаб бўлади. Синхрон режим бузилганда тебраниш токи ҳосил бўлади. Асинхрон режимдан сақловчи ҳимоя, статор чўлғамидаги тебраниш токига, ёки ротор чўлғамида ҳосил бўлувчи ўзгарувчи Токка, асосан ишлайди.

Электр моторларда қўлланиладиган ҳимоялар содда ва ишончли ва арзон бўлиши керак. Кўп фазали қисқа туташув тоқларидан ҳимоялашга мўлжалланган ҳимоялар, электр моторни манбадан узишга ишлаши керак. Нормал бўлмаган иш режими таъсирида, электр моторларнинг статор чўлғамида, катта тоқлар ҳосил бўлиши мумкин. Бу тоқлар таъсирида, чўлғам ўрамларининг қизиши, изоляциянинг емирилишига сабаб бўлади. Ўта юкланиш, электр мотор роторининг айланишлар частотасини пасайиши, синхрон электр моторларда қисқа вақтли кучланиш пасайиши ҳисобига синхрон режимни бузилиши, бир фазанинг узилиши ва механик носозликлар, электр моторларнинг нормал иш режимини бузилишига олиб келади. Электр тармоғида қисқа вақтли кучланишнинг пасайиши ва кейин яна кучланишнинг тикланиши натижасида, электр моторларда ўз ўзини ишга тушириш содир бўлади. Ўз ўзини ишга туширишда, электр моторлар тармоқдан ишга тушиш жараёнидаги сингари, катта ток оладилар. Бундай вақтда, асосий бўлган электр моторларнинг ўз ўзини ишга туширишини таъминлаш учун, асосий бўлмаган моторлар минимал кучланиш ҳимояси ёрдамида манбадан узилади. Улар, асосий моторларнинг ўз ўзини ишга тушириш жараёни тугагандан кейин, манбага қайтадан уланади.

Нормал бўлмаган иш режимлари узоқ давом этса (масалан, бир фазанинг узилиши, ёки ерга туташуви), ҳимоя электр моторни тармоқдан узиш режимида, қисқа вақтли нормал бўлмаган режимларда эса ҳимоя сигнал режимида ишлаши керак.

Кучланиши 1000 В гача бўлган электр моторларни ҳимоялашда эрувчан сақлагичлар, автоматлар, иссиқлик релелари, магнит ишга туширгичлар каби коммутацион аппаратлардан фойдаланилади.

Бундай ҳимоя воситалари электр моторларни қисқа туташув токидан, ўта юкланиш токидан ва кучланиш пасайишидан ҳимоялайди. Фазалар оралигида қисқа туташувдан ҳимоялар, ишга тушиш токи ва ўз ўзини ишга тушириш токига, мосланади. Муҳим бўлмаган электр моторлар эрувчан сақлагичлар, ёки умумий автомат ажратгичлар орқали, қисқа туташув токидан ҳимояланади. Минимал кучланишлардан ҳимоялаш учун магнитли ишга туширгичлар қулай. Тармоқда кучланиш пасайганда, магнит ишга туширгичнинг электромагнитидан, унинг ишлаган ҳолатда қолиши учун етарли ток ўтмайди ва асосий контактлари узилади.

Юқори кучланишли электр моторларни фазалар орасида бўладиган қисқа туташувдан ҳимоялаш учун сабр вақтсиз ишга тушадиган ток кесимлари қўлланилади. Қуввати 2000 кВт ва ундан юқори бўлган электр моторларда ток кесимнинг сезгирлиги талабга жавоб бермаса, дифференциал ҳимоя қўлланилади. Қуввати 5000 кВтдан юқори бўлган электр моторлар **учун дифференциал ҳимоя асосий ҳимоя ҳисобланади.**

Электр моторларнинг ҳимоялари, генераторлар ва трансформаторларнинг ҳимоялари каби, ички шикастланишлар ва ҳавфли нормал бўлмаган режимларда ишлаши керак. Лекин ҳимоя ҳавфли бўлмаган нономал режимларда, электр моторларни тармоқдан узишга ишламаслиги керак. Айтиб ўтилганидек, электр моторларнинг ҳимоялари содда ва арзон бўлиши керак. Фақат қуввати 2000 кВт ва ундан юқори электр моторларда мураккаброқ ҳимояларни қўллаш мақсадга мувофиқ.

Электр станцияларни ўз эҳтиёж механизмлари электр моторларининг нотўғри ўчирилиши, электр станциянинг нормал ишлашига зарар етозиши мумкин. Шунинг учун уларнинг ҳимоялари юқори ишончилиқка эга бўлиши керак.

Ишлаб чиқаришда электр моторларнинг ўз (ўз-ўзидан) ишга тушиши катта аҳамиятга эга. Ўз ишга тушиш жараёнини қуйидагича тушунтириш мумкин. Электр тармоғида қисқа туташув юзага келганда, кучланишнинг пасайиши натижасида, электр моторларнинг тезлиги ҳам пасая бошлайди. Қисқа туташув нуқтаси тармоқдан узилгандан кейин, электр моторлар нормал тезликка эришиш учун, маълум вақт давомида нисбатан катта Ток истеъмол қила бошлайдилар. Ушбу жараёнга **электр моторларнинг ўз ишга тушиши жараёни деб аталади.**

Электр моторларнинг ишга тушиш ва ўз ишга тушиш жараёнларида реле ҳимояси ишлаб, уларни тармоқдан узмаслиги керак.

9.2.Электр моторларда учрайдиган шикастланишлар ва қўлланиладиган ҳимоялар турлари

Электр моторларнинг шикастланиш турлари асосан қуйидагилар:

1. Кўп фазали қисқа туташув вақтида, мотор статорининг чўлғамида катта тоқлар оқади, мотор каттиқ шикастланади ва таъминловчи электр тармоғида кучланиш пасаяди. Шу сабабли, кўп фазали қисқа туташувдан ҳимоя, моторни электр тармоғидан дарҳол узишга ишлаши керак;

2. Бир фазали ерга туташув:

а) 380/220 В кучланишли тўртта симли электр тармоғларида нейтрал ерга уланган бўлади. Бундай электр тармоқларида бир фазали ерга туташув қисқа туташув бўлиб ҳисобланади ва ҳимоя дарҳол (сабр вақтисиз) моторни электр тармоғидан узишга ишлаши керак;

б) нейтрал ерга уланмаган электр тармоқларида электромоторнинг бир фазали ерга туташувдан ҳимояси сигналга ишлаши керак;

3. Ўрамлар орасида бўладиган қисқа туташувдан ҳимоя одатда электромоторларга ўрнатилмайди.

Электромоторларнинг нормал бўлмаган режимлари қуйидагилар:

- Ўта юкланиш;
- Кучланишнинг пасайиши;
- Фазо симининг узилиши, ёки бир фазанинг йўқолиши;
- Мотор механик қисмининг шикастланиши;
- Синхрон электр моторларининг асинхрон режими.

Электр моторларда асосан қуйидаги ҳимоялар қўлланилади:

- Қисқа туташувлардан ҳимоя;
- Ўта юкланишдан ҳимоя;
- Фаза узилишдан ҳимоя;
- Кучланиш пасайишдан ҳимоя.

9.3. Кучланиши 1000Вдан юқори электр моторларнинг релели ҳимояси

Кучланиши 1000Вдан юқори қуввати 5000 кВт гача бўлган электромоторларни **фазалараро қисқа туташувдан токли кесиш** (ТК) ёрдамида ҳимояланади.

ТК нинг бирламчи ишга тушиш токи

$$I_{ТК} = K_3 I_{ю} \quad (9.1)$$

бу ерда $I_{ю}$ - моторнинг юргизиш токи, $K_3 = 1,8$ агар ТК РТ-40 реле ёрдамида бажарилган бўлса, ва $K_3 = 2,0$, РТ-80, ёки РТМ релелар учун.

Қуввати 5000 кВт ва ундан юқори электромоторларга бўйлама дифференциал ҳимоя (ДХ) ўрнатилади.

ДХ нинг ишга тушиш токи (ҳимоя РТ-40 реле ёрдамида бажарилган бўлса)

$$I_{х.и} = (1,5 \div 2,0) I_{дв.ном} \quad (9.2)$$

Ҳимоянинг сезгирлик коэффициенти

$$K_c = I_{к.min} / (I_{х.и} \cdot K_{сх}) \quad (9.3)$$

бу ерда $I_{к.min}$ - электромотордаги икки фазали қисқа туташув токи.

Реленинг ишга тушиш токи

$$I_{ри} = K_{сх} \cdot I_{хи} / K_I \quad (9.4)$$

бу ерда схема коэффициенти $K_{сх} = 1,73$ - битта релели ТК учун ва $K_{сх} = 1$ - иккита релели ТК учун олинади; K_I - Ток трансформаторининг трансформация коэффициенти.

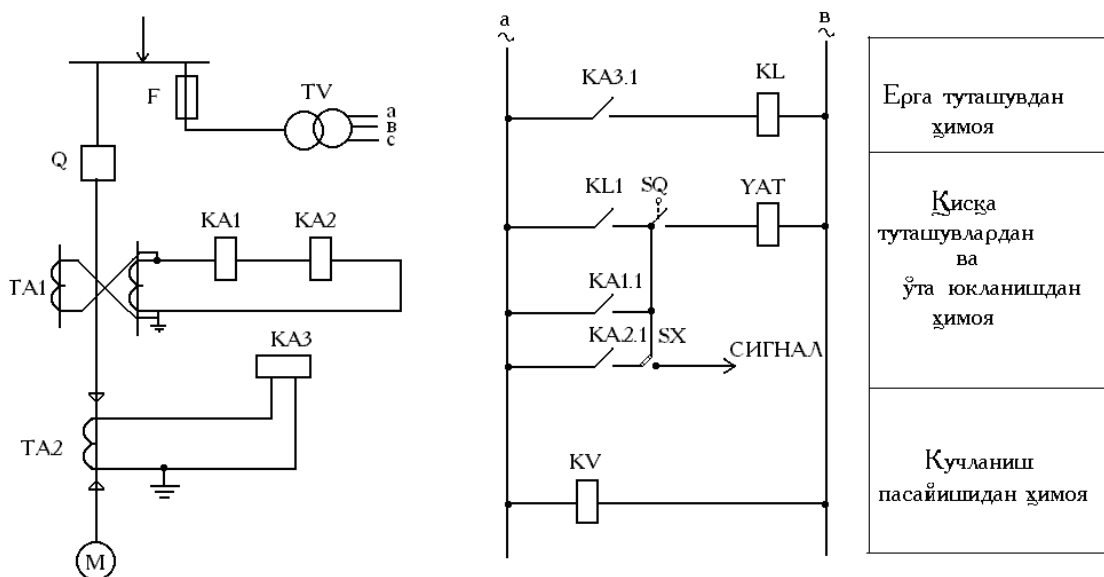
Электромоторларни ерга туташувдан ҳимоялаш учун ноль кетма-кетликдаги ток ҳимояси қўлланилади. Унинг бирламчи ишга тушиш токи

$$I_{хи} \leq 10 \text{ А (} P \leq 2000 \text{ кВт ли моторлар учун);}$$

ва,

$$I_{хи} \leq 5 \text{ А (} P > 2000 \text{ кВт ли моторлар учун)}$$

олинади. Қўшимча изоляцияни назорат қилиш схемаси ҳам қўлланилади.



9.2-расм. Кучланиши 1000Вдан юқори электр моторлар реле ҳимоясининг ўзгарувчи оператив Тоқли схемаси

Кучланиши 1000Вдан юқори электр моторлар реле ҳимоясининг ўзгарувчи оператив тоқли схемаси 9.2-расмда келтирилган. Схемادا қисқа туташувлардан ҳимояни бажариш учун KA1 ток релесидан фойдаланилган. Ўта юкланишлардан ҳимоя KA2 ток релеси ёрдамида бажарилган. У, SX накладканинг ҳолатига боғлиқ ҳолда, моторни тармоқдан узишга, ёки сигналга ишлаши мумкин. Ерга туташувдан ҳимояни бажариш учун TA2 ноль кетма - кетлик ток трансформатори ва РТЗ-50 турдаги КА3 ток релесидан фойдаланилган. Кучланиш пасайишидан ҳимоя учун TV кучланиш трансформаторининг иккиламчи чўлғамига уланган бевосита ишловчи KV минимал кучланиш релеси хизмат қилади.

9.4. Кучланиши 1000Вгача бўлган электр моторларнинг реле ҳимояси

Кучланиши 1000Вгача бўлган электромоторларда асосан куйидаги ҳимоялар қўлланилади:

- қисқа туташувдан ҳимоя;
- ўта юкланишдан ҳимоя;
- фаза узилишидан ҳимоя;
- кучланиш пасайишидан ҳимоя.

9.4.1. Паст кучланишли электр моторларини қисқа туташувдан ҳимоя

Қисқа туташувдан ҳимояни сақлагичлар, автоматик ўчиргичлар (автоматлар) ёки максимал ток релелари ёрдамида бажариш мумкин.

а) сақлагичлар ёрдамида ҳимояни бажариш учун, сақлагич ва унинг эрувчан қуймаси танланади. Сақлагич қуйидаги шартларга асосан танланади

$$U_{\text{сақ.ном}} = U_{\text{дв.ном}} \quad (9.5)$$

$$I_{\text{қ.ном}} \geq I_{\text{иш.ном}} = I_{\text{дв.ном}} \quad (9.6)$$

$$I_{\text{сақ.уз}} > I_{\text{k.max}} \quad (9.7)$$

бу ерда $I_{\text{сақ.уз}}$ - сақлагичнинг узиш токи.

Сақлагичнинг эрувчан қуймасини танлаш шартлари:

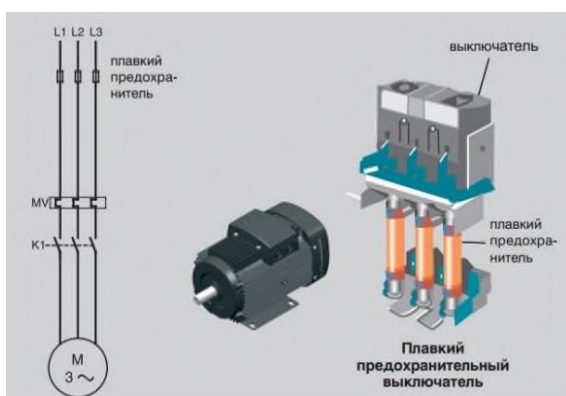
$$1) I_{\text{э.қ.ном}} \geq K_3 I_{\text{иш.max}} \quad (9.8)$$

бу ерда $K_3 = 1,1 \div 1,25$; $I_{\text{иш.max}} = I_{\text{дв.ном}}$; $I_{\text{э.қ.ном}}$ - эрувчан қуйманинг номинал токи.

$$2) I_{\text{э.қ.ном}} \geq I_{\text{ў.ю}} / K_{\text{ў.ю}} \quad (9.9)$$

бу ерда $I_{\text{ў.ю}}$ - моторнинг ўта юкланиш токи; $I_{\text{ў.ю}}$ ни моторнинг юргизиш токига тенг деб олиш мумкин $I_{\text{ў.ю}} = I_{\text{ю}}$; $K_{\text{ў.ю}}$ - ўта юкланиш тоқларидан четлаштириш коэффициентини, $K_{\text{ў.ю}} = 1,5 \div 2,5$ олинади.

$$3) I_{\text{э.қ.ном}} \geq I_{\text{қ.min}} / (10 \div 15) \quad (9.10)$$



а)



б)

9.3-расмда паст кучланишли электр моторларини сақлагичлар ёрдамида (а) ва автомат ўчиргичлар орқали ҳимоялаш(б).

бу ерда $I_{к.min}$ - электромотор уланган шинадаги минимал қисқа туташув токи. 9.3-расмда паст кучланишли электр моторларини сақлагичлар ёрдамида (а) ва автомат ўчиргичлар орқали ҳимояланиши кўрсатилган.

Б) максимал ток релеси ёрдамида қисқа туташувдан ҳимоя қилинади. Ҳимоя токли кесим кўринишида бажарилади.

Ток релесининг ишга тушиш токи

$$I_{р.и} = (1,3 \div 1,5)I_{ю} = (1,3 \div 1,5)K_{ю}I_{дв.ном} \quad (9.11)$$

бу ерда $I_{ю}$ -моторнинг юргизиш токи; $K_{ю}$ - мотор юргизиш токининг номинал токка нисбати. Агар, $I_{р.и}$ ток катта бўлганлиги сабабли, ток релесини танлаш иложи бўлмаса, ток трансформатори ўрнатилади ва у орқали ток релеси уланади.

Ток трансформаторининг ҳисобий трансформация коэффиценти

$$K_{I.хис} = I_{дв.ном}/5 \quad (9.12)$$

Справочникдан ток трансформаторининг трансформация коэффиценти K_I нинг $K_{I.хис}$ га қараганда $1,5 \div 2$ марта каттарок қийматдаги намунаси танланади.

Ток релеси ток трансформатори орқали уланганлиги сабабли, ҳимоянинг ишлаш токи ва реленинг ишлаш токи аниқланади

$$I_{х.и} = (1,3 \div 1,5)I_{ю} , \quad (9.13)$$

$$I_{р.и} = K_{сх}I_{х.и}/K_{и} , \quad (9.14)$$

бу ерда $K_{сх}$ -схема коэффиценти. Ток трансформаторлари юлдуз, ёки тўла бўлмаган юлдуз схемаси бўйича уланган бўлса, $K_{сх}=1$ ёки , ток релеси икки фаза тоқларининг фарқига уланган бўлса $K_{сх} = 1,73$ олинади.

Токли кесишни сезгирлиги қуйидагича ҳисобланади

$$K_c = I_{к.min}/I_{хи} , \quad (9.15)$$

бу ерда $I_{к.min}$ -электр мотор тармоққа уланган нутадаги минимал қисқи туташув токи, $K_c \geq 2$ бўлиши керак.



9.4-расм. Паст кучланишли тармоқларда қўлланиладиган автоматлар турлари (а) ва уларни моторга уланиши (б)

9.4.2. Паст кучланишли электр моторларини ўта юкланишдан ҳимоялаш

Ўта юкланишдан ҳимоя воситалари, фақат технологик жараёнда ўта юкланиш эҳтимоли бўлган электр моторларга, ўрнатилади ва у асосан сигналга ишлайди. Агар ўта юкланишни бошқа йўллар билан бартараф қилишнинг имконияти бўлмаса, ўта юкланишдан ҳимоя, электр моторни тармоқдан узишга ишлайдиган қилиб бажарилиши ҳам мумкин.

Ўта юкланиш ҳимоя ток релесининг ишга тушиш токи қуйидагича аниқланади:

$$I_{р.и} \geq K_3 \cdot I_{дв.ном} / (K_K K_I), \quad (9.16)$$

бу ерда $K_3=(1,1 \div 1,2)$ - захира коэффиценти, $K_K=0,8$ - ток релесининг қайтиш коэффиценти, K_I - ток трансформаторининг трансформация коэффиценти.

Агар ток трансформатори ишлатилмаган бўлса $K_I = 1$ деб олинади.

Ўта юкланишдан ҳимоя воситаси, электр мотор ишга тушаётган вақтда, ишламаслиги керак. Шунинг учун унинг сабр вақти $10 \div 20$ секунд олинади, яъни ҳимоянинг сабр вақти моторнинг ишга тушиш вақтидан катта бўлиши керак.

РТ-80 индукцион ток релеси ёрдамида моторнинг реле ҳимоясини бажарилса, юқоридаги иккала ҳимоя учун фақатгина битта РТ-80 релесидан фойдаланиш мумкин.

РТ-80 реле индукцион элементи, қисқа туташувлардан ҳимоя учун хизмат қилади ва унинг ишга тушиш токи қуйидагича ҳисобланади:

$$I_{р.ин} = K_{с.х} \cdot K_3 \cdot I_{дв.ном} / (K_K K_I) \quad (9.17)$$

бу ерда $K_3=1,2$ - захира коэффиценти, $K_K=0,8$ - ток релесининг қайтиш коэффиценти, K_I - ток трансформаторининг трансформация коэффиценти.

РТ-80 реле электромагнит элементидан ўта юкланишлардан ҳимояни бажариш учун фойданилади ва унинг ишга тушиш токи:

$$I_{р.эл} = K_{сх} \cdot K_3 \cdot I_{ию} / K_I \quad (9.18)$$

бу ерда $K_{с.х}$ - схема коэффиценти; $K_3=1,4$ -захира коэффиценти; $I_{ию}$ - моторнинг юргизиш токи. $I_{р.эл}$ ва $I_{р.ин}$ тоқларнинг нисбати $n_{нис} = I_{р.эл} / I_{р.ин}$ ҳисобланади. Ҳаялаш вақти ҳам РТ-80 реле ёрдамида қўйилади.

Агар ўта юкланиш вақтида моторни узиш керак бўлса, РТ-82 ёки узиш керак бўлмаса, РТ-84 реледан фойдаланилади. РТ-84 реледа икки жуфт контакт бўлиб, уларнинг бири қисқа туташув вақтида электр моторни манбадан узиш учун (реленинг электромагнит элементи ишлаганда уланади), икинчиси эса ўта юкланиш тўғрисида сигнал бериш учун (реленинг индукцион элементи ишлаганда уланади) ишлатилади.

9.4.3. Ўта юкланишда ҳарорат ортишидан ҳимоя

Ўта юкланиш вақтида электромотор чўлғамининг ҳарорати ортади. Шунинг учун ток ҳимояси, ёки ҳарорат ҳимоясининг қўллаш мумкин. Ток ҳимояси электромагнит релелар, ёки иссиқлик релелари ёрдамида бажарилади.

Электромагнит реле ёрдамида ўта юкланишдан ҳимоялашда ҳимоя ток релесининг ишга тушиш токи

$$I_{р.и} = K_3 K_{сх} I_{д.ном} / K_K, \quad (9.19)$$

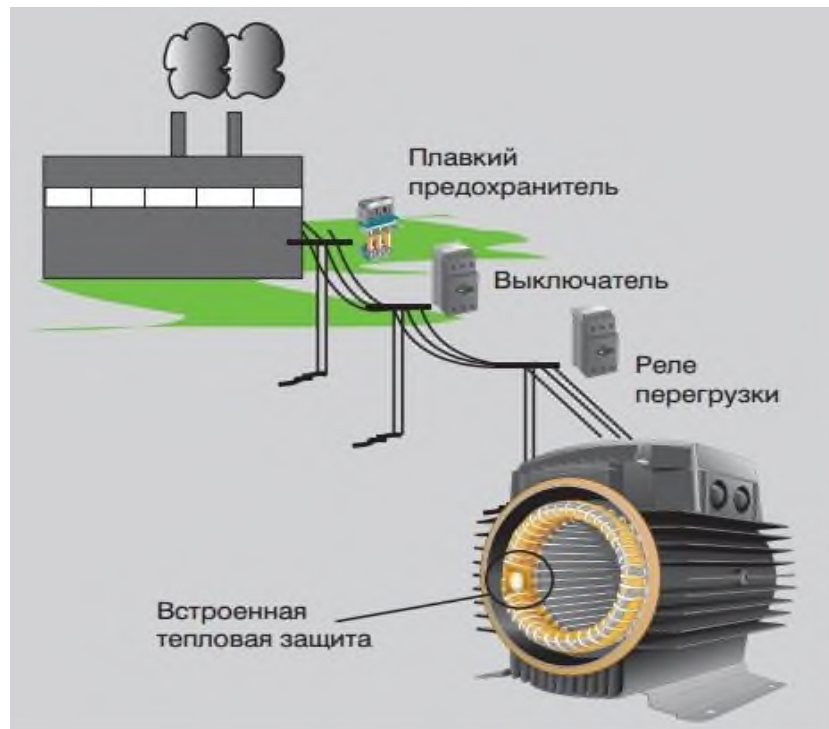
бу ерда $K_3=1,1-1,2$ -захира коэффиценти; $K_K=0,8$ - ток релесининг қайтиш коэффиценти. Агар ток релеси ток трансформатори орқали уланган бўлса

$$I_{р.и} = K_3 K_{сх} I_{д,ном} / (K_k K_I) \quad (9.20)$$

бу ерда K_I - ток трансформаторининг трансформация коэффициенти.

Ҳимоя моторнинг ишга тушиш вақтида ишламаслиги керак. Бунинг учун ҳимоя сабр вақтига ($t \geq 3$ с) эга бўлади.

9.5-расмда электр моторини чўлғамларини физиб кетишдан ҳимояланиши кўрсатилган.



9.5-расм. Моторни қизишдан ҳимоялаш.

Иссиқлик релелари сифатида энг яхшиси—иссиқлик бўйича автомат ўчиргичлардан фойдаланиш йўлга қўйилган. Улар жуда ишончли ва иқтисодий жиҳатдан тежамли бўлиб, электр моторларида ишлатилиши қулайдир. Бу автомат аппаратлари, электр моторини ишга туширилаётган лаҳзалардаги, Токнинг ниҳоятда катта бўлган амплитудаларига чидаш бера олади ва жиҳозни бузилишлардан, масалан, роторини блокировка бўлиб қолишидан сақлайди.

Яна магнитли автомат ўчиргичлардан ҳам фойдаланиш мумкин бўлиб, улар юқори аниқликка эга, аниқ ишлайди ва, у ҳам иқтисодий жиҳатдан арзон тушади.

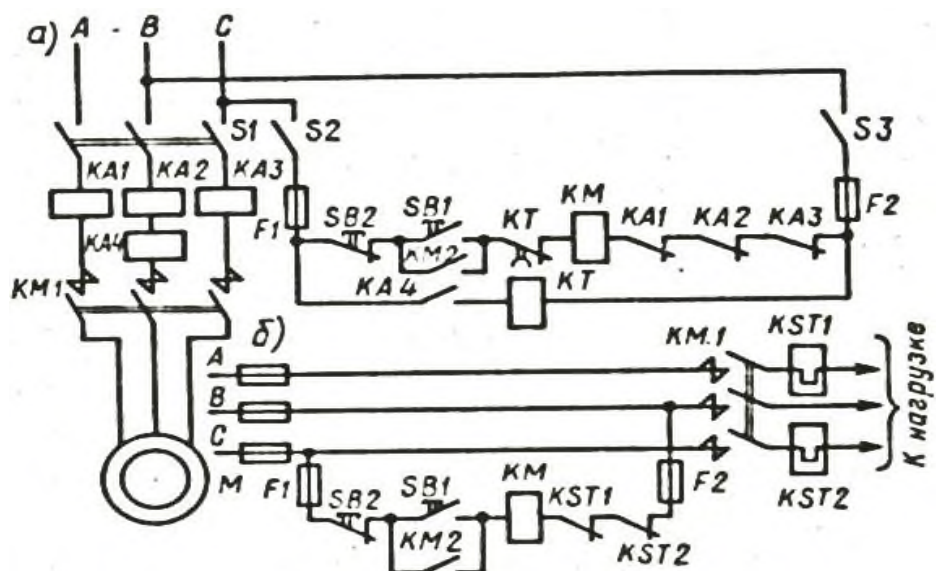
Магнит автомат ўчиргичлар температурани ўзгаришларига нисбатан барқарордир, яъни унга атроф- муҳит ҳароратини ўзгариши ишга тушиш оралиқларига таъсир кўрсата олмайди. Таққослаб кўриладиган бўлинса, магнит автомат ўчиргичлар, иссиқлик автомат ўчиргичларига нисбатан, бир мунча аниқроқ ишлаш вақтига эгадир. Қуйидаги жадвалда ҳар иккала автоматни тавсифлари келтирилган.

9.1.Жадвал

Иссиқлик ва магнитли автомат ўчиргичларнинг тавсифлари

Автомат тури	Таъсирчанлиги	Таъсирчанлиги	Хаяллаши	Қайта уланувчанлиги	Схема функцияси	Ўлчами	Нархи
Иссиқлик автомат	Ҳароратга таъсирчан	Кучланишга Таъсирчан эмас	Аниқ вақт бўйича тутилишга эга	Қайта ўрнатиш ва қайта уланиш функциясига эга	Схема функциялари чегараланган	Кичик ўлчамда тахлана-ди	Арзон
Магнитли автомат	Ҳароратга таъсирчан эмас	Кучланишга таъсирчан	Турлича вақт бўйича тутилишга эга	Қайта уланиш функциясига эга	Схема функциялари хилма-хил	Катта ўламда тахлана-ди	қиммат

Автомат ўчиргичлар ўзаро ишга тушиш тоқлари сатҳи бўйича фарқ қилади. Бу эса, ҳар доимо автомат танланганида, у ишлатилаётган электр тармоғи тизимида рўй бериши мумкин бўлган энг катта қисқа туташув тоқларига бардошли бўлганини танлаб олингани маъқул эканлигини таъкидлайди. **9.6-**расмда паст кучланишли электр моторини қисқа туташувдан ва ўта юкланишдан ҳимоялаш тизимининг схемаси кўрсатилган.



9.6-расм. Паст кучланишли электр моторини қисқа туташувдан ва ўта юкланишдан ҳимоялаш.

10-БОБ. КОНДЕНСАТОР ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ РЕЛЕЛИ ҲИМОЯ ВА АВТОМАТИКАСИ

Электр таъминоти тизимларида ҳар хил турдаги махсус электр қурилмалар, жумладан конденсатор батареялари, электр печь (сандон)лари, ўзгартирувчи қурилмалар ва бошқалар қўлланилади. Хизмат қилишлари давомида улар ҳам, электр таъминоти тизимининг бошқа элементлари сингари, шикастланиши мумкин. Улар учун катта тоқлар ҳосил бўладиган нормал бўлмаган режимлар ҳам ҳавфли. Шунинг учун махсус электр қурилмалари ҳам, шикастланишлар ва нормал бўлмаган режимлардан, ҳимояларга эга бўлиши керак. Бундан ташқари, уларда автоматика қурилмалари ҳам қўлланилади.

10.1.Конденсатор қурилмалари

Конденсатор қурилмаларини (10.1, 10.2 ва 10.3-расмлар) ишлатиш жараёнида, албатта унда учраши мумкин бўлган турли хил ва кўринишидаги нономал режимларни эътибордан четда қолдириш керак эмас. Уларда энг кўп учрайдиган, ҳавфли вазиятларни келтириб чиқарадиган ҳолат бу - турли хил кўринишдаги қисқа туташувлар бўлиб, унинг натижасида ишлаб чиқариш корхоналарида кучланиш қийматини камайиб кетишига олиб келади. Буни оқибатида, ишни бир текисда олиб кетиб бўлмайди, маҳсулотлар яроқсиз бўлади, электр жиҳозлари пайдо бўлган электр ёйи туфайли нурайди, шикастланмаган қисмида жойлашган электр жиҳозлари эса, қисқа туташув тоқларининг динамик ва иссиқлик таъсири зарбида, бузилишларга олиб келади, ҳамда охир оқибат, электр тизимини барқарор ишлашини имконияти йўқолади.



10.1-расм. Мужассамланган конденсатор батареялар блокларини умумий кўриниши

Конденсатор қурилмалари учун анча хавфли бўлган ноноормал режим, унинг бўғинларида узок вақт давомида кучланиш кийматларини ортиб кетган ҳолда бўлиши ва юқори гармоникали токларда ўта юкланиб кетишдир. Уни узок вақт давомида таъсир этиши, электр жиҳозлари элементларини қизишига олиб келади, уни изоляцияси эса, тезлик билан эскиришига, қуриб қолишига ва уқаланиб кетишига сабабчи бўлади. Айнан шу сабабларга кўра, конденсатор қурилмаларини ва унинг элементларини, хатарли шикастланишлардан, ҳамда ноноормал режимлардан ҳимоялаш учун, автомат қурилмаларидан фойдаланишга тўғри келади. Бунда ҳам ҳимоя воситаси шикастланган элементларни аниқлаб олиб, конденсаторнинг, ёки саноат корхонаси электр тармоғининг шикастланмаган қисмидан ажратиб олади. Конденсатор қурилмаларини ҳимояси бажаришда ҳам, ҳар қандай реле ҳимояси қурилмаларига қўйилгани каби, асосий техник талаблар шарталари қўйилади: танловчанлик, тезкорлик, сезгирлик ва ишончлилик.



10.2-расм. Якка тартибда жойлашган конденсатор батареяси шкафи (а) ва уни ичкари томонидан кўриниши (б).

Конденсатор қурилмалари қувват коэффициентини кўтариш ва кучланишни маҳаллий ўзгартириш учун ишлатилади. Улар кучланишни ўзгартириш қурилмасига эга бўлади. Конденсатор қурилмаларида *асосий шикастланиш тури икки фазали қисқа туташувга олиб келувчи конденсаторлар изоляциясининг ишдан чиқишидир.*

Нормал бўлмаган режимларга юқори гармоникалар таъсирида конденсаторларнинг ўта юкланиш кучланишининг ортиб кетиши ва ерга туташув киради.

Танлаб ҳимоялаш, ҳаракатланиш талабларидан келиб чиқиб, конденсатор қурилмасини фақатгина шикастланган қисмини, ёки элементини ўчиришни тақазо этади. Ҳаракатни, яъни ҳимоялашни тезкорлик билан амалга ошириш, кўриладиган зарарлар ва шикастланишлар ҳажмини камайтириш билан бир қаторда, конденсаторларни ва бошқа электр истеъмолчиларини узок вақт давомида пасайиб кетган кучланишларда ишлаш вақтини камайтиради.



10.3.-расм. Турли модификациядаги конденсатор батареяларининг кўринишлари.

Ҳимояга сезgirлик бўйича қўйилган талаб - ускунада рўй берадиган ҳар қандай кўринишдаги шикастланишларни ва ишчи параметрдаги ўзгаришларни жараёни бошланиш давридаёқ аниқлаб, тегишли ахборотни ўз вақтида узатиб, ҳимояни аниқ бажаришида ақс этиши керак. Батареялар ҳимоясидаги ишончлилик талаби уларни ҳар доимо тайёр ишчи ҳолатида бўлишлигини, носоз бўлмаслигини тақазо этади.

Жуда кўпчилик ҳолларда конденсатор батареяларида рўй берадиган шикастланиш ходисалари сабабчиси - секция япроқлари - пластинкалари ўртасидаги изоляцияда ёриб ўтиш жараёнларини ўрин тутушдир. Буни оқибатида конденсаторда икки фазали қисқа туташув бўлади, баъзан эса батарея қобиғига ҳам туташув қолиши мумкин.

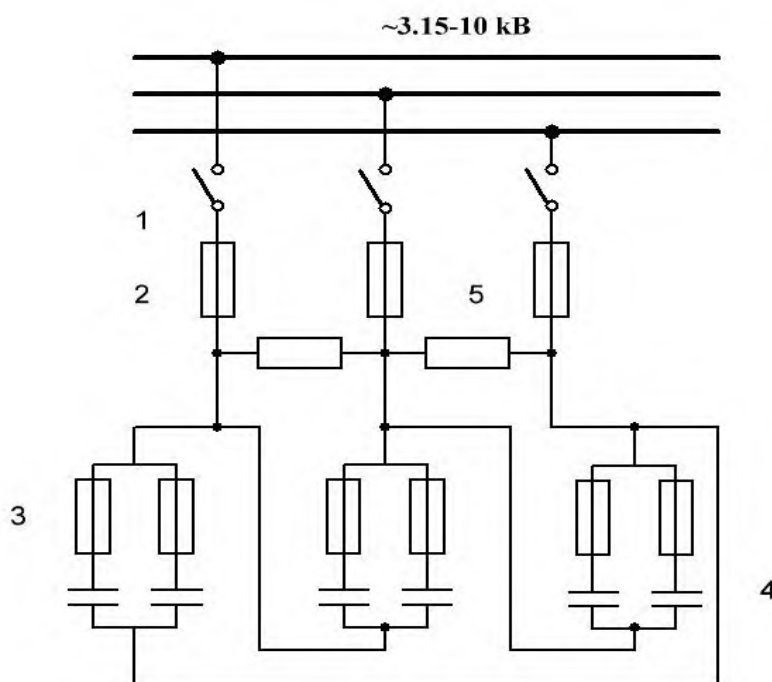
10.2.КБларни ҳимоя турлари ва схемалари

Конденсатор ҳимояларида ишлатиладиган реле ҳимоясининг барча кўринишларини учга бўлиши мумкин:

- батареяларни умумий ҳимоялаш;
- гуруҳлаб ҳимоялаш;
- индивидуал ҳимоялаш (конденсатор секцияларини).

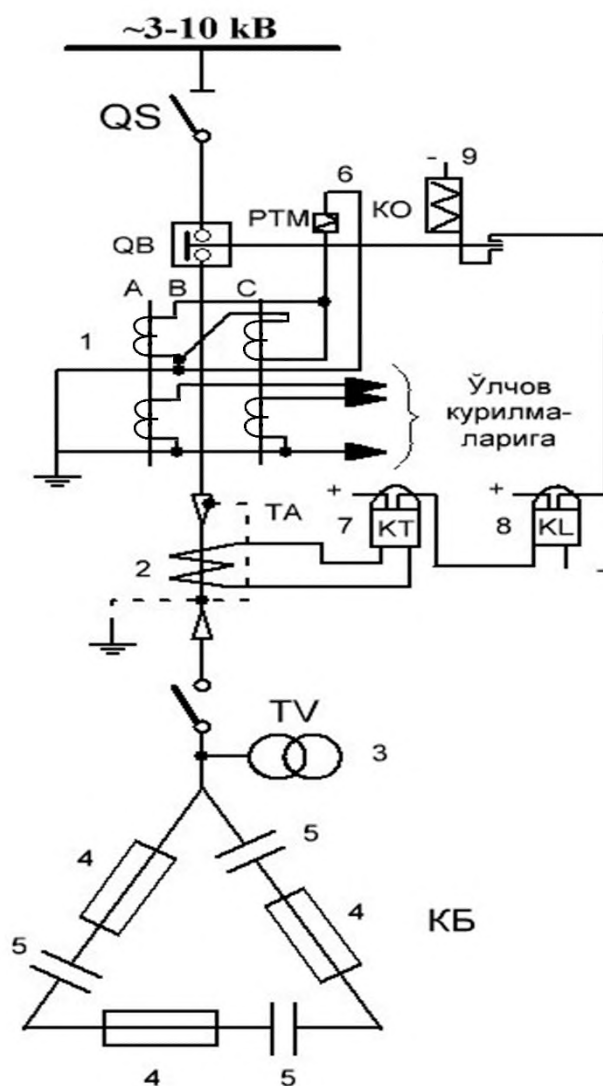
Барча конденсатор қурилмаларини умумий ҳимоялашга: кўп фазали қисқа туташувлардан ҳимоя, ерга бир фазали туташиб қолишдан ҳимоя, ўта юкланишдан ва кучланиш ортиб кетишидан ҳимоялар киради.

Умуман олиб қаралганида, конденсатор қурилмаларини кўп фазали қисқа туташувлардан ҳимоя, конденсаторларни ҳар қандай уланиш схемаларида ҳам амалга оширилади. Бу ҳимоя конденсатор қурилмаларини ҳаяллаб ўтирмасдан тезкорлик билан ўчиришга ишлаши керак. Паст кучланишларда ишлайдиган конденсатор қурилмаларида бундай ҳимоялар сақлагичлар ва автомат ўчиргичлар ёрдамида бажарилади. Юқори кучланишли тармоқларда эса у сақлагичлар ёрдамида ҳам бажарилиши мумкин ва, ҳам реле ҳимояси ёрдамида амалга оширилади (10.4-расм).



10.4-расм. Сақлагичлар ёрдамида конденсатор қурилмасини ҳимоясини бажарилишини тасвирловчи схема. 1-разъединитель; 2-қурилма ҳимояси сақлагичи; 3-гурӯҳ ҳимоясини бажарувчи сақлагич; 4-конденсаторлар; 5-разрядли қаршиликлар.

Агар схемага индивидуал, ёки гурӯҳлар ҳимояси киритилса, бу бир реле орқали бажарилиб, бу реле фазалардаги тоқлар фарқига уланади. Бундай ҳолларда бевосита ёки билвосита таъсир этувчи иккиламчи релелардан фойдаланилади (10.5-расм).



10.5-расм. Конденсатор қурилмасини бевосита таъсир этувчи иккиламчи реле билан релели ҳимоялашни тамойилиал схемаси. 1-ток трансформаторлари; 2-ердан ҳимоянинг ток трансформатори; 3-кучланиш трансформатори; 4-гуруҳ ҳимояси сақлагичлари; 5-конденсаторлар; 6-PTM типдаги иккиламчи ток релеси; 7-ЭТ-521-0.2 типдаги ток релеси; 8-РП-26 типдаги оралик релеси; 9-мойли ўчиргични ўчириш ғалтаги.

Яхши конструкциялардаги бевосита таъсир этувчи иккиламчи релеларнинг ишидаги аниқлик билвосита ишловчи релелар ишига яқиндир. Ушбу схемани амалда кенг қўлланилмаслигига сабаб бевосита таъсир қилувчи релеларни ва уларни ўчиргичларини юритмаларини конструкцияларини яхши такомиллашмаганликларидир.

Максимал ток ҳимоясининг икки релели ижроси, фақатгина конденсатор қурилманинг қуввати озуқа манбаининг қувватига яқин бўлгандагина, қўлланиши мумкин. Бутун конденсатор қурилмаларни кўп фазали қисқа туташувлардан ҳимояси гуруҳлар ҳимояси кониқарсиз ишлаганида ҳимоя заҳира сифатида фойдаланилади ҳамда шиналарда, кабелларда ва бошқа ерда қисқа туташувлар бўлганида батареяларни узади.

Агар бордию, қисқа туташув подстанция шиниларига кудратли трансформатор ва моторлар билан умумий ўчиргич орқали уланган бўлса, у ҳолда уни ҳимояси бу электр жиҳозларининг ҳимояси билан бирлашган ва боғлиқ бўлмоғи даркор. 1000Вдан юқори кучланишда ишлайдиган қисқа туташувларни, бир фазали ерга туташувдан ҳимоя, ерга туташган қисқа туташув токи 20А ва ундан юқори қийматларида бажарилади (агар кўп фазали қисқа туташувдан ҳимоя бир фаза ерга туташиб қолганида ишга тушмаса).

Конденсаторларнинг баклари улар параллел уланганларида, ҳимоя ерлатгичларига эга бўлганлиги сабабли, қобикқа туташиб қолганида тегиб турган жойидан, озиклантирувчи тармоқ параметрларига боғлиқ бўлган бир фазали ерга қисқа туташув токи оқади. Бу ток, қоидага кўра, кўп фазали қисқа туташувдан ҳимояни ҳаракатга келтира олмайди. Шунинг учун ҳимоя ноль кетма-кетликдаги тоқлар фильтрига релени улаш орқали амалга оширилади (10.5-расм).

Конденсатор қурилмаларни йиғма шиналарга кучли кабеллар ёрдамида уланганида, ҳимоялаш учун, ноль кетма-кетликдаги кабелли ток трансформаторларидан фойдаланилади. Ерга туташув юз берганида, шикастланиш тоқлари туташган жойга, ҳам ер орқали ва ҳам кабель броняси орқали қайтиб келиши мумкинлиги учун, бу тоқлар таъсирида шикастланмаган қисмларга ўрнатилган ҳимоя ишлаб кетмаслиги керак. Буни олдни олиш мақсадида, ноль кетма-кетлик участкасида жойлашган кабель бошидан охиригача ердан изоляция қилинади. Воронкани ҳимоя ерлатгичи, ток трансформаторининг магнит ўзагини тирқишидан сим ўтказилиб, кабель йўналиши бўйлаб жойлаштирилиб бажарилади. Бундай бажарилганида кабель қобик қатламидан оқаётган тоқлар ва ерлатгич симидаги тоқлар катталиқ қийматлари бўйича тенг, аммо йўналишларига кўра қарама-қарши бўлади. Шунга кўра улар, магнит ўзакда қўшимча магнит оқим пайдо қила олишмайди.

Йиғма шиналарни конденсатор қурилмалари билан бирлаштирувчи шиналар ёрдамида уланиладиган бўлса, ерга туташувдан ҳимоя бажарилмаса ва ўрнатилмаса ҳам бўлаверади. Бундай ҳолларда ерга тутшиб қолган-қолмаганликни подстанция шиналарига ўрнатилган изоляцияни назорат қилиш қурилмаси ёрдамида кузатиб турилади. Кўпинча изоляцияни назорат қилиш қурилмаси, кучланишни ўлчаш трансформатори орқали, фазалар кучланишига уланган учта вольтметрдан иборат қилиб тайёрланади. Нормал ҳолда вольтметрлар фаза кучланишларини кўрсатади. Фазалардан биронтаси ер билан тутшиб қолса, шикастланган фазада кучланиш камаяди, шикастланмаган фазаларда эса кучланиш ортиши кузатилади. Ерга туташганлик ҳақидаги товушли сигнални олиш учун, вольтметрни нол нуқтасини, трансформаторни нол нуқтаси билан туташтирувчи симга сигналга ишлайдиган реле уланади. Агар конденсаторлар параллель, ёки кетма-кет уланган бўлса, у ҳолда конденсатор қобиғига тегиб қолиш ерга тутшиб қолганлигидан далолат эмас. Чунки конденсаторлар баки ердан изоляция қилинган.

Конденсаторлар юқори гармоникали тоқлардан ўта юкланиб қолса, ва бу ҳолда бу тоқларни қийматлари конденсаторни номинал токини 130%дан ортиқ бўлса, ўрнатиладиган ҳимоя ўчириб узишга ишлаши керак. Бу ҳимояни, кўп фазали қисқа туташувдан сақлаш учун, қўйган ҳимоя билан биргаликда ўрнатилади. Конденсатор қурилмаларни кучланишни ортиб кетишидан сақлайдиган ҳимояни, қурилманинг кучланишидан тармоқ кучланиши 110%гача ортиб кетган ҳолатлар ўрнатилади. Лекин амалда кучланишни бундай қийматлардан ортиб кетши камдан кам учрайди. Шу сабабли бундай ҳимоя баъзан мажбурий бўлмаслиги мумкин. Ҳимоя ўчиришга ишлайди, аммо 3-5 минут ҳаяллаш вақтига эга бўлиши керак. Чунки айрим қисқа муддатли кучланишни ортиши ўрин тутганида, ҳимоя кераксиз ўчириб қўймаслигини олдини олиш даркор бўлади.

10.3. Конденсатор батареяларини релели ҳимоялашни ҳисоби

1. Қисқа туташувдан ҳимоя ҳисоби. Кучланиш 1 кВт гача бўлган электр тармоқларида эрувчан сақлагичлар ёки автоматик ўчиргичлар ёрдамида бажарилади.

Кучланиш 1 кВт дан юқори электр тармоқларида конденсатор қурилмалари қисқа туташувдан эрувчан сақлагичлар, ёки икки фазали ток отсечкаси ёрдамида ҳимоя қилинади.

Конденсатор қурилмасининг икки фазали, бир релели ток отсечкаси ёрдамида ҳимояланганда қуйидагича ҳисобланади. Агар ҳимоя РТ-80 типдаги реле ёрдамида бажарилган бўлса қуйидагича ҳисобланади:

Реле электромагнит элементининг ишга тушиш токи

$$I_{пу.э} = K_{cx} I_{xu} / K_I \quad (10.1)$$

$$I_{xu} = K_3 I_{ном.к}; \quad (10.2)$$

$$I_{ном.к} = Q / (\sqrt{3}U), \quad (10.3)$$

бу ерда $K_3=2\div 2,5$ - захира коэффиценти, K_{cx} - схема коэффиценти, I_{xu} - ҳимоянинг ишга тушиш токи, K_I - ток трансформаторининг трансформация коэффиценти, $I_{ном.к}$ - конденсатор қурилмасининг номинал токи, Q - конденсатор қурилмасининг реактив қуввати, U - конденсатор қурилмасининг номинал кучланиши.

Ҳимоянинг сезгирлиги

$$K_c = I_{к.мин} / I_{x.u}, \quad (10.4)$$

Буерда $I_{к.мин}$ - конденсатор қурилмаси уланган нуқтадаги минимал қисқа туташув токи.

2. Ўта юкланишдан ҳимояни бажариш учун РТ-80 реленинг индукцион элементидан фойдаланилади

$$I_{xu} = K_3 I_{ном.к}; \quad (10.5)$$

$$I_{пу.у} = K_{cx} I_{x.u} / K_I \quad (10.6)$$

бу ерда K_3 - ҳахира коэффиценти, $K_{cx} = \sqrt{3}$ - схема коэффиценти.

Токнинг карралиги

$$n = I_{пу.э} / I_{пу.у} \quad (10.7)$$

3. Кучланиш ортиб кетишидан ҳимоя, фақат битта максимал кучланиш релеси ва вақт релеси ёрдамида, бажарилади. Ҳимоянинг ишга тушиш кучланиши

$$U_{xu} = 1,1U_{ном}, \quad (10.8)$$

бу ерда $U_{ном}$ - конденсатор қурилмасининг номинал кучланиши.

Максимал кучланиш релесининг ишга тушиш кучланиши

$$U_{pu} = U_{xu} / K_U, \quad (10.9)$$

бу ерда K_U -максимал кучланиш релеси уланадиган кучланиш трансформаторининг трансформация коэффициенти.

Кучланиш ортиб кетишидан ҳимоянинг ҳаяллаш вақти $t=3\div 5$ мин олинади.

Конденсатор қурилмалари учун **автоматик қайта улаш қурилмаси** ҳам кўзда тутилади. Унинг нормал кучланиш тиклангандан кейин қайта улаш вақти 5 минутдан кам бўлмаслиги керак. Конденсатор қурилмаларини узок муддатли вақт давомида ишламай туришлигига йўл қўймаслик мақсадида, кучланиш мувозанатланиши биланок, уларни қайтадан улаш керак. Бу эса, автоматик ростлаш схемаларини қўллаш орқали, амалга оширилади. Қайтадан конденсатор қурилмаларини улаш конденсатор разрядланганидан сўнг бажарилади.

1000В кучланишдан юқори бўлган барча кучланишларда ишлайдиган конденсатор қурилмаларни тўла тўкис ҳимоя қилинганига қарамай, бир фазали конденсаторларни параллель уланган батареяларда, юқори кучланиш сақлагичлари билан, гуруҳларни ҳимоялаш зарур. Конденсаторларни гуруҳларга улашда, қоидага биноан, уларни сони бештадан кам бўлмаслиги, битта гуруҳнинг номинал токи эса 100Адан ошмаслиги талаб этилади. Агар конденсаторлар, ҳар бир секция учун алоҳидадан ўрнатилган индивидуал ҳимояга эга бўлса, гуруҳлар учун ҳимоя ўрнатиш шарт эмас. Бундай индивидуал ҳимоялар кучланиши 0,22-1,05 кВ бўлган секциялари параллель уланган конденсаторларга ўрнатилади. Ишлаб чиқариш корхоналарида 1000Вдан юқори кучланишда ишлайдиган конденсатор қурилмалар кўп бўлиб, улар индивидуал ҳимояга эгадир.

Бундай химоялар электр қурилмаларни ўрнатиш ва эксплуатация қилишнинг олдин ишлаб чиқилган тартиб-қоидага биноан бажарилган.

Шикастланишларни тўғри бартараф этиш учун, барча кетма-кет ўрнатилган химоялар, танловчан ишлашлари керак. Конденсатор гуруҳлари учун ўрнатилган юқори кучланиш сақлагичлар билан барча қурилмалар, химояси танловчанлик асосида ишлашлари учун, уларни номинал токлари, шкалани бир поғонасига бўлса ҳам фарқ қилиши керак. Гуруҳларни химояловчи сақлагичлар, батареяни максимал ток химояси ва токни сапчиб ўзгаришидан химоя, сақлагични эрувчан қўймаси токи билан бошқа химояларни ишга тушиш тоқларини таққослаш орқали, амалга оширилади.

$$I_{\text{НОМ.Э.К.}} = 1,5 \div 1,6 I_{\text{Н.К.}} \quad (10.10)$$

$$I_{\text{ХИ}} = 1,2 \div 1,6 I_{\text{НОМ.К.К.}} \quad (10.11)$$

бу ерда $I_{\text{НОМ.Э.К.}}$ - эрувчан қийматнинг номинал токи; $I_{\text{Х.И.}}$ - химояни ишга тушиш токи; $I_{\text{Н.К.}}$ - битта конденсаторнинг ёки химояланаётган гуруҳнинг номинал токи; $I_{\text{НОМ.К.К.}}$ - конденсатор қурилмасининг номинал токи.

Алоҳида конденсатор қурилмасининг, ёки химояланаётган гуруҳнинг сақлагичларини номинал токи, химояланаётган гуруҳнинг сақлагичларини номинал токи химояланаётган конденсаторларнинг номинал тоқларини 160%дан ортиқ бўлмаслиги керак. Максимал релени, ёки автоматнинг расцепителини уставка токи конденсаторларнинг номинал токидан 120%дан кўп бўлиши мумкин эмас.

Атроф - муҳит ҳарорати 35°Cдан юқори бўлган муҳитда конденсатор қурилмаларини ўчириб қўйиш зарур бўлади. Бунинг учун, ушбу мақсадда, конденсатор қурилмалари ўрнатилган хонага ҳаво ҳароратига таъсирчан бўлган химоя ўрнатилади.

10.4.Комплект конденсатор қурилмаларини реле химояси

Электр қурилмаларини ўрнатиш ва ишлатиш қоидаларига кўра, комплект конденсатор қурилмалари, қўйидаги химояларга эга бўлмоғи даркор.

1. Ҳимоялаш вақтига эга бўлмаган ва узишга ишлайдиган барча конденсатор қурилмалари учун, қисқа туташувдан максимал ток ҳимояси қўринишидаги ҳимоя қўйилади.

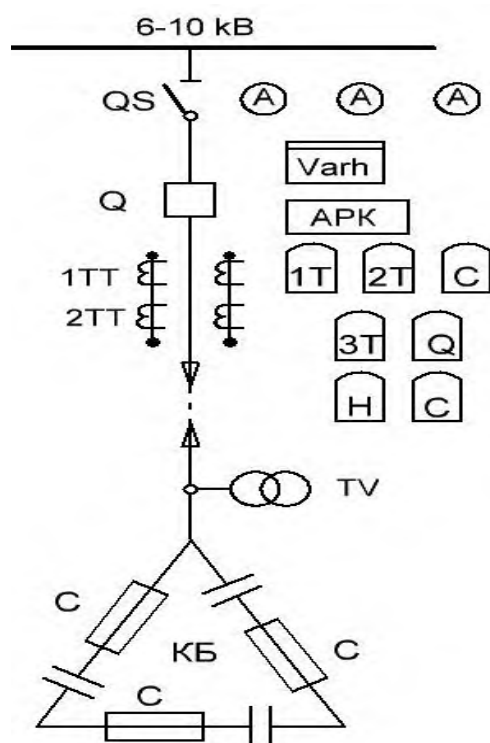
2. Сарфланган индивидуал ҳимоя билан таъминланмаган барча конденсаторларга қисқа туташувдан ҳимоя.

3. Агар шундай нономрал режим бўлиши эҳтимоллиги бўлса, юқори гармоникали токли ўта юкланишдан ҳимоя;

4. Агар конденсатор қурилмаси уланган жойда, кучланиш сатҳи номинал кучланишга нисбатан 110%дан ортиб кетишлиги маълум бўлса, кучланиш ошишидан ҳимоя.

5. Агар бордию, кучланишни автоматик тарзда ростлайдиган қурилма мавжуд бўлса, яна қўшимча кучланиш ортишидан индивидуал ҳимоя ўрнатилмайди. Бунинг боиси автоматик назорат қилиш қурилмасини схемасида кучланиш ортиб кетганида конденсатор қурилмасини ўчириб қўйиш ҳам назарда тутилган.

Яна шуни ҳисобга олиш керакки, саноат корхоналарига ўрнатилган конденсатор қурилмаларга автоматик қайта улагичлар (АҚУ) ва бошқа электр жиҳозларни иш режимларини ўзгартиради, чунки бунда қолдиқ кучланиш 2-3 секунд давомида ушланиб туради; конденсатор қурилмалари йўқ бўлса, бу жараён 0,5 сек давом этади. 10.6-расмда комплект конденсатор қурилмаларни асосий ҳимоя турлари ва ўлчов асбоблари кўрсатилган. Қисқа туташувларда максимал ток ҳимояси ишончли ишлашлиги учун, қисқа туташувнинг ҳисобий қиймати ҳимоянинг ишга тушиш токидан катта бўлишлиги тақозо этилади. Ҳимоя ҳаяллаш вақтига эга бўлмаганлиги туфайли, конденсатор нормал ҳолатда ишлаётганида, ундан ўтадиган тоқлардан, яъни ишчи ток, уланиш токи ва тармоққа разряд берувчи тоқлардан четлатилган бўлиши керак. Ишчи ток конденсатордан узок вақт давомида оқиб ўтадиган ток қиймати билан белгиланади. Техник маълумотларга кўра, конденсаторларга узок вақт давомида ишлаши учун номинал токдан 130%дан катта бўлмаган қийматларда рухсат этилади.



10.6-расм. 6(10)кВли комплект конденсатор қурилмаларига ўрнатилган реле ҳимоясининг асосий кўринишлари ва ўлчаш асбоблари. 5-бир фазали туташуш токи 20Али ва ундан катта токли тармоқдаги бир фазали ерга туташувдан ҳимоя. АРҚ-автоматик росталаш қурилмаси;1Т;2Т - қисқа туташувдан лаҳзалик максимал ток ҳимояси;3Т - юқори гармоникали тоқлардан ўта юқланиш максимал ток ҳимоя;Н - максимал кучланишдан ҳимоя;С - конденсаторларни индивидуал (якка тартибда) ҳимоялаш учун сақлагич.

Уланиш токи ва тармоққа разряд бериш тоқлари, конденсатордан, фақат ўтиш жараёнида оқади. Уланиш токи конденсаторга кучланиш берилганида пайдо бўлади, разряд токи эса конденсатор уланган тармоқда қисқа туташув рўй берганида юзага келади. Бу тоқларни катталиклари ва оқиб ўтиш вақтини давомийлиги, конденсатор қурилма билан, озиклантирувчи тармоқнинг параметрларига боғлиқдир. Аммо ўткинчи тоқлар, батареянинг токига нисбатан бир неча баробар бўлишлигига қарамай, тез сўнади. Умумий ҳимояни нотўғри ишлашини олдини олиш учун, қисқа туташувларда, максимал ҳимоянинг уставка токини қийматини батареянинг номинал токига нисбатан икки баробар катта олинади. Конденсатор қурилмаларни ҳимоя схемаларида тезкор таъсир қилувчи лаҳзалик электромагнит ток релесидан фойдаланилади.

Ундан ташқари, чегараланган ва боғлиқ бўлган ҳаяллаш вақтига эга индукцион релелар ҳам қўлланилади. Бу релелар қисқа туташув тоқларидангина ҳимоя қилиб қолмасдан, балки ўта юкланишдан ҳам ҳимоялаш учун хизмат қилади.

Конденсатор қурилмаларни ўта юкланишдан ҳимояси, конденсатор **қурилмаларнинг сони ўзгармай турса, ишончли ишлайди**. Агар, конденсатор батареяларини қувватини автоматик тарзда бошқарилаётганида, асосий ўчиргич тагига бир неча конденсатор батареялар уланган бўлса ва уларни ҳар бири алоҳидадан ўзининг қайта улагичига эга бўлса, у ҳолда батареяларни бир қисми уланса, ёки узилса, реледан ўтаётган тоқнинг миқдори ўзгаради. Релени уставкасини эса, ҳар доим батареялар қувватини сонини ўзгариши ҳисобига, тинимсиз ўзгартиришини иложи йўқ. Бундай ҳолларда батареянинг ҳар бир секциясига алоҳидадан тоқ релесига эга бўлган тоқ трансформаторлари комплекти ўрнатилиб, улар орқали асосий ўчиргичга таъсир қилинади. Тоқ релеси, бундай комплект тоқ трансформаторларини, махсус равишда конденсатор батареяларни моторлар ёки сандонлар кабилар билан битта умумий ўчиргичга уланган бўлганида ҳам қўйиш ва улаш тавсия этилади. Бу комплект батареяни қисқа туташувлардан ва ўта юкланишдан асрайди.

Ҳимоя схемаларининг бир мунча мураккаблашуви ва уни таннархини отиши, конденсатор қурилмаларни янада ишончли ишлашни таъминлайди. Конденсатор қурилмаларни умумий ҳимоясини танловчанлик асосида фаолият кўрсатиши учун, конденсатор батареяларни индивидуал ҳимоясини ҳам, мослаштириб танлашни таъминлаши жоиз. Индивидуал ҳимоя эса, кучланиши 3-10кВ бўлган конденсаторлардан иборат бўлган конденсатор қурилмалар учун зарур. Бундай конденсаторларни кучланиши 1000В бўлган конденсаторлар сафланган индивидуал ҳимояга эга. Конденсаторларда қисқа туташув рўй берганида, конденсатор қобиғини шикастланишига сабабчи бўладиган қисқа туташув ёйини катталашиб кетишига, йўл қўйиб бўлмайди. Бу талаб бажарилмас экан, нафақат конденсатор нураб кетиши мумкин, балки уни ён-атрофида жойлашган жиҳозлар ҳам зарар кўриши мумкин.

3-10 кВли конденсаторларни қисқа туташувдан ҳимоялаш тезкор фаолият кўрсатувчи ва тоқни қийматини чегараловчи ПК

типидаги эрувчан сақлагичлар орқали ҳам амалга оширилиши мумкин.

Сақлагичларин тўғри танлаб олиниши ҳимояланаётган конденсаторни шикастланишини бартараф қилади. Қудратли сақлагичларни танлаб олинишида асосий шартлар бўлиб қўйидагилар саналади:

-сақлагичларнинг номинал кучланишлари конденсатор уланган тармоқ кучланишига мос келиши керак;

-конденсаторлар учун одатий бўлган нормал режимларда учраши мумкин бўлган аҳамиятга молик тебранишларга сақлагичлар чидай олиши керак;

-сақлагичлар даврий ўткинчи тоқларга ҳам ҳисобланган бўлишлари зарур. Бунда шуни ҳам албатта ҳисобга олиш керакки, кам қувватли конденсаторларда ўрин тутадиган номинал тоққа нисбатан тоқни сапчиб ўзгариши, катта қувватли конденсаторларда бўладиган сакрашлардан бир неча маротаба катта бўлади.

-конденсаторлар параллел уланган бўлса, шикастланмаган конденсатордан шикастланганига ўтаётган максимал разряд тоқига чидамли бўлиши керак.

-сақлагичлар танловчан бўлишлиги, шикастланган конденсаторни тезкорлик билан ўчирмоғи даркор;

-сақлагичларнинг узилиши қувватлари конденсаторларни чиқишларидаги пайдо бўладиган қисқа туташувниқидан кам бўлмаслиги керак.

Кетма-кет уланган конденсаторлар секциясидаги алоҳида биттасида ёриб ўтиш бўладиган бўлса, сақлагичларнинг эрувчан қўймасини тоқи

$$I_k \leq 1,6 \cdot Q / U_{\text{ном}}, \text{ A};$$

Бу ерда Q - бир фазали конденсаторнинг номинал қуввати, кВар. $U_{\text{ном}}$ - тармоқнинг номинал кучланиши, кВ.

Конденсаторни ҳимоялашда эрувчан қўйманинг номинал тоқлари қўйидагича қабул қилинади:

- номинал тоқлар 30Адан катта бўлган сақлагичлар учун конденсаторни номинал тоқининг 150%гача тенг қилиб;

- номинал тоқалари 30А кичик қийматларга эга бўлган сақлагичлар учун конденсаторни номинал тоқини 200%гача.

10.1-жадвалдан юқори бўлган бир фазали конденсаторларни индивидуал ҳимоя қилиш учун ишлатиладиган сақлагичларга эрувчан қўймани токи бўйича тавсиялар келтирилган.

10.1-жадвал

Бир фазали конденсаторларни индивидуал ҳимоя қилиш учун ишлатиладиган сақлагичларни эрувчан қўймалари токи

Конденсаторнинг номинал қуввати, кВар	Конденсаторни номинал кучланиши (кВ) бўлгандаги ток, А					
	10,5		6,5		3,15	
	Конденсаторнинг номинал қуввати, кВар	Эрувчан қўйманнинг $I_{ном}$	Конденсаторнинг $I_{ном}$	Эрувчан қўйманнинг $I_{ном}$	Конденсаторнинг $I_{ном}$	Эрувчан қўйманнинг $I_{ном}$
13	1,24	2	2,06	3	4,12	7,5
17	1,62	3	2,7	5	5,4	10
25	2,38	5	3,97	7,5	7,94	15
34	3,24	5	5,4	10	10,8	20
50	4,76	7,5	7,94	15	15,85	30
75	7,15	10	11,9	20	23,8	40
100	9,52	15	15,9	30	31,7	50

Изоҳ: Жадвалда келтирилган сақлагичларни эрувчан қўймасини тоқларини қиймати ГОСТ 2213-59 бўйича чиқарилган ПК типига тааллуқлидир.

Мисол. Кучланиши 6,3 кВ, қуввати 17 кВар бўлган бир фазали еттита кетма кет уланган секциялардан ташкил топган конденсаторни ҳимоясини кўриб чиқайлик. Конденсаторнинг номинал токи 2,7 А. 10.1-жадвалга мувофиқ, сақлагичнинг номинал токини 5А деб қабул қилинган. Битта секцияда қисқа туташув пайтида сақлагичдан ўтадиган ток:

$$I_{кт} = \left(\frac{n}{n - K} \right) I_n = \left(\frac{7}{7 - 1} \right) 2,7 = 3,16 \text{ А.}$$

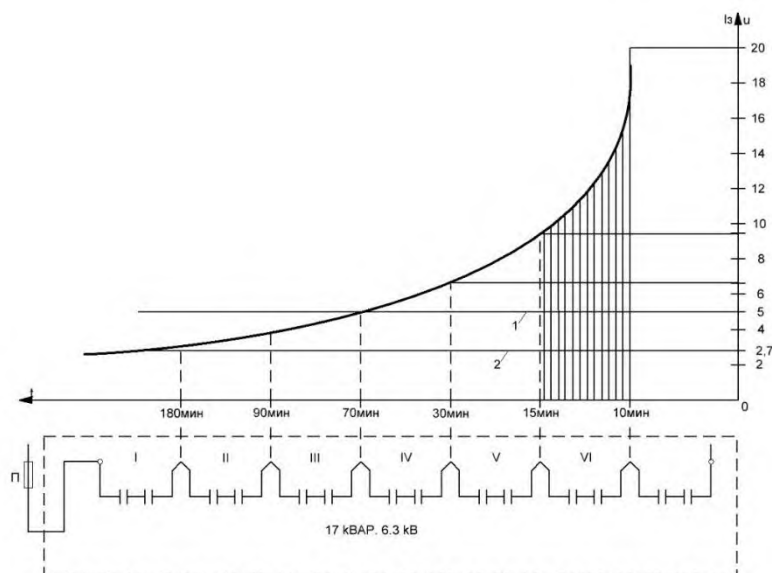
Бу ерда n - конденсатор ичидаги кетма-кет уланган секцияларни умумий сони; K - шикастланган секциялар сони.

Шикастланган секцияларнинг сони ортиб бориши билан, ток ортиб боради ва қисқа туташувда иккинчи секцияда у 3,78Агача, учинчи секцияда 4,72 Ага ва мос ҳолда, ундан кейингиларида 6,3А; 9,45А ва 18,9Ага тенг бўлади.

10.7-расмда бир фазали конденсаторнинг турли секцияларида қисқа туташув бўлганида индивидуал сақлагичнинг эрувчан қўймасини токини эриш токининг вақтга боғлиқлигини кўрсатувчи графиги келтирилган.

Ҳар бири индивидуал сақлагич билан ҳимояланган бир неча конденсатор, параллел уланган конденсатор қурилмаларда танловчанлик шарти амалга ошиши учун, конденсаторлардан биронтасида шикастланган бўлганида, ундан оқаятган ток фақатгина манба томонидан юзага келаятган нормал частотадаги қисқа туташув токигина ташкил топмай, балки шикастланмаган параллел уланган конденсаторларнинг юқори частотага эга бўлган разряд токидан ҳам ташкил топмоғи керак.

Шунинг учун, индивидуал сақлагичга эга бўлган конденсаторларни ҳимояси, танловчанлик шартларини қисқа туташув жараёнида қаноатлантиришлари мумкин ва уларнинг қувват бирликларини ортиб бориши мақсадга мувофиқдир.



10.7-расм. Бир фазали конденсаторни турли секцияларида қисқа туташув бўлганида индивидуал сақлагични эрувчан қўймасини эриш вақти. 1 - эрувчан қўйманинг номинал токи; 2 – конденсаторнинг номинал токи; I - VII - конденсатор секциялари.

Конденсаторларни шундай якка тартибда ҳимоясини амалга ошириш учун, кичик ўлчамларга эга бўлган сақлагичлардан фойдаланиш маъқул.

Улар бир учи (томони) билан асосий шиналарга мустаҳкам бириктирилиши, иккинчи томони билан эса, қайишқоқ эгилувчан ўтказгич ёрдамида, конденсаторни изоляторига уланиши мумкин. Лекин бундай кичик ўлчамли сақлагичлар хорижда ишлаб чиқарилади.

Электр тармоқларида, гарчи электр энергияси манбаларидан синусоидал э.ю.к. чиқарилганида ҳам, ток ва кучланиш эгри узатиш тармоқларлари синусоидадан бир мунча оғиб фарқ қилиши мумкин. Одатда бундай ток ва кучланишларни таркибида, фақат асосий частота ток ва кучланишларигина эмас, балки юқори частотаники ҳам мавжуд деб қаралади. Юқори гармониканинг пайдо бўлишини сабаби - электр тармоқларида симобли электр тўғирлагичлари ва бошқа кўринишдаги ўзгартиргичларни, ҳамда токлари ва кучланишлари ўртасида пропорционаллик мавжуд бўлган пўлат ўзакли электр жиҳозларларини борлигидир.

Маълум бир шароитларда электр таъминоти схемасини, тизимини қувватига ва конденсатор қурилмаларни қувватларига боғлиқ ҳолда у, ёки бу частоталарда резонанс ҳодисалари вужудга келиши мумкин. Конденсатор батареялар паст гармоникалар частотасидаги резонанс токлари пайдо бўлганида, кўпроқ ўта юкланади. Резонанс ҳодисалари бўлсамлиги учун контурларни хусусий частоталарини ўзгартириши керак.

Конденсатор қурилмаси юқори гармоникадан ҳимоя қилиш учун, реакторни у билан, кетма-кет улаш керак. Реакторни батареянинг бутун занжирига уланиши, қурилмадаги қувват исрофларининг ортишига ва барча конденсаторларда кучланишнинг ортишига, олиб келади.

Шунинг учун, юқори қувватли конденсаторларда, реакторлар бир неча конденсатор билан кетма-кет уланади.

Мадомики, конденсаторларни узоқ вақт давомида мавжуд токларни, номинал қийматини 130%ида ишлашга рухсат этилар экан, у ҳолда ўта юкланишдан ҳимоя қурилмасини, номинал токдан 1,3га ортиб кетган ҳолатидагини минимал ҳаяллаш вақти билан ўчириши талаб этилади. Бу ҳолда, ҳимоя индукцион релелар ёрдамида амалга оширилади. Ушбу релеларнинг кесим ишлаши максимал ток релеларида қўлланилади, чегараланган боғлиғлик

тавсифи эса, ўта юкланишдан ҳимоялаш учун ишлатилади. Вақтга боғлиқлик тавсифига эга релени тўғри созлаш анча ишончли ишлашини кафолатлайди.

Конденсатор батареяларини токнинг юқори гармоникалардан ҳимоя қилиш, автоматика қурилмаларини ва корхона электр таъминоти автоматика қурилмаларини ишга тушишдан каттароқ бўлган ҳаяллаш вақтига эга қилиб, бажарилиши керак. Бунга риоя қилишнинг моҳияти шундаки, конденсатор қурилмалари автоматиканинг таъсирида, электр тизимнинг схемаси аниқ бўлмагунича ўчиб қолмаслиги зарур. Агар конденсатор қурилмаларида, озиклантирувчи тармоқнинг кучланиши етарлича ростланмаса, кучланиш керагидан ортиқ бўлади. Шунга мос ҳолда, ҳимоя конденсатор қурилмасини синусоидал шаклидаги кучланиш номинал қийматига нисбатан 110%дан ортиқ кетганида, ўчириши керак. Бу ҳимоя оддий ҳаяллаш вақтига эга бўлган электромагнит кучланиш релеларида бажарилади.

Конденсаторлари параллель кетма-кет уланган гуруҳлардан иборат, кучланиши 35 кВ ва ундан юқори бўлган конденсаторларда, айрим конденсаторларини кучланишини ортиши кузатилиши мумкин. Бунинг сабаби -улардан бир нечтасини ишдан чиқиши натижасида кучланиш қайта тақсимланганлиги. Бундай айрим конденсатор батареяларда ишловчи ҳимоя сифатида, конденсаторлари юлдуз, ёки иккиланган юлдуз схемаси бўйича уланган кетма-кет жойлашган гуруҳларни нол нуқтасидаги потенциални ўлчашга асосланган ҳимоядан фойдаланилади. Аммо бу ҳимоянинг юқори сезгирлиги, юлдуз схеманинг ҳар бир фазадаги конденсаторларни қувватларини (сифимини) қандай аниқликда олинганига боғлиқ бўлади ва батареянинг нол симига уланган кучланиш трансформатори орқали ўлчанган ноль кетма-кетликдаги ток ва кучланишдаги ток ва кучланишни ўлчаш орқали амалга оширилади. Амалда, шундай мақсадларда, жуда юқори сезгирликка эга бўлган, ярим ўтказгичли элементлардан тайёрланган аниқлилиги электромеханик релелар аниқлигидан анчагина яхши бўлган реле схемаларидан фойдаланилади.

10.5. Кучланишни автоматик ростлаш қурилмалари

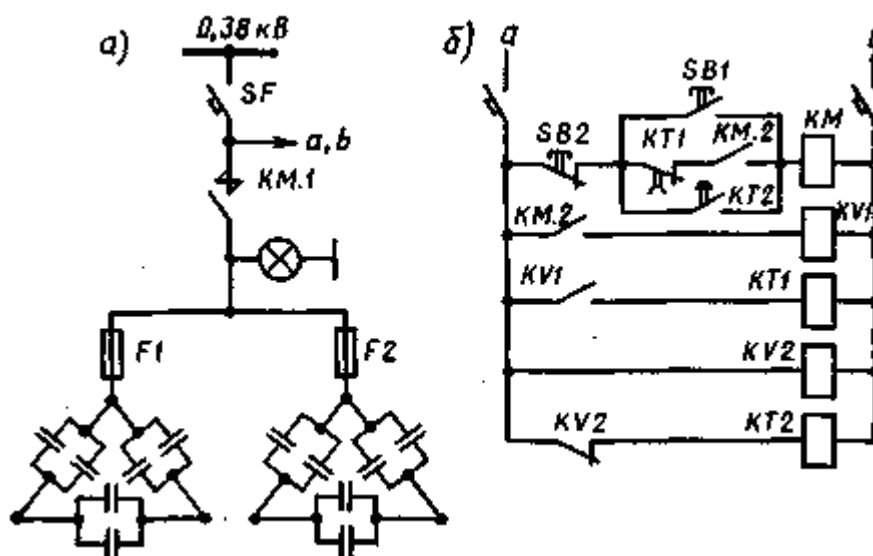
Кучланишни автоматик ростлаш қурилмалари бир поғонали, ёки кўп поғонали бўлиши мумкин. Конденсатор қурилмаси

тўлиғича уланадиган (узиладиган) бўлса, кучланишни автоматик ростлаш қурилмаси бир поғонали қилиб бажарилади.

Конденсатор қурилмасининг айрим батареялари, ёки якка конденсаторлар улаб узиладиган бўлса, кучланишни автоматик ростлаш қурилмалари кўп поғонали қилиб бажарилади.

Кучланишни автоматик ростлаш қурилмалари кучланиш бўйича, юклама токи бўйича, реактив қувватнинг қиймати ёки ишораси бўйича ёки вақт бўйича амалга оширилиши мумкин.

Кучланиши 0,38кВли шиналарда кучланишни автоматик ростлаш учун 10.8-расмда кўрсатилган бир поғонали схема қўлланилиши мумкин. Схемада конденсатор қурилмасини ҳимоя қилиш элементлари (F1 ва F2 сақлагичлар ва SF автоматик ўчиргич) кўрсатилган.



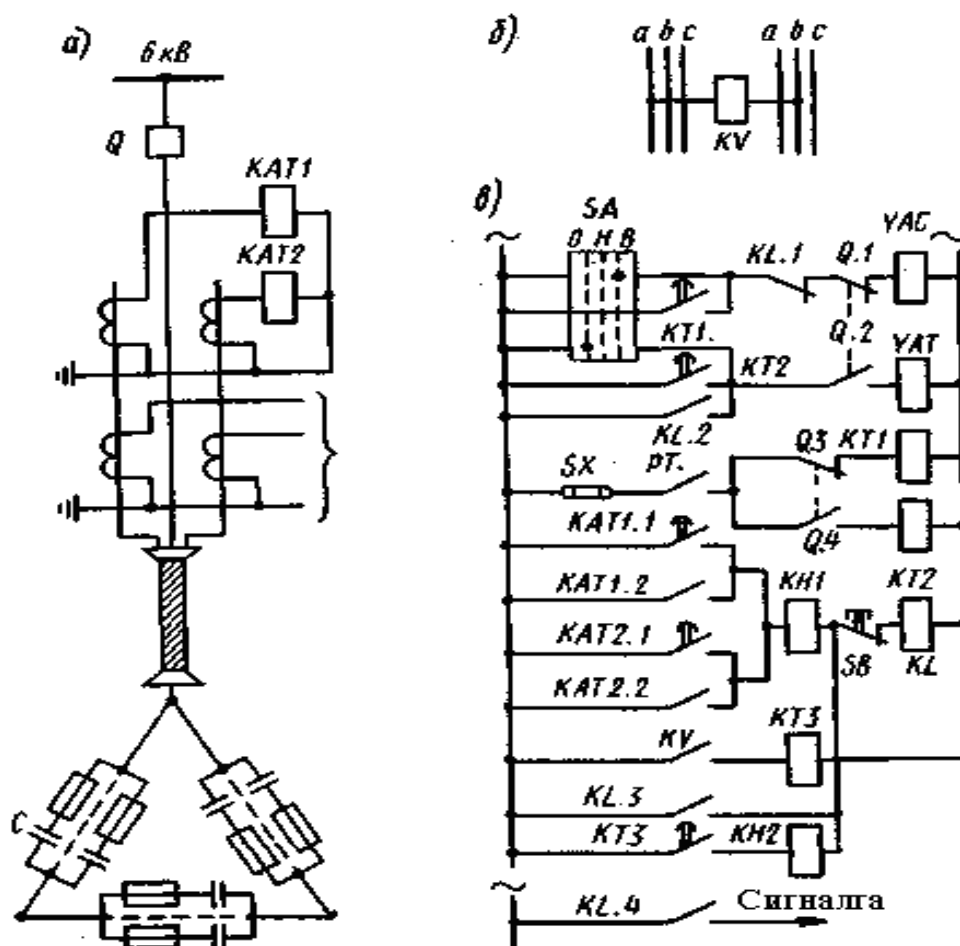
10.8-расм. Конденсатор қурилмаси ёрдамида кучланишни бир поғонали ростлаш схемаси.

Ростлаш кучланиш бўйича амалга оширилади, шунинг учун схемада KV1 максимал кучланиш релеси ва KV2 минимал кучланиш релеси мавжуд. Кучланиш ортиб кетганда KV1 реле ишлайди ва KT1 вақт релесининг чўлғамидан ток ўта бошлайди. Маълум вақтдан кейин KT1 вақт релесининг контактлари узилиб, КМ контактор чўлғамининг занжирини узади. Контактторнинг асосий контактлари КМ.1 ҳам узилиб, конденсатор қурилмасини тармоқдан ажратади. Тармоқдаги кучланиш пасайганда KV2 минимал кучланиш релеси ишлаб KT2 вақт релесини ишга туширади. Маълум вақтдан кейин KT2 вақт релесининг

контактлари улаиб, КМ контактор чўлғамининг занжирини улайди. Конденсатор қурилмаси тармоққа уланади.

Кучланишнинг қисқа вақтли тебранишларида, автоматиканинг ишлашининг олдини олиш учун, схемага ҳаяллаш вақтлари $t=15$ секунд бўлган КТ1 ва КТ2 вақт релелари киритилган.

Юқори кучланишли конденсатор қурилмасини вақт бўйича бир поғонали бошқариш схемаси 10.9-расмда келтирилган. Электр соатнинг РТ контактлари $\Delta t=15$ секунд давомида улаиб, Q ўчиргичнинг ҳолатига мос равишда, КТ1 ёки КТ2 вақт релеларидан бирини улайди. Агар Q ўчиргич узилган бўлса, КТ1 вақт релеси ишлаб, $t_1=9...10$ секунддан кейин ўчиргичнинг YAC улаш электромагнитига таъсир қилиб уни улайди.



10.9-расм. Конденсатор қурилмасини вақт бўйича бир поғонали бошқариш схемаси.

Ўчиргич улангандан кейин, $t_2=t_1$ ҳаяллаш вақтига эга бўлган КТ2 вақт релеси ишга тушади. Иккала вақт релеларининг умумий ҳаяллаш вақти, электр соат контакти РТ нинг уланган ҳолатда

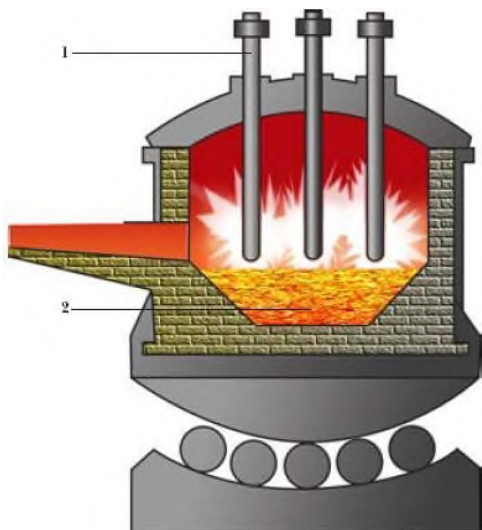
бўлиш вақтидан катта бўлганлиги сабабли, КТ2 вақт релеси ўзининг контактларини улаб улгурмайди.

Натижада конденсатор қурилмаси электр соат контактларининг кейинги марта уланишигача шиналарга уланган ҳолатда қолади. Конденсатор қурилмаси қисқа туташувлар ва ўта юкланишлардан умумий ҳимояга эга. Ҳимоя РТ-80 турдаги КАТ1 и КАТ2 индукцион релелар ёрдамида бажарилган. Кучланиш ортиб кетишидан ҳимоя учун КV максимал кучланиш релеси ва КТ3 вақт релеси хизмат қилади.

11-БОБ.ЭЛЕКТР ЁЙ ПЕЧЛАРИНИ РЕЛЕЛИ ҲИМОЯ ВА АВТОМАТИКАСИ

11.1.Электрт ёй печлари хақида умумий маълумотлар

Электр ёйида ишловчи металл маҳсулотларни эритиш технологиясида қўлланиладиган қурилмалар-печлар, алоҳида хусусиятига эга бўлган электр истеъмолчиларидир. Улар жуда катта ток қийматларига эга бўлишганида (бир неча ўнлаб килоамперларда) печларни кувватлари аҳамиятга молик қийматларга эга бўлишлигига қарамай, электр ёйида кичик қийматли кучланишларда бўлади. Печларни ишлатилаётган пайтда электродлар ўртасида, ёки электрод билан металл ўртасида қисқа туташув бўлиши ва ёйни узилиб қолиши мумкин. Буларни барчаси ток ва кучланиш қийматларини кескин ўзгаришларига, ва хаттоки, анча катта ўта кучланишларни пайдо бўлишига олиб келади.



11.1-расм. Электр ёй печининг кўндаланг қирқими кўриниши (а) ва унда рўй бераётган металлларни эритиш бўйича технологик жараён (б). 1-электродлар, 2-эриётган шихта.

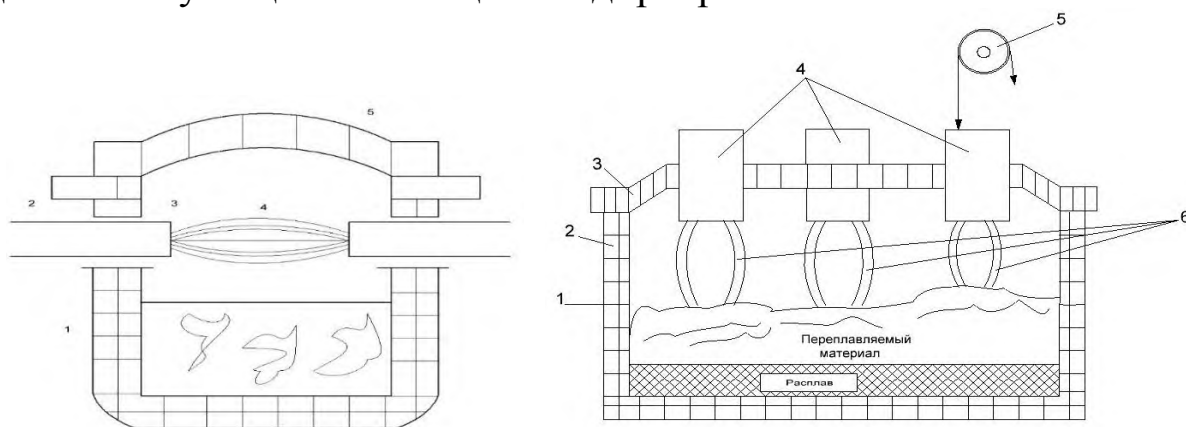
Электр ёй печларининг айтиб ўтилган хусусиятлари уларни озиқлантирувчи манбани шиналарига тўғридан -тўғри улашга имкон бермайди.

Шунинг учун ёй печлари озиклантирувчи электр тармоқларига ҳар бир қурилма учун алоҳида бўлган бир фазали ёки уч фазали электр параметрларини мослаштирувчи электр печлари трансформаторлари орқали уланади. Бундай махсус трансформаторлар қудратли трансформаторлардан фарқ қилади.



11.2-расм. Эриган металл ашёсини қолипларга қуйиш жараёни (а) ва “қисқа тармоқ” шиналарини уланишларини кўриниши (б)

Электр печларининг трансформаторлари трансформация коэффициентини кенг оралиқларда ростлаш имкониятига эга, кучланиши паст бўлган томонида катта тоқлар мавжуд ҳамда кучли динамик мустаҳкамликка ҳам эгадирлар.



11.3. Билвосита (а) ва бевосита (б) иссиқлик узатувчи ЭЁПларнинг схематик кўринишлари.

Уларда иссиқликни хом ашё- металлга узатиш бевосита ва билвосита усуллар орқали амалга оширилади (11.3-расм). Билвосита (11.3б- расм) иссиқлик энергиясини узатилишида иссиқликни ташувчи “воситачилар” бўлиб, атмосфера ёки газларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги, нурланиш, ва конвектив усуллар саналади. Бевосита қиздиришда (11.3а-расм) электр ёйи электрод билан эриётган шихта, ёки металл маҳсулот ўртасида ёнади ва иссиқлик берилади.

Электр ёй печларини эксплуатация қилиш жараёнида ўрин тутадиган ток ва кучланишларни ўзгариши, маълум бир даражада тармоқдаги бошқа электр қабул қилувчиларнинг ҳам, ва печнинг ўзига ҳам ёмон таъсир кўрсатиб хавfli шикастланишларни вужудга келиши мумкин. Бундай вазият, ажралиб чиқаётган иссиқлик миқдorigа, ва шундан келиб чиққан ҳолда, технологик жараённинг ҳам сифатига салбий таъсир кўрсатади. Шунинг учун ҳимоялаш, ҳамда автоматлаштириш жуда муҳим вазифа саналади. Демак уларни ҳимоялаш учун ҳимоя ва автоматик қурилмаларидан фойдаланилади.

11.2. Ҳимоя қурилмалари

Электр ёй печларида асосий электр жиҳоз - уни трансформатори саналади, чунки у печ технологик жараёнини тинчроқ ва меъёрида олиб бориши учун керакли бўлган ток ва кучланишни етказиб беради. Электр ёй печини трансформаторини релели ҳимоялашда ҳимоянинг қуйидаги турларидан фойдаланилади:

- кўп фазали қисқа туташувлардан ҳимоялаш учун ҳаяллаш вақтига эга бўлмаган ток ҳимояси;
- ўта юкланишдан ток ҳимояси;
- газ ҳимояси;
- бир фазали ерга қисқа туташувдан ҳимоя.

Кўп фазали қисқа туташувдан, ҳаяллаш вақтига эга бўлмаган ҳимояни, энергия билан озиқлантирилаётган томонга ўрнатилади. Ҳимояни ишга тушиш токи:

$$I'_{\text{ҳи}} = k'_{\text{отс}} * I_{\text{тр.ном}} \quad (11.1)$$

Бу ерда $k'_{отс}=2.0.....3.0$ руда термик печлар учун, $k'_{отс}=3.0....4.5$ электр ёйли пўлат эритиш печлари учун олиниб четлаштириш коэффициенти дейилади.

Ўта юкланишдан сақлаш учун хизмат қиладиган ҳимоя, қуйи кучланиш томонига, ток трансформаторлари орқали уланади. Агар улар бўлмаса, у ҳолда озиклантирувчи томондаги ток трансформаторларидан ҳам фойдаланилса бўлаверади. Ҳимояни бажариш учун РТ-80 типдаги реледан фойдаланилади. Ўта юкланишдан ҳимоя уч фазали бўлади. Бунинг сабаби - ҳар бир фазага уланган электрод иш жараёнида турлича юкланиши, ёки турли режимга тушиб қолиши (электрод билан металл орасидаги ёй фазасига металл қулаб туташтириб қўйиши натижасида ҳам кучли қисқа туташувлар кузатилиши мумкин) тез-тез учраб туради. Ҳимояни ишга тушиш параметрларини ҳимояни ишга тушиш токи

$$I'_{хи}=(1.4.....1.5)* I_{тр.ном} \quad (11.2)$$

бўлганида ҳаяллаш вақти $t_{х.в}=10$ с бўладиган қилиб танлаб олинади.

Газ ҳимояси умумий ҳолатлардан келиб чиқиб ўрнатилади (кейинги пунктларда келтирилади). Агар нейтралери ерга уланган тармоқни шартларига кўра зарур бўлса, у ҳолда бир фазали ерга қисқа туташувдан ҳам ҳимоя ўрнатилади.

11.3.Қувватни автоматик ростлаш қурилмаси

Электр печ қурилмаларини технологик жараёнларини автоматлаштириш печни иш жараёнидаги режимини бузилишини тез бартараф қиладди, уни қувватини ёки кучланишини белгиланган қийматида ушлаб туради, ҳамда ишни олдиндан белгиланган дастур асосида олиб боради.

Печларнинг иш режимини тиклаш учун қувватни автоматик ростлаш қурилмаларидан (**ҚАР**) фойдаланилади. Бу қурилма электродларни ҳаракатини таъминловчи юритмага таъсир кўрсатади. Печ кучланиши ва қувватини ростлаш учун, уни трансформаторини кучланишни ўзгартирувчи поғаналарини қайта улаб-узиш ишлари амалга оширилади.

ҚАР қурилмалари ҳар хил намунада бўлишлари мумкин: электр машинали кучайтиргичли магнит ва ярим ўтказгичли кучайтиргичли, турлича юритмалар тизимига эга бўлган электр гидравлик ростлагичли. ҚАР ни реверсив тристорли ўзгартиргичли схемасини кўрадиган бўлсак, унда ўлчаш органи иккита сельсиндан иборат, (бири токни назорат қилади, иккинчиси электр ёй печини кучланишини кузатиб боради). Сельсинлар чиқишидаги кучланишлар тўғрилианади ва таққослаш бўғинида солиштириб кўрилади. Агар кучланишларда фарқ бўлса, бу фарқ электродларни ҳаракатлантирувчи электр двигателини озиклантирувчи реверсив тиристорли ўзгартиргич томонидан кучайтирилади.

Таққословчи қурилмалардаги шиналар тизими, эксплуатация қилинишда, нисбатан бирмунча яхши шароитларда бўлади (тармоқларлар билан солиштирилиб кўрилганида). Улар станция, ёки нимстансия ҳудудида жойлашган ва момақалди роқ сабабли бўладиган ўта юкланишлардан ҳимояланган.

Кўпинча тақсимловчи қурилмалар берк ҳолатда бажарилишига қарамай, бундай шароитларда ҳам шикастланишлари мумкин: Бундай шикастланишларни қуйидаги кўринишлари мавжуд:

-Ўчиргич ва шина орасига ўрнатилган ток ва кучланиш трансформаторларини синиши, бузилиши;

-Ўчиргичларни киришлари ва шина изоляторларини тўсилиб қолиши (айниқса қиш мавсумида!);

-Электродинамик кучлар, ёки хизматкўрсатувчи ходимларнинг нотўғри ҳаракати туфайли изоляторларни, ўчиргичларни ва ажратгичларни синиши;

-Паст ҳароратларда ток релеларини ишламай қолиши.

Айтиб ўтилган шикастланишларни бўлиш эҳтимоллиги кам эканлигига қарамай, бордию, агар улар юз берса, жуда ёмон оқибатларга олиб келади. Шиналарда бўладиган қисқа туташувлар аксарият ҳолларда бутун нимстанцияни, ва ҳаттоки электр станцияни ҳам, тўхтаб қолишига олиб келиши мумкин. Шунинг учун, шиналарда юз бериши мумкин ҳар қандай шикастланишлар, имкон қадар тез олдини олиниши ва бартараф эҳтимоли зарур бўлади. Бундай мақсадларда кўпинча озиклантирувчи элементлар-узатиш тармоқларлар, трансформаторлар, генераторларнинг заҳира ҳимояларидан фойдаланилади. Одатда бу ҳимоя максимал ток ҳимояси (МТХ) ёки масофавий ҳимоя бўлишлиги мумкин.

Бу ҳимоялар, агар шиналар битта манбадан озиқланаётган бўлиб, секцияларга ажратилмаган бўлса, асосий ягона ҳимоя бўлиб саналади. Бундай қарор асосан кам қувватли нимстанцияларда қабул қилинади.

Агар шиналар бир нечта манбадан озиқлантирилади бўлса, ёки иккита йиғма шиналардан мавжуд бўлса, ёки йиғма шиналар секциялараро ўчиргичлар ёрдамида секцияларга ажратилган бўлса, қисқа туташувни заҳира ҳимоялар томонидан ўчирилиши танловчанлик шартларига бўйсунмаслиги мумкин.

Бундай ҳолларда махсус ҳимоялар-ток ва дифференциали ҳимоялардан фойдаланилади.

1. Ҳимоя тўғри ишлашлиги учун, барча бирикмаларнинг ток трансформаторлари, бир хил трансформация коэффициентига эга бўлишлари керак.

2. Ток трансформаторлари бир хил шароитларда ишламаслиги сабабли катта нобаланс тоқлар мавжуд бўлади.

Нобаланс тоқларни камайтириш учун қуйидаги чора - тадбирлар кўрилади:

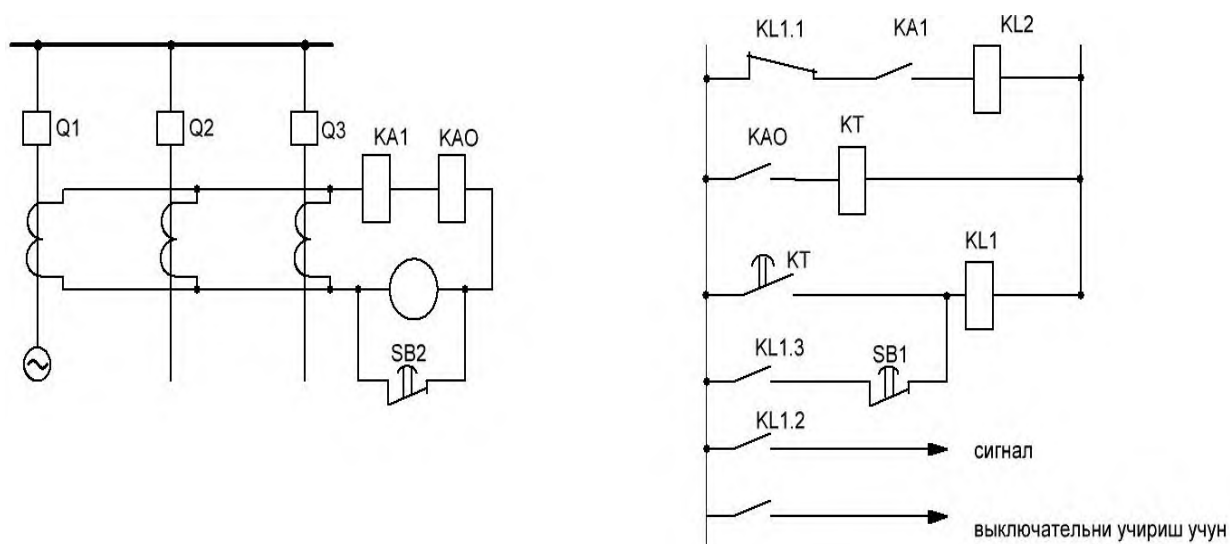
- тўйинмайдиган магнит ўзакка эга бўлган Д синфига мансуб ток трансформаторлари қўлланилади;

- бирлаштирувчи симларнинг кўндаланг қирқимларини катталаштирилиб, қаршиликлари камайтирилади;

- дифференциал схемани бевосита тақсимловчи қурилмада йиғилиб релега иккита сим тортилиб қолади ҳолос.

- тормозлаш ҳусусиятига эга бўлган реледан фойдаланилади.

Дифференциал ҳимояни нотўғри ишлаши натижасида шиналарни бемаҳал ўчирилиши жиддий шикастланишларга олиб келади. Бемаҳал ўчириш дейилганида, мисол учун, симларни узилиши натижасида ўчиши тушунилади. Ҳимоя схемасида (11.4-расм) блокировка қилиш назарда тутилган бўлиб, у орқали ток занжирларида носозлик ўрин тутганида, шинани уни таъсиридан олиб чиқиб сақлайди. Блокировка ўзини эса, ҳимоя занжирининг нейтрал занжирига уланган нол кетма- кетликдаги ток релеси КАО ёрдамида бажарилади. Агар бордию, ҳар қандай бирликларнинг елкасидаги бирор фазада симни узилиши рўй берса, фазанинг номувозанатлашган токи нол симдан ўтаётган қисқа туташув вақт релесининг ғалтагига “+” ни узатиши туфайли КАО релени ишга тушишига сабаб бўлади.



11.4-расм. Блокировка химоя.

Вақт релеси ишга тушиб, керакли ҳаяллаш вақтидан сўнг, KL1 реленинг ғалтагига “+” ни улайди. Бу реле, ўзининг қуйироқда жойлашган туташувчи контакти билан, ўз-ўзини ушлаб туради, юқоридаги узиладиган контакти орқали ток релесини контактидан “+” ни ажратиб, уни фаолиятини тўхтатиб ҳимоядан чиқаради.

КАО ток релесидан ташқари, ток занжиридаги носозликларни назорат қилиб туриш учун, ҳимоянинг ноль симига уланган миллиампермертларда РА қўйилади. Нормал ҳолда бу асбобнинг кнопкаси SB2 кнопка билан шунтланган; ўлчаш бажарилаётганида узилади. Бу ўлчашлар смена давомида бир марта оператив ходим томонидан амалга оширилиб, нобаланс тоқлар белгиланган меъёрдан ортиб кетган, ёки кетма-кетлиги текширилади.

Кўриб чиқилган блокировканинг камчилиги шундаки, у ҳар уччала фазада туташтирувчи симлар узилса ишламайди. Бу камчиликни бартараф қилиш учун ишга туширувчи реле сифатида РТ-40/Р дан фойдаланилади. Уни ҳар бир ғалтаги шиналарни ҳимояловчи реленинг ғалтаги билан кетма-кет уланади. Блокировканинг бундай кўриниши, ток занжирининг елкаларидан бирида, ҳар қандай кўринишдаги бузилишларда ишлайди.

Шиналарда шикастланиш бўлса, РНТ типдаги ток релеси бўлган КА1 ишга тушади. KL2 оралик релеси орқали Q1, Q2 ва Q3 ўчиргичларни ўчиришга хизмат қилади. РНТ билан ишлаш нобаланс тоқлардан четлаштиришни яхшироқ бажариш имконини беради ва ташқи қисқа туташувларда нотўғри ишлашга йўл қўйилмайди.

Шиналарни тўла дифференциал ҳимоясида релени ишга туширувчи токи иккита шарт бўйича танланади:

1.Кўп юкланган бирикмаларни юкломанинг максимал токидан четлаштириш бўйича. Бу ток занжириларида узилишлар бўлганида шиналарни дифференциал ҳимоясини нотўғри ишлаб кетишини олдини олишлик учун зарур:

$$I_{\text{ҳи}} = k_{\text{иш}} * I_{\text{юкл.мах}} \quad (11.3)$$

Бу ерда $k_{\text{иш}}$ - ишончлилик коэффициенти бўлиб, у 1.2-1.3 ораликда олинади.

2.Бирикмаларнинг бирортасида ташқи қисқа туташув бўлганида дифференциал ҳимоянинг максимал нобаланс тоқларидан четлаштириш:

$$I_{\text{ҳи}} = k_{\text{иш}} * k_{\text{нд}} * I_{\text{нб.ҳис}} \quad (11.4)$$

Қайсики, $I_{\text{нб.ҳис}}$ -ҳисобий нобаланс ток, $k_{\text{нд}}$ -қисқа туташувнинг ўткинчи режимларида нодаврий ташкил этувчисидан четлаштириш коэффициенти (ҳимоя РНТ-560 типдаги реледа бажарилганида $k_{\text{нд}}=1; k_{\text{иш}}= 1.5$ деб олинади.

Ҳимоянинг ишга туширувчи релеларини сезгирлиги, реал иш ҳолатида шиналарда минимал қисқа туташувда текширилган бўлиши керак. Сезгирлик коэффициенти 2 дан кичик бўлмаслиги даркор. Шиналарни синаб кўрилади пайтда, сезгирлик коэффициентини 1,5 гача камайтиришга рухсат этилади.

Йирик электр ёй печлари электр энергиясини қуввати истеъмолчилари саналади. Шунинг учун, электр ёрдамида пўлат эритувчи цехларда, уларни бир нечта электр станцияларни бирлаштирувчи қудратли энергетик тизимларга уланади. Цехларни пасайтирувчи нимстанцияларига, электр узатиш узатиш тармоқларларидаги йўқотилишларни камайтириш мақсадида, юқори кучланишли (35-110 кВ) энергия олиб келинади. Бу кучланиш юқори вольтли тақсимловчи қурилмадан ҳар бир печ учун алоҳидадан узатиш тармоқларлар ёрдамида печлар уланган нимстанцияга узатилади.(11.4-расм).

У ерда пасайтирувчи трансформатор ўрнатилган бўлиб, қўшимча ёрдамчи жиҳозлар ҳам ўрнатилган.

Кучланиши 110-600 Вт гача пасайтирилган ток бевосита электр печга узатилади. Бу ҳудудда электр токининг қиймати бир неча минг амперни ташкил қилади.

Бунинг натижасида, печ трансформатори жойлашган ер билан уни ўртасида анчагина аҳамиятга молик бўлган қувват йўқолиши ўрин тутади. Бу йўқотишларни камайтириш мақсадида, нимстанцияни имкон қадар печларга яқин жойлаштирилишига ҳаракат қилинади, трансформатор занжиридан электродларгача бўлган масофани қисқароқ қилинади. Шунинг учун бу оралик одатда “қиска тармоқ” деган ном билан юритилади.

Шундай қилиб, ёйли электр печ қурилмаларининг электр схемалари ўз ичига қуйидаги жиҳозларни олади:

- электродларни ва электр ёйи ёнадиган ҳамда эриган металл жойлашган ваннанинг қувватини ростлашни ижро этувчи механизмларни олган печ;

- дросселлари билан бирга жойлаштирилган пасайтирувчи трансформатор. Ҳозирги пайтда тармоқни индуктив қаршилигини ошириш ва ёйни ёниш шароитларини яхшилаш учун хизмат қиладиган қаторлаштириб терилган дросселли пасайтирувчи трансформаторларни яшаш яхши ўзлаштириб олинган ва корхоналар томонидан ишлаб чиқарилмоқда;

- трансформаторни иккинчи ғалтакдан чиқарилаётган чиқишларини печ электродлари билан бирлаштирадиган қиска тармоқ;

- коммутацион, ўлчаш ва ҳимоя аппаратлари, юқори ва қуйи кучланиш симлари.

11.4.Печ трансформатори

Печлар учун ўрнатиладиган трансформаторлар юқори кучланишли энергияни паст кучланишли энергияга айлантириб бериш учун хизмат қилади.



а)



б)

11.5-расм. Электр ёй печи трансформатори намуналаридан бирининг умумий кўриниши (а) ва уни мойли бак ичидан чиқариб олинганидаги магнит ўзакдаги ўрамларнинг жойлашуви (б).

Пасайтирувчи печ трансформаторлари, иш шароитлари алоҳида режимга эга бўлган шарт - шароитларда ишланганликлари учун бошқа қудратли трансформаторлардан фарқ қиладиган қатор хусусиятларга эга.

Уларга қуйидагилар киради:

1.Қуйи кучланиш томонида ток кучининг номинал қиймати жуда катта ва у бир неча ўн минг амперни ташкил этади;

2.Электрда пўлатни ёй-разряд ёрдамида эритувчи печлар электр ёйини шихтада ёқаётган пайтда ва шихтани эриш жараёнида кулаб тушишлари туфайли, тез-тез тўлиқ қисқа туташув тоқларини кучини $2.5 \div 3.5$ баробар камайтириб чегаралаш мақсадида, юқори индуктив қаршиликка эга бўлган ғалтаги бор;

3.Ғалтакларни ва чиқиш ўтказгичларини тез-тез бўлиб турадиган ток ва қисқа туташувлар турткиларига юқори мустаҳкамликда маҳкамланиши;

4.Кучланишни кенг ораликда ростлаш имкониятининг мавжудлиги;

5.Трансформаторни таркибида учта юқори кучланишли ғалтак бўлиб улар кўндаланг кесимлари нисбатан катта бўлмаган мис симлардан қилинган чўлғамлардан ва учта паст кучланишли катта кесимдаги шиналардан ясалган чўлғам бор;

6.Биринчи ўрамдан турли сонли чўлғамлардан чиққан пайвандланган жойлар мавжуд бўлиб,бирламчи ва иккиламчи ўрамлар сонини муносабатини ва иккиламчи кучланиш катталигини ўзгартира олиш имкониятини беради;

7. Барча олтига ўрам ўрнатилган ва ўзаро учта магнит ўтказувчи ўзакка эга. Трансформаторни ўрамлари чулганган ҳолатида зич беркитиладиган қобикқа туширилади. Уни учига мой тўлдирилган. Мой яхши электрдан изоляциялайди, катта иссиқлик ўтказувчанликка эга ва шу сабабли трансформаторнинг ғалтаги ўрамларидан ҳамда магнит ўзагидан иссиқликни олиб кетиб қизишдан сақлайди. Трансформаторда қизиш мис ўрамлардаги актив қаршилик туфайли энергия йўқотишлари ва ўзакни қайта магнитланиш сабабли юз беради.

8.Трансформаторнинг устига, у билан уланган кенгайтириш балки ўрнатилиб, уни ичи мой билан тўлдирилган. Бу орқали трансформаторни бутун ҳажми бўйлаб доимий равишда мой тўлдирилиб туради ва мойнинг юзаси ҳаво билан тўқнашуви эҳтимолини камайтиради. Ўрамлар ялонғочланиб қолса, ёки шикастланса, мойни ўзидан газларни ажратиб тарқалиши бошланади. Трансформаторда газларни пайдо бўла бошлаганлиги ҳақидаги хабарни газ релеси сигнали беради. У трансформатор бакининг устки қисмига ўрнатилган. Газ релеси унча кўп бўлмаса-да, газлар пайдо бўла бошласа, огоҳлантирувчи сигнални беради.

9.Трансформаторга қисқа туташувларда, ток кучининг камайтириш мақсадида, дросселларни қаторлаштирилади. Уларни улаш ва ўчириш ишлари махсус шунтловчи контактор орқали амалга оширилади. Замонавий печлар учун чиқарилаётган янги намунадаги трансформаторлар кучланиш поғоналари юклама остида қайта уловчи қурилмалар билан таъминланган. Улар печни ўчирмай туриб, электр ёйи кучланишини ўзгартира олади.

10.Ҳимоя, назорат қилиш ва ўлчаш, ҳамда ёйни қувват ростлагич қурилмаларини озиклантириш учун ток трансформаторлари ўрнатилади. Печ трансформаторлари яна мойнинг сатҳи ва ҳаракатини назорат қилувчи жиҳозлар билан таъминланган. Ишчи ўрамларни, чўлғамларни ва юқори кучланиш томонидан кенгайтирилиши мумкин бўлган ўта кучланишни қайта уловчи қурилмаларни ҳимоя қилиш учун трансформаторларга вентилли разрядниклар ўрнатилади.

11. Печ трансформаторлари баъзида бўладиган ўта юкланиш 20% ли юкламада икки соат давомида, ва ундан кейин эса, ток кучини номинал қийматларида 2,5 соат давомида ишлай олишга қодир қилиб ҳисоблаб танланади.

12. Ҳозирги замонавий пўлат эритиш цехларида печлар жойлашган йўлак цехни ўртасида бўлади. Чунки бу печларни бир томонидан шихта (металл билан қўшиб қазиб олинган руда) юкланиши, иккинчи томондан эса эриган металлни тўкиб қуйиб олиш технология қурилмалари йўлаклари жойлаштирилади. Трансформаторлар эса печлардан $1\div 1,5$ масофада ўрнатилади. Шунинг учун уларни табиий усулда совутиш масаласи муаммолидир. Шу билан бир пайтнинг ўзида трансформаторлардан ажралиб чиқаётган иссиқликни қуввати ўнлаб ва ҳаттоки юзлаб киловаттни ташкил этади. Ушбу ҳолатда, уни мажбурий равишда бўлса ҳам, совутиш даркор. Совутиш учун мойни сувли мой совутиш тизими бўйлаб мажбурий циркуляцияси-айланиши амалга оширилади. Совутиш тизими икки комплект мой совитгич ва насосдан иборат бўлиб, бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда ишлайди.

13. Трансформаторни монтаж қилиш, ёки уни таъмирлаш ишларига ечиб олинишида қулай бўлишлиги учун, уни олиб ўйса бўладиган сирпаниш мосламалари билан (баъзан ечиладиган ғилдираклар билан) таъминланган. Уни ёрдамида трансформаторни нимстанцияда кенглиги 1524мм бўлган йўлакдан олиб юрилади.

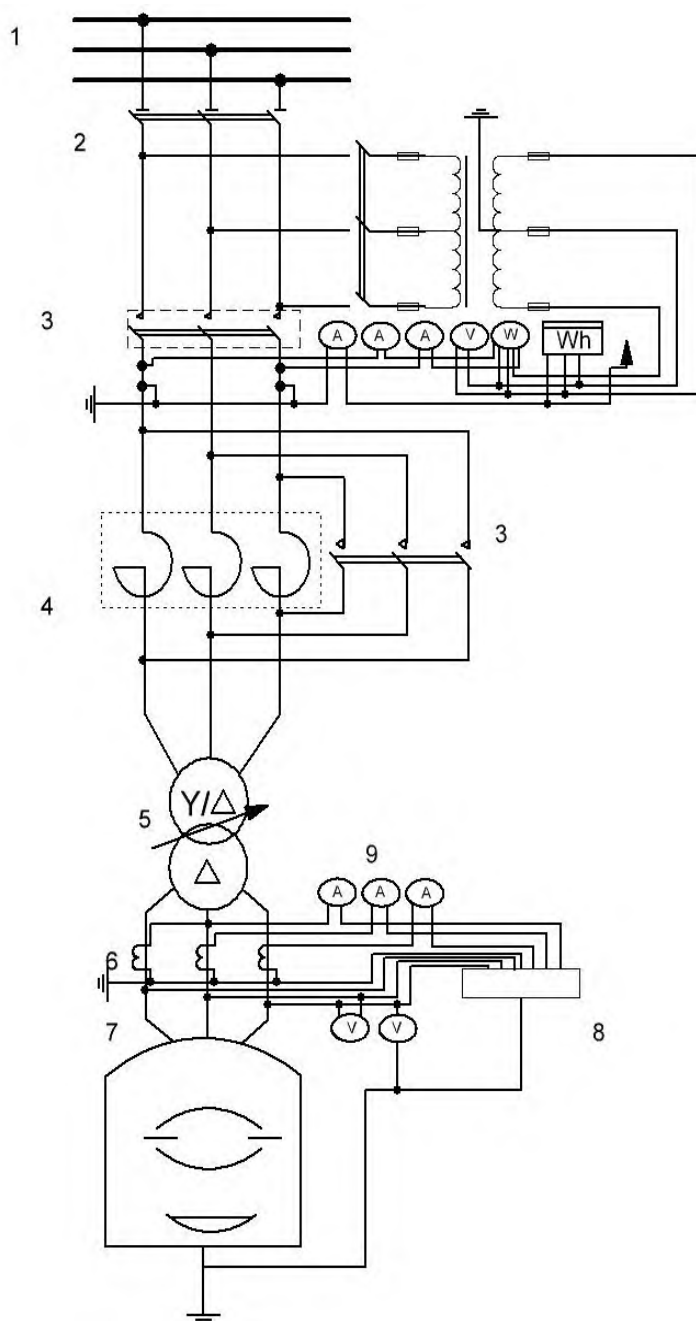
14. Кучланиш поғоналарини ўзгартириб уловчи қурилма ёйда ажралиб чиқаётган қувватни поғанасимон равишда ўзгартиришга мўлжалланган. Қувватни ростлаш, ёки трансформаторни бирламчи чўлғамларини уланишини схемасини ўзгартириш (“юлдуз” дан “учбурчак”ка ва аксинча), ёки бирламчи ғалтак чўлғамларини сонини улаш ҳамда узиш орқали ва трансформация коэффициентини ўзгартириш орқали амалга оширилиши мумкин.

15. Трансформаторни биринчи чўлғамларини “учбурчак” кўринишидан “юлдуз” схемасига ўтказилса, иккиламчи чўлғамдаги кучланиш $\sqrt{3}$ маротаба камаяди. Агар бунда занжир қаршилиги ўзгармаса, у ҳолда ток кучи ҳам $\sqrt{3}$ марта ўзгариб, натижада ёйни қуввати ҳам 3 маротаба камаяди. Бундай ўзгартириб улаш, фақат ўчирилган юкламада бажарилади. Юклама остида қайта уланадиган трансформаторларда, иккиламчи кучланиш, фақат бирламчи чўлғамнинг уланган ўрамлари сонини ўзгартириб ростланади.

Иккиламчи чўлғамларини юклама остида қайта улаш жуда катта тоқлар оқаётганлиги сабабли иложи йўқдир.

16. Юклама остида қайта улашда, қайта улагични бир контактдан олиб иккинчи контактга ўрнатиш учун, қандайдир вақтга ёки занжирни узиш керак ёки чўлғамларни бир қисмини бир пайтнинг ўзида икки қўшни контактларни улаш билан, қисқа туташтириб қўйиш керак бўлади. Юклама остида занжир узилса ёй чиқади; у контактларни нуратиб ишдан чиқаради. Шунинг учун амалда иккинчи усулдан фойдаланилади.

17. Катта тутгичда иккита ҳаракатланувчи контактлар бўлиб, улар ишчи ҳолатида чўлғамни ўша биргина контакти билан туташган бўлади. Қайта уланиш бўлганида ҳаракатланувчи контактлар чўлғамнинг қўшни контактларига кетма-кет силжийди ва қандайдир вақт оралиғида чўлғамнинг бир қисми қисқа туташади.



11.6-расм. ЭЁПга ўлчаш асбобларини ва ёй сўндирувчи реакторни уланиши.

18. Қисқа туташув режимида ток кучини чегаралаш учун, чўлғамларги кўп сонли секцияларга ажратилади. Шундай қилинганида кўшни секциялар ўртасида потенциаллар фарқи ва ток кучи катталиги унчалик катта фарқ қилмайди. Худди шу сабабли кўра, трансформатордаги кучланиш поғаналари сони юклама остида қайта уланганида ўнлаб бўлиши мумкин.

19. Кучланишни юкламасиз қайта улаб ўзгартирувчи аппарат жуда содда. Аммо унда ҳам мураккаб элемент саналган юритма бўлиши шарт бўлиб, умуман олганда, аппаратни мураккаблиги юклама остида ишлайдиган ростлагич даражасига етиб қолади.

20. Ростлагични таннархи бир мунча қиммат. Аммо ўчиргични узмай туриб бир режимдан иккинчи режимга ўтиш имкониятини беради. Металлни совуб қолишини олдини олади, қайта улаш жараёнини тезлаштиради.

11.5. Электр - ёй печлари трансформаторларида қўлланиладиган реле химоялари

Юқорида айтиб ўтилганидек, электр - ёй печлари қисқа туташувга яқин бўлган режимда ишлайди. Улар электр тармоғига тўғридан-тўғри уланмайди, балки мослаштирувчи электр ёй-печи трансформатори орқали уланади. Бундай трансформаторларнинг қуввати катта бўлишига қарамасдан бажариш қийин бўлганлиги сабабли дифференциал химоя қўлланилмайди.

Электр-ёй печлари трансформаторлари учун қуйидаги химоялар қўлланилади:

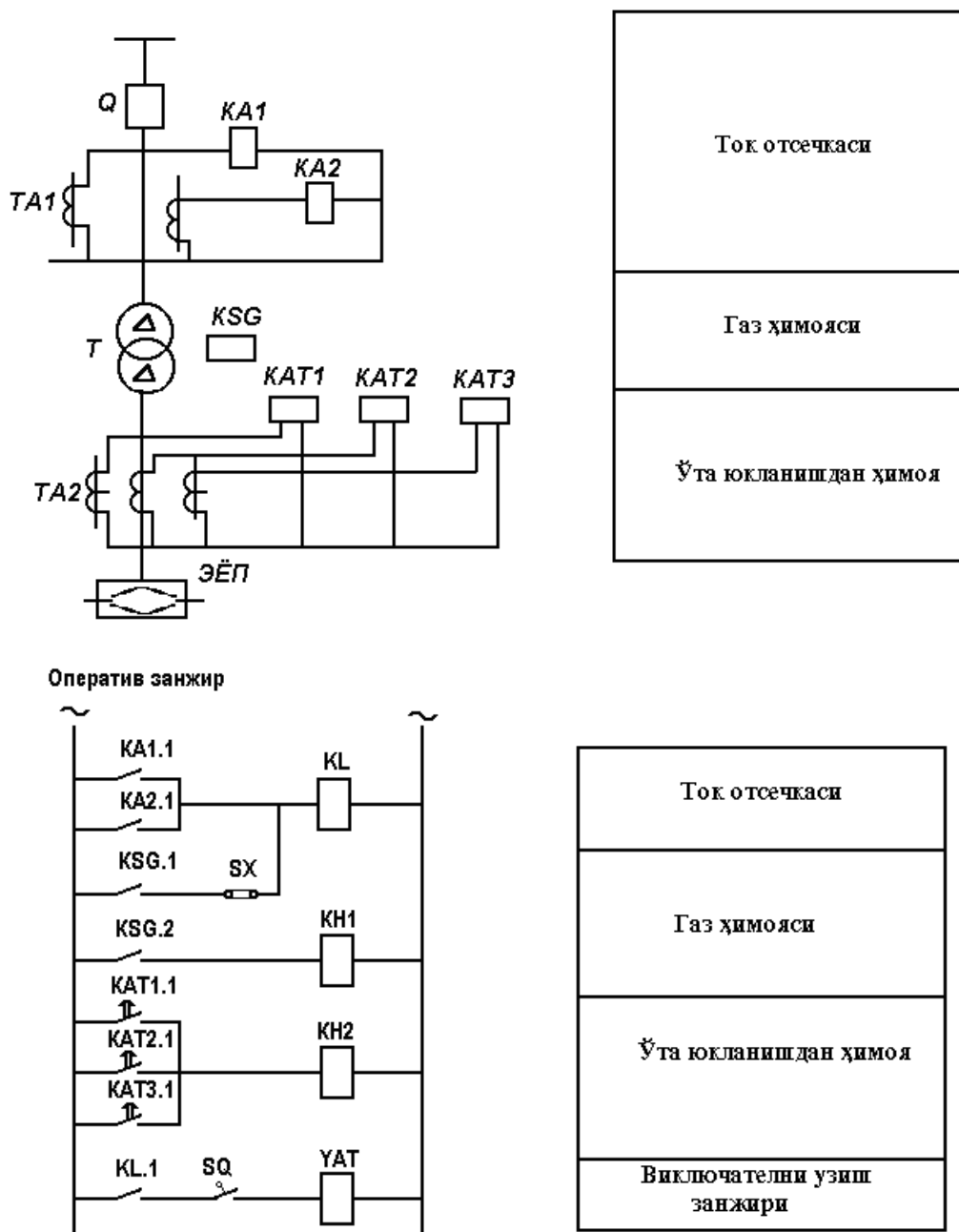
- ток отсечкаси;
- ўта юкланишдан химоя (паст кучланиш томонида);
- газ химояси.

Электр ёй печи трансформатори реле химоясининг схемаси 37-расмда келтирилган. **Ток отсечкаси** трансформаторнинг юқори кучланиш томонига ўрнатилади. Ток отсечкасининг ишга тушиш токи

$$I_{\text{хи}} = K_{\text{чет}} \cdot I_{\text{Т.ном}} \quad (11.5)$$

бу ерда $K_{\text{чет}}$ - четлаштириш коэффициенти, унинг қиймати 2,0 дан 4,5 гача олинади.

Ўта юкланишдан химоя трансформаторининг паст кучланиши томонидаги ток трансформаторлари орқали уланади. Агар паст кучланиш томонида ток трансформаторлари бўлмаса, трансформаторнинг юқори кучланиш томонидаги ток трансформаторлари орқали уланади.



11.7 - расм. Электр- ёй печи трансформатори реле ҳимоясининг схемаси. Схемани қудратли қисми (а) ва уни оператив ток занжири (б),

Ҳимояни бажариш учун РТ-80 типдаги релеларнинг индукцион элементидан фойдаланиш мумкин. Бунда ҳимоянинг ишга тушуш токи

$$I_{\text{ҳи}} = (1,4 \dots 1,5) I_{\text{т.ном}} \quad (11.6)$$

олинади. Ҳимоянинг ҳаяллаш вақти $t_{\text{х}} \approx 10\text{с}$ бўлиши керак.

Ток релесининг ишга тушиш токи қуйидагича аниқланади

$$I_{ри} = K_{сх} \cdot I_{хи} / K_I, \quad (11.7)$$

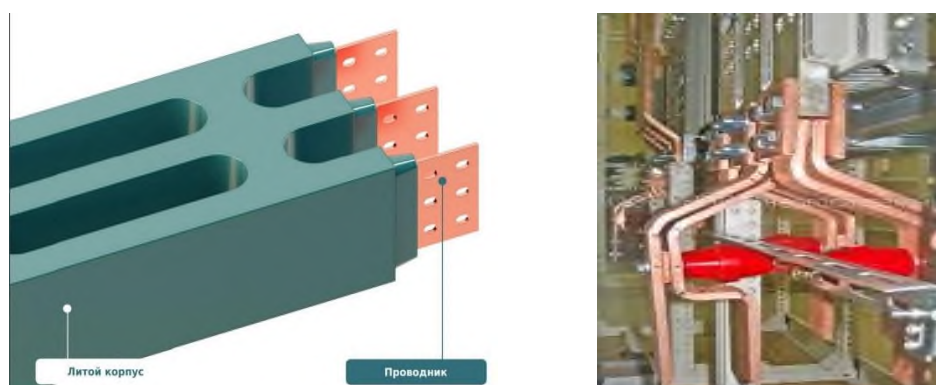
бу ерда $K_{сх}$ -схема коэффициенти, K_I -танланган ток трансформаторининг трансформация коэффициенти.

11.7 –расмда кўрсатилган схемада ток отсечкаси орқали бажарилган ҳимоя иккита фазага уланган КА1 ва КА2 релелари ёрдамида амалга оширилган. Трансформаторни ўта юкланишдан ҳимоялаш максимал ток ҳимоясида бажарилиб, бу вазифани КАТ1, КАТ2 ва КАТ3 релелари уддалайди. Ҳимоя таркибида газ релеси KSG ҳам мавжуд.

12-БОБ.ШИНАЛАРНИ РЕЛЕЛИ ҲИМОЯ ВА АВТОМАТИКАСИ

12.1.Шиналардаги шикастланишлар ва химоя турлари

Электр таъминоти тизимида, катта тоқларни узатиш ва тақсимлаш мақсадида фойдаланиладиган, шиналарда ҳам қисқа туташувлар бўлиш эҳтимоллиги мавжуд. Шиналарни қисқа туташувга учраши, ундаги шина изоляторларини, ўчиргичларнинг втулкаларини, ўлчов ток трансформаторларини ифлосланишини, ҳамда шина узгичлари билан ишлашда хизмат кўрсатувчи ходимларни хатога йўл қўйишлари натижасида содир бўлади. Шунга қарамай, шиналарни шикастланиш эҳтимоллиги камдир. Аммо, барибир шиналарда ҚТ натижасида, оғир оқибатларига олиб келишини ҳисобга олиб уни ҳимоялаш зарурдир. 12.1-расмда ишлаб чиқариш энергетика тизимларида қўлланиладиган шиналарни умумий кўриниши (а) ва уланиш туридан бири (б) кўрсатилган.



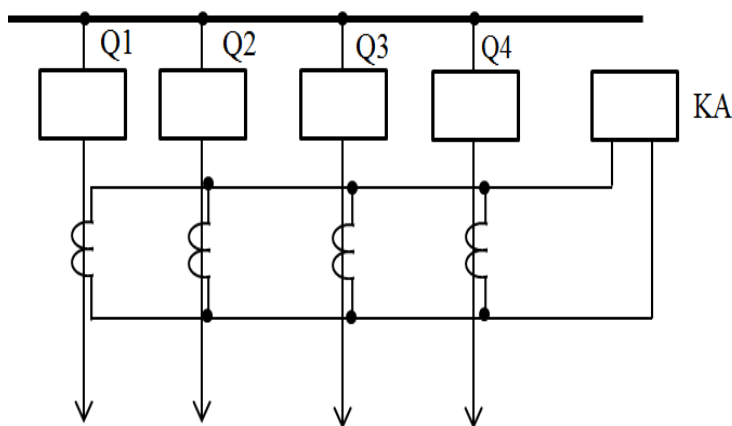
12.1-расм. Шиналарни кўриниши ва уланиш турларидан бири.

Ҳимоя қурилмаси шинада бўладиган ҚТларни тезкорлик билан тўғри узиб тўхтатиш керак. Бунинг учун, қоидага кўра, шинага уланган озиқлантирувчи элементларнинг нисбий танловчанликка эга бўлган ҳимояларидан фойдаланиш мумкин. Аммо бу ҳимоялар, одатда катта ҳаяллаш вақтига эга бўлганлиги сабабли, кўп ҳам ишончли эмас ва ҳар доим ҳам танловчанлик шартларини бажаравермайди. Масалан, тармоқланган узатиш тармоқларлардан озиқланувчи қабул қилувчи нимстанциянинг шиналарида ҚТ юз берса, у озиқлантирувчи нимстанцияга ўрнатилган тармоқлар ҳимояси ёрдамида ўчирилади, тармоқлар эса энергиясиз қолади.

Шунинг учун, озиклантирувчи элементларнинг ҳимояси, талаб этилган тезкорликни ва танловчанликни таъминламаса, у ҳолда шиналарни ўзига махсус ҳимоялар қўйилади: ток ҳимояси, йўналтирилган ток ҳимояси, масофавий ва дифференциал ҳимоялардан фойдаланилади. Кўп ишлатиладиган ҳимоя бўлиб, дифференциал ҳимоя саналади. Бу ҳимоя 100 кВли шиналар учун мажбурийдир, лекин маъсуляти юқори бўлган 35 кВли нимстанциялар шиналарига ҳам ўрнатилиши мумкин. 6÷10 кВли кучланишдаги шиналар учун бирмунча соддароқ ҳимоя схемаларидан фойдаланилади.

Дифференциал ҳимояни ўрнатиш учун, уланишлар қуввати қандай бўлишлигидан қатъий назар, бир хил трансформация коэффициентига эга бўлган ток трансформаторларидан фойдаланилади, ёки елкаларидаги тоқларни тенглаштириш учун тегишли чоралар кўрилади.

Кучланиши 35 кВ ва ундан юқори бўлган тармоқ шинасини ҳимоясини кўриб чиқайлик. Бу шинани дифференциал ток ҳимояси тизимга, ёки шиналарни секцияларига уланган барча элементларни камраб олади (12.2-расм).



12.2-расм. Шиналарни дифференциал ҳимояси.

Бундай вазиятларда ток трансформаторларининг сони кўп бўлиб, уларни иккиламчи занжирларида узилишлар бўлиш эҳтимоллиги катта. Бу ҳол ҳимояни ишга тушиш тоқини танлаб олинаётганида

$$I_{\text{ҳи}} = k_{\text{отс}} I_{\text{ши.мах}} \quad (12.1)$$

шартдан келиб чиқиб ҳисобга олинади. Бунда $I_{\text{иш.мах}}$ - катта кувватли уланган юкламани ишчи токи. Агар узилиш бўладиган бўлса, автоматик тарзда, биров ҳаяллаш вақти билан сафдан чиқарилади. Бунинг учун дифференциал занжирнинг тескари симига ҳар қандай ток трансформаторини, шу жумладан, кичикроқ кувватли ток трансформаторнинг ҳам иккиламчи занжирида узилиш бўладиган бўлса, ишга тушадиган ток релеси ўрнатилади. Ҳар қандай дифференциал ҳимоя каби, шиналарнинг дифференциал ҳимояси ташқи ҚТларда ишламаслиги лозим. Шунинг учун ишга тушиш токини танлаб олинаётганида иккинчи шарт

$$I_{\text{ҳи}} \geq k_{\text{отс}} I_{\text{иш.мах}} \quad (12.2)$$

ни ҳисобга олиш керак. Кўп ҳолларда бу шарт, ташқи ҚТларнинг тоқларини қарралиги катта бўлганлиги ва нодаврий ташкил этувчиларни қиймати сезиларли эканлиги учун ($k_{\text{нд}} \approx 2$), асосий ҳал қилувчи шарт саналади. Ҳимояни сезгирлигини ошириш учун РНТ намунасидаги реледан, ёки тормозлаш хусусиятига эга реледан фойдаланиш тавсия этилади. Агар шиналарда ҚТ юз берганида $k_c \geq 2$ бўлса, ҳимояни сезгирлиги талабга жавоб беради деб саналади.

12.2.Шиналарни дифференциал ҳимояси схемасини уланишлари

Шиналарни дифференциал ҳимояси, бирламчи бирикишлар схемаси ва уни ишлаш шарт-шароитларни, қанчалик аҳамиятга молик эканлигини билдиради. Масалан, иккита шиналар тузилиши, битта комплект кўринишидаги ҳимояга эга, агар шиналар тизимининг бири ишчи бўлса, иккинчиси айланиб ўтувчи бўлади. Агар, ҳар иккала шиналар тизими бирикишларни тақсимланиши ўзгармас ҳолатда бўлганида иш фаолиятини олиб борса ҳимоя учта комплект кўринишида бўлиб, улардан иккитаси алоҳидадан биринчи ва иккинчи шиналар тизимини бирикишлар одатий ҳол бўйича тақсимланганида ҳимоялайди, учинчиси эса, олдинги иккита комплектни, мажбурий равишда белгиланган бирикишларни бузилиши оқибатида, нотўғри ишлаб кетишини бартараф қилади.

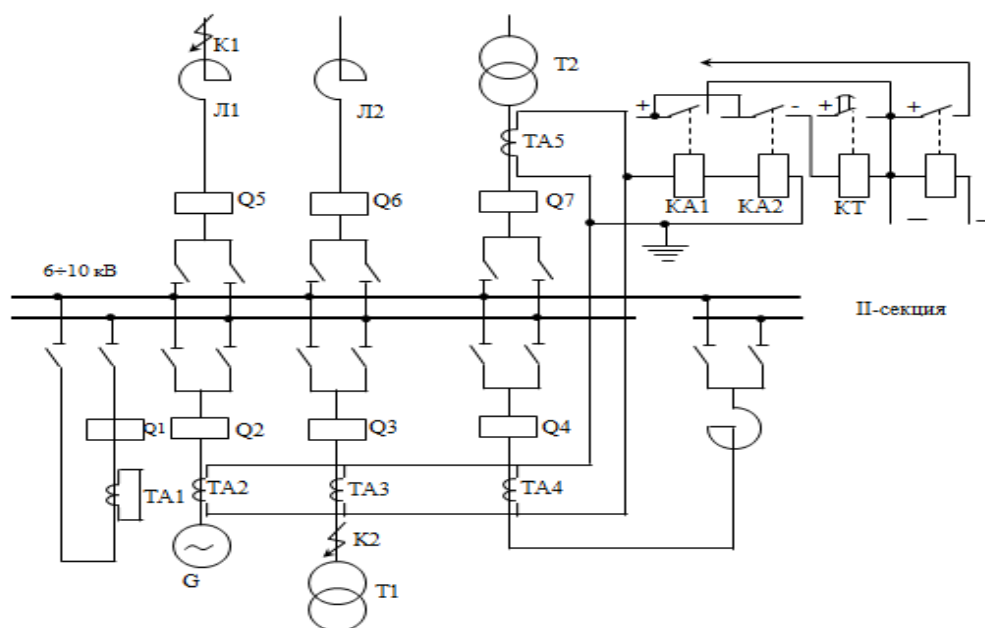
Энди 6÷10 кВли кучланишларда ишловчи шиналарни дифференциал ҳимоясини кўриб чиқамиз. Бундай тармоқларда, ҳимоя қуввати 12 МВтдан катта бўлган генератори мавжуд электр станцияларида ўрнатилади. Бундаги дифференциал ҳимоя соддарок схема асосида бажарилади. Уни ток занжирига электр энергияси истеъмолчиларининг ток трансформаторлари уланмайди.



12.3-расм. 6-10 кВли йиғма шиналарни умумий кўриниши.

Бундай ҳимоя тўла бўлмаган дифференциал ток ҳимояси деб аталади. У моҳиятан ток ҳимояси ва озиқлантирувчи бирикмалар (генераторлар, тизим билан боғловчи трансформаторлар, секциялараро реакторлар)нинг ва хусусий эҳтиёж трансформаторларнинг (12.4-расмга қаранг).

Ҳимоя икки поғонали қилиб бажарилади. У биринчи ва учинчи поғонага эга. Асосий поғона бўлиб КА1 реле ёрдамида бажариладиган ҳаяллаш вақтига эга бўлмаган ток кесимси саналади. У яна ток ва кучланиш бўйича ҳам мужассамланган отсечка кўринишида бажарилиши мумкин. Учинчи поғонани КА2 ва КТ релелари ёрдамида бажарилиб максимал ток ҳимоясидир. Бу ҳимоя биринчи поғонани захиралайди ва дифференциал ток ҳимояси қамраб олмаган



12.4-расм. 6÷10 кВли кучланишли шиналарни тўла бўлмаган дифференциал ток ҳимояси.

кетаётган Л1 ва Л2 узатиш тармоқларларни ҳимоялайди. Ташқи ҚТларда дифференциал ҳимоя қамраб олган бирикмалардан фақат нобаланс тоқлар оқади. Аммо нормал режимда ва кетаётган узатиш тармоқларларнинг бирида, масалан, К1 нуқтада ҚТ бўлганида, ҳимоядан Л1 ва Л2 узатиш тармоқларлардан оқаётган тоқларнинг йиғиндисига тенг бўлган тоқ оқади. Нормал режимда булар $I_{иш.мах_1}$ ва $I_{иш.мах_2}$ ишчи тоқларидир. ҚТда эса $I_{қт\ таш\ мах}^{(3)}$ шикастланиш тоқи ва $I_{иш\ мах\ шм}$ шикастланмаган тармоқларнинг максимал ишчи тоқларини билдиради. Ҳимоя параметрларини танлаб олинаётганида шу юқоридаги режимлар ҳисобий қийматлар саналади.



12.5-расм. Шиналарни дифференциал ҳимоясини бажарувчи замонавий микропроцессорли қурилма.

Бунда фақат яна шу ходисани ҳам ҳисобга олиш керакки, автоматик заҳирани улаш қурилмаси (АЗУҚ) ишга тушуши натижасида ҳамма ёки II-секциянинг $I_{иш\ рух}$ қийматга эга бўлган бир қисм юкларни ҳамояланаётган I-секцияга қайта уланиб олиши мумкин. [163].



12.6-расм. Йиғма шиналар учун дифференциал ҳимоя шкафини кўриниши.

Биринчи поғона ҳимоя учун ҳисобий қиймат бўлиб реактордан кейин жойлашган нуқтадаги ҚТ токи (16.7-расмдаги К1 нуқта) ҳисобланади.

Бунда

$$I_{\chi И}^I = k_{отс}^I [I_{\text{ҚТ таш мах}}^{(3)} + k_{шм} (I_{иш\ мах\ шм} + I_{иш\ рух})] \quad (12.3)$$

Охирги формулада: $I_{\text{ҚТ таш мах}}^{(3)}$ - максимал ташқи ҚТ токи; $k_{шм}$ - шикастланмаган барча узатиш тармоқлардаги тоқларни ортишини ҳисобга олувчи коэффициент; $I_{иш\ мах\ шм}$ - шикастланмаган узатиш тармоқлардаги максимал ишчи ток; $I_{иш\ рух}$ - иккинчи секциядан И-ҳимояланаётган секцияга уланиб олган юкларни рухсат этилган ишчи токи. $k_{шм}$ - коэффициентни 1,2 деб мўлжаллаб қабул қилиб олинади. Сезгирлик коэффициентини қийматини $k_c > 1,5$ деб қабул қилиш рухсат этилган. Агар отсечкани ток ва кучланиш бўйича мужассамлаштириб олинса, уни сезгирлигини ошириш мумкин. Бу ҳолда отсечкани ишга тушириш тоқини қуйидагиларни ҳисобга олиб туриб танланади. [163]

-ҳимояланаётган секциянинг максимал ишчи тоқи $I_{иш\ мах}$ дан унга АЗУҚ қурилмаси ёрдамида бошқа секциядаги тоқи $I_{иш\ рух}$ қийматга эга бўлган тоқни юкларни четлаштиришни:

$$I_{\chi И}^I \geq \left(\frac{k_{отс}^I}{k_{\chi}} \right) (I_{иш\ шм} + I_{иш\ рух}); \quad (12.4)$$

-дифференциал ҳимоя билан қамраб олинган бирикмаларда ташқи ҚТ бўлганда нобаланс ток $I_{нб\ \chi\с\ мах1}$ ва озиклантириш

тоқларидан асинхрон ва синхрон электр моторларини тоқлари $I'_{а.д}$ ва $I''_{с.д}$ ни четлаштиришини:

$$I_{\chi\text{И}}^I \geq k_{\text{отс}}^I I_{\text{нб } \chi\text{ис max1}} + k_{\text{отс}}'' I'_{а.д} + k_{\text{отс}}'' I''_{с.д}. \quad (12.5)$$

Бу ерда $k_{\text{отс}}^I = 1,5; k_{\text{отс}}' = 0,6; k_{\text{отс}}'' = 1,2; I'_{а.д}$ ва $I''_{с.д}$ тоқлар $t = 0$ вақт учун $I_{\text{нб } \chi\text{ис max1}}$ тоқ трансформаторларининг хатоликлари билан боғлиқ.

12.3. Мужассамланган тоқли кесим ҳимояси

Мужассамланган тоқли кесим ҳимоясини ишга тушиш кучланиши, реактор чизигидан ташқарида уч фазали ҚТ бўлганида, минимал кучланишдан четлаштириш шартлари бўйича аниқланади. Бунда $I_{\text{КТ}}^{(3)} = I_{\chi\text{И}}^I$ деб қабул қилиб олиш керак. У ҳолда

$$U_{\chi\text{И}}^I = I_{\chi\text{И}}^I X_p k_{\text{отс}}^I \quad (12.6)$$

Охирги ифодадаги X_p -реакторнинг қаршилигидир.

Учинчи поғонани ишга тушиш тоқини $I_{\chi\text{И}}^{\text{III}}$ иккита шартга асосан танлаб олинади:

-реактор ортида ҚТ бўлганда, хусусий ҳимоя орқали шикастланган тармоқларни ўчирилганидан сўнг, релени қайтиш шарти бўйича :

$$I_{\chi\text{И}}^{\text{III}} \geq \left(\frac{k_{\text{отс}}^{\text{III}} k_{\chi\chi\text{ш}}}{k_{\kappa}} \right) (I_{\text{иш max шм}} + I_{\text{иш рух}}) \quad (12.7)$$

Бу ерда $k_{\chi\chi\text{ш}}$ - шикастланган тармоқлар хусусий ҳимоясининг заҳира коэффициентини, у 1,2÷1,3 га тенг.

-хусусий ҳимояси томонидан ўчирилган, шикастланган II-секция юкламалари истеъмолчиларида, АЗУҚни уланаётган лаҳзасида реле ишламай қолиш шартлари бўйича

$$I_{\chi\text{И}}^{\text{III}} \geq (k_{\text{отс}}^{\text{III}}) (I_{\text{иш max шм}} + k_{\chi\chi\text{ш}} I_{\text{иш рух}}) \quad (12.8)$$

бунда $k_{\chi\chi\text{ш}} = 2,5 \dots 3;$

Ҳимояни ҳаяллаш вақти $t_{\chi\text{И}}^{\text{III}}$ тармоқлар ҳимоясини ишга тушиш вақти $t_{\text{л max}}$ бир поғона Δt га танловчанлик шартига кўра каттароқ қилиб $t_{\chi\text{И}}^{\text{III}} = t_{\text{л max}} + \Delta t$ олинади.

Озиқлантирувчи узатиш тармоқларлар ҳимояси учун, учинчи поғона, захира ҳисобланади, шунинг учун реактордан кейин икки фазада ҚТ бўлганида, сезгирлик коэффициенти $k_c^{III} \geq 1,2$ бўлиши керак. 6÷10 кВли шиналар учун махсус ҳимоялар қўлланилмайди. Бунда шиналарда ҚТ юз бергудек бўлса, трансформаторларни ташқи ҚТлардан ҳимояловчи ҳаяллаш вақтига эга бўлган ҳимоялар ёрдамида, ёки секциялараро ҳамда шиналарни уловчи ўчиргичларга ўрнатилган ҳимоялар орқали, бартараф этилади. Агар бордию, бу ҳимояларни фаолиятини шиналар секцияларини ҳимояловчи бошқа бирикмалар ҳимоялар билан мослаштириб олинса, у ҳолда шиналардаги ҚТларни ҳаяллаш вақтисиз ҳам, бартараф қилишга эришиш мумкин. Бу назорат қилинаётган электр катталикларни билвосита таққослаш орқали амалга оширилади.

Озиқлантирувчи бирикмаларни ҳимояси, шиналарда ҚТ бўлганда ҳам, ва ташқи ҚТларда ҳам ҳимоялайди. Кетаётган узатиш тармоқларларни бириккан жойларидаги ҳимоялар, фақат ҳимояланаётган уланиш узатиш тармоқларларида, объектларда шикастланиш рўй берса ҳимоялайди. Агар кетаётган бирикмалардаги ҳимоя ишга тушмаса, озиқлантирувчи бирикмалар ҳимояси ишласа, у ҳолда ҚТ шиналарда юз берган бўлади. Бу ҳолда, озиқлантирувчи бирикмалар ҳимояси, керакли ўчиргични ҳаялламай ўчириши керак.

Бирикмаларнинг бирида шикастланиш бўлса, уни ҳимояси ишга тушади ва озиқлантирувчи бирикмаларини ҳимоясини ҳаяллаш вақтисиз, фаолият кўрсатишига йўл қўймайди. Ҳимояларни бундай мослашган ҳолда ишлашлиги учун, уларни оператив занжирларини бирлаштириш керак бўлади. Ундан ташқари, кетаётган бирикмалар ҳимоясида электромоторларни озиқлантирувчи тоқларидан четлаштириш учун, баъзан йўналтирилган қувват релеларидан фойдаланилади. Бу, албатта, схемани бирмунча мураккаблашишига олиб келади.

12.4. Ҳимоянинг автоматика қурилмалари

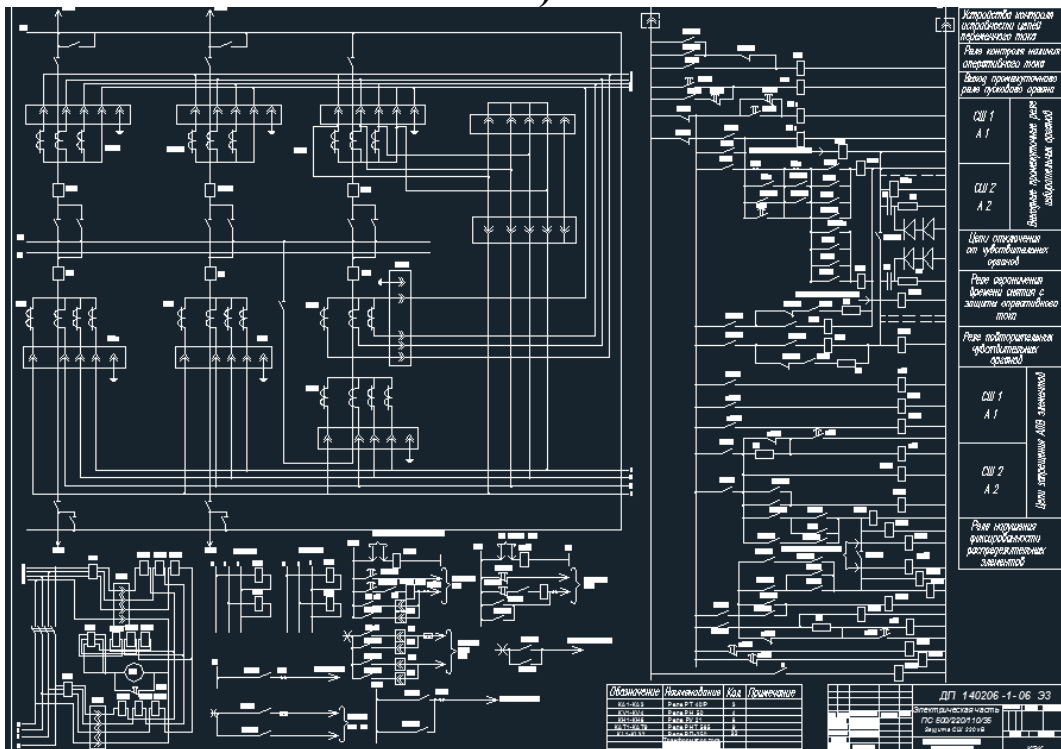
Шиналарни ҳимоялашда қўлланиладиган автоматика қурилмалари шиналарни автоматик тарзда уланишини таъминлайди. Агар шиналар махсус ҳимояларга эга бўлмаса, у ҳолда уларда кучланиш миқдорини тиклаш, озиқлантирувчи бирикмаларининг автоматика қайта улагичлари ёрдамида, амалга

оширилади. Шинани махсус ҳимояси мавжуд бўлса, шиналар учун алоҳида АҚУ қўллаш мумкин. АҚУ Қ ёрдамида шинага дастлаб, битта ўчириб қўйилган озиклантирувчи бирикмани улаб, кучланишни узатиб қўйилади (яъни шинани синаб кўрилади), кейин эса синов муваффақиятли ўтса, қолган бирикмалар ҳам уланади.

АҚУ Қ қурилмасини кўринишларидан бири бўлиб, шиналардаги кучланишни назорат қилувчи АҚУ Қ саналади. АҚУ ни бундай қурилмаси, шиналарда кучланиш йўқ бўлганида, биринчи бирикмаларни уланишига рухсат беради. Қолган бирикмаларни эса, шиналарда кучланиш бўлганида қайта улашни амалга оширади. Кучланишни назорат қилувчи АҚУ Қнинг камчилиги шундаки, биринчи бўлиб уланиши керак бўлган ўчиргич ишламай қолганида, шинани автоматик тарзда қайта улаш мутлақо бўлмайди. Бу камчиликдан шина ҳимоясини қайта ишлашни таъқиқловчи (блокировка билан) АҚУ Қ ҳам тақиқлаш ёрдамчи реле томонидан амалга оширилади. У шинани ҳимояси биринчи марта ишга тушганидан сўнг, ўз-ўзини тўхтатиб олади. Агар ҳимоя қайтадан ишга тушгудек бўлса, у ҳолда кетма-кет уланган ҳимоя контактлари ва қўшимча оралик реледан ташкил топган тақиқловчи занжир ҳосил бўлади. Шинани АҚУ муваффақиятли бўлса, маълум бир вақт ўтгач, ўз-ўзини ушлаб туриш ечилади. 12.7-расм. 220 кВ ли йиғма шиналарни релели ҳимоялаш ва автоматикасини бошқариш панелини умумий кўриниши (а) ва уни уланиш схемаси стенди (б) кўрсатилган.



а)



б)

12.7-расм. 220 кВ ли йиғма шиналарни релели химоялаш ва автоматикасини бошқариш панелини умумий кўриниши (а) ва уни уланиш схемаси стенди (б).

13-БОБ. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИК ТИЗИМЛАРНИНГ БОШҚАРИШНИ ШИКАСТЛАНИШГА ҚАРШИ АВТОМАТИКАСИ

13.1. Шикастланишга қарши автоматиканинг вазифаси ва хусусиятлари

Электр энергиясини ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлаш жараёнлари динамик хусусиятга эга бўлиб, ҳар бир вақт momentiда ишлаб чиқарилаётган ва истеъмолчилар томонидан талаб этилаётган электр энергияни зарурий тенглиги (қувват баланси) ва турли негатив тасодифий таъсирлар билан ҳарактерланади.

Электроэнергетик тизимлар асосан нормал иш режимида ишлайди, бунда технологик режимни асосий параметрлари-кучланиш ва частота юклама узлуксиз ўзгаришида ҳам ўзгармас бўлади, яъни уларнинг қиймати номиналга тенг бўлади. Актив ва реактив қувватларни тақсимоти рухсат этилган қиймат оралиғида бўлади. Нормал иш режими, электроэнергетик объектларни автоматик бошқариш орқали, таъминланади. Нормал иш режимларини таъминловчи автоматик бошқарувни асосий вазифаси - энерго ресурслардан минимал фойдаланиб, электр энергия ишлаб чиқариш, узатиш ва истеъмолчиларни сифатли ҳамда ишончли электр таъминотини амалга ошириш, бошқарилаётган электроэнергетик объектни ишчи ҳолатда бўлишини таъминлашдир.

Электроэнергетик объектлар қисқа туташув, ёки ишлаб чиқарилаётган энергияни (алоҳида агрегатларни) тўхтатилиши, ёки электрэнергияси узатиш тармоқларларини узилиши кўринишидаги тасодифий таъсирлар (негатив таъсирлар) остида шикастланиш режимга ўтиши мумкин.

Шикастланиш режими асосан ишлаб чиқарилаётган электр энергияни кучланиши ва частотасини пасайиши билан ҳарактерланади. Автоматик бошқарувни вазифаси уни сабабларини аниқлаш, бартараф этиш ва нормал иш режимини тиклашдир. Шикастланиш режимида автоматик бошқарув шикастланишга қарши автоматик бошқарув қурилмаси билан амалга оширилади (13.1-расм). Шикастланишга қарши бошқарув натижасида, шикастланишдан кейинги режимга ўтилади ёки, нормал иш режими тикланади.

Турли негатив таъсирлар электр тармоқларлар орқали узатилаётган қувватни сапчиб ўзгаришини юзага келтиради ва электр энергетика тизими иш параметрларини ўзгаришига олиб келади. Динамик турғунлик бузилишини бартараф этиш учун тезкор, интенсив ва қисқа вақтли бошқариш таъсири зарур. Шикастланишга қарши бошқарув тизими қуйидаги асосий функцияларни бажаради:

- Технологик режим параметрларини хавфли ўзгаришлари ёки негатив таъсирларни қайд этиш;
- Шикастланишдан кейинги иш режимини баҳолаш ва эслаб қолиш;
- Негатив таъсирларни оғирлик даражаси ва бошқариш таъсирини зарурлигини баҳолаш;
- Шикастланишга қарши бошқарув таъсири тури, интенсивлиги ва давомийлигини ишлаб чиқиш;
- Бошқарув таъсири интенсивлиги ва уни бошқарилаётган объектга эффектив тадбиқини эслаб қолиш.



13.1-расм. Энергетик бўғинни шикастланишга қарши УПАЭ намунасидаги автоматика қурилмаси шкафини умумий кўриниши.

Электроэнергетик тизимларда шикастланишга қарши бошқарув техника воситаларининг вазифаси - энерготизимда шикастланиш жараёнларини келиб чиқиши ва ривожланишини олдини олиш ва нормал иш режимини тикланишини тезлаштиришдир. Шикастланишга қарши бошқарув техника воситаларига энерготизимни қисқа туташувлардан ҳимояловчи автоматик ҳимоя воситаси, яъни реле ҳимояси қурилмаси киради. Реле ҳимоясини асосий хусусияти шундаки, у узиш зарур бўлган виключателни қаерда жойлашганлигини дарҳол аниқлайди ва унга узиш таъсир сигналини узатади. Реле ҳимояси қурилмалари узилиши зарур бўлган виключателлар ишламасдан қолганда уни резервлайдиган қўшимча автоматик қурилма билан жиҳозланади. У энерготизим энергия манбаси томонидан узилиши зарур бўлган виключателга энг яқин бўлганини узади.

Шикастланишга қарши автоматик бошқарув тизимига автоматик қайта улаш (АКУ) ва захирани автоматик улаш (ЗАУ) қурилмалари ҳам киради (6-Бобга қаранг!).

Ҳозирда технологик режим параметрларини хавфли ўзгариши, яъни белгиланган чегарадан камайиб, ёки ошиб кетишни олдини олувчи шикастланишга қарши автоматика кенг қўлланилмоқда. Улар мустақил ишлайди ва алоҳида энерготизимларни узади ёки улайди, бу билан технологик режим параметрларини хавфли ўзгаришини олдини олади ва уларни технологик параметрлари номинал қийматигача тиклайди. Кучланиш ва частотани белгиланган қийматлардан камайиб ва ошиб кетишини чегараловчи автоматика ҳам қўлланилмоқда. Улар жумласига частотавий автоматик юксизлантириш (ЧАЮ) ҳам киради.

Шундай қилиб энерготизимларда шикастланишга қарши автоматик бошқарувни қуйидаги асосий турларга ажратиш мумкин:

- Оғир негатив таъсирларни енгиллаштирувчи ва бартараф этувчи автоматика-қисқа туташувда узиш, қайта улаш, захирани улаш автоматикаси;
- Энерготизим синхрон турғунлигининг бузилишини бартараф этувчи умумтизим автоматикаси;
- Асинхрон режимни бартараф этувчи автоматика;
- Технологик режим параметрларини рухсат этилмаган ўзгаришини олдини олувчи автоматика.



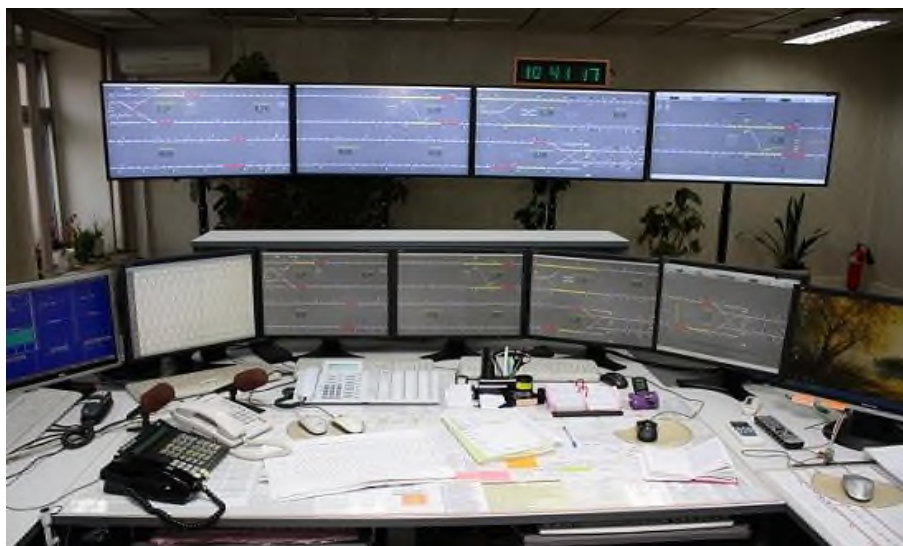
13.2-Расм. Шикастланишга қарши автоматикани функционал схемаси.

13.2-расмда шикастланишга қарши автоматикани функционал схемаси келтирилган (Изох: расмдаги қисқартма сўзларни ёйиб берилиши дарсликни бош қисмида келтирилган).

13.2. Диспетчерлаш ва телемеханизациялаш

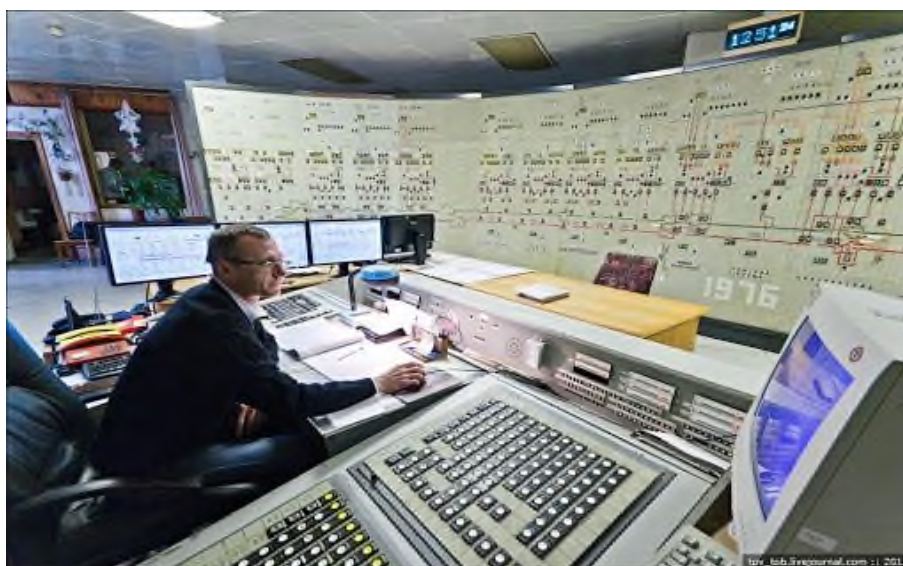
Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш диспетчерлаш ва телемеханизациялаш-масофадан назорат қилиш ва бошқариш билан чамбарчас боғлиқдир. Автоматика ва телемеханикани саноат корхоналарида қўллаш, электр таъминоти объектларини бошқариш самарадорлигини оширади, электрстанция ва подстанцияларда хизмат кўрсатувчи ходимлар сонини камайтиришини таъминлайди, ходимларни нотўғри ҳаракатларини тўғрилаш имкониятини яратади, хизмат кўрсатиш хавфсизлигини ва электр қурилмалар ишончилигини оширади.

Электр таъминотида автоматикани қўллаш электрстанция ва подстанциядаги қурилмаларни бошқаришни марказлаштиришни талаб этади.



13.3.- **Замонавий комплекс ҳолдаги диспетчерлик пультамини кўриниши.**

Саноат корхоналарининг электр таъминотини *марказлаштирилган бошқариш тизими диспетчерлаш деб аталади.* Электр таъминотининг марказлашган диспетчерлик бошқарувини яратиш, диспетчерни электр таъминоти объектларининг ишлаш жараёни тўғрисидаги ахборот билан таъминлашни талаб этади. Бунинг учун, нисбатан кўп сонли сигналларни нисбатан оз сонли узатиш тармоқларлари орқали масофага узатиш имконини берувчи телемеханикани қўллаш керак бўлади.



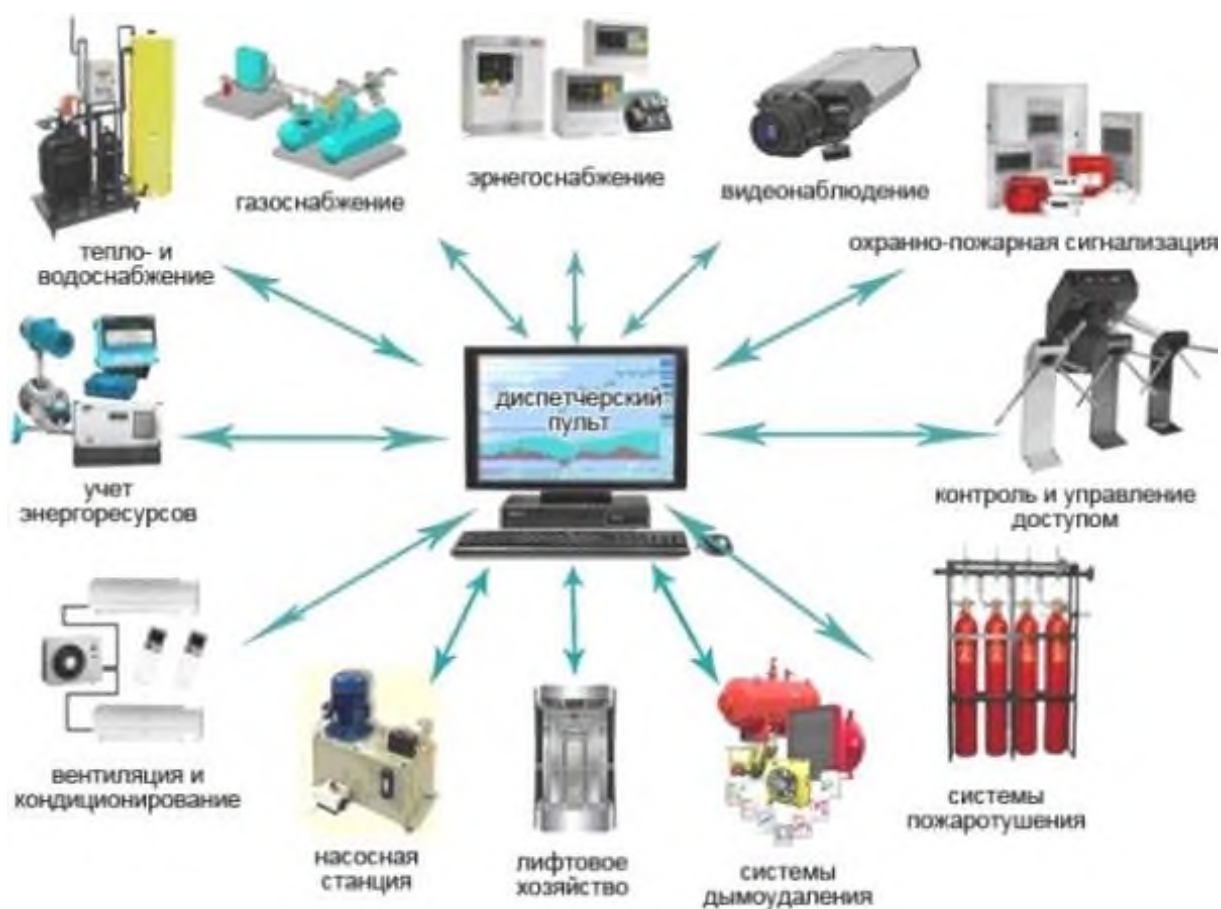
13.4-расм. Диспетчерни бошқариш фаолияти.

Телемеханизациялаш воситаларига-телебошқариш курилмалари, телесигнализация ва телеўлчаш ҳамда электр таъминот манбалари, диспетчерлик пункти ва пультлар киреди.

Телебошқариш (ТБ)-курулмаларни ижрочи механизмларига таъсир этувчи бошқариш сигналларини масофага узатишдир.

Телесигнализация (Ц)-назорат қилинаётган курилмаларни ҳолати тўғрисидаги сигналларни масофага узатишдир.

Телеўлчаш (ТЎ)-курулмаларни иш режимларини характерловчи (кучланиш, ток, босим, ҳарорат ва бошқалар) сигналларни масофага узатишдир.



13.5-расм. Телекоммуникацион бошқарув алоқалари.

Телебошқарув қуйидаги бошқарувлардан иборат:

- Подстанцияларни ўзаро боғловчи тармоқлар ва юқори кучланишли тармоқлардаги узгичларни бошқариш;
- Пасайтирувчи трансформаторларнинг узгичларини бошқариш, агар айрим трансформаторларни белгиланган вақтларда, мунтазам узиш ва улаш лозим бўлса;

- Корхона худудидаги ёритиш тизими тармоқларларига ўрнатилган автоматик узгичларни, контакторларни ёки ишга туширгичларни бошқариш;
- Тарқатиш шиналарини таъминловчи, автоматлаштирилган тўғрилаш агрегатларидаги узгичларни бошқариш.

Телесигнализация билан қуйидагилар назорат қилинади:

- Ҳар бир телебошқарилувчи объектни ҳолати (уланган ёки узилган);
- Бош пасайтирувчи подстанция ва тақсимлаш қурилмаларини кириш ва секция узгичларини ҳолати;
- Маълум катта қувватли электр истеъмолчилардаги узгичларнинг ҳолати, агарда улар жойидан ёки цехдан бошқарилса;
- Назорат пунктидан берилган сигнал билан шикастланиш туфайли узилган подстанция узгичининг ҳолати.

Телеўлаш қуйидаги ўлчаларни ўз ичига олади:

- Бош пасайтирувчи подстанциялар киришидаги тоқларни;
- Электр таъминот тизимининг бош тармоқларларидаги ёки шиналаридаги кучланишни;
- Алоҳида тармоқларлардаги тоқларни;
- Режимли қайта улаш учун телебошқарилувчи трансформаторлар ва ўзгартиргич агрегатларидаги тоқни.

Телемеханизация схемаларини тузишда шу нарсани ҳисобга олиш керакки, бунда телебошқариш узгичларини ўз жойида ҳам (телебошқарув занжири узилган ҳолда) бошқариш (узиш-улаш) имкони бўлсин.

Юқорида санаб ўтилган автоматлаштириш воситалари (ТБ, Ц, ТЎ) ичидан энг содда ва арзон бўлгани-телесигнализацияни қўллаш мақсадга мувофиқ.

Телемеханизация воситалари. Ҳар қандай телемеханика тизими узатиш қурилмаси, қабул қилиш қурилмаси ва уларни ўзаро бирлаштирувчи алоқа каналидан иборат бўлади. Узатиш ва қабул қилиш қурилмалари диспетчерлик пунктида ва бошқарилаётган объектда жойлашган бўлади.

Диспетчерлик пункти (ДП) деб, қурилмаларнинг бошқаришни ва унинг ишини назорат қилиб турувчи диспетчер жойлашган, ҳамда телебошқаришнинг узатиш қурилмалари, телесигнализация ва телеўлчаш қурилмалари жойлашган жойга айтилади.

Назорат қилиш пункти (НП) деб диспетчерлик пунктидан келган буйруқларни бажариш ва сигналларни диспетчерлик пунктига юбориш жойига айтилади. Бунинг учун назорат қилиш пунктига телеўлчаш ва телесигнализация узатиш қурилмалари ва телебошқаришнинг қабул қилиш қурилмалари ўрнатилади.

Сигналларни НП дан ДП га ёки, буйруқ сигналларини ДП дан НП га юбориш алоқа каналлари орқали амалга оширилади.

Электр таъминот тизимида, алоқа каналлари сифатида, симли алоқа тармоқларлари, юқори кучланишли узатиш тармоқларлари ва радио тармоқларлар ишлатилиши мумкин.

ТБ-Ц қурилмаси схемаларининг асосий вазифаси, керакли сигнал импульсларнинг маълум комбинациялари кўринишида кодлаб, уни алоқа канали орқали узатиш ва талаб этилган операцияни бажариш мақсадида қабул қилиш пунктида сигнални декодлашдан (рақамлаштирилган сигналларни аналог сигналларга айлантиришдан) иборатдир.

Қурилма фақат сигнал пайдо бўлгандагина ишга тушиб, сигнал тўхтагандан кейингина тўхташи керак. Бунинг учун ТБ-Ц қурилмалари тизими танлаш хусусиятига эга бўлиши керак.

Танлаш хусусияти деганда, сигнални узатиш учун ҳар хил кўриниш ва формадаги ток импульслари қўлланиши ва қабул қилиш қурилмаси эса фақат ушбу импульсларни қабул қилиши учун созланган бўлиши тушунилади. Бу сигнал эса маълум бир қурилмани ишга тушириши керак бўлади.

ТБ-Ц қурилмасида қўлланиладиган импульсларга ўзгарувчан ток частотаси, ток йўналиши, импульснинг давомийлиги, ток амплитудаси ва импульслар орасидаги вақт киради.

Телемеханика қурилмалари *кўп симли ва кам симли тизимларга* бўлинади. Кўп каналли тизимларда алоқа каналлари сифатида ҳар бир телемеханика (ТБ, Ц, ТЎ) операцияларини бажариш учун алоҳида симга эга бўлган кўп тармоқли кабеллар ишлатилади.

Бу тизим ўзининг соддалиги ва ўта ишончилиги билан ажралиб турсада, бунда ишлатиладиган кабелларга кўп сарф-ҳаражат кетганлиги сабабли, диспетчерлик пункти билан назорат қилиш объекти бир-бирига яқин масофада бўлган корхоналардагина қўлланилади.

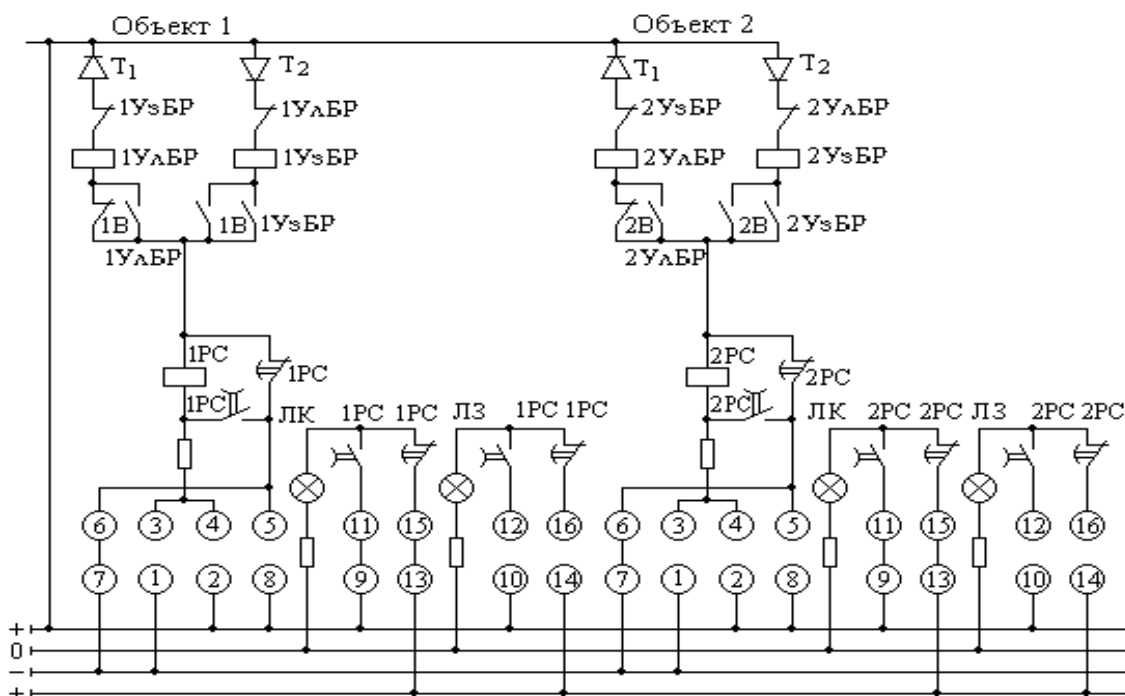
Кам симли тизимларда, ТБ, Ц ва ТЎ операциялари учун, кўп сонли кодланган импульсларни бир жуфт сим орқали узатилади. Шунинг учун бу тизимдан кенг кўламда фойдаланилади. Бунда телемеханика қурилмаларининг сигналлари телефон симлари орқали (телефон сўзлашувларга халақит бермаган ҳолда) узатилади.

Бошқариш схемалари. Икки позицияли объектни сигнализацияси ва бошқарувини амалга оширувчи кўп каналли телемеханика қурилмаси схемасини кўриб чиқамиз (13.6-расм). Бу схемада ҳар бир бошқариш объекти учун бир симли алоқа тармоқлари ва барча назорат пунктлари учун битта умумий бир симли тармоқлар қўлланилган.

Назорат пунктида улашни бошқариш релеси (УЛБР) ва узишни бошқариш релеси (УЗБР) ўрнатилган. Схема токни бир томонлама ўтказиш тамойили асосида тузилган бўлиб, бунда (УЛБР) ва (УЗБР) релелари ярим ўтказгичли тўғрилагичлар T_1 ва T_2 билан кетма-кет уланган.

Ҳар бир бошқарилувчи объект учун олтига ҳолатга эга бўлган махсус калит ўрнатилган. Биринчи объектни бошқаришни кўриб чиқамиз, бунда объект узилган, 2-4 калитнинг контактлари ёпиқ ҳолда, зангори (ЛЗ) лампа ёниқ ва сигнал релеси (1РС) уланган ҳолда турибди.

Бошқариш калитини «уланган» ҳолатига ўтказамиз. Бунда 5-8 калитнинг контактлари ёпилади ва узгич (1В) нинг блок-контактлари орқали реле (УЛБР) ишга тушиб, объектни ишга туширувчи қурилмага импульс беради. Бошқариш калити «уланган» ҳолатига ўтади, реле (УЛБР) узилади, 9-ИИ контактлари эса қизил сигнал лампасини (ЛҚ) улайди.



13.6-Расм. Телебошқарув ва телесигнализация схемаси.

Токни чегараловчи қўшимча қаршилик P_k туфайли реле (1УзБР) ишга тушмайди. Бошқариш калитини «узилган» ҳолатига ўтказамиз. У ҳолда калитнинг 6-7 контактлари уланади ва реле (1РС) нинг контактлари орқали қўшимча қаршилик шунтланади. Объектни масофадан бошқариш занжиридаги реле ишга тушиб объектни узиб қўяди.

Бошқариш калити «уланган» ҳолатида бўлганда, агар объект шикастланиш туфайли ўчирилса, сигнал релеси (1РС) узилади ва қизил сигнал лампаси (ЛК) ўчиб-ёниб туради, бу схемада номутаносиблик (объект ўчирилган, лекин бошқариш калити «уланган» ҳолатида турибди) борлигини кўрсатади. Ҳозирги кунда контактли телемеханика қурилмалари ўрнига контакtsiz қурилмалар ишлатилмоқда.

Саноат корхоналарининг электр таъминотини назорат қилиш учун мўлжалланган «Энергоконтрол-2020» тизимини блок-схемаси 13.7-расмда келтирилган.

Актив ва реактив энергия импульсли ҳисоблагичлари (АЭИХ ва РЭИХ), узлуксиз киловатт-соат ва киловольт-амперларда, вақтли хотира қурилмалари (ВХҚАЭ ва ВХҚРЭ) га маълумот узатади.

Улар ўз навбатида, ушбу маълумотларни йиғиш ҳисоблагичлари (ЯЭ ва ЙРЭ) га узатади. Шу билан биргаликда, ҳудудда жойлашган актив ва реактив энергия ҳисоблагичларга ҳам сигнал берилади.

Вақт бўйича хотира қурилмаси бошланғич импульс бўлаклагичи (БИБ) га ҳам маълумот беради, бундан икки блок-ҳисоблагичлар (БХАЭ ва БХ тг α) га импульс берилади.

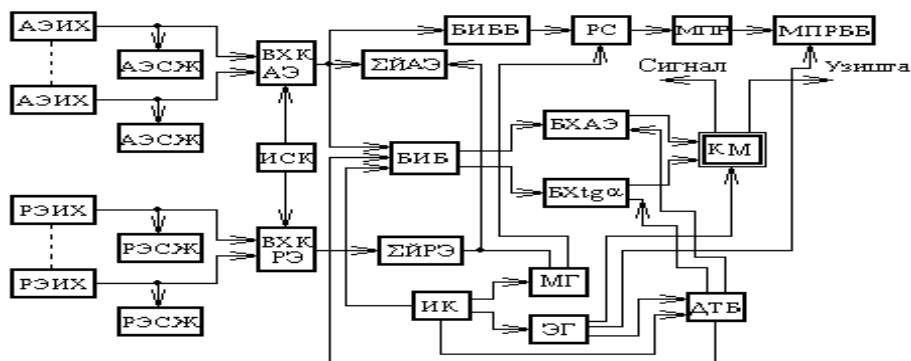
Биринчи блок-ҳисоблагич (БХАЭ) ҳар минутда актив юкламани ортиб кетишини, ёки камайиб кетишини назорат қилади ва уни дастурлаштирилган қиймат билан солиштиради. Иккинчи блок-ҳисоблагич (БХ тга) эса, юклама эгри чизиғини берилган қийматга нисбатан оғишини текширади.

Бу иккала блок-ҳисоблагич ҳам 15-минутли максимумни назорат қилувчи «Максимум қўриқлагич» (МК) га сигнал беради, у бўйича энерготизим билан ҳисоблашлар бажарилади.

Агар юклама тегишли, ўрнатилган максимал қийматдан ортиб кетса, МК огоҳлантирувчи сигнал беради, кейин эса дастур бўйича, маълум бир қисм юкламани узиб қўяди. Юклама ҳар 15 минутда марказий печатловчи регистр (МПР) орқали қайд қилиб борилади, уни бошқариш эса бошқариш блоки (МПРББ) орқали амалга оширилади. Бунда бошланғич импульс бўлаклагичи (БИБ) 15 минутлик актив ва реактив юкламани шакллантиради ва уларни регистр ҳисоблагичга узатади.

Марказий печатловчи регистр (МПР) да актив ва реактив энергия сарфи, компенсацияловчи қурилмаларнинг реактив энергия ишлаб чиқиши ва қувват коэффиценти қиймати йилнинг ҳар қандай 15 минути учун қайд қилиб борилади.

Қурилмани баъзи бир бўғинларини бошқариш учун, ишга тушириш қурилмалари (ИК) қўлланилади, улар келтирилган блок схемада механик (МГ) ва электрон (ЭГ) сигнал генераторлари орқали ҳаракатга келтирилади.



13.7-Расм. «Энергоназорат-2020» тизимини блок схемаси. (Изоҳ: расмдаги қисқартма сўзларни ёйиб берилиши дарсликни бош қисмида келтирилган).

13.3. Сигнализация ва назоратни бошқариш

Электр энергиясини ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлашда қўлланиладиган қурилмаларни бошқаришни қуйидаги турлари мавжуд:

- Жойида бошқариш;
- Автоматик бошқариш;
- Масофадан бошқариш.

Масофадан бошқариш, бу бир неча юз метр масофадан бошқариш бўлиб, операторни бошқариш пультадан туриб махсус калитни улаш, ёки узиш билан узгич юритмасини ҳаракатга келтириш орқали амалга оширилади. Масофадан бошқариш (МБ) схемасини ишончлилиги-доимий назоратда турувчи бошқариш занжири ва аппаратларни созлигига боғлиқ.

Навбатчи ходим қараб турадиган электр станцияси ва йирик подстанциялардаги электр ускуналари одатда, масофадан бошқарилади. Бир-биридан узоқ масофада жойлашган объектларни, марказий диспетчерлик пунктдан туриб марказлаштирилган ҳолда бошқариш учун, телебошқариш қурилмаларидан фойдаланилади.

Кўпчилик ҳолларда бошқариш учун автоматлаштириш воситалари, масалан, ЗАУ, АҚУ ва бошқалар қўлланилади.

Сигнализациянинг қуйидаги *асосий турлари мавжуд*:

- Узгичлар, ажратгичлар ва баъзи бошқа аппаратлар қандай оператив ҳолатда турганлигини билдирувчи сигнализация. Бу сигнализация туфайли, ходимлар исталган вақтда бошқариш шитидаги бутун схеманинг қандай ҳолатдалигини кўриб туради;
- Узгичларнинг автоматик узилганлиги (реле ҳимоясининг ишга тушганлиги) тўғрисида хизматчи ходимларни хабардор қилувчи шикастланиш сигнализацияси;
- Қурилманинг бирорта қисмида рўй берган хавфли иш режимининг характери ва унинг вужудга келиши тўғрисида хизматчи ходимларни хабардор қилувчи огоҳлантириш сигнализацияси;
- Турбогенераторлар ишини ростлаб турувчи, фармойиш-буйруқлар берувчи буйруқ сигнализацияси.



13.8. Сигнализацияни бажарувчи қурилмалар мажмуи.

Ҳолат ва шикастланиш сигнализацияси масофадан бошқарилувчи узгичлар ва баъзи бошқа аппаратлар билан электрик боғланган бўлади. Оператив аппаратларнинг махсус юритмалар (электромагнитли, электромоторли, пневматик ва бошқалар) ёрдамида масофадан бошқарилади. Шу билан бирга, юритманинг иш режимини бошқарилиши, бошқариш шитларига ўрнатилган бошқариш калитлари ёрдамида амалга оширилади. Бошқариш занжирлари ва уларга боғланган сигнализацияни энергия билан таъминлаш учун, ўзгармас ёки ўзгарувчан токдан фойдаланилади. 13.8-расмда сигнал бериш учун хизмат қиладиган асбоблар мажмуаси кўрсатилган.

Асосан бошқариш ва сигнализация аппаратлари, шунингдек ўлчаш асбоблари ўрнатиладиган бошқариш шити бир неча панелдан иборат бўлади. Панелларнинг олд томонига мнемосхемалари (бутун қурилма ёки унинг бир қисми бирламчи занжирини бир тармоқларли схемасининг шартли тасвири) чизилади. Мнемосхемаларнинг тармоқларси, одатда, металл ёки пластмасса-тасмалардан тайёрланиб, панел устига маҳкамланади. Статик аппаратлар, машиналар ва трансформаторлар мнемосхемада ҳам чизмада кўрсатилгандек тасвирланади, оператив аппаратлар (узгич ва ажратгичлар) эса бошқариш калитлари, сигнал лампалари ва махсус сигнал асбоб-кўрсаткичлари билан алмаштирилади.

Энерготизимнинг кучланишига қараб, мнемосхема турли рангларга бўялади. Мнемосхема кўргазмали қўлланма бўлиб, оператив қайта улаш пайтида хизмат кўрсатувчи ходимларнинг тўғри ишлашига ёрдам беради.

Бошқариш тизимида марказий шикастланиш ва огоҳлантириш сигнализацияси учун битта, ёки бир неча панел ажратилади.

Панелларнинг олд томонида сигнал лампалари, ёзувли ёруғлик таблоси, сигнал релелари, кнопкалар бўлиб, кнопкалар ёрдамида сигнализация ва бошқа асбоблар иши текшириб кўрилади. Бошқариш ва сигнализация панелининг орқа томонига симлар ва клеммалар жойланади.

Бошқариш шити устига жойлашган ва унинг ҳамма панеллари бўйлаб ўтувчи сигнализация, шиначалари ёрдамида бошқариш ва сигнализация аппаратлари ўзгармас ток билан таъминланади, ҳар хил сигнализация импульслари бир элементдан иккинчисига узатилади.

Кузатиб турувчи ходимларнинг эътиборини қандайдир сигнал қурилмаси таъсирига жалб қилиш учун товуш, ёруғлик ёки мимика (имо-ишора) сигнализаторлари ишлатилади.

Товуш сигнализаторлари (электр сиреналари ва кўнғироқлар) дан шикастланиш ва огоҳлантириш сигнализациясида фойдаланилади, улар сигнализацияда бутун қурилманинг умумий (марказий) сигнали вазифасини бажаради.

Сирена сигнали қурилманинг бирор узгичи автоматик узилганлигини, кўнғироқ сигнали эса қурилманинг бирор қисмида хавфли иш режими ҳосил бўлганлиги тўғрисида, навбатчиларга дарак беради.

Ёруғлик сигнализаторлари сигнал лампалари ва ёруғлик таблоларидан яқка (маҳаллий) сигналлар сифатида фойдаланилади.

Рангли ёруғлик фильтрли сигнал лампалари масофадан бошқариш схемаларида узгичларнинг ҳолати тўғрисида сигнал бериш учун қўлланилади. Улар шитдаги бошқариш калити олдига ўрнатилади.

Қизил фильтрли лампа «уланган» ҳолатини, кўк фильтрли лампа эса «узилган» ҳолатини билдиради. Тармоқдан узилган жиҳозларни шикастланиш сигнализацияси схемасида кўрсатиш учун сариқ фильтрли сигнал лампалари қўлланилади.

Ёруғлик таблоси вужудга келган хавфли иш режимининг ўрни ва характерини кўрсатиш учун огоҳлантириш сигнализацияси схемаларида ҳам да бошқа баъзи ҳолларда ишлатилади. Табло сигнализация панелига ўрнатилиб, огоҳлантириш сигнализацияси импульсларининг тегишли датчиклари билан бирлаштирилади. Айрим ҳолларда ёруғлик таблони бошқариш панелларига ўрнатилади.

Датчикдан импульс биратўла умумий товуш сигналига ҳам ва якка таблога ҳам келиб, лампа ёнади ва ундаги ёзувни ёритади.

Имо-ишора (мимика) сигнализатори электромагнитли асбоб кўрсаткич бўлиб, ажратгичлар ҳолатини бошқариш шитидаги мнемосхемада кўрсатади.

Сигнализаторлар жумласига сигнал релеси (кўрсаткич реле) ҳам киради. Реле ишга тушганда кўрсаткич байроғи тушиб кетади, улар табло билан бир қаторда огоҳлантириш сигнализацияси қурилмаларида индивидуал кўрсаткич сифатида ишлатилади. Сигнал релеси контактларидан шикастланиш ва огоҳлантириш сигнализацияси тизимида товуш ва ёруғлик сигналлари занжирини туташтириш ва ажратиш учун фойдаланилади.

Огоҳлантириш сигнализацияси қурилманинг ва унда қўлланиладиган машиналар ҳамда трансформаторларнинг характери, электр тармоғи схемасининг хусусиятлари ва бошқа шароитларга қараб, сигнализацияни ишга туширувчи электр импульсларни узатувчи жихозлари (датчиклари) бўлган қурилма элементларида қўлланилиши мумкин.

Қуйидагилар импульс датчиклари жумласига киради:

-кучланиш релеси-нейтрали изоляция қилинган электр тармоқларининг изоляцияси шикастланганда ва битта қутби ерга туташганда ишга тушади;

-ўта юкламадан ҳимоя қилувчи максимал ток реле ҳимоя қурилмаси-трансформатор ва генераторларнинг юкламаси ортиб кетганда ишга тушади;

-газ релелари-трансформаторларда ички шикастланиш рўй берганда ва уларда мой камайиб кетганда ишга тушади;

-термосигнализаторлар-трансформатор мойи ҳаддан ташқари қизиб кетганида ишга тушади.

Датчиклар ўзларига уланган сигнал, ёки оралик релеларни ишга туширади, улар ишга тушиб, сигнал занжирларини улайди.

Огоҳлантириш сигнализациясининг электр қўнғироғи бўлади. Оддий қурилмаларда рўй берган хавфли иш режимининг ўрни ва характери кўрсаткич релесининг (хусусий сигнализация) тушиб кетган байроқчасига қараб аниқланади. Трансформатор, генератор ва бошқа элементлари кўп бўлган мураккаб қурилмаларда хусусий сигнализация ёруғлик таблолари ёрдамида амалга оширилади.

Навбатчи товуш сигналини эшитиб, уни ўчиради ва хусусий кўрсаткичларга қараб, сигнализациянинг ўрни ва ишга тушиш сабабини аниқлайди.

13.4. Автоматлаштириш тизими ва элементларини ишончлилиги

Автоматлаштириш тизими ва элементларини ишончлилиги - тизимнинг берилган вазифаларни тўла бажариш қобилияти, тизимнинг бетўхтовлиги ва узоқ муддат ишлаши орқали белгиланади.

Бетўхтовлиги - тизимнинг ишлатиш жараёнида берилган вақт давомида тўхташларсиз ишлай олиш қобилиятидир.

Узоқ муддатлилиқ - бу тизимнинг иш қобилиятини охири ҳолатгача сақлай олиш хоссасидир. У табиий ва маънавий эскириш омиллари билан белгиланади ва тизимнинг хизмат қилиш муддати билан аниқланади.

Тизим ишончлилигининг оптимал даражасини ўрнатиш ва таъминлаш мураккаб ва масъулиятли вазифадир, чунки электр энергетикаси тизимини бошқариш автоматлаштиришни кўп функцияли тизимига киради, унинг таркибида кўп техник қурилмалар ва аппаратлар ҳамда оператор ходим бўлади. Бунда бир томондан айрим вазифаларни бажаришда бир нечта қурилмалардан фойдаланиши мумкин, иккинчи томондан, айти бир қурилмани бир нечта вазифани бажарувчи ўрнида фойдаланиш мумкин. Тизимларнинг кўплиги ҳам катта аҳамиятга эга. Бу тизимнинг ишончлилигини айрим қисм тизимлар ва қурилмалар ишончлилигидан юқорироқ тутишга имкон беради. Оператор ходимларининг бўлиши берилган вазифаларни умумий ишончлилигини ошириш ҳам мумкин, ходимлар техник қурилмалар билан изчил ишлаган ҳолда, ишончлилигини камайтириш ҳам мумкин.

Реал қурилманинг узликсиз ишлаш вақти берилган қийматдан юқори бўлиши керак, яъни $\tau > \tau_0$ шарт бажарилиш керак. Агарда $P(\tau)$ - берилган вақт давомидаги узлуксиз ишлаш эҳтимоллиги, $q(\tau) - \tau_0$ вақт давомида тўхташ эҳтимоли, бўлса қуйидаги тенглик ўринли бўлади.

$$q(\tau) \leq 1 - P(\tau) \quad (13.1)$$

Берилган τ_6 вақт оралиғида $p(\tau)$ эҳтимоллик

$$P_{(\tau)} = e^{-\frac{\tau_b}{\tau_{yp}}} \quad (13.2)$$

формула бўйича ҳисобланади. Ўртача тўхтовсиз ишлаш вақти куйидагича аниқланади.

$$\tau_{ypK1} = K\lambda \quad (13.3)$$

Бу ерда: K - қурилманинг тўхтаб қолиш жадаллиги, λ - қурилманинг юкланиш коэффиценти. Қурилманинг тўхтаб қолиш жадаллиги унинг паспортида келтирилган.

Ишончилиликни оширишнинг асосий усуллари - ишлаб чиқариш босқичида кўзда тутилган заҳиралаш ва фойдаланиш даврида сифатли техник хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш ҳисобланади. Заҳиралашни функционал ва тузилмавий турлари мавжуд.

Функционал заҳиралаш тизимга ўзаро бир-бирини тўлдирувчи вазибаларни киритиш билан таъминланади, масалан, аналогли ва рақамли қайд этиш, қўлда ва масофадан туриб бошқариш, асбоблар ёрдамида ва дисплейда назорат қилиш.

Тузилмавий заҳиралаш, бошқаришнинг энг муҳим вазибаларини бажаришда, қурилмаларни параллел ўрнатишни назарда тутади. Тузилмавий заҳиралашни куйидаги турлари бор: ишчи қурилмалар тўхтаганда заҳира қурилмаларини автоматик улаш; олдиндан монтаж қилинган заҳира қурилмани коммутацион алоқаларнинг ўзгариши ҳисобига улаш; носоз қурилмани ечиб олиш ва уни заҳирадаги билан алмаштириш.

Техник хизмат кўрсатишни ва таъмирлашни ташкил этиш, бир томондан, қурилмаларнинг ишончилиги тўғрисидаги маълумотларни, юз бериши мумкин бўлган тўхташларни олдиндан айтиш мақсадида тўплаш ва таҳлил қилиш, иккинчи томондан эса - оптимал даврийликни бошқариш ва назорат ўлчов асбобларини таъмирлаш ишлари ҳажмини ишлаб чиқиш ва таъминлашни кўзда тутади.

Электр энергетикаси тизими ва қурилмаларини автоматик бошқариш тизимларига техник хизмат кўрсатиш, таъмирлашлар орасидаги даврда, ишончилилик кўрсаткичларини керакли даражада тутиб туришнинг асосий усули ҳисобланади.

У тизимнинг айрим қурилмаларини иш қобилиятини тест сигналлари бўйича текширишни, қурилмаларни тозалашни, қурилмаларни айрим элементларини созлашни, контактларни ва бошқа мосламаларни ишлаш қобилияти ва ишончилигини текширишни назарда тутди.

Техник хизмат кўрсатиш даврида ўтказиладиган таъмирлаш ишлари жорий таъмирлаш дейлади, улар электротехник қурилмаларни бошқариш тизими ва элементларининг иш қобилиятини таъминлаш ёки тиклаш учун бажарилади. Ишончилик кўрсаткичларини тўла тиклаш учун тизимнинг барча қисмларини таъмирлагандан сўнг уни текшириб кўриш зарур.

14-БОБ. МИКРОПРОЦЕССОРЛИ РЕЛЕ ҲИМОЯЛАР

14.1. Умумий маълумотлар

Ишлаб чиқариш саноатларида ва электр тармоқларида ишлатилаётган реле ҳимояси қурилмаларининг кўп қисми аналог электромеханик ва статик релелардан иборатдир. Рақамли реле ҳимояси қурилмалари бор–йўғи тахминан 10-20 % ни ташкил этади. Кўп йиллик олиб борилган тажрибалар ва кузатишларни кўрсатишича, **аналог ҳимоя воситаларини** юқори даражадаги аниқликда ишлашига эришиш учун жуда кўп маблағлар ва уни ишлатиш учун хизматчи ходимлар зарур бўлади. Ундан ташқари, аналог реле ҳимояси воситаларини характерли хусусиятларига ҳамда камчиликларига, уларни энерготизимни тўла-тўқис автоматлаштиришига бериладиган халақитлари ва ноқулайликлари киради.

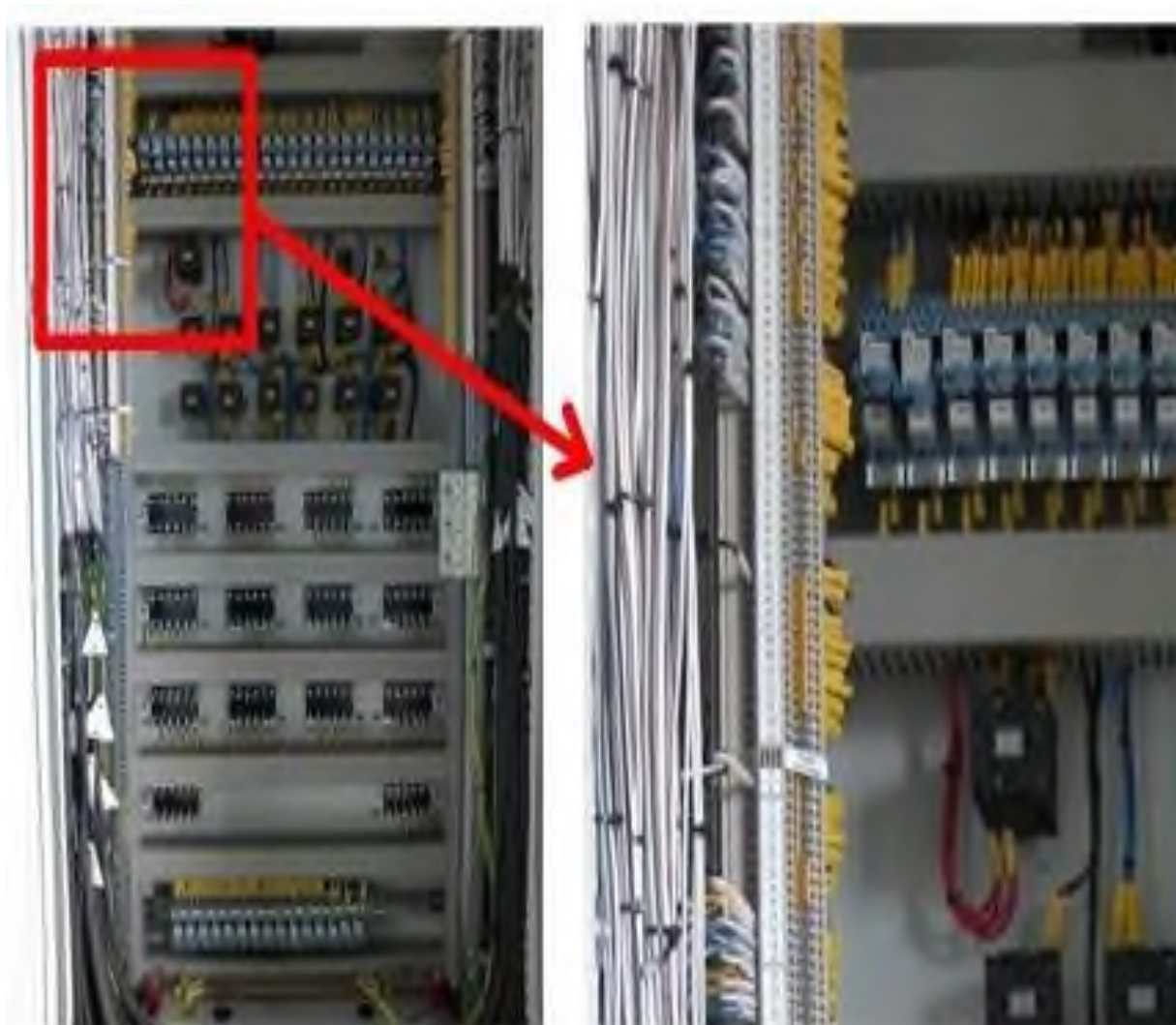
Умумий камчиликлари қуйидагилардан иборат:

- фазалараро ҚТ ларни бартараф қилиш учун кўп вақт керак бўлади, яъни айниқса, энергия манбалари ёнида шикастланиш рўй бергудек бўлса, танловчанлик поғоналарини кўплиги, АҚУ дан сўнг кўп электр қурилмаларида реле ҳимоясини тезлаштиришлар йўқлиги, шиналарда эса мантиқий ҳимояларни мавжуд эмаслиги;
- АҚУ қурилмаларидан кўп маротаба фойдалана олинмаслиги, жумладан юқорида айтиб ўтилган АҚУ дан кейинги ҳимояни тезлашиши йўқлиги сабабли;
- токсиз паузада шикастланган қисми бошқариладиган ажраткичлар ёрдамида автоматик тарзда ажратиб олишида катта қийинчиликлар туғилиши;
- иккита озуқа манбидан таъминланадиган тармоқлар ва тармоқ АЗУ лари учун зарур бўлган реле ҳимоясининг ишга тушириш уставкаларини автоматик тарзда электр тармоғининг озикланиш режимлари ўзгарган пайтларда, ўзгартира оладиган қурилмаларни бажарилишининг қийинлиги;
- бир фазали ерга туташувлардан самарали реле ҳимоясининг йўқлиги.

Электр таъминоти тизимининг **ишончлилигини оширишнинг усуллари**дан бири бу рақамли реле ҳимоясига ўтиш ва ва уни қўллашдир (яъни микропроцессорли релели ҳимоялашга)

Ҳозирги пайтдаги замонавий рақамли қурилмалар кўп вазибаларни ўз ичига қамраб олган: шикастланишларнинг ҳар қандай кўринишларида релели ҳимоялаш ва анормал режимларни баргараф қилиш, захирадаги озиқлантириш манбаини автоматик улаш, шикастланган ҳудудни автоматик аниқлаш ва ажратиб олиш, бошқа турдаги бошқаришларнинг автоматик қурилмаларини шикастланишда ва шикастланишдан кейинги режимларда ажратиш, электр катталикларни ўлчаш, ёзиб бориш, коммутацион аппаратларни тезкор ва дастурлаштириб бошқариш, шикастланиш натижасида ўчирилган тармоқлардаги шикастланган жойни аниқлаш ва ҳ.к.



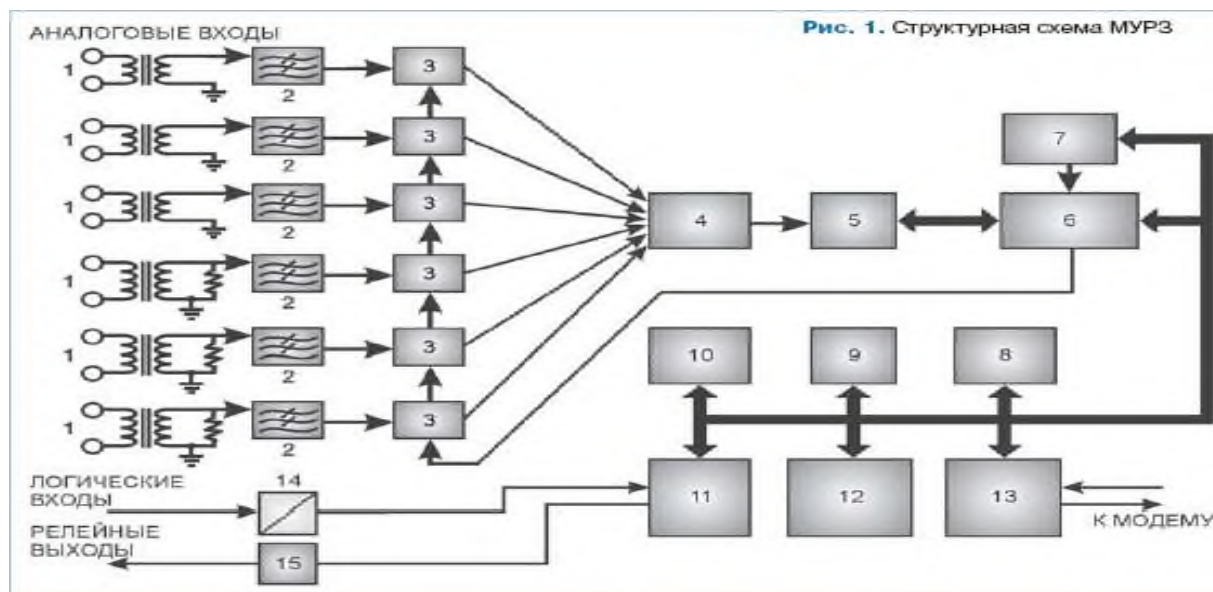


14.1. Микропроцессорли реле ҳимояси қурилмаси шкафининг олди (а) ва орқа (б) томонидан кўриниши.

Бундай рақамли қурилмалар кўп функцияли дейилади. Фақатгина битта вазифани ток релеси, кучланиш, вақт релеси бажара оладиган алоҳида релелардан тўплаб қилинган анъанавий реле ҳимоясилардан фарқли равишда, рақамли РЗ дан фойдаланилганда муаммолар комплекс ҳал қилинади. 14.1-расмда Рақамли ҳимоя қурилмасининг микросхемалари жойлашган шкафини олди ва орқа томонидан умумий кўриниши кўрсатилган.

Рақамли реле ҳимояси кўп функцияли имкониятларидан ташқари, яна узлуксиз равишда ўз-ўзини автоматик равишда текшириб туради, ходисаларни эслаб қолади, ЭХМ ва алоқа каналлари орқали масофадан туриб назорат қилиш ва тезкорлик билан созлашни ўзгартириш каби хусусиятларга ҳам эгадир.

Рақамли реле ҳимоясиларнинг бундай афзалликлари уларни тақсимловчи электр тармоқларини автоматлаштиришда келажаги яхши эканлигини кўрсатади.



14.2-расм. Микропроцессор релели ҳимоя қурилмаларининг структуравий схемаси.

1-ички ток ва кучланиш трансформаторлари, 2-антиалиазинг филтрлар, 3-танлаш ва хотирада сақлаш занжирлари, 4-мультиплексор, 5-аналог-рақамли ўзгартиргич (АРЎ), 6-микропроцессор, 7-таймер, 8-электрик хотрани ўчириш ва эслаб қолиш қурилмаси, 9-оператив хотира (RAM), 10-доимий хотира қурилмаси (ROM), 11-мантикий кириш ва чиқишлар, 12-клавиатура ва дисплей, 13-серияли порт, 14-оптронлар, 15-чиқиш релелари.

Рақамли қурилмаларни қўллаш тажрибаси шуни кўрсатадики, бундай жиҳозларни тайёрлаш ва ишлатиш учун қилинган сарф-ҳаражатлар бир неча йил ичидагина электр энергиясида узилишлар билан боғлиқ бўлган зарарларни камайиши, ва шундан келиб чиққан ҳолда, электр таъминоти корхоналари томонидан бу зарарни қоплаш учун кетадиган ҳаражатларни қисқартириш ҳисобига ўз-ўзини оқлайди. Рақамли реле ҳимоясидан фойдаланиш, реле ҳимоясига хизмат кўрсатиш учун ҚТ ларда тезкорлик билан баргараф этилиши туфайли, электр жиҳозларни шикастланишлар саноғини камайиши ва хавfli нонормал режимлардан электр жиҳозларини ҳимоясини профилактика қилиш ҳаражатларида қўшимча иқтисодий тежамкорликка эришиш имкониятларини беради.

Рақамли реле ҳимояси аппаратларини пайдо бўлишида, реле ҳимояси йиллар давомида ишлатилиб келган анъанавий реле ҳимояси воситалари бўлиши, ярим ўтказгичли (аналог) ва электромеханик релелардан фойдаланилишидан воз кечиш керак дегани эмас. Агар ҳимояни электромеханик реле ёрдамида етарлича сезгир, тезкор, танловчан ва ишончли бажара олиш имконияти мавжуд экан, ундан албатта фойдаланиш керак. Барибир ҳозирча электромеханик релелар рақамли қурилмаларга нисбатан бирмунча арзон. Электромеханик элементларни ишлатиш бўйича катта тажриба бор, бу релеларни таъмирлаш ва ростлаш учун махсус асбоблар мажмуаси ва захира қисмлари бор, ҳамда уларга хизмат кўрсатиш учун замонавий, ихчам қурилмалар мавжуд. Жиҳозларни реконструкция қилишда техник-иқтисодий ҳисоблашлар орқали, ёки анъанавий реле ҳимояси воситаларидан фойдаланиш танлаб олинади, ёки рақамли. Бу танлов ўз-ўзини оқлаш муддати кўрсатгичи бўйича бажарилади.

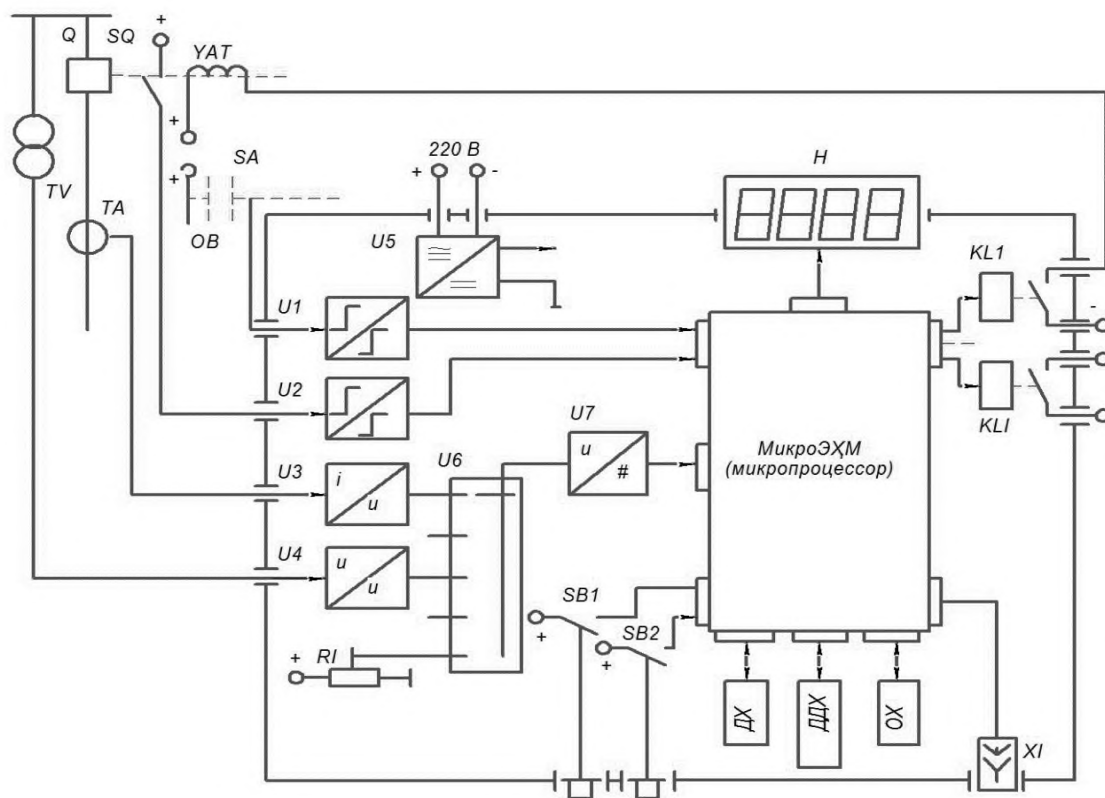
Турли хил фирмалар томонидан ишлаб чиқарилган замонавий рақамли қурилмалар, кўп томонидан бир-бирларига ўхшашдир ва уларни тавсифлари ҳам жуда яқин. Масалан, ўлчовчи ток ва кучланиш трансформаторларидан истеъмол қилаётган кувват $0,1 \div 0,5$ ВА ни ташкил этади, Аппаратларни хатоликлари $2 \div 5$ % оралиғида, ўлчаш органларининг қайтиш коэффициентлари $0,96 \div 0,97$ га тенг.

Реле ҳимояси қурилмаларидаги ахборотларга ишлов беришнинг рақамли усуллари, улардаги ҳимояларни бажаришда қандайдир янгича тартиб қоидаларни пайдо бўлишига олиб келмоқда, аммо реле ҳимоясини ишлатиш сифатлари тубдан яхшиланди.

Турли хил мақсадларда фойдаланиладиган реле ҳимояси қурилмалари бир-бирларига ўхшаш жойлари кўп, уларни схемалари бир-биридан кам фарқ қилиб, 15.3-расмда келтирилган схема кабидир. Рақамли қурилмаларнинг марказий бўғини бўлиб микро ЭҲМ ҳисобланади. У, ўзининг киритиш ва чиқариш қурилмалари орқали, бошқа бўғинлар билан маълумотларни алмашади. Бу қўшимча бўғинлар ёрдамида микро ЭҲМ (микропроцессор) ни ташқи муҳит билан туташтиради: дастлабки ахборотни қабул қилувчи датчиклар билан бошқарув объекти, операторлар ва ҳ.к. лар билан.

Реле ҳимоясининг рақамли қурилмасида, бир нечта микропроцессорлардан фойдаланиб, уларнинг ҳар бири қўйилган умумий масаланинг алоҳида битта қисмини бажаради ва шу билан юқори даражада тезкорликни таъминлайди.

Рақамли реле ҳимоясининг асосий бўғинлари бўлиб, кириш И1...И4 ва чиқиши, КЛ1...КЛ сигнал ўзгартиргичлари, аналог-рақам ўзгартиргичлари И6, И7 операторларидан олинган ахборотни киритиши ва бошқариш кнопоклари SB1, SB2, ахборотни акс эттирувчи дисплей Н ва озуқа блоки И5 саналади. Замонавий рақамли қурилмалар, қоидага биноан бошқа қурилмалар билан алоқада бўлиши учун, коммуникацион порт билан қуроллантирилган.



14.3-расм. Рақамли ҳимоя қурилмасини ишлаш қондасини тушунтирувчи схема ДХҚ, ҚДХҚ, ТХҚ – мос ҳолда доимий хотирлаш қурилмаси, қайта дастурланувчи доимий ва тезкор хотира қурилмалари.

Санаб ўтилган бўғинларнинг асосий вазифаларини кўриб чиқамиз.

Киришдаги ўзгартиргичлар қурилманинг ички ва ташқи занжирларини гальваник ажралишини таъминлайди.

Улар бир пайтнинг ўзида, назорат сигналларини ягона кўринишга, қоидага биноан кучланиш сигналларига ва меъёрлашган даражага келтиради, аналог-рақам ўзгартиришлари олдидан кириш сигналларини частотасини филтрлайди ҳамда курилманинг ички элементларини турли халақитлардан ва ўта кучланишлардан ҳимоялайди. Амалда кириш сигналларини аналог (И3,И4) ва мантикий (И1,И2) ўзгартиргичлари мавжуд. Улардан биринчиси назорат қилинаётган узатиш тармоқларли (ёки ноузатиш тармоқларли, аммо маълум бир қонуният бўйича ўзгарадиган) сигналларни, уларни бутун ўзгаришлари оралиқларида узатишни таъминлайди. Иккинчиси эса, аксинча назорат қилинаётган сигналлар бўлиши мумкин бўлган оралиқнинг тор соҳасидагина сезгирдир.

Чиқишдаги ўзгартиргичлар релелар ёрдамида бажарилган. Ҳимояланаётган объектга реленинг таъсири, анъанавий равишда, бошқарувчи сигналларни дискрет кўринишда узатишни амалга оширади. Бунда ҳимоя курилмасининг чиқишдаги занжирлари коммутацияланган занжирларни ҳам ўзаро, ҳам реле ҳимояси курилмасининг ички занжирларига нисбатан гальваник узилишни таъминлайдиган қилиб бажарилади. Чиқиш ўзгартиргичлари керакли бўлган уланиш қобилятига ва умумий ҳолда эса уланган занжирларда кўзга яққол ташланадиган узилишларни бажариш имкониятига эга бўлиши керак.

Аналог-рақам ўзгартириш тракти ўз ичига мультиплексор И6 ва хусусан аналог-рақамли ўзгартиргични (АРЎ) И7 ни олади. Мультиплексор(электрон коммутатор) навбатма-навбат АРЎ киришига назорат қилинаётган сигналларни узатади. Мультиплексордан фойдаланиш, АРЎ ни бир неча каналлар учун қўллаш имкониятини беради. АРЎ да кириш сигналининг лаҳзалик қийматларини, унга пропорционал бўлган рақамли сигналларга ўзгартирилади. Ўзгартириш олдиндан белгилаб берилган даврийлик бўйича амалга оширилади. Ундан сўнг микро ЭХМ да назорат қилинаётган сигналларнинг интеграл параметрлари-амплитудалари, ёки таъсир этувчи қийматлари ҳисобланади.

Озиқлантириш блоки (ОБ) кўриб чиқиладиган курилманинг барча бўғинларини, озиқлантираётган тармоқ кучланишини, ҳар қандай ўзгаришларида ҳам мўтаъдиллашган кучланиш билан таъминлаб туради.

Қоидага кўра бу блокда, кўшимча қатор сигналлар шаклланиб, улар микро ЭХМ ни ва айрим бошқа электрон қурилмаларни бўғинларини озиқлантирувчи кучланиш пайдо бўлган, ёки йўқолган лаҳзаларда нотўғри ишлашига йўл қўйилмайди.

Дисплей ва клавиатура (SB1, SB2 кнопкалар) ҳар қандай рақамли қурилманинг муҳим бўғинларидан биридир. Улар операторга қурилма ҳақида ахборот олиш, уни иш режимларини ўзгартириш, янги ахборотлар киритиш имкониятини беради. Рақамли қурилмалардаги дисплей ва клавиатуралар қоидага кўра, имкон қадар содда қилиб тайёрланади ва кўринишини бажарди: дисплей-рақамли ҳарфли, бир ёки бир нечта қаторли; клавиатура эса бир нечта кнопкали.

Коммуникацион порт ташқи рақамли қурилмалар билан алоқани таъминлайди. Рақамли қурилмаларнинг афзаллиги бўлиб, тор бўлган ахборотни бошқа рақамли тузумларга (ТУ АБТ, шахсий компьютер ва ҳ.к.) узатиш имконияти мавжудлиги саналади. Бу эса ўз навбатида, турли схемаларни йиғиш, алоқа каналларида иқтисодий тежамкорлик, сигналларга дастлабки ишлов беришдаги тежамкорлик ва ҳ.к. ни имкониятларини беради.

Коммутацион порт - бу қурилма билан масофадан туриб ишлашда энг зарур элемент саналади.

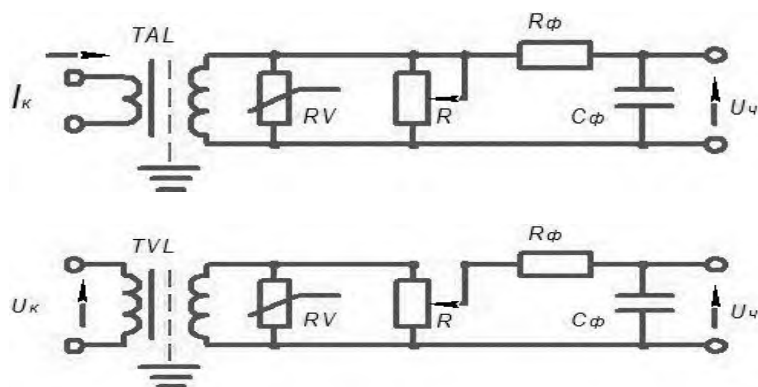
Рақамли қурилмаларда бошқа бўғинлардан ҳам фойдаланиш мумкин. Масалан, бошқариш ва ростлашнинг аналог сигналларини шакллантириш учун рақамли аналог ўзгартиргичлар. Рақамли қурилма реал сигналларни стандарт ток ва кучланиш трансформаторларидан олади. Рақамли қурилмалардаги барча ахборотларга ишлов бериш ЭХМ нинг ичида бу ЭХМ да ишлаш учун дастур кўринишида тайёрланган маълум бир аниқ алгоритм бўйича амалга оширилади.

14.2. Реле ҳимояси ва автоматикасининг рақамли қурилмаларини асосий бўғинларини таснифлари

Аналог сигналлар киришидаги ўзгартиргичлар. Реле ҳимоя қурилмалари томонидан назорат қилинадиган сигналлар, умумий ҳолда, турлича физик табиатга эга (ток ва кучланиш бўйича сигналлар ҳарорат ва ҳ.к сигналлар).

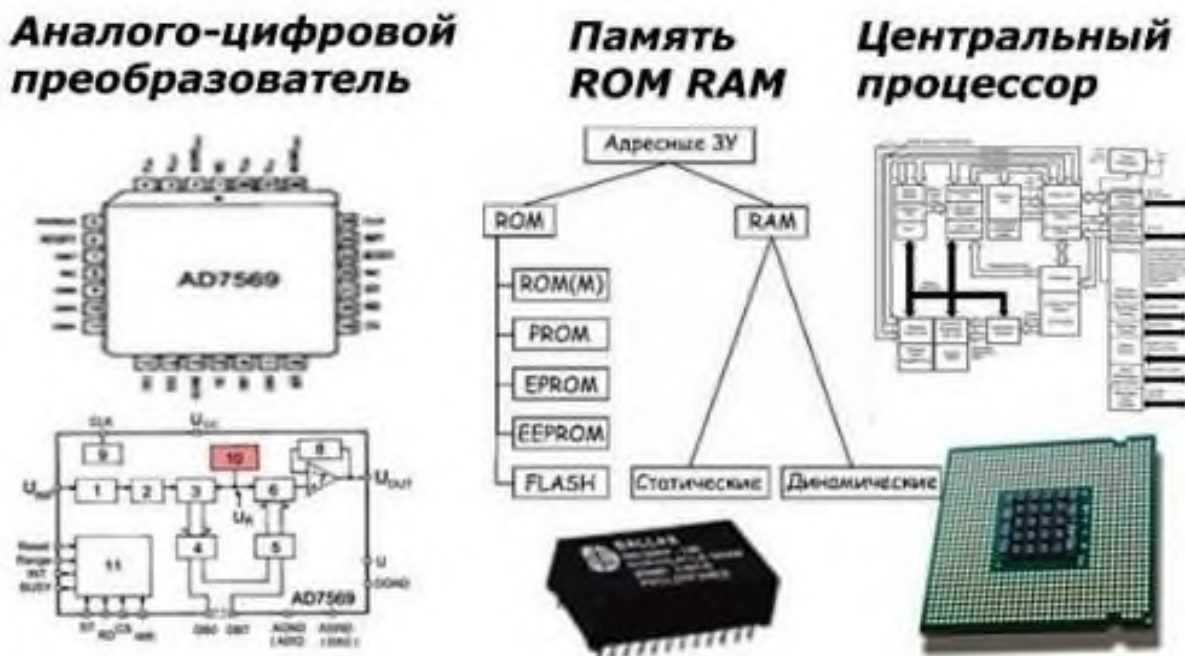
Кўпинча реле ҳимоя жиҳозлари ўзгарувчан ток ва кучланиш манбаидан келадиган сигналларга ишлаб, уларни аънавий номинал қийматлари 1А, 5А, 100В ни ташкил этади. Сигналларнинг бундай даражаси ҳалақитларидан ҳимояни таъминлайди, аммо электрон схемаларда қўлаб бўлмайди. Электроникани талабларига жавоб берадиган сигналлар билан датчиклар томонидан таъминланиш эҳтиёжига келсак, қатор муаммоларга дуч келинади. Бу муаммолар қурилмани ахборот берувчи датчикларга яқинлаштириш мақсадида, тармоқларларни узунлигини ҳалақитлардан ҳимоя қилиш учун, қўшимча ҳимоялар қўйиш кабилар билан боғлиқ бўлиб катта сарф-ҳаражатларни талаб этади. Микропроцессор қурилмаларини аънавий ток ва кучланиш датчикларига уланганида, электрон бўғинлар томонидан ишлов берилиши мумкин бўладиган бир хил кўриниш ва ўзгариш орлиқларига эга бўлган сигналларга айлантириш тақозо этилади. Кўпчилик ҳолларда, рақамли қурилмаларнинг киришларидаги мослаштирувчи ўзгартиргичлар ферромагнит ўзакка эга бўлган оддий электромагнит трансформаторлар базасида тайёрланади. Бундай трансформаторлар ноузатиш тармоқларли узатиш тавсифларига эга бўлишларига қарамай, маълум бир даражада фарқланиши, вақт бўйича ҳамда ҳарорат ўзгаришидаги нотурғунлигига параметрларни улар 2.....5% хатолик билан ишлайдиган реле ҳимояси қурилмаларини тайёрлашга яроқлидр.

Трансформатор-ўзгартиргичларда (14.4-расм) асосий эътибор ғалтаклар аро сиғимни камайтиришга қаратилади, чунки улар орқали ҳалақит берувчи импульслар қурилмага киради. Шу мақсадда иккинчи ғалтакни секцияларга ажратилади ёки биринчи ва иккинчи ғалтаклар ўртасига электростатик экран ўрнатилади.



14.4- расм Оралиқ ток (а) ва кучланиш (б) трансформаторлари асосида бажарилган чиқишдаги ўзгартиргичлар

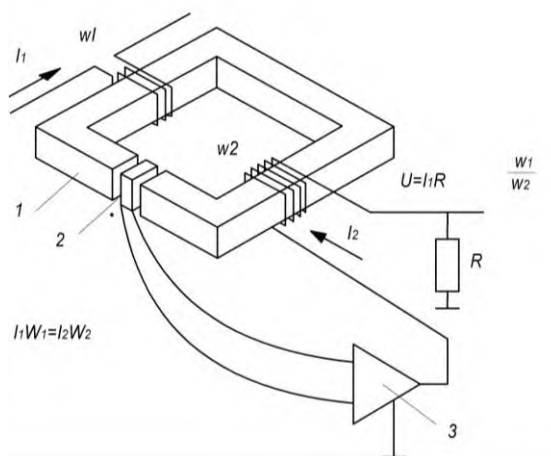
Кейинги электрон бўғинлар томонидан кам электр қуввати истеъмол қилинганлиги туфайли ток сигналларини кучланишга айлантириб ўзгартириш оддий усул орқали амалга оширилади: R шунтлардан фойдаланиб. электрон бўғинларни бўлиши мумкин бўлган ўта кучланишдан химоялаш учун тристорлар RV дан (ёки



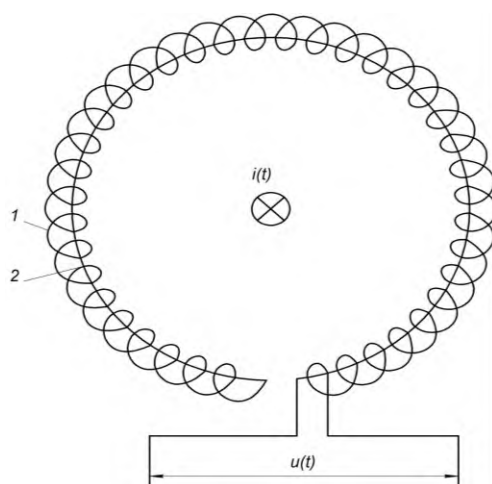
14.5. Микропроцессорли қурилма элементлари

стабилитронлардан) ҳамда паст частотали филтрлардан, масалан, RC занжирлардан иборат (R_{ϕ} резистор ва конденсатор C_{ϕ}) схемалардан кенг фойдаланилади.

Айрим рақамли қурилмаларда киришдаги ўзгартиргичлар фаол трансформаторлар деб юритиладиган жиҳозлардан бажарилади (14.4б расм)



14.6-расм Холл датчикли киришдаги ўзгартиргич: 1-магнит ўтказгич; 2- холл датчиги; 3-кучайтиргич



14.7- расм. Роговский ғалтаги намунасидаги ток датчиги: 1- Роговский ғалтаги, 2-токли ўтказгич

Уларни яъни Холл датчигига эга бўлган ўзгартиргичлар (14.6-расм) деб ҳам номланади. Холл датчигини, ҳароратга ўта таъсирчан бўлганлиги учун, у ёрдамида бевосита магнит оқимни ўлчаш жуда мураккаб. Аммо ундан ноль-индикатор сифатида фойдаланиш мумкин ва ушбу ўзгартиргичда айнан шундай қилинган. Кучайтиргич 3 трансформаторнинг иккинчи ғалтагига шундай токни генерациялайдики, уни натижасида ғалтакларни магнит юритувчи тоқлар тенглашади. Бу ўзгартиргичларнинг аниқлилик синфи 0.1. Бу эса реле ҳимояси талабларини ортиғи билан каноатлантиради.

Охирги пайтларда кам энергия истеъмол қилувчи электрон қурилмаларини пайдо бўлиши Роговский ғалтаги (14.7-расм) намунасидаги датчикларга бўлинган қизиқишларни кучайтирди. Роговский ўлчов ғалтаги ферромагнит ўзакка эга ва назорат қилинаётган ток оқаётган ўтказгич $i(t)$ атрофида жойлаштирилади.

Тоқли ўтказгичнинг магнит майдони ғалтакда электр юритувчи куч индукциялайди (пайдо қилади). Ғалтакда ноузатиш тармоқларли тавсифга эга бўлган ферромагнит ўзакнинг йўқлиги, назорат қилаётган токни кенг оралиқларида ўзгарганида ҳам (нолдан юзлаб километрларгача) ўзгартиришда хатоликни кам бўлишини таъминлайди (яхши намуналарда 0,1% дан кўп эмас). Роговский ғалтаги ёрдамида токни 0,1 Гц дан 1 МГц гача бўлган частоталар оралиғида ўлчаш мумкин. Роговский ғалтагининг *асосий камчилиги* бўлиб, ўзидан кам қувватни бериши ва чиқишидаги сигнални жуда кичик бўлишидир. Аммо ушбу

камчилигига карамай, Роговский ғалтагидан амалда кенг фойдаланилади.

Аналог рақамли ўзгартириш тракти. Аналог сигналлардан узук-узук сигналларга ўтиш жараёни сигналларни квантлаш деб аталади, бу вазифани бажарувчи қурилмалар эса аналог рақамли ўзгартиргичлар (АРЎ) дейилади. Узлуксиз сигналлардан дискрет сигналларга ўтиш, ҳар доим қанчадир миқдордаги ахборот маълумотларини йўқотиш билан боғлиқ. Узук сигналнинг охириги сони сатҳ бўйича квантлаш хатолиги билан боғлиқ. Вақт бўйича квантлашнинг заруриятларининг сабабларидан бири шуки, аналог - рақамли ўзгартириш жараёнини ўзи ҳам, ва ундан кейинги микро ЭҲМ даги ҳисоблашлар маълум бир вақтни талаб этади. Шу вақт ўтгачгина кириш сигнаolini янгисини танлаб олиш мумкин.

Реле ҳимоя қурилмаларида, аналог рақамли ўзгартиргичлардан, танлаш частотаси 600 дан то 2000 Гц гача бўлганлари қўлланилади. Ундан юқорироқ частоталарни ҳимоя қурилмалари шикастланиш жараёнларини осциллографлаштиришни ҳам амалга ошира оладиган ҳолларда қўлланилади.

Аналог рақамли ўзгартиргичларнинг яна бир муҳим тавсифларидан бири - бу томонидан шакллантирилаётган иккиламчи сонларни разрядлилигидир.



14.8-расм. Микропроцессорли ҳимоя қурилмаси элемент ва блокларининг кўриниши.

Дискрет сигналларни киритиш ўзгартиргичлари. Замонавий барча электрон аппаратураларда, дискрет сигналларни киритиш, оптронлар асосида яратилган ўзгартиргичлар орқали амалга оширилади.

Оптронларнинг хусусий қайта уланиш вақти секунднинг кандайдир қисмидаги лаҳзаларни ташкил этади. Оптожуфтлик (светодиод-фотоқабул қилгич) учун кичик қийматли ўтиш сифими ҳарактерли бўлиб, оптожуфтлик орқали халақит сигналларни кириб боришига тўсқинлик қилди. Бошқариш занжири билан бошқарилаётган занжир элеменлари ўртасида рухсат этилган кучланиш бир неча киловольтгача бориб, светодиоддаги ишчи ток 3...5 мА ни ташкил этади. Киришдаги кичик ток ўзгартиргичларни халақитлардан тўла ҳимояланмаганлигидан далолат беради.

Кам қувват истеъмол қилувчи қурилмалар оператив ток занжиридаги ерда туташувларга таъсирчан. Чунки уларни кириш токлари, оператив ток занжирдаги изоляцияни назорат қилиш тизимида оқаётгин ток қиймати билан ўлчанади. Буни баргараф этиш учун, ўлчаб ўзгартиргичнинг кириш занжири, оператив ток занжири қутбларига боғланган қилиб бажарилади ва ўзгартиргични қайта уланиш кучланишини, занжирни номинал кучланишни 60.....80% ини ташкил этганида амалга ошириладиган қилиб бажарилади.

Чиқишдаги релели ўзгартиргичлар. Кўпчилик ҳолларда, рақамли реле ҳимоясида оралик электромагнит релелардан фойдаланилади. Контакт жуфтлиги, вақтинчалик туташуш занжирларида кўзда ташланадиган узилишлар ҳосил қилиш бўйича, рақобатчига эга эмас. Ундан ташқари, бу энг иқтисодий жиҳатдан тежамли конструкцияга эга бўлган вариант ҳамдир. Қоидага кўра, рақамли реле ҳимоя қурилмаларда, бир неча хил кичик ўлчамли релелар қўлланилади. Ўчиргичларни зса, бошқариладиган занжирларда бевосита ишлашлиги учун, катта туташуш қобилиятига эга бўлганлари ва сигнализация занжирларида камроқлари. Қуввати катта релелар, токлари тахминан 5.....30 А гача бўлган занжирларни туташтириши мумкин, аммо уларни ўчириш қобилияти 220 В кучланишда 1 А дан ортмайди. Мана шулар сабабли, бошқариш схемаларида, ўчиргич электромагнители

занжиридаги токни узишини ёрдамичи релелар орқали бажариладиган қилинади.

Сигнал релеларнинг ўчириш қобилияти, қоидага биноан кучланиши 220 В бўлган ўзгармас ток занжирларида, 0,15 А ортмайди.

Ахборотни акс эттирувчи қурилма. Рақамли реле ҳимояларида ахборотни акс эттириш учун алоҳида светодиодли индикаторлардан, таблодан ва график экранлардан фойдаланилади. Рақамли қурилмаларда ахборотни акс этишини кўзга кўрсатадиган элементлар **мажмуаси дисплей деб аталади.**

Ҳимоянинг рақамли қурилмаси операторга катта хажмдаги маълумотларни тақдим этади: электр қурилмаларидан оқётган ток ва кучланишлар ҳақида маълумотлар, уларни шикастланиш вақтидаги қийматлари, уставкалари (улар рақамли реле ҳимояда бир нечта тўплам бўлиши мумкин), бошқаришнинг кириш ва чиқишларидаги ҳолатлар ва ҳ.к. Бундай хажмлардаги ахборотларни тезкорлик билан олиш учун кўпроқ ахборот дисплейлари керак бўлади.

Рақамли реле ҳимояларни хатоликлари 2...5% ни ташкил этади. Ушбу хатоликни ҳисобга олган ҳолда, рақамли қурилмалар дисплейлари, аҳамиятга эга бўлган учта рақамнигина кўрсатадиган қилиб бажарилади.

Маҳаллий бошқарув органлари. Инсон билан рақамли қурилма ўртасидаги узилмас алоқа элементи бўлиб, бошқариш элементи ёки клавиатура саналади. Клавиатура ёрдамида қурилмани иш режимини ўзгартириш мумкин, операторни қизиқтирувчи параметрларни дисплейга чиқариш, янги уставкалар киритиш каби ишларни бажариш мумкин.

Рақамли қурилмаларнинг турли хилларида фойдаланиладиган кинопкалар сони 2 дан 10 тагача боради. Клавиатурада қанча кнопка кўп бўлса, шунча қулай бўлади ва қурилмага тезроқ ахборотларни киритиш мумкин. Аммо кнопкалар, рақамли аппаратуранинг, унча ишончли бўлмаган элементлари саналади. Ҳар қандай ахборотни киритиш имконияти берадиган кнопкалар сони иккидан кам бўлмаслиги керак.

Ахборотни сақлаш қурилмаси. Бу жиҳоз рақамли қурилмасини реле ҳимоясидаги энг муҳим бўғинларидан биридир. Ҳозирги пайтда ахборотни сақлаш қурилмаларининг турлича намуналаридан фойдаланилади.

Барча статик хотира қурилмалари доимий (ДХҚ- доимий хотиралаш қурилмаси) оператив (ОХҚ-оператив хотиралаш қурилмаси) ва қайта дастурланувчи доимий ҚДХҚ қурилмаларга бўлинади.

Ишчи дастурларни ҳимоя қурилмаларида сақлаш учун, одатда, доимий хотирлаш қурилмасидан фойдаланилади. Уни фарқланувчи томони бўлиб, ахборотларни ёзиш саналади. Кейингиларида ёзилган ахборотни фақат ўқиш мумкин. Доимий хотиралаш қурилмаси микросхемаларини афзаллиги, уни реле ҳимоясини камлиги ва озуқа манбаи ўчирилган пайтда ҳам ахборотни сақлаб туриш имконияти мавжудлиги билан аҳамиятлидир.

Охирги пайтларда қайта дастурланувчи хотиралаш қурилмаси ҳам кенгроқ қўлланила бошлаган. Улар эксплуатация қилиш давомида, ишчи дастурлари ўзгариб туриши керак бўлган ҳимоя қурилмаларига, жуда тўғри келади. Реле ҳимоянинг шундай қурилмалари ҳам мавжудки, уларда ҳимоянинг рақамли вазифаси стандарт функциялар кутубхонасидан фойдаланувчи томонидан танлаб олинади. Бундай реле ҳимояларининг мантиқий қисми, фойдаланувчи томонидан ВА, ЁКИ, ЭМАС каби мантиқий элементлар базасидан ташкил этилади. Бундай қурилмаларда ишчи дастур ҚДХҚ да жойлашган. У, энергияга муҳтож бўлмаган хотира қурилмаси бўлганлиги учун, ахборотлар манбаи ўчирилган пайтда ҳам сақланаверади.

Ҳимояни эксплуатация қилиш жараёнида ўзгартирилиши жоиз бўлган уставкаларни ва бошқа параметрларни қийматларини сақлаш доимий хотиралаш қурилмасида амалга оширилиб, у ерда сақланаётган ахборотни кўп маротаба ўзгартириш имконияти мавжуд.

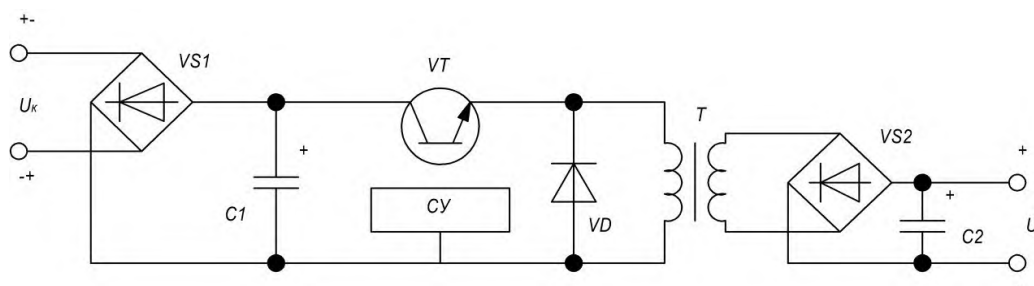
Хотира қурилмасида ҳам бузилишлар бўлиши мумкин, ёки ахборотлар йўқолиб қолиши мумкин. Масалан, ионлаштирувчи нурланишлар таъсири натижасида шундай ҳолатни кузатилади. Буни аниқлаб топиш учун махсус чоралар кўрилади. Баъзи қурилмалардаги хотирада йўқотилган ахборотни тиклаш имконияти мавжуд. Бунинг учун муҳим ахборотлар массиви, масалан уставкалар қийматлари, хотиранинг турли микросхемаларда такроран жойлаштирилган. Бир пайтнинг ўзида иккита микросхемада жойлашган бир хил ахборотни йўқотиш эҳтимоли

кам. Шикастланган массивда жойлашган ахборотни эса, уни ўрнига шикастланмаган массивни қайтадан ёзиб тиклаш мумкин.

Озиқлантирувчи (таъминловчи) блок ва интерфейслар. Барча замонавий рақамли қурилмаларда озиқлантиришнинг импульсли блокларидан фойдаланилади (ОБ). Улар юкори частотали инверторлар базасида тайёрланган. Бир тактли инверторга эга бўлган озиқлантирувчи блокнинг соддалаштирилган схемаси 14.9-расмда кўрсатилган. Бундай озиқлантирувчи блоklar озиқлантирувчи тармоқдаги ўта кучланишлардан ва қурилмани ичига халақитларни кириб қолишидан ҳимояланган.

Интерфейс турли рақамли қурилмаларни ўзаро таъсирини тадбиқ этиш учун аппаратлар, дастурлар ва конструктив воситалар тўпламидан иборат битта тузимга бирлаштирилган.

Ахборотни алмаштириш қоида-тартиби бўйича интерфейслар, маълумотларни параллел ва кетма-кет узатувчиларга бўлинади. Иккита рақамли қурилма ўртасидаги ахборотни энг тезкор алмашиш параллел интерфейсда бажарилади.



14.9-расм. Импульсли таъминот блокнинг соддалаштирилган схемаси. БС-бошқариш схемаси

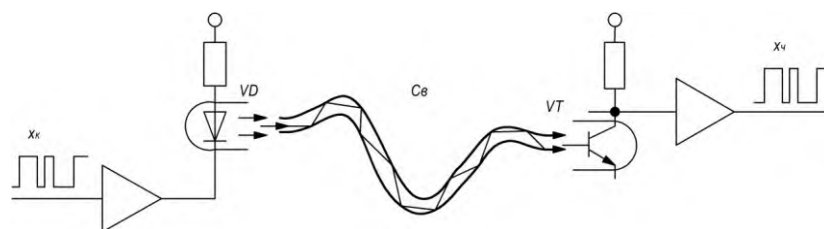
Ахборотни узатишда турли хил физик муҳитлар: электр узатиш узатиш тармоқларлари, радиоканаллар, алоқанинг тўқимали оптик воситалари (АТОВ) дан фойдаланиш мумкин.

14.3 Алоқани ўтказувчи каналлар

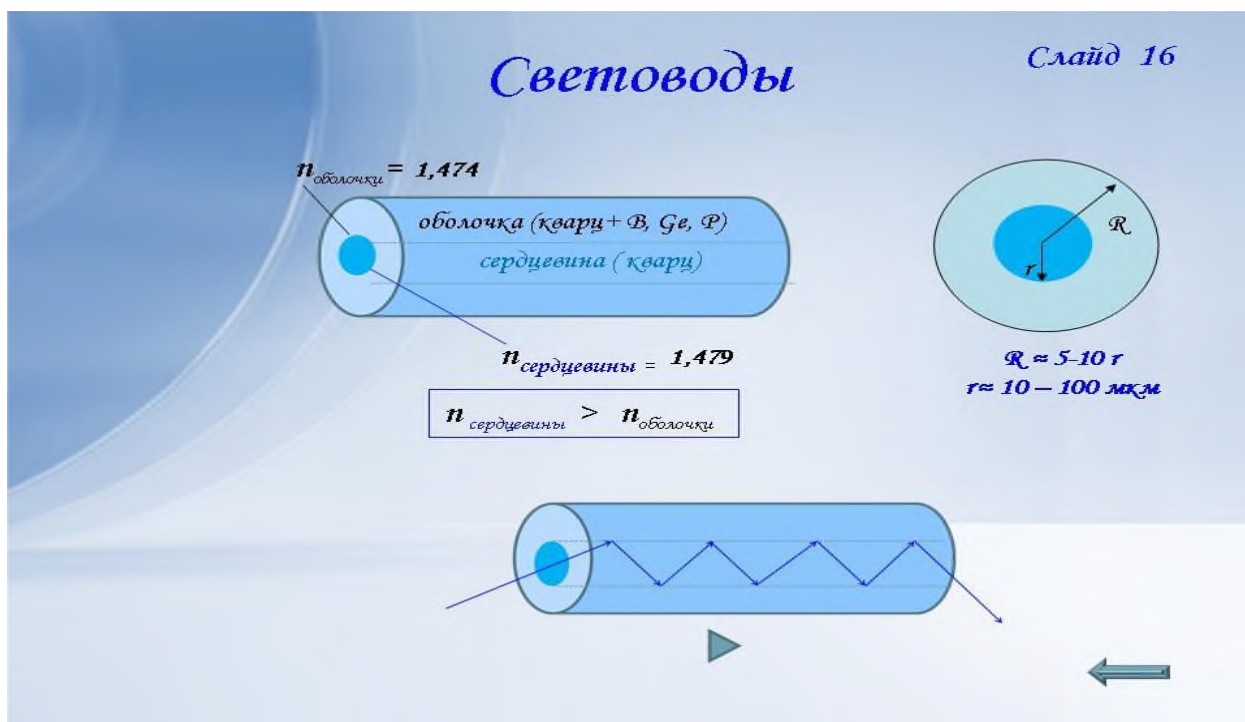
Чегараланган ўтказиш йўлакчасига $\Delta f = f_{max} - f_{min}$ га эга бўлган электр каналидан импульсларни узатиш, узатилаётган импульсларни тутилиб қолишлигига ва шаклини ўзгаришига сабабчи бўлади. 14.10-расмда тўқимали оптик алоқа каналидан фойдаланиб, ахборотни узатиш схемаси кўрсатилган. Бу тизимнинг асосий компонентлари бўлиб нурлатгич VD, **световод** СВ ва ёруғликни сезувчи элемент (фото қабул қилгич) VT ҳисобланади.

Диффузион светодиодлардан фарқли равишда, лазерлар **когерент** нурлар манбаидир.

Детектор сифатида фототранзисторлардан ва p-i-n-диодлардан фойдаланилади. Охиргисини ишга тушириш вақти, бир неча носекунддан иборат бўлган ва сезгирлиги бир секундда 1000 та фотонга тенг бўлган, юқори частотали оптик детектордир.



14.10-расм Тўқимали оптик алоқа каналидан фойдаланиб ахборотни узатиш схемаси



14.11-расм. Световоднинг конструктив тузилиши ва асосий параметрлари

Эгриузатиш тармоқларли световод бўйлаб ёруғликнинг ҳаракатланиши световоднинг чегараси қобикдан ичкарида бир неча маротаба акс этиб бўлади. 14.11-расмда световоднинг шакли, конструкцияси ва асосий параметрлари кўрсатилган.

Тўқимали оптик кабел (ТОК) энергияни узатиш жараёнида минимал йўқотишларга эга бўлган мураккаб қурилма саналади. Энг арзони - синиш коэффициенти поғанасимон ўзгарадиган тўқима

саналади. Кўпинча бу мақсадда, оптик шаффоф платмассадан фойдаланилади.

Пластмассадан тайёрланган световодлар ёрдамида бир неча ўнлаб метр масофага маълумотлар узатилади. Юқори сифатли кабелларда кварц тўқимадан фойдаланилади. Кварц световодлар синиш коэффициентини поғонасимон ва силлик ўзгарувчан қилиб чиқаради. Тўқимали оптик кабель орқали, узок масофали алоқани эришган юқори кўрсаткичларидан бири- ахборотни 4 Гц частотада 120 км масофага такрорлагичларсиз узатишга эришганлигидир.

Электр кабеллар (14.12-расм) билан солиштирилиб кўрилганида, световодлар қуйидаги афзалликларга эга:



14.12-расм. Электр узатиш кабелли кўриниши

- Электромагнит майдон шароитларида юқори даражада халақит таъсирларидан ҳимояланганлиги;
- Узатиш тезлиги ва йўқотишлари частотага боғлиқ бўлган **коаксиал** кабеллар билан солиштирилганида, кўпроқ ўтказувчанлик қобилиятига эга эканлиги. Тўқимали оптик кабелнинг дисперсияси (тўлқинларни фазавий тезлигини частотага боғлиқлиги) аҳамиятга молик эмас, демак уларда импульсларни кенгайтиши кам кузатилади;
- Эксплуатация қилишда хавфсиздир. Электр потенциалини электр қурилмасидан ташқарига чиқишини иложи йўқ, қисқа туташувда кабель ҳам ёнмайди;
- Камёб ва қимматбаҳо мис ишлатилмайди. Бу эса ўз навбатида оптик тўқималар ишлаб технологиясини келажакда ишлов бериб ривожлантиришда арзонгарчиликни кафолатлайди;
- Юқори эксплуатацион тавсифларга эга. Шу жумладан эгилишнинг кичик радиуслиги, ётқизиш шартлари нозик эмаслиги (юқори аниқликдаги кабеллар билан ёнма-ён жойлаштириш

мумкин), ўлчамларни кичиклиги ихчамлиги.

- Тўқимали оптик кабелни, асосий световодларни ўзаро нурлатгичлар ҳамда сигнал қабул қилгичлари билан туташтириш (тўқнашиб)ни мураккаблигидир. Улар жуда кичик тўқиманинг кўндаланг кесимига (диаметри 0,125 мм ва ундан кичикроқ) эга бўлиб, уларни кесишда (тўқимани) айнан ўқига нисбатан перпендикуляр кесимини шартлиги ва кесилган жойни, сўнишларни минималлаштириш учун, юқори даражада тозаликни таъминлаб ишлов берилиши шартлиги ҳам саналади. Шу сабабларга кўра, узунлиги бир неча ўн метрни ташкил этган, бир томирли кабеллар таъмирлашга яроқсиз саналади. Аммо оптик кабелларни ўстириш технологияси тез такомиллашиб бормоқда.

Электр тармоқларлар орқали ахборотни самарали узатиш тезлиги, электромагнит халақитлар даражаси катта бўлганида, кескин тушиб кетади. Чунки асл маъносини йўқотган ахборотларни қайтадан узатишга тўғри келади. Шунинг учун электростанция ва нимстанцияларда, муқобил электр тармоқларлари сифатида, тўқимали оптик алоқа тармоқларларидан фойдаланилади.

14.4. Рақамли реле ҳимоя қурилмаларида ахборотларга ишлов бериш

Рақамли релели ҳимоялашнинг асосий тавсифлари.

Рақамли реле ҳимоялари, ахборотга ишлов беришда, аналог тартиб қоидаларига эга бўлган электрон қурилмалардан фойдаланишда, барча яхши хислатларга эгадир. Уларга, электромеханик релеларникига қараганда (0,8.....0,85), ўлчов органларининг қайтиш коэффициенти (0,96.....0,97)ни катталиги, ток ва кучланиш трансформаторларидан кам қувват истеъмол қилиши (10....30 В.А ни ўрнига 0,1.....0,5 В.А) киради. Бунда рақамли реле ҳимояларга озуқа манбаи керак бўлади. Амалда бажарадиган ишлари ва вазифаларининг сонига боғлиқ бўлмаган холда, рақамли реле ҳимоялари, тармоқдаги оператив ток занжиридан 15....20 Вт ораликда қувват истеъмол қилади.

Рақамли реле ҳимояларининг хусусий ишга тушиш вақти деярли электромагнит релелари каби. Буни шундай тушунтириш мумкин: назорат этилаётган ток ва кучланишларнинг интеграл

параметрларини (амалдаги қийматларни фаза силжишларни) аниқлаш учун бир мунча вақт керак бўлади.

Реал сигналларда қизиқтирётган керакли гармоника билан бирга, ҳар доимо бошқа гармоникалар ва даврий ташкил этувчилар учрайди. Мураккаб сигналлар ичидан кераклигини танлаб олиш ҳам маълум бир вақтни талаб этади.

Умумий ҳолда, юқорида айтиб ўтилганлар, сигнални интеграл параметрларини аниқлашда фойдаланилмайдиган рақамли реле ҳимояларига тегишли эмас. Масалан, дифференциал ток ҳимоясида, назарий жиҳатдан ҳимояланаётган схема тармоқларидаги тоқларнинг лаҳзалик қийматларини таққослаш мумкин. Дифференциал релеларга филтрлаш масалалари билан тўқнашишга тўғри келади. Бу эса ўз навбатида, ишчи тоқлардаги халақитларни йўқотишда ва магнитловчи тоқларни сакрашида, блокловчи таъсирларни шакллантиришга керак бўлади (агар сўз трансформаторни дифференциал ҳимояси устида кетаётган бўлса). Магнитлаш тоқини сакрашларини, одатда дифференциал токда иккинчи гармоника тоқлари пайдо бўлиши омиллари орқали аниқланади.

14.5. Рақамли реле ҳимояларда сигналларни филтрлаш

Рақамли филтрларни бир қатор афзалликлари мавжуд бўлиб, улардан асосийларига аналог филтрларга эришиб бўлмайдиган ишдаги ишонччилик, тавсифларини мўътадиллиги киради. Аммо, худди аналог филтрлардан фойдаланилганида бўлганидек каби, рақамли филтрлардан фойдаланилганида, филтрация қилиш учун катта вақт керак бўлганлиги туфайли мураккаб сигнал таркибидан керакли гармоникасини ажратиб олиш қийин.

Йўлакчали филтрнинг сифати уни ўтказувчанлик частотаси билан тавсифланади. Ўтказиш йўлакчасининг торайиши қурилмани турли хилдаги халақитлардан ҳимоя қилишни яхшилайти, чунки кўпчилик халақит сигналлари импульслидир (момоқалдиروقдаги разрядлар, коммутацион ўта кучланишлар ва ҳоказо). Шунга мос ҳолда, улар чўзилиб кетган спектрал тавсифга эга. Бунда қурилманинг кириш трактини ўтказиб юбориш йўлакчаси қанчалик тор бўлса, шунчалик ишчи сигналга халақитлар энергиясини қисми қўшилиб боради. Аммо рақамли қурилманинг ниҳоятда тор

йўлакчали кириш тракти, қурилмани тезкорлигини йўл қўйиб бўлмайдиган даражада, пасайтириб юборади.

Релели ҳимояни тезкорлигини ошириш учун кам самарадорликга эга бўлган филтёрлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

Сигналларга ишлов беришнинг рақамли қоидалари, реле ҳимоясининг ўлчов ток трансформаторларини тўйинтиришда, тўғри ишлашини таъминлайди. Турган гапки, ток трансформаторини иккиламчи тўйинган токи учун идеал қийматидан тубдан фарқ қилади. Лекин яна шу нарса маълумки, гарчи ток трансформаторлари осуда чуқур тўйинган бўлган ҳолатда ҳам, айрим вақтларда трансформация тўғри бажарилади.

14.6. Рақамли ҳимоянинг ўлчов органлари ва дастурий таъминоти

Рақамли реле ҳимоясини энг биринчи аҳамиятга молик томони бу- унинг вазифаларини дастури бўлиб, у берилган кўринишдаги реле ҳимоясини ва унинг алоҳида қисмларини фаолиятини алгоритми асосида тузилади.

Рақамли реле ҳимояси қурилмаларининг ўлчов органларининг алгоритми, электромеханик ва яримўтказгич элементлар базасида қилинган реле ҳимоясининг аналог қурилмалари алгоритмидан тубдан фарқ қилади. Аналог қурилмалардаги ўлчов ўрганларининг алгоритми, реле ҳимоясининг ишлаш зонасида ўлчанаётган катталиқни аниқлаш, фактини белгилаб қўйишга, асосланган (масалан, ток ишга тушиш токидан катта, кучланиш ишга тушиш кучланишидан кичик). Рақамли қурилмада дастлаб ўлчанаётган катталиқ ҳисобланади, кейин эса уни уставка билан, ёки рақамли қурилмани хотирасида сақланган қурилманинг ишга тушиш тавсифи билан таққосланади.

Рақамли ўлчов органлари (РЎО) шу тизим билан бошқариладиган микропроцессорли тизимнинг умумий конструктив базаси асосида бажарилади.

Замонавий микропроцессорларнинг тезкорлиги ва уларни реал вақтлар режимида осон қайта дастурланувчи масалаларни еча олишлиқ имкониятлари, турли хил қоидалар бўйича ва тартибда ишлайдиган кўп ЎО ларни бир пайтда фаолият кўрсата олишини

таъминлайди ва кўп сонли мантикий операцияларни бажариш имкониятини беради.

Микропроцессорга асосий дастур юкланганидан сўнг, реле ҳимоясини вазифаларини узлуксиз равишда амалга ошириш бошланади.

14.7 Рақамли ток ҳимояси

Ток ва кучланиш трансформаторларининг асосий вазифаси, энергетик тизимнинг ток ва кучланишларини реле ҳимояси томонидан ўлчанадиган катталикларига, ўзгартириш ҳисобланади. Реле ҳимояси қурилмаларининг ўзи кириш ўзгартиргичлари (оралиқ трансформаторлар) га эга бўлиб, улар кириш занжирлари учун зарур бўлган ихотани таъминлайди ва ўлчанаётган сигналларни рақамли ишлов бера олиш даражасигача пасайтиради.

МТХнинг асосий вазифаси бўлиб, энергетик тизимини элементини ўзидан оқиб ўтаётган токнинг ортиши мезони бўйича ўчириб, узиш саналади.

Умумий ҳолда МТХ ҳам қисқа туташув токининг қийматига боғлиқ бўлади ва ҳам ўзи оқиб ўтишининг давомийлигига боғлиқ. Унда қўлланиладиган релени расми 14.13-расмда кўрсатилган.



14.13-расм.МР-500 намунасидаги микропроцессорли ток ҳимояси релеси.

Ҳар қандай I_A , I_B ва I_C фаза тоқларидан бирини компораторга мос келувчи уставкаси $I > 0$ ортиб кетса, “пуск” сигнали ишга тушади ва блокировка қилувчи сигналлар йўқ бўлса, ҳаяллаш вақти тугаганидан сўнг, МТХ схемасини чиқишида ўчириш сигнали пайдо бўлади. 14.15-расмда микропроцессорли ток ҳимояси блоки кўрсатилган.



14.15-расм. ОРИОН-РТЗ намунасидаги микропроцессорли ток ҳимояси қурилмаси.

Магнитловчи токни сакраш пайтидаги ҳимояни блокировкаси, қудратли трансформаторни уланиши натижасида, ток ортганида ишга тушиб кетишини тўхтатишни таъминлайди.

Энергетик тизимларда ишлатиладиган қудратли трансформаторлар катта индуктивликка L ва нисбатан кичик қаршилиқка R эга. Бу ўз навбатида, трансформатордаги хусусий ўткинчи жараёнларни сўнишини етарлича катта бўлган вақт доимийсини $T = L/R$ таъминлаб, бу қиймат бир неча ўн секундни ташкил этади. Трансформаторларни кучланиш остига уланганидан сўнг, ҳар бир фазада секин асталик билан сўниб борувчи токнинг нодаврий ташкил этувчиси пайдо бўлади. Трансформаторнинг магнитланиш тавсифи ноузатиш тармоқларли бўлганлиги туфайли,

унда тўйиниш пайдо бўлади ва ток эгри чизиғининг шакли ўзгаради.

Трансформаторни дастлабки уланган пайтидаги тоқлар қиймати 10 $I_{ном}$ гача етиб бориши мумкин. Ҳимояни блоқировкалаш операцияси магнитловчи тоқнинг сакрашларида чегараланади.

Рақамли ҳимоядан фойдаланиш, бу муаммони ҳар бир фазадаги тоқларни эгри узатиш тармоқларларини гармоник таҳлил қилиш имкониятини беради. Бунда блоқировка параметри

$$k_{бл} = I_{2f}/I \quad (14.1)$$

назорат қилинади. Бу ерда I_{2f} тоқни иккинчи гармоникасини ташкил этувчиларини амплитудаси, I – асосий частота тоқи амплитудаси. Гап шундаки, қудратли трансформатор тўйинганида, тоқнинг иккинчи гармоникаси анчагина ортади.

Рақамли МТХни поғоналарини алоҳидадан тушира олиш имконияти, ишга мавжудлиги ва уни блоқировкалаш мумкинлиги, маълум бир ҳолатларда МТХни танловчанликни таъминлаш мақсадида, ҳимояни захира поғоналарини ҳаяллаш вақтларини катталаштириши зарур бўлгани каби, камчилигини бартараф қилиш имкониятини беради. Рақамли реле ҳимояси ҳимояни турли вазибаларини бажарувчи ва алгоритмларга эга бўлган кўп сонли дастурга эга. Дастурлар, алгоритмлар ва ростловчи – созловчи қийматлар рақамли реле ҳимоясининг хотирасига жойлаштирилган. Реал вақтлар режмида ишлайдиган микропроцессорли тизим жойлаштирилган, ёки дастлабки ишлов берилган маълумотларни ҳимоя элементида ишлатади.

Масалан, тесқари боғлиқликка эга бўлган ва тўғри тоқли тавсифли рақамли максимал ток реле ҳимояси, берилган алгоритм бўйича қисқа туташувнинг тоқи қийматиға боғлиқ бўлган ҳолда, релени ишга тушиш вақтини ҳисоблайди, ёки электр жиҳозни ўта юкланиш тоқини аниқлайди. Зарур бўлган тоқни вақтға боғлиқлигини ифодаловчи тавсиф дастурда олдиндан ҳисобға олинади. Компьютер дастурларидан рақамли реле ҳимоясини фаолият кўрсатиши учунгина фойдаланилиб қолинмай, балки уни масофадан туриб созлаш ҳамда унга хизмат кўрсатишда ҳам фойдаланилади.

14.8. Ўта юкланишдан рақамли ҳимоя

Электр жиҳозлари катта тоқлар билан ўта юкланиши натижасида, уларнинг актив қисмлари: чулғамларида, контакт бирикмаларида, магнит ўтказгичда ва бошқа элементларда, ҳаддан ташқари қизиқ кетиш ходисаси рўй беради. Биринчи қарашда бу муаммонинг энг осон ечими, уни ҳароратини бевосита назорат қилиб туриш, бўлиб саналади. Аммо иссиқликни назорат қилиш тизими инерциялиликка эга бўлганлиги учун, ҳарорат датчикларини электр жиҳозининг ток ўтувчи қисмларидан изоляция қилишга тўғри келади. Датчикларни жойлаштирилишида, ундан ўчиргичга сигналларни узатиш муаммолари ҳам мавжуд. Бунинг натижасида, электр машиналари ва аппаратларини иссиқлик ҳолатини билвосита усулда реле ҳимояси, кенг қўлланила бошлади. Олдинги мавзуларда, ишлаб чиқариш саноатини технологик жараёни билан боғлиқ бўлган аниқ ҳолатларда ўчиришга, ёки ўта юкланишда сигнал беришга ишлатиладиган аналог ҳимоялар кўриб чиқилган. Бундай реле ҳимоясиларда ҳарорат токни қиймати ва оқиб ўтиш вақтининг давомийлигига қараб назорат қилинади. Ҳимояланаётган объектнинг ҳароратга боғлиқ ҳолда ўзгариши мумкин бўлган хусусиятлари, атроф муҳит ҳарорати ҳисобга олинмайди. Ўта юкланиш ва қисқа туташув тоқларини ортиши натижасида, иссиқлик энергиясини ортиб бориши билан ҳимояланаётган объектнинг ҳароратини кўтарилиши, электр жиҳозларини шикастланишига сабабчи бўлиши мумкин. Шу билан бир пайтда, шуни ҳисобга олиш керакки, энерготизимдаги электр жиҳозларининг айрим элементлари (моторларни, генераторларни, трансформаторларни чулғамлари) ҚТ бўлмаган тақдирда ҳам жуда қизиқ кетиши мумкин (масалан ўта юкланиш тоқи катталашганида).

Оқиб ўтаётган токни ўлчаш билан ўтказгичнинг ҳароратини билвосита назорат қилиш, биметалл пластинага эга бўлган иссиқлик расцепители ва индукцион релеларда бажаришга асосланади. Аммо механик қурилмалар мустаҳкам эмас, мураккаб усулда ишлаб чиқарилади ва катта хатоликлар билан ишлайди.



14.16-расм. Ўта юкланишдан химоя релелари

Ушбу йўналишда аҳамиятга молик бўлган ривожланишлардан бири -иссиқлик релеларини таёрлашда электрон элемент базаларига ўтиш бўлади. Биринчи иссиқликдан электрон химоя йигирманчи асрнинг 80-йилларида аналог вариантда комплект қурилма ЯРЭ2201 (ТО210 модул) таркибиде пайдо бўлади. Хозирги пайтда ўта юкланишлардан релели химоялаш учун микропроцессорли қурилмалардан фойдаланилади (14.16-расм).

Ўтказгичдан ток ўтганида, унга рўй берадиган қизиш жараёнлари бўйича маълумотлар кўп ўқув адабиётларида берилган. Ўтказгичдан ток ўтганида ундан ажралиб чиқаётган иссиқликни бир қисми атроф-муҳитда тарқалиб кетади, бир қисми эса, уни қиздиришга сарфланади. Қизиш жараёни реле химояси занжирлари учун етарлича аниқликда биринчи даражали узатиш тармоқларли дифференциал тенглама билан ёзилиши мумкин.

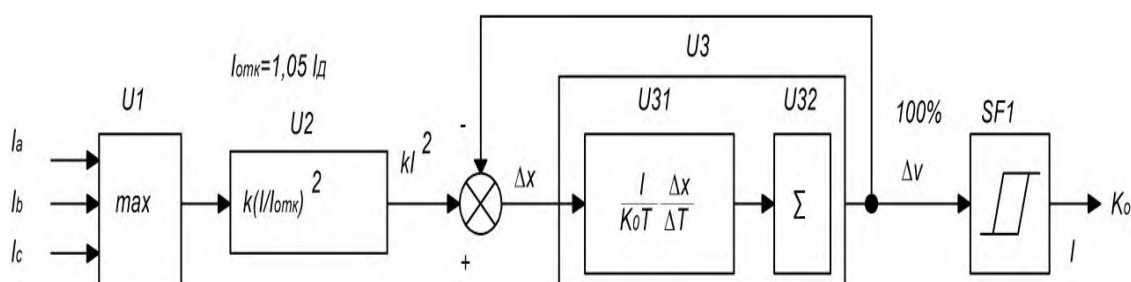
Қизишнинг вақт давомийси, жиҳозни конструкцияси ва совитиш тизимининг шартларидан аниқланади. Масалан, электр машиналарида совитиш шартлари машинани ротори айланябдими, ёки ҳаракатланмай турибдими, шунга боғлиқ. Тўхтаб турган электр моторида вентиляцияни ёмонлашиши натижасида ўрамларни совитишнинг вақт доимийси 1,2-2 баробар катталашади.

Юклама токи умумий ҳолда вақт бўйича ўзгаради, бошланғич ҳарорат бўлса олдинги режимга анчагина боғлиқдир. Чўлғамлар ҳароратини ўша пайтдаги қийматини кузатиб бориш, биринчи даражали дифференциал тенгламани ечилаётган пайтда, интегрални узлуксиз равишда ҳисоблаб бориш орқали таъминланади. Ўчириш амалга ошириладиган пайтдаги ҳарорат оралиғи 100 % деб қабул қилинади.

Рақамли ҳимояни тадбиқ этилаётган пайтда токни ҳар қандай ўзгаришини ёзиб берадиган дифференциал тенгламаларни умумий сонли ечимларидан фойдаланиш зарур. Қизиш жараёнининг бизга маълум бўлган соддалаштирилган иссиқлик модели бўйича, олдинги ҳароратга асосланиб текширилаётган пайтдаги ҳароратини ҳисоблаш мумкин. Бунда атропоф – муҳитнинг ҳароратини қийматини ёки ўзгармас қиймат деб қабул қилиб олиниши мумкин, ёки атропоф - муҳит температурасини кузатиб боровчи ўзгартиргич ёрдамида, дастурга узлуксиз равишда қийматларини киритиб туриш мумкин.

Ишга бундай ёндошилганида электр жиҳозларини иссиқлик қобилияти ҳам ҳисобга олинади. Шунинг учун, уни алоҳида элементлари билан боғлиқ бўлган, ўта юкланишдан ҳимоя аниқ ва асосланган бўлади.

Ўта юкланишдан рақамли ҳимоянинг функционал схемаси 14.17-расмда келтирилган.



14.17- расм. Ўта юкланишдан рақамли ҳимоянинг функционал схемаси. $I_{рух}$ -электр жиҳози тўла юкланган пайтида узок вақт давомида оқиб ўтиши рухсат этилган ток. $I_{ўч}$ – электр жиҳозини ўчирилишидаги ток қиймати, одатда $I_{ўч} = 1,05 I_{у3}$; Δv_0 - ўтказгичнинг ҳарорати билан кузатилаётган пайтдаги атропоф-муҳит ҳароратини кўтарилган қиймати; K_c -ўрамларни совутиш коэффиценти

Микроселектор U1 максимал фаза токини танлаб олиб, электр жиҳозининг турли хил шикастланишларида ва ноармал режимларда реле химоясини тўғри ва аниқ ишлашини таъминлайди. U2 бўғин ўтказгичдаги иссиқлик йўқотишларига пропорционал, яъни электр қурилманинг токига квадрат бўлган сигналларни шакллантириб беради. U3 бўғин интеграллаш амалини бажаради (сигналларни тўплайди). У интеграторнинг чиқишида сигналларни орттормалари $\Delta X \Delta T (U31)$ ни шакллантиргичдан ва чиқишида кузатилаётган ҳароратни нисбий қийматини Δv_0 шакллантирувчи сумматор (U32) дан ташкил топган. Ўчирилиш амалга оширилиши керак бўлган ҳарорат оралиғи 100 % деб қабул қилинади. Ҳарорат томонидан 100 % га эришилгач, ўчириш сигналларни шакллантирувчи компаратор SF1 ишга тушади.

Кўрсатиб ўтилган қизиш моделидан, фақат электр жиҳозлардаги ток, нормал эксплуатацион режимларда ҳеч қачон рухсат этилган ток $I_{рух}$ дан ортиб кетмайдиган ҳоллардагина фойдаланиш мумкин. Электр моторларида бу моделдан фойдаланиб бўлмайди. чунки ЭМни ўта юкланишдан РХ қурилмалари турли хилдаги ишга тушириш шартларини ҳам ҳисобга олиши зарур. Ундан ташқари, моторни ўчирилган ҳолатда вақт доимийси, ўрамларни совутиш шартларини ёмон эканлигини ҳисобга олиш учун автоматик тарзда бир неча бор катталаниши керак.

Қизиш жараёнини моделлаштириш асосида химоянинг уставкаларини ва созлаш параметрларини ҳисоблаш жараёнида, маълум бир қийинчиликлар туғилиши мумкин. Биринчи даражали дифференциал тенгламалар ёрдамида қизиш жараёнини моделлаштириш, тахминий маълумотларни бериш мумкин. Умумий ҳолда химояланаётган объектнинг ўта юкланиш бўйича тавсифи ва химоя қурилмасининг токини вақтга боғлиқлиги тавсифи бир бирига мос тушмайди.

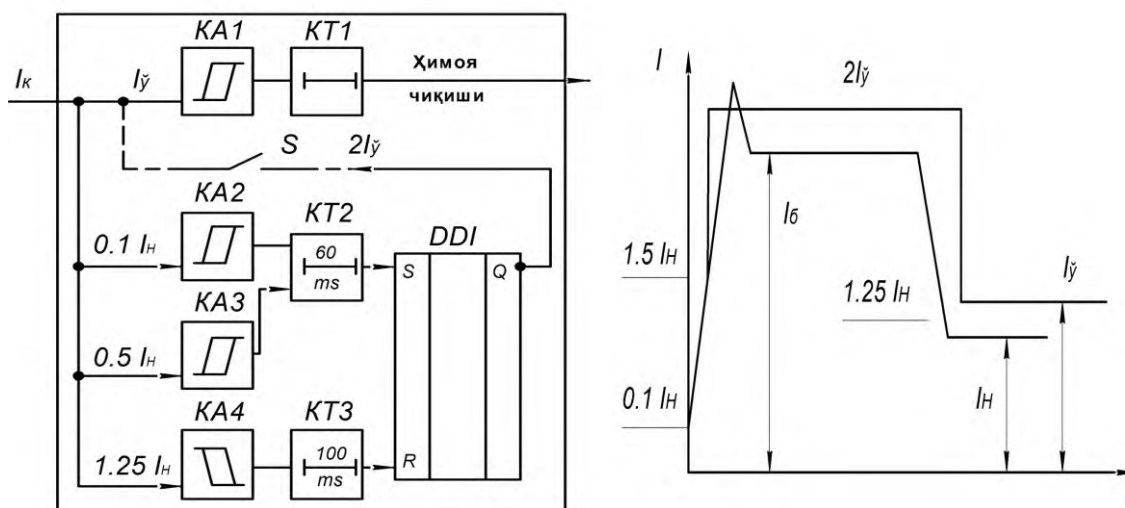
Шунга ўхшаш химоянинг швед фирмаси АВВ томонидан ишлаб чиқилган, уставкани танлаш бўйича тавсияномасида (SPAM 1500 реле базасида), ҳисобий базис нуқтаси сифатида, моторь номинал токи қийматига қараганда 6 карра катта ток остида бўлган ҳолатига мос келадиган нуқтани қабул қилиш таклифи киритилган. Химояни бажарилишида қандай ёндошишдан қатъий назар, химоя шундай созланиш даркорки, унда токни вақтга боғлиқлигини

кўрсатувчи тавсифи, юклама тавсифидан бир мунча заҳира билан пастрокдан ўтиши керак.

14.9.Рақамли ток кесими

Электромоторнинг (ёки, моторли юкламага эга бўлган тармоқларни) тезкорлик билан ишловчи ток кесимлари ишга тушириш тоқларидан четлаштирилиши учун, уни бироз дағаллаштиришга тўғри келади. Маълумки, ЭМларни нормал режимига қараганда, ишга тушириш режими қисқароқ вақт ичида давом этади. Шундан келиб чиққан ҳолда, ҳимояни дағалроқ бажарилишини, фақатгина ишга тушиш режими учунгина амалга оширилиши етарлидир. Лекин ишга тушириш режимини аниқлаш схемаси анча мураккаб бўлиб, уни айрим релаларни базалари учун тадбиқ этиш қийинчиликларни туғдиради. Шунинг учун ушбу усул рақамли РХлар пайдо бўлгунга қадар кенг қўлланилмади. Рақамли РХлар учун бунга ўхшаш муаммолар етарлича содда бўлган алгоритмларни тадбиқ этиш орқали ҳал қилиниши мумкин.

14.18а-расмда, электромоторъни ишга тушириш пайтида рақамли реле ёрдамида кесимни чегаралаш схемаси, келтирилган. Ушбу схемадаги ток отческаси ўлчов органилари КА1 ва КТ1 ларни базасида бажарилган. Асосий ток органи бўлган КА1 билан бир каторда, яна учта (КА2...КА4 релелари) ишга тушириш тоқлари мос ҳолда $0,1I_H$, $1,5I_H$, $1,25I_H$ га яқин бўлган ток релелари бор.



14.18-Расм. Ишга тушиш токи бўйича кесимни чегаралашни функционал схемаси (а) ва графиклари (б).

I_n - ҳимоланаётган тармоқларни мувозанат режимидаги юклама токи. Ишга тушиш режими, токни қиймати нолдан ишга тушириш токигача бўлган қийматга ўсиб борган қийматлари асосида, аниқланади. Бу ўсишлар, токни органларнинг ишга тушиши уставкалари, кетма-кетлик билан $0,1I_n$ ва $1,5I_n$ га етиб ишга тушганлиги билан аниқланади. Агар токнинг ўсиши белгиланган ораликда 60 мс дан кўпроқ вақт давомида бўлса, у ҳолда КТ2 элемент уни КА3 ток органи томонидан берилган сигнал орқали, блокировка қилиб қуйгунча чиқиш сигналини шакллантириб улгуради. КТ2 нинг чиқиш сигнали ДД1 триггернинг шундай ҳолатга келтирадики, бунинг натижасида ток органи КА1 уставкасини 2 марта қўполлаштиради. Ишга тушириш режими тугаллангач, тармоқлардаги ток пасаяди, уставкаси $1,25I_n$ бўлган органи КА4 нинг чиқишида юқори даражадаги сигнал пайдо бўлишига олиб келади. Улар томонидан белгиланган вақт ичида, турғун сигнални шакллантирилган ҳолда, ДД1 триггернинг R-чиқишида сигнал пайдо бўлади ва триггер дастлабки ҳолатига қайтади.

14.10.Фазалараро қисқа туташувдан рақамли ҳимоя

Рақамли реле ҳимояни намунасини танлашда ва фазалараро қисқа туташувни бартараф қилиш учун, ишга тушириш уставкасини аниқлашда асосий вазифа бўлиб, фазалараро қисқа туташув бўлган ҳудудини имкон қадар минимал вақт оралиғида узиб ўчириш саналади.

Энерготизимда фазалараро қисқа туташув бўлган ҳудудни тезкорлик билан ўчирилишини таъминлаш, электр жиҳозларини шикастланишларини камайишига, тиклаш ва таъминлаш ишлари таннархини қисқаришига, АҚУ ва АЗУ ларни муваффақиятли фаолиятларини, фоизларини ортишига ва шулар натижаси туфайли, электр таъминотидаги узилишларни бўлиш эҳтимоллигини кам бўлишига эришилади.

Қисқа туташув юз берган ҳудудда узиб ўчириш вақтни қисқартириш билан, кичикроқ кўндаланг кесим юзасига эга бўлган ўтказгич ва кабеллардан фойдалана олиш имконияти туғилиб, металл маҳсулотлар тежаб қолинади. Агар рақамли реле ҳимоялари қурилмаларни, АҚУ ишлашидан олдин ва кейинги ўзгаришларда,

шиналарни мантиқий ҳимоялашдаги ўчиришларда ва бошқа вазифаларда фойдаланилса, самарадорлик янада ортади.

Фазалараро қисқа туташув рўй берган ҳудудларни тезкорлик билан танловчанлик асосида ўчиришда, рақамли реле ҳимоянинг тўлиқ фойдаланиши учун қуйидагиларни ҳисобга олмоқ даркор:

-бир нечта кетма-кет бўлган тармоқларлардан ташкил топган тармоқ қисмлари учун уч поғонали МТХ релесини қўллаш керак;

-ишга тушган уставкасини танлашда токни вақтга тескари боғлиқлигига эга бўлган тавсифли МТХни, учинчи (сезгир) поғонасидан фойдаланиш имконияти борми йўқми эканлигини кўриб чиқиш керак. Бу эса, қатор ҳолларда асосий ҳудудлардаги қисқа туташув режимларини ишга тушиш вақтини токка боғлиқ бўлмаган (фиксациялаб белгилаб қўйилган) МТХдан фойдаланганидан кўра тезроқ вақт ичида, бартараф қила олади.

-рақамли реле ҳимояда учинчи поғананинг тескари боғлиқликка эга бўлган тавсифдан (меъёрдаги деб юритиладиган) фойдаланиш тавсия этилади. Бу эса қисқа туташув юз берган участкаларни энг кам вақт оралиғида таъминлайди, ҳамда аралаш ҳудудларда анъанавий усулдаги ҳимоя турларида қўлланиладиган электромеханик ва статик релелар билан ишланганлигида яхши танловчанликни амалга оширади.

-белгиланган вақтли учинчи поғонадан ва иккинчи поғонадан (ҳаяллаб ишлайдиган ток кесимси) фойдаланилганида, ўчиргичларни узиш вақтларини қисқартириш билан бир қаторда, танловчанлик поғонаси вақтини ҳам то 0,15.... 0,20с гача камайтириш керак. Бу рақамли реле ҳимоясини тайёрловчилар томонидан тавсия қилинади.

-тармоқларларни, шиналарни, трансформаторларни АҚУ ни бажарилишида АҚУдан кейинги реле ҳимоясини тезлашишидан фойдаланиш керак, зарур бўлган ҳолларда эса, АҚУ гача реле ҳимояни тезкорлигини қўлламоқ лозим.

-шиналарда қисқа туташув юз берганида шу участкаларни ўчиришни тезлаштириш учун, рақамли реле ҳимоя схемасида олдиндан кўзда тутилган, шиналарни мантиқий ҳимоясини қўлламоқ зарур.



14.19-расм. Фазалараро қисқа туташувдан ҳимоя аппаратлари.

Агар, бордию, барча келтирилган тавсиялар билан бирга, рақамли РХда, ишга тушиш уставкасини иккитадан иборат тўплами билан ишлаш зарурати туғилса, у ҳолда ҳар иккала тўпламни ишга тушиш уставкаларидан фойдаланиш тақазо этилади. Аммо бунда, биринчи уставкалар тўпламидан иккинчи уставкалар тўпламига ўтиш усулини ҳисобга олишга тўғри келади. Ўтиш, ёки захира энергия манбаидан кучланиш берилгунига қадар амалга оширилиши керак (токсиз танаффус даврида, кучланиш йўқ бўлганлиги сабабли, телебошқарув тизимини алоқа каналлари орқали сигнал юборилиб бажарилади), ёки, захира манбадан кучланиш берилганидан сўнг (телебошқарув, қувват ўзгариши туфайли алоқа канали орқали келадиган кучланиш сигналлари бўйича) бўлади. Бу айниқса, автоматик захиралаш ва секциялаштириш (тармоқ АЗУ си) мавжуд бўлган тармоқларда жуда муҳим.

Рақамли РХ қурилмаларни санаб ўтилган афзалликлари фазалараро қисқа туташув бўлган ҳудудларни тезкорлик билан, ишончли танловчанлик асосида ўчиришни таъминлайди. Рақамли РХлардан электр таъминоти тизимининг реконструкция қилинаётган объектларида фойдаланиш эса қўшимча иқтисодий жиҳатдан асослаб берилишини тақазо этади. 14.19-расмда фазалараро қисқа туташувдан ҳимоя аппаратлари келтирилган.

14.11. Рақамли реле ҳимоясининг қурилмаларини эксплуатация қилиш

Рақамли реле ҳимоясини фаолиятини ишончилиги.

Рақамли реле ҳимояси қурилмаларининг аҳамиятга молик томонларидан бири шуки, унда аппаратлар қисмларини ва дастурий таъминотни соз ҳолда назорат қилиш, нисбатан осонроқ амалга оширилади. Бунга, микропроцессорнинг ҳам киритилган дастур асосида цикл бўйича ишлаш режими, ижобий таъсир этади. Қўлланилаётган дастурнинг айрим лавҳалари, ҳимоя қурилмаларини ўз-ўзини тест орқали текшириб олишга хизмат қилади.

Рақамли реле ҳимоясида ўз-ўзини назорат қилишда кўпинча маълум бир усулларда фойдаланилади. Масалан, айтайлик, ўзига кираётган бўғинларни чуқур қамраб олувчи аналог-рақамли ўзгартириш трактини носозлиги, таянч вақт бўйича ўзгармайдиган кучланишни даврий равишда ҳисоблаб бериш йўли билан, аниқланади. Агар микропроцессорда охириги олинган натижа билан аввалги олинган натижа ўртасида мос тушмаслик аниқланса, у ҳолда у носозлик ҳақида хабар берувчи сигналларни шакллантиради.

Турган гапки, тестлар орқали 100% маҳсулот ичидаги қусур ва камчиликларни аниқлаб бўлмайди. Тест орқали, реал олиб караганда, 70-80% тўғри маълумотга эга бўлиш мумкин.

Ҳар қандай қурилмани ишончли эканлигини ва фаолият кўрсатишини икки жабҳада кўриш мумкин:

- қурилмани ўзини ишончилиги,
- таркибига ушбу қурилма ҳам кирган бутун тизимни фаолиятини ишончилиги.

Қандайдир қурилманинг аппаратларини қисмларини ишончилиги, биринчи навбатда, уни тайёрлаш учун мужассамлаштирувчи маҳсулотларни сонига ва уларни сифатига боғлиқ. Аналог қурилмаларда аппарат қисмларининг ҳажми-бажариладиган вазифалар сонини ортиб бориши билан, уларнинг мураккаблиги билан ортиб боради. Рақамли қурилмаларда эса, алгоритмни кенг ораликларда ўзгартирилганлигига, мураккабланишига қарамай, аппарат қисмини ҳажми ўзгармай қолади.

Шу билан бир пайтда, рақамли қурилмаларда аппаратлар қисмини ва дастурий таъминотини, узлуксиз равишда автоматик тарзда назорат қилиб борилади. Ўз-ўзини текшириб назорат қилиб туриш, ўз вақтида хизмат кўрсатувчи ходимларни аппарат қисмларидаги бузилишлардан хабардор қилиб турганлиги учун, рақамли реле ҳимоясиларини ишончлилигини янада оширади. Бу, ўз навбатида, кечикмай туриб реле ҳимоясини иш қобилиятини тиклаш учун тегишли чораларни кўришга имкониятини беради. Аналог реле ҳимояларида эса, қоидага биноан, фақатгина маълум бир даврни оралатиб тест назорат ўтказилади. У ҳам бўлса, инсон иштироки билан амалга оширилади. Бу турдаги текширувда аппарат қисмларининг носоз жойлари ҳам, узок вақтлар давомида кейинги текширувга қадар эксплуатация қилинади. Шундай қилиб, рақамли қурилмаларни иш фаолияти ишончлилик нуқтаи-назаридан анчагина устунликка эга эканлигига ишонч ҳосил қилиш мумкин.

Электр энергетикасини замонавий ривожланиши, рақамли реле ҳимоясининг иш фаолиятидаги ишончлилик даражасига таъсир кўрсатадиган қатор омилларга эга. Улардан асосийлари бўлиб қуйидагилар саналади.

- тез-тез режимларни, энерготизим схемалари шакллари ва электр тармоқларини алмаштиришга ва шундан келиб чиққан ҳолда, реле ҳимоясини ҳимоя функцияларини ва уставкаларини ўзгаришига олиб келадиган электр энергияси бозорини либераллаштириш;
- рақамли реле ҳимоясини олдинги авлоди билан солиштирилиб кўрилганида, бирмунча қийинроқ вазифаларни бажара оладиганларини тадбиқ этиш;
- олдинги авлодга мансуб реле ҳимояси аппаратларининг эскириши.

Бу омиллар, реле ҳимоясини эксплуатация қилишга киритишдаги хатоликлар, реле ҳимоясида бўлиши мумкин бўлган носозликлар, ишлатиш жараёнидаги ишламай қолиш билан боғлиқ бўлган бузилишлар, дастурдаги камчилик ва хатолар, хизмат кўрсатувчи ходимларнинг малакасини етишмаслиги ва хоказо каби сабаблар шунга олиб келиши мумкинки, охир оқибат рақамли реле ҳимоясиларни эксплуатацияси бошланган этапни бошида уларни

ишончилиги олдинги авлод ишончилигига нисбатан кам бўлиши мумкин.

Рақамли реле ҳимояси ишламай қолиши мумкин бўлган ҳолатларни олдини олиш мақсадида, қурилма таркибидаги носозликларни аниқлаш учун, ҳимоя синовдан ўтказилади. Ундан ташқари, реле ҳимоясини кўринишини (турини), вазифасини, параметрларини, уставкасини ва электр таъминоти схемасида ўзгариши мумкин бўлган вариантларини асосланиб танлаб олинади. Рақамли реле ҳимоясилари бир неча юзлаб параметрларга, ўнлаб дискрет кириш ва чиқишларга эга бўлиши мумкин, ҳамда кўплаб турли кўринишлардаги ахборотларни шакллантириши мумкин. Бундай шароитларда кўплаб параметрларни ва уставкаларни тўғри созланишини таъминлаш зарур. Бир қанча рақамли реле ҳимоялари хизмат юзасидан бажариладиган параметрлар ва уставкаларни, персонал компьютер билан хизмат порти орқали киритиш имконияти бўлган дастурлар билан тўлдирилади.

Аппаратларни эскириши туфайли ишламай қолиши мумкинлиги нуқтаи-назаридан, рақамли реле ҳимоясилари олдинги авлод ҳимоя воситаларига қараганда анча ишончилиikka эга.

14.12.Рақамли реле ҳимояларининг ҳалақитлардан ҳимояланганлиги

Ҳалақитлардан ҳимояланган деганда, аппаратларни электромагнит тўлқинлар таъсири бўлганида ҳам тўғри, беҳато ишлаши тушунилади. Ҳимоя воситалари учун зарур бўлган *ҳалақитлардан ҳимояланганлик қуйидаги шартларни бажариб амалга* оширилади.

- ахборот сигналларининг юқорилик даражаси ҳалақитлар сатҳидан катта бўлиши керак;
- реле ҳимояси қурилмалари билан ахборот датчикларини алоқа каналлари тўғри тўшалган (ўрнатилган) бўлиши ва агар зарур бўлса, алоқа каналини ҳалақитлар таъсиридан ҳимоялаш керак ва ҳатто ҳалақитларни йўқотиш керак;
- реле ҳимояси қурилмаларининг аппарат қисмларини тўғри конструкциялаш зарур;
- озиқлантириш тизими тўғри бажарилиши лозим;

- реле ҳимояси қурилмаси конструкцияларини ерлатиш бўйича тегишли чора-тадбирлар кўрилиши лозим;
- алоқа кабелларини экранлаштириш ва ҳ.к.

Энергетик объектларда халақитларни пайдо бўлишига қуйидаги *ҳолатлар асосий сабаб бўлади:*

- нейтралли ерга уланган юқори кучланишли тармоқлардаги қисқа туташувлар. Алоҳидадан ерга уланган ерлатгичлардан оқаётган қисқа туташувдаги тоқлар, умумий ҳолларда (айниқса сифатсиз даражадаги ерлатгичлар уланган бўлса) ерлатилган қурилмаларининг потенциалларини бир хил эмаслигига олиб келади. Натижада, иккиламчи кабелларда ва ҳимоя қурилмасининг киришида, асосий частотани ташкил этувчиларидан катта бўлган тоқ ва кучланишларни ҳосил қилади;
- юқори кучланишли разрядникларни ишга тушиши билан боғлиқ бўлган ҳодисалар, момақалдиноқ разрядлари. Момақалдиноқнинг юқори частотали характерга эга бўлган разряди, асосий частотада қисқа туташув бўлганида оқиб ўтадиган тоқлардагига қараганда ерлатгични натижавий қаршилигини аҳамиятга молик катта қисмини аниқлайди. Шундан келиб чиққан ҳолда, ерлатгичлар потенциалларини бир хил эмаслиги сабабли, келиб чиқадиган иккиламчи занжирда юқори частотали импульсли халақитларни юзага келтиради;
- қудратли ўчиргичлар ва ажратгичларни бирламчи занжирларида уланиши натижасида пайдо бўладиган ўткинчи жараёнлар;
- паст кучланишли электр жиҳозларини занжирларга уланишлари юз бергандаги ўткинчи жараёнлар;
- радиоузатиш қурилмалари, озуқа блоклари ва бошқа асбоблар томонидан ташкил этиладиган юқори частотали майдонлар;
- электростатик разрядлар;

Халақитлар манбаидаги кучланиш жуда катта қийматларга эга бўлишлиги мумкин. Ерлатиш тизимининг алоҳида элементлари ўртасида, ерга қисқа туташув пайтида, бир неча ўнлаб киловольтли кучланиш бўлиши мумкин. Момақалдиноқ разрядида ҳам худди шундай. Қудратли жиҳозлар уланганида бир неча киловольтни ташкил этади. Бу пайтда, ҳосил бўладиган ерга оқиб кетаётган

токнинг юқори частотали ташкил этувчилари, ерлатгичлар ўртасида юқори частота кучланишларини фарқини келтириб чиқаради. Бунинг натижасида ерлатилган иккинчи электр жиҳознинг потенциали ортади ва изоляциясидаги юклама ҳам ортади. Иккиламчи занжирга халақитлар, ўлчов трансформаторлари бўлган ток ва кучланиш трансформаторлари ва уларни кабель алоқалари орқали, иккиламчи аппаратлари ўзаро ҳамда бирламчи аппаратуралар билан бирлаштирувчи бошқарув занжирлари орқали, юқори частотали ҳимоя аппаратларини ва алоқаларни уланиш жиҳозлари орқали кириб боришади.



14.20-расм. Халақитлардан ҳимояловчи филтърлар.

Ундан ташқари халақитлар яна , нимстанцияларга ўтиб кетаётган кабеллар орқали, юқори кучланишли шиналарни тоқлари ва ерлатгичлар орасидаги тенглаштирувчи тоқларни ийдириш йўли билан келишлиги мумкин.



14.21-расм.Халақитлардан ҳимоялаш қурилмасини монтаж қилиш

Агар бу халақитларга қарши барча тегишли чораларни кўрилмайдиган бўлса, у ҳолда рақамли реле ҳимоясининг кам

кувватли электрон ташкил этувчиларини шикастланишига олиб келади. Чунки, улар учун рухсат этилган кучланишлар сатҳи пастдир.

Халақитларнинг таъсири натижаларидан яна бири –рақамли реле ҳимоясини кераксиз ишга тушиши, ёки ишламай қолишлиги билан боғлиқ бўлган нотўғри фаолият кўрсатишидир. 14.20-расмда халақитлардан асровчи филтёрлар, 14,21-расмда эса уларни монтаж қилиш тартиби келтирилган.

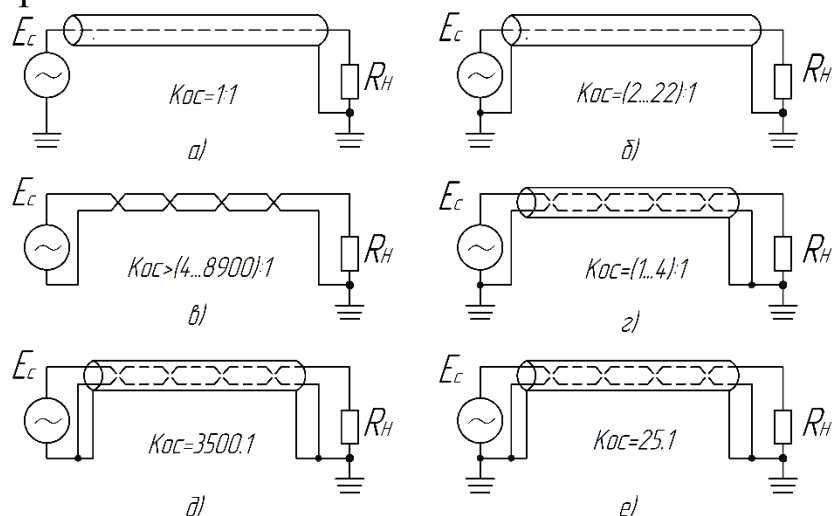
Алоқа кабелларини экранлаштиришни самарадорлиги. Ерлатгичлар контурлари талабга тўлиқ жавоб бера олмайдиган ҳолларда, электромагнит халақитларни юқори даражаси ўрин тутса, кабелларни экранлаштирилади. Кабелни металл қобиғини экранловчи **таъсири шундай тушунтирилади**: экранлашган қатламда майдон ҳосил қилувчи тоқлар пайдо бўлади ва уларни юзага келтирувчи ташқи майдонни компенсациялайди. Самарадор бўлган экранлаштиришни амалга ошириш учун, экран деворларини, экран моддасидаги электромагнит майдон тўлқин узунлиги билан ўлчана оладиган бўлиши шарт. Масалан, саноат частотаси 50 Гц да, мисдан тайёрланган экран фақат деворини қалинлиги 6 см бўлганидагина самарали бўлади. Пулат материалдан тайёрланган бўлса, 4,5 мм бўлиши етарли. Ферромагнит материаллардан тайёрланган экранларни кўзга яққол ташланиб турган афзаллигига қарамай, амалда кўпинча яхши электр ўтказувчанликка эга бўлган материаллардан экранлар тайёрланиб ишлатилади. Чунки, ферромагнит материалларнинг магнит сингдирувчинлиги, ташқи майдон кучланганлигига жуда боғлиқ. Ферромагнит экранда тўйиниш бўлса, уни экранлаштириш хусусияти кескин ёмонлашади.

Номагнит материаллардан экранга эга бўлган кабеллар электростатик ва юқори частотали электромагнит майдонлардан ҳимоя қилишда қўлланишлиги самаралидир. Паст частотали электромагнит майдонлардан ҳимоялаш учун қалин деворли ферромагнит материаллар талаб этилиб, буни узоқ масофаларга узатишда иложи йўқ. Бундай майдонлардан кабел томирларини бураб ҳимояланади, улар томирлар томонидан ташкил этилган контур майдонини кичрайтиради, кесишаётган сиғимларни ва ўзаро индуктивликни текислайди.

Маълумки, энг кўп учрайдиган халақитларга момақалди роқ ва туташув асбобларининг уланиш жараёнидаги ўта кучланиш киради.

У, қисқа вақт импульсларидан ва юқори частотали тебранишлардан иборат бўлганлиги учун, номагнит материалларни қўлланилишини ўзини оқлайди, чунки бундай халақитларнинг асосий энергияси юқори частотали соҳада йиғилган.

Экранларнинг самарали таъсири халақитларни частотасини спектригагина боғлиқ бўлмай, яна уларни ерлатиш схемаларига, экран ичидаги кабелни томирини жойлашишига ҳам боғлиқ. 14.9-расмда сигнал манбаи E_c ни қабул қилувчи (юклама $R_{ю}$) билан уланишини турли вариантлари ва халақитни кучсизланганини кўрсатувчи коэффициент келтирилган. Дастлабки вариант сифатида энг содда вариант олинган.



14.22-расмда сигнал манбаи E_c ни юклама билан уланиш вариантлари (а,б,..., э); $K_{\text{суст}}$ -халақитни сустлашиш коэффициентлари

Унда кабел битта сигнал ўтказгичига эга (14.22а-расм). 14.22-расмнинг б, в,...е схемасидаги наводканинг сатҳининг пасайиши, ишчи сигналнинг контурини самарали майдонини камайиши билан боғлиқ. Шу сабабли ўлчов занжирларини ўтказгичлари сифатида, битта назорат кабелига алоқадор бўлган, томирлардан фойдаланилади. Турли кабелларни томирларидан фойдаланиш мутлақо мумкин эмас. Ерлатгичга уланмаган манбада ёки, юкламада (14.22 в,д-расмлар) фойдали сигнал тескари ўтказгич орқали, ёки кабел экранидан тарқалади. Бу контурни фойдали юзасини камайтиради ва шу билан халақитлар сатҳини пасайтирди. Агар, бордю, экраннинг токи сигнални ўзгартириб юборадиган бўлса, у ҳолда экранни битта нуқтасидан ерлатиб қўйиш керак; ёки нурланиш халақитларини камайтириш учун, манба ёнидан, ёки қабул қилинаётган халақитлар сатҳини пасайтириш учун, юклама

ёнидан ерлатиб кўйиш керак. Юқори частотали сигналлар кабелларини экранлари охиридан ерлатгичга уланади ҳамда уларни узунлиги бўйлаб ҳар 0.2λ (бу ерда λ -электромагнит тўлқин узунлиги) масофада яна ерлатилади.

Агар, алоқа тармоқларларини, экранлаштирилмаган кабеллар билан яхшилаб ерлатгичга уланган ўтказгичнинг яқинроғига ётқизилганида ҳам (ерлатилган шиналар, металл конструкциялари ва ҳ.к) пайдо бўладиган халақитлар сатҳини камайтиришга эришиш мумкин.

Энергетикада хавфсизлик талаблари, кабеллар экранларини ерлатиш масаласи бўйича, ўзини мейёрий талабларини кўяди. Бу борада, электр станцияларини ва нимстанцияларини иккиламчи занжирларини ҳимоялаш бўйича амалий тавсияномалар, айрим услубий кўрсатма ва қўлланмаларда берилган.

14.13.Рақамли реле ҳимоясиларга техник хизмат кўрсатиш

Рақамли реле ҳимояларига кўрсатиладиган барча техник хизматлар, уларни ўтказиш даврлари, дастурлар, реле ҳимояси қурилмаларига техник хизмат кўрсатиш тартиб қоидалари бўйича бажарилади. Аниқ бир реле ҳимояси қурилмаси учун кўрсатиладиган техник хизматлар (ҳажми, даврийлиги, хизмат кўрсатиш услублари), қурилмани тайёрлаган завод томонидан аниқланади, эксплуатация қилиш бўйича тайёрланган йўриқномага киритиб кўйилади. Қоидага биноан, рақамли реле ҳимоясини ишга тайёрлаш, ташқи текширувни талаб қилади; ихоталарини ҳолатлари аниқланади, уставкалари текширилади ва чиқарилади, тестда синалади, техник хизматлар кўрсатувини мослиги аниқланади.

Ҳимоянинг рақамли қурилмалари, кўпроқ ахборотларга эга ва конструктив тузилишларига кўра, аналог ҳимоялардан тубдан фарқ қилади.

Ўз-ўзини диагностика қилишнинг ва текширишнинг тартиблаштирилган тизими, қоидага кўра, носозлик кодини дисплейга чиқариб шикастланган бўғинни аниқлаш ишларини осонлаштиради. Аммо, жуда такомиллаштирилган тартиб-қоидалар ҳам, 100 % ўз-ўзини назорат қилиш имконини бермайди. Шунинг учун микропроцессорли қурилмаларга техник хизмат кўрсатиш, хизмат кўрсатувчи ходимлар иштирокида олиб борилиши керак.

Рақамли реле ҳимоясиларга ахборотлар кўп бўлганлиги сабабли уларни носозлиги, ўлчаш трансформаторларидаги носозликлар, ўчиргичлар юритмасидаги шикастланишлар билвосита усул билан ҳам аниқланиши мумкин.

Амалда барча рақамли қурилмалар назорат қилинаётган катталиклар, бошқарувчининг кириш ва чиқиш сигналлари ҳақида ахборот бера олади. Бу маълумотларни таҳлил қилиб, кириш ва чиқиш занжирларида мавжуд бўлган узилишларни ўз вақтида аниқлаш мумкин. Шикастланиш режалари ҳақида хотирада сақлаб қолинган маълумотлардан (ҚТ токлари, у ёки бу ўлчов органларини ишга тушган вақти ва ҳ.к.) фойдаланиб, нафақат берилган реле ҳимояси қурилмаси уставкасига мос ҳолдалиги, балки аралаш ҳудудлардаги реле ҳимоясилар ҳақида ҳам маълум бир хулоса қилиш мумкин.

Агар ҳимоя микропроцессорли қурилмалар базасида бажариладиган бўлса, реле органларини асосий параметрларини назорат қилиш билан бирга (ишга тушиш бошланғич қийматини, қайтиш коэффицентини, ишга тушиш вақтини ва ҳ.к.), текшириш қурилмаси орқали ташқи сигналларни узатиш йўли билан анъанавий усулда реле ҳимоясини текшириладиган бўлса иш янада осонлашади.

Ток ва кучланиш занжирларидан кам истеъмол қилиш, текшириш жараёнларини махсус жиҳозлар ёрдамида, автоматлаштирилган тарзда амалга ошириш имкониятларини беради. Бунда текширувларни ўтказишда ҳамда, у асосида ҳисоботларни тайёрлашда, инсон иштироки минималлашган бўлади. Текширишлар натижасини эса, файллар кўринишида сақланиши олдинги текширувлар натижалари билан таққослаш имкониятларини беради.

Рақамли реле ҳимоясининг уставкаларини қийматлари ЭХМ ёрдамида олиниши ва зарурат бўлса, ҳужжат шаклида расмийлаштирилиши мумкин.

Реле ҳимоясининг микропроцессорли қурилмалари билан ишланганида, электрон ташкил этувчиларни статик электр билан шикастланмаслиги учун, барча чоралар кўринади. Аппаратларни таъмирлашда ерлатгичга уланган ишчи стол устига ёйиб олинади. Ишлаётган ишчи гавдасининг потенциалига тенг бўлиши лозим. Бу талаб ерлатилган ҳалқа, ёки билакузук ёрдамида бажарилади. Бундай эҳтиёткорликлар шунинг учун керакки, инсон гавдасидаги

заряд рақамли тузилмаларни бузиб юбориши мумкин, электростатик майдон эса маҳсулотни реле ҳимояси таъсиридан чиқармасда, кейинчалик ишламай қолишлигига олиб келиши мумкин.

Микропроцессорли қурилмаларига хизмат кўрсатилганида, қурилма блокларини разъём бирикишларини, улар кучланиш остида бўлган пайтда ажратиш ва улаш мумкин эмас. Бу қоида фақатгина техника хавфсизлиги нуқтаи назаридангина келиб чиққан эмас (чунки микропроцессорли қурилмаларда кучланиш қиймати 36Вдан ошмайди), балки ташқи занжирни улаш пайтида керакли бўлган кетма-кетликнинг бузилиши натижасида интеграл микросхемалар ишдан чиқиши мумкин. Микросхемага дастлаб озиқлантирувчи кучланиш берилиши керак, сўнгра кириш сигналлари узатилади.

14.14. Рақамли реле ҳимоясиларни баҳолаш

Электромеханик, ярим ўтказгичли ва интеграл релелар ёрдамида тайёрланган реле ҳимояси воситалари, турли хил конструктив тузилишларга эга бўлишлигига қарамай, ҳаммаси бир хил мантиқан дағал фаолият кўрсатиш хусусиятига эга.

Рақамли реле ҳимояси қурилмаларида эса, элементларни юқори даражада унификацияга эга эканлиги, қайишқоқлиги, шикастланишларни аниқлашда мураккаб алгоритмларни ҳам тадбиқ эта олиш имкониятига эга эканлиги, назорат қила олиш фаолиятларини такомиллашганлиги ва хизмат кўрсатиш учун кам сарф –ҳаражат талаб этилиши ўрин тутади.

Рақамли реле ҳимоясининг ахборот таъминоти кириш сигналларининг параметрлари бўйича асосланади. Бу параметрларга амплитудалар, фаза ва частота ўзгаришлари ҳамда сигналларининг интеграл қийматлари киради.

Ўткинчи жараёнлар туфайли юзага келган, ҳамда гармоник ташкил этувчиларнинг пайдо бўлиши билан боғлиқ халақитлар, сигналларда хатоликларни келтириб чиқариб, киришдаги ток ва кучланишларни дастлабки, филтрлаш жараёнини сусайтиради.

Рақамли реле ҳимоялари, бошқа анъанавий усулда электромеханик ва электростатик релелардан фойдаланиб релели ҳимоялашда, қуйидаги афзалликлари билан фарқ қилади:

- ишончлилиги, тезкорлиги, диагностика қила олишлиги ва

узлуксиз равишда автоматик тарзда назорат қилиб бора олишлиги;

- анча мураккаб ва такомиллашган алгоритмларни татбиқ эта олиш имкониятини мавжудлиги, созланишининг қулайлиги, накладка қилиш ва ишлатишнинг осонлиги;
- шикастланиш жараёнларини хотирада сақлаб қолиши ва осциллографлаш имкониятларининг мавжудлиги;
- битта ҳимояланаётган объект доирасида терминал ташкиллаш имкониятини берувчи оператив ва автоматик бошқариш тизимларини бирлаштирилганлиги;
- деярли ҳеч қандай хизмат кўрсатувчи ходимнинг аралашувига ёрдамига муҳтож эмаслиги, малакали мутахассис эса фақат мураккаб алгоритмларни татбиқ этишда рақамли реле ҳимоясининг ишга тушиш параметрларини тўғри танлаб беришда иштирок этиши мумкинлиги;
- ток ва кучланиш трансформаторлари юкламани пасайтирувчи кириш занжирларидаги кам қувватли энергия истеъмоли, замонавий жиҳозлардан рақамли реле ҳимоясиларни автоматик тарзда текширишда фойдалана олишнинг мумкинлиги;
- қўшимча сифати жиҳатидан юқори бўлган ҳимоялаш ишларини татбиқ этилишининг имкониятларини мавжудлиги.

Рақамли реле ҳимоясилари яна қатор аҳамиятга молик бўлган қулайликларга ҳам эга. Улар ичида энг муҳими узлуксиз равишда, автоматик тарзда диагностика қила олишлиги бўлиб, у бу рақамли реле ҳимоясиларни юқори сифатли ишончилигини таъминлайди ва ҳимоя қурилмаларини профилактик текширувларини ҳажми ҳамда муддатларини кескин камайтиради.

Электромеханик ҳимояларга нисбатан, рақамли реле ҳимоясилари, қисқа туташув юз берган ҳудуд ва объектларда бир мунча тезроқ ўчирилишини таъминлайди. Жиҳозлар учун, рақамли реле ҳимоясилар, ҚТ юз беришига ва унинг натижасида уларни шикастланишларига олиб келувчи хавфли нономал режимлардан ҳам профилактик ҳимоя қилади. Уларнинг қўлланилиши, истеъмолчиларга энергия етказиб бера олмаслик натижасида кўриладиган ва электр жиҳозларини таъмирлаш учун керак бўлган сарф-ҳаражатлар миқдорини камайтиради.

Рақамли реле ҳимоясиларида ҳимояланаётган элементнинг токи ва кучланишлари ҳақидаги ахборотларни, худди анъанавий

усулда ток ва кучланиш трансформаторларидан олингандек ҳам, олиш мумкин ва ундан ташқари кичик ўлчамларга эга бўлган ҳаво трансформаторларидан (Роговский ғалтаги каби датчиклар) дан ҳам олиш мумкин.

Бу айтиб ўтилган датчикларда ферромагнит ўзак (магнит ўтказгич)нинг йўқлиги, бирламчи катталикларни иккиламчи турга ўзгартирилаётганида, хатоликни камайишига ва токнинг биринчи ўлчаш оралиғининг кенгайишига олиб келади. Роговский ғалтагининг асосий камчилиги бўлиб, унинг чиқишидаги қувватнинг камлиги ва чиқиш сигнали сатҳининг пастлиги саналади. Бу эса ўз навбатида, электромеханик релелар билан мослаштиришга тўсқинлик қилади.

Рақамли реле ҳимоясилари қурилмалар қатор афзалликлари билан бирга яна камчиликларга ҳам эга:

- халақитларга турғун эмаслиги;
- чиқиш сигналининг кам қувватлилиги;
- қўшимча кучайтиргичлар киритиш заруриятининг мавжудлиги;
- ўчиргич юритмаси билан боғланиш учун электромеханик реледан барибир фойдаланишга тўғри келади.

Релели ҳимоялашда ахборотларга ишлов беришни рақамли усулда бажарилишига ўтилиши, электр жиҳозларини ҳимоялашни қуришни янги тартиб-қоидаларини ишлаб чиқишга олиб келмади, аммо релеларни эксплуатация қилиш сифатини яхшилади.

Ўз-ўзини назорат қила олиш имкониятини пайдо бўлиши рақамли реле ҳимоясиларни ишончилигини оширади. Чунки бу ҳолат ҳар қандай носозликлар бўйича хизмат кўрсатувчи ходимларни ўз вақтида хабардор қилиш имконини бериб, кутиладиган катта ҳажмдаги шикастланишларни олидини олишга, бартараф қилишга муваффақ бўлади. Ишга тушириш, тиклаш ишлари кечикмайди, технологик жараён тўхтамайди.

Релели ҳимоялашнинг рақамли қурилмаларини пайдо бўлиши, олдинги йиллар давомида ишлатилиб келинган анъанавий усулдаги электромеханик релелардан фойдаланиб ҳимоялашдан мутлақо воз кечиш шартини қўймайди. Қайси ҳимоя тури максимал даражада ишончилиқни, тезкорликни, танловчанликни ва сезгирликни таъминласа ва иқтисодий жиҳатдан арзон бўлса, ундан тўлиқ фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Электромеханик релеларни

ишлатиш бўйича мутахассислар катта тажрибага эга бўлганлиги ҳамда яроқли шундай релеларни кўплиги яна бир мунча йиллар давомида фойдаланиш мумкинлигини кўрсатади.

Адабиётлар

1. *Дорогунцев В. Г., Овчаренко Н. И.* Элементы автоматических устройств энергосистем: Учеб. пособие для вузов. М., 1979. 520 с.
2. *Федосеев А. М.* Релейная защита электроэнергетических систем: Релейная защита сетей: Учеб. пособие для вузов. М., 1984. 520 с.
3. *Андреев В. А.* Релейная защита, автоматика и телемеханика в тизимх электроснабжения: Учеб. для вузов. М., 1985. 391 с.
4. *Таслимов А.Д., Мамарасулова Т.С., Рисмухамедов Д.Л.* Реле ҳимояси. Касб ҳунар коллежлари учун ўқув кўлланма, Тошкент, 2013й.
5. *Кудрявцев А. А., Кузнецов А. П., Григорьев М. Н.* Максимальная токовая защита с магнитными трансформаторами тока. М., 1981. 56 с.
6. *Паперно Л. Б.* Бесконтактные токовые защиты электроустановок. М., 1983, 110 с.
7. *Фигурнов Е. П.* Релейная защита устройств электроснабжения железных дорог. М., 1981. 215 с.
8. *Федоров Э. К., Шнеерсон Э. М.* Измерительные органы дистанционных защит на основе операционных усилителей//Электричество. 1980. № 2. С. 8—15.
9. *Шнеерсон Э. М.* Дистанционные защиты. М., 1986. 447 с.
10. *Федоров Э. К-., Шнеерсон Э. М.* Новые блоки для комплектного устройства защиты//Электр. станции. 1988. № 6. С. 74—77.
11. *Дмитренко А. М.* Дифференциальная защита трансформаторов и автотрансформаторов//Электричество. 1975. № 2. С. 1—9.
12. *Дмитренко А. М.* Об использовании пауз для отстройки дифференциальных защит от переходных токов небаланса//Электричество. 1979. Л¹» 1. С. 55—58.
13. *Дмитренко А. М.* Реле дифференциальной защиты высоковольтных электродвигателей и понижающих трансформаторов//Электр. станции. 1983. № 12. С. 56-59.
14. *Беркович.М.А., Молчанов В.В., Семенов В.А.* Основы техники релейной защиты. Для работников энергосистемы а также для студентов ВУЗов. М.: Энергоатомиздат, 1984.

Мундарижа

I-БОБ. Энергетика тизими ва ундаги шикастланишлар	7
1.1. Умумий маълумотлар	7
1.2. Электр тармоқларидаги шикастланишлар.....	7
1.3. Нонормал режимлар.....	11
1.4. Электр таъминоти тизимлари. Релели ҳимоя ва автоматика фанининг мақсади ва вазифалари.....	11
1.5. Релели ҳимоя ва автоматика қурилмаларининг вазифалари	22
1.6. Релели ҳимоя ва автоматика техникасининг тараққиёти	24
1.7. Релели ҳимояга қўйиладиган асосий талаблар	25
1.8. Релели ҳимоя ва автоматика қурилмаларнинг ишлаш таъминоти.....	27
1.9. Релели ҳимоя ва автоматика қурилмаларини ташкил этувчи қисмлари ва уларни баъжарадиган ишлари	28
1.10. Релели ҳимоя ва автоматиканинг ишлаш тартиби	35
1.11. Релели ҳимоя ва автоматика схемаларида ишлатиладиган шартли белгилар.....	36
2-БОБ. РҲ ва А қурилмаларининг элементлари.....	39
2.1. Электромеханик элементлар.....	39
2.1.1. Реле	39
2.1.2. Бир электр катталиққа таъсирчан бўлган электромеханик релелар.....	48
2.1.3. Электромагнит релелар турлари	50
2.1.4. Индукцион релелар	52
2.2. Ўлчаш ўзгарткичлари	56
2.2.1. Ток ва кучланиш трансформаторлари	56
2.2.2. Ток трансформаторларининг туслаш шароитлари ва уланиш схемалари	57
2.2.3. Ток трансформаторларининг уланиш схемалари	65
2.3. Тез тўйинувчи ток трансформаторлари	68
2.4. Трансреакторлар.....	69
2.5. Симметрик ташкил этувчиларнинг филтрлари.....	71
2.5.1. Симметрик ташкил этувчилар филтрларининг вазифалари.	71

2.5.2. Ноль кетма-кетлик ток ва кучланиш филтёрлари	72
2.5.3. Нол кетма - кетлик ток трансформатори	73
2.5.4. Яримўтказгичли элементлар	74
2.5.5. Микропроцессорли элемент базаси.	75
2.6. Оператив ток манбалари.....	79
2.6.1. Оператив ток манбаларининг вазифалари ва уларга кўйиладиган талаблар	79
2.6.2. Ўзгармас оператив ток манбалари	80
2.6.3. Ўзгарувчан оператив ток манбалари	80
3-БОБ. Яримўтказгичли ва микроэлектрон элементлар	83
3.1. Яримўтказгичли ва микроэлектрон элементлар ҳақида маълумотлар	83
3.2.Ярим ўтказгичли ва микроэлектрон элементлар базаси	83
3.3.Мантикий органларнинг ярим ўтказгичли ва микроэлектрон элементлари	89
3.4.Ўлчаш органларининг ярим ўтказгичли ва микроэлектрон элементлари.	101
3.5.Ўзгармас токда ишлайдиган операцион кучайтиргичлар.....	102
3.6.Фаза бўйича иккита электр катталиқни солиштириш схемаси	108
3.7. Битта таъсир этувчи электр катталиққа эга бўлган ярим ўтказгичли ўлчов релеси	112
3.8. Боғлиқ сабр вақтига эга бўлган ток релеси.	116
3.9.Магнитли ток трансформаторларига эга бўлган ток релеси ..	119
3.10.Иккита таъсир этувчи катталиққа эга бўлган ярим ўтказгичли ўлчов релеси.....	123
3.11.Электр катталиқларни абсолют қийматлари бўйича	128
4-БОБ. Электр узатиш тармоқларида ва электр жиҳозларида қўлланиладиган ток ҳимоялари	143
4.1. Электр узатиш тармоқларида қўлланиладиган асосий токли ҳимоялар.....	143
4.2. Максимал ток ҳимояси	143
4.2.1. МТХ нинг ҳаяллаш вақти.....	145

4.2.2. МТХ нинг ишга тушиш токи ва схемалари	146
4.2.3. МТХ нинг схемалари турлари	147
4.3. Ток кесиш. Ток кесишнинг ишлаш тамойили.....	149
4.4. Ҳаяллаш вақтига эга бўлган ток кесиш	150
4.5. Йўналтирилган ток ҳимояси. Йўналтирилган МТХ нинг ишлаш тамойили	152
4.5.1. Қувват релеси	153
4.5.2. Йўналтирилган МТХ схемалари	154
4.6. Тармоқларни ерга туташувдан ҳимояси	157
4.6.1. Ерга туташувдан ҳимоянинг ишлаш тамойили	157
4.6.2. Ўтказгичлар изоляциясини назорат қилиш қурилмаси	159
4.6.3. Ерга туташган тармоқларни аниқлайдиган ҳимоя	161
4.6.4. Ерга нейтралли уланган тармоқларда нол кетма-кетлигидаги ток ҳимояси.....	162
4.7. Дифференциал ток ҳимояси	167
4.7.1. Бўйлама дифференциал ҳимоя.	167
4.7.2. Кўндаланг дифференциал ҳимоя.....	169
4.7.3. Йўналтирилган кўндаланг дифференциал ҳимоя.....	172
4.8. Паст кучланишли электр тармоқларининг релели ҳимояси ва автоматикаси.....	174
4.8.1. Паст кучланишли тармоқларда ва жиҳозлардаги шикастланишлар турлари.....	174
4.8.2. Нейтралли ерга уланган тўртта симли электр тармоқларида бир фазали шикастланишлардан ҳимоя.....	175
5-БОБ. Масофавий ҳимоялар	177
5.1 Масофавий ҳимояни вазифаси ва ишлаш тартиби	177
5.2. Ҳимоянинг ишлаши қондаси	182
5.3. Масофавий ҳимоя схемалари.....	183
5.4. Масофавий ҳимоянинг ишга тушиш параметрларини танлаш	188
6-БОБ. Электр станциялар иш режимларини узлуксизлигини таъминлаш ва ҳимоялаш автоматика қурилмалари	195
6.1. Электр энергиясини ишлаб чиқариш ва ундан фойдаланиш жараёнларини автоматлаштириш тўғрисида тушунчалар.....	195

6.2. Автоматика қурилмаларининг вазифалари	198
6.3. Автоматик қайта улаш	198
6.3.1. Автоматик қайта улаш қурилмаларининг схемалари	201
6.3.2. Ўзгарувчан оператив токли АҚУ қурилмалари.....	201
6.3.3. Тўғриланган оператив токда бажарилган АҚУ қурилмаси..	203
6.4. Резервни автоматик улаш	205
6.4.3. РАУ қурилмаларининг схемалари.	206
6.5. Частота бўйича автоматик юксизлантириш	208
6.6. Электрстанция гидро ва турбогенераторларини автоматик бошқариш	216
6.7. Синхрон генераторларнинг айланиш частотасини автоматик ростлаш.....	220
6.8. Синхрон генераторларнинг автоматлаштирилган синхронлаш усуллари	222
6.9. Микропроцессорли синхронизаторлар	226
6.10. Синхрон генераторларнинг қўзғатишни автоматлаштирилган усуллари	228
6.11. Синхрон генераторларнинг қўзғатишни микропроцессорли ростлагичлари	231
6.12. Актив қувват ва частотани автоматик бошқариш	232
6.13. Тақсимлаш тармоқларида автоматик ростлаш қурилмалари	233
6.14. Трансформаторлар иш режимини автоматик бошқариш	235
6.15. Трансформаторлар кучланишини автоматик ростлаш	236
6.16. Реактив қувват манбаларини автоматик ростлаш	239
7-БОБ. Синхрон генераторларнинг релели химоя ва автоматикаси	245
7.1. Генераторларнинг шикастланиш турлари ва нономал режимлари.....	245
7.1.1. Шикастланиш турлари ва нормал бўлмаган режимлар	250
7.2. Генераторларда қўлланиладиган умумий химоялар турлари	251
7.3. Кўндаланг дифференциал химоя.	255
7.4. Бир фазали ер билан қисқа туташувдан химоя қилиш.....	256

7.5. Кучланиши 1000 В гача бўлган генераторларнинг реле ҳимояси.....	259
7.6. Кучланиш 1000 В дан юқори генераторларнинг ҳимояси.....	259
7.6.1. Кучланиши 1000 В дан юқори генераторларнинг статор чўлғамида ерга туташувдан ҳимоя.....	260
8-БОБ. Трансформаторнинг релели ҳимоя ва автоматикаси .	263
8.1. Трансформаторларда шикастланиш турлари ва нормал бўлмаган режимлари.....	263
8.2. Трансформаторларни ташқи қисқа туташувлардан ҳимоя ҳисоби.....	267
8.2.1. Ток кесими ёрдамида ҳимоялаш.....	270
8.3. Трансформаторни ўта юкланишдан ҳимоялаш.....	270
8.4. Трансформаторларни ички қисқа туташувдан дифференциал ва газ ҳимояси билан сақлаш.....	271
8.4.1. Трансформаторлар дифференциал ҳимоясининг ишлаш тамойили.....	271
8.4.2. Трансформаторларнинг дифференциал ҳимояларида нобаланс тоқлари.....	273
8.4.3. Газ ҳимояси.....	277
8.5. Уч чулғамли қудратли трансформаторнинг реле ҳимояси ва автоматикаси.....	279
8.6. Қудратли автотрансформаторнинг реле ҳимояси ва автоматикаси.....	287
9-БОБ. Электр моторларнинг реле ҳимояси ва автоматикаси	304
9.1. Электр моторларнинг ҳимояларига умумий талаблар.....	304
9.2. Электр моторларда учрайдиган шикастланишлар ва қўлланиладиган ҳимоялар турлари.....	307
9.3. Кучланиши 1000Вдан юқори электр моторларнинг реле ҳимояси.....	308
9.4. Кучланиши 1000Вгача бўлган электр моторларнинг реле ҳимояси.....	309
9.4.1. Паст кучланишли электр моторларини қисқа туташувдан ҳимоя.....	310

9.4.2. Паст кучланишли электр моторларини ўта юкланишдан ҳимоялаш.....	312
9.4.3. Ўта юкланишда ҳарорат ортишидан ҳимоя	313
10-БОБ. Конденсатор қурилмаларининг релели ҳимоя ва автоматикаси	317
10.1.Конденсатор қурилмалари	317
10.2.КБларни ҳимоя турлари ва схемалари	320
10.3.Конденсатор батареяларини релели ҳимоялашни ҳисоби....	324
10.4.Комплект конденсатор қурилмаларини реле ҳимояси	327
10.5. Кучланишни автоматик ростлаш қурилмалари	335
11-БОБ. Электр ёй печларини релели ҳимоя ва автоматикаси	339
11.1.Электрт ёй печлари ҳақида умумий маълумотлар	339
11.2.Ҳимоя қурилмалари	341
11.3.Қувватни автоматик ростлаш қурилмаси	342
11.4.Печ трансформатори	347
11.5. Электр - ёй печлари трансформаторларида қўлланиладиган реле ҳимоялари	353
12-БОБ. Шиналарни релели ҳимоя ва автоматикаси	356
12.1.Шиналардаги шикастланишлар ва ҳимоя турлари.....	356
12.2.Шиналарни дифференциал ҳимояси схемасини уланишлари	358
12.3.Мужассамланган токли кесим ҳимояси.....	362
12.4.Ҳимоянинг автоматика қурилмалари	363
13-БОБ. Электроэнергетик тизимларнинг бошқаришни шикастланишга қарши автоматикаси	366
13.1.Шикастланишга қарши автоматиканинг вазифаси ва хусусиятлари.....	366
13.2. Диспетчерлаш ва телемеханизациялаш	369
13.3. Сигнализация ва назоратни бошқариш.....	377

13.4. Автоматлаштириш тизими ва элементларини ишончлилиги	381
14-БОБ. Микропроцессорли реле ҳимоялари	384
14.1. Умумий маълумотлар	384
14.2. Реле ҳимояси ва автоматикасининг рақамли қурилмаларини асосий бўғинларини таснифлари	391
14.3 Алоқани ўтказувчи каналлар	399
14.4. Рақамли реле ҳимоя қурилмаларида ахборотларга ишлов бериш	402
14.5. Рақамли реле ҳимояларда сигналларни филтрлаш	403
14.6. Рақамли ҳимоянинг ўлчов органлари ва дастурий таъминоти	404
14.7 Рақамли ток ҳимояси	405
14.8. Ўта юкланишдан рақамли ҳимоя	408
14.9. Рақамли ток кесими	412
14.10. Фазалараро қисқа туташувдан рақамли ҳимоя	413
14.11. Рақамли реле ҳимоясининг қурилмаларини эксплуатация қилиш	416
14.12. Рақамли реле ҳимояларининг ҳалақитлардан ҳимояланганлиги	418
14.13. Рақамли реле ҳимоясиларга техник хизмат кўрсатиш	423
14.14. Рақамли реле ҳимоясиларни баҳолаш	425
Адабиётлар	429
Иловалар	442
1-илова	442
Кириш	442
1. Берилган тармоқ учун қисқа туташув тоқларини ҳисоблаш	443
2. Трансформаторнинг реле ҳимояси	444
2.1. Трансформаторни ички ҚТдан бўйланма дифференциал ҳимоя орқали ҳимоялаш ҳисоби	444
2.2. Трансформаторнинг ўта юкланишдан ҳимоялаш	447
2.3. Трансформаторнинг ташқи қисқа туташувлардан ҳимояси	448

3.Электр моторларнинг релели ҳимояси	448
3.1.Кучланиши 1000 Вдан юқори бўлган моторларнинг реле ҳимояси.....	448
3.2. Кучланиши 1000 Вгача бўлган электр моторларнинг реле ҳимояси.....	450
4.Конденсатор батареясининг релели ҳимояси	451
4.1.Бошланғич маълумотлар:	452
4.2. Қисқа тугашувдан ҳимояни ток отсечкаси (ТО) кўринишида бажарамиз.....	452
4.3.Ўта юкланишдан ҳимоянинг ишга тушиш токи	452
4.4.Кучланиш ортиб кетишидан ҳимоянинг ишга тушиш кучланиши.....	452
Ҳулоса.....	458
2-илова	462
3-илова	466

Кириш

Матнда ва схемаларда қўлланиладиган шартли белгилар

Электр схемалари элементларини кўрсатиш учун қуйидаги белгилашлардан фойдаланилади:

А - микросхемалар асосидаги функционал кучайтиргич; подстанция шиналари;

АК - химоя комплекти;

АКВ - блокировка қурилмаси; тебранишлар вақтида блакировка қилиш қурилмаси;

С - сифим, конденсатор;

D - мантиқий элемент;

DN - сигнализациянинг мантиқий элементи;

DT - вақт мантиқий элементи;

DU - ЭМАС мантиқий элементи;

DX - ВА мантиқий элементи;

DW - ЁКИ мантиқий элементи;

DWU - ЁКИ-ЭМАС мантиқий элементи;

EA - таъсирланувчи элемент; нолғ-орган; чиқиш элементи;

EL - ёритиш лампаси;

F - эрувчан сақлагич;

FA - реле химояси, автоматика ва бошқариш занжирларидаги суюқланувчи сақлагич;

FN - сигнал занжирларидаги суюқланувчи сақлагич;

FQ - ўчиргични бошқариш занжирларидаги суюқланувчи сақлагич;

FV - разрядник;

G - аккумулятор батареяси;

GE - ўзгармас ток генератори;

HL - сигнал лампаси;

HLW - оқ линзали сигнал лампаси;

K - реле;

KA - ток релеси; токка боғлиқ бўлмаган ҳаяллаш вақтига эга бўлган ток химояси;

KAT - тез тўйинувчи трансформаторли ток релеси; токка боғлиқ ҳаяллаш вақтига эга бўлган ток химояси;

KAO - ноль кетма-кетлик ток релеси; ноль кетма-кетлик ток химояси;

КАW - тормозланувчи дифференциал ҳимоянинг ток релеси;
йўналтирилган максимал ток ҳимояси;
КАZ - ток фильтри;
KBS - кўп марта уланишдан блокировка қилиш релеси;
KBV - кучланиш занжирининг бузилишидан блокировка;
KH - кўрсаткич реле;
KL - оралиқ реле;
KT - вақт релеси;
KS - фазаларни таққослаш релеси;
KV - кучланиш релеси;
KVT - ҳаяллаш вақтига эга бўлган бевосита ишловчи
кучланиш релеси;
KYZ - тескари кетма-кетлик кучланиш фильтрига уланган
кучланиш релеси;
KW - йўналтирилган қувват релеси;
KZ - қаршилик релеси; масофа ҳимояси;
KQC - «Уланган» ҳолатнинг релеси;
L -индуктивлик ғалтаги;
M - электр мотори;
P - прибор;
PA - амперметр;
P - миллиамперметр;
PV - вольтметр;
Q - ўчиргич;
QA - шиналарни уловчи ўчиргич;
QB - секция ўчиргичи;
QR - узгич (автоматик ажраткич);
QN - қиска туташтиргич;
QS - ажраткич;
R - резистор;
RR - реостат;
SA – бошқариш калити;
SAC - улаб-узгич;
SB - бошқариш тугмаси;
SF - автоматик;
SQ - ўчиргичнинг ёрдамчи контакти;
SQS - ажраткичнинг ёрдамчи контакти;
SX - накладка;
T - трансформатор, автотрансформатор;

ТА - ток трансформатори;
 ТАУ - трансреактор;
 ТЛ - оралиқ трансформатор;
 ТЛА - оралиқ тез тўйинувчи ток трансформатори;
 ТЛВ - оралиқ тез тўйинувчи кучланиш трансформатори;
 ТS - стабилизатор;
 ТУ - кучланиш трансформатори;
 VD - диод, тиристор, стабилитрон;
 VS - кўприк тўғрилагич;
 VT - транзистор;
 w- тармоқлар;
 УА - электромагнит;
 УАС - улаш электромагнити;
 УАТ - узиш электромагнити;
 X - реактив қаршилик;
 Z - тўла қаршилик;
 ZA2 - тескари кетма-кетлик фильтри;
 ZV2 - тескари кетма-кетлик кучланиш фильтри;
 ZF - юқори гармоника токининг фильтри;
 ҚЧАРТ-қувват ва частотани автоматик ростлаш тизими,
 КАР-қўзғатишни автоматик ростлаш,
 ТКАР-трансформациялаш коэффициентини автоматик
 ростлаш,
 АҚУ-автоматик қайта улаш,
 ЗАУ-захирани автоматик улаш,
 РХҚ-реле ҳимояси қурилмаси,
 АРАБЭ-асинхрон режимни автоматик бартараф этиш,
 КПЧА-кучланиш пасайишини чегаралаш автоматикаси,
 ЧПЧА-частота пасайишини чегаралаш автоматикаси,
 КОЧА-кучланиш ошишини чегаралаш автоматикаси,
 ЧОЧА-частота ошишини чегаралаш автоматикаси,
 ЭЭТБА-электроэнергетик тизимни бўлаклар автоматикаси.
 АЭИХ-актив энергияни импульсли ҳисоблагич,
 РЭИХ-реактив энергияни импульсли ҳисоблагич,
 ВХКАЭ-вақтли хотира қурилмаси актив энергия учун,
 ВХКРЭ-вақтли хотира қурилмаси реактив энергия учун,
 ЯЭ-йиғувчи актив энергия учун,
 ЙРЭ-йиғувчи реактив энергия учун,
 БИБ-бошланғич импульс бўлаклагич,

БХАЭ-блок-ҳисоблагич актив энергия учун,
БХ α-блок-ҳисоблагич реактив энергия учун,
МПР-марказий печатловчи регистр,
МПРББ-марказий печатловчи регистр бошқариш блоки,
МК-қўриқлагич-максимум,
ИК-ишга тушириш қурилмаси,
МГ-механик генератор,
ЭГ-электрон генератор,
АЭСЖ-актив энергия счетчиги жойидаги,
РЭСЖ-реактив энергия счетчиги жойидаги,
ДТБ-дастурли топшириқ берувчи,
РС-регистр счетчиги

Иловалар

1-илова

Электр таъминоти тармоғида релели ҳимоясини лойиҳалаш бўйича масала

Лойиҳа учун берилганлар

Иссиқлик электр марказининг қуввати, 700 МВА

$S_{\text{иэм}}$

ИЭМнинг кучланиши, $U_{\text{иэм}}$ 10,5 кВ

6·10кВ ли реакторнинг токи 1250 А

ва реактив қаршилиги 0.33Ом

ИЭМ ва БТП гача бўлган кабель 2.5 км

тармоқларси L_1

0.4 кВ ли асинхрон двигателлар, $P_{\text{ад1}}$, 45 кВт

$P_{\text{ад2}}$ 170 кВт

БТП1 дан БТП2 гача бўлган 1 км

кабелтармоқларси L_2

Цех трансформаторининг қуввати, $S_{\text{т}}$ 630 МВА

Цех подстанциясининг иккиламчи 0.4 кВ

кучланиши, U_2

6/10 кВли АД ва СДларнинг қуввати 750 кВт

$P_{\text{ад}} = P_{\text{сд}}$

Электр ёй печи трансформатррининг 1000 кВа

қуввати

Конденсатор батареяси, ККУ -6(10) кВ, 320 кВар

$Q_{\text{кб}}$

Кириш

Реле ҳимояси ва автоматика қурилмалари электр тизимсида юзага келувчи шикастланиш ва нормал бўлмаган режимларни автоматик равишда бартараф қилиш учун хизмат қилиди. Реле ҳимояси энерготизимда шикастланиш ҳосил бўлганда шикастланган элементни аниқлайди ва уни тизимнинг шикастланмаган қисмидан шикастланиш тоқларини узишга мўлжалланган махсус выключателларга таъсир қилиш йўли билан ажратиб қўяди.

Нормал бўлмаган режим ҳосил бўлганда реле ҳимояси нормал режимни тиклаш учун зарур бўлган амалларни бажаради ёки назоратчи персоналга сигнал беради.

Автоматика қурилмалари тизимнинг нормал режимини тезлик билан автоматик равишда тиклаш учун измат қилади. Асосий автоматика қурилмаларига автоматик қайта улаш (АКУ) резервни автоматик улаш (РАУ) ва автоматик частотавий енгиллаштириш (АЧЕ) киради.

Электр таъминоти тизимсининг ўзига хос характерли белгилари, уларда бўладиган жараёнларнинг катта тезликда кечиши ва шикастланиш характериға эға бўлган шикастланишларнинг юзаға келиши мумкинлигидир. Шу сабабли электр таъминоти тизимсининг ишончли ва тежамли ишлашиға автоматик бошқариш йўли билангина эришиш мумкин. Бунинг учун хар ҳил автоматик бошқариш қурилмалари ишлатилади. Улар орасида асосий ўринлардан бирини автоматик реле ҳимояси қурилмалари эғаллайди.

Курс ишида электр таъминоти тизимсининг нормал ва қисқа туташув режимларининг параметрларига асосан, электр қурилмаларни бажариш қоидаларининг талабларини ҳисобға олган ҳолда реле ҳимояси ва автоматика қурилмалари танланади ҳамда уларни ишға тушиш параметрлари, сезгирлиги ва танлаш хусусиятлари аниқланади.

1. Берилган тармоқ учун қисқа туташув тоқларини ҳисоблаш

Реле ҳимоясининг ўрнатмаларини танлаш ва сезгирлигини текшириш учун қисқа туташув тоқларини базис шартларға асосан нисбий бирликларда ҳисоблаймиз.

Электр таъминотининг И.1-расмда кўрсатилган схемасиға асосан алмаштириш схемасини тузамиз (2-расм).

1. Базис қувватни танлаймиз $S_0 = 600$ МВА
2. Берилган нуқталар учун базис кучланишларни танлаймиз

$$U_{0к1} = 10,5 \text{ кВ}$$

$$U_{0к2} = 10,5 \text{ кВ}$$

$$U_{0к3} = 10,5 \text{ кВ}$$

$$U_{0к4} = 0,4 \text{ кВ}$$

1. Базис тоқларни базис қувват ва базис кучланишларға асосан ҳисоблаймиз

$$I_{6.к1} = S_6 / (1,73 \cdot U_{6.к1}) = 500 / (1,73 \cdot 10,5) = 27,530 \text{ кА} \quad (\text{И 1.1})$$

$$I_{6.к2} = S_6 / (1,73 \cdot U_{6.к2}) = 500 / (1,73 \cdot 10,5) = 27,530 \text{ кА}$$

$$I_{6.к3} = S_6 / (1,73 \cdot U_{6.к3}) = 500 / (1,73 \cdot 10,5) = 27,530 \text{ кА}$$

$$I_{6.к4} = S_6 / (1,73 \cdot U_{6.к4}) = 500 / (1,73 \cdot 0,4) = 722,54 \text{ кА}$$

2. Трансформаторнинг релели ҳимояси

Бошланғич маълумотлар:

Трансформаторнинг қуввати $S_T - S_{\text{бпп}} = 630 \text{ МВА}$;

Юқори кучланиши $U_{\text{ТЮК}} = 10,5 \text{ кВ}$

Паст кучланиши $U_{\text{ТПК}} = 0,4 \text{ кВ}$

Паст кучланиш томонидаги максимал ва минимал қиска туташув тоқларини 1-жадвалдан оламиз:

$$I_{к2\text{max}} = 23,2 \text{ кА}$$

$$I_{к2\text{min}} = 19,82 \text{ кА}$$

Трансформаторларни қиска туташувлардан ҳимоя қилиш учун ҳаяллаш вақтига эга бўлмаган тез ишловчи қуйидаги ҳимоялар қўлланилади ток отсечкаси, дифференциал ҳимоя ва газ ҳимояси.

Трансформаторларнинг паст кучланиши (ПК) томонида қиска туташув бўлганда юқори кучланиш (ЮК) томонидаги ток

$$I_{1к2\text{max}} = I_{к2\text{max}} \cdot \frac{U_{\text{ПК}}}{U_{\text{ЮК}}} = 23,2 \cdot \frac{0,4}{10,5} = 0,79077 \text{ кА} = 790,76965 \text{ А} \quad (\text{И 1.2})$$

$$I_{2к2\text{min}} = I_{к2\text{min}} \cdot \frac{U_{\text{ПК}}}{U_{\text{ЮК}}} = 19,82 \cdot \frac{0,4}{10,5} = 0,63082 \text{ кА} = 630,82299 \text{ А} \quad (\text{И 1.3})$$

Трансформатор учун асосий ҳимоя сифатида дифференциал ҳимояни қўллаيمиз.

Бундан ташқари ташқи қиска туташувлардан ҳимоя (заҳира ҳимоя) ва ўта юкланишдан ҳимояларни ҳам қўллаимиз.

2.1. Трансформаторни ички ҚТдан бўйланма дифференциал ҳимоя орқали ҳимоялаш ҳисоби

Бўйлама дифференциал ҳимоя қуйидаги тартибда ҳисобланади

Трансформаторнинг номинал тоқларини аниқлаймиз:

Юқори кучланиш томонида

$$I_{\text{НОМ1}} = S_T / 1,73 \cdot U_{\text{ТЮК}} = 34682,1 \text{ А} \quad (\text{И.2.1})$$

Паст кучланиш томонида

$$I_{\text{НОМ2}} = S_T / 1,73 \cdot U_{\text{ТПК}} = 910405 \text{ А}$$

Ток трансформаторининг ҳисобий трансформация коэффициентларини ҳисоблаймиз:

Юқори кучланиш томонида

$$K_{11x} = 2 \cdot 1,73 I_{\text{НОМ}} / 5 = 2 \cdot 34682,08 \cdot 1,73 / 5 = 24000 \quad (\text{И.2.2})$$

Паст кучланиш томонида

$$K_{12x} = 2 \cdot I_{\text{НОМ}} \frac{2}{5} = 2 \cdot 910404,62 / 5 = 364162 \quad (\text{И.2.3})$$

Справочникдан трансформация коэффициентининг стандарт қийматларини танлаймиз

$$K_{11} = 2400$$

$$K_{12} = 364100$$

Иккиламчи тоқлар

$$I_{12} = 1,73 \cdot I_{\text{НОМ}} / K_{11} = 2,5 \text{ А}$$

$$I_{22} = I_{\text{НОМ2}} / K_{12} = 2,5 \text{ А}$$

Асосий томон сифатида ПК томонни танлаймиз.

Дифференциал ҳимоянинг ишга тушиш тоқи қуйидаги шартларга асосан танланади.

а) куч трансформатори магнитловчи тоқнинг сакрашидан четлаштириш

$$I_{\text{ХН}} = K_3 \cdot I_{\text{НОМ.тр}} = 1183526,01 \text{ А} \quad (\text{И.2.4})$$

бу ерда $K_3 = 1,3$ (РНТ -565 реле учун), $I_{\text{НОМ.тр}} = I_{\text{НОМ.2}}$

б) нобаланс тоқларидан четлаштириш

$$I''_{\text{НБ}} = K_{\text{ап}} \cdot K_6 \cdot f_1 \cdot I_{\text{К max}} = 1 \cdot 1 \cdot 0,1 \cdot 23,2 \cdot 1000 = 2320 \text{ А} \quad (\text{И.2.5})$$

бу ерда $K_{\text{ап}} = 1$, $K_6 = 1$, $f_1 = 0,1$.

$$I''_{\text{НБ}} = \pm \frac{\Delta N I_{\text{К max}}}{100} = \frac{9790,769652}{100} = 71,16 \text{ А} \quad (\text{И.2.6})$$

бу ерда $\pm DN = 9$ -кучланишни тўла ростлаш чегарасининг қиймати.

$$I_{\text{нб } \max} = I_{\text{нб}} + I''_{\text{нб}} = 2320 + 71.16 = 2391.16 \text{ А} \quad (\text{И.2.7})$$

Дифференциал ҳимоянинг ишга тушиш токи

$$I_{\text{хи}} = 1.3 \cdot I_{\text{нб } \max} = 1.3 \cdot 2391.16 = 3108.51 \text{ А} \quad (\text{И.2.8})$$

Сезгирлик коэффициентини

$$K_c = \frac{I_{k\min}}{I_{\text{хи}}} = 0.63 \cdot \frac{1000}{3108.51} = 6,38 \quad (\text{И.2.9})$$

Реленинг ишга тушиш токи

$$I_{\text{ри}} = \frac{I_{\text{хи}}}{K_{12}} = \frac{3108.51}{364100} = 0,0024 \text{ А} \quad (\text{И.2.10})$$

РНТ релесига қўйилиши зарур бўлган ҳисобий ўрамлар сонини аниқлаймиз

$$W_{\text{ас.хис}} = \frac{F_c}{I_{\text{ри}}} = \frac{100}{0} = 41666,7 \quad (\text{И.2.11})$$

бу ерда $F_c = 100$ ўрам А

$W_{\text{ас}} = 41666$ ни қабул қиламиз

Асосий бўлмаган томон учун ҳисобий ўрамлар сони

$$W_{\text{ас.бўл.хис}} = W_{\text{ас}} \cdot \frac{112}{122} = 41666 \quad (\text{И.2.12})$$

$W_{\text{ас.бўл.хис}} = 41666$ қабул қиламиз

Нобаланс токи

$$I''_{\text{нб}} = (W_{\text{ас.хис}} \cdot W_{\text{ас}}) \frac{I_{k2\max}}{W_{\text{ас.хис}}} = (41666,67 \cdot 41666) \cdot 19,82 \cdot \frac{1000}{41} = 0.31 \text{ А} \quad (\text{И.2.13})$$

Умумий нобаланс токи

$$I_{\text{нб } \max} = I'_{\text{нб}} + I''_{\text{нб}} + I'''_{\text{нб}} = 2320 + 71.16 + 0.31 = 2391.47 \text{ А} \quad (\text{И.2.14})$$

Ҳимояни ишга тушириш токи

$$I_{\text{хи}} = K_3 \cdot I_{\text{нб } \max} = 1.3 \cdot 2391.16 = 3108.51 \text{ А} \quad \dots (\text{И.2.15})$$

Ҳимояни сезгирлиги

$$K_c = 6,38$$

2.2. Трансформаторнинг ўта юкланишдан ҳимоялаш

Ўта юкланишдан ҳимоянинг ишга тушириш токи қуйидаги ифодага асосан ҳисобланади

$$I_{\text{ХИМ}} = K_3 \cdot I_{\text{НОМ}} / K_M \quad (\text{И.2.16})$$

бу ерда $K_3 = 1.05$ захира коэффициенти, $K_M = 0.8$ –ток релесининг қайтиш коэффициенти

Реленинг ишга тушириш токи

$$I_{\text{РИ}} = K_{\text{СК}} \cdot I_{\text{ХИМ}} / K_1 \quad (\text{И.2.17})$$

бу ерда $K_{\text{СК}}$ –схема коэффициенти, K_1 -ток трансформаторининг трансформация коэффициенти.

Ҳимоянинг ҳаяллаш вақти

$$t = t_x + \Delta t \quad (\text{И.2.18})$$

бу ерда t_x – МТХ нинг ҳаяллаш вақти; $\Delta t=0,5$ с; I_p ва t га асосан ток ва вақт релеси танланади.

Трансформаторнинг номинал токи

$$I_{\text{НОМ1}} = \frac{S_T}{1.73 \cdot U_{\text{ТЮК}}} = 630 \cdot \frac{1000}{1.73 \cdot 10,5} = 34682,08 \text{ А} \quad (\text{И.2.19})$$

Одатда, трансформаторнинг ўта юкланиши симметрик бўлиши сабабли ҳимояни бир фазали максимал ток ҳимояси (МТХ) кўринишида бажарамиз

$$I_{\text{ХИ}} = K_3 \cdot \frac{I_{\text{НОМ}}}{K_K} = 1,05 \cdot \frac{3 \cdot 34682,08}{0,8} = 45520,23 \text{ А} \quad (\text{И.2.20})$$

бу ерда $K_3 = 1,05$, $K_K = 0,8$

ўта юкланишдан ҳимоянинг ишлаш вақти ташқи қисқа туташувлардан ҳимоянинг ишлаш вақтидан бир поғона юқори қилиб олинади

$$t = t_{\text{МТХ}} + \Delta t = 1,5 + 0,5 = 2 \text{ с.} \quad (\text{И.2.21})$$

$$I_{\text{РИ}} < \frac{I_{\text{ХИ}}}{K_{11}} = 3,2 \text{ ВА.....} \quad \dots \quad \dots \quad (\text{И.2.22})$$

РТ-10/10 турдаги ток ЭВ-132 турдаги вақт релесини танлаймиз.

2.3. Трансформаторнинг ташқи қисқа туташувлардан ҳимояси

Ташқи қисқа туташувлардан ҳимоя трансформатори учун заҳира ҳимоя бўлиб ҳисобланади ва ундан кейинги ҳимоялар выключателлар ёки трансформаторнинг асосий ҳимояси ишламай қолганида ишлайди

Трансформаторнинг ишчи максимал токини у 40%гача ўта юкланиши мумкинлигини ҳисобга олган ҳолда аниқлаймиз:

$$I_{\text{ишчи max}} = \frac{1.4 \cdot S_T}{1.73 \cdot U_{\text{юк}}} = 1.4 \cdot 630 \cdot \frac{1000}{1.73 \cdot 10.5} = 48554,913 \text{ А} \quad (\text{И.2.23})$$

Ҳимояни ишга тушиш токи

$$I_{\text{хи}} = K_3 \cdot K_{\text{ўн}} \cdot \frac{I_{\text{ишчи max}}}{K_{\text{к}}} = 1,1 \cdot 1,25 \cdot \frac{48554,913}{0,8} = 166907,51 \text{ А} \quad (\text{И.2.24})$$

бу ерда $K_3 = 1,1$ -заҳира коэффиценти; $K_{\text{к}} = 0,8$ -ток релесининг қайтиш коэффиценти; $K_{\text{ўн}} = 2,5$ -электр двигателларнинг ўз ишга тушиш коэффиценти. Ҳимоянинг ҳаяллаш вақтини трансформаторлардан таъминловчи тармоқларларга ўрнатилган МТХларнинг энг катта ҳаяллаш вақтидан ($t_{n \text{ max}} = 1.5 \text{ с}$) бир поғона юқори оламиз.

$$t_{\text{МТХ}} = t_{n \text{ max}} + D_t - 1.5 \text{ с}. \quad (\text{И.2.25})$$

Ташқи қисқа туташувлардан ҳимоянинг сезгирлик коэффиценти

$$K_c = \frac{I_{\text{k min}}}{I_{\text{хи}}} = 19.82 \cdot 0.4 \cdot 1000 / (10.5 \cdot 166907.51) = 0 \quad (\text{И.2.26})$$

Реленинг ишга тушиш токи

$$I_{\text{ри}} = 1.73 \cdot \frac{166907.51}{364100} = 0,79 \text{ А} \quad (\text{И.2.27})$$

РТ-40/2 турдаги ток ва ЭВ-132 турдаги вақт релесини танлаймиз.

3.Электр двигателларнинг реле ҳимояси

3.1.Кучланиши 1000 Вдан юқори бўлган двигателларнинг реле ҳимояси

Электр двигателни номинал токи

$$I_{\text{двном}} = P_{\text{дв}} / \left(\frac{\cos(\varphi)}{1.73} / U_{\text{дв}} \right) = 750 / (0,9 \cdot 1,73 / 10,5) = 45,88 \text{ А} \quad (\text{И.3.1})$$

Ток трансформаторининг ҳисобий трансформация коэффициентлари

$$KI_{\text{хис}} = I_{\text{дв}} / S_3 = \frac{45,88}{5} = 9,18 \quad (\text{И.3.2})$$

Справочникдан ток трансформаторининг трансформация коэффициентлари KI нинг $KI_{\text{хис}}$ га қараганда $1,5 \div 2$ марта каттароқ қиймати танланади.

$$KI = 20.$$

Электр двигателларни кўп фазали қисқа туташувлардан ҳимоя қилиш учун икки фазали икки релели ток отсечкасидан фойдаланамиз.

Электр двигателининг ўз ишга тушиш токи

$$I_{\text{ўн}} = K_{\text{ю}} \cdot I_{\text{дв ном}} = 7 \cdot 45,88 = 321,16 \text{ А} \quad (\text{И.3.3})$$

Ток отсечкани ишга тушиш токи

$$I_{\text{хи}} = K_3 \cdot K_{\text{сх}} I_{\text{ўн}} = 1,5 \cdot 1 \cdot 321,16 = 481,74 \text{ А} \quad (\text{И.3.4})$$

бу ерда $K_{\text{сх}} = 1$, $K_3 = 1,5$ $K_{\text{ю}} = 7$

Ток релесининг ишга тушиш токи

$$I_{\text{ри}} = I_{\text{хи}} / KI = 481,74 / 20 = 24,09 \text{ А} \quad (\text{И.3.5})$$

Ҳимоя сезгирлиги

$$K_c = Ik_{2\text{min}} / I_{\text{хи}} = 4,41 \quad (\text{И.3.6})$$

$K_c > -2$ демак ҳимоя етарли сезгирликка эга.

ҳимоя учун РТ-40/40 турдаги ток релесини танлаймиз.

Электродвигателларни ерга туташувидан ҳимоялаш учун нол кетма-кетлик ҳимояси қўлланилади.

Унинг бирламчи ишга тушиш токи $I_{\text{хи}} = 10 \text{ А}$ (Р 2000 кВт ли двигателлар учун); ва $I_{\text{хи}} = 5 \text{ А}$ $IP > 2000 \text{ кВт}$ ли двигателлар учун) олинади.

Қўшимча изоляцияни назорат қилиш схемаси ҳам қўлланилади.

3.2. Кучланиши 1000 Вгача бўлган электр двигателларнинг реле ҳимояси

Кучланиши 1000 Вгача бўлган электродвигателларда асосан қуйидаги ҳимоялар қўлланилади:

1. Қисқа туташувдан ҳимоя.
2. Қта юкланишдан ҳимоя
3. Фаза узилишидан ҳимоя
4. Кучланиш пасайишидан ҳимоя

Двигателнинг номинал токини аниқлаймиз

$$I_{\text{дв.ном}} = \frac{P_{\text{ад}}}{\cos(\varphi) \cdot 1.73 \cdot U_{\text{дв.ном}}} = 72.25 \text{ А} \quad (\text{И.3.7})$$

Қисқа туташувдан ҳимоя

Максимал ток релеси ёрдамида қисқа туташувдан ҳимоя ток отсечкаси кўринишида бажарилади.

Ток релесининг ишлаш токи

$$I_{\text{ри}} = 1.3 I_{\text{ю}} = 1.3 K_{\text{ю}} \cdot I_{\text{дв ном}} = 1.3 \cdot 6 \cdot 72.25 = 563.55 \text{ А} \quad (\text{И.3.8})$$

бу ерда $I_{\text{ю}}$ -двигателнинг юргизиш токи; $K_{\text{ю}} = 7$ -двигател юргизиш токининг номинал токка нисбати.

Агар $I_{\text{ри}}$ катта бўлганлиги сабабли ток релесини танлаш иложи бўлмаса ток трансформатори ўрнатилади ва у орқали ток релеси уланади.

Ток трансформаторининг ҳисобий трансформация коэффиценти KI нинг $KI_{\text{ҳис}}$ га қараганда $1.5 \div 2$ марта каттароқ қиймати танланади.

$$KI = 170$$

Ток релеси ток трансформатори орқали уланганлиги сабабли ҳимоянинг ишлаш токи аниқланди

$$I_{\text{ҳи}} = 1.3 I_{\text{ю}} = 563.55 \text{ А}$$

$$I_{\text{ри}} = K_{\text{сх}} I_{\text{ҳи}} / KI = 5.73 \text{ А}$$

бу ерда $K_{\text{сх}}$ –схема коэффиценти. Ток трансформатори юлдуз ёки тўла бўлмаган юлдуз бўйича уланган бўлса $K_{\text{сх}} = 1$ ёки икки фаза схемаси тоқларнинг фарқига уланган бўлса $K_{\text{сх}} = 1.73$ олинади.

$$K_{\text{сх}} = 1.73$$

Ўта юкланишдан ҳимоя

Ўта юкланишдан ҳимоя фақат технологик жараёнда ўта юкланиш эҳтимоли бўлган электр двигателларга ўрнатилади ва асосан сигналга ишлайди.

Ўта юкланиш ҳимоя электр двигател ишга тушаётган вақтда ишламаслиги керак. Шунинг учун унинг ҳаяллаш вақти 10....20 секунд олинади, яъни ҳимоянинг ҳаяллаш вақти двигателнинг ишга тушиш вақтидан катта бўлиши керак.

РТ-80 индукцион ток релеси ёрдамида бажарамиз.

РТ-80 реле индукцион элементи қисқа туташувлардан ҳимоя учун хизмат қилади ва унинг ишга тушиш токи қуйидагича ҳисобланади:

$$I_{р.ин} = K_{сх} K3 I_{дв.ном} / (K_{қ} KI) = 0,546429 \text{ А} \quad (\text{И.3.9})$$

бу ерда $K3-1,2$ –заҳира коэффиенти, $K_{қ}=0,8$ ток релесининг қайтиш коэффиенти, KI - ток трансформаторининг трансформация коэффиенти.

РТ-80 реле электромагнит элементидан ўта юкланишлардан ҳимояни бажариш учун фойдаланилади ва унинг ишга тушиш токи:

$$I_{р.эл} = K_{сх} K3 I_{ю} / KI = 3,57 \text{ А} \quad (\text{И.3.10})$$

бу ерда $K_{сх}$ - схема коэффиенти, $K3-1,4$ –заҳира коэффиенти, $I_{ю}$ -двигателнинг юргизиш $I_{р.эл}$ ва $I_{р.ин}$ тоқларнинг нисбати

$$n_{нис} = I_{р.эл} / I_{р.ин} = 6,53 \quad (\text{И.3.11})$$

ҳаяллаш вақти ҳам РТ-80 реле ёрдамида қўйилади.

Агар ўта юкланиш вақтида двигателни узиш керак бўлса РТ-82 ёки узиш керак бўлмаса РТ-84 реледан фойдаланилади. РТ-84 реледа икки жуфт контакт бўлиб, уларнинг бири қисқа туташув вақтида электр двигателни манбадан узиш учун (реленинг электромагнит элементи ишлаганда уланади), иккинчиси эса ўта юкланиш тўғрисида сигнал бериш учун (реленинг индукцион элементи ишлаганда уланади) ишлатилади.

4.Конденсатор батареясининг реле ҳимояси

Конденсатор батареяси учун ток отсечкаси, ўта юкланишдан ҳимоя ва кучланиш ортиб кетишидан ҳимояни қўллаймиз.

4.1.Бошланғич маълумотлар:

Конденсатор батареясининг қуввати $Q_{кб} = 320$ кВар

Кучланиши $U_{кб} = 10,5$ кВ

Номинал токи $I_{ном.кб} = Q_{кб}/(1.73U_{кб}) = 320/(1.73 \cdot 10,5) = 17,62$ А

Ток трансформаторининг ҳисобий трансформация коэффициентини

$$K_{хис} = 2I_{ном.кб} = 2 \cdot \frac{17,62}{5} = 7,048$$

Ток трансформаторининг стандарт трансформация коэффициентини танлаймиз $K=8$.

4.2. Қисқа туташувдан ҳимояни ток отсечкаси (ТО) кўринишида бажарамиз.

Тонинг ишга тушиш токи

$$I_{хи} = K_3 I_{ном.кб} = 2,2 \cdot 17,62 = 35,754 \text{ А} \quad (\text{И.4.1})$$

бу ерда $K_3 = 2,2$ захира коэффициентини.

Ток релесининг ишга тушиш токи

$$I_{ри} = K_{сх} I_{хи} K = 1,73 \cdot 38,7645 = 8,38 \text{ А} \quad (\text{И.4.2})$$

Ток отсечкаси учун РТ-40/10 турдаги ток релесини танлаймиз.

4.3. Ўта юкланишдан ҳимоянинг ишга тушиш токи

$$I_{хи} = K_3 \cdot I_{ном.кб} = 1,3 \cdot 17,62 = 22,506 \text{ А} \quad (\text{И.4.3})$$

бу ерда $K_3 = 1,3$ захира коэффициентини.

Реленинг ишга тушиш токи

$$I_{ри} = I_{хи} / K = 22,506/8 = 2,86 \text{ А} \quad (\text{И.4.4})$$

ўта юкланишдан ҳимоя учун РТ-40/6 туодаги ток ва ЭВ-132 турдаги вақт релесини танлаймиз.

Ўта юкланишдан ҳимоянинг ҳаяллаш вақтини $t = 3с$ оламиз

4.4.Кучланиш ортиб кетишидан ҳимоянинг ишга тушиш кучланиши

$$U_{хи} = 1,1 \cdot U_{кб} = 1,1 \cdot 10,5 = 11,56 \text{ кВ} = 11550 \text{ В} \quad (\text{И.4.5})$$

Кучланиш релесининг ишга тушириш кучланиши

$$U_{ри} = \frac{U_{хи}}{KU} = \frac{11550}{110} = 105В \quad (И.4.6)$$

бу ерда $K_U = \frac{11000}{100} = 110$ кучланиш трансформаторининг трансформация коэффициентини.

Кучланиш ортиб кетишини ҳимояси учун РН-53/200 турдаги кучланиш релесини танлаймиз.

Ҳимояни ҳаяллаш вақтини $t = 1$ минут оламиз.

БТП1-ТП2 кабель тармоқларсининг реле ҳимояси

Максимал ток ҳимояси

МТХ нинг ҳаяллаш вақти

Танлаш хусусиятини таъминлаш учун МТХ ларнинг ҳаяллаш вақтлари истеъмолчилардан манбага томон йўналишда ортиб борадиган қилиб танланади.

Иккита қўшма МТХ ларнинг ҳаяллаш вақтлари орасидаги фарқга вақт поғонаси ёки танлаш поғонаси деб аталади.

Агар МТХ РТ-40 турдаги электромагнит ток релелари асосида бажарилган бўлса танлаш поғонаси $\Delta t = 0,5$ с олинади.

Синхрон электродвигателлар реле ҳимоясининг ҳаяллаш вақти ≈ 1 с бўлганлиги учун МТХ нинг ҳаяллаш вақтини

$$t = 1 + 0.5 = 1.5 \text{ с.} \quad (И.4.7)$$

оламиз.

МТХнинг ишга тушиш токи.

МТХ қисқа туташув юз берганда ишончли ишлаши ва максимал юклама токлари ҳамда электродвигателларнинг ўз юргизиш токлари таъсирида ишламаслиги керак. Бундан ташқари шикастланмаган тармоқларнинг МТХ си ташқи қисқа туташув нуқтаси узилгандан кейин дастлабки ҳолатига қайтади, яъни юклама токлари таъсирида ишлашга давом этмаслиги керак.

МТХнинг ишга тушиш токи

$$I_{хи} = K_3 K_{ю} I_{иш.мах} / K_{к} \quad (И.4.8)$$

бу ерда $K_3 = 1,1 \dots 1,2$ –заҳира коэффициентини; $K_{ю}$ – электродвигателларнинг ўз юргизиш токини ҳисобга олувчи коэффициент ҳисобланади, агар электродвигателлар тўғрисида етарли маълумот бўлмаса $K_{ю} = 2 \dots 3$ олинади; $K_{к} = 0,8$ -ток релесининг қайтиш коэффициентини; $I_{иш.мах}$ -ишчи максимал ток.

$$I_{\text{иш.мах}} = P_{\text{сд}} / \cos(\varphi) \cdot 4 / U + S_r / 1.73 \cdot U = 35000 \text{ А} \quad (\text{И.4.9})$$

$$I_{\text{хи}} = 1,2 \cdot 2,5 I_{\text{иш.мах}} / K_{\text{к}} = 104999 \text{ А} \quad (\text{И.4.10})$$

Ток релесининг ишга тушиш токи.

$$I_{\text{ри}} = K_{\text{сх}} I_{\text{хи}} K_1, \quad (\text{И.4.11})$$

бу ерда K_1 – ток трансформаторининг трансформация коэффициентини; $K_{\text{сх}}$ – схема коэффициентини, химоянинг ток трансформаторлари юлдуз ёки тўла бўлмаган юлдуз схемаси бўйича уланганда $K_{\text{сх}} = 1$ ва учбурчак ёки реле икки фаза тоklarининг фарқига уланганда $K_{\text{сх}} = 1,73$ олинади.

Ток трансформаторининг трансформация коэффициентини

$$K_i = 1.5 \cdot I_{\text{иш.мах}} / S = 10499.9 \quad (\text{И.4.12})$$

$K_i = 10500$ ни танлаймиз

$$I_{\text{ри}} = K_{\text{сх}} I_{\text{хи}} / K_1 = 17,3 \text{ А} \quad (\text{И.4.13})$$

РТ 40/40 турдаги ток релесини танлаймиз.

МТХ нинг сезгирлиги

МТХнинг сезгирлиги қуйидаги ифодага асосан аниқланади

$$K_c = I_{\text{р.мин}} / I_{\text{ри}}, \quad (\text{И.4.14})$$

бу ерда $I_{\text{р.мин}}$ – минимал қисқа туташув режимида ток релесининг чўлғамидан ўтувчи ток схема коэффициентини $K_{\text{сх}} = 1$ бўлса

$$K_c = I_{\text{к.мин}} / I_{\text{хи}}, \quad (\text{И.4.15})$$

бу ерда $I_{\text{к.мин}}$ – қисқа туташув МТХ химоя захирасининг сўнгида бўлганда ҳосил бўлувчи минимал қисқа туташув токи.

Агар МТХ асосий химоя бўлса $K_c > 1,5$ ёки резерв химоя бўлса $K_c \geq 1,2$ бўлиши керак.

$$I_{\text{кз.мин}} = 17,75 \cdot 1000,$$

$$K_c = I_{\text{кз.мин}} / I_{\text{хи}} = 0,2534 \quad (\text{И.4.16})$$

МТХ етарли сезгирликка эга.

ИЭМ –БТП1 кабел тармоқларсининг реле ҳимояси МТХнинг ҳаялалаш вақти

БТ/11-ТП2 кабел тармоқларси реле ҳимоясининг вақти $t=1,5$ с бўлганлиги учун МТХ нинг ҳаяллаш вақти

$$t = 1,5 + 0,5 = 2,0 \text{ с. оламиз.}$$

МТХ нинг ишга тушиш токи.

$$I_{\text{хи}} = K_3 \cdot K_{\text{ю}} \cdot \frac{I_{\text{иш.мах}}}{K_{\text{к}}} \quad (\text{И.4.17})$$

$$I_{\text{иш.мах}} = \frac{S_{\text{эёп}}}{(1,73 \cdot U)} + S_{\text{п}} / (1,73 \cdot U + P_{\text{сд}} \cdot 4 / 0,2 \cdot U) = 34920 \text{ А} \quad (\text{И.4.18})$$

$$I_{\text{хи}} = 1,2 \cdot 2,5 I_{\text{иш.мах}} / K_{\text{к}} = 130652$$

Ток релесини ишга тушиш токи

$$I_{\text{ри}} = K_{\text{сх}} \cdot I_{\text{хи}} / K_1 = 21,576 \text{ А} \quad (\text{И.4.19})$$

РТ-40/40 турдаги ток релесини танлаймиз:

МТХ нинг сезгирлиги

$$K_{\text{с}} = I_{\text{кз.мин}} / I_{\text{хи}} = 0,1514$$

МТХ нинг сезгирликка эга.

Электр ёй печи трансформаторининг реле ҳимояси

Электр-ёй печлари қисқа туташувга яқин бўлган режимда ишлайди. Улар электр тармоғига тўғридан-тўғри уланмайди, балки мослаштирувчи электр ёй печи трансформатори орқали уланади. Бундай трансформаторларнинг қуввати катта бўлишига қарамасдан бажариш қийин бўлганлиги сабабли дифференциал ҳимоя қўлланилмайди.

1. ток отсечкаси;
2. ўта юкланишдан ҳимоя.

Электр ёй печи трансформатори реле ҳимоясининг схемаси расмда келтирилган. Ток отсечкасининг ишга тушиш токи

$$I_{\text{хи}} = K_{\text{чет}} \cdot I_{\text{т.ном}}$$

бу ерда $K_{\text{чет}}$ -четлаштириш коэффиенти, унинг қиймати 2,0 дан 4,5гача олинади.

$$I_{\text{т.ном}} = S_{\text{тэёп}} / 1,73 \cdot U_{\text{т}} = 55,0509 \quad (\text{И.4.20})$$

Схема коэффиенти

$$K_c = 1,73$$

Ток отсечкасининг ишга тушириш токи

$$I_{то} = K_{ск} \cdot I_{т.ном} = 95,238 \text{ А} \quad (\text{И.4.21})$$

Ҳимояни бажариш учун РТ-80 типдаги релеларнинг индукцион элементида фойдаланамиз. Бунда ҳимоянинг ишга тушиш токи

$$I_{хи} = (1,4 \dots 1,5) \cdot I_{т.ном}$$

олинади.

$$I_{хи} = 1,4 \cdot I_{т.ном} = 77,071 \text{ А}$$

Ҳимоянинг ҳаяллаш вақти $t_x = 10 \text{ с}$ бўлиши керак.

Ток релесининг ишга тушиш токи қуйидагича аниқланади

$$I_{ри} = K_{сх} I_{хи} / K_T, \quad (\text{И.4.23})$$

бу ерда $K_{сх}$ -схема коэффиценти, K_T - танланган ток трансформаторининг трансформация коэффиценти.

$$K_T = 10;$$

$$I_{ри} = 8,33333333 \text{ А.}$$

Алмаштириш схемасининг параметрлари

Нисбий бирликларда электр тармоғи элементларининг қаршиликларини ҳисоблаймиз.

Тизим, синхрон двигател, конденсатор батареяси ва асинхрон двигателларнинг нисбий электр юритувчи кучларини қуйидагича қабул қиламиз:

$$E_{иэм} = 1,2; E_{сд} = 1,1; E_{кб} = 1,2; E_{ад} = 0,9.$$

Трансформаторларнинг қисқа туташув кучланиши

$$U_k = 5.5 \%$$

Кабель тармоқларсининг солиштира қаршилиги

$$X_0 = 0,08 \text{ ом/км}$$

Кабел тармоқларларнинг қаршилиги

$$X_{л1} = L_1 \cdot X_0 \cdot S_6 / (U_{л} \cdot U_{л}) = 2.5 \cdot 0.08 \cdot 500 / (10.5 \cdot 10.5) = 0,91 \quad (\text{И.4.24})$$

бу ерда

$$L_1 = 2,5 \text{ км}, U_{л} = 10,5 \text{ кВ}$$

$$X_{л2} = L_2 \cdot X_0 \cdot S_6 / (U_{л} \cdot U_{л}) = 1 \cdot 0.08 \cdot 100 / (10.5 \cdot 10.5) = 0,36$$

$$X_{ЛЗ} = L_3 \cdot X_0 \cdot S_6 / (U_{Л} \cdot U_{Л}) = 0,5 \cdot 500 / (10,5 \cdot 10,5) = 2,27$$

Цех трансформаторининг қаршилиги

$$X_{КТП} = U_{К} S_6 / (100 \cdot S_{КТП}) = 5,5 \cdot 100 / (100 \cdot 630) = 0,04 \quad (\text{И.4.25})$$

Иссиқлик электр марказининг қаршилиги

$$X_{иЭМ} = X'_d S_6 / S_{иЭМ} = 0,12 \cdot 500 / (0,16 \cdot 700) = 0,54 \quad (\text{И.4.26})$$

бу ерда X'_d турбогенераторларнинг ўткинчи жараёнидаги қаршилиги.

Асинхрон ва синхрон двигателларнинг қаршиликлари

$$S_{ад} = P_{ад} / \cos(\varphi) / 1000 = 750 / 0,9 / 1000 = 0,83 \text{ МВА} \quad (\text{И.4.27})$$

$$S_{сд} = P_{сд} / \cos(\varphi) / 1000 = 750 / 0,9 / 1000 = 0,83 \text{ МВА}$$

$$X_{ад} = 0,2 \cdot S_6 / S_{ад} = 0,2 \cdot 500 / 0,83 = 120,48 \quad (\text{И.4.28})$$

$$X_{сд} = 0,2 \cdot S_6 / S_{сд} = 0,2 \cdot 500 / 0,83 = 120,48$$

Контакларнинг қаршиликлари

$$R_{\text{конт}} = R_{\text{к}} \cdot S_6 / U \cdot U$$

$$R_{\text{конт}} = 0,05 \text{ ом}$$

$$R_{\text{к}} = R_{\text{конт}} \cdot S_6 / 0,4 \cdot 0,4 = 156,25 \quad (\text{И.4.29})$$

Электр тармоғи элементларининг қаршиликлари аниқлангандан кейин к.т.нуқталарига нисбатан натижавий қаршилиқлар аниқланади ва қисқа туташув тоқлари ҳисобланади.

К1 нуқтадаги қисқа туташув тоқлари

$$I_{\text{к1}} = E_{иЭМ} / X_{иЭМ} \cdot I_{\text{бк1}} = 1,2 / 0,54 \cdot 27,53 = 61,18 \text{ кА} \quad (\text{И.4.30})$$

$$I_{\text{к1max}} - I_{\text{к1}} = 61,18 \text{ кА} \quad (\text{И.4.31})$$

$$I_{\text{к1min}} - 0,87 \cdot I_{\text{к1}} = 53,22 \text{ кА} \quad (\text{И.4.32})$$

К2 нуқтадаги қисқа туташув тоқлари

$$X_{\text{к2}} = X_{иЭМ} + X_{Л1} = 0,54 + 0,91 = 1,45$$

$$I_{K2C} = E_{ИЭМ} \cdot I_{бк2} / X_{K2} = 1,2 \cdot 27,53 / 1,45 = 22,78 \text{ кА}$$

$$I_{K2ад} = I_{ад} \cdot I_{бк2} / X_{ад} = 0,9 \cdot 27,53 / 120,48 = 0,21 \text{ кА}$$

$$I_{K2max} = I_{K2C} + 2 \cdot I_{K2ад} = 22,78 + 2 \cdot 0,21 = 23,2 \text{ кА}$$

$$I_{K2min} = 0,87 \cdot I_{K2ад} = 0,87 \cdot 22,78 = 19,82 \text{ кА}$$

К3 нуқтадаги қисқа туташув токлари

$$X_{K3} = X_{ИЭМ} + X_{Л2} = 0,54 + 0,36 = 0,9$$

$$I_{K3C} = E_{ИЭМ} \cdot I_{бк3} / X_{K3} = 1,2 \cdot 27,53 / 0,9 = 30,59 \text{ кА}$$

$$I_{K3сд} = E_{сд} \cdot I_{бк3} / X_{сд} = 1,1 \cdot 27,53 / 120,48 = 0,25 \text{ кА}$$

$$I_{K3max} = I_{K3C} + 4 \cdot I_{K3сд} = 30,59 + 4 \cdot 0,25 = 31,59 \text{ кА}$$

$$I_{K3min} = 0,87 \cdot I_{K3сд} = 0,87 \cdot 30,59 = 26,61 \text{ кА}$$

К4 нуқтадаги қисқа туташув токлари

$$Z_{K4} = \sqrt{R_A^2 + (X_{K2} + X_{КТП})^2} = 156,25$$

$$I_{K4C} = E_c \cdot I_{бк4} / Z_{K4} = 1 \cdot 722,54 / 156,25 = 4,62 \text{ кА}$$

$$I_{K4max} = I_{K4C} = 4,62 \text{ кА}$$

$$I_{K4min} = 0,87 \cdot I_{K4C} = 0,87 \cdot 4,62 = 4,02 \text{ кА}$$

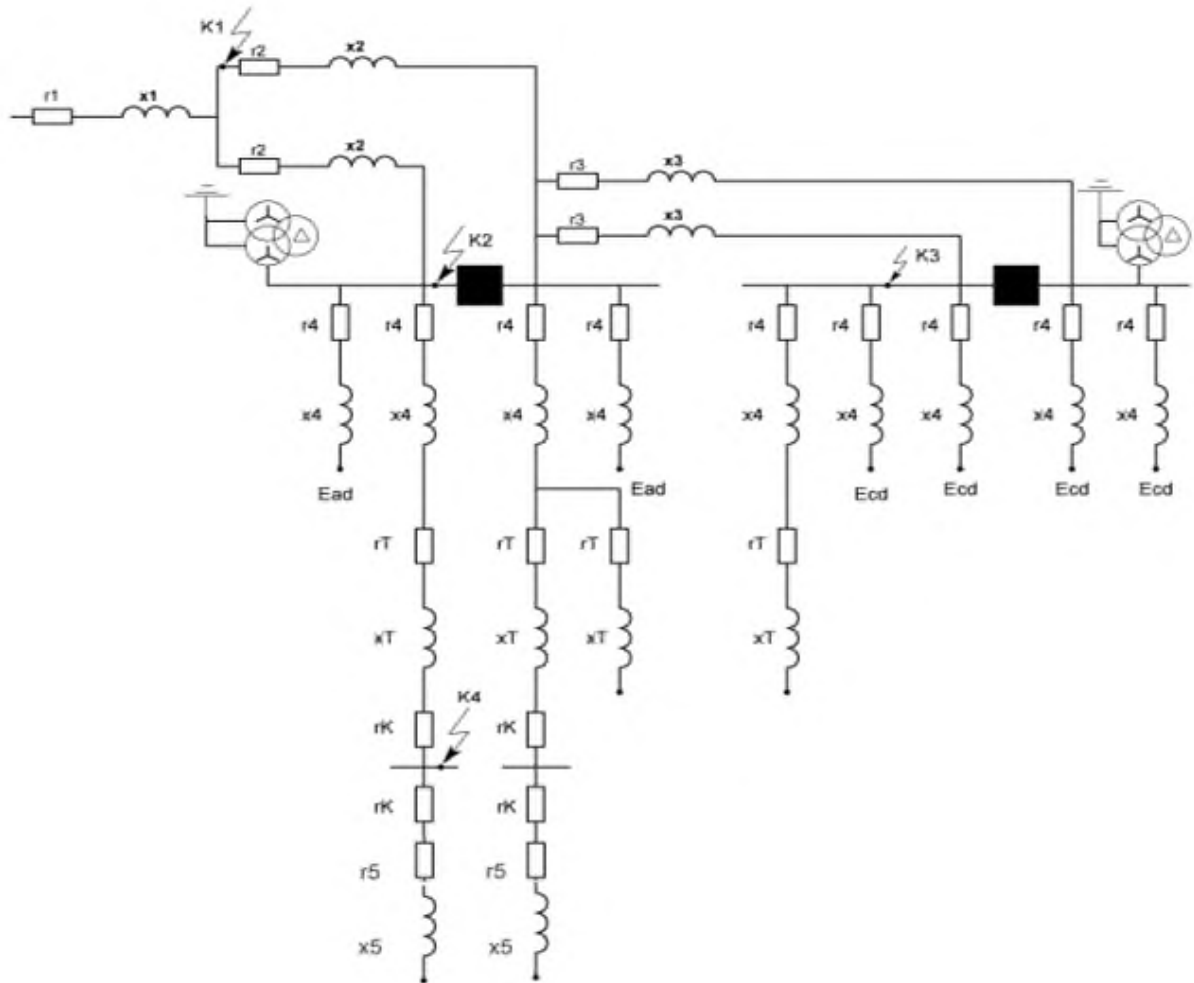
Қисқа туташув тоқларини ҳисоблаш натижалари

1-жадвал

Қисқа туташув нуқтаси	К ₁	К ₂	К ₃	К ₄
ИЭМ дан I_{KC} , кА	61,18	22,78	30,59	4,62
Электр двигателлардан $I_{кд}$, кА	-	0,21	0,25	-
Максимал ток $I_{кmax}$, кА	61,18	23,2	31,59	4,62
Минимал ток $I_{кmin}$, кА	53,22	19,82	26,61	4,02

Хулоса

Курс ишида берилган бошланғич маълумотларга асосан реле ҳимояси ва автоматика қурилмаларни ҳисоблаш учун максимал ва минимал қисқа туташув токлари ҳисобланди. Қисқа туташув



И.2-расм. Ҳисоблаш учун чизилган алмаштириш схемаси.

Адабиётлар

1. Правила эксплуатации электроустановок потребителей. – СПб.: Издательство “Девн”, 2000.-320с.
2. Правила устройства электроустановок. – М: Энергоатомиздат. 1985, 640 с.
3. Андреев Б.А. Релейная защита и автоматика в тизимх электроснабжения. М. Высш.школа. 1997.
4. Руководящие указания по релейной защите. Защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов.
5. Шабал М.А. Защита трансформаторов распределительных сетей.-Л.: Энергоиздат. 1986. -136 с.
6. Шабал М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. –Л.: Энергоатомиздат. 1985.-296.
7. Дадажонов Т. Реле ҳимояси ва автоматикаси фанидан курс иши учун услубий кўлланма. ФарПИ. 2006й.

Релели ҳимоялаш ва автоматика фанини ўқитишда кластер усулидан фойдаланиш

Маълумки ҳозирги пайтда, янги педагогик ва инновацион интерфаол технологиялардан фойдаланиб дарс бериш жараёнига 700дан ортиқ методлар кириб, уларни аксарияти кенг қамровли бўлиб қолмоқда. Шундай усуллардан бири кластер усули бўлиб, тажрибадан кўринишича у салмоқли самарага эгадир. КЛАСТЕР методи билимларни фаоллаштиришни тезлаштиради, фикрлаш жараёнига мавзу бўйича янги ўзаро боғланишли тасаввурларни эркин ва очиқ жалб қилишга ёрдам беради.

Релели ҳимоялаш ва автоматика фани электр тармоғида юз берадиган шикастланиш режимларини узлуксиз назорат қилиш билан бирга, юз берадиган нономал режимларни бартараф қилиш йўллари, уларни ҳисоблаш ишларини, схемаларини ўргатади. Бу фанни яхши ўзлаштиришда кластер методи ўринлидир. Шикастланиш электр токини кескин ортиши, кучланишни пасайиб кетиши, частотани ўзгариши каби физик параметрларни қийматларини кузатиш ва ҳисобга олиш орқали аниқланади. Шикастланишни тури, кўриниши ва катталикларига қараб ҳимоя турлари танланади, аниқланади ҳамда ҳисобланади. Бунда кўпрой ток ҳимояларидан фойдаланилади.

Дарс машғулотида кластер методини қўллашда дастлаб талабаларни кластерни тузиш қонидаси билан таништирилади. Ёзув тахтаси ёки катта қоғоз варағининг ўртасига асосий сўз ёки 1-2 сўздан иборат бўлган мавзу номи ёзилади. Бирикма бўйича асосий сўз билан унинг ёнида мавзу билан боғлиқ сўз ва таклифлар кичик доирачалар “йўлдошлар” ёзиб қўшилади. Уларни “асосий” сўз билан узатиш тармоқларлар (стрелкалар) ёрдамида бирлаштирилади. Бу “йўлдошларда” “кичик йўлдошлар” бўлиши мумкин. Ёзув ажратилган вақт давомида ёки ғоялар тугагунича давом этиши мумкин.

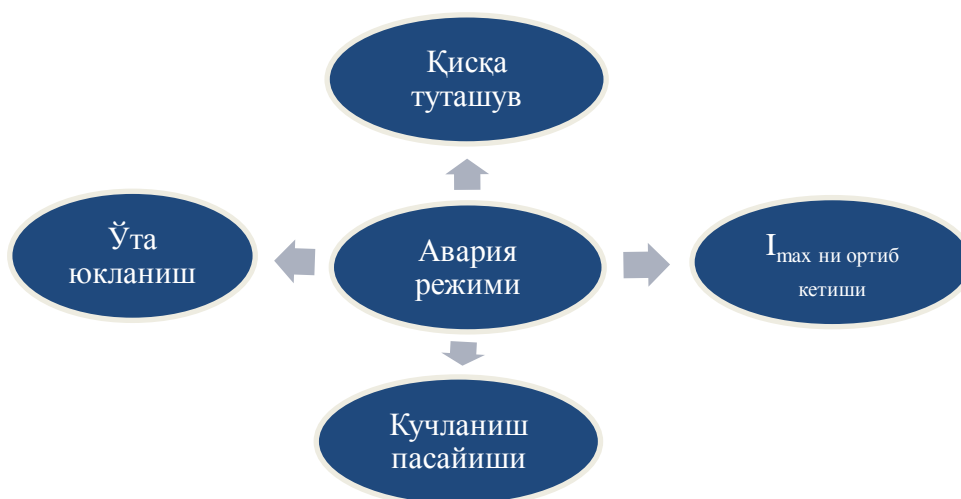
Муҳокама учун кластерлар билан алмашинадилар.

Кластерни тузиш қонидаси бўйича фан ўқитувчиси талабаларга қуйидагича топшириқ беради:

1. Ақлингизга электр тармоғида шикастланиш ҳолатига доир нима келса, барчасини ёзинг. Ғоялари сифатини муҳокама қилманг фақат уларни ёзинг.

2. Хатни тўхтатадиган имло хатоларига ва бошқа омилларга эътибор берманг.

3. Ажратилган вақт тугагунча ёзишни тўхтатманг. Агарда ақлингизда ғоялар келиши бирдан тўхтаса, у ҳолда қачонки янги ғоялар келмагунча қоғозга расм чизиб туринг, масалан (1-расм):



1-расм. Шикастланиш режимини тавсифловчи турдош режимлар.

Сўнгра уларни ҳар бирида ўрин тутадиган жараёнларни тармоқлантириш орқали ёзиш топшириғи берилади. Талабаларга мисол тариқасида “Ток ҳимоялари мавзуси бўйича қуйидагиларни тушунтириб, сўнгра у асосида тузилган қуйидаги схема(2-расм)ни тавсия этиш мумкин.

Ток ҳимоялари. Ток ҳимояси деб ҳимояланаётган объектда ток олдиндан белгиланган маълум қийматлар чегарасидан чиққанда ишлайдиган ҳимояга айтилади. Ток ортганда ишлайдиган ток ҳимоялари

1. Максимал ток ҳимояси (МТХ) (оддий ва йўналтирилган) ҳамда,

2. Ток отсечкаси (ТО) га бўлинади ва улар электр қурилмаларни ҳимоя қилишда асосий ёки резерв ҳимоя сифатида кенг қўлланилади.

2. Дифференциал ҳимоялар. Дифференциал ҳимоялар бўйлама ва кўндаланг дифференциал ҳимояларга бўлинади. Бўйлама дифференциал ҳимоянинг ишлаш тамойили

ҳимояланаётган объектнинг кириши ва чиқишидаги тоқларни таққослашга асосланган.

3. Масофавий ҳимоялари. Масофавий ҳимояларининг ишлаш тамойилини умуман олганда ҳимоя ўрнатилган нуқтадаги кучланиш ва тоқнинг нисбати, яъни қисқа туташув нуқтасигача бўлган қаршилиқни ўлчашга асосланган. Масофа ҳимоялари асосан қишлоқ электр тармоқларида қўлланилади.

Максимал тоқ ҳимояси ҳақида маълумотлар қуйидагича: Қисқа туташув ҳосил бўлганлигининг белгиларидан бири тоқнинг ортишидир. Бу белгидан максимал тоқ ҳимояларини бажариш учун фойдаланилади. Максимал тоқ ҳимояси деб, фаза тоқи олдиндан белгиланган маълум қийматдан ортганда ишлайдиган ҳимояга айтилади.

Тоқ ҳимоялари максимал тоқ ҳимояси ва тоқ отсечкаси (ТО)га бўлинади. Улар орасидаги асосий фарқ ҳимоянинг танлаш хусусиятини таъминлашда. МТХ нинг танлаш хусусияти ҳаяллаш вақтини тўғри танлаш ва ТО нинг танлаш хусусияти эса ишга тушиш тоқини тўғри танлаш йўли билан амалга оширилади. МТХ максимал юклама тоқлари ва двигателларнинг ишга тушиши тоқларидан, ТО эса ҳимояланаётган объектнинг сўнггидаги максимал қисқа туташув тоқларидан четлаштирилади. Бир томондан манбага уланган электр узатиш тармоқларларида МТХ асосий ҳимоя бўлиб ҳисобланади ва ҳар бир тармоқларнинг манба томондан ҳисоблаганда бошланишга ўрнатилади.

Шундай асосда бошқа турдаги ҳимояларга ҳам шарҳ берилиб бўлгач, тузилган схема тушунтириб берилади. Талабалар тўлиқ тасаввурга эга бўлгач, ўзлари учун ажратилган топшириқни бажаришга киришадилар.



2-расм.Ток химояларига турдош химоялар кластер схемасида.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1.Ишмухамедов Р.Ж. Инновацион технологиялар ёрдамида таълим самарадорлигини ошириш йуллари.-Т.:Низомий номидаги ТДПУ, 2004, 2008 (кайта нашр). - 44 б.

2.Жуманиёзова М.Т., Ишмухамедов Р.Ж .Таълимда педагогик технологиялар дан фойдаланиш. Устоз уқитувчилар учун укув-услугий кулланма.-Т., А.Авлоний номидаги ХТХКТМОМИ, 2010, - 218 б.

3.Баубекова Г. Педагогическое мастерство.- Т., 2000.

4.Панфилова А. П. Инновационные педагогические технологии : Активное обучение : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений /А.П.Панфилова. — М. : Издательский центр «Академия», 2009. - 192 с.

5.Мухина Т.Г.Активные и интерактивные образовательные технологии (формы проведения занятий)в высшей школе: учебное пособие /Новгород: ННГАСУ, 2013. – 97 с.

3-илова

